Hvězdárna a planetárium Brno

Kvalita ovzduší v Brně a vůbec

Moderátor:
Ing. Martin Vaněček (Mag. m. Brna)

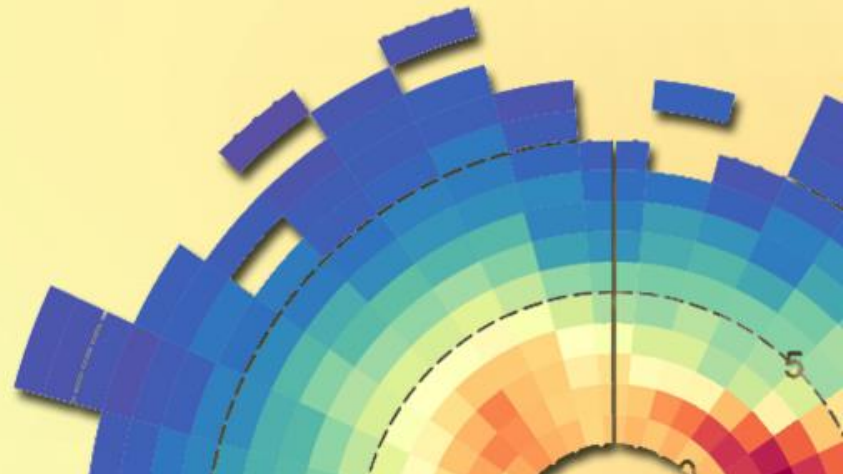
B | R | N | O

jihomoravský kraj

CDV CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

Bucek s.r.o.

MUNI | RECETOX SCI



KVALITA OVZDUŠÍ

Mgr. Jáchym Brzezina

vedoucí oddělení kvality ovzduší, Český hydrometeorologický ústav Brno

KVALITA OVZDUŠÍ

- **Zákon č. 201/2012 Sb.** – Zákon o ochraně ovzduší
- **ochrana ovzduší** - předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečišťování tak, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví způsobená znečištěním ovzduší, snížení zátěže prostředí látkami vnášenými do ovzduší a poškozujícími ekosystémy a vytvoření předpokladů pro regeneraci složek životního prostředí postižených v důsledku znečištění ovzduší.
- česká legislativa vychází z předpisů Evropské Unie
- hlavní cíle a obory zájmu:
  - **monitoring** koncentrací znečišťujících látek v ovzduší – provoz Státní sítě imisního monitoringu, projektová a účelová měření/vzorkování
  - **hodnocení** naměřených dat – sledování aktuálního stavu, předchozího vývoje a predikce budoucích trendů, koncentrace v souvislosti s meteorologickými podmínkami, modelování, překračování imisních limitů, SVRS
  - **identifikace a analýza zdrojů** znečišťování ovzduší
  - tvorba podkladů a návrh opatření vedoucích ke snížení znečištění ovzduší v České republice
  - sledování a ukládání informací o emisích jednotlivých zdrojů

TYPY ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

- **znečišťující látka (polutant)** – každá látka, která svou přítomností v ovzduší má nebo může mít škodlivé účinky na lidské zdraví nebo životní prostředí anebo obtěžuje zápachem.
- ČHMÚ se primárně zabývá monitoringem koncentrací látek, pro které je v Zákoně o ochraně ovzduší definován **imisní limit**.
  - suspendované (prachové) částice – frakce PM_{10}, $PM_{2,5}$
  - oxidy dusíku ($NO_x = NO_2 + NO$)
  - oxid siřičitý (SO_2)
  - oxid uhelnatý (CO)
  - přízemní ozon (O_3)
  - těžké kovy (TK) – arsen (As), kadmium (Cd), nikl (Ni) a olovo (Pb)
  - benzen
  - polycyklické aromatické uhlovodíky – benzo[*a*]pyren

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE

- komplexní heterogenní **směs** extrémně malých pevných částic a kapiček v ovzduší
- základní dělení PM je založeno na jejich **aerodynamickém průměru**
- zdravotní **účinek** částic závisí na jejich velikosti, tvaru a chemickém složení (můžou působit dráždivě, mít toxický, karcinogenní či mutagenní účinek). Nebyla zjištěna bezpečná prahová koncentrace.
- obecně platí, že čím menší je částice, tím potenciálně nebezpečnější je pro lidské zdraví.

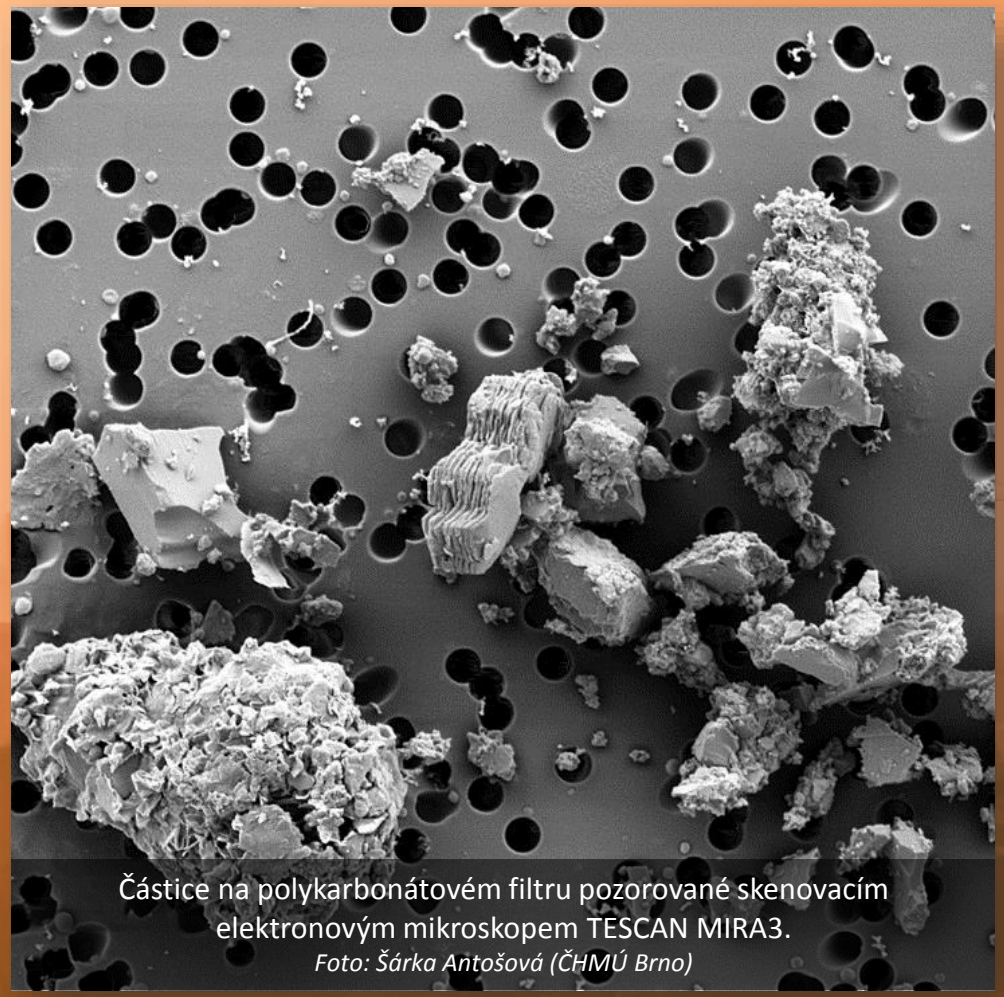
Částice na polykarbonátovém filtru pozorované skenovacím elektronovým mikroskopem TESCAN MIRA3.
Foto: Šárka Antošová (ČHMÚ Brno)

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE

- **PM_{10}** suspendované částice o aerodynamickém průměru do **10 µm**, tzv. hrubší frakce
- **$PM_{2,5}$** suspendované částice o aerodynamickém průměru do **2,5 µm**, tzv. jemnější frakce
- **PM_1** suspendované částice o aerodynamickém průměru do **1 µm**
- **ultrajemné** (ultrafine) částice
- **nanočástice**

IMISNÍ LIMITY

- **PM_{10}**
  - **24h: 50 µg·m^{-3}** (max. 35× za rok)
  - **rok: 40 µg·m^{-3}**
- **$PM_{2,5}$**
  - **rok: 25 µg·m^{-3}** (od 1. 1. 2020: 20 µg·m^{-3})



Částice na polykarbonátovém filtru pozorované skenovacím elektronovým mikroskopem TESCAN MIRA3.
Foto: Šárka Antošová (ČHMÚ Brno)

Oxidy dusíku (NO_x)

- součet koncentrací oxidu dusičitého (NO_2) a oxidu dusnatého (NO)
- NO je přechodný meziprodukt, který rychle oxiduje mj. na NO_2
- nejvýznamnějším zdrojem je doprava (vznikají ve spalovacích motorech při nedokonalém spalování) a některé chemicko-technologické procesy
- **NO_2**
  - vzniká oxidací vzdušného kyslíku za vysokých teplot ve spalovacích motorech
  - patří na seznam plynů podílejících se na tvorbě kyselých dešťů
  - spolu s dalšími látkami reaguje za vzniku přízemního ozonu
  - působení NO_2 bývá spojováno se zvýšením celkové, kardiovaskulární a respirační úmrtnosti
- **NO**
  - velmi reaktivní molekula, která představuje dočasný meziprodukt v řadě chemických reakcí probíhajících v atmosféře

IMISNÍ LIMITY NO_2 PRO OCHRANU ZDRAVÍ

- **1h: 200 $\mu g \cdot m^{-3}$** (max. 18× za rok)
- **rok: 40 $\mu g \cdot m^{-3}$**

IMISNÍ LIMIT NO_x PRO OCHRANU EKOSYSTÉMŮ A VEGETACE

- **rok: 30 $\mu g \cdot m^{-3}$**

Oxid siřičitý (SO_2)

- bezbarvý, štiplavě zapáchající **jedovatý** plyn
- v minulosti se jednalo o jeden z nejproblematičtějších polutantů, zejména v 90. letech minulého století však došlo k **výraznému poklesu** a dnes jsou koncentrace celorepublikově řádově pod hodnotou imisního limitu
- do ovzduší se dostává především spalováním pevných fosilních paliv, která obsahují síru
- představuje riziko jak pro lidské zdraví, tak pro ekosystémy. U lidí působí dráždivě zejména pro horní cesty dýchací, může podporovat vznik astmatu a dlouhodobá expozice vysokým koncentracím může narušovat krvetvorbu a poškozovat srdeční sval.

IMISNÍ LIMITY PRO OCHRANU ZDRAVÍ

- **1h: 350 µg·m^{-3}** (max. 24× za rok)
- **24h: 125 µg·m^{-3}** (max. 3× za rok)

IMISNÍ LIMIT PRO OCHRANU EKOSYSTÉMŮ A VEGETACE

- **rok a zimní období (1. 10. až 1. 3.): 20 µg·m^{-3}**

OXID UHELNATÝ (CO)

- bezbarvý **jedovatý** plyn, bez zápachu
- antropogenními zdroji je především **nedokonalé spalování**, kdy je teplota příliš nízká, není k dispozici dostatečné množství kyslíku nebo není čas hoření dostatečný, a namísto úplné oxidace na CO_2 se uvolňuje právě CO
- toxicita tohoto plynu spočívá v jeho vazbě na krevní barvivo hemoglobin a následný vznik karboxy-hemoglobinu. Tato reakce pak značně omezí přísun kyslíku do buněk

IMISNÍ LIMIT PRO OCHRANU ZDRAVÍ

- **max. denní 8h klouzavý průměr: 10 000 $\mu g \cdot m^{-3}$**

Přízemní ozon (O_3)

- přízemní (troposférický) ozon je **sekundární polutant**
- prekurzory jsou oxidy dusíku (NOx) a těkavé organické látky s výjimkou metanu (NMVOCs), reakce je katalyzována **slunečním zářením**
- nejvyšší koncentrace v letním období během horkých, jasných dní v dopravně málo zatížených oblastech (odlehlé vrcholky hor apod.)
- chemicky totožný se stratosférickým ozonem
- může působit dráždivě a představovat riziko i pro další nežádoucí zdravotní problémy

IMISNÍ LIMIT PRO OCHRANU ZDRAVÍ

- **max. denní 8h klouzavý průměr:** **120 µg·m^{-3}** (max. 25× za rok ve tříletém průměru)

POLYCYKLICKÉ AROMATICKÉ UHLOVODÍKY

- polycyklické aromatické uhlovodíky (PAH, PAU) jsou skupina více než 100 perzistentních látek tvořených pouze atomy uhlíku a vodíku s nejméně dvěma benzenovými jádry
- takřka výhradním zdrojem je **spalování organických látek** za omezeného přístupu kyslíku
- některé z PAH jsou **prokazatelně karcinogenní a/nebo mutagenní**
- zástupcem PAH, který má definován imisní limit je tzv. **benzo[*a*]pyren**

IMISNÍ LIMIT PRO OCHRANU ZDRAVÍ
benzo[*a*]pyren

- **rok: 1 ng·m^{-3}**

TĚŽKÉ KOVY

- těžké kovy jsou skupina kovů a polokovů s relativně vysokou hustotou a atomovou hmotností
- některé jsou pro lidské tělo esenciální v malých dávkách, naopak ve vysokých **můžou být vysoce toxické** (karcinogenita, poruchy nervové soustavy, porucha oběhové soustavy atd.)
- imisní limit je definován pro čtyři těžké kovy: **arsen (As), kadmium (Cd), nikl (Ni) a olovo (Pb)**
- zdrojem je spalování fosilních paliv a vznikají během některých technologických procesech.

IMISNÍ LIMIT PRO OCHRANU ZDRAVÍ

As Arsen
- rok: 6 $ng \cdot m^{-3}$

Cd Kadmium
- rok: 5 $ng \cdot m^{-3}$

Ni Nikl
- rok: 20 $ng \cdot m^{-3}$

Pb Olovo
- rok: 500 $ng \cdot m^{-3}$

METEOROLOGICKÉ PODMÍNKY

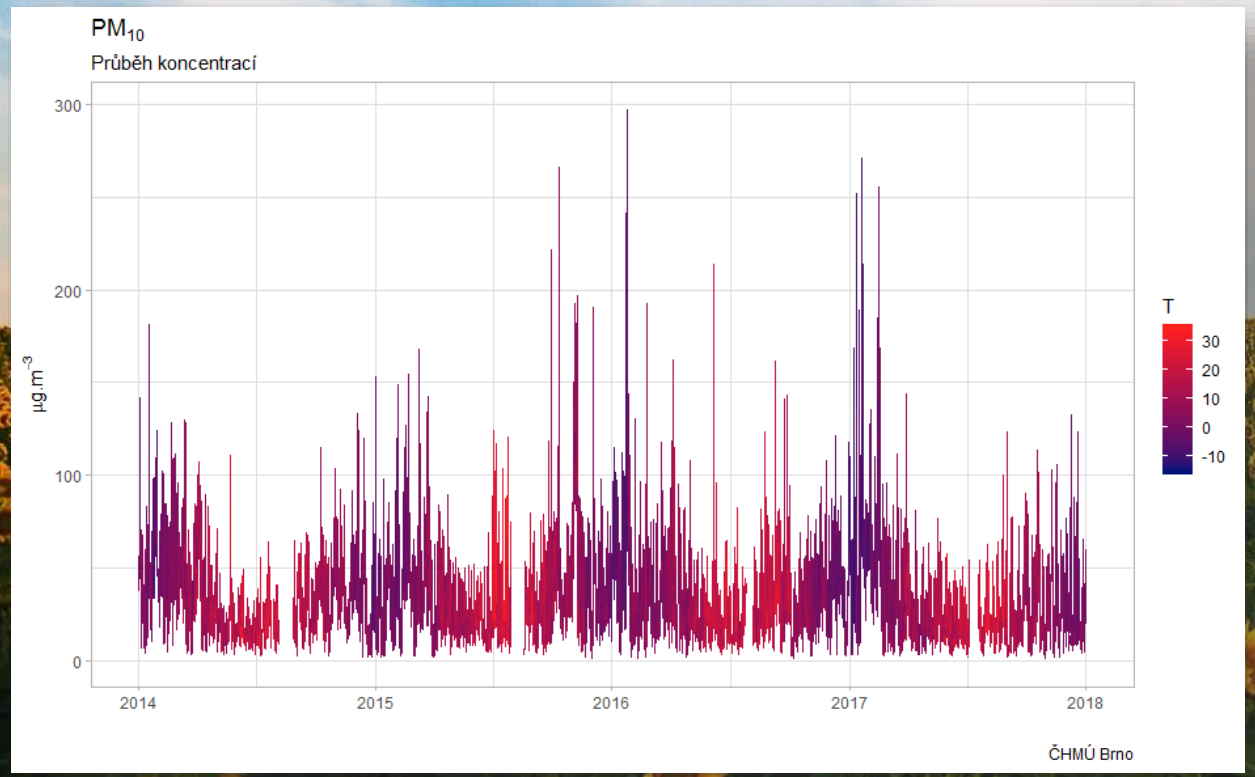
- meteorologické podmínky mají v některých případech **naprosto zásadní vliv** na kvalitu ovzduší
- klíčová je především rychlost a směr větru, dalšími významnými faktory jsou teplota vzduchu a teplotní zvrstvení v atmosféře, vlhkost vzduchu a srážky (kapalného i pevného skupenství)
- meteorologické podmínky zároveň udávají strukturu zdrojů – nejlepším příkladem je vytápění, jehož vliv je v létě zcela zanedbatelný
- velmi špatná kvalita ovzduší bývá například během velmi nepříznivých rozptylových podmínek daných nízkými rychlostmi větru v kombinaci s teplotní inverzí. K takovýmto situacím navíc dochází v zimě, kdy se i intenzivně vytápí. Právě to bývá velmi často příčinou vyhlášení smogové situace.

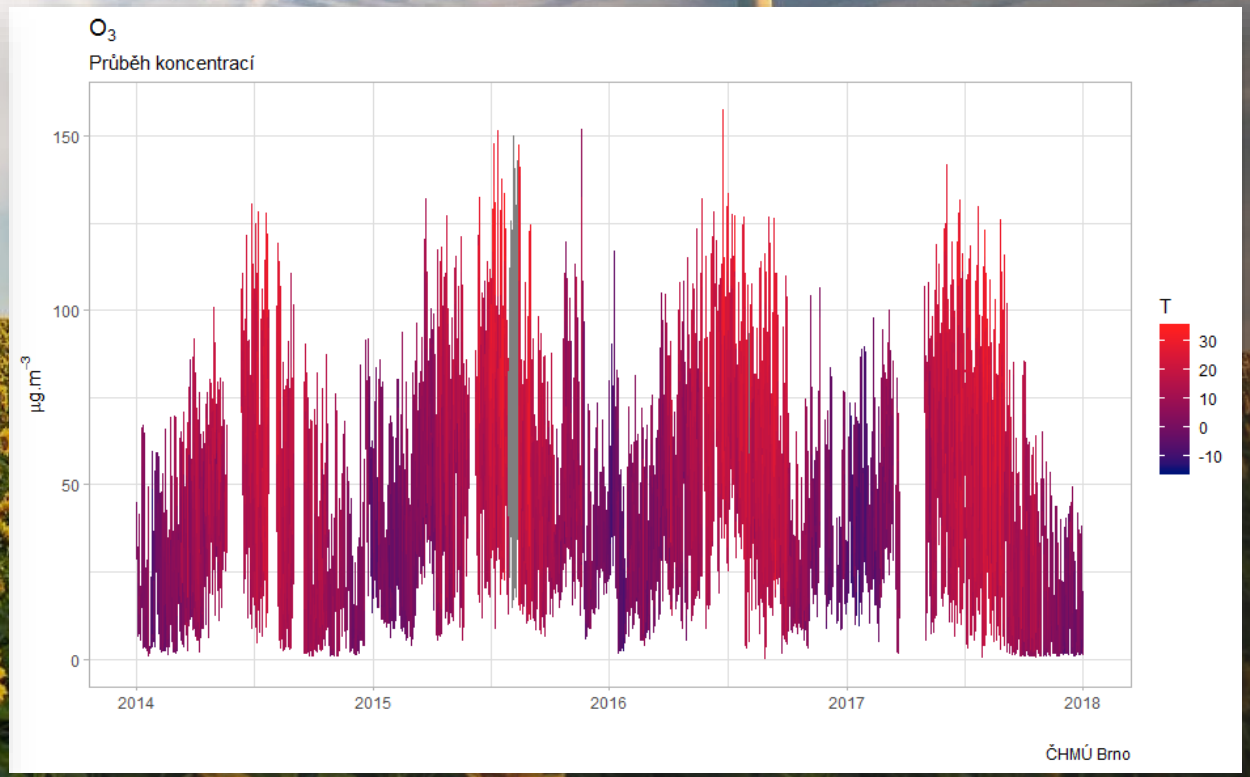
Obecně platí, že nízké rychlosti větru zhoršují rozptylové podmínky a tedy podporují horší kvalitu ovzduší. Neplatí to však paušálně. Směr větru pak udává odkud kam se znečišťující látky v ovzduší šíří.

Rostoucí teplota mění strukturu podílu zdrojů (např. vytápění). Vyšší teploty jsou v tomto směru příznivé, s výjimkou přízemního ozonu. Velmi negativně se na kvalitě ovzduší podepisují teplotní inverze v zimním období.

Srážky (ať už dešťové či sněhové) vedou k depozici znečišťujících látek a tedy zlepšují kvalitu ovzduší.

METEOROLOGICKÉ PODMÍNKY





SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM

- **SVRS** slouží k upozornění na mimořádně znečištěné ovzduší (**smogovou situaci**)

  a také k **regulaci** (omezení) vypouštění polutantů z vybraných zdrojů významně ovlivňujících kvalitu ovzduší daného území
- od r. 2010 upraven zákonem, v r. 2017 došlo k novelizaci
- v současnosti bývají smogové situace či regulace vyhlašovány v podstatě výhradně buď v zimě v důsledku vysokých koncentrací prachových částic PM_{10}, nebo naopak v letním období kvůli velmi vysokým koncentracím přízemního ozonu
- do vyhodnocení, zda vyhlásit či nevyhlásit smogovou situaci, vstupují vybrané tzv. **reprezentativní stanice**, které mají větší reprezentativnost a poskytují informaci o kvalitě ovzduší v plošnějším měřítku

SMOGOVÝ VAROVNÝ A REGULAČNÍ SYSTÉM

Smogová situace

Smogová situace je podle zákona č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší stav mimořádně znečištěného ovzduší, kdy úroveň znečištění oxidem siřičitým, oxidem dusičitým, suspendovanými částicemi PM10 nebo troposférickým ozonem překročí některou z informativních prahových hodnot uvedených v příloze č. 6 tohoto zákona za podmínek uvedených v této příloze.

Regulace

Stav mimořádného znečištění ovzduší, kdy je překročena i regulační prahová hodnota (vyšší, než hodnota informativní). Za tohoto stavu musí vybrané podniky přejít na zvláštní podmínky provozu a omezit vypouštění znečišťujících látek do ovzduší.

vyhlášeno při překročení informativní (100 $\mu g \cdot m^{-3}$) nebo regulační (150 $\mu g \cdot m^{-3}$) hodnoty na alespoň polovině reprezentativních stanic na území ve 12h průměru a za předpokladu, že se v následujících 24 h situace nezlepší (především z důvodu zlepšení rozptylových podmínek). Odvolání při poklesu koncentrací, a pokud se neočekává opětovné zhoršení.

alespoň na jedné reprezentativní stanici překročí koncentrace informativní hodnotu 180 $\mu g \cdot m^{-3}$, v případě 240 $\mu g \cdot m^{-3}$ se vyhlašuje varování. Odvolání pokud koncentrace klesnou pod příslušnou hodnotu a stav trvá nepřetržitě alespoň 12 h a není očekáván opětovný nárůst v následných 24 h. Při velmi příznivých výhledech meteorologických podmínek lze zkrátit na 3 h.

Kvalita ovzduší největší mýty

1. Ve městech je kvalita ovzduší nejhorší, naopak na venkově a v malých obcích je situace o poznání lepší.
2. Topení dřevem je ekologické a neznečišťuje ovzduší, jedná se přeci o přírodní látku.
3. Hlavními znečišťovateli jsou jednoznačně doprava a průmysl.
4. Elektroauta mají nulové emise.
5. Příčinu špatné kvality ovzduší v určitém místě a čase je třeba vždy hledat v blízkém okolí.
6. Lepší či horší kvalita v určitém roce ve srovnání s jiným je vždy dána nižšími, respektive vyššími emisemi znečišťujících látek.
7. Kdyby nebylo lidské činnosti, byl by na Zemi zcela čistý vzduch.
8. Nejhorší jsou viditelně prašná místa, ochranou jsou ochranné roušky, případně pobyt v interiéru.

DĚKUJI ZA POZORNOST

Mgr. Jáchym Brzezina
vedoucí oddělení kvality ovzduší, Český hydrometeorologický ústav Brno
jachym.brzezina@chmi.cz
+420 737 387 741

MUNI | RECETOX

„NOVÉ“ TYPY ZNEČIŠTUJÍCÍCH LÁTEK

RNDr.Roman Prokeš, Ph.D.

Seminář: Kvalita ovzduší a vůbec

BRNO 18.11.2019

Proč regulujeme chemické látky?

Historie lidstva – epidemie, otravy, katastrofy, války…průmyslový rozvoj

- <100 mil. známých látek, 150 tis. průmyslová výroba + každý rok přibývá několik tisíc dalších
- mnoho látek má jednu nebo více nebezpečných vlastností ohrožující lidstvo nebo životní prostředí
- chemické látky nemají hranice a často končí na našem stole
- přeshraniční přenos v ŽP a přenos ve výrobcích, odpadech, druhotných surovinách
- národní opatření často nedostatečná, pouze regulace výroby, vývoje a použití
- pravidla a legislativa od 60.let

– **CÍL: chemická bezpečnost** – zajištění, co nejvyšší míry bezpečnosti nebo omezení nepříznivých dopadů chemických látek na lidské zdraví a životní prostředí

Globální nástroje – Jaké nyní máme?

- **Vídeňská úmluva** + Montrealský protokol - více než 100 látek poškozujících ozonovou vrstvu (freony, halony, methylbromid, fluorované skleníkové plyny)
- **Basilejská úmluva** – seznamy nebezpečných odpadů – 45 kategorií
- **Rotterdamská úmluva** – zejména pesticidy, 52 (zvláště nebezpečné i konvenční)
- **Stockholmská úmluva** – POPs – 30 člověkem vyrobených perzistentních sloučenin (a případně příbuzných skupin ve směsích)
- **Minamatská úmluva o rtuti** - rtuť

Evropské nástroje – Jaké nyní máme?

- Úmluvy Evropské hospodářské komise OSN

nejsou globální, ale vztahují se na Evropu (EHK)/severní polokouli

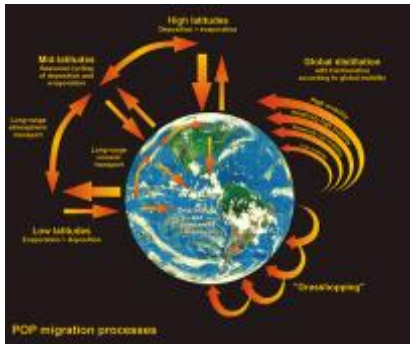
- Helsinská úmluva – bezpečnostní dokumentace – seznam látek v příloze I
- CLRTAP (8 protokolů) – síra, ozon, dusík, těžké kovy, POPs, VOC
- Kyjevský protokol (PRTR) – 86 látek – přenosy a úniky do životního prostředí a v odpadech…

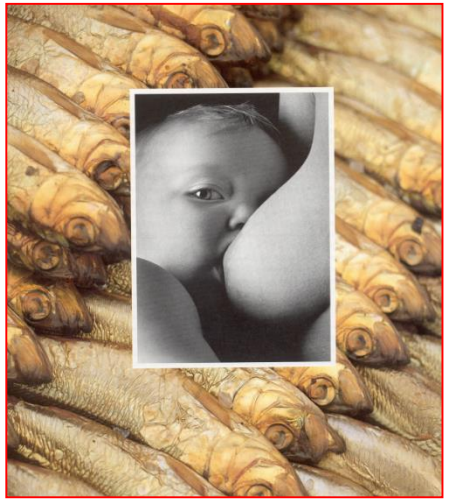
Datum zařazení do Úmluvy Vstup v platnost Celkem látek	Příloha A: Látky určené k odstranění z použití a výroby	Příloha B: Látky, jejichž použití je omezeno	Příloha C: Látky, na které se vztahují opatření proti jejich nezamýšlené výrobě
22.5.2001 17.5.2004 **12 látek („dirty dozen“)**	Aldrin, chlordan, dieldrin, endrin, heptachlor, hexachlorbenzen (HCB), mirex, toxafen, polychlorované bifenyly	1,2-dichlor difenyltrichloretan (DDT)	Hexachlorbenzen (HCB), polychlorované bifenyly (PCB) a polychlorované dibenzo-p-dioxiny a dibenzofurany (PCDD/PCDF)
4.-8.5.2009 26.8.2010 **21 látek**	A-hexachlorcyklohexan, β-hexachlorcyklohexan, chlordekon, hexabrombifenyl, hexabromdifenylether a heptabromdifenylether, lindan, pentachlorbenzen, tetrabromdifenylether a pentabromdifenylether	Kyselina perfluoroktansulfonová a její soli (tzv. sloučeniny na bázi PFOS)	pentachlorbenzen
25.-29.5.2011 27.10.2012 **22 látek**	endosulfan		
28.4. – 10.5.2013 26.11.2014 **23 látek**	hexabromcyklododekan		
4.-15.5.2015 15.12.2016 **26 látek**	Pentachlorfenol, jaho soli a estery, Polychlorované naftaleny, hexachlorbutadien		Polychlorované naftaleny
26.4.-6.5.2017 15.12.2018 **28 látek**	Polychlorované uhlovodíky s krátkým řetězcem, dekabromdifenylether		Hexachlorbutadien
29.4. – 10.5.2019 **30 látek**	Perfluorooktanová kyselina, dicofol		

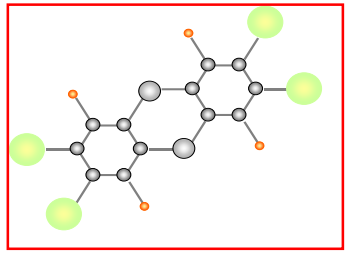
Pesticidy, průmyslové chemikálie, vedlejší/nezamýšlené produkty

Perzistentní organické polutanty

Všudypřítomné





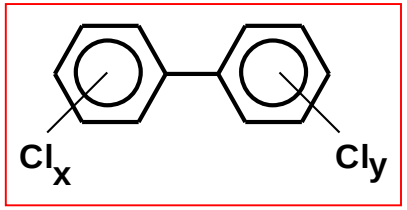


Mohou být prostředím transportovány na značné vzdálenosti

Odolné vůči rozkladu, dlouhodobě setrvávající v prostředí

Mají široké spektrum možných toxických účinků

Kumulující se v prostředí a živých organismech včetně člověka

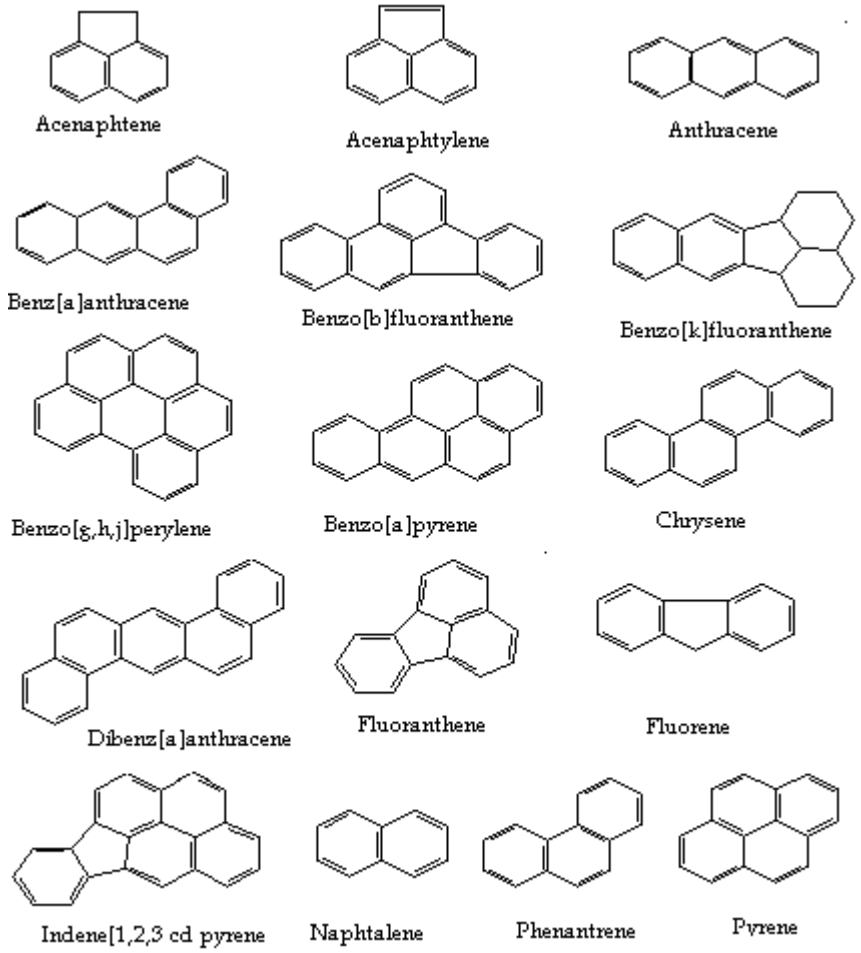


Široké spektrum použití, ale také nežádoucí vznik při různých výrobních a spalovacích procesech

MUNI | RECETOX

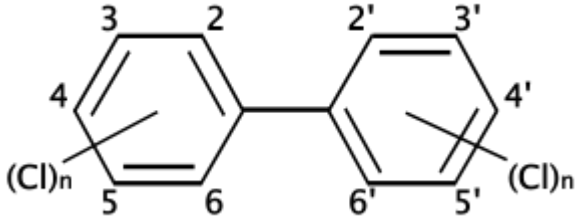
Polycyklické aromatické uhlovodíky PAHs

- spalovací procesy (nedokonalé), doprava, výroba
- více než 100 sloučenin
- schopnost vázat se na částice (půdy, sedimentu) a v živých organismech-bioakumulace
- toxické, mutagenní, karcinogenní (stoupa s počtem jader)
- benz(a)antracen, **benzo(a)pyren** (1 ng/m^3), benzo(k)fluoranten, benzo(b)fluoranten, chrysen, dibenz(ah)antracen, indeno(123cd)pyren
- na seznamu protokolu CRLTAP a WHO



MUNI | RECETOX

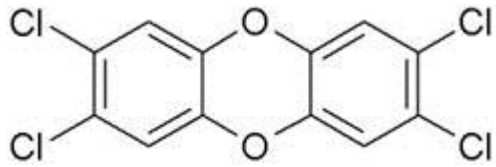
Polychlorované bifenyly PCBs



- 209 kongenerů s alespoň 4 atomy Cl
- antropogenni původ - inertní, lipofilní, vynikající adhezní vlastnosti
- použití v průmyslu – transformátory, hydraulické, dielektrické kapaliny, aditiva do plastů, barev, cementu, lepidel, vosků, sádry atd.
- ČR 1984 zákaz použití v otevřených systémech
- nerozpustné ve vodě, rozpustné v tucích, velmi stabilní, kumulace v prostředí, dálkový transport (1Cl-PCBs)
- imunotoxické, teratogenní, **hepatotoxické**, kancerogenní, **embryotoxické**
- bioobohacování
- zdroj půda (90%), sediment, povrchová voda, likvidace odpadů
- ind-PCB (28, 52, 101, 118, 138,153, 180), dl-PCBs

Polychlorované dibenzodioxiny a dibenzofurany (PCDD/Fs)

- chem. sloučeniny obsahující atomy uhlíku, vodíku, kyslíku a chloru, existují stovky různých struktur (75 kongenerů PCDDs ,135 kongenerů PCDFs + koplanární dl-PCBs)
- těkavé, vysoce toxické, velmi stabilní, bioakumulace,
- nebyly nikdy vyráběny a používány = nemají žádné využití
- „Agent Orange“ 2,3,7,8,–TeCDD – jedna z nejtoxičtějších látek
- přirozené emise – sopky, lesní požáry
- antropogenní zdroje: výroba PCBs a chlorfenolů, spalování odpadů, železárny, teplárny, elektrárny, papírny
- ve vodě téměř nerozpustné, vázány v půdě, sedimentech
- nebezpečné již stopové koncentrace, hepatotoxické, mutagenní, karcinogenní, teratogenní
- vstupy: vdechnutí, konzumace kontaminovaných potravin
- odhad rizik dle WHO – toxické ekvivalentní faktory TEF (TEQ)



Organochlorové pesticidy OCPs

- extrémně perzistentní
- přípravky určené k tlumení a hubení rostlinných a živočišných škůdců, k ochraně rostlin, skladových zásob, zvířat, člověka
- použití zemědělství, lesnictví, v potravinářských závodech a také ve veterinární sféře (jako léčiva)
- celosvětově registrováno více jak 800 sloučenin účinných látek pesticidů
- fungicidy, zoocidy (insekticidy, rodenticidy, akaricidy, nematocidy, moluskocidy, piscicidy), herbicidy – včetně desikantů, regulátory růstu

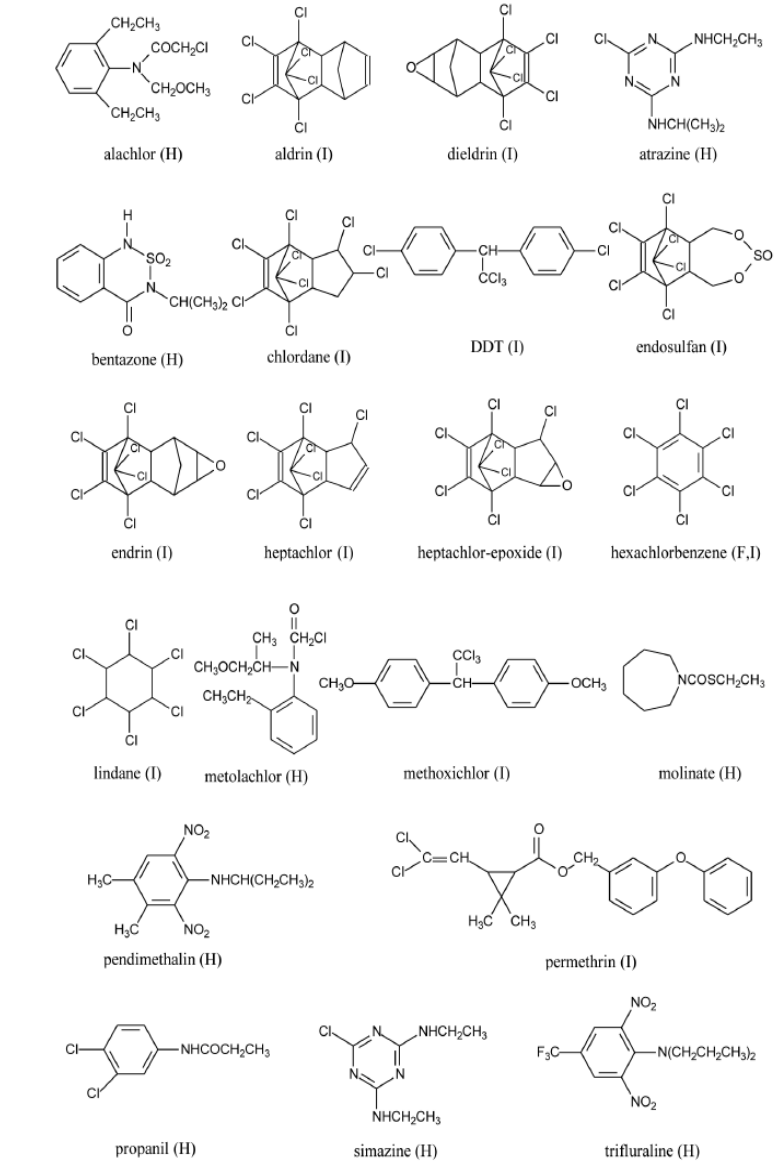
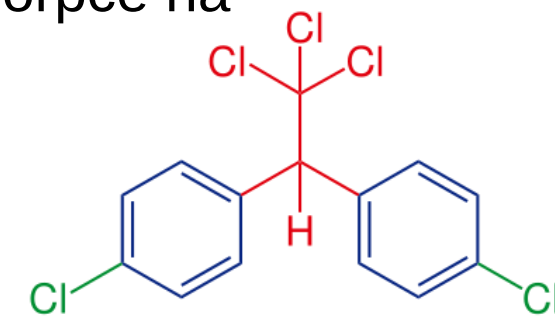


Figure 1. Structure of selected pesticides (H = Herbicides; I = Insecticides; F = Fungicides).

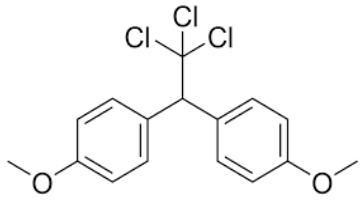
MUNI | RECETOX

OCPs: Dichloriddifenyltrichloretan (-dichloretylen) DDTs

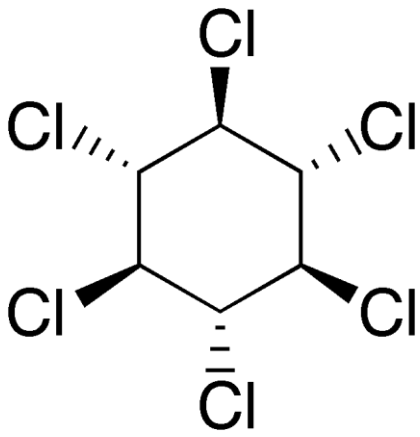
- účinný insekticid, masové použití 50.-60. léta, ČR 1974 zákaz výroby
- stabilní, perzistentní, odolné vůči mikrobiální degradaci
- nízká rozpustnost ve vodě, vysoká schopnost kumulace v tucích, adsorpce na částicích
- *p,p'*-DDT, *o,p'*-DDT, DDE, a DDD
- DDT se dostává do vody z půdy - depozice do sedimentů
- toxický, endokrinní disruptor, mutagenní, hepatotoxický



- Methoxychlor - insekticid původně vyvinut jako náhrada DDT



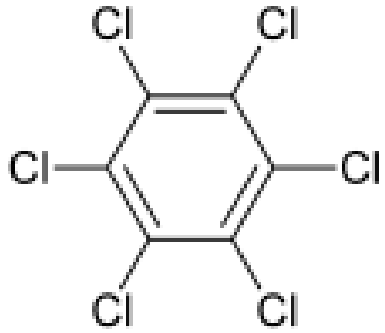
OCPs: Hexachlorcyklohexan (HCHs)



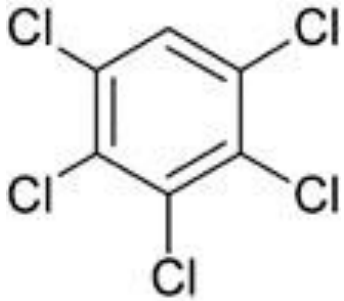
- technické HCH – směs pěti stereoizomerů (Lindan, 99% γ-HCH)
- insekticid, použití s DDT (Lydikol, Gamadyn), moření osiva
- ČR 1974 zákaz, lindan až v roce 1995
- vstupy: použití, emise při skladování, transportu a výrobě, eroze půdy,
- chem. stálý, malá rozpustnost ve vodě, lipofilní, rezistentní vůči chem. i bio. degradaci v půdě, schopnost bioakumulace
- poškozuje játra, krevní oběh, nervový systém, při dermální kontaktu je omezena spermatogeneze, karcinogen, neurotoxický
- odhad emise tech.HCH mezi 1945 a 2000 850tis. tun
- použití zejména v sub- a tropických oblastech, největší naleziště Arktida

OCPs: Hexachlorbenzen (HCB)

- fungicid pro obilí od 1933 – moření osiva, výroba pyrotechniky, gumy, tavidlo při výrobě Al, barviv, PVC, ochrana dřeva,
- vstupy: nedokonalé spalování odpadů, výroba Cl-rozpouštědel, výtoky z čističek
- chem. stálý, odolný vůči degradaci, malá rozpustnost ve vodě, lipofilní, adsorpce na povrchu tuhých částic
- pravděpodobný lidský karcinogen, způsobuje porfýrii, proniká do potravních řetězců, bioobohacování
- poškozuje játra, ledviny, štítnou žlázu, nervový systém
- 1977 zakázán



OCPs: Pentachlorbenzen (PeCB)



- fungicid, látka zpomalující hoření, surovina pro výrobu pentachlornitrobenzenu, spolu s PCBs elektricky nevodivá kapalina
- rozpustný v org. rozpouštědlech, těkavá, syntetická látka, minimální rozpustnost ve vodě
- emise do prostředí – antropogenní, neexistuje přírodní zdroj emisí PeCP i HCB
- zdroje: spalování odpadu, odpadní vody (papírny, železárny, skládky), sklady agrochemikálií
- kumulace sediment, půda
- ukládání v tukových tkáních, hromadění v potravních řetězcích
- ovlivňuje nervovou soustavu, poškození jater, ledvin, reprodukční toxicita, bioakumulace, reprodukční toxicita

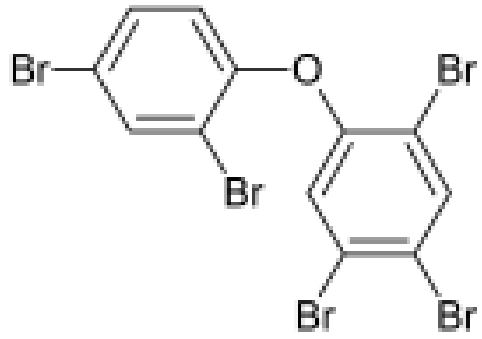
Současně používané pesticidy CUPs

- problematické vlastnosti z hlediska osudu ŽP
- řada CUPs akutně i chronicky toxické látky
- chlorpyrifos, triaziny, conazol, fenpropidin, chloracetanilid, atrazin, simazin, pyridiny, acetochlor, isoproturon, metazachlor, terbutylaziny…
- dle klasifikace nařízeníEC 1272/2008(CLP):

(12 x akutní toxicita 1, 28 x karcinogenita 2, 153 x akutní akvatická toxicita 1, 11 x reprodukční toxicita 1B nebo endokrinní disruptory

nanopesticidy a nanohnojiva (<100nm) – stejný efekt s nižší dávkou, osud v ŽP??

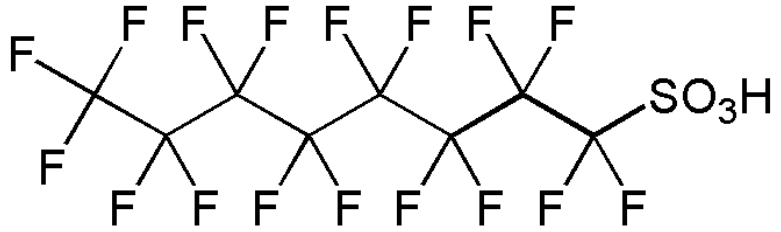
Polybromované difenylethery PBDE



- 209 chemický látek s podobnou strukturou a vlastnostmi
- nerozpustné ve vodě, dobře rozp. v org. rozpouštědlech, nehořlavé, samozhášecí schopnost
- bioakumulace, šíření potravním řetězcem, karcinogenní, hepatotoxické
- PUR, nábytek, čalounění, lepidla
- 1997 zastavena výroba v EU

Kyselina perfluorhexansulfonová (PFHxS), její soli a související látky

- povrchově aktivní vlastnosti – pěny, povrchové impregnace, boj s ohněm, koberce, nátěry, polovodiče, čistící prostředky, pokovování, pesticidy, papír, záclony, repelenty, kuchyňské potřeby
- extrémní perzistence, vysokoteplotní aplikace, odolnost vůči silným kyselinám a bázím
- antropogenní látký – vstup při výrobě (3M), distribuci, čističky
- vysoká akutní toxicita, bioakumulativní
- hepatotoxické, rakovina močového měchýře



Další látky

- **Dechlorane Plus a její syn- a anti- isomery**: zpomalovač hoření

  používán jako přídavný zpomalovač v elektrických izolacích, plastových střešních krytinách, spojích v TV a PC monitorech
- **Chlorované parafiny s krátkým řetězcem (SCCP)**: náhrada PCBs, zpomalovač hoření, aditiva při výrobě gumy

Jak Česko přispívá ke globálním úmluvám?

Národní centrum pro toxické látky
společné pracoviště MŽP a Masarykovy univerzity v Brně, sídlo v RECETOX. Slouží k plnění závazků ČR v rámci Stockholmské úmluvy, shromažďuje technické, datové a jiné podklady + disponuje experty.

- ✓ národní monitorovací síť - MONET - data o výskytu látek technikou pas. vzorkování
- ✓ zpracování dat a jejich vizualizace - online databázové nástroje pro Globální monitorovací plán a zprávy
- ✓ výzkum - hodnocení kandidátských látek - vlastností a osudu v prostředí, analytické metody, vývoj vzorkovacích metod, výzkumné projekty, pilotní studie
- ✓ testování na národní úrovni - krajské studie

MUNI | RECETOX

CELSPAC - SPECIMEn study 2019 - 2021

Průzkum výskytu pesticidů v evropské populaci

Účelem studie je odpovědět na **otázky**, jak se liší výskyt pesticidů:

- v evropské populaci,
- u dospělých a dětí,
- ve vybraných evropských státech,
- u lidí žijících v blízkosti zemědělských oblastí a u běžné populace,
- v průběhu roku - v zimě a v létě.

Cílem studie je **výzkum výskytu pesticidů** v lidské populaci.

Více na: www.celspac.cz/specimen

Napište nám: celspac.specimen@recetox.muni.cz

HBM4EU science and policy for a healthy future

HLEDÁME ÚČASTNÍKY VÝZKUMU!

- Jste starší 21 let a máte dítě ve věku 6-11 let?
- Bydlíte blízko vinohradu či ovocného sadu?
- Zúčastnili byste se rádi vědeckého výzkumu?

Pokud je odpověď alespoň na třetí otázku ANO, tak hledáme právě Vás.

Přihlaste se!

Všichni účastníci studie získají drobný dárek a budou zařazeni do slosování o fitness náramky. Slosování proběhne v červenci 2020.

Děkuji za pozornost

www.recetox.muni.cz

https://www.genasis.cz

http://www.pops.int

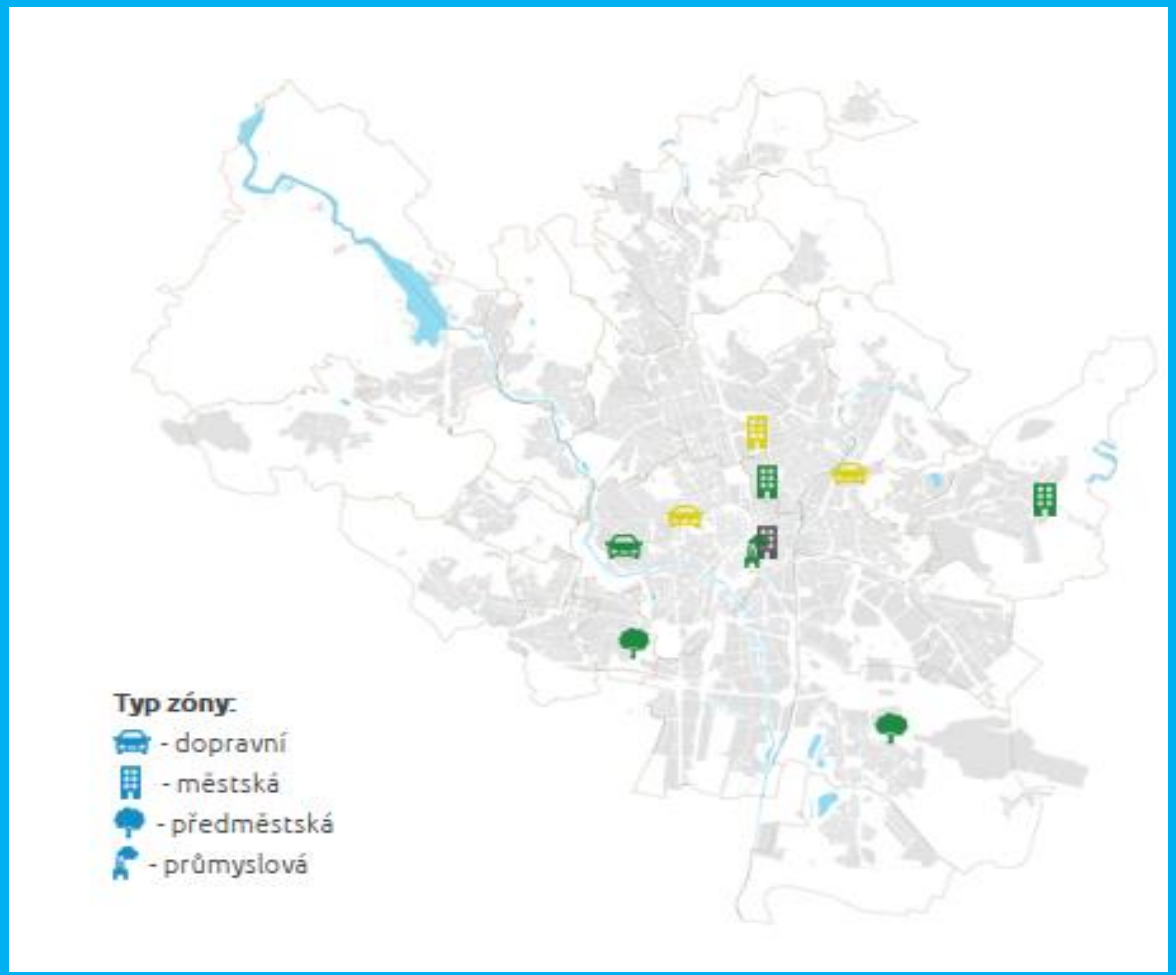
roman.prokes@recetox.muni.cz

MUNI | RECETOX

Kvalita ovzduší v Brně

Bc. Radek Kronovet, Magistrát města Brna, Odbor životního prostředí, Kounicova 67, 601 67 Brno

Měření kvality ovzduší v Brně

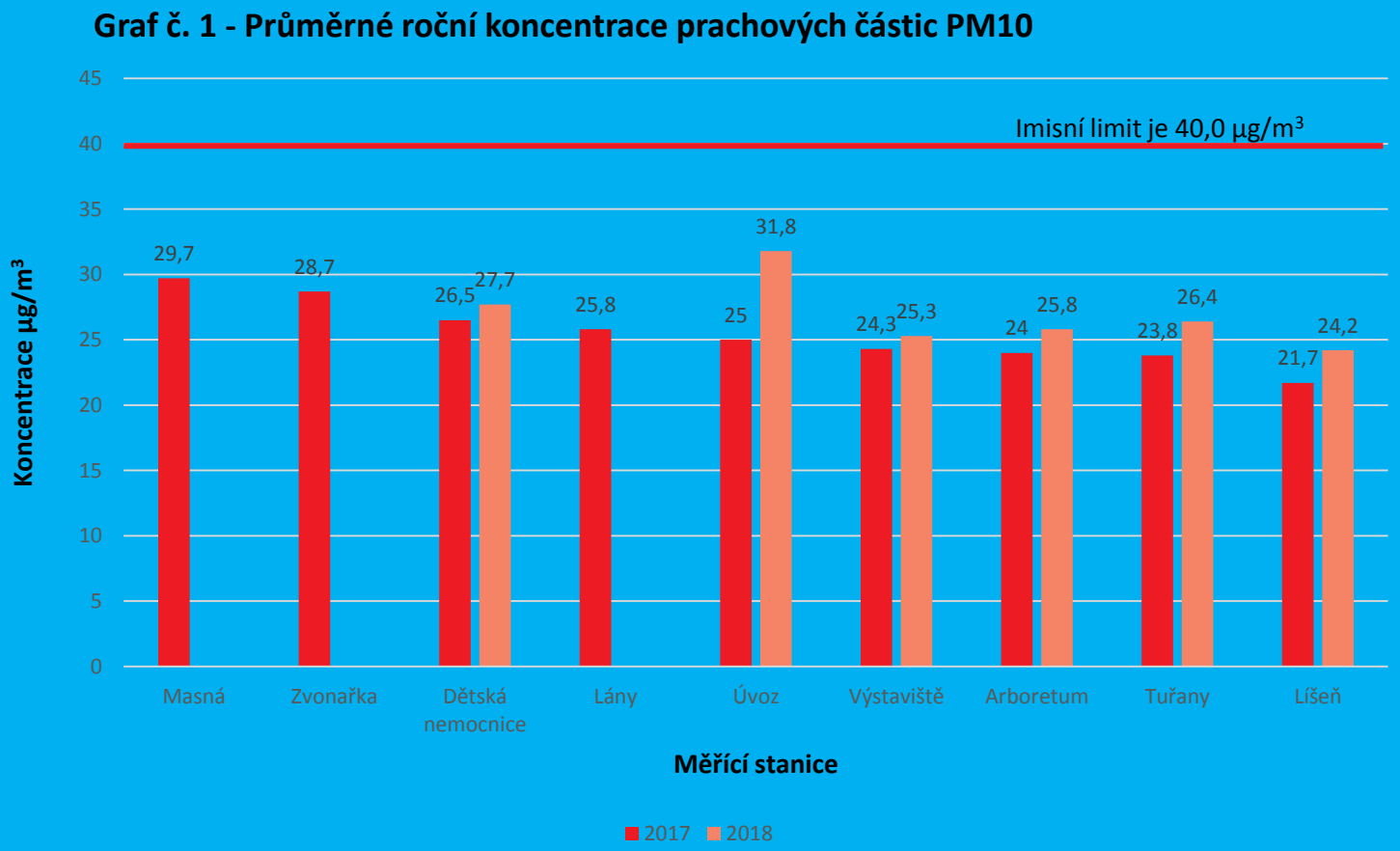


- **Celkem 10 automatických stacionárních měřících stanic (+ 2 stanice manuální)**
- **3 stanice dopravní**
  4 stanice městské pozaďové
  2 stanice předměstské
  1 stanice průmyslová
- **3 provozozovatelé stanic**
  Statutární město Brno (5)
  Český hydrometeorologický ústav (4)
  Státní zdravotní ústav (1)

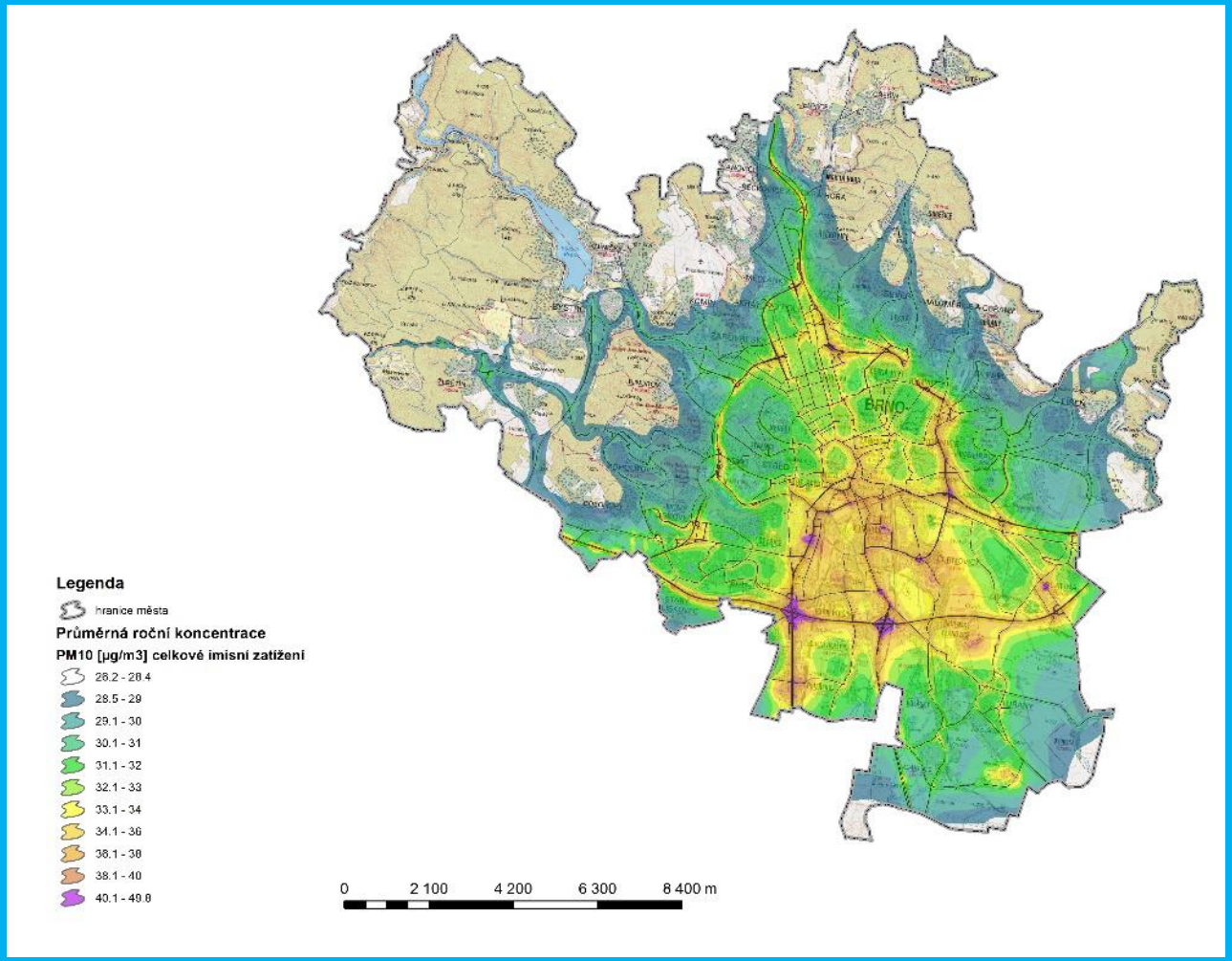
Obecná fakta o kvalitě ovzduší (nejen) v Brně

- **Část znečišťujících látek, které v Brně naměříme, vzniká mimo území města (přenos škodlivin v rámci různých obcí, krajů, států).**
- **Koncentrace znečišťujících látek v ovzduší a rozptyl škodlivin do značné míry závisí na meteorologických podmínkách - na směru a rychlosti větru, teplotě vzduchu, relativní vlhkosti vzduchu, množství srážek a teplotním zvrstvení atmosféry.**
- **Obecně lze konstatovat, že zhoršená kvalita ovzduší se častěji vyskytuje v chladnější části roku (listopad – duben), než v teplejším období.**

Kvalita ovzduší v Brně – prachové částice PM_{10}



Kvalita ovzduší v Brně – průměrné roční koncentrace prachových částic PM_{10} (modelové hodnoty – rok 2017)



Kvalita ovzduší v Brně – prachové částice PM_{10}

Tab. č. 1 - Počet dnů, kdy průměrná 24 hod. koncentrace prachových částic PM_{10} překročila hodnotu 50 µg/m3

stanice	Počet dnů s překročením limitní hodnoty - rok 2018	Počet dnů s překročením limitní hodnoty 1.1.2019 – 15.11.2019
Zvonařka	58 (!)	57
Svatoplukova	38 (!)	25
Lány	30	16
Arboretum	19	11
Výstaviště	13	8
Dětská nemocnice	32	13
Tuřany	31	11
Kroftova	21	9
Úvoz	47 (!)	30
Líšeň	15	8
Soběšice	7	4
Masná	51 (!)	11

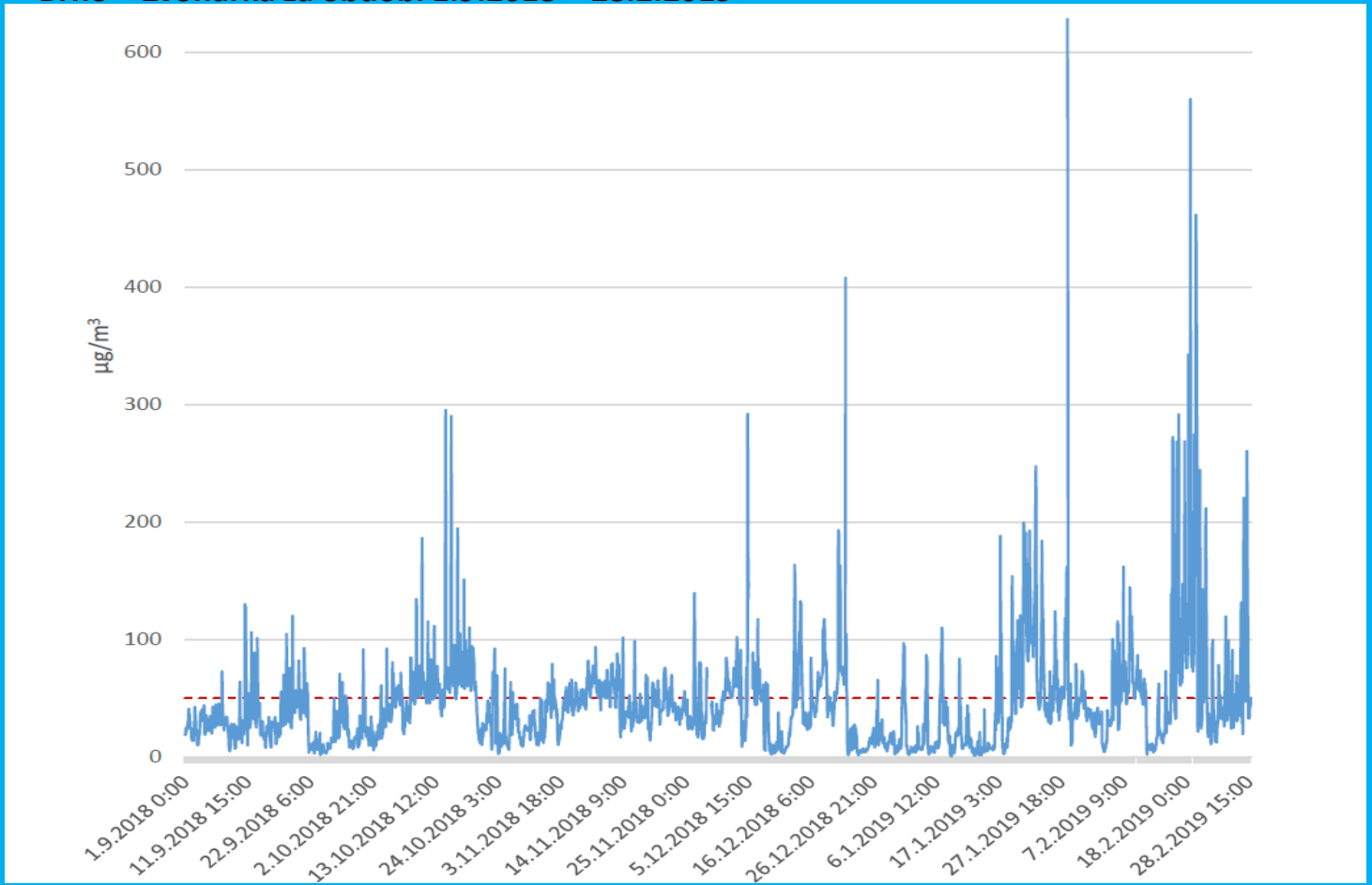
Imisní limit je považován za překročený, pokud průměrná denní koncentrace této znečišťující látky překročí hodnotu 50 µg/m3 více než 35 x za rok.

Prašnost na Zvonařce

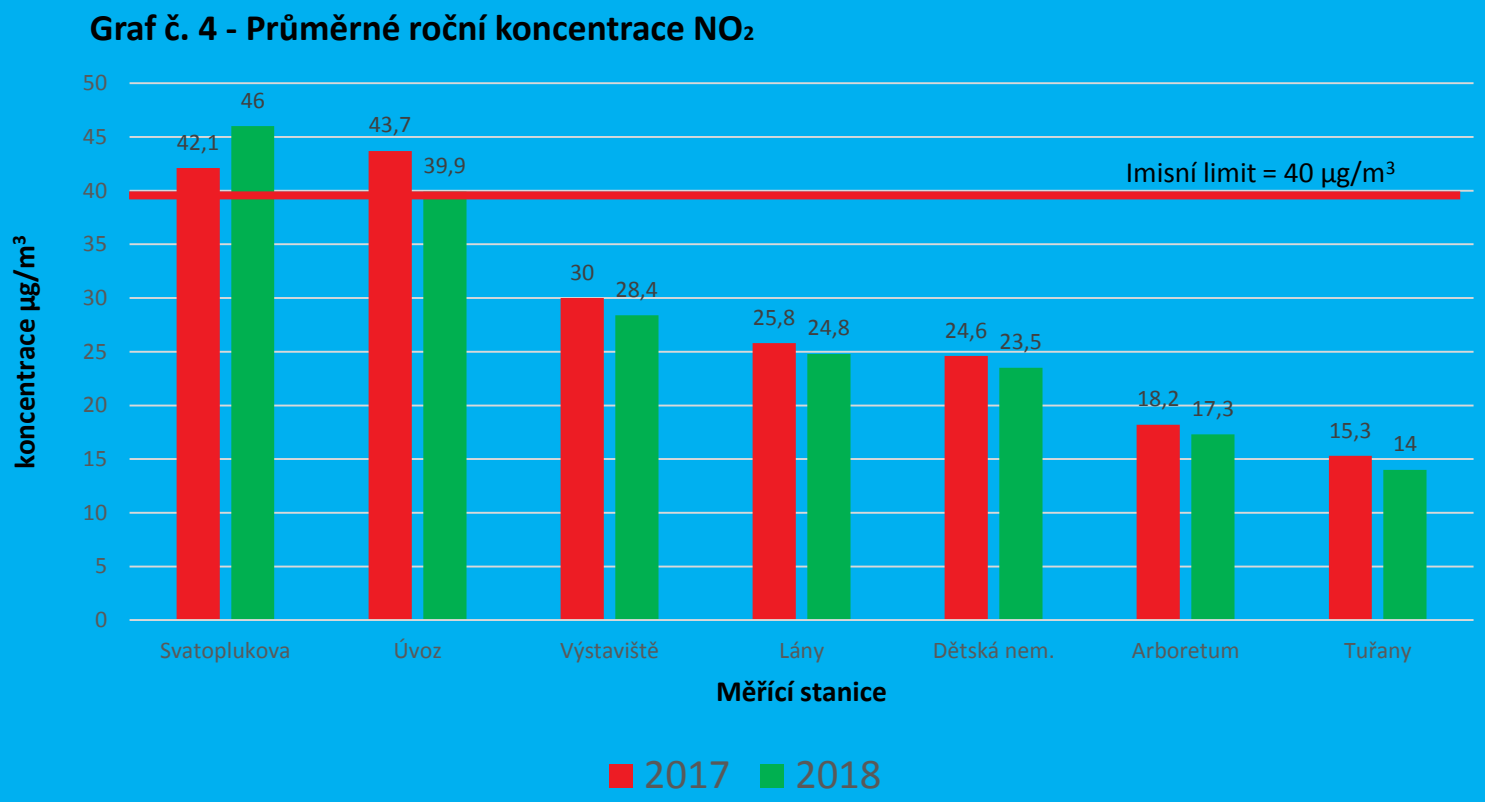
- Z důvodu kumulace stavebních a demoličních prací v blízkosti stanice imisního monitoringu Brno – Zvonařka byly v období od 1.9.2019 do 28.2.2019 zaznamenány přechodně výrazně zvýšené koncentrace prachových částic PM_{10}.
- Situace byla do značné míry závislá na povětrnostních podmínkách a charakteru aktuálně prováděných prací.

Prašnost na Zvonařce

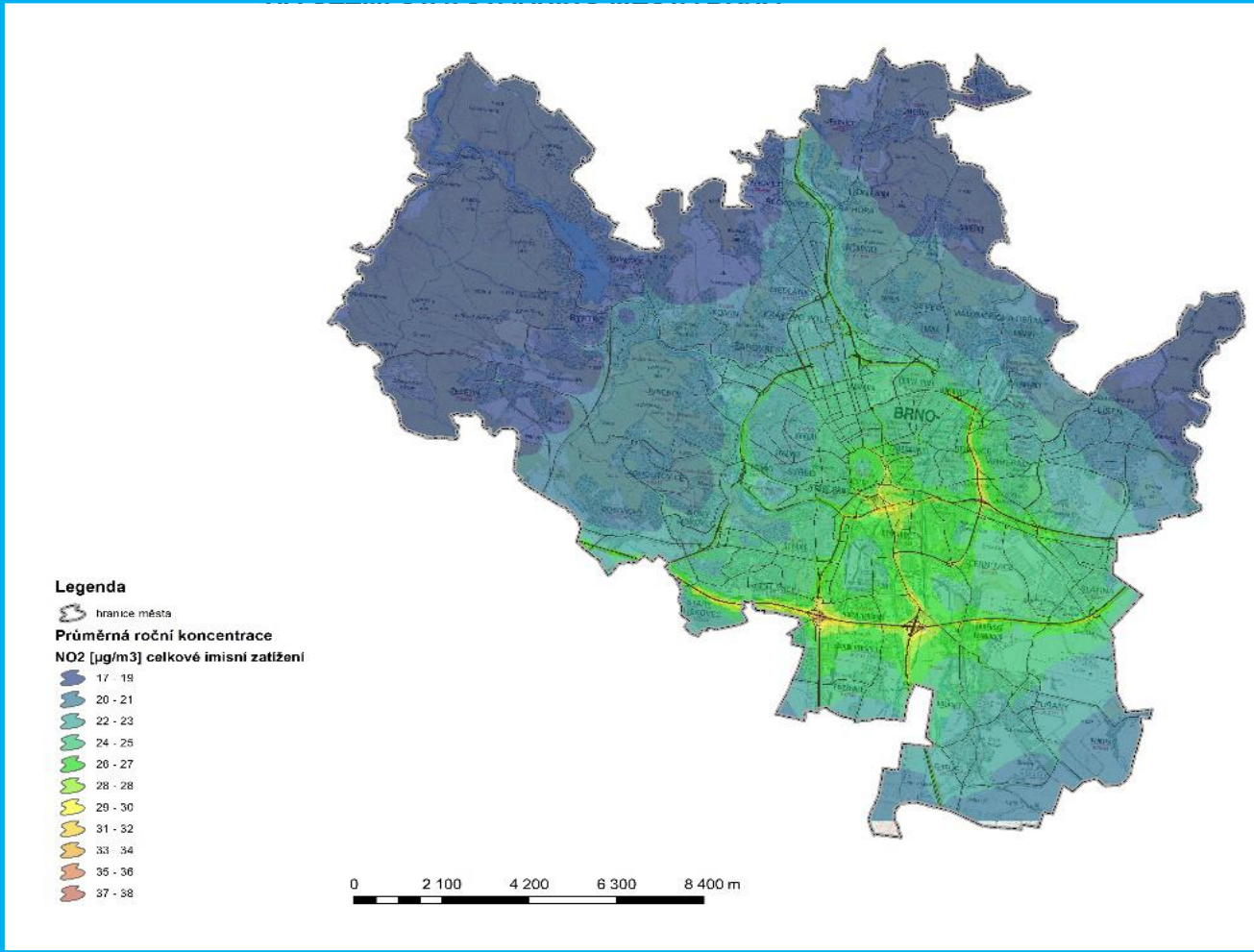
Graf č. 2 - Průběh průměrných hodinových koncentrací prachových částic PM_{10} na stanici Brno – Zvonařka za období 1.9.2018 – 28.2.2019



Kvalita ovzduší v Brně – oxid dusičitý (NO_2)

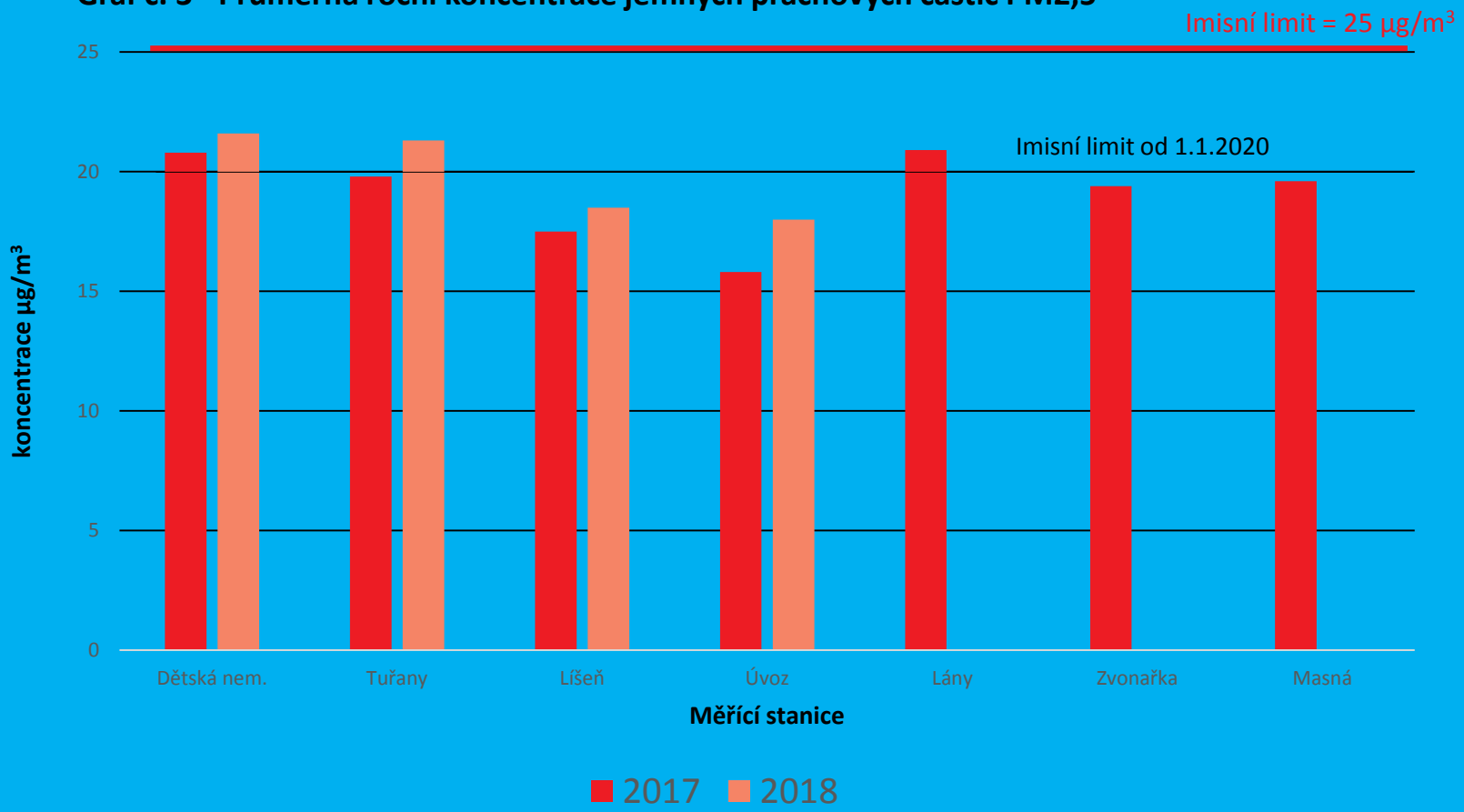


Kvalita ovzduší v Brně – oxid dusičitý (NO_2), modelové hodnoty – rok 2017



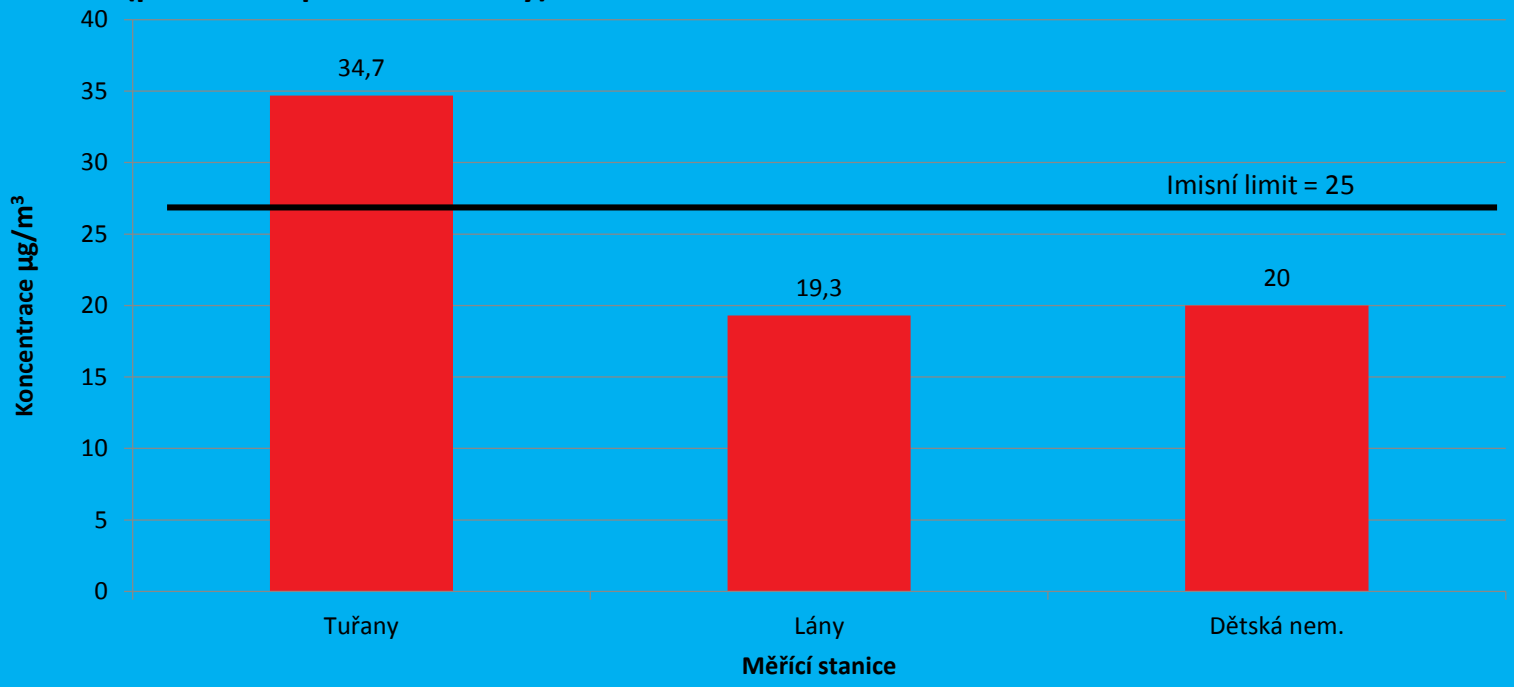
Kvalita ovzduší v Brně – prachové částice $PM_{2,5}$

Graf č. 3 - Průměrná roční koncentrace jemných prachových částic PM2,5



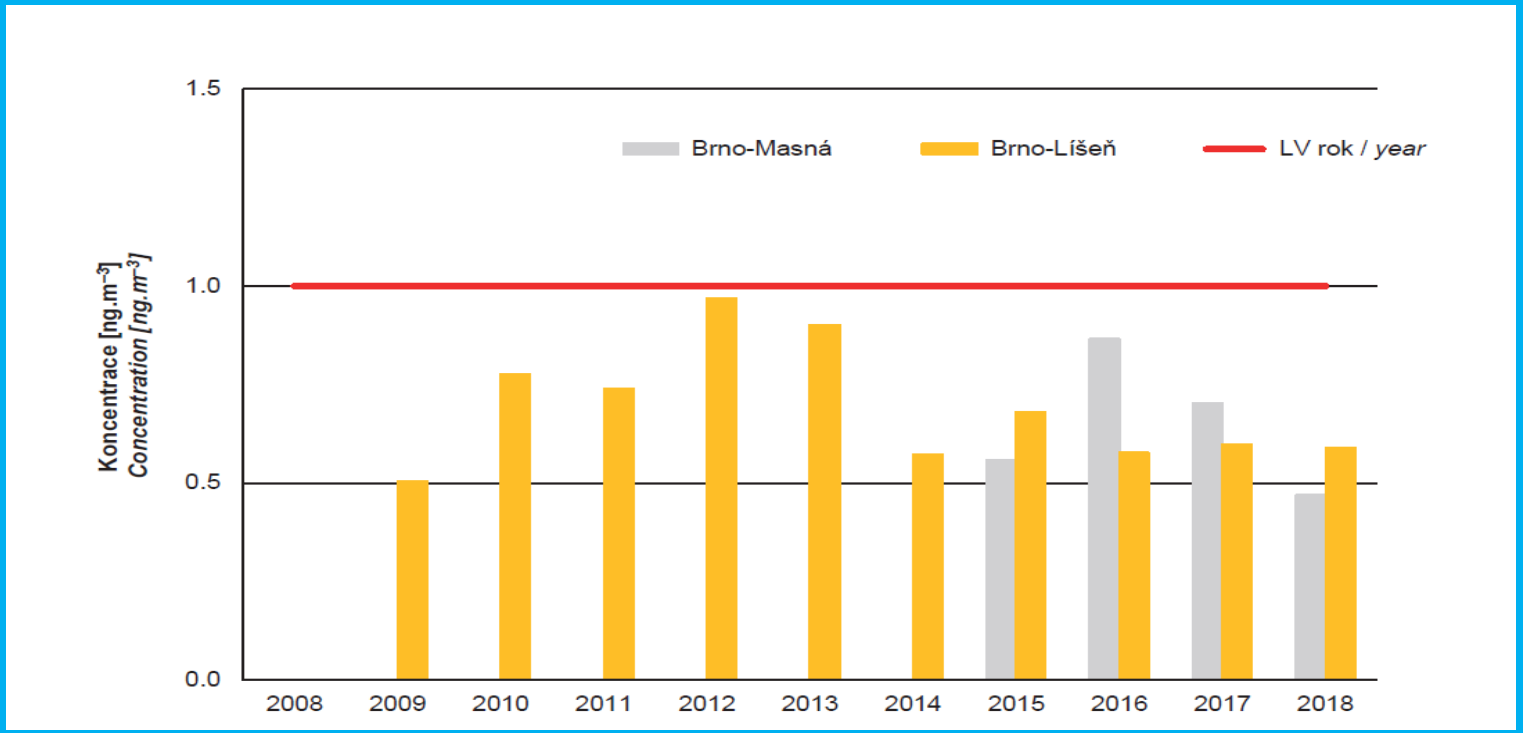
Kvalita ovzduší v Brně - troposférický ozon (O_3)

Graf č. 5 – Průměrný počet případů, kdy maximální denní osmihodinová klouzavá průměrná koncentrace překročila limitní hodnotu 120 µg/m³ (průměr za poslední 3 roky)



Kvalita ovzduší v Brně - benzo(a)pyren

Graf č. 6 - průměrné roční koncentrace benzo(a)pyrenu v letech 2008 – 2018, aglomerace Brno



Smogové situace v Brně

Smogová situace – stav mimořádně znečištěného ovzduší, kdy úroveň znečištění oxidem siřičitým (SO_2), oxidem dusičitým (NO_2), prachovými částicemi PM_{10} nebo troposférickým ozonem (O_3) překročí některou z informativních prahových hodnot uvedenou v příloze č. 6 zákonu o ochraně ovzduší.

	Aglomerace Brno			
	SO_2	NO_2	PM_{10}	O_3
2014	----------	----------	----------	----------
2015	----------	----------	6.11. (54 hod.)	7.8. (229 hod.)
2016	----------	----------	----------	----------
2017	----------	----------	20.1. (56 hod.) 13.2. (71 hod.)	----------
2018	----------	----------	----------	----------
2019 (do 15.11.2019)	----------	----------	----------	----------

B | R | N | O

Děkuji za pozornost

Bc. Radek Kronovet

Tel: 542 174 558

E-mail: kronovet.radek@brno.cz

www.brnenskeovzdusi.cz

jihomoravský kraj

Kvalita ovzduší v Jihomoravském kraji

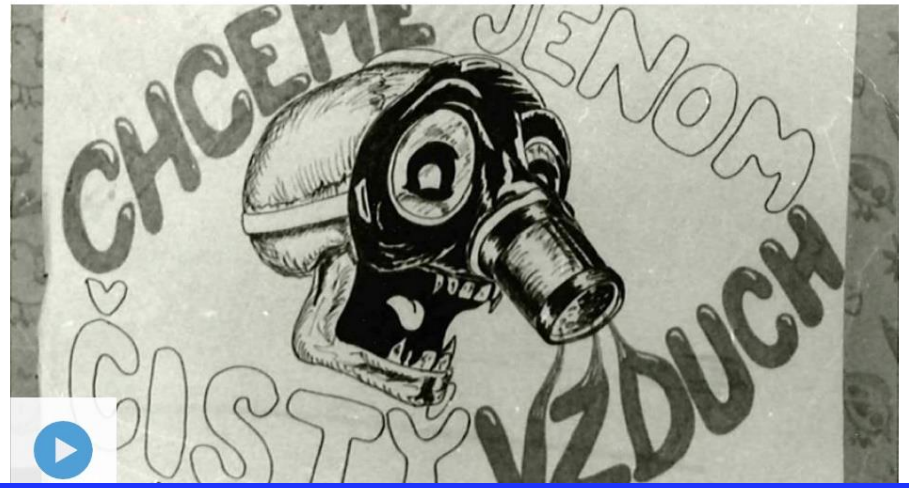
Tomáš Helán
Odbor ŽP, odd. TOŽP JMK

jihomoravský kraj

OVZDUŠÍ … hybatel dějin i podmínka života

11. listopadu 1989 začaly demonstrace v Teplicích. Lidé tam požadovali dýchatelný vzduch

11. listopad 2019



Jak žlutá mlha a punk zrodily teplickou revoltu. Pád totality začal na severu Čech

Sdílet článek · To se mi l

Martin Novák

reklama

Komunistický režim se začal drolit v Teplicích. Ekologické demonstrace ukázaly, že se lidé už nebojí

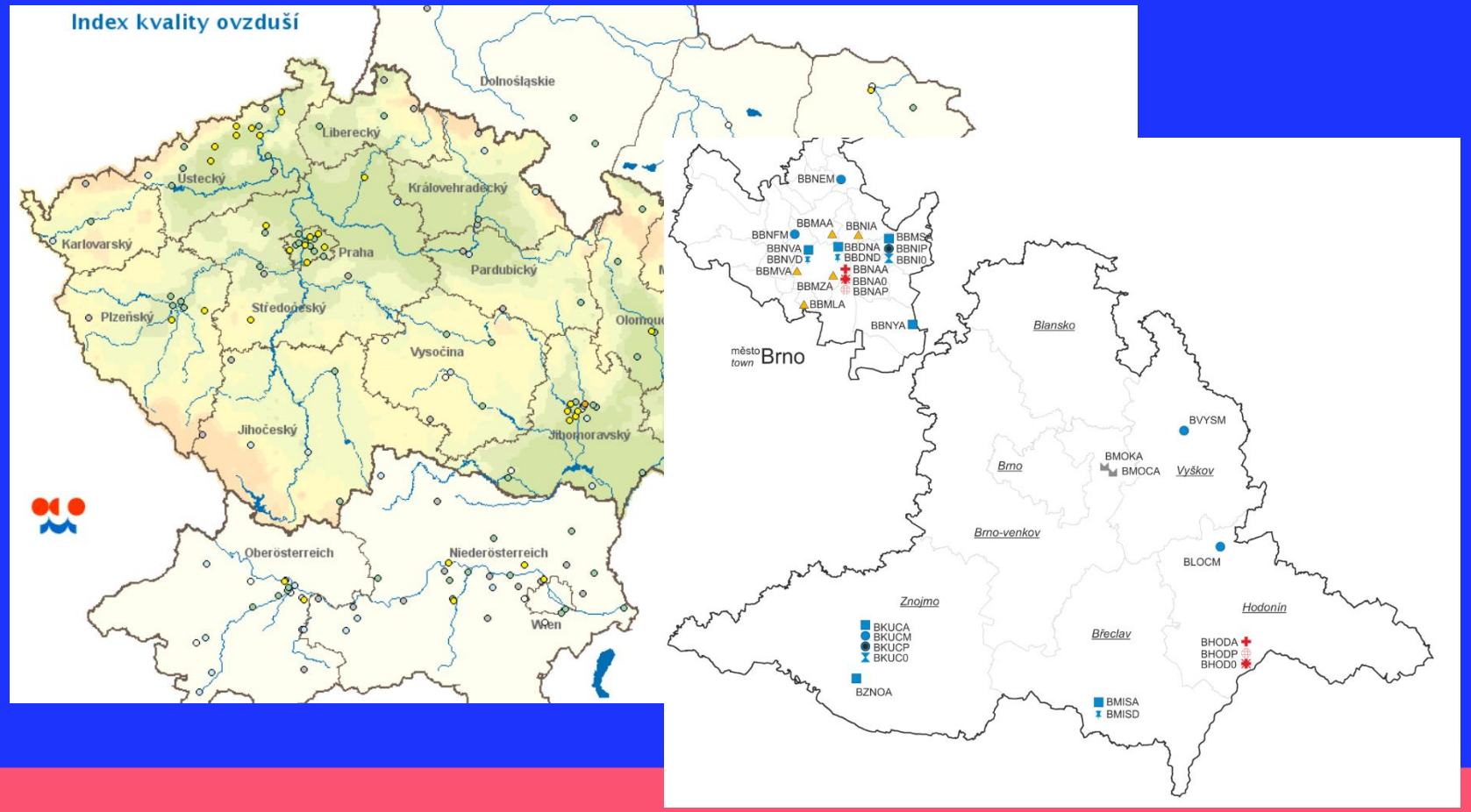
AKTUALIZOVÁNO 13. 11. 2019

Sametové revoluci předcházely – už několik dní před zásahem na Národní třídě – protesty v Teplicích. Za demonstracemi, které se staly předzvěstí pádu režimu, přitom stál na první pohled nepolitický motiv – čisté ovzduší. Kvůli neúnosné smogové situaci dotlačili tepličtí občané 13. listopadu 1989 tamní funkcionáře k veřejné debatě. Byl to první takový dialog, se kterým komunisté souhlasili. Samotné setkání se pak uskutečnilo o týden později, když už se politický systém po dění v Praze hroutil.

Zdroj : www. CT24.cz; www.aktualne.cz, www.rozhlas.cz

jihomoravský kraj

Měření kvality ovzduší v JMK



Brno - město
- **Tuřany -ČHMÚ**
- **Úvoz**
- **Kroftova**
- **Líšeň**
- **Soběšice**
- **Dětská nem.**
- Zvonařka - MMB
- Svatoplukova
- Výstaviště
- Arboretum
- Lány
- Masná (ZUOVA)

Brno - venkov
- Mokrá + Sivice (CEMO)

Břeclav
- **Mikulov - Sedlec**

Hodonín
- Hodonín (ZUOVA)
- **Lovčice**

Vyškov
- **Vyškov**

Znojmo
- **Znojmo**
- **Kuchařovice**

jihomoravský kraj

Vývoj stavu kvality ovzduší

Razantní pokles znečištění ovzduší v 90. letech, po roce 2000 pokles nižší, ale setrvalý.

Imisní limity pro vnější ovzduší – zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší

NEBYL překročen imisní limit pro -

- SO_2 (jak hodinový, tak 24h průměr), NO_2 (1h průměr), CO (8h klouzavý průměr), těžké kovy (Pb, Cd, As, Ni), benzen

Problematické jsou však koncentrace suspendovaných částic PM_{10}, NO_2 (roční průměr v Brně) a přízemní O_3.

01.01.2020 zpřísněn imisní limit pro částice $PM_{2,5}$ z 25 $\mu g/m^3$ na 20 $\mu g/m^3$.

jihomoravský kraj

Významné zdroje znečištění v JMK

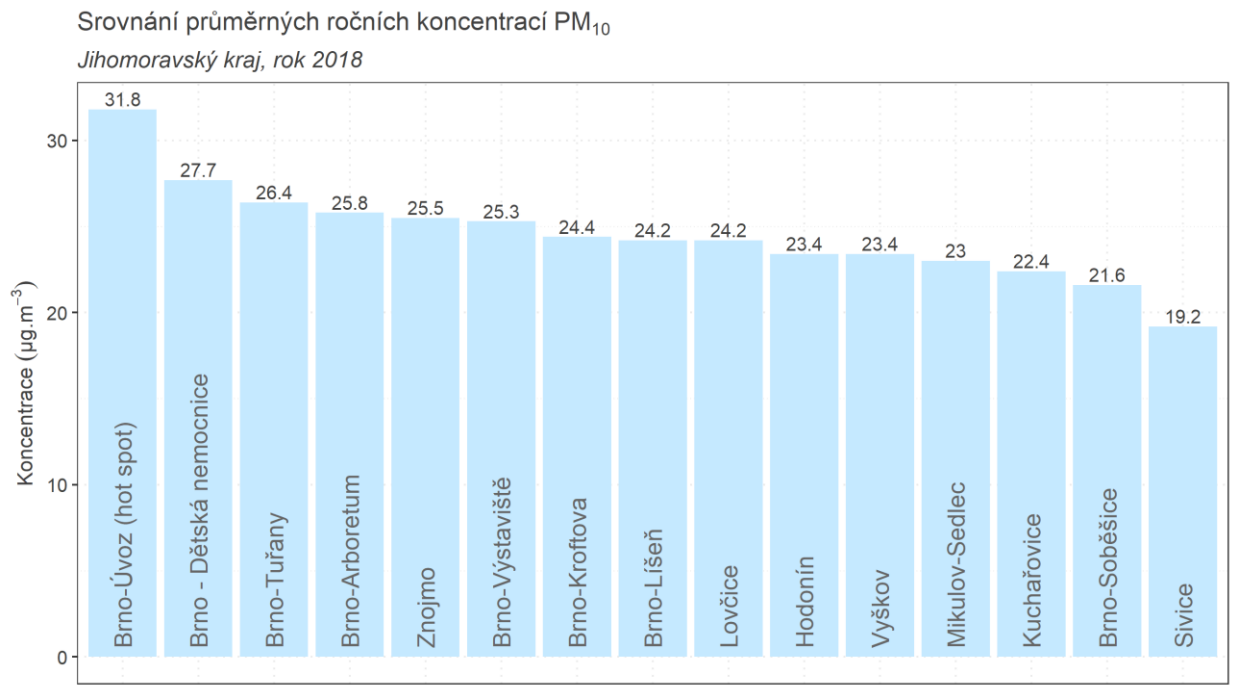
- **Lokální topeniště v domácnostech** - 22 tis. kotlů nevyhovuje
- **Doprava**– nedostavěná páteřní silniční síť a kapacitní železniční síť
- **Větrná eroze** z polí – sucho a změna klimatu
- **Dálkový transport znečištění** – Polsko… - 30-50 %!

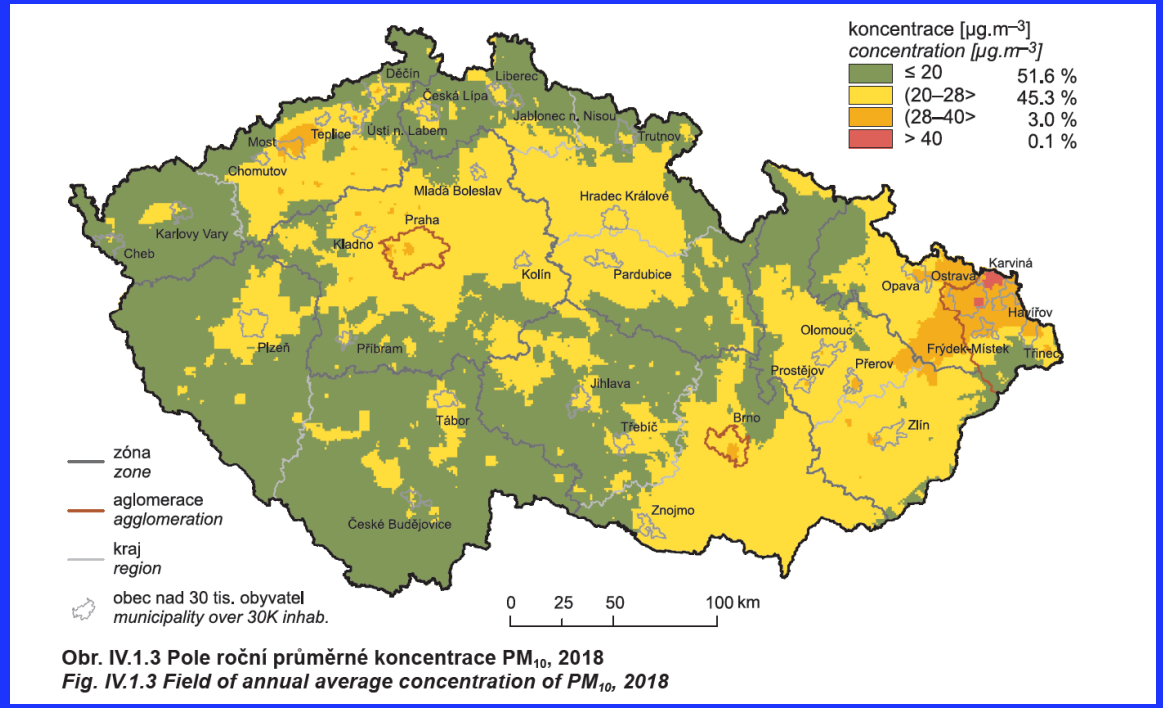
Zdroj : VÚMOP Brno

jihomoravský kraj

Suspendované částice PM_{10}

Roční imisní limit 40 µg/m^3 – není překračován na žádné stanici v JMK





Obr. IV.1.3 Pole roční průměrné koncentrace PM_{10}, 2018
Fig. IV.1.3 Field of annual average concentration of PM_{10}, 2018

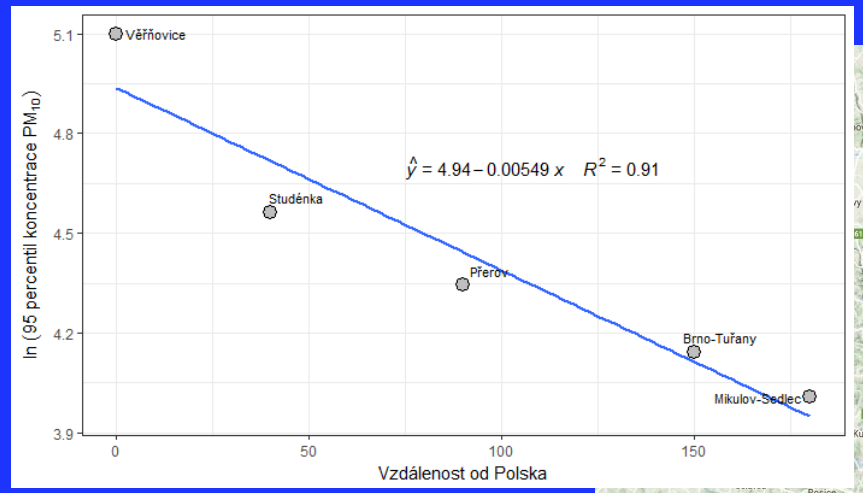
jihomoravský kraj

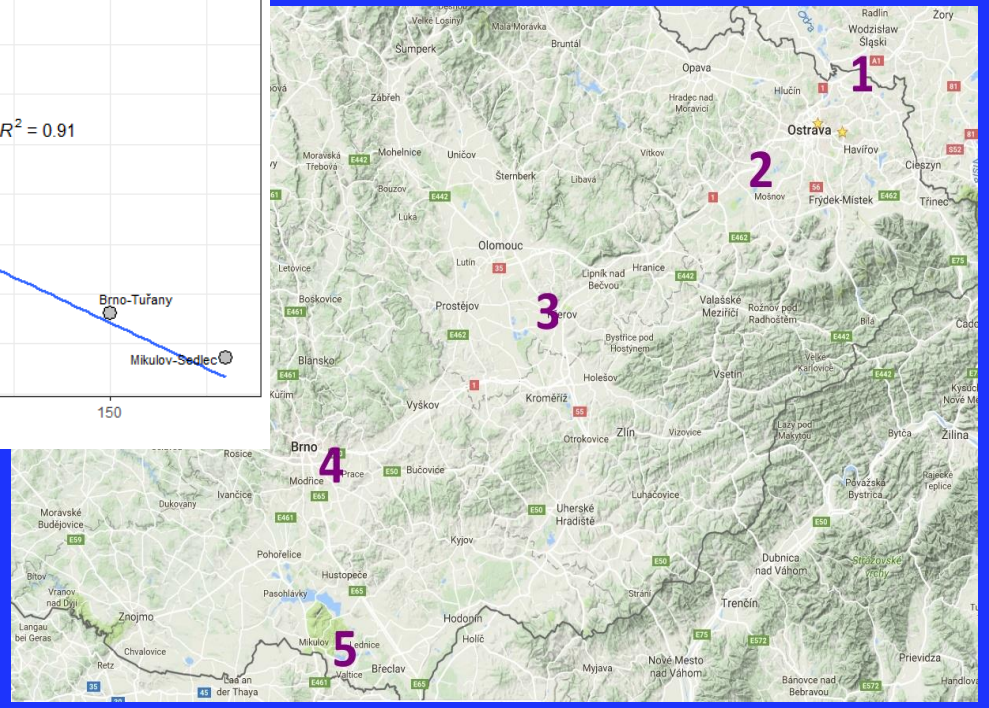
Suspendované částice PM_{10} – 24 h imisní limit

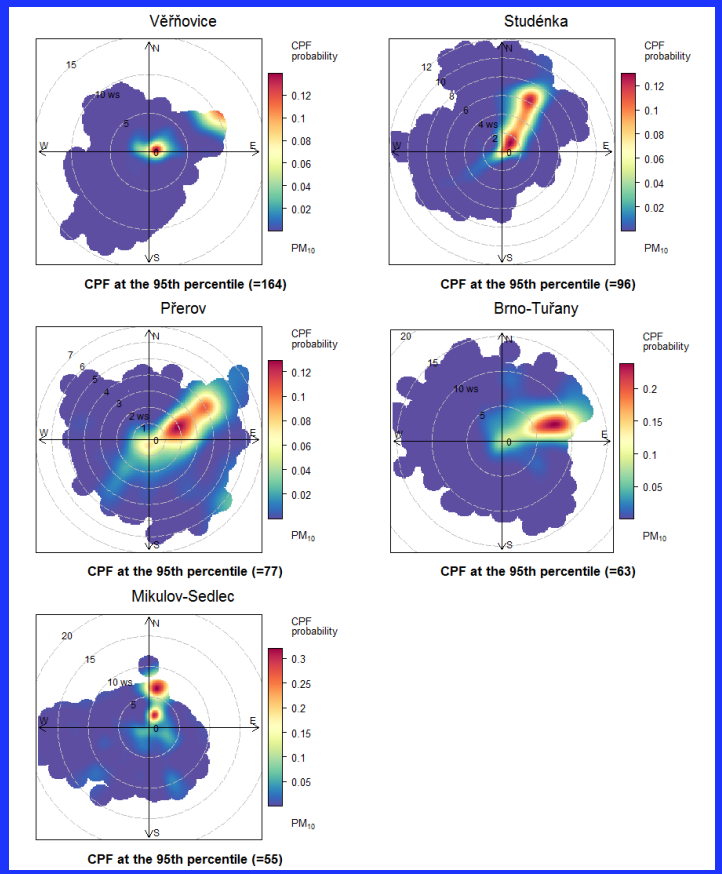
Lokalita	EoI	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Brno – Dětská nemocnice	B/U/RC					26	21	25	36	32
Brno-Arboretum	B/U/RN				34	20	25	20	**25**	19
Brno-Lány	B/S/RN	64	65	45	41	51	33	30	**35**	30
Brno-Svatoplukova	T/U/R	104	85	56	72	62	32	38	36	38
Brno-Výstaviště	T/U/C	**68**	**61**	**37**	26	34	23	18	**23**	**13**
Brno-Zvonařka	T/U/C	75	59	44	69	54	46	40	40	58
Brno-Masná	B/U/CR						13	15	39	51
Brno-Soběšice	B/S/R	24	31	17	12	12	10	12	17	7
Brno-Kroftova	T/U/R	45	43	26	22	18	16	23	26	21
Brno-Líšeň	B/U/R							8	22	15
Brno-Úvoz (hot spot)	T/U/R	59	45	33	19	31	19	13	24	47
Brno-Tuřany	B/S/R	**51**	46	29	32	19	12	17	31	31
Kuchařovice	B/U/R	26	29	17	17	17	7	3	14	9
Lovčice	B/R/A-NCI	34	29	8	24	16	18	24	28	25
Mikulov-Sedlec	B/R/A-REG	31	29	18	20	12	8	3	22	10
Sivice	B/R/I-NCI						8	13	20	5
Mokrá	B/R/R-NCI						10	20	22	8
Vyškov	B/S/RA	35	34	23	23	13	12	15	25	22
Znojmo	B/S/RN	48	40	22	22	21	13	9	**24**	**27**

jihomoravský kraj

Proč jsou vyšší koncentrace prachu PM_{10} na Moravě?







jihomoravský kraj

Proč jsou vyšší koncentrace prachu PM_{10} na Moravě? Polsko…!!

Aktuální naměřené koncentrace znečišťujících látek

Aktuální neverifikovaná data

Rybnik

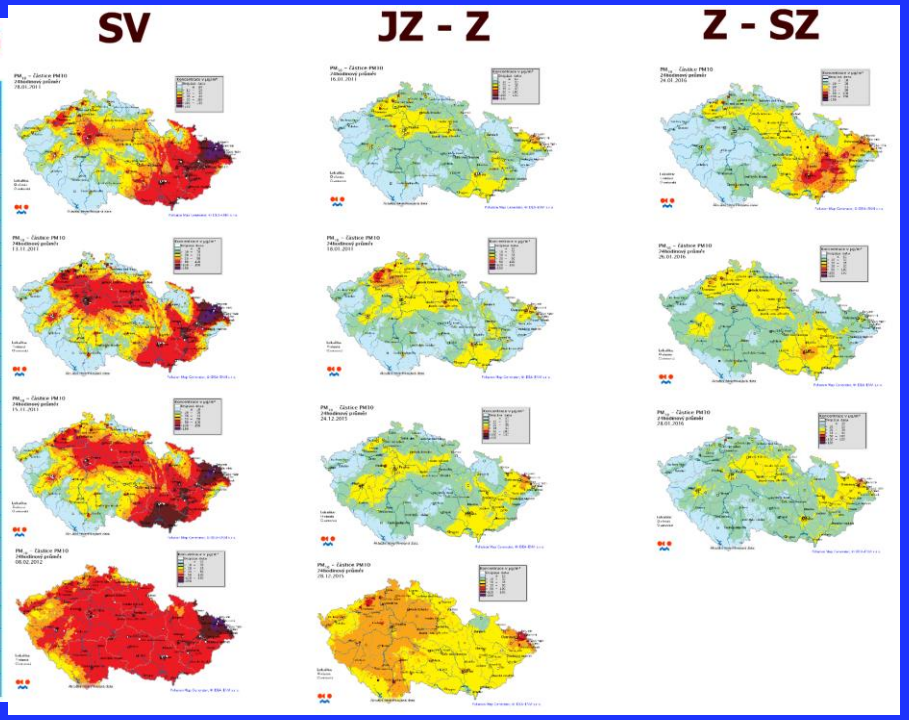
Datum a čas	SO_2		NO_2	CO	O_3		PM_{10}		$PM_{2,5}$
	1h	24h	1h	8h klouzavě	1h	8h klouzavě	1h	24h klouzavě	1h
	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
14.02.2017 09:00 - 10:00 SEČ	90.5	65.2	61.4	1078.6	9.3	5.0	191.8	118.8	
14.02.2017 10:00 - 11:00 SEČ	58.6	66.9	52.8	1159.0	17.1	6.6	212.5	125.4	
14.02.2017 11:00 - 12:00 SEČ	76.4	69.0	67.7	1281.9	24.6	9.3	249.1	133.2	
14.02.2017 12:00 - 13:00 SEČ	61.2	70.0	65.1	1404.0	34.5	13.1	243.6	140.3	
14.02.2017 13:00 - 14:00 SEČ	37.5	69.7	48.8	1429.8	49.9	18.9	124.9	142.3	
14.02.2017 14:00 - 15:00 SEČ	38.4	69.0	52.8	1427.1	50.4	24.7	141.2	144.7	
14.02.2017 15:00 - 16:00 SEČ	36.1	69.0	59.6	1439.5	46.9	29.9	155.3	147.8	
14.02.2017 16:00 - 17:00 SEČ	69.1	69.4	96.9	1531.6	20.2	31.6	245.9	154.6	
14.02.2017 17:00 - 18:00 SEČ	111.7	71.4	114.5	1809.3	6.7	31.3	482.4	171.0	
14.02.2017 18:00 - 19:00 SEČ	98.7	72.9	103.1	2027.1	4.6	29.7	451.7	185.9	
14.02.2017 19:00 - 20:00 SEČ	134.4	75.7	99.3	2275.7	6.1	27.4	490.8	202.4	
14.02.2017 20:00 - 21:00 SEČ	220.3	82.8	101.2	2739.1	7.8	24.1	853.9	233.3	
14.02.2017 21:00 - 22:00 SEČ	178.7	87.6	97.2	3202.6	5.7	18.6	699.9	257.1	
14.02.2017 22:00 - 23:00 SEČ	179.8	92.5	99.0	3721.7	6.0	13.0	747.0	282.4	
14.02.2017 23:00 - 00:00 SEČ	193.1	97.4	87.7	4418.5	7.7	8.1	961.9	316.4	
15.02.2017 00:00 - 01:00 SEČ	207.7	102.3	79.9	5093.0	7.5	6.5	1017.7	352.3	
15.02.2017 01:00 - 02:00 SEČ	198.5	105.0	77.6	5565.7	6.5	6.5	1022.5	388.5	
15.02.2017 02:00 - 03:00 SEČ	175.5	108.5	72.2	6085.4	5.3	6.6	929.2	421.3	
15.02.2017 03:00 - 04:00 SEČ	157.5	112.2	69.4	6525.7	5.4	6.5	903.1	453.6	
15.02.2017 04:00 - 05:00 SEČ	140.2	115.3	70.1	6686.0	4.9	6.1	871.9	484.4	
15.02.2017 05:00 - 06:00 SEČ	159.6	119.0	65.3	7029.9	7.9	6.4	839.5	513.4	
15.02.2017 06:00 - 07:00 SEČ	151.0	122.4	69.3	7260.2	6.6	6.5	877.2	544.0	
15.02.2017 07:00 - 08:00 SEČ	173.5	126.4	81.7	7376.3	6.8	6.4	992.8	578.7	
15.02.2017 08:00 - 09:00 SEČ		128.2		7347.1		6.2		595.9	

ıměřené koncentrace znečišťujících látek

Aktuální neverifikovaná data

Brno

SO_2	NO_2	CO	O_3		PM_{10}		$PM_{2,5}$
24h	1h	8h klouzavě	1h	8h klouzavě	1h	24h klouzavě	1h
m³] [µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]	[µg/m³]
18.8			22.7	8.9	135.0	135.4	112.0
1 17.7	42.8		31.5	12.2	108.0	135.6	92.0
9 16.8	44.4		44.3	17.1	144.0	135.2	119.0
7 16.2	42.7		65.4	24.7	115.0	136.6	110.0
9 15.7	34.0		85.2	34.8	116.0	136.9	117.0
4 15.3	36.2		85.6	45.0	99.0	136.2	97.0
3 14.8	38.4		75.8	53.4	106.0	134.8	93.0
7 14.3	47.4		61.6	59.0	98.0	133.4	86.0
9 13.8	81.3		21.5	58.9	110.0	132.2	106.0
9 13.2	112.3		2.8	55.3	123.0	130.4	112.0
3 12.6	98.3		5.0	50.4	140.0	131.2	119.0
0 11.9	90.5		3.6	42.6	129.0	130.0	135.0
9 11.1	74.8		6.2	32.8	104.0	127.2	101.0
3 10.2	75.8		3.2	22.5	100.0	124.3	94.0
3 9.4	74.2		3.2	13.4	81.0	122.7	68.0
3 8.8	65.8		7.6	6.6	52.0	119.5	75.0
3 8.2	66.6			4.5	114.0	117.0	58.0
3 7.4	62.7		2.8	4.5	83.0	115.0	85.0
3 6.8	66.8		2.2	4.1	79.0	111.4	70.0
3 6.2	57.6		2.6	4.0	55.0	108.5	48.0
3 5.7	58.2		1.0	3.2	82.0	106.6	71.0
3 5.3	64.7		2.6	3.1	83.0	105.3	87.0
3 4.9	75.4		2.8	3.1	66.0	103.4	79.0
7 4.7	72.9		5.6	2.8	94.0	100.7	39.0

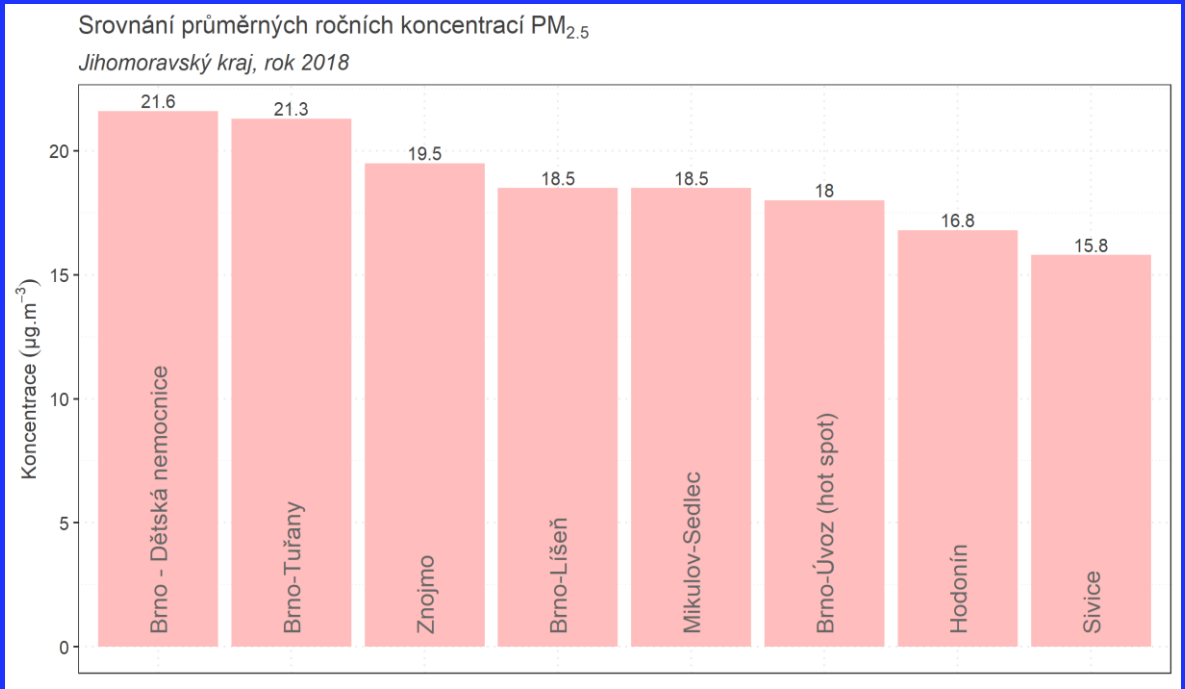


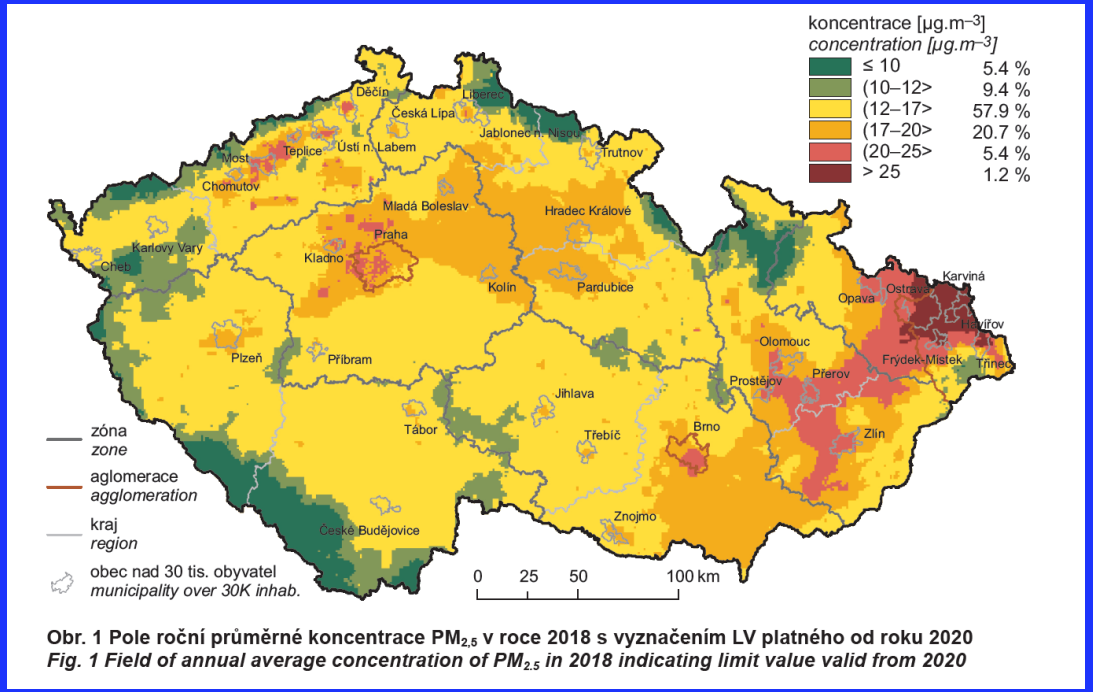
jihomoravský kraj

Suspendované částice $PM_{2,5}$

Roční imisní limit 25 µg/m³ – nebyl překročen na žádné stanici v JMK

Od 01.01.2020 bude tento limit zpřísněn na 20 µg/m³

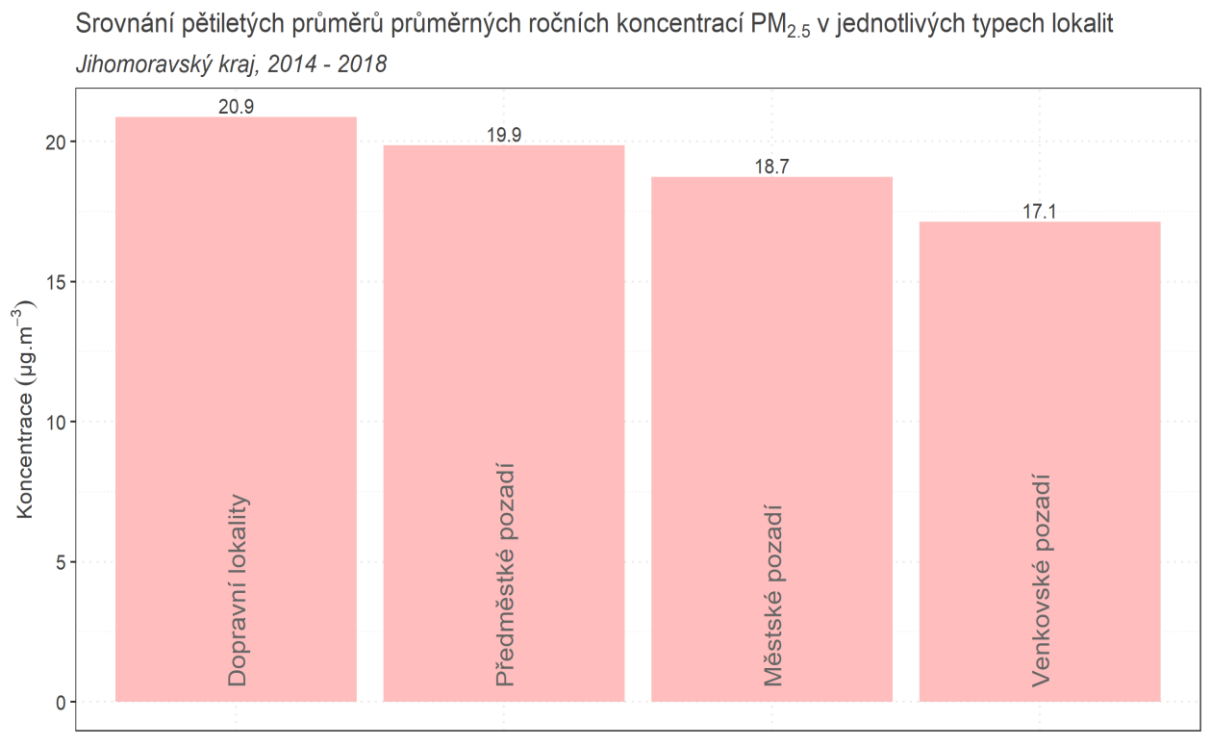


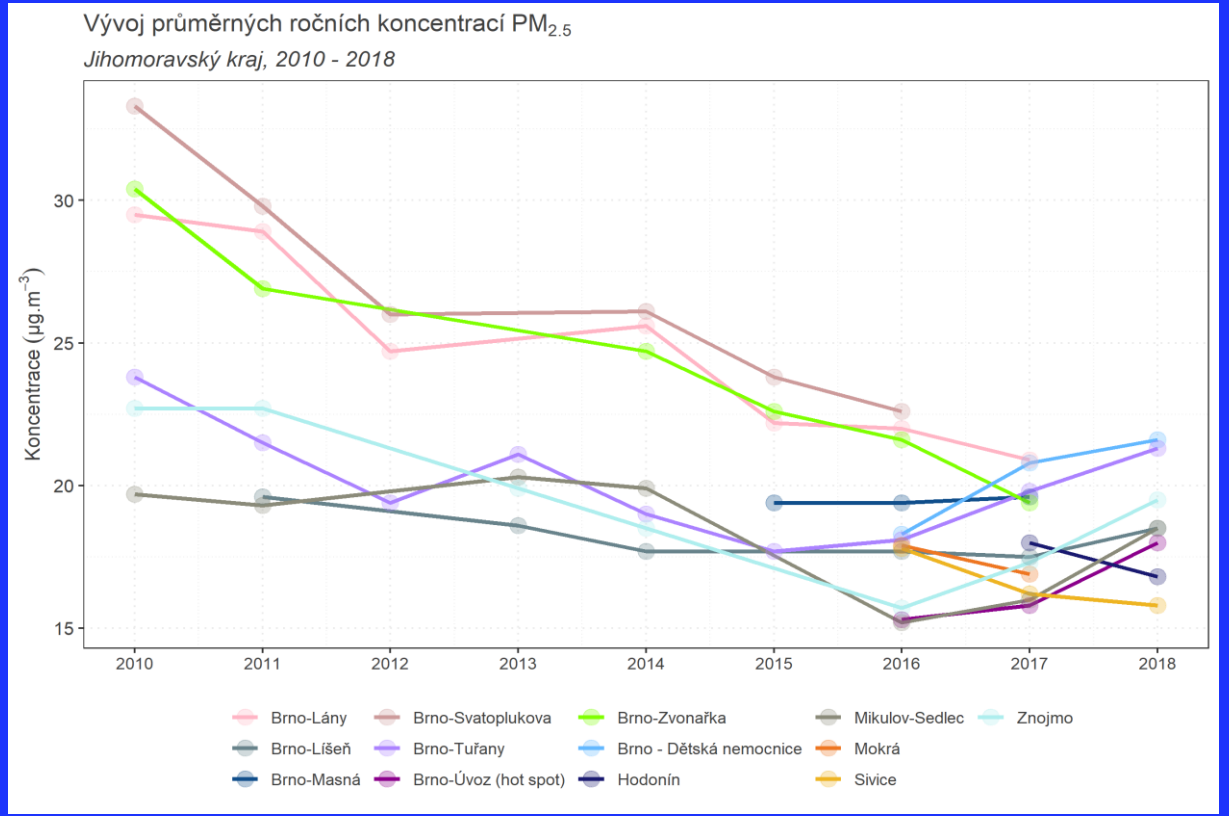


Obr. 1 Pole roční průměrné koncentrace $PM_{2,5}$ v roce 2018 s vyznačením LV platného od roku 2020
Fig. 1 Field of annual average concentration of $PM_{2.5}$ in 2018 indicating limit value valid from 2020

jihomoravský kraj

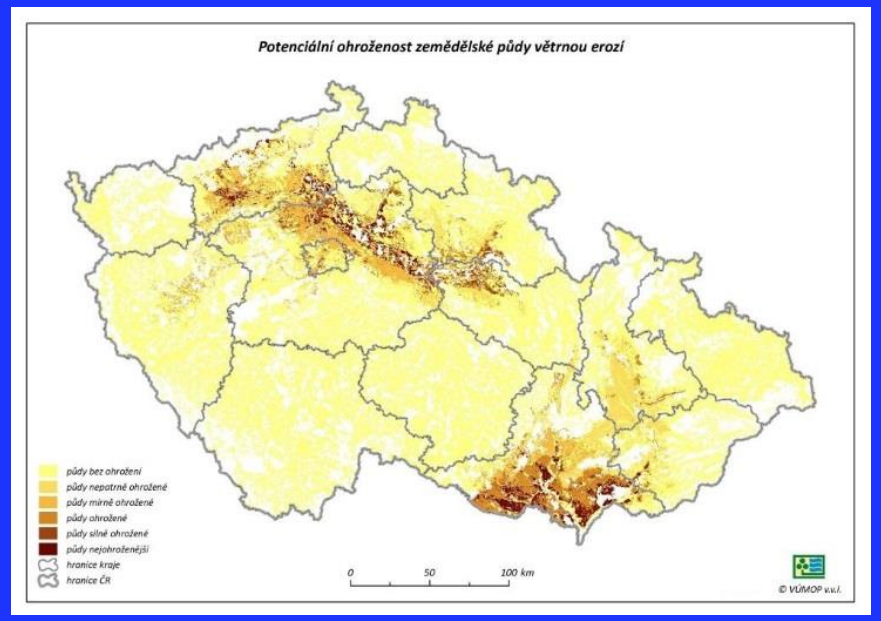
Suspendované částice $PM_{2,5}$

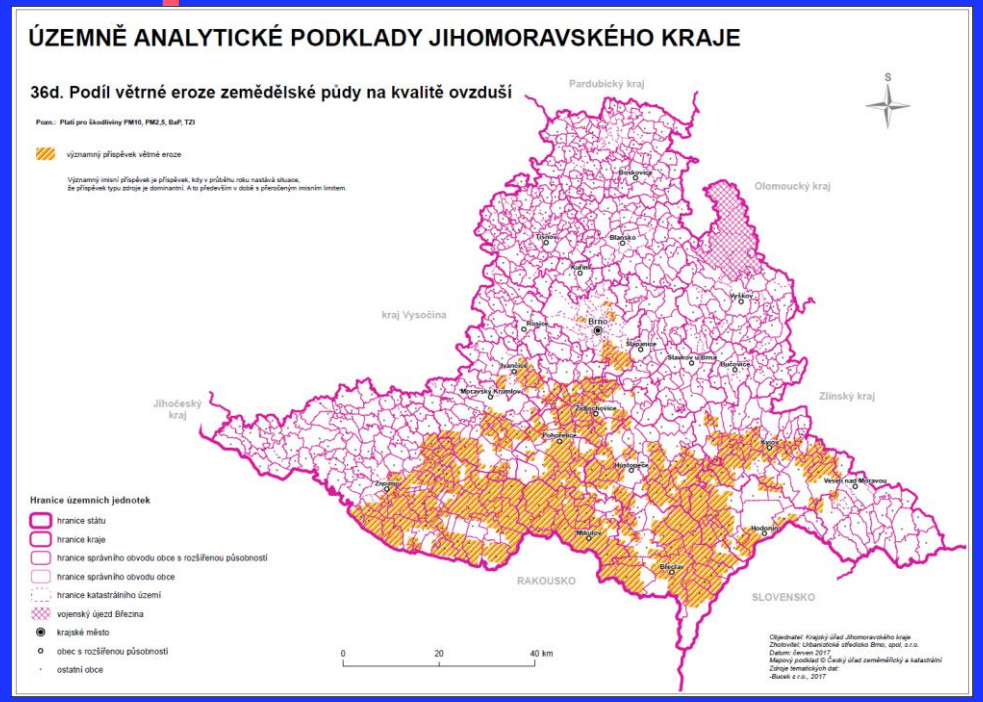




jihomoravský kraj

Větrná eroze – specifikum JMK





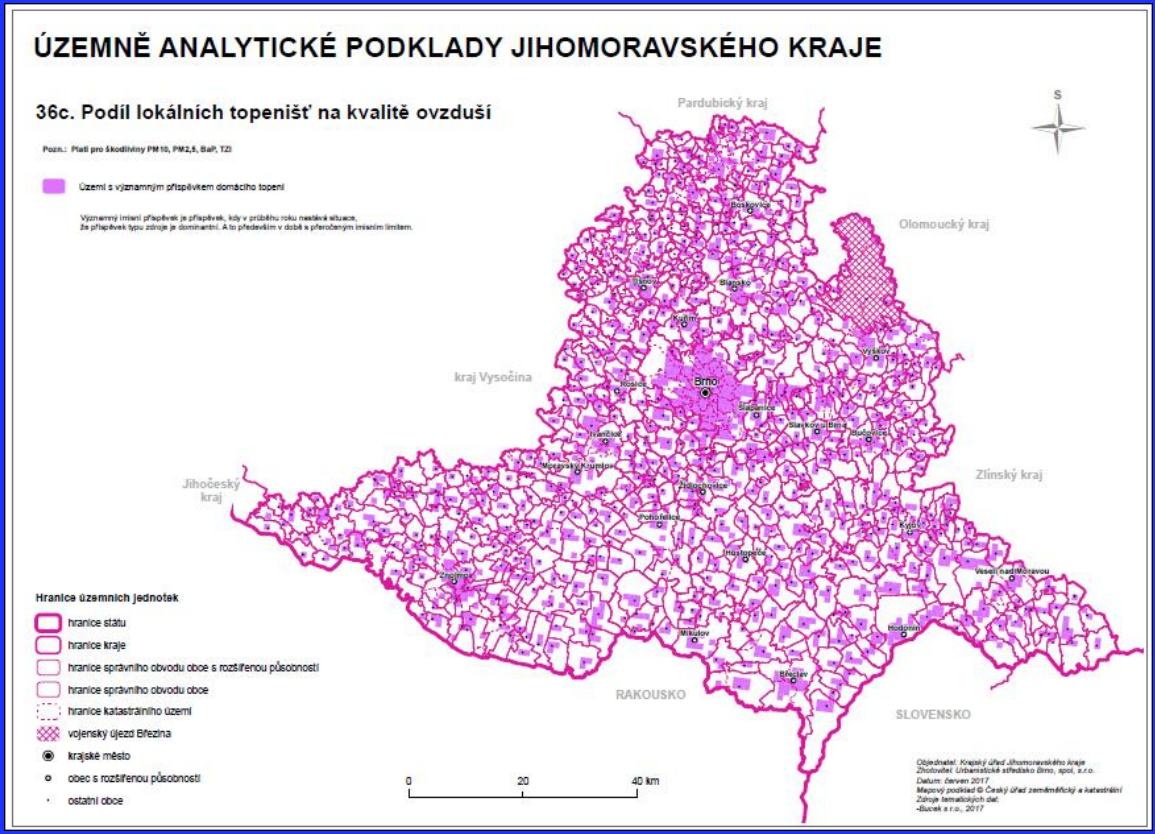
Zdroj : [redacted]

Potenciální ztráta půdy v okresech JMK – 1,8 mil. t/rok (Brno ročně cca 10 000 t TZL)

Větrná eroze může způsobit překročení d IL PM_{10} až 38 dní/rok!

jihomoravský kraj

Lokální topeniště



Topná sezóna = zhoršené rozptylové podmínky

+ zastaralé kotle a špatně naddimenzovaný topný systém
+ nevyhovující palivo (mokré dřevo, odpad..)
+ nekvalifikovaná obsluha
+ špatná údržba

jihomoravský kraj

Kotle na pevná paliva v Brně?

Dle SLDB 2010 – hlavní zdroje tepla - 246 BJ HU + 482 BJ biomasa

Odborný odhad kotlů 1. a 2. emisní třídy na pevná paliva

(teplovodní kotel na ruční přikládání pevného paliva, bez spalinového ventilátoru a elektronické regulace, který byl vyroben před rokem 2008)

v Brně je cca 500 ks kotlů k výměně

Množství emisí z těchto kotlů:

6,7 t TZL, 6,5 t PM_{10}, 6,4 t $PM_{2,5}$, 3,4 t NOx, 6,5 kg BaP, 2,5 t EPS $_{PM2,5}$

jihomoravský kraj

Kotlíkové dotace v JMK

24. ŘÍJEN 2019 - POSLEDNÍ TŘETÍ VÝZVA! (NE UHLÍ, NE KOMBINOVANÉ KOTLE), ALOKACE NA CCA 1350 KS VÝMĚN (134 mil. Kč)

K 22.01.2019 bylo vyměněno celkem 1675 ks kotlů na pevná paliva s ručním přikládáním - vyhodnocení:

Znečišťující látka	Původní množství emisí (t/rok)	Nové množství emisí (t/rok)	Rozdíl emisí po provedení změny (t/rok)	% úspory emisí do ovzduší
TZL	53,04	3,18	49,86	94,0
PM_{10}	52,66	2,74	49,92	94,8
$PM_{2,5}$	51	2,24	48,76	95,6
SO_2	26,73	6,78	19,95	74,6
NO_x	14,02	12,09	1,93	13,8
VOC	147,95	3,83	144,12	97,4
CO_2	6,57	3,53	3,04	46,3
B(a)P (kg/rok)	31,89	0,16	31,73	99,5
$EPS_{PM2,5}$	11,46	2,86	8,6	75,0

Srovnání TZL

- 157x SAKO!!

- 4x CEMO!!

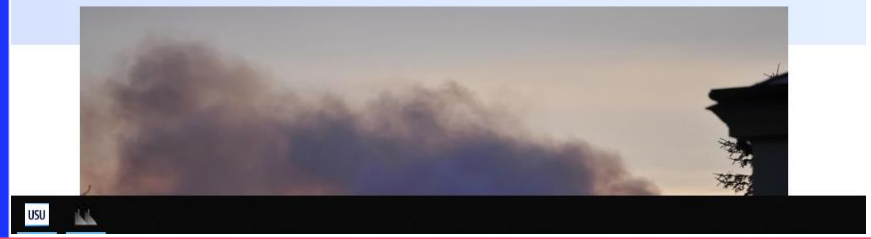
ČT24

BREXIT DOMÁCÍ SVĚT REGIONY EKONOMIKA KULTURA VĚDA NÁ

Stačilo 54 vteřin a peníze na kotlíkové dotace zájemci na severu Moravy i ve Slezsku vyčerpali

AKTUALIZOVÁNO 13. 5. 2019

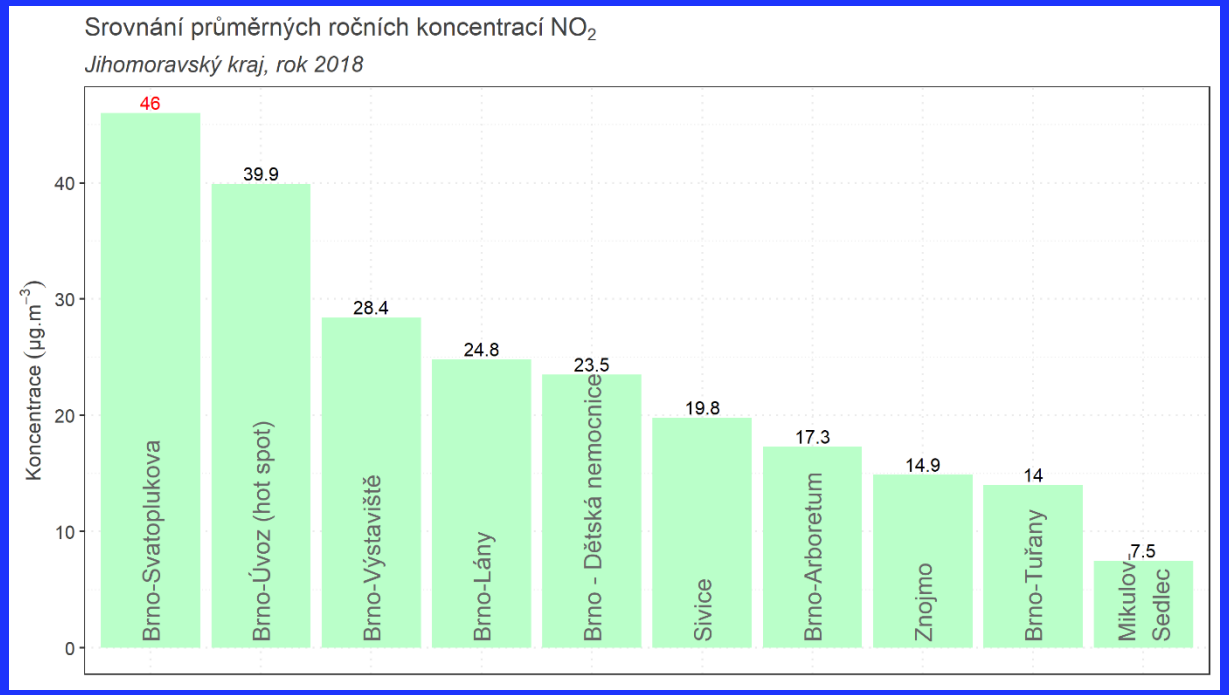
Zájem o takzvané kotlíkové dotace je v Moravskoslezském kraji velký, žadatelé v pondělí vyčerpali přidělené peníze za 54 vteřin. Ministr životního prostředí Richard Brabec (ANO) vzápětí oznámil, že by kraj mohl na výměnu kotlů získat další peníze. Do Moravskoslezského kraje jde v aktuální výzvě půl miliardy korun, minimálně stejnou sumu by podle ministra mohl kraj ještě dostat.

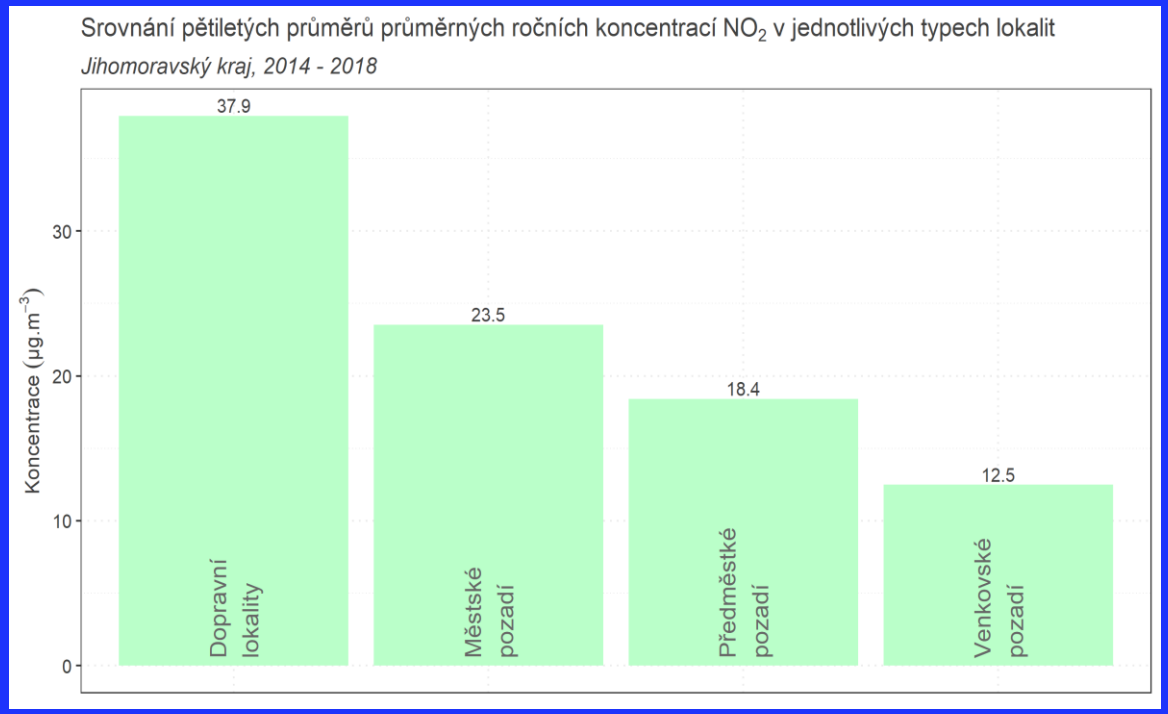


jihomoravský kraj

Oxid dusičitý NO_2

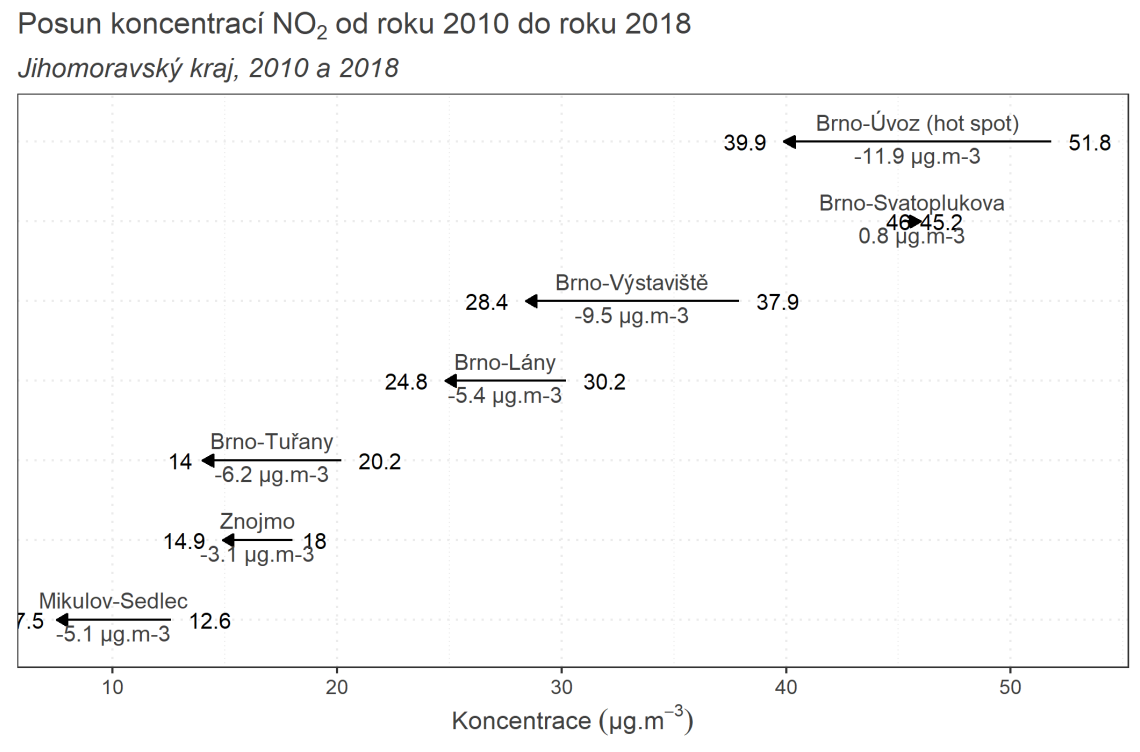
Roční imisní limit 40 µg/m^3

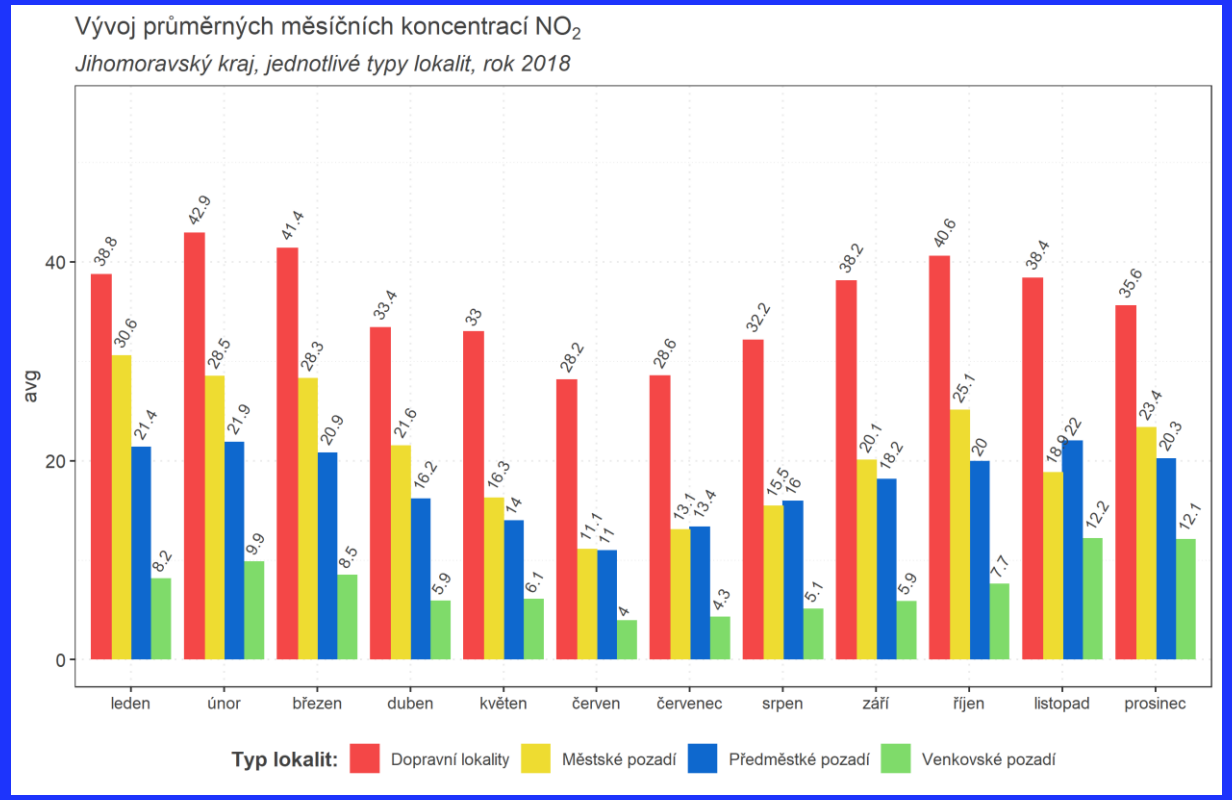




jihomoravský kraj

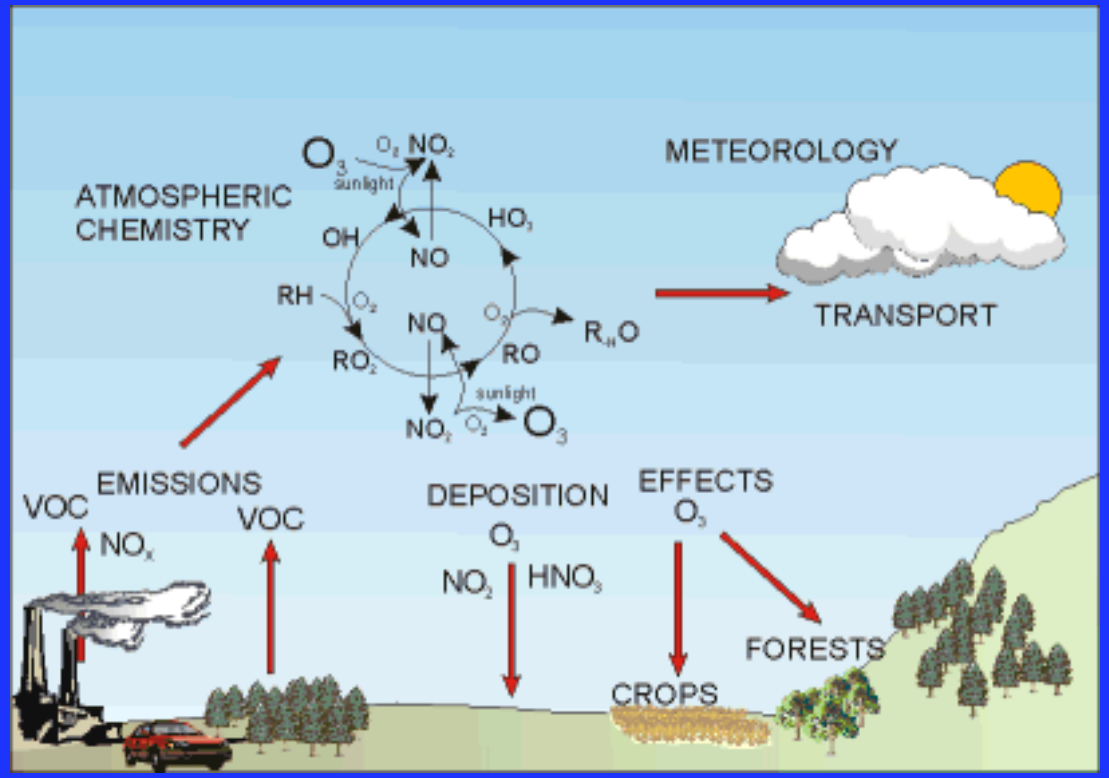
Oxid dusičitý NO_2



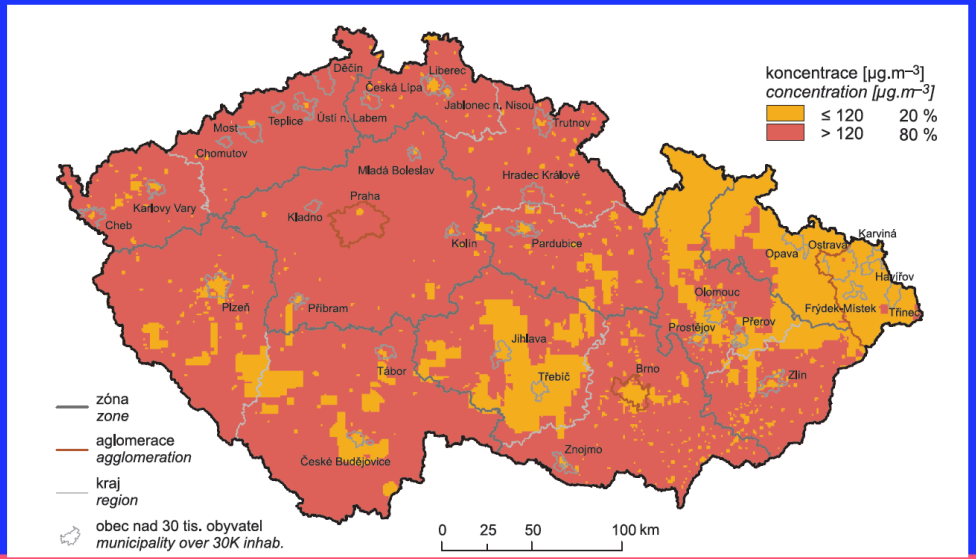


jihomoravský kraj

Ozón O_3



Ve stratosféře – „hodný“ - absorbuje škodlivé ultrafialové záření
V troposféře – „zlý“ - silné oxidační činidlo napadá dýchací cesty a ochranné komponenty oka, má škodlivé účinky na flóru, faunu a poškozuje některé materiály. Významnou roli při vzniku O_3 hrají nejen koncentrace prekurzorů (NOx a VOC), ale i meteorologické podmínky



jihomoravský kraj

Poděkování Mgr. Robertu Skeřilovi, Ph.D. za dlouholetý přínos ochraně ovzduší

a Vám za pozornost.

Tomáš Helán
Krajský úřad Jihomoravského kraje
Odbor životního prostředí
tel.: 541 652 626
e-mail: helan.tomas@jmk.cz

Kvalita ovzduší v České republice a Evropě

Mgr. Jáchym Brzezina

vedoucí oddělení kvality ovzduší, Český hydrometeorologický ústav Brno

Obecný přehled – ČR

Látky překračující imisní limity

- suspendované částice
  - PM_{10}
  - $PM_{2,5}$
- oxidy dusíku (NO_x)
- nenzo[*a*]pyren
- přízemní ozon (O_3)

Látky většinou nepřekračující imisní limity

- oxid siřičitý (SO_2)
- oxid uhelnatý (CO)
- těžké kovy
  - olovo (Pb)
  - kadmium (Cd)
  - arsen (As)
  - nikl (Ni)
- benzen (s výjimkou aglomerace O/K/F-M)

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE

Koncentrace suspendovaných částic v ČR na řadě míst **překračují** imisní limity a představují tak jeden z hlavních problémů znečištění České republiky.

Nejproblematičtější lokality:

- Karvinsko, Ostravsko, Frýdecko-Místecko, okolí stanice Brno-Zvonařka, Mostecko a Teplicko

Překročení 24h imisního limitu PM_{10}

- 31 % stanic (45/144) v roce 2018
  35 % stanice (50/143) v roce 2017
- 3,2 % území (13,8 % obyvatel) v roce 2018
  8,3 % území v roce 2017
  1,4 % území v roce 2016
  2,5 % území v roce 2015

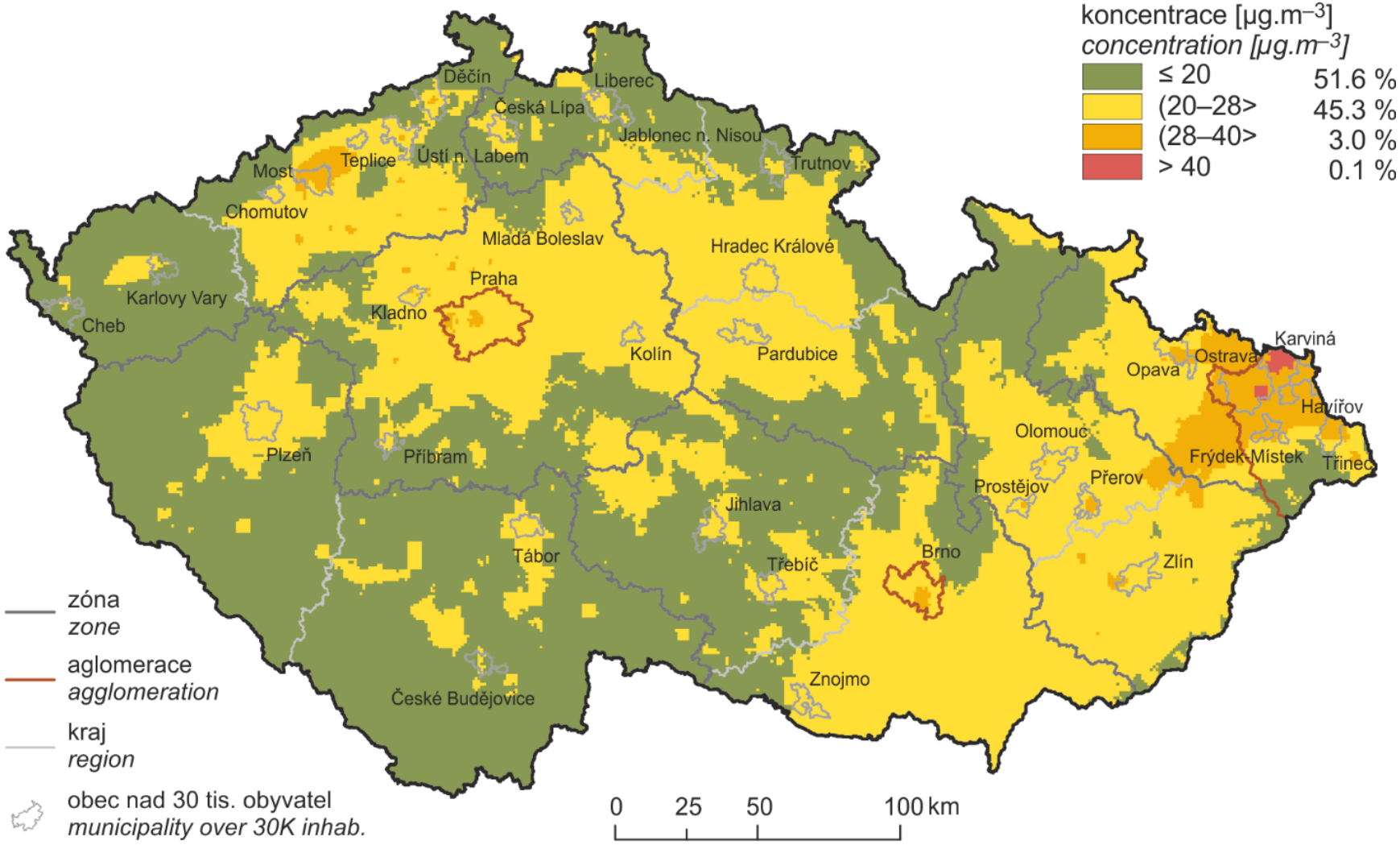
Překročení ročního imisního limitu PM_{10}

- 2,1 % stanic (3/146) v roce 2018 (Ostrava-Radvanice ZÚ, Ostrava-Přívoz a Věřňovice)
  1,4 % stanice (2/146) v roce 2017

Překročení ročního imisního limitu $PM_{2,5}$

- 16 % stanic (13/80) v roce 2018
- 1,2 % území (6,1 % obyvatel) v roce 2018
- 0,9 % (2017), 0,5 % (2016)

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE



Pole roční průměrné koncentrace PM_{10}, 2018

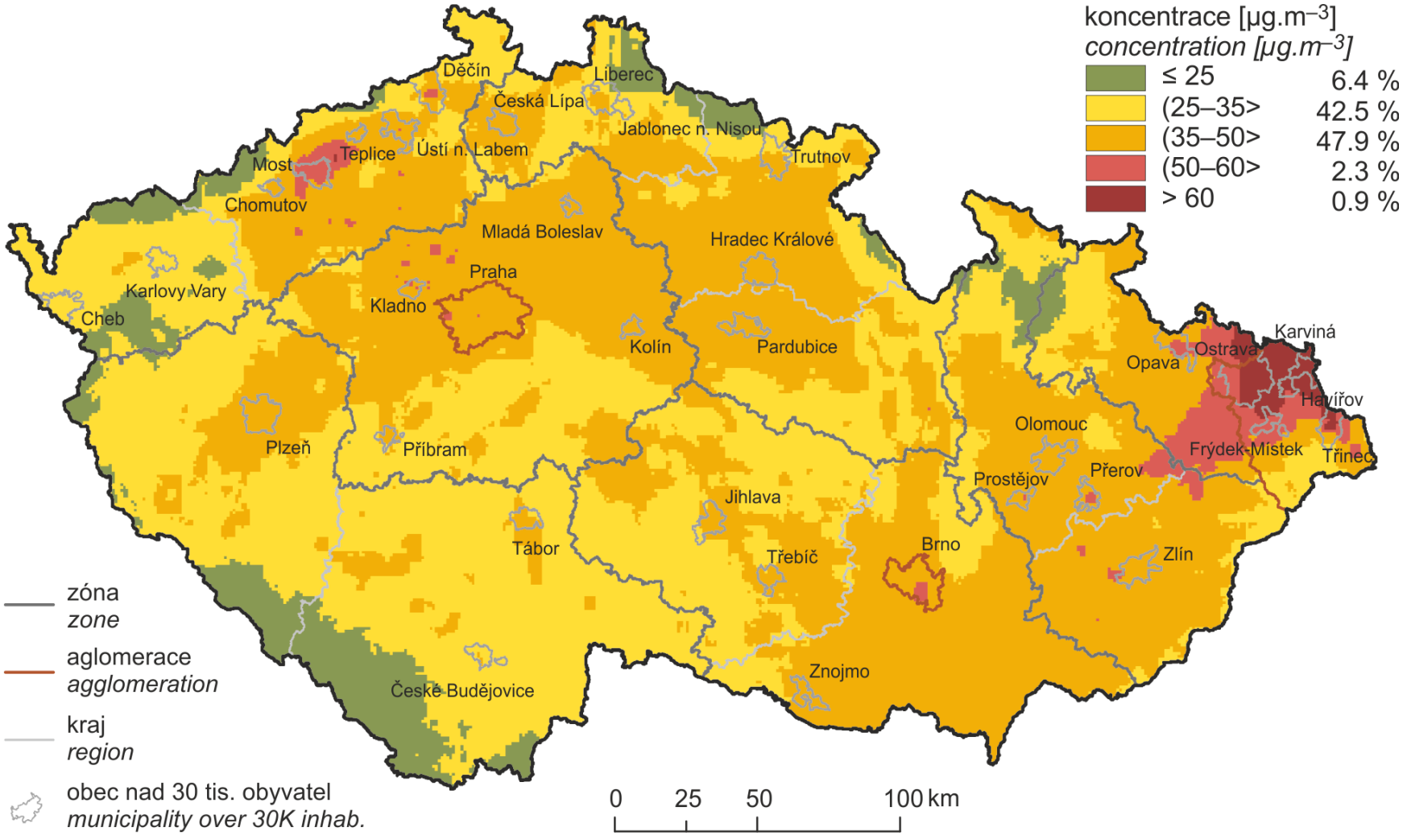
SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE

Roční imisní limit: 40 µg/m³

Stanice s nejvyšší roční průměrnou koncentrací (µg/m³)

1.	Ostrava-Radvanice ZÚ (Ostrava-město)	44,0
2.	Věřňovice (Karviná)	43,6
3.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-město)	40,8
4.	Rychvald (Karviná)	39,6
5.	Karviná (Karviná)	39,1
6.	Český Těšín (Karviná)	38,4
7.	Ostrava-Radvanice OZO (Ostrava-město)	37,4
8.	Havířov (Karviná)	37,4
9.	Šunychl (Karviná)	36,2
10.	Ostrava-Fifejdy	36,2
24.	Brno-Úvoz (Brno-město)	31,8
145.	Jizerka (Jablonec nad Nisou)	13,9
146.	Churáňov (Prachatice)	10,0

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE



Pole 36. nejvyšší 24h koncentrace PM_{10}, 2018

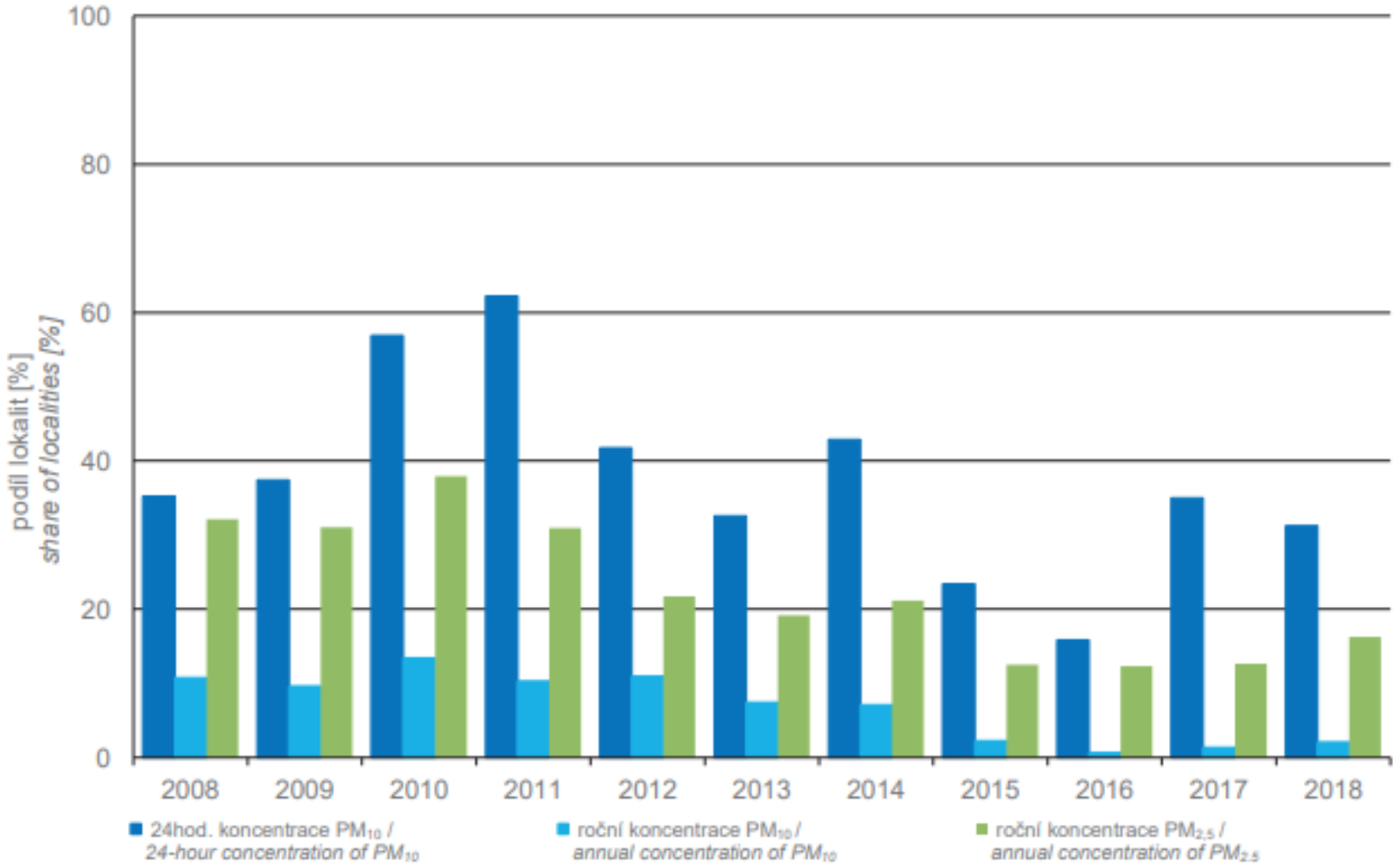
SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE

24h imisní limit – 50 µg/m^3, max. povolený počet překročení: 35

Stanice s nejvyšším počtem překročení (2018)

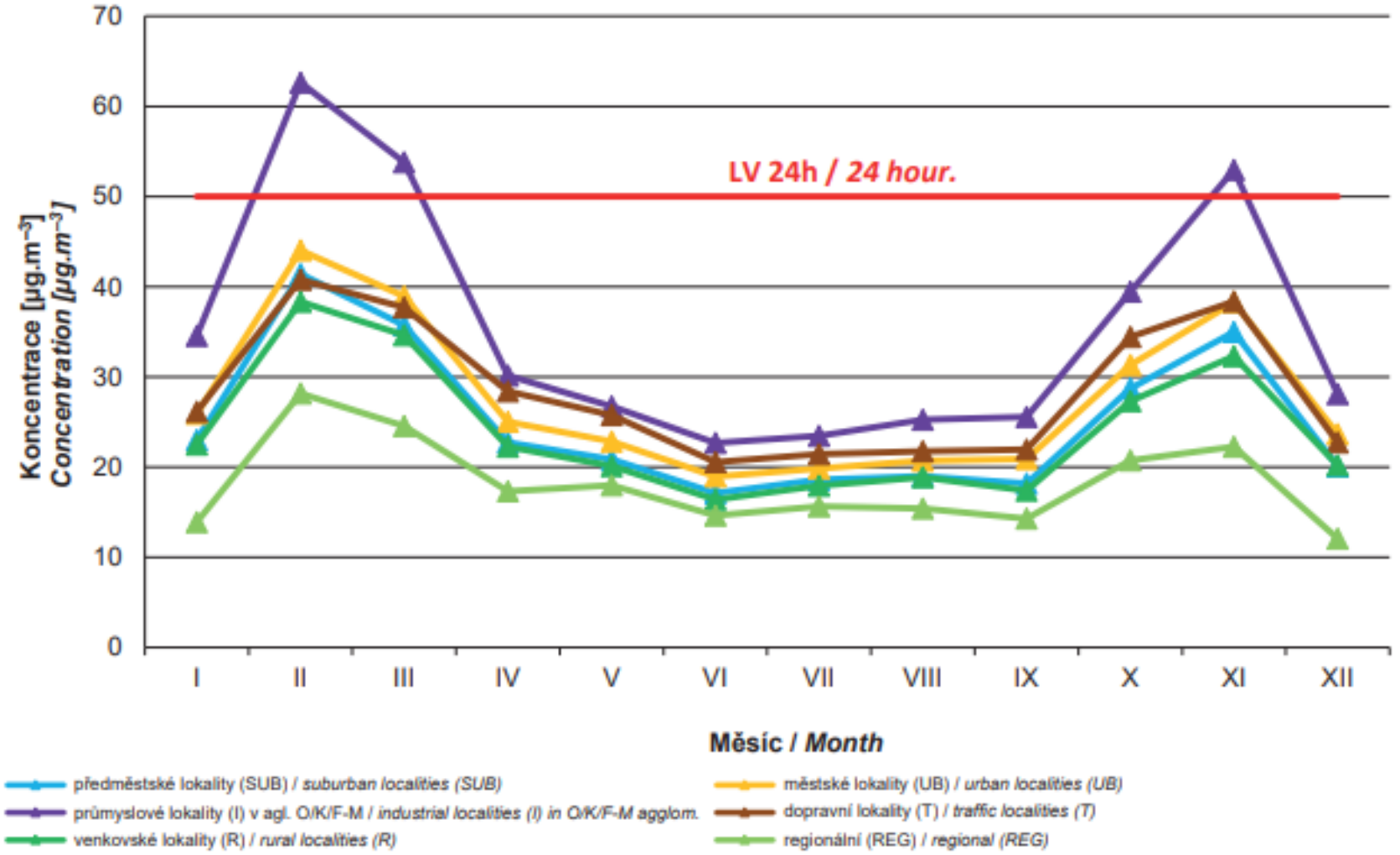
1.	Věřňovice (Karviná)	94
2.	Ostrava-Radvanice ZÚ (Ostrava-město)	89
3.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-město)	87
4.	Rychvald (Karviná)	73
5.	Karviná (Karviná)	70
6.	Ostrava-Radvanice OZO (Ostrava-město)	70
7.	Havířov (Karviná)	70
8.	Český Těšín (Karviná)	69
9.	Šunychl (Karviná)	67
10.	Kladno-Švermov (Kladno)	65
15.	Brno-Zvonařka* (Brno-město)	58
28.	Brno-Úvoz (Brno-město)	47
144.	Polom (Rychnov nad Kněžnou)	0
145.	Churáňov (Prachatice)	0

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE



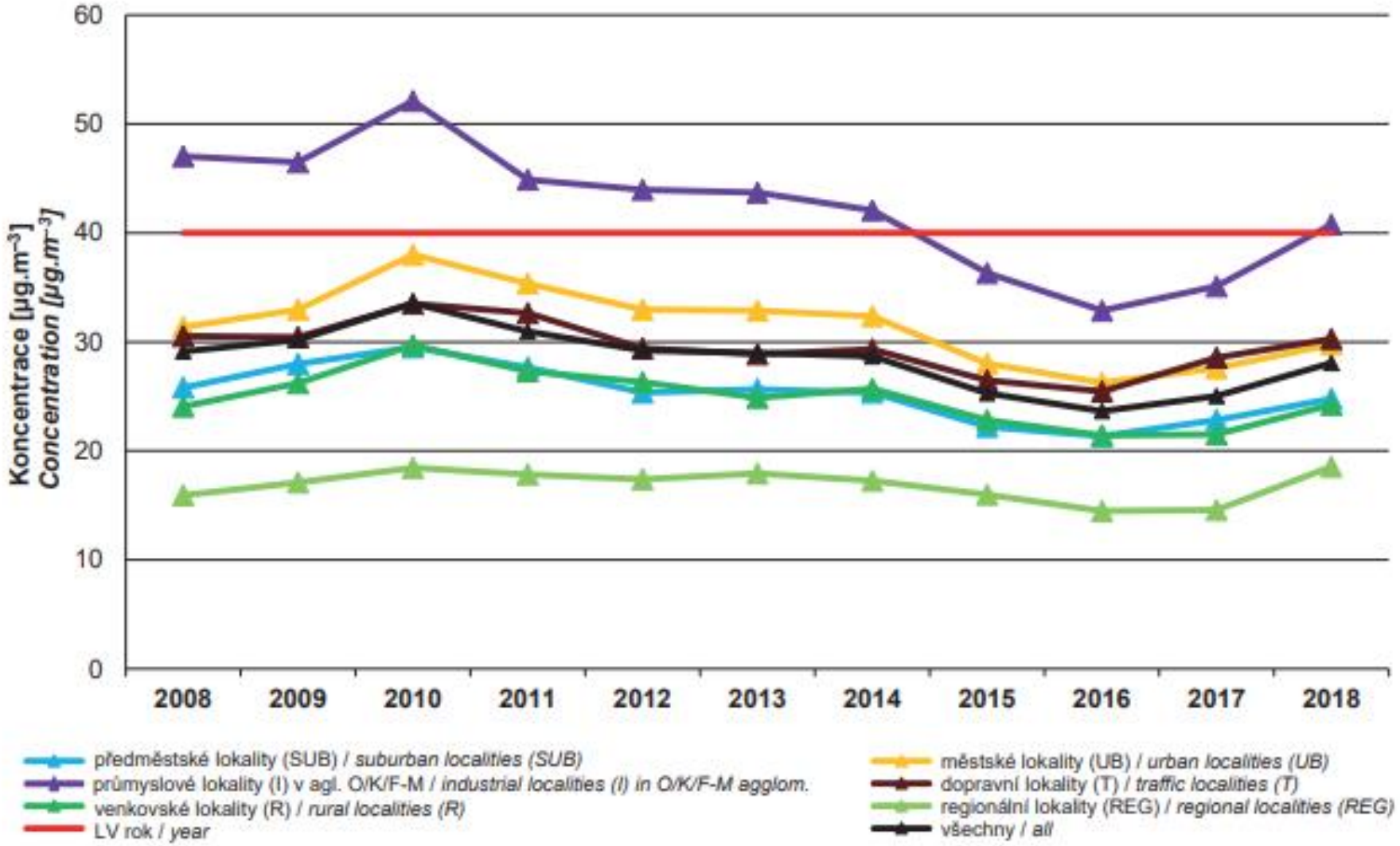
Podíl lokalit, kde došlo k překročení imisního limitu pro průměrnou 24h koncentraci PM_{10} a průměrnou roční koncentraci PM_{10} a $PM_{2,5}$, 2008-2018

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE



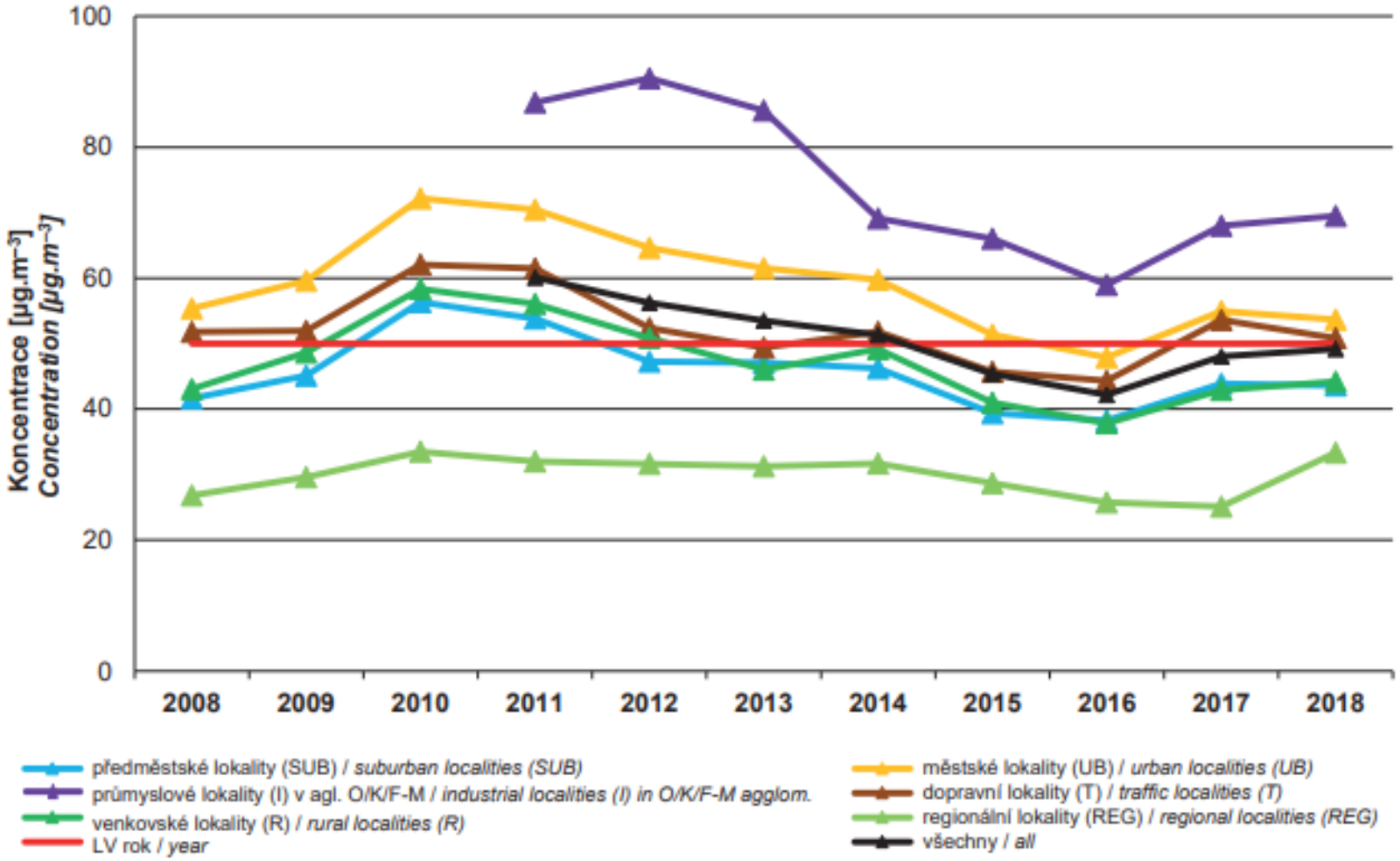
Roční chod průměrných měsíčních koncentrací PM_{10}, 2018

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE



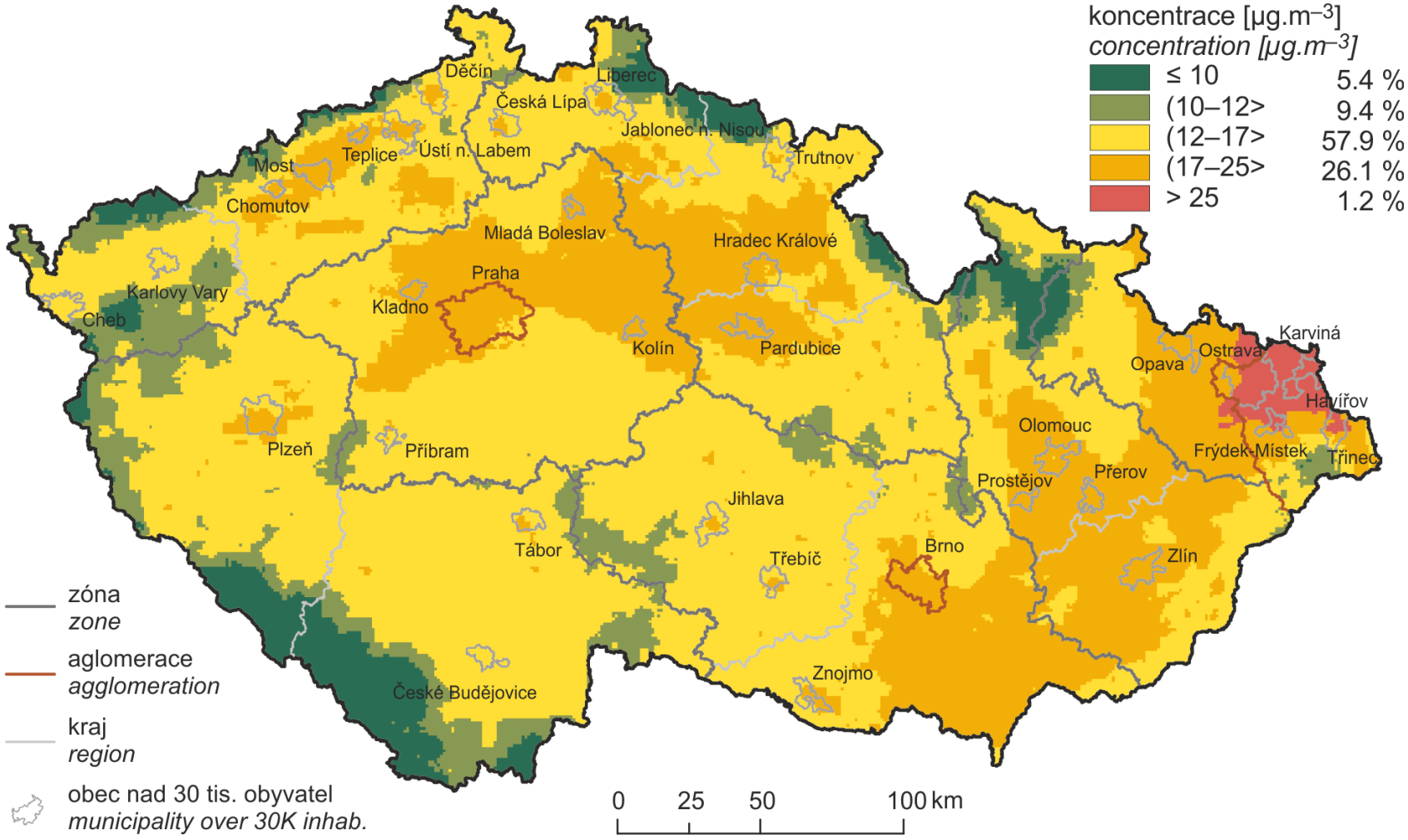
Trend roční průměrné koncentrace PM_{10} v České republice, 2008-2018

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE



Trend 36. nejvyšší 24h koncentrace PM_{10} v České republice, 2008-2018

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE



Pole roční průměrné koncentrace $PM_{2,5}$, 2018

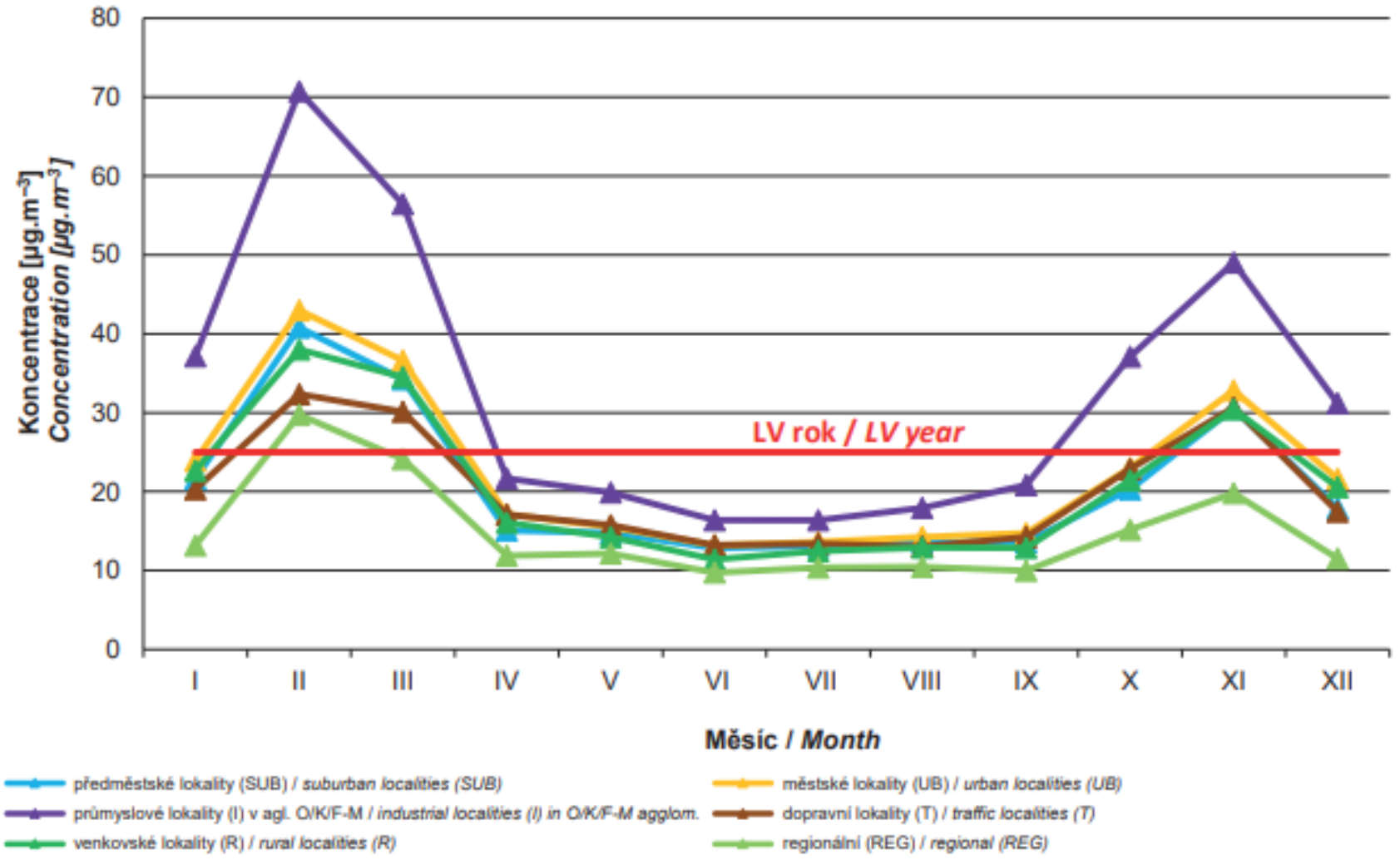
Suspendované částice

Roční imisní limit: 25 µg/m³

Stanice s nejvyšší roční průměrnou koncentrací (µg/m³)

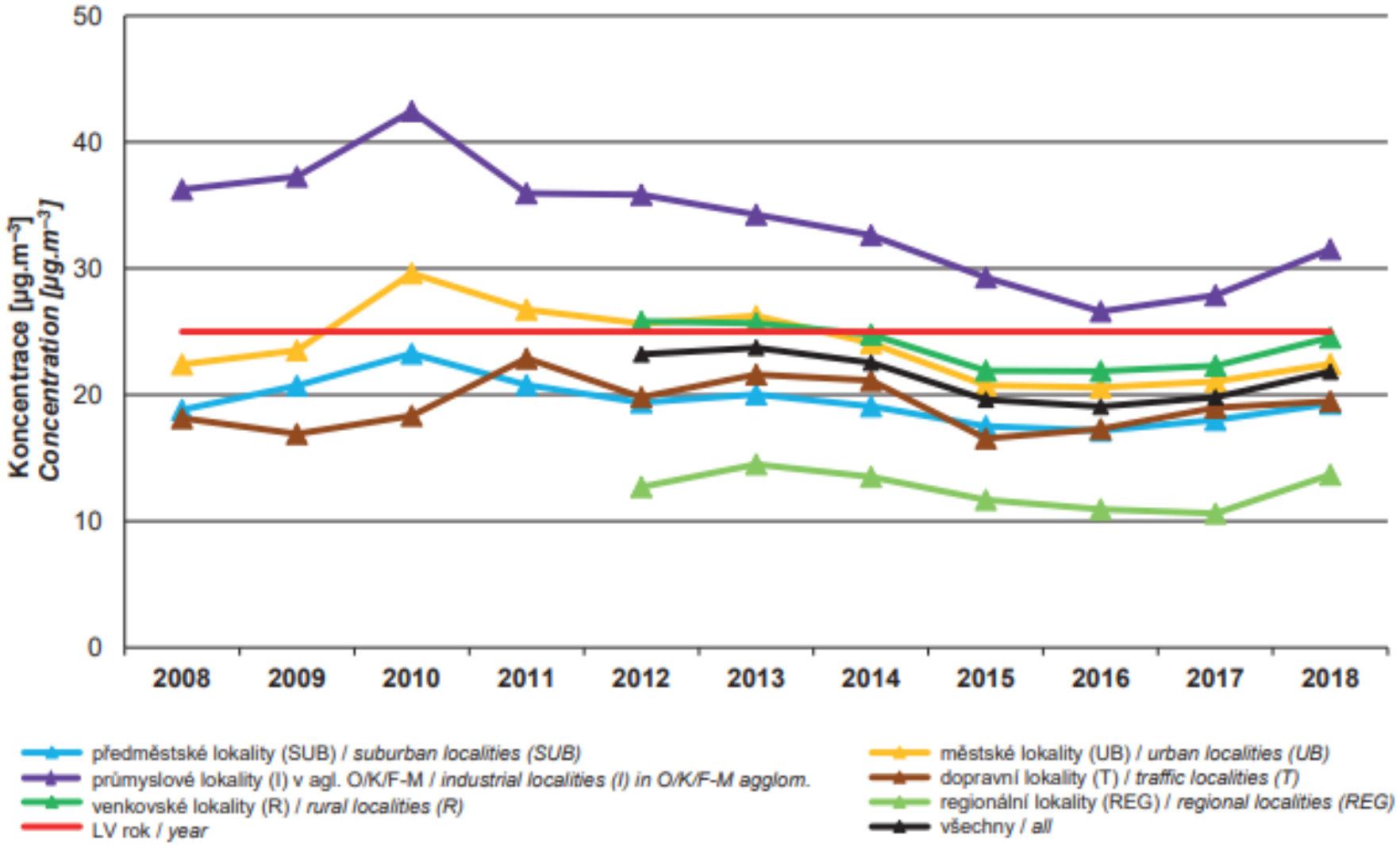
1.	Ostrava-Radvanice ZÚ (Ostrava-město)	36,8
2.	Věřňovice (Karviná)	35,8
3.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-město)	31,5
4.	Rychvald (Karviná)	31,4
5.	Petrovice u Karviné (Karviná)	30,1
6.	Karviná (Karviná)	30,1
7.	Český Těšín (Karviná)	29,7
8.	Havířov (Karviná)	29,0
9.	Ostrava-Zábřeh (Ostrava-město)	28,1
10.	Frýdek-Místek (Frýdek-Místek)	26,7
31.	Brno-Dětská nemocnice (Brno-město)	21,6
32.	Brno-Tuřany (Brno-město)	21,3
79.	Svratouch (Chrudim)	11,9
80.	Churáňov (Prachatice)	6,8

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE



Roční chod průměrných měsíčních koncentrací $PM_{2,5}$, 2018

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE



Trend roční průměrné koncentrace $PM_{2,5}$ v České republice, 2008-2018

Oxidy dusíku (NO_x)

Koncentrace oxidů dusíku jsou problematické výhradně na lokalitách s velmi intenzivním **dopravním zatížením**, kde bývá překračován roční imisní limit pro NO_2.

Nejproblematičtější lokality:

- centra měst (Praha, Brno, Ostrava), okolí významných dopravních tepen

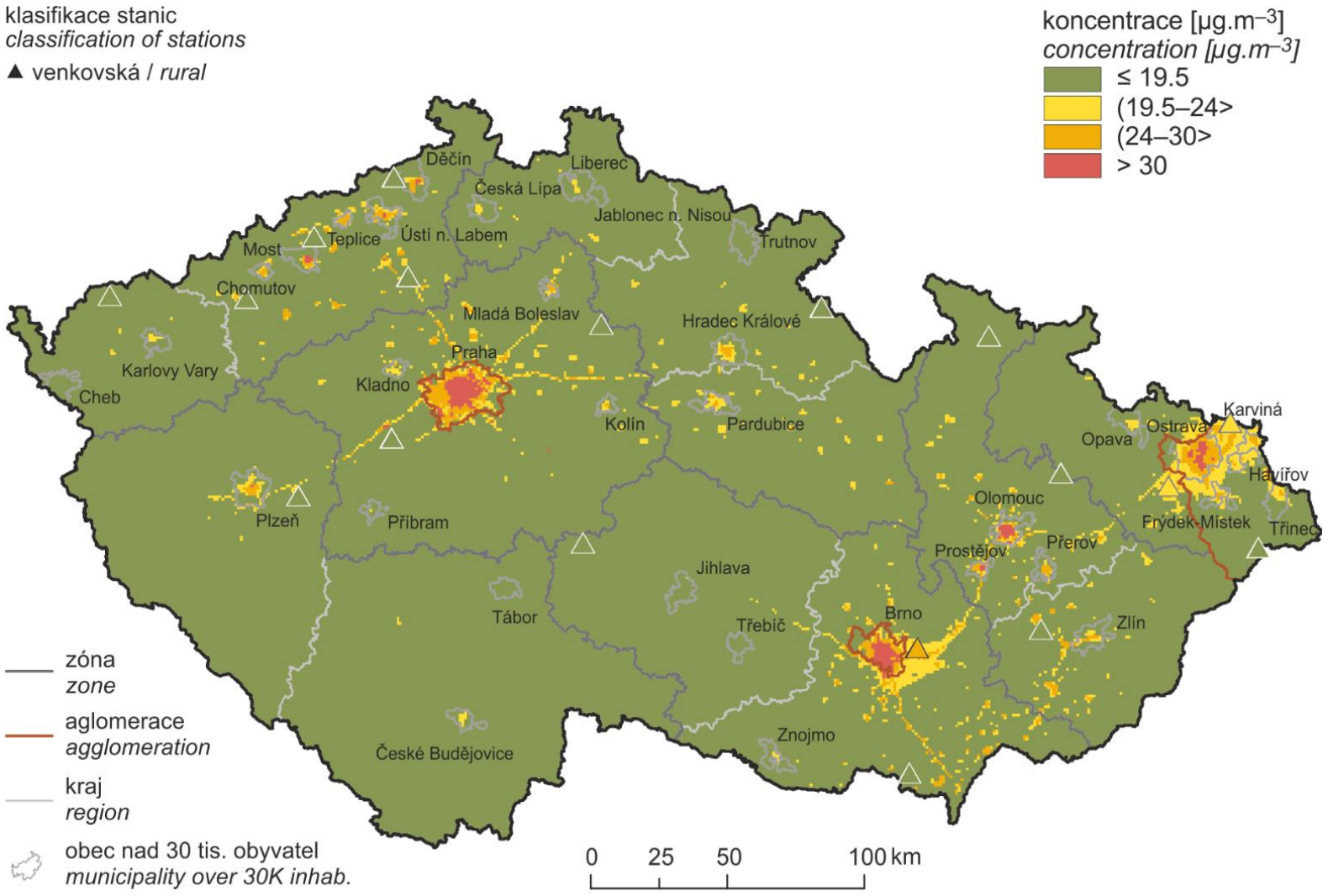
Překročení hodinového imisního limitu NO_2

- v roce 2018 nepřekročeno na žádné stanici

Překročení ročního imisního limitu NO_2

- 3,2 % stanic (3/95) (Praha 2-Legerova, Brno-Svatoplukova, Praha 5-Smíchov)
- výhradně městské dopravní stanice s nízkou reprezentativností
- 99,9 % území pod 26 $\mu g/m^3$ (dolní mez pro posuzování)

Oxidy dusíku



Pole roční průměrné koncentrace NO_x, 2018

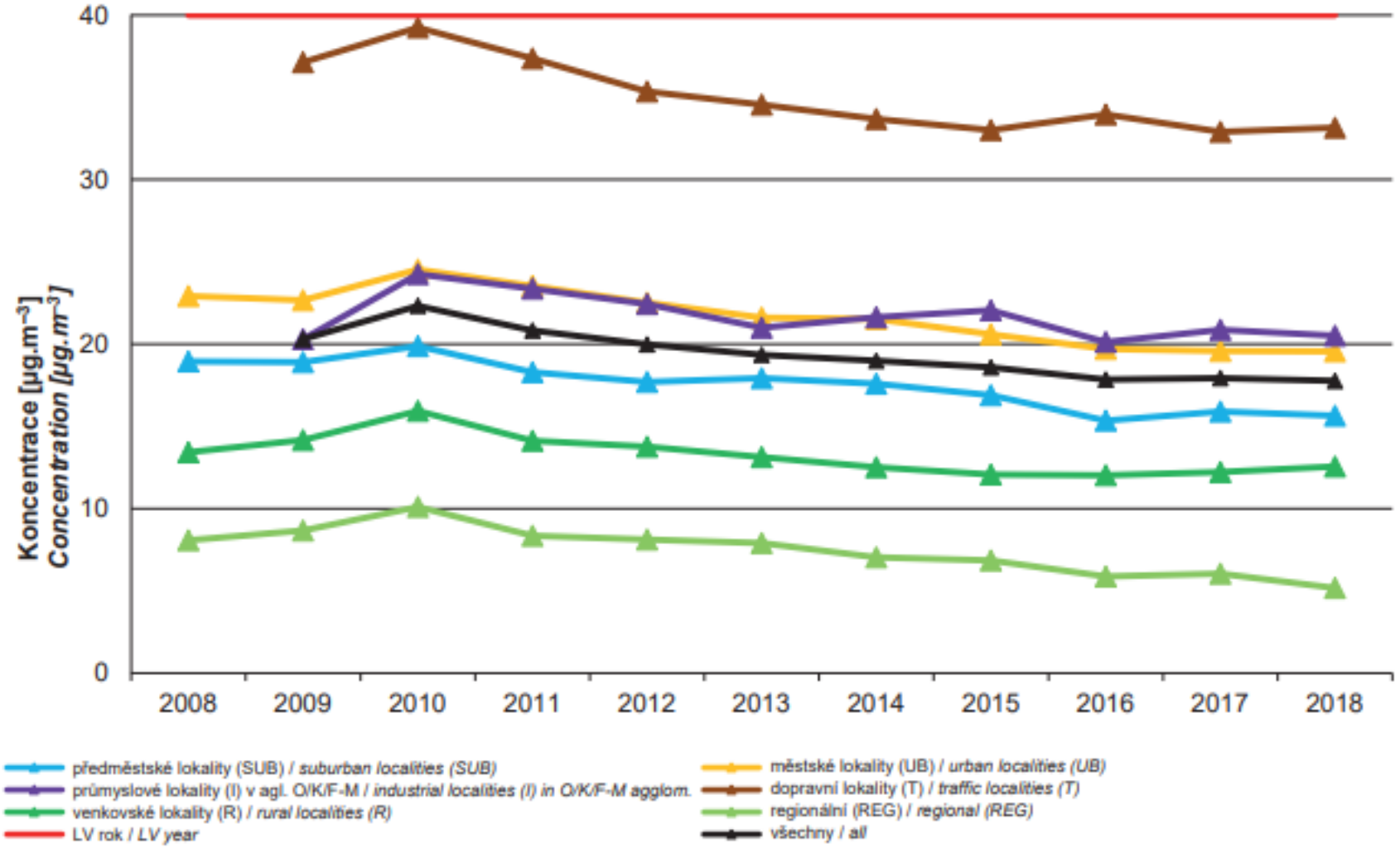
Oxid dusičitý

Roční imisní limit: 40 µg/m³

Stanice s nejvyšší roční průměrnou koncentrací (µg/m³)

1.	Praha 2 – Legerova (hot spot) (Praha 2)	54,4
2.	Brno-Svatoplukova (Brno-město)	46,0
3.	Praha 5 – Smíchov (Praha 5)	40,2
4.	Brno-Úvoz (hot spot) (Brno-město)	39,9
5.	Praha 9 – Vysočany (Praha 9)	35,0
6.	Ústí nad Labem – Všebořická (hot spot) (Ústí nad Labem)	33,5
7.	Praha 1 - nám. Republiky (Praha 1)	33,0
8.	Praha 8 – Karlín (Praha 8)	30,4
9.	Uherské Hradiště (Uherské Hradiště)	30,4
10.	Praha 10 – Průmyslová (Praha 10)	30,3
12.	Brno-Výstaviště (Brno-město)	28,4
16.	Brno-Lány (Brno-město)	24,8
94.	Košetice (Pelhřimov)	4,7
95.	Churáňov (Prachatice)	2,5

Oxid dusičitý



Trend roční průměrné koncentrace NO_2 v České republice, 2008-2018

BENZO[A]PYREN

Koncentrace BaP jsou na některých místech České republiky **několikanásobně vyšší**, než stanovuje imisní limit (1 ng/m^3). Zejména se jedná o malé obce s významným podílem lokálního vytápění tuhými palivy.

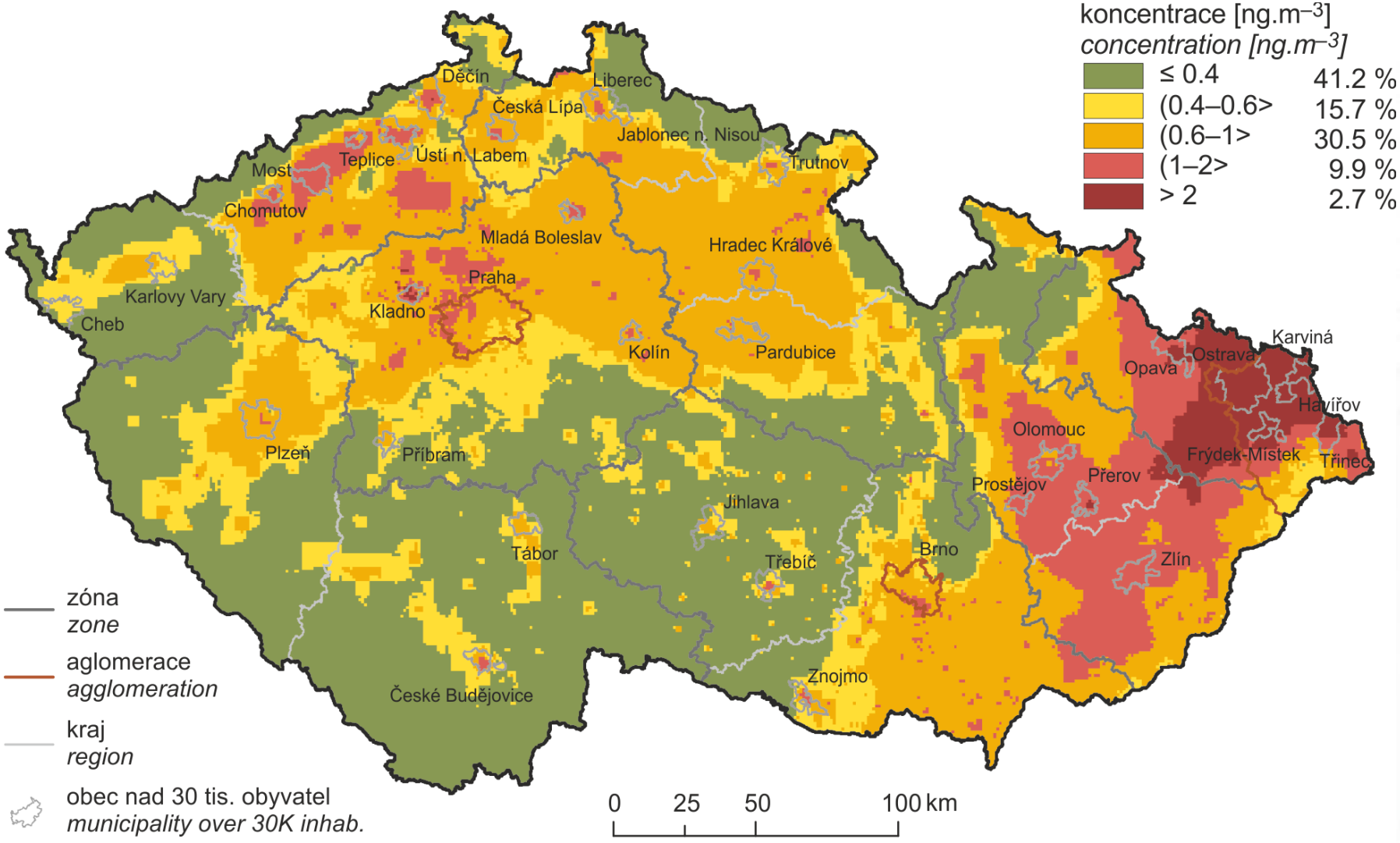
Nejproblematičtější lokality:

- lokality s významným podílem vytápění tuhými palivy

Překročení ročního imisního limitu BaP

- 56 % stanic (22/39) v roce 2018
  66 % stanic (25/38) v roce 2017
- 12,6 % plochy (35,5 % obyvatelstva) ČR v roce 2018
  26,0 % plochy (61,8 % obyvatelstva) ČR v roce 2017
- výrazně vyšší nejistota ve srovnání s ostatními mapovanými látkami (dáno absencí měření zejména v malých obcích, kde je situace nejhorší). Počet lokalit je limitován finančními náklady analýzy a kapacitou laboratoře.

BENZO[A]PYREN



Pole roční průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu, 2018

BENZO(A)PYREN

Roční imisní limit: 1 ng/m³

Stanice s nejvyšší roční průměrnou koncentrací (ng/m³)

1.	Ostrava-Radvanice ZÚ (Ostrava-město)	7,7
2.	Ostrava-Radvanice OZO (Ostrava-město)	4,7
3.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-město)	4,7
4.	Vratimov (Ostrava-město)	4,0
5.	Český Těšín (Karviná)	3,9
6.	Ostrava-Hrabová (Ostrava-město)	3,7
7.	Kladno-Švermov (Kladno)	3,5
8.	Ostrava-Kunčičky (Ostrava-město)	3,4
9.	Třinec-Konská (Frýdek-Místek)	3,1
10.	Karviná ZÚ (Karviná)	3,0
33.	Brno-Líšeň (Brno-město)	0,6
34.	Brno-Masná (Brno-město)	0,5
35.	Košetice (Pelhřimov)	0,4

Přízemní ozon (O_3)

Koncentrace přízemního ozonu jsou velmi závislé na meteorologických podmínkách, především pak na intenzitě slunečního záření a teplotách vzduchu.

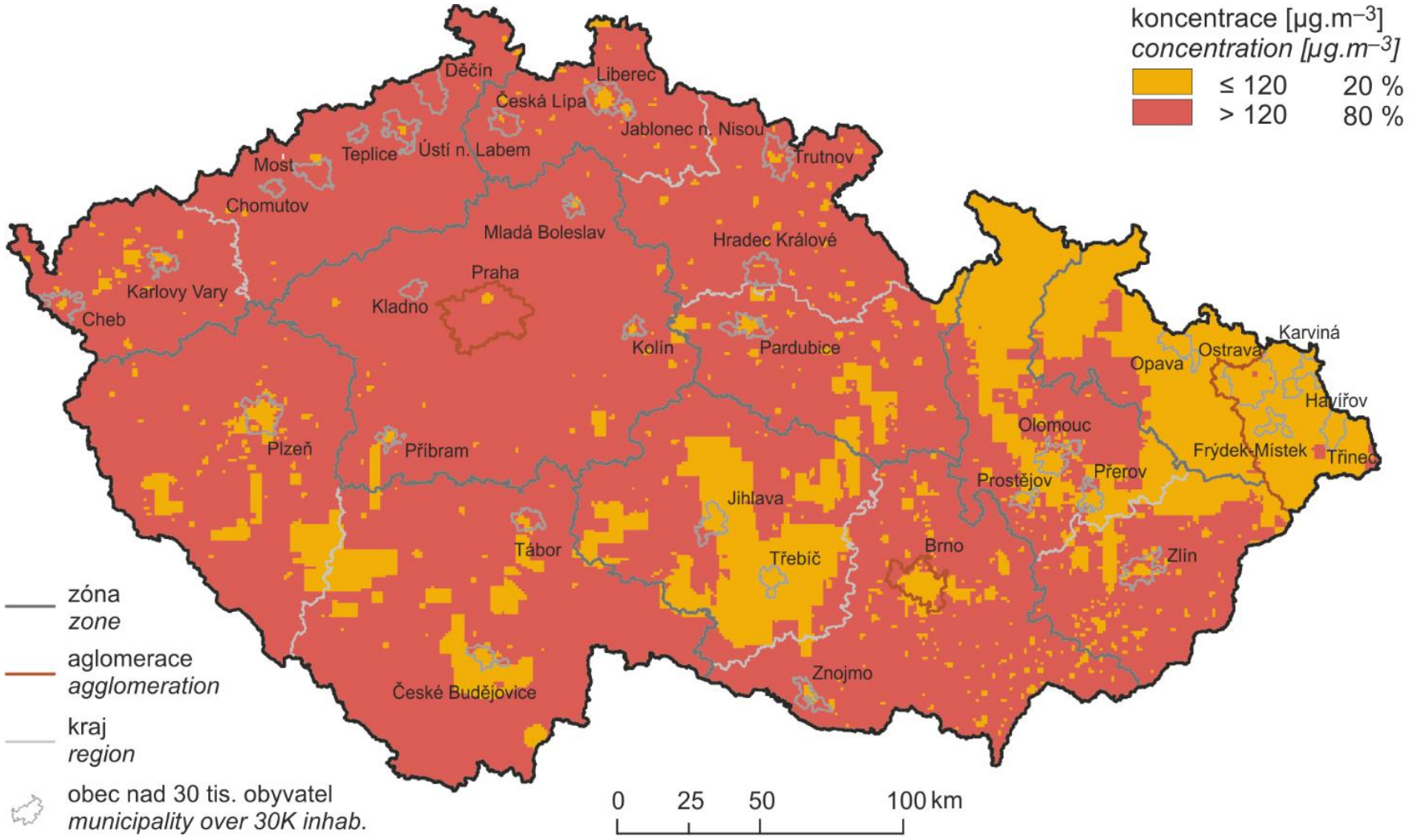
Nejproblematičtější lokality:

- Horské lokality, lokality s vysokým ročním součtem globální radiace

Překročení tříletého imisního limitu O_3:

- 51 % stanic (33/65) v období 2016-2018
  30 % stanic (21/71) v období 2015-2017
  29 % stanic (22/75) v období 2014-2016
- 80 % území ČR (52 % obyvatel) za období 2016-2018
  31 % území ČR (8,6 % obyvatel) za období 2015-2017
  18 % území ČR (3,5 % obyvatel) za období 2014-2016
- V posledních letech extrémně příznivé meteorologické podmínky pro vznik přízemního ozonu.

PŘÍZEMNÍ OZON



Pole 26. nejvyššího maximálního denního chodu 8h klouzavého průměru koncentrace přízemního ozonu v průměru za 3 roky, 2015-2017

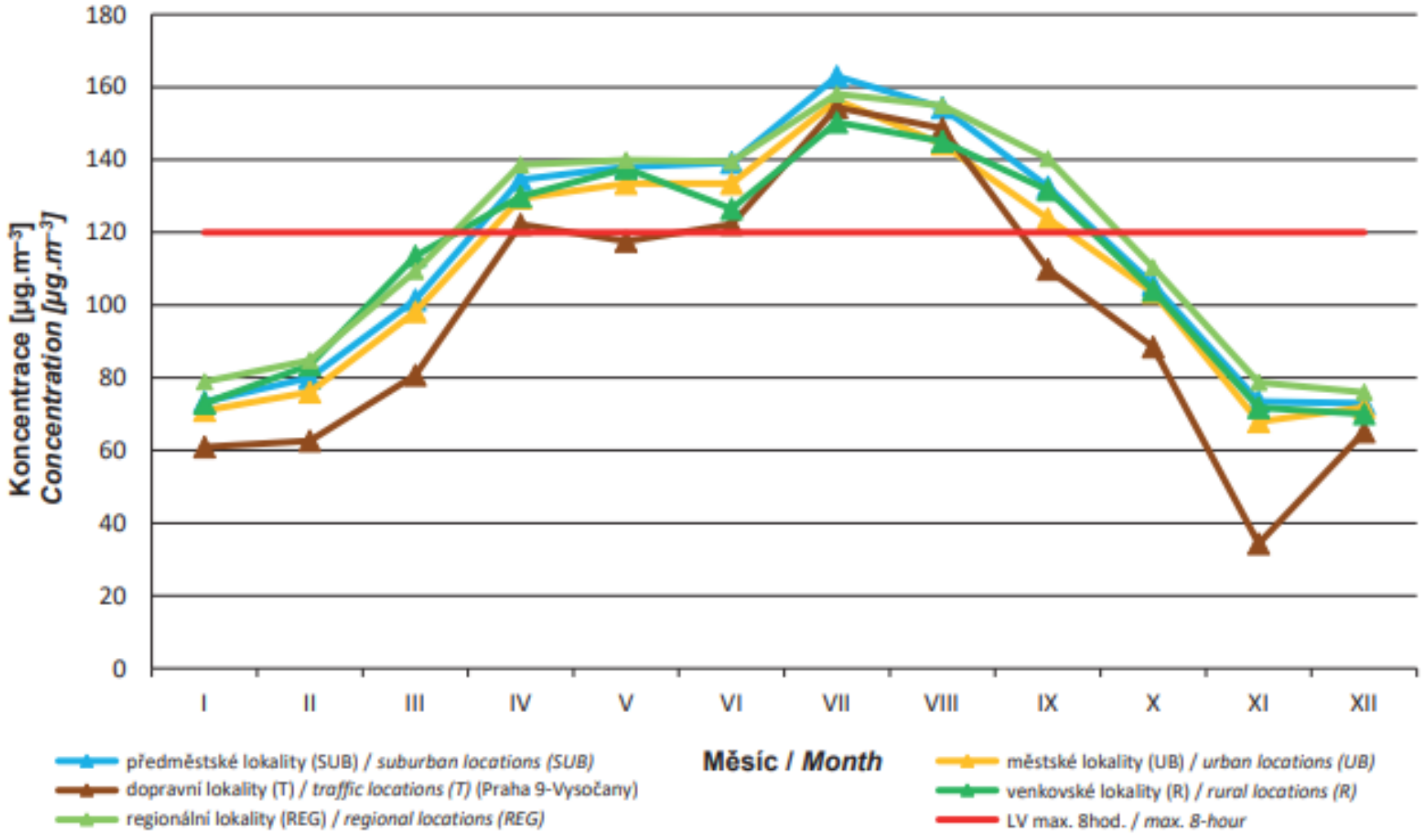
PŘÍZEMNÍ OZON

Počet překročení 8h denního klouzavého maxima 120 µg/m³ (povoleno 25 za roky)

Průměrný počet překročení za rok (8h maximum), období 2016-2018

1.	Sněžník (Děčín)	43,0 (172,4)
2.	Červená hora (Opava)	43,0 (159,1)
3.	Rudolice v Horách (Most)	42,0 (174,1)
4.	Ústí nad Labem – Kočkov (Ústí nad Labem)	38,0 (173,1)
5.	Polom (Rychnov nad Kněžnou)	37,0 (159,9)
6.	Praha 6 – Suchdol (Praha 6)	36,3 (161,7)
7.	Praha 5 – Stodůlky (Praha 5)	36,3 (160,4)
8.	Kladno – střed Města (Kladno)	35,7 (159,8)
9.	Štítná nad Vláří (Zlín)	35,7 (154,5)
10.	Brno-Tuřany (Brno-město)	34,7 (162,5)
39.	Brno-Dětská nemocnice (Brno-město)	20,0 (156,6)
41.	Brno-Lány (Brno-město)	19,3 (156,2)
55.	Praha 9 – Vysočany (Praha 9)	5,3 (154,4)
56.	Plzeň-Lochotín (Plzeň)	4,3 (139,4)

PŘÍZEMNÍ OZON



Roční chod průměrných měsíčních koncentrací max. 8h klouzavého průměru O_3 (průměry pro daný typ stanice), 2018

Oxid siřičitý

Koncentrace oxidu siřičitého byly **největším problémem kvality ovzduší ČR v minulosti**. Od poloviny 90. let minulého století však díky nové legislativě a s ní spojenými technickými úpravami došlo k výraznému poklesu koncentrací na celém území ČR.

Nejproblematičtější lokality:

- Ostravsko

Překročení hodinového imisního limitu SO_2

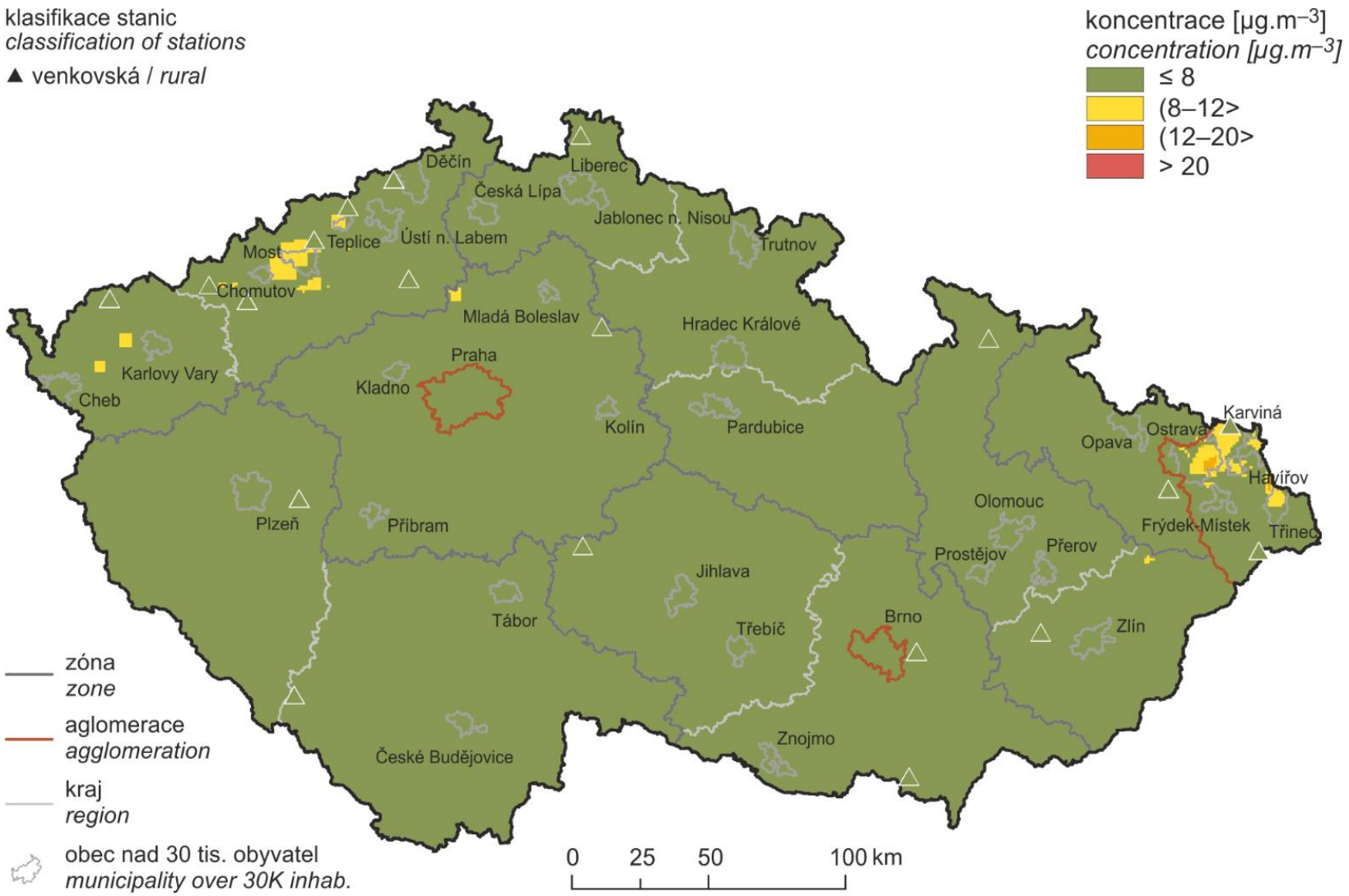
- nebyl v roce 2018 překročen na žádné stanici

Překročení 24h imisního limitu SO_2

- nebyl v roce 2018 překročen na žádné stanici

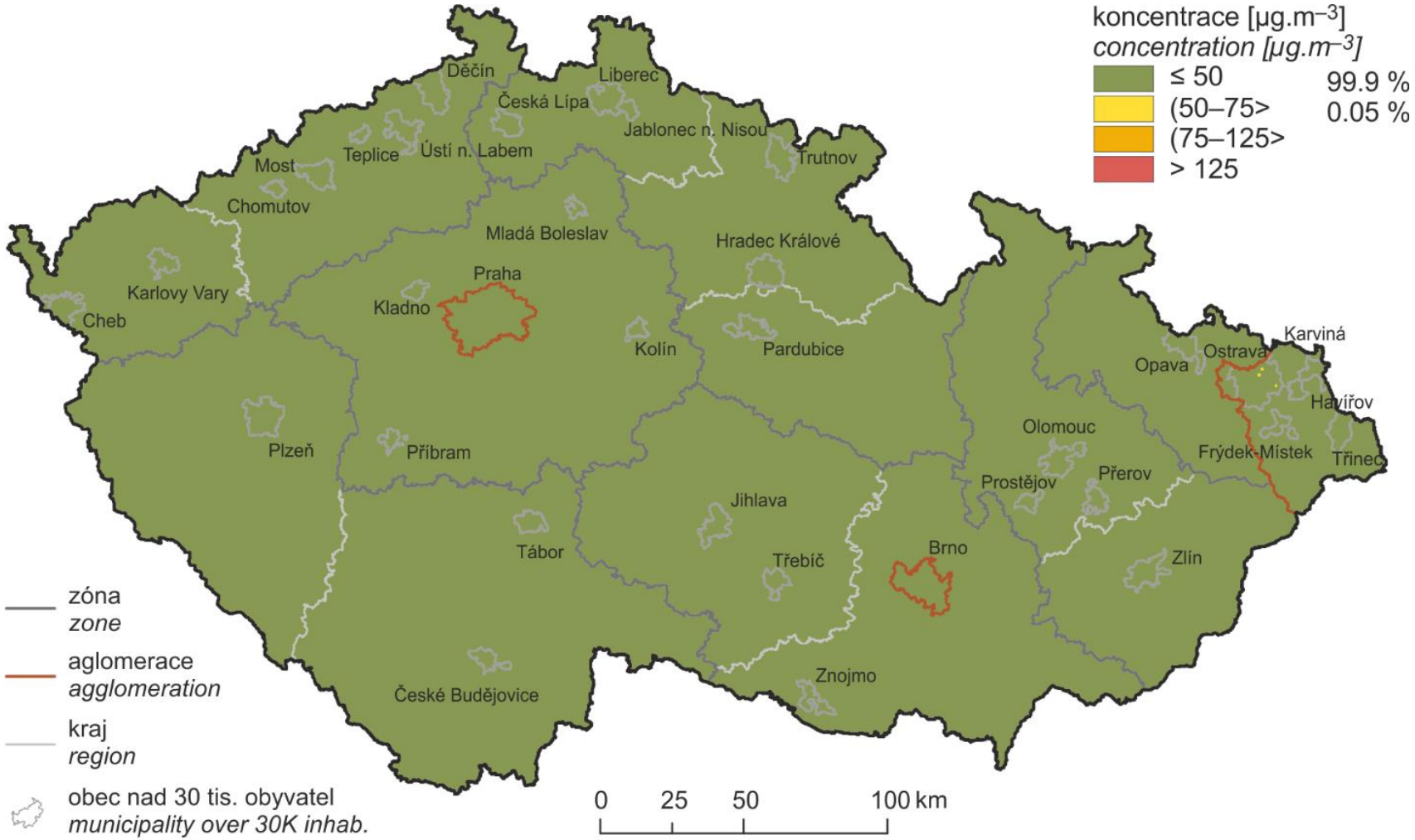
Překročení hodnoty imisního limitu (v povoleném počtu) došlo výhradně na stanicích v Ostravě (Ostrava-Fifejdy, Ostrava-Přívoz, Ostrava-Mariánské Hory). Vysoké koncentrace jsou zde spojeny s prováděnými sanačními pracemi při odstraňování staré ekologické zátěže v podobě odpadních lagun bývalého podniku OSTRAMO v Ostravě-Mariánských Horách.

Oxid siřičitý



Pole roční průměrné koncentrace SO_2, 2018

Oxid siřičitý



Pole 4. nejvyšší 24h koncentrace SO_2, 2018

Oxid siřičitý

Počet překročení 24h imisního limitu (125 µg/m³), povoleno max. 3× a max. 24h konc.

Stanice s nejvyšší roční průměrnou koncentrací (µg/m³)

1.	Ostrava-Fifejdy (Ostrava-město)	2×	194,6
2.	Ostrava-Radvanice ZÚ (Ostrava-město)	0×	114,4
3.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-Město)	0×	99,6
4.	Český Těšín (Karviná)	0×	79,0
5.	Ostrava-Mariánské Hory (Ostrava-město)	0×	72,7
6.	Petrovice u Karviné (Karviná)	0×	68,9
7.	Vratimov (Ostrava-město)	0×	59,8
8.	Rychvald (Karviná)	0×	55,2
9.	Věřňovice (Karviná)	0×	52,7
10.	Karviná (Karviná)	0×	52,4
40.	Brno-Lány (Brno-město)	0×	18,6
43.	Brno-Tuřany (Brno-město)	0×	17,7
62.	Jihlava (Jihlava)	0×	8,6
63.	Košetice (Pelhřimov)	0×	6,5

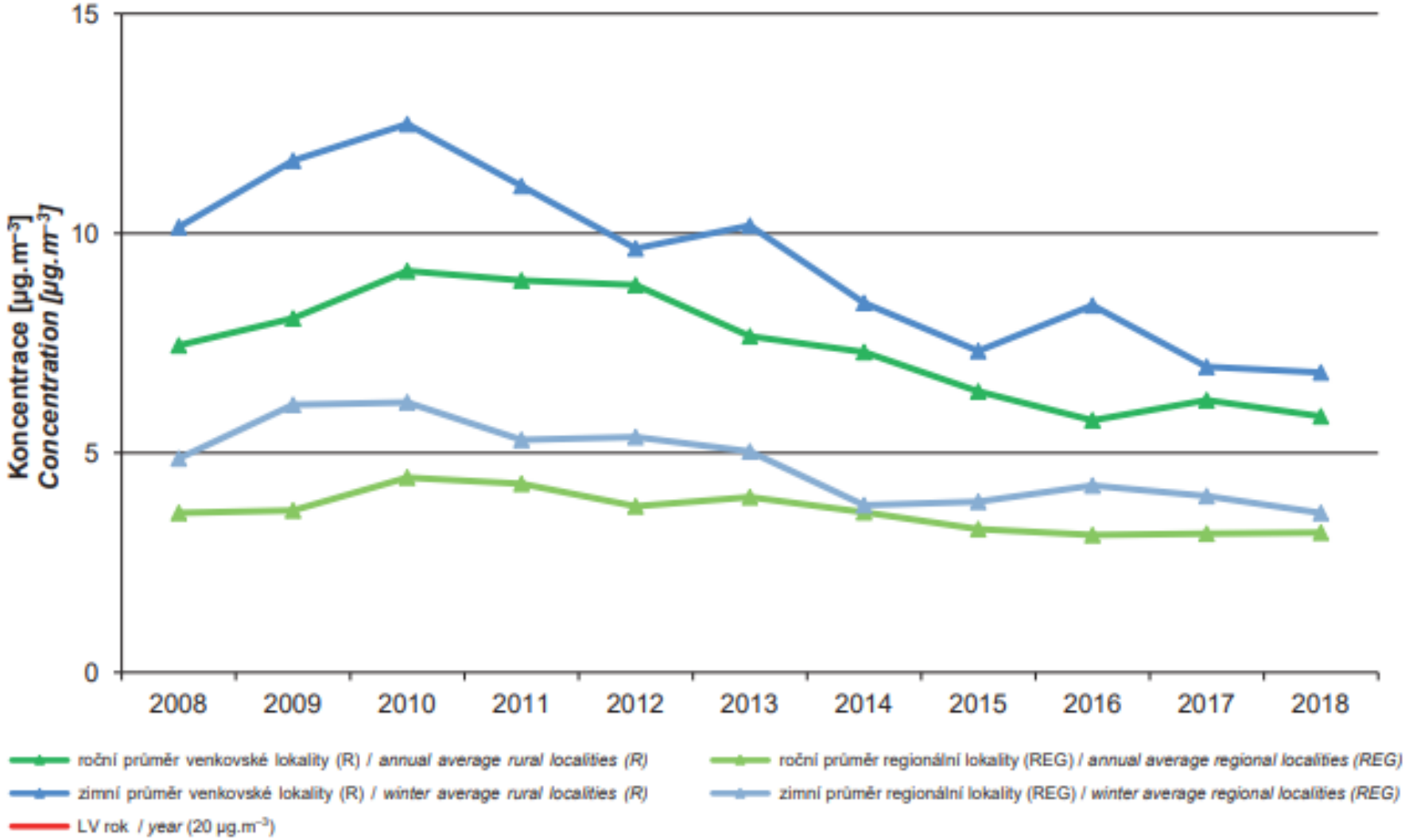
Oxid siřičitý

Počet překročení hodinového imisního limitu (350 µg/m³), povoleno max. 24× a max. 1h konc.

Stanice s nejvyšší roční průměrnou koncentrací (µg/m³)

1.	Ostrava-Fifejdy (Ostrava-město)	22×	1564,8
2.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-město)	17×	908,1
3.	Ostrava-Mariánské Hory (Ostrava-město)	2×	595,2
4.	Libkovice pod Řípem (Litoměřice)	0×	316,0
5.	Sokolov (Sokolov)	0×	277,5
6.	Havraň (Most)	0×	272,0
7.	Ostrava-Poruba ČHMÚ (Ostrava-město)	0×	266,0
8.	Krupka (Teplice)	0×	197,6
9.	Lom (Most)	0×	188,8
10.	Ostrava-Radvanice ZÚ (Ostrava-město)	0×	176,6
53.	Brno-Lány (Brno-město)	0×	29,8
54.	Brno-Tuřany (Brno-město)	0×	29,8
60.	Jihlava (Jihlava)	0×	20,2
61.	Churáňov (Prachatice)	0×	19,2

Oxid siřičitý



Trendy ročních charakteristik SO2 v České republice, 2008-2018

Oxid uhelnatý (CO)

Zvýšené koncentrace oxidu uhelnatého se vyskytují především na dopravně zatížených lokalitách. Dlouhodobě jsou však koncentrace CO v celé České republice hluboko pod imisním limitem.

Překročení 8h imisního limitu CO

- Nebyl v roce 2018 (stejně jako v roky předchozí) překročen na žádné stanici
- Ve srovnání s předchozím rokem byly koncentrace CO v roce 2018 nižší

Oxid uhelnatý

Max. denní 8h klouzavý průměr (imisní limit 10 mg/m³ = 10 000 µg/m³)

1.	Ostrava-Radvanice ZÚ (Ostrava-město)	3,9
2.	Vratimov (Ostrava-město)	2,3
3.	Tobolka-Čertovy schody (Beroun)	2,2
4.	Ostrava-Kunčičky (Ostrava-město)	2,2
5.	Ostrava-Hrabová (Ostrava-město)	2,1
6.	Ostrava-Mariánské Hory (Ostrava-město)	1,8
7.	Studénka (Nový Jičín)	1,7
8.	Beroun (Beroun)	1,6
9.	Tábor (Tábor)	1,6
10.	Ústí nad Labem – Všebořická (hot spot) (Ústí nad Labem)	1,6
13.	Brno-Úvoz (hot spot) (Brno-město)	1,2
17.	Jihlava (Jihlava)	0,7
18.	Košetice (Pelhřimov)	0,6

Těžké kovy

Olovo (Pb)

- Koncentrace v celé ČR dlouhodobě nízké

Kadmium (Cd)

- Dlouhodobě podlimitní koncentrace v celé ČR.

Arsen (As)

- Dlouhodobě nízké koncentrace s výjimkou Kladenska, území Prahy a Mostecka

Nikl (Ni)

- Dlouhodobě nízké v celé ČR

Roční imisní limit Pb, Cd, As, Ni

- Nebyl překročen na žádné z 52 lokalit měření

Pb

- Nejvyšší koncentrace v aglomeraci O/K/F-M

Cd

- Nejvyšší koncentrace na Jablonecku a Ostravsku, nejvíce zatížen Tanvald

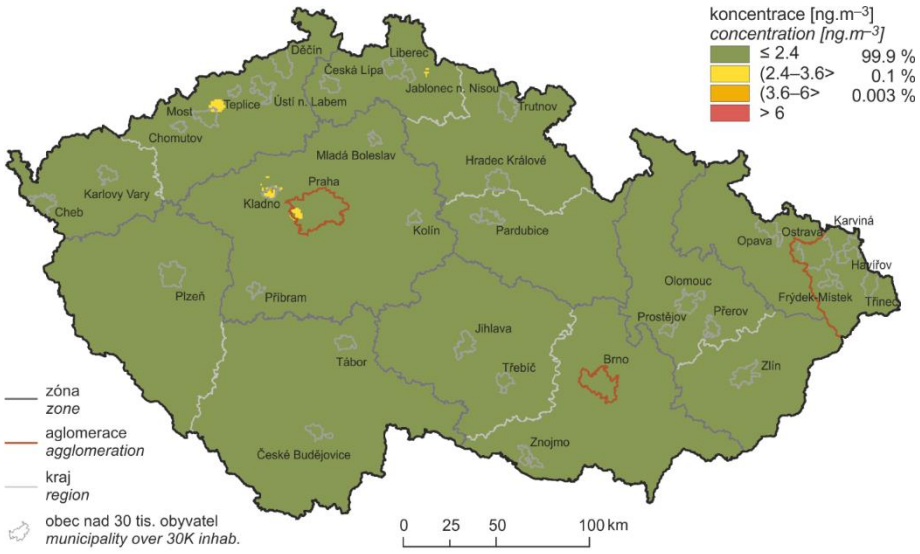
As

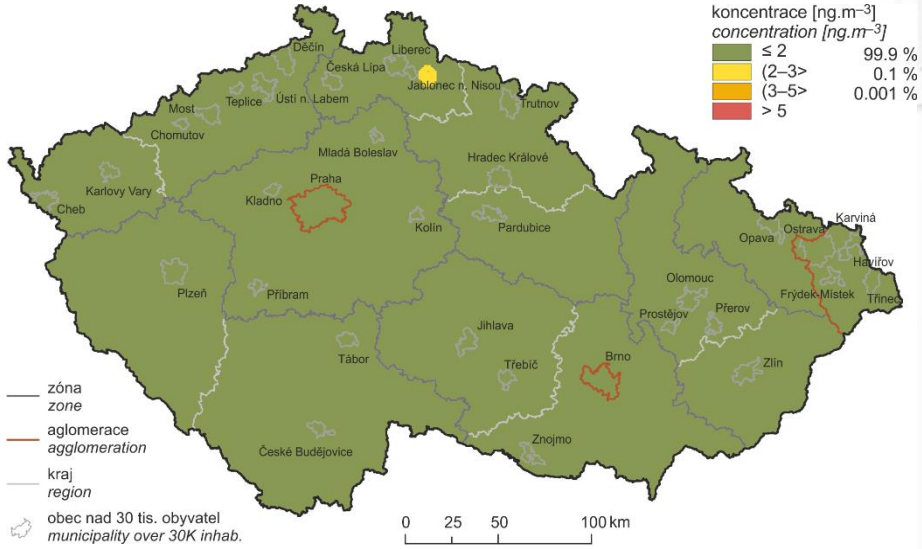
- Nejvyšší koncentrace na Kladensku, na území hl. města a Mostecku

Ni

- Nejvyšší koncentrace v aglomeraci O/K/F-M

As a Cd





Pole roční průměrné koncentrace As (vlevo) a kadmia (vpravo) v ovzduší, 2018

As

Těžké kovy - As

Průměrné roční koncentrace (imisní limit 5,0 ng/m³)

1.	Kladno-Švermov (Kladno)	3,9	
2.	Tanvald Školka (Jablonec nad Nisou)		3,4
3.	Kladno-Vrapice (Kladno)		3,4
4.	Stehelčeves (Kladno)		3,0
5.	Lom (Most)		2,6
6.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-město)		2,2
7.	Buštěhrad (Kladno)		2,1
8.	Ostrava-Mariánské Hory (Ostrava-město)		2,0
9.	Ostrava-Kunčičky (Ostrava-město)		2,0
10.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-město)		1,9
43.	Brno-Líšeň (Brno-město)		0,8
45.	Brno-Masná (Brno-město)		0,7
51.	Bílý Kříž (Frýdek-Místek)		0,5
52-	Churáňov (Prachatice)		0,3

Cd

Těžké kovy - Cd

Průměrné roční koncentrace (imisní limit 6,0 ng/m³)

1.	Tanvald-školka (Jablonec nad Nisou)	3,2
2.	Ostrava-Radvanice ZÚ (Ostrava-město)	1,0
3.	Souš (Jablonec nad Nisou)	0,7
4.	Ostrava-Radvanice OZO (Ostrava-město)	0,6
5.	Příbram-Březové Hory (Příbram)	0,6
6.	Ostrava-Kunčičky (Ostrava-město)	0,6
7.	Ostrava-Mariánské Hory (Ostrava-město)	0,5
8.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-město)	0,5
9.	Vratimov (Ostrava-město)	0,5
10.	Karviná ZÚ (Karviná)	0,4
32.	Brno-Masná (Brno-město)	0,2
36.	Brno-Líšeň (Brno-město)	0,2
51.	Košetice (Pelhřimov)	0,1
52.	Churáňov (Prachatice)	0,0

Těžké kovy - Ni

Průměrné roční koncentrace (imisní limit 20,0 ng/m³)

1.	Ostrava-Mariánské Hory (Ostrava-město)	4,0
2.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-město)	3,9
3.	Ostrava-Kunčičky (Ostrava-město)	3,8
4.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-město)	3,0
5.	Ostrava-Habrová (Ostrava-město)	2,9
6.	Ostrava-Radvanice ZÚ (Ostrava-město)	2,7
7.	Vratimov (Ostrava-město)	2,7
8.	Ostrava-Radvanice OZO (Ostrava-město)	2,4
9.	Olomouc-Hejčín (Olomouc)	2,3
10.	Karviná ZÚ (Karviná)	1,6
13.	Brno-Masná (Brno-město)	1,5
38.	Brno-Líšeň (Brno-město)	0,5
51.	Churáňov (Prachatice)	0,3
52.	Košetice (Pelhřimov)	0,3

Pb

Těžké kovy - Pb

Průměrné roční koncentrace (imisní limit 500,0 ng/m^3)

1.	Ostrava-Radvanice ZÚ (Ostrava-město)	47
2.	Ostrava-Radvanice OZO (Ostrava-město)	28
3.	Příbram-Březové Hory (Příbram)	27
4.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-město)	21
5.	Vratimov (Ostrava-město)	21
6.	Ostrava-Mariánské Hory (Ostrava-město)	20
7.	Ostrava-Kunčičky (Ostrava-město)	19
8.	Karviná ZÚ (Karviná)	18
9.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-město)	18
10.	Český Těšín (Karviná)	18
23.	Brno-Masná (Brno-město)	7
34.	Brno-Líšeň (Brno-město)	6
51.	Košetice (Pelhřimov)	3
52.	Churáňov (Prachatice)	2

Benzen (C_6H_6)

Koncentrace benzenu jsou dlouhodobě na území ČR výrazně podlimitní, s výjimkou aglomerace O/K/F-M.

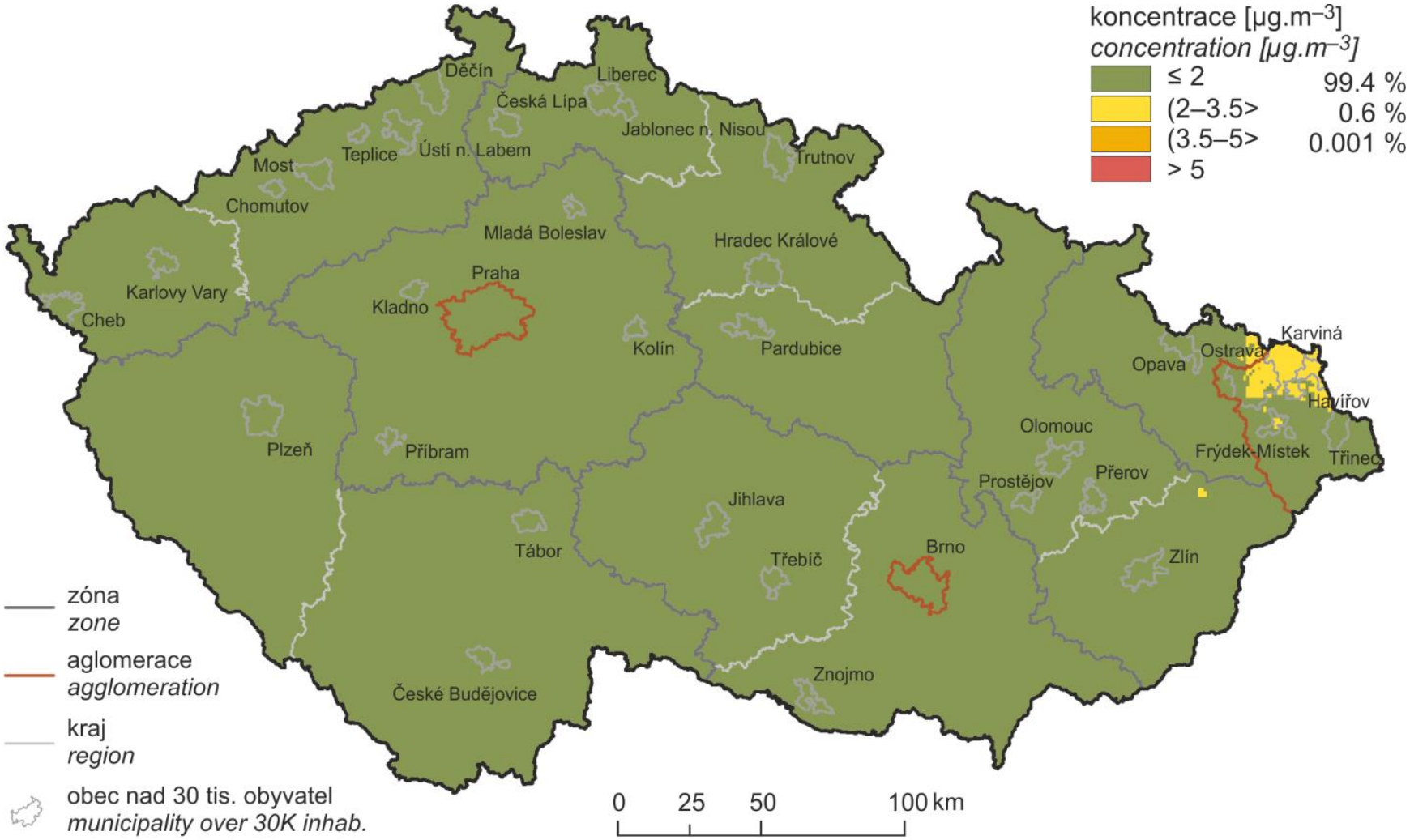
Nejproblematičtější lokality:

- Ostravsko – nejvýznamnějšími zdroji zde jsou místní koksárenské provozy a chemická výroba v BorsodChem MCHZ, s. r. o.

Překročení ročního imisního limitu benzenu

- 3 % stanic (1/35)
  průmyslová lokalita Ostrava-Přívoz

BENZEN



Pole roční průměrné koncentrace benzenu, 2018

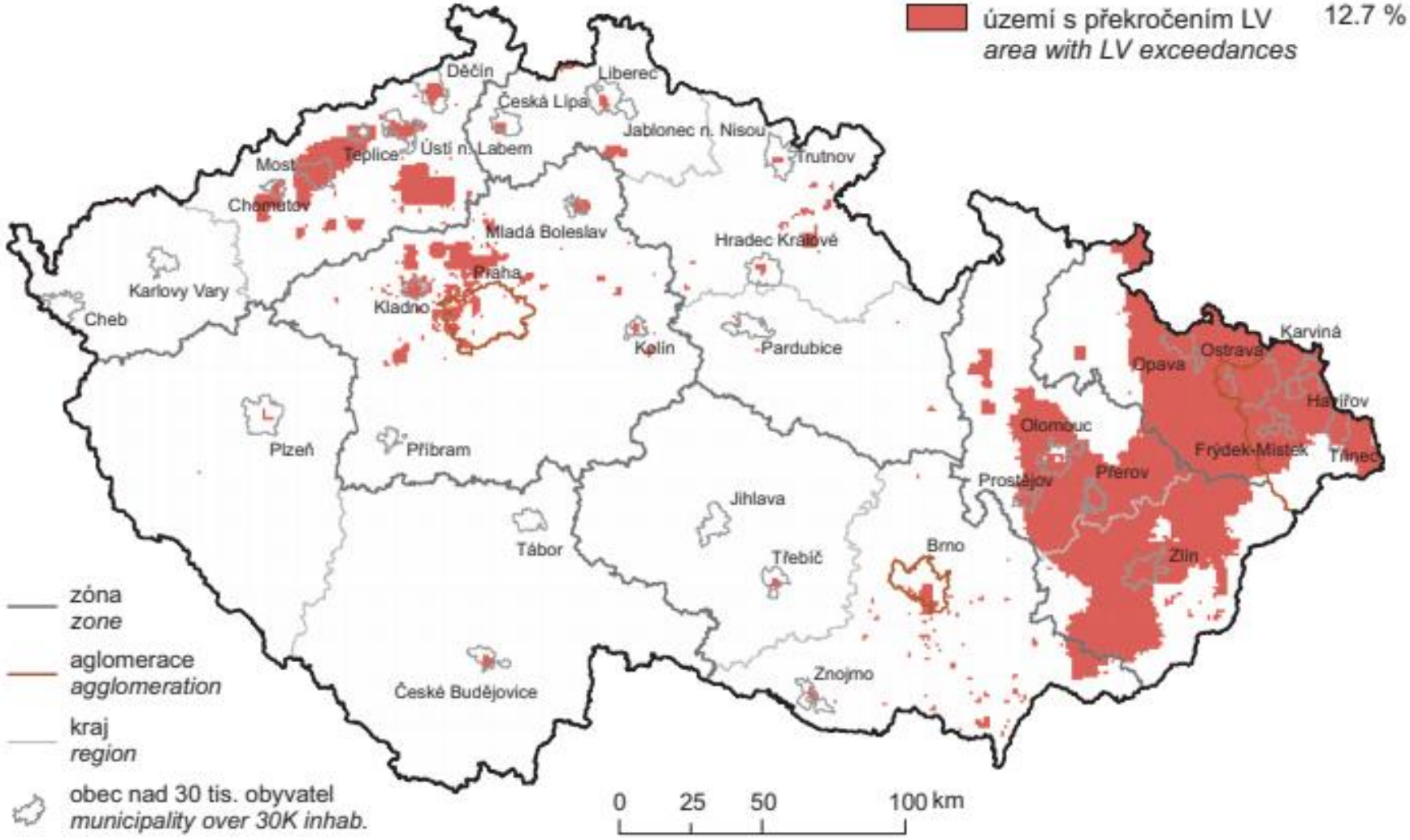
BENZEN

Roční průměrná koncentrace (imisní limit 5 µg/m³)

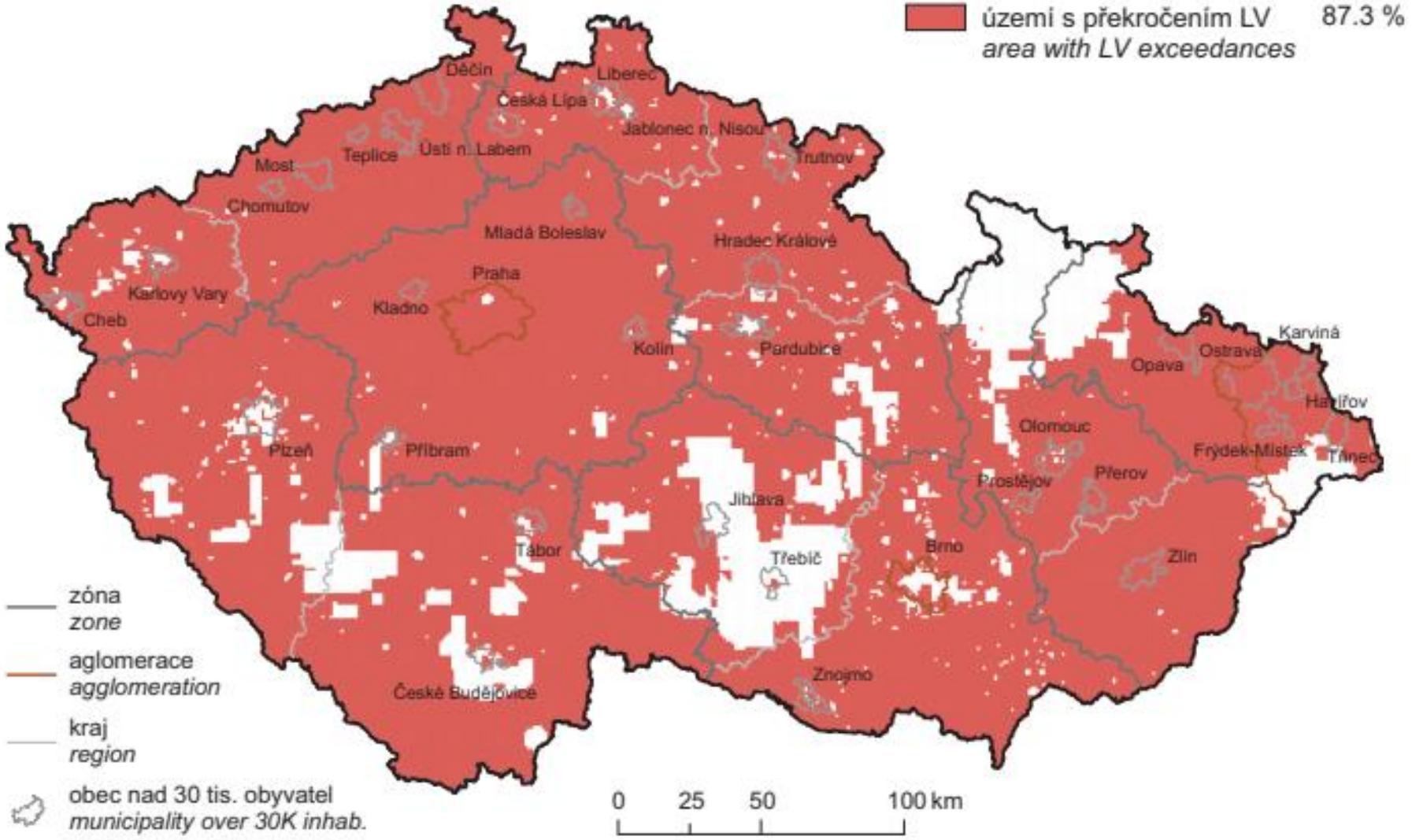
1.	Ostrava-Přívoz (Ostrava-město)		5,1
2.	Ostrava-Radvanice ZÚ (Ostrava-město)		3,3
3.	Ostrava-Českobratrská (hot spot) (Ostrava-město)		2,8
4.	Ostrava-Radvanice OZO (Ostrava-město)		2,8
5.	Ostrava-Fifejdy (Ostrava-město)		2,7
6.	Věřňovice (Karviná)		2,6
7.	Valašské Meziříčí (Vsetín)		2,4
8.	Ostrava-Mariánské Hory (Ostrava-město)		2,3
9.	Ostrava-Kunčičky (Ostrava-město)		2,1
10.	Vratimov (Ostrava-město)	2,0	
11.	Ostrava-Hrabová (Ostrava-město)		1,7
12.	Ostrava-Poruba (Ostrava-město)		1,6
23.	Brno-Dětská nemocnice (Brno-město)		1,2
26.	Brno-Úvoz (hot spot) (Brno-město)		1,1
34.	Cheb (Cheb)		0,8
35.	Rudolice v Horách (Most)		0,7

PŘEKROČENÉ IMISNÍ LIMITY

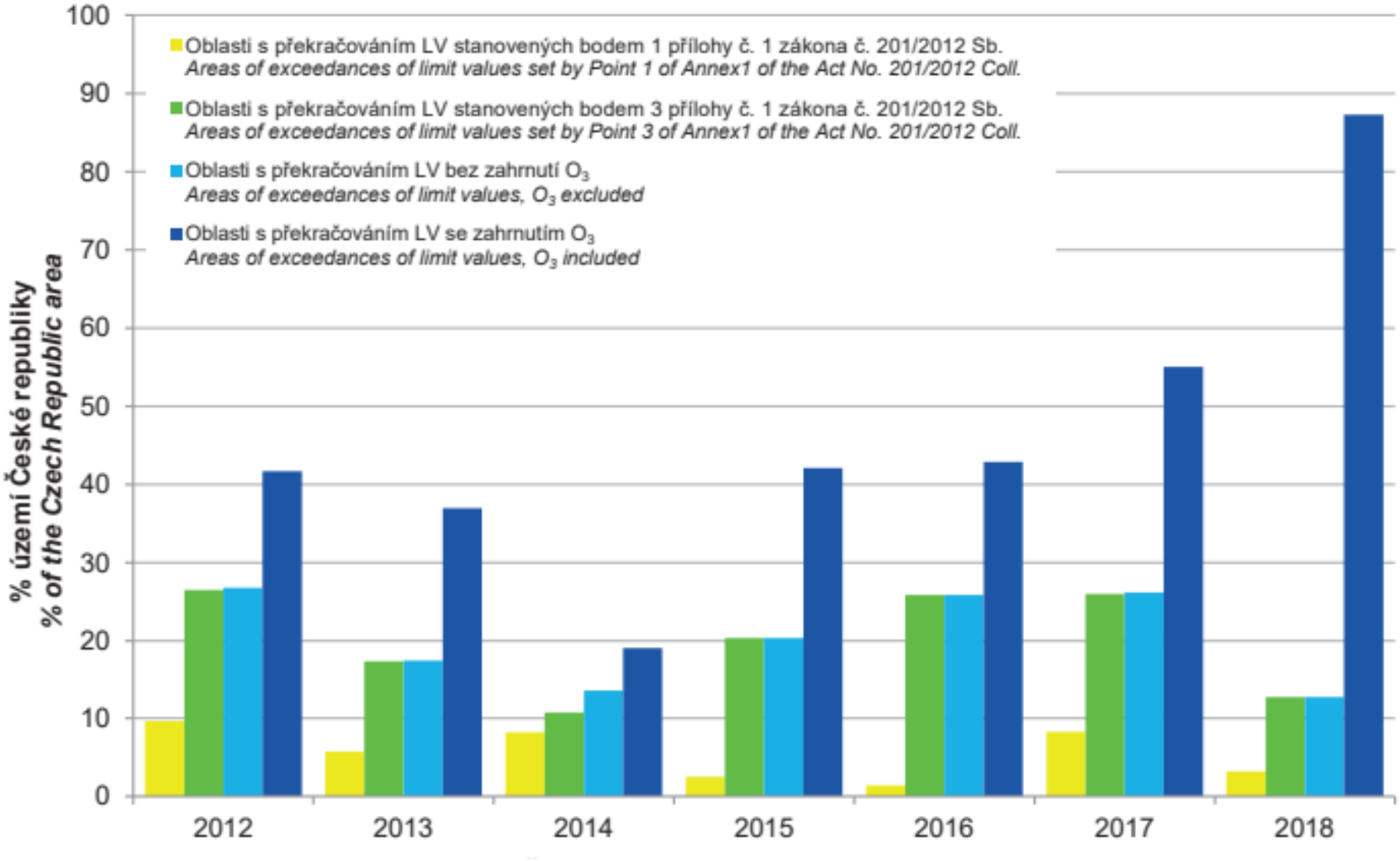
bez přízemního ozonu



PŘEKROČENÉ IMISNÍ LIMITY



PŘEKROČENÉ IMISNÍ LIMITY



Evropa

- Evropská agentura pro životní prostředí (European Environment Agency, EEA)
  - Zapojení ČHMÚ (project managers pro mapování a kontroly emisní databáze)
- Hlavními problematickými látkami v Evropě jsou suspendované částice, přízemní ozon, oxidy dusíku a koncentrace benzo[a]pyrenu.
- Mezi nejproblematičtější lokality v Evropě patří severní část Itálie a Polsko, některé Balkánské země co se suspendovaných částic týče, jih Evropy je pak vystaven největší zátěži vysokých koncentrací přízemního ozonu. Vysoké koncentrace oxidů dusíku jsou pozorovány ve velkých městech vlivem velmi intenzivní dopravy.

European Environment Agency

EVROPA

Procento populace v EU-28 vystavené koncentracím vybraných znečišťujících látek nad hodnotu patřičného EU nebo WHO limitu (2015-2017).

Látka	EU referenční hodnota	Expozice populace (%)	WHO AQG	Expozice populace (%)
PM_{10}	50 µg/m³ (den)	13-19	20 µg/m³ (rok)	42-52
$PM_{2,5}$	25 µg/m³ (rok)	6-8	10 µg/m³ (rok)	74-81
O_3	120 µg/m³ (8h)	12-29	100 µg/m³ (8h)	95-98
NO_2	40 µg/m³ (rok)	7-8	40 µg/m³ (rok)	7-8
BaP	1 ng/m³ (rok)	17-20	0,12 ng/m³ (rok)	83-90
SO_2	125 µg/m³ (rok)	< 1	20 µg/m³ (den)	21-31

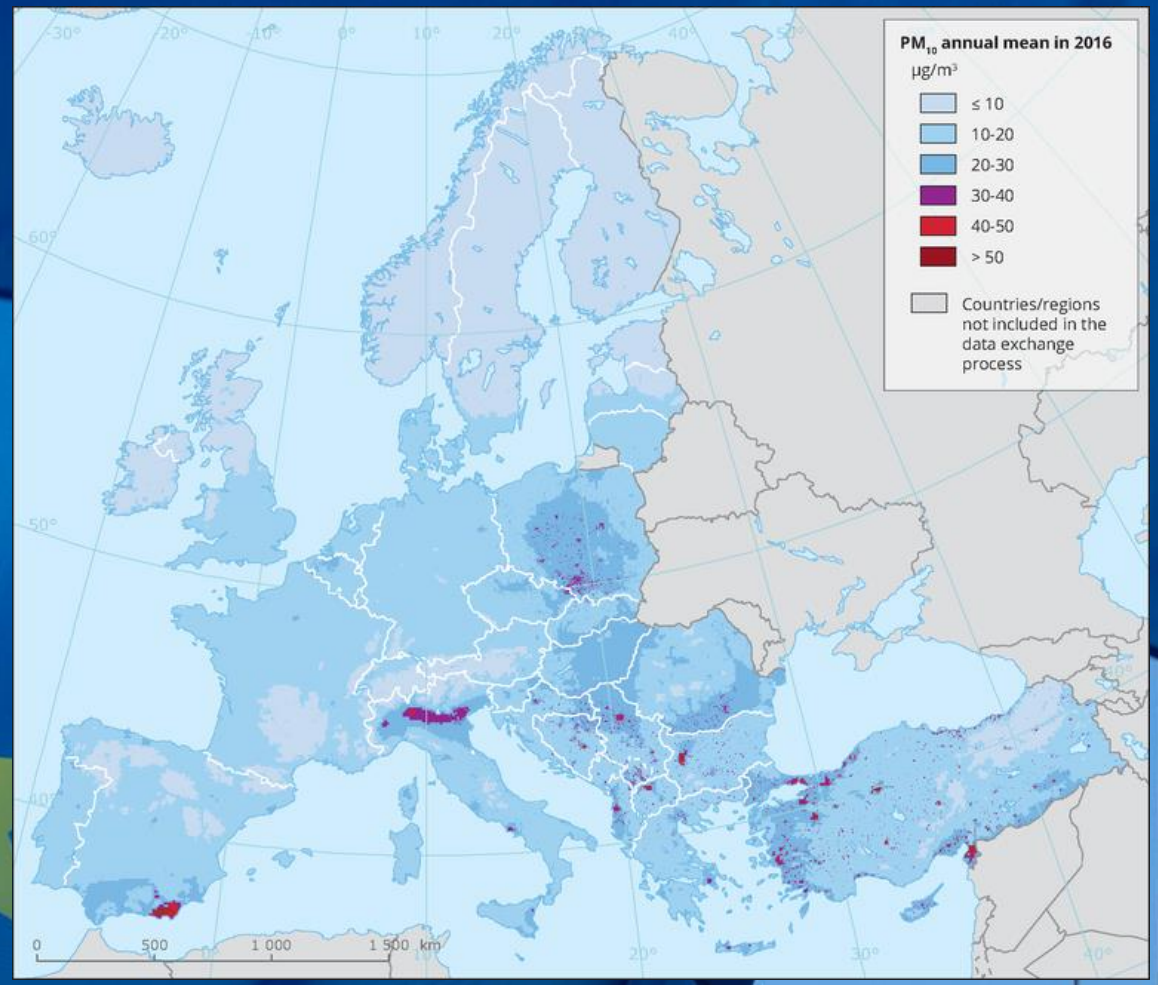
EVROPA
SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE

European Environment Agency

Koncentrace překračovaly v roce 2017 na řadě míst v Evropě imisní limity.

- PM_{10} – 22 % stanic (646/2886) v 17 zemích EU-28 a 6 dalších reportujících zemích
- $PM_{2,5}$ – 7 % stanic (98/1396) v 7 zemích EU-28 a 3 dalších reportujících zemích
- Dlouhodobý WHO AQG pro PM_{10} překročen na 51 % stanic (1497/2927), ve všech zemích kromě Estonska, Finska a Irska. U $PM_{2,5}$ WHO AQG to bylo 69 % stanic ve všech zemích kromě Estonska, Finska a Norska.
- 17 % městské populace v EU-28 bylo vystaveno vyšším hodnotám PM_{10} než stanovuje roční EU limit, u $PM_{2,5}$ to bylo přibližně 8 % populace.

Ač je od roku 2006 pozorován klesající trend koncentrací $PM_{2,5}$, dosahovat koncentrací podlimitních se na řadě míst stále nedaří.



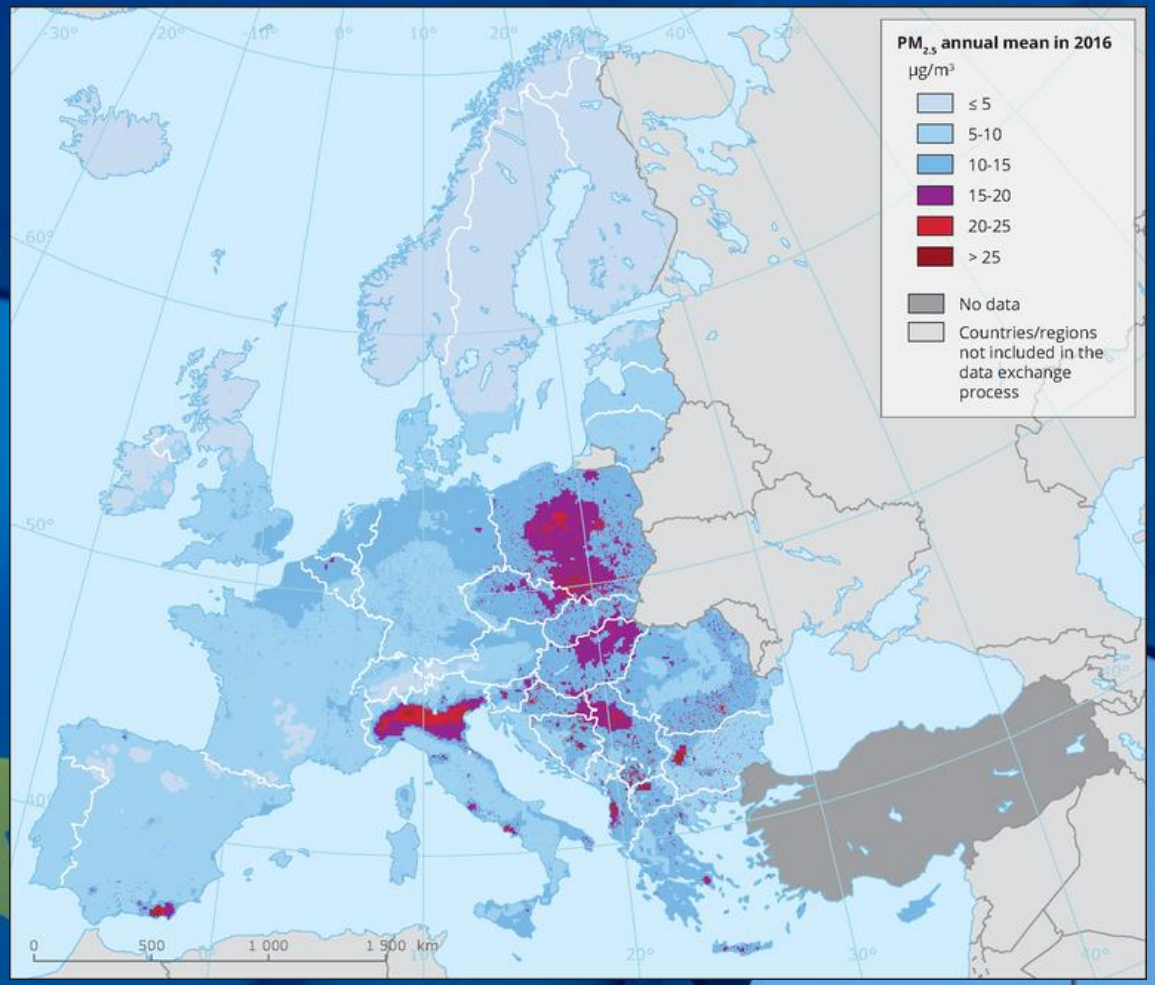
EVROPA
SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE

European Environment Agency

Koncentrace překračovaly v roce 2017 na řadě míst v Evropě imisní limity.

- PM_{10} – 22 % stanic (646/2886) v 17 zemích EU-28 a 6 dalších reportujících zemích
- $PM_{2,5}$ – 7 % stanic (98/1396) v 7 zemích EU-28 a 3 dalších reportujících zemích
- Dlouhodobý WHO AQG pro PM_{10} překročen na 51 % stanic (1497/2927), ve všech zemích kromě Estonska, Finska a Irska. U $PM_{2,5}$ WHO AQG to bylo 69 % stanic ve všech zemích kromě Estonska, Finska a Norska.
- 17 % městské populace v EU-28 bylo vystaveno vyšším hodnotám PM_{10} než stanovuje roční EU limit, u $PM_{2,5}$ to bylo přibližně 8 % populace.

Ač je od roku 2006 pozorován klesající trend koncentrací $PM_{2,5}$, dosahovat koncentrací podlimitních se na řadě míst stále nedaří.

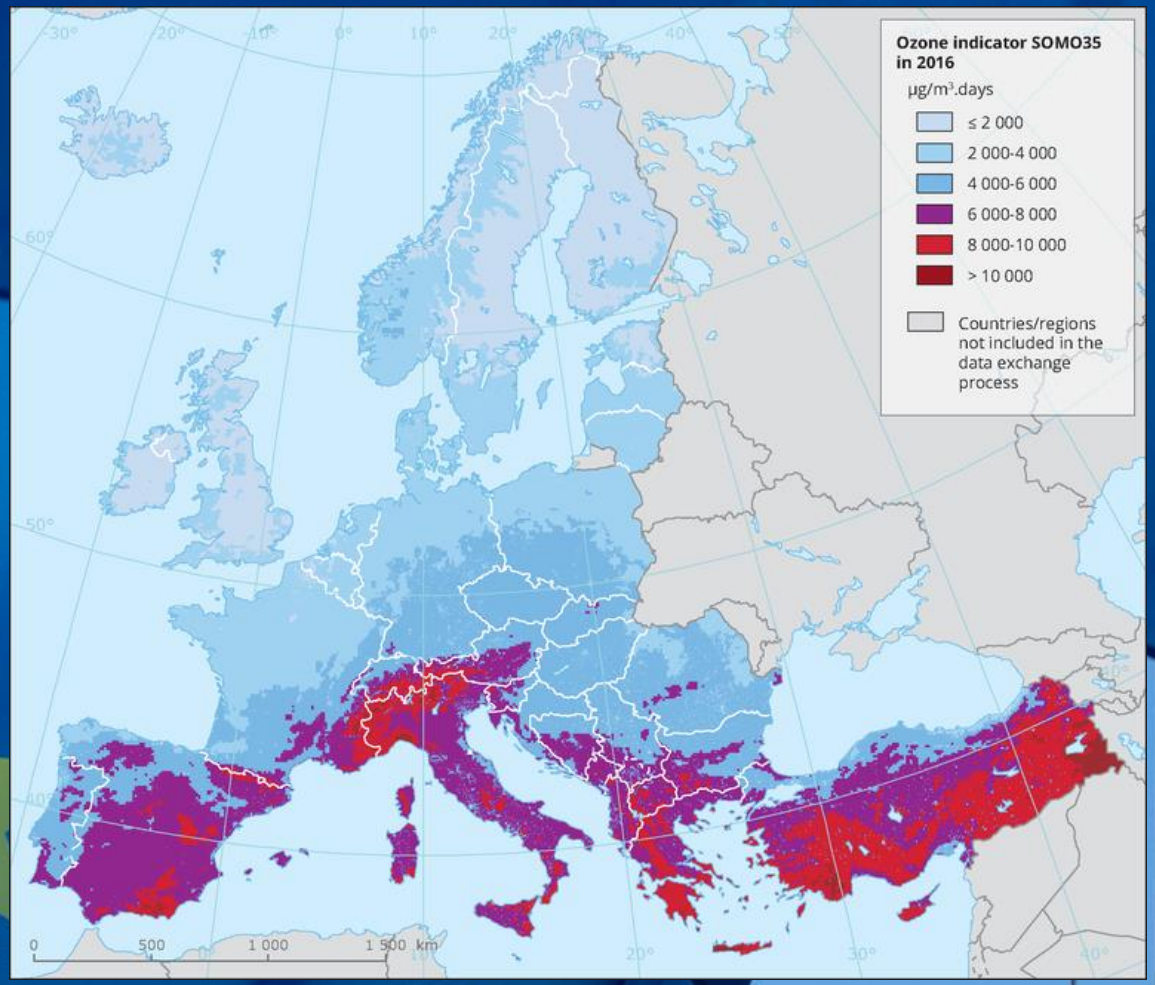


European Environment Agency

Evropa
Přízemní ozon

Koncentrace překračovaly v roce 2017 na řadě míst v Evropě imisní limity.

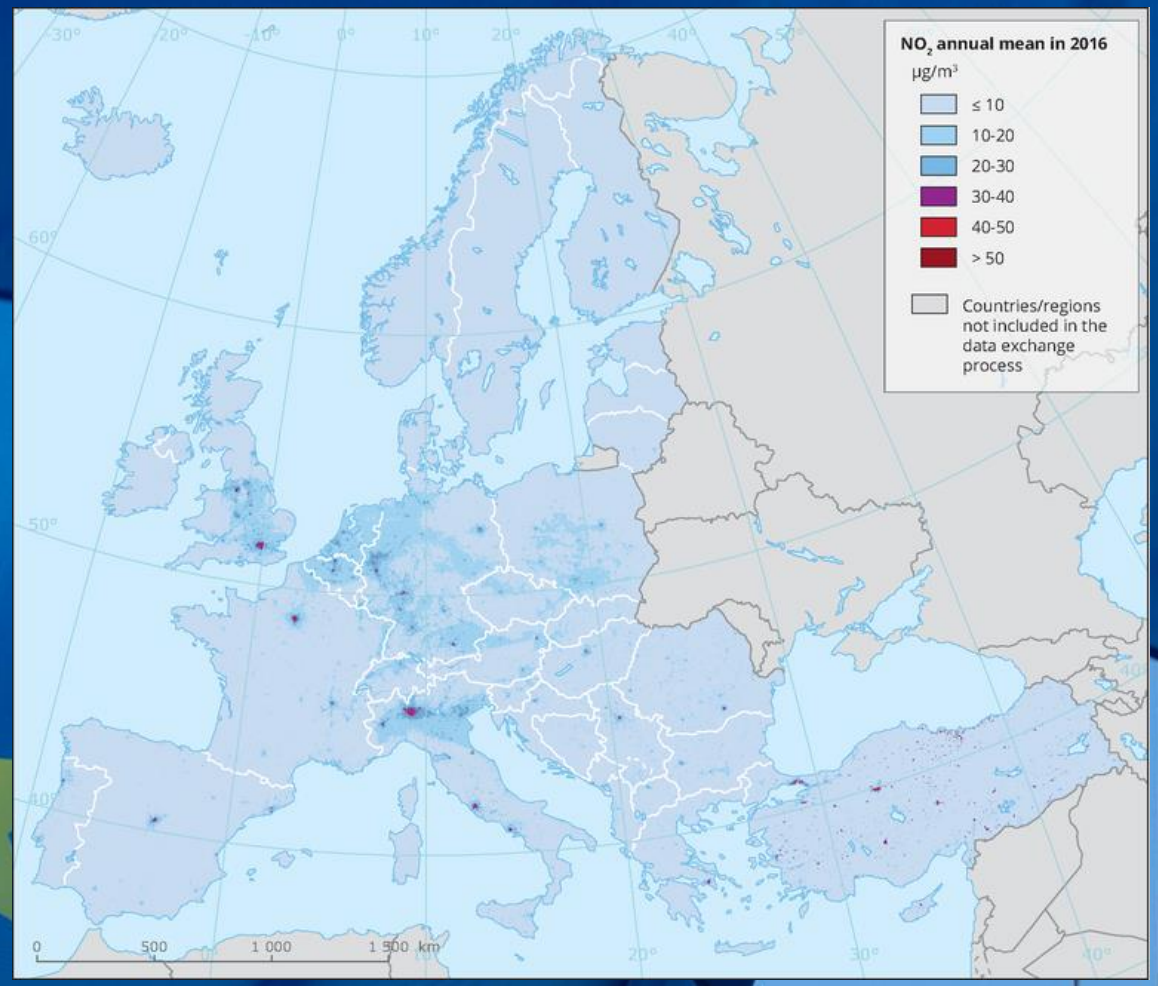
- 20 % stanic (378/1903) zaznamenalo v roce 2017 nadlimitní koncentrace přízemního ozonu (17/28 zemí a 6 dalších reportujících zemí).
- Dlouhodobá cílová hodnota byla splněna pouze na 18 % stanic (337).
- V roce 2017 byla populační expozice nadlimitním koncentracím přízemního ozonu více než 95 % v případě limitu WHO, kolem 14 % v případě limitu EU.



Evropa
Oxid dusičitý

Koncentrace překračovaly v roce 2017 na řadě míst v Evropě imisní limity, přestože se plošně průměrné koncentrace NO_2 postupně daří snižovat.

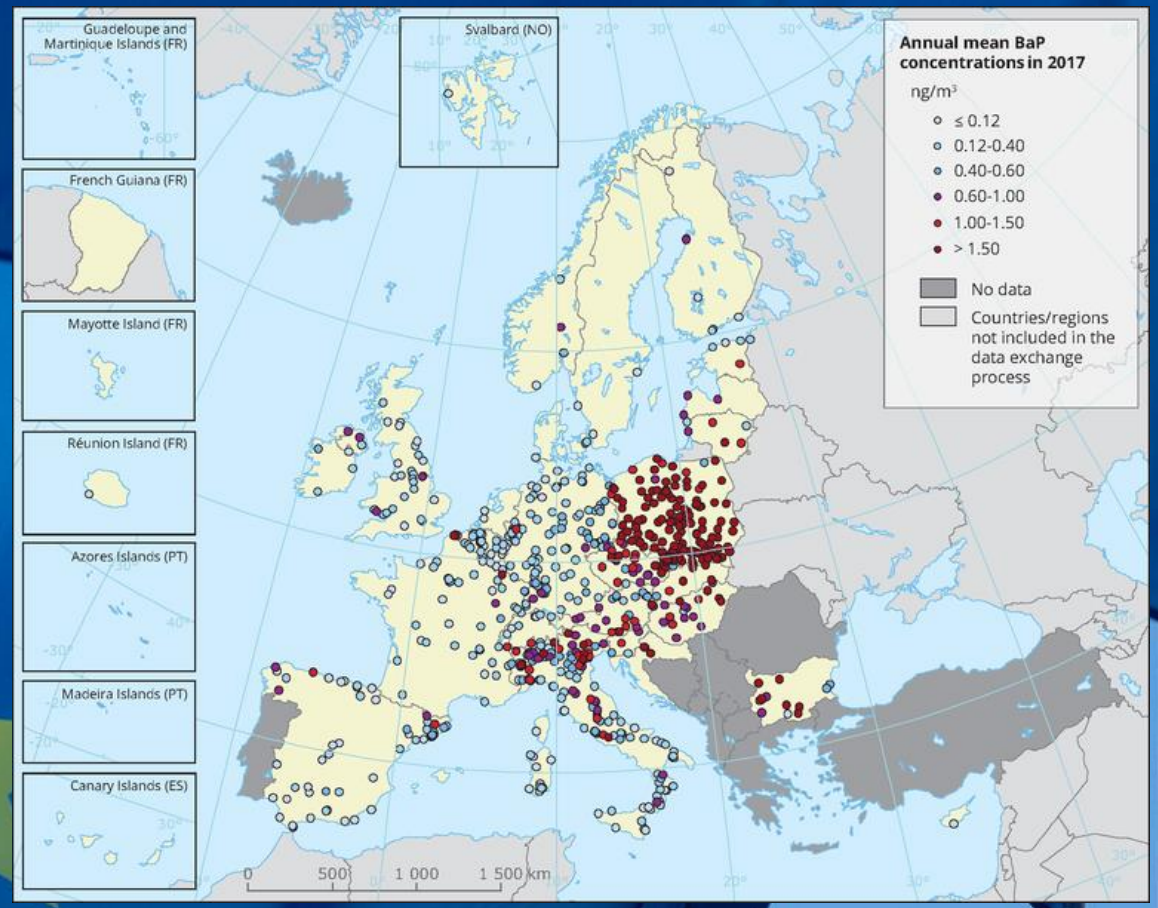
- 10 % stanic (329/3260) zaznamenalo v roce 2017 nadlimitní koncentrace NO_2 v 16 zemích z EU-28 a čtyř dalších reportujících zemích.
- 86 % ze stanic s nadlimitními koncentracemi NO_2 byly stanice dopravní



Evropa
Benzo[a]pyren

Koncentrace překračovaly v roce 2017 na řadě míst v Evropě imisní limity.

- 31 % stanic (218/712) zaznamenalo v roce 2017 koncentrace BaP nad 1 ng/m^3, a to ve 13 zemích EU-28 a dvou dalších reportujících zemích.



DĚKUJI ZA POZORNOST

Mgr. Jáchym Brzezina
vedoucí oddělení kvality ovzduší, Český hydrometeorologický ústav Brno
jachym.brzezina@chmi.cz
+420 737 387 741

Typy zdrojů

Mgr. Jáchym Brzezina

vedoucí oddělení kvality ovzduší, Český hydrometeorologický ústav Brno

ZÁKLADNÍ POJMY

Emise – množství a typy látek vypuštěné do ovzduší konkrétním zdrojem

- **emisní limit**

Imise – množství a typy znečišťujících látek pozorovaných v konkrétní lokalitě (souhrn látek z velkého množství zdrojů)

- imisní limit

ZÁKLADNÍ POJMY

Stacionární zdroj - ucelená technicky dále nedělitelná stacionární technická jednotka nebo činnost, která znečišťuje nebo by mohla znečišťovat, nejde-li o stacionární technickou jednotku používanou pouze k výzkumu, vývoji nebo zkoušení nových výrobků a procesů.

Mobilní zdroj – mobilní (pohybující se) zdroj znečištění ovzduší (primárně silniční i nesilniční dopravní prostředky, ale například také stavební stroje, motorové sekačky, vysokozdvižné vozíky, sněžné skútry a pluhy, zemědělské a lesnické stroje, přemístitelné kompresory, pojízdné dieselové agregáty apod.)

Základní pojmy

Antropogenní zdroj – primárně vytvořeny či způsobeny lidským faktorem (např. spalování fosilních paliv, stavební činnost, kouření, geologická činnost, vojenská činnost, těžba nerostných surovin, skládkování, zemědělské práce atd.)

Přírodní zdroj – přirozené zdroje znečištění ovzduší na Zemi (např. eroze půdy, lesní požáry, sopečné erupce, víření prachu a písku, vegetace, fauna apod.)

Ne vždy lze jednoznačně říci, zda se jedná o zdroj antropogenní nebo přirozený (např. metan vylučovaný krávami, resuspenze).

REZZO

Registr emisí a zdrojů znečišťování ovzduší eviduje zdroje znečišťujících látek v ovzduší.

REZZO I – velké stacionární zdroje zařízení ke spalování paliv (tepelný výkon > 5 MW) a zařízení zvlášť závažných technologických procesů. Povinnost aktualizovat data každoročně, kontrola ČIŽP.

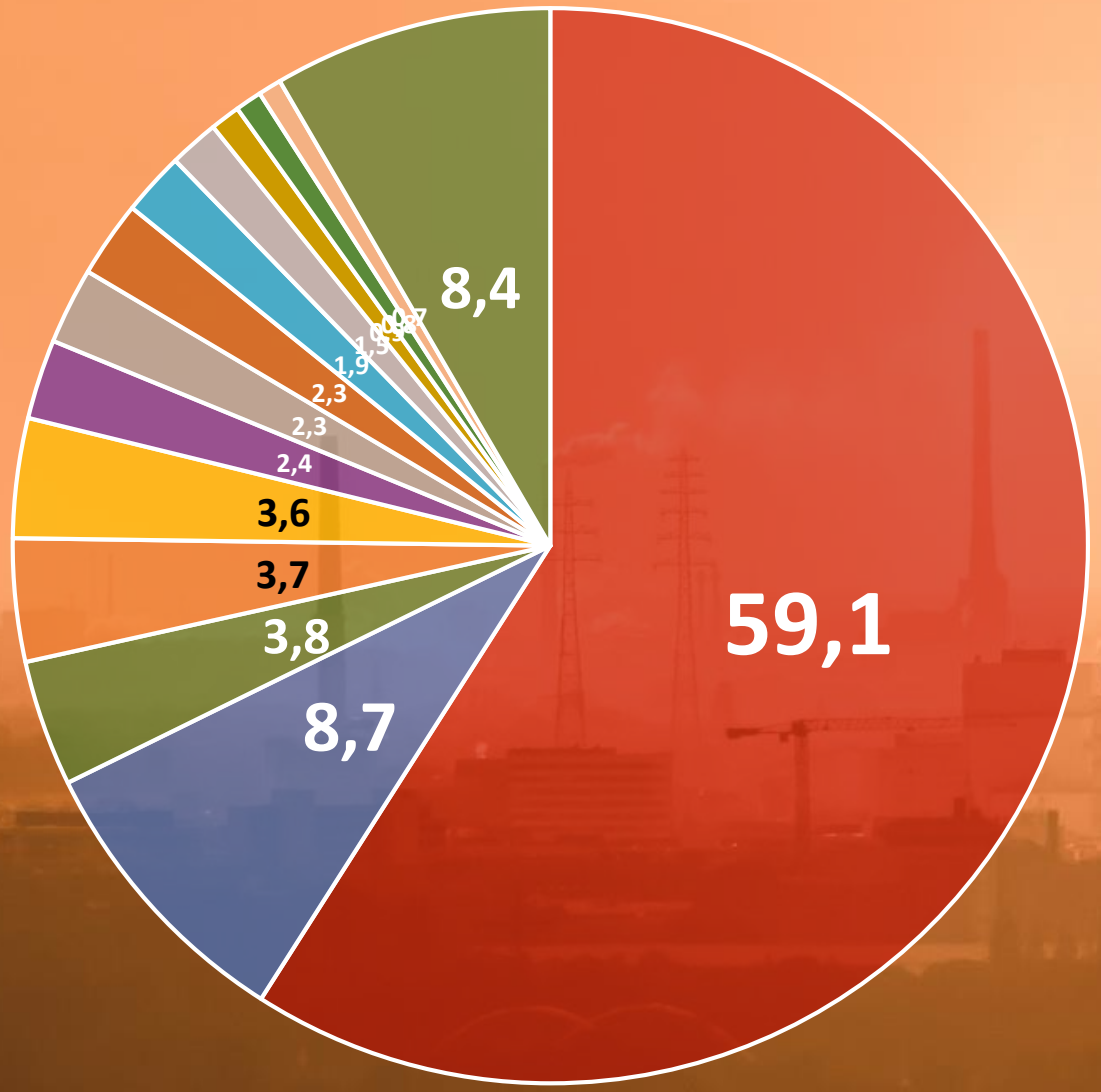
REZZO II – střední stacionární zdroje zařízení ke spalování paliv (tepelný výkon 0,2 až 5 MW) a zařízení závažných technologických procesů, uhelné lomy atd.

REZZO III – malé stacionární zdroje zařízení ke spalování paliv (tepelný výkon < 0,2 MW) a zařízení technologických procesů nespadajících do kategorie I a II. Sledují se hromadně.

REZZO IV – mobilní zdroje

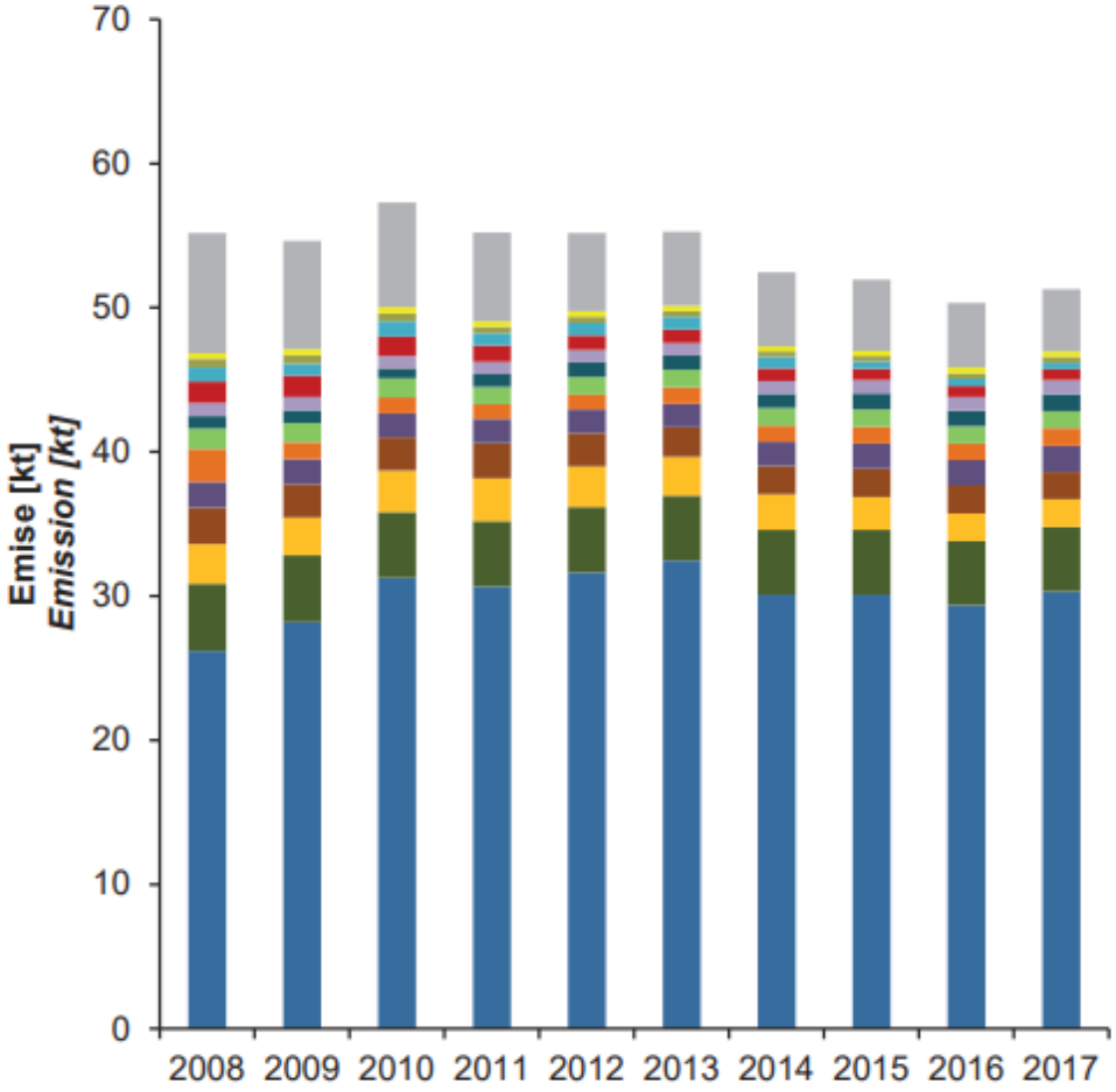
Emisní bilance 2017

Suspendované částice PM_{10}



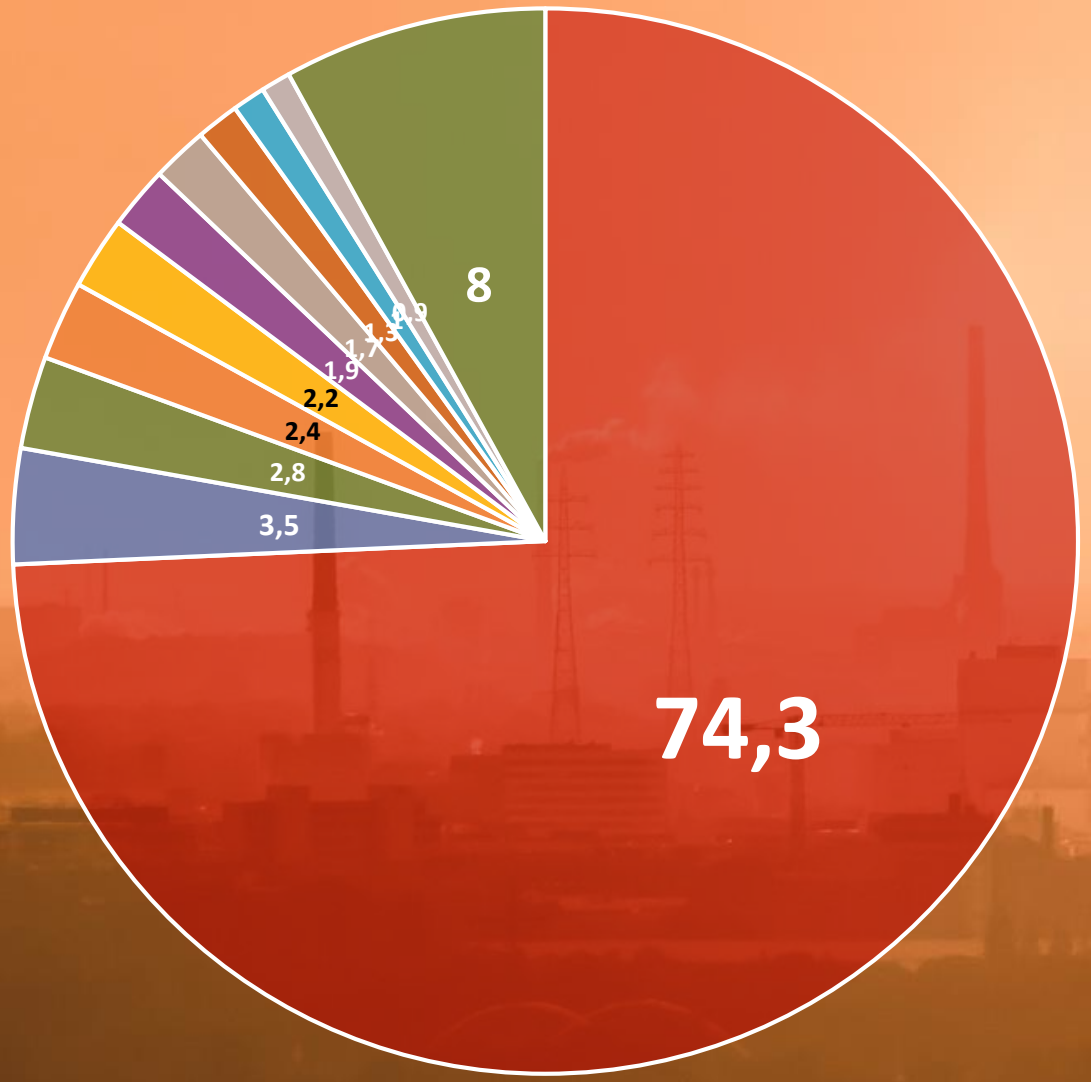
59,1 %	Lokální vytápění domácností
8,7 %	Polní práce (orba, sklizeň)
3,8 %	Veřejná energetika a výroba tepla
3,7 %	Fugitivní emise z pevných paliv
3,6 %	Silniční doprava (otěry pneumatik a brzd)
2,4 %	Těžba nerostných surovin (kromě uhlí)
2,3 %	Zemědělství, lesnictví, rybolov (nesilniční vozidla a ostatní stroje)
2,3 %	Ostatní zdroje
1,9 %	Silniční doprava (abraze vozovek)
1,5 %	Silniční doprava (osobní aut.)
0,9 %	Výroba železa a oceli
0,8 %	Výstavba a demolice

Suspendované částice PM_{10}



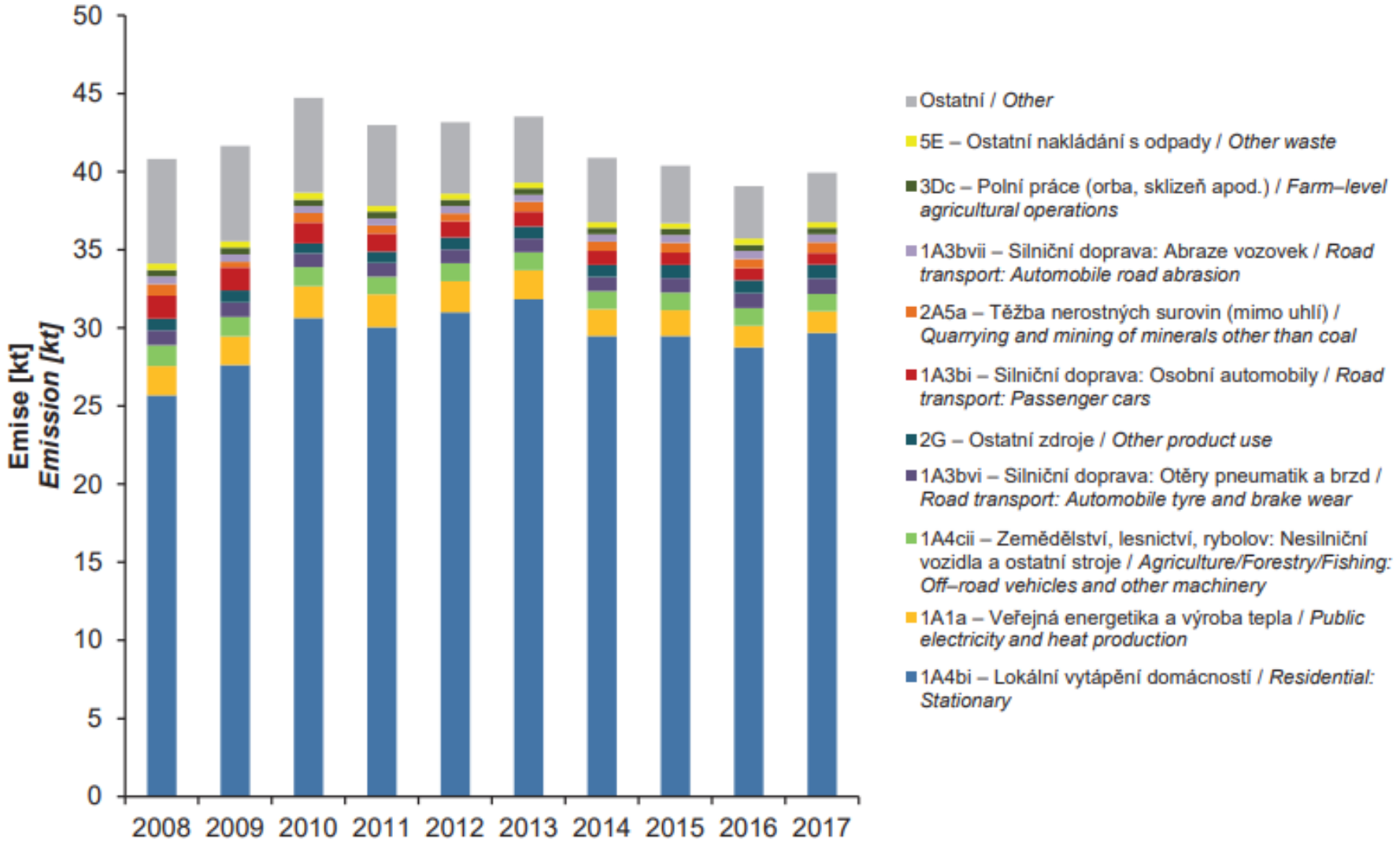
- Ostatní / *Other*
- 5E – Ostatní nakládání s odpady / *Other waste*
- 2A5b – Výstavba a demolice / *Construction and demolition*
- 2C1 – Výroba železa a oceli / *Iron and steel production*
- 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily / *Road transport: Passenger cars*
- 1A3bvii – Silniční doprava: Abraze vozovek / *Road transport: Automobile road abrasion*
- 2G – Ostatní zdroje / *Other product use*
- 1A4cii – Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje / *Agriculture/Forestry/Fishing: Off–road vehicles and other machinery*
- 2A5a – Těžba nerostných surovin (mimo uhlí) / *Quarrying and mining of minerals other than coal*
- 1A3bvi – Silniční doprava: Otěry pneumatik a brzd / *Road transport: Automobile tyre and brake wear*
- 1B1a – Fugitivní emise z pevných paliv: Těžba a manipulace s uhlím / *Fugitive emission from solid fuels: Coal mining and handling*
- 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla / *Public electricity and heat production*
- 3Dc – Polní práce (orba, sklizeň apod.) / *Farm–level agricultural operations*
- 1A4bi – Lokální vytápění domácností / *Residential: Stationary*

SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE $PM_{2,5}$



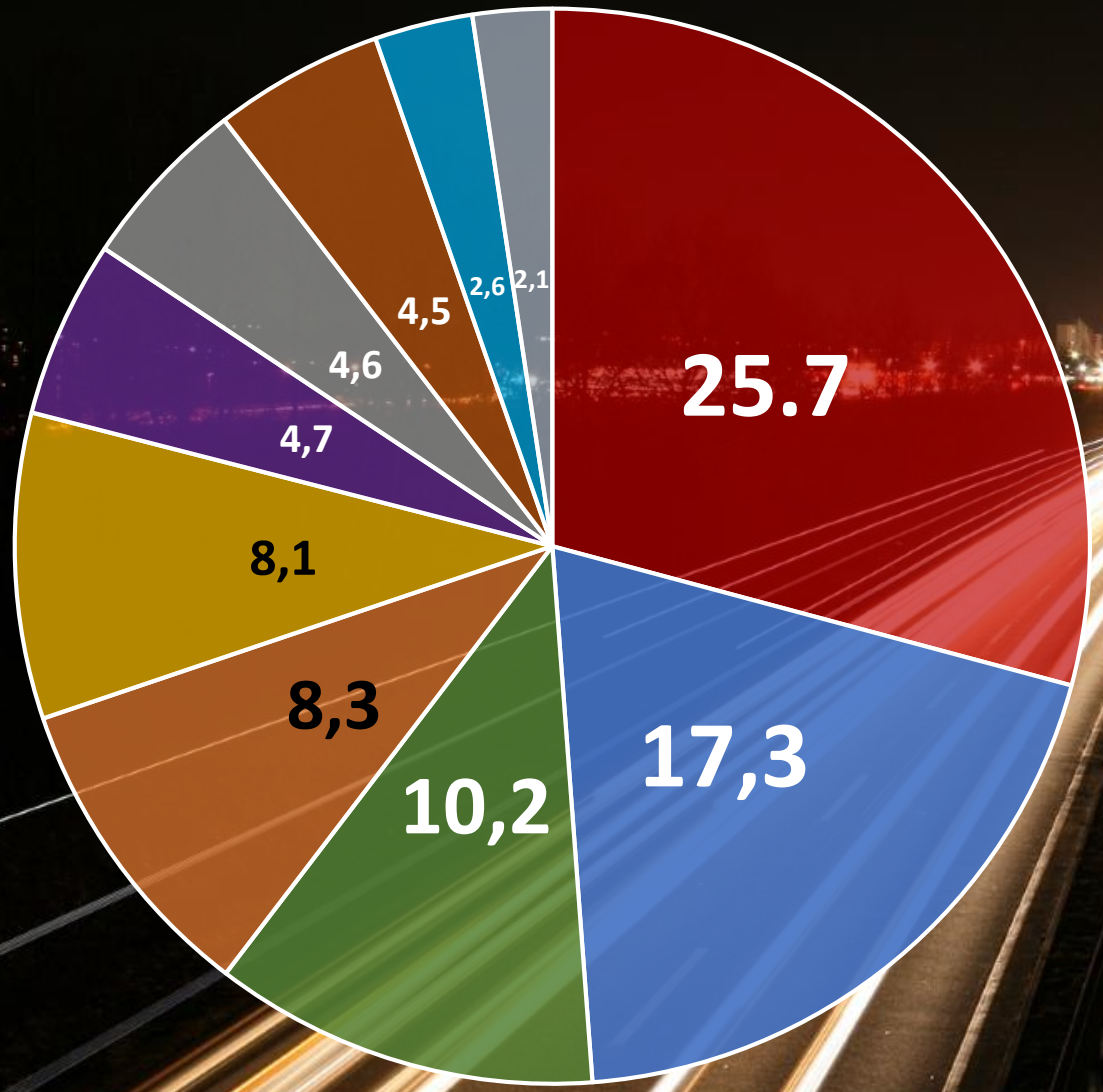
74,3 %	Lokální vytápění domácností
3,5 %	Veřejná energetika a výroba tepla
2,8 %	Zemědělství, lesnictví, rybolov (nesilniční vozidla a ostatní stroje)
2,4 %	Silniční doprava (otěry pneumatik a brzd)
2,2 %	Ostatní zdroje
1,9 %	Silniční doprava (osobní aut.)
1,7 %	Těžba nerostných surovin (kromě uhlí)
1,3 %	Silniční doprava (abraze vozovek)
1,0 %	Polní práce (orba, sklizeň)
0,9 %	Ostatní nakládání s odpady
8.0 %	Ostatní

Suspendované částice $PM_{2,5}$



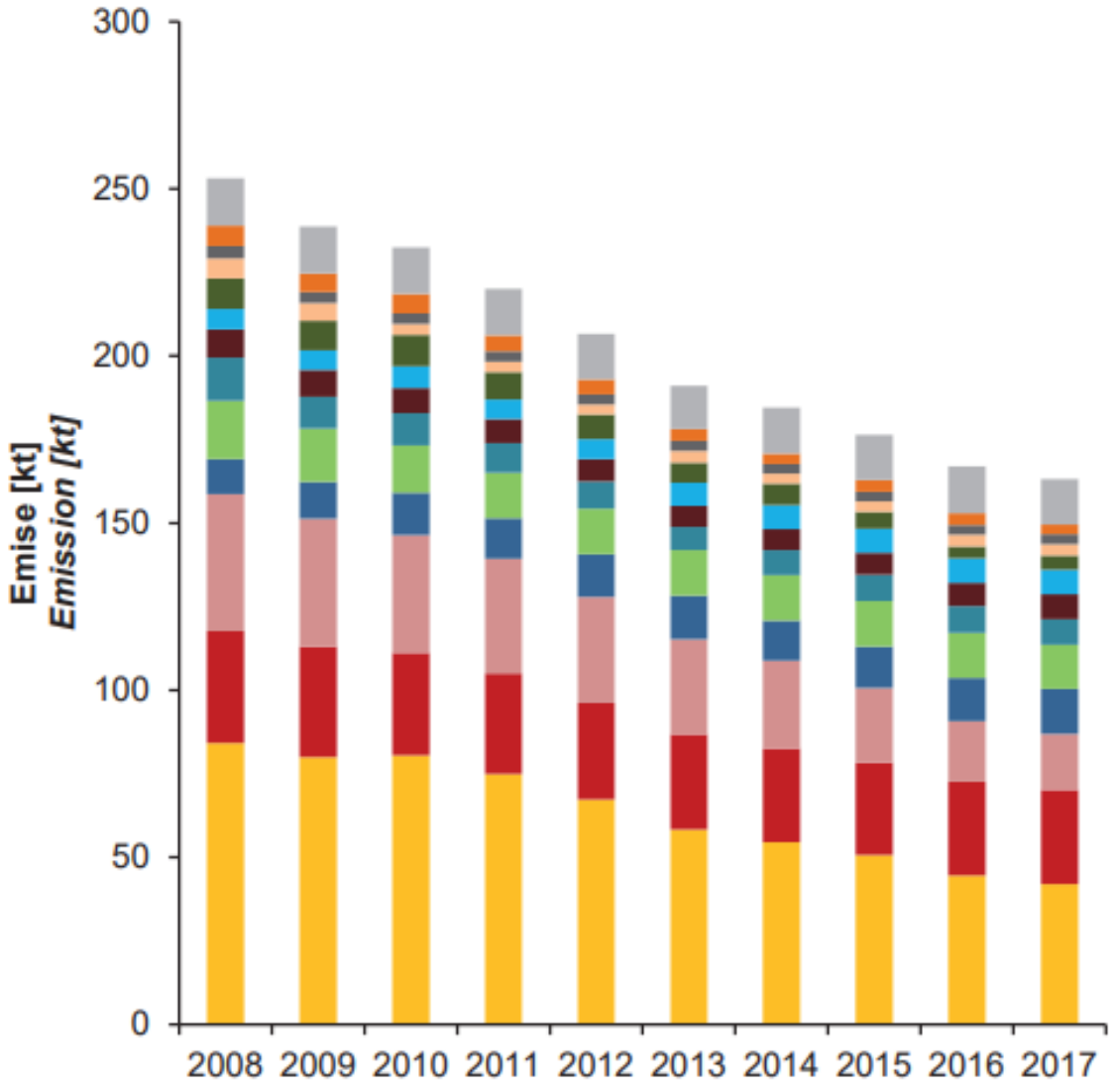
- Ostatní / *Other*
- 5E – Ostatní nakládání s odpady / *Other waste*
- 3Dc – Polní práce (orba, sklizeň apod.) / *Farm–level agricultural operations*
- 1A3bvii – Silniční doprava: Abraze vozovek / *Road transport: Automobile road abrasion*
- 2A5a – Těžba nerostných surovin (mimo uhlí) / *Quarrying and mining of minerals other than coal*
- 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily / *Road transport: Passenger cars*
- 2G – Ostatní zdroje / *Other product use*
- 1A3bvi – Silniční doprava: Otěry pneumatik a brzd / *Road transport: Automobile tyre and brake wear*
- 1A4cii – Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje / *Agriculture/Forestry/Fishing: Off–road vehicles and other machinery*
- 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla / *Public electricity and heat production*
- 1A4bi – Lokální vytápění domácností / *Residential: Stationary*

Oxidy dusíku



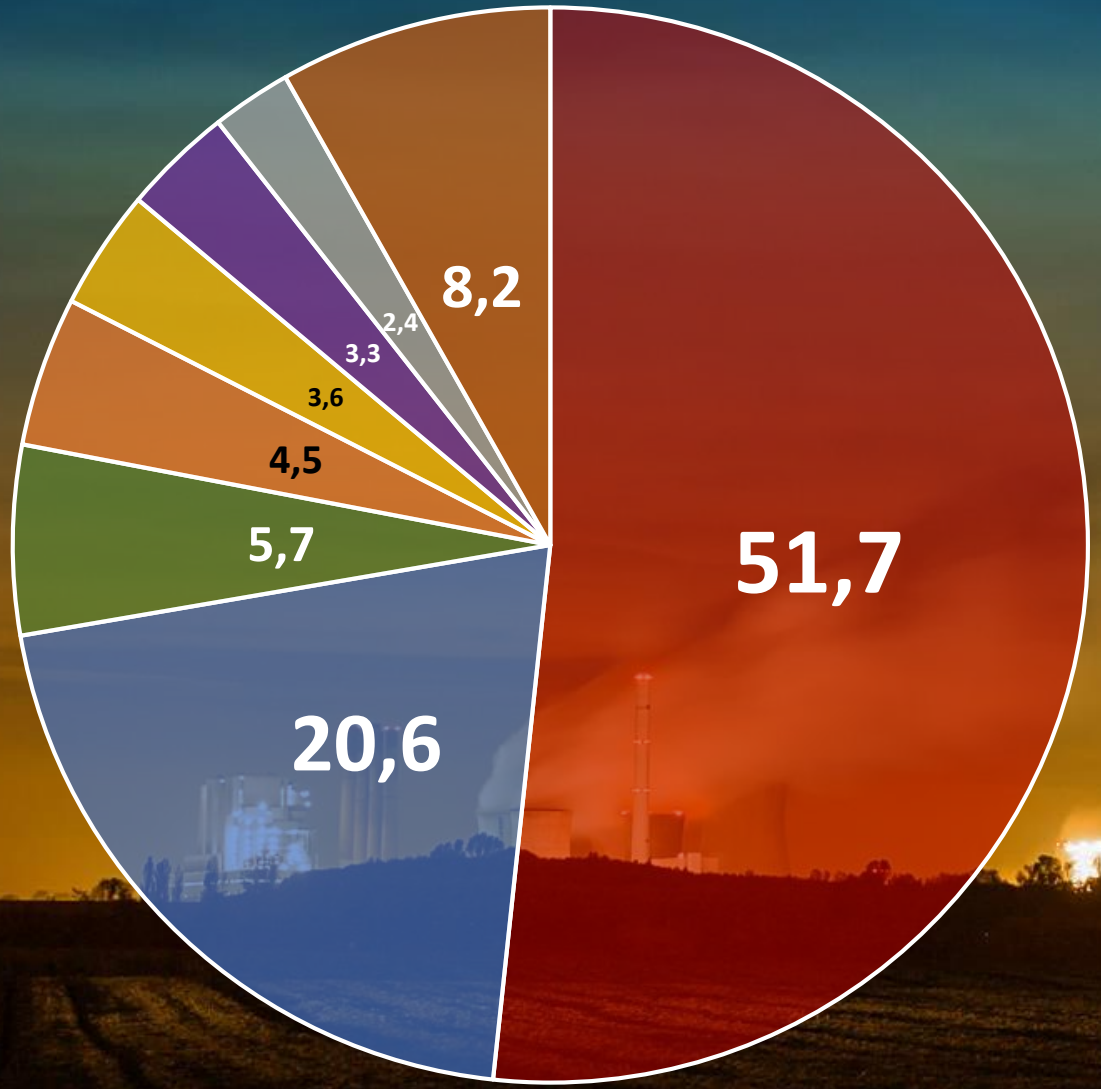
25,7 %	Veřejná energetika a výroba tepla
17,3 %	Silniční doprava (osobní aut.)
10.2 %	Silniční doprava (nákladní dop.)
8,3 %	Lokální vytápění domácností
8,1 %	Zemědělství, lesnictví, rybolov (nesilniční vozidla a ostatní stroje)
4,7 %	Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (minerální nekovové produkty)
4,6 %	Lehká užitková doprava
4,5 %	Služby a instituce (stacionární spalovací zdroje)
2,6 %	Spalovací zdroje v průmyslu a stavebnictví (chemický prům.)
2,1 %	Spalovací zdroje v průmyslu a stavebnictví (železo a ocel)

Oxidy dusíku



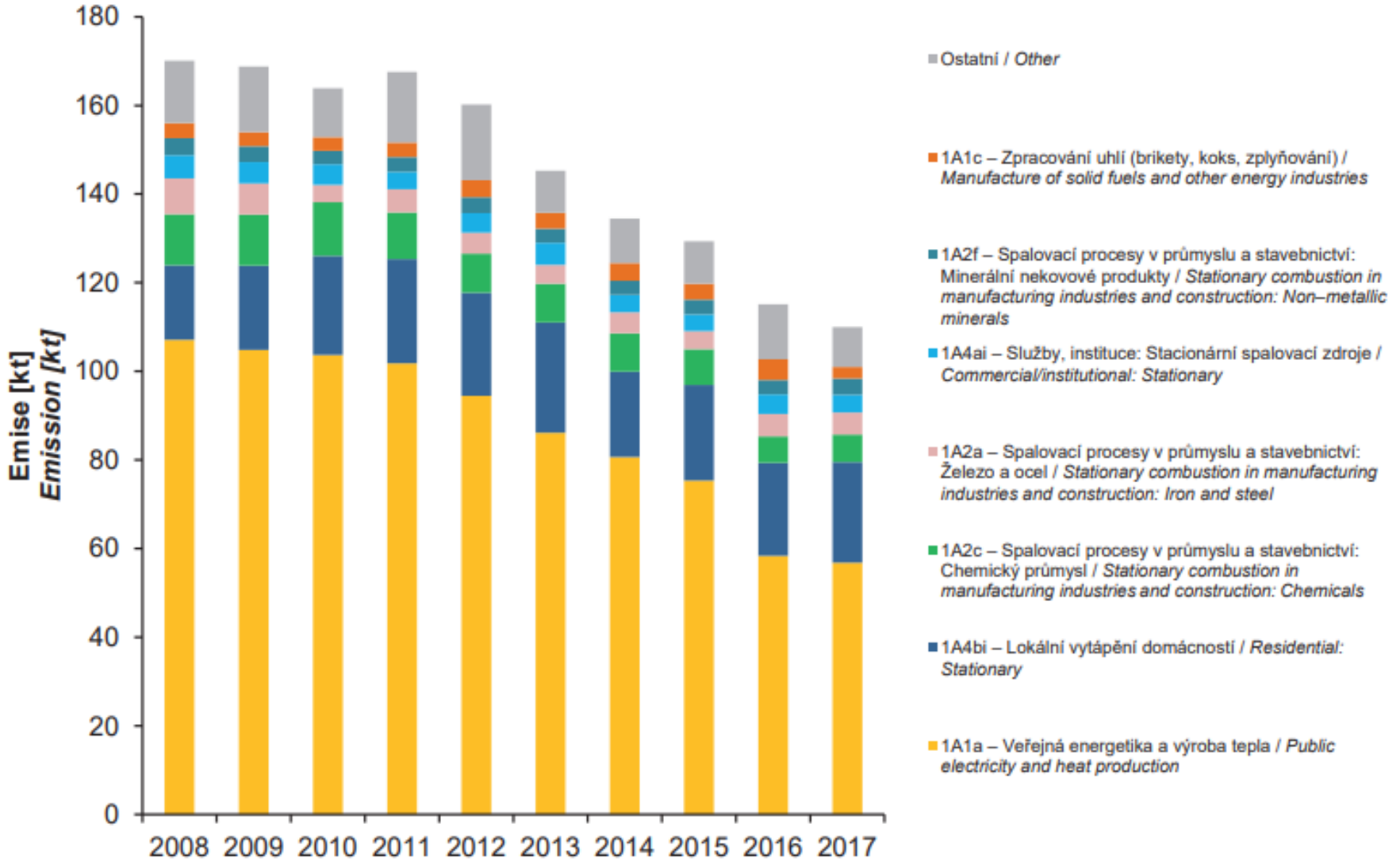
- Ostatní / Other
- 1A1c – Zpracování uhlí (brikety, koks, zplyňování) / *Manufacture of solid fuels and other energy industries*
- 1A3c – Železniční doprava / *Railways*
- 1A2a – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Železo a ocel / *Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel*
- 1A2c – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Chemický průmysl / *Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals*
- 1A4ai – Služby, instituce: Stacionární spalovací zdroje / *Commercial/institutional: Stationary*
- 1A3bii – Silniční doprava: Lehká užitková doprava / *Road transport: Light duty vehicles*
- 1A2f – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Minerální nekovové produkty / *Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non–metallic minerals*
- 1A4cii – Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje / *Agriculture/Forestry/Fishing: Off–road vehicles and other machinery*
- 1A4bi – Lokální vytápění domácností / *Residential: Stationary*
- 1A3biii – Silniční doprava: Nákladní doprava nad 3,5 tuny / *Road transport: Heavy duty vehicles and buses*
- 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily / *Road transport: Passenger cars*
- 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla / *Public electricity and heat production*

Oxid siřičitý



51,7 %	Veřejná energetika a výroba tepla
20,6 %	Lokální vytápění domácností
5,7 %	Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (chemický průmysl)
4,5 %	Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (železo a ocel)
3,6 %	Služby a instituce (stacionární spalovací zdroj)
3,3 %	Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (minerální nekovové produkty)
2,4 %	Zpracování uhlí (brikety, koks, zplyňování)
8,2 %	Ostatní

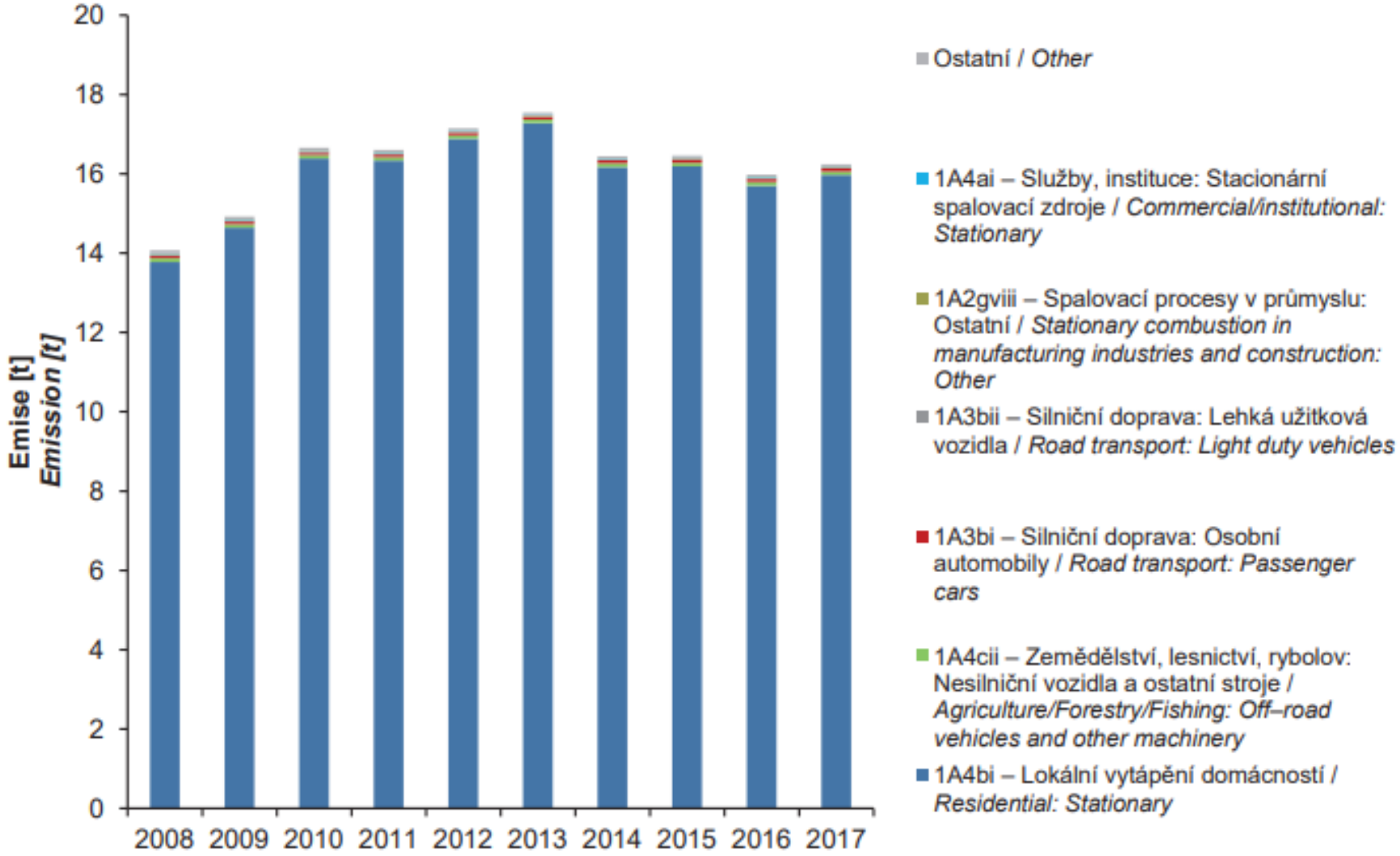
Oxid siřičitý



Benzo[a]pyren

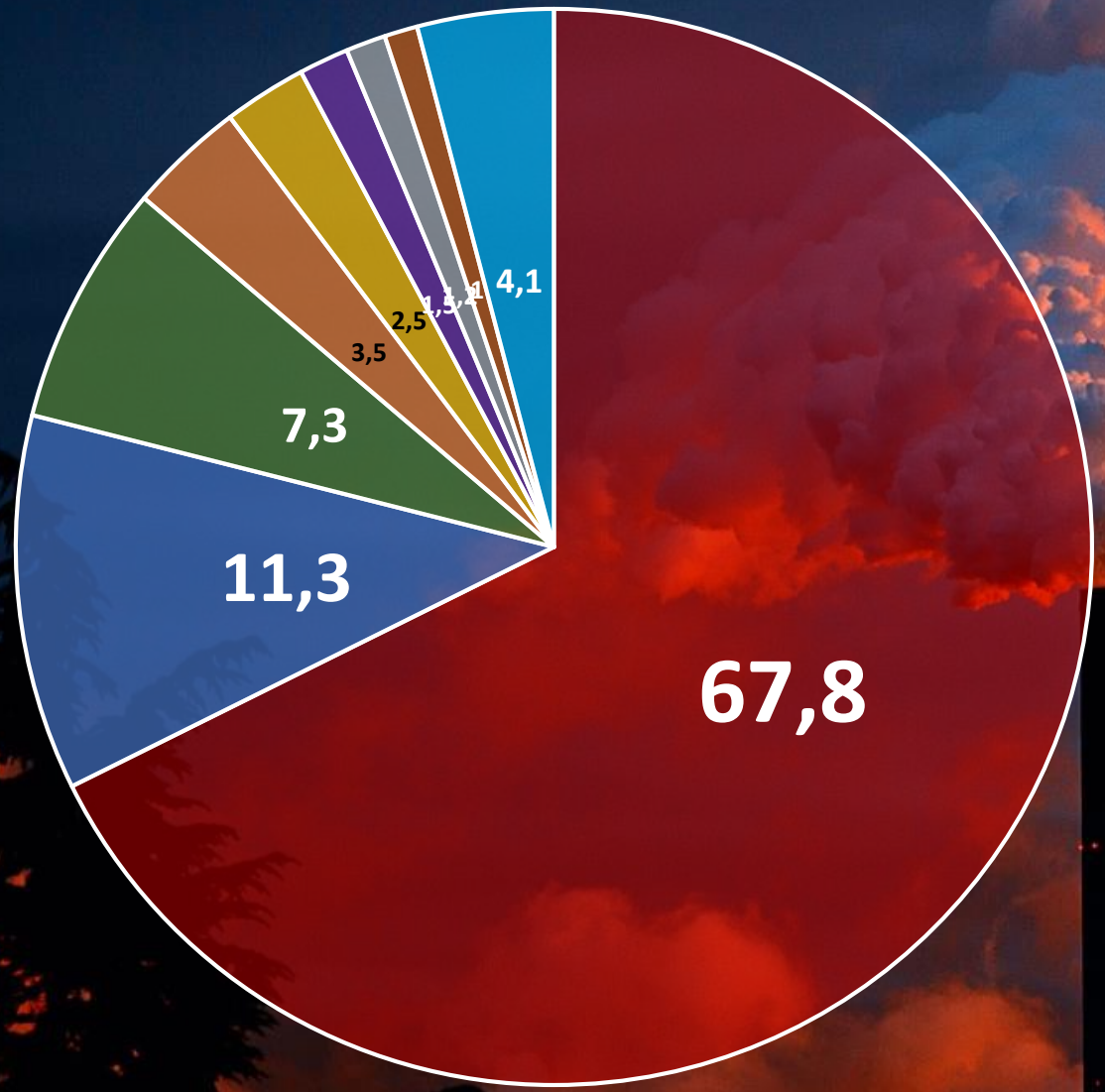
98,3 %	Lokální vytápění domácností
0,6 %	Zemědělství, lesnictví a rybolov (nesilniční vozidla a ostatní stroje)
0,5 %	Silniční doprava (osobní aut.)
0,1 %	Spalovací procesy v průmyslu (ostatní)
0,1 %	Služby a instituce (stacionární spalovací zdroje)
0,1 %	Lehká užitková doprava
0,3 %	Ostatní

BENZO[A]PYREN



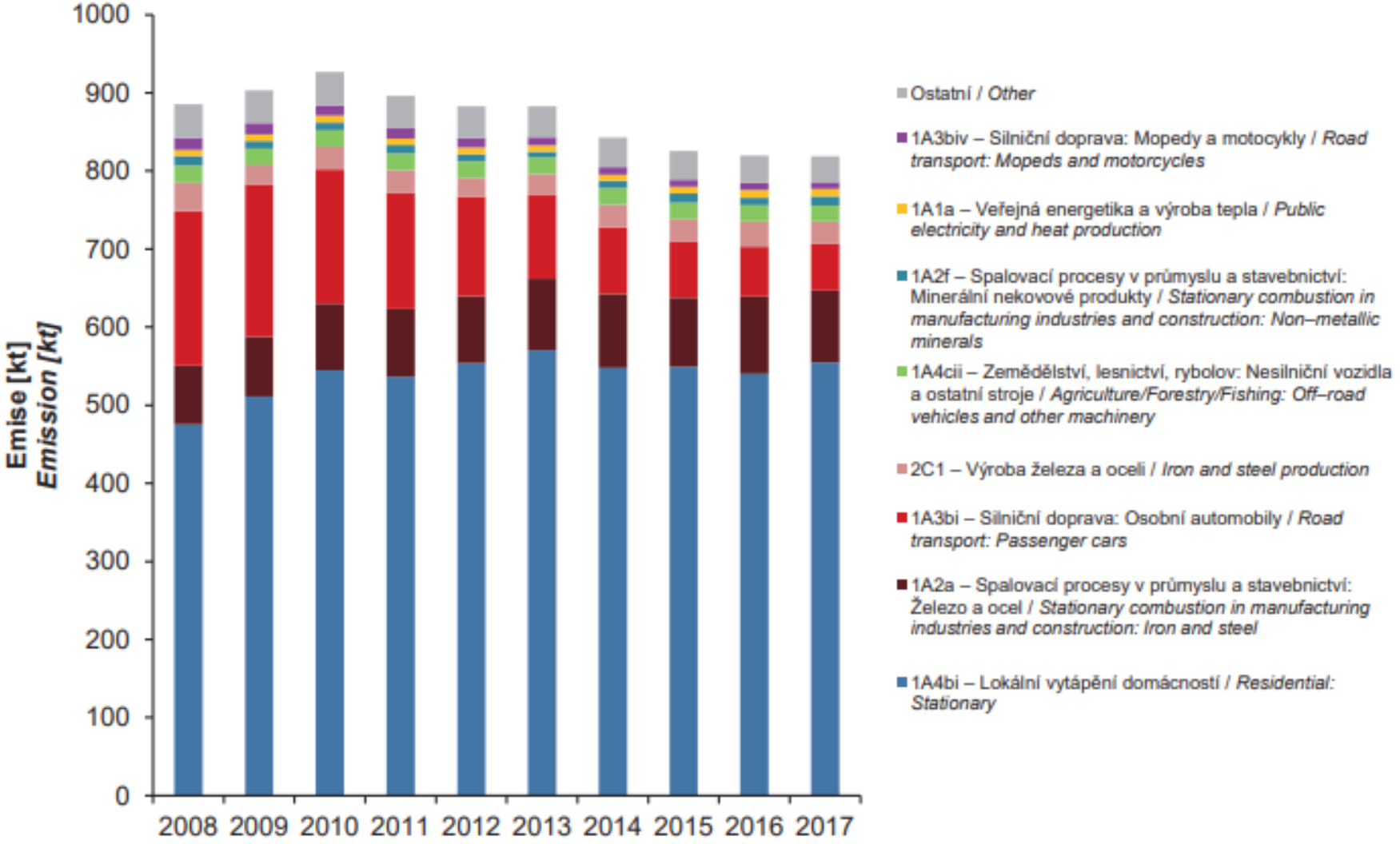
- Ostatní / *Other*
- 1A4ai – Služby, instituce: Stacionární spalovací zdroje / *Commercial/institutional: Stationary*
- 1A2gviii – Spalovací procesy v průmyslu: Ostatní / *Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other*
- 1A3bii – Silniční doprava: Lehká užitková vozidla / *Road transport: Light duty vehicles*
- 1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily / *Road transport: Passenger cars*
- 1A4cii – Zemědělství, lesnictví, rybolov: Nesilniční vozidla a ostatní stroje / *Agriculture/Forestry/Fishing: Off–road vehicles and other machinery*
- 1A4bi – Lokální vytápění domácností / *Residential: Stationary*

Oxid uhelnatý



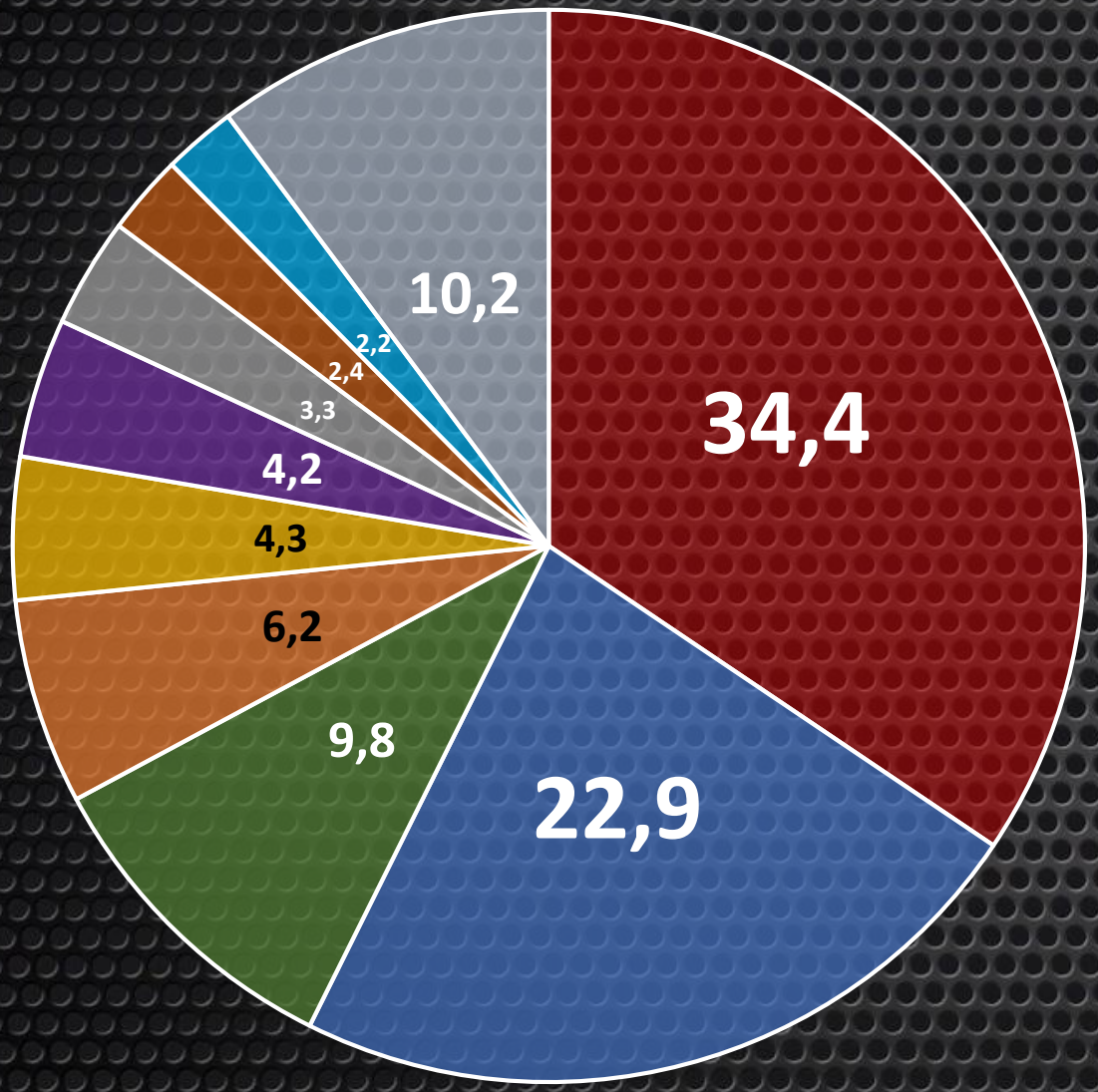
67,8 %	Lokální vytápění domácností
11,3 %	Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (železo a ocel)
7,3 %	Silniční doprava (osobní aut.)
3,5 %	Výroba železa a oceli
2,5 %	Zemědělství, lesnictví a rybolov (nesilniční vozidla a ostatní stroje)
1,5 %	Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (minerální nekovové produkty)
1,2 %	Veřejná energetika a výroba tepla
1,0 %	Silniční doprava (mopedy a motocykly)
4,1 %	Ostatní

Oxid uhelnatý



As

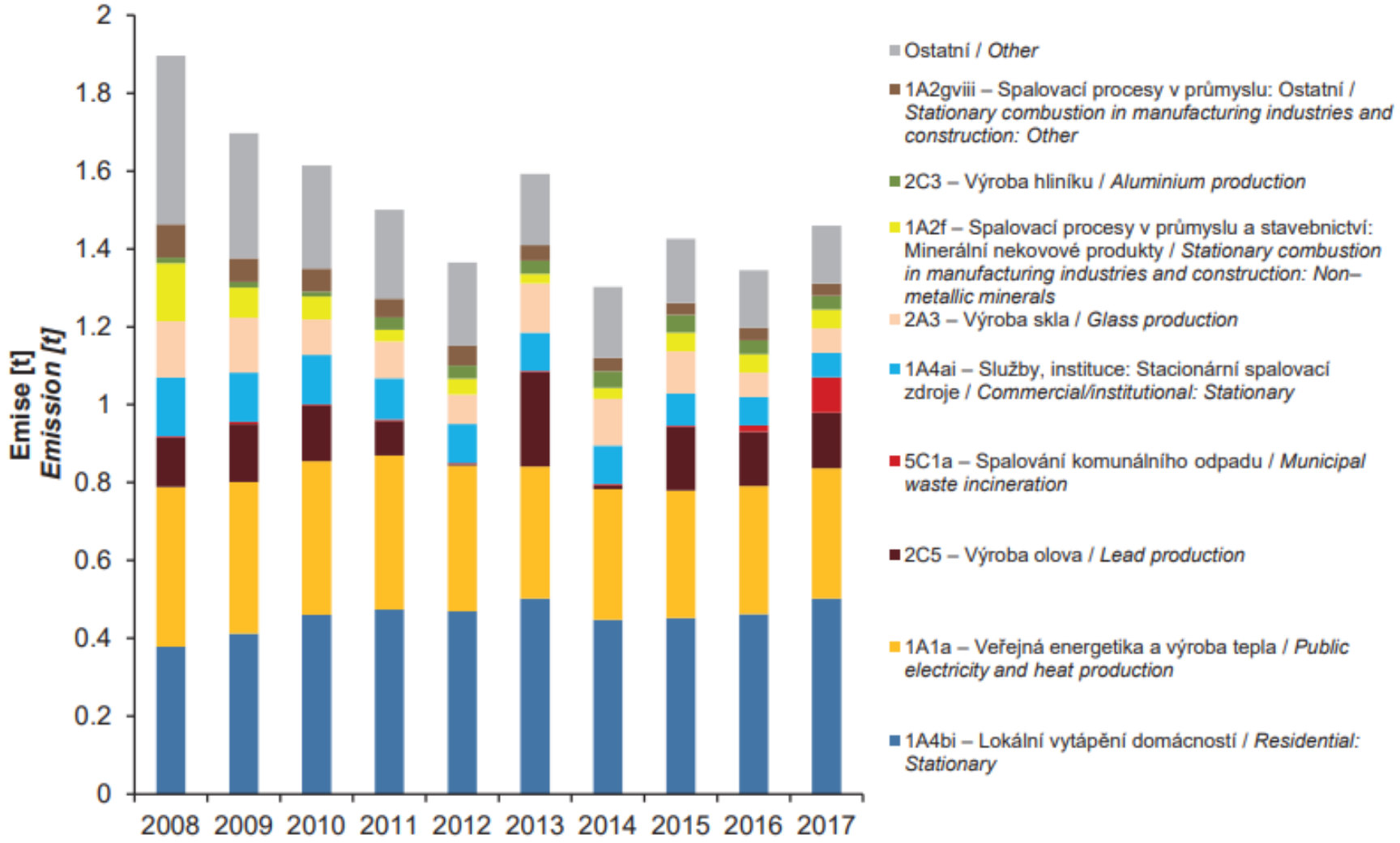
Arsen



34,4 %	Lokální vytápění domácností
22,9 %	Veřejná energetika a výroba tepla
9,8 %	Výroba olova
6,2 %	Spalování komunálního odpadu
4,3 %	Služby a instituce (stacionární spalovací zdroje)
4,2 %	Výroba skla
3,3 %	Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (minerální nekovové produkty)
2,4 %	Výroba hliníku
2,2 %	Spalovací procesy v průmyslu (ostatní)
10,2 %	Ostatní

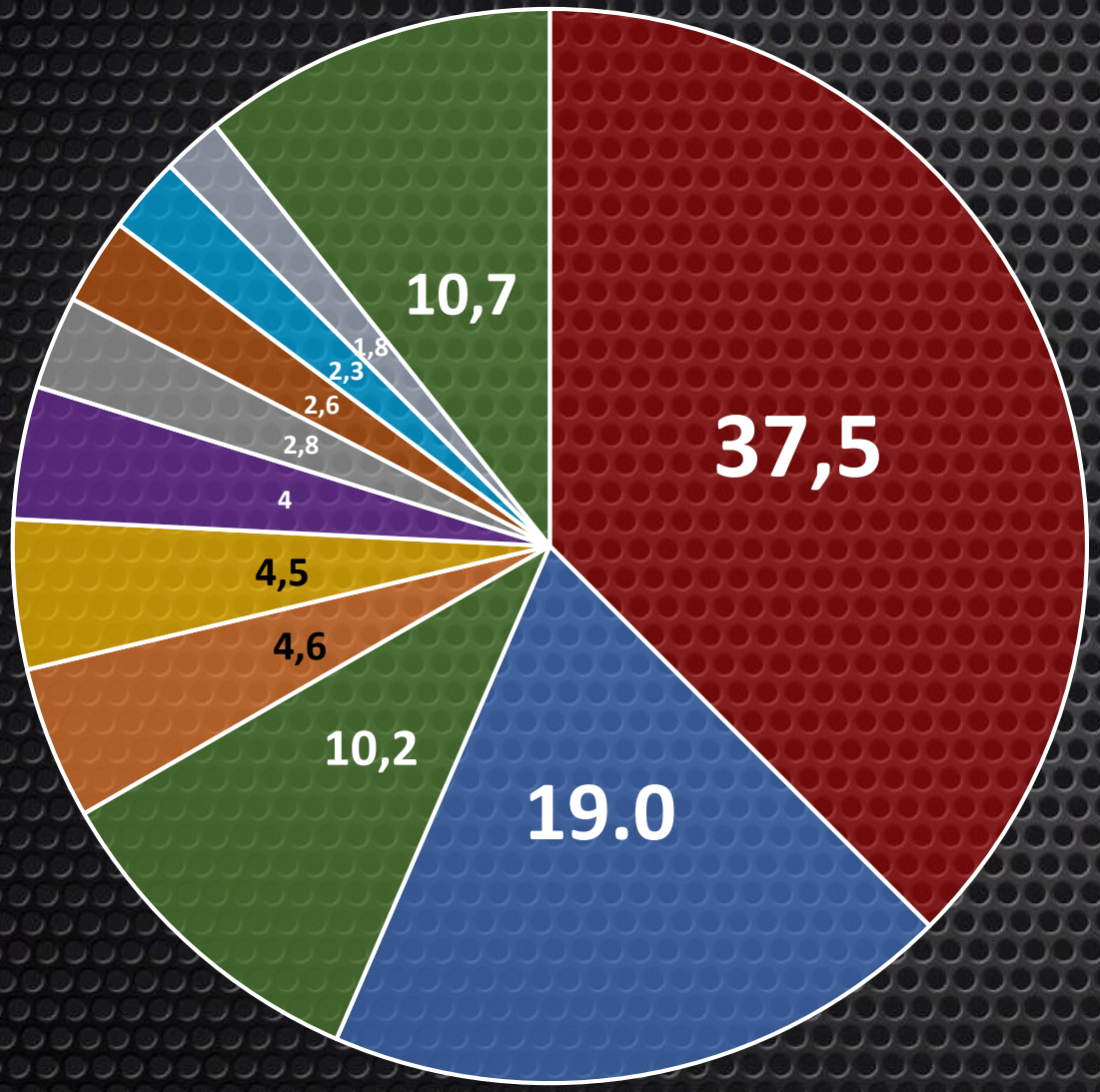
As

Arsen



- Ostatní / *Other*
- 1A2gviii – Spalovací procesy v průmyslu: Ostatní / *Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other*
- 2C3 – Výroba hliníku / *Aluminium production*
- 1A2f – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Minerální nekovové produkty / *Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non–metallic minerals*
- 2A3 – Výroba skla / *Glass production*
- 1A4ai – Služby, instituce: Stacionární spalovací zdroje / *Commercial/institutional: Stationary*
- 5C1a – Spalování komunálního odpadu / *Municipal waste incineration*
- 2C5 – Výroba olova / *Lead production*
- 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla / *Public electricity and heat production*
- 1A4bi – Lokální vytápění domácností / *Residential: Stationary*

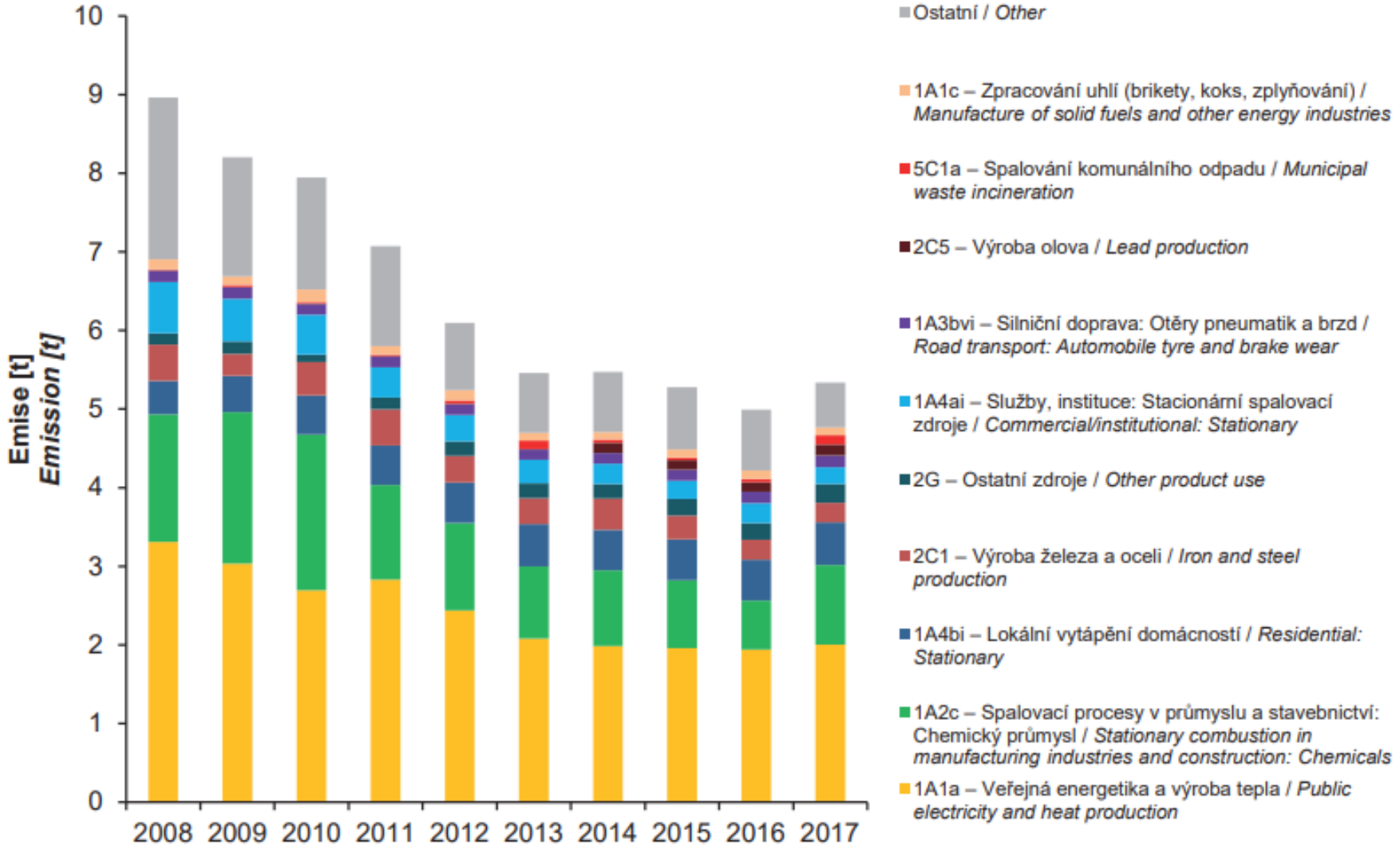
Nikl



37,5 %	Veřejná energetika a výroba tepla
19,0 %	Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (chemický průmysl)
10,2 %	Lokální vytápění domácností
4,6 %	Výroba železa a oceli
4,5 %	Ostatní zdroje
4,0 %	Instituce a služby (stacionární spalovací zdroje)
2,8 %	Silniční doprava (otěry pneumatik a brzd)
2,6 %	Výroba olova
2,3 %	Spalování komunálního odpadu
1,8 %	Zpracování uhlí (brikety, koks, zplyňování)
10,7 %	Ostatní

Ni

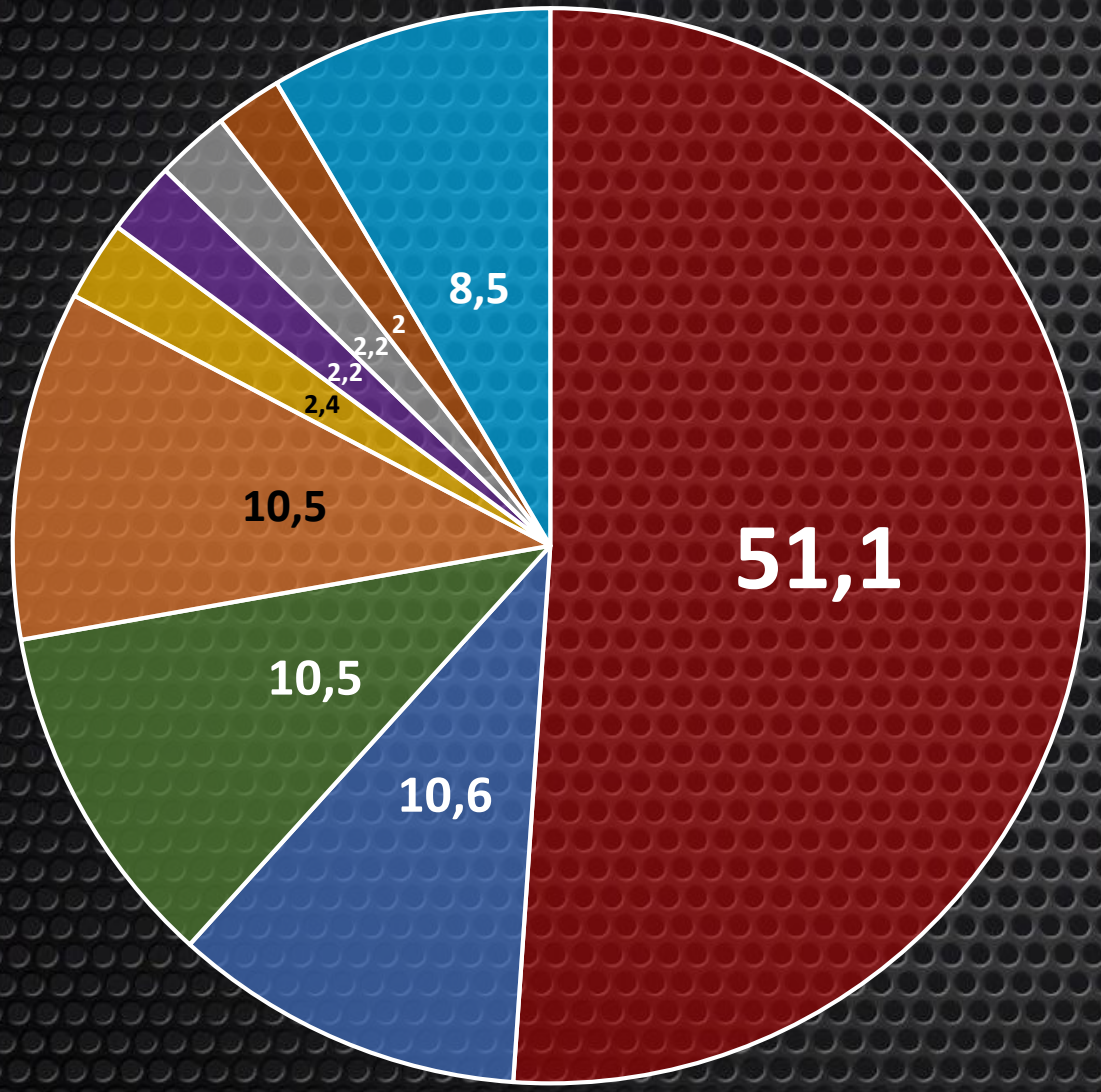
Nikl



- Ostatní / *Other*
- 1A1c – Zpracování uhlí (brikety, koks, zplyňování) / *Manufacture of solid fuels and other energy industries*
- 5C1a – Spalování komunálního odpadu / *Municipal waste incineration*
- 2C5 – Výroba olova / *Lead production*
- 1A3bvi – Silniční doprava: Otěry pneumatik a brzd / *Road transport: Automobile tyre and brake wear*
- 1A4ai – Služby, instituce: Stacionární spalovací zdroje / *Commercial/institutional: Stationary*
- 2G – Ostatní zdroje / *Other product use*
- 2C1 – Výroba železa a oceli / *Iron and steel production*
- 1A4bi – Lokální vytápění domácností / *Residential: Stationary*
- 1A2c – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Chemický průmysl / *Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Chemicals*
- 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla / *Public electricity and heat production*

Cd

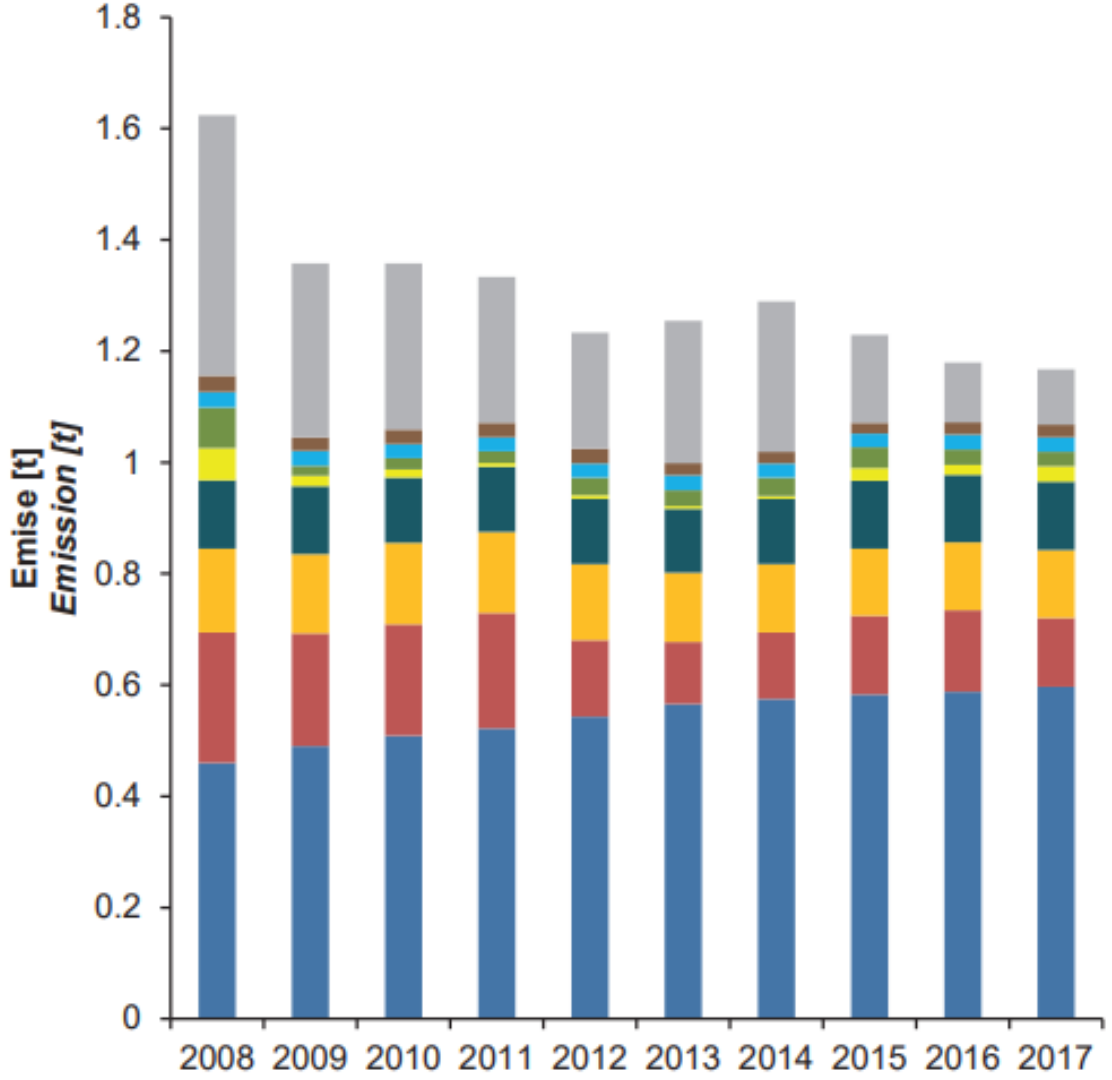
Kadmium



51,1 %	Lokální vytápění domácností
10,6 %	Výroba železa a oceli
10,5 %	Veřejná energetika a výroba tepla
10,5 %	Ostatní zdroje
2,4 %	Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (nekovové minerální produkty)
2,2 %	Výroba hliníku
2,2 %	Služby a instituce (stacionární spalovací zdroje)
2,0 %	Spalovací procesy v průmyslu (ostatní)
8,5 %	Ostatní

Cd

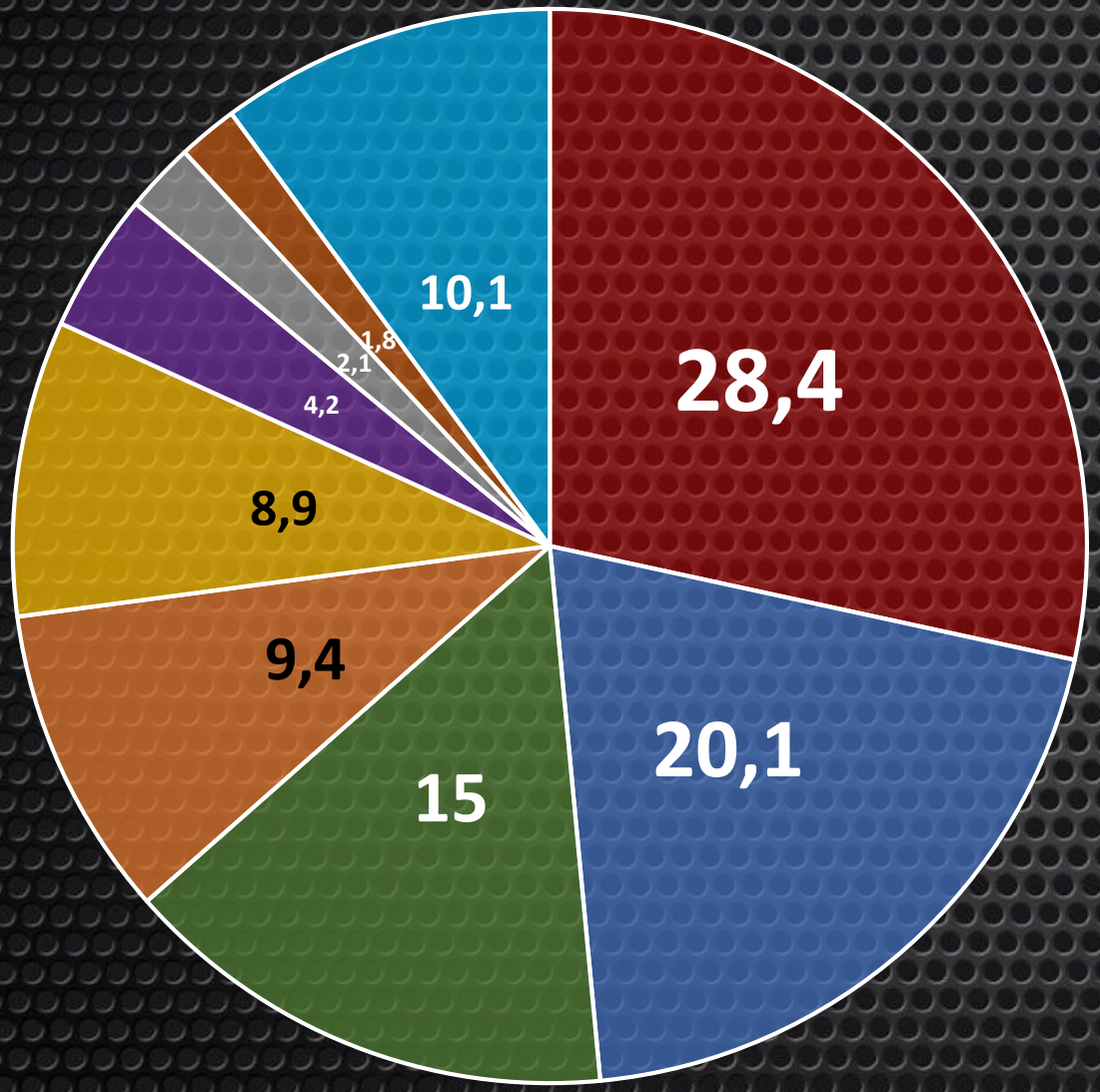
KADMIUM



- Ostatní / *Other*
- 1A2gviii – Spalovací procesy v průmyslu: Ostatní / *Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Other*
- 1A4ai – Služby, instituce: Stacionární spalovací zdroje / *Commercial/institutional: Stationary*
- 2C3 – Výroba hliníku / *Aluminium production*
- 1A2f – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Minerální nekovové produkty / *Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Non–metallic minerals*
- 2G – Ostatní zdroje / *Other product use*
- 1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla / *Public electricity and heat production*
- 2C1 – Výroba železa a oceli / *Iron and steel production*
- 1A4bi – Lokální vytápění domácností / *Residential: Stationary*

Pb

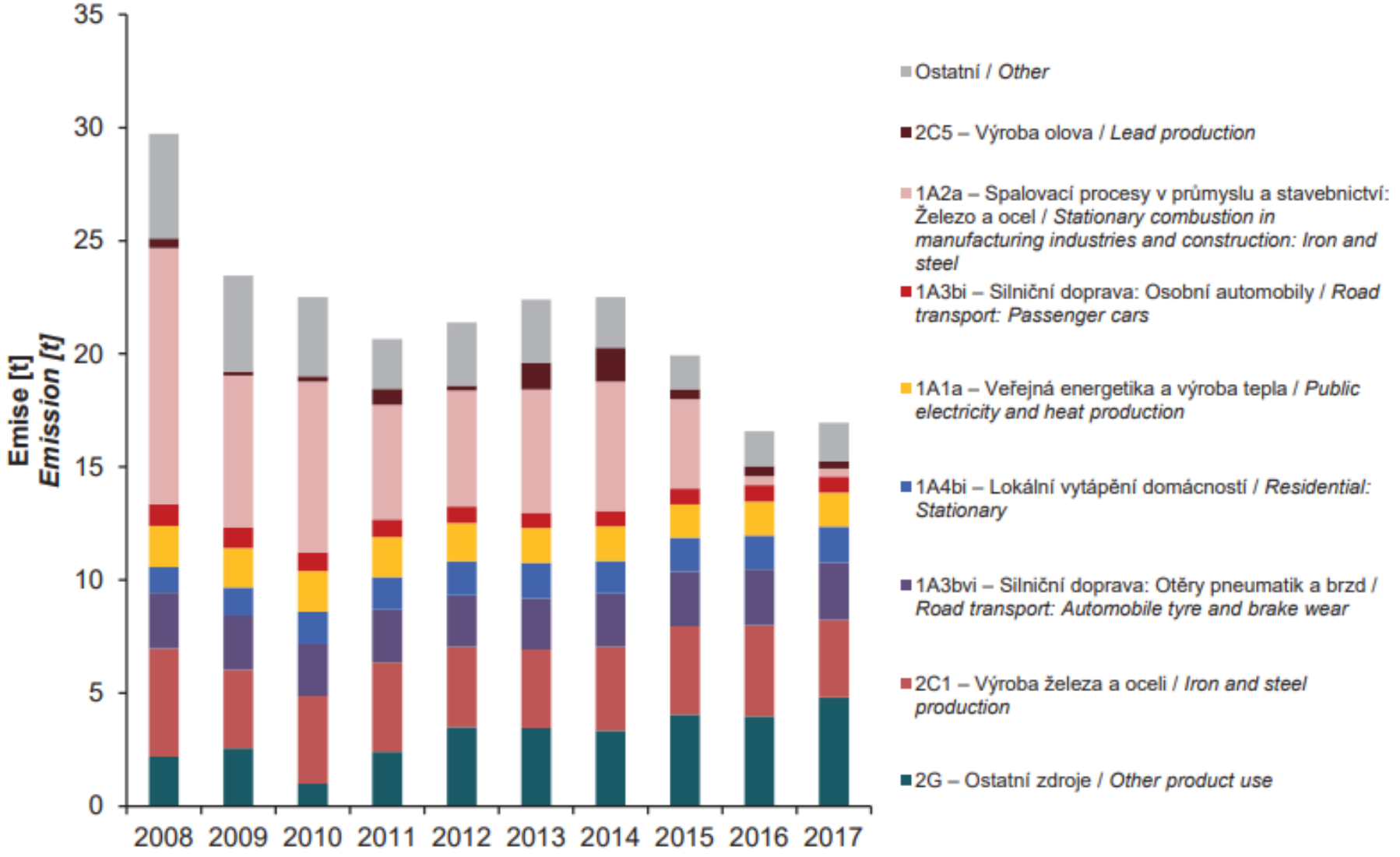
Olovo



28,4 %	Ostatní zdroje
20,1 %	Výroba železa a oceli
15,0 %	Silniční doprava (otěry pneumatik a brzd)
9,4 %	Lokální vytápění domácností
8,9 %	Veřejná energetika a výroba tepla
4,2 %	Silniční doprava (osobní aut.)
2,1 %	Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví (železo a ocel)
1,8 %	Výroba olova
10,1 %	Ostatní

Pb

Olovo


Emise [t]
Emission [t]
35
30
25
20
15
10
5
0
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
Ostatní / Other
2C5 – Výroba olova / Lead production
1A2a – Spalovací procesy v průmyslu a stavebnictví: Železo a ocel / Stationary combustion in manufacturing industries and construction: Iron and steel
1A3bi – Silniční doprava: Osobní automobily / Road transport: Passenger cars
1A1a – Veřejná energetika a výroba tepla / Public electricity and heat production
1A4bi – Lokální vytápění domácností / Residential: Stationary
1A3bvi – Silniční doprava: Otěry pneumatik a brzd / Road transport: Automobile tyre and brake wear
2C1 – Výroba železa a oceli / Iron and steel production
2G – Ostatní zdroje / Other product use

Český
hydrometeorologický
ústav

DĚKUJI ZA POZORNOST

Mgr. Jáchym Brzezina

vedoucí oddělení kvality ovzduší, Český hydrometeorologický ústav Brno

jachym.brzezina@chmi.cz

+420 737 387 741

MUNI | RECETOX

„DALŠÍ“ ZDROJE ZNEČIŠTUJÍCÍCH LÁTEK

RNDr.Roman Prokeš, Ph.D.

Seminář: Kvalita ovzduší a vůbec

BRNO 19.11.2019

Vzorkování ovzduší

vzorkování ovzduší

emise | **imise**

pracovní prostředí | **volné ovzduší** | *vnitřní prostředí*

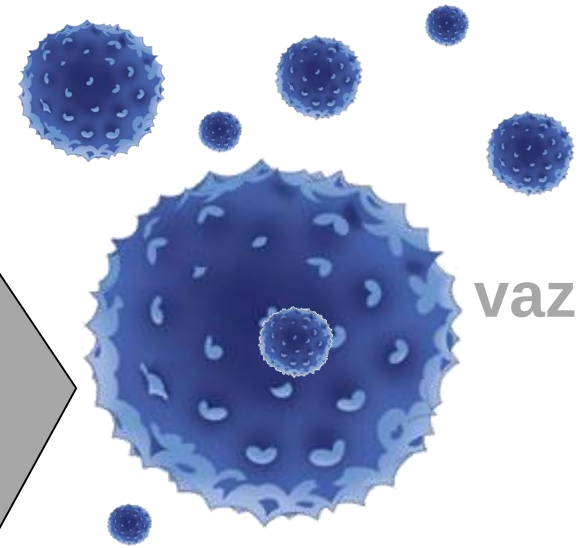
pasivní vzorkování | **aktivní vzorkování**

kontinuální | semikontinuální | **diskontinuální**

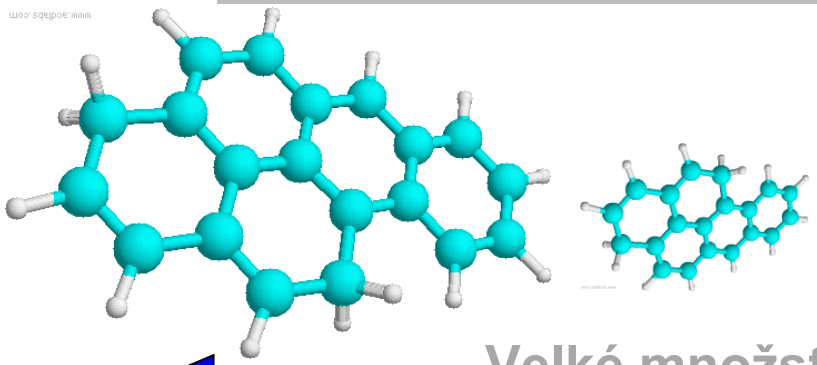
X Outdoor exposure

Atmosferické částice

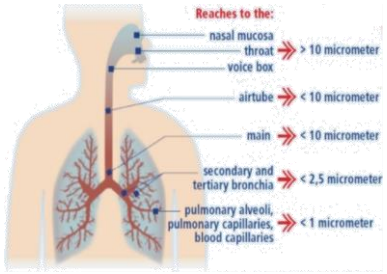
PM 10
PM 2.5
PM 1.0
……
….
nanočástice



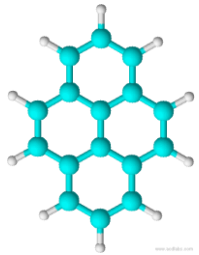
vazba



Velké množství zdrojů toxických látek



1) Lokální topeniště (zdroj částic i vázaných chemických látek)
2) Sekundární zdroje (kontaminované půdy, sedimenty, voda, skládky – těkání při vyšších teplotách v létě,…)
3) Rozhodující jsou parametry velikost povrchu částic, materiál, množství,…



Velké množství zdrojů částic

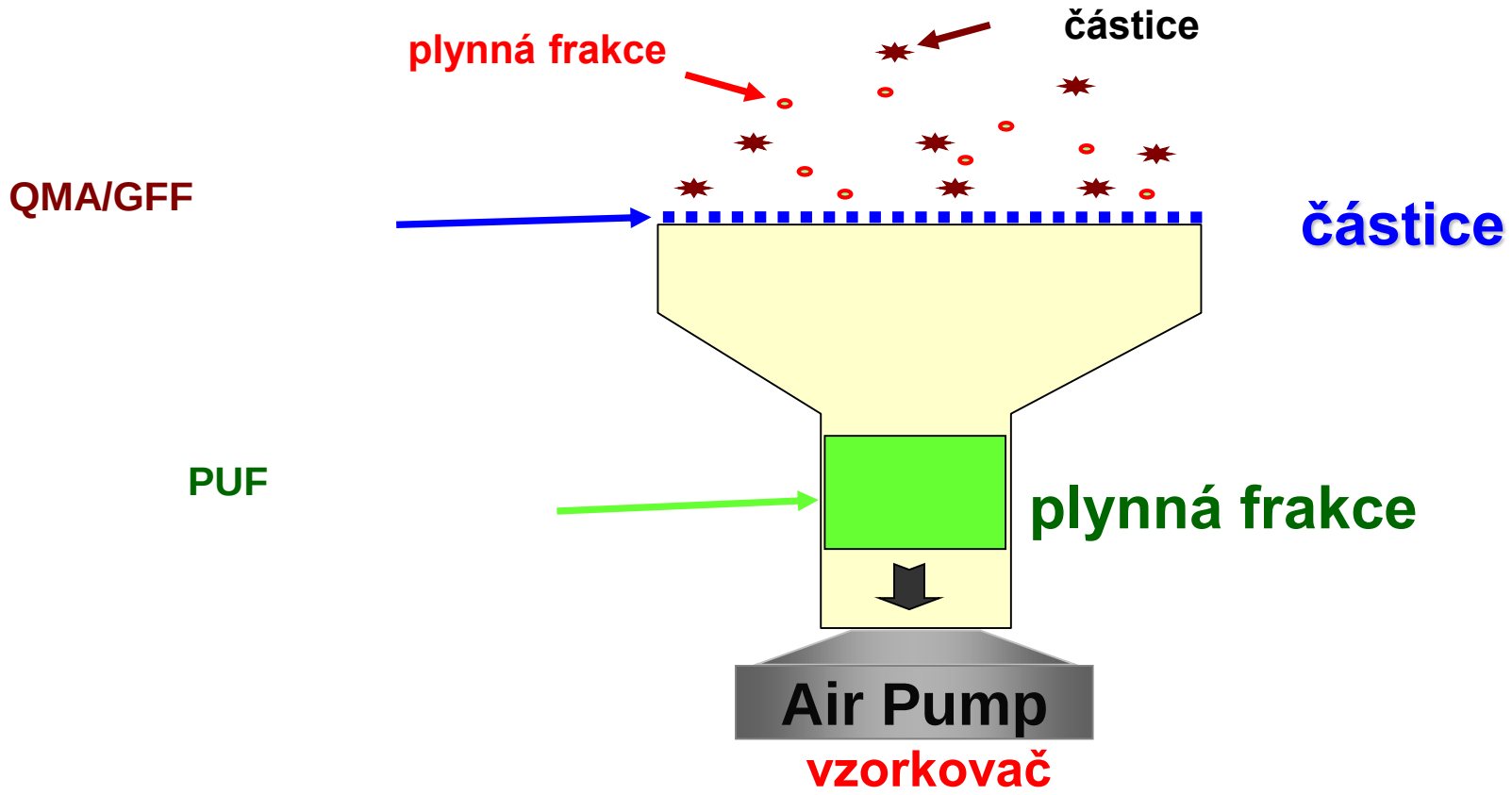
Imisní limity: PM10 – 50 µg/m^3 (24 hod.)
PM10 – 40 µg/m^3 (kalendářní rok)
PM 2.5 – 25 µg/m^3 (kalendářní rok)

Důležité je tedy monitorovat jak částice, tak i chemické látky na ně vázané.

MUNI | RECETOX

JAK PROVÁDĚT HODNOCENÍ ÚČINNOSTI OPATŘENÍ

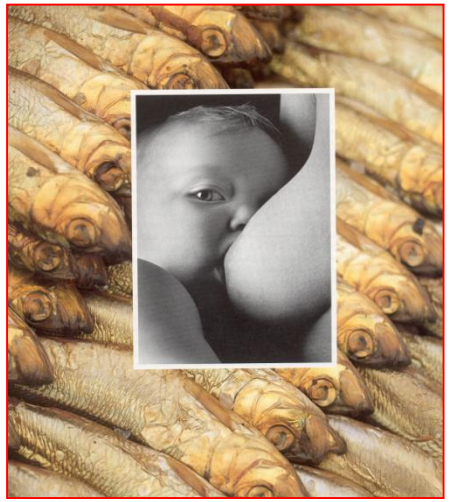
Aktivní vzorkovací techniky

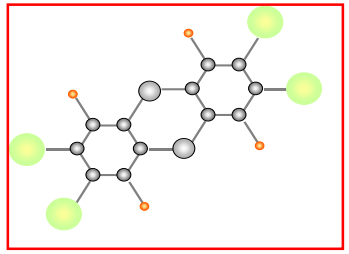


- Přesné
- Finančně náročné (často jen 24 hodinové odběry)

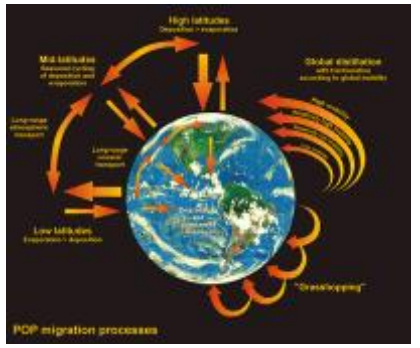
Perzistentní organické polutanty

Všudypřítomné





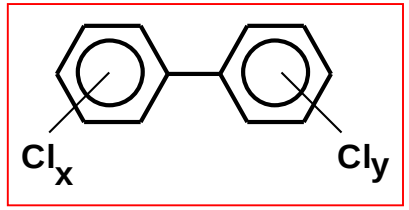
Mohou být prostředím transportovány na značné vzdálenosti



Odolné vůči rozkladu, dlouhodobě setrvávající v prostředí

Mají široké spektrum možných toxických účinků

Kumulující se v prostředí a živých organismech včetně člověka

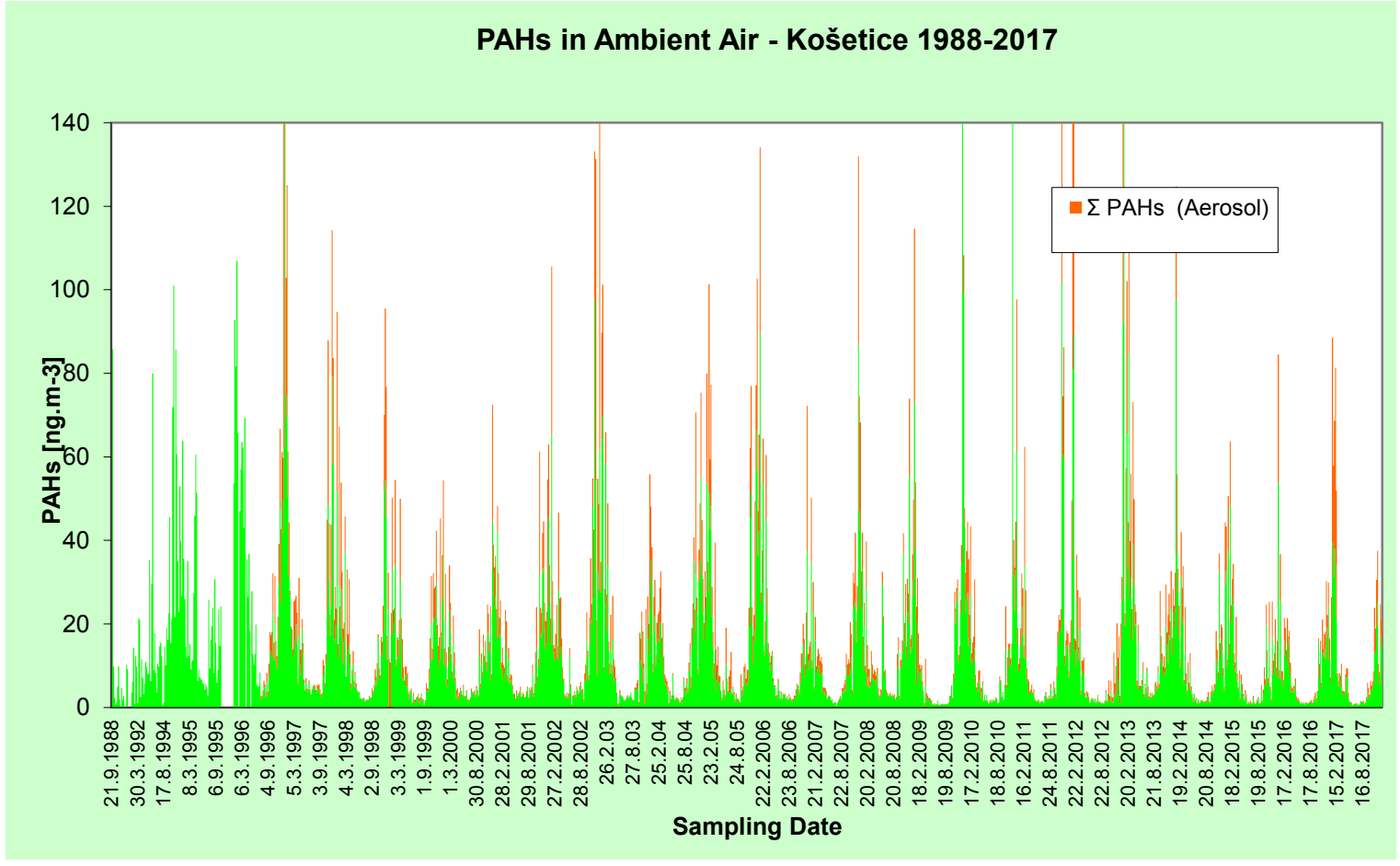


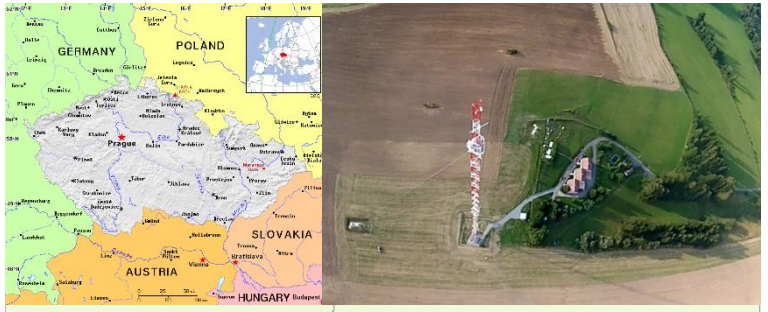
Široké spektrum použití, ale také nežádoucí vznik při různých výrobních a spalovacích procesech

MUNI | RECETOX

Polycyklické aromatické uhlovodíky PAHs

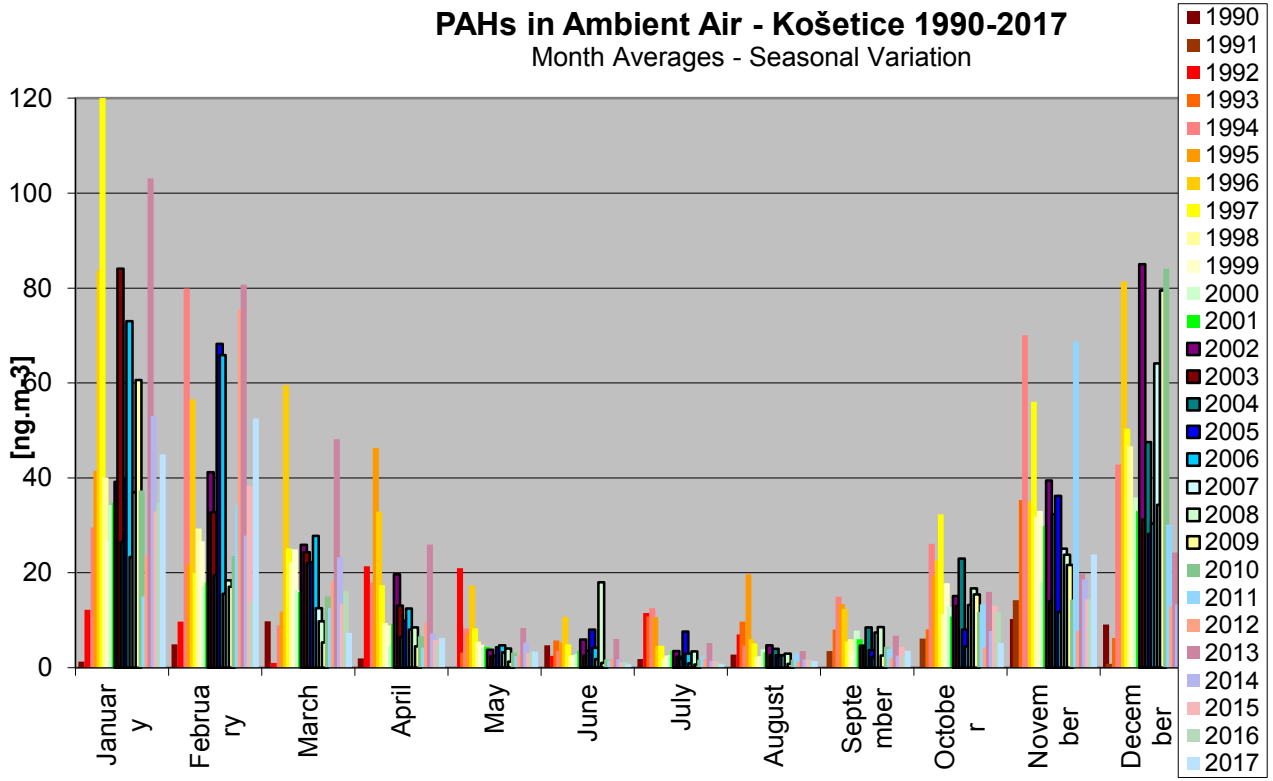
- spalovací procesy (nedokonalé), doprava, výroba
- schopnost vázat se na částice (půdy, sedimentu) a v živých organismech-bioakumulace

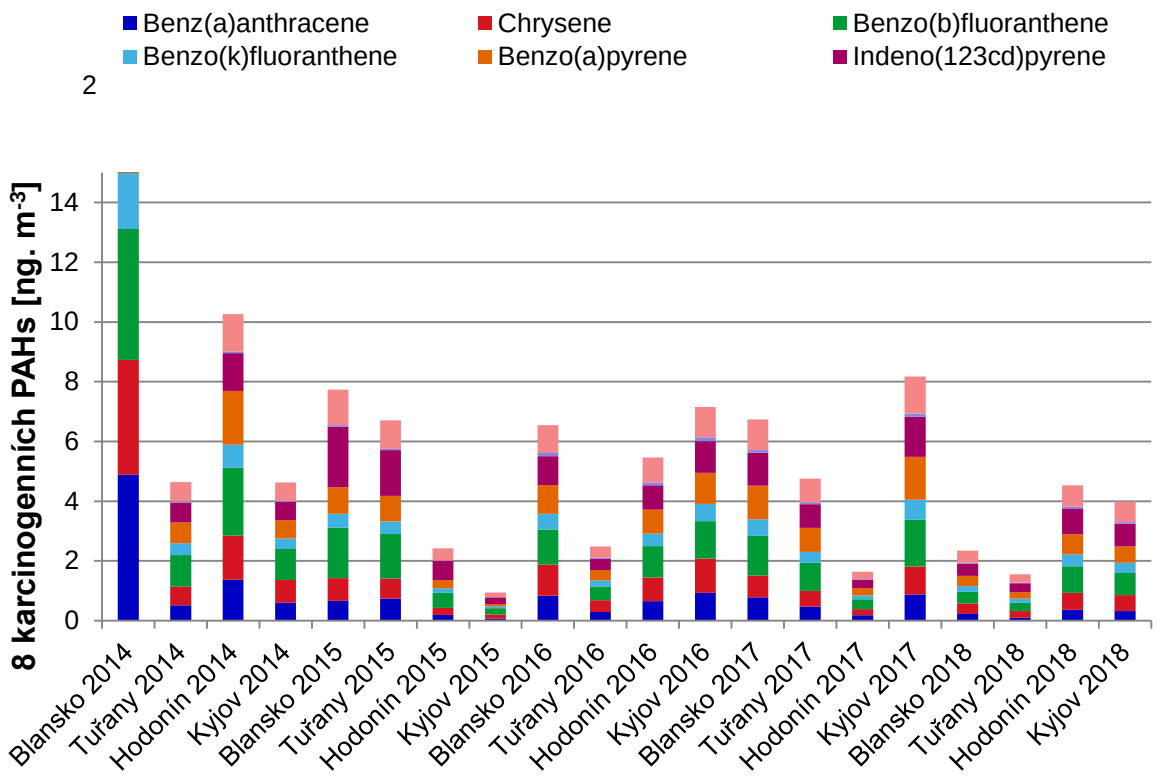




MUNI | RECETOX

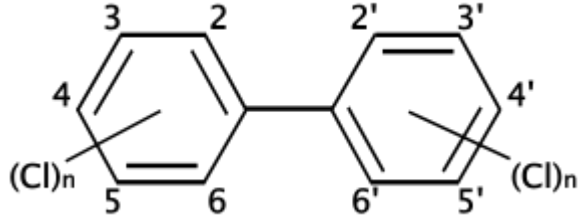
Polycyklické aromatické uhlovodíky PAHs



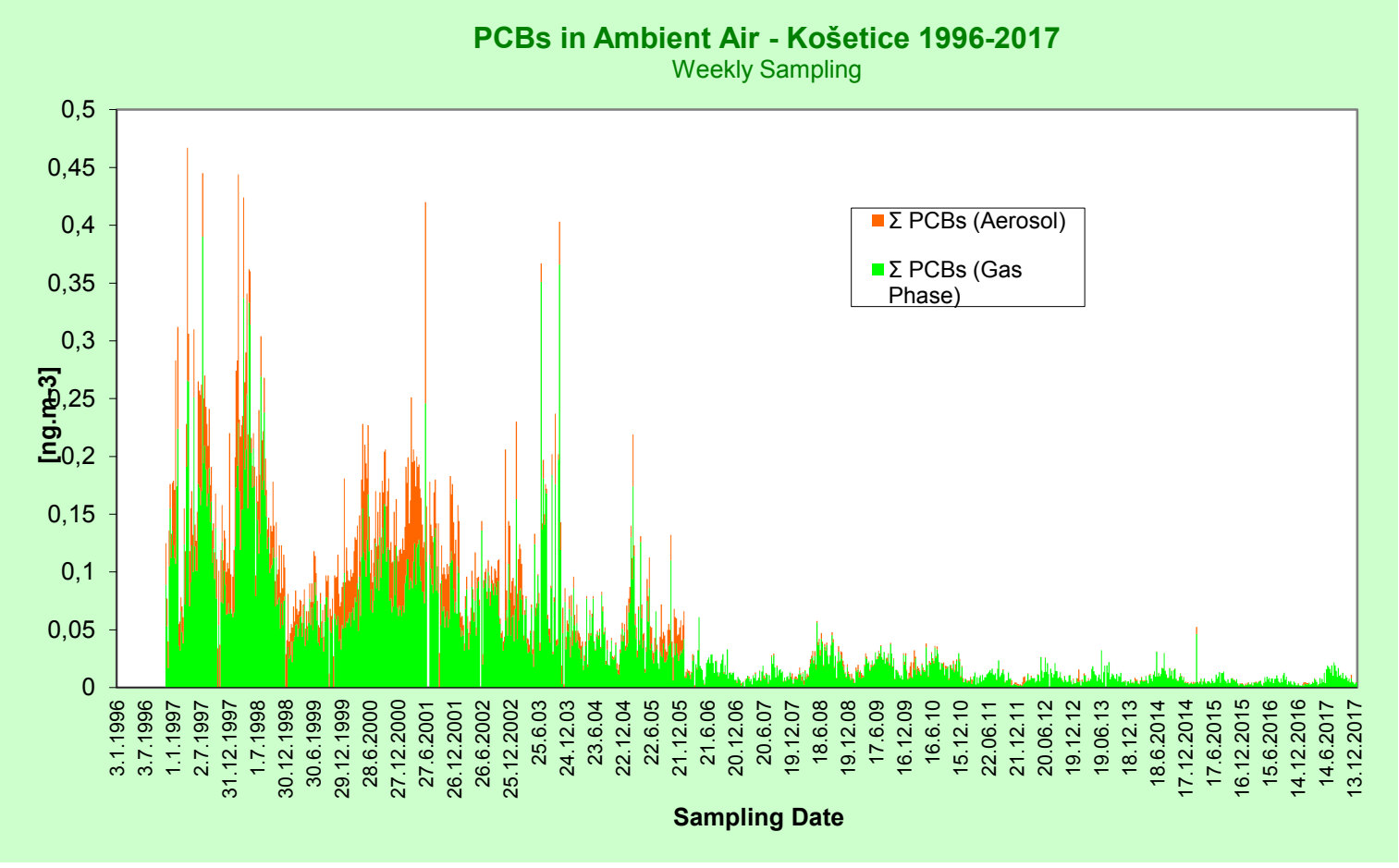


MUNI | RECETOX

Polychlorované bifenyly PCBs

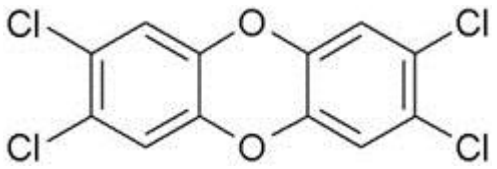


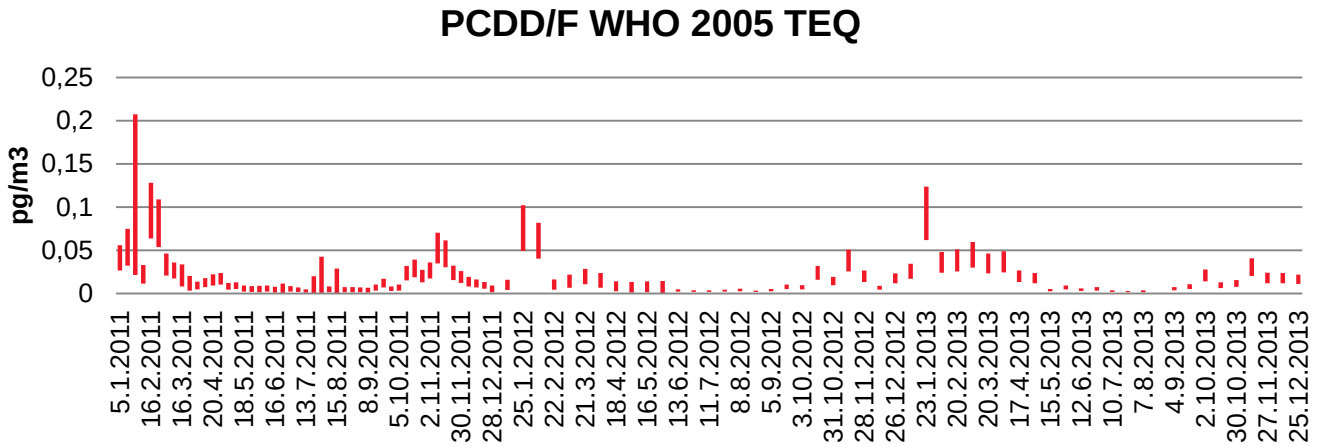
- použití v průmyslu – transformátory, hydraulické, dielektrické kapaliny, aditiva do plastů, barev, cementu, lepidel, vosků, sádry atd.
- zdroj půda (90%), sediment, povrchová voda, likvidace odpadů

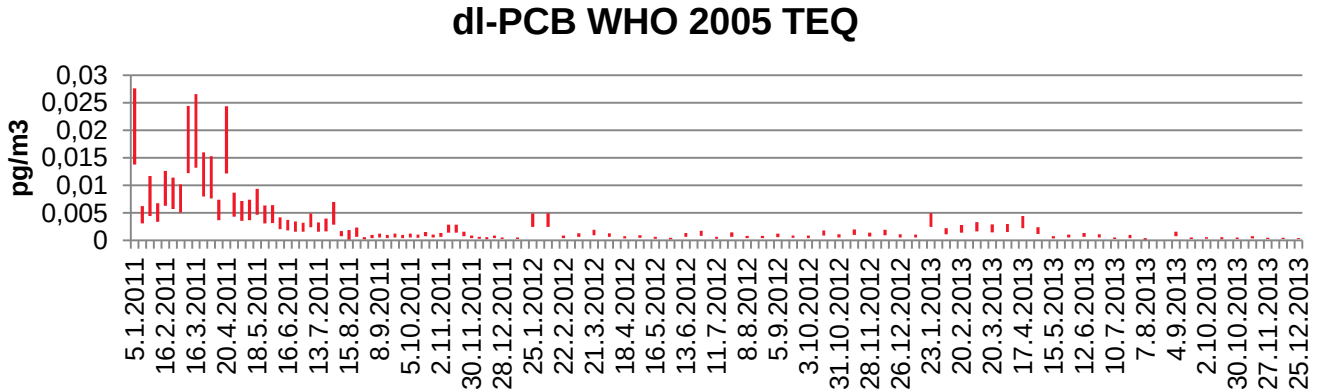


Polychlorované dibenzodioxiny a dibenzofurany (PCDD/Fs)

- přirozené emise – sopky, lesní požáry
- antropogenní zdroje: výroba PCBs a chlorfenolů, spalování odpadů, železárny, teplárny, elektrárny, papírny
- vstupy: vdechnutí, konzumace kontaminovaných potravin



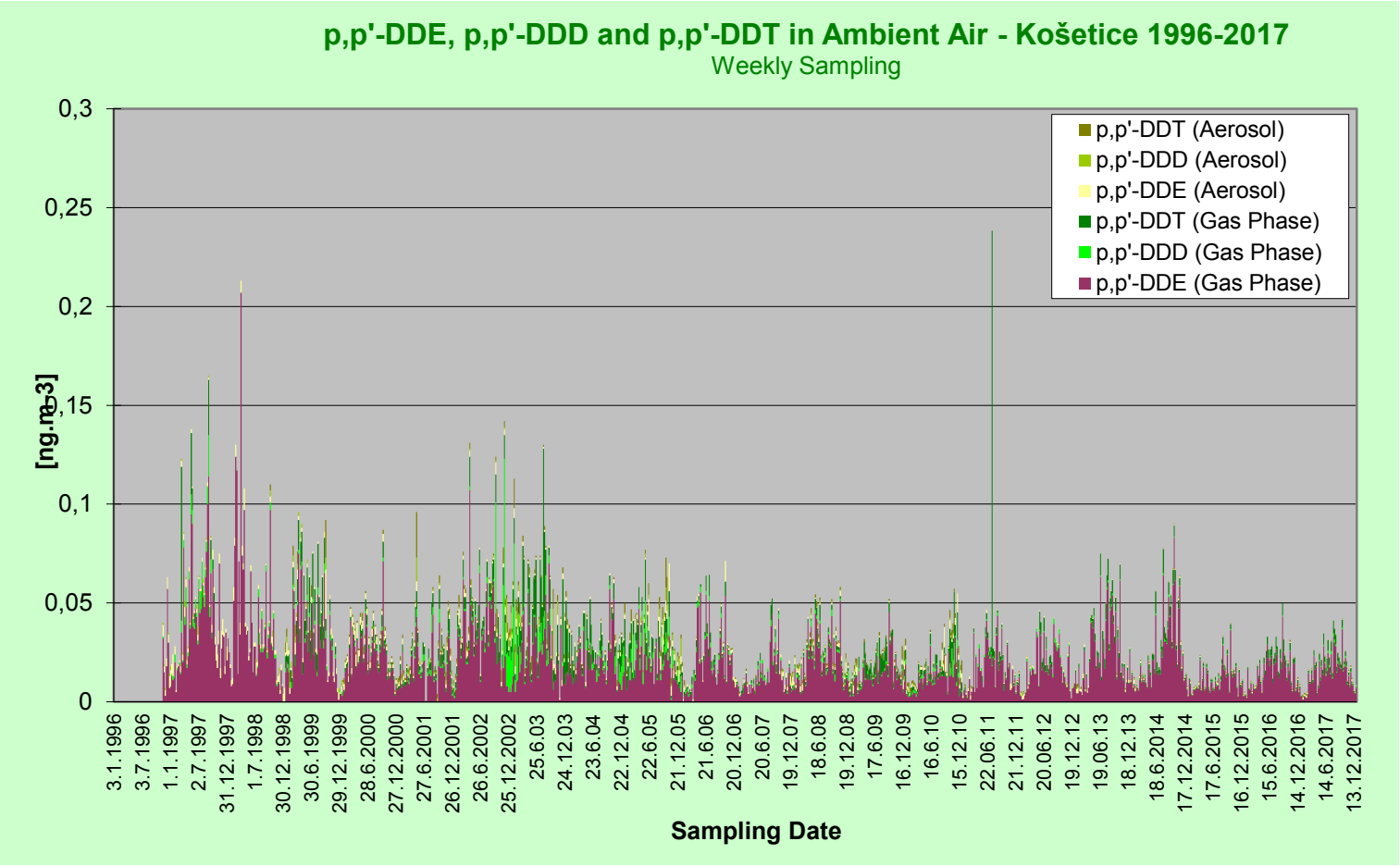


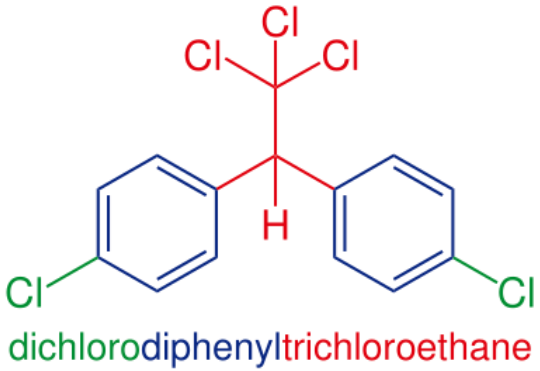


MUNI | RECETOX

OCPs: Dichloriddifenyltrichloretan (-dichloretylen) DDTs

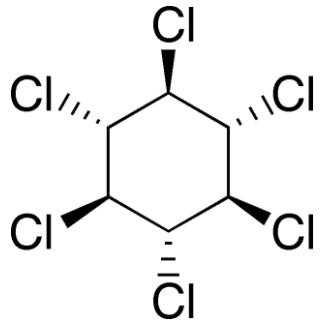
– DDT se dostává do vody z půdy - depozice do sedimentů



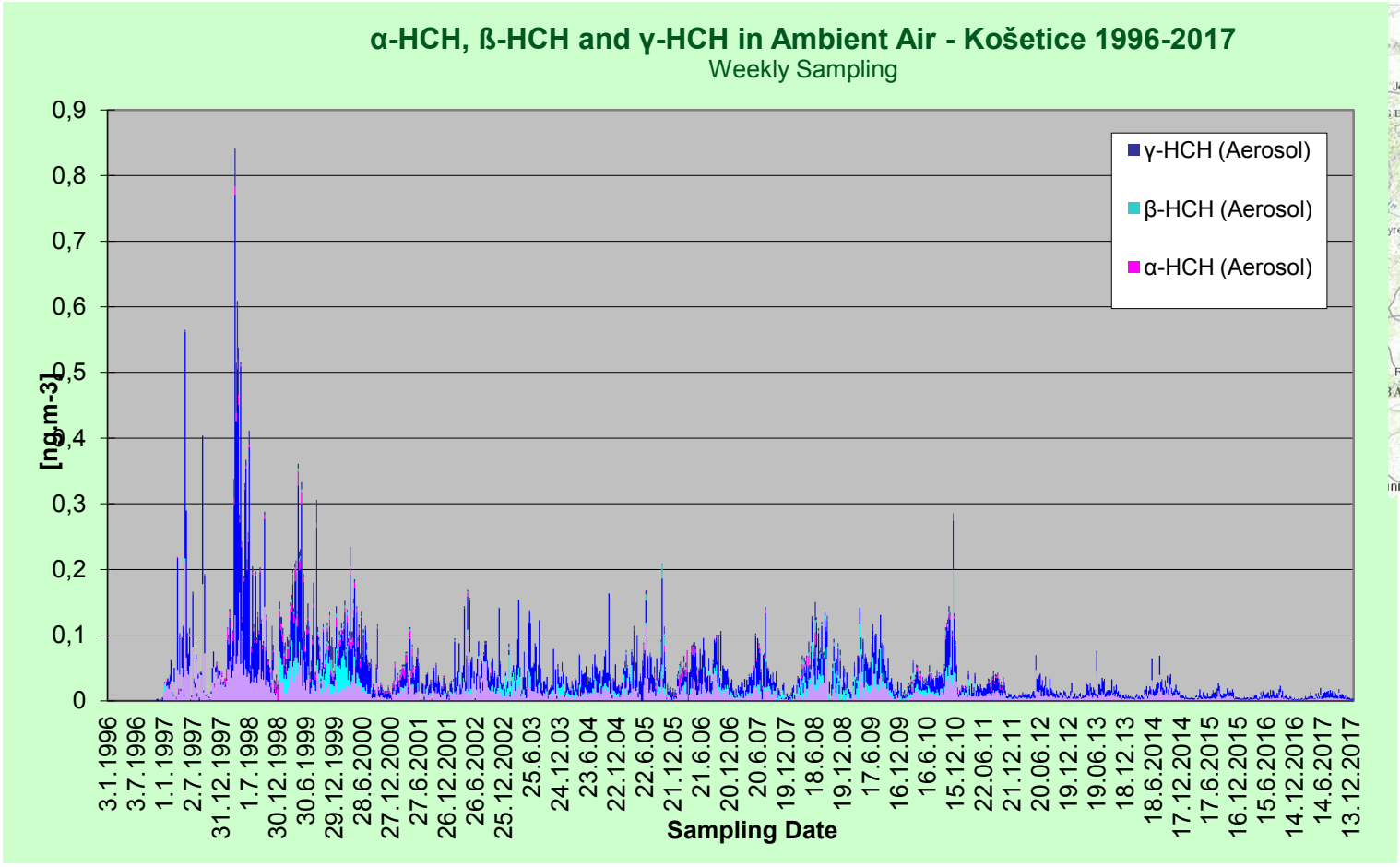


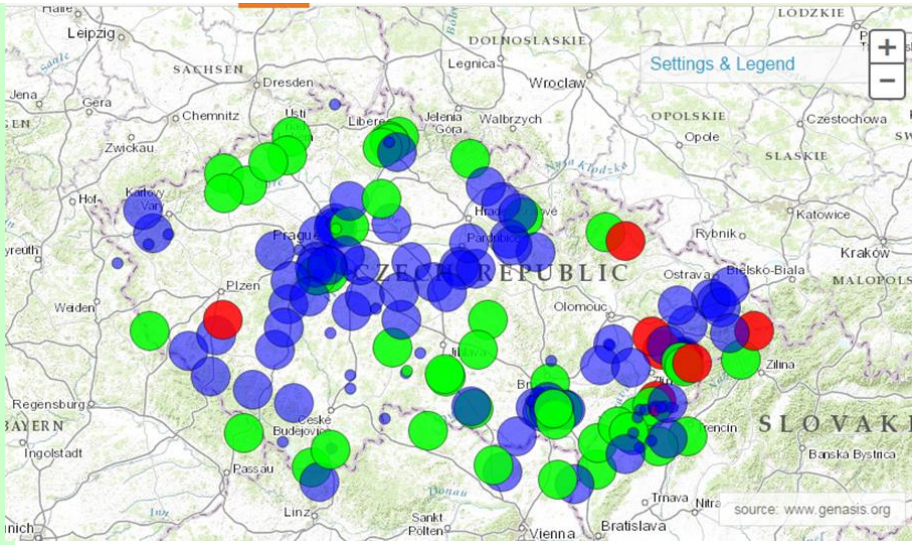
MUNI | RECETOX

OCPs: Hexachlorcyklohexan (HCHs)



- použití s DDT (Lydikol, Gamadyn),
- vstupy: použití, emise při skladování, transportu a výrobě, eroze půdy,
- největší naleziště Arktida

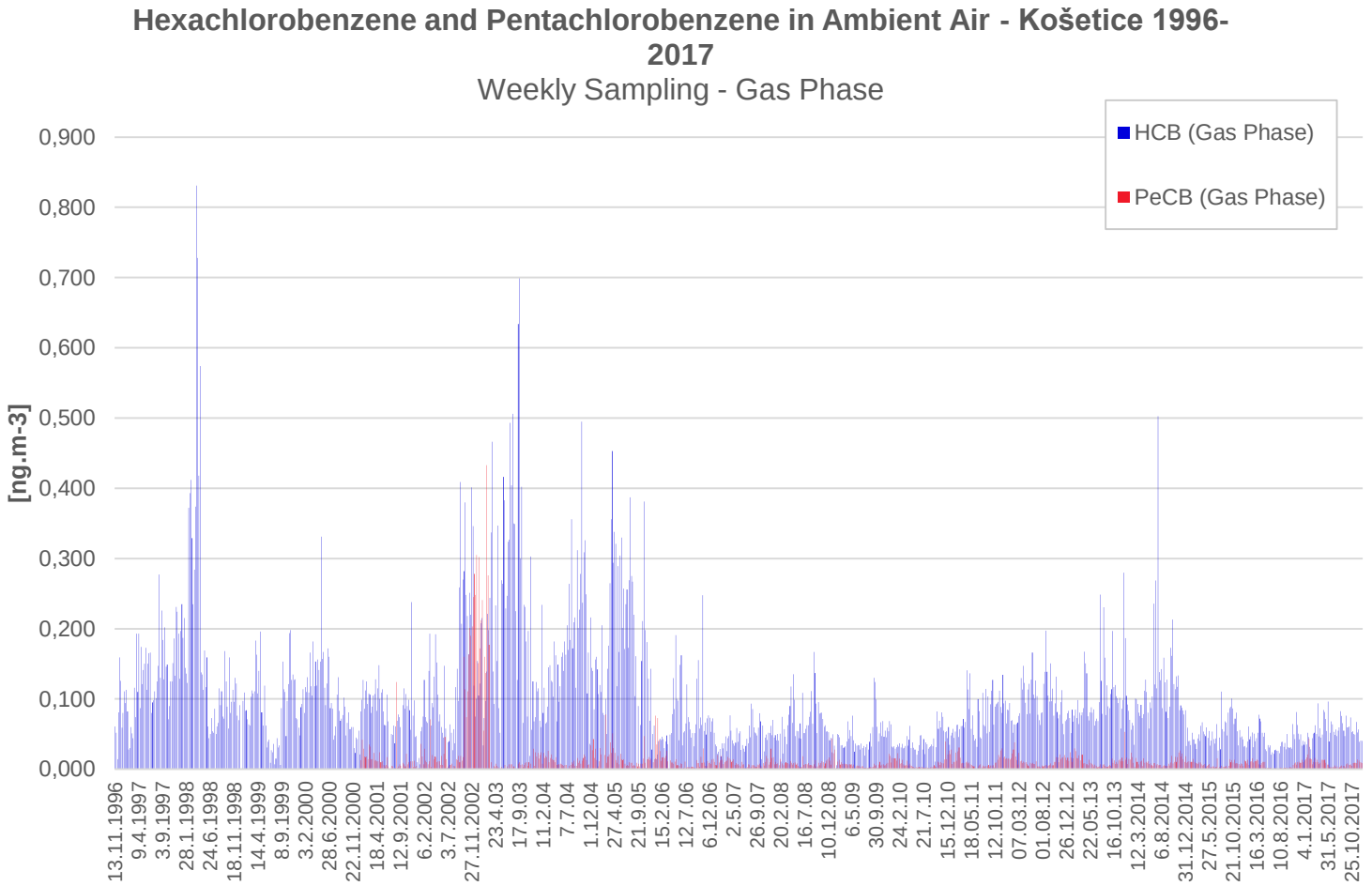




MUNI | RECETOX

OCPs: Hexachlorbenzen HCB a pentachlorbenzen PeCB

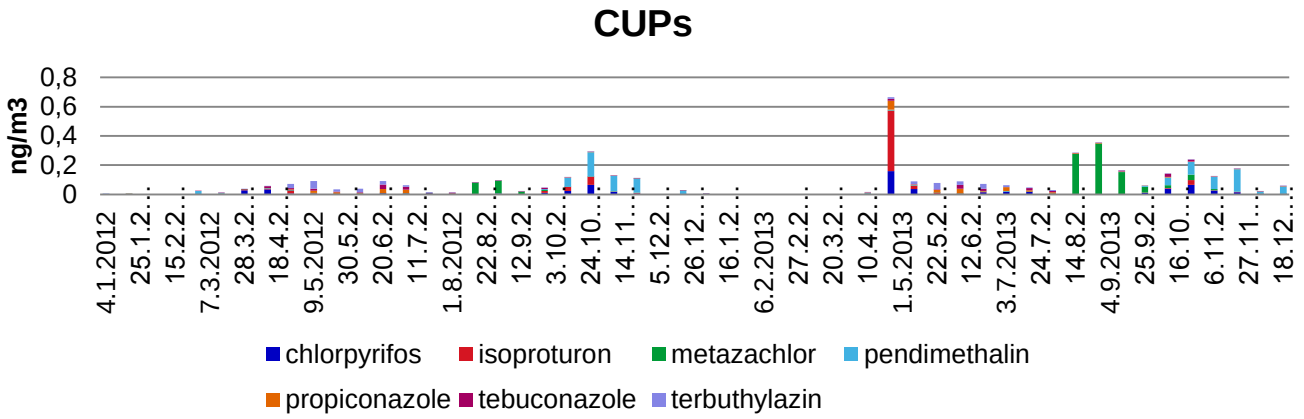
- emise do prostředí – antropogenní, neexistuje přírodní zdroj emisí PeCP i HCB
- vstupy: nedokonalé spalování odpadů, výroba Cl-rozpouštědel, výtoky z čističek
- zdroje: spalování odpadu, odpadní vody (papírny, železárny, skládky), sklady agrochemikálií
- kumulace sediment, půda

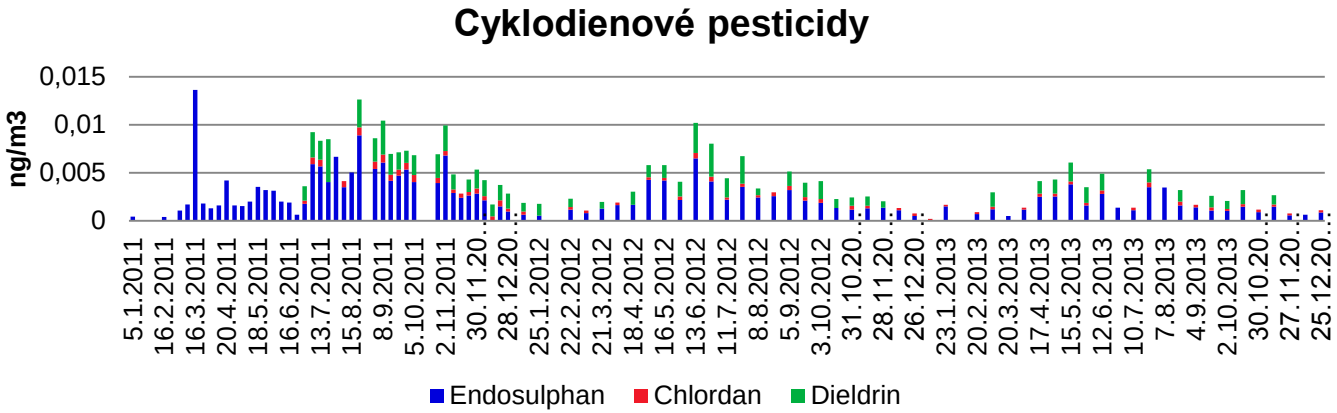


MUNI | RECETOX

Současně používané pesticidy CUPs

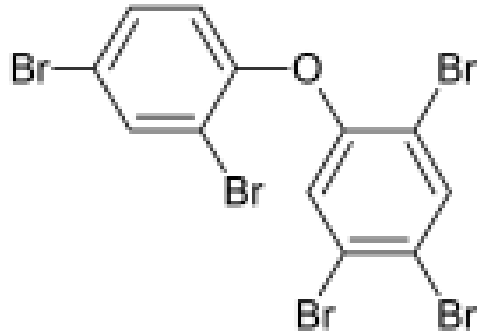
– problematické vlastnosti z hlediska osudu ŽP



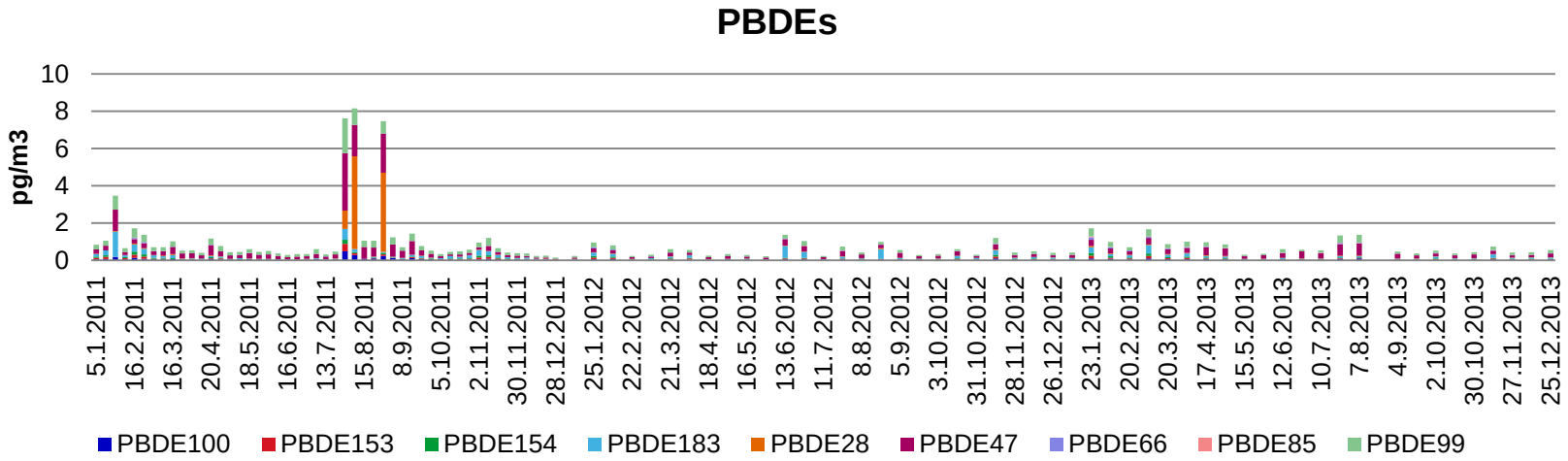


MUNI | RECETOX

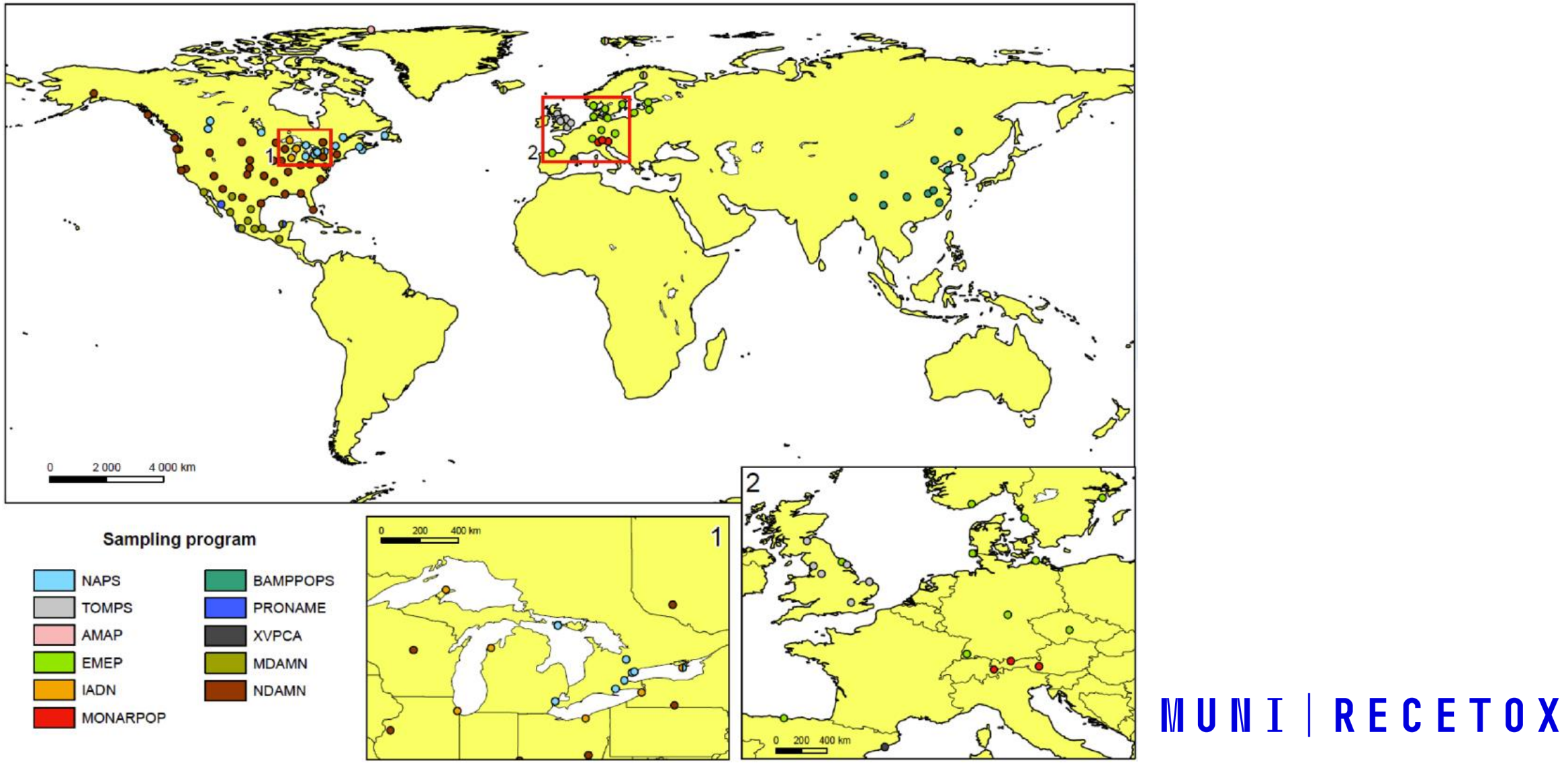
Polybromované difenylethery PBDE



– PUR, nábytek, čalounění, lepidla

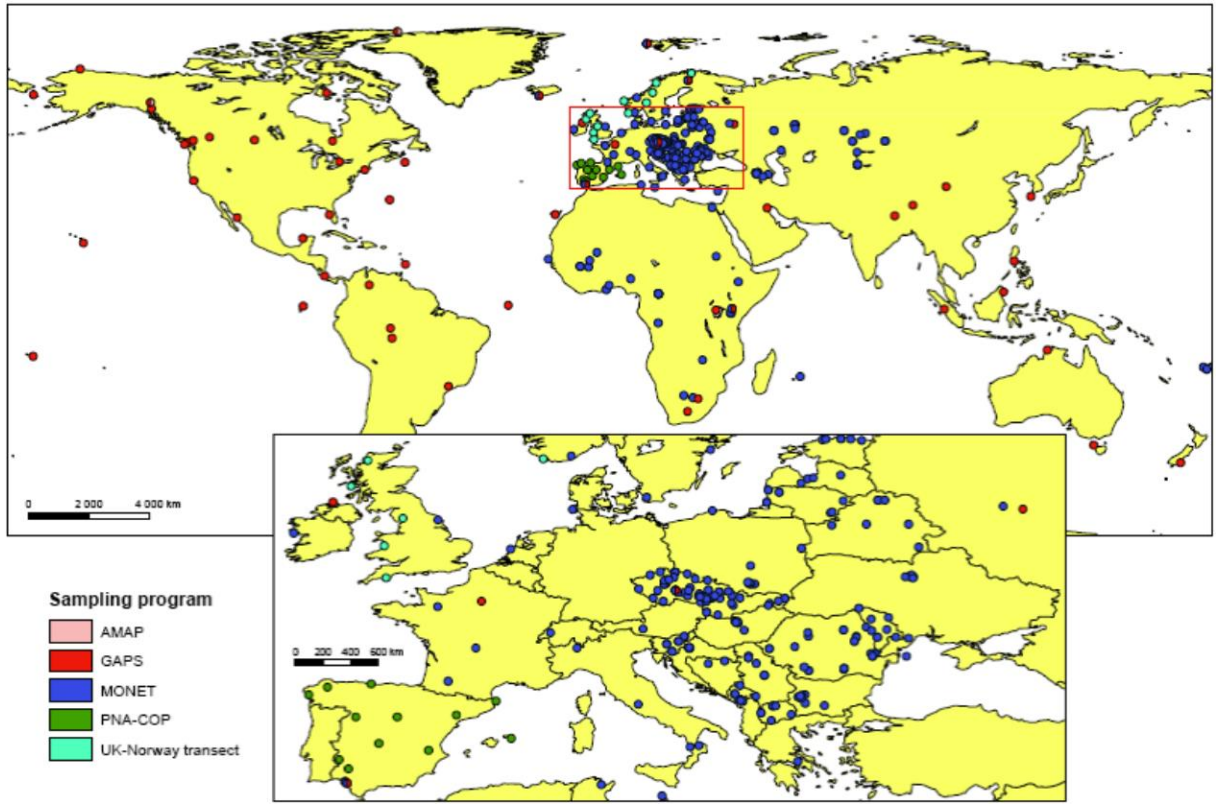


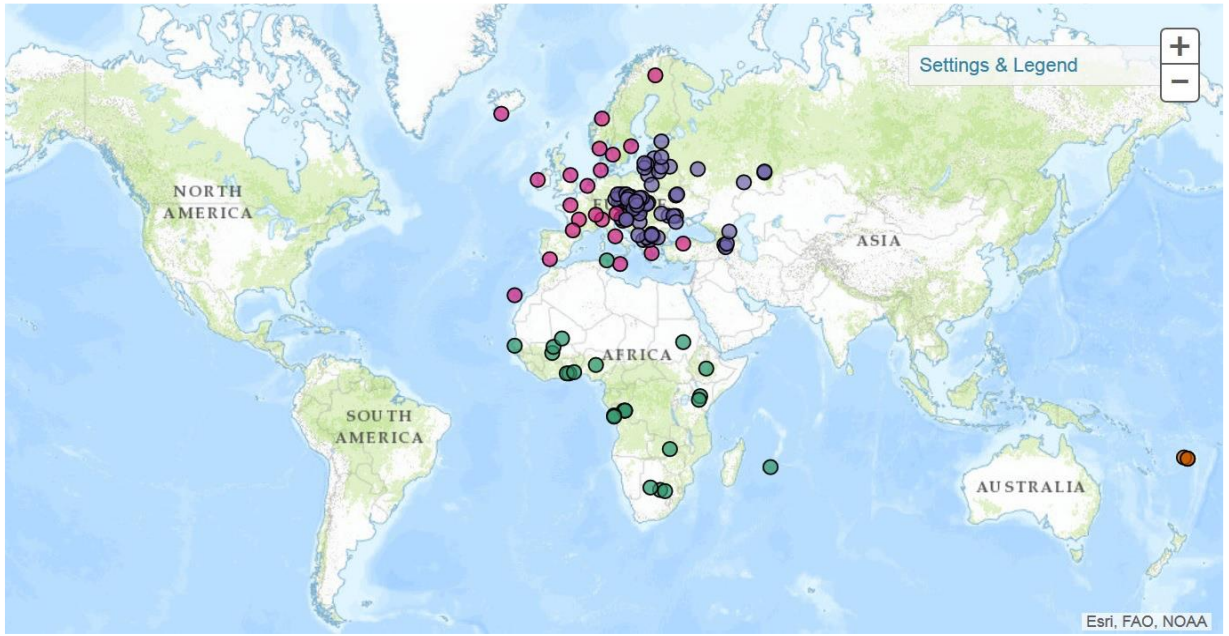
Globální monitorovací programy – aktivní vzorkování



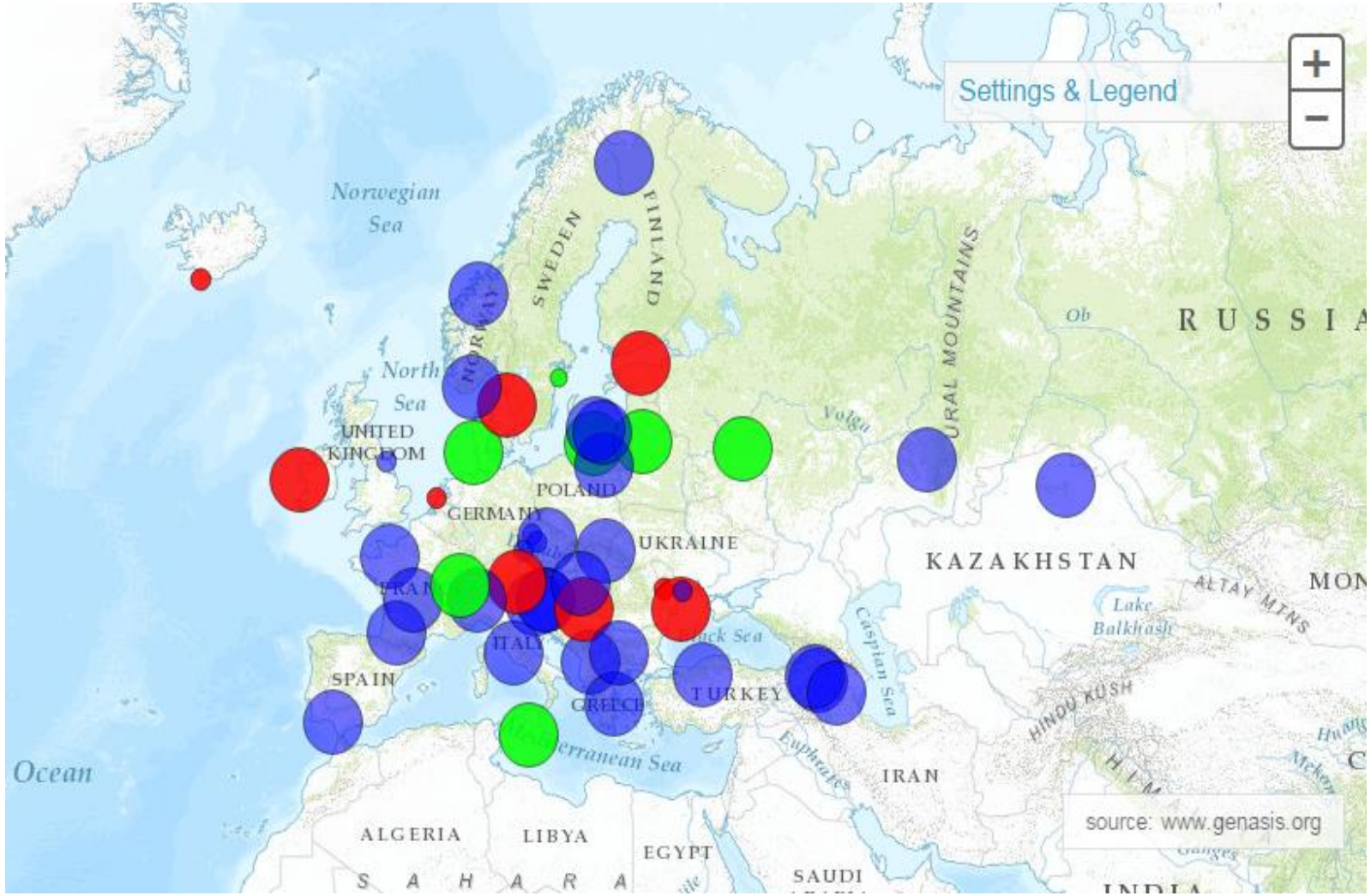
MUNI | RECETOX

Globální monitorovací programy – pasivní vzorkování





MUNI | RECETOX



Trendové mapy

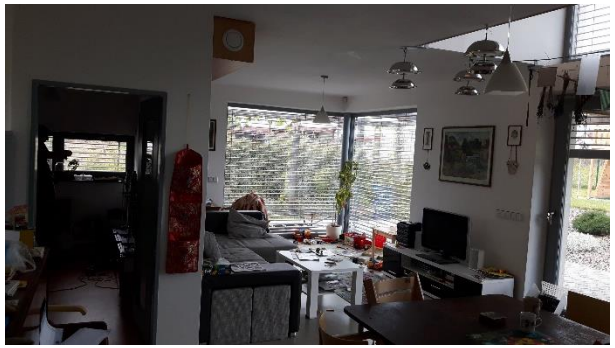
Monitorovací síť MONET

www.pops-gmp.org

MUNI | RECETOX

Vnitřní prostředí – zdroje emisí

DOMY A BYTY	• lidé, stavební materiály, nábytek, čistící a biocidní prostředky, systémy větrání, rekuperace a klimatizace, venkovní ovzduší, vytápění • plynové spotřebiče, příprava jídel • cigarety, kosmetika, dezinfekční přípravky • palivo, rozpouštědla
VEŘEJNÉ BUDOVY	• Kancelářské stroje a materiál • Učební pomůcky, hračky • Anestetika a sterilizační přípravky • Palivo, automobily • Výpary z vody
DOPRAVNÍ PROSTŘEDKY	Palivo, spalovací motory, čalounění a těsnící materiály, venkovní ovzduší



MUNI | RECETOX

Vnitřní prostředí – zdroje uhlovodíků

Benzen	Otevřená ohniště, tabákový kouř, výfukové plyny vozidel, čerpací stanice, (podzemní) garáže	
Toluen	Barvy a laky, ochranné prostředky na dřevo, lepidla, tiskové barvy, tiskoviny, rozpouštědla, popisovače, čerpací stanice, benzín, výfukové plyny, garáže	AQG1l: 260 µg/m3 (týdenní)
Styren	Polystyren (zbytkový monomer), hobby pomůcky (např. odlévací pryskyřice, tavné granule)	AQG: 260 µg/m3 (týdenní)
Aromat.slouč.	Rozpouštědla, skládkové plyny, výfukové plyny	
Alkany	Výfukové plyny, olejové topení, čisticí prostředky, barvy a laky	
4-fenylcyklohexen	Koberce	
PAH	Otevřená ohniště, procesy nedokonalého hoření, tabákový kouř	
Terpeny	Terpentýnový olej (barvy a laky, přípravky na ošetřování podlahových krytin, ochranné prostředky na dřevo, prostředky na nábytek), přísady do koupele, čistící prostředky	

MUNI | RECETOX

Vnitřní prostředí – zdroje halogenované uhlovodíky

Tetrachlorethan	chemické čištění	AQG: 250 µg/m3 (denní)
Dichlormethan	rozpouštědla, hnací plyny, odstraňovače barev	AQG: 3 mg/m3 (denní)
Trichlorethen	rozpouštědla	
1,1,1-trichlorethan	korekční přípravky	

Vnitřní prostředí – zdroje halogenované uhlovodíky s omezenou těkavostí

1,4-dichlorbenzen	Dezinfekční prostředky, sanitární deodoranty, prostř. proti molům
HCHs	Ochrana dřeva, insekticidy, barvy, laky
Pentachlorfenol	Ochrana dřeva, fungicidy, barvy, laky
PCBs	Těsnící hmoty, kondenzátory zářivek, prostředky nehořlavé úpravy
PCDDs/Fs	Spalování látek s obsahem halogenů, ochrana dřeva, PBDEs v plastech (PC, TV)

Vnitřní prostředí – zdroje ostatních org. látek

Formaldehyd	Cigarety, ohniště, izolační materiály, dezinfekce	AQG: 0,1 mg/m3 (30 min.)
Acetaldehyd	Ohniště	
Akrolein, hexanan, nonanal	Smažení, ohniště, lak	Akrolein AQG: 50ug/m3
Aceton	Lepidla, odstraňovač laku na nehty	
Etanol, propanol	Čalounění, kosmetika, lepidla, dezinfekce, nemrznoucí směs do aut,	
1-ethylhexanol	PVC	
Glykolethery	Čistící přípravky, ředidla	
fenoly	Cigarety, odstraňovače nátěrů, dezinfekce	

Vnitřní prostředí – zdroje ostatních org. látek

Ftaláty	Podlahové krytiny, plasty, lepidla, barvy, PVC
Nikotin	Tabákový kouř

Vnitřní prostředí – anorganické látky

CO	Otevřená ohniště, cigarety, výfukové plyny
CO2	Otevřená ohniště, cigarety, výfukové plyny, lidé
NO2	Otevřená ohniště, cigarety, výfukové plyny, plynové spotřebiče
SO2	Paliva obsahují S
Ozon	Laserové tiskárny a kopírky
Amoniak	Podlahy, beton, nivelační hmoty, malta, omítky
Radon	Umělé omítky, stavební materiály, uranové sedimenty
Rtuť	Teploměry rozbité, barvy
olovo	barvy

AQG CO:
60 mg/m3 (30 min.)
100 mg/m3 (15 min.)
30 mg/m3 (1hod.)
8 mg/m3 (8hod)

AQG NO2:
200 ug/m3 (1hod.)

AQG SO2:
500 ug/m3 (10 min.)

AQG ozon:
120 mg/m3 (8hod.)

AQG: 1ug/m3 (roční)
AQG: 0,5ug/m3 (roční)

MUNI | RECETOX

Vnitřní prostředí – pevné částice

Usazený prach	Izolační materiály, uvolněná vlákna, minerální vata, Stavební materiály,
Azbest	
Vláknitý prach	
Aerosoly	Tabákový kouř
Pevné částice PM	Spalování paliv, příprava jídel, spory plísní, zvířata, lidé, baktérie, navátý prach

MUNI | RECETOX

CELSPAC - SPECIMEn study 2019 - 2021

Průzkum výskytu pesticidů v evropské populaci

Účelem studie je odpovědět na **otázky**, jak se liší výskyt pesticidů:

- v evropské populaci,
- u dospělých a dětí,
- ve vybraných evropských státech,
- u lidí žijících v blízkosti zemědělských oblastí a u běžné populace,
- v průběhu roku - v zimě a v létě.

Cílem studie je **výzkum výskytu pesticidů** v lidské populaci.

Více na: www.celspac.cz/specimen

Napište nám: celspac.specimen@recetox.muni.cz

HBM4EU science and policy for a healthy future

HLEDÁME ÚČASTNÍKY VÝZKUMU!

- Jste starší 21 let a máte dítě ve věku 6-11 let?
- Bydlíte blízko vinohradu či ovocného sadu?
- Zúčastnili byste se rádi vědeckého výzkumu?

Pokud je odpověď alespoň na třetí otázku ANO, tak hledáme právě Vás.

Přihlaste se!

Všichni účastníci studie získají drobný dárek a budou zařazeni do slosování o fitness náramky. Slosování proběhne v červenci 2020.

www.recetox.muni.cz

https://www.genasis.cz

roman.prokes@recetox.muni.cz

MUNI | RECETOX

MUNI | RECETOX

Vliv kvality ovzduší na zdraví - přehled

RNDr. Ondřej Mikeš, Ph.D.

Masarykova Univerzita, RECETOX, Kamenice 5, 625 00 Brno, Czech Republic

ondrej.mikes@recetox.muni.cz

TWINNING

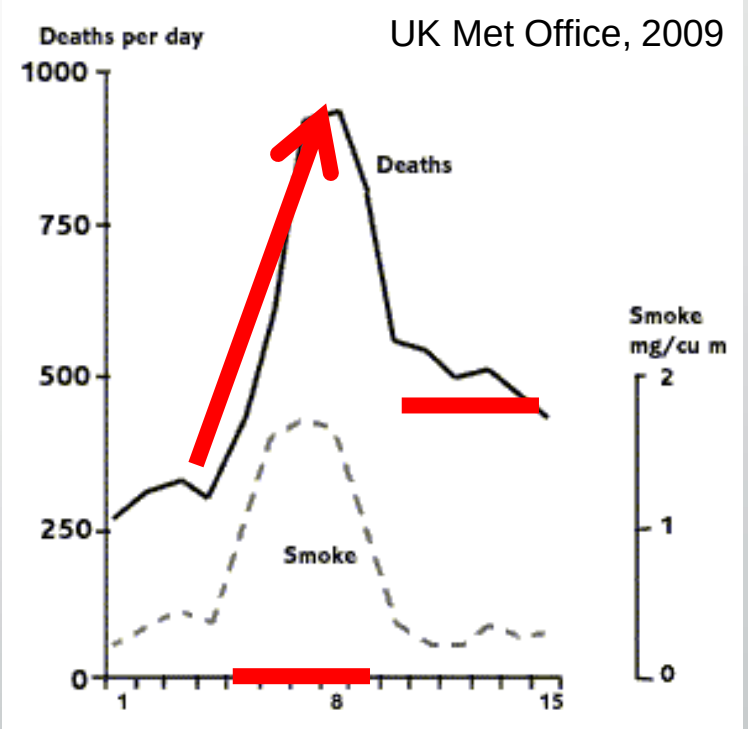
ICARUS

European Commission

Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

Historický průšvih-Londýn 5-9.12.1952 (Great Smog of London)

- Spalování nekvalitních paliv (s obsahem síry) + nepříznivé povětrnostní podmínky (SO_2, 0°C).
- Odhad PM10 cca 3 000 µg/m³ (ČR cca 26 µg/m³)
- viditelnost <0,5 m
- Odhad 4-10 000 úmrtí nad normál



Time.com

History.com

wiki

MUNI | RECETOX

Další "slavné" průšvihy

- Údolí Meuse, Belgie: 1-5.12 1930
  - Spalování uhlí (PM+SO_2+HF)
  - 6 000 onemocnění, 60 mrtvých
- St. Louis smog (Louisiana, USA), 28.11 1939 (9 dní)
  - ("the day the sun didn't shine„, Black Tuesday)
- Donora smog (Pennsylvanie, USA), 27-31.10. 1948
  - Ocelárny, keramika (PM+SO_2+HF)
  - 7 000 onemocnění, 20 mrtvých + 50 do měsíce (14 000 obyvatel)
- New York smog, 23-26.11 1966
  - Co, SO_2, kouř a mlha
  - 10 % populace negativní efekty, 168 asociovaných úmrtí
- Nyní Asie (Harbin, Čína; Nové Dilí, Indie; Ulanbaatar, Mongolsko)

thebeijinger.com

wiki

Nové Dillí hlásí kvůli smogu stav nouze. Vláda už místním rozdala miliony ochranných masek

wiki

MUNI | RECETOX

Legislativa – Venkovní a vnitřní ovzduší

Clean Air Act, 1963

- **Směrnice Evropského parlamentu** a Rady 2008/50/ES ze dne 21. května 2008 **o kvalitě vnějšího ovzduší** a čistším ovzduší pro Evropu
  - Kapitola 1/Článek 1/Odst. 1**: Vymezení a stanovení cílů kvality vnějšího ovzduší určených k zabránění a předcházení škodlivým účinkům na lidské zdraví a životní prostředí jako celek nebo k jejich snížení**
- **Směrnice Evropského parlamentu** a Rady 2004/107/ES o obsahu **arsenu, kadmia, rtuti, niklu a polycyklických aromatických uhlovodíků** ve vnějším ovzduší
- **Zákon** č. 201/2012 Sb. Zákon ze dne 2. května 2012 **o ochraně ovzduší** (ve znění novely z 1. 1. 2017)
- **Vyhláška** MŽP č. 330/2012 Sb. z 8. 10. 2012 o způsobu posuzování a vyhodnocení úrovně znečištění, rozsahu informování veřejnosti o úrovni znečištění a **při smogových situacích**
- **Vyhláška** MŽP č. 415/2012 Sb. z 30. 11. 2012 - **o přípustné úrovni znečišťování a jejím zjišťování** a o provedení některých dalších ustanovení zákona o ochraně ovzduší
- **Zákon** č.258/2000 Sb., **O ochraně veřejného zdraví** a změně některých souvisejících zákonů - ve znění platném k 1.1.2010
- **Vyhláška** č. 6/2003 Sb., kterou se stanoví požadavky **hygienické limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí** v pobytových místnostech některých staveb
- **Vyhláška** č. 20/2012 Sb., **o technických požadavcích na stavby** (mění vyhlášku č. 268/2009 Sb.)
- **Vyhláška** č. 343/2009 Sb., **o hygienických požadavcích na prostory** a provoz zařízení a provozoven **pro výchovu a vzdělávání dětí** a mladistvých (mění vyhlášku č. 410/2005 Sb.)

Komínový zákon, 35/1967

MUNI | RECETOX

Odhad zdravotních rizik

1. Identifikace zdravotní nebezpečnosti
2. Odhad míry dávka/odpověď
3. Odhad míry expozice
4. Charakterizace rizika

- WHO
- US-EPA
- Ministerstvo zdravotnictví
- Ministerstvo životního prostředí

World Health Organization

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY

MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ ČESKÉ REPUBLIKY

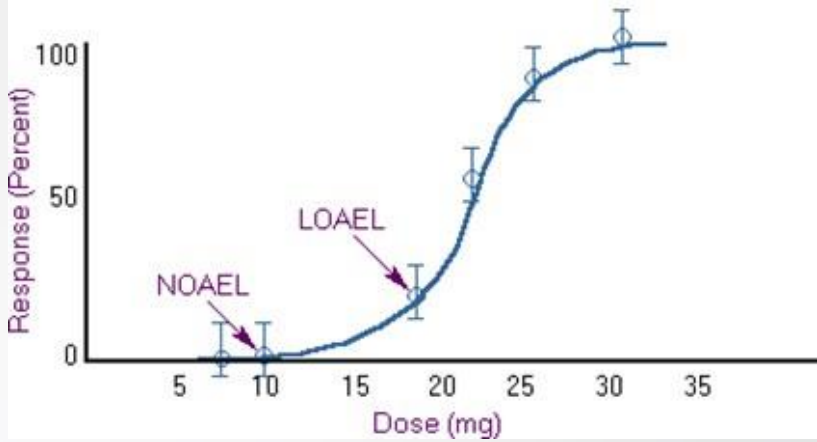
Ministerstvo životního prostředí

MUNI | RECETOX

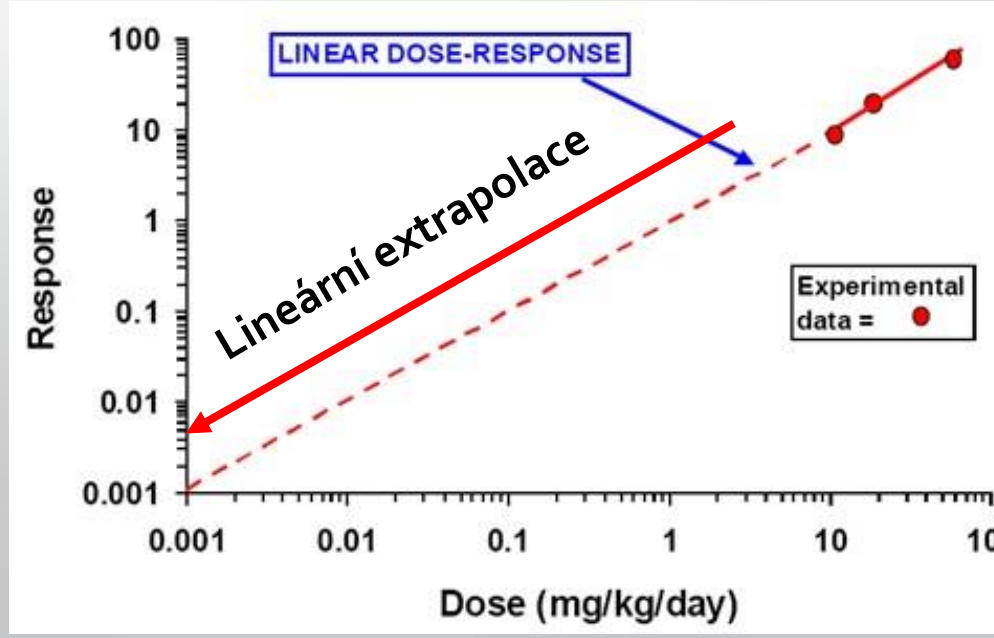
Které zdravotní efekty jsou spojované s kvalitou ovzduší ?

- Snížená funkce plic
- Podráždění očí, nosu, úst a krku
- Astmatické záchvaty
- Respirační příznaky, jako je kašel a sípání
- Omezená aktivita a snížená hladina energie
- Zvýšené používání léků
- Zvýšený počet hospitalizací
- Zvýšení výskytu respiračních onemocnění jako je bronchitis
- Ischemická choroba srdeční
- Předčasné úmrtí
- Diabetes druhého typu

Toxicita, karcinogenita



- **Prahový účinek**
  - jejich toxický účinek se projeví při překročení nějaké hranice NOAEL→ RfD, pak se posuzuje koeficient nebezpečnosti (HQ); <1 v pořádku
- **Bezprahové působení**
  - předpoklad neexistence prahu
  - IUR - jednotka rakovinného rizika
  - EU a USA se míra rizika přijímá obvykle jako 10^{-6}



International Agency Research on Cancer

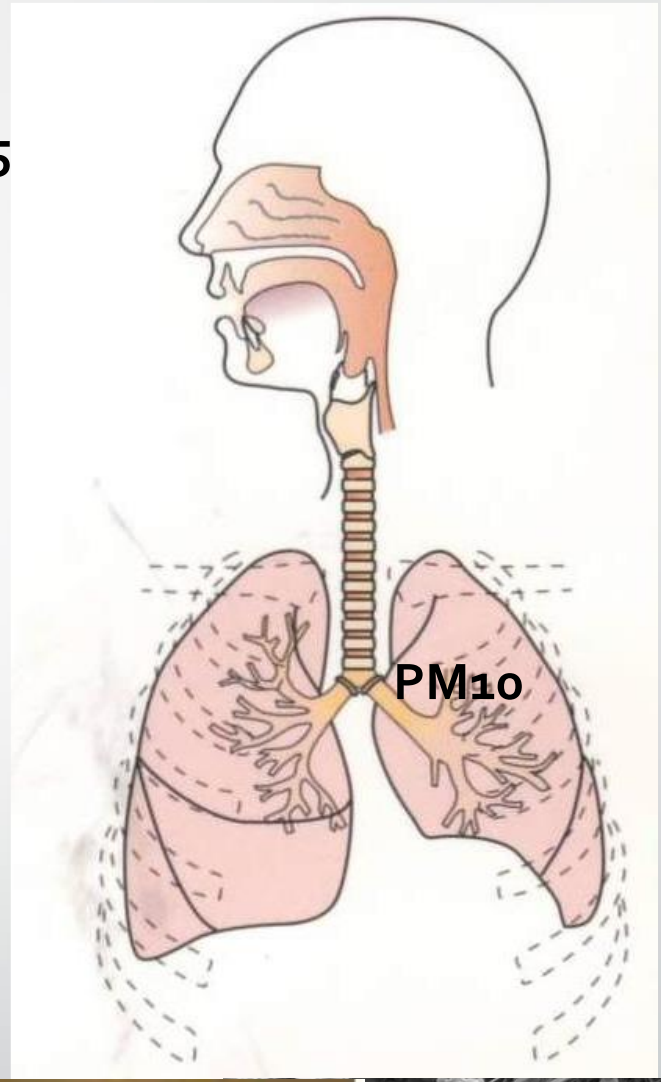
World Health Organization

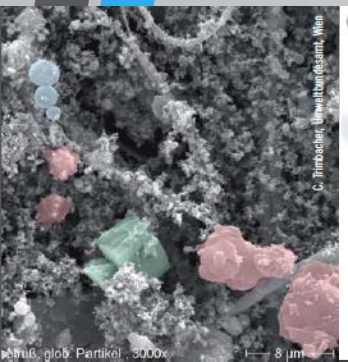
Sledované látky

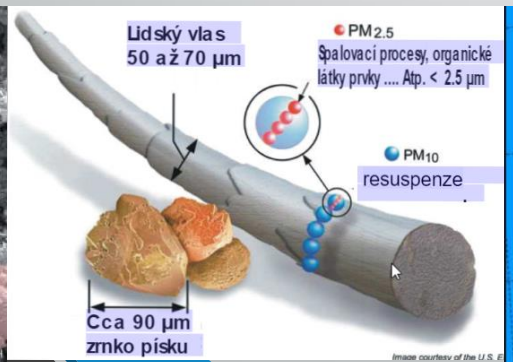
PM-Prachové částice

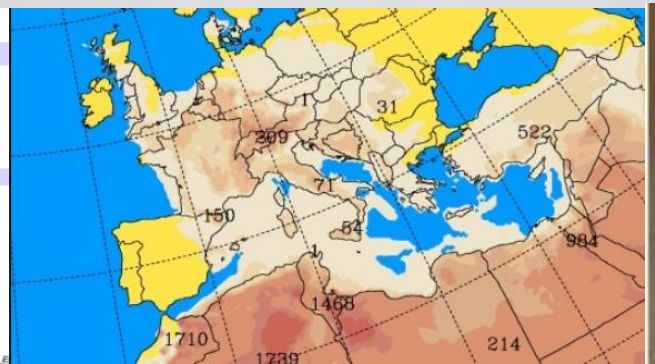
PM10
PM2,5
PM1

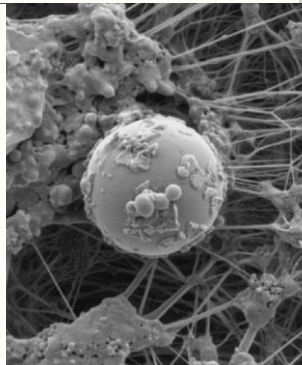
- Účinek závisí na velikosti a složení
- Větší vykašleme, PM10-horní/dolní cesty dýchací, PM2,5-průdušiny/sklípky, PM1-plicní sklípky/přestup do krve
- Vliv především na kardiovaskulární a respirační systém
- Drážděním sliznice – snižují samočistící schopnost plic
- Makrofágové - pohlcují částice → zánětlivé reakce
- Černý uhlík (Black carbon-BC)





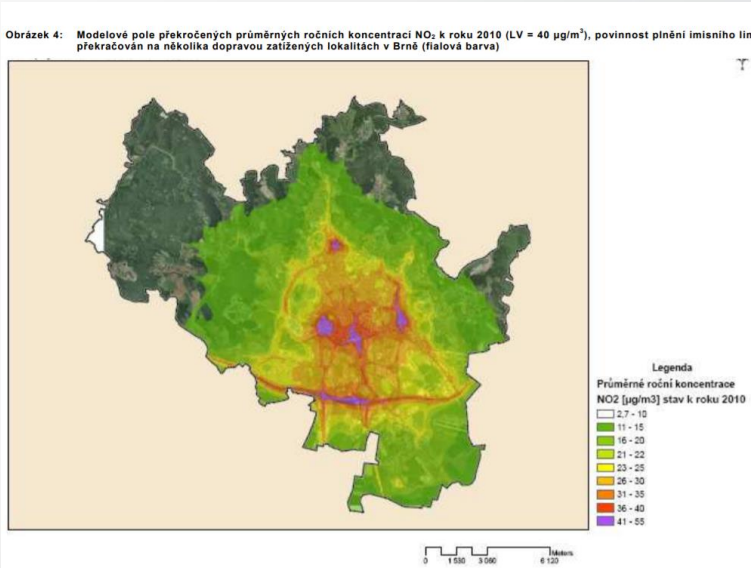


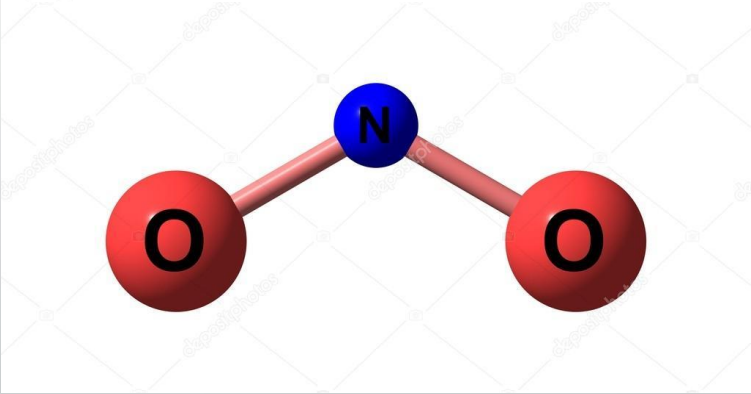




NOx (= NO+ NO2)-oxidy dusíku

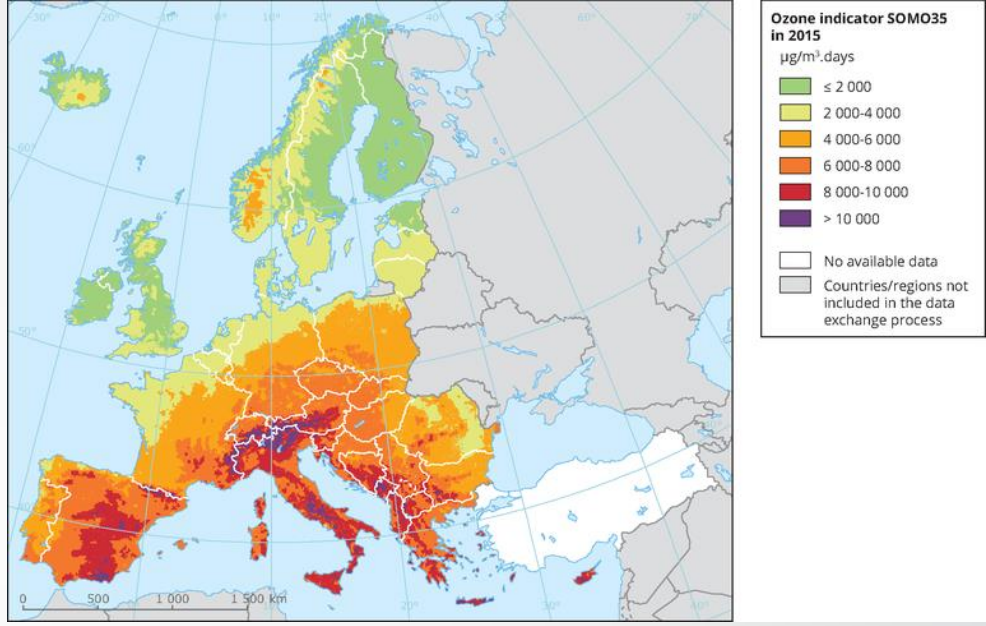
- Může způsobovat dýchací potíže (a to i chronicky), bolesti hlavy a dráždění očí
- Krátkodobě působí na reaktivitu dýchacích cest – hodinová limitní koncentrace je nastavena pro astmatiky
- Obtížné oddělit zdravotní účinky NOx a PM
- Okyseluje prostředí, zvyšuje vnášení dusíku do koloběhu (eutrofizace)





MUNI | RECETOX

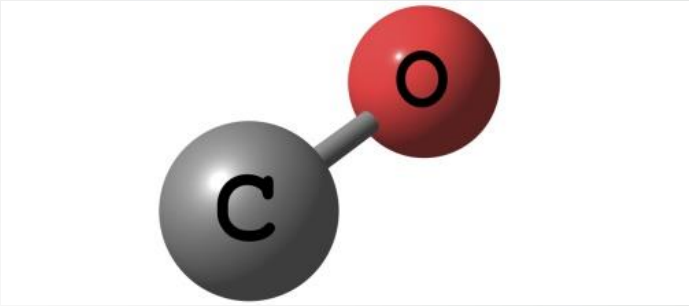
O3 – Ozón



- Stratosférický chceme/ Troposférický nikoliv
- Fotochemický (losangeleský) smog
- Reaktivní plyn vznikající fotochemickými reakcemi (NOx+VOC)
- Ovlivňuje oční spojivky a dýchací cesty
- Problém u osob s CHOPN a astmatem
- Poškození vegetace

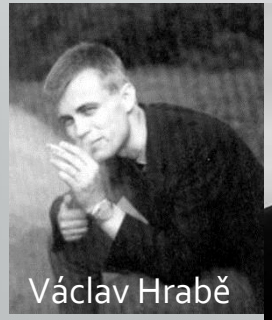
scied.ucar.edu

CO – oxid uhelnatý



- Narušuje schopnost krve nést kyslík
- Problémy hlavně u lidí s chronickými onemocněními srdce
- Nebezpečné koncentrace pouze lokálně a výjimečně
  - Bolesti hlavy, závratě --- až smrt
- V Evropě jsou otravy náhodné
- Svítiplyn ($H_2+CO+CH_4+...$)

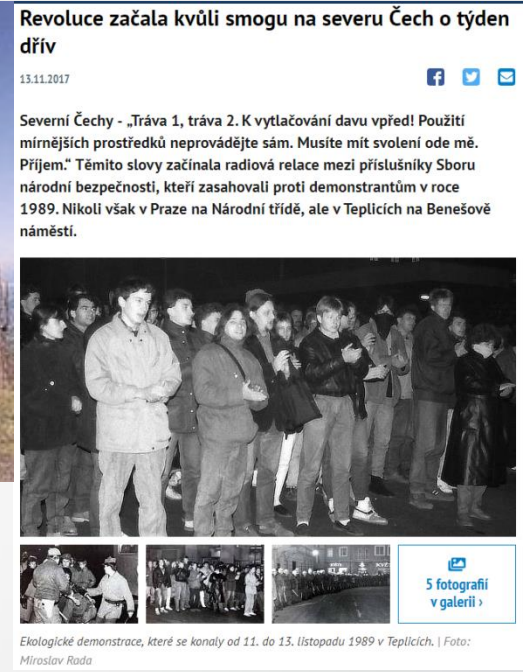
Lampa na svítiplyn
Z nám. Svobody na Českou, 1901
(Z Grosser Platz na Rudolfsgasse)


Václav Hrabě

Jiří Šlitr

MUNI | RECETOX

SO_2 – oxid siřičitý



Revoluce začala kvůli smogu na severu Čech o týden dřív

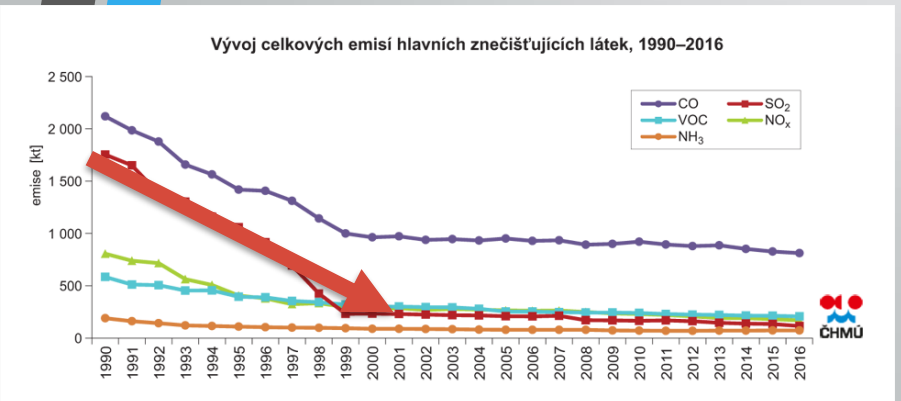
13.11.2017

Severní Čechy - „Tráva 1, tráva 2. K vytlačování davu vpřed! Použití mírnějších prostředků neprovádějte sám. Musíte mít svolení ode mě. Příjem." Těmito slovy začínala radiová relace mezi příslušníky Sboru národní bezpečnosti, kteří zasahovali proti demonstrantům v roce 1989. Nikoli však v Praze na Národní třídě, ale v Teplicích na Benešově náměstí.

5 fotografií v galerii ›

Ekologické demonstrace, které se konaly od 11. do 13. listopadu 1989 v Teplicích. | Foto: Miroslav Rada

- Příčina kyselých dešťů a zničení lesů v 70-90 letech
- Při 0,1 mg/m³ dráždí oči a horní cesty dýchací.
- Při 0,25 mg/m³ zvýšení respiračních obtíží u citlivých dospělých i dětí
- Při 0,5 mg /m³ vzestup úmrtnosti u starých chronicky nemocných lidí.



Brno-2015, roční průměr 5 µg/m³ =0,005 mg/m³

Jak žlutá mlha a punk zrodily teplickou revoltu. Pád totality začal na severu Čech

Martin Novák
11. 11. 2019 5:30

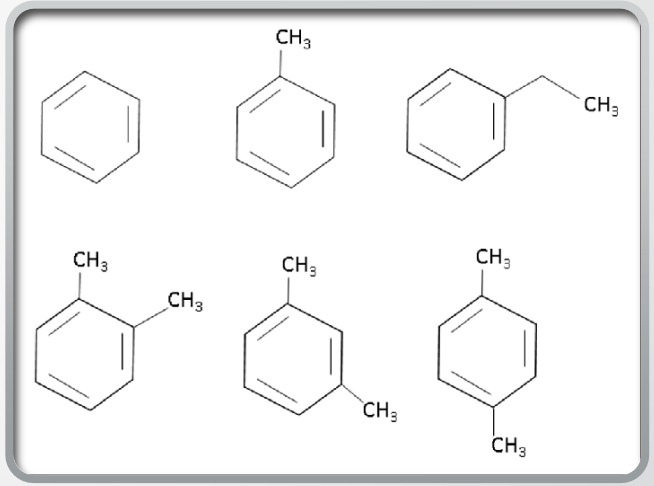
Na začátku listopadu 1989 visely politické změny v Československu ve vzduchu. Všude kolem režimy ustupovaly: v Polsku, Maďarsku a východním Německu. V severních Čechách však bylo ve vzduchu především obrovské znečištění. Zamoření smogem, průmyslovými zplodinami dosáhlo právě v listopadu 1989 nejkritičtějších hodnot za více než pět let.

Snímek z demonstrace 13. listopadu 1989 v Teplicích. Pochází z archivu Marka Fujdioka a je součástí knihy o teplických událostech, nazvané Inverze 89. | Foto: Archiv Marka Fujdioka

MUN

VOC – Těkavé organické látky

- Častěji problém vnitřních prostředí
- Iritanty očí a dýchací soustavy, mohou způsobovat závratě (vliv na CNS)
- Jedna z příčin tzv. „Syndromu nemocných budov“
- Benzen
  - Není toxický akutně
  - Dlouhodobě nebezpečný hemato/geno/imunotoxický, karciongen
- VOC mají velmi rozdílné tox. efekty
- Toluen, etylbenzen, xylen (BTEX)
- Formaldehyd, pinen, limonen, isopreny, terpeny, ...

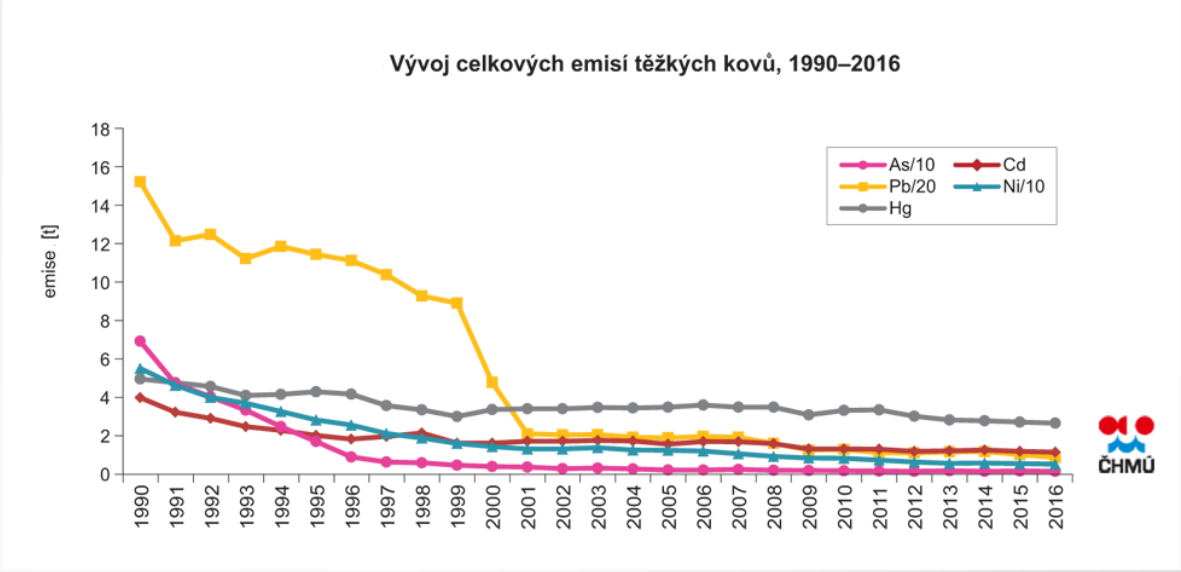


https://www.epd.gov.hk/

MUNI | RECETOX

Kovy

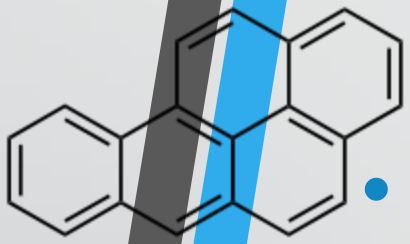
- **Arsen (As)** – ukládá se v kůži, nehtech a vlasech
  - Způsobuje dermatitidy a poškozuje CNS a kardiovaskulární systém
  - Anorganický je karcinogenní
- **Kadmium (Cd)** – kumuluje se hlavně v játrech a ledvinách
  - Váže se na metalo-proteiny a působí na metabolické procesy, blokuje Ca-kanálky (přerušuje nervové vzruchy), neplodnost
  - karcinogenní



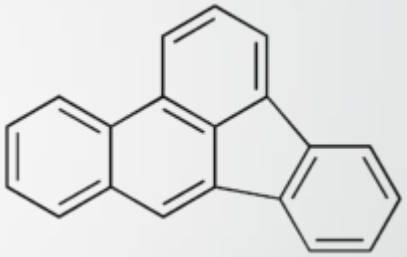
- **Nikl (Ni)** – ukládá se v plicích
  - Podráždění a poškození plic
  - Sloučeniny obecně jsou považovány za karcinogeny
- **Olovo (Pb)** - (dříve hlavně z benzínu)
  - Narušuje kognitivní vývoj u dětí

MUNI | RECETOX

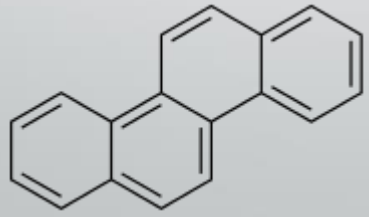
PAHs – Polycyklické aromatické uhlovodíky



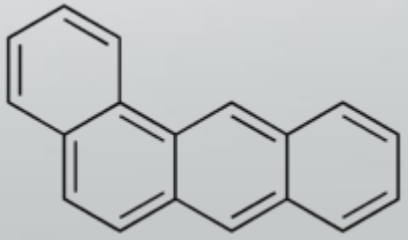
- Perzistentní látky = přetrvávají v prostředí dlouho
- Často se váží na jemné částice
- Karcinogenní a mutagenní potenciál
- Vše je vztažené na B(a)P
- 90% špatné spalování v domácích topeništích
- Významný problém celého Slezského regionu
- Kouření, uzení, grilování



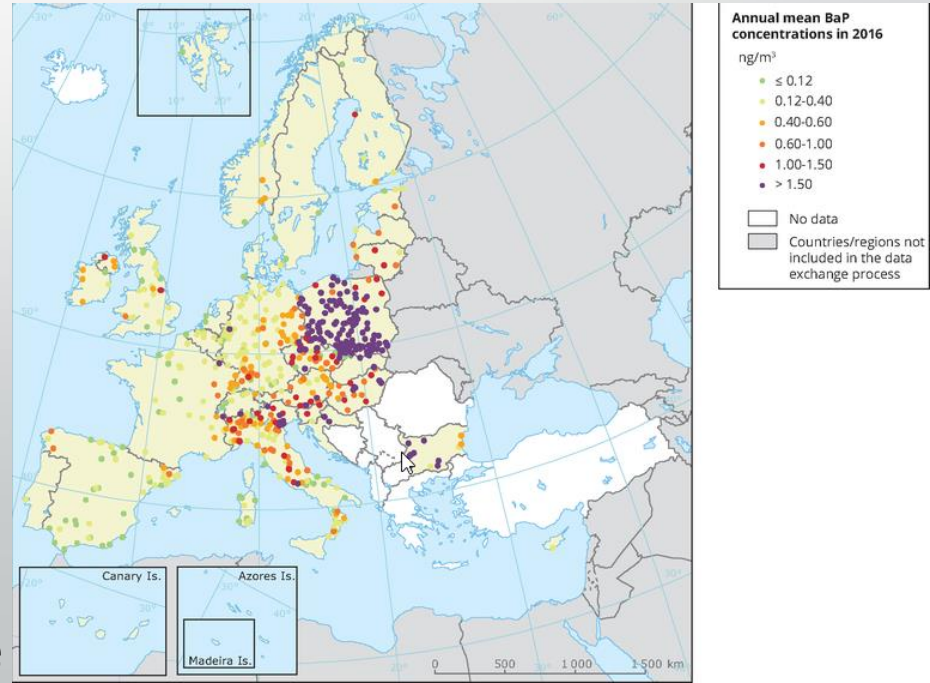
Benzo[*b*]fluoranthene



Chrysene



Benz[*a*]anthracene



Vyjádření vlivu na zdraví

Vyjádření vlivu na zdraví (burden of disease)

- Délka života
- Předčasná úmrtí
- Atributivní riziko
- DALY
- Nejistoty

www.stateofglobalair.org

https://www.iarc.fr/

https://www.epa.gov/air-research

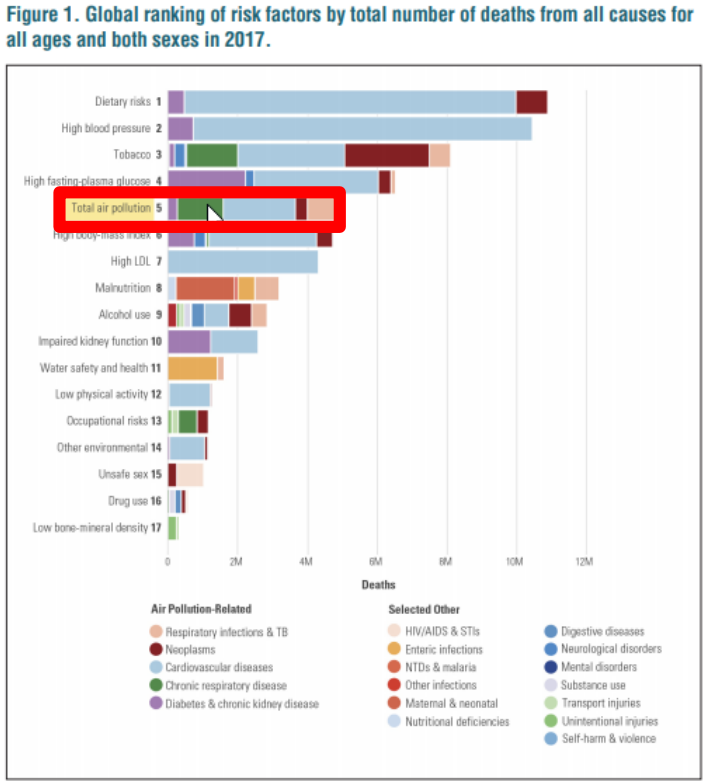
https://www.who.int/airpollution/ambient/health-impacts/en/

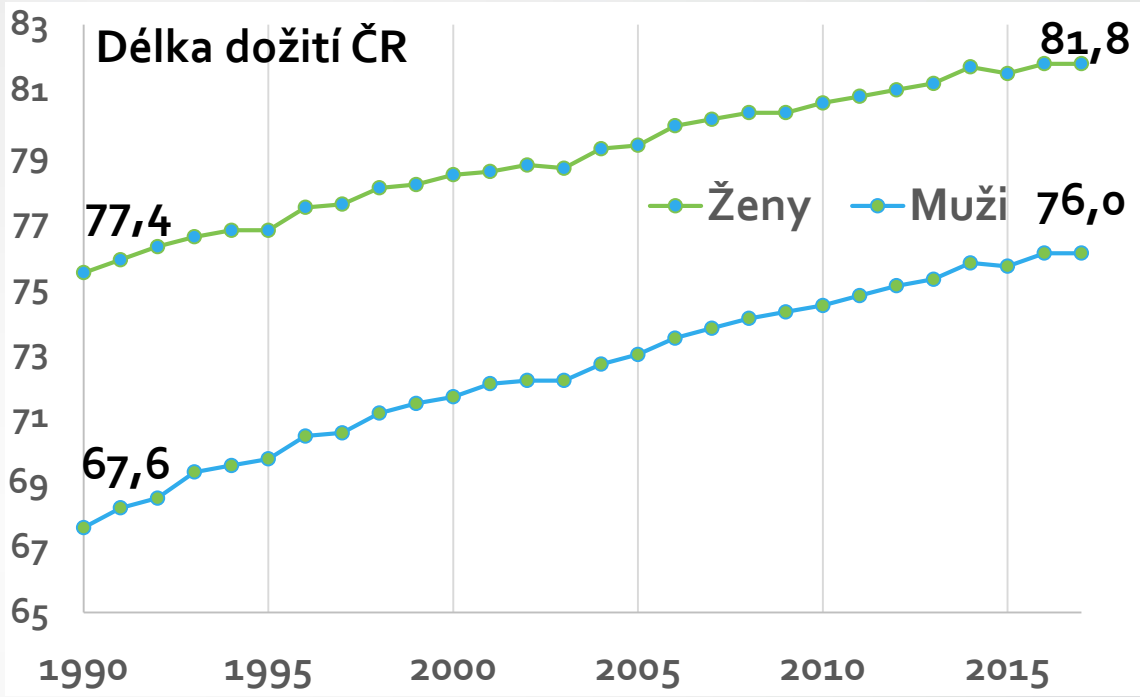
Committee on the Medical Effects of Air Pollutants-UK (COM

MUNI | RECETOX

Předčasná úmrtí

- Úmrtí, které nastane před průměrnou délkou dožití v dané populaci
- nad 30 let (bez úrazů a sebevražd)





Nejčastější důvody úmrtí v ČR

1. Ischemická choroba srdeční
2. Mrtvice
3. Alzheimer
4. Rakovina plic
5. Kolorektální karcinom
6. CHOPN
7. Infekce dolních cest dýchacích
8. Diabetes
9. Rakovina slinivky
10. Cirhóza

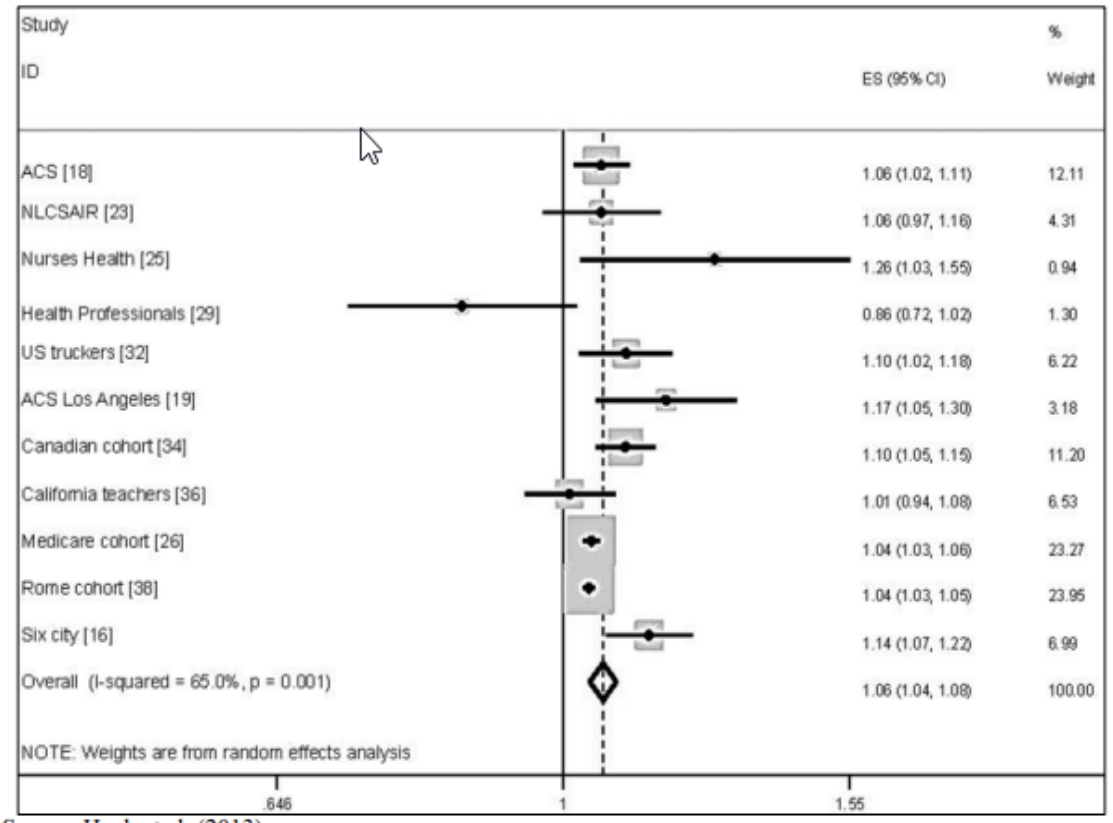
IHME

MUNI | RECETOX

Spojení s kvalitou ovzduší (attributable fraction)

- Relativní riziko
- Metoda WHO HRAPIE (z metaanalýz 13 kohortových studií v Evropě a Severní Americe)
- Atributivní frakce
- Populační, ne individuální
- Atributivní úmrtí/onemocnění - porovnání s národními/lokálními statistikami

Fig. 1. Meta-analysis of the association between $PM_{2.5}$ and all-cause mortality (RR per 10 μg/m^3)



Source: Hoek et al. (2013).
Notes: NLCSAIR = Netherlands Cohort Study on Diet and Cancer, air quality investigation section; I-squared refers to the degree of inconsistency across studies.

ÚZIS ČR

www.uzis.cz

MUNI | RECETOX

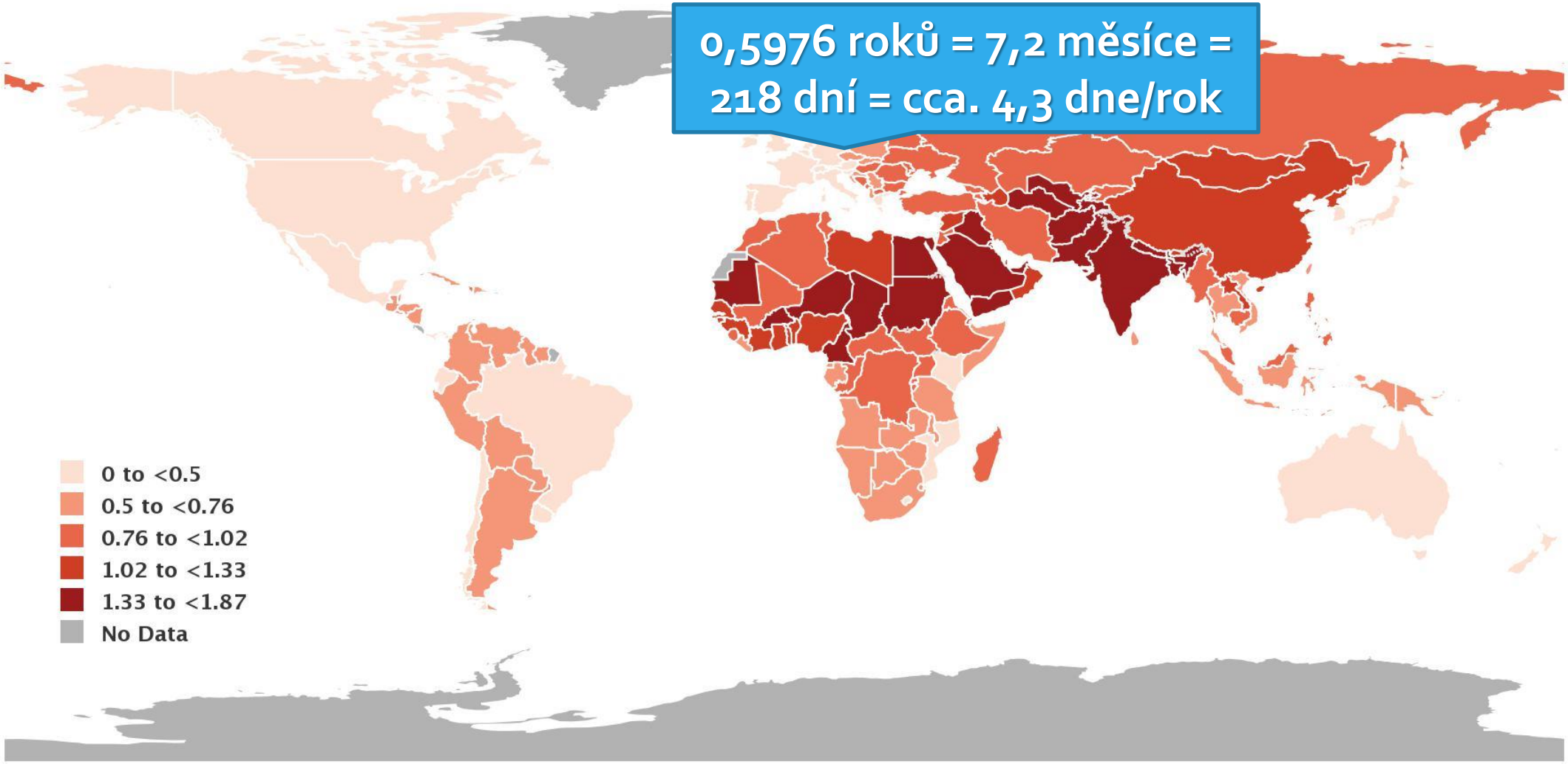
DALY – Co to je?

- Disability adjusted life years
- DALY=YLL + YLD (Předčasná úmrtí + počty lety, kdy žijeme s nemocí)
- YLL = N*L (Počet předčasných úmrtí * Předpokládaná standartní délka života)
- YLD = I*DW*L (Počet případů*Váha omezení*délka případu k úmrtí/vyléčení)

MUNI | RECETOX

Ztracené roky v průměrné české populaci nad 30 let, při PM 2,5 = 0 µg/m³

0,5976 roků = 7,2 měsíce = 218 dní = cca. 4,3 dne/rok

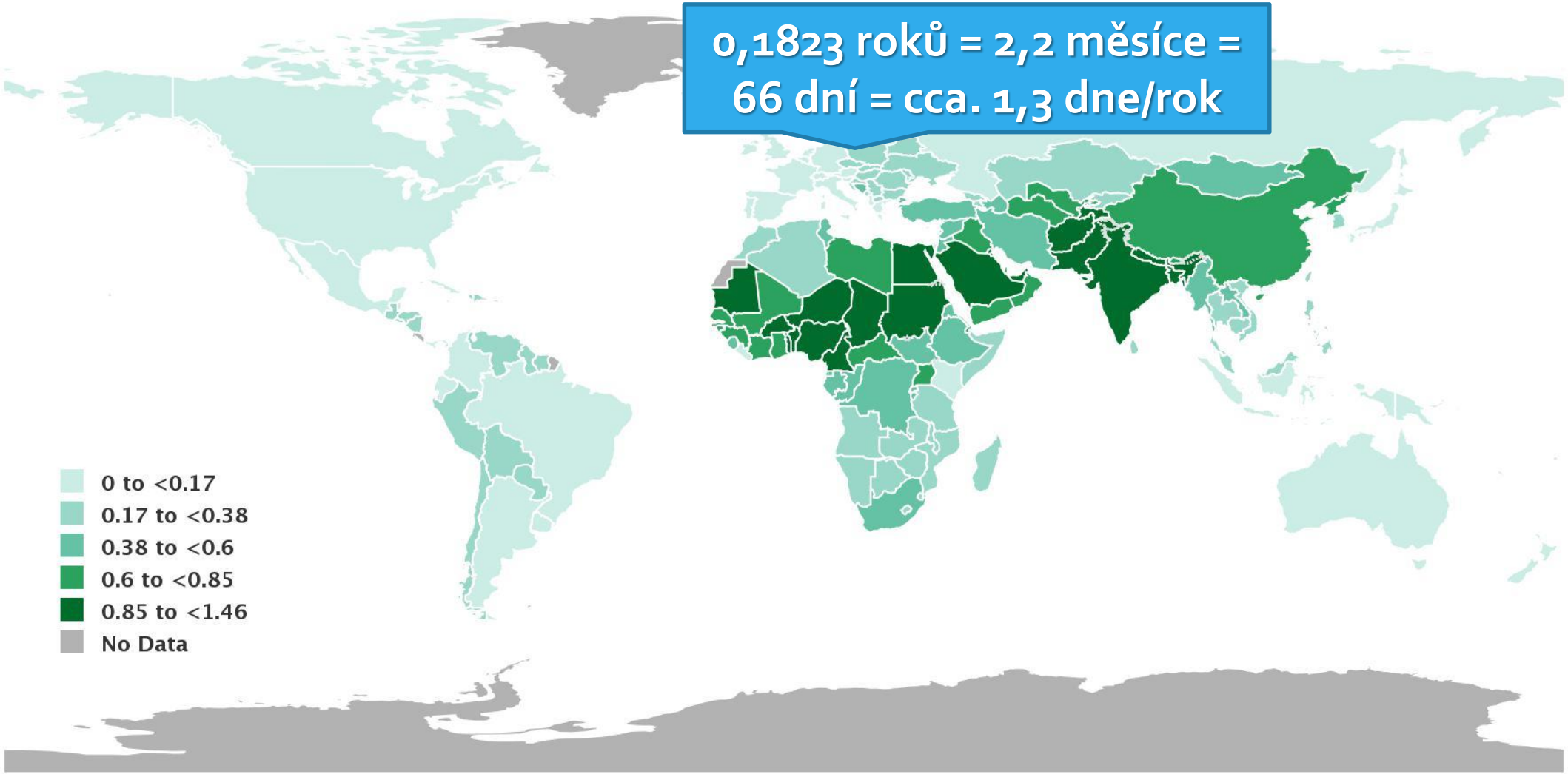


https://www.stateofglobalair.org/

State of Global Air

Získané roky v průměrné české populaci nad 30 let, při splnění WHO cíle PM 2,5 < 10µg/m³

0,1823 roků = 2,2 měsíce = 66 dní = cca. 1,3 dne/rok



https://www.stateofglobalair.org/

State of Global Air

Nejistoty spojené s odhadem zdravotních dopadů

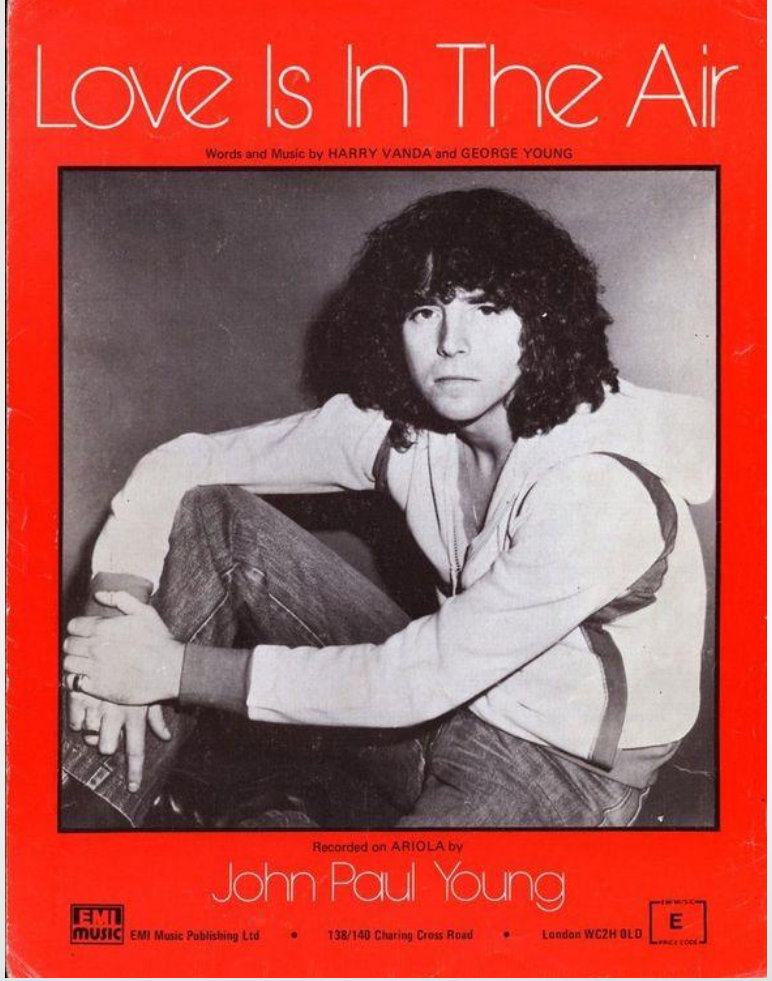
- CRF, různé epidemiologické studie (intervaly spolehlivosti), vyvíjejí se
- Komplexita směsi znečišťujících látek
- Jsou nebezpečné NOx nebo směs látek vznikajících při spalování?
- Nejistoty měření a modelování
- Skutečný odhad individuální expozice není touto metodou možný
- Pozor na různé studie, kdy používají jiné vstupní parametry
- Karcinogenní rizika jsou patrně nadhodnocena u nízkých hodnot

RECETOX-celkový pohled na zdraví člověka a životní prostředí

- ELSPAC/CELSPAC kohorty
- ICARUS+SMURBS+HBM4EU
- URBAN_X – Urban exposome
- Nový studijní obor (Bc., Mgr., Ph.D)

Životní prostředí a zdraví

Vzdělání pro zdravou budoucnost



Děkuji za pozornost

ondrej.mikes@recetox.muni.cz

MUNI | RECETOX

CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

Emise z dopravy

Roman Ličbinský

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

Emise z dopravy

- škodliviny vznikající při provozu dopravních prostředků uvolňované do ovzduší
- komplexní směsi obsahující stovky chemických látek v různých koncentracích

foto: Mirko, zdroj: www.zelpage.cz

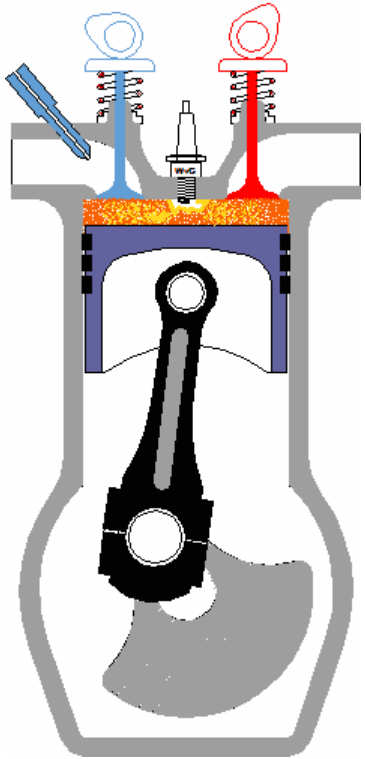
foto: Ivo Dostál, CDV

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Spalovací emise – z výfuků automobilů

Cd Ni V C_xH_y S C + H palivo

Cl SO_x N_2 O_2 vzduch

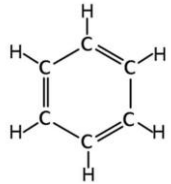


produkty spalování (emise)

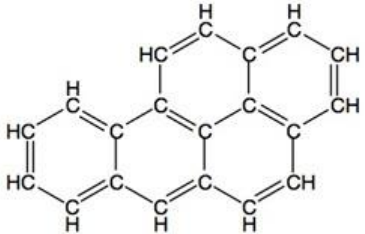
$CO_2 + H_2O$ CO

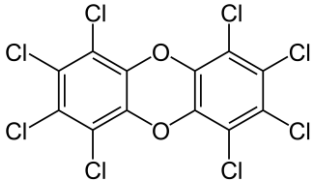
NO_2 NO

SO_2



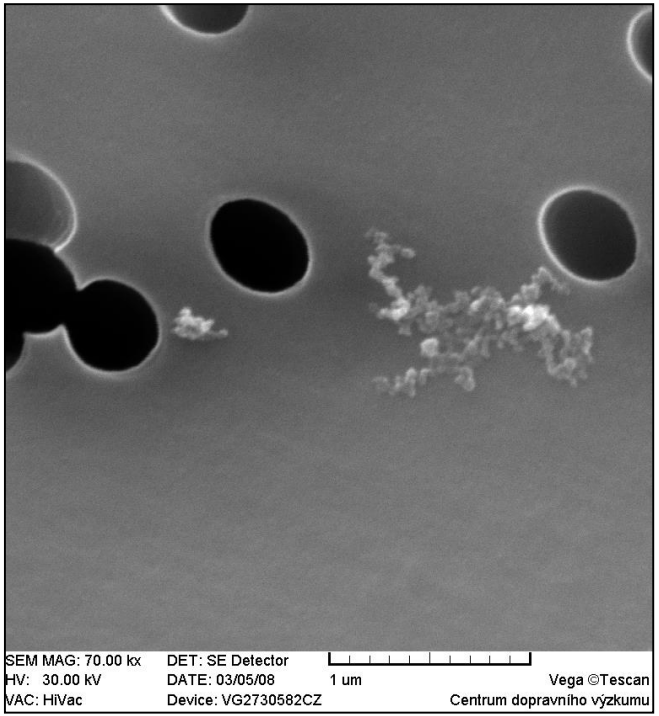
pevné částice (saze)

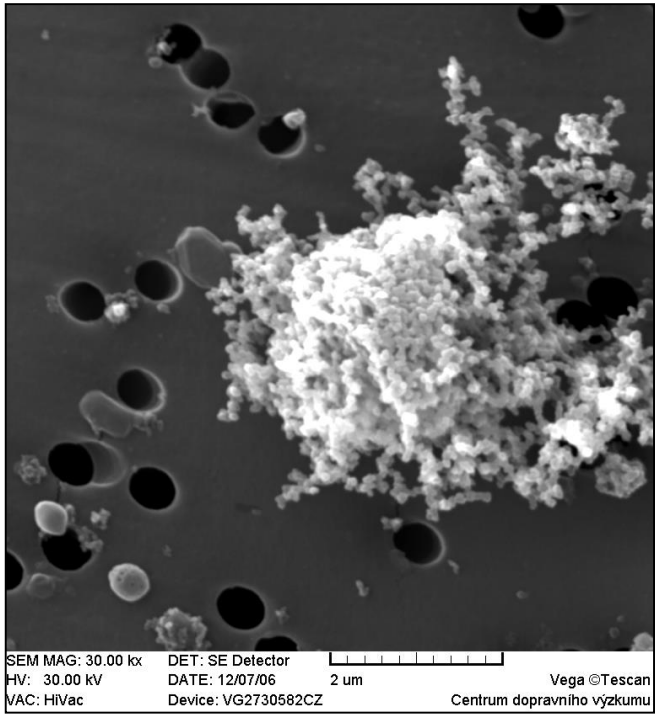




Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

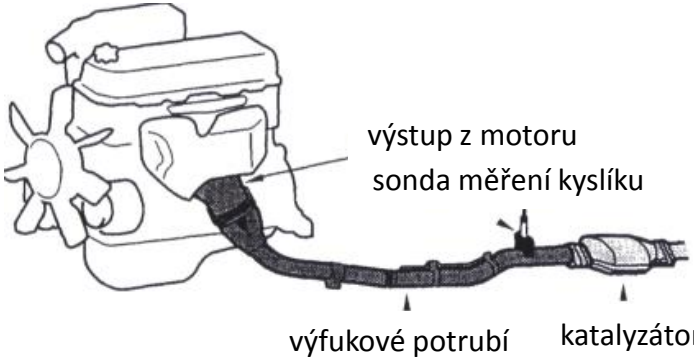
Spalovací emise – z výfuků automobilů - PM

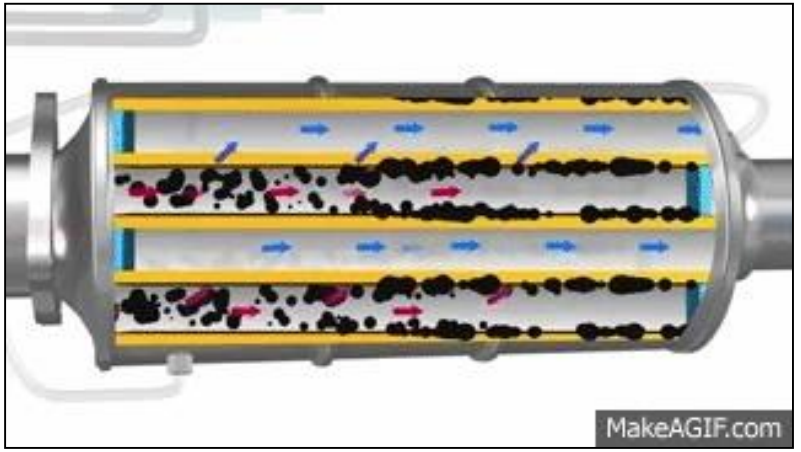


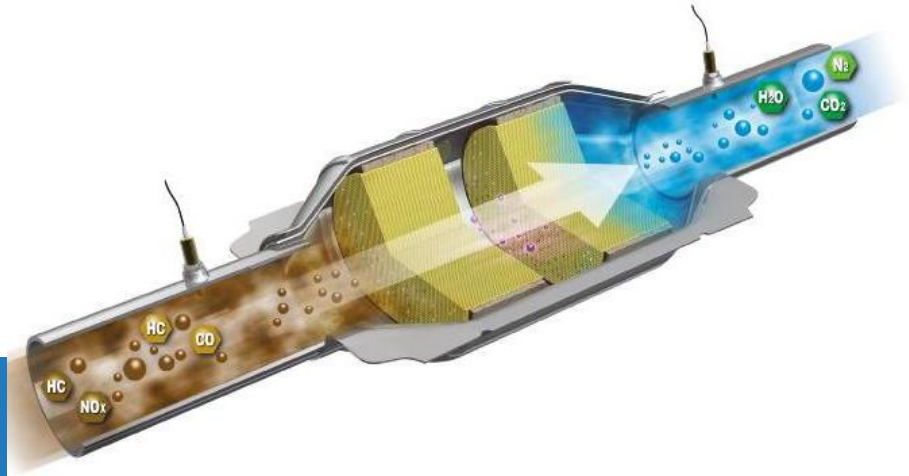


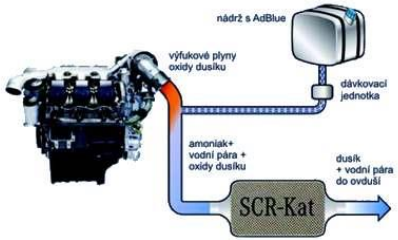
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

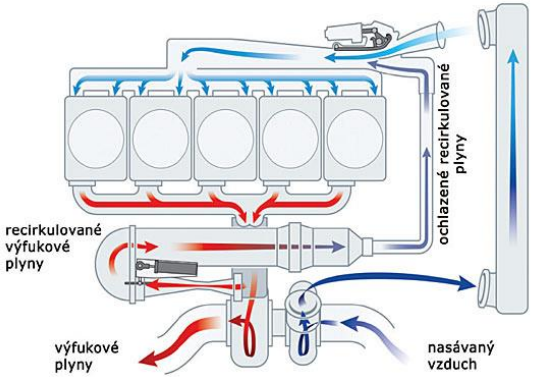
Spalovací emise – z výfuků automobilů





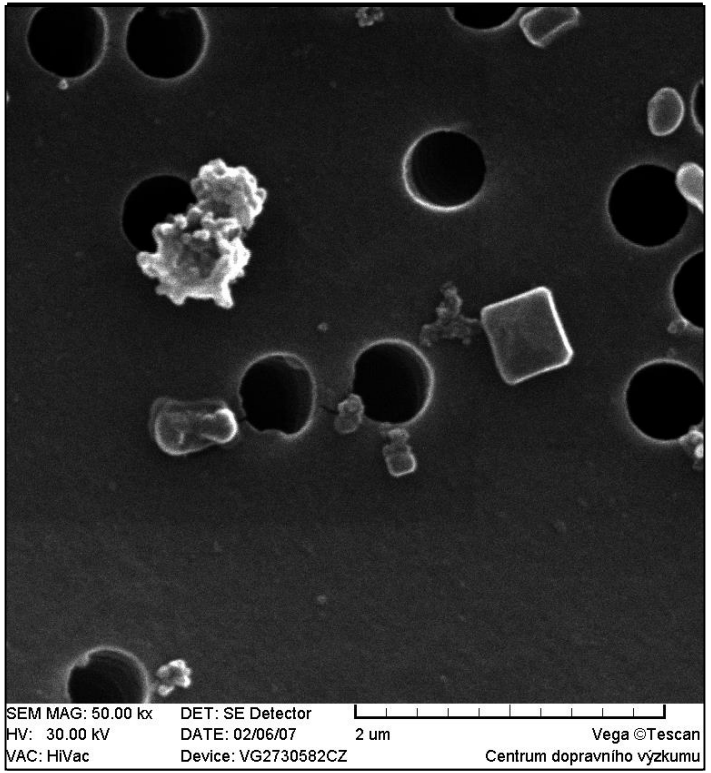






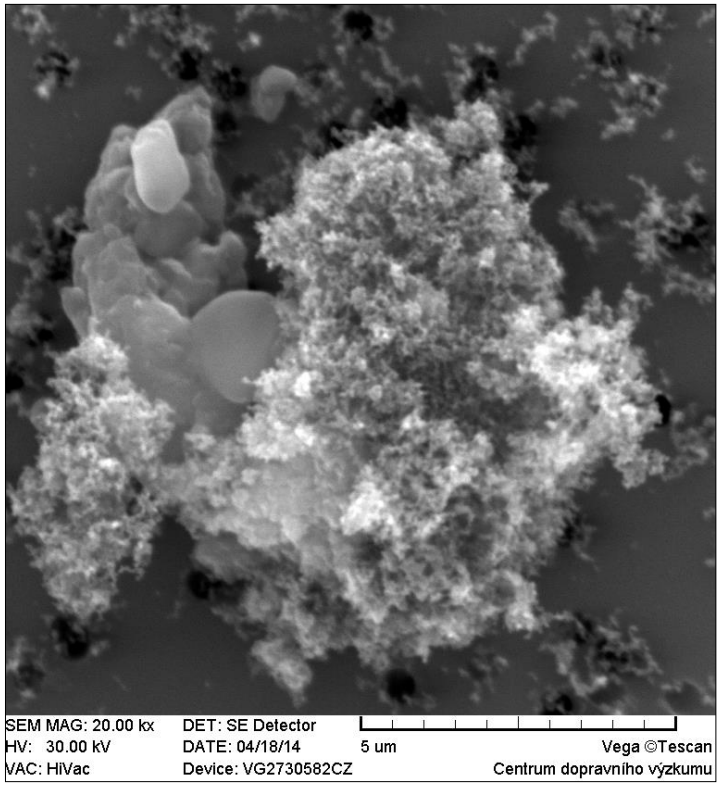
Nespalovací emise

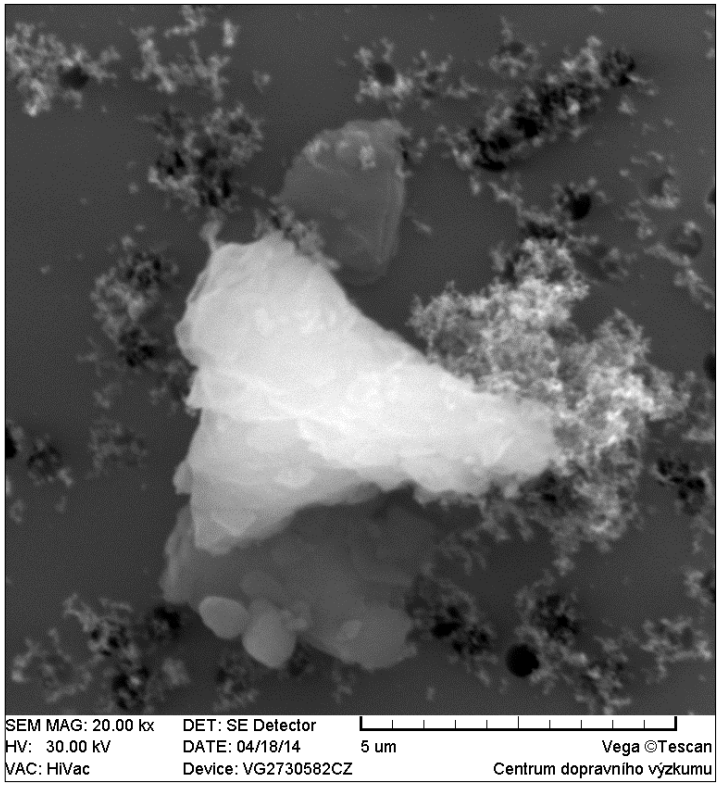
- Pevné částice (prašné částice, prašnost)
- mechanická separace ze silně namáhaných součástek vozidel - otěry brzdového a spojkového obložení
  - otěry pneumatik
- otěry povrchu vozovky
- resuspenze prachu uloženého v okolí komunikace
- resuspenze půdy v okolí komunikací
- resuspenze materiálů zimní údržby



Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Nespalovací emise





Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Emise z dopravy

Stav	Datum	CO	HC	HC+NO_x	NO_x	PM	PN
		g/km					#/km
Vznětové motory (dieselový)							
Euro 1*	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	0.14 (0.18)	-
Euro 2, IDI	1996.01	1.0	-	0.7	-	0.08	-
Euro 2, DI	1996.01[a]	1.0	-	0.9	-	0.10	-
Euro 3	2000.01	0.64	-	0.56	0.50	0.05	-
Euro 4	2005.01	0.50	-	0.30	0.25	0.025	-
Euro 5a	2009.09[b]	0.50	-	0.23	0.18	0.005[f]	-
Euro 5b	2011.09[c]	0.50	-	0.23	0.18	0.005[f]	6.0×10^{11}
Euro 6	2014.09	0.50	-	0.17	0.08	0.005[f]	6.0×10^{11}
Zážehový motor (benzínový)							
Euro 1†	1992.07	2.72 (3.16)	-	0.97 (1.13)	-	-	-
Euro 2	1996.01	2.2	-	0.5	-	-	-
Euro 3	2000.01	2.30	0.20	-	0.15	-	-
Euro 4	2005.01	1.0	0.10	-	0.08	-	-
Euro 5	2009.09[b]	1.0	0.10[d]	-	0.06	0.005[e,f]	-
Euro 6	2014.09	1.0	0.10[d]	-	0.06	0.005[e,f]	6.0×10^{11} [e,g]

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Měření emisí v provozu (CDV)

Nová generace měřicího zařízení

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Zajímavosti z měření

Srovnání emisních faktorů

Osobní automobily, Euro 3-5

Relativní srovnání emisních faktorů CO_2, CO, NO_x a HC												
Emisní kategorie	CO_2, město	CO_2, mimo město	CO_2, dálnice	CO, město	CO, mimo město	CO, dálnice	NO_x, město	NO_x, mimo město	NO_x, dálnice	HC, město	HC, mimo město	HC, dálnice
Euro 3	1,13	1,29	1,29	4,04	2,00	1,62	10,79	6,01	1,96	1,26	1,00	1,63
Euro 4	1,00	1,00	1,00	2,13	1,00	1,00	1,44	1,00	1,40	1,90	2,33	1,13
Euro 5	1,09	1,32	1,49	1,00	1,04	1,31	1,00	1,59	1,00	1,00	1,80	1,00

- Vozidla se zážehovým motorem
- Vzorek 10 ks

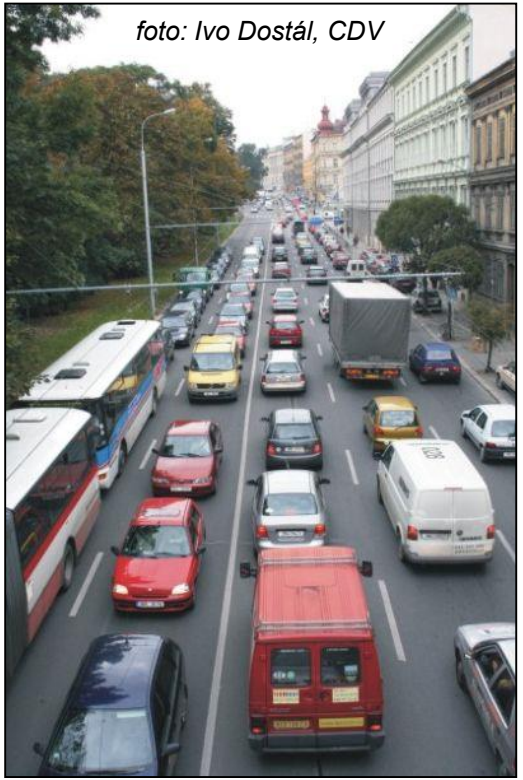
Relativní srovnání emisních faktorů CO_2, CO, NO_x a HC												
Emisní kategorie	CO_2, město	CO_2, mimo město	CO_2, dálnice	CO, město	CO, mimo město	CO, dálnice	NO_x, město	NO_x, mimo město	NO_x, dálnice	HC, město	HC, mimo město	HC, dálnice
Euro 3	1,18	1,16	1,40	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,17	3,25	2,36	2,00
Euro 4	1,44	1,14	1,11	1,85	1,85	2,13	1,33	1,04	1,00	1,00	1,00	1,00
Euro 5	1,00	1,00	1,00	2,53	3,02	2,95	1,65	1,70	1,19	2,83	2,00	1,82

- Vozidla se vznětovým motorem
- Vzorek 7 ks

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Emise z dopravy

- Škodliviny s emisními limity definovanými legislativou: oxid uhelnatý (CO), oxidy dusíku (NO_x), uhlovodíky (HC) a pevné částice (PM).
- Škodliviny nelimitované přispívající k dlouhodobému oteplování atmosféry: oxid uhličitý (CO_2), methan (CH_4), oxid dusný (N_2O);
- Škodliviny nelimitované s negativnímu dopady na zdraví člověka: oxid siřičitý (SO_2), olovo (Pb), těžké kovy, polyaromatické uhlovodíky (PAH), polychlorované dibenzodiooxiny (PCDD) a dibenzofurany (PCDF), fenoly, ketony, BTX, 1,3-butadien.



Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Emise z dopravy – vlivy na zdraví

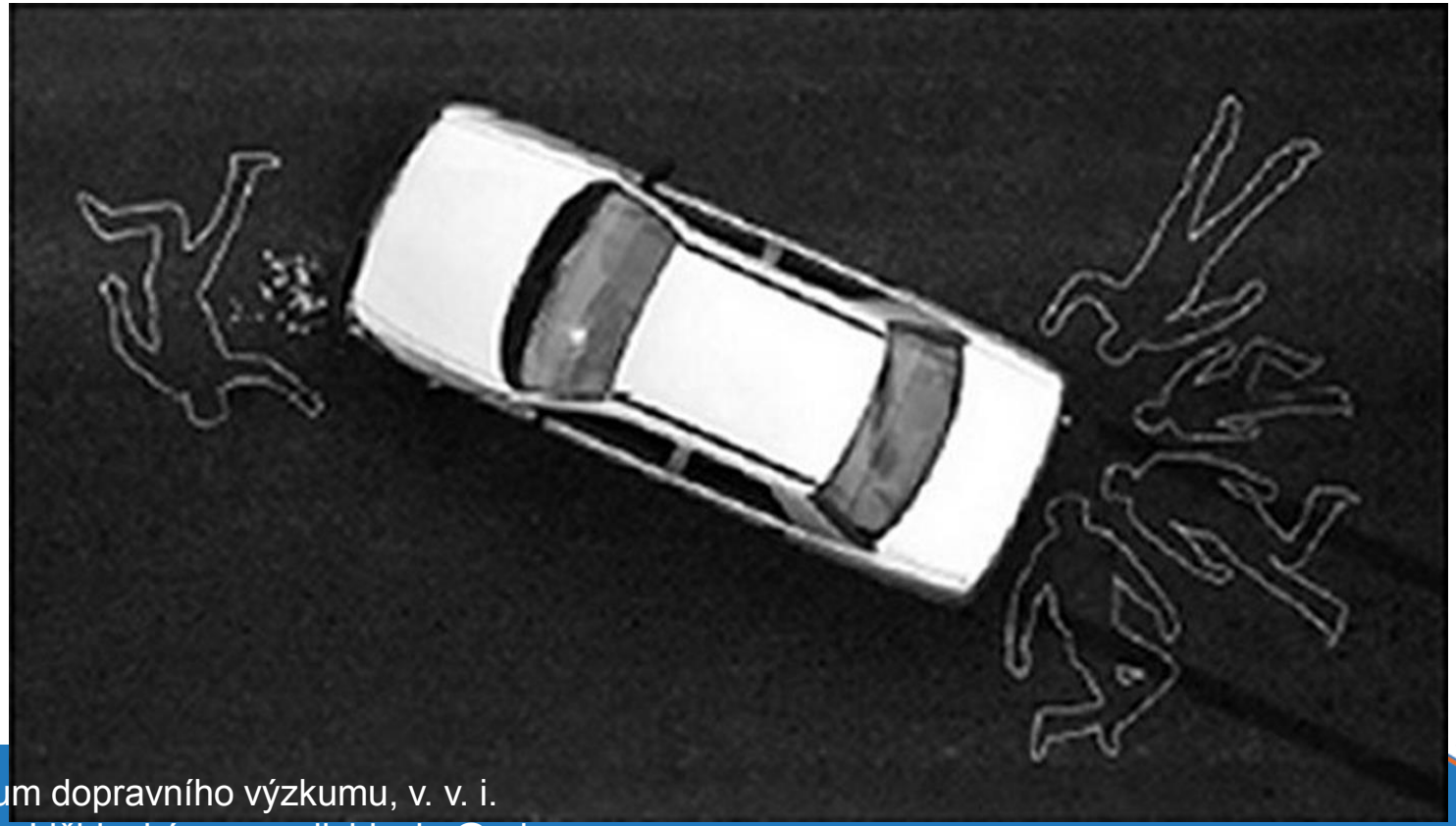
- NO_2, NO_x,SO_2, CO, CO_2

  potíže s dýcháním, změny v kapacitě a funkčnosti plic, respirační onemocnění (bronchitida, bronchopneumonie, plicní edém), problémy se zrakem a sluchem, nevolnost, bolesti břicha

- benzen, 1,3-butadien, aldehydy, PAHs, (nano)částice

  poškození CNS, imunitního systému, jater, karcinogenní látky způsobující leukémii, rakovinu plic, mutagenní látky

Emise z dopravy – vlivy na zdraví



Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Emise z dopravy – vlivy na zdraví

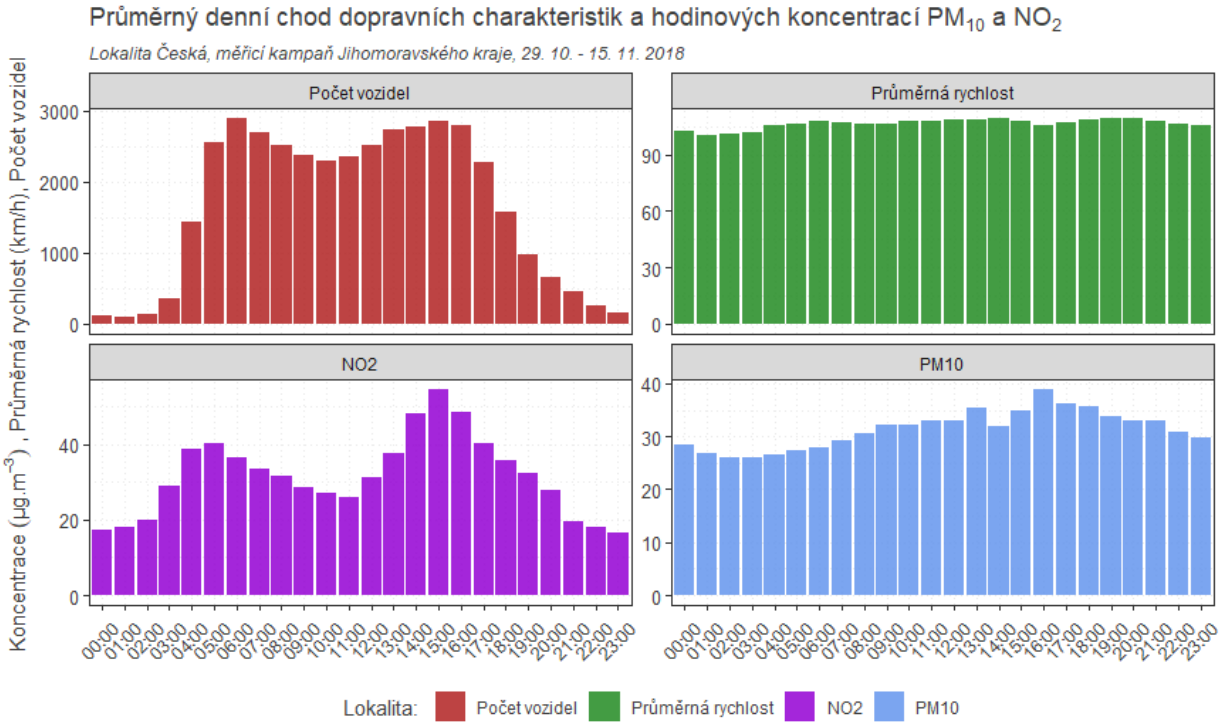
- 102 000 – 368 000 lidí zemře v Evropě každý den v důsledku znečištění ovzduší - *Dora, C., Phillips, M.(Eds.): Transport, environment and health. WHO, 2000.*

- z toho 36 000 – 129 000 úmrtí může být považováno za důsledek dlouhodobé expozice znečištěnému ovzduší z dopravy v evropských městech - *Künzli et al.: Public-health impact of outdoor and traffic-related air pollution: a European assessment. The Lancet, Vol. 356, 2000, Krzyzanowsky, M., Kuna-Dibbert, B., Schneider, J. (Eds.): Health effects of transport-related air pollution, WHO Europe, 2005.*

- 347 900 Evropanů zemřelo v roce 2000 v souvislosti se znečištěním ovzduší PM - *Watkiss, P., Pye, S., & Holland, M. CAFE CBA: Baseline analysis 2000 to 2020, CAFE Programe. 2005*

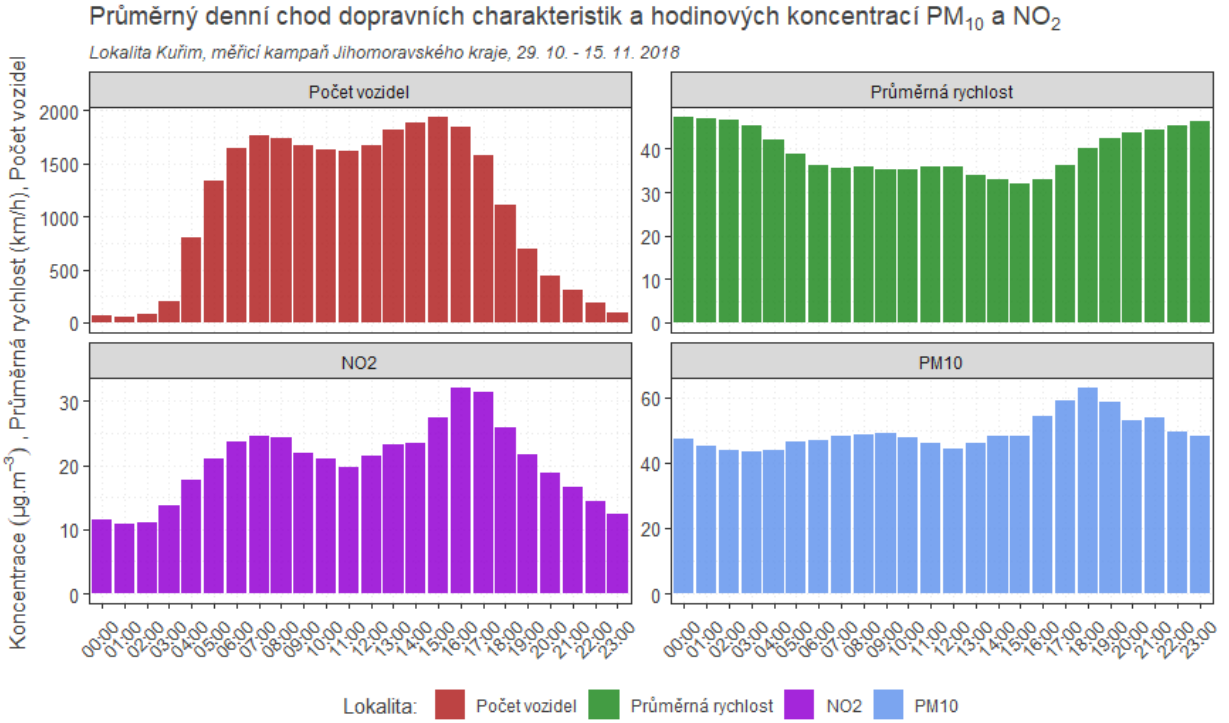
- 51 179 lidí zemřelo ve stejném roce v důsledku dopravních nehod na evropských silnicích – *IRTAD, http://internationaltransportforum.org/irtad/datasets.html*

Vztah doprava kvalita ovzduší - Česká



Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

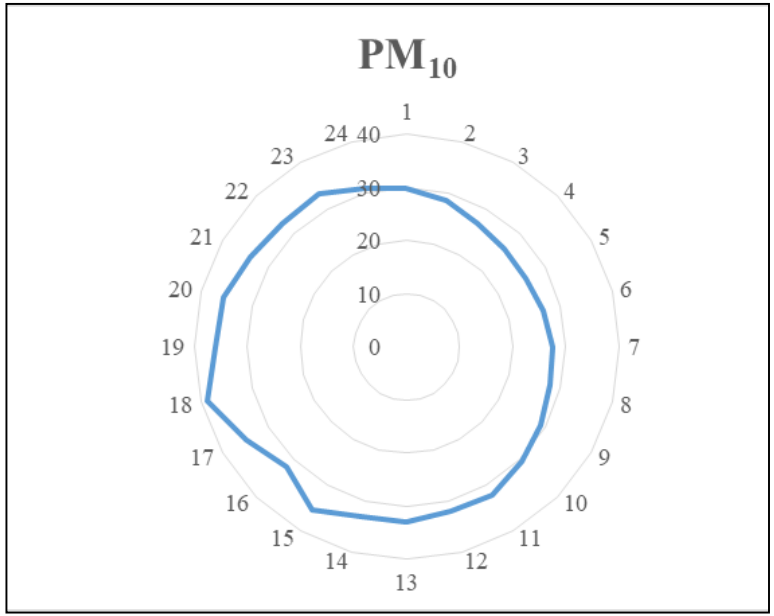
Vztah doprava kvalita ovzduší - Kuřim



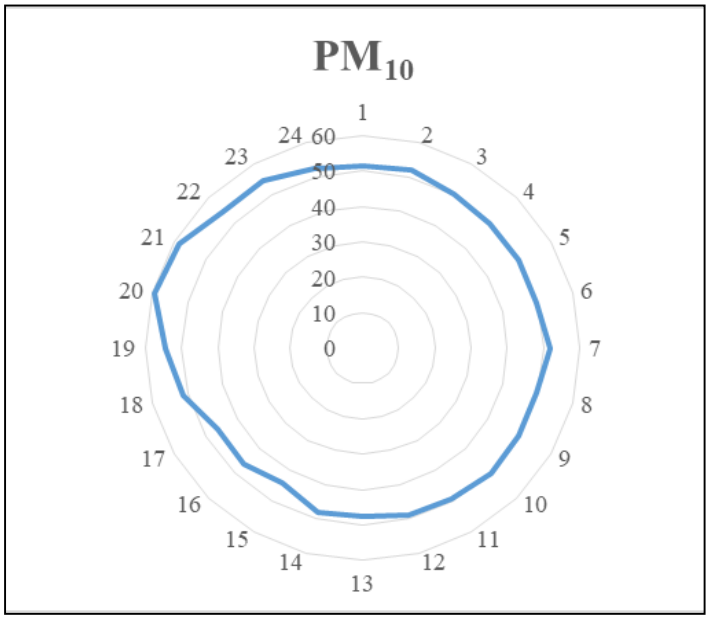
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Kvalita ovzduší vs. doprava

Česká



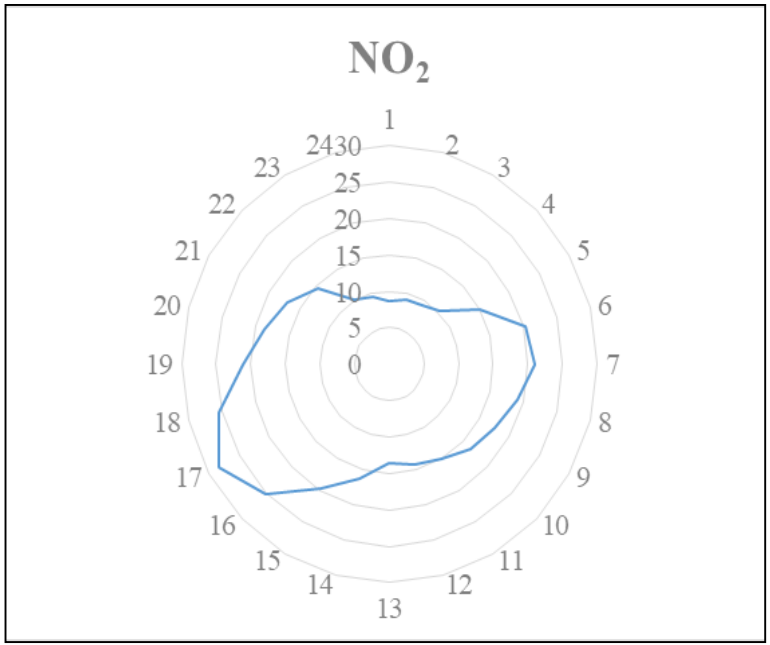
Kuřim



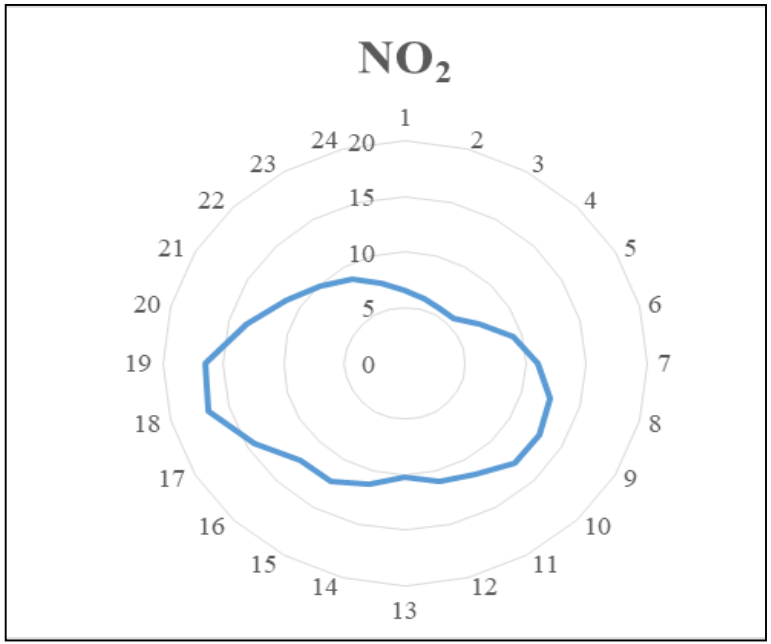
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Kvalita ovzduší vs. doprava

Česká

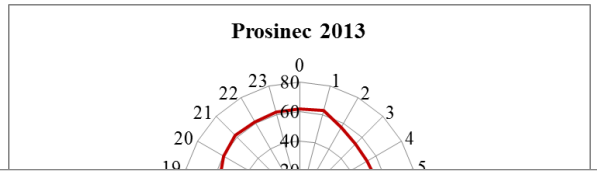


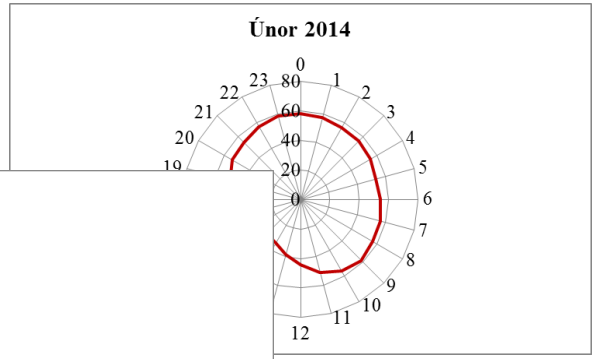
Kuřim

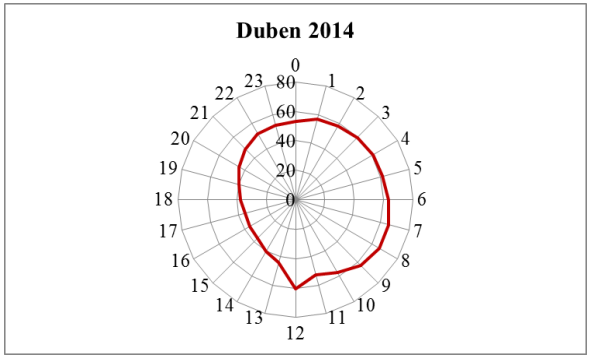


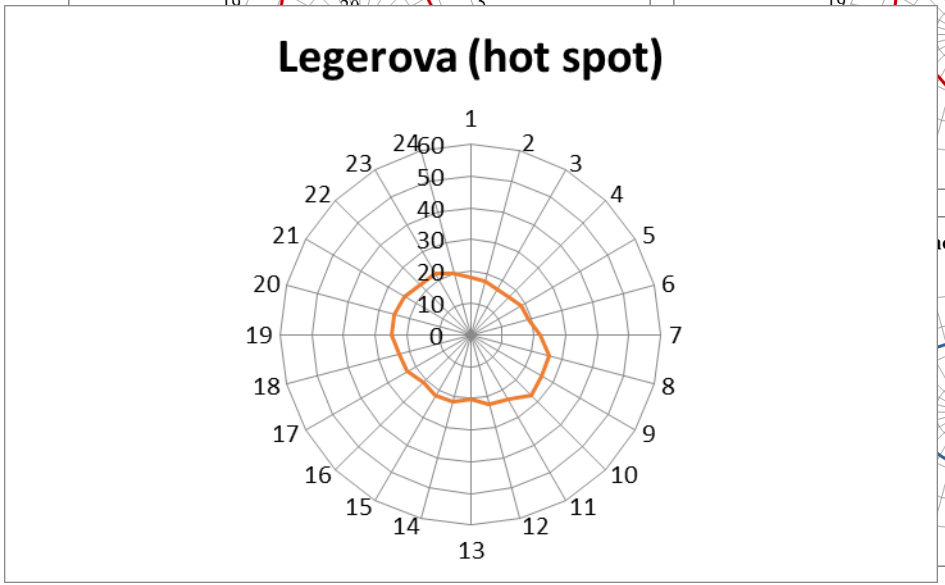
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

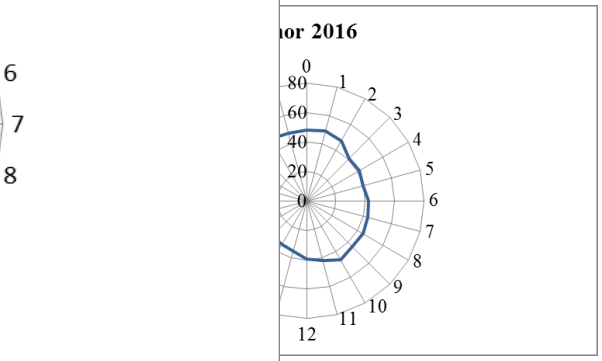
Kvalita ovzduší vs. doprava - PM_{10}

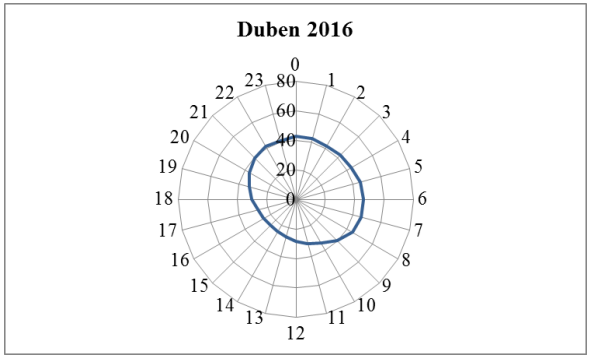






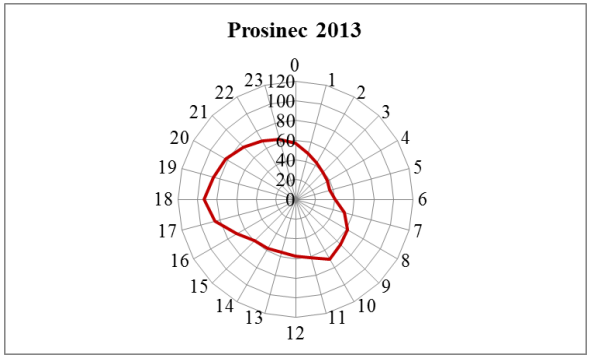


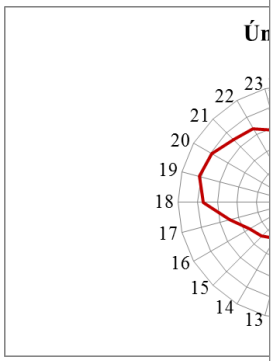


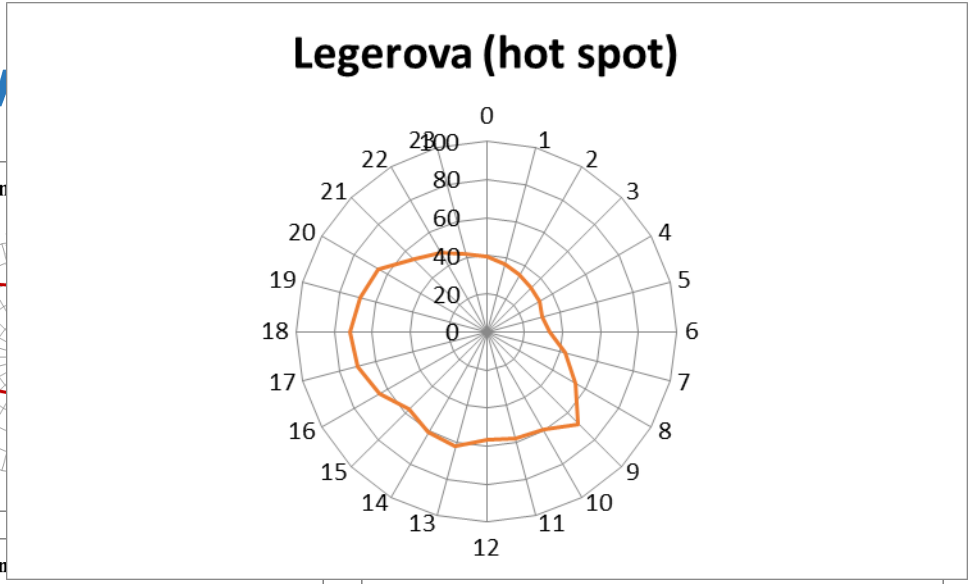


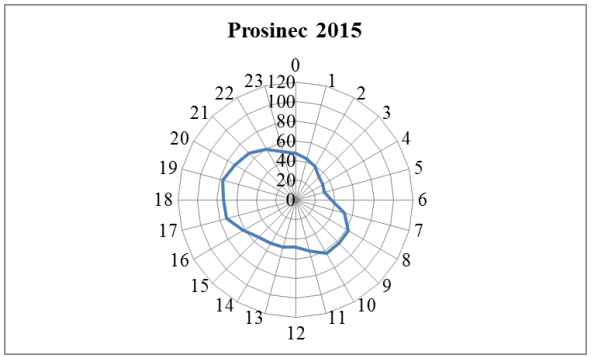
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

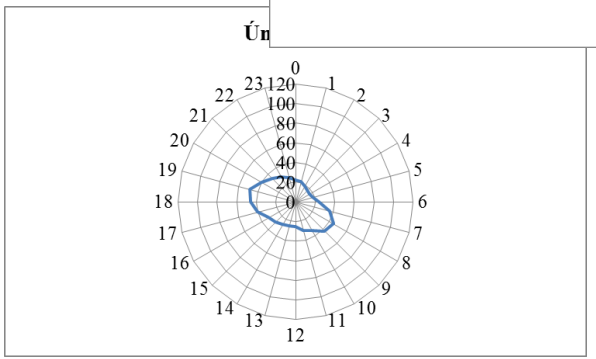
Kvalita ovzduší vs. doprav

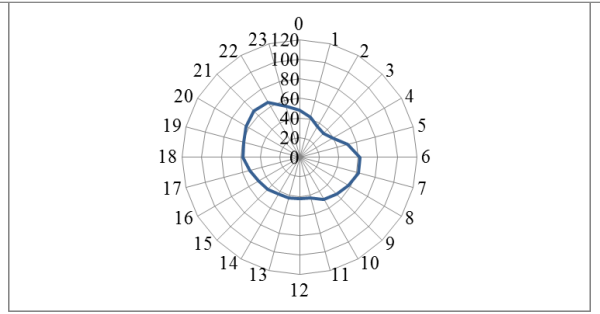












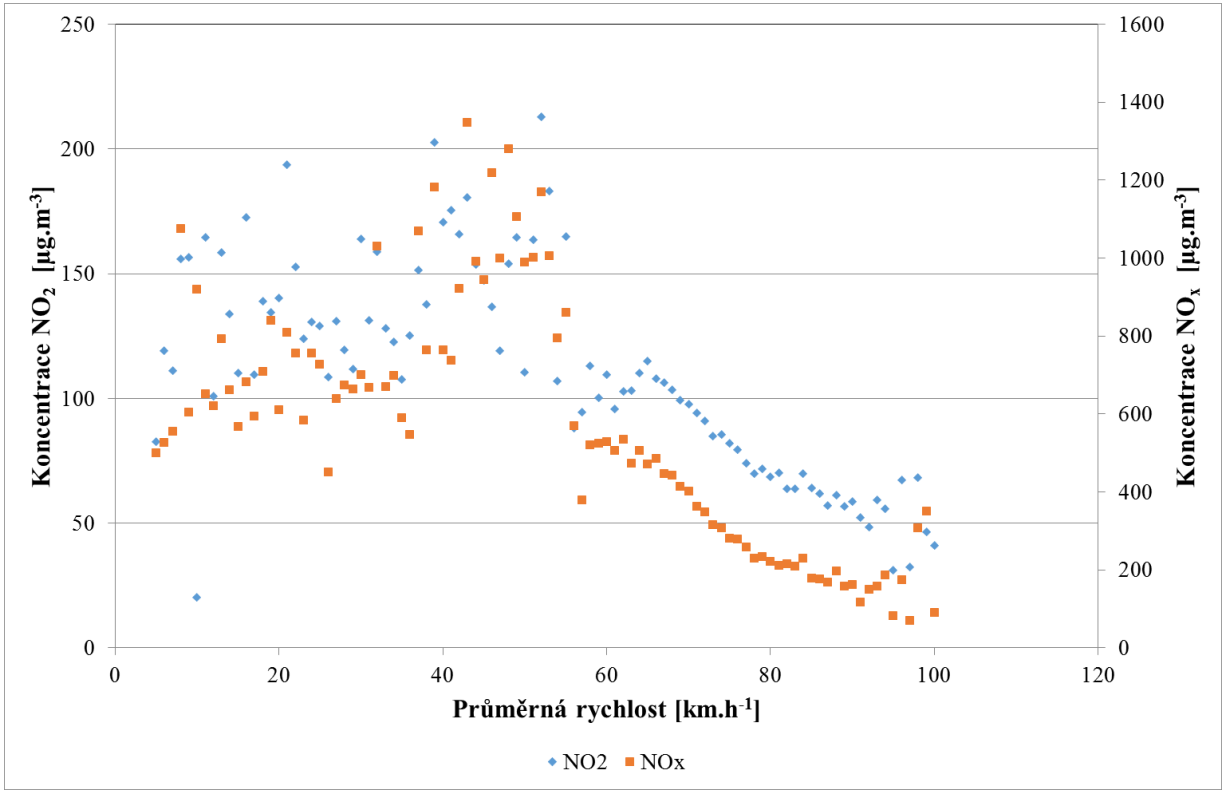
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Kvalita ovzduší vs. doprava

Měsíc	Rok	PM_{10}	NO_2	Teplota	Relativní vzdušná vlhkost	Intenzita dopravy*	PM_{10}	NO_2
		$\mu g.m^{-3}$		[°C]	[%]	Počet vozidel za 24 hod.	Rozdíl	
Prosinec	2013	52.3	61.5	3.2	82.8	65 700		
	2015	43.0	54.5	5.3	80.7	79 445	**-18%**	**-11%**
Únor	2014	54.0	67.7	4.3	70.4	65 700		
	2016	42.9	30.4	4.8	72.4	79 445	**-20%**	**-55%**
Duben	2014	51.4	59.5	12.3	64.9	65 700		
	2016	36.6	50.9	10.2	62.0	79 445	**-28%**	**-14%**

Legenda: * zdroj dat - Technická správa komunikací hl. m. Prahy, a.s.

Vlivy na produkci emisí z dopravy



Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Vlivy na produkci emisí z dopravy

- efektivita spalování, nastavení spalování v motoru automobilů
- technický stav vozidla
- styl řízení automobilu – eco-driving
- klimatické poměry
- sklonové poměry silniční sítě
- plynulost dopravního proudu

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

Děkuji za pozornost.

Roman Ličbinský

Divize udržitelné dopravy a diagnostiky dopravních staveb
roman.licbinsky@cdv.cz
Tel: +420 541 641 371

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Líšeňská 33a, 636 00 Brno, Czech Republic

www.cdv.cz

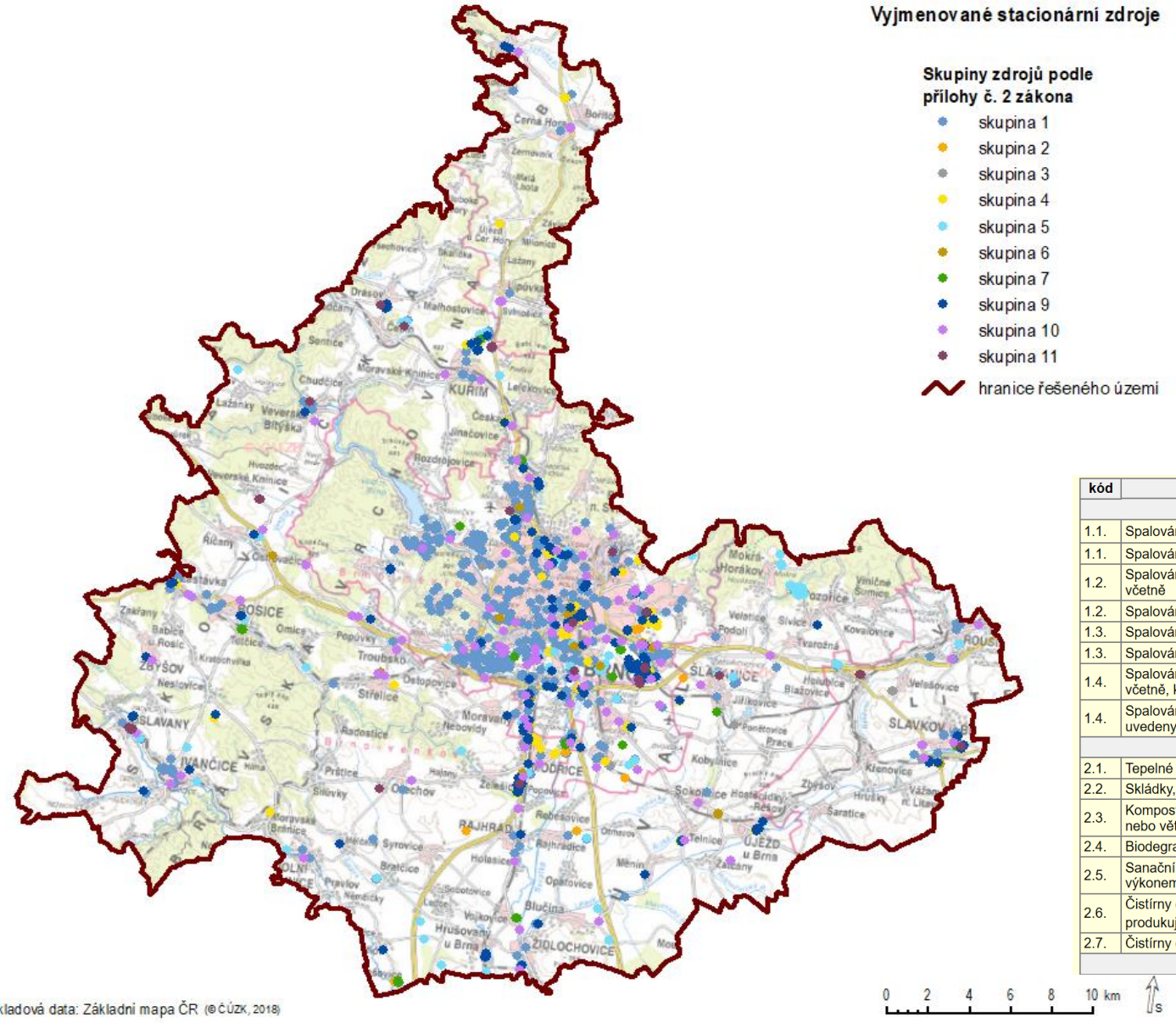
Zdroje znečišťování ovzduší, modelování zatížení, opatření ke snížení zatížení

Prezentace hvězdárna Brno, 19.11.2019

Zdroje znečišťování ovzduší

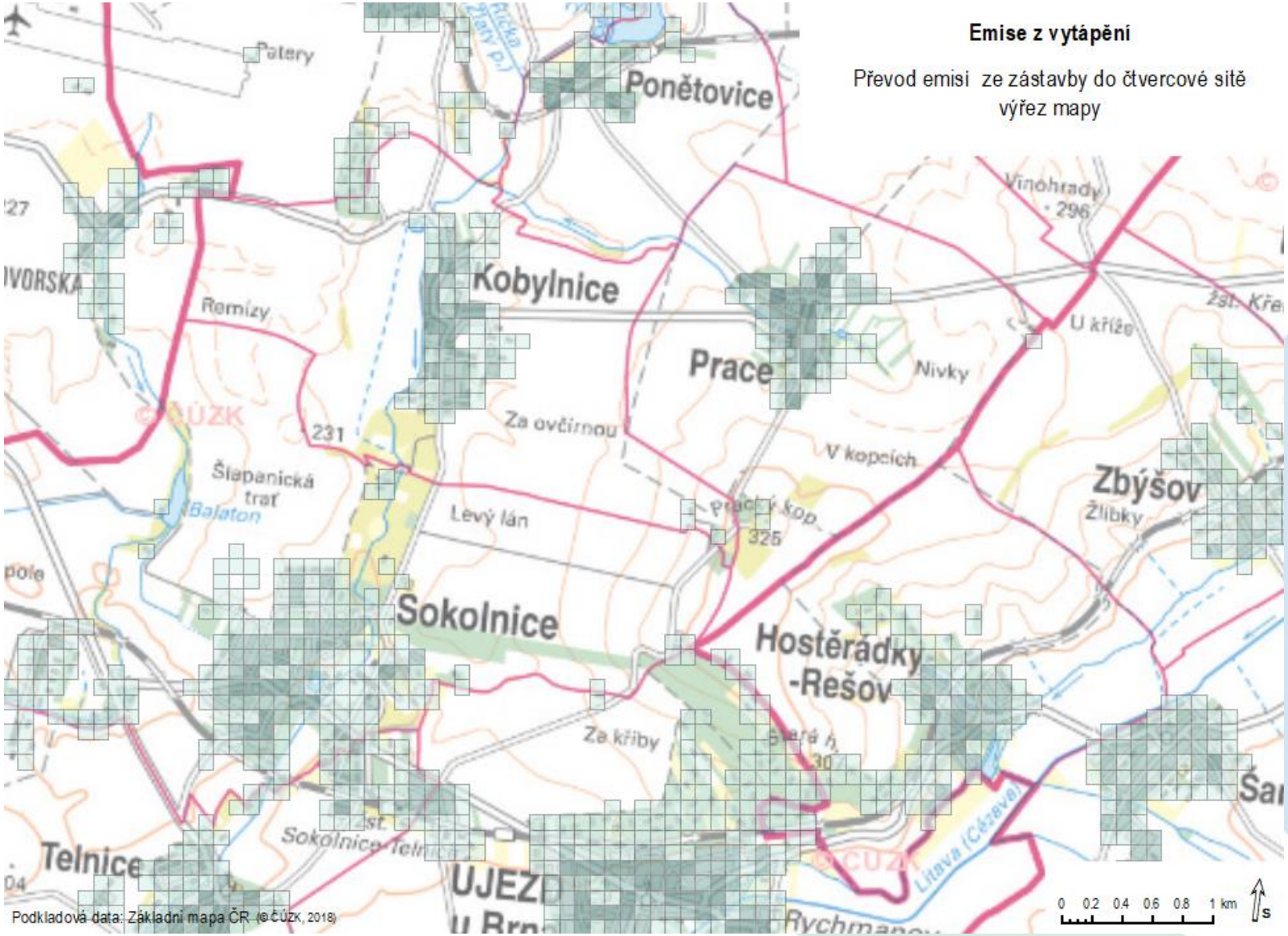
- Stacionární zdroje – většinou průmysl
- Domácí vytápění
- Doprava
- Fugitivní emise
- Resuspenze
- Dálkový transport
- Přírodní a přirozené zdroje emisí

Stacionární zdroje znečišťování ovzduší

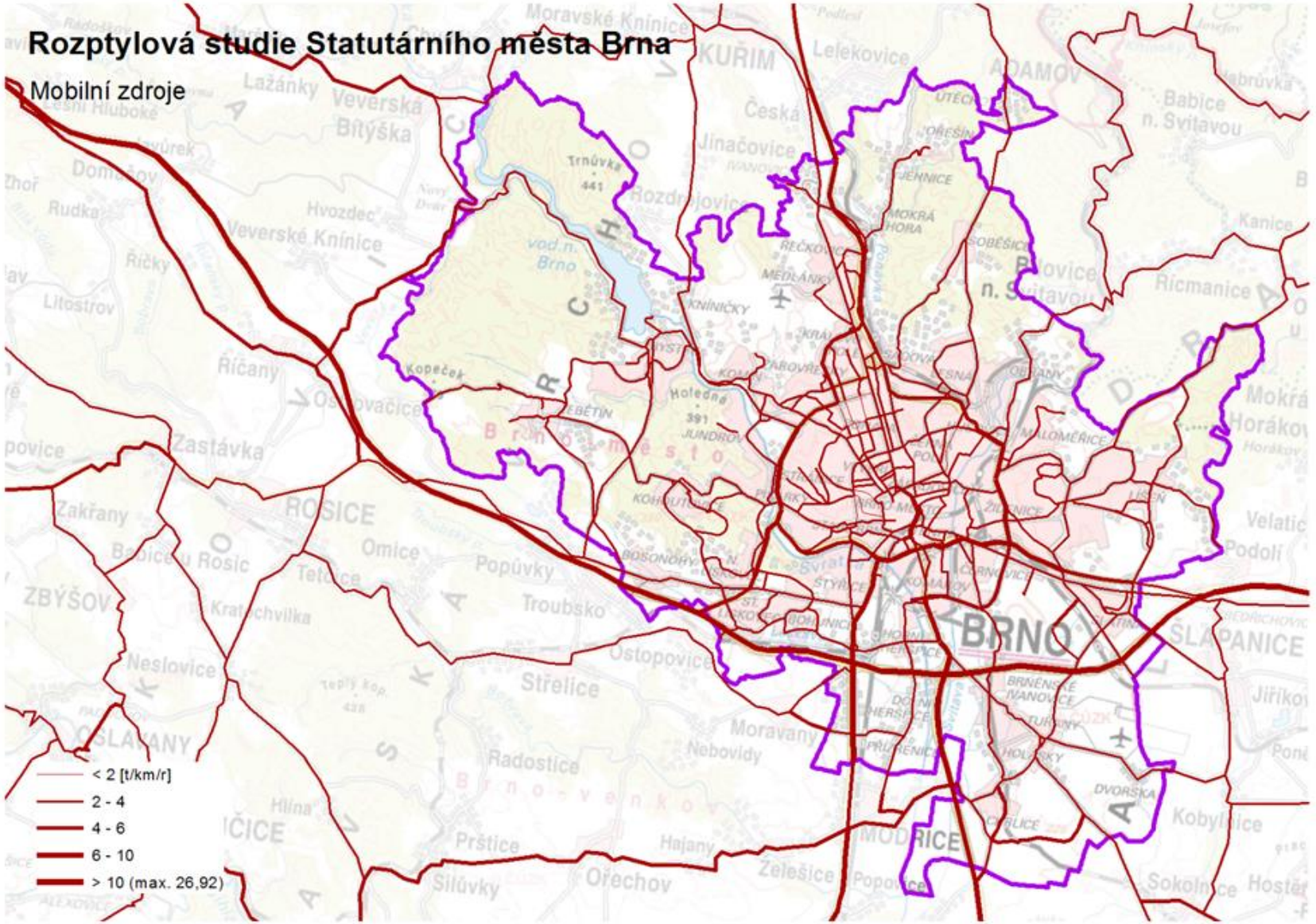


kód		A	B	C
	ENERGETIKA - SPALOVANÍ PALIV			
1.1.	Spalování paliv v kotlích o celkovém jmenovitém tepelném příkonu od více než 0,3 MW do 5 MW včetně	x	x*)	
1.1.	Spalování paliv v kotlích o celkovém jmenovitém tepelném příkonu více než 5 MW	x	x	x
1.2.	Spalování paliv v pístových spalovacích motorech o celkovém jmenovitém tepelném příkonu od více než 0,3 MW do 5 MW včetně	x		
1.2.	Spalování paliv v pístových spalovacích motorech o celkovém jmenovitém tepelném příkonu více než 5MW	x	x	x
1.3.	Spalování paliv v plynových turbínách o celkovém jmenovitém tepelném příkonu od více než 0,3 MW do 5 MW včetně	x		
1.3.	Spalování paliv v plynových turbínách o celkovém jmenovitém tepelném příkonu více než 5 MW	x	x	x
1.4.	Spalování paliv ve spalovacích stacionárních zdrojích o celkovém jmenovitém tepelném příkonu od více než 0,3 do 5 MW včetně, které nejsou uvedeny pod jiným kódem	x		
1.4.	Spalování paliv ve spalovacích stacionárních zdrojích o celkovém jmenovitém tepelném příkonu více než 5 MW, které nejsou uvedeny pod jiným kódem	x	x*)	x
	TEPELNÉ ZPRACOVANÍ ODPADU, NAKLÁDANÍ S ODPADY A ODPADNÍMI VODAMI			
2.1.	Tepelné zpracování odpadu ve spalovnách	x	x	x
2.2.	Skládky, které přijímají více než 10 t odpadu denně nebo mají celkovou projektovanou kapacitu větší než 25000 t	x		x
2.3.	Kompostárny a zařízení na biologickou úpravu odpadů o celkové projektované kapacitě 10 t nebo větší na jednu zakládku nebo větší než 150 t zpracovaného odpadu ročně			x
2.4.	Biodegradační a solidifikační zařízení			x
2.5.	Sanační zařízení (odstraňování ropných a chlorovaných uhlovodíků z kontaminovaných zemin) s celkovým projektovaným výkonem vyšším než 1 t VOC včetně za rok			x
2.6.	Čistírny odpadních vod, které jsou primárně určeny k čištění vod z průmyslových provozoven a provozů technologií produkujících odpadní vody v množství větším než 50 m^3 za den			x
2.7.	Čistírny odpadních vod s celkovou projektovanou kapacitou pro 10000 a více ekvivalentních obyvatel			
	ENERGETIKA - OSTATNÍ			

Domácí vytápění – nevyjmenované zdroje znečišťování ovzduší



Doprava


Rozptylová studie Statutárního města Brna
Mobilní zdroje
< 2 [t/km/r]
2 - 4
4 - 6
6 - 10
> 10 (max. 26,92)
BRNO

Fugitivní emise

emise znečišťujících látek slévárenského procesu - SPEZZO 2017			
	NOx	***TZl***	***VOCs***
Spalování paliv	***0.009***		
Slévárny železných kovů (slitin železa) - Tavení v ostatních pecích - plynná paliva	***2.093***	***0.026***	
Slévárny železných kovů (slitin železa) - Doprava a manipulace se vsázkou nebo produktem		***3.829***	
Spalovací jednotky přímých procesních ohřevů	***0.001***	***0.001***	
Povrchová úpravu kovů a plastů a jiných nekovových předmětů a jejich zpracování	***0.003***		
Aplikace nátěrových hmot			***0.335***
suma	***2.106***	***3.856***	***0.335***

Fugitivní emise

Vytloukací rošt automatu

Cídírna brousící boxy – pracoviště 2

Pískové hospodářství - dopravníky

Fugitivní emise

emise znečišťujících látek slévárenského procesu - SPEZZO 2017			
	NOx	***TZl***	***VOCs***
Spalování paliv	***0.009***		
Slévárny železných kovů (slitin železa) - Tavení v ostatních pecích - plynná paliva	***2.093***	***0.026***	
Slévárny železných kovů (slitin železa) - Doprava a manipulace se vsázkou nebo produktem		***3.829***	
Spalovací jednotky přímých procesních ohřevů	***0.001***	***0.001***	
Povrchová úpravu kovů a plastů a jiných nekovových předmětů a jejich zpracování	***0.003***		
Aplikace nátěrových hmot			***0.335***
suma	***2.106***	***3.856***	***0.335***

Tab. č. 2 Celkové emise vyjádřené jako částice PM_{10}, $PM_{2,5}$ a $EPS_{PM2,5}$ [t/rok]

Emise před realizací celkem	**NO_X**	**SO_2**	**PM_{10}**	**$PM_{2,5}$**	**$EPS_{PM2,5}$**
	3,141	2,596	65,806	23,242	24,226

Zdroj: ISPOP a výpočet autorizované osoby na základě provedeného měření

Fugitivní emise

Primární drtič

Třídič s výtupy 0-4, 4-8, 8-16,16-32 na sila

Odhliňovací třídič

Odhliňování – výstup na skládku

Zásobníková sila

Hrubotřídiče s výstupem 32-63

Vstup do primárního drtiče

Filtrační jednotka

Dvousítný třídič s výstupem 0-4 do sila

ásobníkové silo za dvousítným třídičem 0-4

Vyrovnávací silo před III. stupněm drcení

II. stupeň drcení

III. stupeň drcení

Linka pro úpravu kameniva

Fugitivní emise

	Emise TZL [t/rok]	tuhé znečišťující látky (TZL)	9,517	

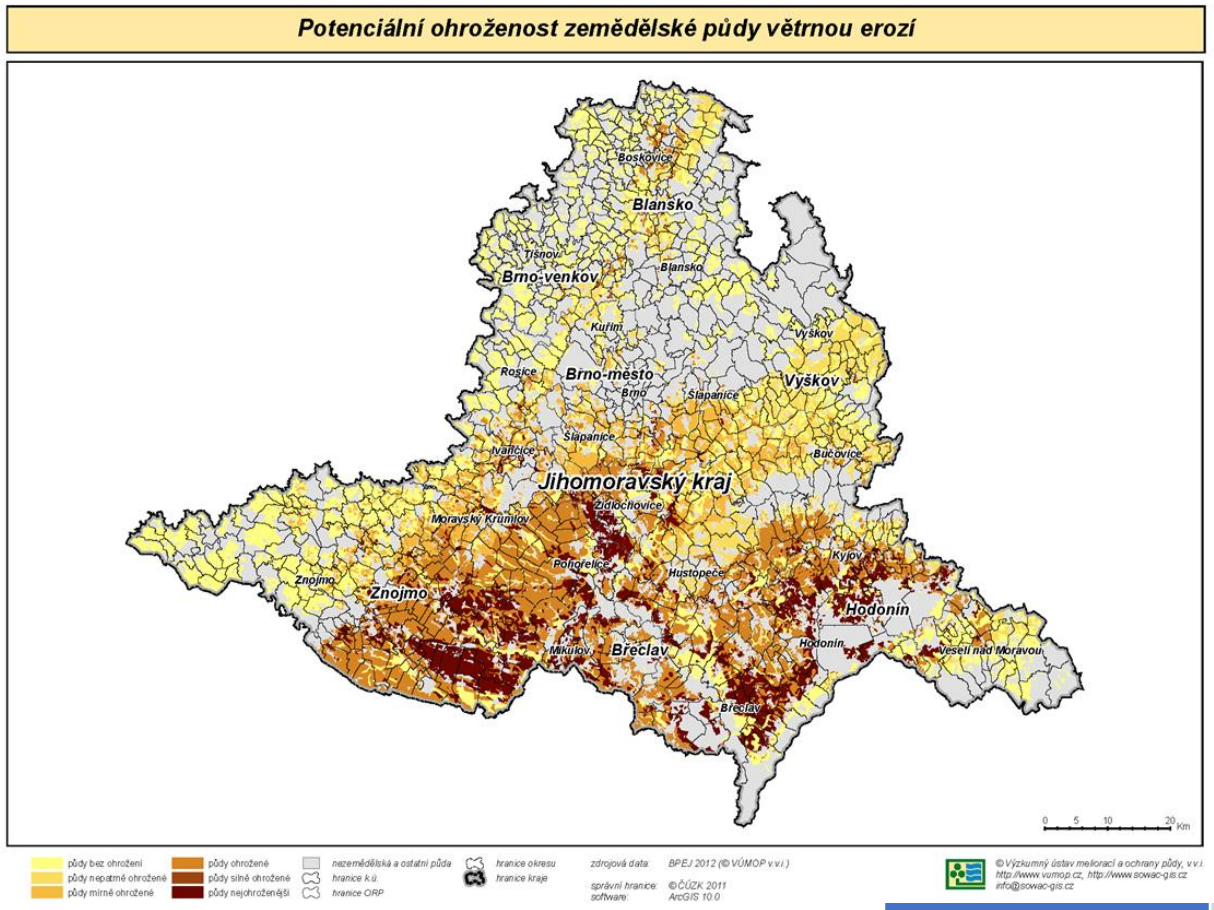
Zdroj emisí	Bilance přepravovaného materiálu	Nosnost vozidel	Délka pojezdu
Odvoz rozdrceného kameniva	124 575 tun za rok	20 tun	0,73 km
Návoz surového kameniva	124 575 tun za rok	20 tun	1,1 km

Výsledná emisní bilance TZL a $PM_{2,5}$ v areálu je pak následující:

Výpočet průměrných emisí tuhých znečišťujících látek a $PM_{2,5}$ za roky 2012 až 2014

Zdroj emisí	Emise TZL	Emise $PM_{2,5}$	Emise PM_{10}
Technologie – třídící linka	7,0	1,69	2.8
Manipulace s materiálem	6,0	0,90	2.4
Větrná eroze z využívaných nezpevněných ploch	4,8	0,72	1.92
Odvoz rozdrceného kameniva	16,3	0,48	6.52
Návoz surového kameniva	24,5	0,72	9.8
Celkem	**58,7**	**4,5**	**23.48**

Resuspenze

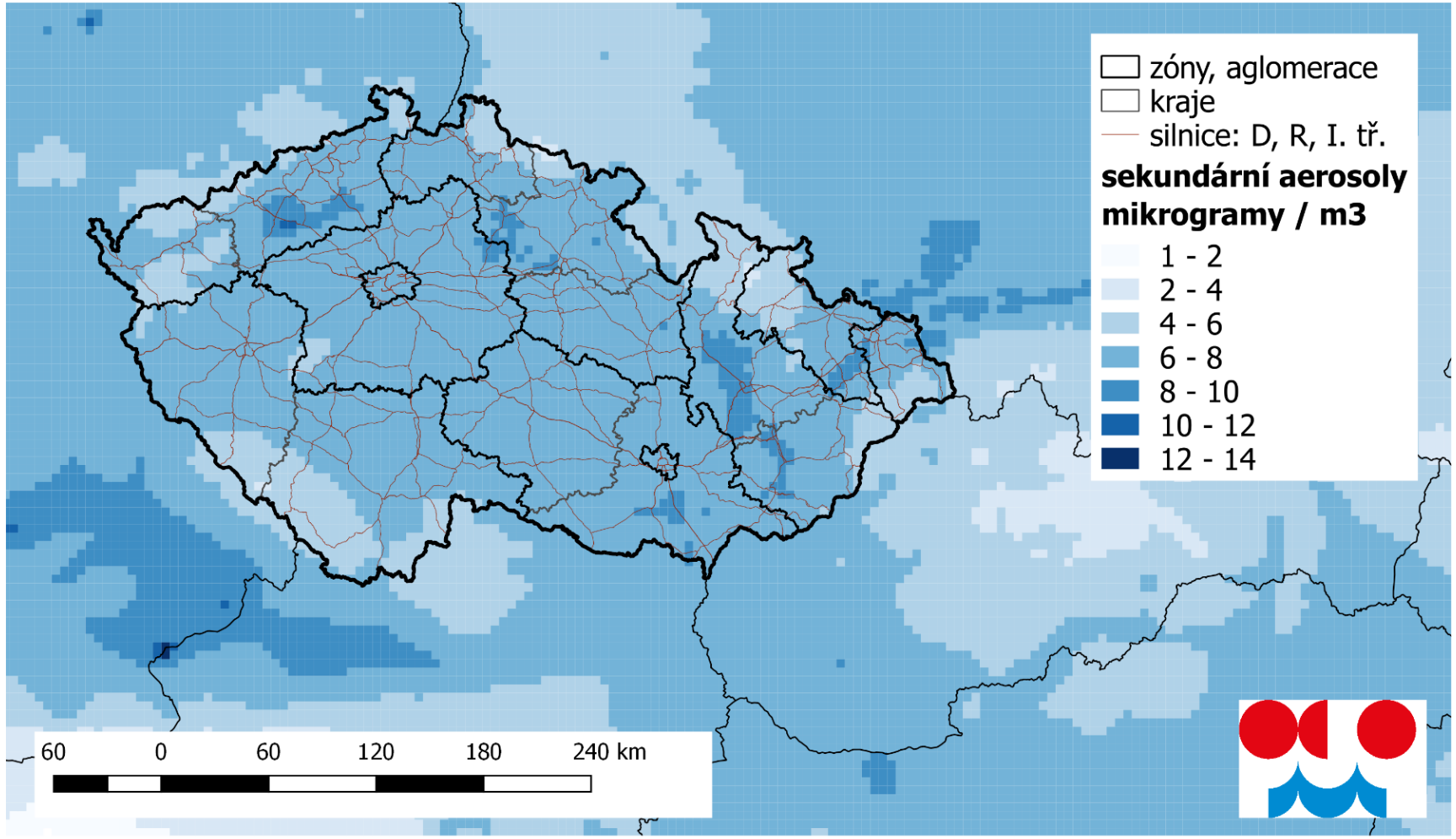


Kat. území	Celková rozloha orné půdy (ha)	Koeficient ohrožení	Potenciální ztráta půdy E (t/ha/rok)	počet dní vhodných pro vznik větrné eroze	emise PM_{10} (t/ku*)	emise $PM_{2.5}$ (t/ku*)
Kladoruby	32.94	4	909.26	54	0.637	0.096
Klevetov	0.01	4	173.34	55	0.000	0.000
Brněnské Ivanovice	142.14	4	5703.17	55	2.026	0.304
Holásky	97.10	4	2291.98	55	3.037	0.456
Jundrov	0.31	4	411.59	55	0.008	0.001
Lesná	0.04	4	411.59	55	0.001	0.000
Sadová	0.02	4	57.78	55	0.000	0.000
Celkový součet	**127206.2**	**-**	**1042508**	**-**	**3605.96**	**540.89**

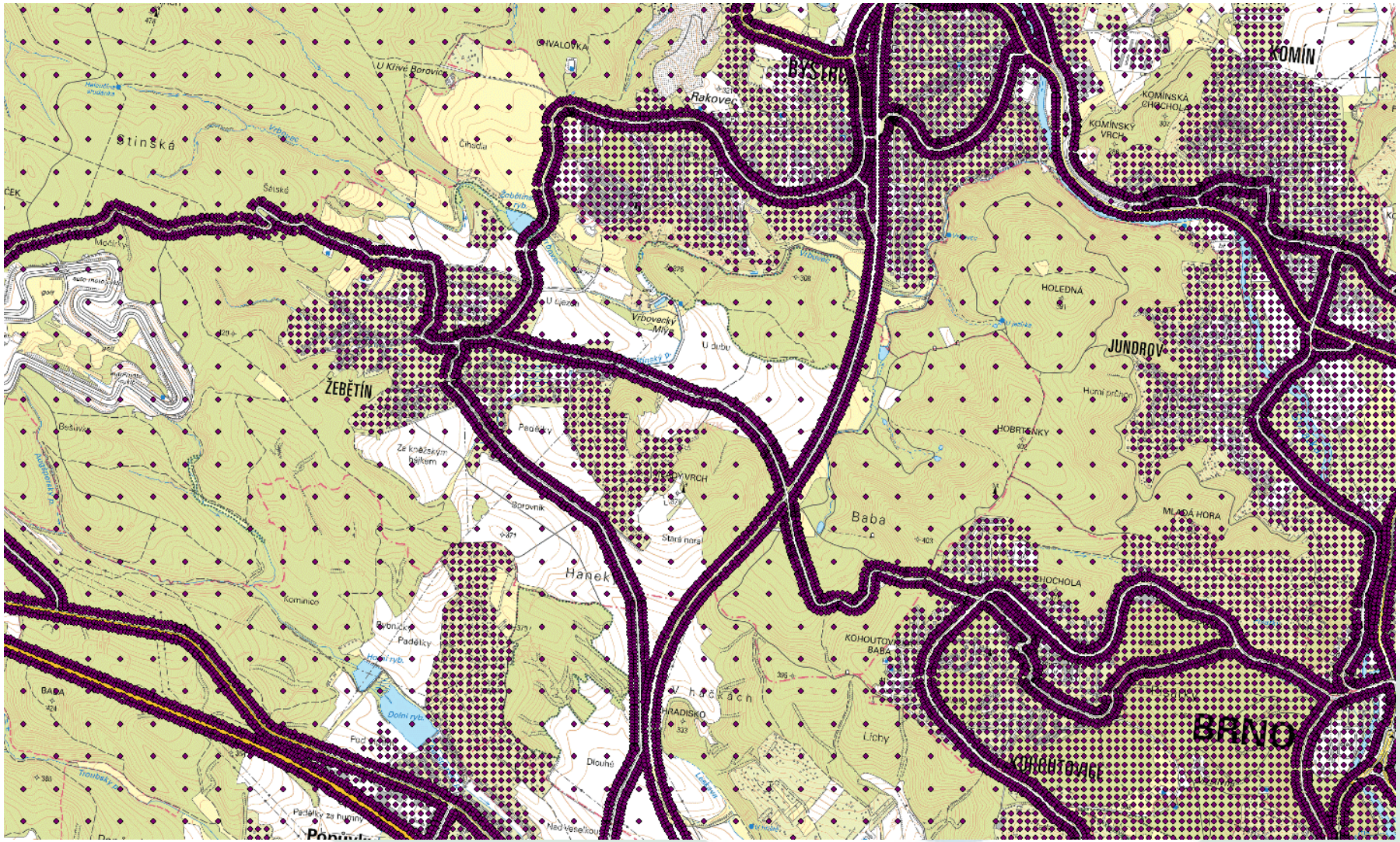
Dálkový transport

Průměrná roční koncentrace sekundárních aerosolů v $PM_{2,5}$ v roce 2015.

Model CAMx.



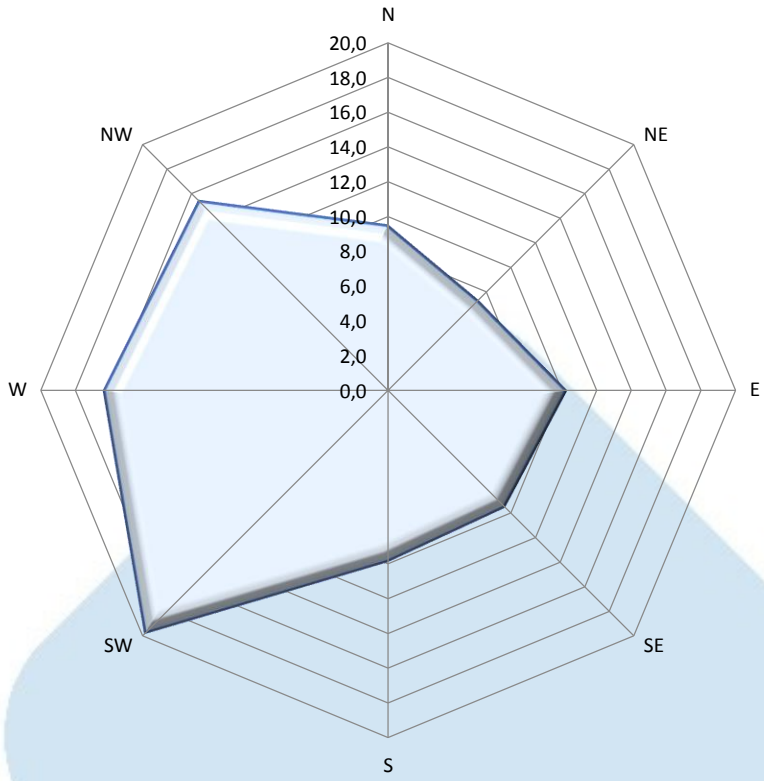
Modelování – výpočtové body



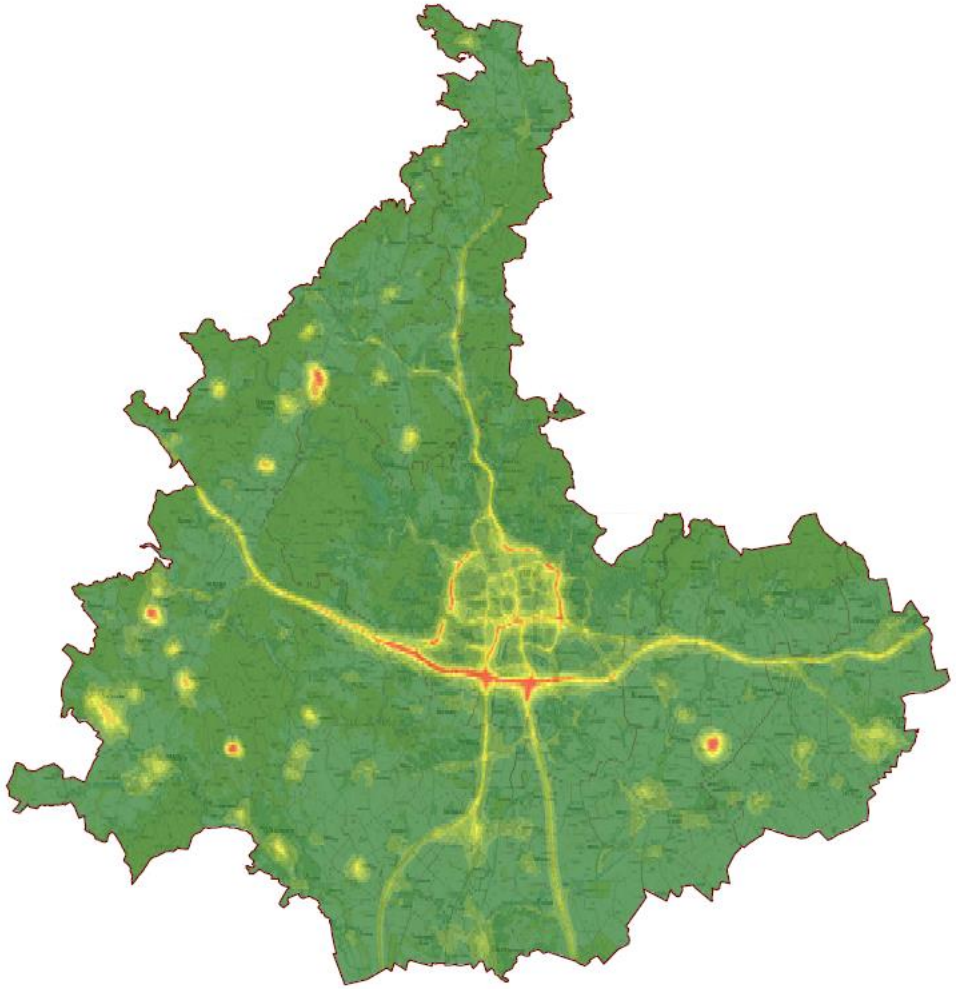
Modelování – větrná růžice

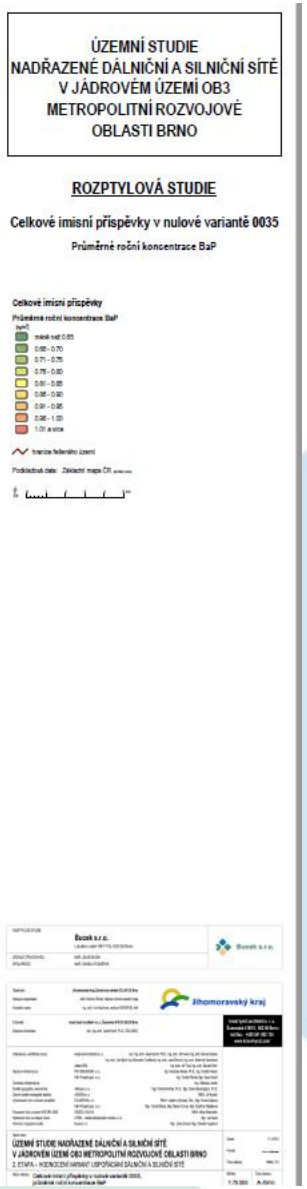
I. třída stability – velmi stabilní										
m.s^{-1}	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	součet
1,7	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.17
5,0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
11,0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
součet	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02	0.17
II. třída stability –stabilní										
m.s^{-1}	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	součet
1,7	0.38	0.30	0.39	0.52	0.63	0.96	0.39	0.48	0.20	4.25
5,0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.03	0.00	0.11
11,0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
součet	0.38	0.30	0.39	0.52	0.68	0.99	0.39	0.51	0.20	4.36
III. třída stability – izotermní										
m.s^{-1}	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	součet
1,7	3.81	3.24	4.80	5.02	5.17	7.79	4.76	5.73	1.24	41.56
5,0	0.15	0.15	0.32	0.12	0.45	2.18	1.39	0.36	0.00	5.12
11,0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
součet	3.96	3.39	5.12	5.14	5.62	9.97	6.15	6.09	1.24	46.68
IV. třída stability – normální										
m.s^{-1}	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	součet
1,7	0.94	0.73	1.06	0.92	0.76	1.54	1.50	1.57	0.21	9.23
5,0	0.06	0.03	0.15	0.07	0.10	0.70	0.60	0.18	0.00	1.89
11,0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
součet	1.00	0.76	1.21	0.99	0.86	2.25	2.10	1.75	0.21	11.13
V. třída stability – konvektivní										
m.s^{-1}	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	součet
1,7	3.86	2.68	2.96	2.62	2.42	4.75	5.52	5.87	0.71	31.39
5,0	0.23	0.16	0.55	0.16	0.20	1.73	2.14	1.10	0.00	6.27
11,0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
součet	4.09	2.84	3.51	2.78	2.62	6.48	7.66	6.97	0.71	37.66
Celková růžice										
m.s^{-1}	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	součet
1,7	9.00	6.95	9.21	9.10	9.01	15.08	12.20	13.67	2.38	86.60
5,0	0.44	0.34	1.02	0.35	0.80	4.64	4.13	1.67	0.00	13.39
11,0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
součet	9.44	7.29	10.23	9.45	9.81	19.73	16.33	15.34	2.38	100.00

Celková větrná růžice



Modelování – Výsledky





ÚZEMNÍ STUDIE
NADŘAZENÉ DÁLNIČNÍ A SILNIČNÍ SÍTĚ
V JÁDROVÉM ÚZEMÍ OB3
METROPOLITNÍ ROZVOJOVÉ
OBLASTI BRNO

ROZPTYLOVÁ STUDIE

Celkové imisní příspěvky v nulové variantě 0035

Průměrné roční koncentrace BaP

Celkové imisní příspěvky

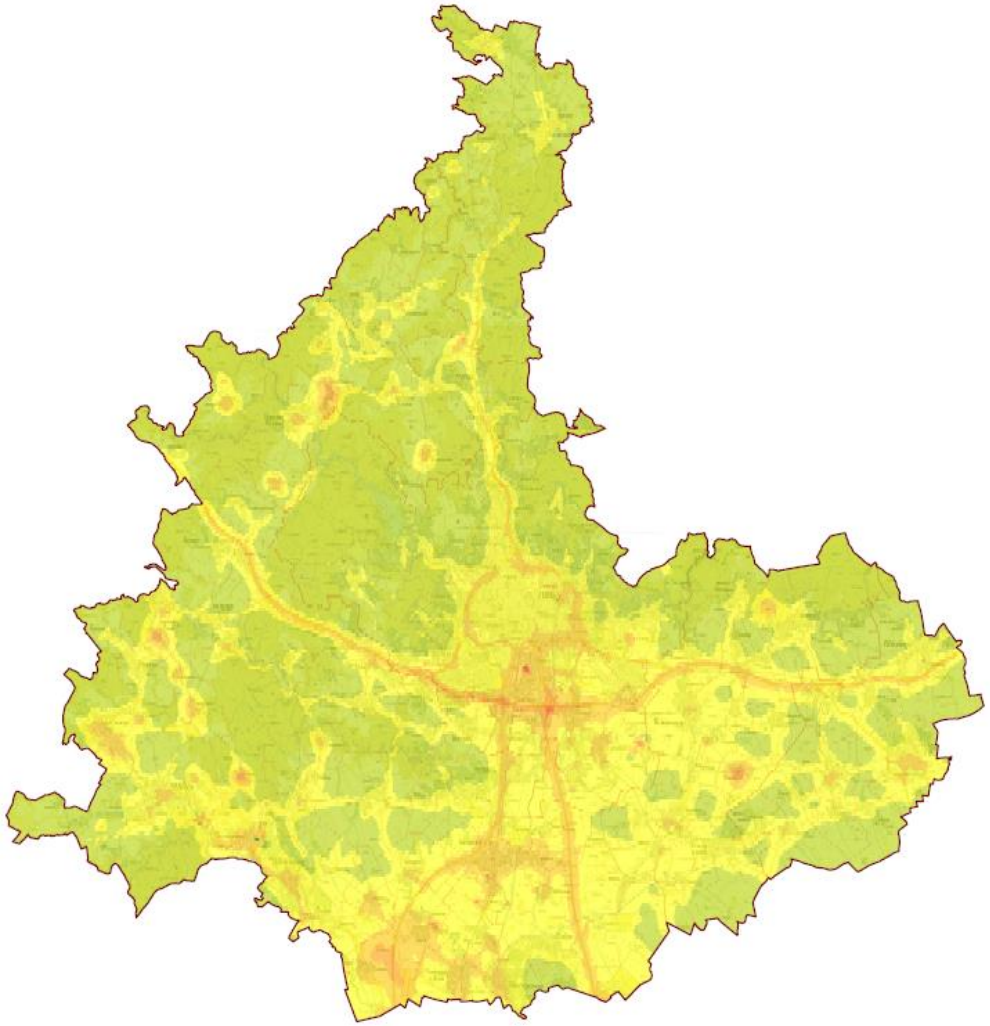
Průměrné roční koncentrace BaP

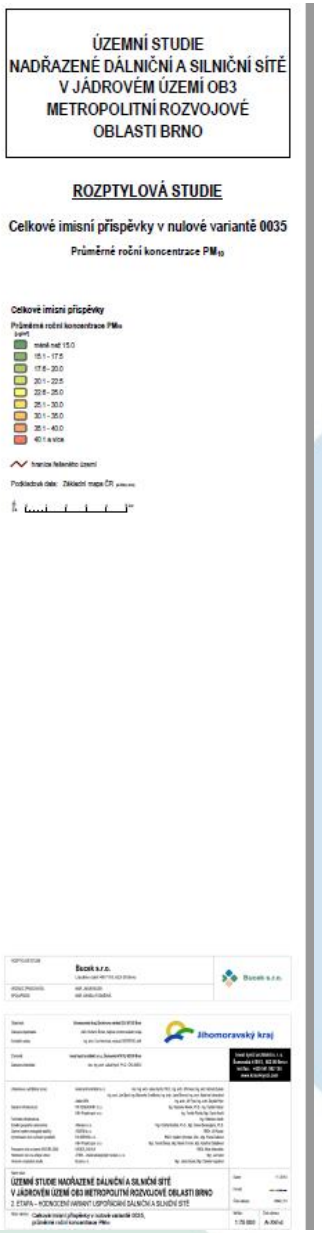
Ekotoxa s.r.o.

Jihomoravský kraj

ÚZEMNÍ STUDIE NADŘAZENÉ DÁLNIČNÍ A SILNIČNÍ SÍTĚ
V JÁDROVÉM ÚZEMÍ OB3 METROPOLITNÍ ROZVOJOVÉ OBLASTI BRNO

Modelování – Výsledky





ÚZEMNÍ STUDIE
NADŘAZENÉ DÁLNIČNÍ A SILNIČNÍ SÍTĚ
V JÁDROVÉM ÚZEMÍ OB3
METROPOLITNÍ ROZVOJOVÉ
OBLASTI BRNO

ROZPTYLOVÁ STUDIE

Celkové imisní přispěvky v nulové variantě 0035

Průměrné roční koncentrace PM_{10}

Celkové imisní příspěvky

Průměrné roční koncentrace PM_{10}
(µg/m³)

méně než 15.0
15.1 - 17.5
17.6 - 20.0
20.1 - 22.5
22.6 - 25.0
25.1 - 30.0
30.1 - 35.0
35.1 - 40.0
40.1 a více

hranice řešeného území

Podkladová data: Základní mapa ČR

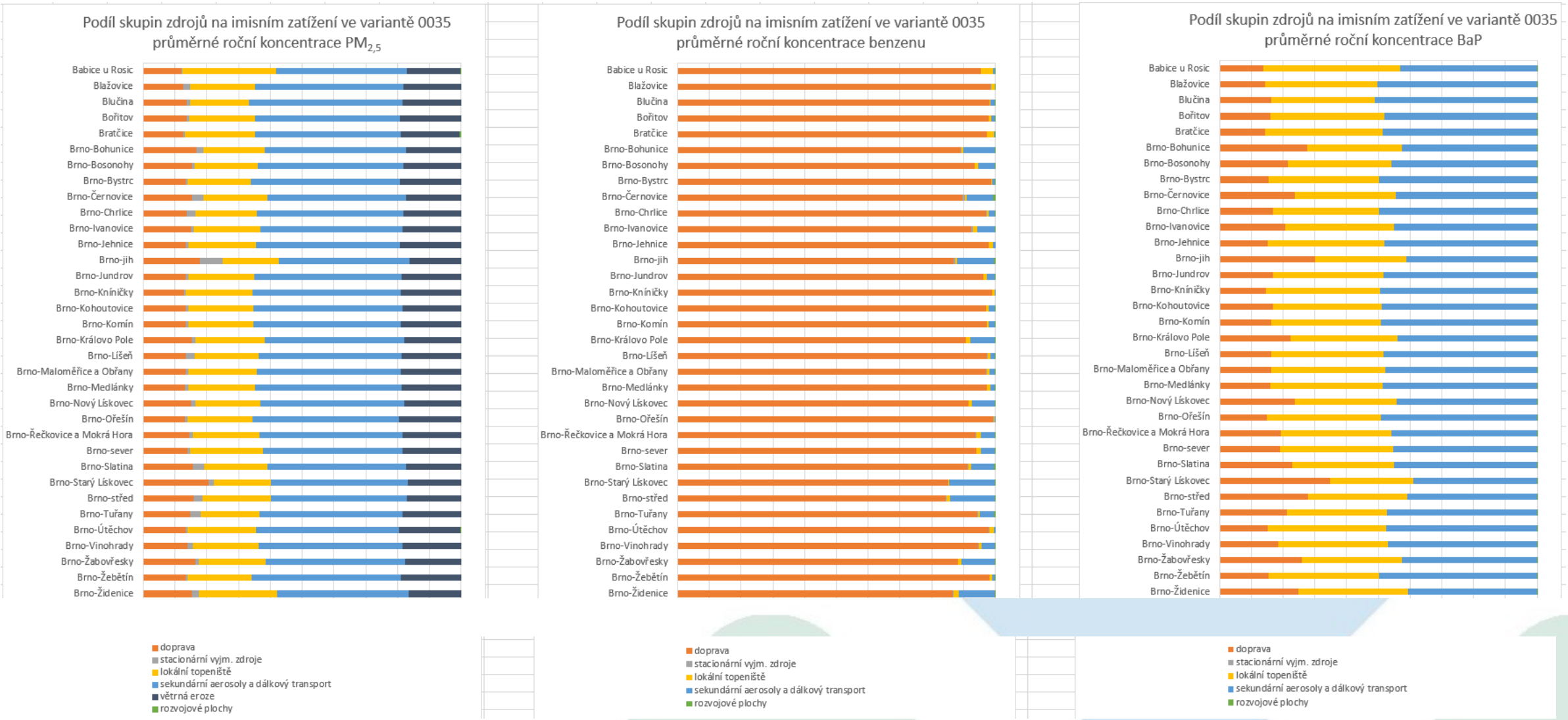
Bucek s.r.o.

Jihomoravský kraj

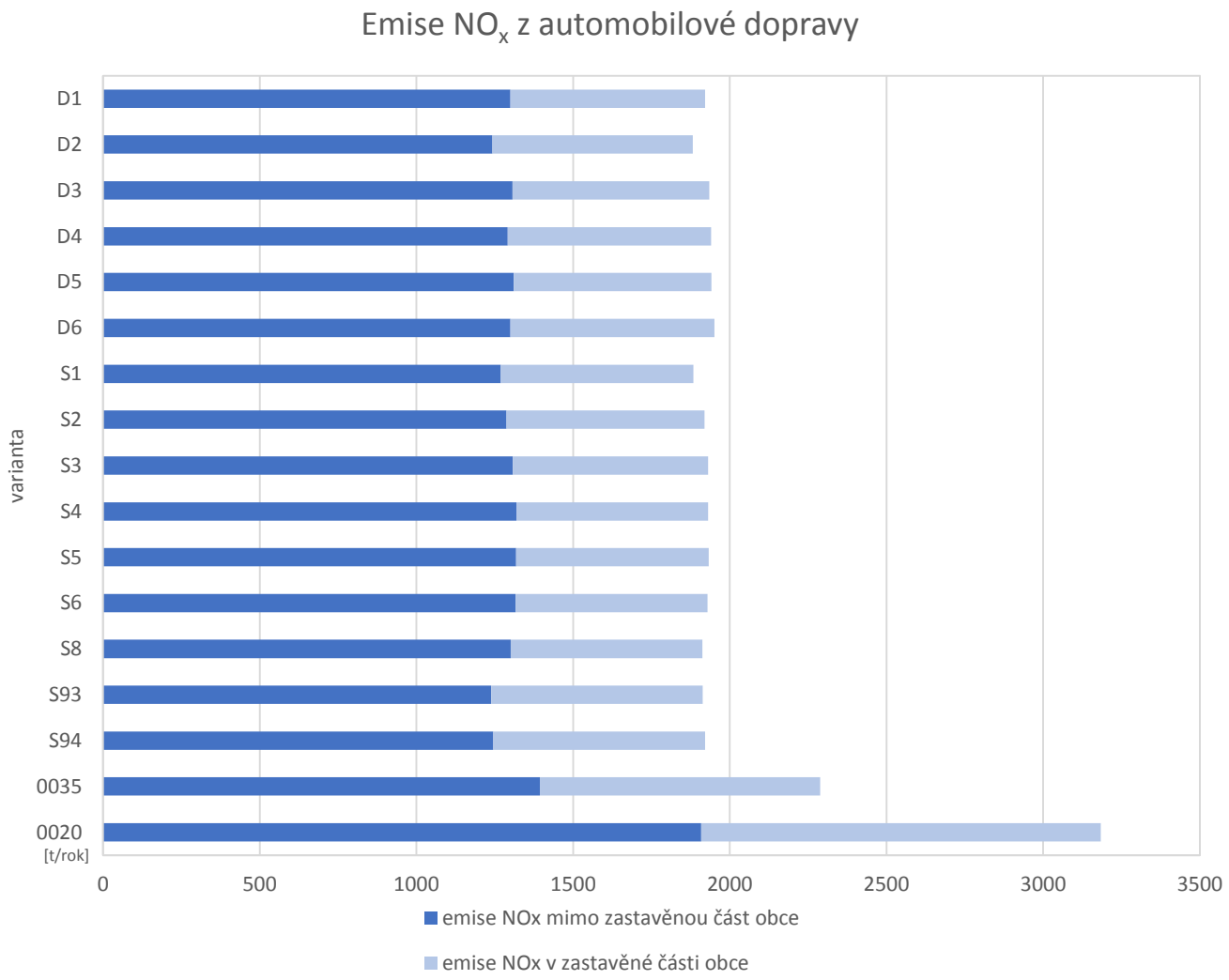
ÚZEMNÍ STUDIE NADŘAZENÉ DÁLNIČNÍ A SILNIČNÍ SÍTĚ
V JÁDROVÉM ÚZEMÍ OB3 METROPOLITNÍ ROZVOJOVÉ OBLASTI BRNO
2. ETAPA – KONCEPČNÍ VARIANTY LOKÁLNÍCH SILNIČNÍCH SÍTÍ

Celkové imisní příspěvky v nulové variantě 0035,
průměrné roční koncentrace PM_{10}

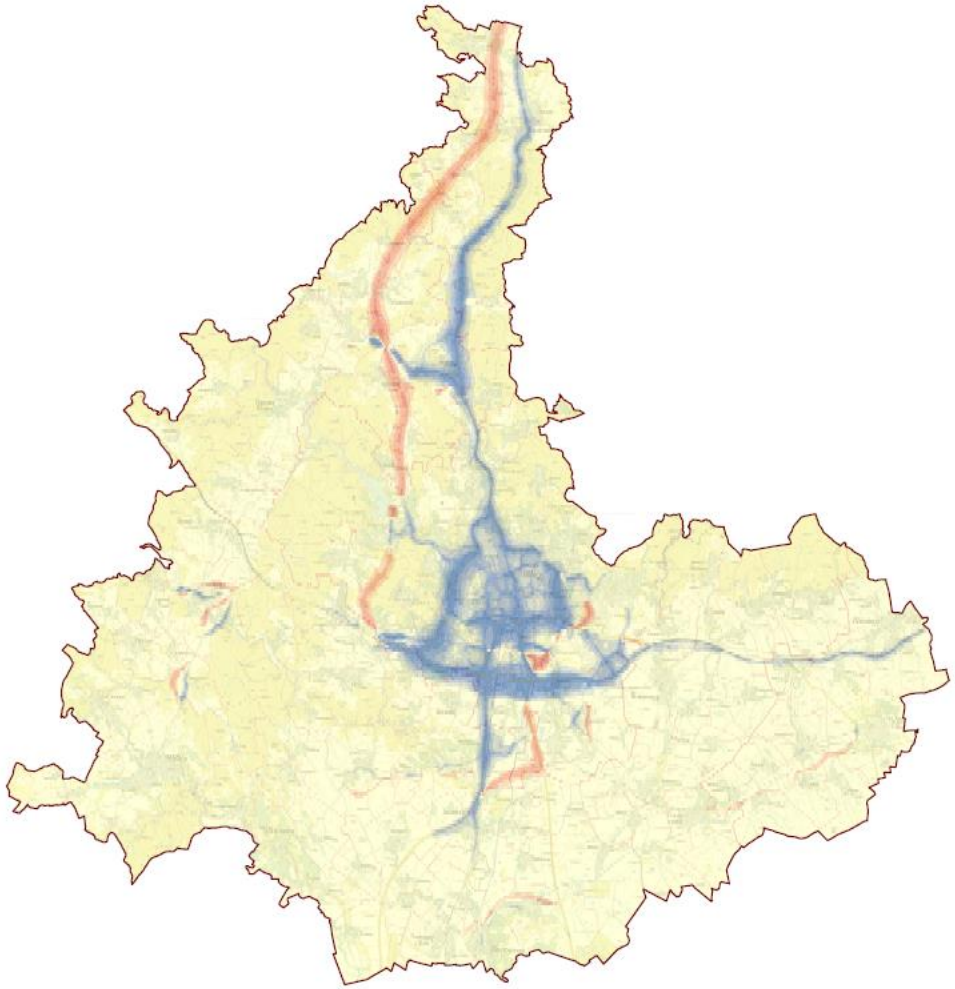
Modelování – podíly zdrojů



Opatření doprava – dostavba komunikační sítě



Opatření doprava – dostavba komunikační sítě



ÚZEMNÍ STUDIE
NADŘAZENÉ DÁLNIČNÍ A SILNIČNÍ SÍTĚ
V JÁDROVÉM ÚZEMÍ OB3
METROPOLITNÍ ROZVOJOVÉ
OBLASTI BRNO

ROZPTYLOVÁ STUDIE

Rozdíl imisních přispěvků
návrhové varianty D3 a varianty 0035

Průměrné roční koncentrace BaP

Rozdíl imisních příspěvků návrhové a nulové varianty

Průměrné roční koncentrace BaP

(ng/m³)

méně než -0,051

-0,050 – -0,031

-0,030 – -0,021

-0,020 – -0,011

-0,010 – 0,010

0,011 – 0,020

0,021 – 0,050

0,051 – 0,30

0,301 a více

hranice řešeného území

Podkladová data: Základní mapa ČR

Bucek s.r.o.

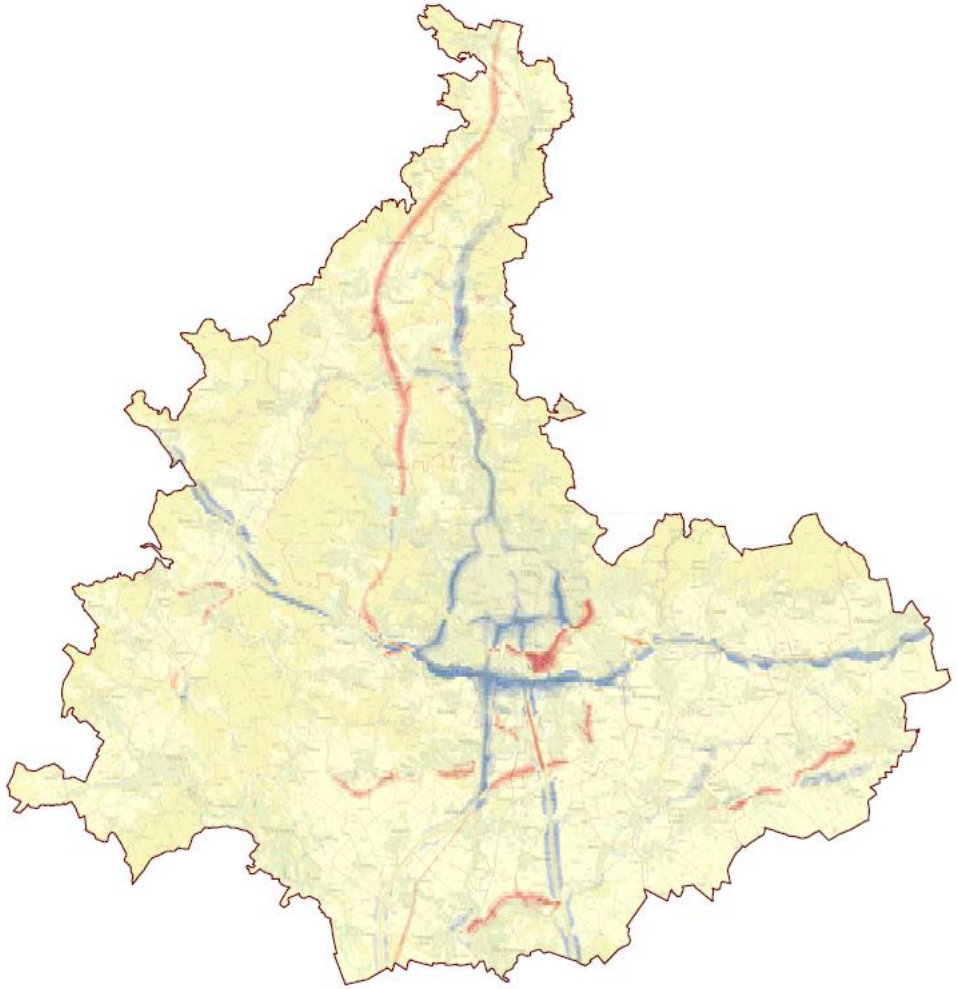
Jihomoravský kraj

ÚZEMNÍ STUDIE NADŘAZENÉ DÁLNIČNÍ A SILNIČNÍ SÍTĚ
V JÁDROVÉM ÚZEMÍ OB3 METROPOLITNÍ ROZVOJOVÉ OBLASTI BRNO
2. ETAPA – HODNOCENÍ VARIANT USPOŘÁDÁNÍ DÁLNIČNÍ A SILNIČNÍ SÍTĚ

Rozdíl imisních příspěvků návrhové varianty D3 a varianty 0035,
průměrné roční koncentrace BaP

1:75 000

Opatření doprava – dostavba komunikační sítě



ÚZEMNÍ STUDIE
NADŘAZENÉ DÁLNIČNÍ A SILNIČNÍ SÍTĚ
V JÁDROVÉM ÚZEMÍ OB3
METROPOLITNÍ ROZVOJOVÉ
OBLASTI BRNO

ROZPTYLOVÁ STUDIE

Rozdíl imisních příspěvků
návrhové varianty D3 a varianty 0035

Průměrné roční koncentrace PM_{10}

Rozdíl imisních příspěvků návrhové a nulové varianty

Četnost překročení IL 50 $\mu g/m^3$ PM_{10}

(počet)

méně než -5,1
-5,0 – -3,1
-3,0 – -2,1
-2,0 – -1,1
-1,0 – 1,0
1,1 – 2,0
2,1 – 3,0
3,1 – 5,0
5,1 a více

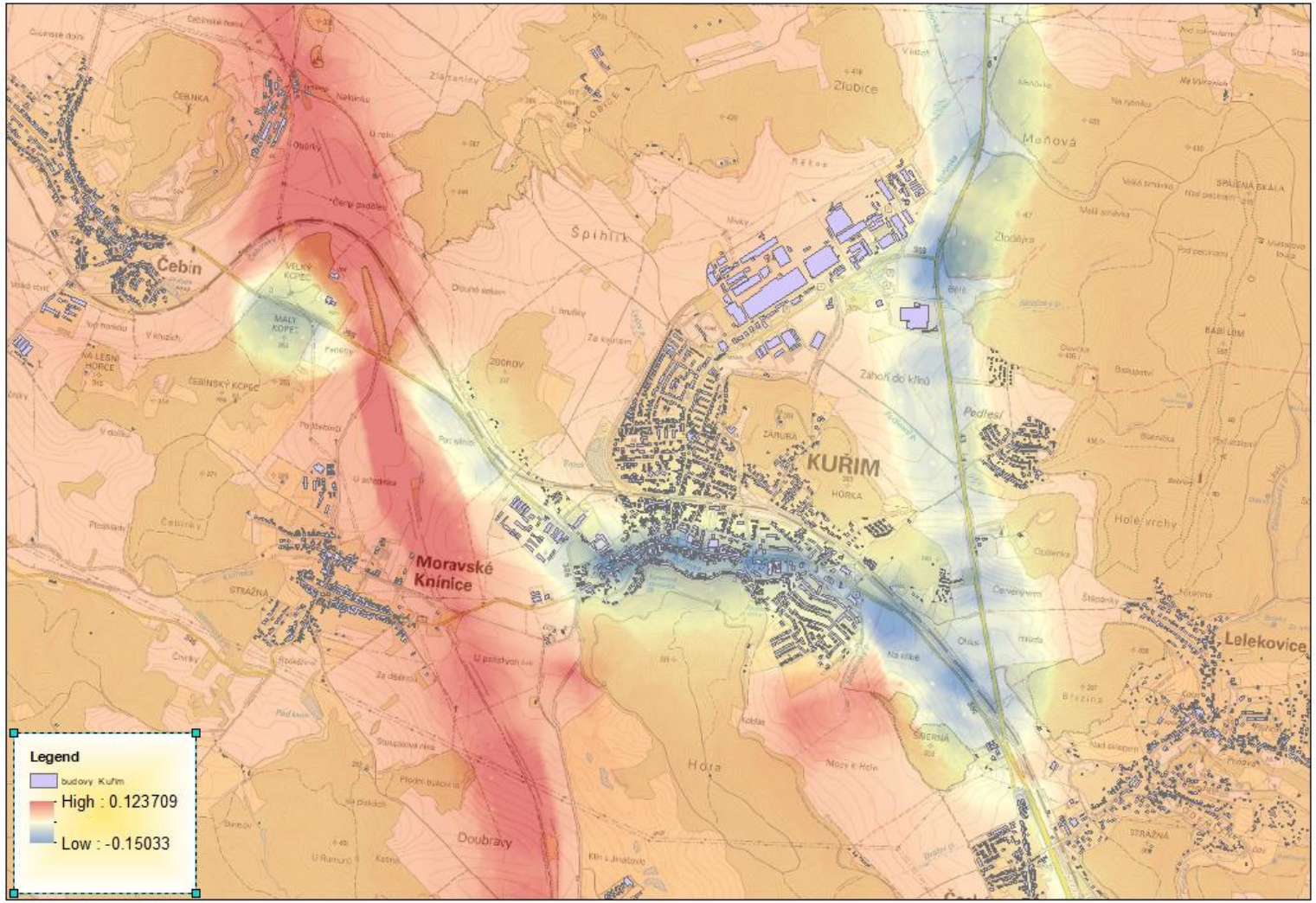
hranice řešeného území

Podkladová data: Základní mapa ČR

Jihomoravský kraj

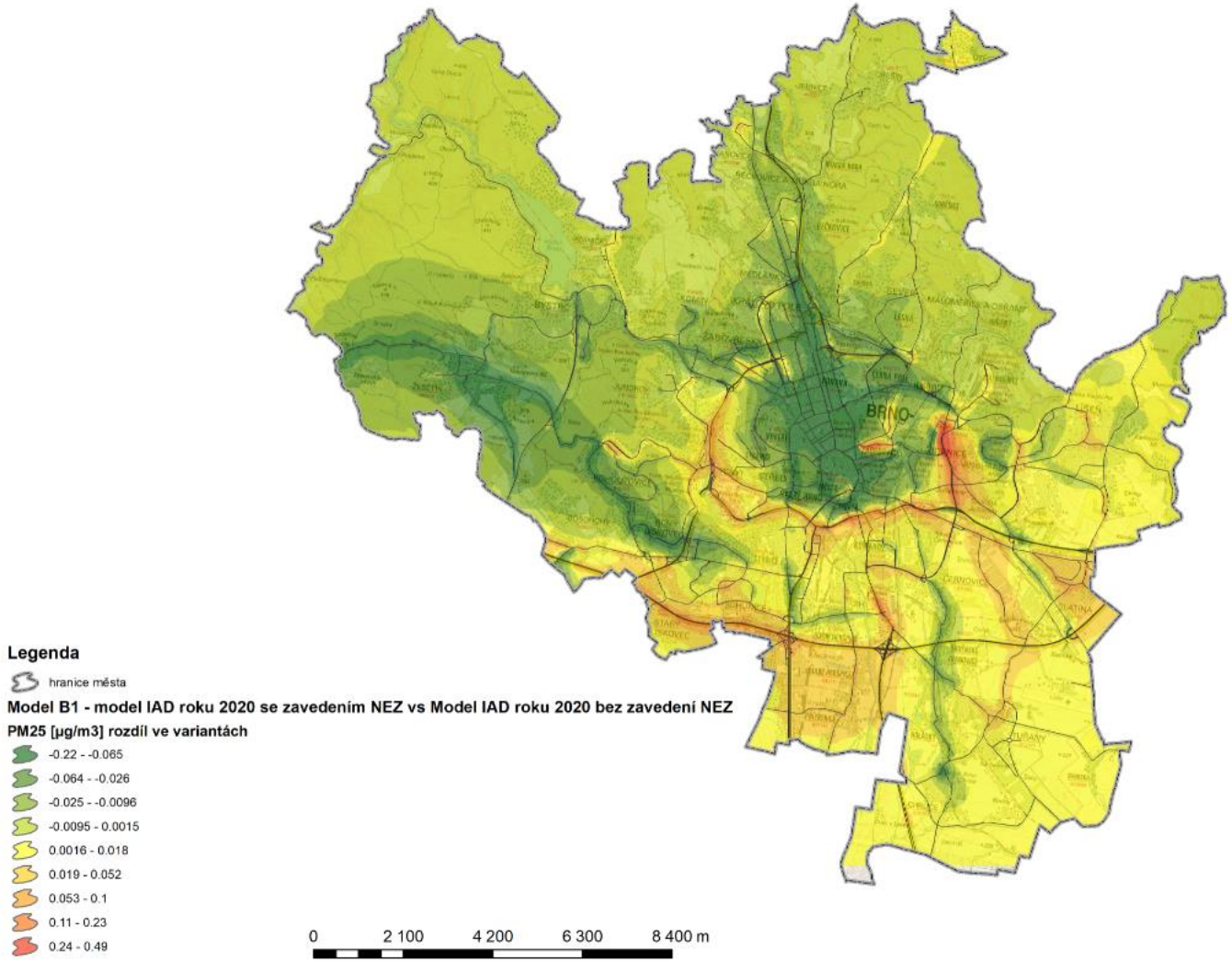
ÚZEMNÍ STUDIE NADŘAZENÉ DÁLNIČNÍ A SILNIČNÍ SÍTĚ
V JÁDROVÉM ÚZEMÍ OB3 METROPOLITNÍ ROZVOJOVÉ OBLASTI BRNO
2. ETAPA - HODNOCENÍ VARIANT USPOŘÁDÁNÍ DÁLNIČNÍ A SILNIČNÍ SÍTĚ

Opatření doprava – dostavba komunikační sítě



Opatření doprava – NEZ

“ ROZPTYLOVÁ STUDIE PROVEDITELNOSTI ZAVEDENÍ NÍZKOEMISNÍ ZÓNY NA ÚZEMÍ STATUTÁRNÍHO MĚSTA BRNA“



Opatření doprava – doprava výstavba

Příklady kompenzačních opatření:

- opatření ke zvýšení plynulosti dopravy
  - odstraňování bodových závad na komunikacích za účelem zvýšení plynulosti dopravy
  - přestavby a úpravy křižovatek za účelem zvýšení plynulosti dopravy (odbočovací pruhy, světelně signalizační zařízení, kruhový objezd)
  - koordinace většího počtu křižovatek za účelem zvýšení plynulosti dopravy
  - dopravní telematika – zavádění moderních technologií a značení na komunikacích za účelem zvýšení plynulosti dopravy
- výstavba a rekonstrukce komunikací (obchvaty)
  - odklonění automobilové dopravy mimo oblasti obytné zástavby
  - překrytí úseků stávajících komunikací, umístění stávajících komunikací do překrytých zářezů či tunelů
- opatření pro omezení prašnosti
  - čištění komunikací
  - zpevnění nezpevněných ploch
  - výsadba izolační zeleně
- omezování automobilové dopravy nástroji parkovací politiky (placené zóny, vyhrazené parkování pro rezidenty apod.)
- úplný či selektivní zákaz vjezdu automobilové dopravy do vymezené oblasti (zákaz vjezdu těžkých nákladních automobilů, vjezd pouze pro rezidenty, nízkoemisní zóna apod.)
- nové centrální nízkoemisní či bezemisní zdroje energie (např. tepelná čerpadla), napojení domácností na existující teplovody či plynovody, budování přípojek v daném území
- plynofikace, rekonstrukce či výměna zdrojů tepla v domácnostech v daném území
- zvýšení účinnosti, čí změna paliva u stávajících stacionárních zdrojů v daném území

Opatření doprava – fugitivní emise

3.2 SNÍŽENÍ FUGITIVNÍCH EMISÍ TZL PROSTŘEDNICTVÍM KOMPLEXNÍ SADY OPATŘENÍ

3.2.1 ZÁKLADNÍ POPIS VARIANTY, VČETNĚ TECHNICKÉHO ŘEŠENÍ

Tato varianta řeší uplatnění komplexu investičních a technologicko-organizačních opatření s výsledkem snížení fugitivních emisí tuhých znečišťujících látek (především jemné frakce $PM_{2,5}$). Tento soubor opatření je vzájemně úzce provázaný a oba typy opatření vyžadují navzájem provedení druhého typu (tj. technologicko-organizační opatření vyžaduje nejprve provedení investičního opatření a naopak samotné investiční opatření by nevedlo k cíli bez následného technologicko-organizačního opatření). Investiční opatření zahrnují jak nákup nových technologií, tak nezbytné stavební úpravy a nové stavební objekty.

Tato varianta se zaměřuje na všechny hlavní stávající zdroje fugitivních emisí tuhých znečišťujících látek, jmenovitě na:

- manipulaci s tekutým kovem;
- manipulaci při výrobě forem a jader a s odlitými formami;
- volné vytloukání a odjádrování forem na tzv. „hromadě“ (viz foto na obr. č. 2);
- apretace odlitků (viz foto na obr. č. 3)
  - upalování (odbrušování) vtoků a nálitků na volné ploše,
  - broušení odlitků na volné ploše,
  - manipulace s odlitky v rámci cídírny.

Ke snížení emisí tuhých znečišťujících látek na těchto stacionárních zdrojích (technologických uzlech) dojde především díky instalaci nových odlučovacích zařízení. V některých případech dojde k přesunu technologického uzlu do nových stavebních objektů. To umožní optimalizaci materiálových a produktových toků a instalaci potřebné vzduchotechniky spojené s filtrací znečištěné vzdušiny. Detailněji jsou tato investiční opatření diskutována níže.

K dalšímu snížení emisí tuhých znečišťujících látek dojde díky nahrazení části výrobní kapacity malých odlitků odlitky velkými při zachování stejného objemu tekutého kovu. Znamená to zavedení výroby odlitků ve váhové kategorii 10,5 - 14 t. O tuto kapacitu se sníží produkce malých odlitků v hmotnostní kategorii do 3 t. Toto technologicko-organizační opatření je možné realizovat jedině za předpokladu navýšení množství roztaveného kovu v rámci jedné tavby. Pro výrobu všech odlitků je podmínkou odlití celé formy bez přerušení lití (při přerušení lití dojde k nestejnoměrnému tuhnutí odlitku a dochází k nepřípustným vadám vnitřní struktury odlitku). Pro nepřerušení lití je třeba mít k dispozici tekutý kov pro odlití formy v jeden okamžik. To nelze zajistit se stávající pecí (max. kapacita 12 t). Proto je třeba do tavírny doplnit druhou pec o kapacitě 5 t/h. Tavba pak proběhne v obou pecích zároveň a po ukončení tavby bude tekutý kov z obou pecí přelit do dvou licích pánví a z nich bude následně plynule odlita jedna forma.

Pro výrobu velkých odlitků je třeba zajistit rovněž výrobu velkoobjemových jader. Tato jádra není možné vyrábět ve stávající jaderně, která nevyhovuje kapacitou výrobních zařízení (jednoramenného mísiče jader (5 – 8 t/h), velikostí a nosností válečkových tratí formovací linie na kterých se plní a rozebíraji jaderníky a nosností manipulačních a zdvíhacích zařízení. Pro zajištění výroby velkých jader je tedy potřeba instalovat průběžný dvouramenný mísič o výkonu 8 t/h, doplnění o pracovní válečkové tratě pro plnění a manipulaci s jaderníky a nový mostový jeřáb s nosností 7 t.

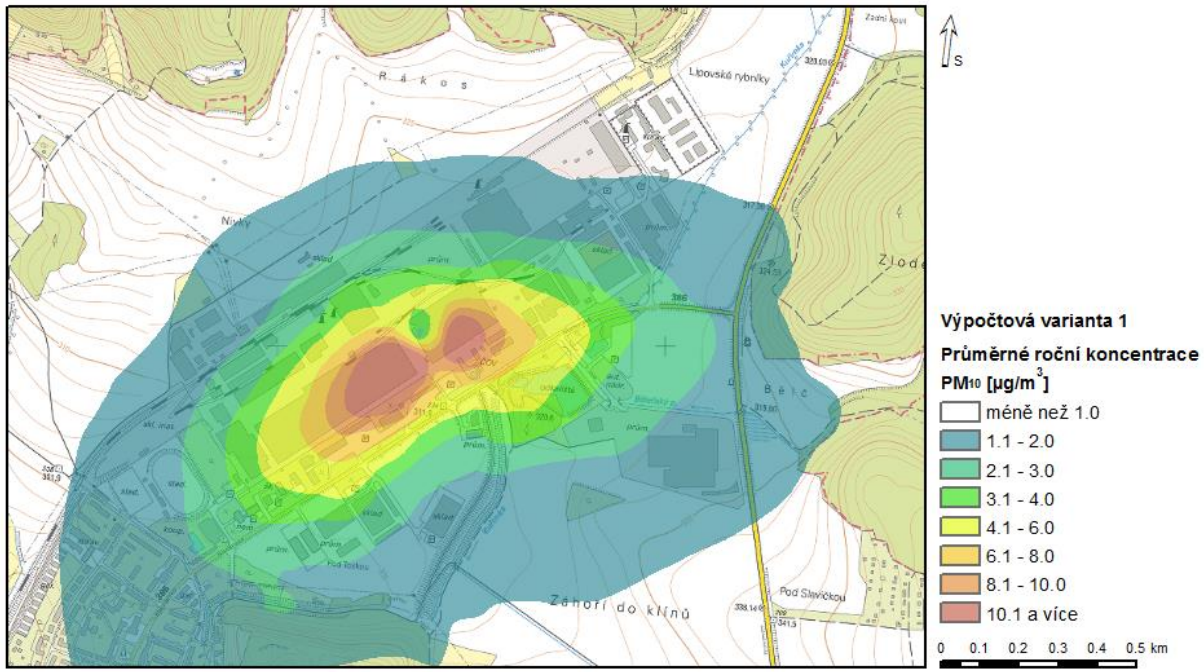
Výše uvedená opatření vedou k následujícím efektům:

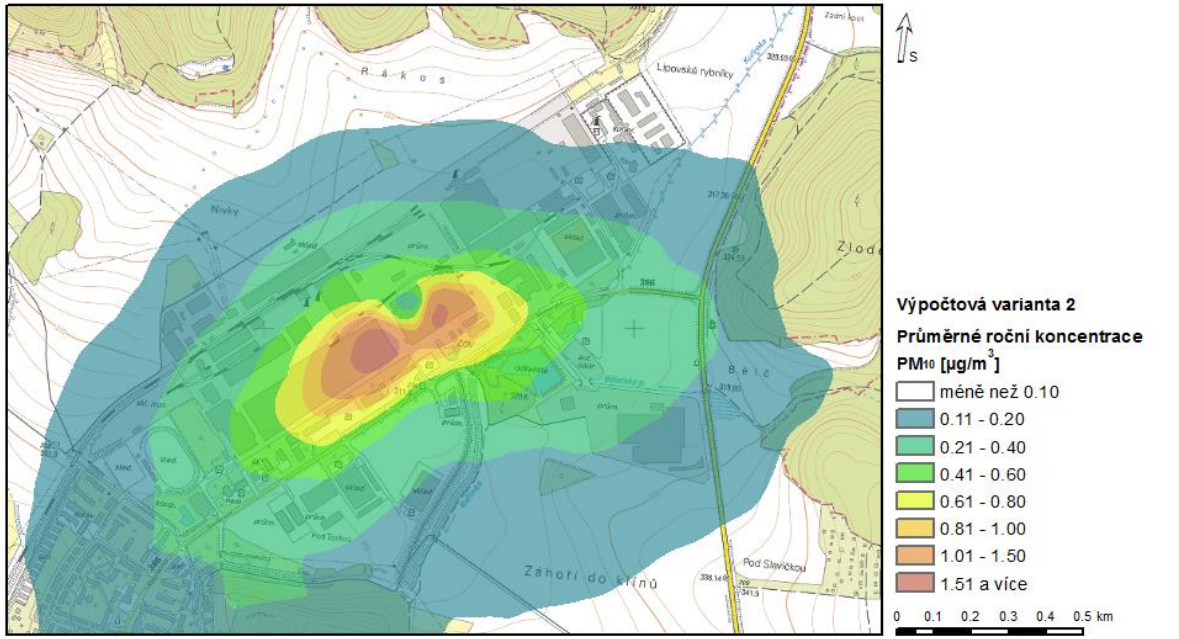
- snížení poměru písek - kov (tzn. nižší spotřeba formovací směsi na výrobu odlitků)
  - snížení objemu formovací směsi v oběhu (formovna, jaderna, regenerace, zásobování surovinami)
- snížení počtu operací nutných pro výrobu odlitků
  - snížení počtu převozů tekutého kovu pro lití forem
  - snížení počtu převozů odlitých forem k vytloukání
  - snížení počtu převozů v rámci čistírenských operací
  - snížení počtu forem a jader pro zajištění výroby

Při přechodu výroby z nízko-hmotnostních kategorií na vysoko-hmotnostní kategorie dojde vlivem změny poměru písek – tekutý kov k celkovému snížení objemu formovací směsi nutné pro zajištění stejné kapacity výroby tekutého kovu řádově o 10 %. Současně dojde k významnému snížení počtu manipulací, řádově o 20 %.

Dalším technickým opatřením je instalace podtlakového centrálního čištění, které bude sloužit

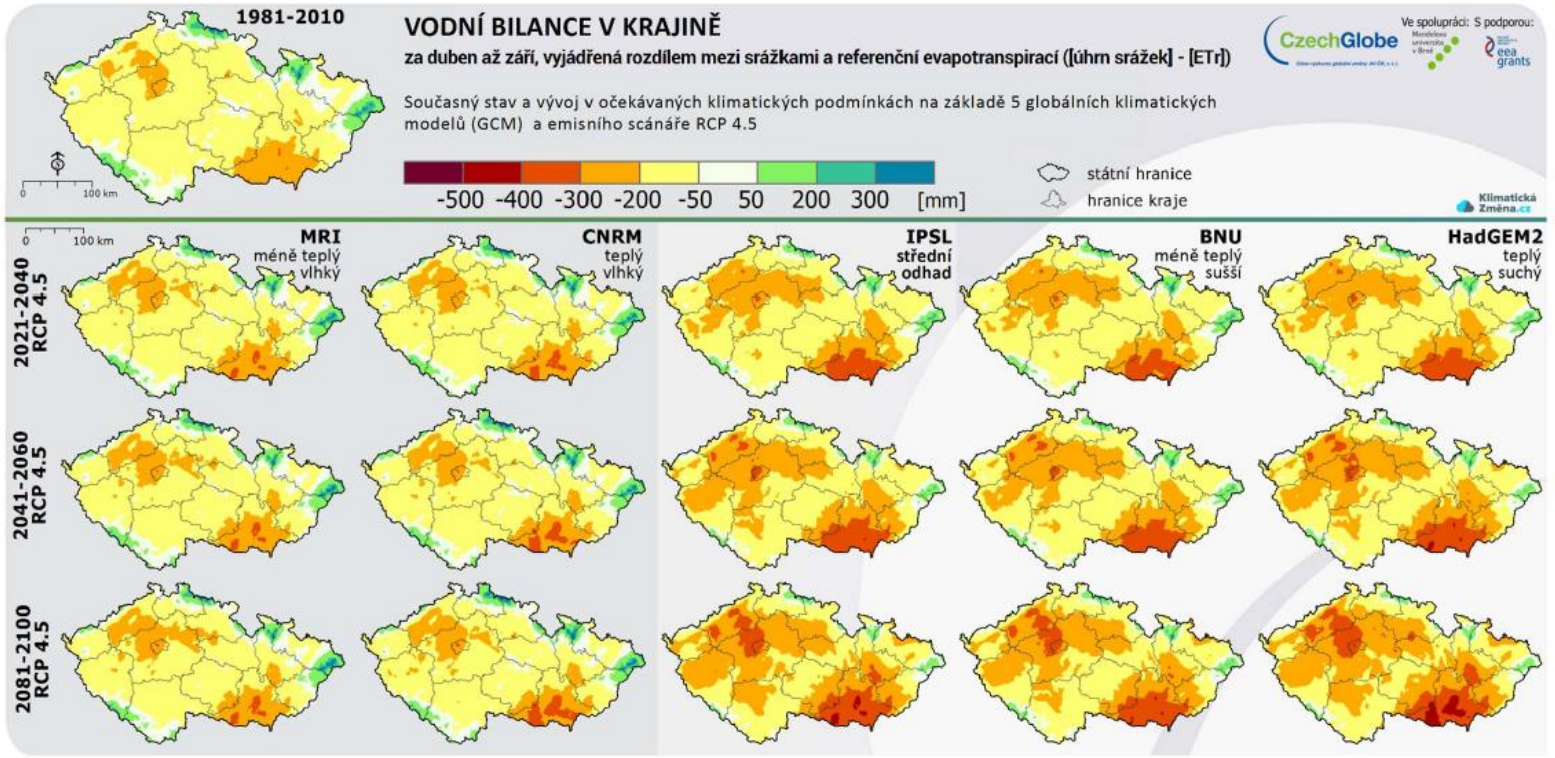
Opatření doprava – fugitivní emise





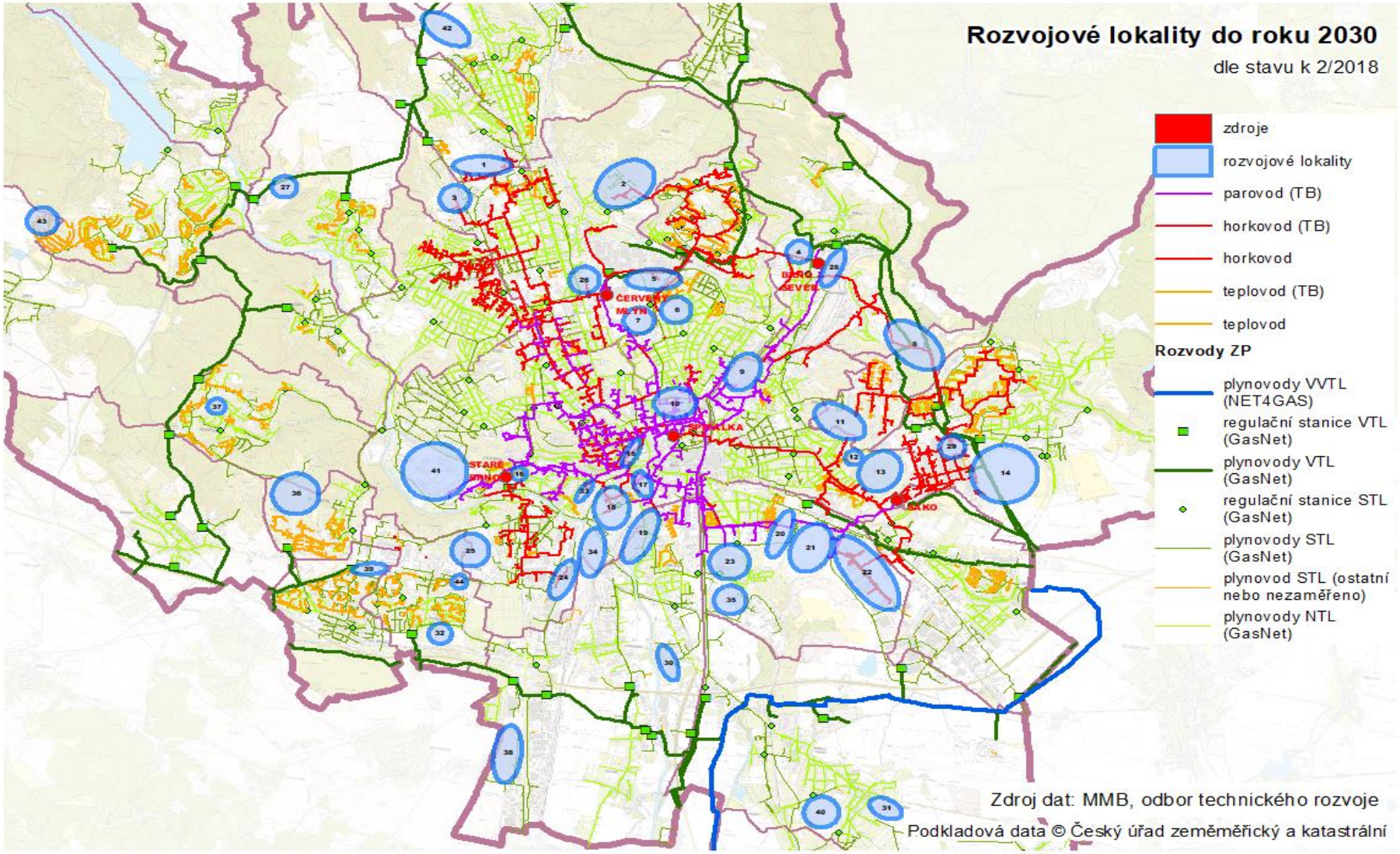
Opatření - resuspenze

Současný a prognózami očekávaný stav území povodí Dyje
VODNÍ BILANCE V KRAJINĚ



Opatření – fotovoltaika a elektromobilita

Opatření – Udržení sítě CZT



Opatření – Změna uvažování evropské populace

emise z tepelných zdrojů		
Koncentrace látek v emisích		
	evropské země	Čína
	koncentrace [mg/m3]	
TZL	5	700
NOx	150	4500
SO2	120	6000
těkavé látky včetně BaP	10	500

Zaoceánská lodní doprava NEMÁ emisní limity na rozdíl o dieselových automobilů

Děkuji za pozornost

B | R | N | O

Opatření ke snížení emisí

Bc. Radek Kronovet, Magistrát města Brna, Odbor životního prostředí, Kounicova 67, 601 67 Brno

Významné zdroje emisí – příklady

- **Lokální spalovací zdroje pro vytápění (kotle krby kamna)**
- **Doprava (silniční, železniční, lodní, letecká…)**
- **Průmyslové zdroje**
- **Zemědělství**
- **Stavební činnost**
- **Větrná eroze a resuspenze**

Opatření ke snížení emisí – provoz MHD

- **Provoz MHD je považován za jedno z nejvýznamnějších opatření ke snížení emisí z dopravy, které může město ze své pozice realizovat.**
- **Z pohledu ochrany ovzduší spočívá přínos této aktivity především v celkovém snížení individuální automobilové dopravy v ulicích města.**
- **Snížení počtu vozidel v ulicích města vede především ke snížení emisí oxidu dusičitého, prachových částic PM_{10}, $PM_{2,5}$ i PM_1 a některých polycyklických aromatických uhlovodíků (např. benzen).**
- **V současné době Dopravní podnik města Brna provozuje cca 330 tramvají, 150 trolejbusů a 320 autobusů (z toho 160 autobusů na CNG pohon)**

Opatření ke snížení emisí – provoz MHD

Dopravní výkony (rok 2018)	Tisíce vozokm
tramvaje	14 372
trolejbusy	5 908
autobusy	18 983

Počty přepravených osob (rok 2018)	Tisíce osob
tramvaje	191 714
trolejbusy	45 504
autobusy	123 431

Zdroj dat: Výroční zpráva 2018, Dopravní podnik města Brna a.s.

Opatření ke snížení emisí – úklid a kropení komunikací

- **Jedná se o opatření, které významným způsobem přispívá k omezení resuspenze (znovuzvířování) prachových částic.**
- **Snížení emisí prachových částic PM_{10}, a $PM_{2,5}$.**
- **V současné době je realizováno čištění komunikací základního komunikačního systému (realizuje spol. Brněnské komunikace a.s.)**
  a dále tzv. bloková čištění komunikací (realizují příslušné městské části). Základní komunikační systém je rozdělen do určených okruhů a každá komunikace je čištěna minimálně 1 x za 14 dnů. Blokové čištění probíhá dle plánu blokových čištění v jednotlivých městských částech několikrát ročně.
- **Kromě letního čištění a kropení komunikací má zásadní význam zejména včasný úklid zimního posypového materiálu z komunikací**
  a chodníků.

Opatření ke snížení emisí – alternativní využívání rostlinných materiálů

Úkolem města je nabídnout občanům alternativní způsoby nakládání s biologicky rozložitelným odpadem.

Cílem opatření je omezit spalování rostlinných materiálů (snížení emisí prachových částic PM_{10}, $PM_{2,5}$, CO, karcinogenního benzo(a) pyrenu.

V současné době mají občané města tyto alternativy:

- **Kompostování (opakované možnosti získat zdarma kompostér od města).**
- **Odevzdání bioodpadu ve sběrných střediscích odpadu (v provozu je 37 sběrných středisek !!!)**
- **Využití mobilního svozu bioodpadu (přistavení kontejneru do zahrádkářských oblastí ve vybraných MČ, pilotní projekt svozu bioodpadu v Masarykově čtvrti).**

Opatření ke snížení emisí – provoz soustavy zásobování tepelnou energií

- V současné době je přibližně 40% z celkového počtu domácností ve městě Brně vytápěno teplem ze soustavy zásobování tepelnou energií.
- V teplárenských provozech na území města Brna je teplo získáváno především spalováním zemního plynu. V malé míře je využíváno spalování biomasy (kotel na biomasu Teyschlova) a kogenerace. Dále je do soustavy zásobování tepelnou energií dodáváno teplo vzniklé spalováním odpadu.
- Spaliny z teplárenských provozů jsou odváděny komíny výrazně převyšujícími okolní terén do vyšších vrstev ovzduší, kde dochází ke spolehlivému a bezpečnému rozptylu škodlivin.

Opatření ke snížení emisí – energetická koncepce Statutárního města Brna - preference nízkoemisních a bezemisních systémů pro vytápění městských staveb, energetický management

- **Energetická koncepce města Brna je platná od září/2019**

Účelem energetické koncepce je, mimo jiné, podporovat využívání tepla ze soustavy zásobování tepelnou energií a bezemisních zdrojů energií.

- **Energetický management v Brně zaveden v roce 2015 a k dnešnímu dni zahrnuje cca 250 městských objektů.**

2 základní úkoly:

1) **sledovat spotřeby energií u městských objektů**
2) **Na základě zjištěných skutečností navrhnout energeticky úsporná opatření na městských objektech**

Na čem je potřeba v nejbližší době zapracovat ?

- **Omezit emise prachových částic při realizaci (nejen) veřejných zakázek stavebního charakteru.**
- **Dokončit zbývající části velkého městského okruhu (úsek Žabovřeská, Tomkovo náměstí, Brno-jih)**
- **Vybudovat kapacitní dopravní spojení vedené mimo centrum města pro vozidla směřující z dálnice D1 směrem na Svitavy**
- **Vybudovat dostatečný počet parkovacích ploch na příjezdových trasách do města s dobrou obslužností MHD.**

…a teď příklady toho, co může udělat každý z nás…

- Tam, kde je to možné, využít k vytápění svojí domácnosti také nízkoemisní nebo bezemisní zdroj tepla (tepelné čerpadlo, solární systém).
- U tepelných zdrojů, které spalují tuhá paliva, využívat pouze taková paliva, která splňují požadavky na kvalitu paliv a jsou určena výrobcem zdroje
- Udržovat spalovací zdroje a spalinové cesty v bezvadném technickém stavu.
- Snížit tepelné ztráty svého obydlí (zateplení) a snížit spotřebu elektrické energie.
- Pokud je to možné, využít k dopravě do školy, zaměstnání atd. veřejné dopravní prostředky nebo bezemisní způsoby dopravy.
- Upřednostňovat alternativní využití rostlinného materiálu před jeho spalováním.

B | R | N | O

Děkuji za pozornost

Bc. Radek Kronovet

Tel: 542 174 558

E-mail: kronovet.radek@brno.cz

www.brnenskeovzdusi.cz

VLIV LOKÁLNÍCH TOPENIŠŤ

Mgr. Jáchym Brzezina

vedoucí oddělení kvality ovzduší, Český hydrometeorologický ústav Brno

LOKÁLNÍ TOPENIŠTĚ

Znečišťování ovzduší lokálními topeništi lze v současné době označit za **největší problém kvality ovzduší v České republice**.

Jedná se o **nejvýznamnější zdroj** suspendovaných částic PM_{10} a především $PM_{2,5}$, víceméně výhradní zdroj rakovinotvorného benzo[*a*]pyrenu, nejvýznamnější zdroj oxidu uhelnatého, významný zdroj oxidu siřičitého, nejvýznamnější zdroj arsenu a kadmia.

Kromě toho je produkována celá řada dalších zdraví škodlivých látek.

LOKÁLNÍ TOPENIŠTĚ

Emise z lokálního vytápění nejvíce poklesly v období 1993 až 1997 díky plošné **plynofikaci** a státní podpoře vytápění elektřinou.

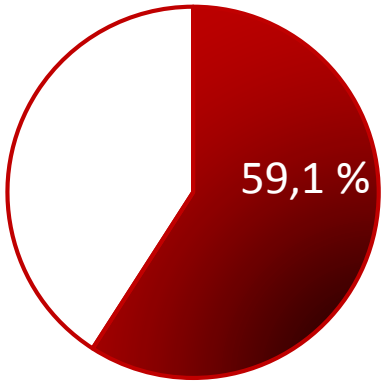
Od roku 2001 však příznivý klesající trend vytápění tuhými palivy ustal, zejména vzhledem k rostoucím nákladům na vytápění zemním plynem a elektřinou.

Po roce 2009 začal počet domácností vytápěných tuhými palivy opět **stoupat**.

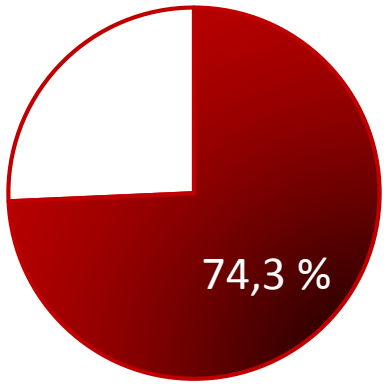
LOKÁLNÍ TOPENIŠTĚ

Podíl lokálního vytápění domácností na celkových emisí vybraných znečišťujících látek (k 2017):

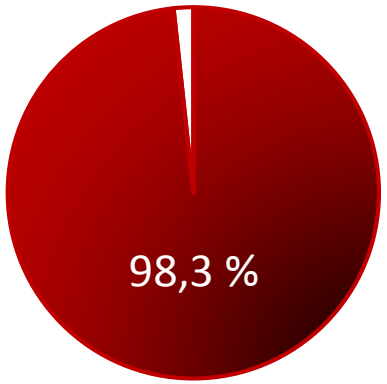
● hlavní zdroj



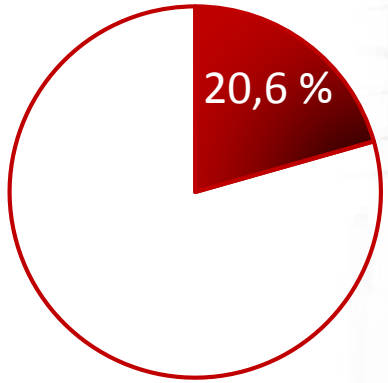
PM_{10}



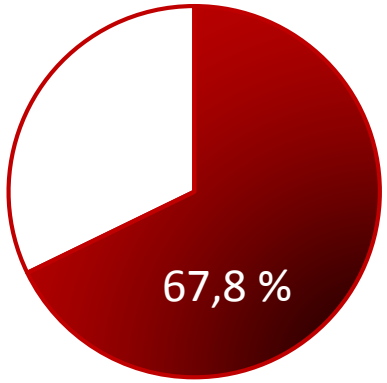
$PM_{2,5}$



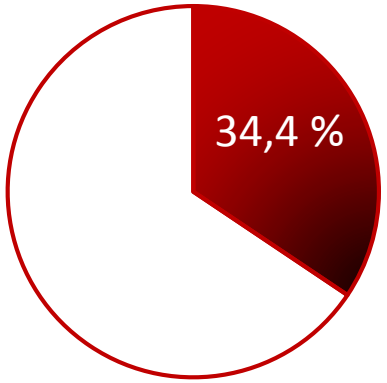
benzo[*a*]pyren



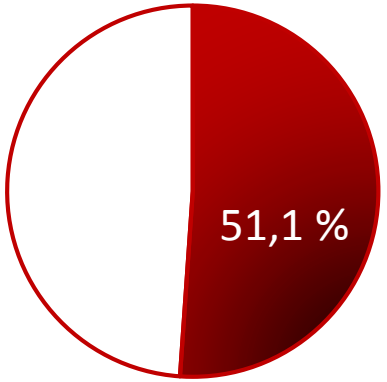
SO_2



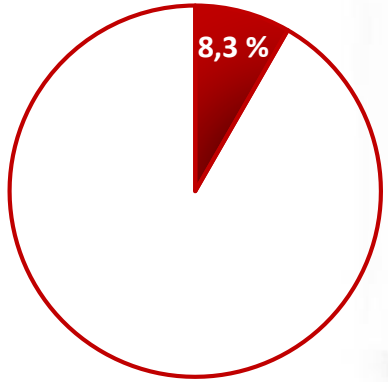
CO



As

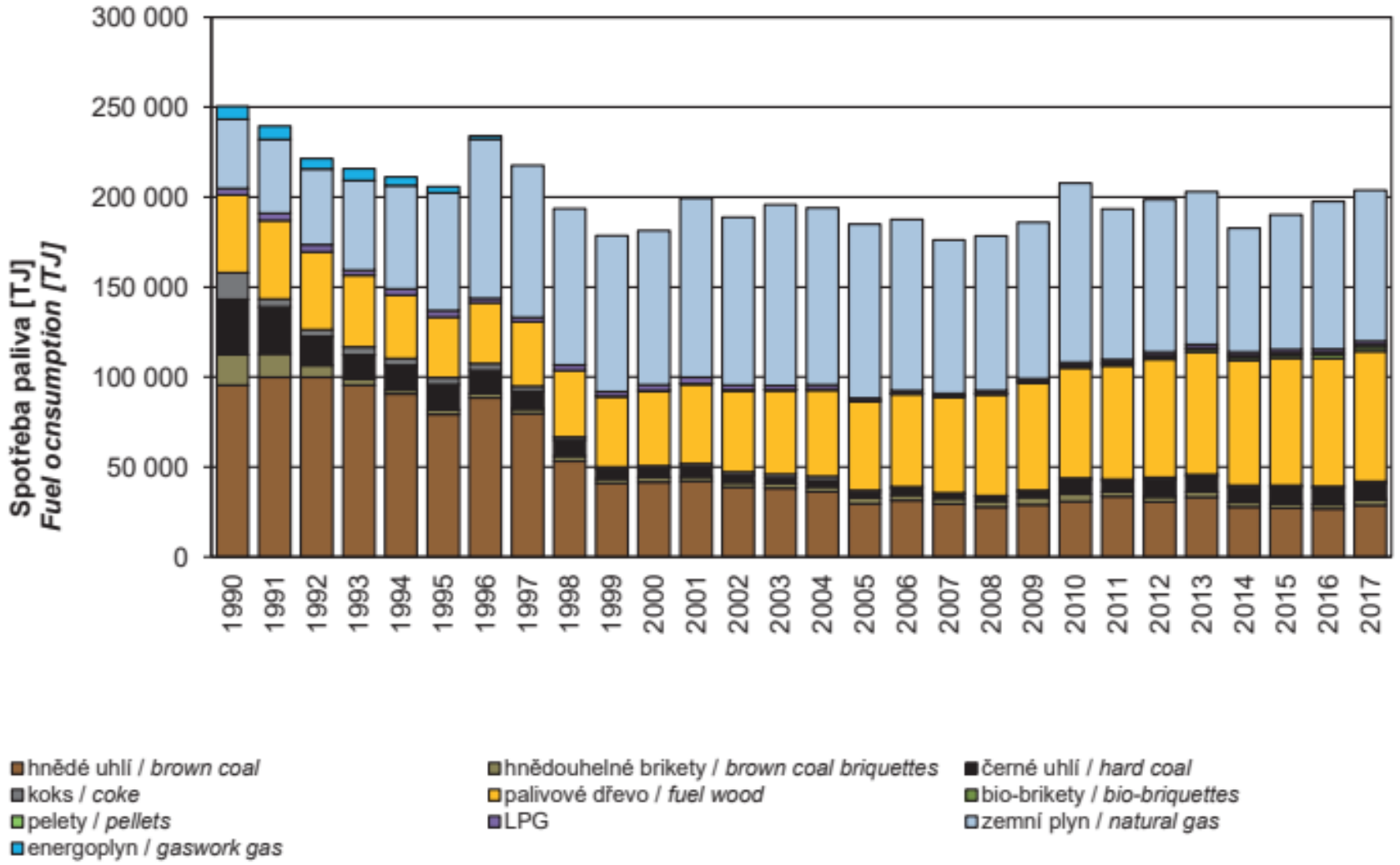


Cd



NO_x

LOKÁLNÍ TOPENIŠTĚ



Spotřeba paliv zdrojů REZZO 3 (domácnosti), 1990-2017

Kvalita ovzduší největší mýty

1. Ve městech je kvalita ovzduší nejhorší, naopak na venkově a v malých obcích je situace o poznání lepší.
2. Topení dřevem je ekologické a neznečišťuje ovzduší, jedná se přeci o přírodní látku.
3. Hlavními znečišťovateli jsou jednoznačně doprava a průmysl.
4. Elektroauta mají nulové emise.
5. Příčinu špatné kvality ovzduší v určitém místě a čase je třeba vždy hledat v blízkém okolí.
6. Lepší či horší kvalita v určitém roce ve srovnání s jiným je vždy dána nižšími, respektive vyššími emisemi znečišťujících látek.
7. Kdyby nebylo lidské činnosti, byl by na Zemi zcela čistý vzduch.
8. Nejhorší jsou viditelně prašná místa, ochranou jsou ochranné roušky, případně pobyt v interiéru.

EMISNÍ TŘÍDY KOTLŮ

- **Definovány v technické normě ČSN EN 305-5**
- **Celkem rozlišováno 5 emisních tříd (I nejhorší, V nejlepší)**

1. 1. 2014 Zákaz prodeje kotlů emisní třídy I a II

1. 1. 2017 Povinnost na vyžádání předložit revizi kotle (včetně označení emisní třídy)

1. 1. 2018 Zákaz prodeje kotlů III. emisní třídy

1. 1. 2020 Zákaz prodeje kotlů emisní třídy IV a V (možnost koupit legálně a uvést do provozu pouze kotle splňující požadavky EKODESIGN* – pro celou EU)

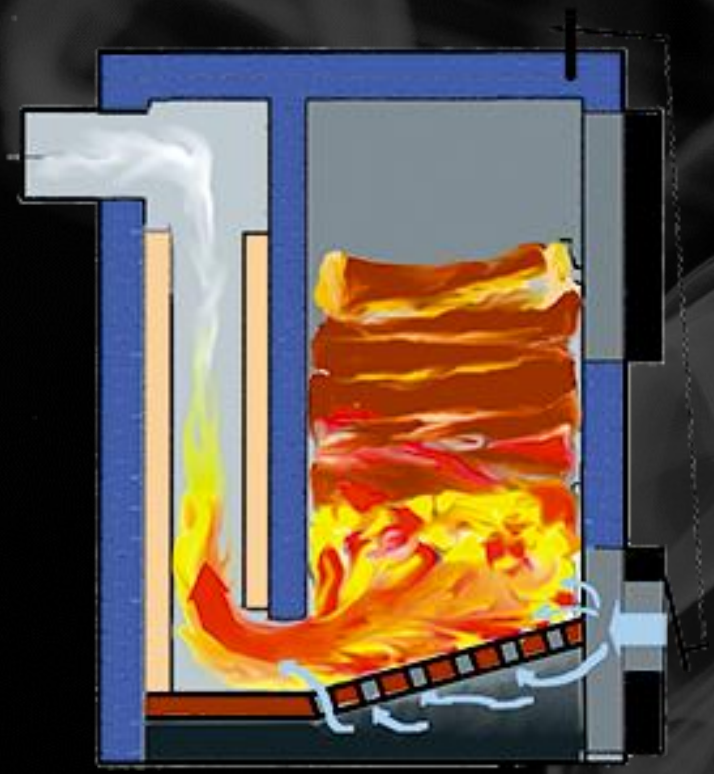
1. 9. 2022 Zákaz používání kotlů I. a II. emisní třídy

* nařízení evropské komise 2015/1189, které stanoví požadavky na Ekodesign kotlů na tuhá paliva. Na rozdíl od tříd kotlů se zde hodnotní tzv. sezónní účinnost a emise. Nařízení více zohledňuje celoroční provoz kotle.

TYPY KOTLŮ
PROHOŘÍVACÍ

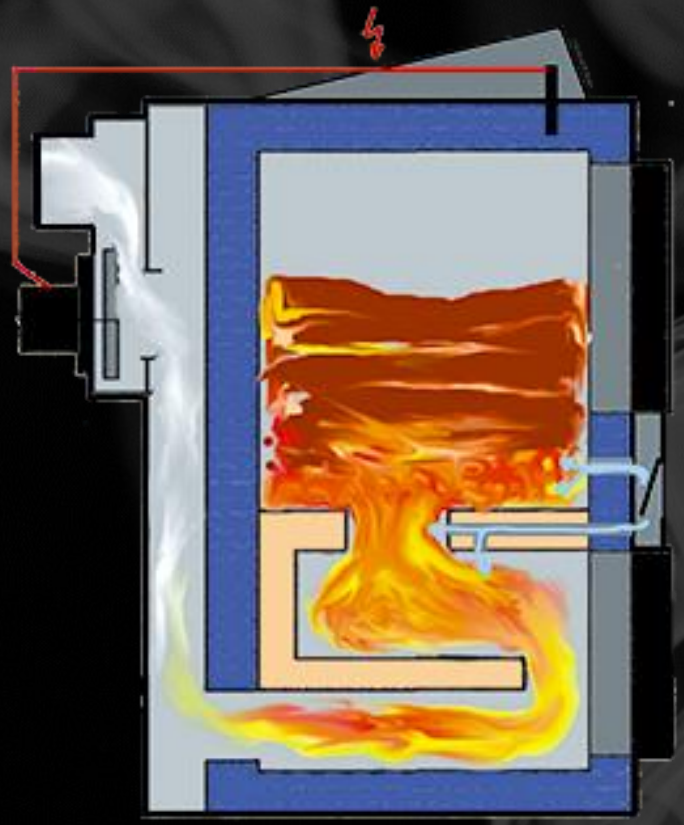
- Ve velké míře dochází k nedokonalému spalování
- Nízká účinnost
- Postupné spalování, spaliny prochází skrz vrstvu nespáleného paliva
- Proces spalování téměř neovlivnitelný
- „výhodou“ možnost spálit víceméně cokoliv, co hoří
- Přísun vzduchu zajištěn volně, výkon dán tahem komína a kvalitou paliva
- Většinou kotle I. či II. Emisní třídy, výjimečně u těch spalujících koks třída III.

TYPY KOTLŮ
ODHOŘÍVACÍ



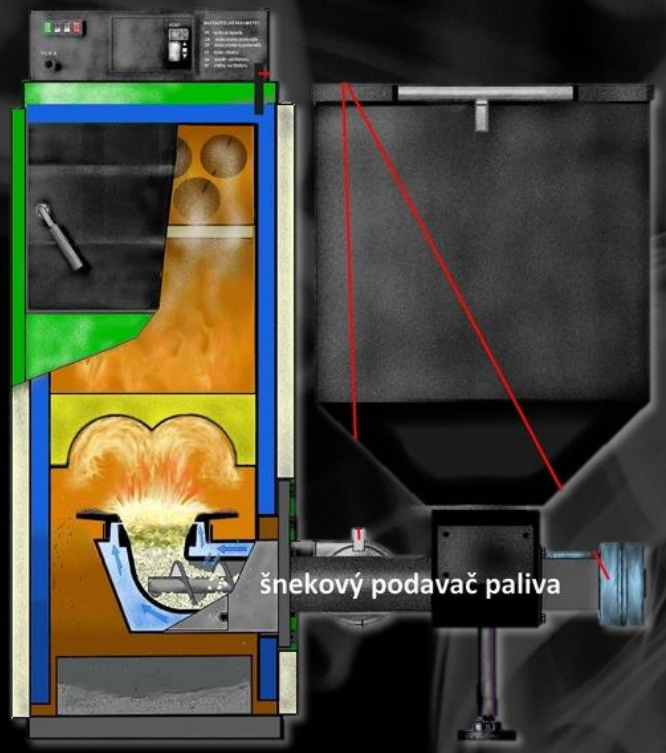
- Podobný prohořívacímu
- Dochází k postupnému spalování a odhořívání zespod (hoří svrchní vrstva paliva = vyšší účinnost).
- Přísun vzduchu probíhá volně
- Určitá regulace přísunu paliva
- Nejčastěji emisní třída II, novější kotle emisní třída III

TYPY KOTLŮ
ZPLYŇOVACÍ



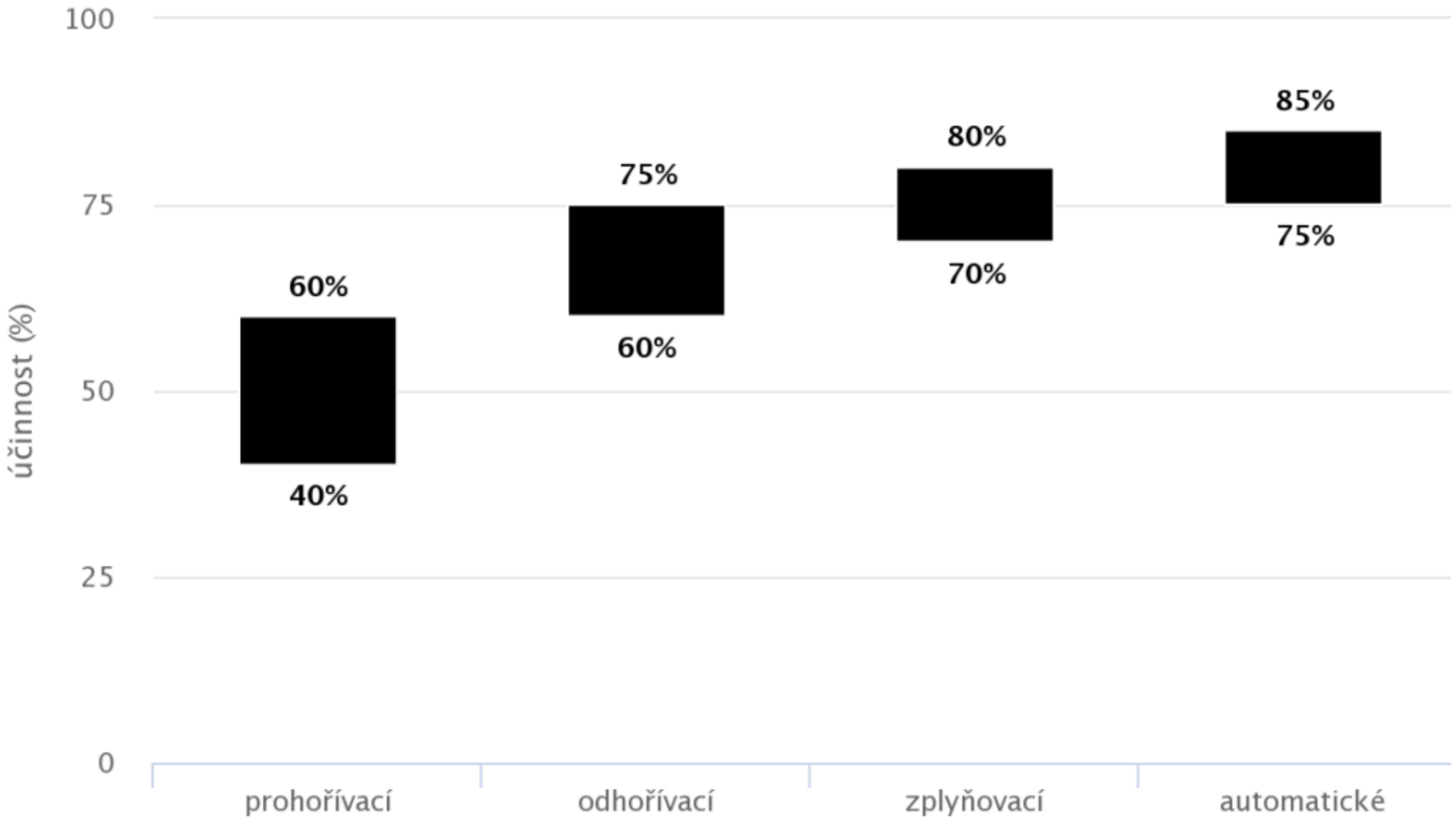
- V mnoha odhledech shodný s odhořívacím
- Hlavním rozdílem řízený přísun spalovacího vzduchu ventilátorem → hoření prchavé hořlaviny = výrazně vyšší účinnost + nižší emise
- Regulován nejen přísun paliva, ale i přísun vzduchu
- Emisní třídy III, IV a někdy až V

TYPY KOTLŮ
AUTOMATICKÝ



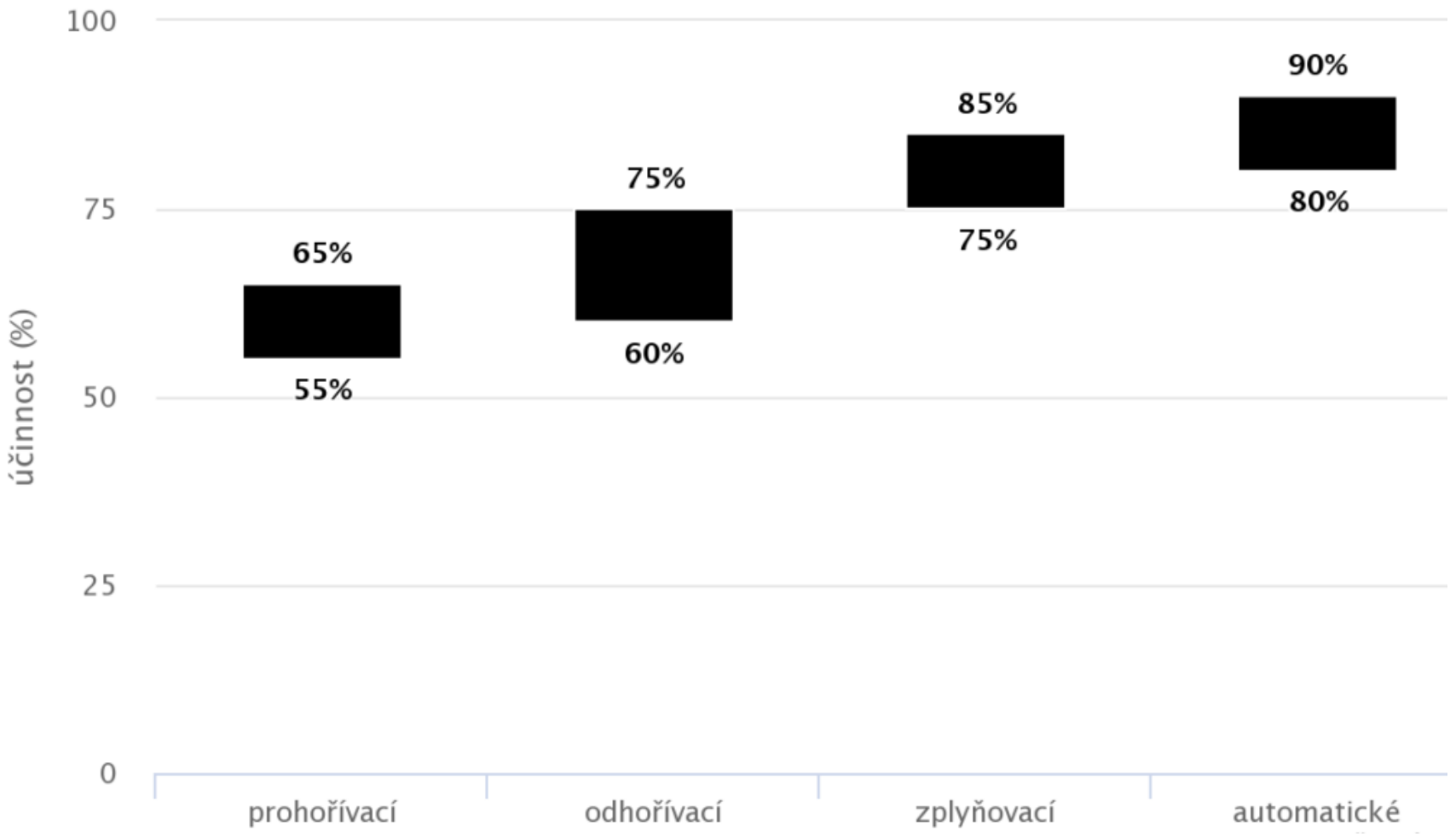
- Jednoznačně nejlepší volba kotle na tuhá paliva
- Využívá nejmodernější technologie spalování a regulovaný přísun paliva a vzduchu
- Pracuje plně automatizovaně a proces spalování je kontrolován řízeným dávkováním paliva ze zásobníku i řízeným přísunem vzduchu ventilátorem
- Nejvyšší účinnost a obecně nejnižší emise znečišťujících látek
- Při spalování uhlí třída III nebo IV, u pelet V

Účinnost



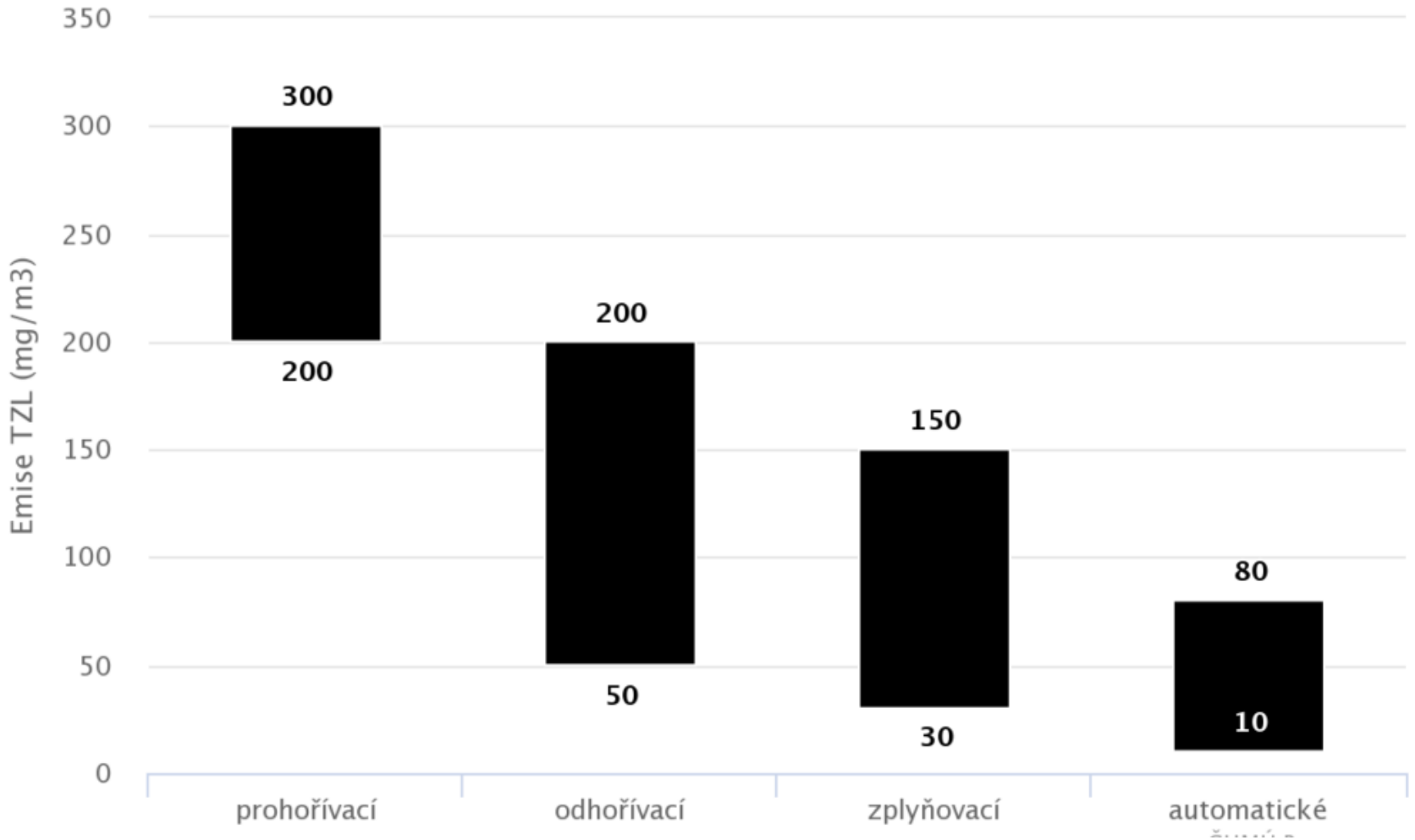
Interval průměrné účinnosti jednotlivých typů kotlů na tuhá paliva při spalování hnědého uhlí. Zdroj: tzb-info.cz

Účinnost



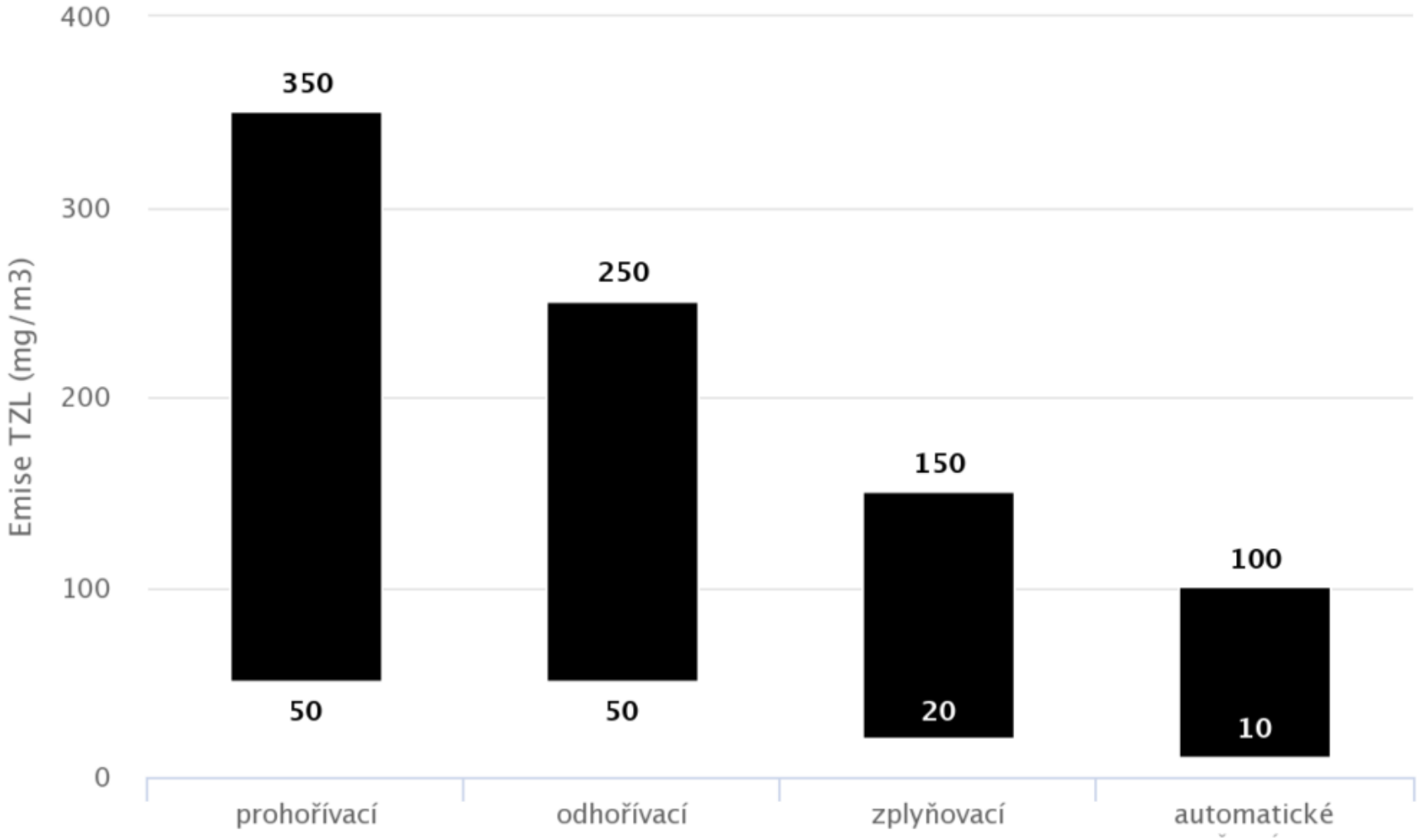
Interval průměrné účinnosti jednotlivých typů kotlů na tuhá paliva při spalování dřeva. Zdroj: tzb-info.cz

Emise tuhých zn. látek



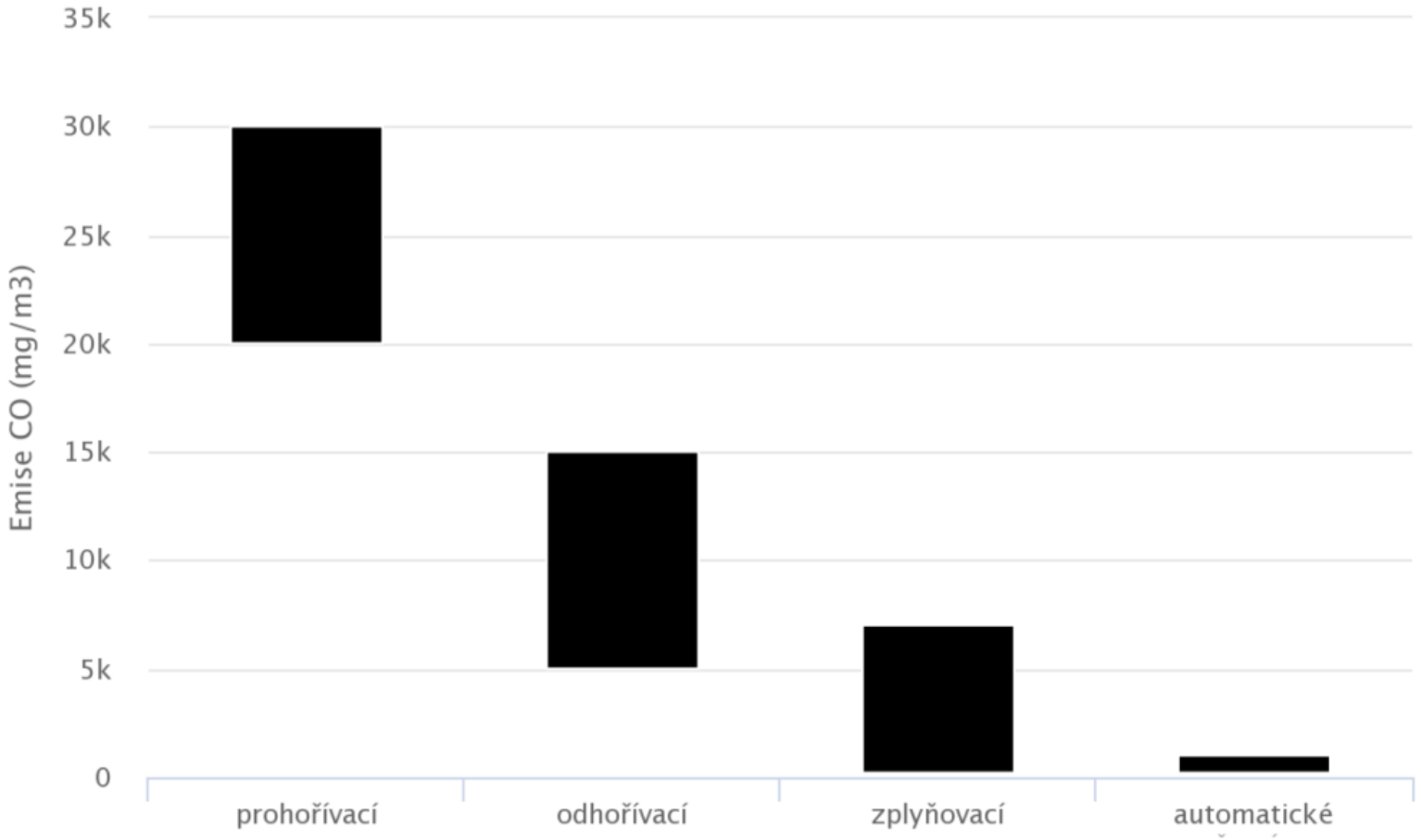
Interval průměrných emisí TZL jednotlivých typů kotlů na tuhá paliva při spalování hnědého uhlí v mg/m^3 a referenčních 10 % O_2. Zdroj: tzb-info.cz

Emise tuhých zn. látek



Interval průměrných emisí TZL jednotlivých typů kotlů na tuhá paliva při spalování dřeva v mg/m^3 a referenčních 10 % O_2. Zdroj: tzb-info.cz

Emise CO



Interval průměrných emisí CO jednotlivých typů kotlů na tuhá paliva při spalování hnědého uhlí v mg/m^3 a referenčních 10 % O_2. Zdroj: tzb-info.cz

PŘÍPADOVÁ STUDIE

PŘÍPADOVÁ STUDIE

Moravany

2741

798
zem. plyn.

187 (23,5 %)
neakt.

Ostopovice

1700

421
zem. plyn.

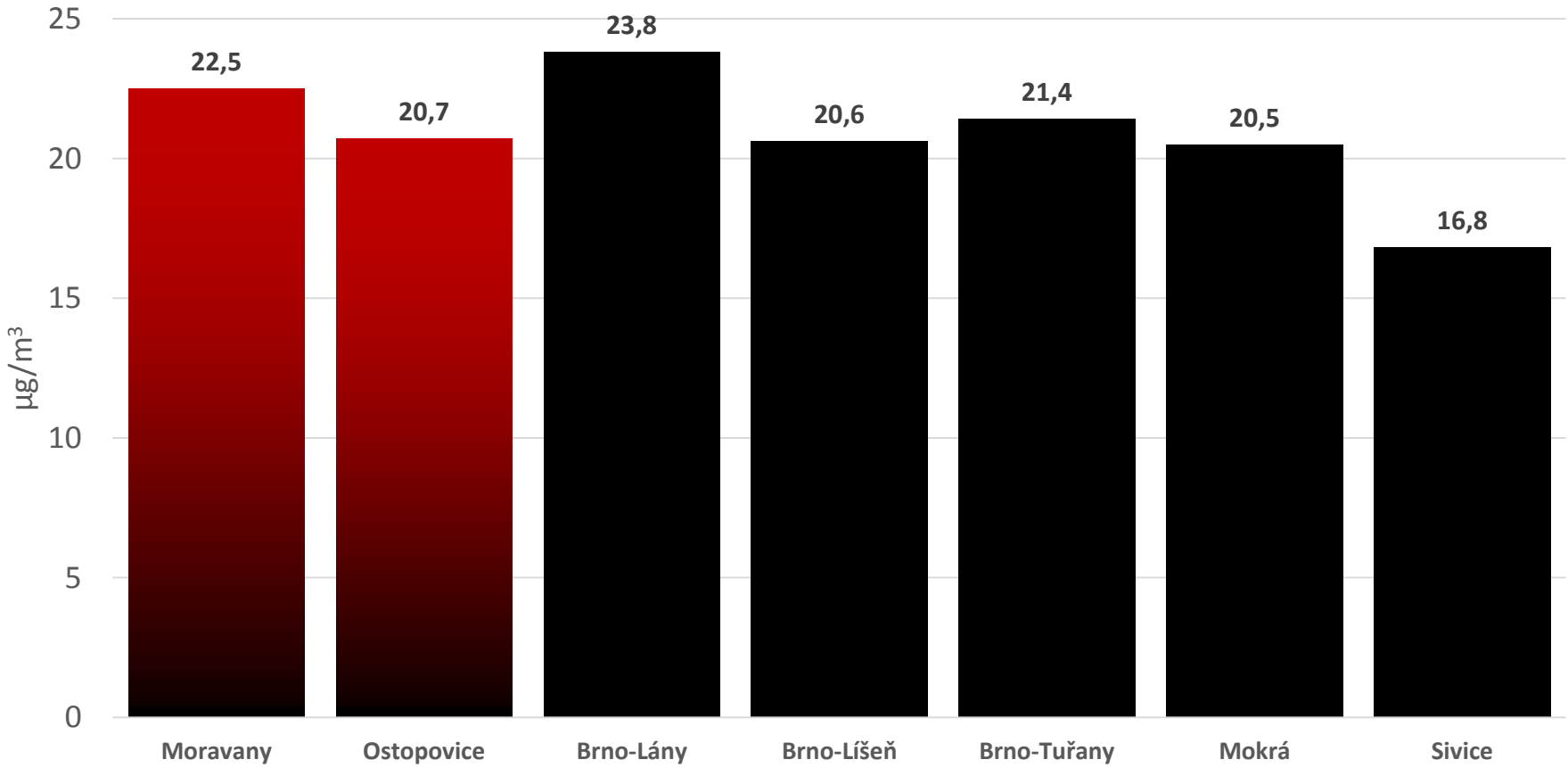
41 (9,7 %)
neakt.

PM_{10}, $PM_{2,5}$, benzo[*a*]pyren, NO_x

- vznikají spalováním tuhých a kapalných paliv
- významný negativní vliv na lidské zdraví i životní prostředí

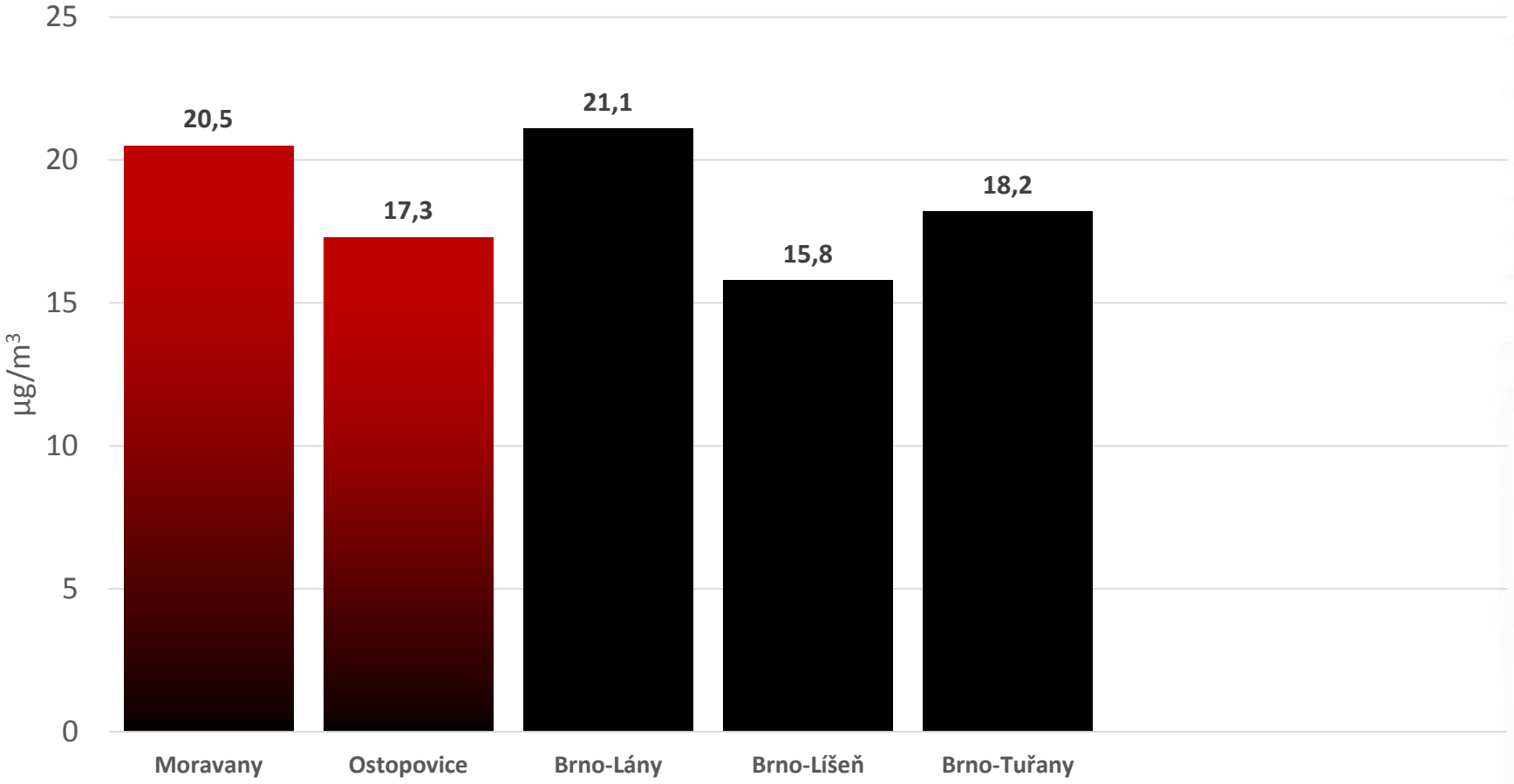
23. 10. až 23. 11. 2017

PŘÍPADOVÁ STUDIE



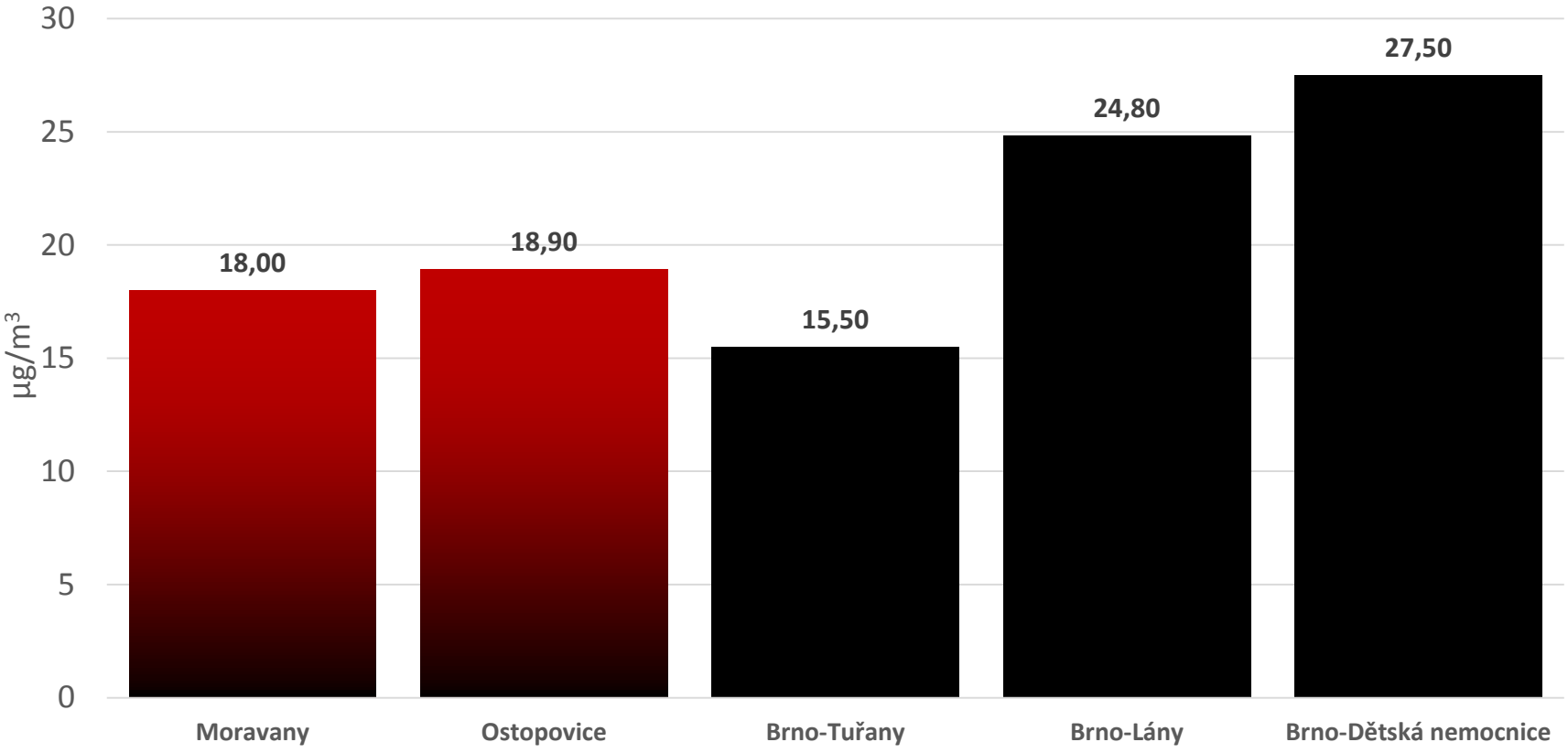
Průměrné koncentrace suspendovaných částic PM_{10} za celou měřící kampaň

PŘÍPADOVÁ STUDIE



Průměrné koncentrace suspendovaných částic $PM_{2,5}$ za celou měřící kampaň

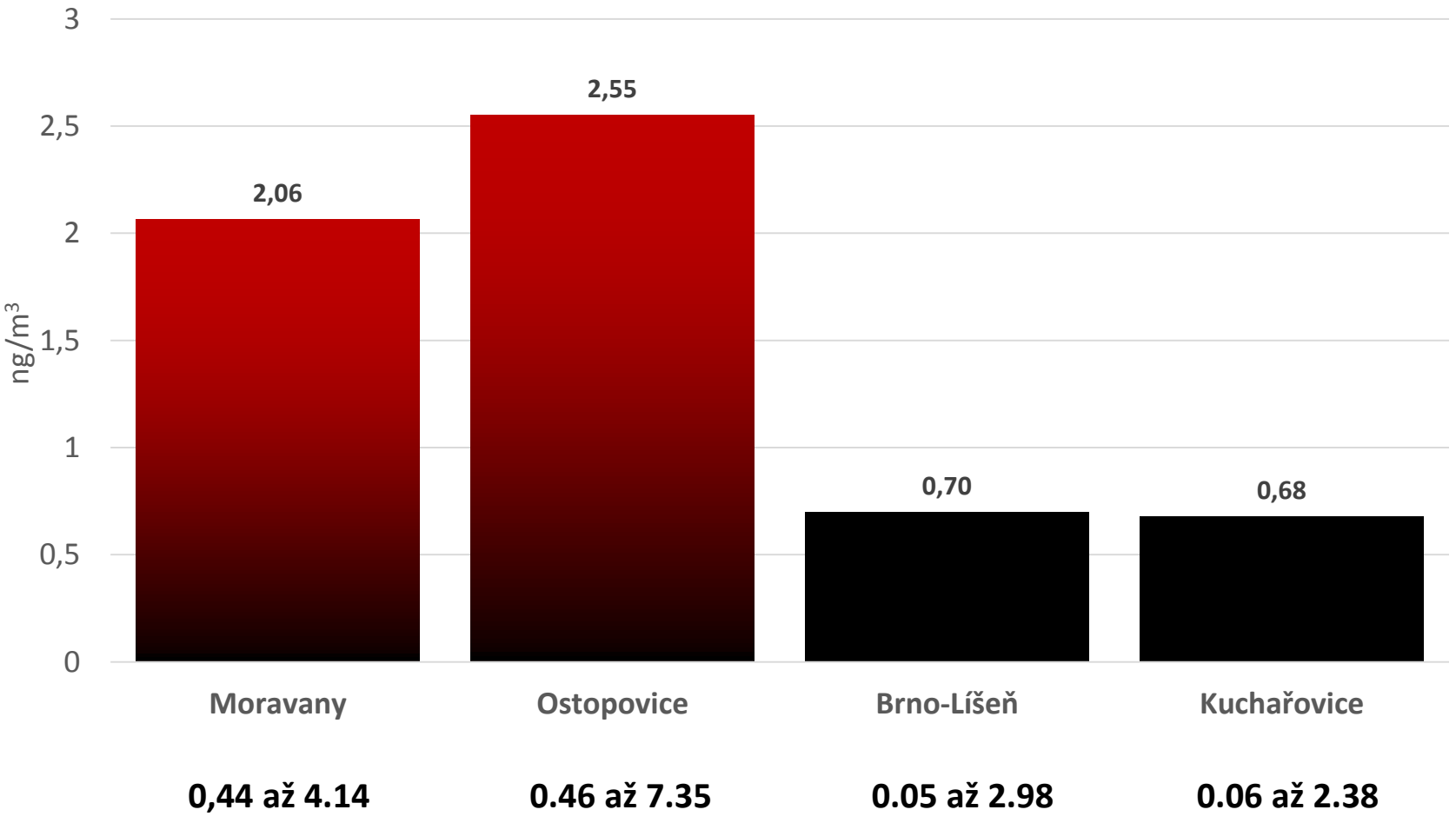
PŘÍPADOVÁ STUDIE



Průměrné koncentrace NO_2 za celou měřící kampaň

PŘÍPADOVÁ STUDIE

Průměrné koncentrace benzo[a]pyrenu za celou měřící kampaň



PŘÍPADOVÁ STUDIE

- **koncentrace PM_{10} a $PM_{2,5}$ podobné** jako na pozaďových stanicích v Brně
- **koncentrace NO_x nižší** než na pozaďových lokalitách v Brně
- **koncentrace benzo[a]pyrenu v denním průměru až 18× vyšší** než na pozaďových stanicích v Brně (Líšeň vs. Ostopovice)
- podobně vysoké poměry byly zaznamenány i o rok dříve v podobné kampani v Jihomoravském kraji

- v létě koncentrace benzo[a]pyrenu prakticky nulové
- nejhorší situace v Evropě, co se benzo[a]pyrenu týče, je v Polsku kde na některých stanicích jsou průměrné roční koncentrace kolem 18-20 ng/m^3

PROBLÉMY...

- kvalitní kotel neznamená nízké emise znečišťujících látek – vždy velmi záleží na **kvalitě a typu paliva, údržbě a obsluze**!
- **obtížná regulace** – naráží na argumenty o osobní svobodě apod. (výrazně obtížnější než například regulace velkých průmyslových zdrojů)
- **podíl domácností vytápěných tuhými palivy stoupá**, v současnosti představuje potenciální předpokládaný pokles ceny dřeva v důsledku kúrovcové kalamity
- koncentrační mapy a modely zatíženy **největší nejistotou**

DĚKUJI ZA POZORNOST

Mgr. Jáchym Brzezina

vedoucí oddělení kvality ovzduší, Český hydrometeorologický ústav Brno

jachym.brzezina@chmi.cz

+420 737 387 741

STANIČNÍ SÍŤ A HODNOCENÍ

Mgr. Jáchym Brzezina

vedoucí oddělení kvality ovzduší, Český hydrometeorologický ústav Brno

STÁTNÍ SÍŤ IMISNÍHO MONITORINGU

- přibližně **200 stanic** imisního monitoringu po celé České republice
- přibližně dvě třetiny stanic ve vlastnictví a správě ČHMÚ
- některé ze stanic ve vlastnictví a správě dalších subjektů (magistráty, zdravotní ústavy, soukromé subjekty atd.)
- hodnoty naměřených koncentrací jsou ukládány do databáze v rámci **Informačního Systému Kvality Ovzduší (ISKO)**

STANICE

Automatická stanice – stanice vybavená analyzátory monitorujícími kvalitu ovzduší v reálném čase. Data jsou odesílána na centrálu a jsou k dispozici většinou v hodinovém kroku. Umožňují monitorovat koncentrace suspendovaných částic, oxidů dusíku, oxidu siřičitého, oxidu uhelnatého a ozonu.

Manuální stanice – vzorkovač vzorkující suspendované částice na filtr k následnému stanovení jejich koncentrací gravimetrickou metodou (vážení) a stanovení koncentrací polycyklických aromatických uhlovodíku, benzenu či těžkých kovů. Vzorkuje se ve 24h kroku.

Členění podle typu stanice

- **dopravní stanice –** stanice umístěná v dopravně frekventované oblasti
- **pozaďová stanice –** stanice mimo konkrétní zdroj (v nezatížené lokalitě) monitorující koncentrace pozadí
- **průmyslová stanice –** stanice umístěná v průmyslové lokalitě
- **hot spot –** lokality s vysokým znečištěním, orientované výhradně na sledování vlivu dopravy na znečištění ovzduší

Členění podle typu zóny

- **městská**
- **předměstská**
- **venkovská**

Charakteristika oblasti

- **obytná, obchodní, průmyslová, zemědělská, přírodní** a kombinace těchto typů (např. zemědělská/přírodní nebo obytná/obchodní).

Typy stanic

automatická stanice

vzorkovače a měřící vůz

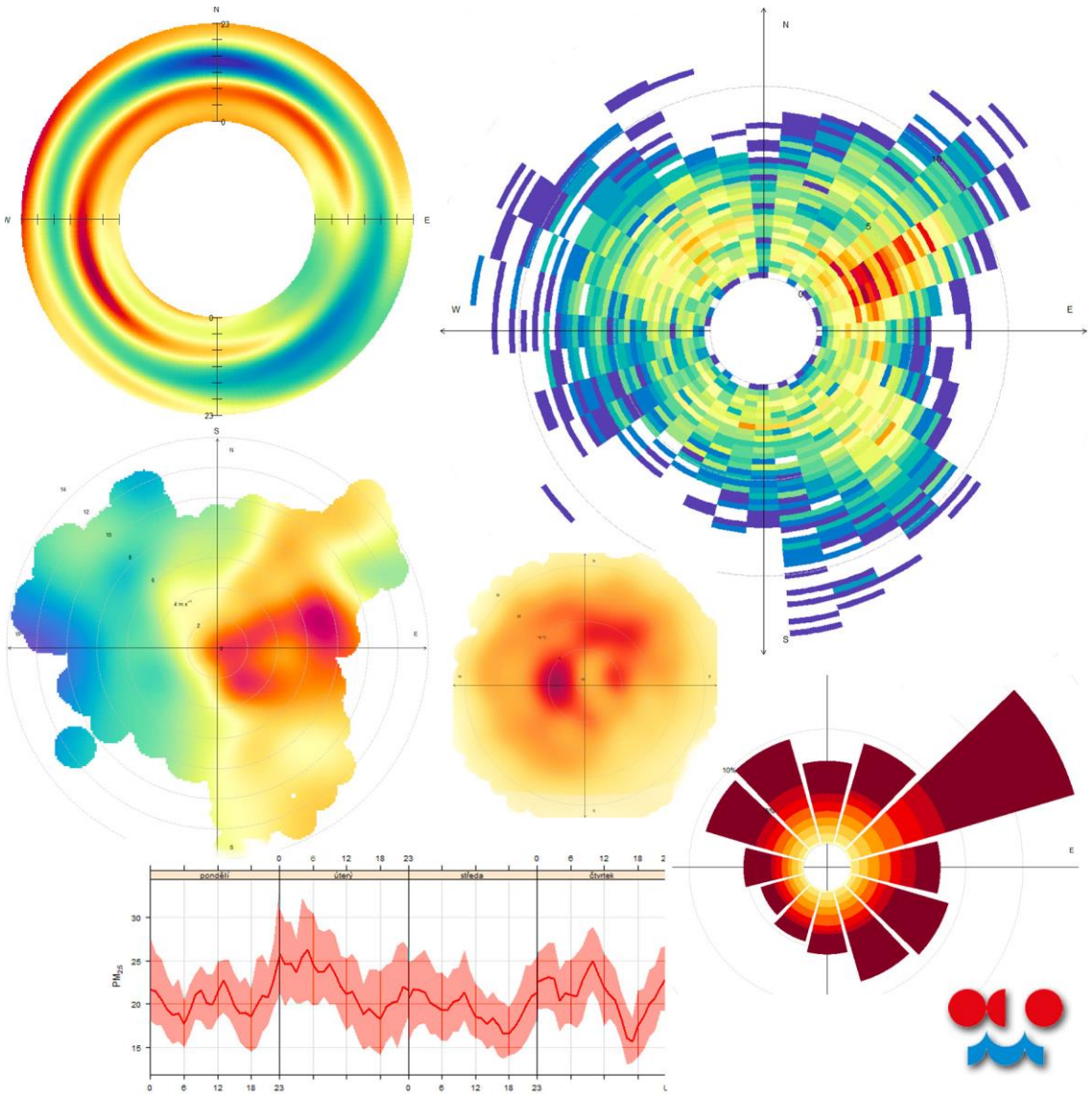
automatická a manuální stanice

Typy stanic

Měření kvality ovzduší

Měření kvality ovzduší
Státní síť imisního monitoringu

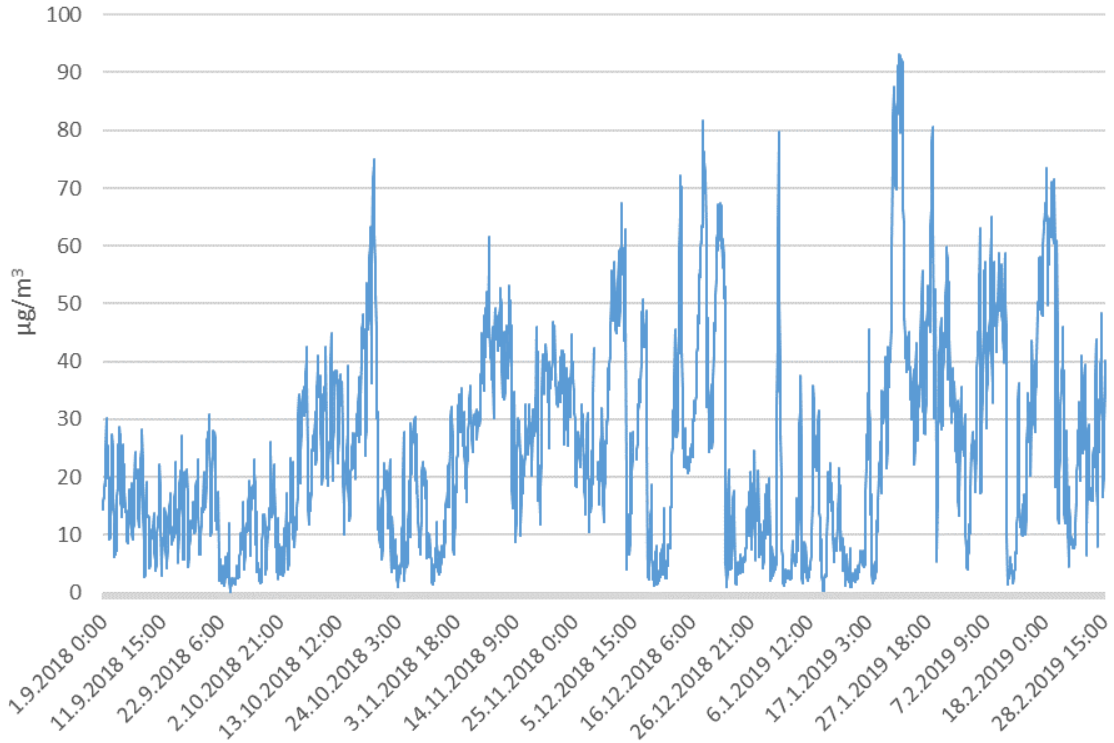
JAK HODNOTÍME?

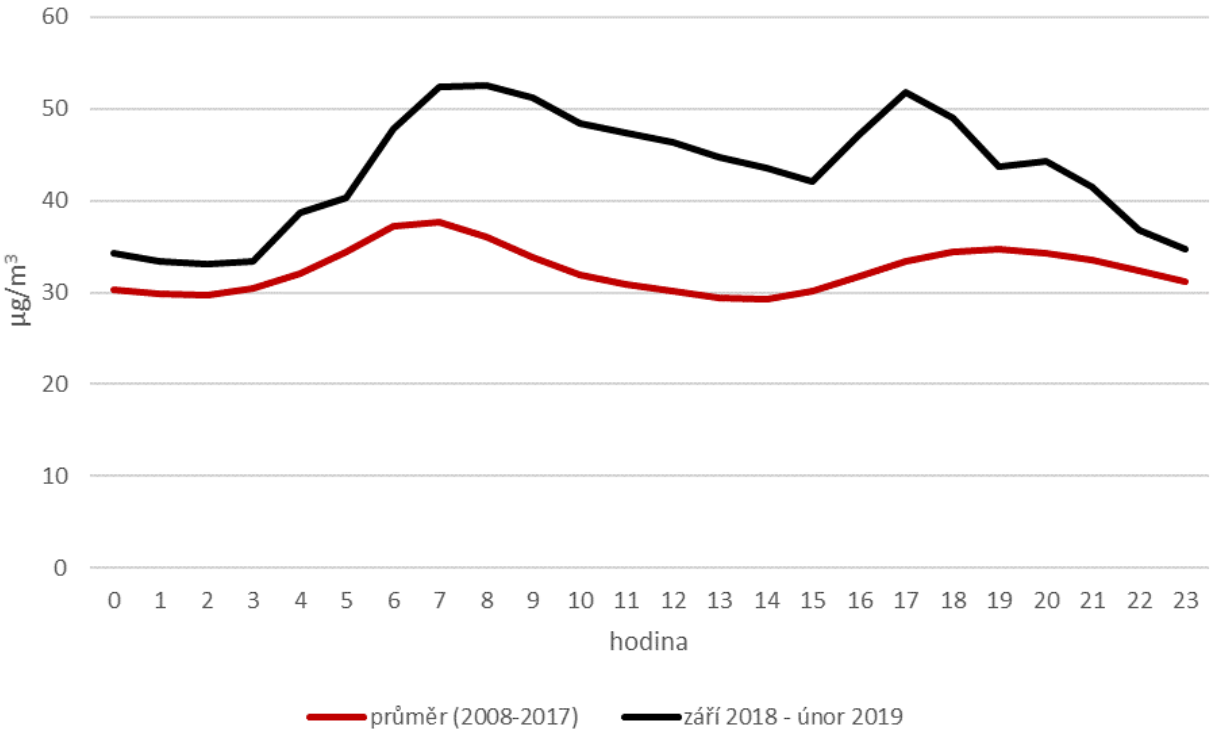


- Čárové grafy
- Koláčové grafy
- Sloupcové grafy
- Krabicové grafy (box-plot)
- Větrné růžice
- Koncentrační růžice
- Vážené koncentrační růžice
- Anulární koncentrační růžice
- Histogramy
- Interpolované mapy
- Kalendáře
- Třífaktorové grafy

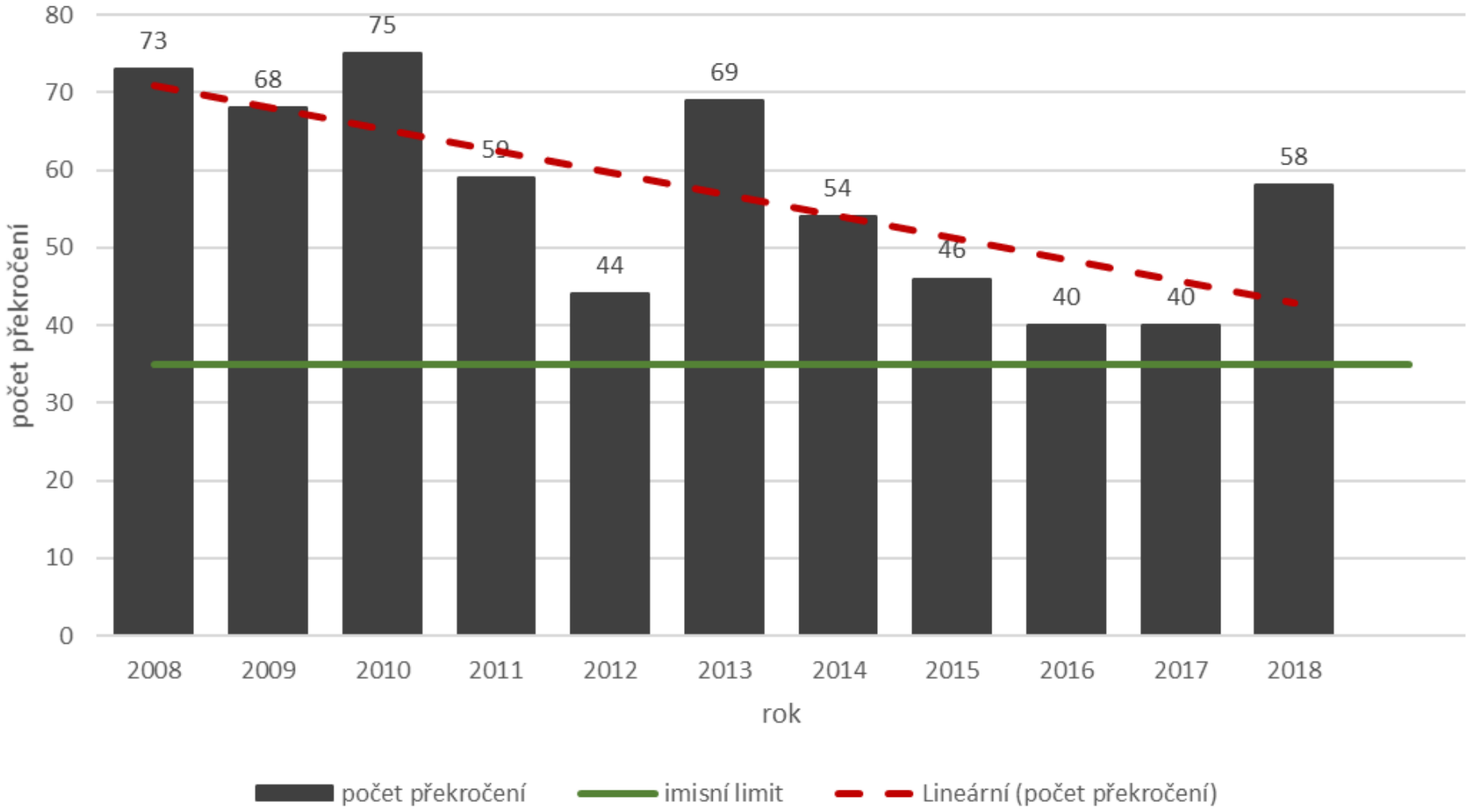
….

Čárové grafy

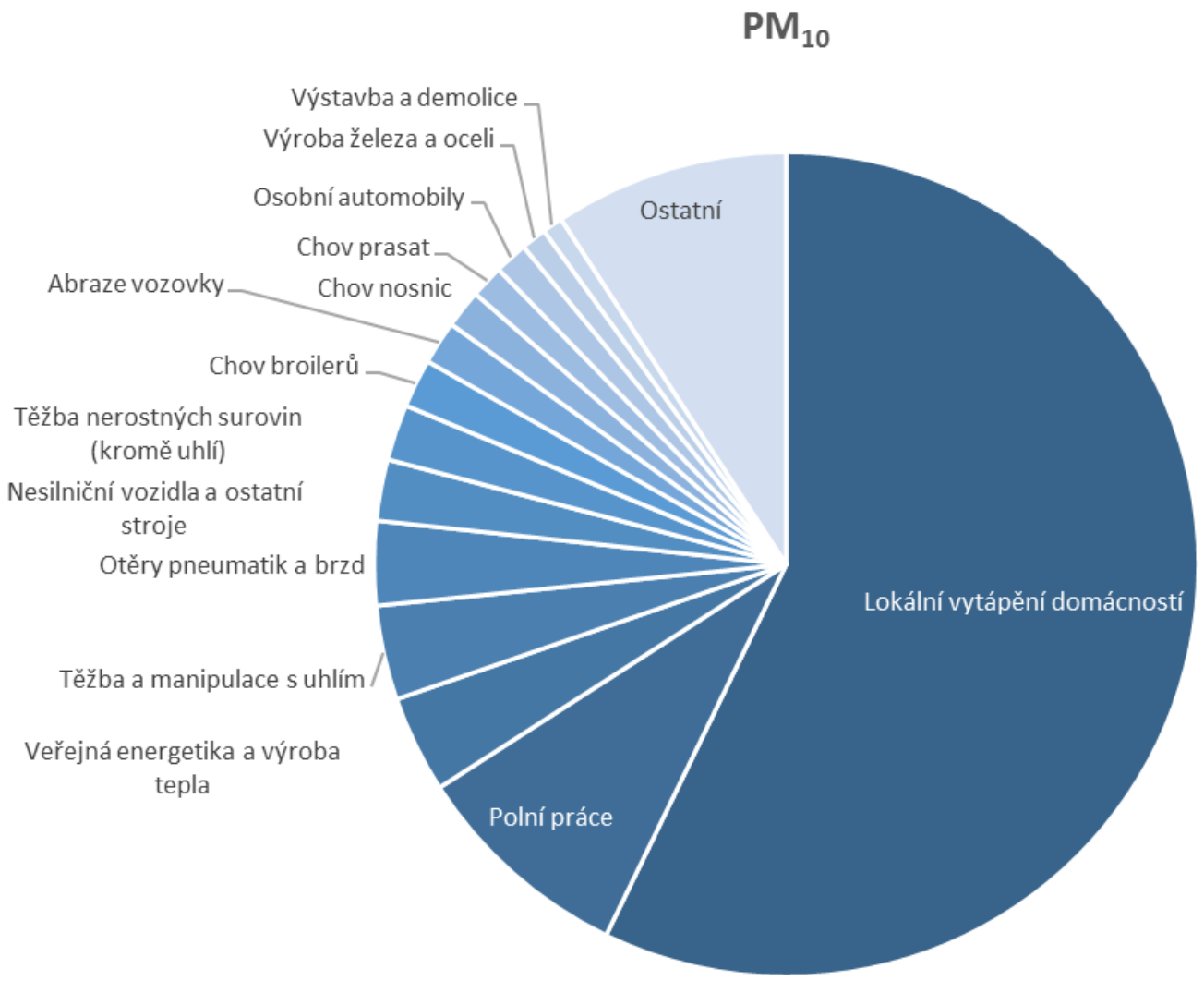




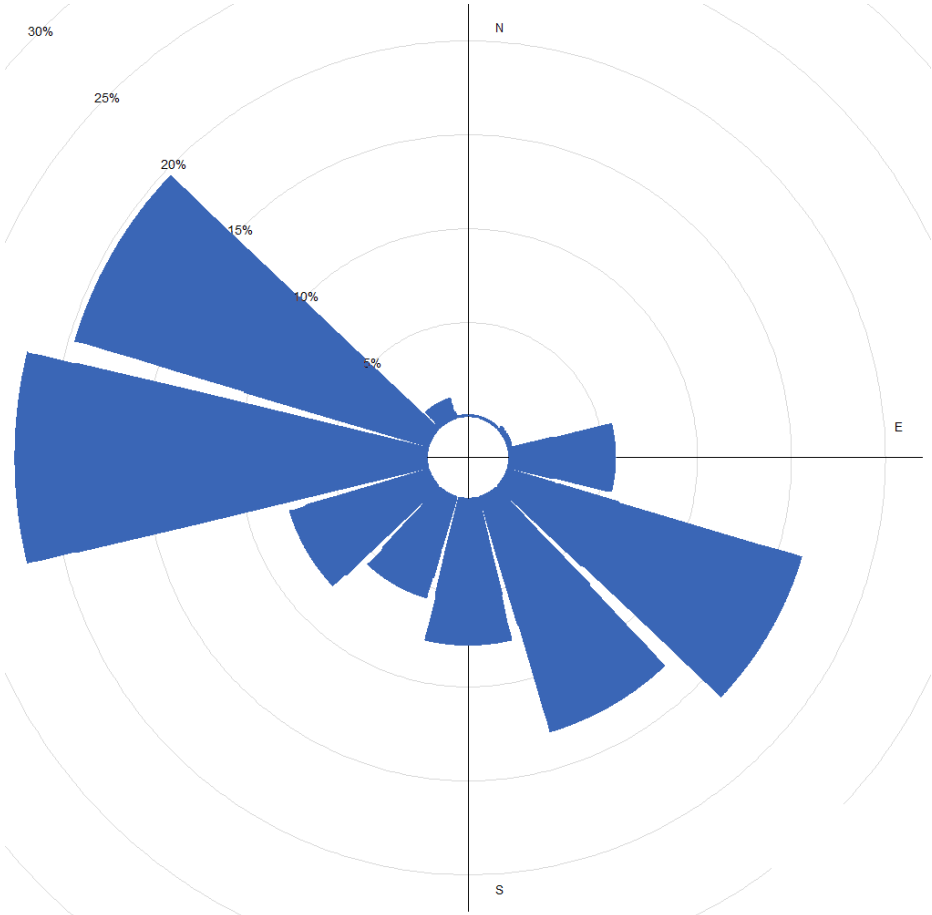
SLOUPCOVÉ GRAFY

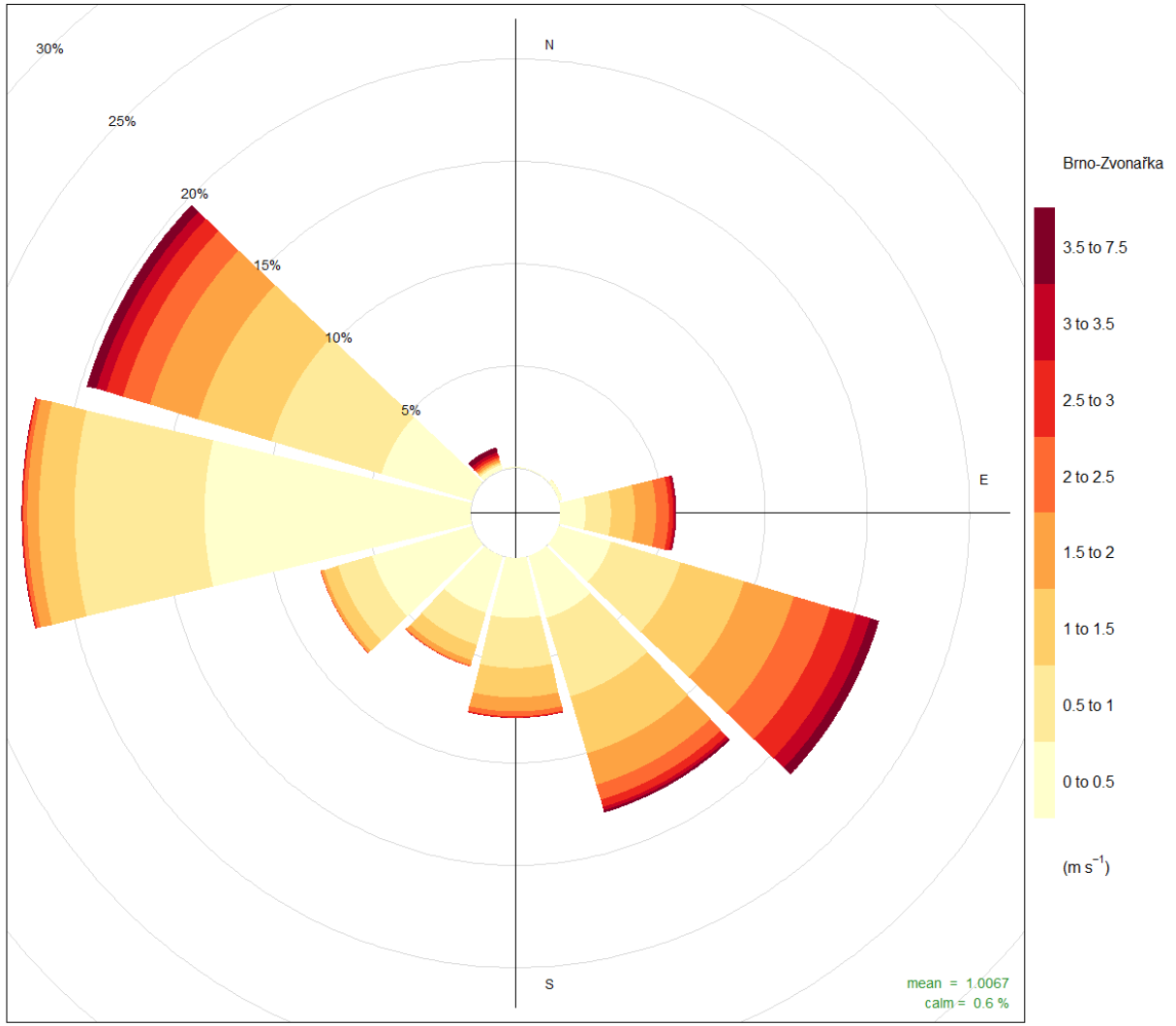


KOLÁČOVÉ GRAFY

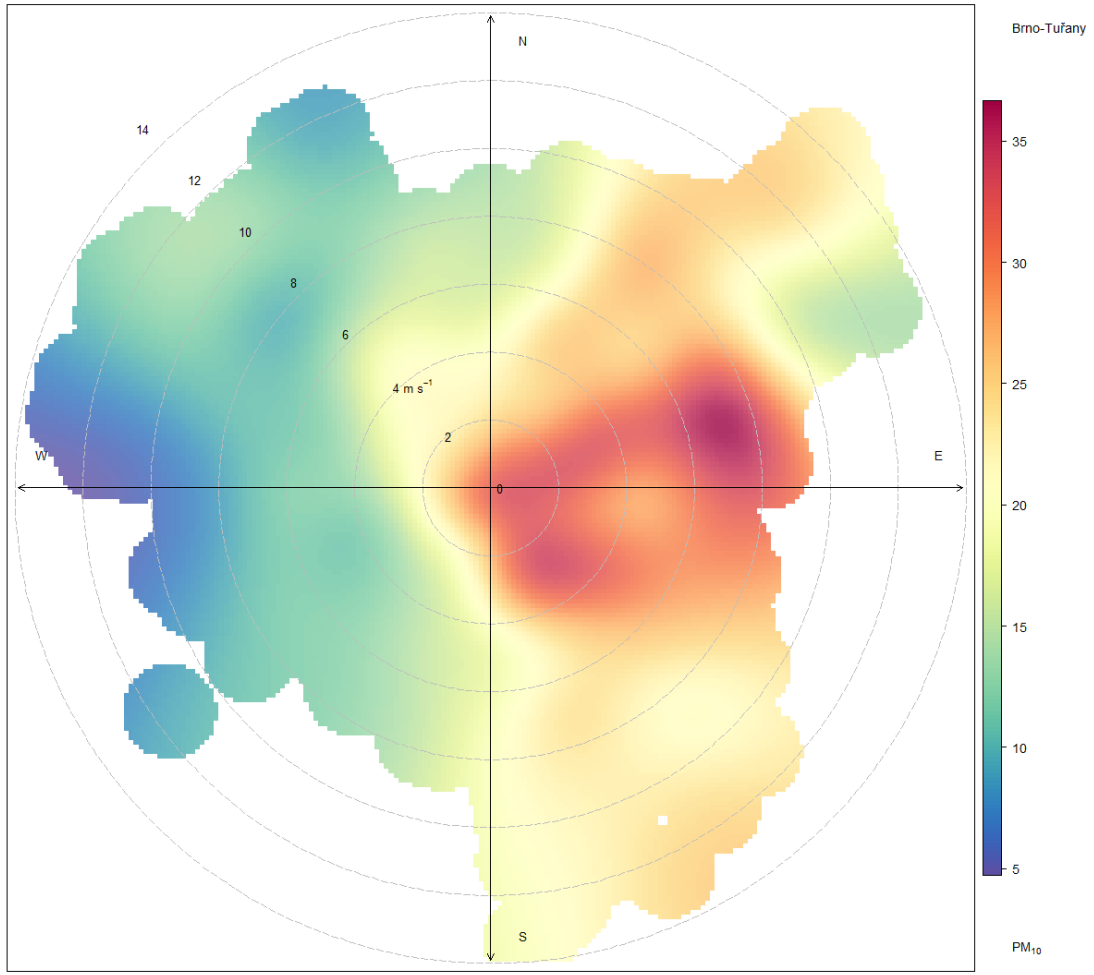


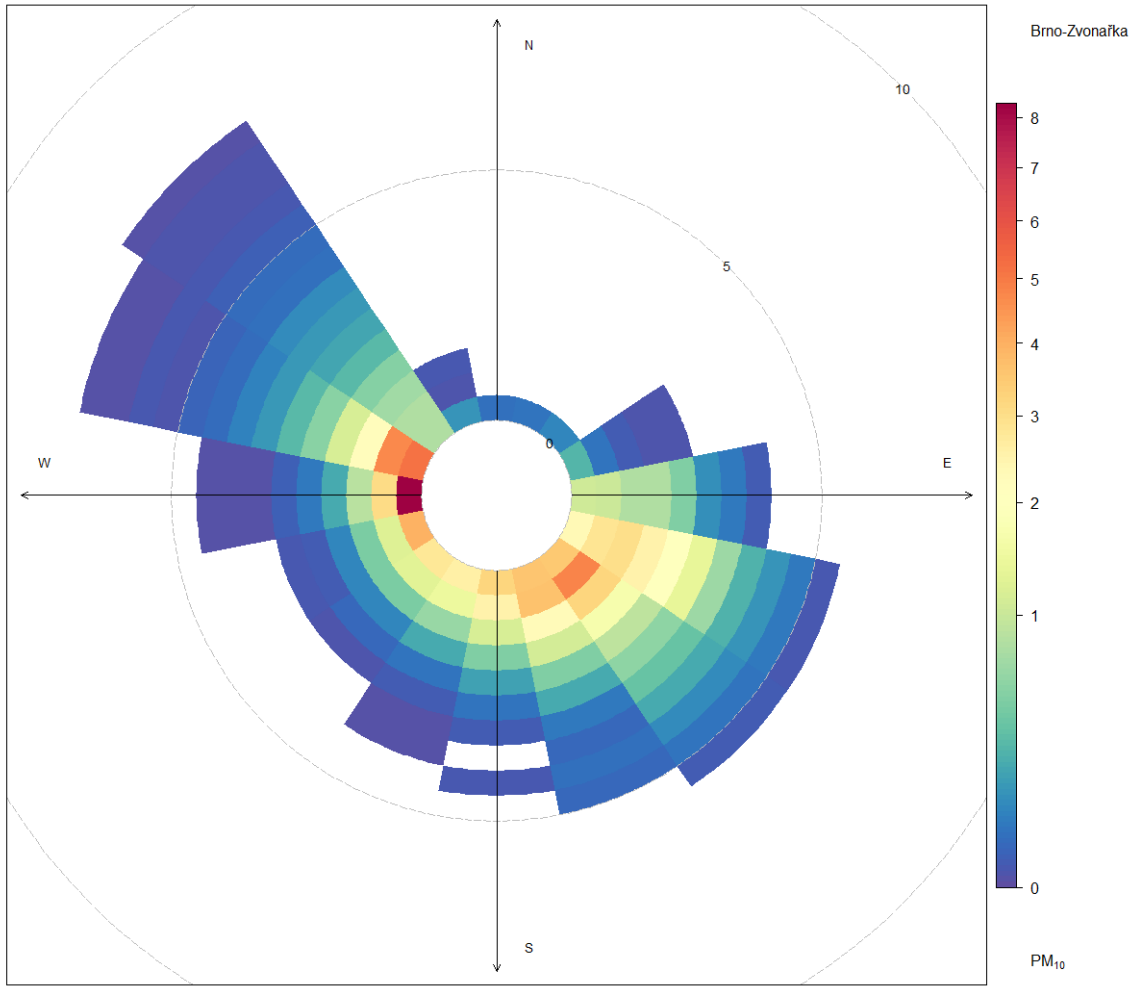
VĚTRNÉ RŮŽICE



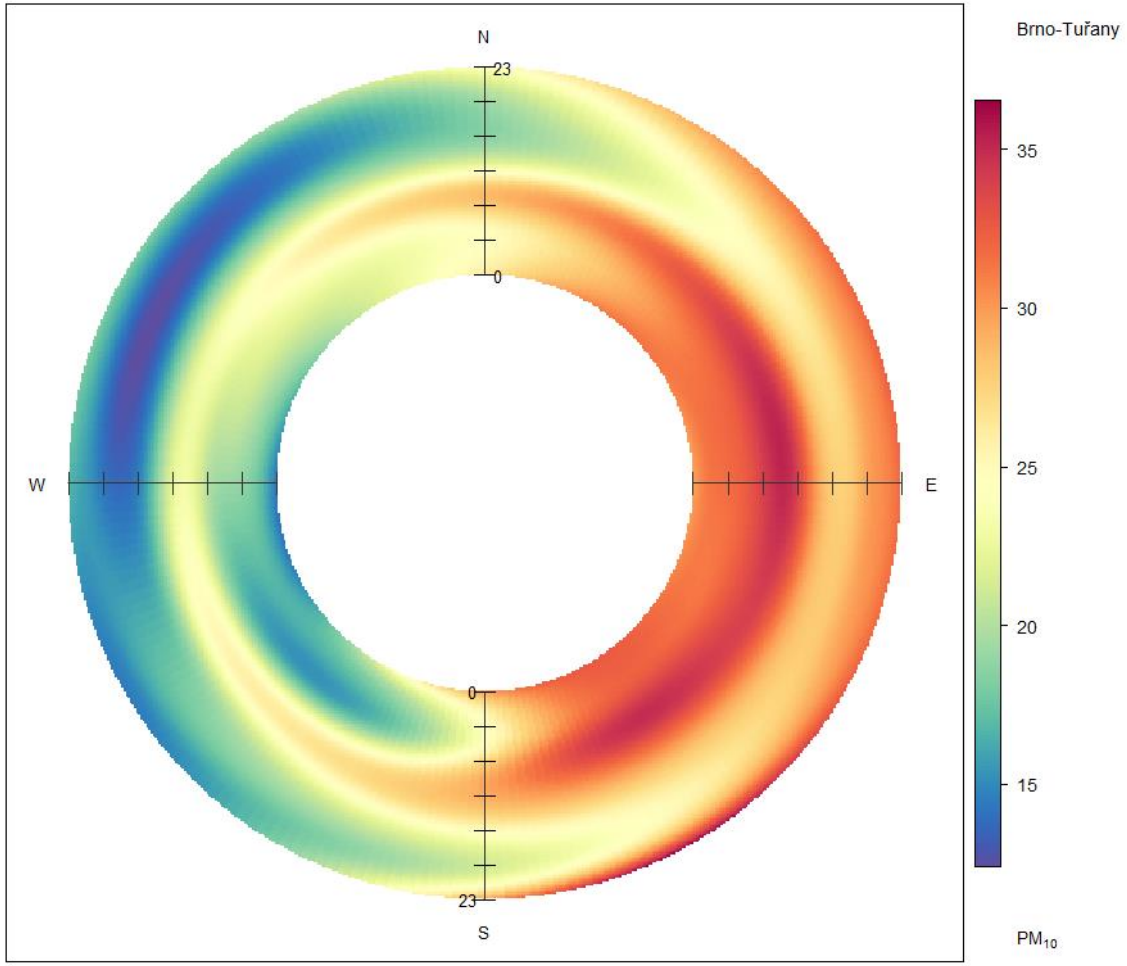


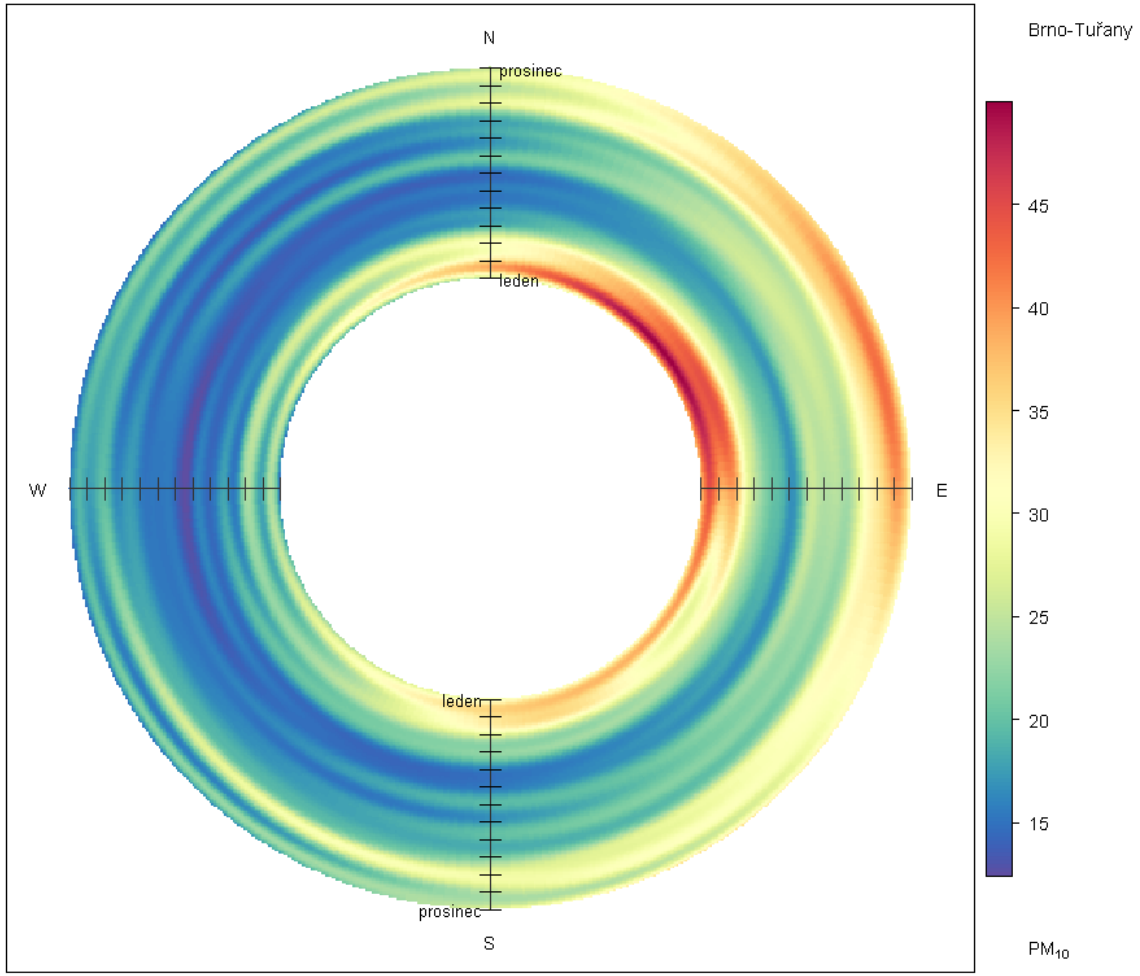
KONCENTRAČNÍ RŮŽICE



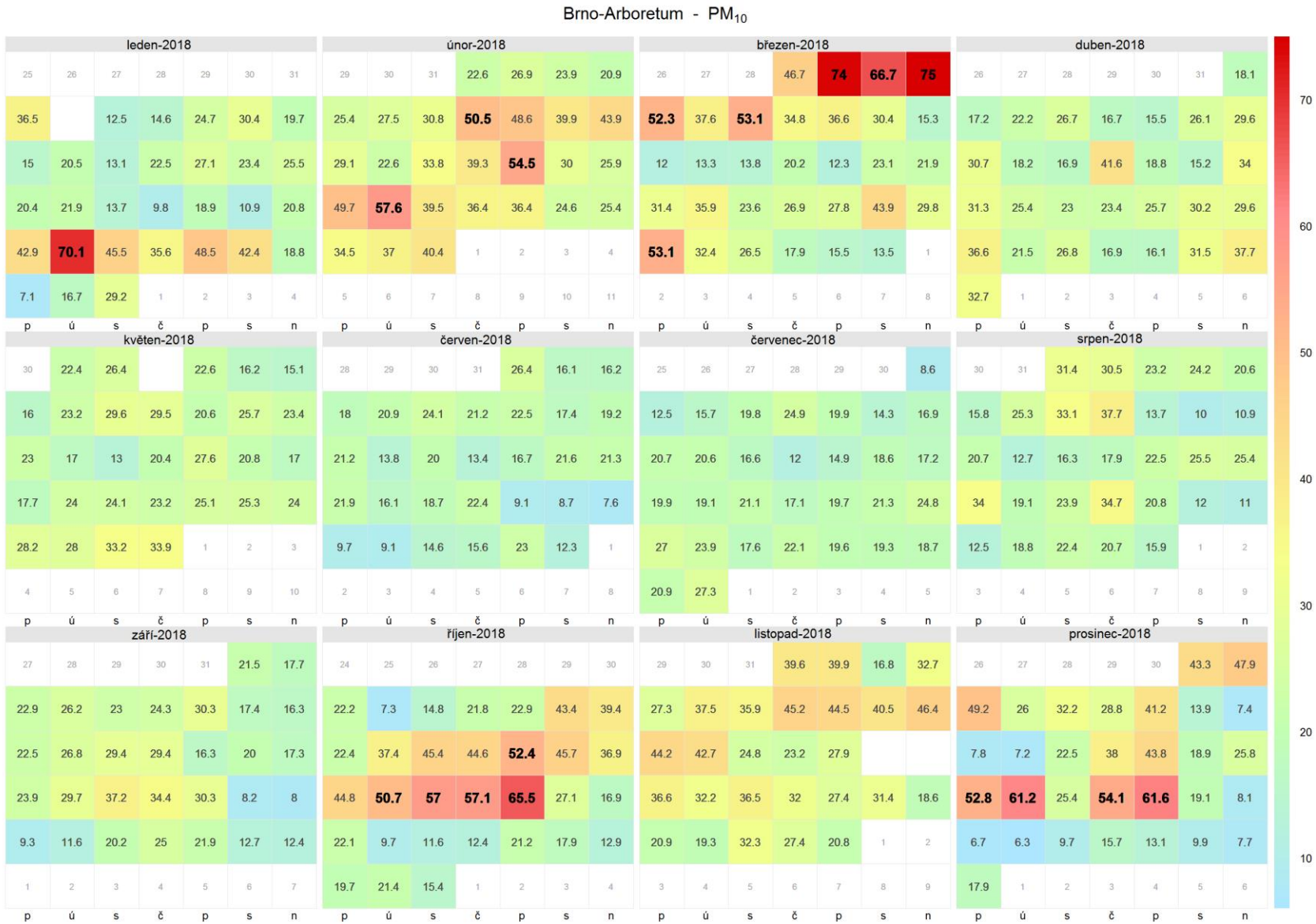


ANULÁRNÍ KONCENTRAČNÍ RŮŽICE

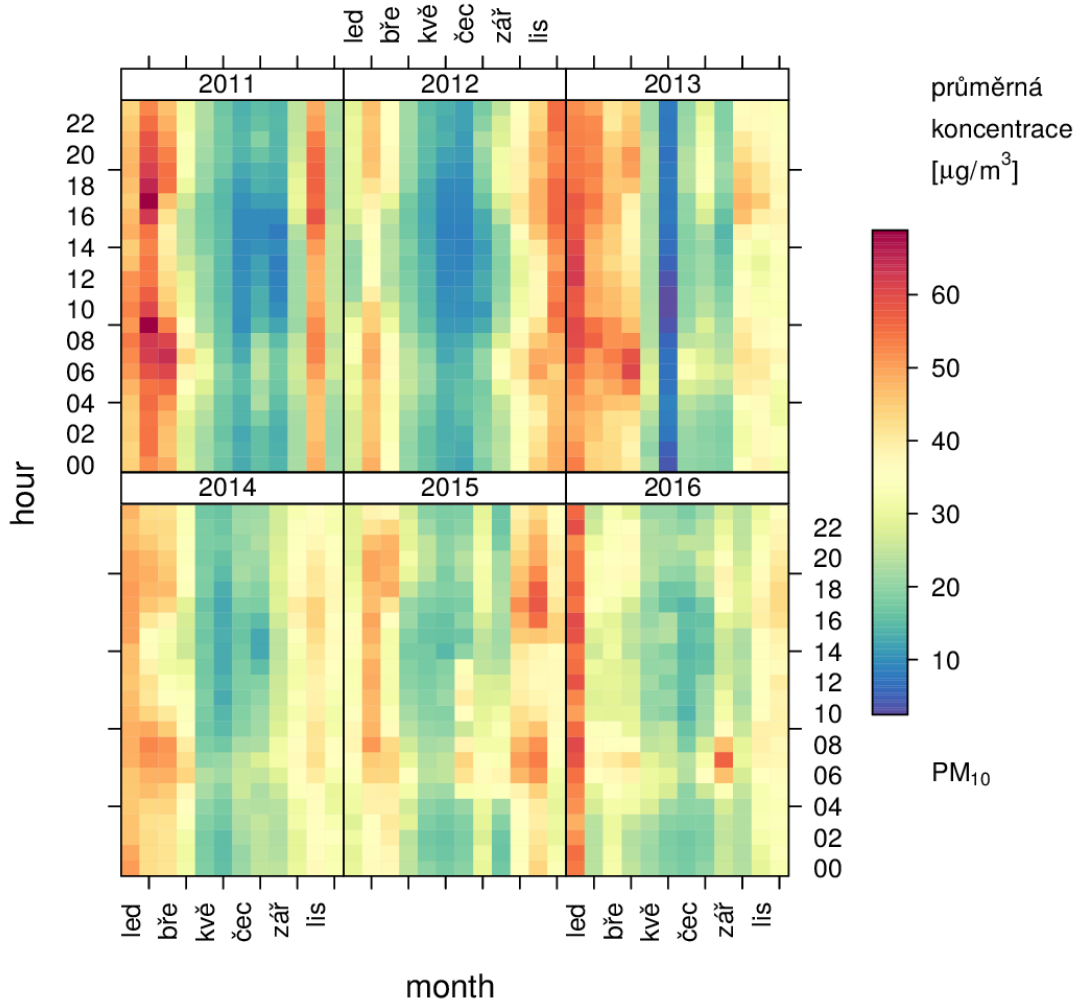




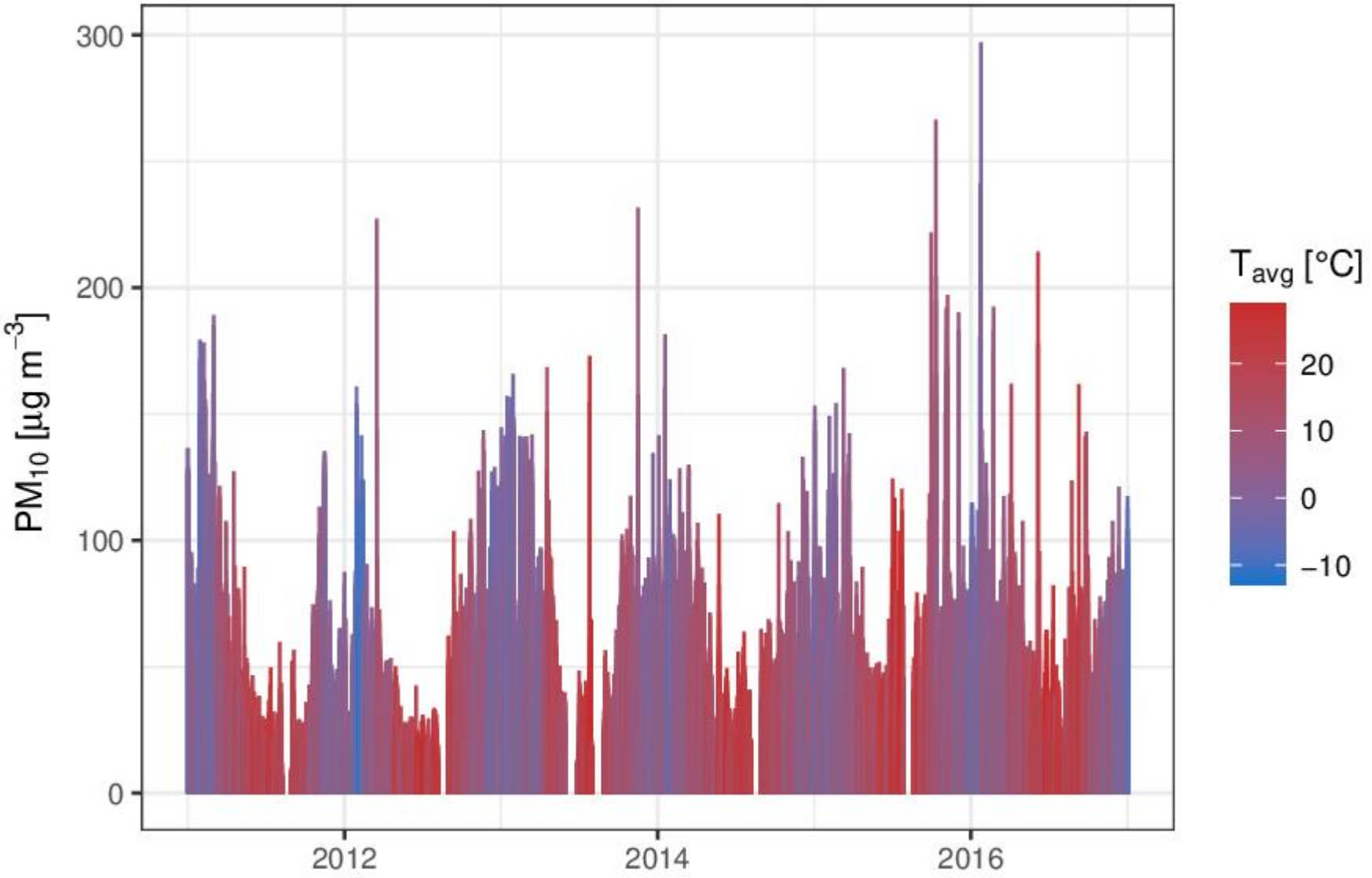
KALENDÁŘE


Brno-Arboretum - PM10
leden-2018
únor-2018
březen-2018
duben-2018
květen-2018
červen-2018
červenec-2018
srpen-2018
září-2018
říjen-2018
listopad-2018
prosinec-2018
p ú s č p s n
70
60
50
40
30
20
10

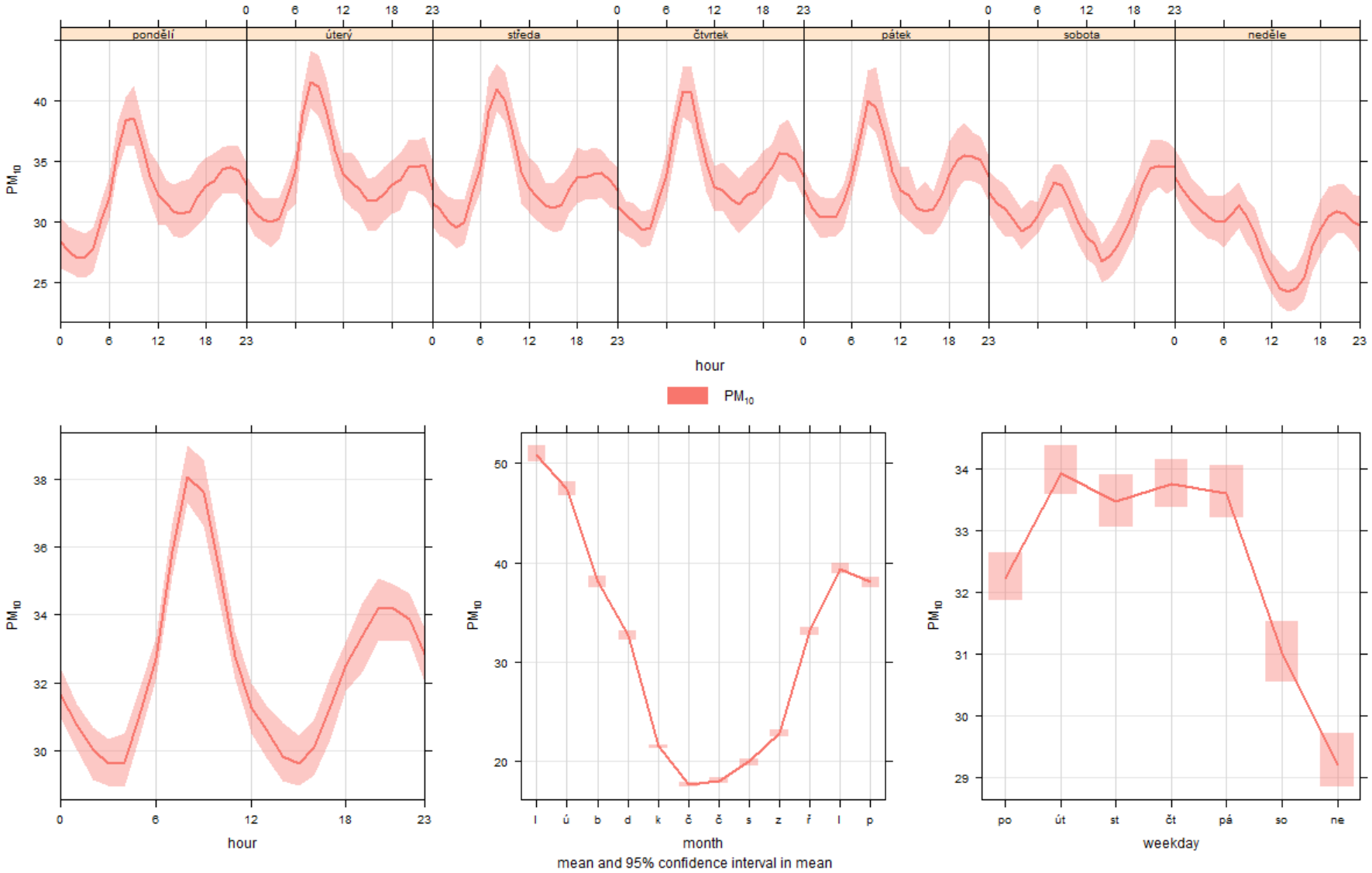
KALENDÁŘE


led
bře
kvě
čec
zář
lis
2011
2012
2013
2014
2015
2016
22
20
18
16
14
12
10
08
06
04
02
00
hour
month
průměrná
koncentrace
[µg/m3]
60
50
40
30
20
10
PM10

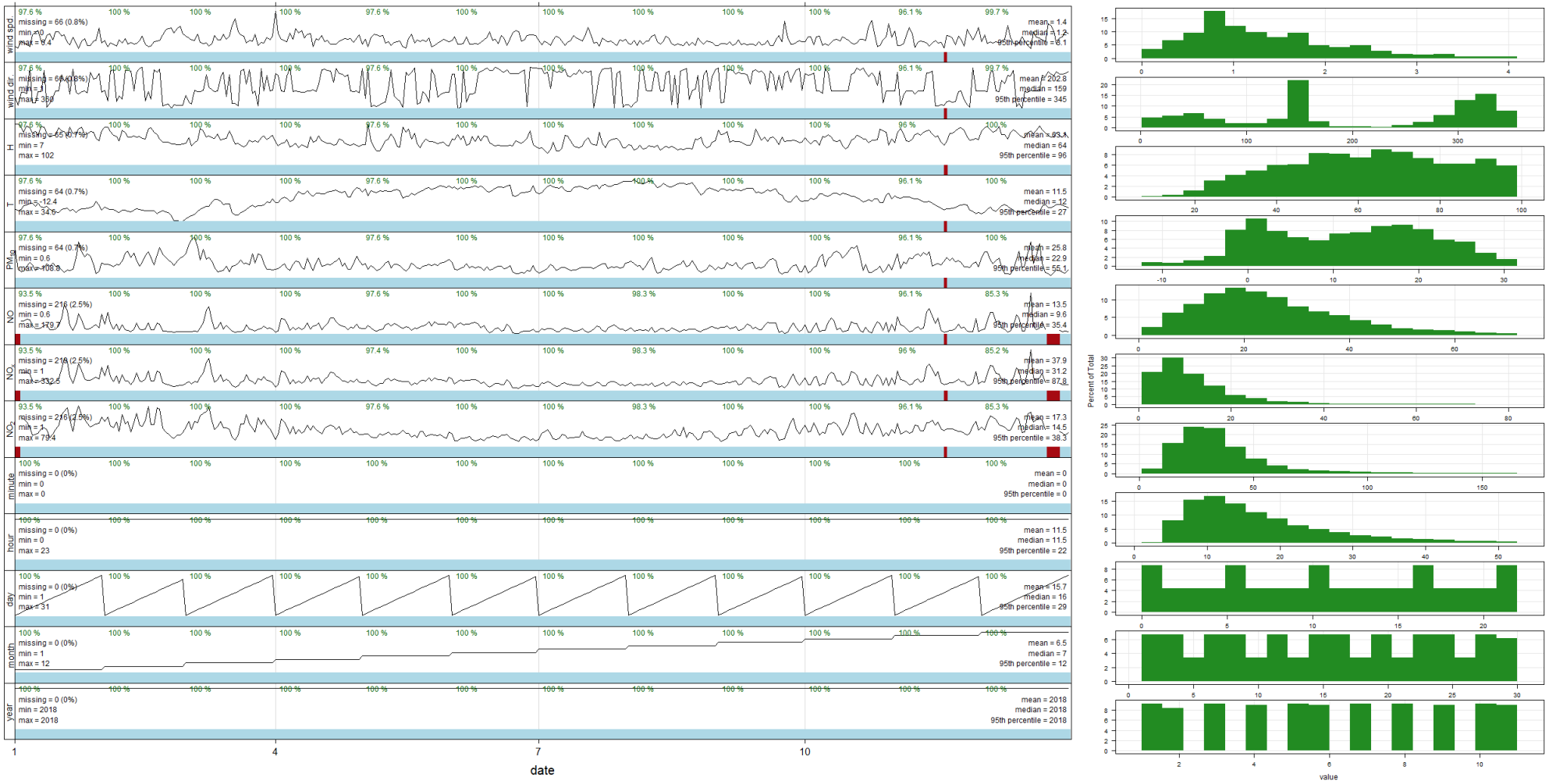
TŘÍFAKTOROVÉ GRAFY



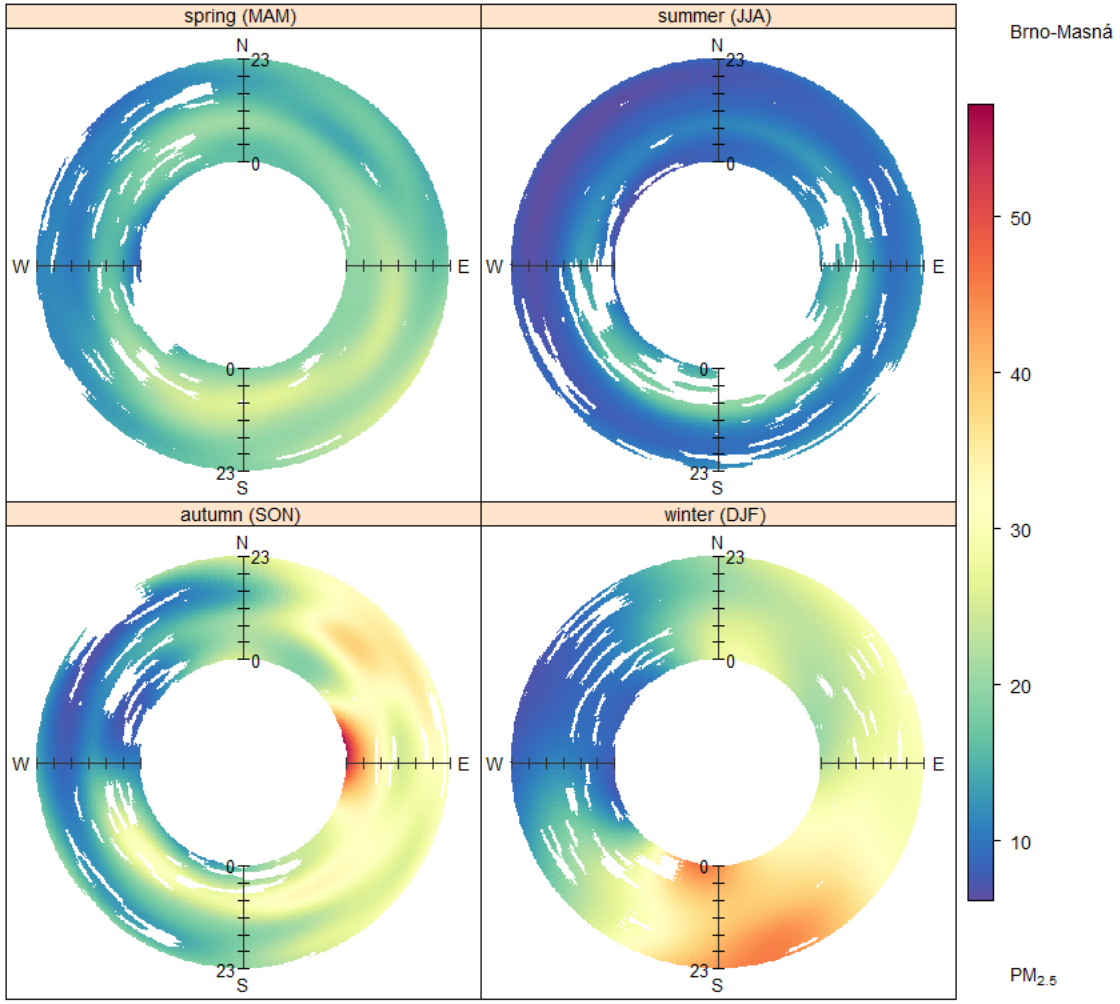
PRŮBĚHOVÉ GRAFY



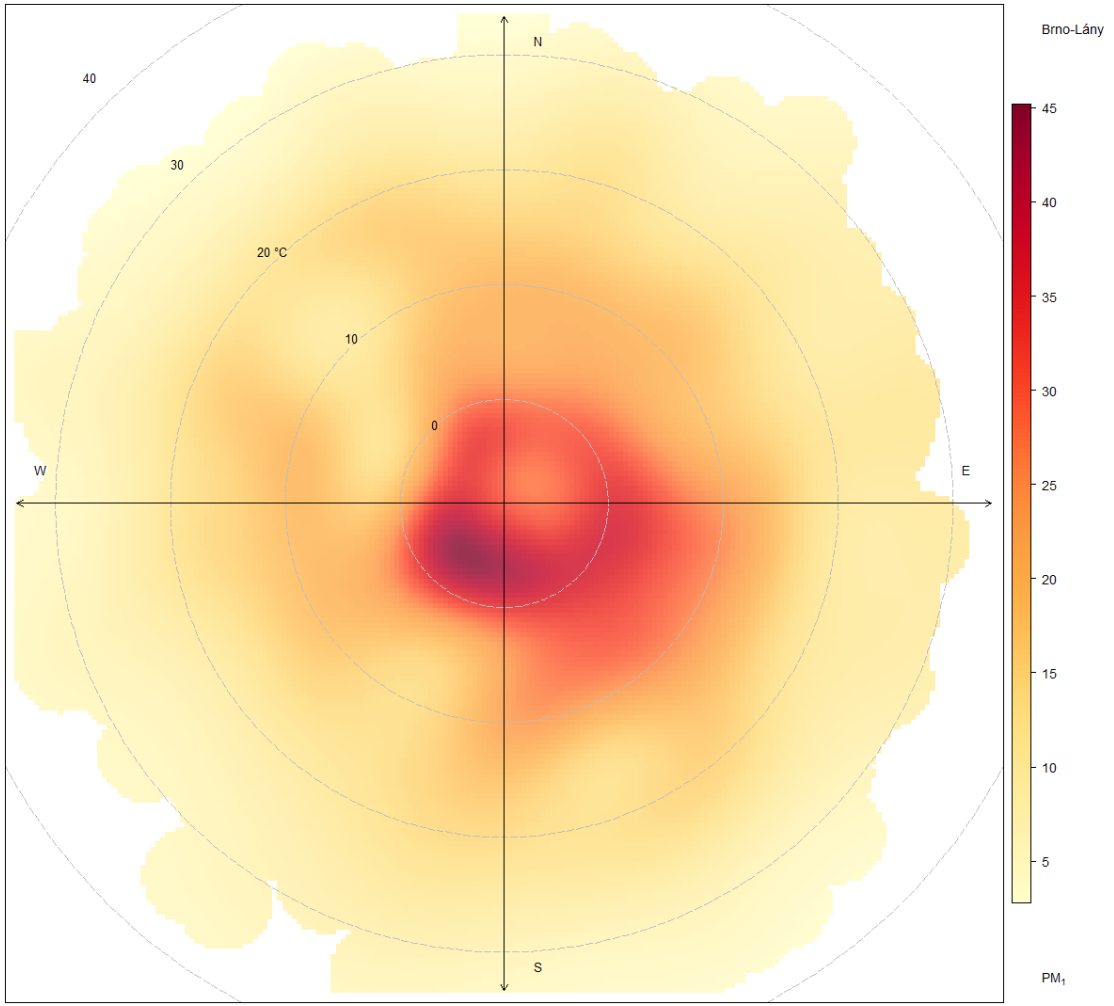
PRŮBĚHOVÉ GRAFY

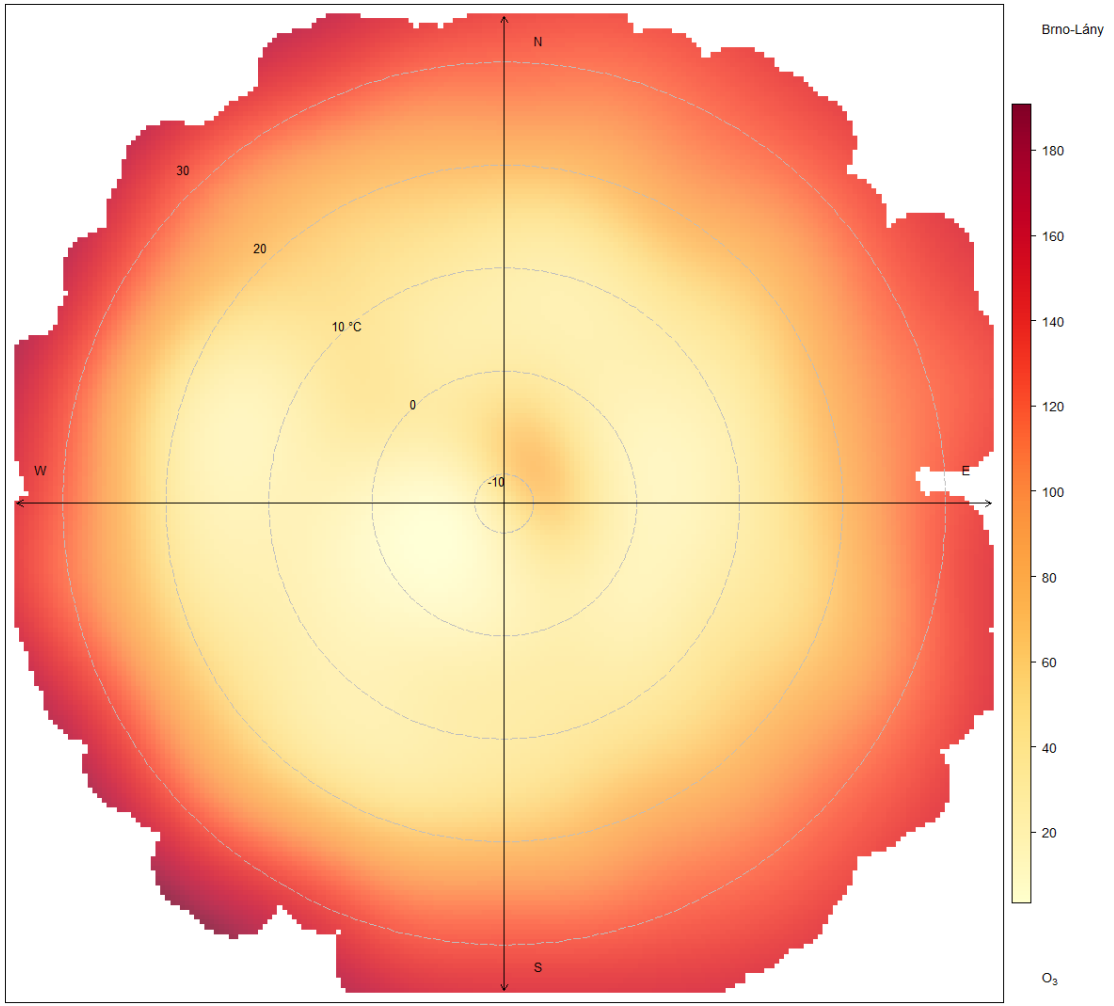


KOMBINOVANÉ RŮŽICE



TEPLOTNÍ RŮŽICE



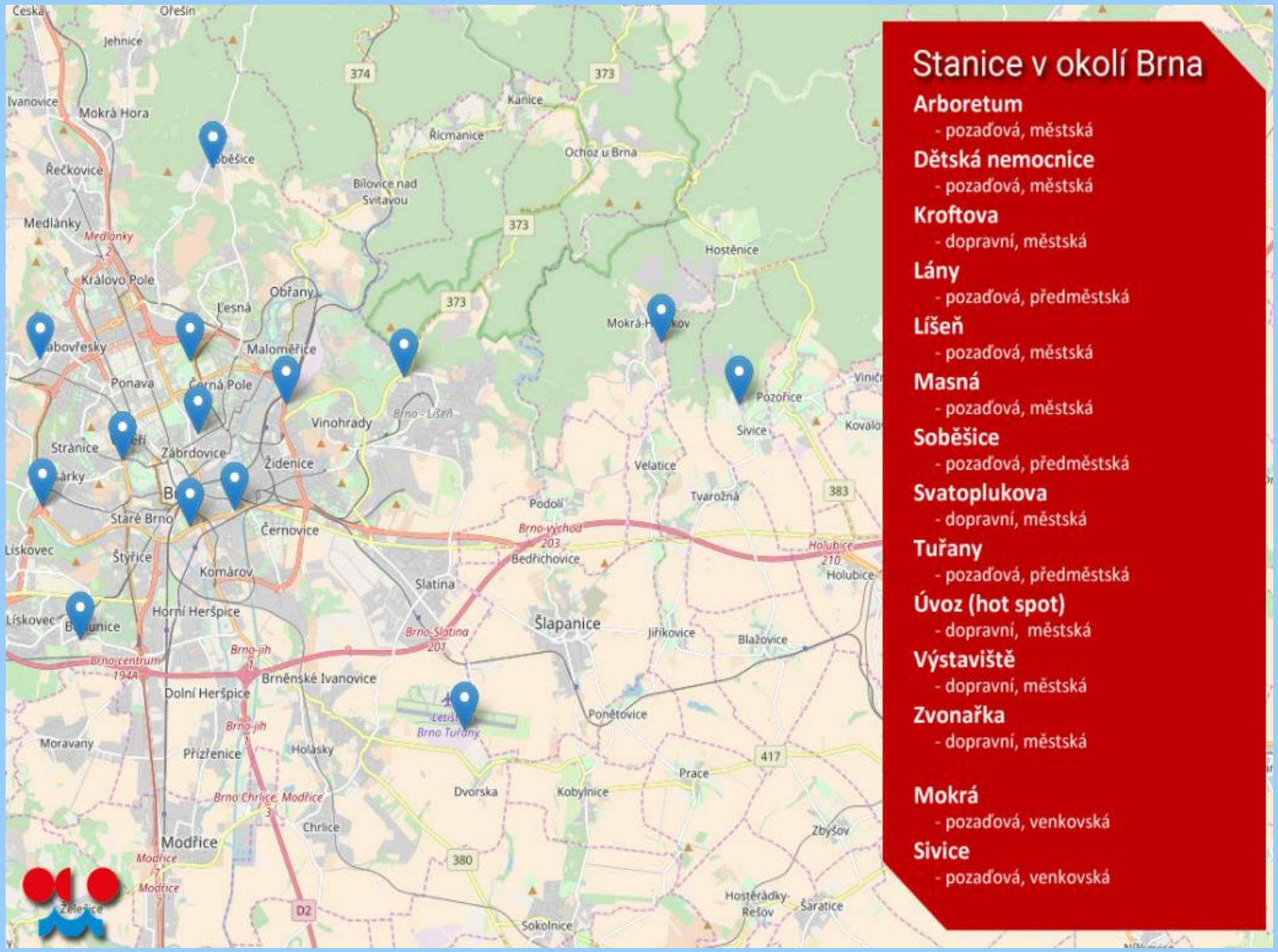


DĚKUJI ZA POZORNOST

Mgr. Jáchym Brzezina
vedoucí oddělení kvality ovzduší, Český hydrometeorologický ústav Brno
jachym.brzezina@chmi.cz
+420 737 387 741

Stanice imisního monitoringu

Bc. Radek Kronovet, Magistrát města Brna, Odbor životního prostředí,
Kounicova 67, 601 67 Brno


Stanice v okolí Brna
Arboretum
- pozaďová, městská
Dětská nemocnice
- pozaďová, městská
Kroftova
- dopravní, městská
Lány
- pozaďová, předměstská
Líšeň
- pozaďová, městská
Masná
- pozaďová, městská
Soběšice
- pozaďová, předměstská
Svatoplukova
- dopravní, městská
Tuřany
- pozaďová, předměstská
Úvoz (hot spot)
- dopravní, městská
Výstaviště
- dopravní, městská
Zvonařka
- dopravní, městská
Mokrá
- pozaďová, venkovská
Sivice
- pozaďová, venkovská

Stanice imisního monitoringu – technické provedení

Stanice imisního monitoringu – přístrojové vybavení (referenční metody měření)

Imisní monitoring – stanice Brno – Zvonařka

Přehled měřených veličin	
Znečišťující látky	NO-NO_2 -NO_x , CO , PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_1
Meteoveličiny	tlak, směr a rychlost větru, teplota, vlhkost

Umístění stanice	Zelený pás, cca 7 m od komunikace (cca 35 tis. vozidel za den), se SV strany vícepodlažní budova MÚ Šlapanice). Od 1.9.2018 výrazně ovlivněna stavební činností.
Reprezentativnost stanice	Mikroměřítko (několik m až 100 m)
Typ stanice	Průmyslová (městská)

Imisní monitoring – stanice Brno – Lány

Přehled měřených veličin	
Znečišťující látky	SO_2 , NO - NO_2 - NO_x , CO , PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_1 ,O_3
Meteoveličiny	směr a rychlost větru, teplota, vlhkost

Umístění stanice	Zahrada, v blízkosti zástavba nízkopodlažních objektů, ve vzdálenosti cca 400 m J směrem se nachází dálnice D1
Reprezentativnost stanice	Okrskové měřítko (0,5 – 4 km)
Typ stanice	Pozaďová (předměstská)

Imisní monitoring – stanice Brno – Arboretum

Přehled měřených veličin	
Znečišťující látky	NO - NO_2 - NO , PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_1 , O_3
Meteoveličiny	tlak, směr a rychlost větru, teplota, vlhkost

Umístění stanice	Arboretum MENDELU (lesopark), cca 100 m od komunikace (11 tis vozidel/den)
Reprezentativnost stanice	Oblastní měřítko (4 – 50 km)
Typ stanice	Pozaďová (městská)

Imisní monitoring – stanice Brno – Svatoplukova

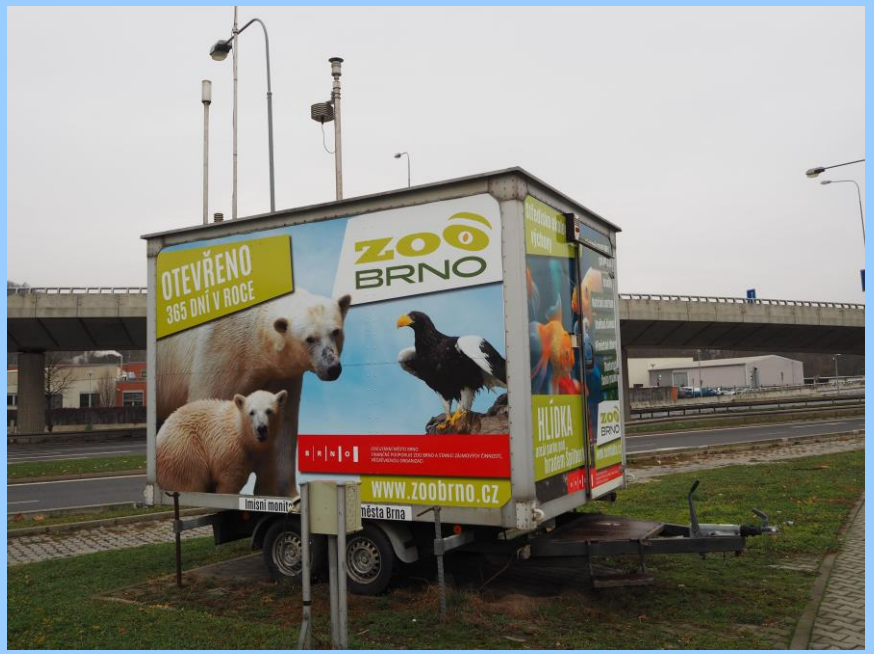
Přehled měřených veličin	
Znečišťující látky	NO - NO_2 - NO_x , PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_1
Meteoveličiny	tlak, směr a rychlost větru, teplota, vlhkost

Umístění stanice	Areál kasáren AČR, cca 5 m od komunikace Svatoplukova (45 tis. vozidel za den) a zastávky MHD
Reprezentativnost stanice	Mikroměřítko (několik m až 100 m)
Typ stanice	Dopravní (městská)

Imisní monitoring – stanice Brno – Výstaviště

Přehled měřených veličin	
Znečišťující látky	NO - NO_2 - NO_x , PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_1
Meteoveličiny	tlak, směr a rychlost větru, teplota, vlhkost

Umístění stanice	Ul. Bauerova v zeleném ostrůvku, cca 10 m od komunikace, v blízkosti MÚK Hlinky)
Reprezentativnost stanice	Okrskové měřítko (0,5 – 4 km)
Typ stanice	Dopravní (městská)



Imisní monitoring – mobilní měřící vůz

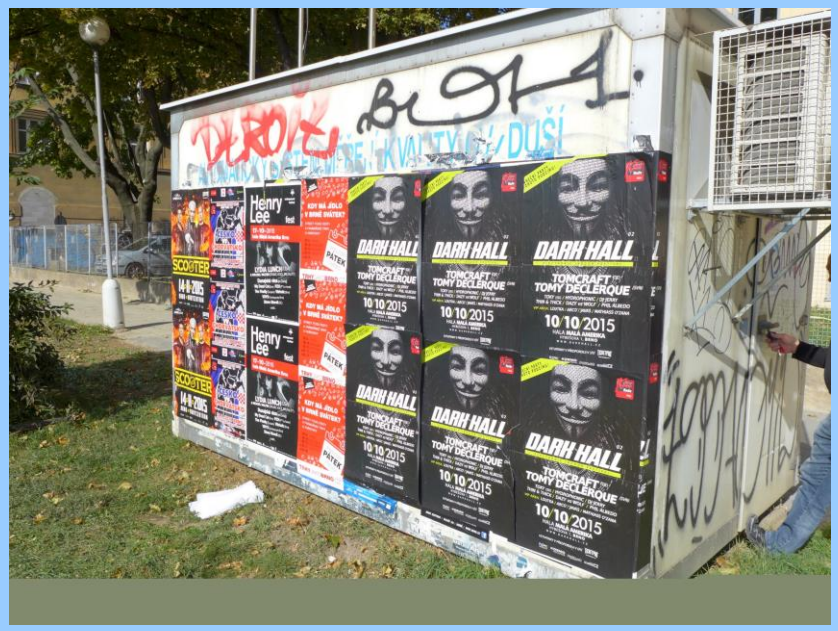
Přehled měřených veličin	
Znečišťující látky	SO_2 , NO - NO_2 -NO_x , CO, PM_{10} , $PM_{2,5}$, PM_1
Meteoveličiny	tlak, směr a rychlost větru, teplota, vlhkost

Měření mobilním měřícím vozem je možné provést v jakékoliv lokalitě na území města Brna za předpokladu splnění dvou níže uvedených podmínek:

1) **Zajištění parkovacího místa pro měřící vozidlo (zpevněná plocha, minimální sklonitost)**
2) **Přípojka elektrické energie v max. vzdálenosti 40 m od měřícího vozu. Parametry přípojky: napětí 400 V, proudová hodnota**

UVÍTÁME VAŠE NABÍDKY VHODNÝCH LOKALIT PRO MĚŘENÍ !!

Imisní monitoring a vandalismus



Kde hledat informace o kvalitě ovzduší ?

- **Webové stránky www.brnenskeovzdusi.cz (kvalita ovzduší ve městě Brně).**
- **Webové stránky www.chmi.cz (záložka ovzduší).**
- **Mobilní aplikace SmogAlarm (více informací o aplikaci na webu www.smogalarm.cz).**

Děkuji za pozornost

Bc. Radek Kronovet

Magistrát města Brna, Odbor životního prostředí

Tel: 542 174 558

E-mail: kronovet.radek@brno.cz

www.brnenskeovzdusi.cz

CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

envitech

T A
Č R

Výhody a nevýhody měření kvality ovzduší s využitím nízkonákladových senzorů

Roman Ličbinský, Jiří Huzlík Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Pavel Chaloupecký, Envitech Bohemia s. r. o.

T A
Č R

Tento projekt je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu EPSILON.

www.tacr.cz

Výzkum užitečný pro společnost

Motivace

- Znečištění ovzduší - aktuální téma - dopady na zdraví člověka.
- Nutnost měření kvality ovzduší - pochopení příčin tohoto stavu.
- Přenos informací k občanům – Smart Cities, Smart Environment, Udržitelná mobilita……
- K měřením znečištění ovzduší jsou využívány nejrůznější typy přístrojů.
- Data musí být kvalitní a musí správně popisovat aktuální situaci.

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Referenční metody sledování kvality ovzduší

foto: Roman Ličbinský, CDV

V části A přílohy č. 6 k vyhlášce MŽP č. 330/2012 Sb.

zákona č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší

- Koncentrace $PM_{10}/PM_{2.5}$ - Gravimetrie (ČSN EN 12341)
- Troposférický ozón (O_3) – Ultrafialová fotometrie (ČSN EN 14625)
- Oxid uhelnatý (CO) – Nedisperzní infračervená spektroskopie (ČSN EN 14626)
- Oxidy dusíku (NO_x resp. NO_2) – Chemiluminiscence (CŠN EN 14211)
- Oxid siřičitý (SO_2) – Ultrafialová fluorescence (ČSN EN 14212)

zdroj: www.chmi.cz

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Referenční metody sledování kvality ovzduší

- pokud je naším cílem dlouhodobé měření kvality ovzduší a hodnocení znečištění ve vztahu k limitním imisním koncentracím

- **výhody:** kvalitní informace o znečištění ovzduší, přesnost měření, robustnost, opora v legislativě (ČR i EU)

- **nevýhody:** vysoké pořizovací náklady, vysoké provozní náklady ⇒ méně hustá měřící síť

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Jiné používané metody pro měření koncentrací škodlivin v ovzduší

- Různé typy senzorů – nejčastěji elektrochemické.
- Princip absorpce, adsorpce a chemisorpce - mezi molekulami analyzátoru a měřené látky vzniká chemická vazba, může vzniknout jen mezi určitými molekulami a za určitých podmínek.
- Limitující faktor jejich využití

  – nutnost zajistit konstantní podmínky pro činnost senzorů

http://www.libelium.com

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Jiné používané metody pro měření koncentrací škodlivin v ovzduší

- pokud je naším cílem získat pouze základní informace o kvalitě ovzduší omezující se v podstatě na fakt, kdy je znečištění ovzduší větší a kdy menší

- **výhody:** nízké pořizovací náklady, velmi nízké provozní náklady

- **nevýhody:** pouze orientační informace o kvalitě ovzduší, reprodukovatelnost měření, nestálost při různých klimatických podmínkách, kratší doba životnosti, žádná opora v legislativě (ČR i EU)

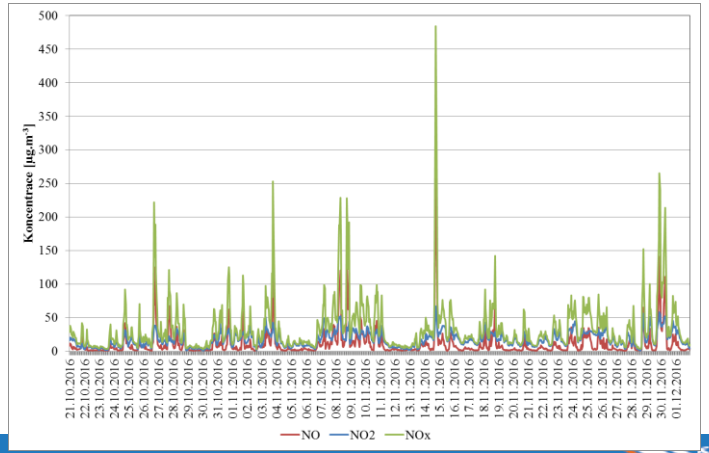
Jiné používané metody pro měření koncentrací škodlivin v ovzduší

- Projekty OpenSense and OpenSenseII firmou nano-tera.ch - senzory na autobusech MHD v Lausanne a tramvajích MHD v Curychu
- Aplikace sítí elektrochemických senzorů např. v Cambridge ve Velké Británii, Valencii ve Španělsku či v Lagosu v Nigérii (Maed et al., 2013)
- Komunitní sítě - Air Quality Egg (http://airqualityegg.com/)
- Trafficsensnet (č. TA02031405 – ČVUT, firma APT spol. s.r.o. – 2012 až 2015 - Praha Spořilov 27 měřících jednotek + mobilní aplikace - lze dohledat výsledky ze 7 jednotek, pouze aktuální hluková zátěž

Referenční metody vs. elektrochemické senzory

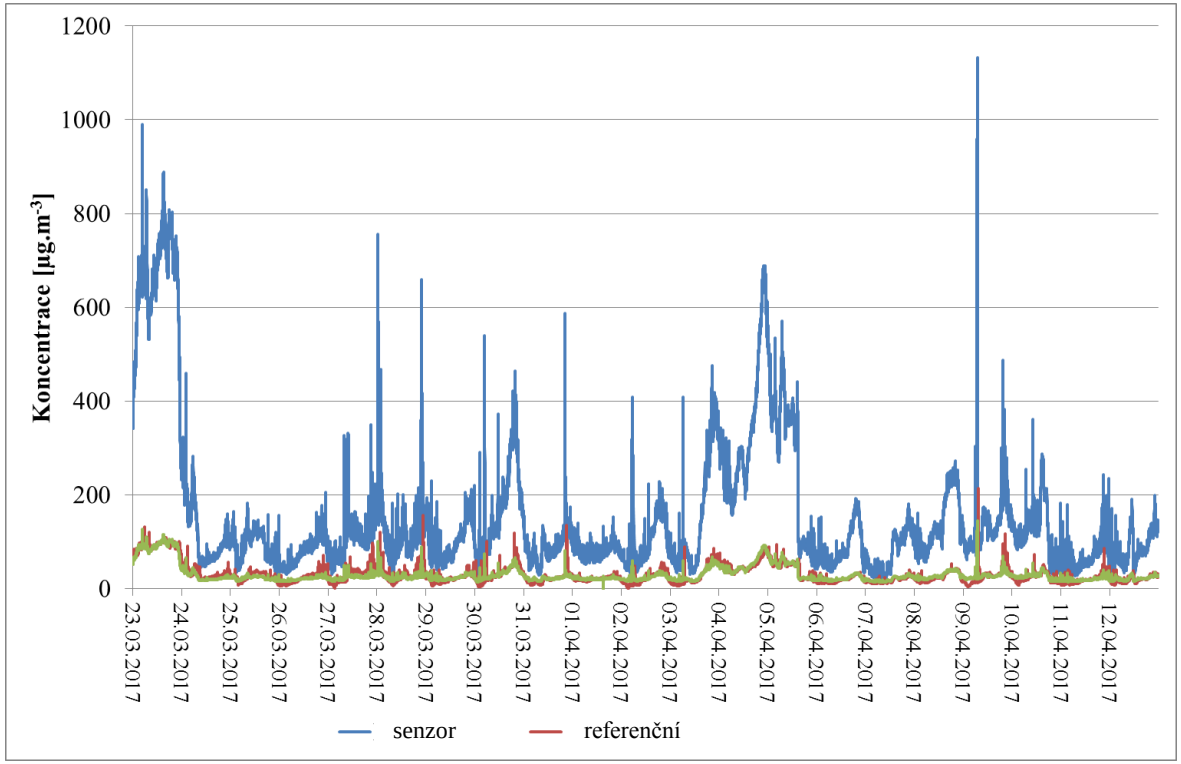
- Srovnávací měření – 1 přístroj na principu referenčních metod
  - 5 přístrojů na bázi elektrochemických senzorů

- Areál CDV – dynamické prostředí z pohledu znečištění



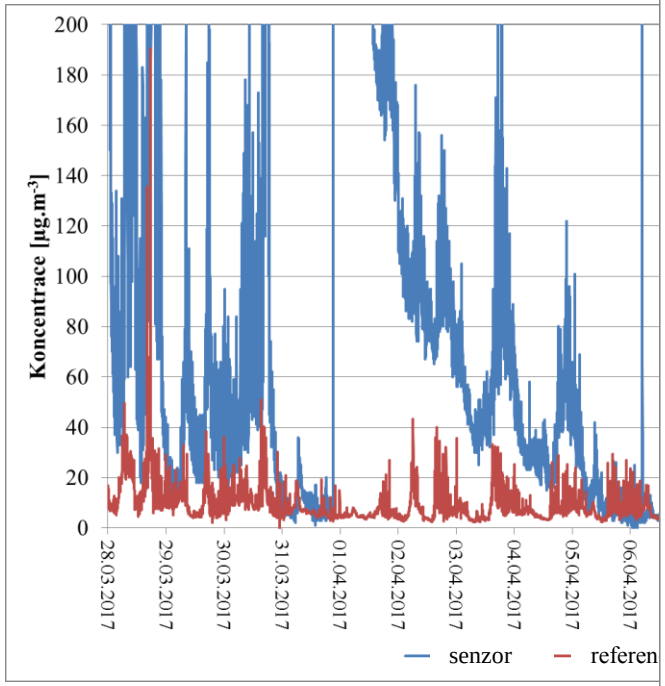
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

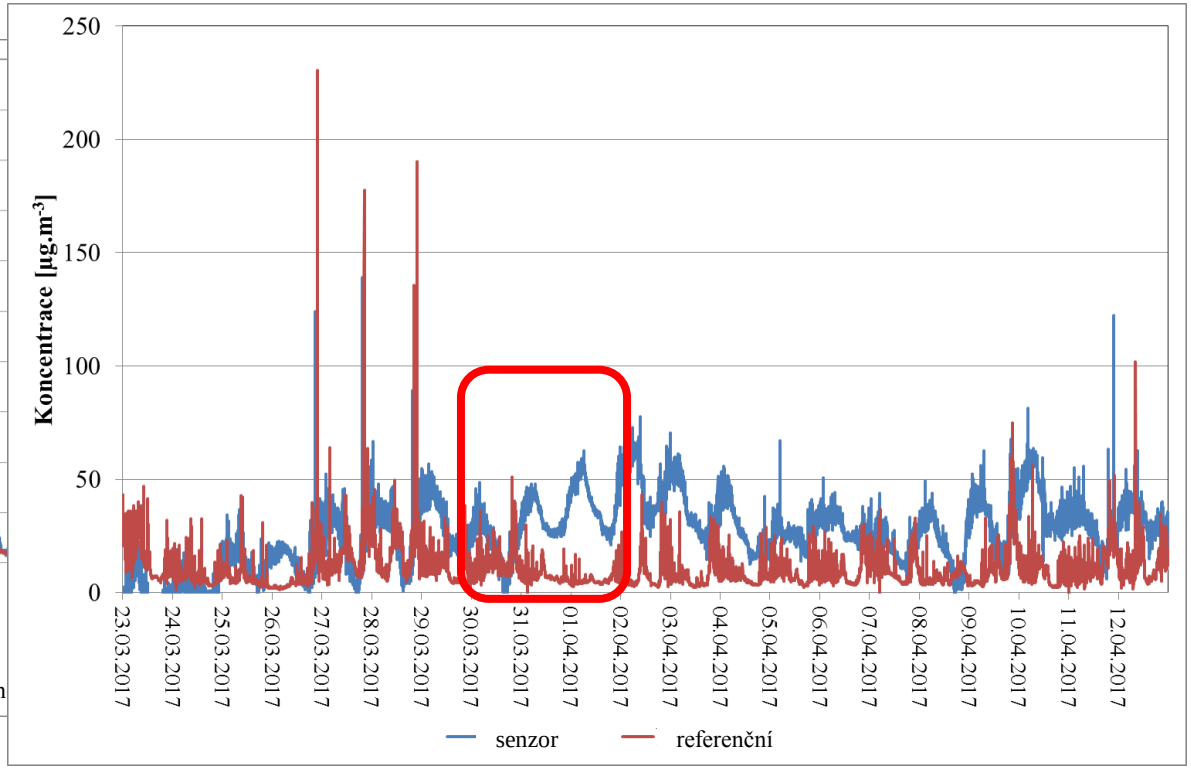
Referenční metody vs. elektrochemické senzory



Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

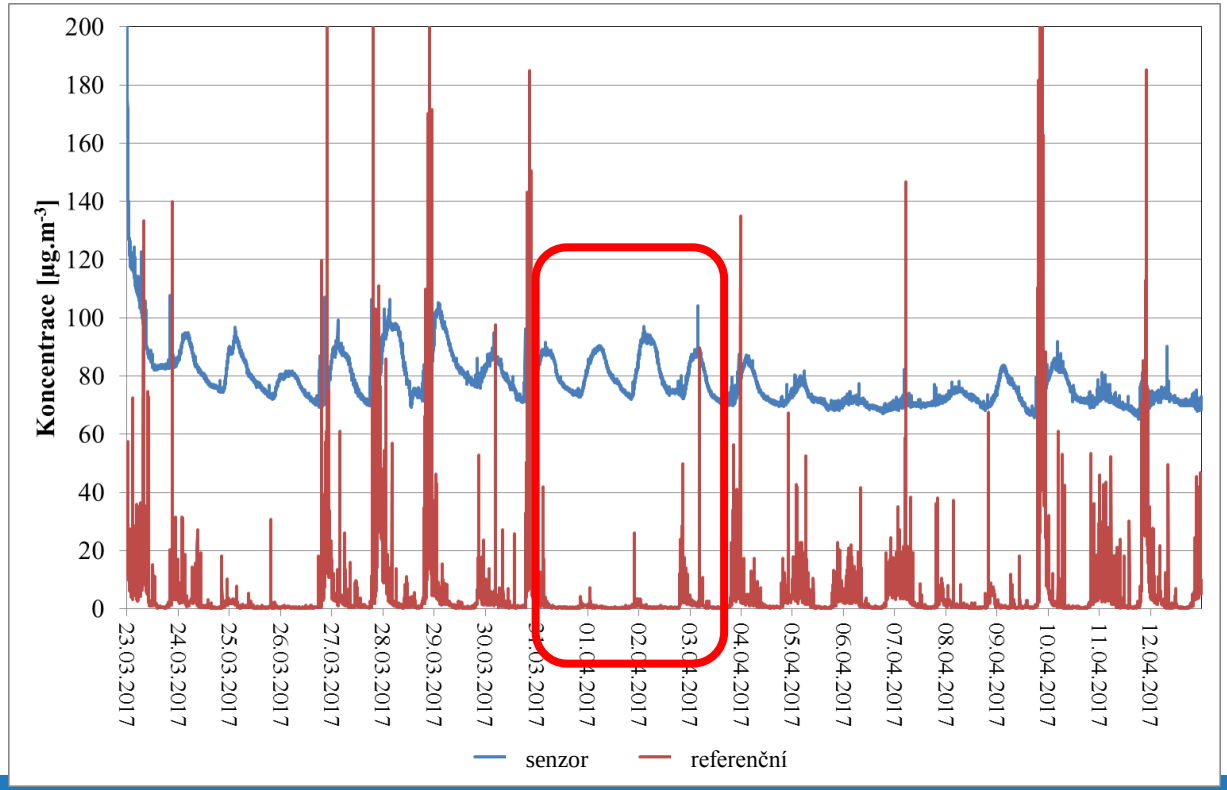
Referenční metody vs. elektrochemické senzory





Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Referenční metody vs. elektrochemické senzory



Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Projekt TAČR: Aplikace nízkonákladových senzorů pro měření kvality ovzduší v souvislosti s dopravními opatřeními

- Výzkum a vývoj systému na bázi nízkonákladových senzorů, který bude možné využít k monitoringu kvality ovzduší s odpovídající kvalitou produkovaných dat, reprodukovatelností měření a robustnosti celého systému.
- Systém bude využíván jako alternativa k nákladným měřením certifikovanými referenčními a ekvivalentními metodami.
- Předpokládá se využití vyvíjeného systému jako základního stavebního kamene v systémech ITS (Intelligent Transport System) s návazným přijímáním dopravních opatření ke zlepšení kvality ovzduší a rovněž např. v rámci konceptů Smart Cities

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Poptávané firmy

- Alphasense (Velká Británie) – nakoupeny některé plynové a prachový senzor
- Winsen (Čína) - nakoupeny některé plynové senzory
- Cairpol (Francie) - nakoupeny některé plynové senzory
- Aeroqual (Nový Zéland) - nakoupeny některé plynové a prachový senzor
- Plantower (Čína) - nakoupeny prachové senzory
- Libellium (Španělsko) – senzory nebyly nakoupeny z důvodu využití senzorů Alphasense
- Camea (Česká republika) – senzory nebyly nakoupeny z důvodu využití senzorů Alphasense
- Nanosense (Polsko) – senzory nebyly nakoupeny z důvodu využití senzorů Alphasense
- AQMesh (Velká Británie) – senzory jsou příliš nákladné a nesplňují tak požadavek na nízkonákladové řešení
- Scentroid (Kanada) – senzory jsou příliš nákladné a nesplňují tak požadavek na nízkonákladové řešení

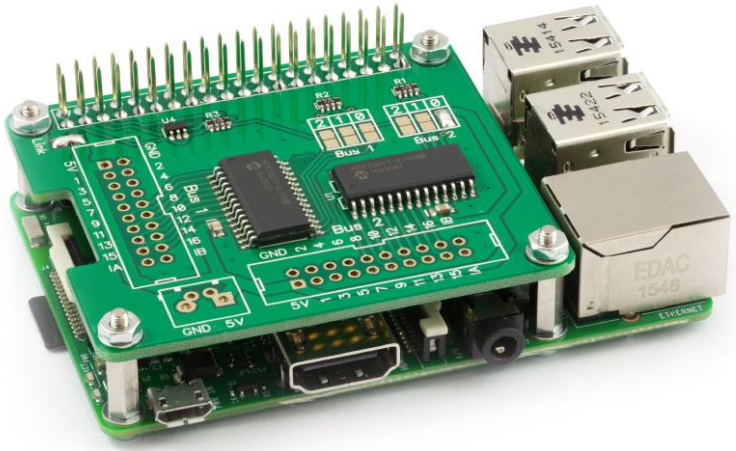
Zakoupené senzory

Název senzoru	Měřené látky	Rozsah měření	Množství
Cairsens NO_2	NO_2	0,02 - 0,25 ppm	2
Cairsens NM VOC	Suma těkavých organických látek (VOC)	0,01 – 16 ppm	1
Cairsens CO	CO	0,05 – 20 ppm	2
Alphasense B43F	NO_2	do 20 ppm	2
Alphasense B4	NO	do 20 ppm	2
Alphasense PID-AH2	Suma těkavých organických látek (VOC)	do 50 ppm	2
Alphasense B4	CO	do 1000 ppm	2
Alphasense OPC-N2	Prašné částice – frakce PM_{10}, $PM_{2.5}$, $PM_{1.0}$	0,38 - 17 µm	2
Winsen ME3-NO2	NO_2	0,1 – 20 ppm	2
Winsen ZP01-MP503	Suma těkavých organických látek (VOC), po dodání zjištěno, že uvedený senzor je nevhodný pro požadovanou aplikaci	nevhodný	2
Winsen ME3-CO	CO	0,5 – 1000 ppm	2
Plantower	Prašné částice – frakce PM_{10}, $PM_{2.5}$, $PM_{1.0}$	0,3 - 10 µm	2
Aeroqual AQY	O_3, NO_2, $PM_{2.5}$, meteorologie	O_3 0,1 – 200 ppb NO_2: 0,1 – 500 ppb PM 0 - 1000 µg/m^3	2

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Systém sběru, zpracování a prezentace dat

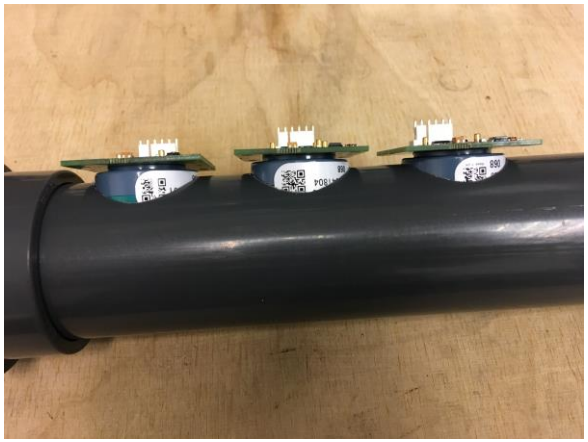
- Co senzor to originál!!!
- Komunikační jednotka Raspberry
- GPRS, LORA, SIGFOX,…



- Jednoduché cloudové rozhraní x jednoduché modelování nebo názorné zobrazení

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Systém sběru, zpracování a prezentace dat



Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Sestavení měřících jednotek

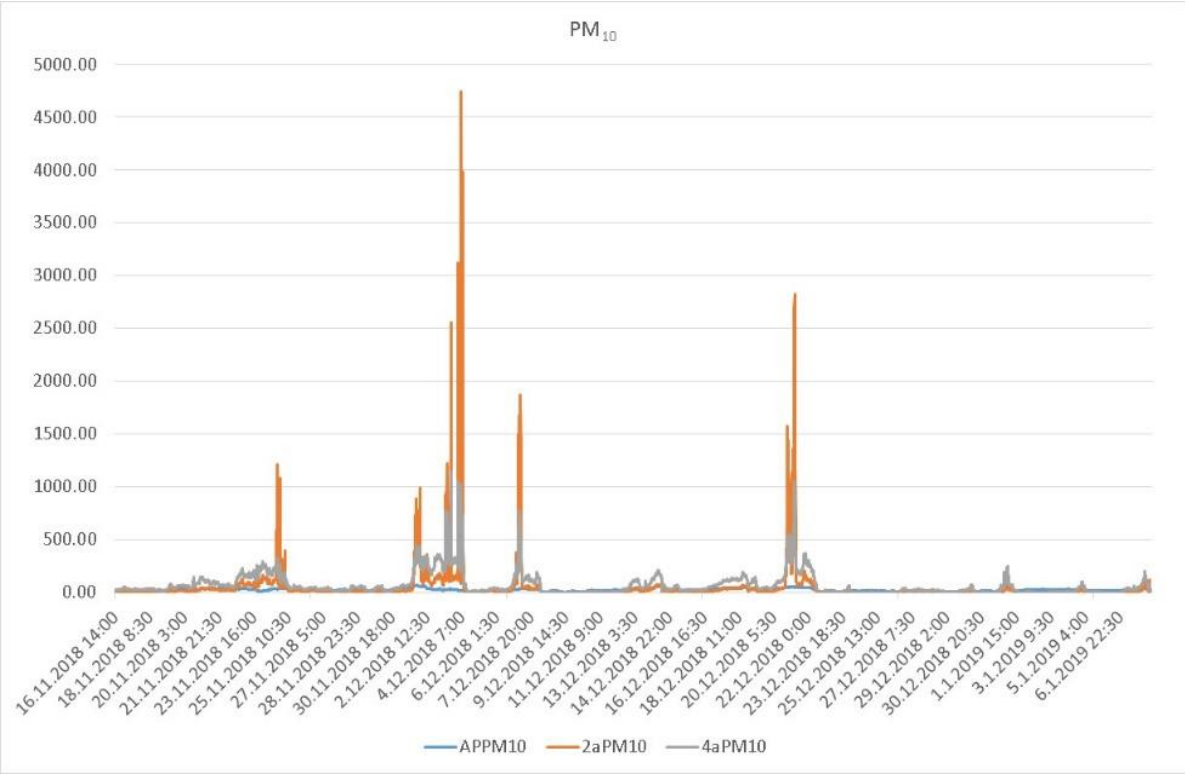
- Měřící box s napájením
- Systém odběru vzorku
- Komunikační jednotka
- Meteorologická čidla

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

1. Etapa testování – areál CDV

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Dílčí výsledky – PM_{10}

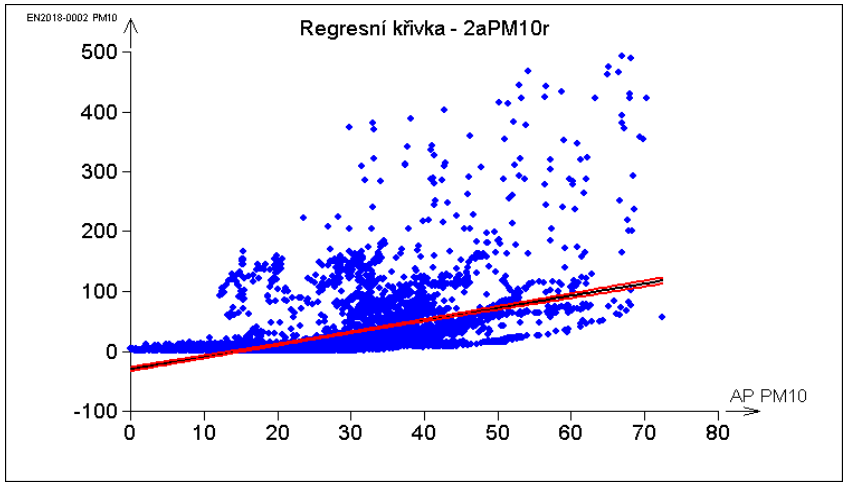


Senzor	$2aPM_{10}$	$4aPM_{10}$
Abs	-53.5777	-56.879
Abs r	0.0000	0.0000
Slope	3.7938	4.5804
Slope r	0.0029	0.1231
Exponent r	2.6361	1.8715
R^2	0.0471	0.2801
R^2 r	0.3064	0.2975

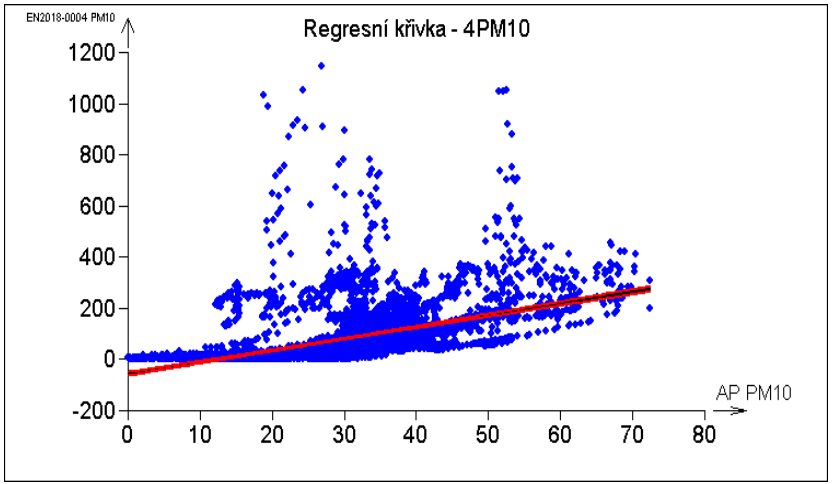
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Dílčí výsledky – PM_{10}

Regresní modely pro jednotlivé senzory PM_{10}



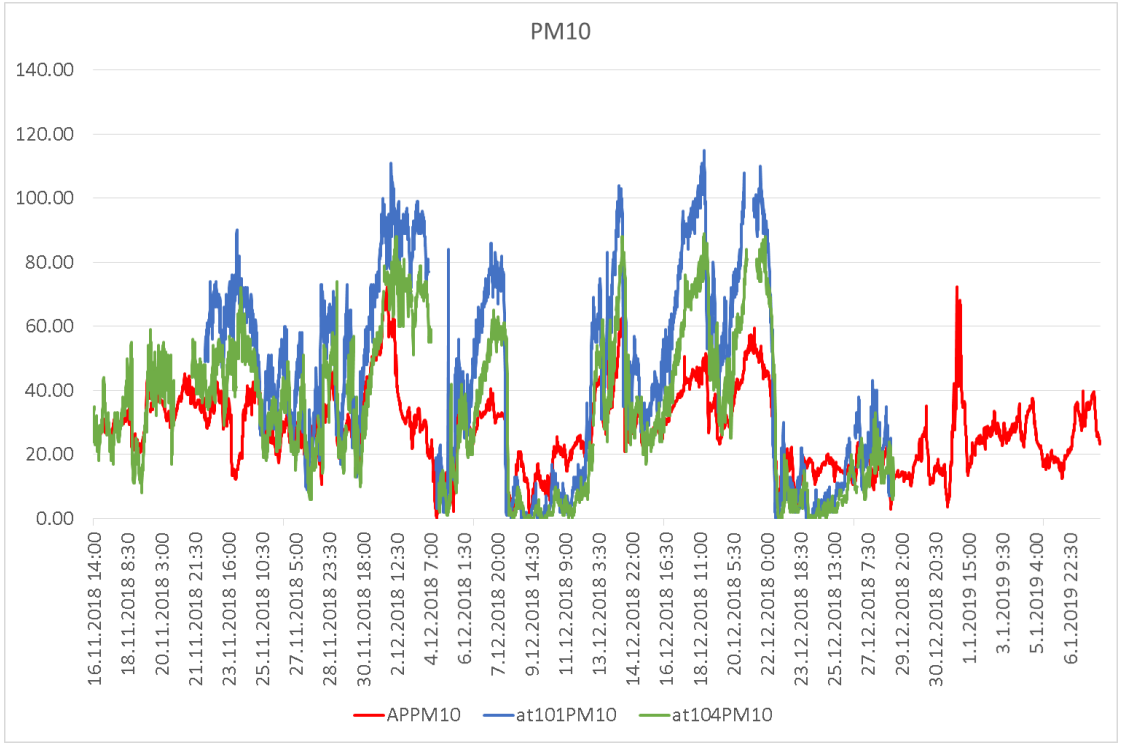
Senzor PM_{10} - Alphasense OPC-N2 (2a)



Senzor PM_{10} - Alphasense OPC-N2 (4a)

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

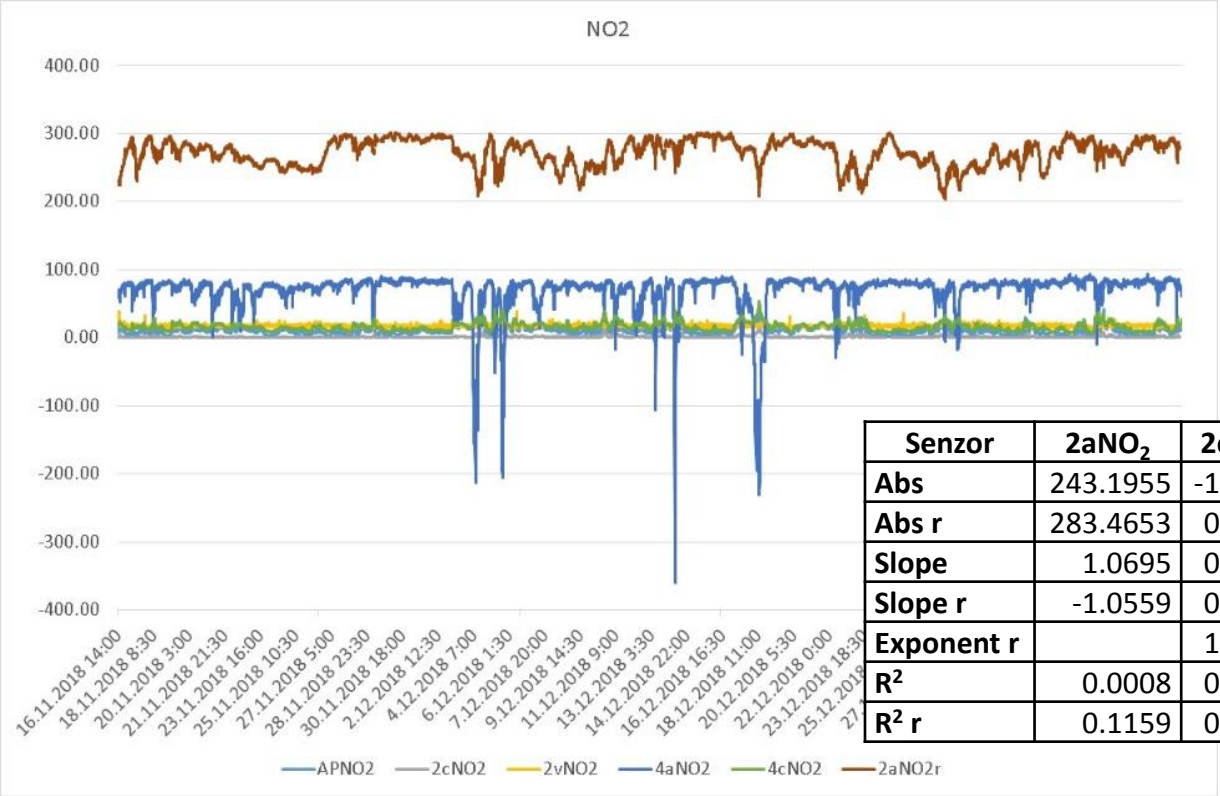
Dílčí výsledky – PM_{10}



Senzor	at101PM_{10}	at104PM_{10}
Abs	-9.8823	-10.8422
Abs r	-	-
Slope	1.9479	1.5851
Slope r	-	-
Exponent r	-	-
R^2	0.6458	0.6532
R^2 r	-	-

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Dílčí výsledky – NO_2

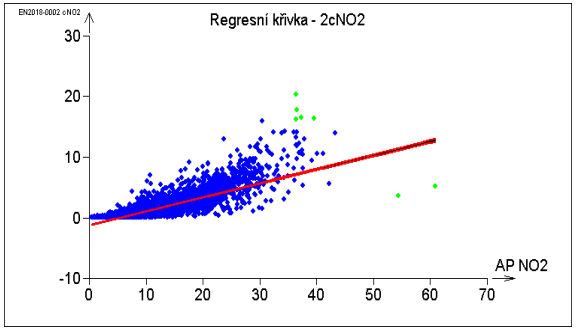


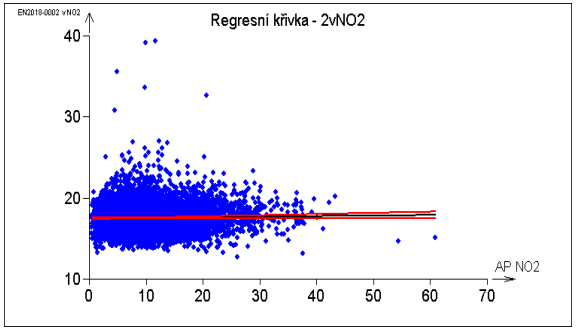
Senzor	$2aNO_2$	$2cNO_2$	$2vNO_2$	$4aNO_2$	$4cNO_2$	$4vNO_2$
Abs	243.1955	-1.2488	17.4752	100.9462	7.2098	48.1601
Abs r	283.4653	0.0000		85.5073		
Slope	1.0695	0.2306	0.0066	-2.9080	0.8399	-0.0022
Slope r	-1.0559	0.0137		-0.0884		
Exponent r		1.8234		2.0498		
R^2	0.0008	0.6809	0.0006	0.3509	0.8442	0.0000
R^2 r	0.1159	0.7289		0.4231		

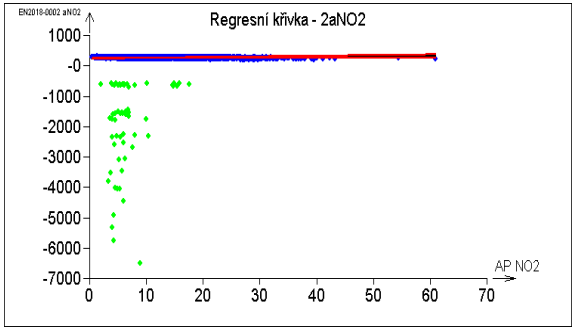
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

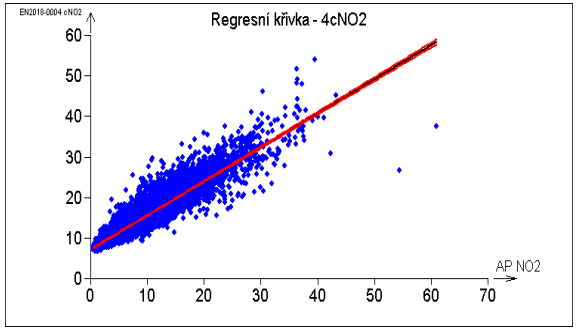
Dílčí výsledky – NO_2

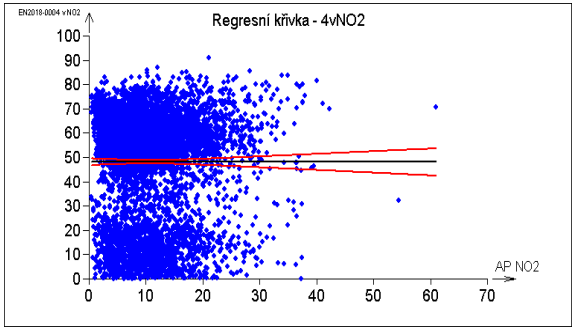
Regresní modely pro jednotlivé senzory NO_2

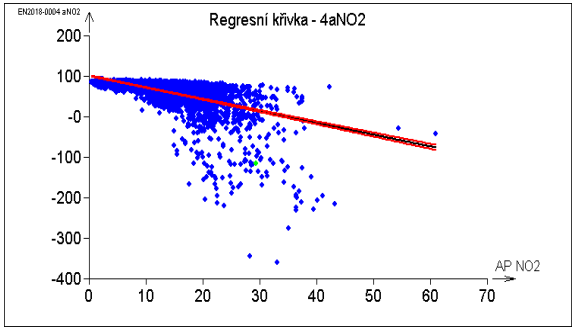












Senzory Cairpol Cairsens NO_2

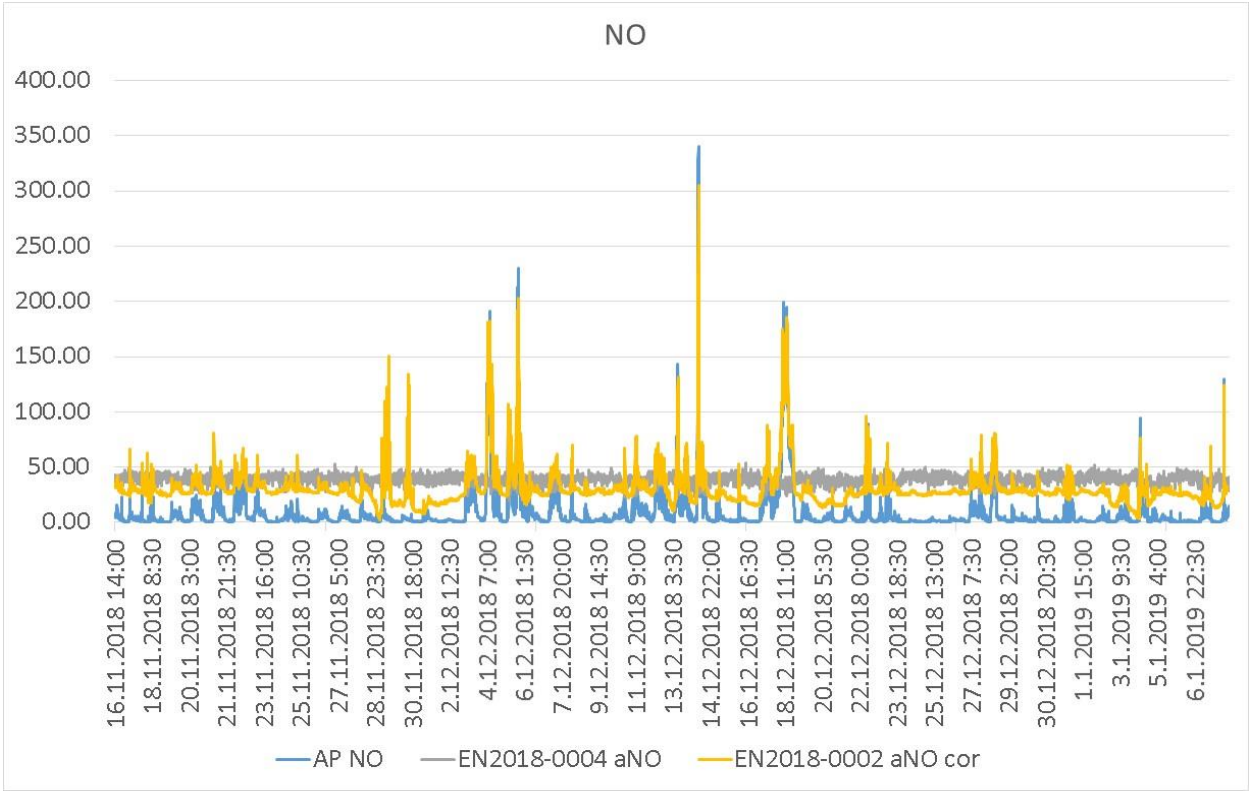
Senzory Winsen ME3-NO2

Senzory Alphasense B43F

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Dílčí výsledky – NO

Porovnání průběhu porovnávacích měření pro NO

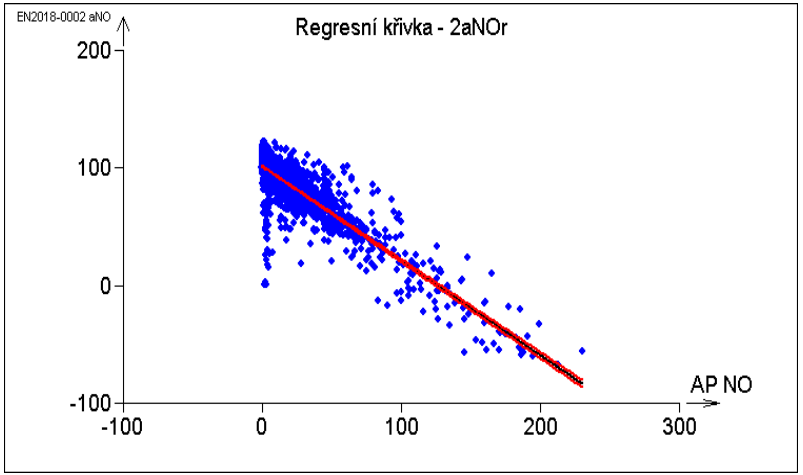


Senzor	2aNO	4aNO
Abs	101.2405	38.9808
Abs r	101.4027	39.0241
Slope	-0.7830	-0.0750
Slope r	-0.8033	-0.0815
R^2	0.7621	0.1320
R^2 r	0.7812	0.1315

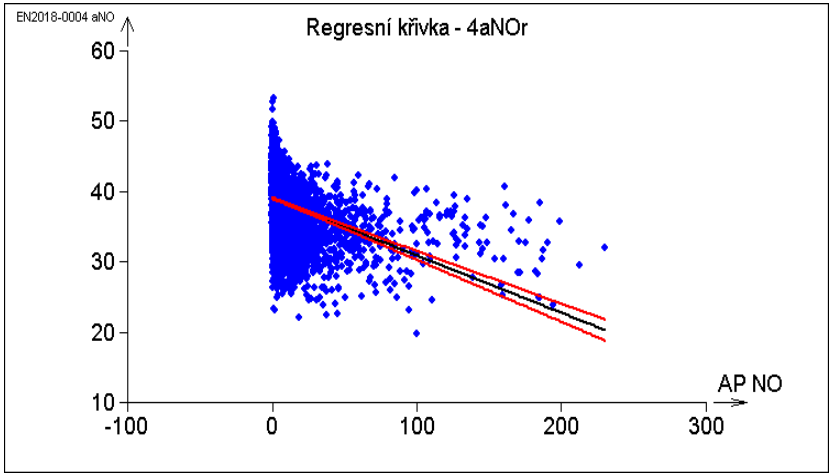
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Dílčí výsledky – NO

Regresní modely pro jednotlivé senzory NO



Senzor Alphasense NO-B4 (2a)

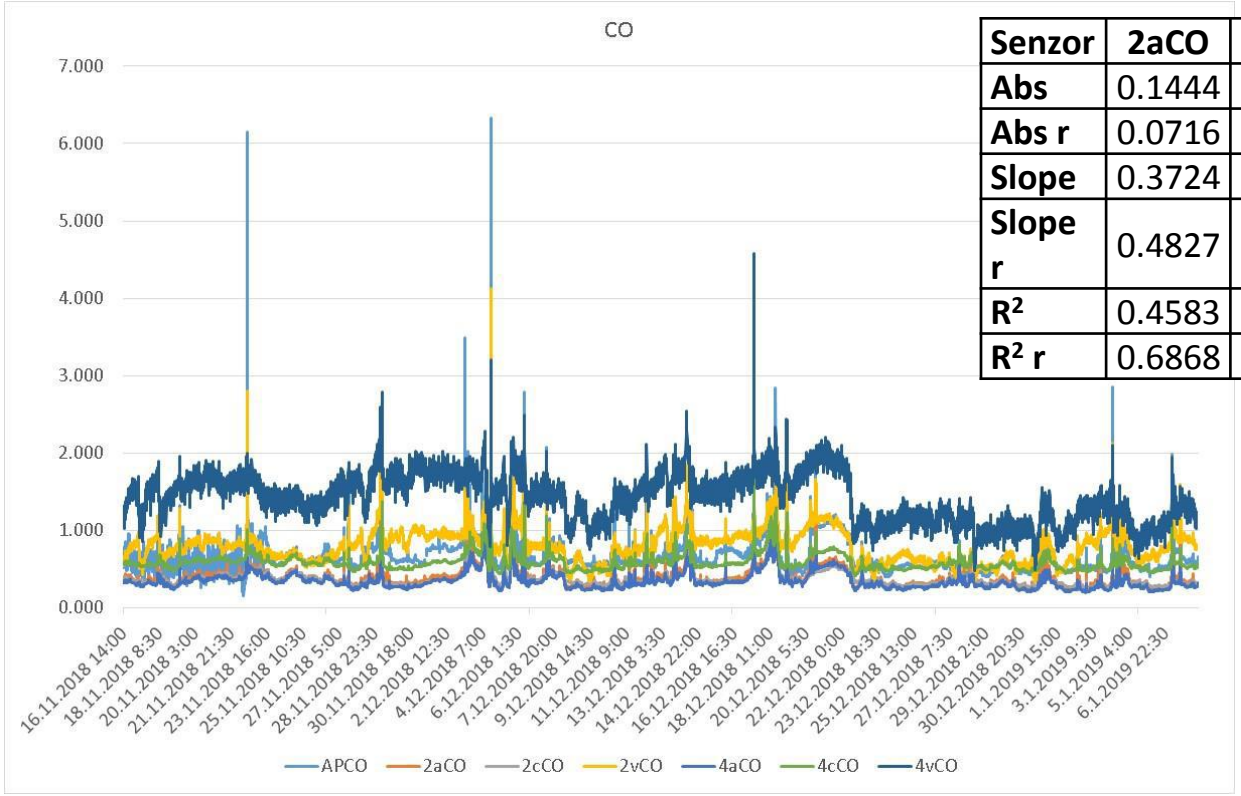


Senzor Alphasense NO-B4 (4a)

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Dílčí výsledky – CO

Porovnání průběhu porovnávacích měření pro CO

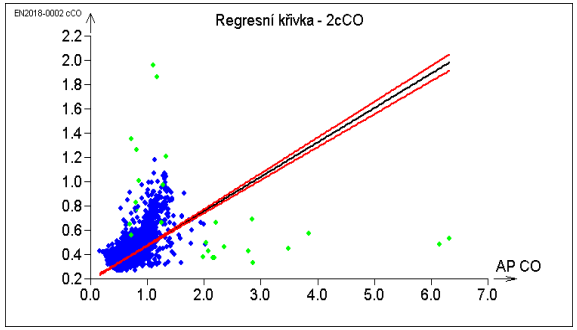


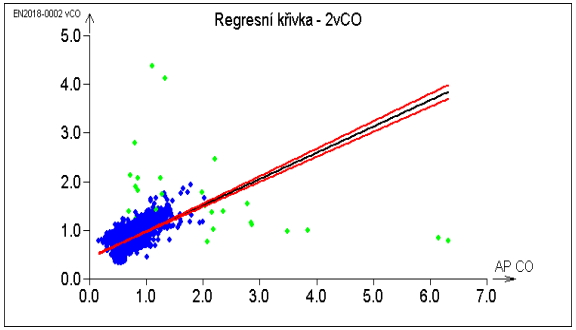
Senzor	2aCO	2cCO	2vCO	4aCO	4cCO	4vCO
Abs	0.1444	0.1916	0.4368	0.0655	0.3447	0.8868
Abs r	0.0716	0.1255	0.3242	0.0372	0.3010	0.7559
Slope	0.3724	0.2833	0.5396	0.4299	0.3643	0.8252
Slope r	0.4827	0.3845	0.7108	0.4726	0.4304	1.0269
R^2	0.4583	0.3721	0.3210	0.6617	0.5696	0.3252
R^2 r	0.6868	0.5313	0.4417	0.7098	0.6736	0.3605

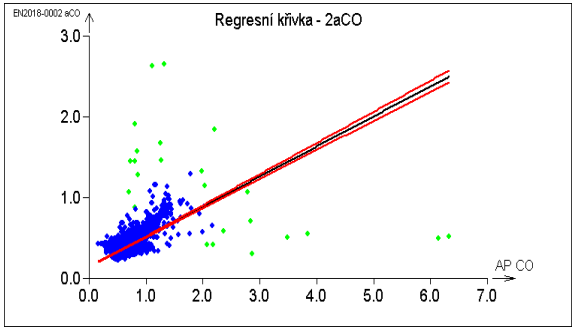
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

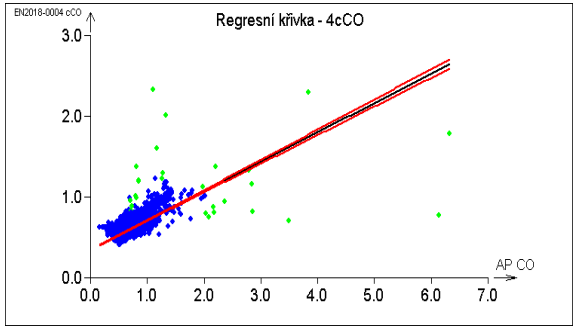
Dílčí výsledky – CO

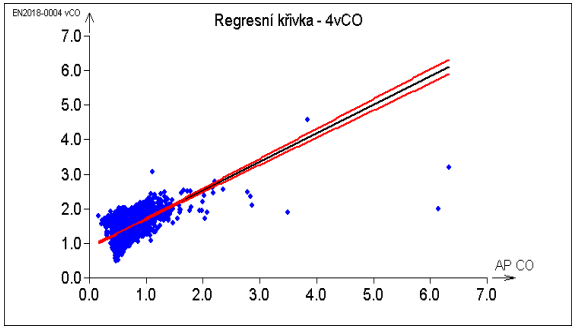
Regresní modely pro jednotlivé senzory CO

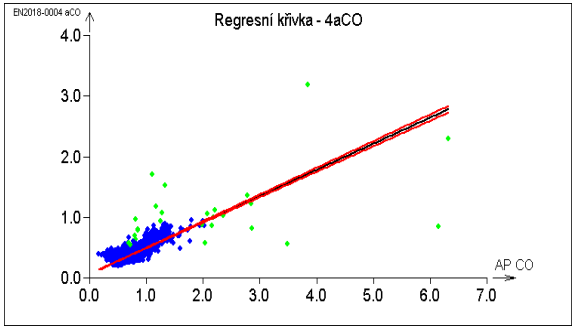












Senzory Cairpol Cairsens CO

Senzory Winsen ME3-CO

Senzory Alphasense CO-B4

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Závěr

Cena – nákup, provoz, údržba

Velikost, spotřeba energie

Kvalita poskytovaných dat

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

T A
Č R

Děkuji za pozornost.

Roman Ličbinský

Vedoucí oblasti Doprava a životní prostředí
roman.licbinsky@cdv.cz
Tel: +420 541 641 371

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Líšeňská 33a, 636 00 Brno, Czech Republic

www.cdv.cz

TA04031418 „SMARTNET“
„Možnosti ovlivnění negativních dopadů dopravy na životní prostředí ve městech pomocí inovativních senzorových sítí s výstupem do dopravních informačních a řídicích systémů“

TH03030278 „Senzory“
„Aplikace nízkonákladových senzorů pro měření kvality ovzduší v souvislosti s dopravními opatřeními“

MUNI | RECETOX

ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI

ICARUS

Projekt ICARUS: Multisenzorová kampaň

RNDr. Ondřej Mikeš, Ph.D.

Masarykova Univerzita, RECETOX, Kamenice 5, 625 oo Brno, Czech Republic

ondrej.mikes@recetox.muni.cz

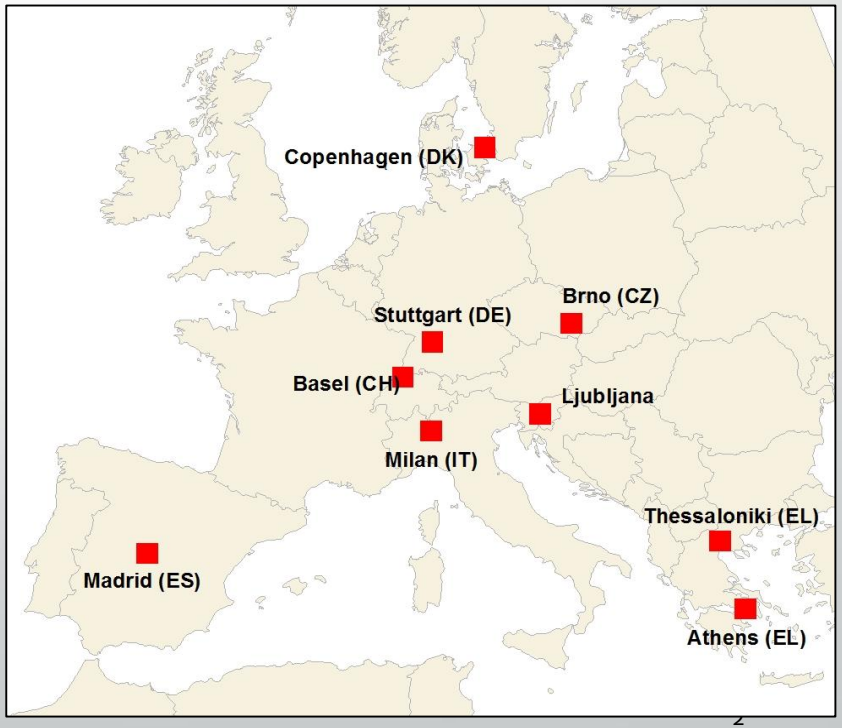
http://icarus2020.eu/

European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation

Kvalita ovzduší v Brně a vůbec, Hvězdárna, Brno, 25.11.2019

Přehled projektu

- 4 roky (2016-2020) H2020 projekt
- 20 institucí z 10 zemí

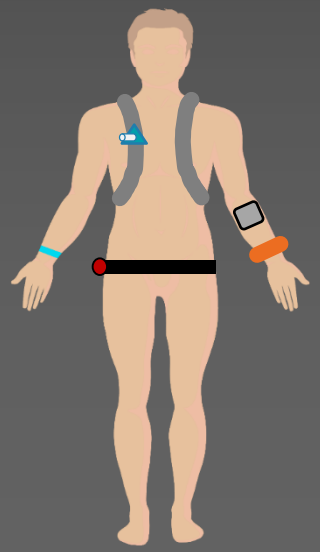


European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation

ICARUS

MUNI | RECETOX

Cíle multisenzorové studie



- Sběr dat o externí expozici člověka s ohledem na lokalitu a aktuální činnost
- Vyzkoušet vhodnost využití nových senzorů a mobilních technologií ve sběru dat
- Porovnat nalezená data mezi různými evropskými městy
- Využít posléze data pro validaci a simulaci sofistikovaných modelů

European Commission
Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation
ICARUS

Výběr zařízení a postupů

Kritéria výběru

- Množství měřených parametrů
- Mobilnost zařízení
- Spolehlivost sbíraných dat
- Cena
- Sběr dat/GDPR

- Neobtěžující pro účastníky
- Uživatelsky přívětivé

- Účastníci se dozví efekty jejich chování

KRITÉRIA

POCITY LIDÍ

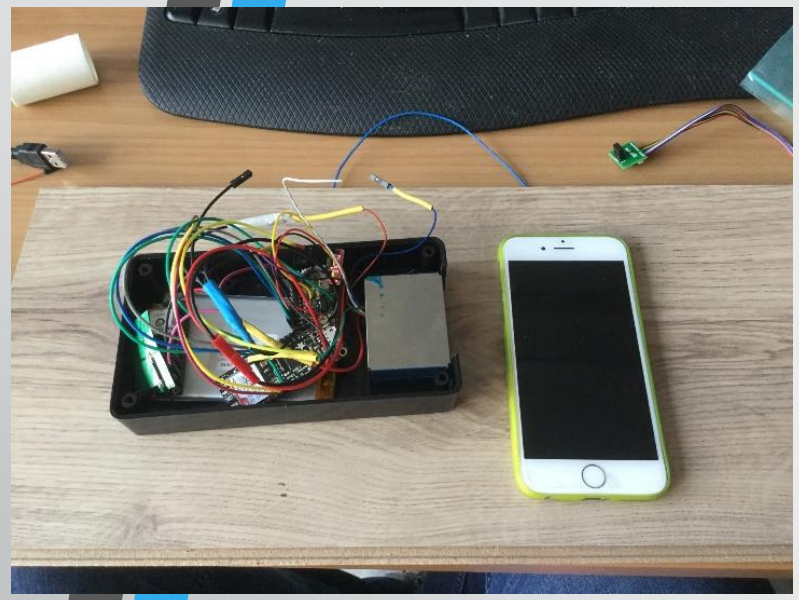
ZAPOJENÍ

European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation

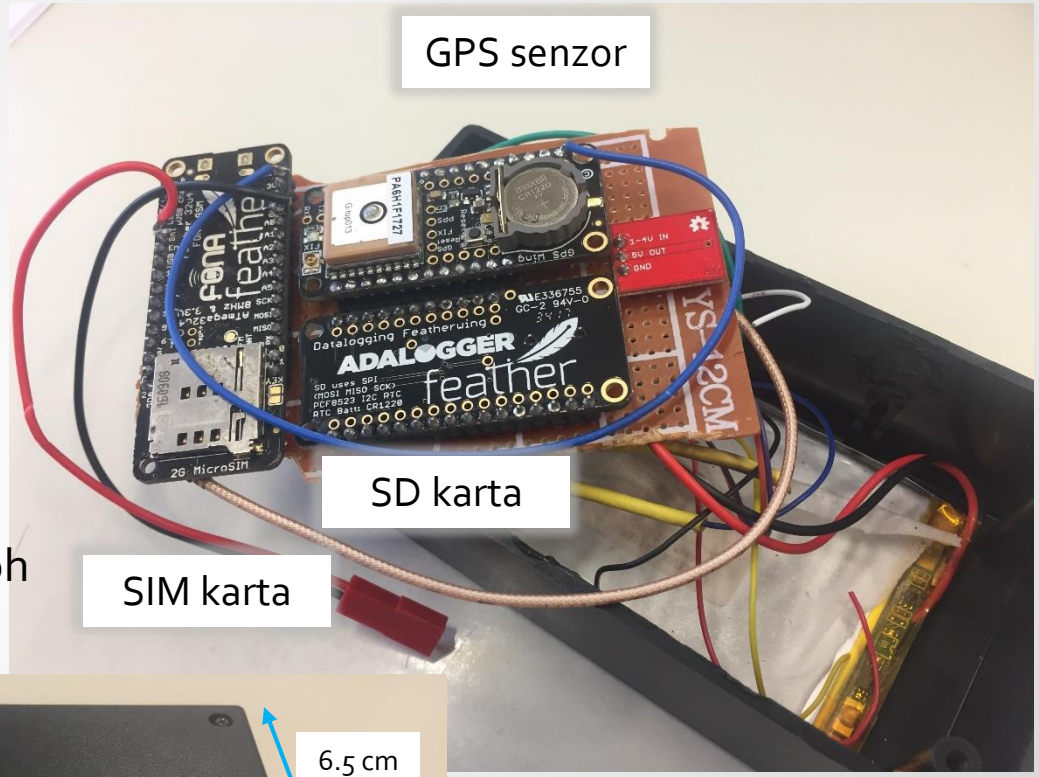
ICARUS

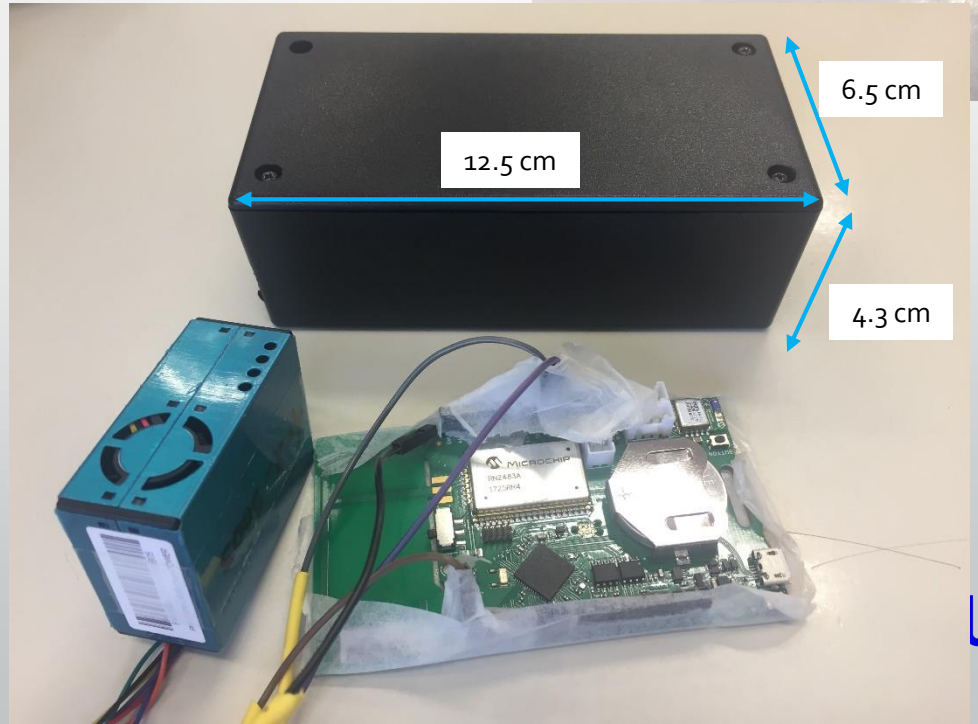
MUNI | RECETOX

Personální senzor – Prototyp I a II

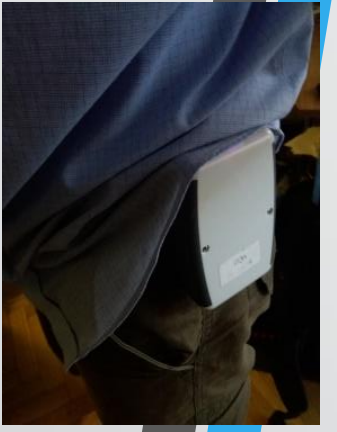


+Teplota, vlhkost
Připevnění páskou na ruku/batoh

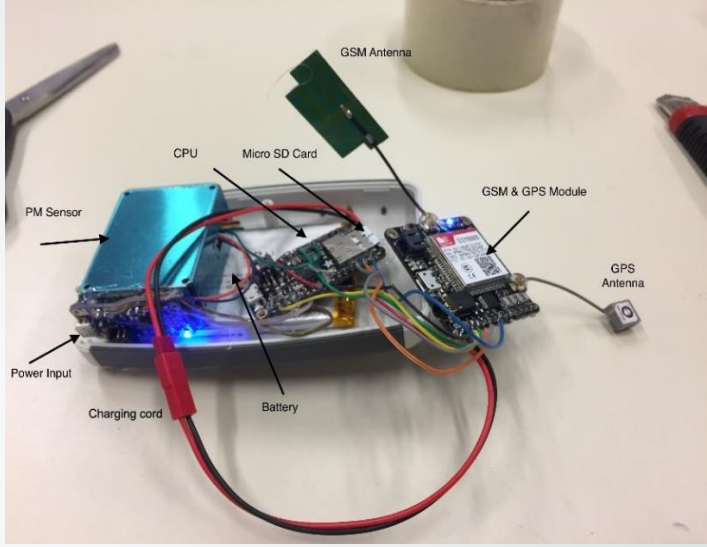




European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation
ICARUS
UNI | RECETOX



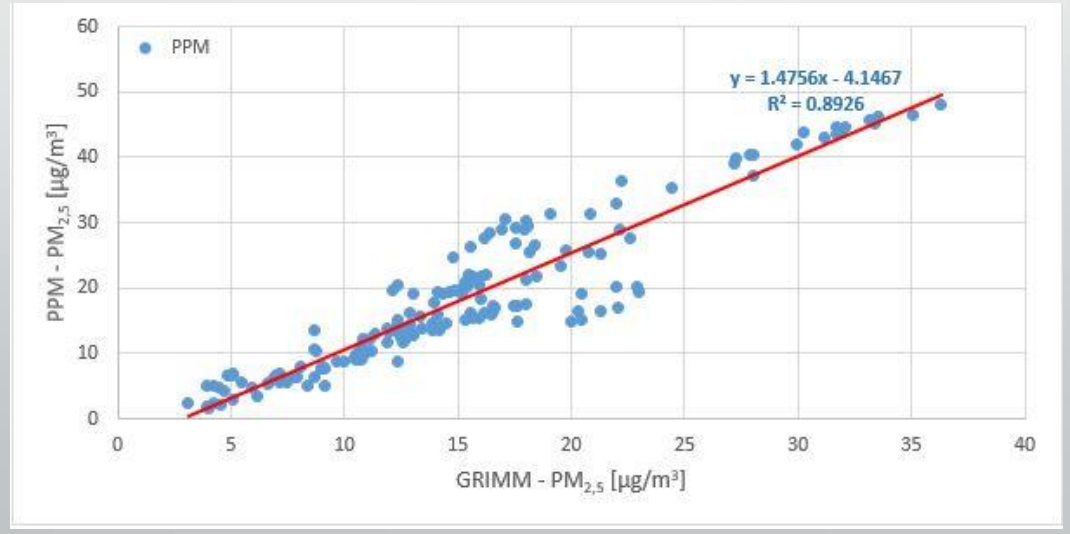
Personální senzor – Prototyp III - validace



- Testováno při různých podmínkách prostředí:
  - Kancelář/Okna
  - Domácnost/vaření
  - Domácnost/balkon

- Matematické modely:
  - Lineární
  - Multi-lineární
  - Ne-lineární
  - Umělé neuronové sítě

$$C_{1\,(PM2.5)} = a \cdot C_{0\,(PM2.5)} + b \cdot Teplota + c \cdot Vlhkost$$



MUNI | RECETOX

Domácí vzorkovač + Garmin + silikonový náramek

uHoo

https://uhooair.com

- Teplota, Vlhkost, Tlak
- Prach (PM2.5)
- Oxid uhličitý (CO_2)
- Oxid uhelnatý (CO)
- Těkavé organické látky (VOC)
- Oxid dusičitý (NO_2)
- Ozón (O_3)

Kroky/Vzdálenost
Intenzita aktivity
Srdeční tep
Stres

Voděodolné
Výdrž baterie: 5 dní

Pasivní vzorkovač na některé organické látky

European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation

ICARUS

MUNI | RECETOX

Dotazníky

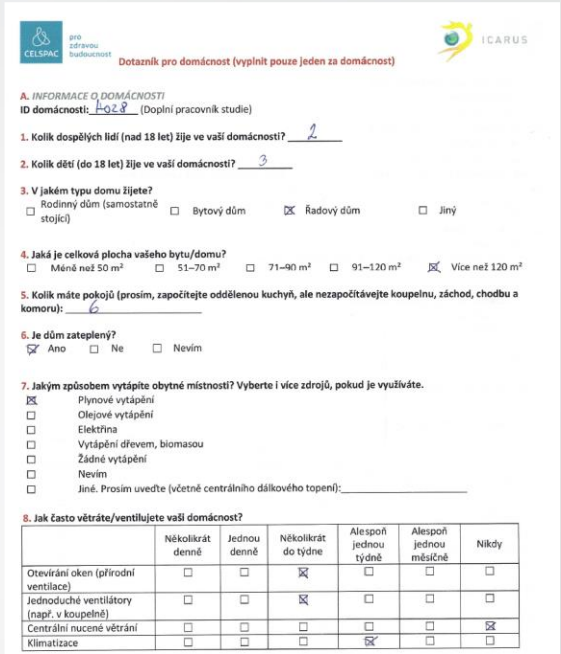
Časový záznam

BRN_W_P

1.den	čas	uvnitř			venku			v dopravě						aktivity											
														uvnitř						domácí podmínky				venku	
		doma	práce	ostatní	doma	práce	ostatní	MHD	auto	motorka	kolo	pěšky	ostatní	volný čas	spánek	hraní	sport	vaření	kouření	úklid	hořící svíčka	otevřené okno	klimatizace/ ventilátor	krb	běh	sport
	0:00																									
	1:00																									
	2:00																									
	3:00																									
	4:00																									
	5:00																									
	6:00																									
	7:00																									
	8:00																									
	9:00																									
	10:00																									
	11:00																									
	12:00																									
	13:00																									
	14:00																									
	15:00																									
	16:00																									
	17:00																									
	18:00																									
	19:00																									
	20:00																									
	21:00																									
	22:00																									
	23:00																									

V případě chybného zatrhnutí uveďte do závorek (X) nebo vymažte.

Domácí a personální dotazníky



CELSPAC pro zdravou budoucnost — ICARUS

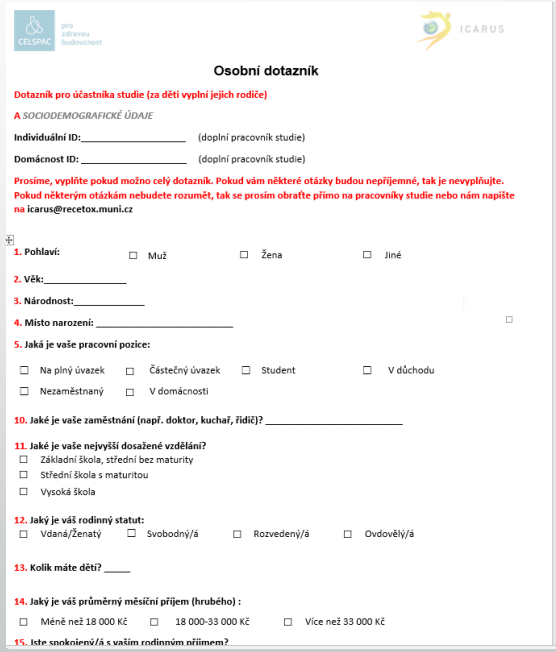
Dotazník pro domácnost (vyplnit pouze jeden za domácnost)

A. *INFORMACE O DOMÁCNOSTI*

ID domácnosti: H028 (Doplní pracovník studie)

1. **Kolik dospělých lidí (nad 18 let) žije ve vaší domácnosti?** 2
2. **Kolik dětí (do 18 let) žije ve vaší domácnosti?** 3
3. **V jakém typu domu žijete?** ☐ Rodinný dům (samostatně stojící) ☐ Bytový dům ☒ Řadový dům ☐ Jiný
4. **Jaká je celková plocha vašeho bytu/domu?** ☐ Méně než 50 m² ☐ 51–70 m² ☐ 71–90 m² ☐ 91–120 m² ☒ Více než 120 m²
5. **Kolik máte pokojů (prosím, započítejte oddělenou kuchyň, ale nezapočítávejte koupelnu, záchod, chodbu a komoru):** 6
6. **Je dům zateplený?** ☒ Ano ☐ Ne ☐ Nevím
7. **Jakým způsobem vytápíte obytné místnosti? Vyberte i více zdrojů, pokud je využíváte.**
   - ☒ Plynové vytápění
   - ☐ Olejové vytápění
   - ☐ Elektřina
   - ☐ Vytápění dřevem, biomasou
   - ☐ Žádné vytápění
   - ☐ Nevím
   - ☐ Jiné. Prosím uveďte (včetně centrálního dálkového topení):
8. **Jak často větráte/ventilujete vaši domácnost?**

	Několikrát denně	Jednou denně	Několikrát do týdne	Alespoň jednou týdně	Alespoň jednou měsíčně	Nikdy
Otevírání oken (přírodní ventilace)	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Jednoduché ventilátory (např. v koupelně)	☐	☐	☒	☐	☐	☐
Centrální nucené větrání	☐	☐	☐	☐	☐	☒
Klimatizace	☐	☐	☐	☒	☐	☐



CELSPAC pro zdravou budoucnost — ICARUS

Osobní dotazník

Dotazník pro účastníka studie (za děti vyplní jejich rodiče)

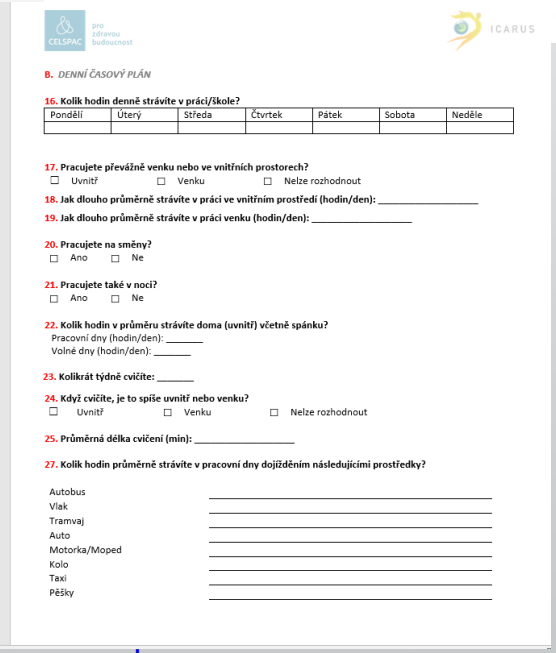
A *SOCIODEMOGRAFICKÉ ÚDAJE*

Individuální ID: _____ (doplní pracovník studie)

Domácnost ID: _____ (doplní pracovník studie)

Prosíme, vyplňte pokud možno celý dotazník. Pokud vám některé otázky budou nepříjemné, tak je nevyplňujte. Pokud některým otázkám nebudete rozumět, tak se prosím obraťte přímo na pracovníky studie nebo nám napište na icarus@recetox.muni.cz

1. **Pohlaví:** ☐ Muž ☐ Žena ☐ Jiné
2. **Věk:** _____
3. **Národnost:** _____
4. **Místo narození:** _____
5. **Jaká je vaše pracovní pozice:**
   ☐ Na plný úvazek ☐ Částečný úvazek ☐ Student ☐ V důchodu
   ☐ Nezaměstnaný ☐ V domácnosti
10. **Jaké je vaše zaměstnání (např. doktor, kuchař, řidič)?** _____
11. **Jaké je vaše nejvyšší dosažené vzdělání?**
    ☐ Základní škola, střední bez maturity
    ☐ Střední škola s maturitou
    ☐ Vysoká škola
12. **Jaký je váš rodinný statut:**
    ☐ Vdaná/Ženatý ☐ Svobodný/á ☐ Rozvedený/á ☐ Ovdovělý/á
13. **Kolik máte dětí?** _____
14. **Jaký je váš průměrný měsíční příjem (hrubého) :**
    ☐ Méně než 18 000 Kč ☐ 18 000-33 000 Kč ☐ Více než 33 000 Kč
15. **Jste spokojený/á s vaším rodinným příjmem?**



CELSPAC pro zdravou budoucnost — ICARUS

B. DENNÍ ČASOVÝ PLÁN

16. **Kolik hodin denně strávíte v práci/škole?**

Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle

17. **Pracujete převážně venku nebo ve vnitřních prostorech?** ☐ Uvnitř ☐ Venku ☐ Nelze rozhodnout
18. **Jak dlouho průměrně strávíte v práci ve vnitřním prostředí (hodin/den):** _____
19. **Jak dlouho průměrně strávíte v práci venku (hodin/den):** _____
20. **Pracujete na směny?** ☐ Ano ☐ Ne
21. **Pracujete také v noci?** ☐ Ano ☐ Ne
22. **Kolik hodin v průměru strávíte doma (uvnitř) včetně spánku?**
    Pracovní dny (hodin/den): _____
    Volné dny (hodin/den): _____
23. **Kolikrát týdně cvičíte:** _____
24. **Když cvičíte, je to spíše uvnitř nebo venku?** ☐ Uvnitř ☐ Venku ☐ Nelze rozhodnout
25. **Průměrná délka cvičení (min):** _____
27. **Kolik hodin průměrně strávíte v pracovní dny dojížděním následujícími prostředky?**
    Autobus _____
    Vlak _____
    Tramvaj _____
    Auto _____
    Motorka/Moped _____
    Kolo _____
    Taxi _____
    Pěšky _____

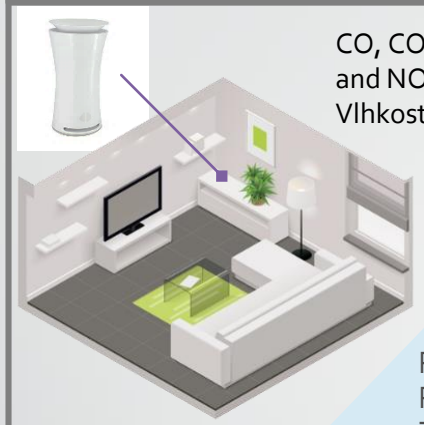
European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation

ICARUS

MUNI | RECETOX

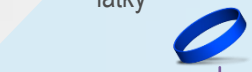
Schéma multisenzorové kampaně

Multi-sensorová kampaň



CO, CO_2, VOCs, $PM_{2.5}$, O_3 and NO_2), Teplota, Vlhkost, Tlak.

Organické látky



PM, Pozice, Teplota, Vlhkost

Kroky, Aktivity, Srdeční tep,

Časový záznam & Dotazníky

Sběr dat

Internet of Things

WiFi

Chytrá synchronizace na **online platformu**

7 EU měst
Až 100 účastníků /město
Trvání: 7 dní
Různé roční období

Analýza dat & Interpretace

Čas | Aktivity

Pozice

Statistické Modely

Koncentrace polutantů

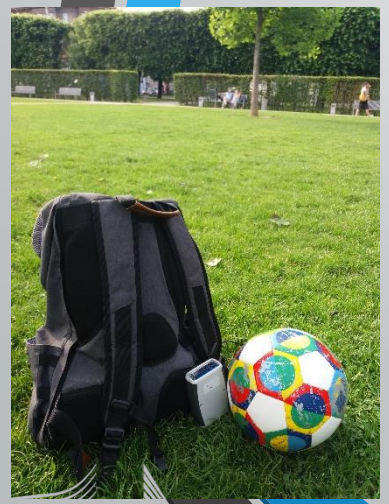
Expoziční modely

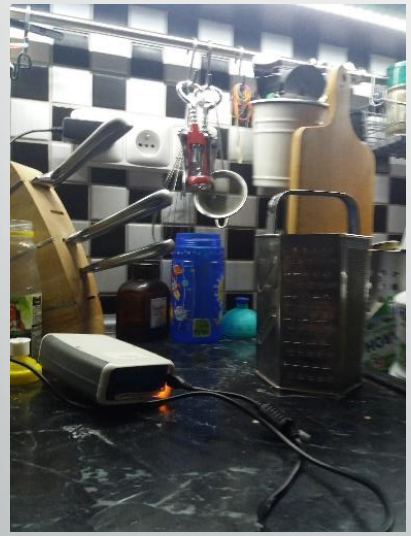
Personalní Expozice

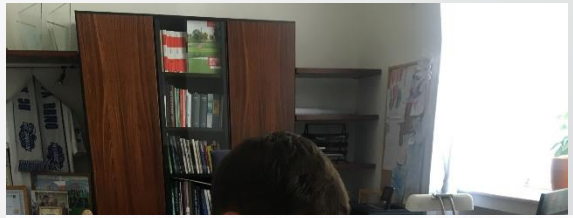
Multisenzorová kampaň v Brně

17.3.-9.4.2019
36 domácností
86 účastníků
Věk 9-73
Medián 33,5
42 žen
28 mužů
16 dětí (<18)

30.5.-2.7.2019
24 domácností
44 účastníků
Věk 22-62
Medián 37
24 žen
21 mužů







Petr Hladík: Studie ICARUS jsem se osobně účastnil

■ Přinášíme rozhovor s prvním náměstkem brněnské primátorky Petrem Hladíkem, zaměřili jsme se hlavně na ekologii.

Martin Ježek

Jaký je současný vztah města Brna k životnímu prostředí, co město nejvíc trápí, s jakými dluhy minulosti se musíte potýkat?

Životní prostředí v Brně ovlivňuje vzrůstající plošná zastavěnost území, zejména zpevnění volných ploch na úkor zeleně. Nová výstavba musí být do budoucna plánovaná tak, aby byla šetrná k životnímu prostředí a byla energeticky úsporná. Je žádoucí zlepšit hospodaření s dešťovou vodou v návaznosti na změnu klimatu a její využití na podporu zelené ve městě. Je třeba ve městě více vysazovat zeleň, která současně působí jako klimatizace ve městě. Bezpečně zajistit velké skleněné plochy před nárazy ptáků. Podpořit biodiverzitu ve volné krajině, ÚSES. Dokončit poslední etapu systémového opatření pro bezpečnou migraci obojživelníků v oblasti přírodní památky Žebětínský rybník (opatření pro bezpečnou migraci obojživelníků se postupně

Sám jste se zúčastnil studie ICARUS, máčete to přiblížit?

Byla to zajímavá zkušenost. Celý týden byl v našem obývacím pokoji stacionární přístroj na měření prachových částic a vybraných škodlivin. Podobné zařízení jsem měl také celý týden u sebe při veškeré činnosti. Zároveň jsem zaznamenával po hodinách, v jakém prostředí jsem byl. Zda uvnitř, venku, s otevřeným oknem či v autě. Další důležitou součástí byly hodinky, které měřily moji aktivitu – šlo o počet nachozených kroků. Při fyzické námaze člověk dýchá hlouběji a s větší frekvencí, a tedy vdechne i více prachových částic. A silikonový náramek do sebe po celou dobu vstřebával chemické látky, se kterými jsem přišel do styku.

Velký úspěch zaznamenal RECETOX v posledních týdnech ve druhé fázi výzvy Teaming, která v rámci programu Horizon 2020 podporuje významné rozšíření stávajících nebo vybudování nových center excelentní vědy. Brno uspělo hned se dvěma projekty, kromě RECETOX bylo se svým projektem úspěšné i VUT. Co to znamená pro město?

Brno je městem vědy a inovací. Jsme rádi za

PRVNÍ NÁMĚSTEK brněnské primátorky Petr Hladík

European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation

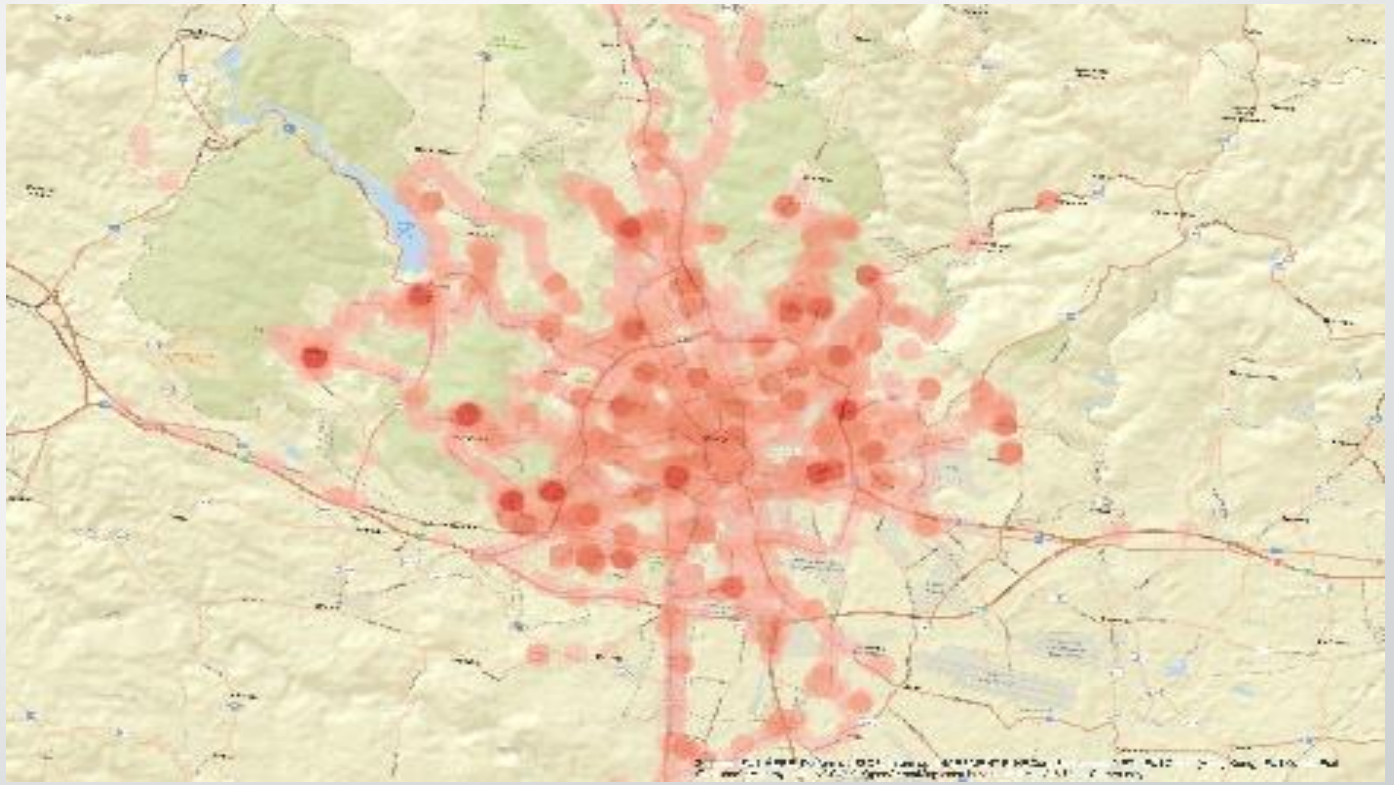
ICARUS

MUNI | RECETOX

Multisenzorová kampaň v Brně

- Naši účastníci:
  - ušli **8 019 499** kroků,
  - což je **6 273** kilometrů
  - a vystoupali **14 763** pater

- Organizačně jsme vyřídili:
  - 1 185 emailů
  - 141 telefonátů
  - 415 SMS



European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation

ICARUS

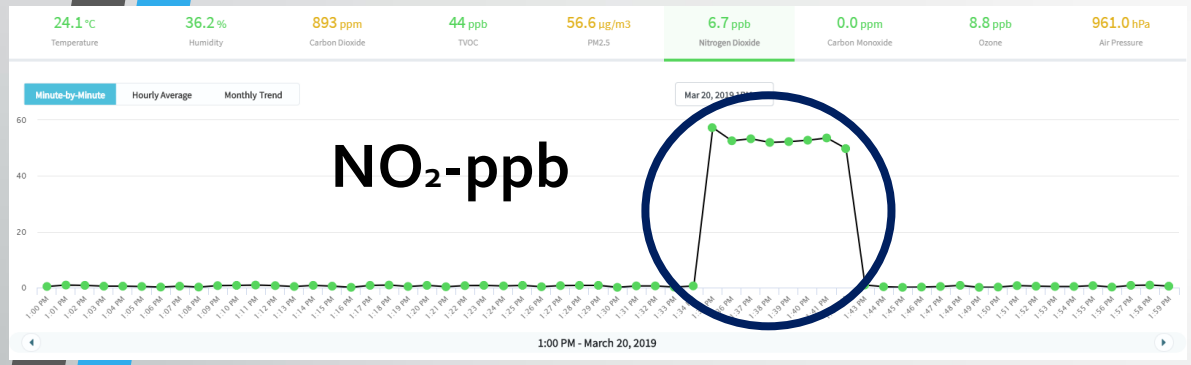
MUNI | RECETOX

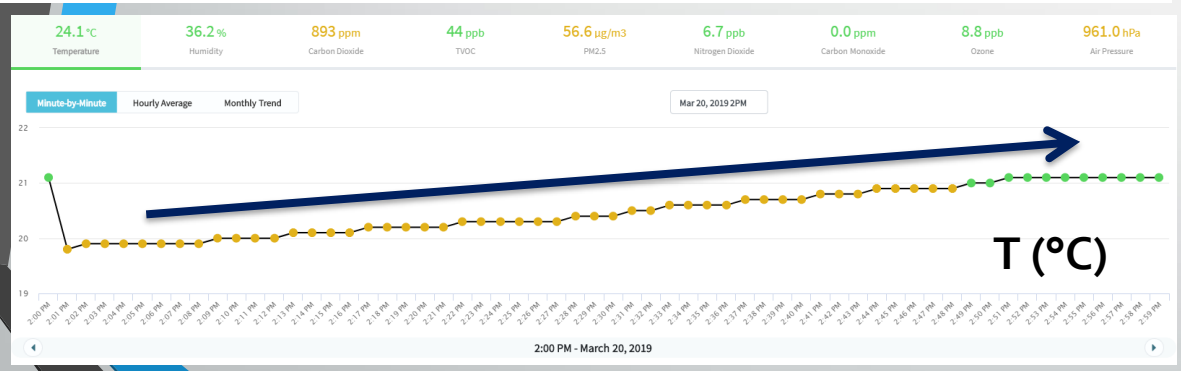
Ukázky zajímavých (předběžných) výstupů

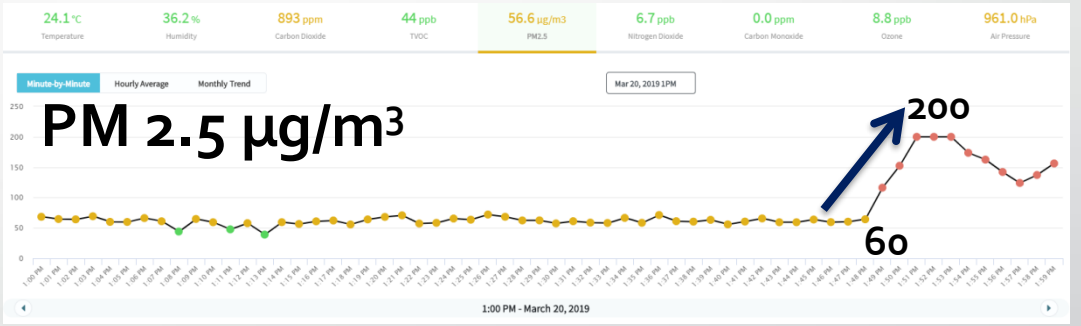
European Commission
Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation
ICARUS

Multisenzorová kampaň v Brně - uHoo

- Domácnost s krbem
- používaný pro vytápění obydlí



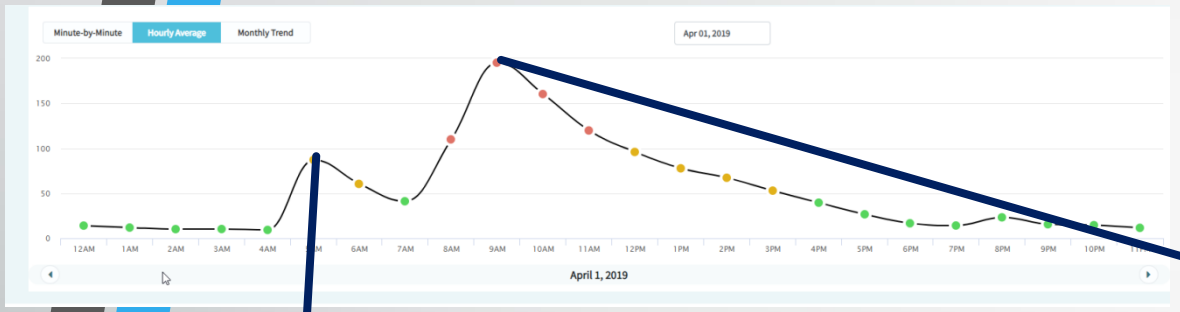




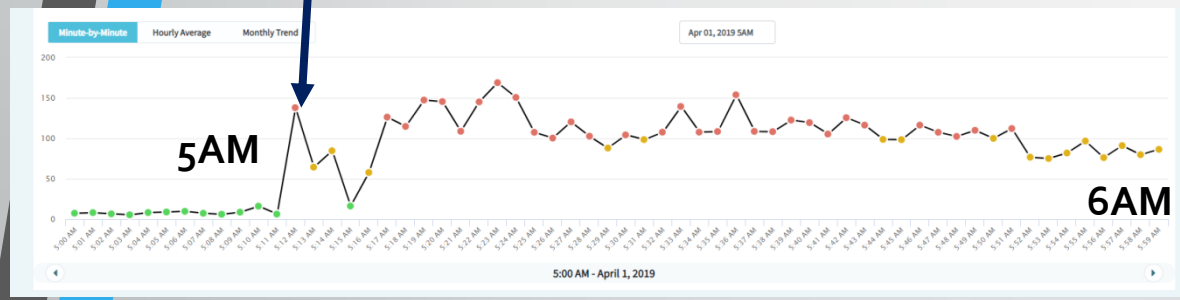
European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation
ICARUS
MUNI | RECETOX

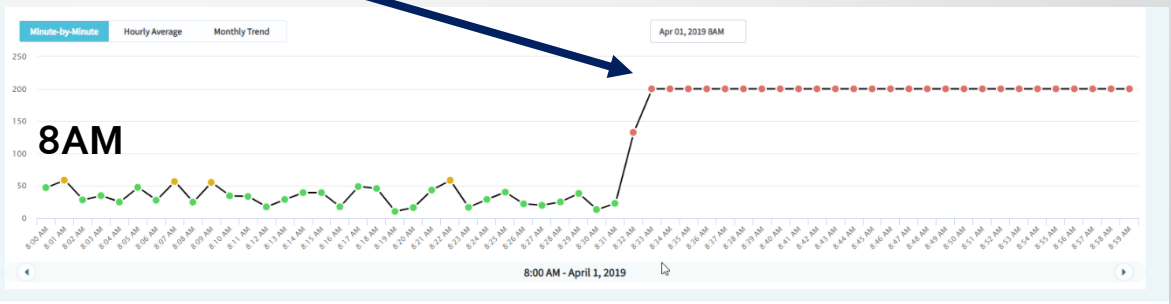
Multisenzorová kampaň v Brně - uHoo

- Pozaďové koncentrace PM 2.5 okolo 10 µg/m³
- Každý den 2 píky?



PM 2.5 µg/m³

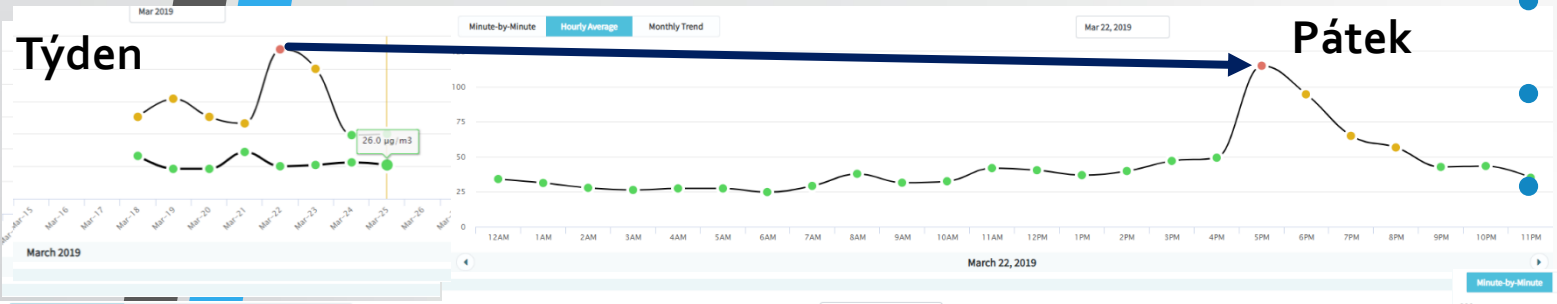


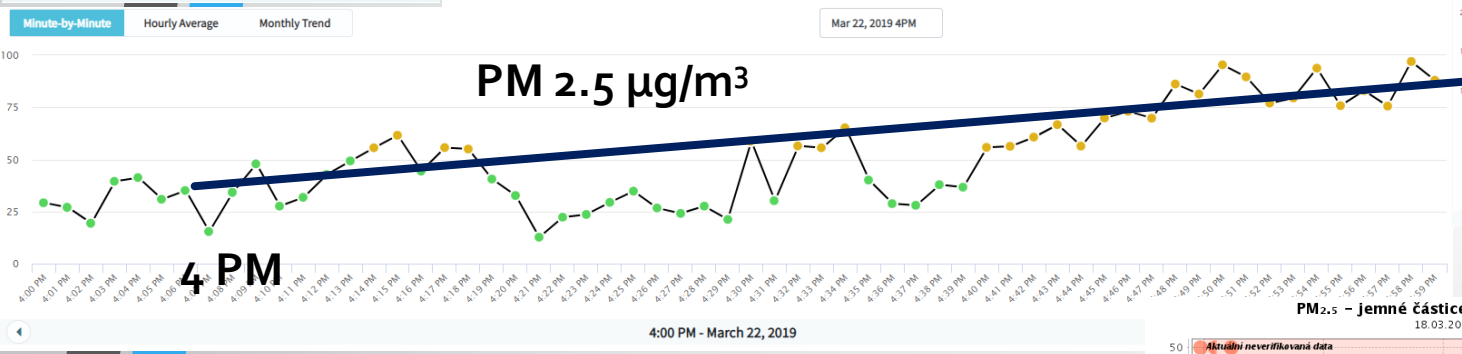


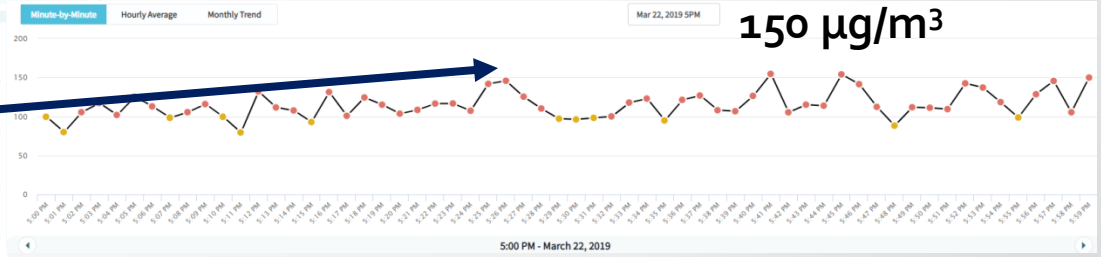
European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation
ICARUS
MUNI | RECETOX

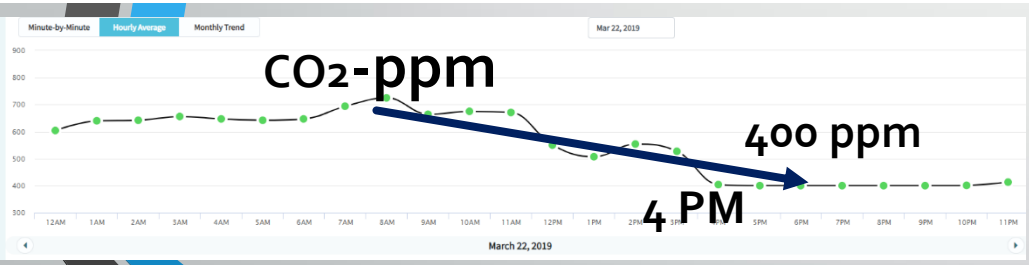
Multisenzorová kampaň v Brně - uHoo

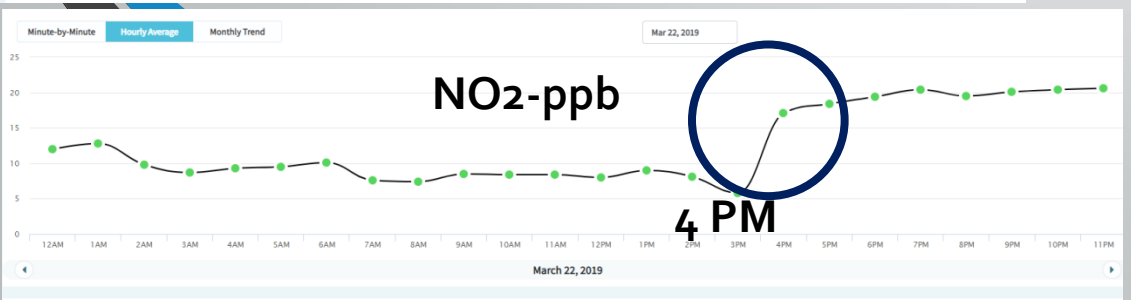
- Vnější zdroj Vnitřního znečištění
- Lokalita: Úvoz
- Okna pouze do vnitrobloku
- Pátek – dopravní špička

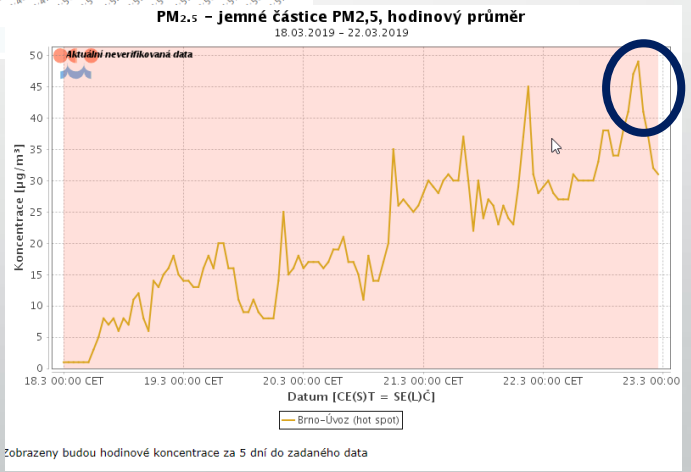


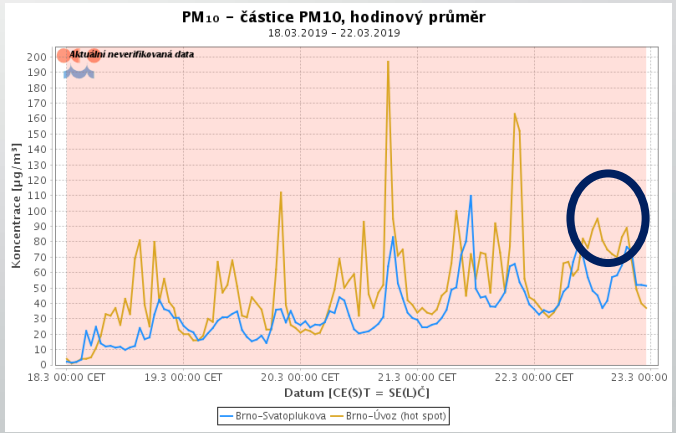






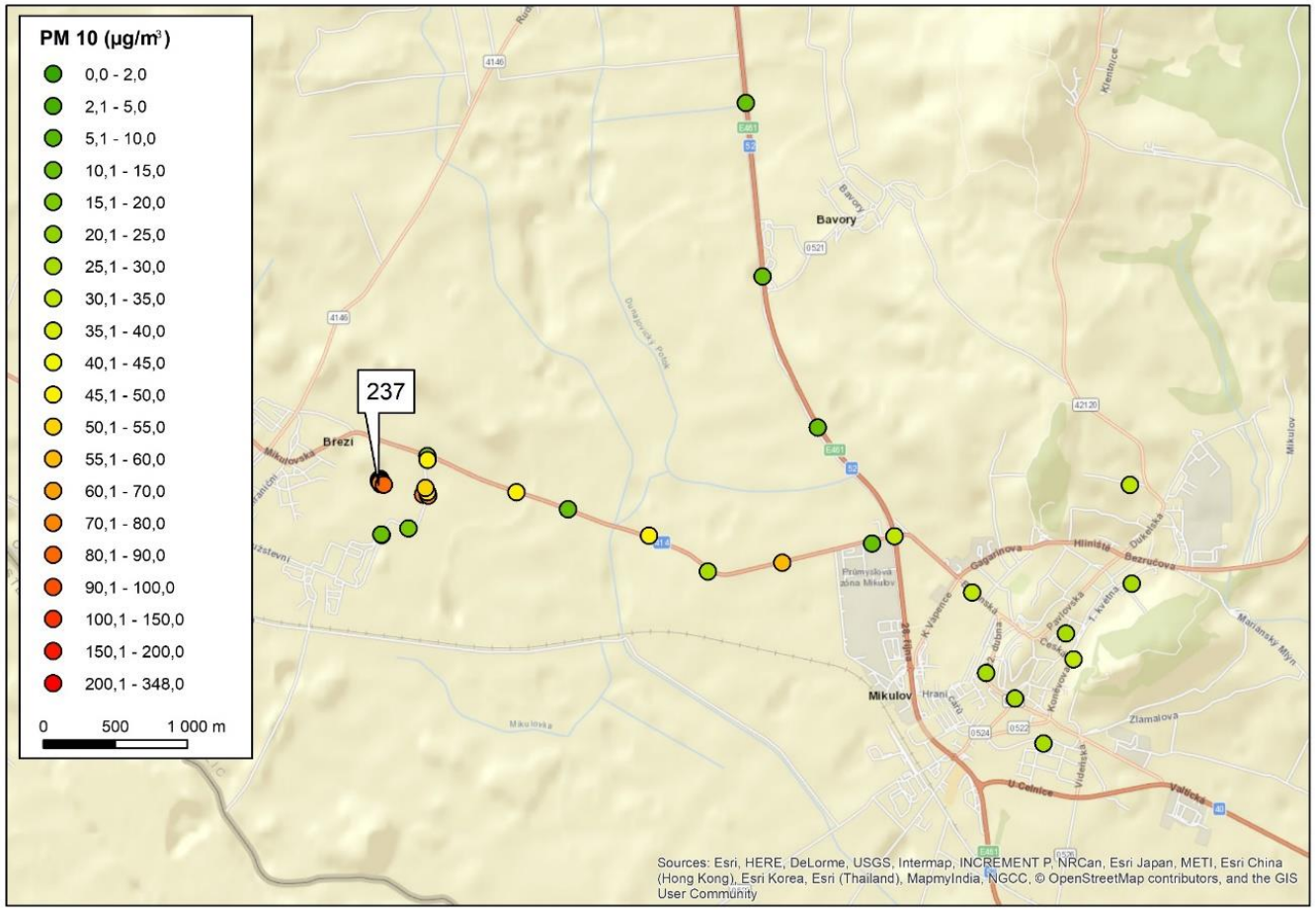






MUNI | RECETOX

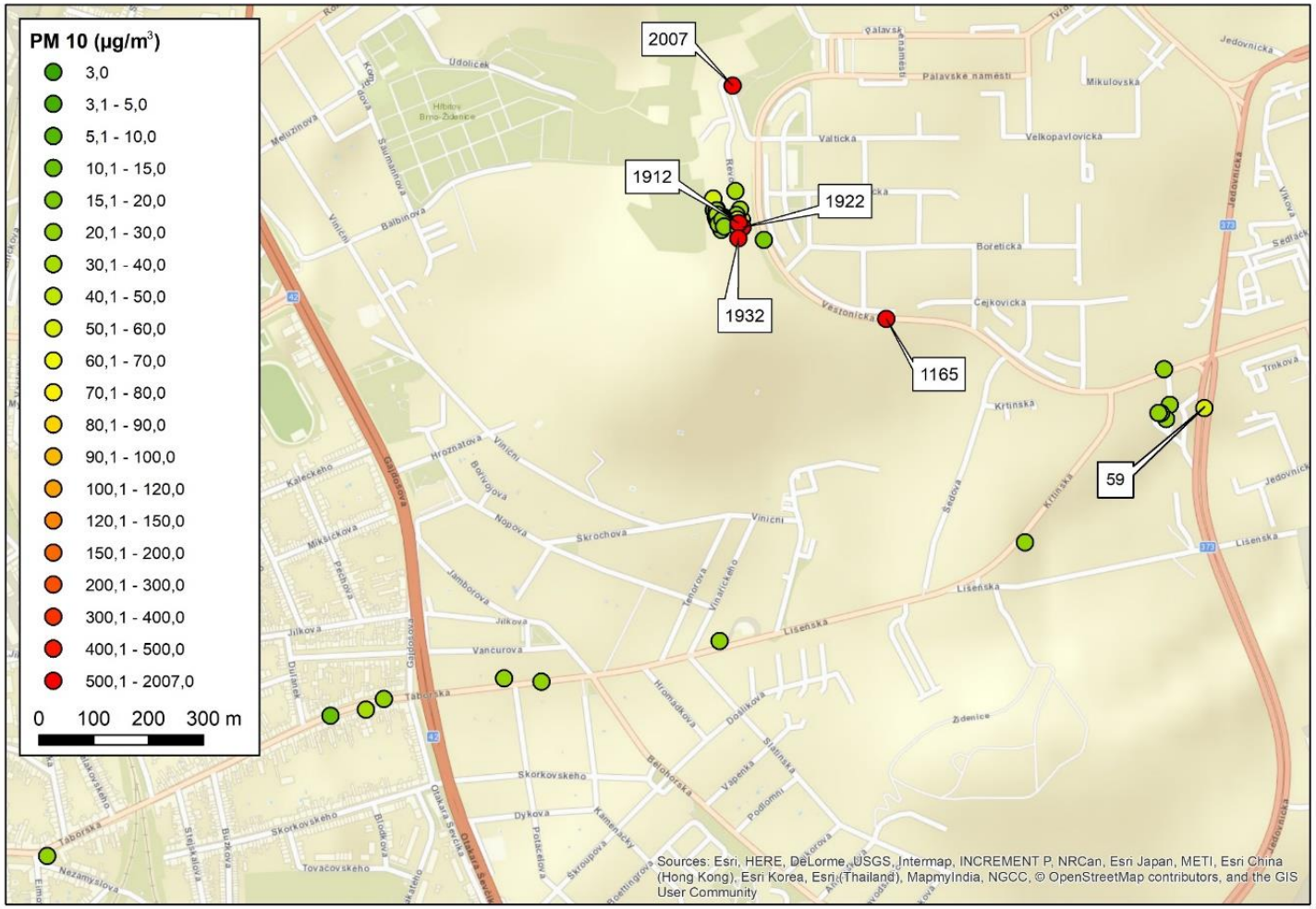
Multisenzorová kampaň v Brně – PM sensor



Rodinný výlet
Táborák – spalování dřeva

European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation
ICARUS
MUNI | RECETOX

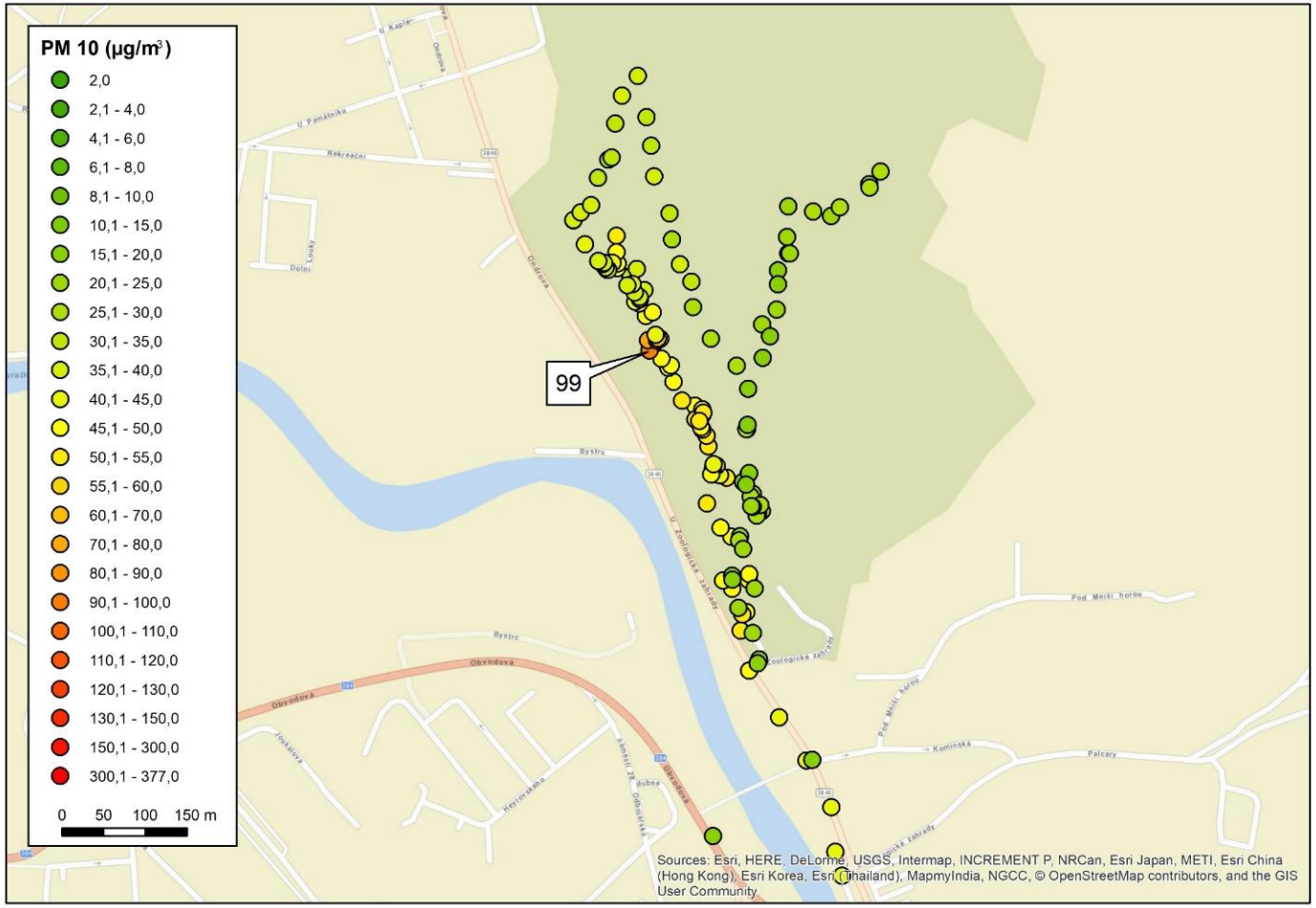
Multisenzorová kampaň v Brně – PM sensor



Řidič auta
Kouření v autě
Otevření okna

European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation
ICARUS
MUNI | RECETOX

Multisenzorová kampaň v Brně – PM sensor



ZOO Brno
Dolní část ZOO lehce vyšší PM
Nejvyšší "expozice" u mývalů ☺
Nový faktor-langoše!

European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation
ICARUS
MUNI | RECETOX

Pravidla pro čistší vzduch v domácnostech

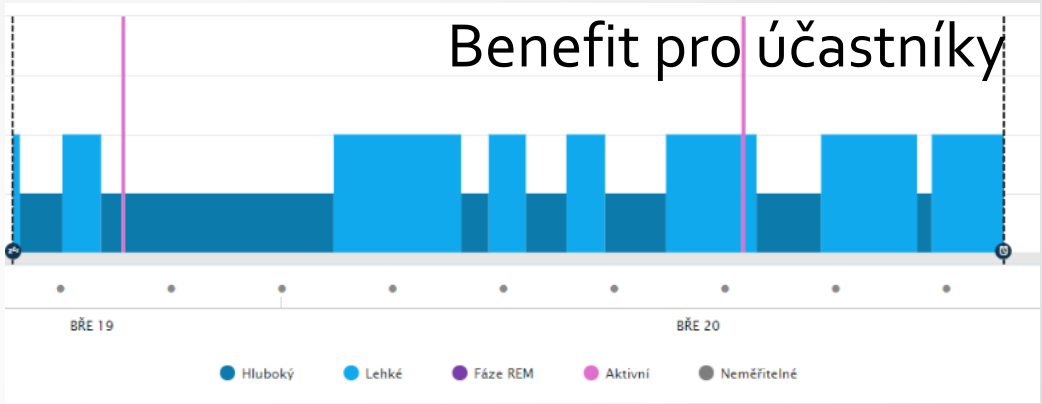
- Pravidelně a intenzivně větrejte
- Větrejte během vaření a po něm
- Důkladně větrejte po zatápění v krbu apod.
- V případě, že žijete u dopravně zatížených silnic, tak ve špičce větrejte pouze krátce a intenzivně
- Nekuřte v domácnosti
- Nepoužívejte vonné svíčky, tyčinky apod.
- Zbytečně nepoužívejte čistící a desinfekční přípravky
- Používejte čistící prostředky bez obsahu VOC
- Používejte barvy bez VOC
- Neskladujte barvy apod. otevřené
- Omezte využívání umělých materiálů a dřevotřísky
- Po umístění nového dřevotřískového nábytku důkladně větrejte, dokud je cítit formaldehyd
- Omezte množství bytového textilu a kobercových ploch
- Vyměňujte filtry u klimatizace a čistěte ji
- 1-2 x týdně doma vytřete
- Vždy po sezoně nechte vyčistit komín
- Hobby (lepení apod.) nepatří do obýváku
- Udržujte optimální teplotu (cca. 18-24°C) a vlhkost (cca 40-60 %)

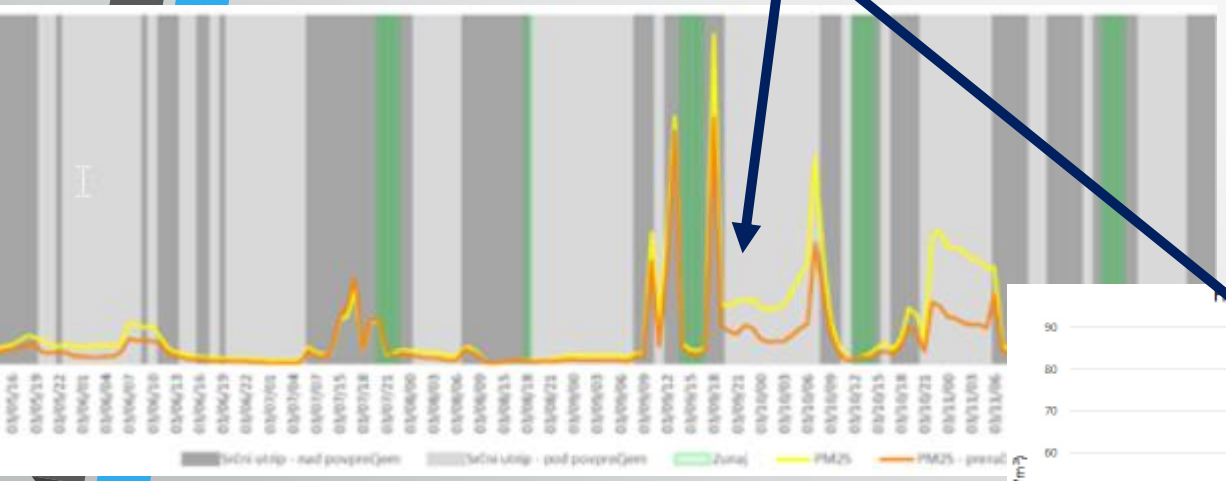
European Commission | Horizon 2020 European Union funding for Research & Innovation

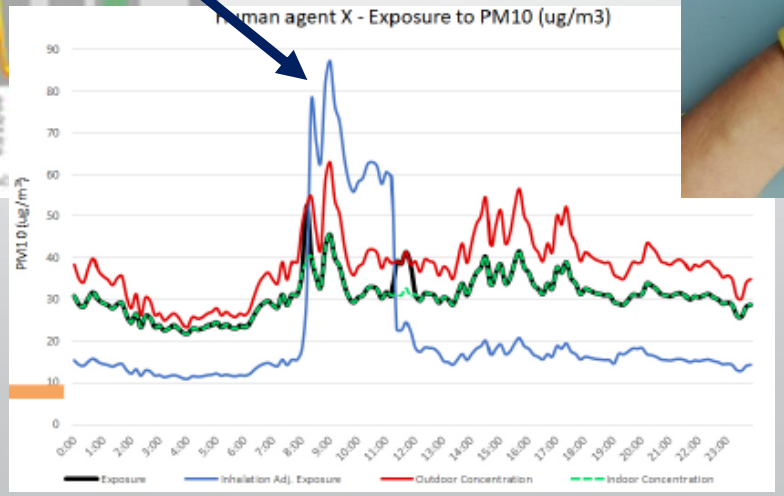
ICARUS

Co dál....?

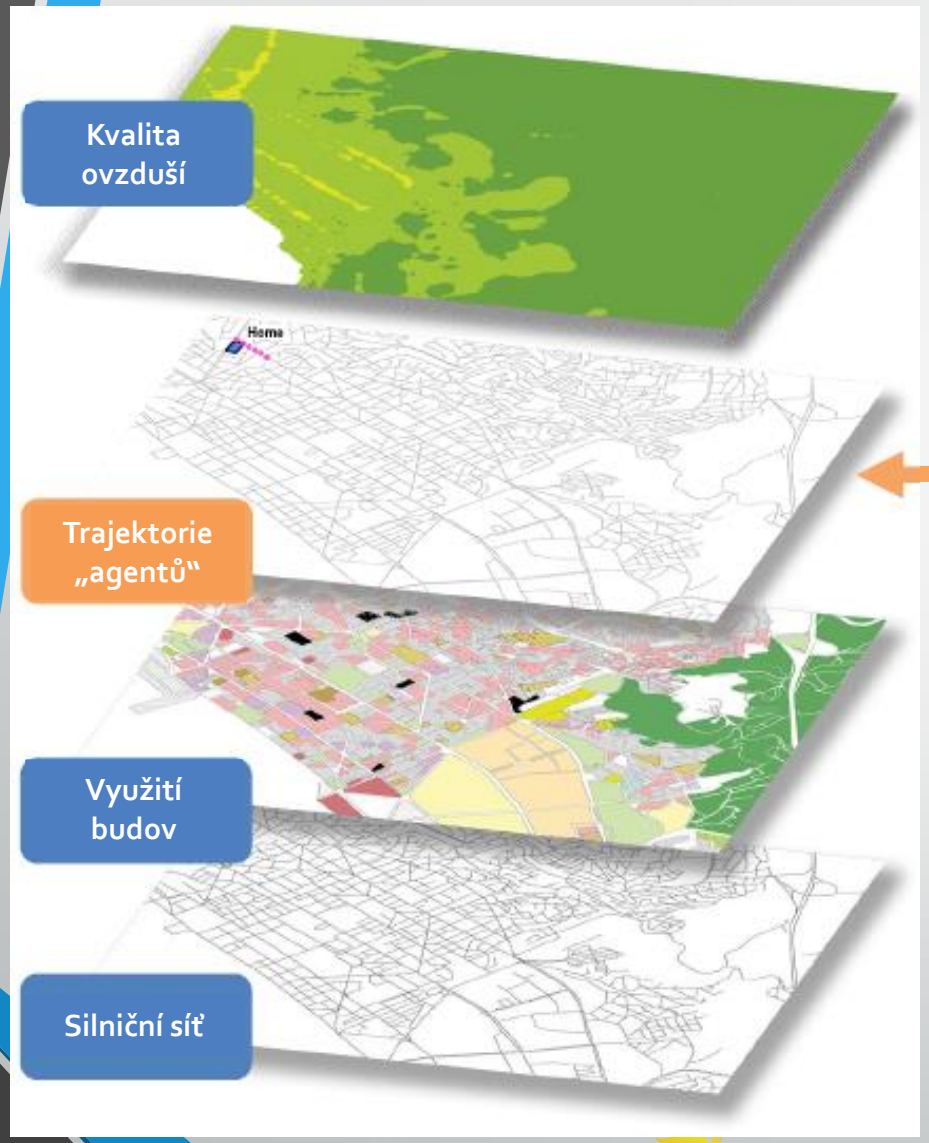
Garmin Vivosmart 3







Co dál…? ABM – Agent-based modely v městských systémech (Soluň)

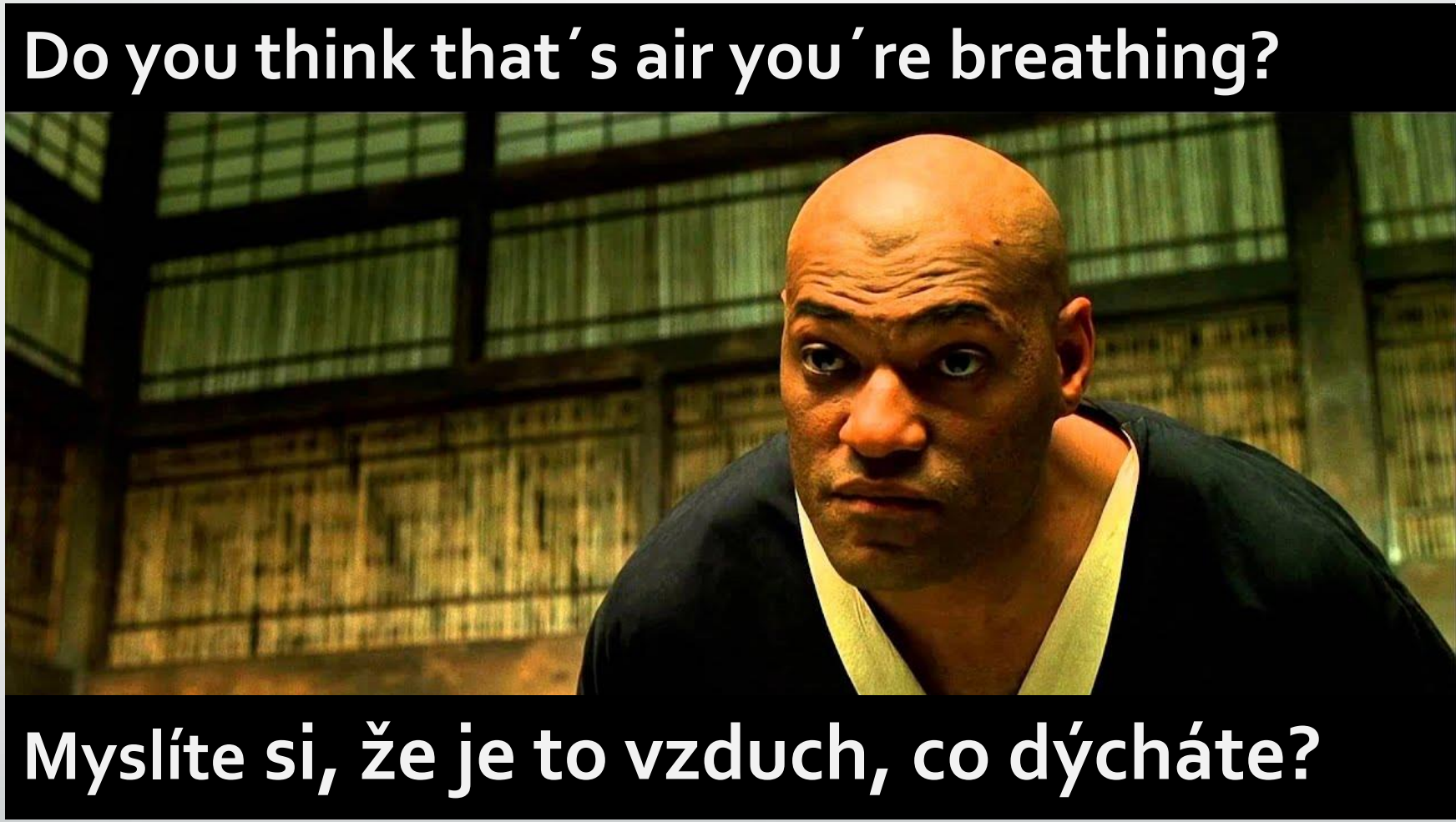


European Commission
Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation
ICARUS
ARISTOTLE UNIVERSITY OF THESSALONIKI
MUNI | RECETOX

DĚKUJI ZA POZORNOST

Poděkování
Všem účastníkům

A pomocníkům
Ondřej Sáňka
Jakub Vinkler
Roman Prokeš
Céline Degrendele



www.icarus2020.eu
ondrej.mikes@recetox.muni.cz

European Commission
Horizon 2020
European Union funding
for Research & Innovation

CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

T A
Č R

Kvalita ovzduší v městském prostředí – Parky Brno

Roman Ličbinský, Jiří Huzlík, Jitka Hegrová
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.

T A
Č R

Projekt TL01000286 Městské parky jako kvalitní sociální a přírodní prostředí pro život je spolufinancován se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu ÉTA.

www.tacr.cz

Výzkum užitečný pro společnost

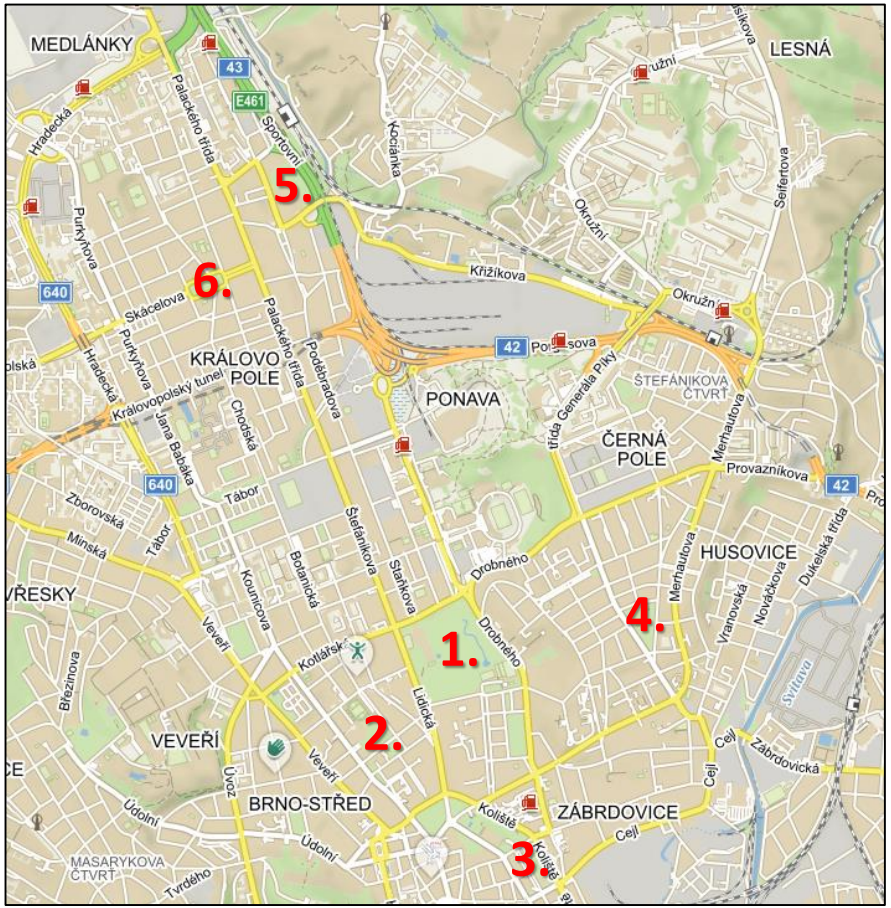
Úvod

- Projekt „Městské parky jako kvalitní sociální a přírodní prostředí pro život“
- Propojení sociálně vědních výzkumů s kontaminací půd a ovzduší vybraných brněnských parků
- Podklady pro rozhodnutí na úrovni Statutárního města Brna.

Metodika

- Měření kvality ovzduší v parcích města:
    1. Lužánky
    2. Tyršův sad
    3. park Koliště
    4. Schreberovi zahrádky
    5. park Božetěchova
    6. Slovanské náměstí

- Srovnání s širším okolím



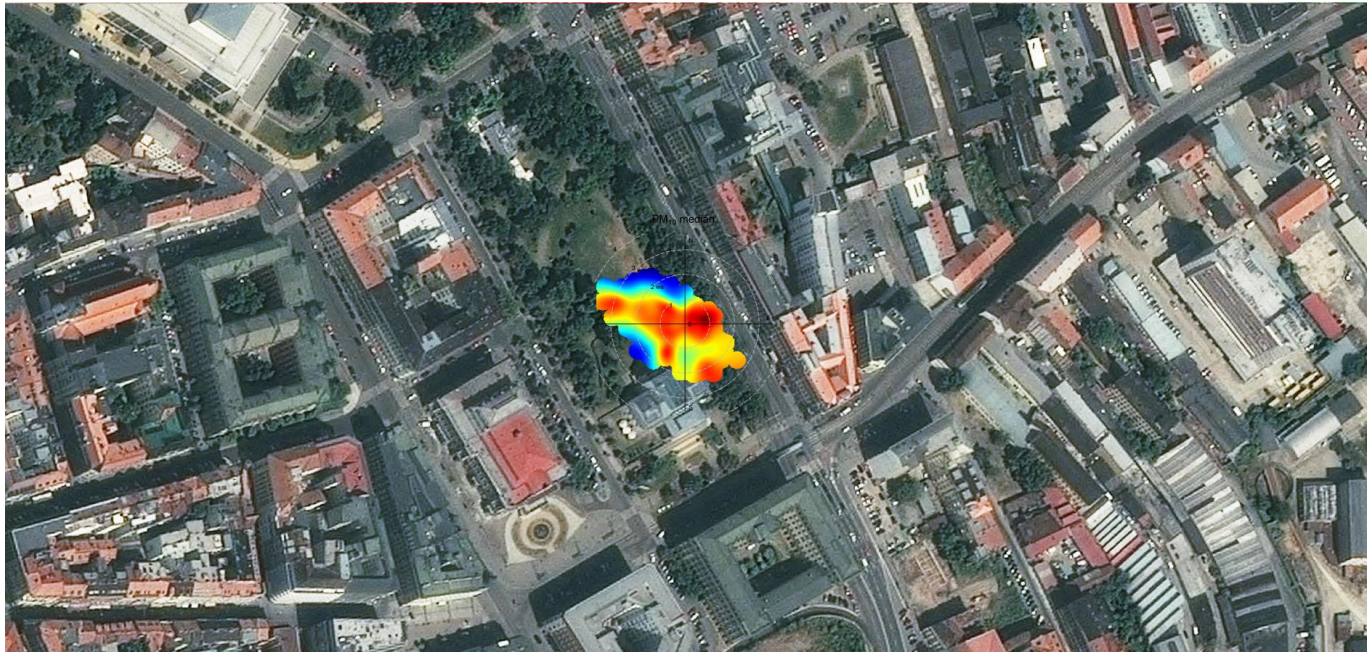
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

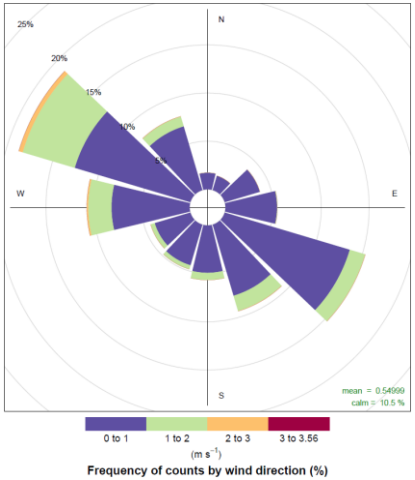
Koliště 18. 1. – 1. 2. 2019

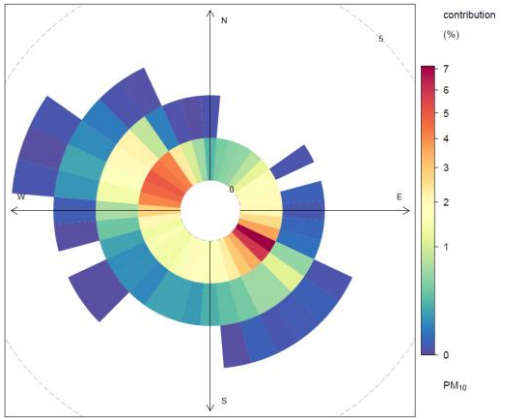
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Koliště 18. 1. – 1. 2. 2019

PM_{10}



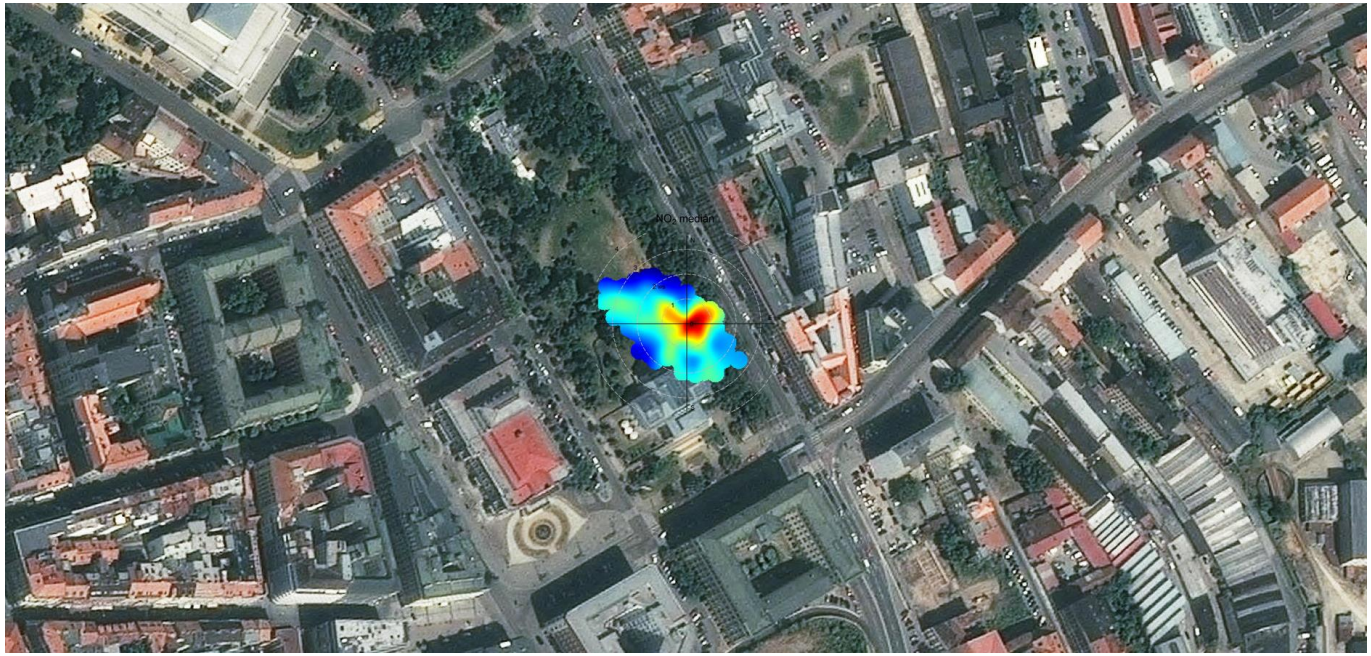


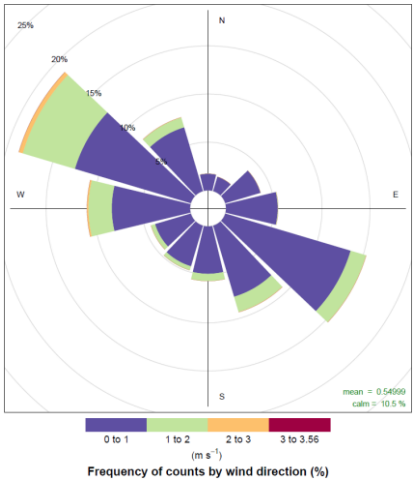


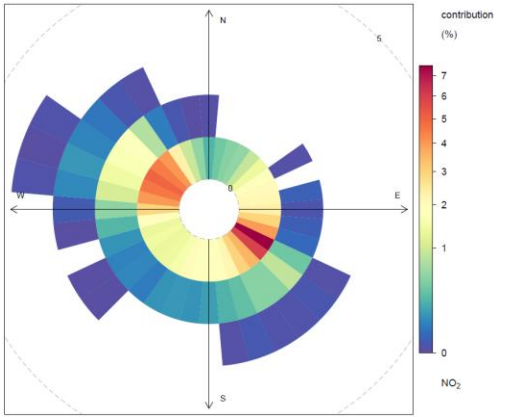
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Koliště 18. 1. – 1. 2. 2019

NO_2







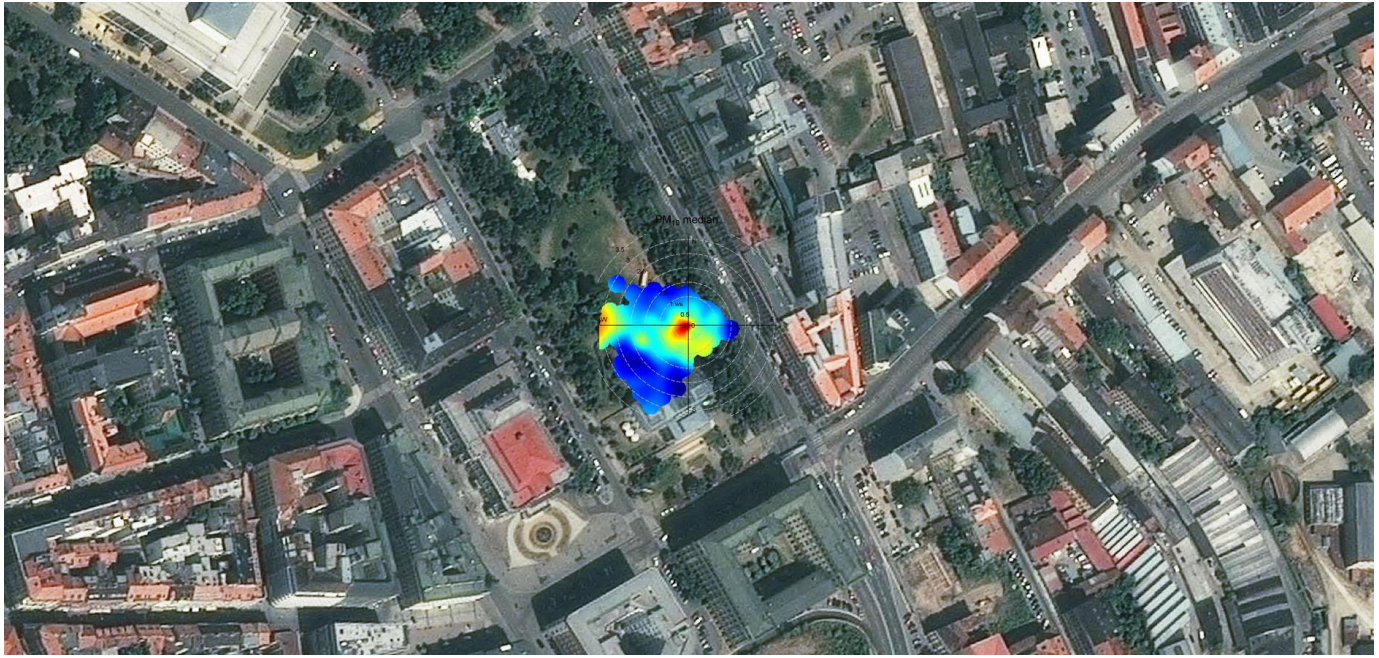
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

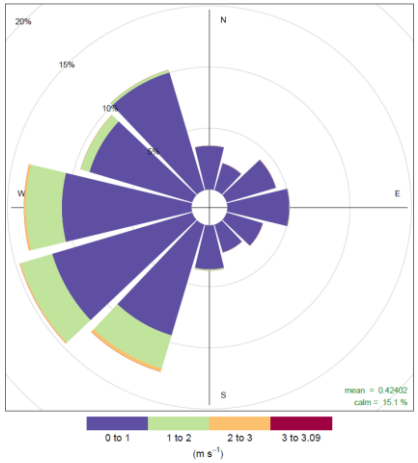
Koliště 7. 6. – 21. 6. 2019

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

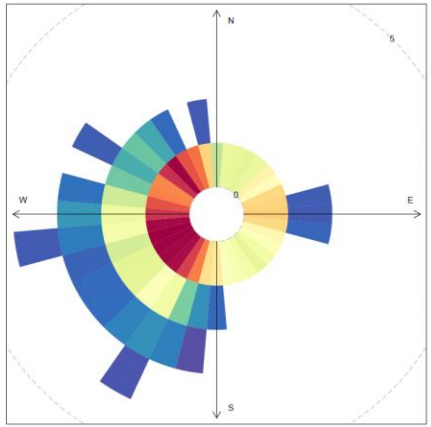
Koliště 7. 6. – 21. 6. 2019

PM_{10}





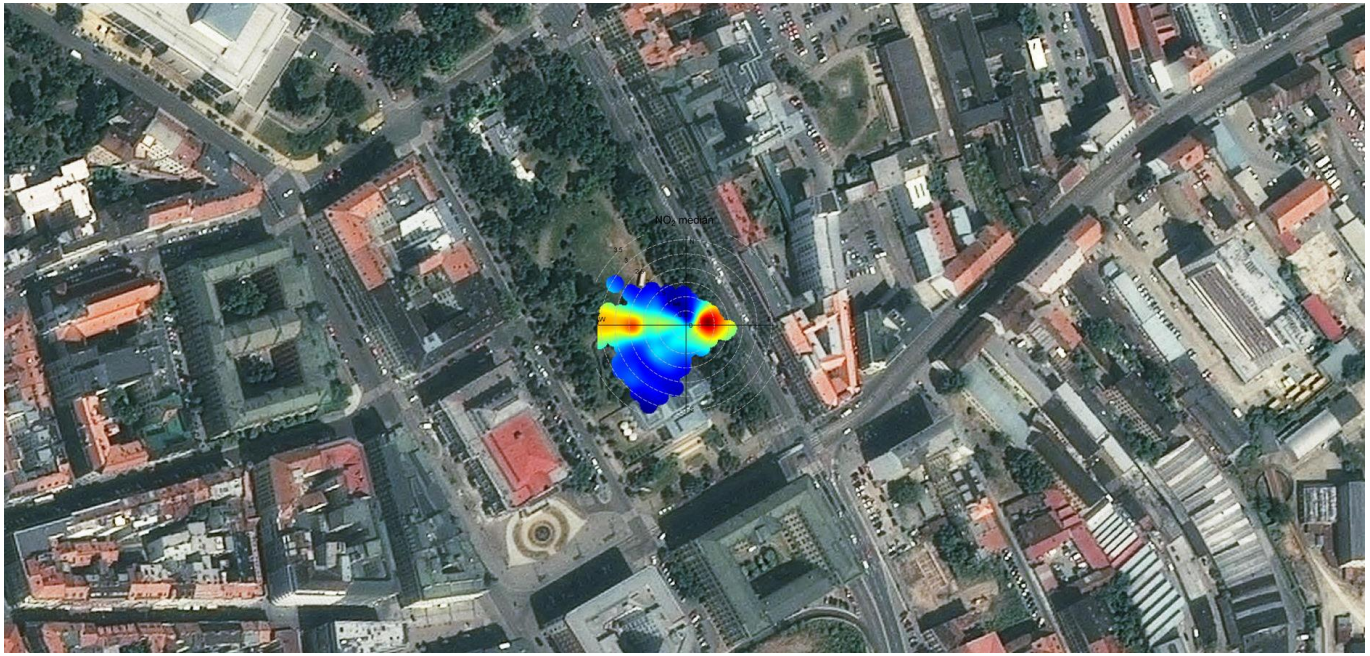
Frequency of counts by wind direction (%)

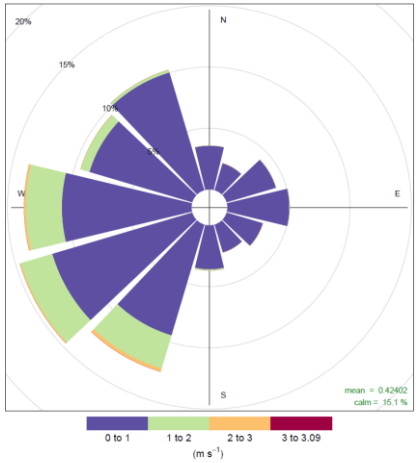


Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

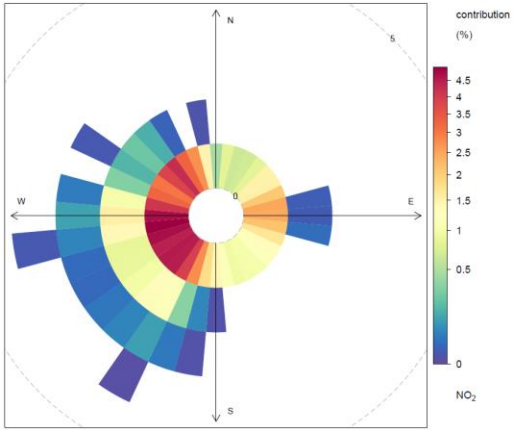
Koliště 7. 6. – 21. 6. 2019

NO_2



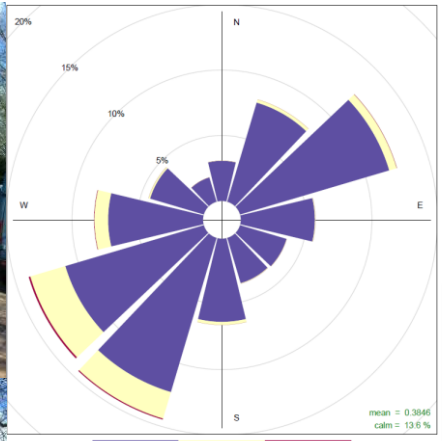


Frequency of counts by wind direction (%)



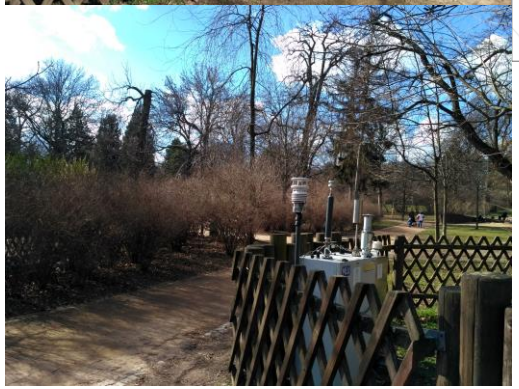
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

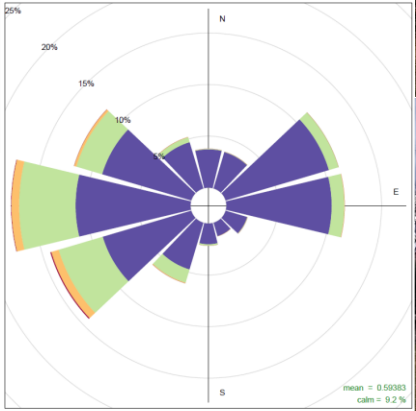
Lužánky – 6. 3. – 20. 3. 2019



Frequency of counts by wind direction (%)

Středisko volného času





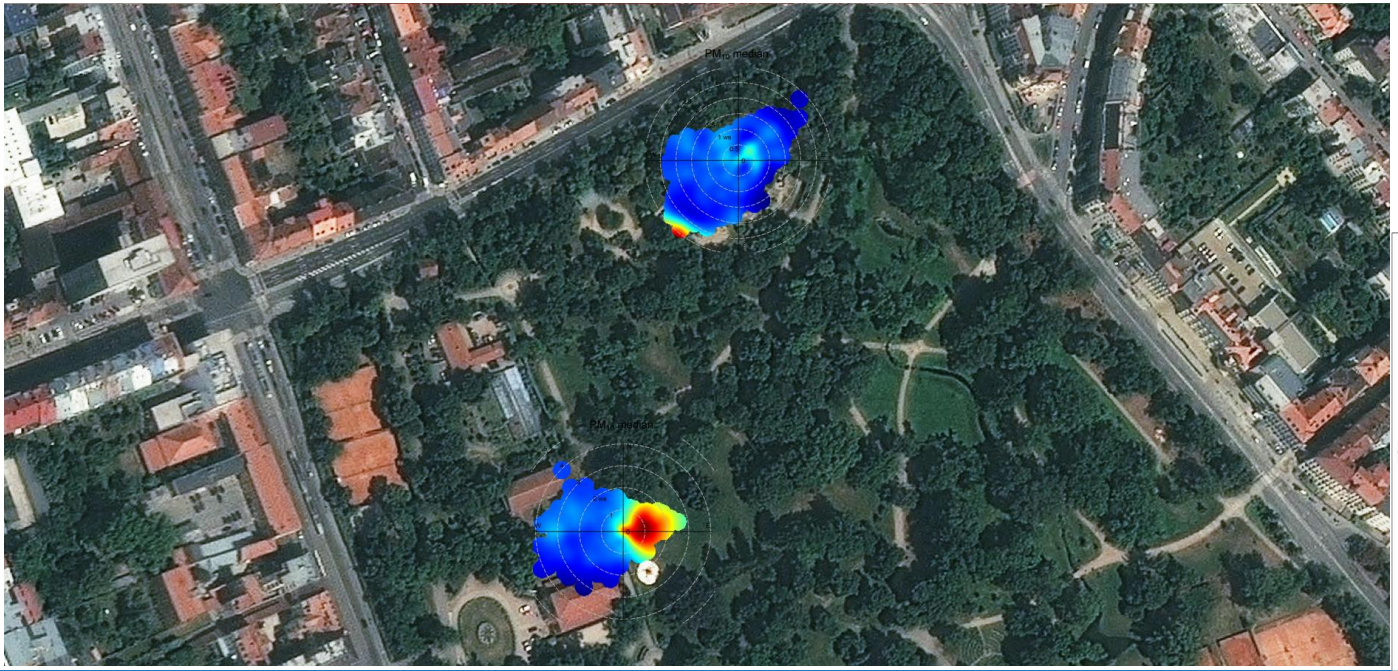
Frequency of counts by wind direction (%)

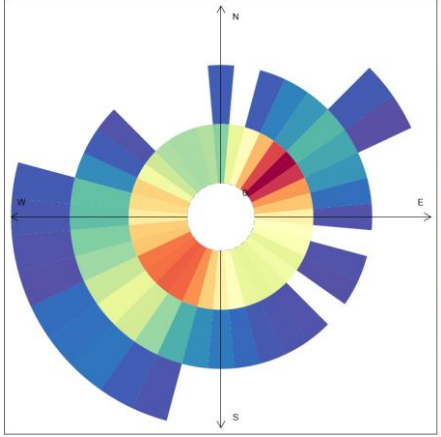
Svojsíkův srub

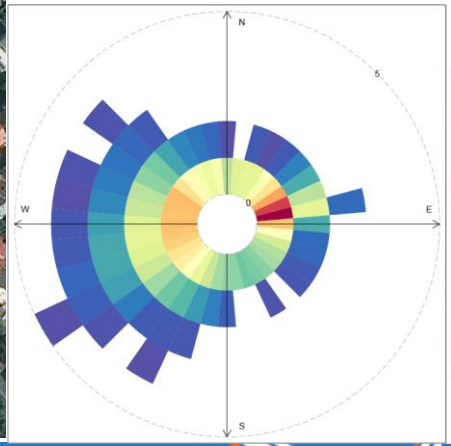
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Lužánky 6. 3. – 20. 3. 2019

PM_{10}



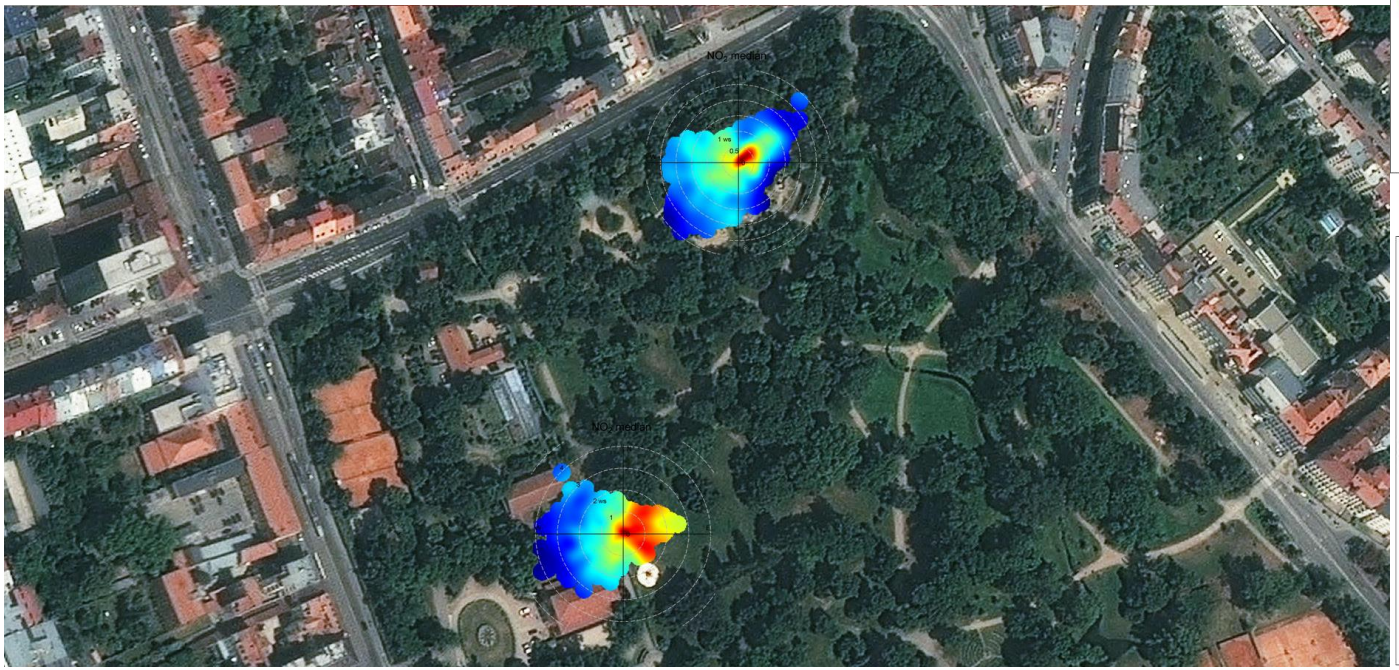


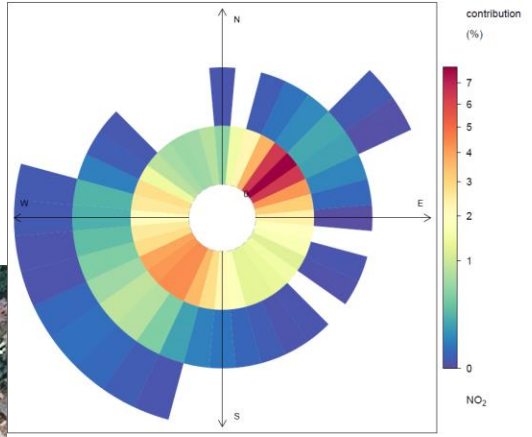


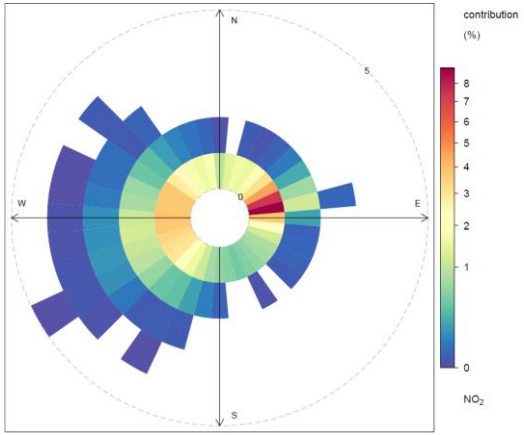
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Lužánky 6. 3. – 20. 3. 2019

NO_2







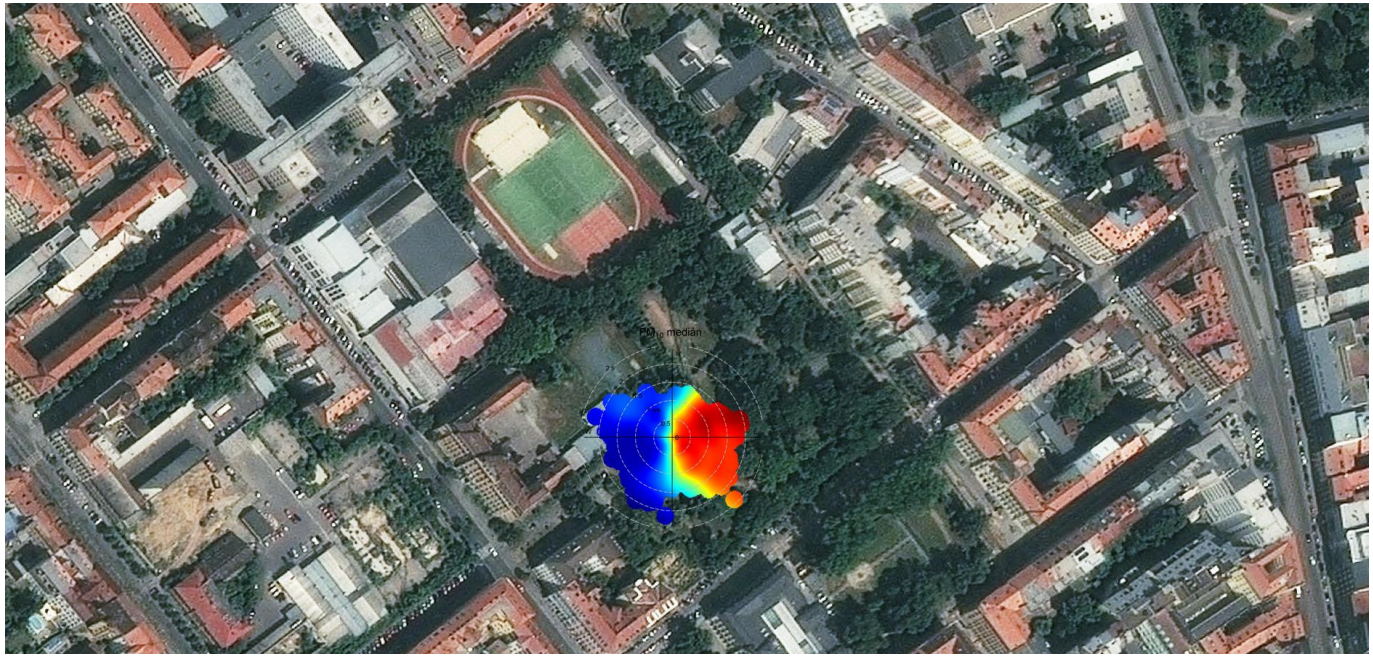
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

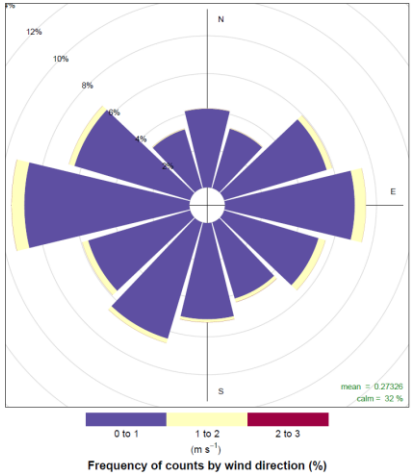
Tyršův sad 8. 2. – 22. 2. 2019

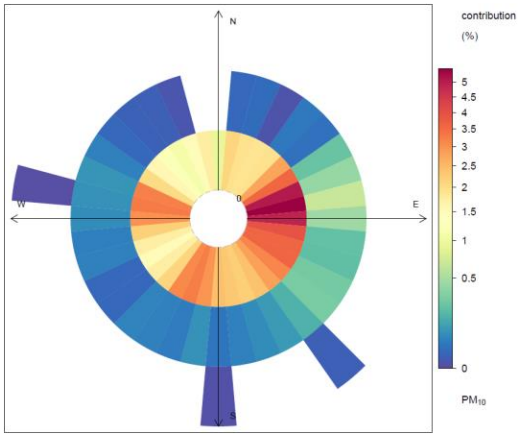
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Tyršův sad 8. 2. – 22. 2. 2019

PM_{10}



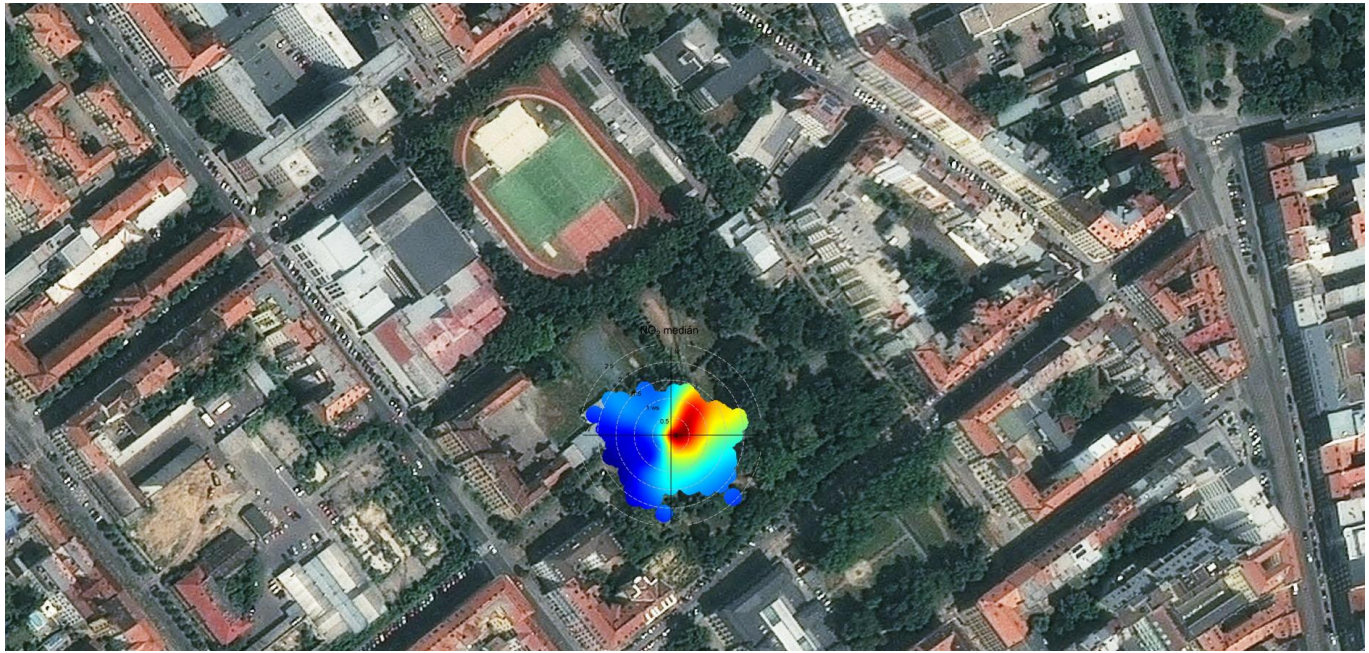


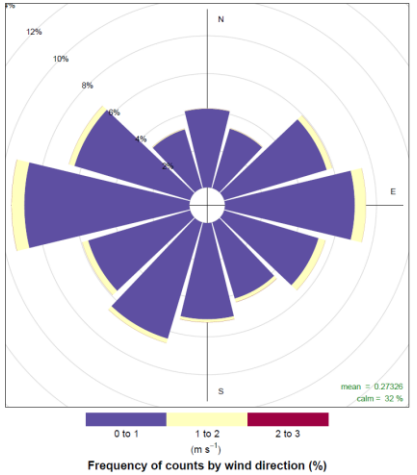


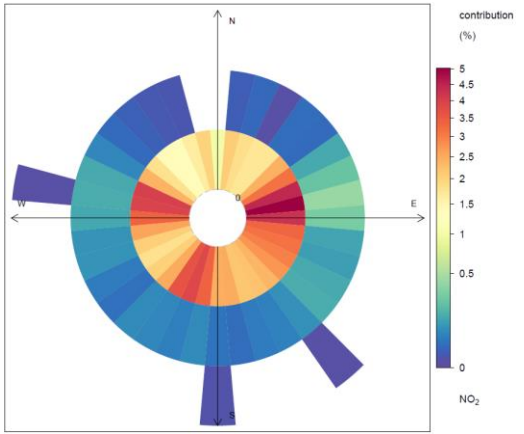
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Tyršův sad 8. 2. – 22. 2. 2019

NO_2

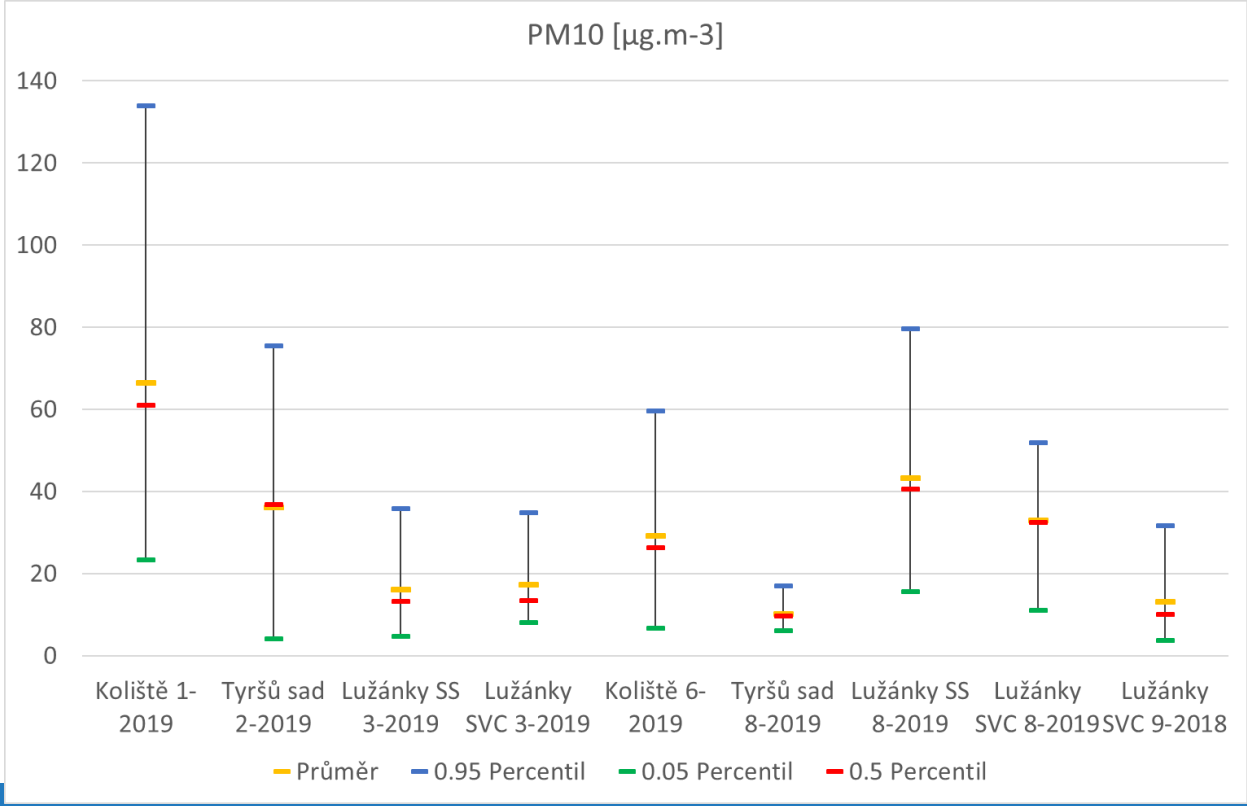






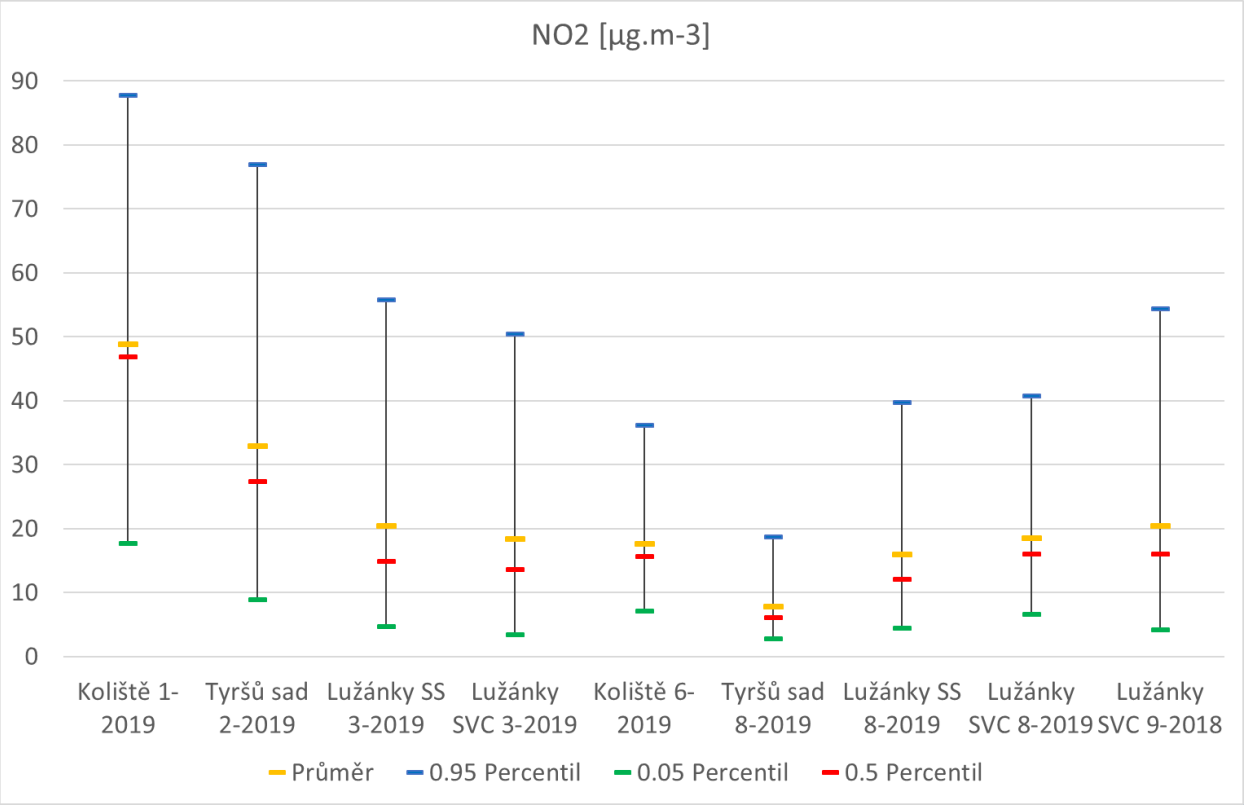
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Porovnání parků – PM_{10}



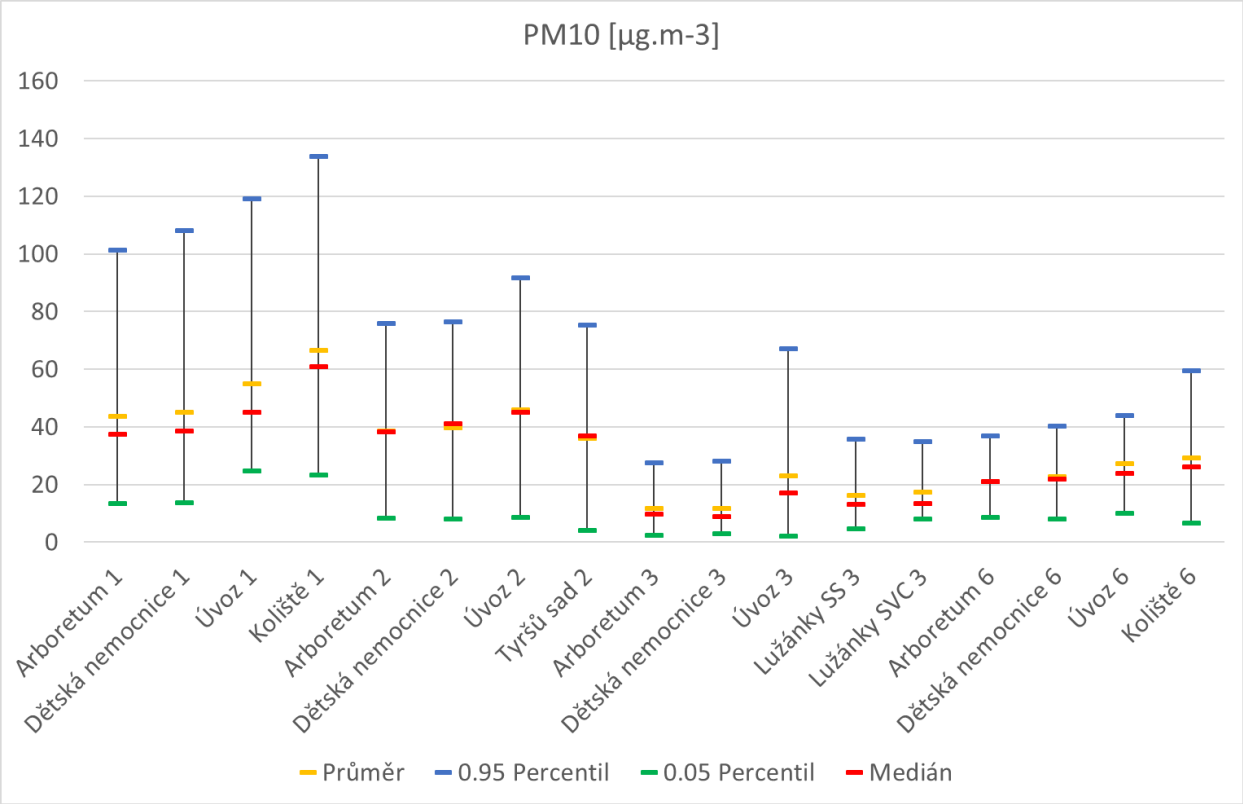
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Porovnání parků – NO_2



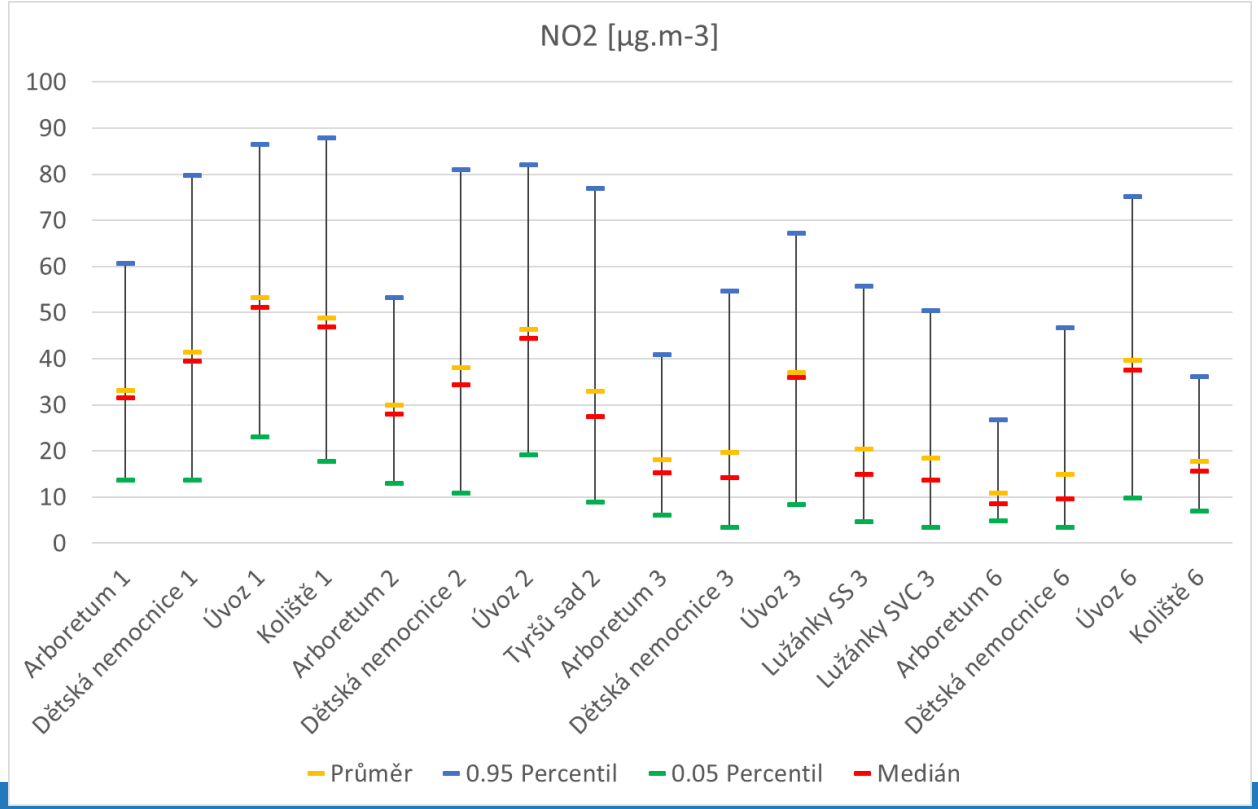
Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Porovnání parků a okolí – PM_{10}



Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

Porovnání parků a okolí – NO_2



Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Roman Ličbinský, roman.licbinsky@cdv.cz

CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

Děkuji vám za pozornost.

Roman Ličbinsky, Jiří Huzlík, Jitka Hegrová

Roman.licbinsky@cdv.cz

telefon: +420 541 641 371

Centrum dopravního výzkumu, v. v. i.
Líšeňská 33a, 636 00 Brno

www.cdv.cz

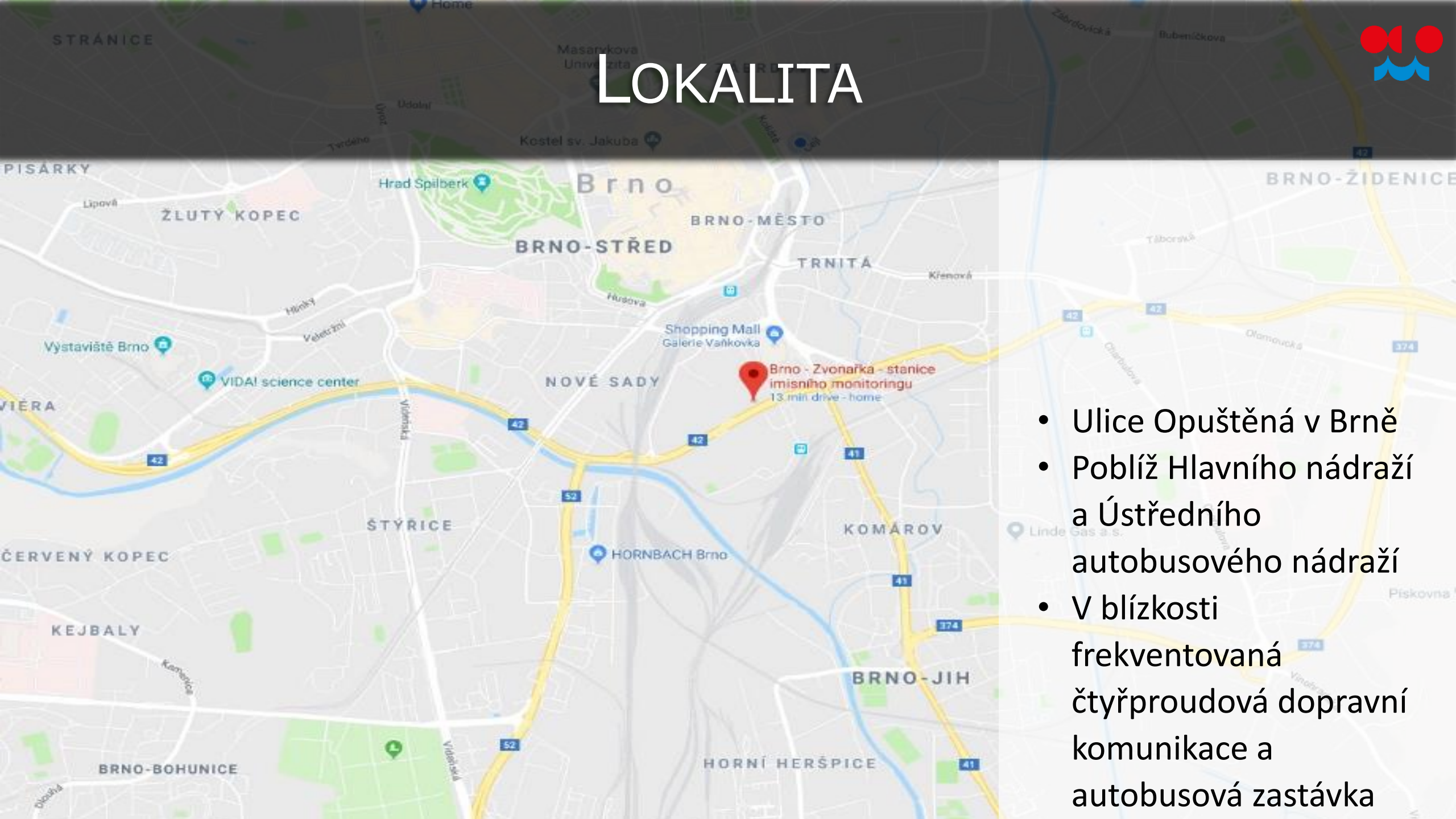
PROJEKTOVÉ KAMPANĚ

Mgr. Jáchym Brzezina

vedoucí oddělení kvality ovzduší, Český hydrometeorologický ústav Brno

Brno-Zvonařka

LOKALITA



- Ulice Opuštěná v Brně
- Poblíž Hlavního nádraží a Ústředního autobusového nádraží
- V blízkosti frekventovaná čtyřproudová dopravní komunikace a autobusová zastávka

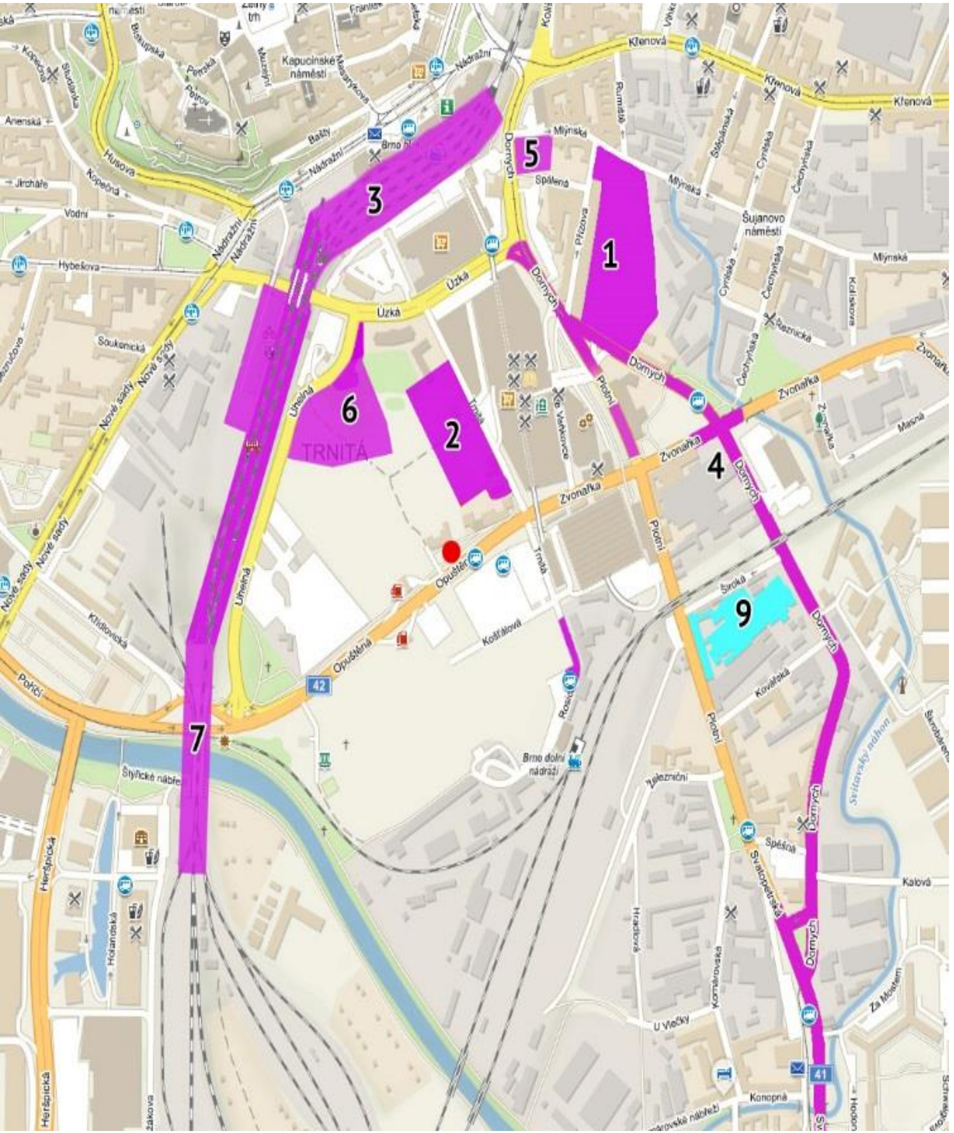
Vliv stavebních prací na kvalitu ovzduší

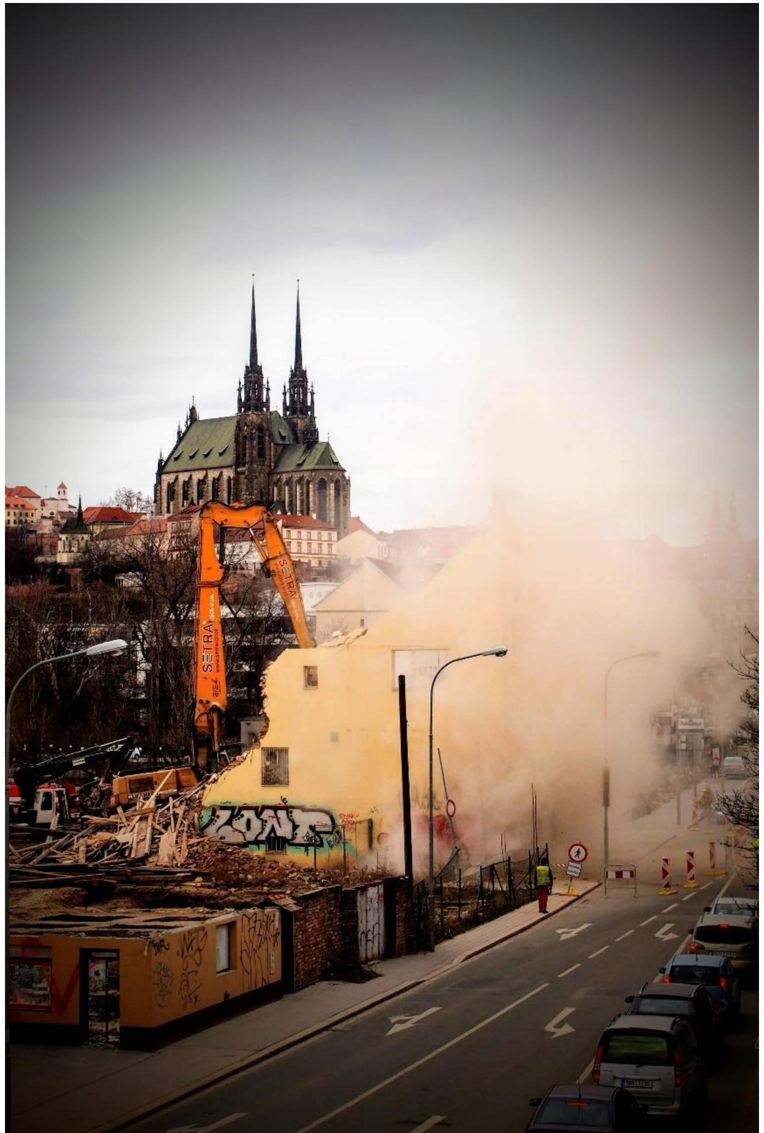
- **vyšší prašnost** ze samotné stavby
- **resuspenze** již usazeného prachu ze stavby automobily, chodci apod.
- **narušená plynulost dopravy** (při různých uzavírkách z důvodu stavebních prací)
- vyšší znečištění z nákladních automobilů vozících stavební materiál na místo stavby v okolí, případně obecně stavebních strojů používaných na stavbě (dieselové agregáty, bagry apod.)

Metody omezení znečišťování ovzduší stavebními pracemi

- Zakrývání
- Čištění
- Kropení
- Vysávání
- Zdroje energie – využívání lokálních přípojek
- Předpříprava – vozit již připravený stavební materiál
- Načasování prací – omezení při zhoršených rozptylových podmínkách
- Plánování – plánování průběhu stavebních prací
- Kontrola

Stavební práce v okolí Zvonařky





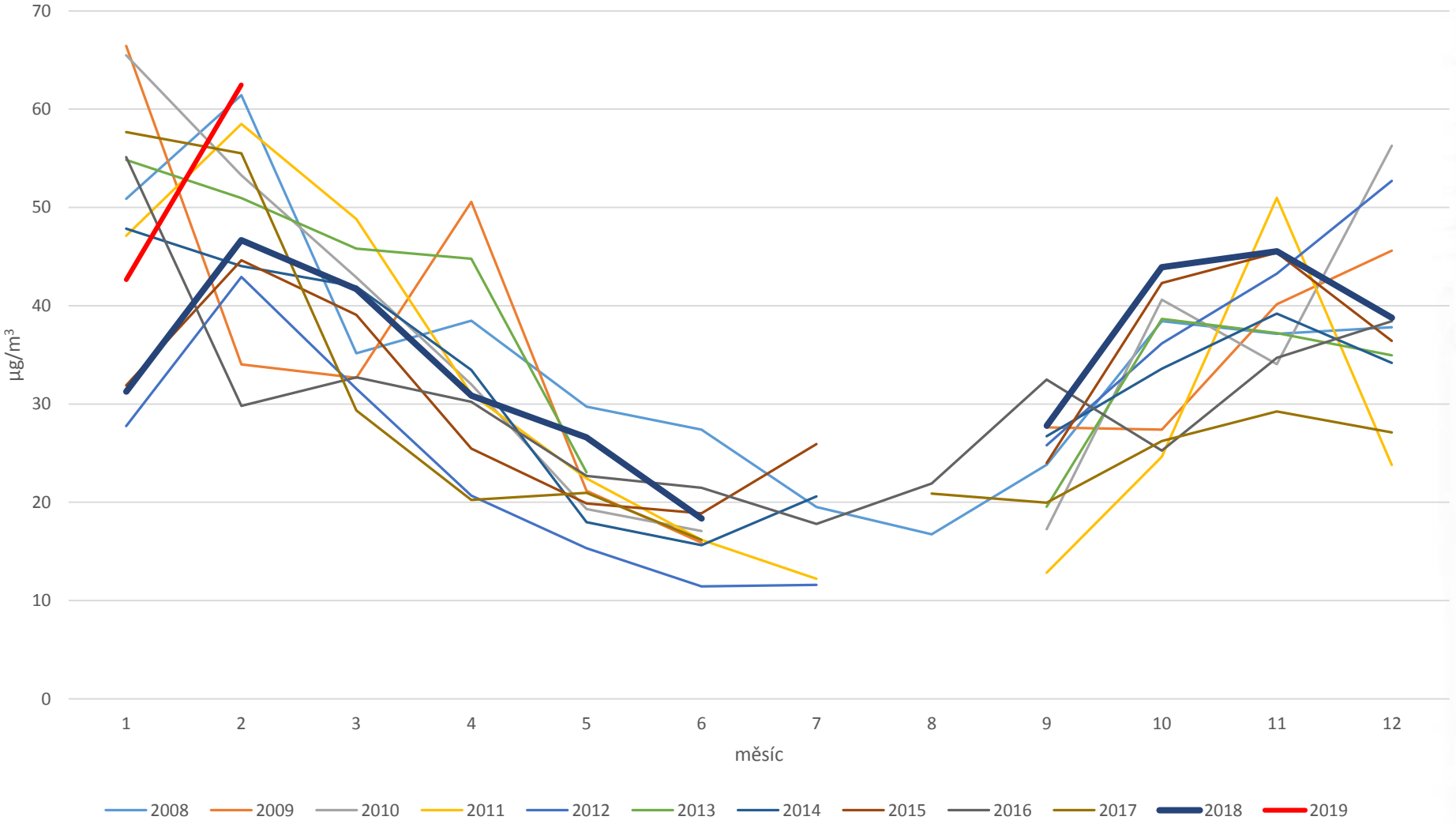
Stavební práce v okolí Zvonařky

Stavební práce v okolí Zvonařky

METEOROLOGICKÉ PODMÍNKY

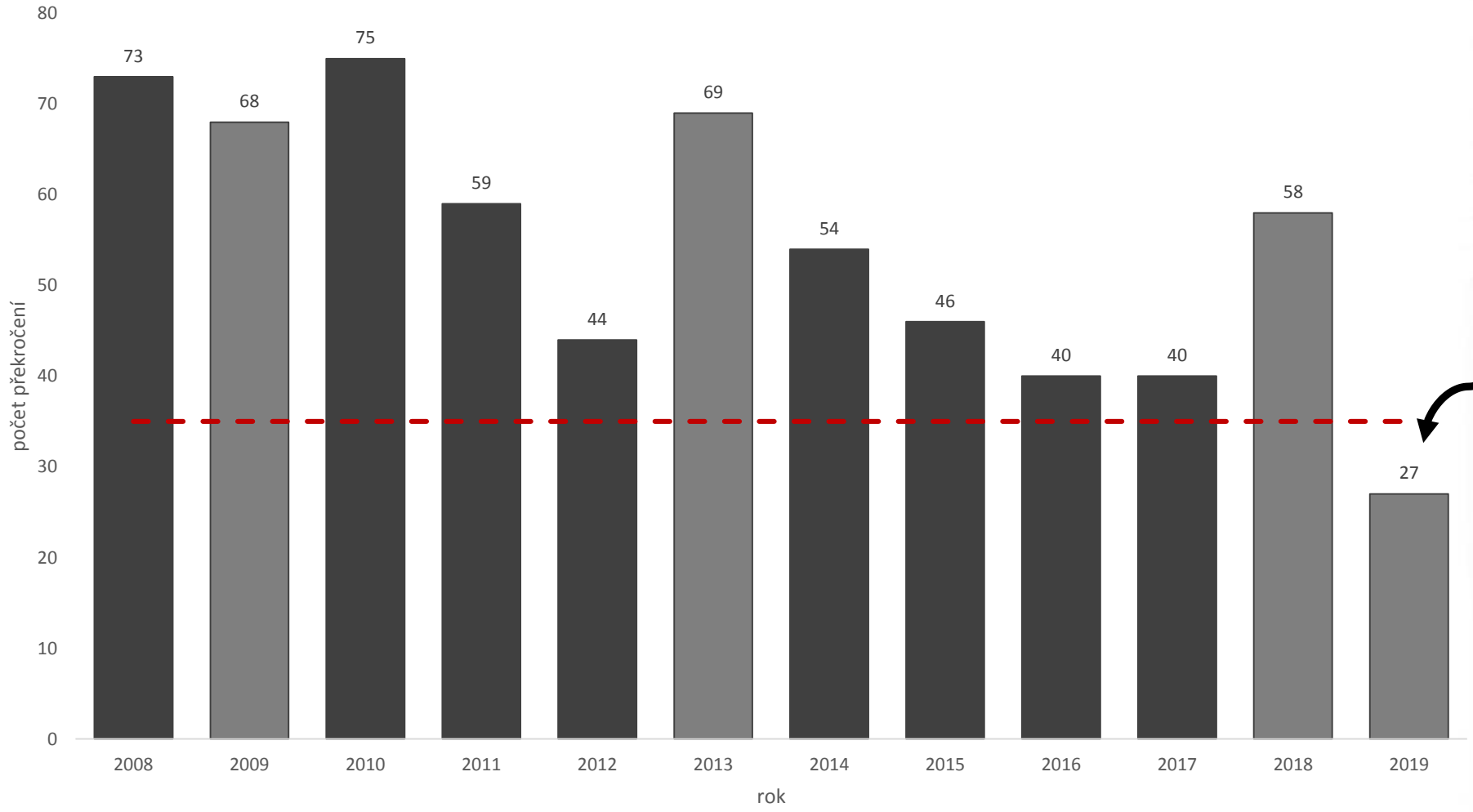
- **meteorologické podmínky velmi významně ovlivňují kvalitu ovzduší** (teplota a vlhkost vzduchu, rychlost a směr větru)
- kromě přízemního ozonu bývají **koncentrace znečišťujících látek nejvyšší v chladnou část roku**, což je dáno jak rozptylovými podmínkami, tak zdroji znečištění
- rok 2018 by v celorepublikovém hledisku teplotně velmi nadprůměrný (nejteplejší rok od začátku měření). To se projevilo i na stanici Brno-Zvonařka – **všech šest analyzovaných měsíců bylo teplotně nadprůměrných** o minimálně 0,5 °C a maximálně téměř 3 °C.
- průměrná měsíční relativní **vlhkost vzduchu byla v analyzovaném šestiměsíčním období každý měsíc nižší**, než činí dlouhodobý průměr na stanici Brno-Zvonařka. Záporné odchylky se pohybovaly od -3,5 do -13 %.
- **rozptylové podmínky v roce 2018 byly v České republice lepší, než činí dlouhodobý průměr.** Dobré rozptylové podmínky byly pozorovány 91 % času, což je 120 % dlouhodobého průměru. Nejlepší byly rozptylové podmínky v květnu a srpnu, naopak nejhorší v říjnu a listopadu.

PM_{10}


70
60
50
40
30
20
10
0
µg/m³
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
měsíc
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019

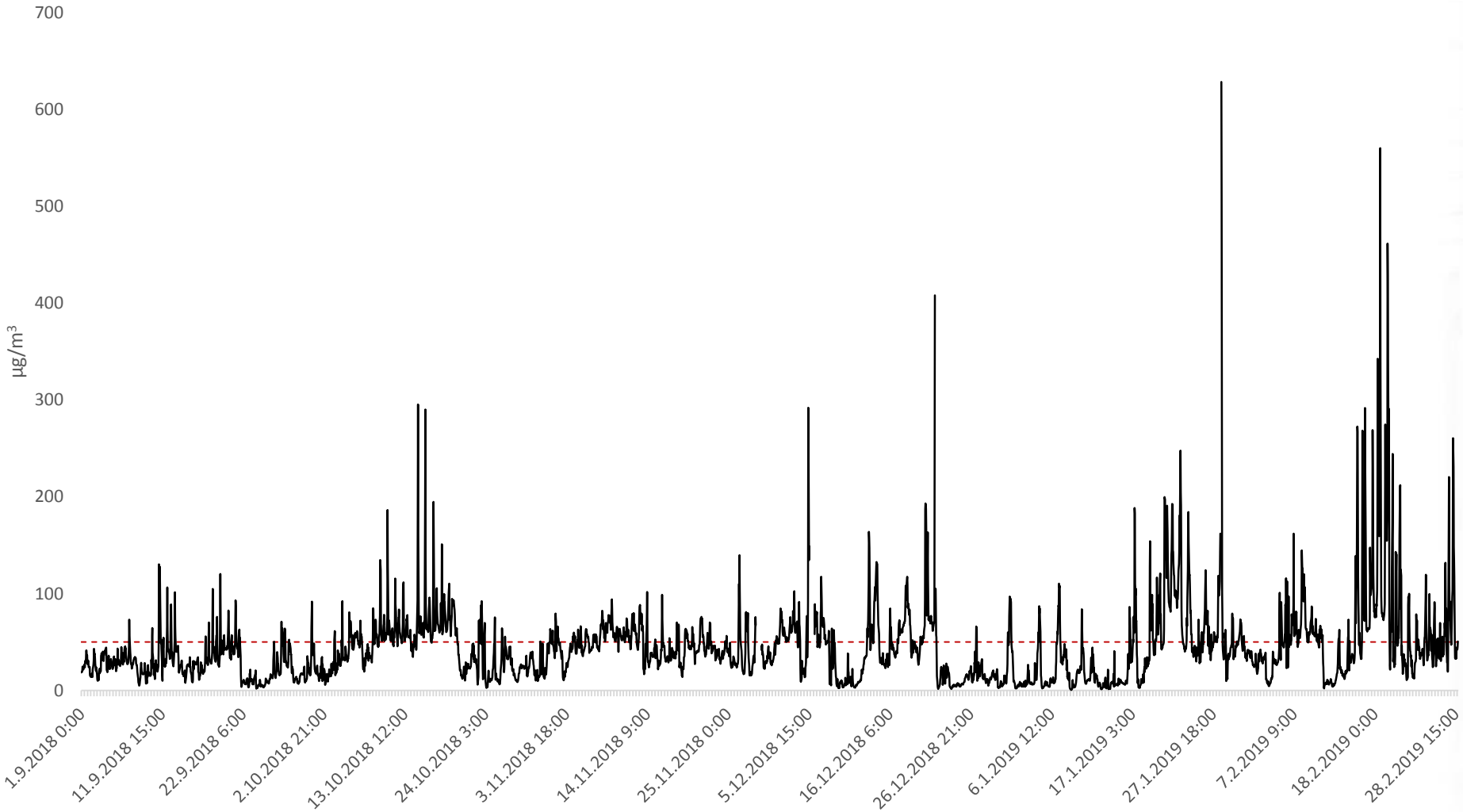
Český
hydrometeorologický
ústav

PM_{10}


počet překročení
rok
80
70
60
50
40
30
20
10
0
73
68
75
59
44
69
54
46
40
40
58
27
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019

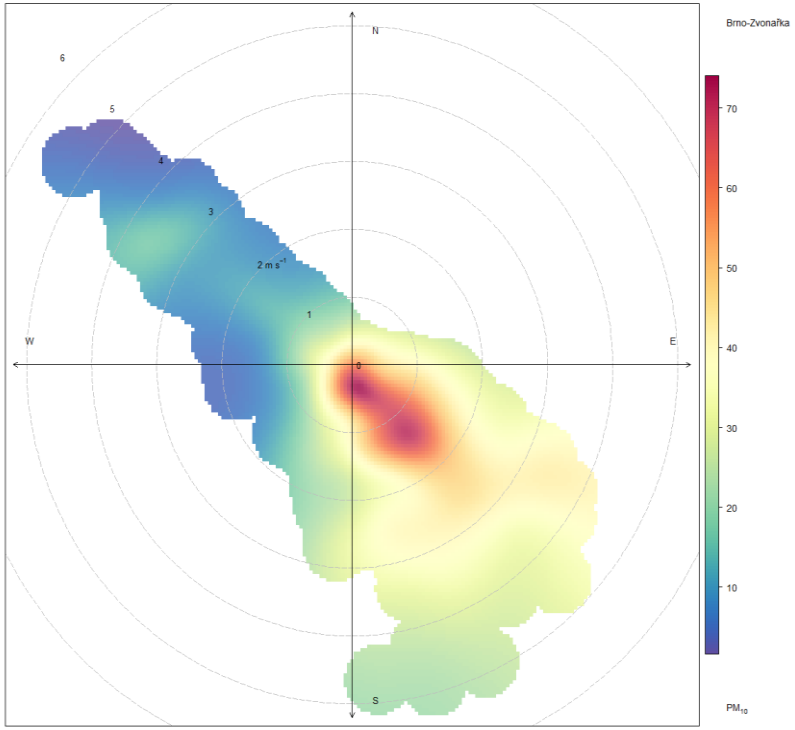
58
Český
hydrometeorologický
ústav

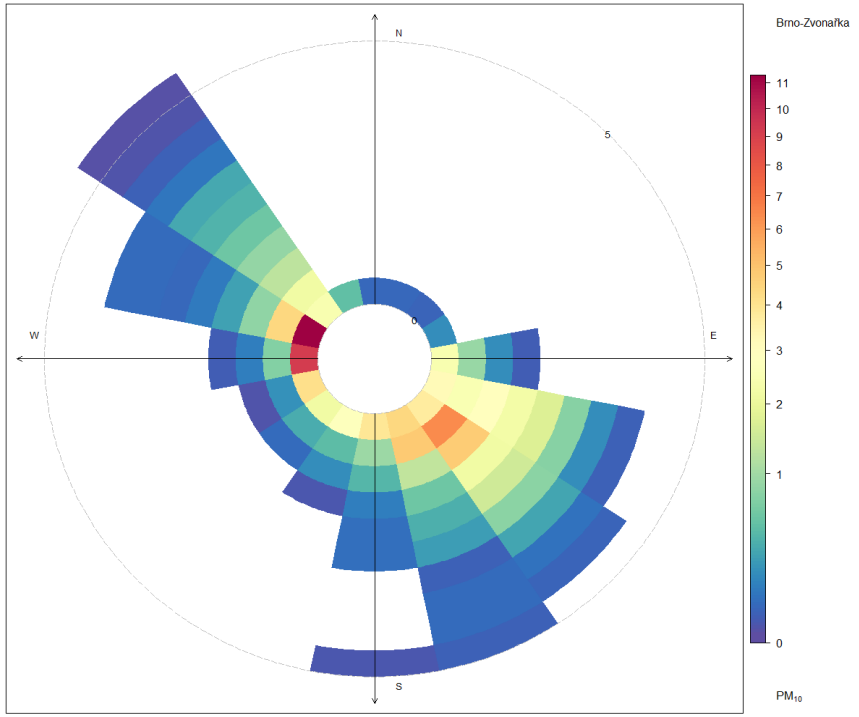
PM_{10}


700
600
500
400
300
200
100
0
µg/m³
1.9.2018 0:00
11.9.2018 15:00
22.9.2018 6:00
2.10.2018 21:00
13.10.2018 12:00
24.10.2018 3:00
3.11.2018 18:00
14.11.2018 9:00
25.11.2018 0:00
5.12.2018 15:00
16.12.2018 6:00
26.12.2018 21:00
6.1.2019 12:00
17.1.2019 3:00
27.1.2019 18:00
7.2.2019 9:00
18.2.2019 0:00
28.2.2019 15:00

Český
hydrometeorologický
ústav

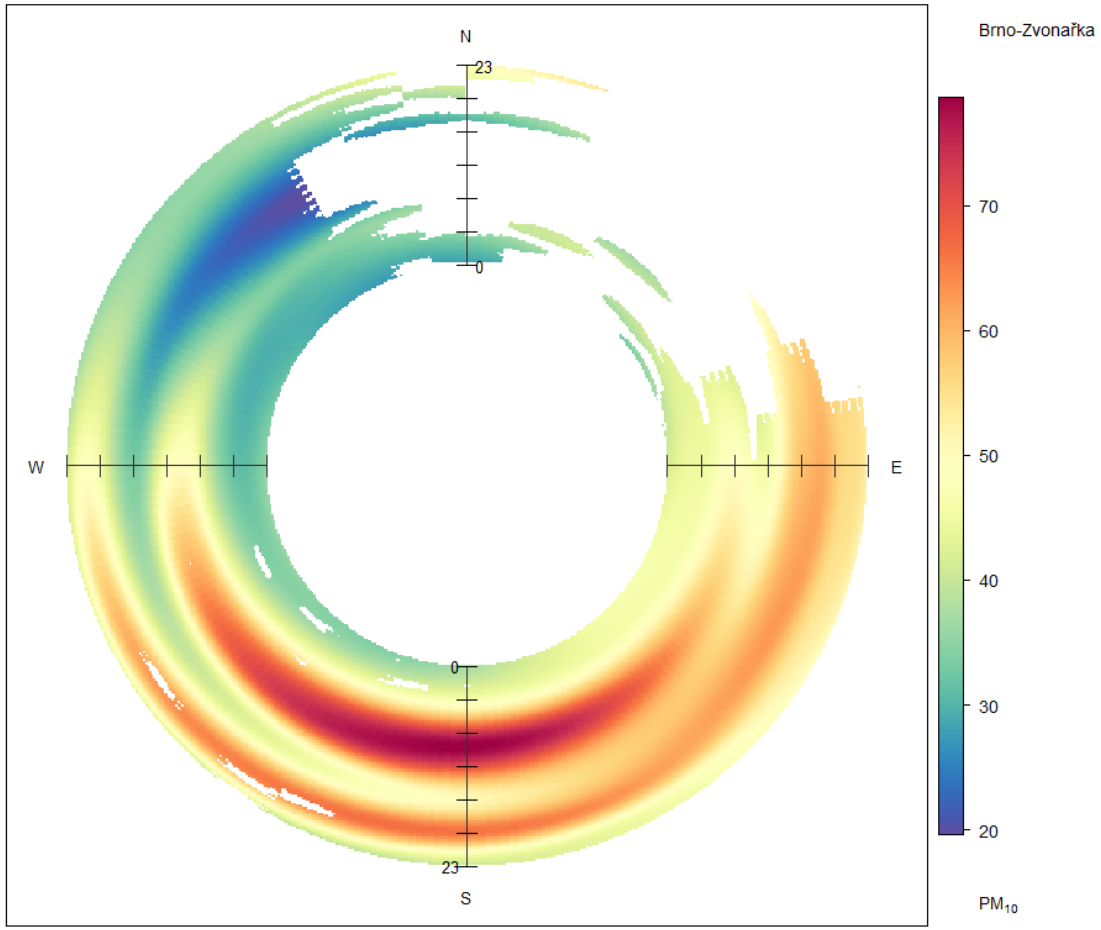
PM_{10}


Brno-Zvonařka
N
W
E
S
6
5
4
3
2 m s⁻¹
1
0
70
60
50
40
30
20
10
PM10


Brno-Zvonařka
N
W
E
S
5
0
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
0
PM10

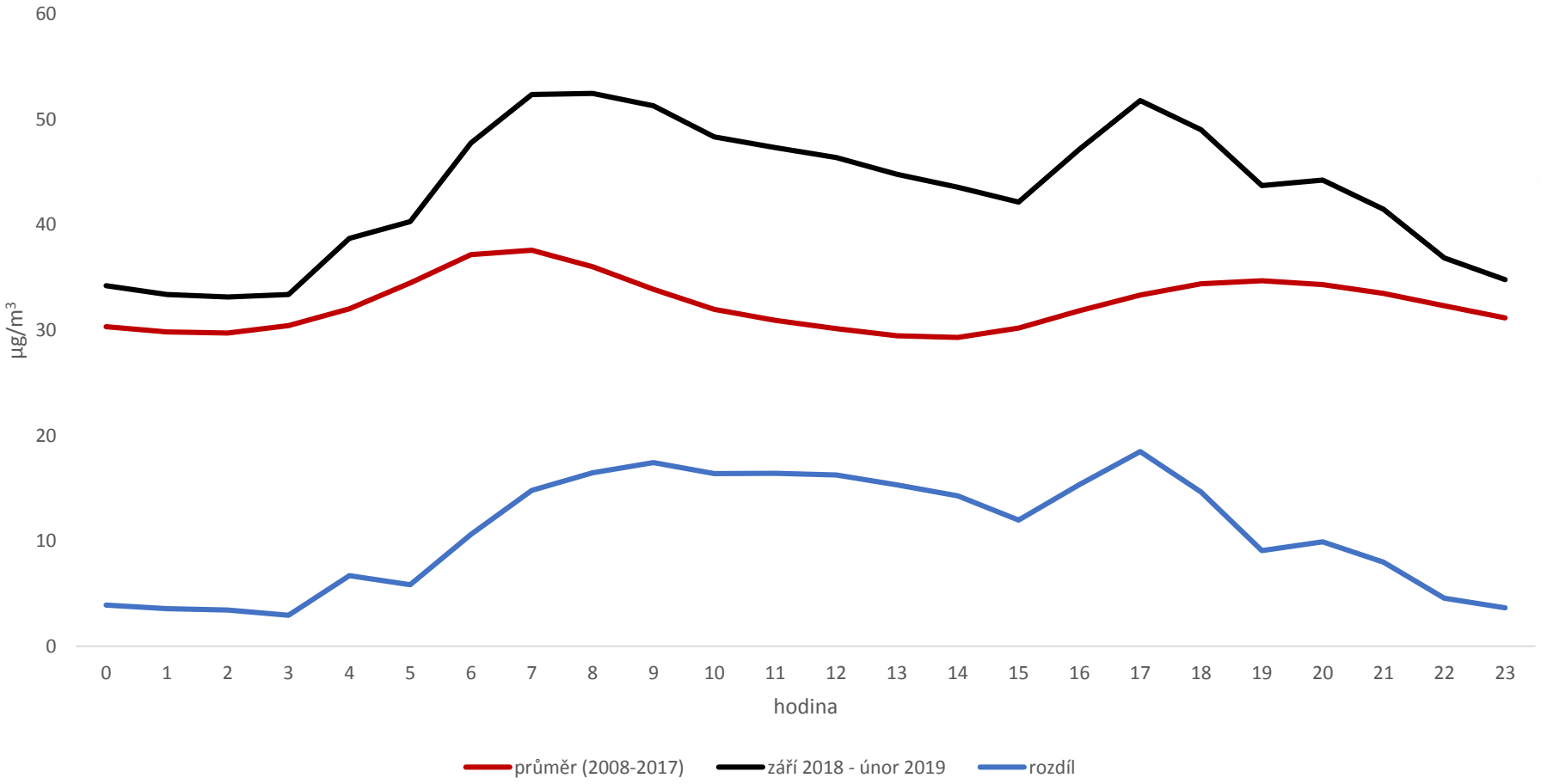
Český
hydrometeorologický
ústav

PM_{10}


N
23
0
W
E
0
23
S
Brno-Zvonařka
70
60
50
40
30
20
PM10

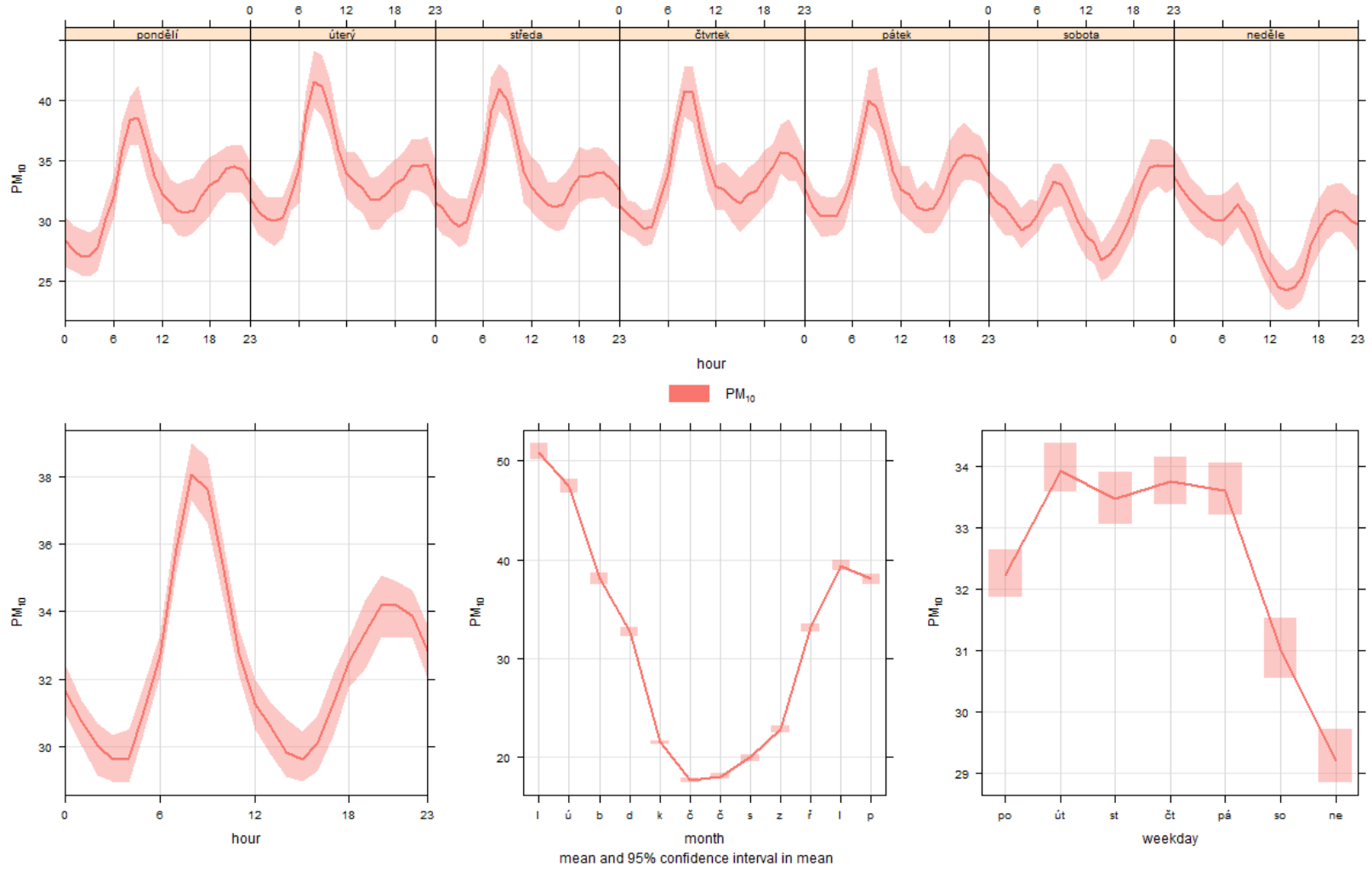
Český
hydrometeorologický
ústav

PM_{10}


60
50
40
30
20
10
0
µg/m³
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
hodina
průměr (2008-2017)
září 2018 - únor 2019
rozdíl

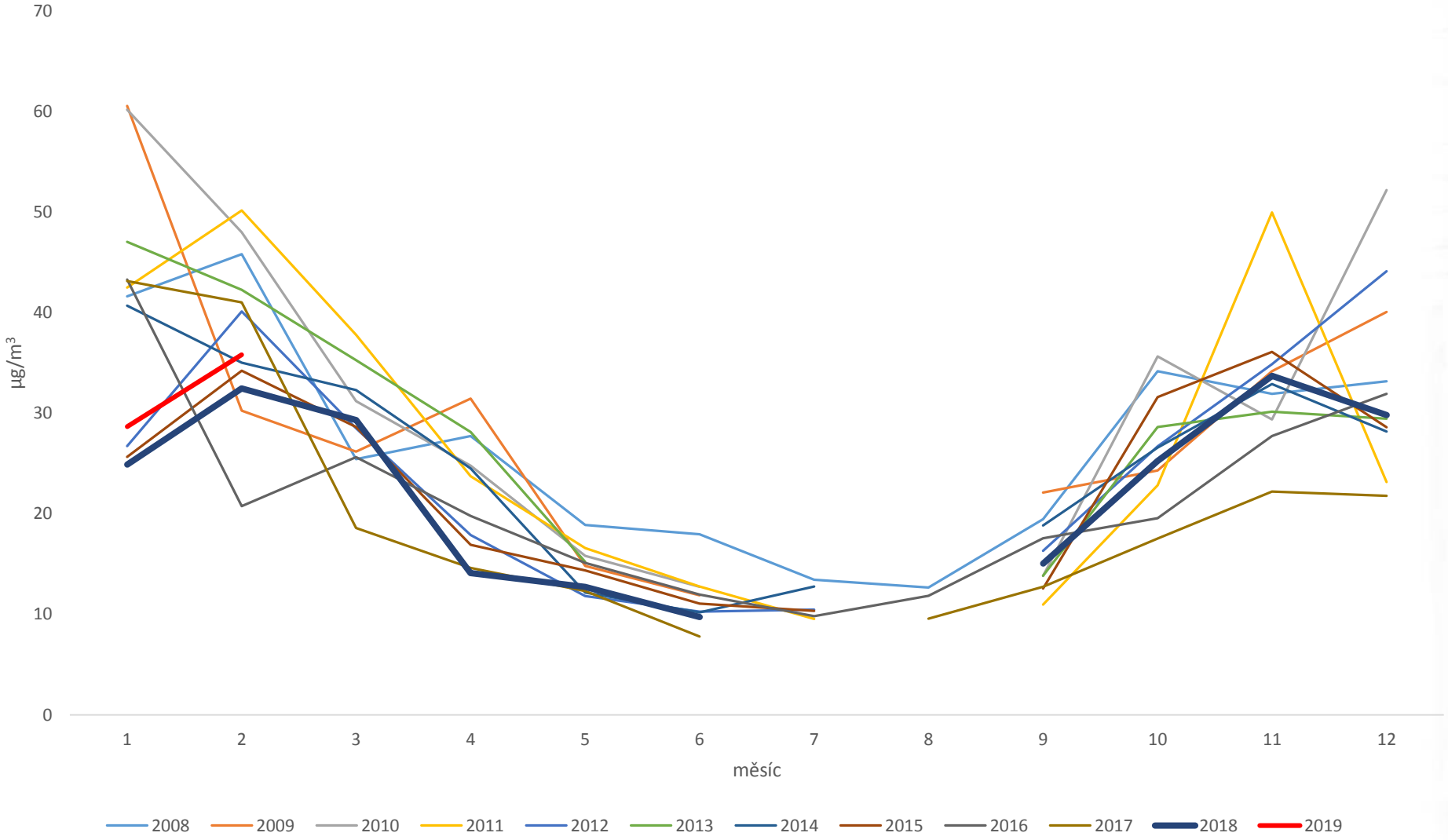
Český
hydrometeorologický
ústav

PM_{10}


pondělí
úterý
středa
čtvrtek
pátek
sobota
neděle
PM10
hour
PM10
mean and 95% confidence interval in mean
month
weekday
po
út
st
čt
pá
so
ne

Český
hydrometeorologický
ústav

$PM_{2,5}$

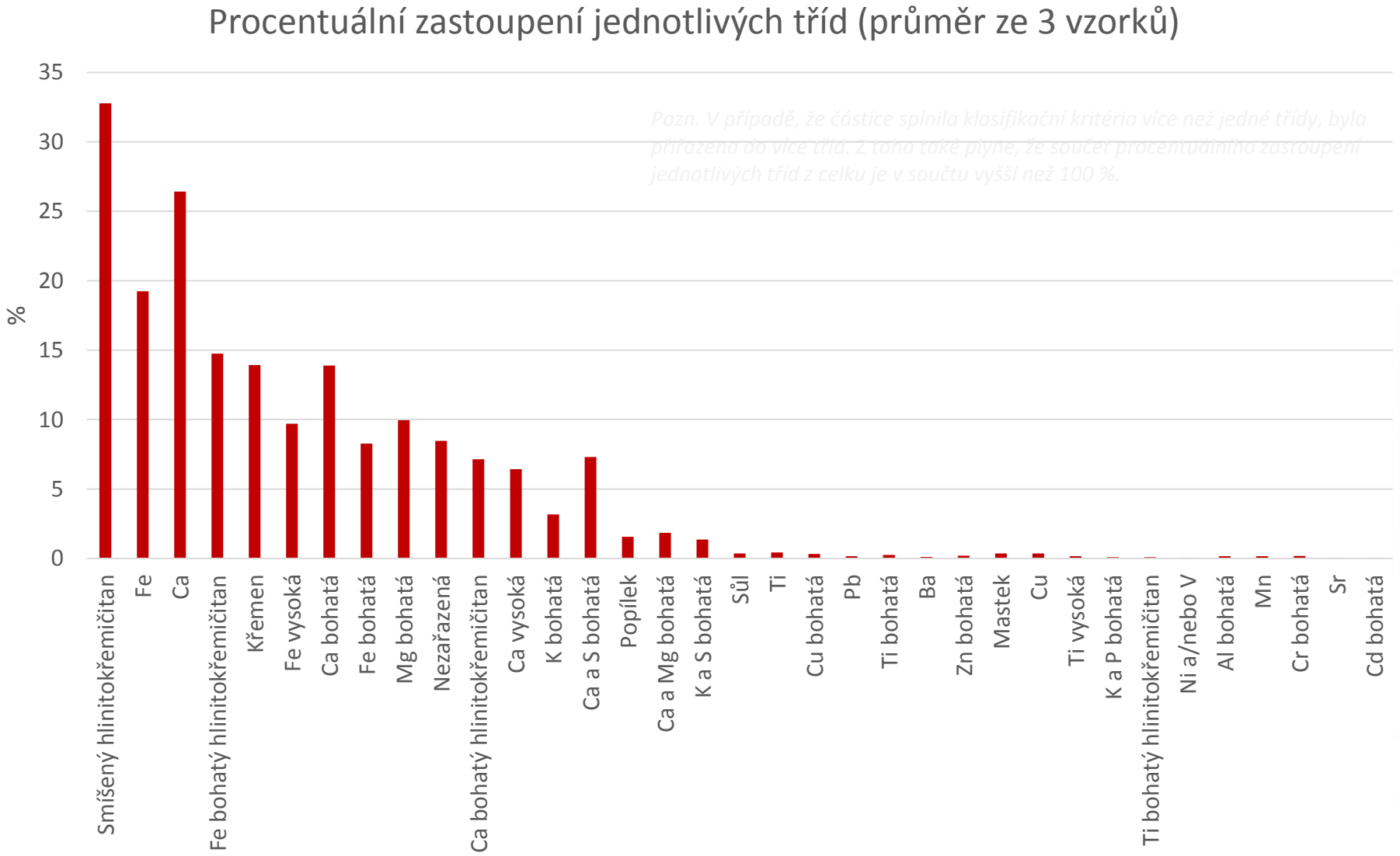

70
60
50
40
30
20
10
0
µg/m3
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
měsíc
2008
2009
2010
2011
2012
2013
2014
2015
2016
2017
2018
2019

Český
hydrometeorologický
ústav

CCSEM/EDS analýza

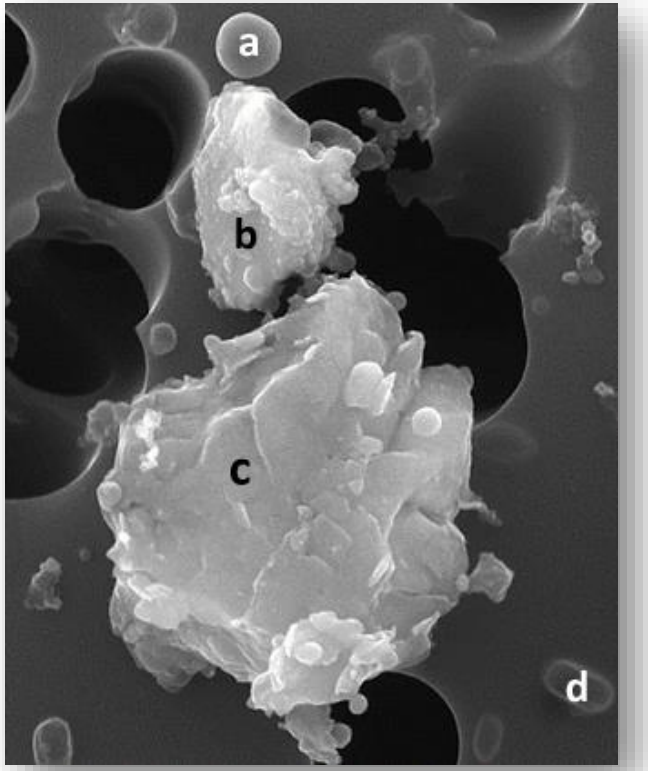
	Vzorek 1		Vzorek 2		Vzorek 3	
1.	Si-bohatá	39,93	Si-bohatá	42,24	Si-bohatá	26,68
2.	Smíšený hlinitokřemičitan	37,72	Smíšený hlinitokřemičitan	38,76	Smíšený hlinitokřemičitan	21,86
3.	Fe-bohatý hlinitokřemičitan	17,01	Fe-bohatý hlinitokřemičitan	17,29	Ca a S bohatá	17,52
4.	Křemen	12,71	Křemen	16,12	Ca	17,09
5.	Fe-vysoká	12,42	Mg-bohatá	12,88	Křemen	12,94
6.	Fe-bohatá	11,26	Ca	11,18	Ca bohatá	11,42
7.			Fe	10,59	Fe-vysoká	10,20

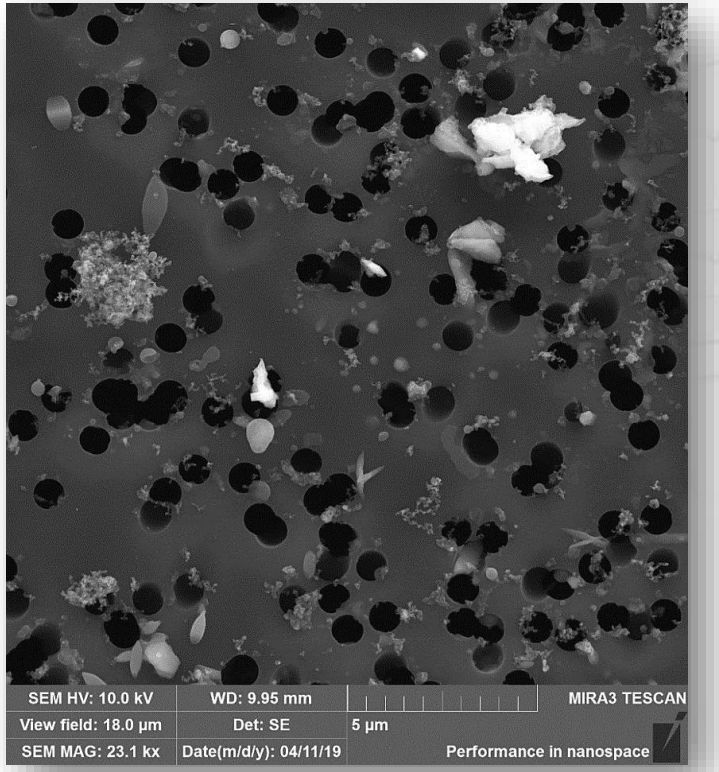
CCSEM/EDS analýza



CCSEM/EDS analýza

Uhlíkatá částice (a), částice bohatá na železo (b), částice hlinitokřemičitanu (c) a sekundární částice (d)

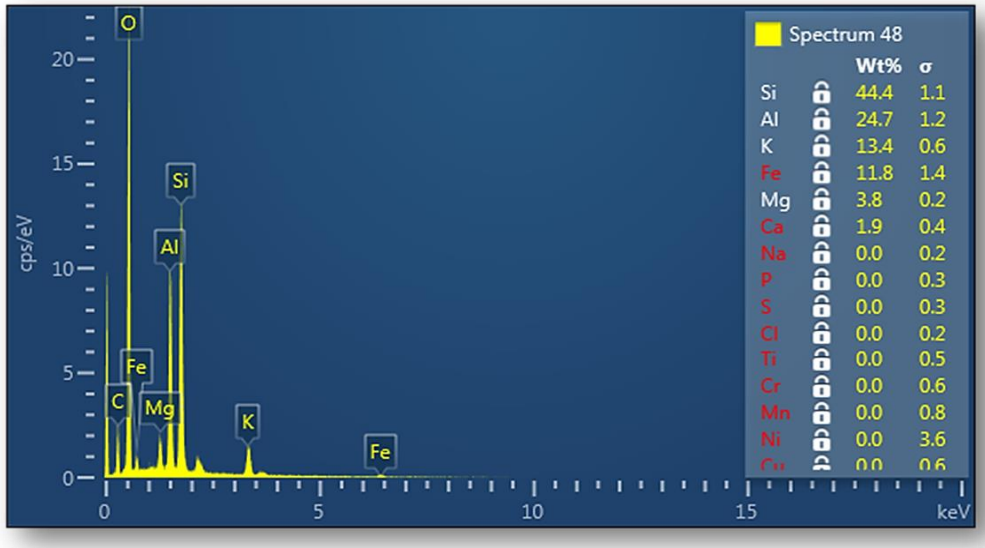


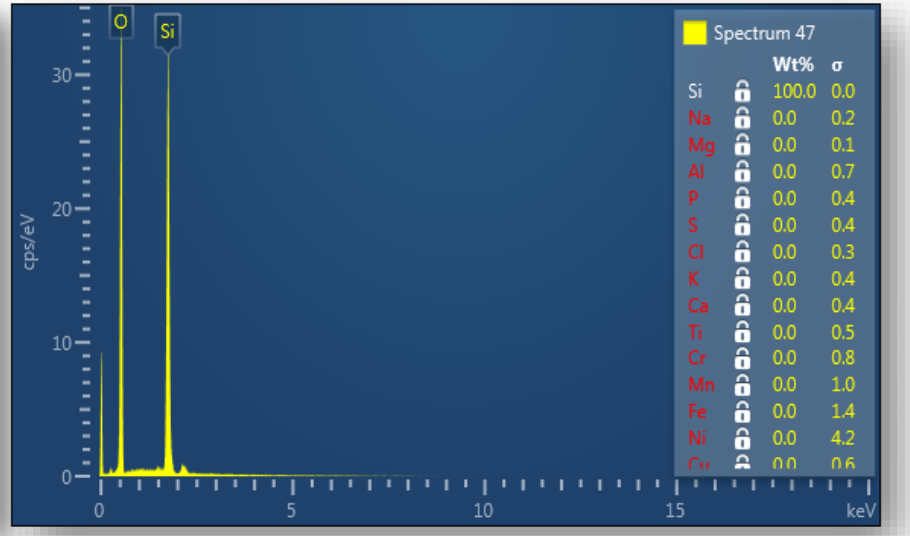


- Spalování fosilních paliv a biomasy
- Fugitivní emise ze stavební činnosti (demolice, terénní úpravy, nakládka a vykládka materiálu, stavba)
- Resuspenze – pojezd strojů i nákladních vozů po staveništi a osobních vozů po přilehlých komunikacích
- Biogenní částice
- Otěry z dopravy
- Slévárna v blízkosti stanice

CCSEM/EDS analýza

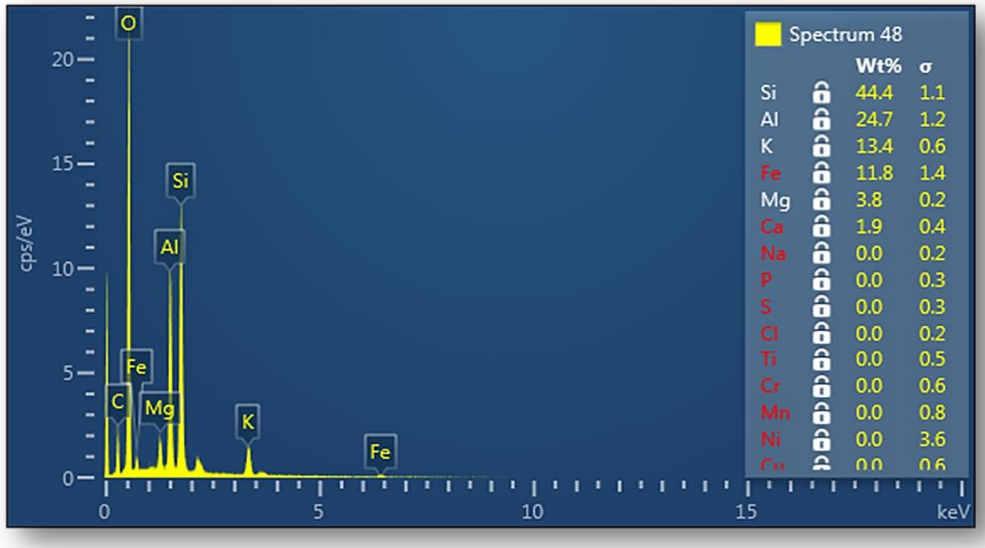
- Agregáty jemných uhlíkatých částic, pravděpodobně sazí
- Různě velké sférické uhlíkaté částice
- Větší částice nepravidelného tvaru tvořené převážně Si-Al (+ Fe, Mg, Ca, K, příp. Ti), Si a Ca
- Několik částic Fe-Si-Mn-S (slévárna UXA?) a Fe-Ba-S (otěry?)
- Sekundární částice? (malé oblé ploché částice, příliš malé na EDS analýzu)

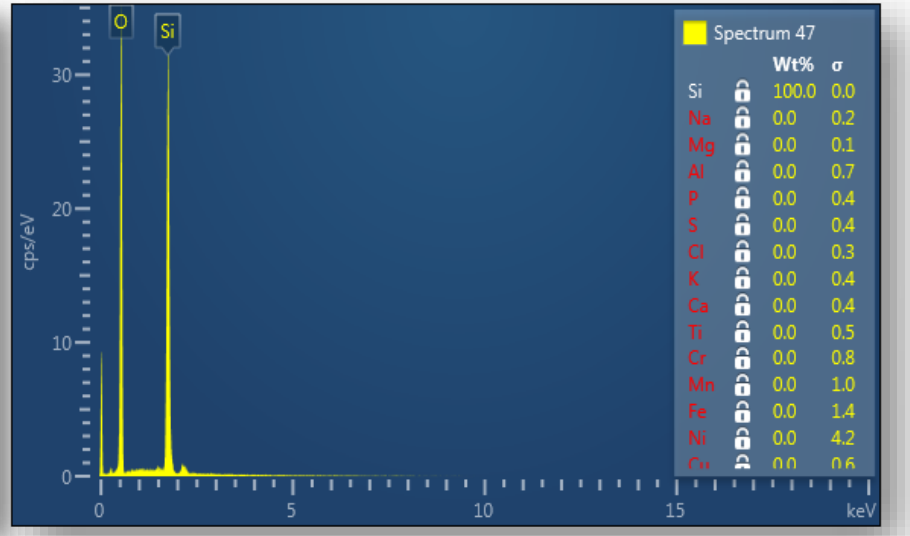




CCSEM/EDS analýza

- Agregáty jemných uhlíkatých částic, pravděpodobně sazí
- Různě velké sférické uhlíkaté částice
- Větší částice nepravidelného tvaru tvořené převážně Si-Al (+ Fe, Mg, Ca, K, příp. Ti), Si a Ca
- Několik částic Fe-Si-Mn-S (slévárna UXA?) a Fe-Ba-S (otěry?)
- Sekundární částice? (malé oblé ploché částice, příliš malé na EDS analýzu)



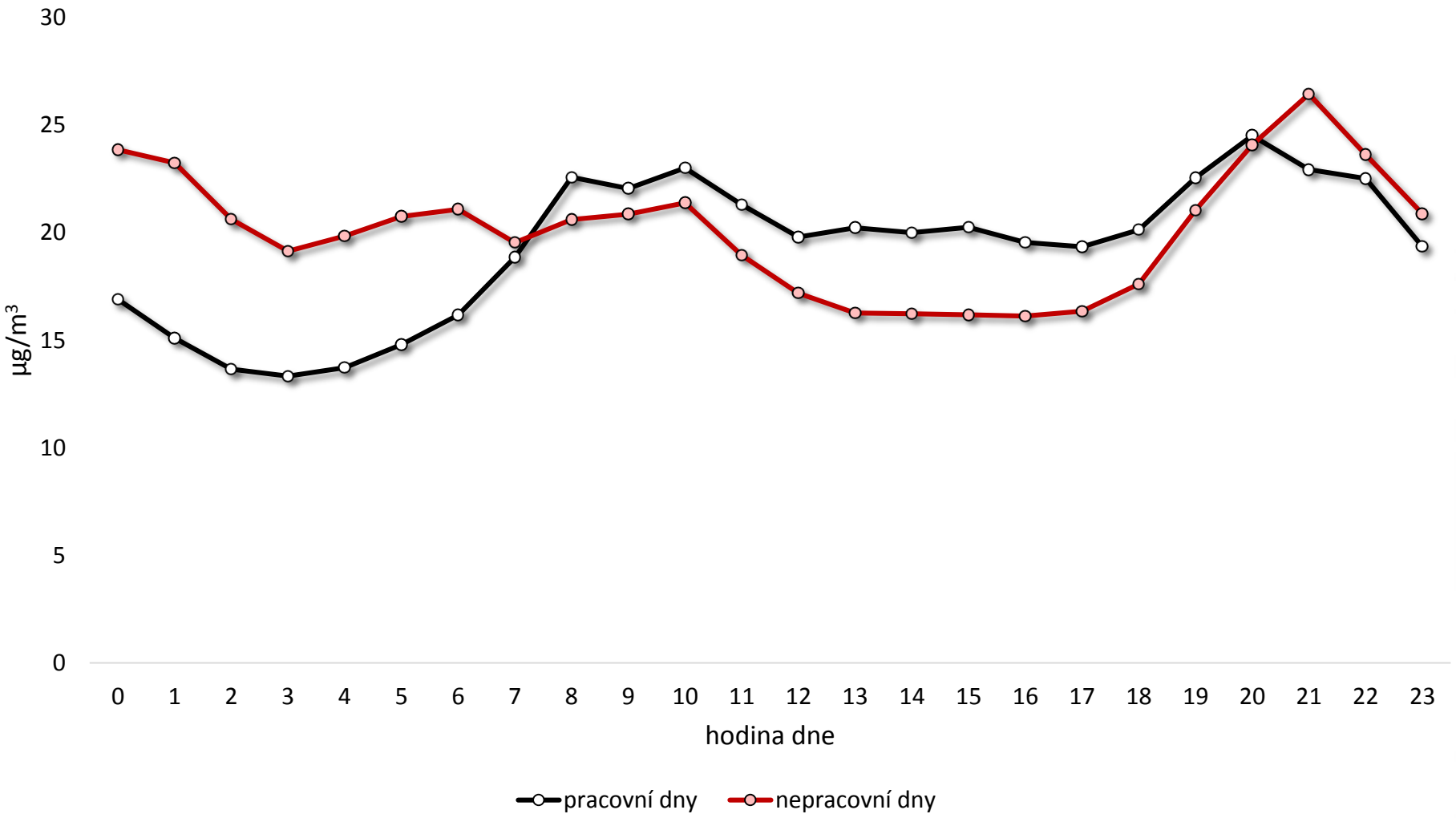


Náměstí Svobody

Měřící kampaň

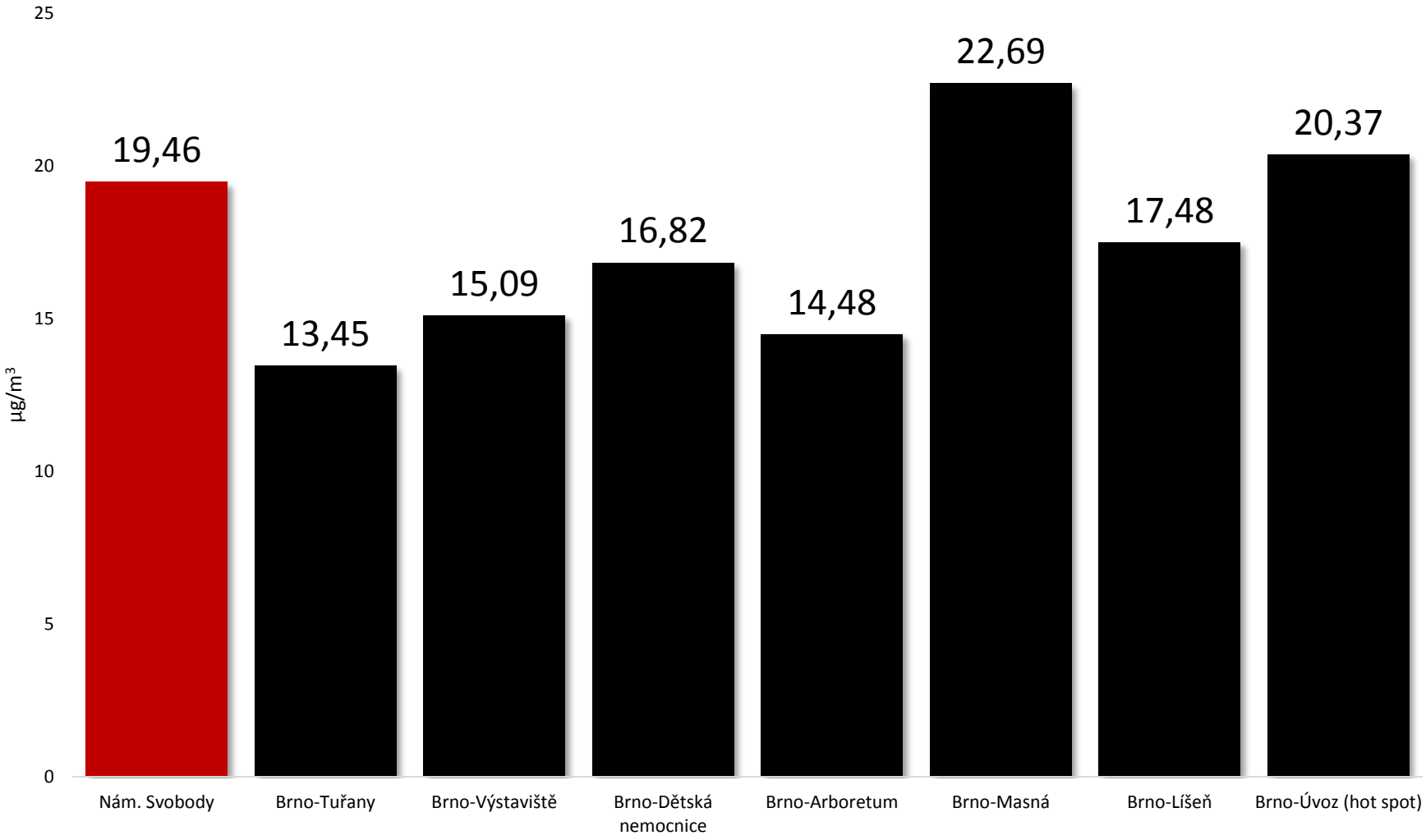
- 16 denní kampaň v druhé polovině srpna 2019
- měřící vůz (PM_{10}, $PM_{2,5}$, PM_1, NO_x, NO_2, NO, SO_2, CO + meteorologie)
- hustá zástavba na všechny strany
- pěší zóna (zásobování) + tramvaje
- stánky s občerstvením

PM_{10}


30
25
20
15
10
5
0
µg/m3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
hodina dne
pracovní dny
nepracovní dny

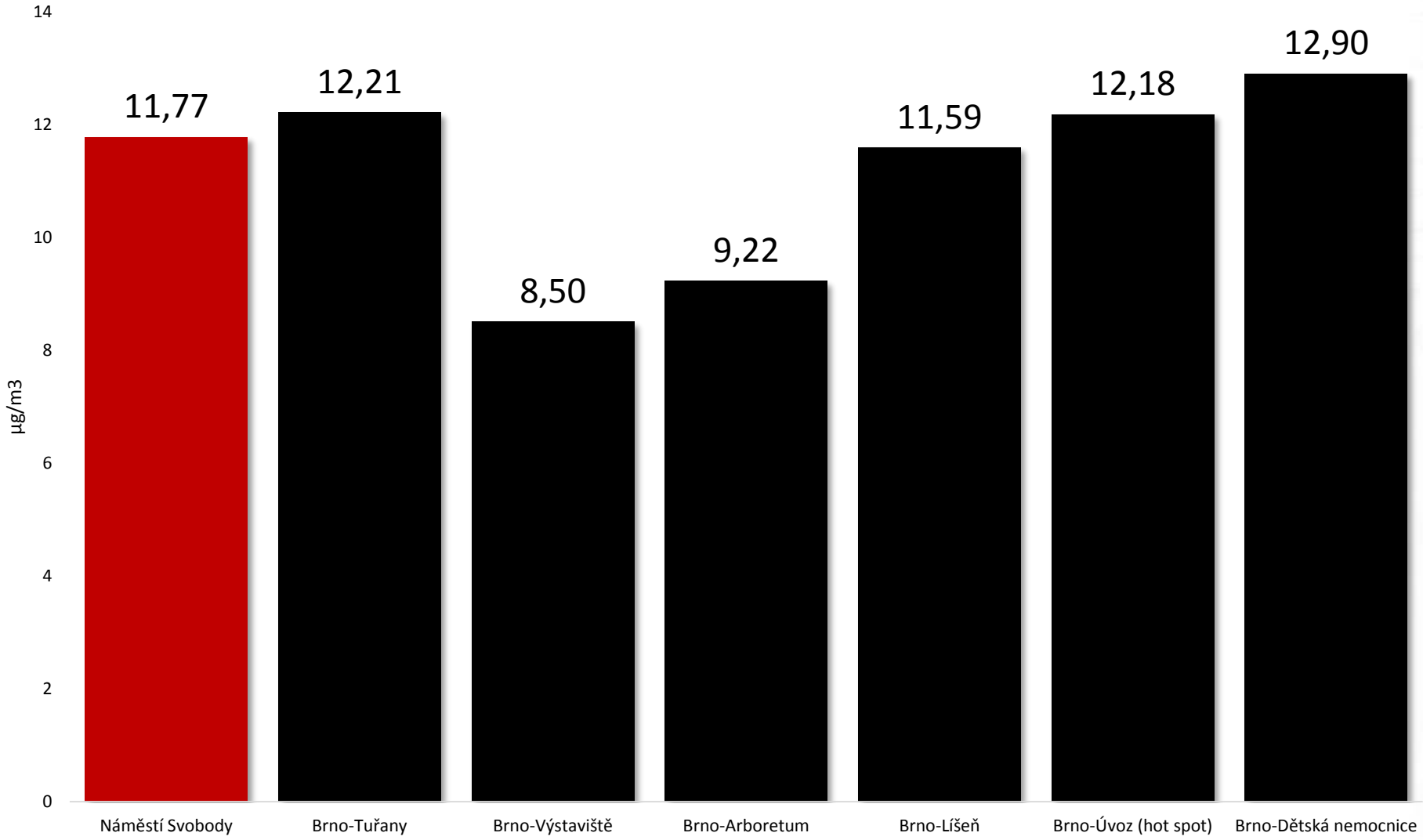
Český
hydrometeorologický
ústav

PM_{10}


25
20
15
10
5
0
µg/m3
19,46
13,45
15,09
16,82
14,48
22,69
17,48
20,37
Nám. Svobody
Brno-Tuřany
Brno-Výstaviště
Brno-Dětská nemocnice
Brno-Arboretum
Brno-Masná
Brno-Líšeň
Brno-Úvoz (hot spot)

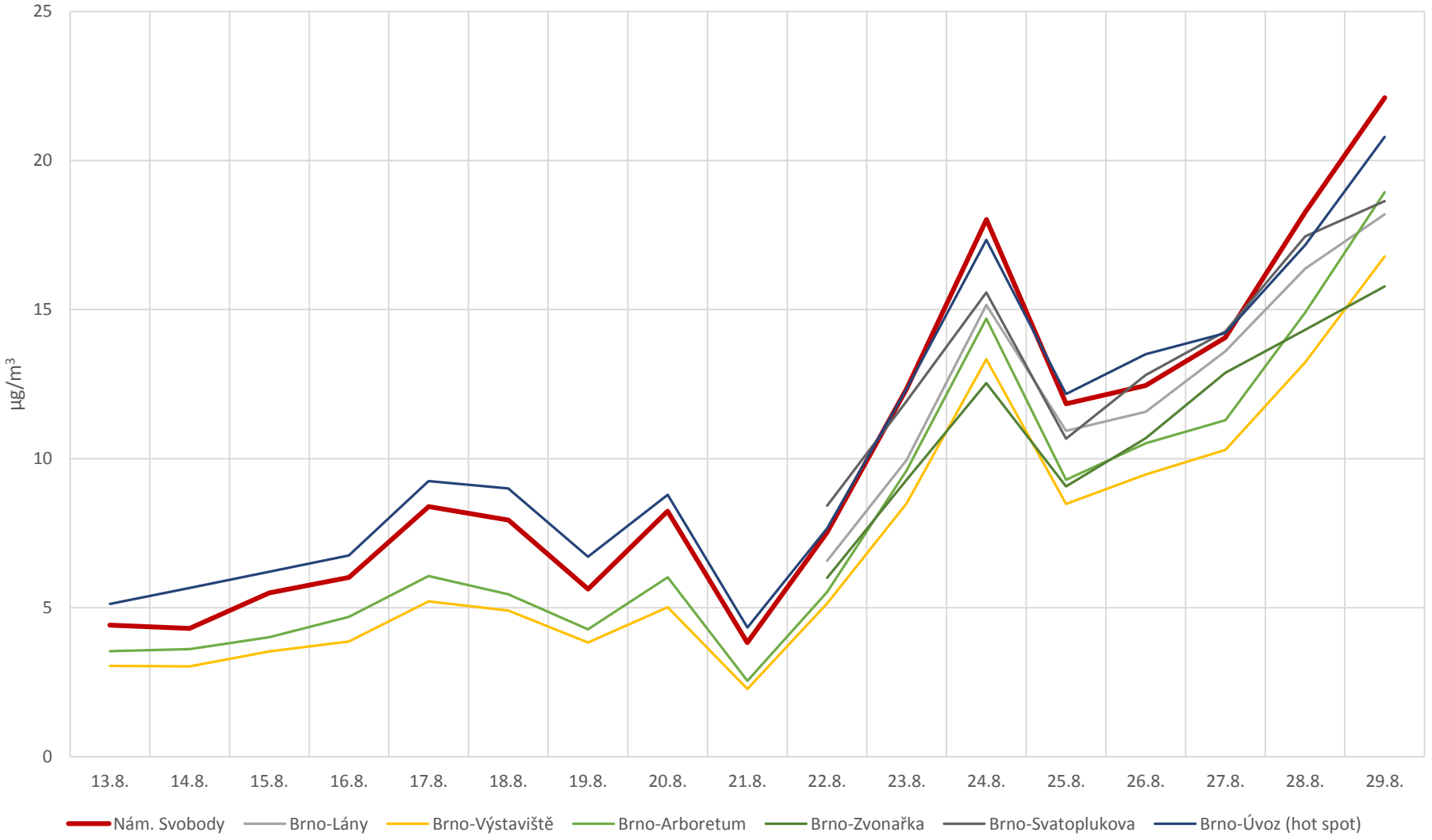
Český hydrometeorologický ústav

$PM_{2,5}$


14
12
10
8
6
4
2
0
µg/m3
11,77
12,21
8,50
9,22
11,59
12,18
12,90
Náměstí Svobody
Brno-Tuřany
Brno-Výstaviště
Brno-Arboretum
Brno-Líšeň
Brno-Úvoz (hot spot)
Brno-Dětská nemocnice

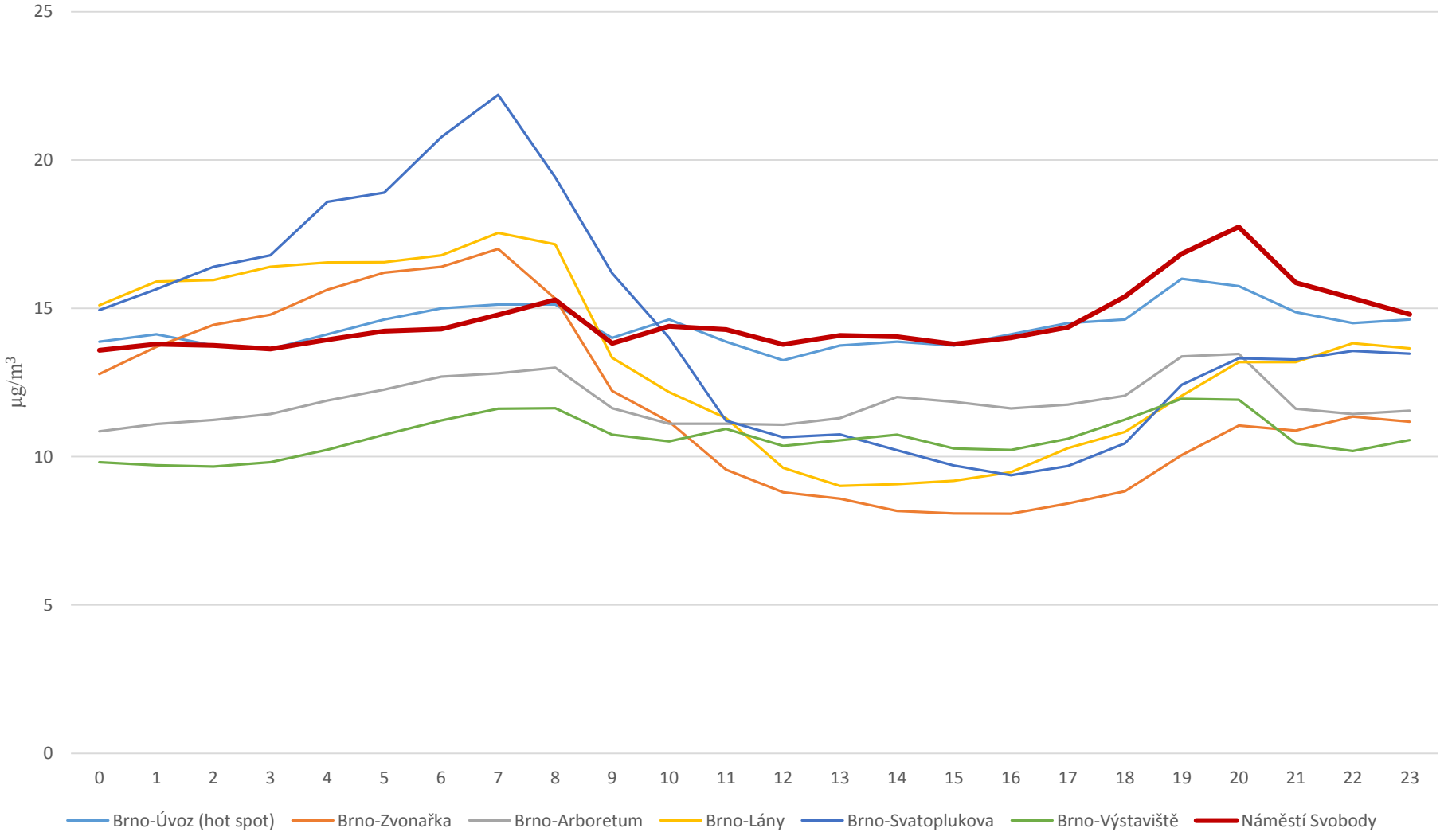
Český
hydrometeorologický
ústav

PM_1


25
20
15
10
5
0
µg/m³
13.8.
14.8.
15.8.
16.8.
17.8.
18.8.
19.8.
20.8.
21.8.
22.8.
23.8.
24.8.
25.8.
26.8.
27.8.
28.8.
29.8.
Nám. Svobody
Brno-Lány
Brno-Výstaviště
Brno-Arboretum
Brno-Zvonařka
Brno-Svatoplukova
Brno-Úvoz (hot spot)

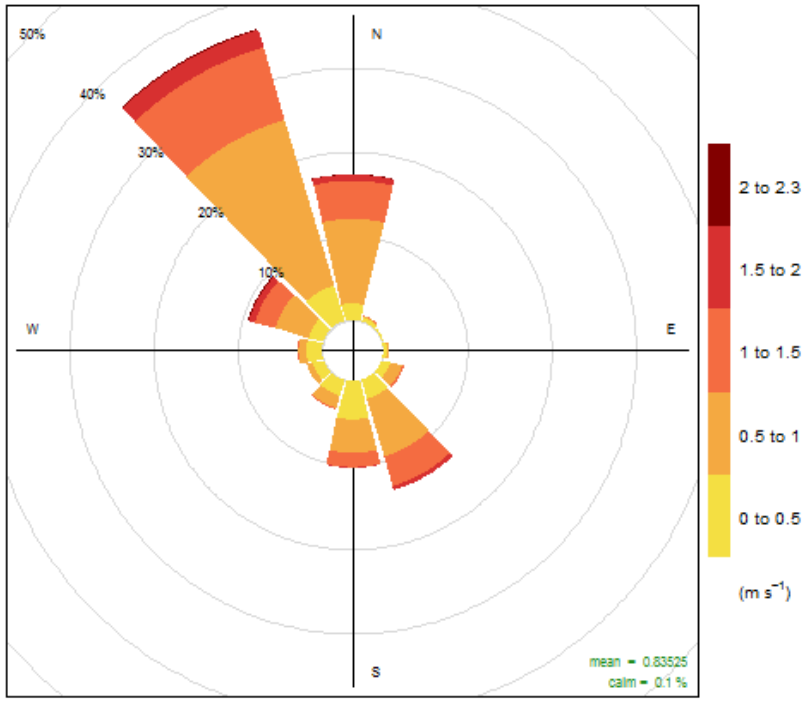
Český
hydrometeorologický
ústav

PM_1

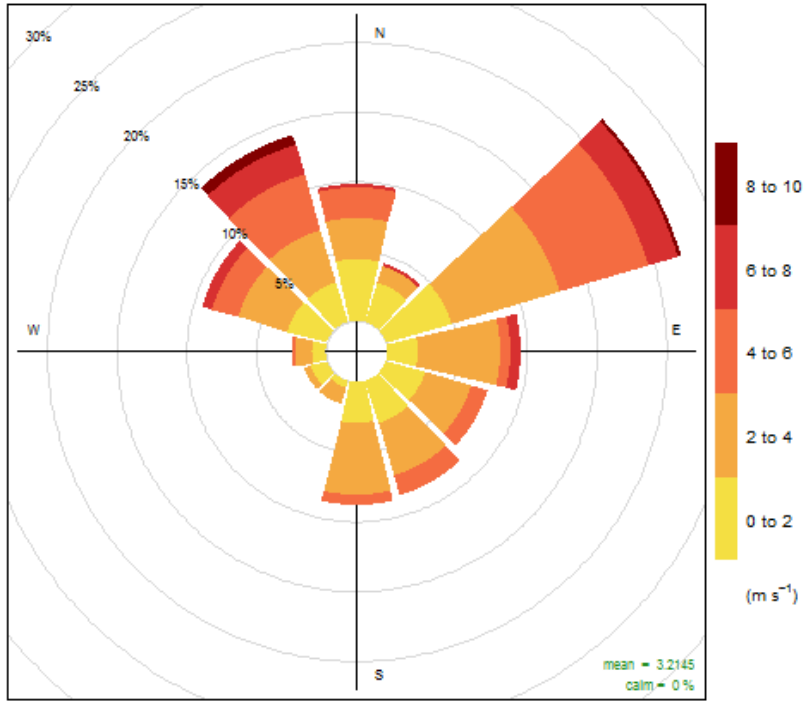

25
20
15
10
5
0
µg/m3
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23
Brno-Úvoz (hot spot)
Brno-Zvonařka
Brno-Arboretum
Brno-Lány
Brno-Svatoplukova
Brno-Výstaviště
Náměstí Svobody

Český
hydrometeorologický
ústav

Směr větru

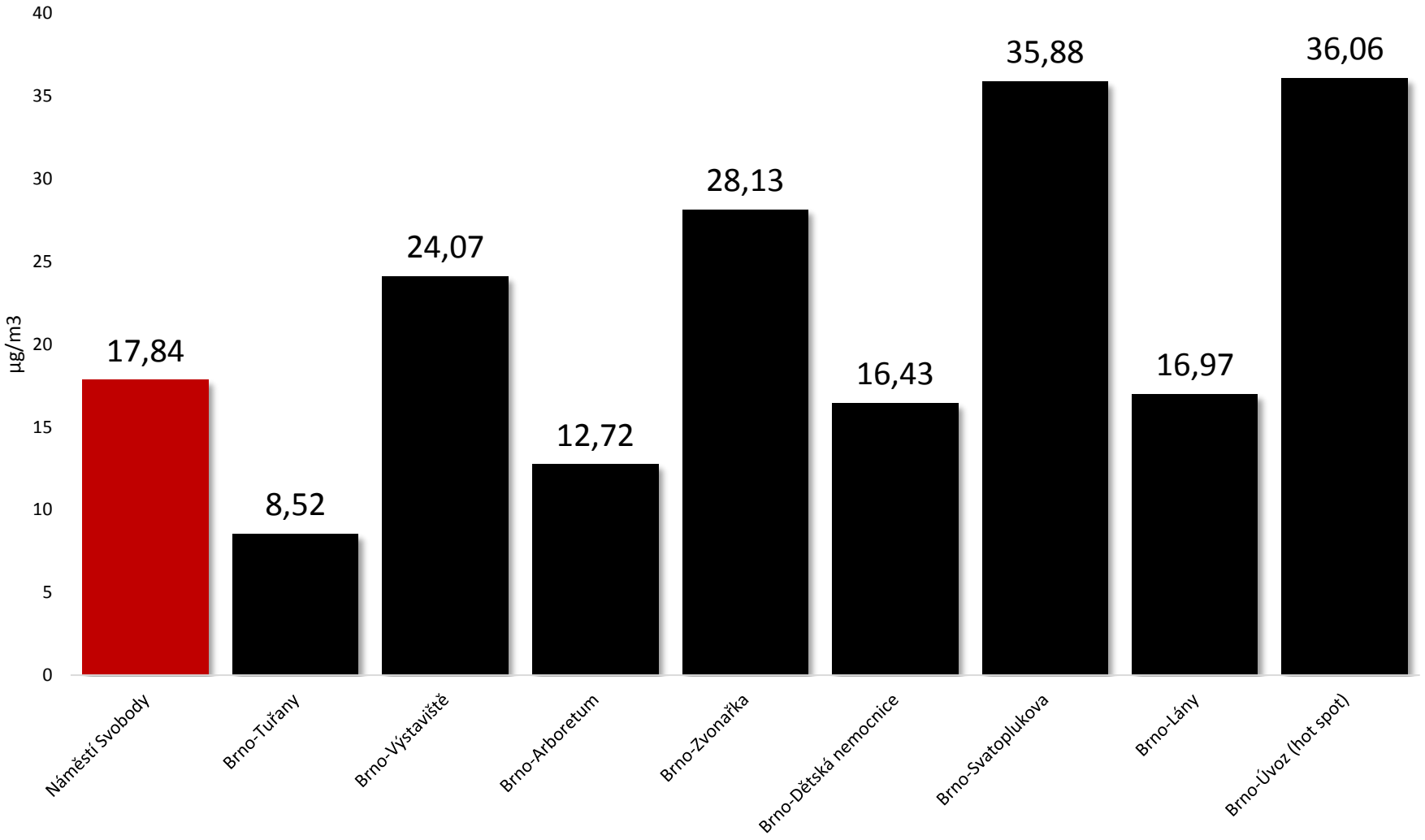


Náměstí Svobody



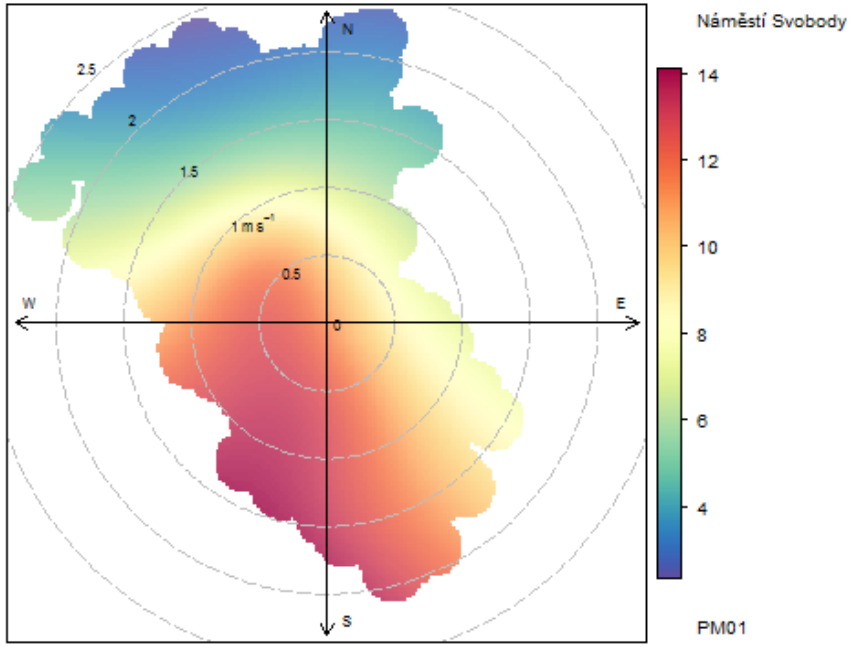
Brno-Tuřany

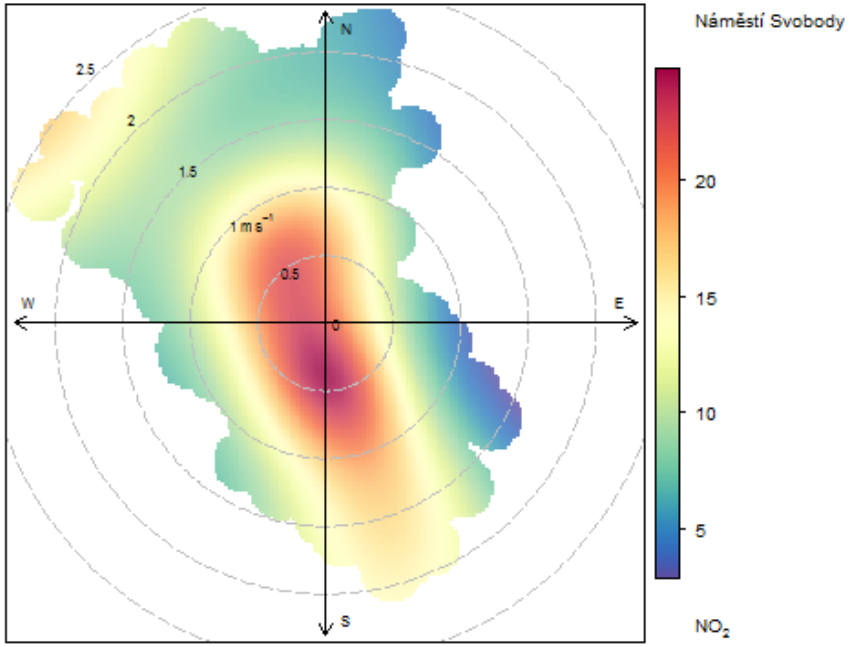
NO_2


µg/m3
40
35
30
25
20
15
10
5
0
17,84
8,52
24,07
12,72
28,13
16,43
35,88
16,97
36,06
Náměstí Svobody
Brno-Tuřany
Brno-Výstaviště
Brno-Arboretum
Brno-Zvonařka
Brno-Dětská nemocnice
Brno-Svatoplukova
Brno-Lány
Brno-Úvoz (hot spot)

Český
hydrometeorologický
ústav

NO_2


Náměstí Svobody
N
E
S
W
2.5
2
1.5
1 m s⁻¹
0.5
0
14
12
10
8
6
4
PM01


Náměstí Svobody
N
E
S
W
2.5
2
1.5
1 m s⁻¹
0.5
0
20
15
10
5
NO2

Český
hydrometeorologický
ústav

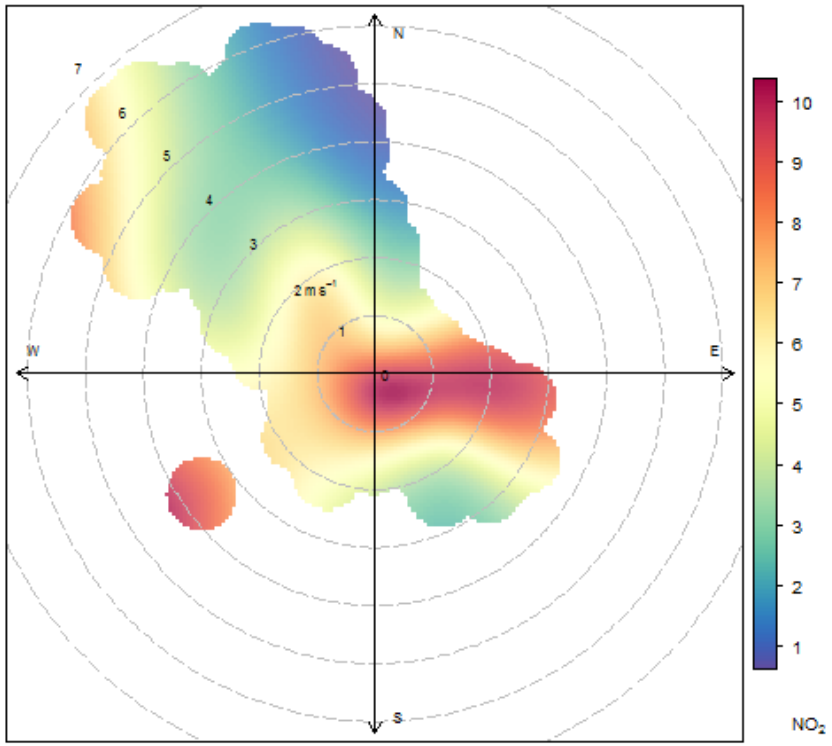
Ignis Brunensis

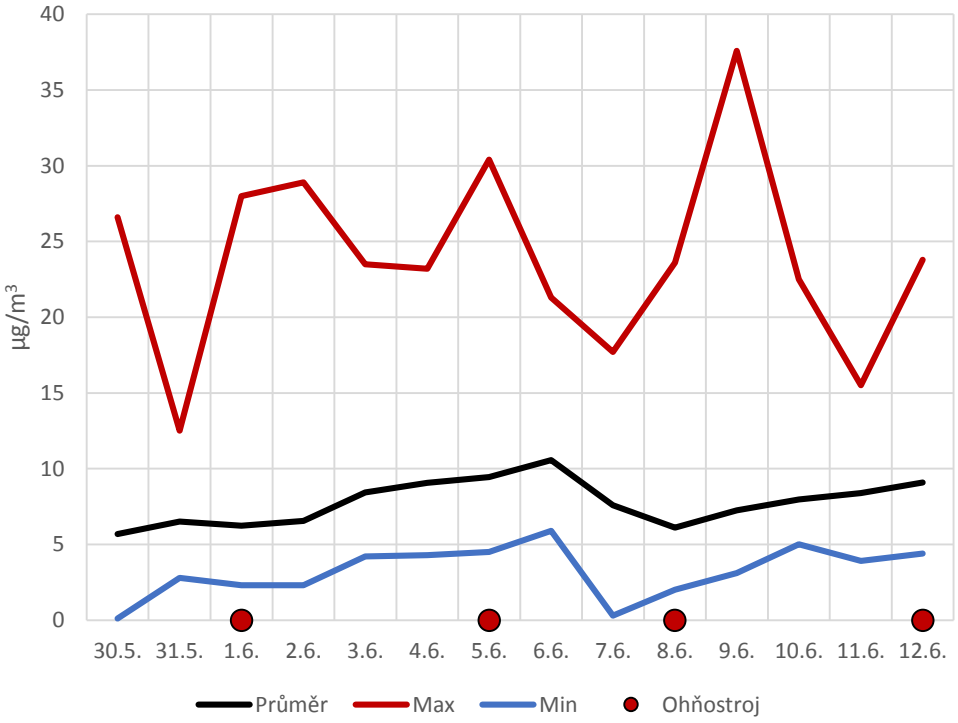
Lokalita

náměstí
28. dubna
Svratka
Svratka
Svratka

Český
hydrometeorologický
ústav

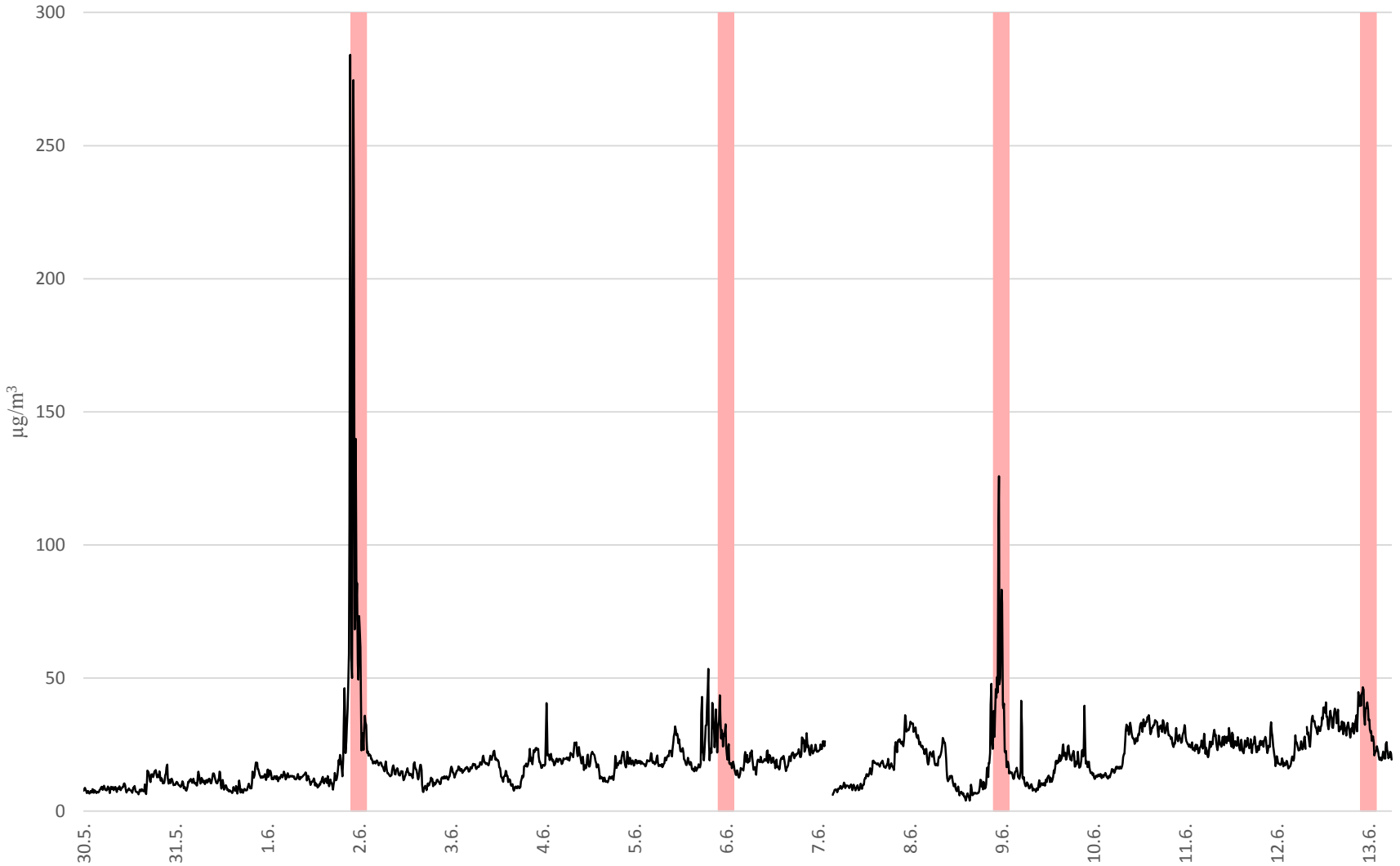
NO_2


N
W
E
S
7
6
5
4
3
2 m s⁻¹
1
0
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1
NO2


40
35
30
25
20
15
10
5
0
µg/m³
30.5.
31.5.
1.6.
2.6.
3.6.
4.6.
5.6.
6.6.
7.6.
8.6.
9.6.
10.6.
11.6.
12.6.
Průměr
Max
Min
Ohňostroj

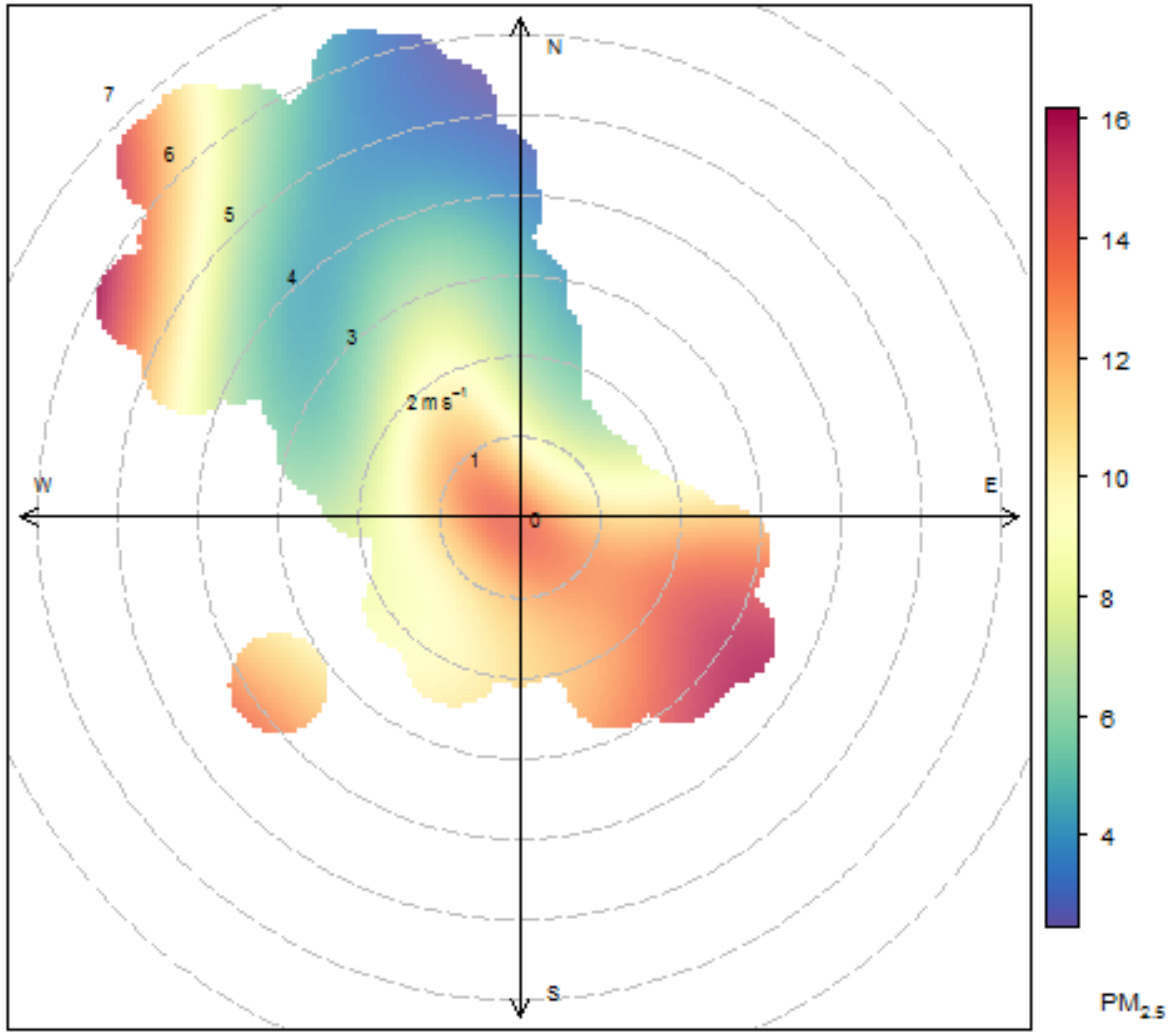
Český
hydrometeorologický
ústav

PM_{10}


300
250
200
150
100
50
0
µg/m3
30.5.
31.5.
1.6.
2.6.
3.6.
4.6.
5.6.
6.6.
7.6.
8.6.
9.6.
10.6.
11.6.
12.6.
13.6.

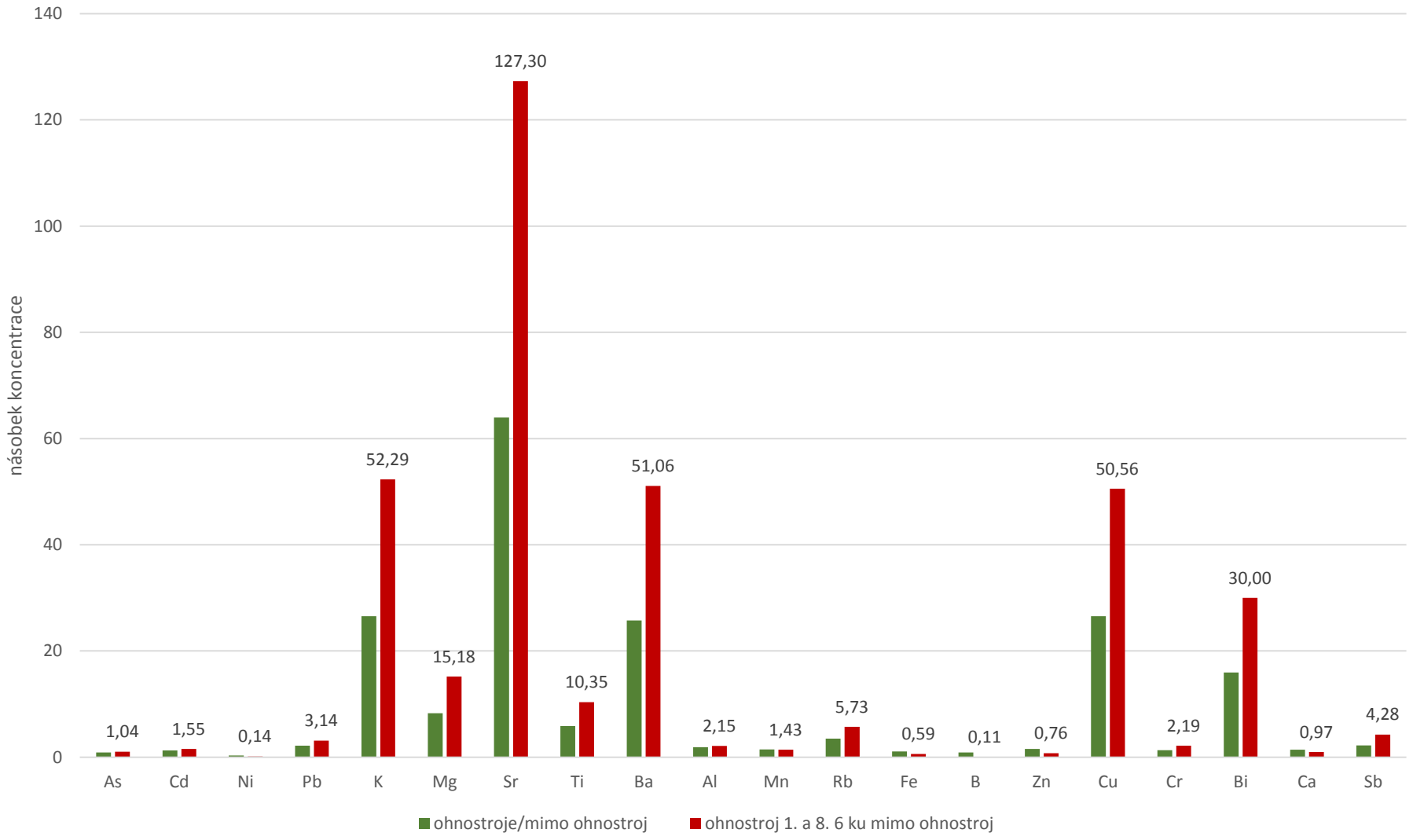
Český
hydrometeorologický
ústav

$PM_{2,5}$


N
E
S
W
7
6
5
4
3
2 m s⁻¹
1
0
16
14
12
10
8
6
4
PM2.5

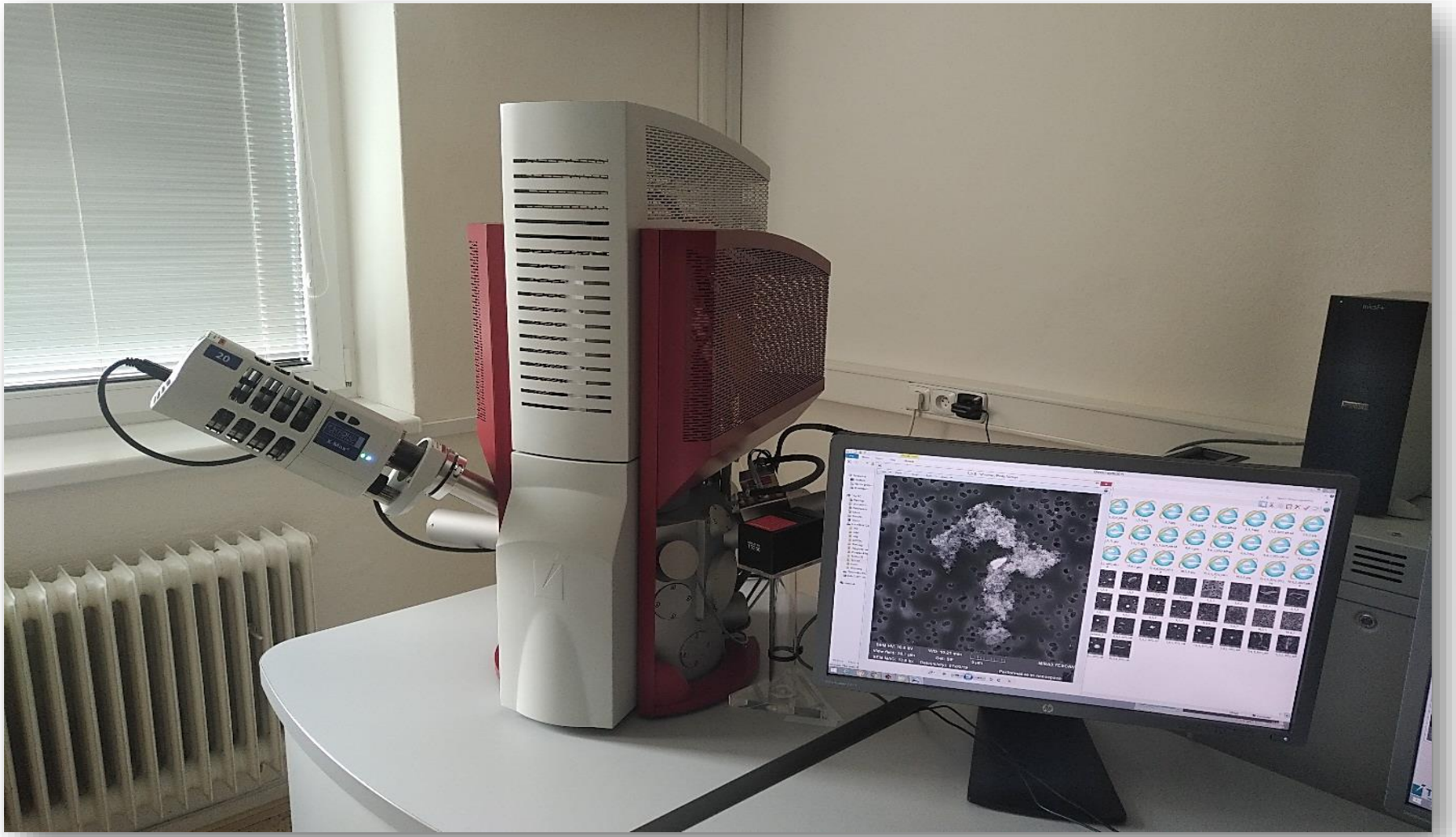
Český
hydrometeorologický
ústav

Těžké kovy

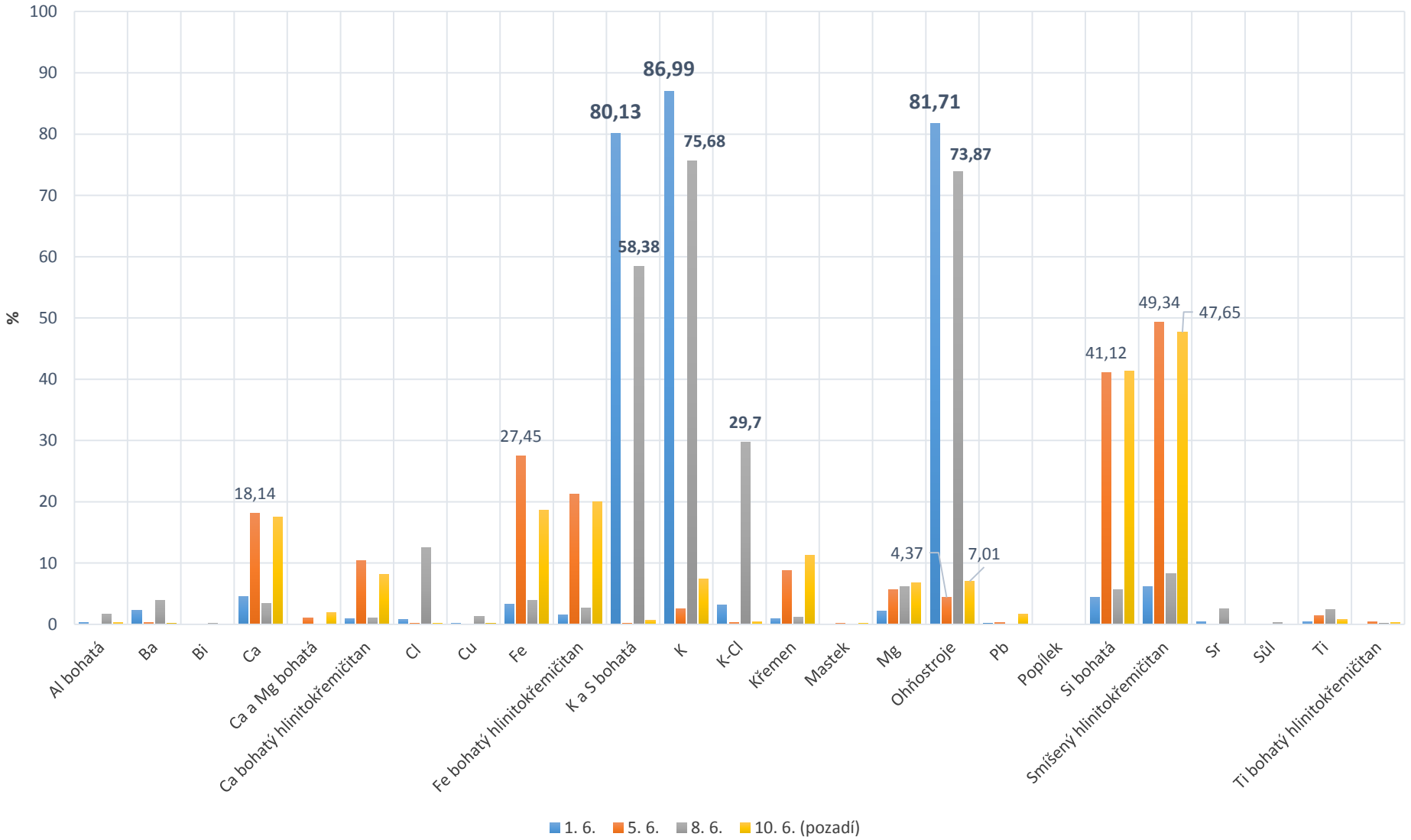

140
120
100
80
60
40
20
0
násobek koncentrace
1,04
1,55
0,14
3,14
52,29
15,18
127,30
10,35
51,06
2,15
1,43
5,73
0,59
0,11
0,76
50,56
2,19
30,00
0,97
4,28
As
Cd
Ni
Pb
K
Mg
Sr
Ti
Ba
Al
Mn
Rb
Fe
B
Zn
Cu
Cr
Bi
Ca
Sb
ohnostroje/mimo ohnostroj
ohnostroj 1. a 8. 6 ku mimo ohnostroj

Český
hydrometeorologický
ústav

SEM/EDX

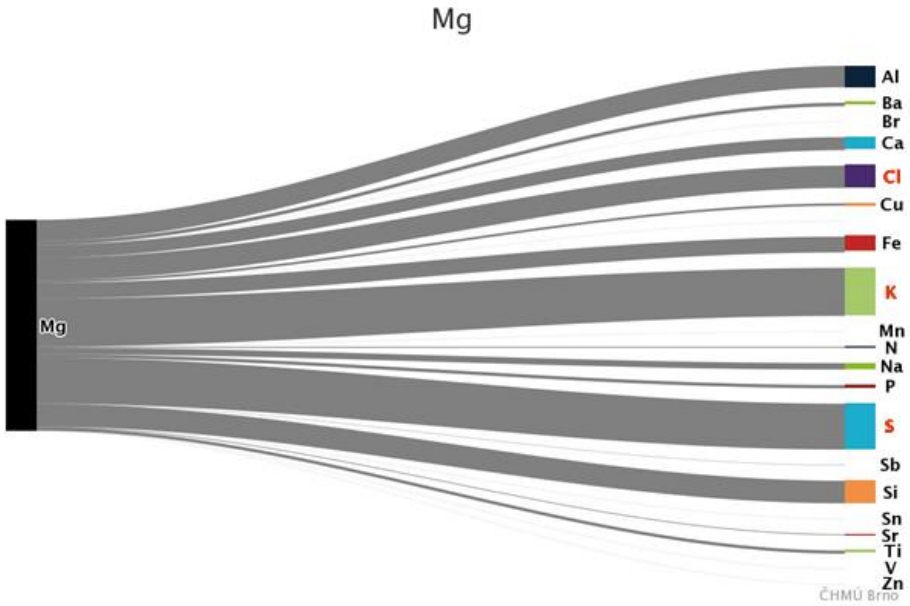


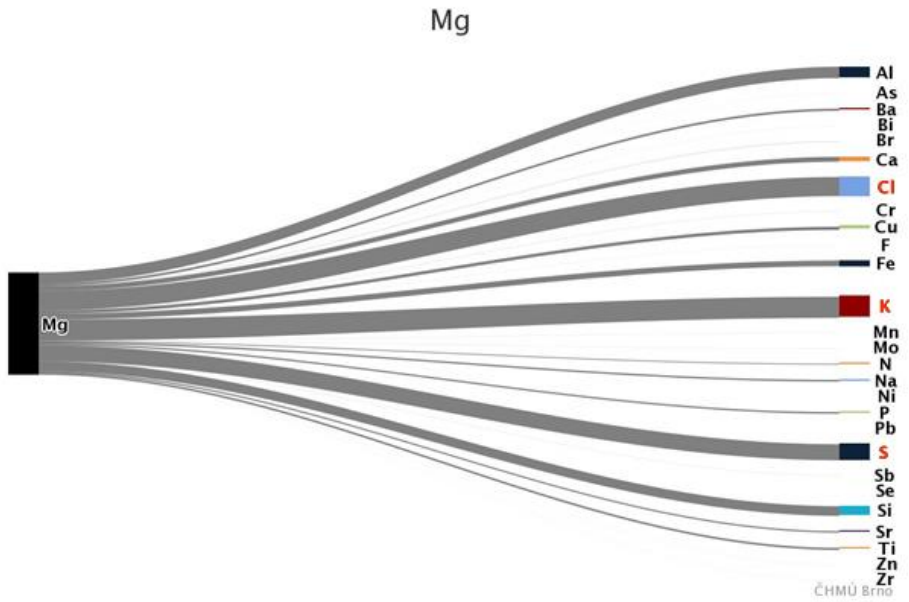
SEM/EDX


100
90
80
70
60
50
40
30
20
10
0
%
80,13
86,99
75,68
58,38
81,71
73,87
29,7
27,45
18,14
49,34
47,65
41,12
4,37
7,01
Al bohatá
Ba
Bi
Ca
Ca a Mg bohatá
Ca bohatý hlinitokřemičitan
Cl
Cu
Fe
Fe bohatý hlinitokřemičitan
K a S bohatá
K
K-Cl
Křemen
Mastek
Mg
Ohňostroje
Pb
Popílek
Si bohatá
Smíšený hlinitokřemičitan
Sr
Sůl
Ti
Ti bohatý hlinitokřemičitan
1. 6.
5. 6.
8. 6.
10. 6. (pozadí)

Český
hydrometeorologický
ústav

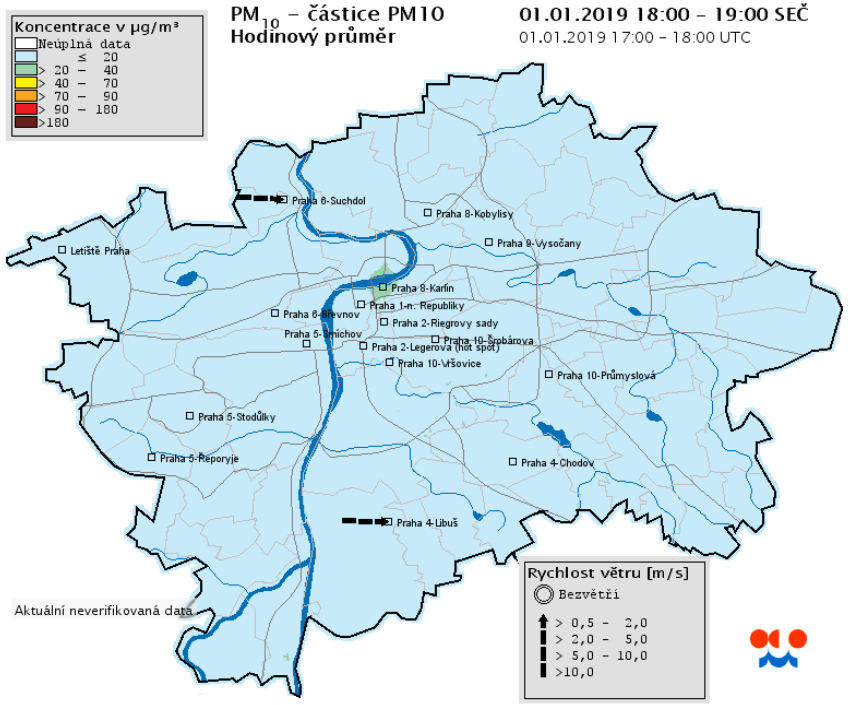
SEM/EDX

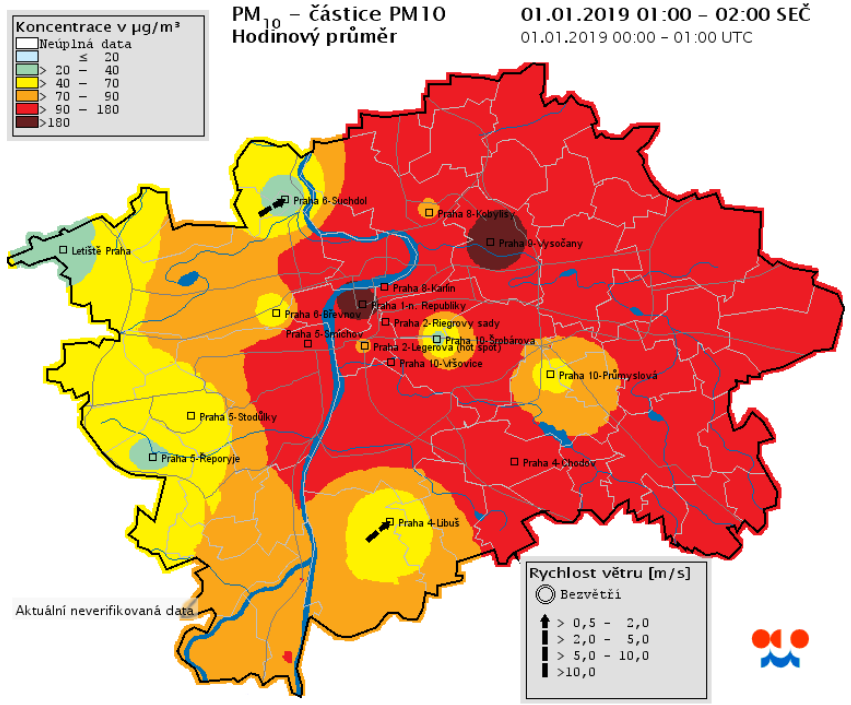

Mg
Mg
Al
Ba
Br
Ca
Cl
Cu
Fe
K
Mn
N
Na
P
S
Sb
Si
Sn
Sr
Ti
V
Zn
ČHMÚ Brno


Mg
Mg
Al
As
Ba
Bi
Br
Ca
Cl
Cr
Cu
F
Fe
K
Mn
Mo
N
Na
Ni
P
Pb
S
Sb
Se
Si
Sr
Ti
Zn
Zr
ČHMÚ Brno

Český
hydrometeorologický
ústav

Profesionální vs. individuální



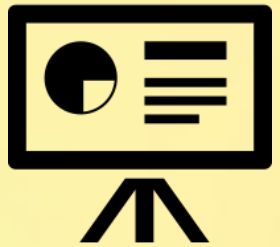


Kompletní zprávy:
www.chmibrno.cz

Informace

https://www.ovzdusi.cz/hvezdarna

- **všechny odpřednášené prezentace**
- **videonahrávky celého cyklu přednášek**



Hvězdárna a planetárium Brno

Kvalita ovzduší v Brně a vůbec

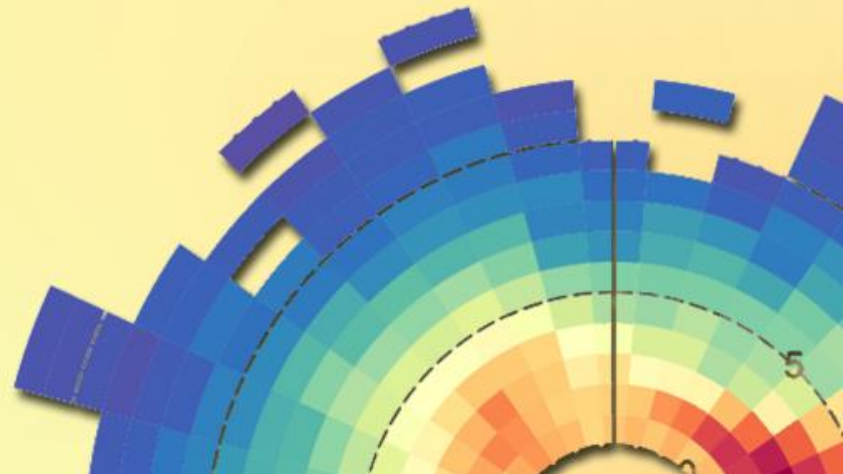
BRNO

CENTRUM DOPRAVNÍHO VÝZKUMU

jihomoravský kraj

Bucek s.r.o.

MUNI | RECETOX SCI

Přednášející:
Bc. Radek Kronovet (Mag. m. Brna)
Ing. Tomáš Helán (JMK)
Mgr. Jáchym Brzezina (ČHMÚ)
Mgr. Jakub Bucek (Bucek s. r. o.)
Mgr. Roman Ličbinský (CDV)
RNDr. Roman Prokeš Ph.D. (RECETOX)
RNDr. Ondřej Mikeš Ph.D. (RECETOX)

Moderátor:
Ing. Martin Vaněček (Mag. m. Brna)