



# 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



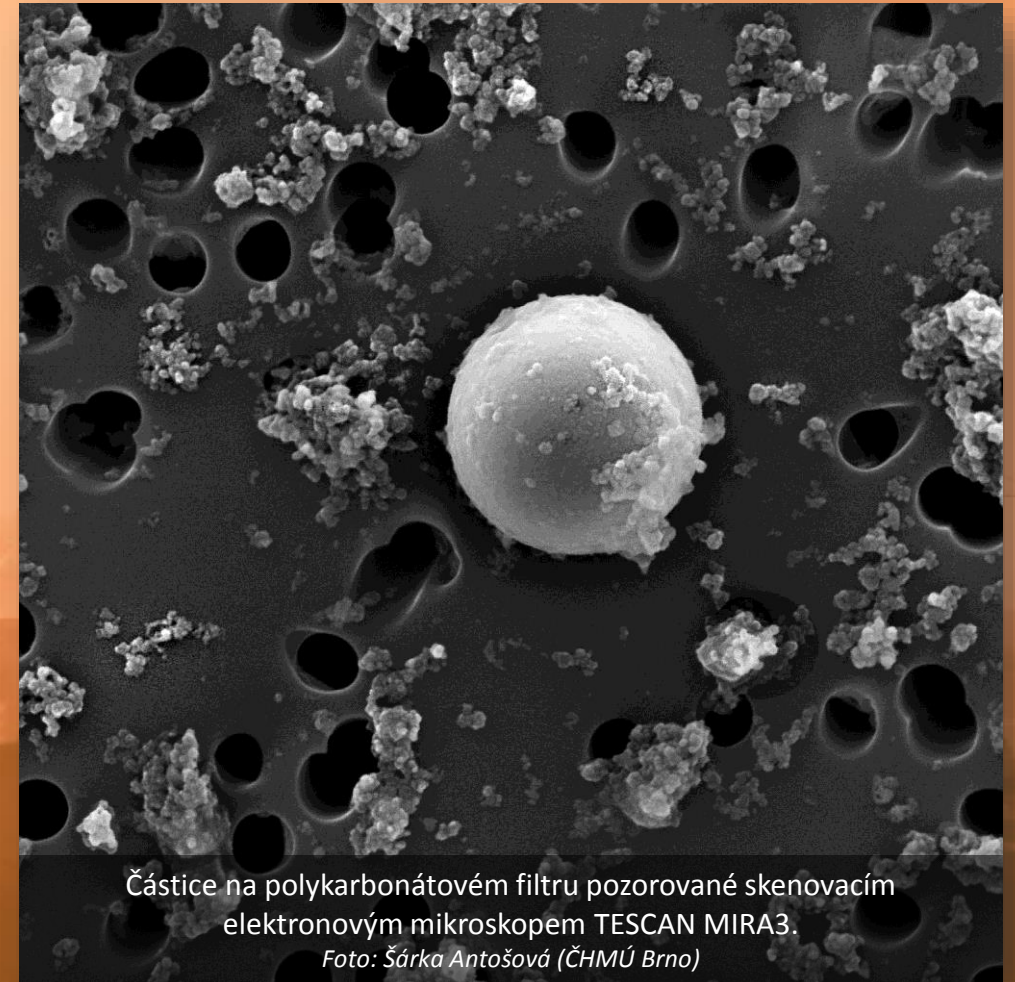
# TYPY ZNEČIŠŤUJÍCÍCH LÁTEK

- **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 **emisní 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)

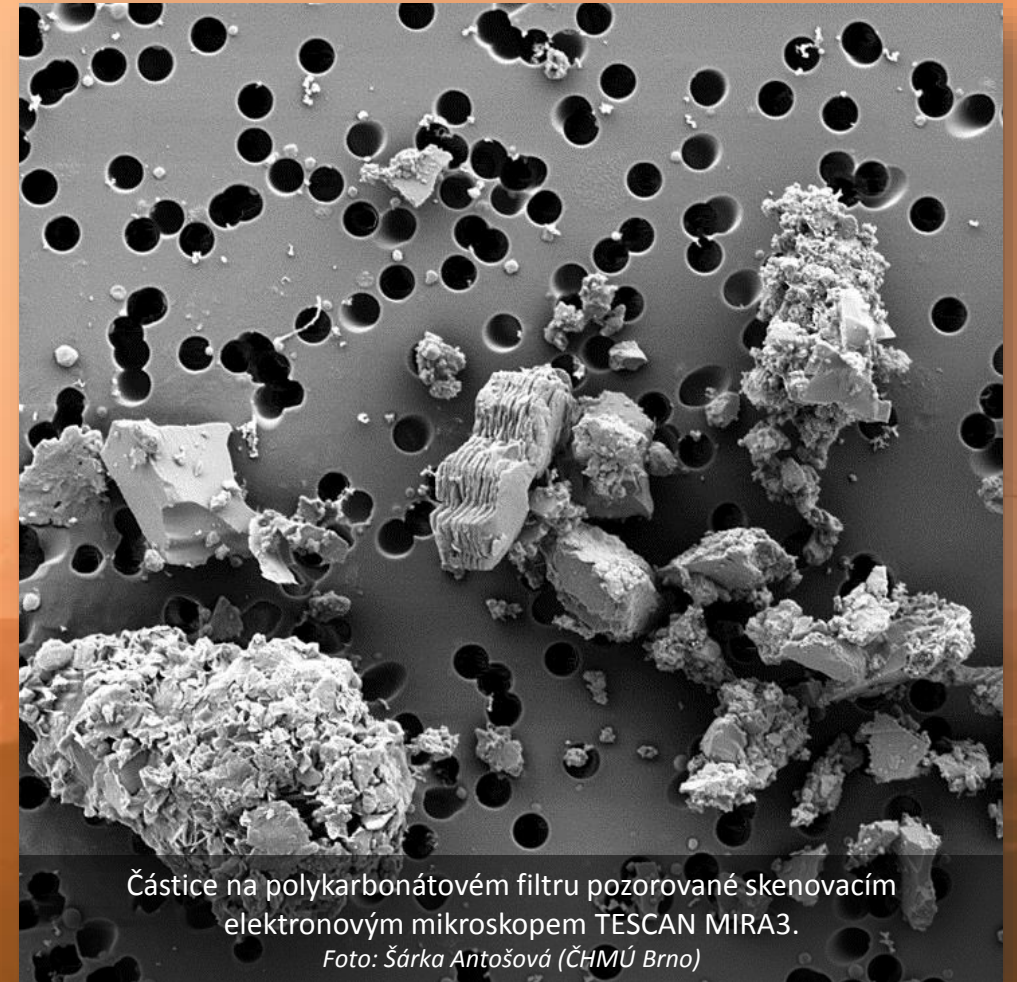


# SUSPENDOVANÉ ČÁSTICE

- **PM<sub>10</sub>** suspendované částice o aerodynamickém průměru do **10 μm**, tzv. hrubší frakce
- **PM<sub>2,5</sub>** suspendované částice o aerodynamickém průměru do **2,5 μm**, tzv. jemnější frakce
- **PM<sub>1</sub>** suspendované částice o aerodynamickém průměru do **1 μm**
- **ultrajemné (ultrafine) částice**
- **nanočástice**

## IMISNÍ LIMITY

- **PM<sub>10</sub>**
  - 24h: **50 μg·m<sup>-3</sup>** (max. 35× za rok)
  - rok: **40 μg·m<sup>-3</sup>**
- **PM<sub>2,5</sub>**
  - rok: **25 μg·m<sup>-3</sup>** (od 1. 1. 2020: 20 μg·m<sup>-3</sup>)



Částice na polykarbonátovém filtru pozorované skenovacím elektronovým mikroskopem TESCAN MIRA3.

Foto: Šárka Antošová (ČHMÚ Brno)



# OXIDY DUSÍKU ( $\text{NO}_x$ )

- součet koncentrací oxidu dusičitého ( $\text{NO}_2$ ) a oxidu dusnatého (NO)
- NO je přechodný meziprodukt, který rychle oxiduje mj. na  $\text{NO}_2$
- nejvýznamnějším zdrojem je doprava (vznikají ve spalovacích motorech při nedokonalém spalování) a některé chemicko-technologické procesy
- **$\text{NO}_2$** 
  - 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  $\text{NO}_2$  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 $\text{NO}_2$ PRO OCHRANU ZDRAVÍ

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

## IMISNÍ LIMIT $\text{NO}_x$ PRO OCHRANU EKOSYSTÉMŮ A VEGETACE

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



# OXID SIŘIČITÝ (SO<sub>2</sub>)

- bezbarvý, štiplavě zapáchající **jedovatý** plyn
- v minulosti se jednalo o jeden z nejproblematictějších 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 krevní oběh a poškozovat srdeční sval.

## IMISNÍ LIMITY PRO OCHRANU ZDRAVÍ

- **1h: 350  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$**  (max. 24× za rok)
- **24h: 125  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$**  (max. 3× za rok)

## IMISNÍ LIMIT PRO OCHRANU EKOSYSTÉMŮ A VEGETACE

- **rok a zimní období (1. 10. až 1. 3.): 20  $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$**



# 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<sub>2</sub> se uvolňuje právě CO
- toxicita tohoto plynu spočívá v jeho vazbě na krevní barvivo hemoglobin a následný vznik karboxyhemoglobinu. Tato reakce pak značně omezí přísun kyslíku do buněk

## IMISNÍ LIMIT PRO OCHRANU ZDRAVÍ

- max. denní 8h klouzavý průměr:  
10 000 µg·m<sup>-3</sup>





# PŘÍZEMNÍ OZON ( $O_3$ )

- přízemní (troposférický) ozon je **sekundární polutant**
- prekurzory jsou oxidy dusíku ( $NO_x$ ) 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 (odlehle 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:  **$120 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$**  (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:  $1 \text{ ng} \cdot \text{m}^{-3}$



# 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:  $6 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$

**Cd**

Kadmium

•rok:  $5 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$

**Ni**

Nikl

•rok:  $20 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$

**Pb**

Olovo

•rok:  $500 \text{ ng}\cdot\text{m}^{-3}$



# 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.



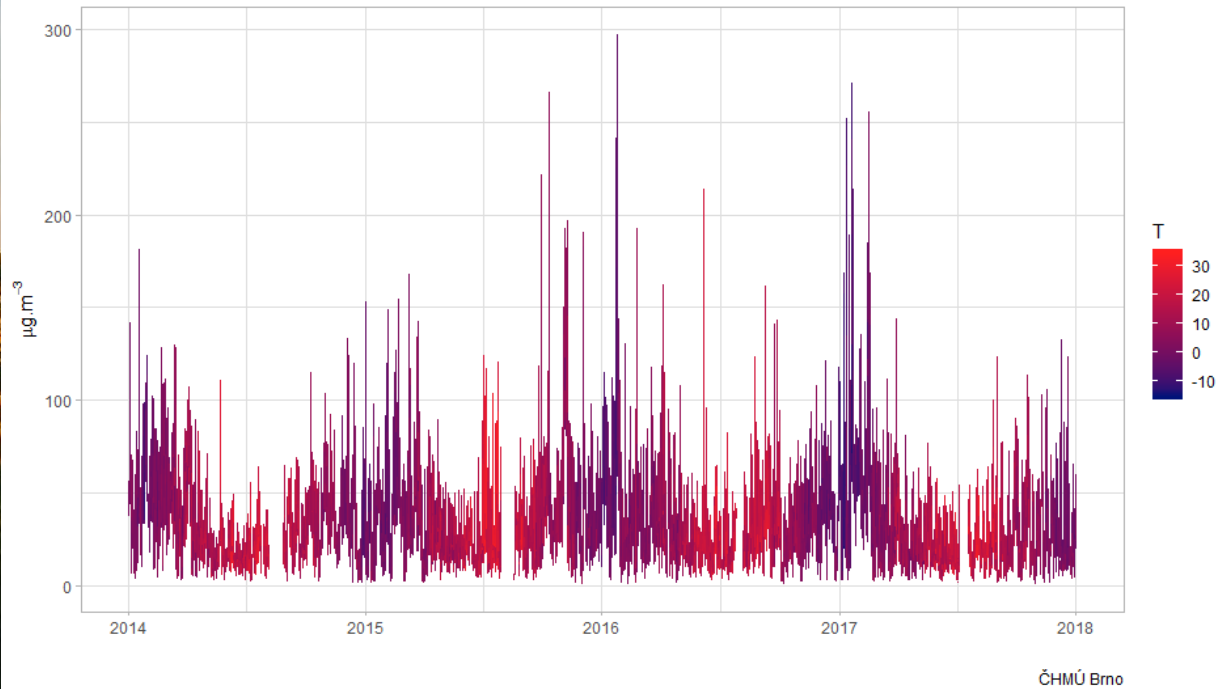
Srážky (ať už dešťové či sněhové) vedou k depozici znečišťujících látek a tedy zlepšují kvalitu ovzduší.



# METEOROLOGICKÉ PODMÍNKY

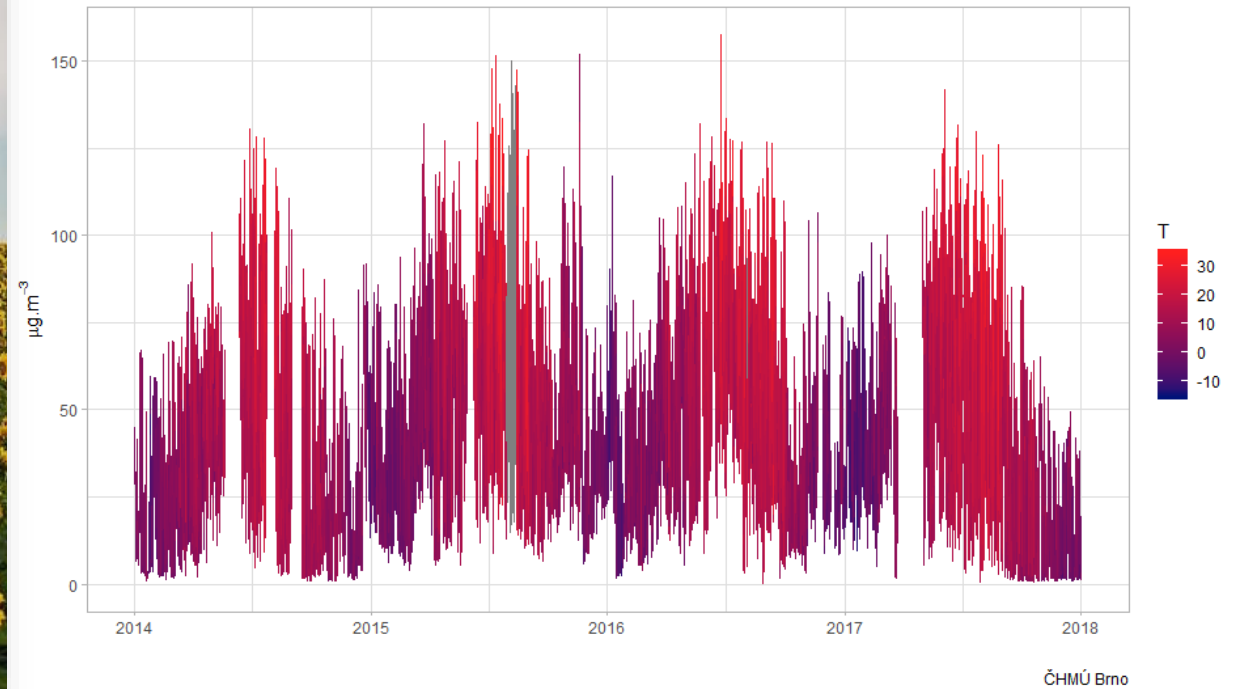
PM<sub>10</sub>

Průběh koncentrací



O<sub>3</sub>

Průběh koncentrací





# 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 vyhlášovány 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 PM<sub>10</sub> 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 ( $100 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) nebo regulační ( $150 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ ) 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  $180 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$ , v případě  $240 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$  se vyhláší 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](mailto:jachym.brzezina@chmi.cz)

+420 737 387 741