



Centrum pro výzkum  
toxických látek  
v prostředí

# Vzorkování ovzduší

Roman Prokeš, Jiří Kohoutek



evropský  
sociální  
fond v ČR



EVROPSKÁ UNIE



MINISTERSTVO ŠKOLSTVÍ,  
MLÁDEŽE A TĚLOVÝCHOVY



OP Vzdělávání  
pro konkurenceschopnost



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem České republiky

## Vzorkování ovzduší – obsah:

- 1. Úvod**
- 2. Rozdělení vzorkování**
- 3. Používané vzorkovače**
- 4. Používané filtry**
- 5. Umístění odběrové lokality**
- 6. Meteorologické podmínky**
- 7. Možnosti ovlivnění odběru**
- 8. Vzorkovací plány, systém QA/QC**
- 9. Odběry pro ekotoxikologické biotesty**
- 10. Vzorkovací stanice**



# 1. Úvod

## **Cíl vzorkování ovzduší:**

kvalitativní a kvantitativní zjištění přítomnosti a koncentrace škodliviny nebo skupiny škodlivin v ovzduší na dané lokalitě

## **Specifika vzorkování ovzduší:**

- nízké koncentrace škodlivin
- heterogenita vzorkované matrice
- škodliviny přítomné ve více formách



# 1.Úvod

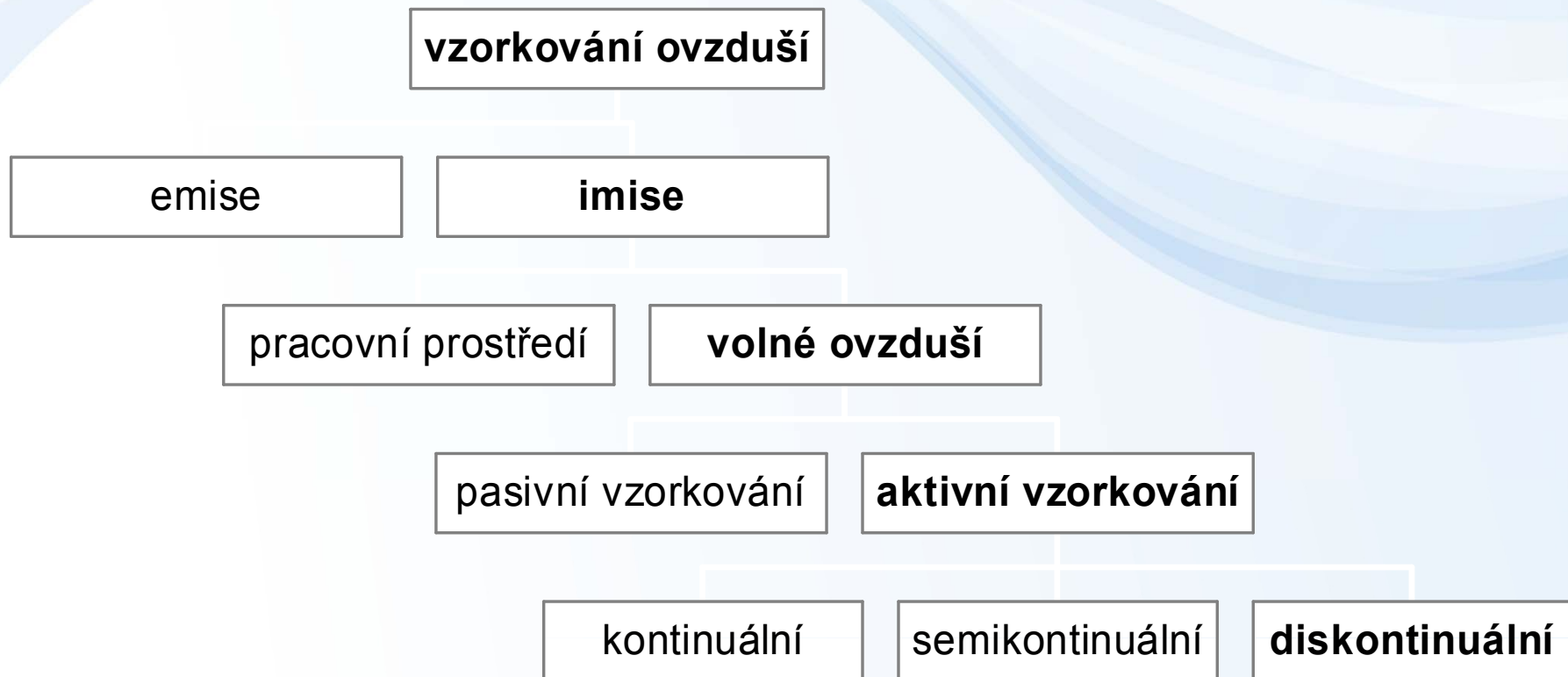
## **Faktory ovlivňující volbu vzorkovací metodiky:**

- fázová distribuce škodlivin
- stabilita škodlivin
- požadavky na časové rozlišení
- analytické požadavky
- další fyzikálně-chemické vlastnosti škodlivin:
  - tepelná stabilita
  - těkavost
  - polarita
  - iontový charakter
  - chemické složení
  - environmentálně-chemické vlastnosti





## 2. Rozdělení vzorkování



## 2. Rozdělení vzorkování

- **vzorkování emisí**
  - vysoké koncentrace polutantů
  - vysoká agresivita odebírané matrice
  - nutnost isokinetického odběru
  - odběr kondenzační nebo ředící metodou
  
- **vzorkování imisí**
  - vzorkování pracovního ovzduší
  - **vzorkování volného ovzduší**



## 2.Rozdělení vzorkování

### pasivní vzorkování – princip

- bez použití čerpadla - vzorkované ovzduší samovolně proudí kolem pasivně vystaveného filtru, membrány či jiného média (sorbentu), v němž se sledovaný polutant zachycuje
- separační mechanismus je založen na rozdílu mezi koncentracemi škodlivin v prostředí a v sorpčním médiu
- délka vzorkování se řídí podle doby, která je nutná pro ustavení rovnovážného stavu (nasycení sorpční kapacity)
- vzorkovače jsou málo citlivé na náhodné extrémní změny v aktuální koncentraci polutantů – poskytují informace o dlouhodobé úrovni kontaminace

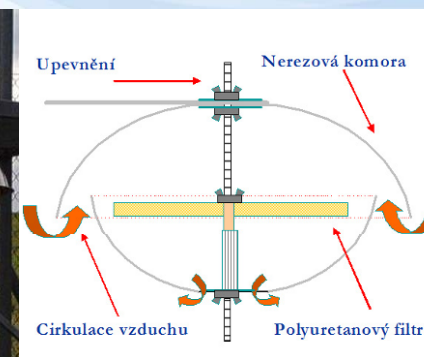




## 2. Rozdělení vzorkování

### pasivní vzorkování

- sorbenty se dle původu dělí na biotické (lišejníky, jehličí) a abiotické (radiello, SPMD PUF, SKC)





## 2. Rozdělení vzorkování

### pasivní vzorkování - vlastnosti

#### Výhody:

- nízká cena zařízení a nízké provozní náklady
- malé nároky na instalaci a technickou údržbu
- bez nutnosti připojení ke zdroji elektrické energie
- poskytují informaci o dlouhodobé úrovni kontaminace

#### Nevýhody:

- nižší citlivost a vyšší detekční limit
- možné interference s jinými polutanty
- nemožnost exaktního stanovení prošlého objemu vzduchu (používají se přepočty závislé na délce expozice, rychlosti sorpce a dalších parametrech či empiricky získané koeficienty)



## 2. Rozdělení vzorkování

aktivní vzorkování = odběr vzorků organických polutantů pomocí čerpadla, pumpičky, měchu.

- vzduch je hnán přes:
    - analyzátor přímo (online analýza)
    - filtr (více filtrů)
    - sorbent
    - promývačku
- ➔ zpracování a analýza po skončení odběru



## 2. Rozdělení vzorkování

### Dělení aktivního vzorkování

- **kontinuální vzorkování**

- vzduch stálou rychlostí prochází přímo přes analyzátor
- koncentrace škodlivin jsou k dispozici v reálném čase
- nedochází k jejich zachycování na filtru

- **semikontinuální vzorkování**

- vzduch je hnán přes zachycovací médium
- analýza a čištění média probíhá současně v paralelní větvi přístroje, obě větve se po předem nastaveném čase střídají

- **diskontinuální vzorkování**

- vzduch prochází přes filtr po celou dobu vzorkování
- analýza filtru se provádí až po ukončení odběru





## 2.Rozdělení vzorkování

### Kontinuální vzorkování

- měření tuhých znečisťujících látek v ovzduší (prašnost) PM1, PM2,5, PM10
- měření NOx, CO, CO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub>



## 2. Rozdělení vzorkování

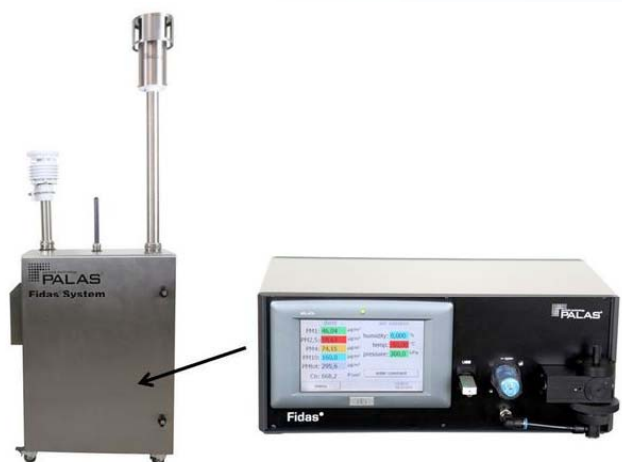
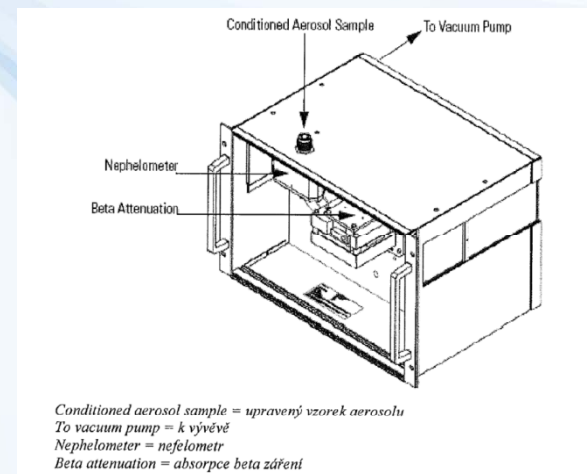
- měření  $\text{SO}_2$  – pulsní ultrafialová fluorescence
- měření  $\text{NO}_x$  – chemiluminiscence, korelační infračervená absorpce
- měření  $\text{O}_3$  - spektrofotometrie



## 2. Rozdělení vzorkování

### vzorkování prachových částic v reálném čase

- světelný rozptyl aerosolu (nefelometrie) a absorpce beta záření (radiometrie)





## 2.Rozdělení vzorkování

### aktivní vzorkování - vzorkovače s pevným objemem

- jednoduchá zařízení pro odběr vysokých koncentrací (bez nutnosti zakoncentrování při analytickém stanovení)
- využívají se zařízení s přesně definovaným objemem (plynotěsné stříkačky, vzorkovací vaky, evakuované kanystry)
- nenáročné na obsluhu



## 2. Rozdělení vzorkování

### aktivní vzorkování - s použitím čerpadla

- vzorkované ovzduší je čerpadlem hnáno přímo přes analyzátor nebo nasáváno přes vhodný filtr, který se analyzuje následně
- odebraný objem se obvykle měří plynoměrem



## 2. Rozdělení vzorkování

### Dělení aktivního (diskontinuálního) vzorkování podle průtoku (odebíraného objemu):

- **velkoobjemové odběry**  
odebíraný objem  $m^3$  za minutu
- **středněobjemové odběry**  
odebíraný objem v desítkách až stovkách litrů za minutu
- **nízkoobjemové odběry**  
odebíraný objem v mililitrech až jednotkách litrů za minutu





## 3. Používané vzorkovače

### Velkoobjemové odběry

- čerpadlo **PM-10** (výrobce Thermo Andersen, USA)
- průtok čerpadlem přesahuje 1 m<sup>3</sup> za minutu (1500 m<sup>3</sup>/24hod.)
- speciálně upravená hlavice zajišťuje odběr prašných částic frakce PM<sub>10</sub> prašné částice zachycuje křemenný filtr (quartz) velikosti 8x10" umístěný v odběrové hlavici
- prašnost se stanovuje diferenčním vážením filtru, který lze následně extrahovat a extrakt použít pro chemickou analýzu nebo pro biotesty
- odběrovou hlavici čerpadla je možno doplnit speciálním impaktorem pro další frakcionaci odebíraných částic



## 3. Používané vzorkovače

### Velkoobjemové odběry

- Digitel
- Baghirra
- kaskádový impaktor
- vícesměrový vzorkovač



### 3. Používané vzorkovače

#### Středněobjemové odběry

- pro odběry semivolatilních organických látek se nejčastěji používají středněobjemová čerpadla
- **PS-1** (Thermo Andersen, USA), obdobný design měla i starší čerpadla Wedding
- v odběrové hlavici jsou umístěny dva filtry - polyuretanový filtr (PUF) a křemenný filtr (quartz); křemenný filtr slouží k zachycení prašných částic s polutanty sorbovanými v tuhé fázi, PUF zachytí polutanty přítomné ve fázi plynné
- odebíraný objem dosahuje až  $280 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  (400 m<sup>3</sup>/24hod.)
- odběry se provádějí na základě US EPA metodiky TO-13

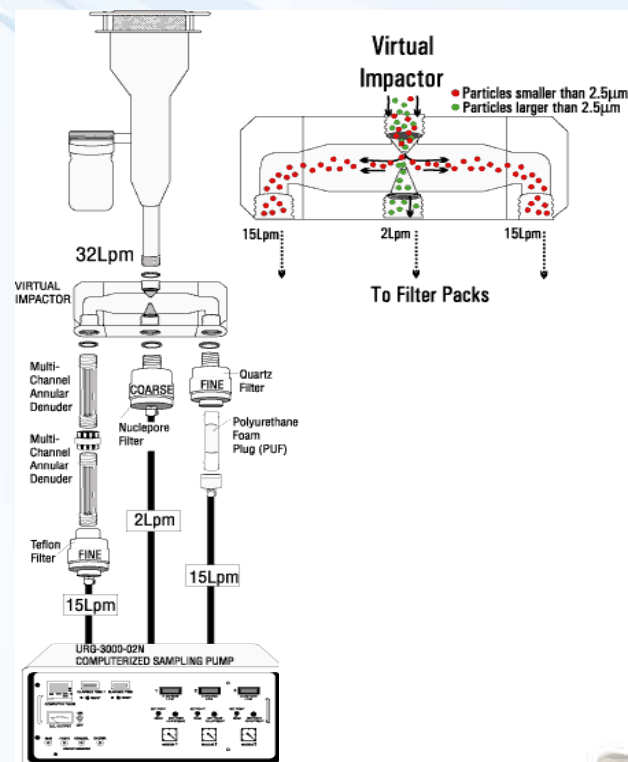




### 3. Používané vzorkovače

#### Středněobjemové odběry

- čerpadlo **VAPS** (Versatile Air Pollutant Sampler; výrobce URG, USA) slouží k odběru plyných látek a polévatého prachu ve frakcích  $PM_{10}$  (2l/min) a  $PM_{2,5}$  (15l/min)
- obě frakce jsou zachycovány na teflonových filtrech (analýza obsahu těžkých) nebo quartz filtrech (analýza POPs)



## 3. Používané vzorkovače

### Středněobjemové odběry

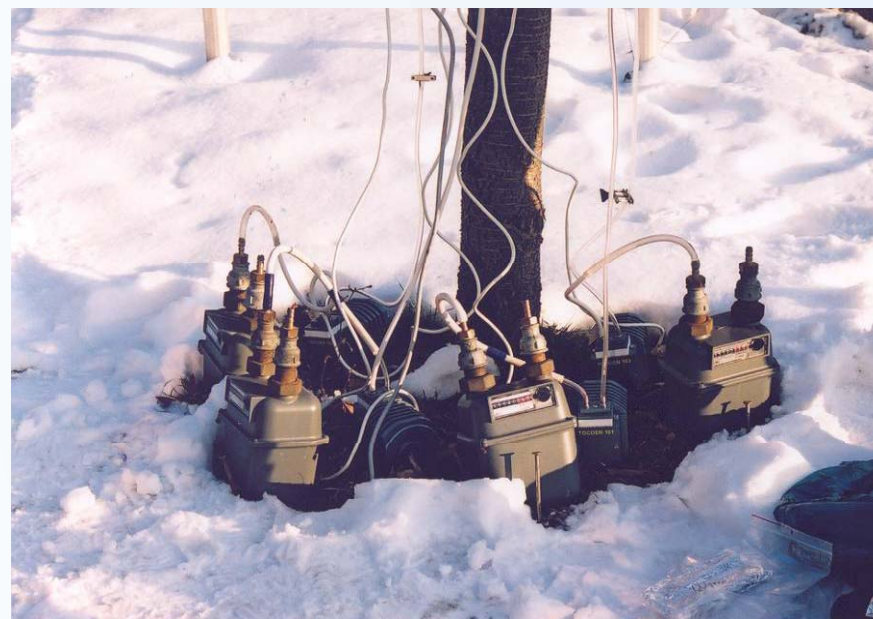
- Leckel
- hlavice bio, PM1, PM2,5, PM10, PM+PUF, ozonový denuder, TSP, VDI



### 3. Používané vzorkovače

#### Nízkoobjemové odběry

- lamelové čerpadlo **M401**
- průtok lze regulovat v rozsahu  $0,25 - 6 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$  (odebíraný objem  $0,4$  do  $8 \text{ m}^3$  za 24 hodin)
- odebrané objemy se měří mokřými nebo suchými plynoměry
- jako sorbentu lze využít nejrůznější typy filtrů či odběrových trubiček, a to i řazených v sérii nebo ve spojení se speciálními odběrovými hlavicemi





### 3. Používané vzorkovače

#### Nízkoobjemové odběry

- personální vzorkovače
- odebíraný objem cca 1 m<sup>3</sup>/24hod.
- **AirChek** (výrobce SKC, USA) - sledování kvality pracovního prostředí (průtok v rozsahu 5 až 3250 ml.min<sup>-1</sup>) v rozsahu 5 až 3250 ml.min<sup>-1</sup>)
- kaskádové impaktory
- vícesměrový vzorkovače







## 4. Používané filtry

### Používané filtry (sorbenty)

- pro chemickou analýzu se používá záchyt na speciálních prachových filtrech a sorpčních trubičkách (doporučený materiál filtrů a složení náplně trubiček se liší podle typu sledované škodliviny)
  - filtrační materiál i doporučenou analytickou metodu lze nalézt v materiálech US EPA
  - katalog jednotlivých výrobců (Whatman, SKC, Supelco)
- k záchytu prašných částic lze využít **celulóзовé, teflonové či křemenné filtry** - závisí na požadavcích dalšího zpracování (extrakce, analyty)
- pro odběr POPs (PCDDs/Fs, PCBs, CI-PEST, PAHs) se používají 2-3 filtry řazené v sérii – prvním je **křemenný filtr** (quartz) sloužící k záchytu prašných částic se sorbovanými POPs, druhým je **filtr z polyuretanové pěny** (PUF) sloužící k záchytu POPs v plynné fázi; při požadavku na záchyt silně těkavých POPs (např. naftalenu) je PUF třeba doplnit vrstvou XAD





## 5. Umístění odběrové lokality

### Požadavky na umístění lokality

- lokalita musí zajišťovat maximální možnou **reprezentativnost** odběru vzhledem ke sledovanému objektu či situaci
- musí být zajištěno dokonalé **pokrytí** daného místa a jevu **jak z hlediska prostorového, tak i časového**

### Výběr lokality ovlivňují:

- lokalizace stacionárních i mobilních zdrojů v okolí lokality
- transportní charakteristiky polutantů z těchto zdrojů a vlivy meteorologických a geografických podmínek na tyto charakteristiky
- vhodnost lokality z hlediska umístění odběrového zařízení



## 5. Umístění odběrové lokality

### Požadavky na umístění lokality

- vycházejí ze **zákona o ovzduší č. 86/2002 Sb.**
- dle §6, odst. 9 stanoví prováděcí právní předpis způsob sledování kvality ovzduší, včetně metod odběru vzorků a dalších technických požadavků (tedy i umístění odběrových lokalit – bodů vzorkování)
- uvedeným prováděcím předpisem je **nařízení vlády č. 350/2002 Sb.**, resp. příloha č. 3 k tomuto nařízení „Umístění bodů vzorkování (míst měření) pro měření koncentrací znečišťujících látek ve vnějším ovzduší“
- stanoví se zde požadavky na:
  - umísťování bodů vzorkování v makroměřítku
  - umísťování bodů vzorkování v mikroměřítku
  - další (obecné) požadavky



## 5. Umístění odběrové lokality

### Umíst'ování bodů vzorkování v makroměřítku

- **vzorkování zaměřené na ochranu zdraví lidí** – musí poskytovat údaje o lokalitách v oblastech se zhoršenou kvalitou ovzduší, v sídelních seskupeních, v nichž dochází k výskytu nejvyšších koncentrací a která jsou reprezentativní z hlediska expozice populace
- musí být vyloučeno měření ve velmi malých mikroprostředích a v jejich bezprostředním okolí; měření musí reprezentovat kvalitu ovzduší v okolí alespoň 200 m<sup>2</sup> u lokalit orientovaných na dopravu a několika kilometrů čtverečních u městských lokalit; mělo by **modelově reprezentovat podobné lokality**
- **vzorkování zaměřené na ochranu ekosystémů** nebo vegetace – více než 20 km od sídelních seskupení a více než 5 km od jiných zastavěných oblastí, průmyslových zařízení nebo dálnic; mělo by reprezentovat kvalitu ovzduší v okolí alespoň 1000 km<sup>2</sup>





## 5. Umístění odběrové lokality

### Umíst'ování bodů vzorkování v mikroměřítku

- **tok vzduchu** okolo vstupního otvoru vzorkovacího zařízení **nesmí být omezován překážkami** (nutná vzdálenost několika metrů od budov, balkonů, stromů a dalších překážek)
- **vstupní otvor** vzorkovacího zařízení by měl být **ve výši 1,5 m (dýchací zóna) až 4 m** nad zemí; vyšší polohy (až do 8 m) jsou nutné, pokud mají být údaje reprezentativní pro rozsáhlejší oblasti (dálkový transport škodlivin)
- vstupní otvor odběrové sondy nesmí být umístěn v bezprostředním okolí zdrojů znečišťování ovzduší, aby se vyloučil přímý odběr vzorků emisí nezředitých mícháním s okolním ovzduším
- vzorkovací zařízení orientované na dopravu by mělo být alespoň 25 m od kraje velkých křižovatek a alespoň 4 m od středu nejbližšího jízdního pruhu



## 5. Umístění odběrové lokality

### **Další požadavky na umístování bodů vzorkování**

**Musí být brány v úvahu následující faktory:**

- spolupůsobící zdroje znečišťování ovzduší
- bezpečnost obsluhy vzorkovacího zařízení
- přístupnost ke vzorkovacímu zařízení
- dostupnost elektřiny
- viditelnost místa ve vztahu k jeho okolí
- bezpečnost veřejnosti
- požadavky na společné umístění různých vzorkovacích zařízení
- požadavky územního plánování

**Musí být pořízena dokumentace a fotodokumentace bodu vzorkování.**

**Musí být zanesena do mapy přesná poloha lokality (GPS souřadnice).**

**Musí být prováděna pravidelná kontrola platnosti výběrových kritérií.**



## 6. Meteorologické podmínky

Meteorologické podmínky ovlivňují transport, zředovací rychlost a stabilitu sledovaných škodlivin.

- rychlost a směr větru
- teplota
- atmosferický tlak
- intenzita slunečního záření
- srážky (typ a intenzita)
- relativní vlhkost

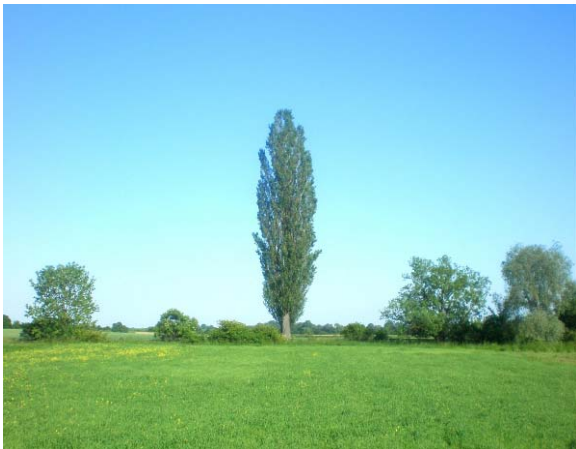




## 6. Meteorologické podmínky

Z hlediska opakovatelnosti odběru ovzduší je třeba rozlišovat:

- **typ počasí** (např. zimní inverze)  
Typ počasí se vyskytuje opakovaně (byť nepravidelně), proto odběry za stejného typu počasí jsou opakovatelné.
- **případ počasí** (souhrn všech jeho parametrů)  
Případ počasí je zcela jedinečný, proto je odběr za naprosto stejných podmínek (za stejného případu počasí) neopakovatelný.



## 7. Možnosti ovlivnění odběru

Možnosti ovlivnění odběru je třeba posoudit před jeho zahájením, sledovat v celém jeho průběhu a evidovat v protokolu o odběru vzorku pro potřeby následného vyhodnocení.

Jedná se zejména o:

- 1. možné zdroje znečištění**
- 2. vliv konfigurace terénu**
- 3. umístění odběrové lokality**
- 4. meteorologické podmínky**
- 5. ostatní podmínky při odběru**



## 7. Možnosti ovlivnění odběru

### 1. možné zdroje znečištění

- **bodový zdroj v malé vzdálenosti (např. komín)** – dle výšky komína nutno posoudit možnost přímého ovlivnění odběru zdrojem
  - **nízký komín** – přímé ovlivnění odběru je možné
  - **vysoký komín** – kouřová vlečka až na výjimečné meteorologické situace přímo neovlivňuje naměřené koncentrace
- **bodový zdroj ve střední vzdálenosti** – nutno posoudit možnost styku kouřové vlečky se zemí v místě odběru
- **plošný nebo liniový zdroj v malé vzdálenosti** (odběr v obci, její blízkosti nebo v blízkosti frekventované silnice)
- **bez známých zdrojů v blízkosti odběru** (imisní koncentrace závisí především na dálkovém transportu škodlivin)
- **zadýmení odběrové lokality** – většinou způsobeno spalovacími procesy v nejbližším okolí (domácí topeniště nebo volné spalování organických zbytků či odpadů). Zejména déle trvající zadýmení vede ke zvýšeným koncentracím všech látek nacházených běžně v emisích ze spalovacích procesů.





### 2. vliv konfigurace terénu

- **inverzní kotlina** – špatně provětrávané území s vysokou četností vzniku teplotních inverzí
- **ostatní polohy (roviny, svahy a vrcholky kopců)** – dobře provětrávané lokality s málo pravděpodobnými inverzními situacemi (s výjimkou dlouhodobých zimních inverzí většího rozsahu)



### 3. umístění odběrové lokality

- **výška odběrového místa**
  - **1,5-2 m – dýchací zóna** – toto umístění více zohledňuje vliv lokálních zdrojů
  - **6-10 m** – umístění vhodné především pro posouzení vlivu dálkového transportu škodlivin na imisní situaci v dané lokalitě
- **okolí odběrového místa**
  - **překážky v nejbližším okolí (do vzdálenosti 20 m)** – budovy, stromy a keře mohou působit jako lapače prašnosti a vytvořit “imisní stín”. Druhou možností je zvýšení turbulence proudění a tím i zvýšení a záchyt sekundární prašnosti.
  - **povrchy v okolí odběrového místa** – optimálním povrchem je udržovaný trávník. Holé prašné, hlinité či písčité povrchy mohou vést k vyššímu záchytu prašných částic, u asfaltových povrchů je možné i zvýšení naměřených koncentrací některých volatilních a semivolatilních organických sloučenin.



## 7. Možnosti ovlivnění odběru

### 4. meteorologické podmínky

- **srážky**
  - **déšť** – vymývání tuhých částic, pokles koncentrací látek na ně vázaných
  - **sněžení** – obdobné účinky, méně intenzivní
- **rychlost proudění (větru)**
  - **malá rychlost** – imisní koncentrace jsou ovlivněny především lokálními zdroji – emise z lokálních zdrojů jsou rozptýlovány, imisní koncentrace jsou znečištění, v obcích dochází ke zhoršenému provětrávání
  - **velká rychlost** – imisní koncentrace dány dálkovým transportem škodlivin
- **směr proudění** – odběr ovlivňují emisní zdroje lokalizované proti směru proudění
- **teplota**
  - **vyšší teploty** – vedou k těkání volatilních sloučenin v okolí místa odběru
  - **nižší teploty** – v obcích vyšší pravděpodobnost provozu topných systémů a tím i koncentrace látek emitovaných ze spalovacích procesů
- **tlak** – je jednou z meteorologických podmínek přispívajících ke vzniku teplotních inverzí
- **vlhkost**
  - **nízká vlhkost** – vede k růstu koncentrací prašných částic a sorbovaných škodlivin
  - **vysoká vlhkost** – může komplikovat některé typy odběrů





## 7. Možnosti ovlivnění odběru

### 5. ostatní podmínky při odběru

- **charakter prašnosti** – velikost prašných částic (jejich aerodynamický průměr  $d_{ae}$ )
  - velikost a měrný povrch částic ovlivňuje jejich **sorpční vlastnosti**  $\Rightarrow$  koncentrace sorbovaných škodlivin
  - velikost částic má vliv na **schopnost průniku do dýchacího ústrojí**  $\Rightarrow$  různá míra zdravotní rizika
    - frakce  $PM_{2,5-10}$  ( $2,5 \mu m < d_{ae} < 10 \mu m$ ) – hrubá, **inhalovatelná frakce**
    - frakce  $PM_{2,5}$  ( $d_{ae} < 2,5 \mu m$ ) – jemná, **respirabilní frakce**
    - frakce  $PM_{1,0}$  ( $d_{ae} < 1 \mu m$ ) – ultrajemná respirabilní frakce

**S klesající velikostí částic rostou jak koncentrace na ně sorbovaných škodlivin, tak jejich negativní účinky na lidské zdraví.**



## 8. Vzorkovací plány, QA/QC

- **vypracování vzorkovacího plánu** je prvním krokem při přípravě odběru vzorků

vzorkovací plán musí obsahovat veškeré **časové i místní údaje o připravovaném vzorkování**, počty odebíraných vzorků a způsob nakládání s nimi

musí specifikovat techniku odběru (**použité typy vzorkovačů a sorbentů**)

nedílnou součástí každého vzorkovacího plánu je i **system zajištění a kontroly kvality QA/QC** (Quality Assurance / Quality Control)

vlastní obsluha odběrových zařízení je specifikována **standardními operačními postupy (SOP)** pro jednotlivé typy odběrů



## 8. Vzorkovací plány, QA/QC

### System QA/QC




cílem systému QA/QC je **zamezení možnosti ovlivnění výsledků odběru vzorků**

k ovlivnění výsledků může dojít jak při vlastním odběru, tak při manipulaci a transportu vzorků a při jejich analytickém zpracování

system QA/QC (kromě jiného) specifikuje **způsob značení vzorků, vzhled a obsah odběrových protokolů**



Centrum pro výzkum  
toxických látek  
v prostředí

	<b>Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí</b>		
Kamenice 126/3, 625 00 Brno		www.recetox.muni.cz	
<b>ODBĚROVÝ PROTOKOL</b>			
Odběrové číslo vzorku: 2012 / A			
Číslo vzorku:	NHB-3-A1	Typ vzorku:	volné ovzduší (A)
Lokalita:	Nemocnice Havlíčkův Brod		
Požadovaná analýza:	PBDEs, PCBs, OCPs, chlorbenzeny		
<b>Filtry</b>			
0,5 µm PTFE filter (25 mm)	A	2,5 µm	<input type="text"/>
0,5 µm PTFE filter (25 mm)	B	1,0 µm	<input type="text"/>
0,5 µm PTFE filter (25 mm)	C	0,5 µm	<input type="text"/>
0,5 µm PTFE filter (25 mm)	D	0,25 µm	<input type="text"/>
2,0 µm PTFE filter (37 mm)	E	after-filter	<input type="text"/>
Skladování filtrů	ve 2 vratech do blánkové, fte a PE sáčky		
<b>Odběr vzorku</b>	<b>Low Volume Sampler (PM10 - 35) - SIOUTAS</b>		
<b>Začátek odběru</b>		<b>Konec odběru</b>	
Datum:	<input type="text"/>	Datum:	<input type="text"/>
Čas:	<input type="text"/>	Čas:	<input type="text"/>
Nastavený průtok	9	l/min	
Odebraný objem	<input type="text"/>	l	Doba odběru <input type="text"/>
Popis lokality:	budova č.3, ředitelství, kancelář		
Poloha lokality: (WGS 84)	49°36'34.250" N (s.š.) <input type="text"/> m n.m.	15°34'17.467" E (v.d.) <input type="text"/>	
Možné ovlivnění odběru:			
Meteorologické podmínky v průběhu odběru:			
Průměrné denní teploty:	<input type="text"/>		°C
Počet dnů se srážkami:	<input type="text"/>		
Počet dnů s inverzním charakterem počasí:	<input type="text"/>		
<b>Transport vzorků do laboratoří</b>	ve 2 vratech do blánkové, fte a PE sáčky v chlazeném boxu (5 °C) (zabal se listy od dávkového odměrníku)		
Datum přepravy:	<input type="text"/>		
Operátor:	<input type="text"/>		
Za správnost odběru odpovídá:	RNDr. Roman Prokeš		



## 8. Vzorkovací plány, QA/QC

- pro vlastní vzorkování je podstatné **odstranění chyb při manipulaci s čistými filtry** před zahájením vzorkování a **s exponovanými filtry** po jeho ukončení

doporučený postup:

- po vyčištění jsou filtry dle typu skladovány buď ve dvou vrstvách hliníkové fólie a uzavíratelném PE sáčku nebo ve skleněné zábrusové prachovnici obalené hliníkovou folií v mrazícím boxu při teplotě -18 °C
- maximální doba skladování vyčištěných filtrů jsou tři měsíce (popř. jeden rok)
- pro manipulaci s filtry se používají pinzety s teflonovými hroty
- po ukončení odběru jsou exponované filtry zabaleny do dvou vrstev alobalu, uzavřeny do PE sáčku a do analýzy umístěny v chladu (při transportu a krátkodobém skladování – do 24 hodin – ve 4 °C, při déletrvajícím skladování je nutno vzorky zmrazit na -18 °C)
- u silně reaktivních sloučenin se doporučuje minimalizovat dobu skladování, optimální je okamžité zpracování v laboratoři



## 9.Odběry pro biotesty

- pro komplexní hodnocení stavu prostředí je vhodné vedle chemických analýz provést posouzení biologických účinků (**ekotoxikologické biotesty**)
- cílem ekotoxikologických biotestů je **posouzení možných vlivů celého spektra přítomných škodlivin** i se zohledněním jejich vzájemných vztahů a interakcí
- biotesty umožňují hodnotit a kvantifikovat vybraný biologický účinek formou **závislosti dávka-odpověď**
- vzhledem k požadavkům na provedení biotestů je třeba při odběrech zohlednit zejména:
  - potřebné množství vzorku**
  - formu zachycení (fixace) vzorku**



## 9.Odběry pro biotesty

- **potřebné množství vzorku**
  - ekotoxikologické biotesty mají **nižší citlivost** než chemické analýzy
  - testování se provádí v **několika koncentracích** pro posouzení vztahu dávka-odpověď
  - potřebné množství vzorku ovlivňuje i **design testů**



Biotest RCS Plus  
Microbial Air Sampler



Biotest RCS High  
Flow Microbial Air  
Sampler

- ⇒ potřebné množství vzorku je větší než pro chemickou analýzu
- ⇒ je nutné použití velko- a středněobjemových čerpadel



Biotest RCS Isolator Microbial Air Sampler





## 10. Vzorkovací stanice

- stálé stanice
- kontejnery
- mobilní stanice



## 10. Vzorkovací stanice

### · Měřené látky a rozsah měření

<i>Látka</i>	<i>Rozsah</i>	<i>Látka</i>	<i>rozsah</i>
<b>IMISE</b>			
SO <sub>2</sub>	0 – 10 ppm	H <sub>2</sub> S-TRS	0 – 1 ppm
NO-NO <sub>2</sub> -NO <sub>x</sub>	0 – 10 ppm	NH <sub>3</sub>	0 – 1 ppm
CO	0 – 200 ppm	O <sub>3</sub>	0 – 10 ppm
HC/Total VOC	0 – 1000 ppm	Prach PM10	0-10 000µg/m <sup>3</sup>
Prach 2,5	0-10 000µg/m <sup>3</sup>	Prach TSP	0-10 000µg/m <sup>3</sup>
<b>VOC</b>			
Benzen	0-1 000µg/m <sup>3</sup>	Ethyl-benzen	0-1 000µg/m <sup>3</sup>
o-xylen	0-1 000µg/m <sup>3</sup>	cyklohexan	0-1 000µg/m <sup>3</sup>
Toluen	0-1 000µg/m <sup>3</sup>	m,p-xylen	0-1 000µg/m <sup>3</sup>
1-3 Butadien	0-1 000µg/m <sup>3</sup>	a-heptan	0-1 000µg/m <sup>3</sup>
u-pentan	0-1 000µg/m <sup>3</sup>	styren	0-1 000µg/m <sup>3</sup>
<b>SANO A</b>			
SO <sub>2</sub>	Benzen	m-xylen	p-xylen
NO <sub>2</sub>	O <sub>3</sub>	Benzen	Toluen
CO	Formaldehyd	Phenol	Styren
HNO <sub>2</sub>	NO	NH <sub>3</sub>	
<b>METEOROLOGIE</b>			
Směr větru	Rychlost větru	Atmosférický tlak	Vlhkost
Teplota	Sluneční záření	Srážky	

## **1. Imisní limity vyhlášené pro ochranu zdraví lidí a maximální počet jejich překročení**

<b>Znečišťující látka</b>	<b>Doba průměrování</b>	<b>Imisní limit</b>	<b>Maximální počet překročení</b>
Oxid siřičitý	1 hodina	350 $\mu\text{g.m}^{-3}$	24
Oxid siřičitý	24 hodin	125 $\mu\text{g.m}^{-3}$	3
Oxid dusičitý	1 hodina	200 $\mu\text{g.m}^{-3}$	18
Oxid dusičitý	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g.m}^{-3}$	0
Oxid uhelnatý	maximální denní osmihodinový průměr <sup>1)</sup>	10 $\text{mg.m}^{-3}$	0
Benzen	1 kalendářní rok	5 $\mu\text{g.m}^{-3}$	0
Částice PM <sub>10</sub>	24 hodin	50 $\mu\text{g.m}^{-3}$	35
Částice PM <sub>10</sub>	1 kalendářní rok	40 $\mu\text{g.m}^{-3}$	0
Částice PM <sub>2,5</sub>	1 kalendářní rok	25 $\mu\text{g.m}^{-3}$	0
Olovo	1 kalendářní rok	0,5 $\mu\text{g.m}^{-3}$	0





# Legislativa - Zákon o ochraně ovzduší č.201/2012 SB

## **2. Imisní limity vyhlášené pro ochranu ekosystémů a vegetace**

<b>Znečišťující látka</b>	<b>Doba průměrování</b>	<b>Imisní limit</b>
Oxid siřičitý	kalendářní rok a zimní období (1. října – 31. března)	20 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$
Oxidy dusíku <sup>1)</sup>	1 kalendářní rok	30 $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$

Poznámka:

1) Součet objemových poměrů (ppb<sub>v</sub>) oxidu dusnatého a oxidu dusičitého vyjádřený v jednotkách hmotnostní koncentrace oxidu dusičitého.

## **3. Imisní limity pro celkový obsah znečišťující látky v částicích PM<sub>10</sub> vyhlášené pro ochranu zdraví lidí**

<b>Znečišťující látka</b>	<b>Doba průměrování</b>	<b>Imisní limit</b>
Arsen	1 kalendářní rok	6 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$
Kadmium	1 kalendářní rok	5 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$
Nikl	1 kalendářní rok	20 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$
Benzo(a)pyren	1 kalendářní rok	1 $\text{ng}\cdot\text{m}^{-3}$



# Legislativa - Zákon o ochraně ovzduší č.201/2012 SB

## Sazby poplatků za znečišťování a koeficienty úrovně emisí

### 1. Znečišťující látky, které podléhají zpoplatnění a sazby poplatků za znečišťování v jednotlivých letech (v Kč/t)

	2013 až 2016	2017	2018	2019	2020	2021 a dále
<b>TZL</b>	4 200	6 300	8 400	10 500	12 600	14 700
<b>SO<sub>2</sub></b>	1 350	2 100	2 800	3 500	4 200	4 900
<b>NO<sub>x</sub></b>	1 100	1 700	2 200	2 800	3 300	3 900
<b>VOC</b>	2 700	4 200	5 600	7 000	8 400	9 800

### 2. Koeficienty úrovně emisí podle dosahovaných emisních koncentrací v celém poplatkovém období vyjádřených v procentech horní hranice úrovně emisí spojené s nejlepšími dostupnými technikami nebo v případě, že nejlepší dostupné techniky nejsou specifikovány, v procentech specifického emisního limitu

50-60 %	> 60-70 %	> 70-80 %	> 80-90 %	> 90 %
0,2	0,4	0,6	0,8	1



# Legislativa - Zákon o ochraně ovzduší č.201/2012 SB

## Požadavky na spalovací stacionární zdroj platné od 1. ledna 2014

### 1. Požadavky na spalovací stacionární zdroj na pevná paliva

Dodávka Paliva	Palivo	Jmenovitý tepelný příkon (kW)	Mezní hodnoty emisí <sup>1)</sup>		
			CO	TOC <sup>2),3)</sup>	TZL
			mg.m <sup>-3</sup>		
Ruční	Biologické	≤65	5 000	150	150
		>65 až 187	2 500	100	150
		>187 až 300	1 200	100	150
	Fosilní	≤65	5 000	150	125
		>65 až 187	2 500	100	125
		>187 až 300	1 200	100	125
Samočinná	Biologické	≤65	3 000	100	150
		>65 až 187	2 500	80	150
		>187 až 300	1 200	80	150
	Fosilní	≤65	3 000	100	125
		>65 až 187	2 500	80	125
		>187 až 300	1 200	80	125







INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

Inovace tohoto předmětu je spolufinancována  
Evropským sociálním fondem a státním rozpočtem  
České republiky



Centrum pro výzkum  
toxických látek  
v prostředí