

*„Z komínů se kouří,
slunce oči mhouří.
Mhuř si oči, mhuř -
kdyby se z nich nekouřilo,
bylo by nám hůř.....“*

(F. Halas)



Vzorkování ovzduší



ovzduší

- **Vzduch** - v troposféře lze, mimo majoritní základní složky (dusík, kyslík, vodní páru, oxid uhličitý a vzácné plyny), považovat za dynamickou, fyzikálně nestabilní, prostorově a časově variabilní ternární směs plynů a aerosolů
- Stanovované složky mají široké koncentrační rozmezí od řádu **% (10^{-2})** do méně než **ppt ($10^{-9(12)}$)**
- Důležitou roli mají mikroklimatické parametry charakterizující odběr (tlak, relativní vlhkost, teplota či intenzita slunečního záření) a skutečnost, že mnoho přítomných složek spolu vzájemně reaguje, a to i **po odběru** vzorku
- Odběr vzorku ovzduší je **neopakovatelným** procesem

znečištění ovzduší

je dáno jak přírodními (biotické a abiotické) tak anthropogenními (doprava, spalovací procesy a průmyslové zdroje) emisemi. Může se jednat o ohraničené bodové zdroje, ale častěji je zátěž ovzduší vyvolána **směsí** látek z různých typů zdrojů. Mimo emisí z lokálních zdrojů přispívají k celkové úrovni znečištění ovzduší i **transportní** jevy....

Jednotlivé emitované či transportované látky spolu, v závislosti na koncentraci a dalších fyzikálních podmínkách, jako je sluneční záření, vlhko, teplota, tlak, proudění vzduchu apod., vzájemně reagují.

několik základních pojmů

- **Imise (≠ koncentrace)** - působení na receptor. V případě kvality ovzduší se jedná o množství znečišťujících příměsí (hmotnostní koncentrace) ve vzduchu, které od zdroje prošly prostorovým rozptylem do okolí a působí na životní prostředí. Při hodnocení vlivu na zdraví se používá termín expozice
- **Emise (≠ koncentrace)** – proces vnášení jedné nebo více znečišťujících látek do životního prostředí
- **Zdroje** - bodové, plošné, liniové
- **Imisní limit** - hodnota nejvýše přípustné úrovně znečištění ovzduší vyjádřená v jednotkách hmotnosti na jednotku objemu při normální teplotě a tlaku (20 °C, $1,01325 \cdot 10^5$ Pa)

měření (a vzorkování)

je **kontinuálním** rozvíjejícím se procesem získávání informací, který pro zajištění reprezentativnosti naměřených hodnot využívá, v závislosti na zadání, **všechny existující** odborné technické (**měřicí** přístroje, analytické metody a normované postupy) a legislativní (předpisy) podklady a nástroje....

.. nízké měřené koncentrace ($1,0 \times 10^{-6}$ až $1,0 \times 10^{-12}$ obj. %), nehomogenita koncentračních polí, komplexnost dějů, chemismus emitovaných látek, zastoupení a dynamika spolupůsobících zdrojů s sebou přináší zvýšené nároky na systém zajištění jakosti získávaných údajů. Na:

- **representativnost měření** (v relaci k zadání měření) danou plánem vzorkování včetně lokalizace odběrových míst, četností a frekvencí vzorkování a dalšími, často neovlivnitelnými faktory (meteorologické a transportní jevy);
- **validaci** měřicí metody (včetně vzorkování)
- **kontrolu** údajů, **verifikaci** primárních naměřených hodnot, kvalifikaci pracovníků, archivaci a správu dat ...
- **zpracování a interpretaci** naměřených hodnot

vzorkování

vzorek

Výběr neboli **vzorek** je definován jako jedna nebo více vybíraných jednotek odebíraných ze základního souboru a určených k tomu, aby poskytly informaci o základním souboru.

Vzorkované složky životního prostředí přitom, na rozdíl od homogenních materiálů, vykazují statisticky významnou proměnlivost hodnot sledovaného znaku, který může být nahodile i nenahodile heterogenní; **sledovaný znak má obecně dynamický charakter a může se měnit v čase a prostoru (ČSN ISO 3534-1).**

vzorkování

Vzorkování je proces výběru nebo tvorby vzorku, kterým je získávána část celku (vzorek) k provedení zkoušky, soubor činností vedoucích k odběru **representativního** vzorku. Za representativní vzorek lze považovat pouze takovou část hodnoceného celku, kde podíly jednotlivých analyzovaných složek a rozdělení hodnot sledovaného znaku (faktoru, indikátoru) odpovídají poměrům ve vzorkovaném celku (ČSN 01 5110).

*V prvním díle Analytické příručky (Analytická příručka, 1980), v části Odebírání a úprava vzorků je uvedeno, že : „**všeobecně platné předpisy pro vzorkování nelze stanovit**“ .*

definovaný odběr vzorku

znamená převedení přesně změřeného objemu analyzovaného ovzduší do analyzátoru nebo zařízení (kolektoru), které je schopno analyzovat nebo uchovat stanovovanou složku (eventuálně složky) pro následnou analýzu. Je součástí metodiky.

POZOR:

definovaný \neq reprezentativní

representativnost 1

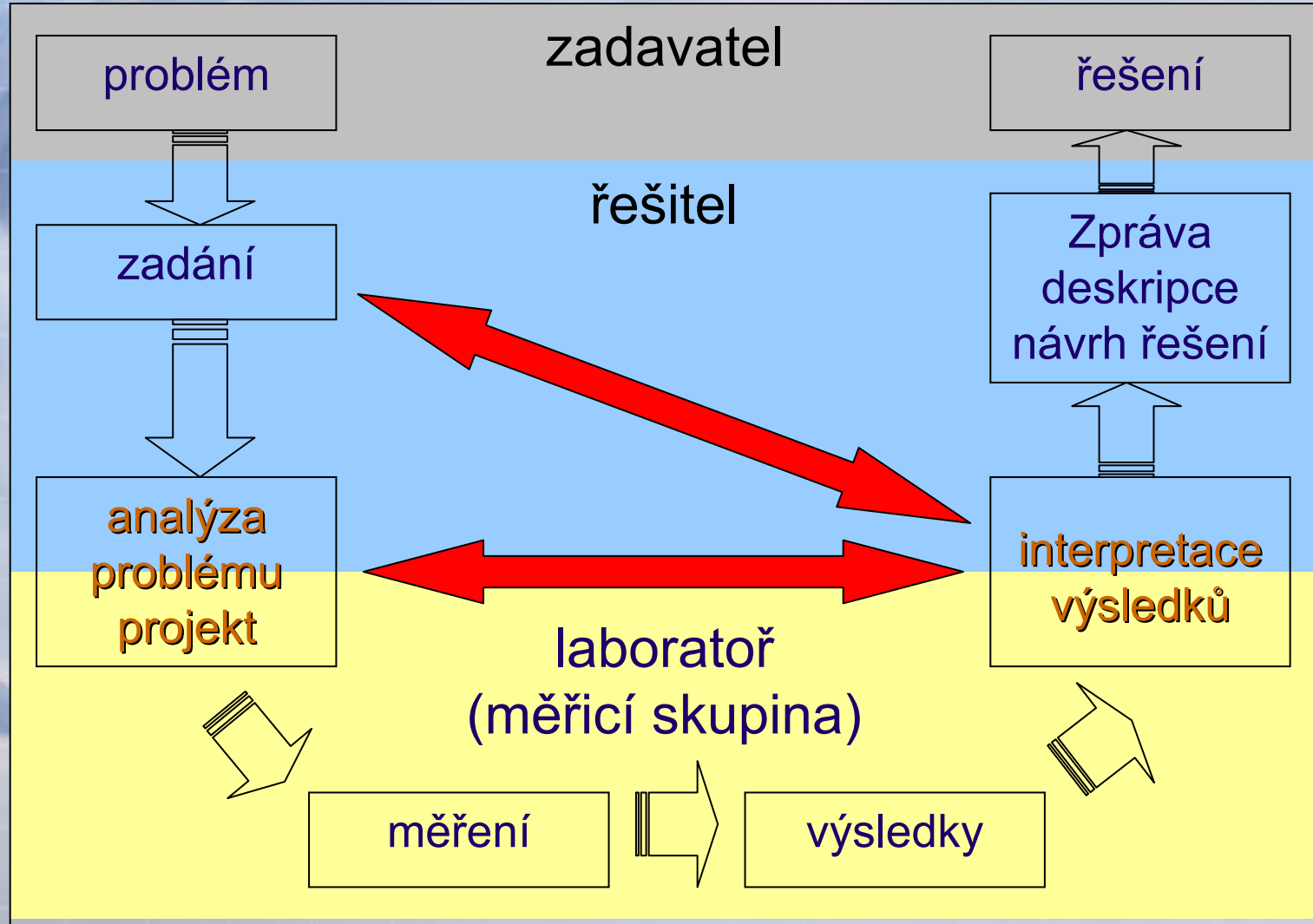
Znamená odpovědět **ANO** na **VŠECHNY** tyto otázky :

- Postihuje provedené měření/odběr vzorku prostředí daný problém ?
 - Byly vybrány správné indikátory ?
 - Byla použita odpovídající metodika ?
 - Byl standardní režim činnosti zdroje/zdrojů ?
 - Byly/nebyly mimořádné záležitosti v průběhu měření/vzorkování ?
- Byla zvolená vhodná strategie vzorkování ?
 - Representuje časovou variabilitu ?
 - Representuje prostorovou variabilitu ?
- Lze naměřené hodnoty použít pro hodnocení expozice nebo pro hodnocení rizik ?

plán vzorkování - strategie

Vychází ze **zadání** (účelu měření), respektuje požadavky zadavatele, možnosti řešitele a technická omezení (prostory, jejich vlastnosti včetně mikroklimatických a meteorologických faktorů, režimy činností zdrojů, aktivity uživatelů, možnosti analytických postupů.....)

obecný postup řešení



faktory ovlivňující vzorkování

Měřené zdroje jsou umístěny v reálném prostředí a výsledky měření ovlivňuje řada faktorů.

- velikost a charakter zdroje
- lokalizace jednotlivých technologií
- technologie a režimové změny (v čase)
- umístění vůči osídlení (intravilány)
- vliv ostatních spolupůsobících zdrojů
- meteorologické (mikroklimatické) podmínky

representativnost 2

Je tedy vždy nutno:

- správně **identifikovat** zdroj/zdroje;
- **lokalizovat** všechny zdroje emisí;
- postihnout **změny** v čase i změny v technologii;
- vybrat **správné místo/místa odběru vzorku** se zřetelem na všechny okolnosti ovlivňující emise a jejich transport (šíření);
- při odběru vzorku **kontrolovat fyzikální a mikroklimatické parametry** – teplota, vlhkost a průtok odebíraného plynu, teplota a tlak vnějšího prostředí, popis počasí, směr větru

základní premisy vzorkování

- Odběr vzorku ovzduší je **neopakovatelným** procesem.
- Vzorkováním **nesmí** být **ovlivněny** měřené hodnoty.

metody odběru vzorku lze rozdělit na:

- Aktivní - separace z nuceného proudu vzorku
 - **Integrální postupy** - záchyt do roztoků (absorpce), na pevný sorbent (adsorpce), filtrace a impakce (specifické pro pyly a mikrobiologické faktory)
 - **Intaktní odběry** - odběry vzorku do vzorkovnic, kanýstrů a plynových (plastových) vaků.
 - **On-line** měření (automatizované systémy kontinuálně spojující proces odběru vzorku a analýzu).
- Pasivní
 - principy **difúze**, výhodou je bezobslužnost a nižší náklady, nevýhodou je nutnost dlouhodobějšího integrálního vzorkování (v řádu dnů až týdnů), často i omezené spektrum sledovaných znaků

kolektory a vzorkovací média



V metodice (SOP)

- Příprava materiálu
- Skladování materiálu
- Způsob přepravy
- Podmínky a způsob přepravy
- Skladování do expozice



specifické odběrové systémy



HV odběrové systémy PM₁₀ a „PUF“

uchování vzorků

- U vzorků je citlivých na světlo
alobal, přepravní kufr, pouzdro
- u vzorků citlivých na změny teploty
podle povahy vzorku – sklep, chladnička
- vzorky PAU - mraznička

transport vzorků



uchování vzorků před analýzou



zdroje chyb

Náhodné chyby

- Umístění vzorkovacího místa - rušící vlivy
- Obsluha zařízení (lidský faktor), analýza vzorků a poruchy zařízení
- Skladování spotřebního materiálu a vzorků (lidský faktor)
- Transport vzorků u integrálních metod (lidský faktor)
- Přenos dat u on-line postupů

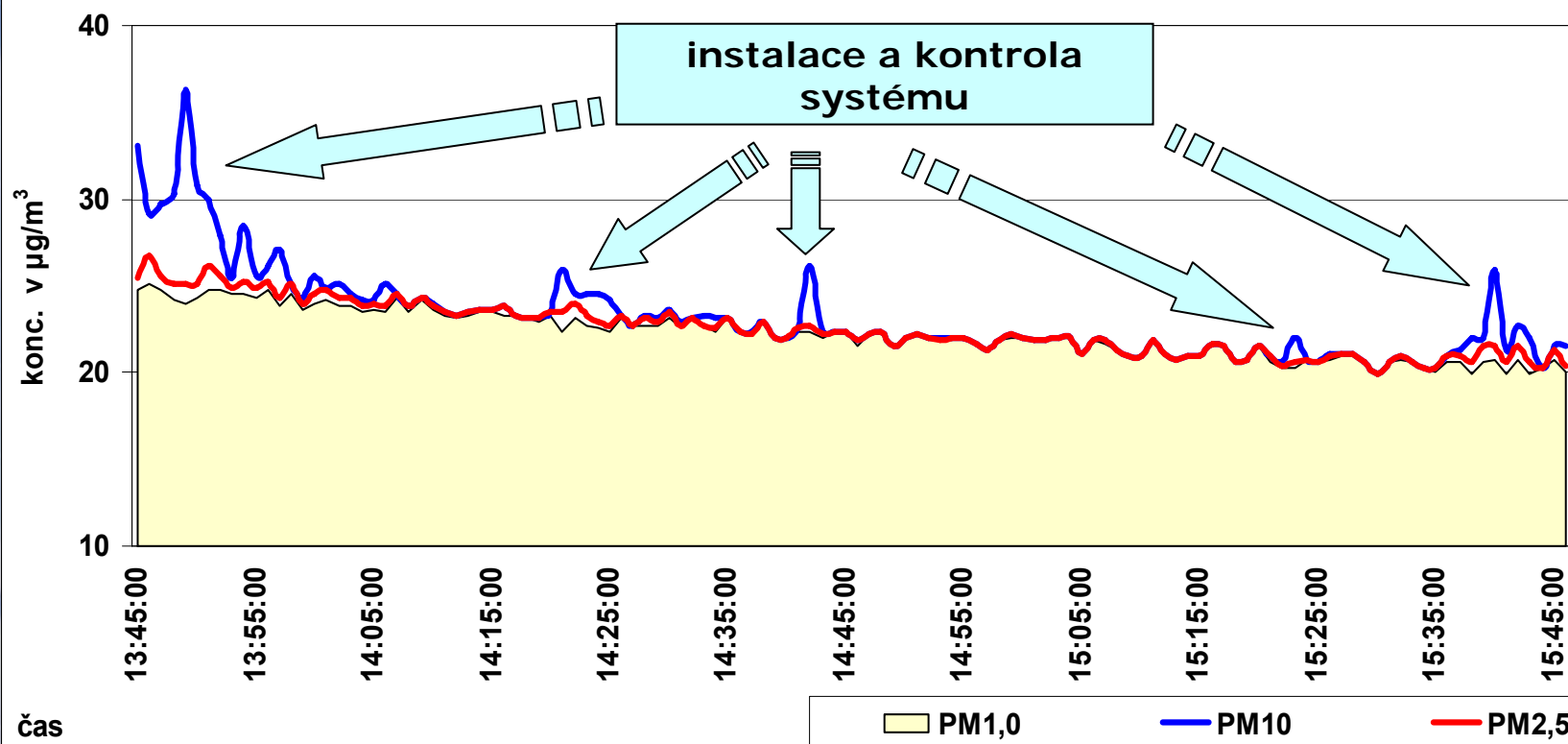
Vlastně
neodstranitelné

Systematické chyby

- Umístění vzorkovacího místa – časová a prostorová reprezentivnost
- Chybné postupy – odběr vzorku, analýza vzorků, skladování spotřebního materiálu a vzorků, transport vzorků u integrálních metod
- Zpracování (agregace) a archivace dat
- Údržba systému

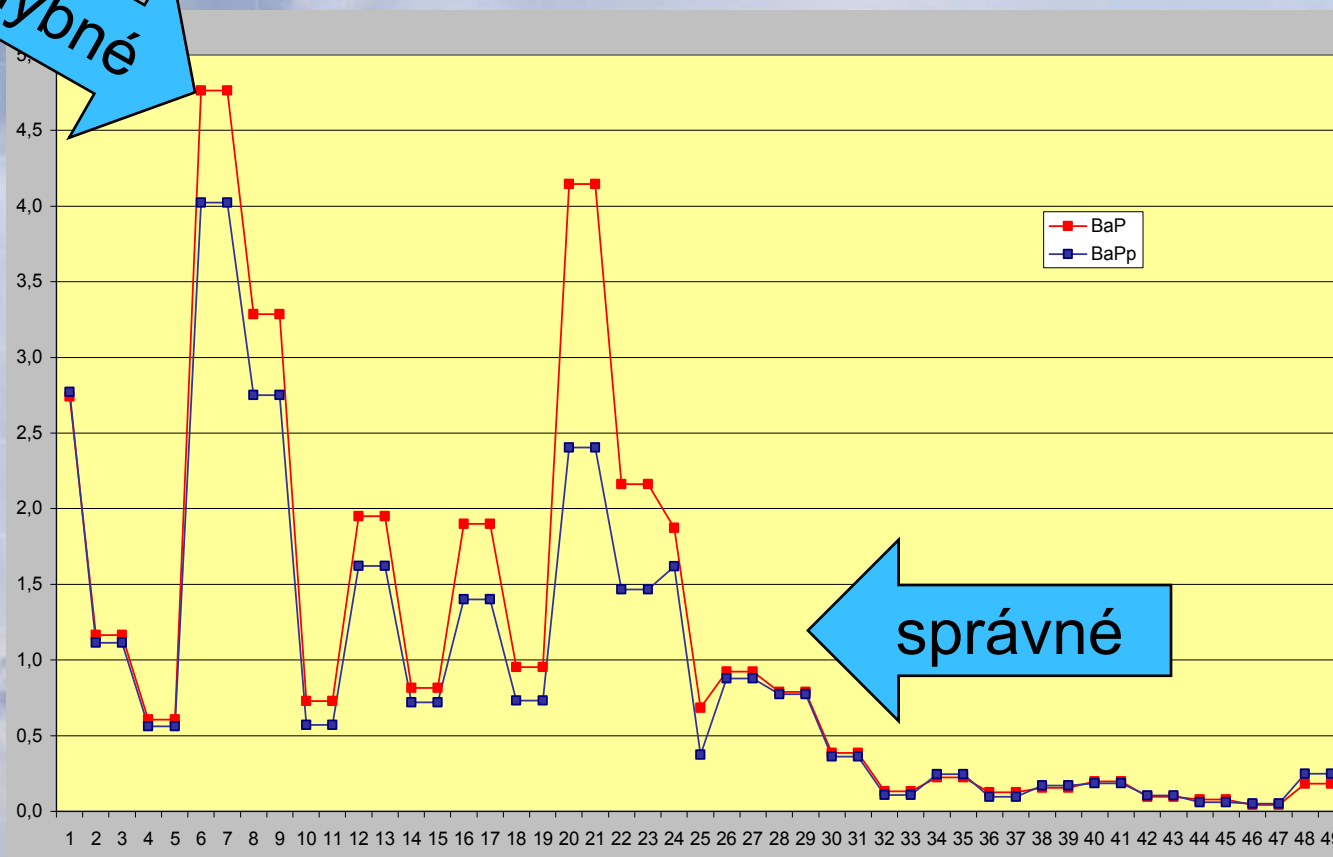
Odstranitelné v SOP a
v systému QA/QC

Průběh suspendovaných částic frakce PM₁₀, PM_{2,5} a PM_{1,0}



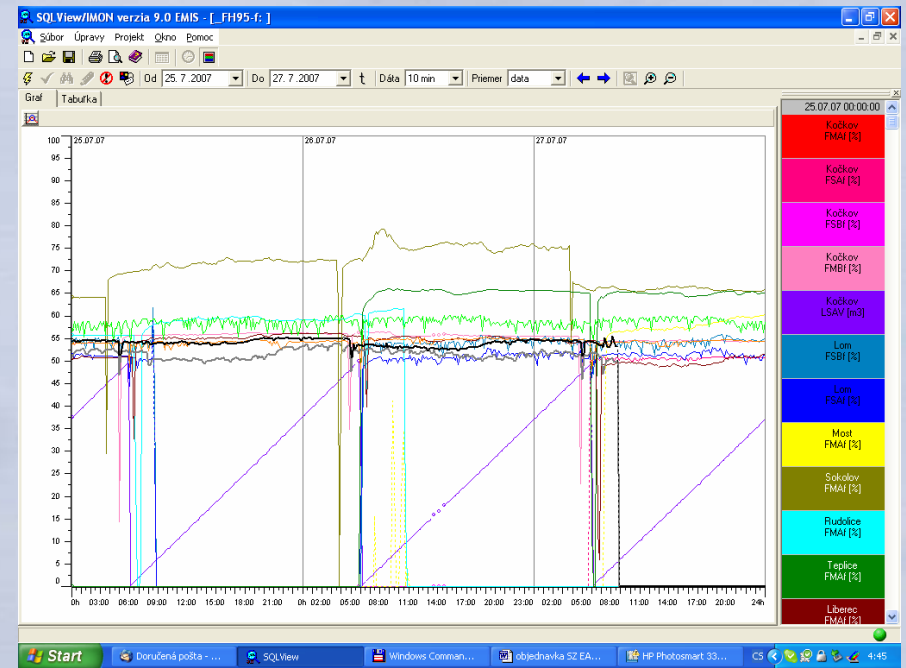
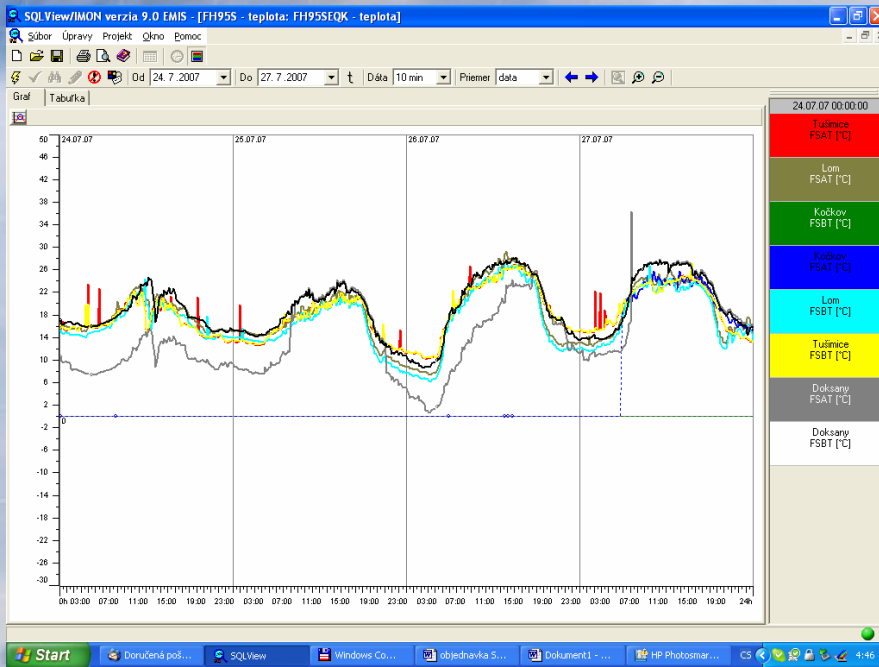
důsledek chybné kalibrace

chybné



správné

porucha teploměru





Venkovní ovzduší

měření kvality venkovního ovzduší

- Proč ?
 - ze zákona - **státní imisní síť**
 - zájem úřadů nebo obyvatel
 - stížnosti
 - výzkum
- Co ?
 - podle legislativy (NV č. 597/2006)
 - dle oblasti nebo složení zdrojů,
(prekurzory ozónu, specifické látky...)

základní měřené škodliviny

Imisní limity - NV č. 597/2006:

- SO₂, NO₂ a sumu oxidů dusíku
- suspendované částice frakce PM₁₀
- CO
- O₃
- Pb
- Benzen

Cílové (odložená platnost) imisní limity:

- Cd, As, Ni
- Benzo[a]pyren

Měřené škodliviny, pro které nejsou stanoveny limity, ale mohou být stanoveny referenční koncentrace:

- NH₃, H₂S, VOC, prekursorů ozónu, další PAU, další TK, PM_{2,5}

vzorkování

(vždy nutno zapojit i „selský“ rozum a neomezovat se pouze na právní předpis)

Jak ?	státní imisní síť měření x modelování x odborný odhad
Četnost ?	denně, jednorázově, pravidelné periody, intervalová měření
Kde ?	městské centrální, administrativní, obytné nebo pozad'ové lokality, exponovaná místa („hot spots“), pozadí republiky
Čím ?	on-line systémy, integrální metody, vzorkovače, kanystry (vaky), pasivní odběry
Kým ?	vlastní zaměstnanci, nasmlouvaní technici

měřicí stanice – (krajina)



měřicí stanice (město)



měřicí vůz, letová měření



vzorkování, vzorkovači



Kontrolní otázka:

Na kterém obrázku je prohřešek proti dříve stanoveným zásadám?

volba umístění měřicího zařízení

(dle NV č. 597/2006)

Umístění stanice podle záměru

- ochrana zdraví lidí, ochrana vegetace
- měřítko - městská, předměstská, venkovská, dopravní
- typ měření - kontinuální, indikativní
- reprezentativnost lokality
- vyloučení vlivu zdrojů

Umístění podle podmínek

- požadavky územního plánování
- viditelnost místa ve vztahu k okolí
- dostupnost technikům
- přívod elektrického proudu, telefon, ...
- požadavky na společné umístění vzorkovačů pro různé znečišťující látky
- zajištění bezpečnosti techniků i kolemjdoucích
- zabezpečení vzorkovacích zařízení

volba měřicího zařízení

Volba vzorkovací metodiky

- distribuce škodlivin v ovzduší
- stabilita škodlivin
- typ měření - kontinuální, integrální, indikativní
- požadavky na časové rozlišení
- analytické požadavky
- další fyzikálně-chemické vlastnosti škodlivin: (tepelná stabilita, těkavost, polarita, iontový charakter, chemické složení, environmentálně-chemické vlastnosti)

Volba typu podle meteorologických podmínek

- rychlost a směr větru
- teplota, atmosférický tlak
- intenzita slunečního svitu
- srážky (typ a intenzita)
- relativní vlhkost

pravidelná údržba



- Pravidelná údržba stanic - průběžně
 - Pravidelná údržba vzorkovacího zařízení - dle plánu
-
- O provedení - provést zápis (PC, karty stanic,...)
 - Součástí pravidelné údržby - kalibrace zařízení
 - Bezpečnost práce, pracovní pomůcky, v případě rizika pádu, úrazu - nevysílat technika samotného

vzorkovače a měření fyzikálních faktorů

Kalibrace (ověření kalibračních funkcí) pro měření fyzikálních faktorů (objem, průtok, fyzikální veličiny) u měřicích systémů s návazností na akreditovanou kalibrační laboratoř – pro:

- Plynoměry (integrace objemu vzorku)
- Měření průtoku vzorku u vzorkovačů
- Tlakoměry
- Teploměry

Podle metrologického řádu organizace.

dokumentace

- typ měřené veličiny, identifikace materiálu
- termín odběru
- záznamy o naměřených veličinách
- klimatické podmínky
- zvláštní okolnosti
- zjevné poruchy
- zásahy technika
- podpis nebo jiná identifikace

**Sebelepší práce se neobejde bez nezbytné
administrativy**

dokumentace

Na stanici/při měření

- Provozní sešit
- Protokol o odběru vzorku
- Záznamy z návštěv – kontrol (karty stanic, PC)

V laboratoři

- Příjem vzorků
- Transportní kniha a protokoly

Vnitřní ovzduší

Pozor, změna přednášejícího

vnitřní ovzduší

..Ize definovat jako ovzduší, které nemá přímé spojení s ovzduším venkovním a/nebo je natolik ovlivňováno vnitřními zdroji, že se významně liší od ovzduší venkovního. Může mít zcela odlišné, často specifické mikroklima.

Lze ho rozdělit na :

- **Byty** (dosud neřešeno)
- **Pracovní prostředí** (Vyhláška 361/2007 Sb.)
- **Pobytové prostory** (jejich výčet je v § 13 zákona 258/2000 Sb. ve znění následných právních úprav)
- **Ostatní** (dopravní prostředky, jiné stavby...např. archivy)

vnitřní ovzduší

- Měření vnitřního ovzduší bytů v rámci monitoringu vnitřního ovzduší – sledování celého spektra parametrů.
- Expertizní činnost – měření v bytech, kancelářích, obchodech, zdravotnických zařízeních, apod. – většinou sledování vybraných parametrů kvality vnitřního ovzduší
- Měření vnitřního ovzduší ve školách v rámci další etapy monitoringu vnitřního ovzduší – celé spektrum parametrů



zdroje látek ve vnitřním prostředí

stavební materiály



vybavení interiéru



lidská činnost



venkovní ovzduší



vyhláška č. 6/2003

kteřou se stanoví hyg. limity chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů pro vnitřní prostředí pobytových místností staveb zařízení pro výchovu a vzdělávání, vysokých škol, škol v přírodě, staveb pro zotavovací akce, staveb zdravotnických zařízení léčebně preventivní péče, ústavů sociální péče, ubytovacích zařízení, staveb pro obchod a pro shromažďování většího počtu osob

- požadavky na hygienické limity chemických ukazatelů na vnitřní ovzduší staveb jsou splněny v případě, když **střední hodnota hodinové koncentrace** zjišťované látky v měřeném intervalu za standardních podmínek je menší nebo rovna limitní koncentraci
- měřený interval musí postihnout **potenciální expozici a variabilitu** koncentrací zjišťované látky
- pro účely hodnocení překročení limitní koncentrace je používán **aritmetický průměr**

Limitní hodinové koncentrace chemických ukazatelů (příloha 2)

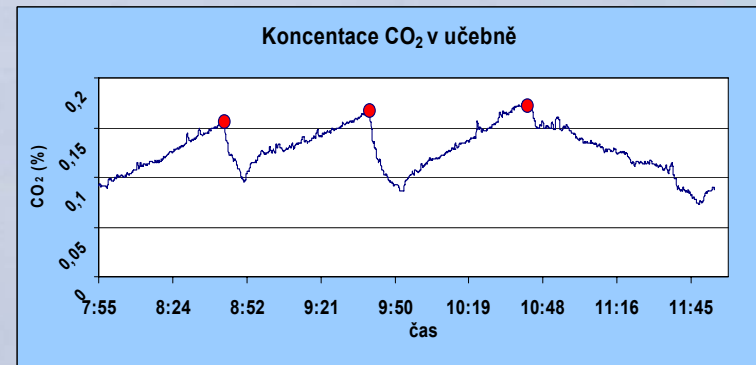
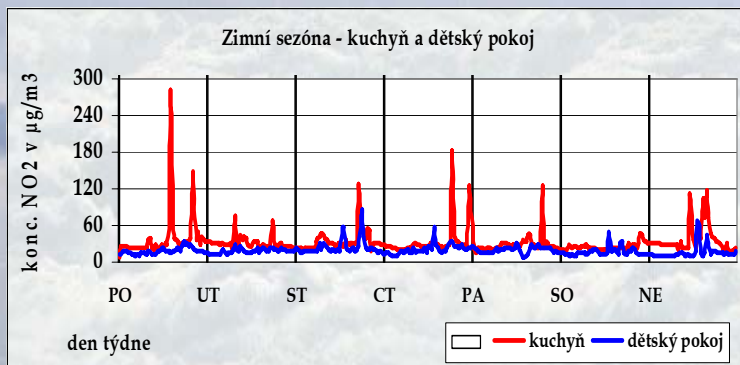
Ukazatele	Jednotka	limit
oxid dusičitý	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	100
frakce prachu PM_{10}	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	150
frakce prachu $\text{PM}_{2,5}$	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	80
oxid uhelnatý	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	5000
ozón	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	100
azbestová a minerální vlákna*	počet vláken. m^{-3}	1000
amoniak	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	200
benzen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	7
toluen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	300
suma xylenů	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	200
styren	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	40
etylbenzen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	200
formaldehyd	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	60
trichloretylen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	150
tetrachloretylen	$\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	150

specifika vnitřního prostředí (pro zopakování)

- Variabilní doba expozice daná režimem a využitím daného prostoru
- Řízená výměna vzduchu - klimatizace, ventilace, recirkulace vzduchu, plastová okna, omezený rozptyl látek
- Emise ze stavebních materiálů, zařízení,.....
- Nárůst používání syntetických látek, nové konstrukční materiály, intenzivnější používání chemických čistících a úklidových a desinfekčních prostředků
- Mikroklimatické faktory
- Kombinace vnitřních a venkovních zdrojů

specifika vnitřního prostředí (je toho ještě víc)

- Koncentrace měřených látek ve vnitřním ovzduší jsou závislé na vydatnosti (**emisi**) – zdrojů.
- Emise je závislá téměř **na všem** - na režimu provozu, aktivitách uživatelů, vnitřních mikroklimatických a venkovních meteorologických podmínkách, chemických a fyzikálních procesech ...
- Koncentrace mají **časovou i prostorovou variabilitu**



specifika vnitřního prostředí (a do třetice)

- Větrání vnitřní ovzduší významně ovlivňuje - **narušením rovnovážného stavu, ředěním a infiltrací**
- Místo pro získání reprezentativního vzorku **nelze předem určit**. Rozhoduje mnoho faktorů (tvar prostoru, proudění vzduchu, měřená látka/látky, rozmístění identifikovaných zdrojů...). Často je zapotřebí pro reprezentativní popis koncentrací vybrat několik odběrových míst pokrývajících prostorovou a výškovou variabilitu
- Pro **hodnocení a interpretaci** hodnot je zapotřebí mít k dispozici co nejúplnější a **nepodrobnější informace** o proměřovaném prostoru, jeho vybavení, nejbližším okolí, podmínkách odběru vzorku, o specifických událostech.....

vnitřní prostředí - měření

- Konzervativní přístup - měření za **nejhorších** možných podmínek (uzavřený prostor bez větrání).
- Pokud jsou zdroje **pouze** ve vnitřním prostředí, je doporučeno měření začít až po určité době (minimálně po 3 hodinách) po vyvětrání a v průběhu měření větrání omezit na nutné minimum nebo nevětrat, aby nebyl narušen rovnovážný stav.
- V situaci, kdy zdroj škodlivin je ve venkovním prostředí a kdy lze hodnotit infiltraci a expozici při větrání, měření musí pokrývat **obě** varianty.

vnitřní prostředí - měření

- Pro hodnocení skutečné expozice z vnitřního prostředí, je nutno před a při měření zachovávat standardní (obvykle užívaný) režim větrání.
- U řízené výměny vzduchu (ventilace) nebo úpravy vzduchu (klimatizace) by mělo měření začít minimálně po třech hodinách od jejího spuštění (předpokládá se, že za tuto dobu se vzduch v místnosti minimálně třikrát vyměnil).
- Pravidlo 10 % - odebíraný objem vzorku za 1 hodinu by měl být menší než hodnota 10 % přirozené ventilace a nebo by měl být menší než 10 % objemu měřené místnosti.

(ČN EN ISO 16000-1, Vnitřní ovzduší - Část 1: Obecná hlediska odběru vzorků)

existuje už i návod (mantinely)

Metodický návod - pro měření a stanovení chemických, fyzikálních a biologických ukazatelů kvality vnitřního prostředí podle Vyhlášky č. 6/2003 Sb.

vydalo MINISTERSTVO ZDRAVOTNICTVÍ – HLAVNÍ HYGIENIK ČESKÉ REPUBLIKY, V Praze dne 23.března 2007 (čj. OVZ-32.0-08.3.07/8559)

Nebo lze použít

- ČSN řady 16 000,
- Development of WHO Guidelines for Indoor Air Quality - Report on a Working Group Meeting Bonn, Germany, 23-24 October 2006,
- JRC - Final Report - The INDEX project Critical Appraisal of the Setting and Implementation of Indoor Exposure Limits in the EU

Odkazy např. na stránkách SZÚ - viz:

<http://www.szu.cz/tema/zivotni-prostredi/vmniitrni-ovzdusi-obecne-a-odborne-podklady>

obecná pravidla

- Při analýze a přípravě projektu a při měření **respektovat** - tvar prostoru a rozmístění potenciálních zdrojů, systém výměny vzduchu, povahu a režim činnosti zdrojů, uživatele a jejich činnosti, typ a využití měřeného prostoru a mikroklimatické faktory.
- Měření nebo odběr vzorku **nesmí** významně ovlivnit/ovlivňovat aktivity a využití vnitřního prostředí (hluk, zábor prostoru) ani měřené hodnoty.
- Odběr nebo měřené hodnoty **nesmí** být ovlivněny uživatelem/uživateli proměřovaného prostoru.
- Tam, kde lze - využít metody používané pro analýzu vnějšího ovzduší.

malá rada na závěr

Větrat,

větrat,

větrat !

ale i zde platí - s rozumem

Analytika

Po milém osvěžení se vrací
původní přednášející

používané postupy

integrální metody

odběr vzorku do kolektoru (absorpce do kapaliny, adsorpce, odběr do vzorkovnice) je časově oddělen od transportu, zpracování a finální analytické koncovky

on-line metody

... plně či částečně automatizované postupy, přístroje, které mohou pracovat bez přítomnosti obsluh, odběr vzorku není oddělen od vlastní analýzy..

integrální metody

SO₂, NO₂/NO_x, NH₃, HCHO,
poletavý prach (TSP/PM_{10, 2,5}),
spad azbestová a minerální
vlákna, anionty, kationty
prvková analýza, skupiny látek
(VOC, PAU, PCB, PCDD/F),
pyly, mikrobiologie (plísně,
kvasinky, patogenní
bakterie...)

On-line metody

SO₂, NO, NO₂, CO a O₃,
aerosol –TSP/ PM_{10(2,5)},
patří sem i jejich klony –
NH₃, H₂S a některé
organické látky (nejčastěji
„BTeX“ – benzen, toluen,
ethylbenzen, suma
xylenů), spektrální
postupy (Opsis, MIDAC,
lidary..)

on-line měřicí metody (automatické analyzátory)

- **optické principy** - absorpce či emise určitého typu záření – UV, β - beta, IR, fluorescence, chemiluminiscence, dále rozptyl, odraz, využití laserů.....(u BTeX – plynová chromatografie)
- **vzorek** prochází - manifoldem, analyzátozem (měrnou celou s měrným paprskem) – přímé, diferenční měření
- **signál** detektoru je buď přímo digitalizován nebo převáděn na definované napěťové či proudové výstupy
- **koncentrace** - s výjimkou měření aerosolových částic mají výstupy z měření vždy formu objemové koncentrace - ppb/ppm

analytická koncovka

integrální postupy

- **odměrné** - neutralizační titrace, srážecí titrace (vážková analýza), oxidačně redukční titrace
- **spektrální** - spektrofotometrické metody (UV-VIZ, IR), AAS a její modifikace, ICP (OES, MS), TMA (AMA) a spektrometrické metody
- **elektrochemické** - potenciometrické (pH, ISE... aj.), polarografické a voltametrické metody (speciace)
- **separační** - plynová chromatografie a její klony (GC, GC-MS), kapalinová chromatografie a její klony včetně iontové chromatografie

odhad nejistoty celého procesu

činnost	Rozsah možné chyby
Analytické stanovení	10^0 až $5 \cdot 10^1$ % (5 až 50 %)
Representativnost vzorkování	10^1 až 10^2 % (10 až více jak 100 %)
Vyhodnocení Interpretace	Individuální charakter (nekvantifikovatelné)

V presentaci byly použity podklady zpracované jak u nás na SZÚ, tak pracovníky ČHMÚ pro kurs vzorkování, kterým tímto děkuji za jejich zcela bezděčnou spolupráci.....

Mnoho dalších informací lze nalézt na stránkách SZÚ Praha - www.szu.cz, www.chmi.cz a dalších