

Zkušenosti s využitím pasivních dozimetrů

Radiello®



**Zdravotní ústav se sídlem v Hradci Králové, Centrum hygienických
laboratoří**

Ing. Jiří Pavlosek

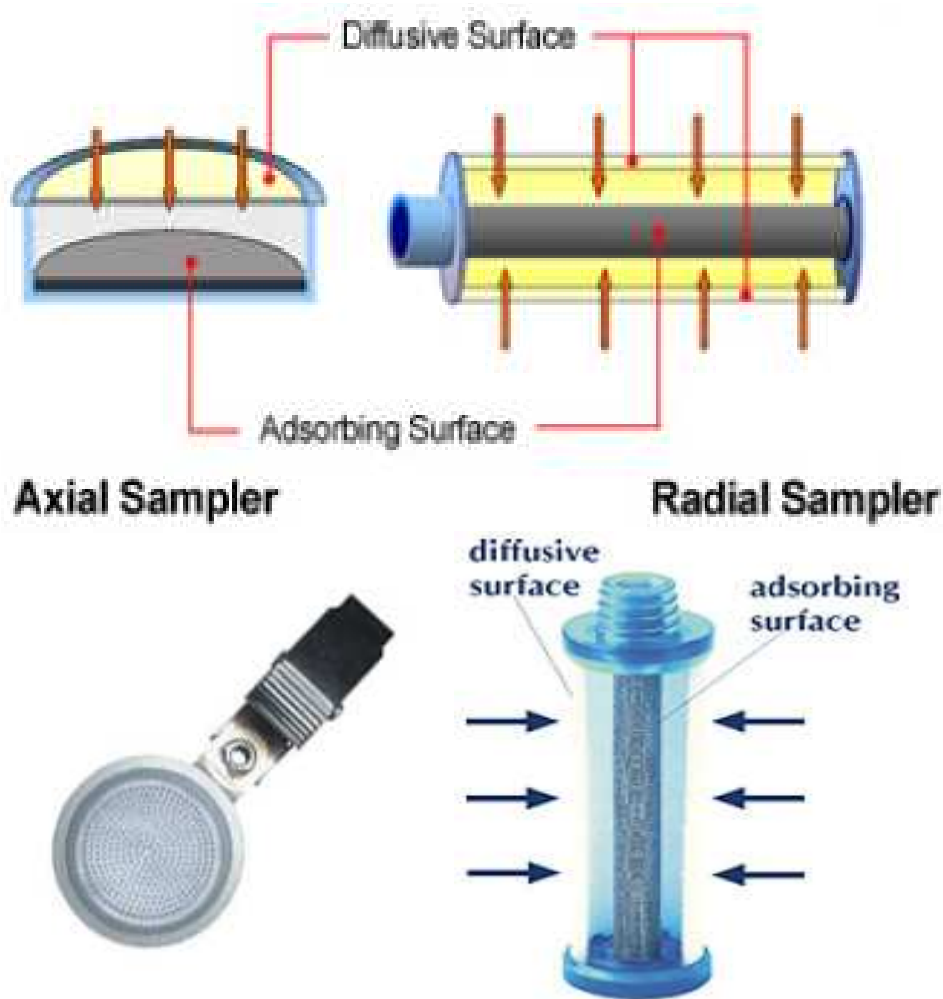


Radiello®

Patentované zařízení pro pasivní difúzní vzorkování analytů v ovzduší

Vyvinuto v italském institutu Fondazione Salvatore Maugeri, Padova ve spolupráci s European Commission's Joint Research Center

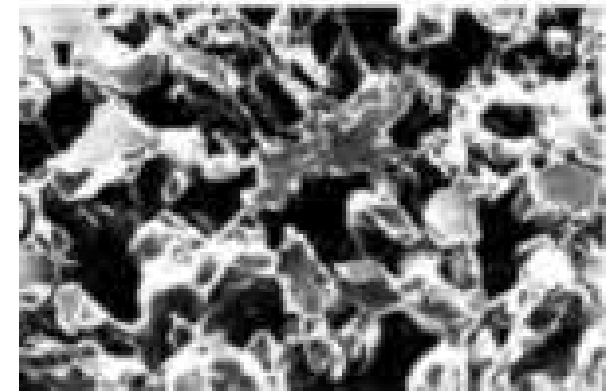
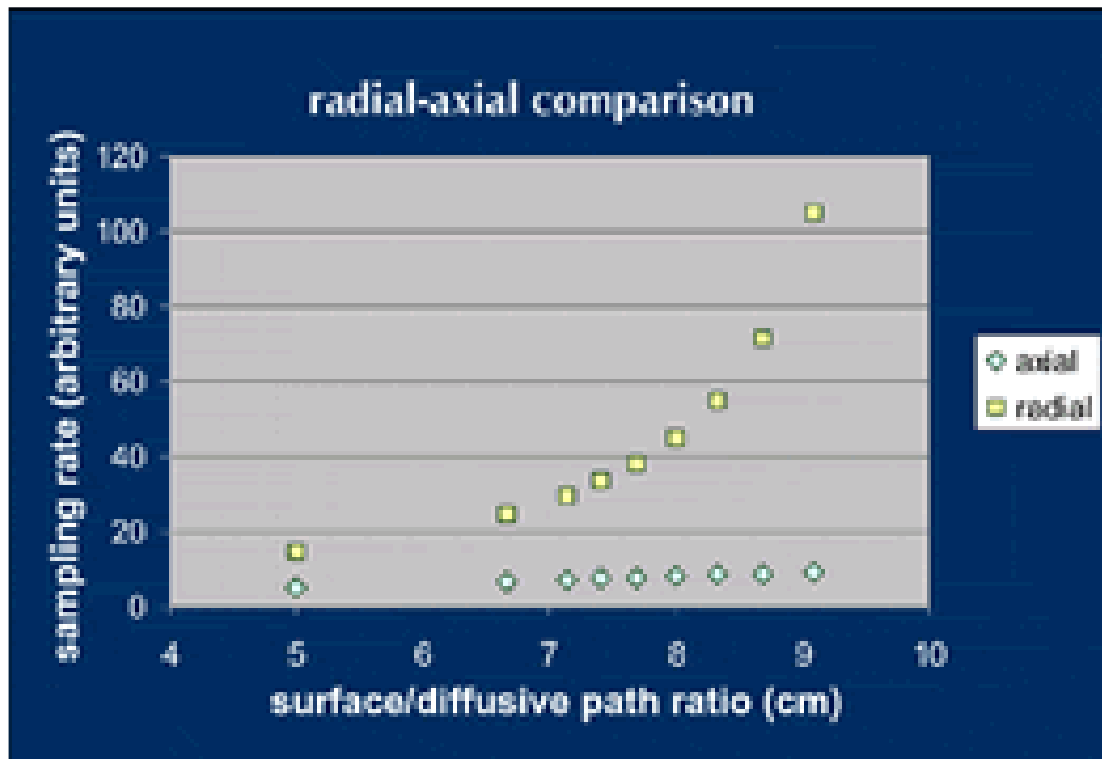
Princip radiálního vzorkovače



Přednosti vzorkovače radiello:

- podstatně větší povrch
- výrazné zvýšení rychlosti sorpce, nejméně 3x - velká sorpční kapacita
- minimalizace zpětné difúze
- vyšší reprodukovatelnost
- zkrácení doby vzorkování – 15 minut až 30 dnů (1ppb – 1000 ppm)

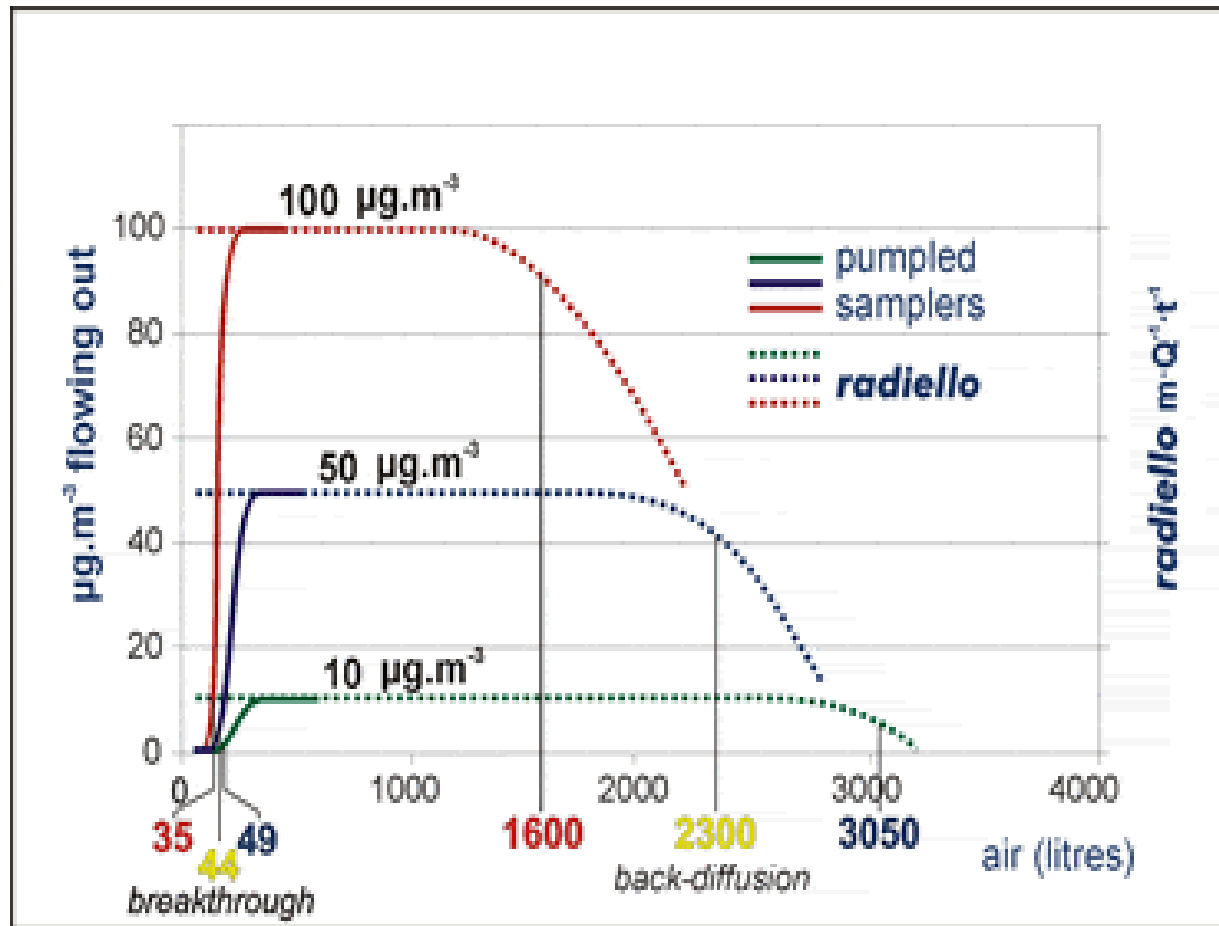
Rychlost difúzní sorpce je vyšší s použitím radiálního sampleru oproti axiálnímu sampleru (např. benzen @25°C <10ml/min vs. >70ml/min)



Pro axiální vzorkovač se účinnost vzorkování zvyšuje lineárně s poměrem difúzního povrchu k difúzní dráze, pro vzorkovač Radiello roste tato účinnost exponenciálně.

Mikroporézní difúzní stěna vzorkovače Radiello

**Porovnání: - průřez na trubici při odběru
průtokem**
**- zpětná difúze při radiálním
pasivním odběru**



ZÚ se sídlem v Hradci Králové,
Centrum hygienických laboratoří

Další charakteristiky vzorkovače Radiello

- odpuzuje vodu a nevadí mu zhoršené klimatické podmínky
- umožňuje dobu expozice od 15 minut do 30 dnů
- dovoluje měření koncentrací od 1 ppb až do více než 1000 ppm
- dovoluje použití termální desorpce a GC-MS analýzy
- je vhodný pro zpracování velkého množství vzorků je chemicky inertní, vyroben z polykarbonátu, mikroporezního polyethylenu a nerezavějící oceli
- neomezeně mnohonásobně použitelný (s výjimkou adsorpčních kolonek termální desorpci, ty lze kondicionovat a použít opakovaně)
- garantuje velmi nízké detekční limity až do 0,1 µg/m³
- hmotnost zařízení je okolo 10 g - to dovoluje jeho nošení nebo zavěšení také vertikálně pomocí malé polykarbonátové opory



Vliv meteorologických podmínek na vzorkování

Vzorkovací rychlost Q je funkce difúzního koeficientu D , což je termodynamická vlastnost každé chemické látky.

D se mění s teplotou (T) a tlakem (p), proto také vzorkovací rychlost je funkcí těchto proměnných

$$Q = f(T, p)$$

Tabelované Q hodnoty pro každou látku byly měřeny při 25 °C a 1013 hPa.

Korekci Q pro atmosférický tlak je obvykle možno zanedbat, neboť její závislost je lineární.

Na teplotě závisí vzorkovací rychlost Q exponenciálně, například pro vzorkování TOL chyba $\pm 5\%$ odpovídá změně $T 25 \pm 10$ °C.

Difúzní válečky



Příklady použití:

TOL- sirouhlíkem

ozón, NO₂, aldehydy

TOL-TD

anestetika, páry

Podkladová destička – difúzní trubice (váleček) se zašroubuje do podkladové destičky z polykarbonátu. Pro vzorkování v terénu je trubice v horizontální poloze, při osobních odběrech je váleček umístěn vertikálně.

Plastová schránka



Pro ochranu vzorkovačů před nepříznivými povětrnostními podmínkami při venkovních odběrech.

Lze umístit 4 vzorkovače.

radiello® - metody

Analyt – Princip stanovení

- **Aldehydy** chemisorpce na 2,4-DNPH → *Chromatografie*
- **VOCs/BTEX** CS₂ chem. des. (aktivní uhlí) → *Chromatografie*
- **VOCs/BTEX** tepelná desorpce (grafitický uhlík) → *Chromatografie*
- **NO₂/SO₂/HF** chemisorpce na triethanolamin → *fotom. / IC / Ion sel. elektroda*
- **O₃** chemisorpce na 4,4'-dipyridylethylen → *Fotometrie*
- **H₂S** chemisorpce na octan zinečnatý → *Fotometrie*
- **NH₃** chemisorpce na kys. fosforečnou → *Fotometrie*
- **HCl** (adsorpce na silikagel) → *Ion Chromatography*
- **Anestetika** adsorpce na aktivní uhlí/mol. síto, chem.desorpce MeOH-H₂O → *Chromatografie*
- **Fenol, kresoly a dimetylfenoly** (tepelná desorpce (Tenax TA) → *Chromatografie*

radiello® - připravuje

- **1,3-butadien a isopren**

Metody Radiello použité v CHL ZÚ Hradec Králové

1. Aldehydy

Difúzní válec: modrý

Adsorpční kolonka: nerezová mřížka plněná Florisilem s naneseným derivatizačním činidlem 2,4-DNPH

Chemická desorpce: acetonitrilem

Metoda stanovení analytů: HPLC-VIS

Koeficienty Q rychlosti vzorkování jsou stanoveny a tedy je možno tuto metodu použít pro tyto aldehydy:

acetaldehyd, akrolein, benzaldehyd, butanal, hexanal, formaldehyd, glutaric aldehyde, isopentanal, pentanal, propanal.

Např. pro formaldehyd – po 7denním odběru je uveden LOQ=0,1µg/m³

2. TOL – termální desorpce

Difúzní válec: žlutý

Adsorpční kolonka: nerezová mřížka plněná grafitizovaným uhlíkem

(Carbograph 4)

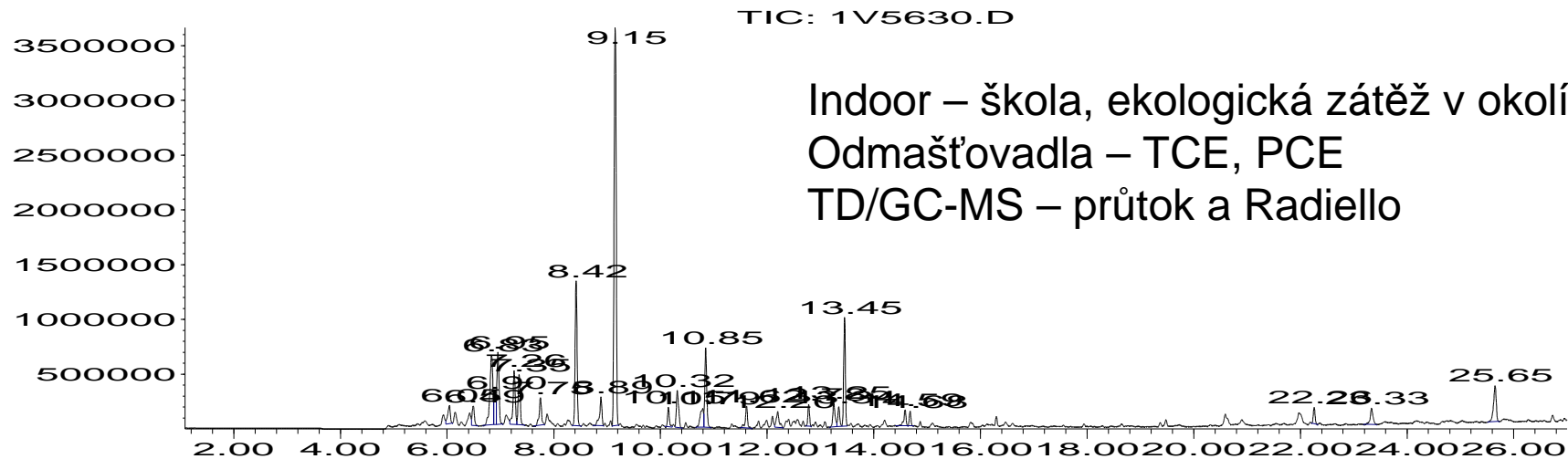
Desorpce: termální

Metoda stanovení analytů: TD/GC-MS

Koeficienty rychlosti vzorkování stanoveny pro 32 těkavých organických látek.

| Analyt | Sampling rate Q (ml/min) | Exposure time(dny) | LOQ (µg/m ³) |
|-----------|-----------------------------|-----------------------|--------------------------|
| Benzene | 27,8 | 7 | 0,05 |
| Benzene | 26,8 | 14 | 0,05 |
| Toluene | 30,0 | 14 | 0,01 |
| Ethylben. | 25,7 | 14 | 0,01 |
| p-Xylene | 26,6 | 14 | 0,01 |

Abundance



Time-->

| Analyty | ng/vzorek - pasivní | ng/vzorek-průtok |
|------------------|---------------------|------------------|
| Benzen | 211,3 | 52,6 |
| Trichloretylen | 1925,9 | 639,0 |
| Toluen | 2742,3 | 735,8 |
| Tetrachloretylen | 14883,5 | 5079,2 |
| Etylbenzen | 255,2 | 79,3 |
| Xyleny | 795,9 | 228,0 |
| Styren | 254,9 | 26,9 |

3. Anestetika

Difúzní válec: šedý (stříbrný) zpevněný nerezovou mřížkou

Adsorpční kolonka: nerezová mřížka plněná molekulovým sítem a aktivním uhlím

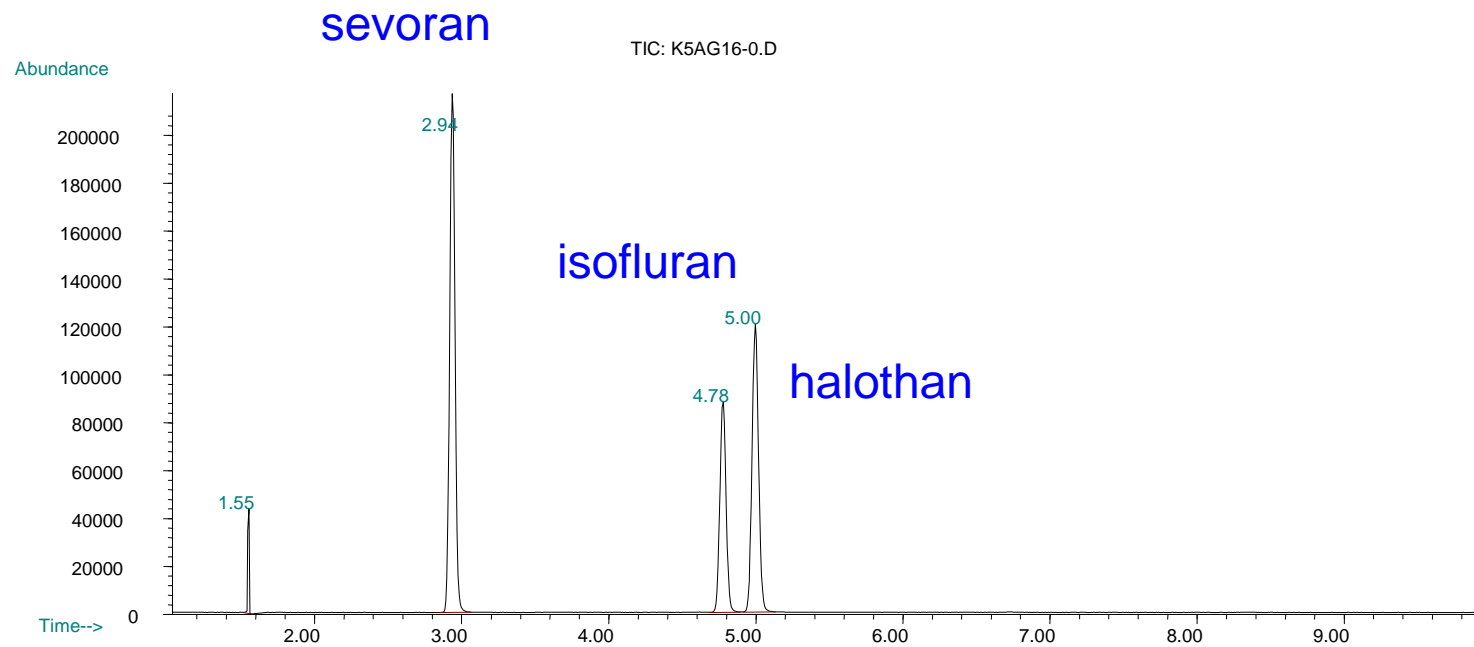
Desorpce: extrakcí MeOH-H₂O (40:60)

Metoda stanovení analytů: HS/GC-MS nebo HS/GC-ECD (vyjma sevoranu)

Koeficienty rychlosti vzorkování stanoveny pro 5 látek.

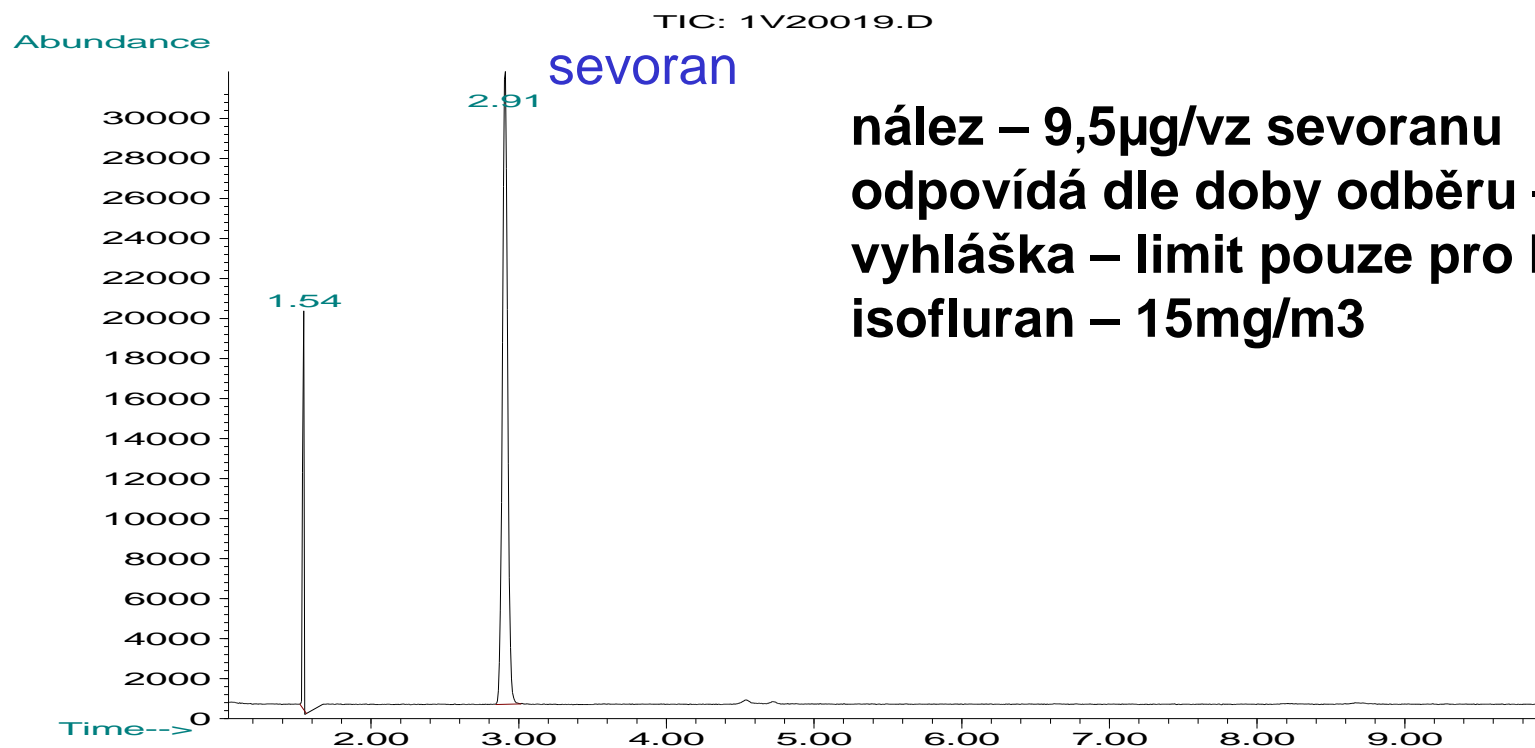
| Analyt | Sampling rate Q (ml/min) |
|------------------------|--------------------------|
| N ₂ O | 1,01 |
| Isoflurane (forane) | 2,25 |
| ethrane | 3.39 |
| halothane | 4,93 |
| Sevorane (sevoflurane) | 0,92 |

Separace anestetik metodou *Radiello*®



Chromatografické podmínky:
Kolona: HP INNOWAX 30mx0,25mmx0,5µm
Nástřik: technika headspace
Detektor: MS

**Odběr pracovního ovzduší – operační sál, nemocnice,
odd. dětské chirurgie, anestezie na masku
Komerční zakázka – předpoklad zvýšeného nálezu
Anestetikum - sevoran**



**nález – 9,5 μ g/vz sevoranu
odpovídá dle doby odběru – 22mg/m³
vyhláška – limit pouze pro halothan a
isofluran – 15mg/m³**

Typické expoziční doby - pasivní vzorkování

| Analyty | Pracoviště | Venk. ovzduší |
|----------------|-------------------|----------------------|
| Amoniak | 15 min - 8 h | 8 h - 1 měs. |
| BTX | 1 h – 8h | 1 h - 1 týd. |
| VOC | 5 min - 8 h | 8 h - 2 týd. |
| NO2 | 4 h - 8 h | 8 h - 1 týd. |
| NO2, SO2 | 4 h - 8 h | 8 h - 1 měs. |
| O3 | 8 h | 8 h - 1 týd. |
| Aldehydy | 15 min - 8 h | 8 h - 1 týd. |
| Anestetika | 8 h | - |

Legislativa:

- ČSN EN ISO 16017-1 Odběr vzorku těkavých organických sloučenin sorpčními trubicemi, tepelná desorpce a analýza kapilární plynovou chromatografií, Část 2: Difúzní vzorkování**
- ČSN EN 838 Ovzduší na pracovišti – Postupy měření plynů a par pomocí difuzních vzorkovacích zařízení – Požadavky a zkušební metody**
- ISO 16200-2 Workplace air quality -- Sampling and analysis of volatile organic compounds by solvent desorption/gas chromatography Part 2: Diffusive sampling method**

Děkuji za pozornost

**Kontaktní e-mailová adresa:
jiri.pavlosek@zu.cz**