

PŘÍSPĚVEK K VYUŽITÍ TECHNIKY SPME PŘI ANALÝZE TĚKAVÝCH ORGANICKÝCH LÁTEK METODOU GC/MS

CONTRIBUTION TO USE THE TECHNIQUE OF SPME IN THE ANALYSIS OF VOLATILE ORGANIC COMPOUNDS BY GC/MS METHOD

Jana KRYKORKOVÁ, Tomáš ČAPOUN
jana.krykorkova@ioolb.izscr.cz

Abstract

Study of the analysis of volatile organic compounds by using the gas chromatograph with mass detector was aimed at comparison sorption abilities of different commercial SPME fibre for organic substances of different properties. In order to determine trapped share substance converted into a single concentration of the mixture were used an air mixtures of substances on the exact concentration. The result was the determination of optimal SPME fibre available for various expertises carried out by chemical laboratories Fire and Rescue Service and used in determining the potential burning accelerators in identifying of fire causes.

Keywords

Air sampling, the gas chromatograph mass detector, volatile organic compound, technique SPME, burning accelerator, the causes of fires.

1. Úvod

Novým úkolem stojícím před chemickými laboratořemi HZS krajů a Institutem ochrany obyvatelstva jsou otázky zjišťování příčin vzniku požárů¹, které by měly být v těchto subjektech řešeny již od roku 2009. Jednou z metodik, která bude laboratořím předána Technickým ústavem požární ochrany Praha², je metodika plynové chromatografie s hmotnostním detektorem. Nehledě na konkrétní metodiku separace se jedná o využití techniky mikroextrakce na tuhou fázi (SPME). Obecně jsou postupy analýzy systémem GC/MS známy, ale pro každý přístroj i účel použití je třeba známé obecné metodiky optimalizovat a ověřit.

2. Princip a popis techniky SPME

Solid Phase Microextraction (SPME) je progresivní “solvent free” metoda přípravy vzorků, která je rychlá, ekonomická a univerzální pro mnoho aplikací. Po svém uvedení se rychle zařadila mezi standardní metody přípravy vzorku pro plynovou chromatografii. Protože při odebrání vzorku není třeba žádný dodatek rozpouštědla, šetří SPME čas a náklady pro preparaci a často zvyšuje citlivost analýz^{2,3}.

Vlákno, na které se adsorbují sledované analyty, je potaženo polymerním materiálem, v některých případech ve směsi s pevným adsorbentem. SPME bez rozpouštědla či složité aparatury zachytí těkavé i netěkavé sloučeniny z plynných, kapalných a pevných vzorků. Podle povahy vrstvy jsou složky vzorku na vlákno buď absorbovány (polymerní vrstva) nebo adsorbovány (vrstva pevné fáze). Analyty jsou poté desorbovány přímo do plynového chromatografu nebo pomocí interface do kapalinového chromatografu.

Metoda významně redukuje čas potřebný pro přípravu vzorků, minimalizuje použití rozpouštědel, vlákna jsou ekonomická a opakovatelně použitelná (průměrně 50 extrakcí na jednom vlákně) a univerzální pro jakýkoliv typ plynového či kapalinového chromatografu.

Technika SPME je mj. předepsána při analýzách souvisejících se zjišťováním příčin vzniku požárů, které jsou založeny na GC/MS identifikaci potenciálních akceleračních hoření, ale v běžné praxi chemických laboratoří HZS má i řadu dalších aplikačních uplatnění. Pro dosažení reprodukovatelných výsledků je důležitá volba vhodného vlákna, která záleží především na vlastnostech analytů. Mezi faktory, které mají největší vliv na extrakční proces, patří molekulová hmotnost a tvar molekuly, polarita a přítomnost funkčních skupin aj. Volba vlákna potom vychází především z jeho polarit a očekávaného extrakčního mechanismu⁴.

Proto bylo studium zaměřeno na vzájemné porovnání jednotlivých druhů vláken při identifikaci par různých organických látek s důrazem na potenciální akcelerační hoření s využitím mobilního plynového chromatografu s hmotnostním detektorem EM 640. Podobných prací bylo realizováno a vyhodnoceno bezpočet. Institut ochrany obyvatelstva však má k dispozici plynový kalibrátor, který umožňuje připravovat vzdušné směsi o přesně známé koncentraci jednotlivých složek. Tak je možno vyhodnotit sorbovaný podíl látky ze směsi přepočítaný na jednotkovou koncentraci ve vzduchu nezávisle na parciálním tlaku jednotlivých složek. V praxi tak lze porovnat vlákna SPME „absolutně“, vyhodnotit vlákna z hlediska celkové sorpční kapacity i z hlediska preferencí některých typů látek.

3. Experimentální část

Jednotlivá vlákna byla porovnáвана při analýze par směsi látek uvedených v tabulce 1. Snahou bylo studovat vlákna na analýzách směsi organických látek různých vlastností, zahrnující látky od těkavých po netěkavé a od polárních po nepolární.

Dále studium zahrnovalo různé koncentrace látek, takže jednak byly provedeny analýzy par nad hladinou směsi při 80 °C a jednak analýzy směsi par látek se vzduchem o nízké koncentrace (1 – 4 ppm). Tato směs byla připravena pomocí Dynamické kalibrační jednotky SYCOS K-DPG (Ansyco, SRN), odkud byla odebrána do teflonového odběrového vaku (Sample Bag) a přímo v něm analyzována. Koncentrace látek ve vzdušné směsi jsou uvedeny v tabulce 1.

Tabulka 1
Přehled měřených látek ve zkušební směsi

| Látka | Specifikace | Charakteristika | Koncentrace ve vzdušné směsi [ppm] |
|-------------------|---------------------------------------|---------------------------------|---|
| n-Hexan | p.a., 96%, Anasolv-V, Analytika Praha | nepolární, těkavý | 1,4 |
| Aceton | p.a., Analytika Praha | středně polární, těkavý | 2,5 |
| Trichlorethylen | pur., Merck, č. šarže K 31883158 | středně polární, středně těkavý | 2,1 |
| Toluen | p.a., Merck, č. šarže K 20567325 | nepolární, středně těkavý | 3,6 |
| n-Propanol | pro synt., Merck, č. šarže 33989371 | vysoce polární, středně těkavý | 2,4 |
| n- Oktan | č., Lachema | nepolární, netěkavý | 1,1 |
| n-Heptanol | pur., Fluka, č. šarže 2630391087 | polární, netěkavý | 1,3 |
| 1,2-Dichlorbenzen | pro synt., Merck, S 3891938 | středně polární, netěkavý | 1,7 |

Pro účely identifikace případných akceleračních hoření byla rovněž posuzována pro jednotlivá vlákna sorpce alifatických a aromatických uhlovodíků a jejich vzájemný poměr. Studium bylo realizováno na plynné směsi, jejíž složení uvádí tabulka 2. Směs byla opět připravena pomocí Dynamické kalibrační jednotky SYCOS K-DPG (Ansyco, SRN), odkud byla odebrána do teflonového odběrového vaku a přímo v něm analyzována.

Tabulka 2
Přehled měřených alifatických a aromatických uhlovodíků ve zkušební směsi

| Látka | Specifikace | Koncentrace ve vzdušné směsi [ppm] |
|-------------------------------------|---|---|
| n-Heptan | č., Laborchemie Apolda, č. šarže 818977 | 53 |
| 2,2,4-Trimethylpentan (Isooktan) | pro UV, Reanal | 49 |
| n- Oktan | č., Lachema | 48 |
| Toluen | p.a., Merck, č. šarže K 20567325 | 73 |
| Ethylbenzen | pro synt., Merck, č. šarže 84786672 717 | 64 |
| 1,2,4-Trimethylbenzen (Pseudokumen) | pur., Fluka, č. šarže 382603/1 10899 | 57 |

V rámci řešení úkolu bylo ověřováno a porovnáváno 5 typů vláken, které jsou na Institutu ochrany obyvatelstva k dispozici. Jejich přehled včetně některých vlastností uvádí tabulka 3.

*Tabulka 3
Přehled testovaných SPME vláken*

| <i>Barevné označení</i> | <i>Stacionární fáze (zkratka)</i> | <i>Tloušťka filmu [µm]</i> | <i>Typ sorpce</i> | <i>Polarita</i> | <i>Určení¹</i> |
|-------------------------|--|----------------------------|-------------------|-----------------|--|
| Bledě-modré | Carboxen/Polydimethylsiloxan (CAR/PDMS) | 85 | adsorpce | bipolární | stopové koncentrace těkavých látek |
| Červené | Polydimethylsiloxan (PDMS) | 100 | absorpce | nepolární | těkavé a středně těkavé látky, nepolární až slabě polární |
| Růžové | Polydimethylsiloxan/Divinylbenzen (PDMS/DVB) | 65 | adsorpce | bipolární | těkavé polární látky, aminy, nitraromáty i ve stopových množstvích |
| Šedé | Divinylbenzen/Carboxen/Polydimethylsiloxan (DVB/CAR/PDMS) | 50/30 | adsorpce | bipolární | těkavé a středně těkavé látky C3 – C20 |
| Žluto-zelené | Carbowax/Divinylbenzen (CW/DVB) | 70 | adsorpce | bipolární | alkoholy a jiné polární látky |
| Fialové | Carbowax/Polyethylenglykol (PEG) | 60 | adsorpce | bipolární | alkoholy a jiné polární látky |

Testy byly prováděny při dvou koncentracích par organických látek těmito postupy:

- Při analýze **nízkých** koncentrací byla analyzovaná směs připravena pomocí Dynamické kalibrační jednotky SYCOS K-DPG (Ansyco, SRN), odkud byla odebrána do teflonového odběrového vaku. Septem vaku bylo zavedeno zařízení SPME s příslušným vláknem, vlákno bylo vysunuto a ponecháno ve vaku po dobu 10 minut. Potom následovala GC/MS analýza.
- Při analýze **vysokých** koncentrací par byly analyzovány rovnovážné koncentrace par nad hladinou kapalné směsi při 80 °C. Do vialky objemu 4 ml bylo pipetováno 0,1 ml kapalné směsi. Vialka byla uzavřena a vložena do vodní

lázně vyhřáté na 80 °C, kde byla ponechána po dobu 30 minut. Potom bylo septem vialky zavedeno zařízení SPME s příslušným vláknem, vlákno bylo vysunuto a ponecháno ve vialce po dobu 10 minut. Potom následovala GC/MS analýza.

GC/MS analýzy byly při porovnávání vlastností vláken prováděny při následujícím chromatografickém programu a parametrech měření:

- Kolona: HP-5 MS, délka 25 m, Ø 0,32 mm, fáze 1 µm.
- Nosný plyn: filtrovaný vzduch 300 hPa.
- Teplota: T Inlet 180 °C, T Injection 220 °C.
- Scan range: 30-400 amu.
- Nástřik: 15 s.
- GC program: 40 °C – 2 min, od 40 °C do 130 °C dT/dt 5 °C/min, od 130 °C do 220 °C dT/dt 20 °C/min, 220 °C – 1 min.

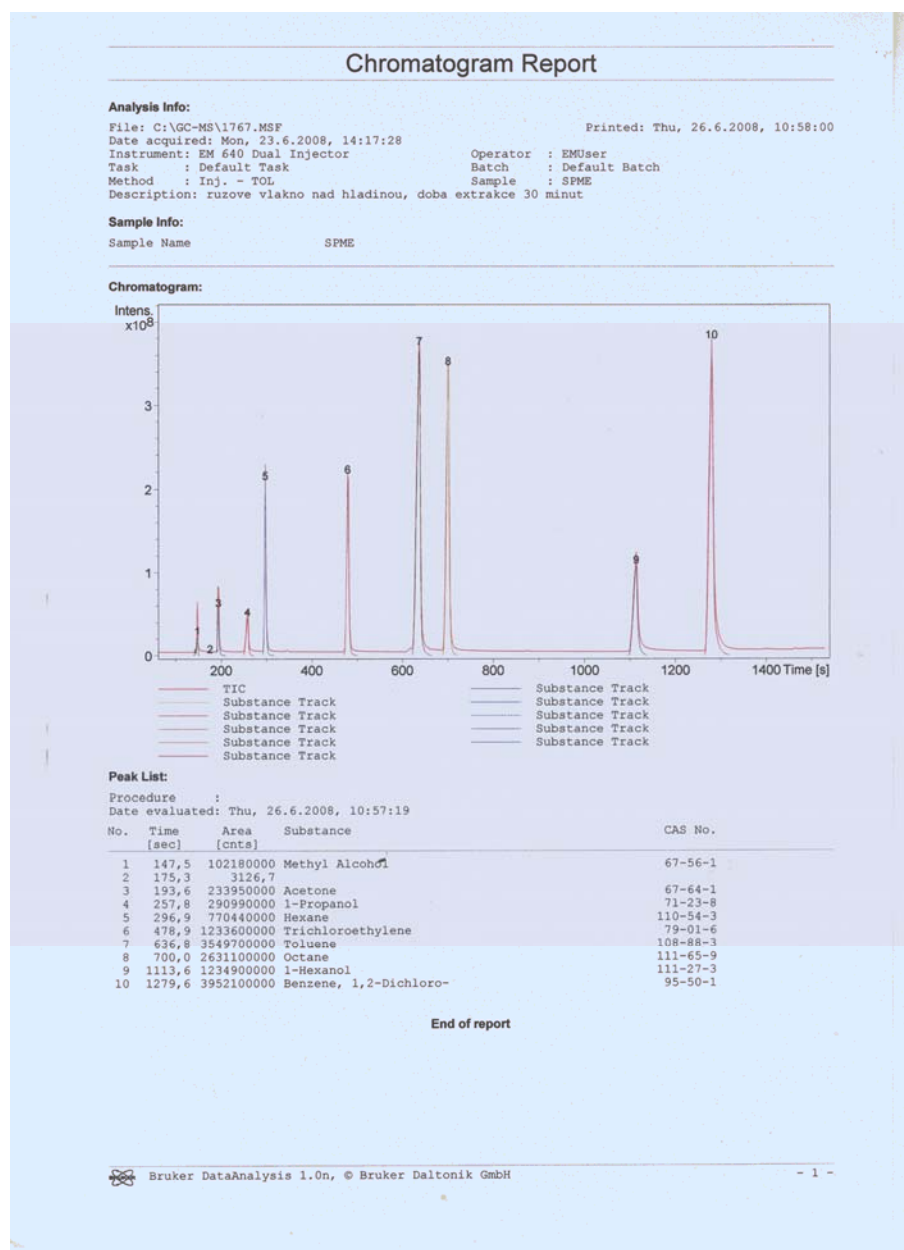
4. Analýza směsi organických látek různých vlastností

K testování byla použita směs látek podle tabulky 1. Analyzovány byly jednak páry ve vzdušné směsi o koncentraci uvedené v tabulce 1 a jednak vysoké koncentrace par nad hladinou kapalné směsi. Příklad chromatogramu směsi uvádí obrázek 1.

Porovnání aplikovaných vláken bylo provedeno jednak z hlediska celkového extrahovaného množství látek a jednak z hlediska zastoupení jednotlivých látek různých vlastností v celkovém extrahovaném množství⁵.

Celkové množství látek extrahované na jednotlivá ověřovaná vlákna dokumentují obr. 2 a 3, kde jsou formou sloupcových diagramů porovnána množství látek vyjádřená plochou chromatografických píků (označenou A). Diagram na obrázku 2 vyjadřuje součet relativních ploch chromatografických píků všech analyzovaných látek extrahovaných ze vzdušné směsi látek o koncentraci 1 – 4 ppm vztažených na jednotkovou koncentraci látek (1 ppm). Na diagramu na obrázku 3 jsou potom vlákna porovnána z hlediska absolutního součtu chromatografických píků všech analyzovaných látek extrahovaných z uzavřeného prostoru nad hladinou kapaliny v daném experimentálním uspořádání, tj. z prostoru nasycených par.

Z obrázků vyplývá, že celkové množství extrahovaných organických látek různých vlastností je nejvyšší na vláknech s divinylbenzenem, tj. **CW/DVB** a **PDMS/DVB**. Zde se zřejmě projevuje ve srovnání s ostatními materiály vysoká porozita divinylbenzenu, která zvyšuje schopnost zadržovat analyty i celkovou kapacitu vlákna. U ostatních materiálů je výtěžnost extrakce srovnatelná na vlákna **DVB/CAR/PDMS**, **CAR/PDMS** a **PEG** a je ve srovnání s vlákny **CW/DVB** a **PDMS/DVB** zhruba o 2 řády nižší při extrakci ze vzdušné směsi látek o koncentraci 1 – 4 ppm a o 1 řád nižší při extrakci z nasycených par. Nejnižší množství látek bylo absorbováno na nepolární polydimethylsiloxanové vlákno **PDMS**.



Obr. 1

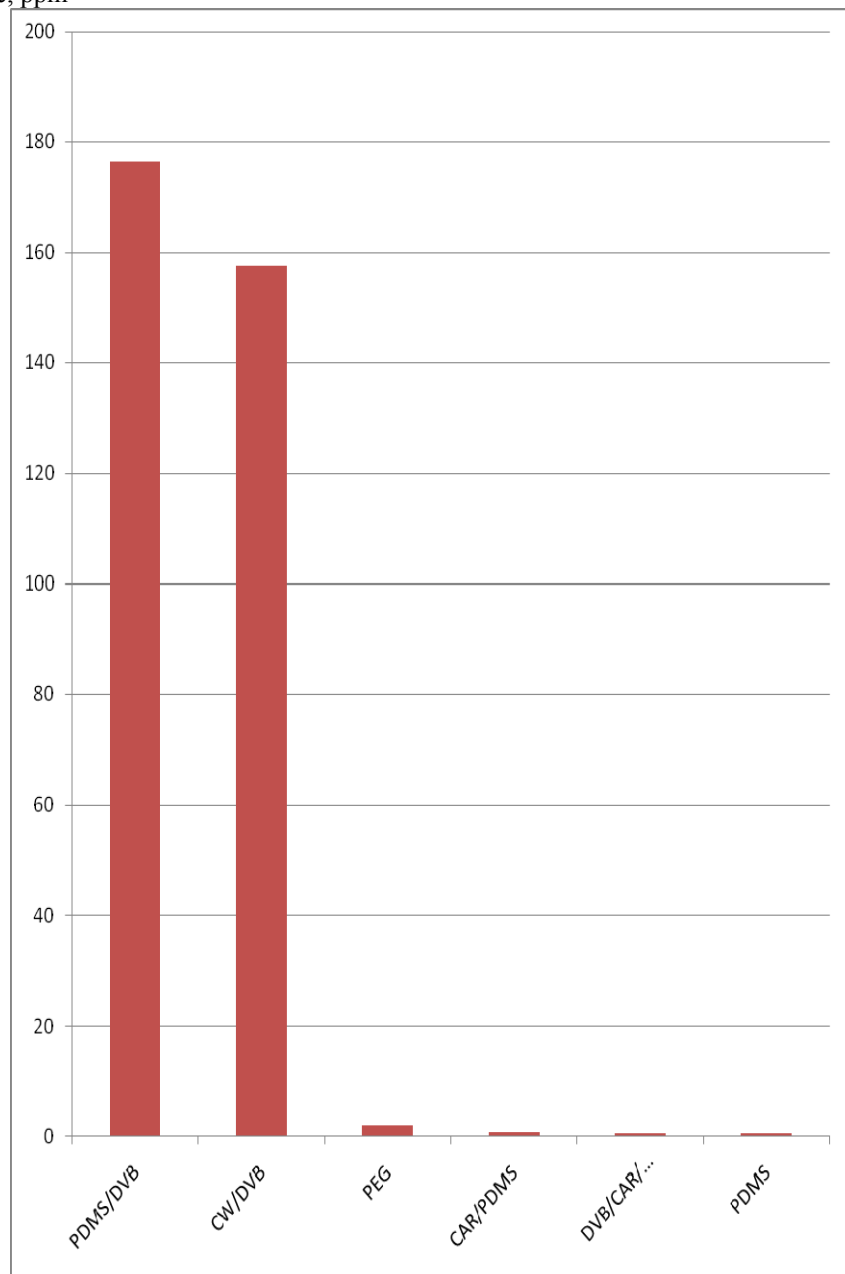
Příklad chromatogramu směsi organických látek různých vlastností odebraných technikou SPME

Z porovnání relativních podílů jednotlivých látek zachycených ze směsi za stejných podmínek, provedených v tabulkách 4 a 5, vyplývá, že většina bipolárních vláken (**CW/DVB**, **PDMS/DVB**, **DVB/CAR/PDMS**, **CAR/PDMS**) v podstatě preferuje málo těkavé látky bez ohledu na jejich polaritu. **Rozhodující vlastností je zde evidentně těkavost látky** a nikoliv např. molekulová hmotnost či polarita, protože množství adsorbovaných látek, přepočítaných na jednotkovou koncentraci ve vzdušné směsi (viz tabulka 4), klesá v pořadí shodném jako je pořadí bodů varu těchto látek, tj. 1,2-dichlorbenzen – 1-heptanol – n-oktan – toluen – trichlorethylen – n-hexan. Výjimku mezi nimi tvoří vlákno **PEG**, které **přednostně extrahuje polární látky** (jako jediné zkoušené vlákno sorbovalo větší podíl heptanolu než dichlorbenzenem) a evidentně nezachycuje nepolární látky oktan a hexan.

Zcela odlišných výsledků bylo dosaženo při extrakci na nepolární vlákno **PDMS**. Absorbované množství látek ze vzdušné směsi o nízké koncentraci, přepočtené na jednotkovou koncentraci ve směsi (viz tabulka 4) je u všech látek řádově srovnatelné bez ohledu na jejich vlastnosti. Obecně tak lze konstatovat – na rozdíl od výše uvedených polárních vláken – že velikost píků látek v chromatogramu skutečně odráží jejich množství ve vzdušné směsi. Pořadí podle množství zachycených látek vyjádřených plochou chromatografických píků přepočítanou na jednotkovou koncentraci ve vzdušné směsi hexan – 1,2-dichlorbenzen – oktan – toluen – heptanol – trichlorethylen – 1-propanol – aceton jednoznačně ukazuje na **rozhodující vliv polaritu látky** ve prospěch látek nepolárních.

Ve směsi o vysoké koncentraci par (viz tabulka 5) jsou pak z vlákna **PDMS** již vytěsňovány těkavé látky propanol, aceton a hexan především netěkavými nepolárními a málo polárními látkami s vyšší molekulovou hmotností dichlorbenzenem, toluenem a oktanem.

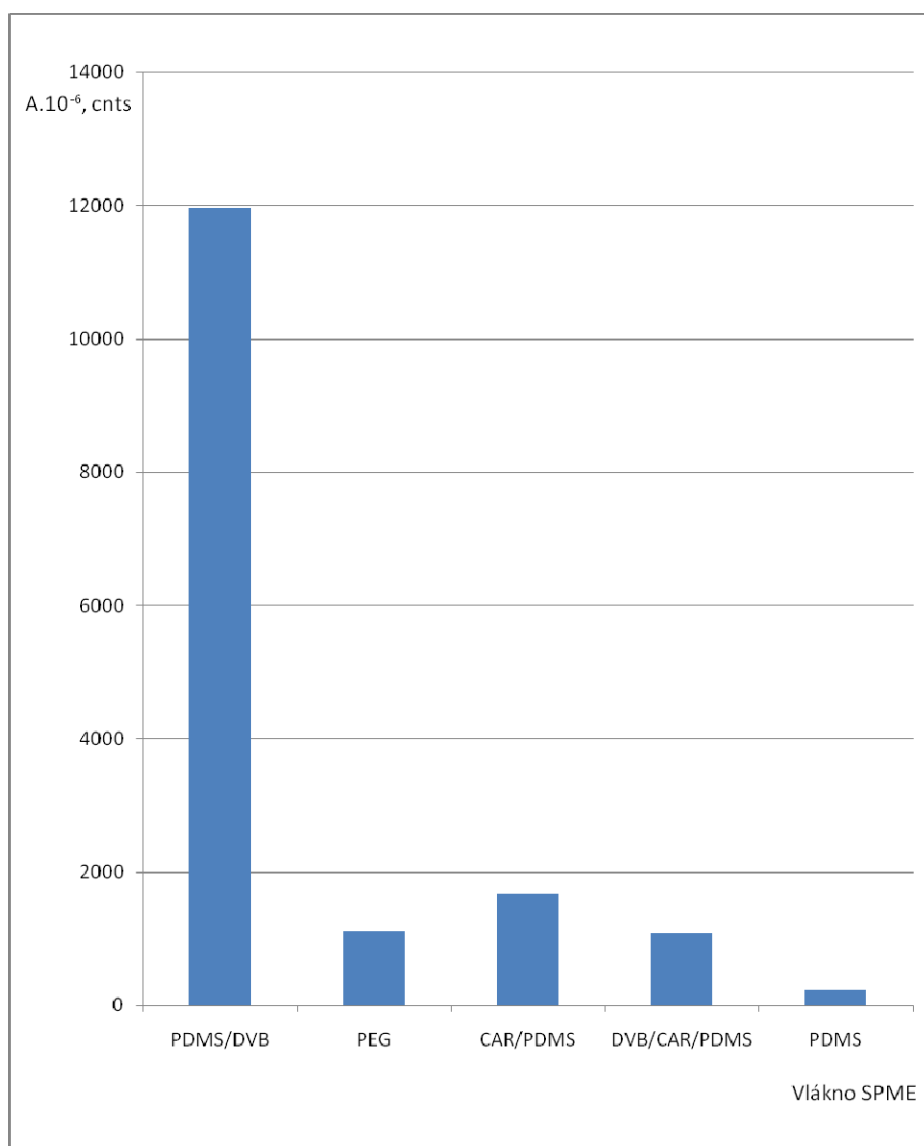
$A \cdot 10^{-6}$, cnts
c, ppm



Vlákno SPME

Obr. 2

Součet relativních ploch chromatografických piků (A) všech analyzovaných látek extrahovaných ze vzdušné směsi látek o koncentraci 1 – 4 ppm vztahených na jednotkovou koncentraci látek 1 ppm, teplota 25 °C, doba extrakce 10 minut



Obr. 3

Absolutní součet ploch chromatografických piků (A) všech analyzovaných látek extrahovaných z uzavřeného prostoru nad hladinou kapalné směsi, teplota 80 °C, doba extrakce 10 minut

Tabulka 4

Relativní plochy chromatografických píků analyzovaných látek k součtu ploch píků všech látek extrahovaných ze vzdušné směsi o koncentraci látek 1 – 4 ppm vztažených na jednotkovou koncentraci látek 1 ppm, teplota 25 °C, doba extrakce 10 minut

| Látka | Relativní plocha píku, % - pro vlákno SPME: | | | | | |
|-------------------|---|------------|--------------|------------------|------|------|
| | PDMS/ DVB | CW/ DVB | CAR/ PDMS | DVB/CAR/ PDMS | PEG | PDMS |
| Aceton | 0,1 | 0,1 | 1,7 | 2,2 | 0 | 5,1 |
| 1-Propanol | 0,1 | 0,1 | 0 | 0 | 0,8 | 5,3 |
| n-Hexan | 0,1 | 0,1 | 2,7 | 0 | 0 | 28,7 |
| Trichlorethylen | 0,5 | 0,7 | 0 | 10,9 | 0,1 | 6,0 |
| Toluen | 2,3 | 2,8 | 7,7 | 1,9 | 1,7 | 8,3 |
| n-Oktan | 6,9 | 3,6 | 4,2 | 13,3 | 0 | 16,8 |
| 1-Heptanol | 27,4 | 27,6 | 23,7 | 24,9 | 55,5 | 7,7 |
| 1,2-Dichlorbenzen | 62,6 | 65,0 | 60,0 | 45,2 | 42,1 | 22,1 |

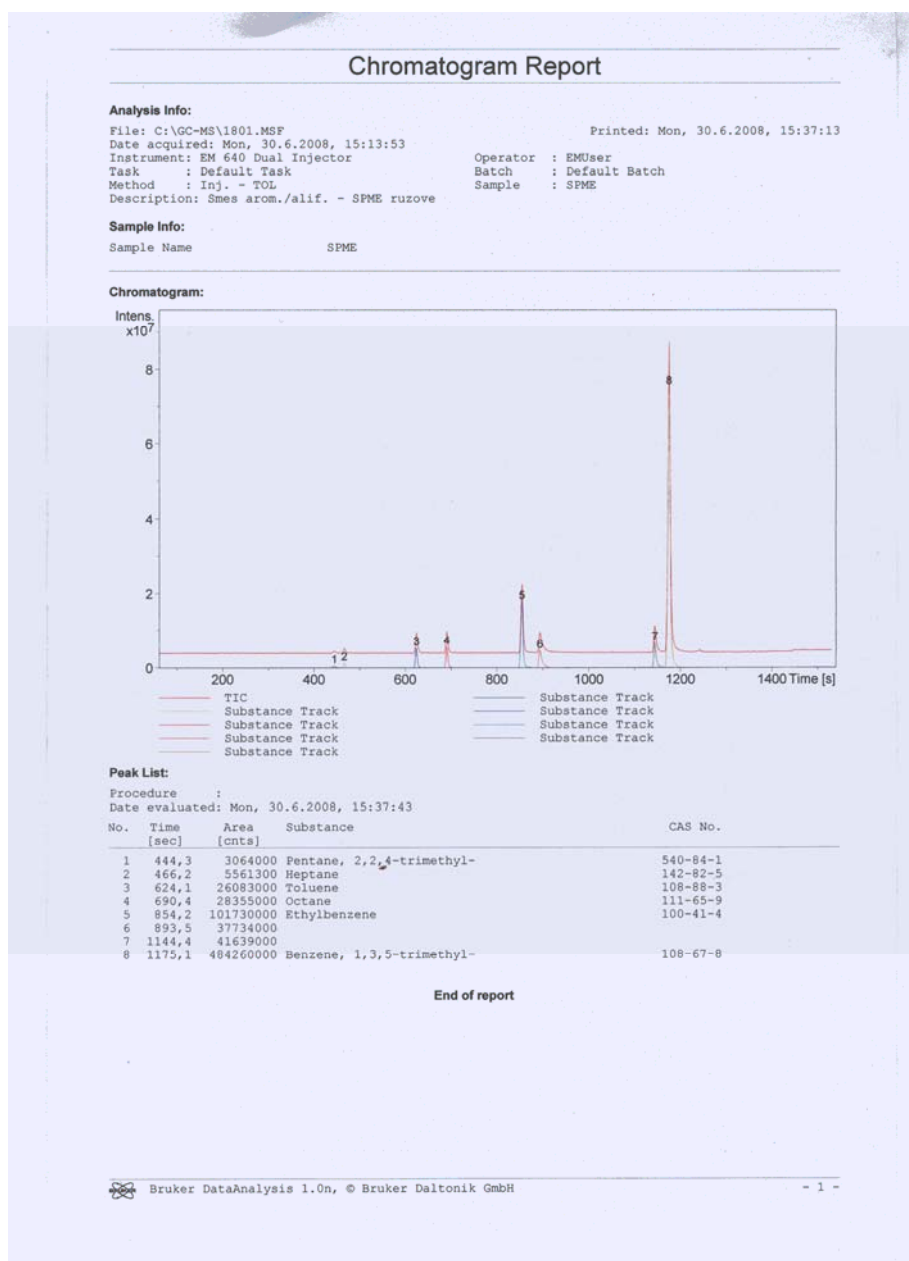
Tabulka 5

Relativní plochy chromatografických píků analyzovaných látek k součtu ploch píků všech látek extrahovaných z uzavřeného prostoru nad hladinou kapalné směsi, teplota 80 °C, doba extrakce 10 minut

| Látka | Relativní plocha píku, % - pro vlákno SPME: | | | | |
|-------------------|---|--------------|------------------|------|------|
| | PDMS/ DVB | CAR/ PDMS | DVB/CAR/ PDMS | PEG | PDMS |
| Aceton | 2,1 | 1,3 | 1,2 | 1,9 | 0,5 |
| 1-Propanol | 1,5 | 0,7 | 0,7 | 2,5 | 0,5 |
| n-Hexan | 6,3 | 6,1 | 5,9 | 2,5 | 2,4 |
| Trichlorethylen | 10,5 | 8,4 | 8,7 | 7,7 | 6,9 |
| Toluen | 26,8 | 26,9 | 28,3 | 23,3 | 26,4 |
| n-Oktan | 19,3 | 24,0 | 18,5 | 12,6 | 19,3 |
| 1-Heptanol | 3,5 | 2,4 | 2,4 | 8,9 | 5,7 |
| 1,2-Dichlorbenzen | 30,1 | 30,4 | 34,3 | 40,6 | 38,3 |

5. Analýza směsi alifatických a aromatických uhlovodíků

Podobné porovnání se nabízí také u směsi alifatických a aromatických uhlovodíků, které představují důležité analyty při vyšetřování příčin požárů. Analyzována byla vzdušná směs obsahující 3 uhlovodíky alifatické a 3 aromatické podle tabulky 2, koncentrace každé složky směsi činila kolem 50 ppm. Příklad chromatogramu směsi uvádí obrázek 4. Srovnání bylo opět provedeno jak z hlediska celkového sorbovaného množství všech látek na vlákno, tak z hlediska zachyceného poměru alifatických a aromatických uhlovodíků.



Obr. 4
 Příklad chromatogramu směsi aromatických a alifatických uhlovodíků odebraných technikou SPME

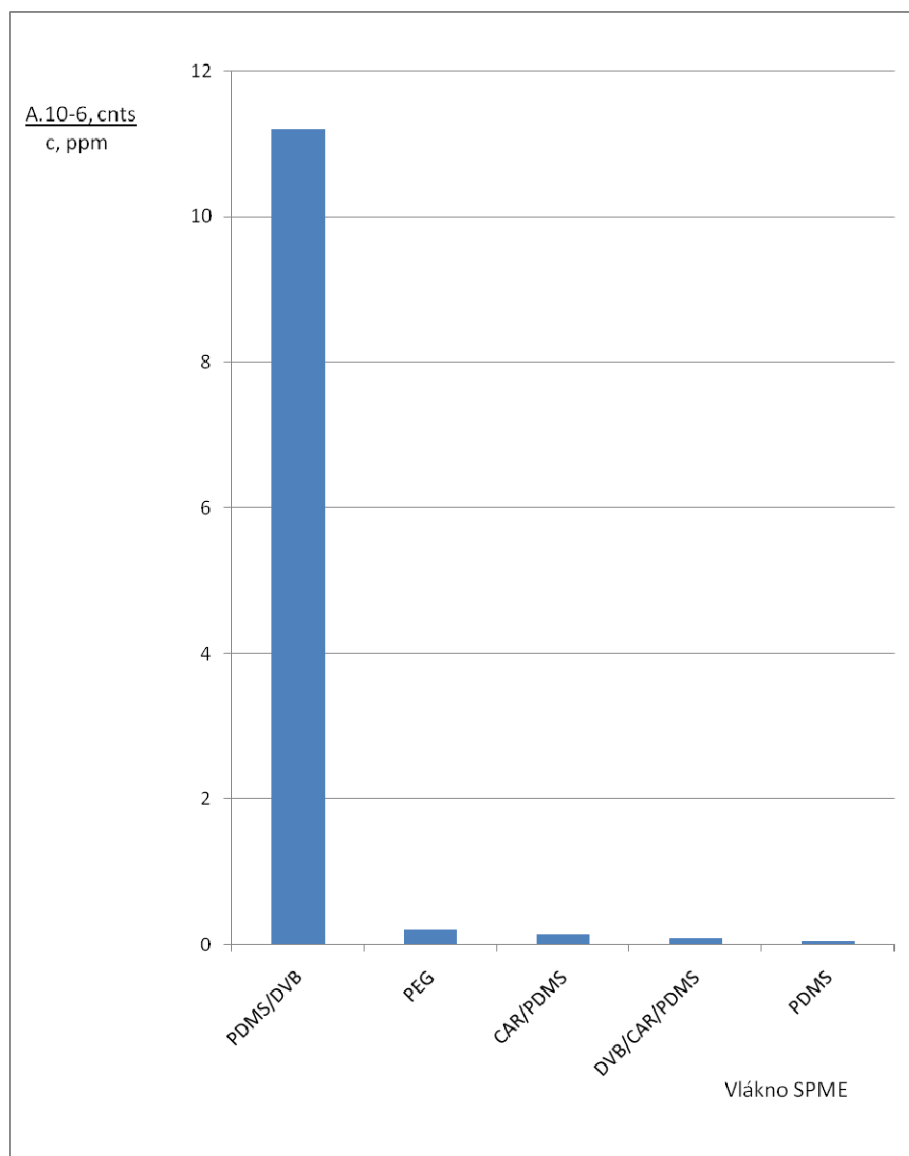
Porovnání vláken z hlediska celkového extrahovaného množství uhlovodíků ze směsi uvádí sloupcový diagram na obrázku 5. Zde je množství extrahovaných uhlovodíků opět vyjádřeno součtem relativních ploch chromatografických píků všech látek vztažených na jednotkovou koncentraci 1 ppm. Z diagramu vyplývají podobné závěry jako pro analýzu směsi látek různých vlastností. Nejvyšší extrakční výtěžnost jednoznačně vykazuje vlákno **PDMS/DVB**. Vlákna **DVB/CAR/PDMS**, **CAR/PDMS** a **PEG** extrahují za stejných podmínek zhruba stejné množství uhlovodíků, přičemž toto množství činí asi setinu množství extrahovaného vláknem **PDMS/DVB**. Ještě menší množství uhlovodíků se potom sorbuje na vlákno **PDMS**.

Diagram na obrázku 6 potom znázorňuje vzájemný poměr množství uhlovodíků alifatických a aromatických. Modrý sloupec představuje součet relativních ploch chromatografických píků aromatických uhlovodíků (toluenu, ethylbenzenu a pseudokumenu) k součtu ploch píků všech látek extrahovaných ze vzdušné směsi o koncentraci látek kolem 50 ppm vztažených na jednotkovou koncentraci látek 1 ppm, červený sloupec představuje totéž pro alifatické uhlovodíky (isooktan, heptan, oktan).

Z diagramu je zřejmé, že při extrakci nejvýrazněji preferují aromatické uhlovodíky vlákna **PDMS/DVB** a **PEG**, u nichž je extrahovaný podíl alifatických uhlovodíků nižší než 10 %. Poněkud více alifatických uhlovodíků se relativně zachytí na vláknech **DVB/CAR/PDMS** a **CAR/PDMS**, kde činil podíl alifatických uhlovodíků shodně 16 %. Nejvyrovnanější poměr obou skupin uhlovodíků byl potom za daných experimentálních podmínek naměřen pomocí nepolárního vlákna **PDMS**, u něhož poměr aromatické – alifatické uhlovodíky činil zhruba 7:3.

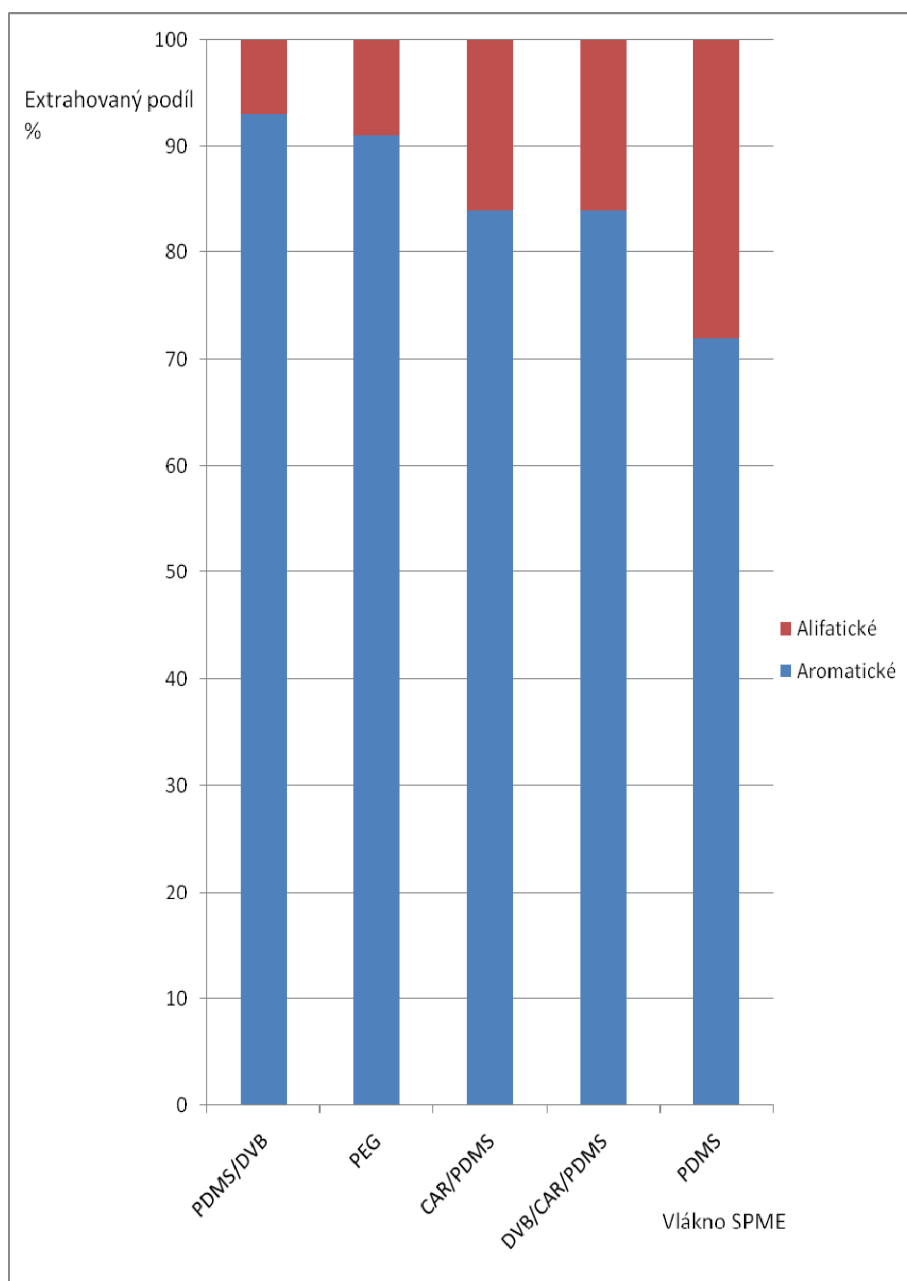
Pro relativní podíl uhlovodíků zachycený na vláknech, přepočítaný na jednotkovou koncentraci látek ve vzdušné směsi, platí stejné závěry jako u směsi látek různých vlastností, a sice že na všech polárních vláknech – včetně **PEG** – **roste sorbované množství s rostoucím bodem varu látky** nezávisle na polaritě či molekulové hmotnosti. Pořadí látek podle sorbovaného množství vyjádřeného plochou chromatografického píku je shodné s pořadím bodů varu: pseudokumen – ethylbenzen – n-oktan – toluen – heptan – isooktan (resp. isooktan – heptan, ale tyto látky mají velmi blízký bod varu).

Výjimku opět tvoří nepolární vlákno **PDMS**, které dává přednost n-oktanu s nižším bodem varu před ethylbenzenem s vyšším bodem varu. Důvodem je zřejmě nižší polarita oktanu.



Obr. 5

Součet relativních ploch chromatografických píků (A) všech analyzovaných uhlovodíků extrahovaných ze vzdušné směsi látek o koncentraci 50 ppm vztažených na jednotkovou koncentraci látek 1 ppm, teplota 25 °C, doba extrakce 10 minut



Obr. 6

Podíl aromatických a alifatických uhlovodíků extrahovaný na jednotlivá vlákna SPME ze vzdušné směsi látek o koncentraci 50 ppm vztážený na jednotkovou koncentraci látek 1 ppm, teplota 25 °C, doba extrakce 10 minut

6. Závěr

Při porovnání vláken SPME z hlediska množství a druhů sorbovaných organických látek ze vzdušných směsí bylo zjištěno, že celkové množství extrahovaných organických látek různých vlastností je nejvyšší na vláknech s divinylbenzenem, tj. Carbowax / Divinylbenzen a Polydimethylsiloxan / Divinylbenzen. U ostatních polárních materiálů je výtěžnost extrakce srovnatelná na vlákna Divinylbenzen /Carboxen/ Polydimethylsiloxan, Carboxen / Polydimethylsiloxan a Carbowax / Polyethylenglykol a je ve srovnání s vlákny Carbowax / Divinylbenzen a Polydimethylsiloxan / Divinylbenzen zhruba o 1 až 2 řády nižší. Nejnížší množství látek bylo absorbováno na nepolární polydimethylsiloxanové vlákno.

Z porovnání relativních podílů jednotlivých látek zachycených ze směsi za stejných podmínek vyplynulo, že většina polárních vláken (Carbowax / Divinylbenzen, Polydimethylsiloxan / Divinylbenzen, Divinylbenzen / Carboxen / Polydimethylsiloxan, Carboxen / Polydimethylsiloxan) v podstatě preferuje málo těkavé látky bez ohledu na jejich polaritu. Rozhodující vlastností je zde evidentně těkavost látky a nikoliv např. molekulová hmotnost či polarita. Výjimku mezi nimi tvoří vlákno Carbowax / Polyethylenglykol, které přednostně extrahuje polární látky a evidentně nezachycuje nepolární látky oktan a hexan.

Zcela odlišných výsledků bylo dosaženo při extrakci na nepolární vlákno Polydimethylsiloxan. Absorbované množství látek ze vzdušné směsi o nízké koncentraci, přepočtené na jednotkovou koncentraci ve směsi, je u všech látek řádově srovnatelné bez ohledu na jejich vlastnosti. Pořadí podle množství zachycených látek vyjádřených plochou chromatografických píků přepočítanou na jednotkovou koncentraci ve vzdušné směsi jednoznačně ukazuje na rozhodující vliv polaritativity látky ve prospěch látek nepolárních.

Résumé

In terms of the ability of organic compounds from air mixtures have been studied properties 5 polar and 1 non-polar fibre SPME. The total amount of extracted organic substances different properties is the highest in the fibres with divinylbenzene such as fibres Carbowax/Divinylbenzene a Polydimethylsiloxane/Divinylbenzene. For other polar materials, the yield extraction by 1 to 2 orders lower than that of the fibres with divinylbenzene. The lowest amount of substances has been absorbed in the non-polar fibre with polydimethylsiloxane.

All experiments were practised under the same condition, comparing the relative shares of single substances captured from a mixture showed that the most polar fibres (Carbowax/Divinylbenzene, Polydimethylsiloxane/Divinylbenzene, Divinylbenzene/ Carboxen/Polydimethylsiloxane, Carboxen/Polydimethylsiloxane) prefers low-volatile substances, no their polarity. Volatility substance is a critical property. The exception is fibre Carbowax/Polyethylene Glycol, which primarily extracted polar compounds. On the quantity of substances absorbed from the air mixture to the non-polar fibre Polydimethylsiloxane has a decisive influence polarity substance. On the non-polar fibre Polydimethylsiloxane priority absorb non-polar substances.

Literatura

1. Optimalizace výkonu státního požárního dozoru zjišťováním příčin vzniku požárů (s využitím analýzy SWOT). MV – GŘ HZS ČR, Praha 2008.
2. ARTHUR, C.L. aj., LC.GC, **10**, 1992, s. 656.
3. MANI, V., WOOLLEY, C., LC.GC, **13**, 1995, s. 734.
4. *SPME – mikroextrakce tuhou fází. Příprava vzorku v jednom kroku*. Sigma Aldrich, Praha.
5. ČAPOUN, T., KRYKORKOVÁ, J., URBANOVÁ, D., LOČÁRKOVÁ, P. *Metodiky analýzy organických látek mobilním plynovým chromatografem s hmotnostním detektorem EM 640 III. Těkavé organické látky v různých maticích*. [Výzkumná zpráva]. Lázně Bohdaneč, MV - GŘ HZS ČR, Institut ochrany obyvatelstva 2008.