

# Využití chemie v kriminalistickém expertizním zkoumání

Utilization of chemistry in criminal expert investigation

Bc. Michal Štefka

---

Bakalářská práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně

Fakulta aplikované informatiky

akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Michal ŠTEFKA**  
Osobní číslo: **A08139**  
Studijní program: **B 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Využití chemie v kriminalistickém expertizním zkoumání**

Zásady pro vypracování:

1. Zpracujte literární rešerši na dané téma.
2. Zařadte obor Kriminalistické chemie do vědního oboru Kriminalistika.
3. Definujte hlavní oblasti specializace Kriminalistické chemie.
4. Vymezte analytické metody (včetně instrumentace) využívané v Kriminalistické chemii.
5. Zhodnoťte význam Kriminalistické chemie v oblasti bezpečnosti a ochrany obyvatel.

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování bakalářské práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. **MUSIL, J., KONRÁD, Z., SUCHÁNEK, J.** Kriminalistika. Praha: C. H. Beck, 2004.
2. **STRAUS, J.** Kriminalistická technika. Plzeň : Aleš Čeněk, s.r.o., 2007.
3. **KLOUDA, P.** Moderní analytické metody. Ostrava: Pavel Klouda, 2003.
4. **PORADA, V. a kol.** Kriminalistická metodika vyšetřování. Aleš Čeněk, s.r.o., 2007.
5. **HOLZBECHER Z., CHURÁČEK J.:** Analytická chemie. SNTL, Praha 1987

Vedoucí bakalářské práce:

**PhDr. Mgr. Stanislav Zelinka**

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání bakalářské práce:

**25. února 2011**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**23. května 2011**

Ve Zlíně dne 25. února 2011

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



doc. Mgr. Milan Adámek, Ph.D.  
*ředitel ústavu*

## ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou kriminalistické chemie, jako jedné z metod používané při odhalování trestných činů. Nejprve je popisována kriminalistika jako samostatná vědní disciplína, nechybí pohled do historie, specifikace obsahu oboru, či její společenská funkce. Druhá kapitola práce si všímá již konkrétní metody, a sice kriminalistické chemie. Praktická část pak detailněji objasňuje jednotlivé přístrojové techniky používané při zkoumání analyzovaných vzorků. Pro lepší pochopení je vždy u každé metody zařazen i skutečný případ z praxe. Závěr se zamýšlí nad společenskou funkcí kriminalistické chemie ve společnosti.

Klíčová slova: kriminalistika, kriminalistická chemie, kapalinová chromatografie, tenkovrstevná chromatografie, plynová chromatografie, infračervená spektrometrie, hmotnostní spektrometrie

## ABSTRACT

This degree work deals with problems of criminal chemistry, which is one of the methods used in detection of criminal offences. First the criminal science as an autonomous scientific discipline is described, there is also a historical survey, a specification of the discipline or its social function. The second chapter of the degree work deals with concrete methods, and namely with these of criminal chemistry. The practical part clarifies particular instrumental technical means used within the exploration of analysed samples. For a better understanding a real practical case is always included. The conclusion reflects on the social function of criminal chemistry in the society.

Keywords: criminology, criminal chemistry, liquid chromatography, gas chromatography, thin-layer chromatography, mass spectrometry, infra-red spectrometry

### **Poděkování**

Rád bych na tomto místě poděkoval PhDr. Mgr. Stanislavu Zelinkovi za cenné rady a připomínky při psaní mé bakalářské práce.

Rovněž bych chtěl poděkovat majoru Ing. Martinu Nežádalovi a kapitánu RNDr. Ivu Berounovi, CSc. za podněty a konzultace jednotlivých případů dané problematiky.

V neposlední řadě patří mé poděkování Ing. Ludmile Mravcové, Ph.D. za konzultaci práce v oblasti instrumentální a strukturní chemie.

### **Motto**

„Dokonalý zločin neexistuje, existuje pouze nedokonalá policie.“

Joseph Fouché<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Francouzský politik, ministr francouzské tajné policie ve vládě Napoleona Bonaparte.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na bakalářské práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze bakalářské práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně

.....

podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 KRIMINALISTIKA JAKO VĚDNÍ DISCIPLÍNA</b> .....	<b>11</b>
1.1 POHLED DO HISTORIE.....	11
1.2 PŘEDMĚT KRIMINALISTIKY .....	11
1.3 KRIMINALISTIKA JAKO VĚDNÍ DISCIPLÍNA .....	12
1.4 KRIMINALISTICKÉ METODY .....	12
1.5 SPOLEČENSKÁ FUNKCE KRIMINALISTIKY .....	13
<b>2 KRIMINALISTICKÁ CHEMIE</b> .....	<b>14</b>
2.1 PŘEDMĚT ZÁJMU .....	14
2.2 CHEMICKÉ METODY A JEJICH VYUŽITÍ V KRIMINALISTICE .....	15
2.3 OBLASTI ZKOUMÁNÍ .....	18
2.4 TECHNICKÉ PŘÍČINY POŽÁRU.....	18
2.4.1 Zajišťování stop.....	19
2.5 NÁTĚROVÉ HMOTY .....	20
2.6 PSYCHOTROPNÍ A OMAMNÉ LÁTKY A LÉČIVA.....	20
2.6.1 Přírodní látky.....	20
2.6.2 Syntetické omamné a psychotropní látky.....	21
2.6.3 Zajišťování stop.....	22
2.7 DALŠÍ ZKOUMÁNÍ .....	23
2.7.1 Zajišťování stop.....	23
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>25</b>
<b>3 CHROMATOGRAFICKÉ METODY</b> .....	<b>26</b>
3.1 TENKOVRSTEVNÁ CHROMATOGRAFIE TLC.....	27
3.2 PLYNOVÁ CHROMATOGRAFIE GC.....	28
3.3 KAPALINOVÁ CHROMATOGRAFIE HPLC.....	31
3.3.1 Kapalinová chromatografie při analýze otisků prstů.....	33
<b>4 SPEKTROMETRICKÉ METODY</b> .....	<b>35</b>
4.1 INFRAČERVENÁ SPEKTROMETRIE (IR).....	36
4.2 HMOTNOSTNÍ SPEKTROMETRIE (MS).....	39
<b>ZÁVĚR</b> .....	<b>44</b>
<b>ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ</b> .....	<b>46</b>
<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b> .....	<b>48</b>
<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK</b> .....	<b>50</b>
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ</b> .....	<b>52</b>

SEZNAM TABULEK.....	53
SEZNAM PŘÍLOH.....	54



## ÚVOD

Současný svět je zmítán obrovskou řadou změn, jež na jedné straně přinášejí lidstvu prospěch, na straně druhé se musí obyvatelé zeměkoule potýkat se spoustu negativit, které působí člověku obrovskou újmu. Nejsou to jen lokální války, přírodní katastrofy a náboženské spory, ale také značná kriminalita, poškozující jak jednotlivce, tak celou společnost.

Neuplyne den, abychom se nedověděli o některé závažné kriminální kauze, do níž jsou zapleteni nejen obyčejní občané, ale občas i špičky politické reprezentace. Závažné ovšem je, že u těchto reprezentantů se veřejnost málokdy doví, jak byla jejich nezákonná činnost doopravdy vyřešena.

Kriminalita však není problémem jen současným. Je stará jak lidstvo samo, existovala v minulosti, bude existovat jistě i v budoucnosti. Vždy se totiž najdou takoví příslušníci lidské společnosti, kteří budou obcházet zákon a snažit se vyzískat něco víc na úkor druhého. Proto musí existovat orgán, který řeší represivně závažné prohřešky proti stanoveným zákonům.

Nikdy ale neměli ochránci veřejného pořádku takové technické prostředky ke své práci, které nabízí současná věda, alespoň k určitému zmírnění problému společenské kriminality. Dostává prostor disciplína, jako je kriminalistika, jež pomáhá vyšetřovat závažné trestné činy, páchané nejen v současné době, ale i v minulosti, a to dokonce ve velmi vzdálené minulosti. Nemusí však řešit jen trestné činy, dokáže se zapojit i do bádání v určitých historických skutečnostech a dovést problém do zdárného konce.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

# 1 KRIMINALISTIKA JAKO VĚDNÍ DISCIPLÍNA

## 1.1 Pohled do historie

Kriminalistika jako vědecká disciplína se začala rozvíjet ke konci 19. století. Je to tedy věda poměrně mladá. Za jejího duchovního otce je považován rakouský profesor Hans Gross, který krátce působil i na německé Karlo-Ferdinandově univerzitě v Praze. Vydal několik knih a kriminalistických příruček, založil první kriminalistický časopis. *Gross obsáhnul velmi široké spektrum přírodních, technických a taktických metod, velkou pozornost věnoval soudní psychologii. Naléhavě upozornil na význam znalostí kriminalistiky pro právníky a na potřebu její vysokoškolské výuky.*<sup>2</sup>

Dnes je kriminalistika samostatný vědní obor a řadí se po bok ostatním vědním disciplínám, jako jsou třeba vědy přírodní, technické nebo právo.

## 1.2 Předmět kriminalistiky

Obsahem kriminalistiky je především zkoumání osoby pachatele a jejího trestného činu. Z toho důvodu musí kriminalista zajistit stopy trestného činu nositele. To je úkolem policie, orgánů činných v trestním řízení. Řady odborníků a znalců, využívajících nejmodernější kriminalistické metody a technické prostředky, které samy o sobě by nebyly dostatečné bez mnohem hlubšího pohledu na trestný čin. To znamená, že kriminalistika musí zkoumat zákonitosti a všechny souvislosti tohoto činu.

Zdrojem informací jsou tedy především stopy, které jsou prvotní a nejdůležitější. Mezi nimi je ovšem nutno vybírat, aby některé z nich nebyly předmětem zkoumání jiných vědních oborů, neboť v tom případě by šlo o zbytečné zdvojení zdrojů poznání.

---

<sup>2</sup> MUSIL, Jan; KONRÁD, Zdeněk ; SUCHÁNEK, Jaroslav . *Kriminalistika*. 2. přeprac. a dopl. vyd. Praha : C. H. Beck, 2004. Historie kriminalistiky, s. 20. ISBN 80-7179-878-9.

Kriminalistika má však mnohem širší funkci, než jen zkoumání trestného činu. Jak uvádí JUDr. Jedlička,<sup>3</sup> kriminalistické poznatky lze využít i při identifikaci obětí přírodních katastrof nebo dopravních nehod, při vědeckých analýzách historických nálezů nebo uměleckých děl, poznatků kriminalistů mohou využít i sami občané při ochraně svého majetku nebo zdraví. Cílem kriminalistiky je tedy převážně vyhledávat, shromažďovat a uchovávat stopy, zkoumat jejich vznik, trvání a zánik. Těsný vztah ji poutá s kriminologií a právem, neboť i tyto vědy mají stejný zájem, a sice objasnění trestného činu.

### 1.3 Kriminalistika jako vědní disciplína

Je určována dvěma komponenty, a to obecnou částí kriminalistiky, kam se řadí kriminalistické učení o trestném činu, o stopách a metodách odhalování, vyšetřování a prevenci trestných činů a zvláštní částí kriminalistiky, která se převážně zabývá otázkami metodiky vyšetřování jednotlivých druhů trestných činů a popisováním metod, které se při vyšetřování používají.

### 1.4 Kriminalistické metody

Každá věda používá k objasnění zadaného úkolu určité metody. V kriminalistice se jich uplatňuje celá řada, neboť pachatelé trestné činnosti jsou stále vynalézavější a jejich trestná činnost variabilnější. Proto musí kriminalisté na dané skutečnosti reagovat. Metody jsou rozděleny do tří skupin:

Obecné poznávací metody, kam patří např. pozorování, srovnávání, měření apod.

Metody převzaté z jiných vědních oborů. Jsou to metody biologické, fyzikální, psychologické a v neposlední míře i metody chemické.

Specifické metody – vyplývající z toho, že kriminalistika má nesmírně široký záběr problémů a zkoumání. Proto mají tyto metody obecnou a komplexní platnost.

---

<sup>3</sup> JEDLIČKA, Miloslav. *Kriminalistika a příbuzné obory* [online]. 1999 [cit. 2011-03-25]. Kriminalistika. Dostupné z WWW: <[www.kriminalistika.eu](http://www.kriminalistika.eu)>.

## 1.5 Společenská funkce kriminalistiky

Prvořadým úkolem kriminalistiky je potírání páchaní trestných činů. V mnohých případech je to velmi složitý problém, neboť pachatelé zvláště závažných kriminálních činů disponují celou řadou technických vymožeností i značnými finančními prostředky k zakrytí svého odhalení, takže se mnohdy dostávají svými možnostmi na úroveň orgánů činných v trestním řízení.

Druhá významná funkce kriminalistiky spočívá v humanizaci trestního řízení, což znamená, že kriminalisté nemohou spoléhat jen na výpovědi svědků, ale musí hledat prostřednictvím řady kriminalistických prostředků a metod další důkazy o vině, popřípadě nevině obžalovaného.

Dalším úkolem kriminalistiky je chránit občany před neoprávněným stíháním a jinými postupy státních orgánů, jež neodpovídají zákonům. Vždy musí být ctěna presumpce nevinny a pokud jsou zjištěny a předloženy důkazy jiným orgánem než orgánem činným v trestním řízení, musí býti brány v potaz.

Posledním bodem, který si kriminalistika klade za cíl, je prevence. Nikdy asi nepřestanou existovat pachatelé drobných trestných činů (krádeže, podvodu), ale jde především o velké zločinecké akce, kdy si pachatelé budou muset uvědomit, že spousta nových moderních kriminalistických metod, nových způsobů objasňování trestných činů, bude mít za následek jejich odhalení a zasloužené potrestání.

## 2 KRIMINALISTICKÁ CHEMIE

### 2.1 Předmět zájmu

„Kriminalistická chemie se zabývá zkoumáním vlastností, složením, vnitřní stavbou a přeměnou nejrůznějších látek, které se vyskytují v kriminalistické praxi.“<sup>4</sup> Je to jedna z nejstarších kriminalistických vyšetřovacích metod. Všechny úkoly této oblasti nelze vyjmenovat, ale mezi hlavní předměty analýz patří rezidua střelby (povýstřelové zplodiny), omamné a psychotropní látky, prekuzory, jedy (vysoce toxické chemické látky), výbušniny, nátěrové hmoty a pigmenty, sklo, zemina, inkousty atd..

Všeobecně lze konstatovat, že hlavním pilířem tohoto oboru je zjišťování technických příčin požárů, zkoumání nátěrových hmot, zkoumání omamných a psychotropních látek a léčiv a další jiná zkoumání. Chemie však našla uplatnění i v jiných oborech kriminalistiky. Tak například v daktyloskopii je na chemické bázi většina látek sloužících ke zviditelnění latentních stop (kyanoakrylát – kovové materiály, plasty; páry jodu – papír). Zcela revoluční je pak aplikace chromatografie při stanovení stáří otisků prstů (odstavec 3.3.1). V kriminalistické biologii se chemie uplatňuje při orientačních zkouškách průkazu přítomnosti krevních stop (reakce je založena na katalytické schopnosti krevního barviva přenášet kyslík)<sup>5</sup>. Krevní stopy se v minulosti zviditelňovaly luminolem s přidavkem peroxidu vodíku, nebo se používal v různých obměnách benzidin či o-toluidin. Vzhledem ke zdravotní závadnosti těchto látek (jedná se o podezřelé karcinogenní látky), byly vyvinuty modernější prostředky pro zviditelnění latentních krevních stop, v současnosti především přípravek „BLUESTAR®FORENSIC“. Zásadní výhodou tohoto přípravku je fakt, že *nijak nepoškozuje strukturu DNA, proto lze krevní stopy dále použít pro genetické*

---

<sup>4</sup> MUSIL, Jan; KONRÁD, Zdeněk ; SUCHÁNEK, Jaroslav . *Kriminalistika*. 2. přeprac. a dopl. vyd. Praha : C. H. Beck, 2004. Technické a přírodovědné kriminalistické metody, s. 135. ISBN 80-7179-878-9.

<sup>5</sup> VICHLENDÁ, Milan, et al. *Kriminalistika : I. díl - Úvod do kriminalistiky*. první. Holešov : Tiskárna SPŠ MV v Holešově, 2003. *Kriminalistická biologie*, s. 61.

zkoumání<sup>6</sup>. Státní univerzitní nemocnicí v Nantes byl proveden výzkum, kdy tímto přípravkem byla detekována až tisíckrát zředěná lidská krev. „BLUESTAR<sup>®</sup> FORENSIC“ emituje po nástřiku na krevní stopu během několika minut, velmi jasné, dlouhotrvající modré světlo o vlnové délce 430 nm. To je viditelné i za běžných světelných podmínek (nevyžaduje zatemnění).

Zkoumání stop je natolik úspěšné, jak kvalitně je pro práci vybavena laboratoř laboratorní a přístrojovou technikou a také zvolením příslušné metody. Kriminalistická chemie disponuje celou řadou metod, od těch nejjednodušších, které slouží k orientačním účelům, až po ty nejsložitější, jejichž cena je značná.

Neustálý rozvoj instrumentace citlivých analytických metod umožňuje pokrok i v oblasti zpracování a chemickém rozboru mikrostop. *K nejcitlivějším řadíme plynovou chromatografii, jež umožňuje zkoumat množství hmoty řádově v  $10^{-18}$  g<sup>7</sup>. Z hlediska kriminalistické identifikace řadíme obor kriminalistické chemie do oblasti skupinové (druhov) identifikace (tzv. nedovršená identifikace).*

## 2.2 Chemické metody a jejich využití v kriminalistice

Kriminalistika v současné době operuje celou řadou metod, které napomáhají k odhalování trestných činů. Dnes bychom si mohli jen stěží vyšetřovací práci kriminalistů bez fyzikálních, fyzikálně – chemických a zejména chemický metod představit.

*Tabulka 1 Kriminalistická chemická expertiza (organické látky)*

	Druh zkoumání (zjišťování)
1	Zkoumání omamných, psychotropních látek, jejich prekursorů a dále léčiv a výrobků farmaceutického průmyslu vztahujících se k jejich výrobě

<sup>6</sup> Krimi IT-Sezam: Bluestar<sup>®</sup>Forensic. Prospekt firmy Krimi IT-Sezam

<sup>7</sup> STRAUS, Jiří, et al. *Kriminalistická technika*. 2. rozšířené vydání. Plzeň : Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008. Kriminalistická chemie, s. 320. ISBN 978-80-7380-052-9.

2	Zkoumání léčiv a výrobků farmaceutického průmyslu
3	Zkoumání organických složek povýbuchových zplodin
4	Zkoumání organických složek výbušnin
5	Zkoumání nátěrových hmot
6	Zkoumání pohonných hmot a maziv
7	Zkoumání výrobků chemického průmyslu, drogistického zboží, ředidel apod.
8	Zkoumání toxických látek v potravinách, nápojích a vodě při otravách
9	Zkoumání druhu a kvality lihovin, s omezením na případy nezákonné výroby lihu
10	Zkoumání toxických látek v přípravcích používaných v zemědělství a průmyslu
11	Zkoumání slzotvorných a dráždivých látek
12	Zkoumání organických hořlavin, včetně zkoumání zaměřených na zjištění těkavých látek
13	Zkoumání neznámých látek a materiálů organického původu ve stopových množstvích
14	Zkoumání stop nástražných materiálů k označení bankovek

*Tabulka 2 Kriminální fyzikálně – chemická expertiza (anorganické látky)*

	Druh zkoumání (zjišťování)
1	Zkoumání anorganických příměsí v drogách, léčivech a ostatních organických látkách
2	Zkoumání anorganických složek povýbuchových zplodin
3	Zkoumání anorganických složek výbušnin
4	Zkoumání anorganických složek v nátěrových systémech
5	Zkoumání výrobků chemického průmyslu, drogistického zboží a petrochemických výrobků (obsah anorganických složek)



6	Zkoumání toxických anorganických látek v potravinách a nápojích
7	Zkoumání toxických anorganických látek používaných v zemědělství
8	Zkoumání anorganických stopových prvků
9	Zkoumání kovových a jiných anorganických materiálů, s výjimkou plyných a bojových chemických látek
10	Zkoumání kovových částí a otěrů
11	Zkoumání přítomnosti povýstřelových zplodin
12	Zkoumání kapalných vzorků (obsah anorganických složek)
13	Zkoumání fragmentů textilních a jiných vláken a textilií
14	Zkoumání anorganických mikročástic neznámého původu a průmyslových prachů
15	Zkoumání struktury úlomků nátěrových systémů
16	Zkoumání zemin, minerálních zrn a nerostných materiálů
17	Strukturní analýza zejména zemin, minerálních zrn a nerostných materiálů a dalších krystalických látek
18	Zkoumání skel a jejich fragmentů
19	Zkoumání nátavů skla a struktury vláken žárovek
20	Zkoumání struktury lomů materiálů
21	Zkoumání hořlavých látek, tj. zjišťování jejich chemického složení, chemických a fyzikálních vlastností a zjišťování jejich přítomnosti v různých látkách a na různých materiálech, zjišťování požárně – technických parametrů různých látek (materiálů)
22	Zjišťování a zkoumání chemických, biochemických a fyzikálních příčin vznícení, hoření a výbuchu
23	Zjišťování a zkoumání podmínek, za jakých mohlo dojít k vznícení, hoření nebo výbuchu různých látek

Chemické metody jsou pro zkoumání důkazů velmi důležité. Mezi nejstarší a také nejjednodušší metody patří kapkové a zkumavkové reakce (tzv. reakce na mokré cestě),

kteří slouží především k účelům kvalitativní chemické analýzy a dá se jimi v analytu zkoumat přítomnost kovových prvků (tj. anorganických materiálů) nebo organických látek. Titrční a vážkové metody slouží ke kvantitativní analýze, což znamená, že jimi lze ve zkoumaném vzorku určit především množství např. kationtů, aniontů nebo i kyselin a zásad. Tyto, byť i jednodušší metody, jsou značným pomocníkem v kriminalistické práci.

Mezi složité metody, využívající značný přístrojový potenciál, patří metody sloužící k separaci látek – metody chromatografické a metody založené na interakci elektromagnetického záření se vzorkem – spektrometrické metody.

### 2.3 Oblasti zkoumání

Kriminalistická chemie se zabývá několika oblastmi, v nichž kriminalisté ke své práci potřebují stopy. Jedná se převážně o tyto oblasti:

- a) zjišťování technických příčin požárů
- b) zkoumání nátěrových hmot
- c) zkoumání omamných a psychotropních látek a léčiv
- d) další zkoumání

Stopou může být jakýkoliv předmět nebo jen část předmětu nalezený na místě činu. Jedná se například o různé látky povahy práškovité, kapalné, obaly od látek, úlomky, zbytky nátěrů apod. Někdy může jít o plynové zbytky, které však nemohou být zkoumány běžným způsobem, nýbrž vyžadují speciální chemickou expertízu. Stopy mohou mít povahu hořlavou, toxickou, může jít o výbušniny apod., proto jim chemik musí věnovat zvýšenou pozornost.

### 2.4 Technické příčiny požáru

Iniciacími požáru jsou zejména příčiny fyzikální, fyzikálně – chemické, chemické a biochemické.

Fyzikální příčiny se objevují nejčastěji. Jedná se především o přehřátí hořlavých materiálů nad jejich zápalnou teplotu, jako jsou například dřevo, papír, textilie, uhlí (zejména lignit) a přírodní sušené materiály (seno). Jinou příčinou mohou být nevyprnuté tepelné spotřebiče,

sporáky, topidla. Často je sporné, zda řešení těchto požárů spadá do oboru kriminalistické chemie.

Fyzikálně – chemické příčiny požárů jsou méně časté. Pro jejich zkoumání musí existovat spojení chemických a fyzikálních příčin. Takové podmínky mohou vzniknout především v chemických provozech. Příkladem může být zahřátí určité látky pod zápalnou teplotu, a následná chemická reakce vede potom ke zvýšení teploty a hoření.

Chemické příčiny – jejich základ tkví především v exotermických reakcích, kdy se uvolní velké množství tepla, a to pak vede k zapálení hořlavých látek.

Samostatnou kapitolou v oblasti samovznícení pevných látek tvoří samovznícení rostlinných materiálů vlivem probíhajících biochemických dějů v důsledku činnosti nižších živočichů např. bakterií, které vysoce převyšuje ostatní příčiny samovznícení (k samovznícení, jsou-li navlhlé, mají sklon různé rostlinné materiály, především, sláma, seno a lesní tráva).

K hoření ovšem dojde jen za určitých podmínek. Především musí být přítomen hořlavý materiál, dále iniciační teplota tohoto materiálu, za které je schopen za přítomnosti kyslíku, jenž je obvykle ve vzduchu, hořet. Pokud by se stalo, že přívod vzduchu bude vyčerpán, hoření ustane (např. v uzavřené místnosti). Někdy je pro hoření potřebný dodatečný spouštěč, jako je třeba jiskra, úder, tření apod. Hořet mohou látky ve všech skupenstvích, tedy pevné, kapalné a plynné.

Mezi plynné hořlavé látky patří propan – butan, svítiplyn, vodík, metan, hořlavými kapalinami jsou zejména benzín, topné oleje, petroleje, organická rozpouštědla, pevné hořlavé látky jsou především papír, dřevo, uhlí, některé plastické hmoty apod.

Zvlášť nebezpečné jsou látky samovznětlivé. Patří sem vysychavé oleje, které při svém zasychání na vzduchu uvolňují teplo, to může za určitých podmínek zapálit hořlavé materiály v jejich okolí. Může se jednat o nedosušené rostlinné hmoty nebo uhelné materiály.

#### **2.4.1 Zajišťování stop**

Stopy jsou zajišťovány za přítomnosti velitele zásahu HZS, se kterým se provádí ohledání místa požáru. Zajišťují se primární ohniska požáru a pátrá se po zdroji elektrické energie. V kladném případě je přizván specialista z oboru kriminalisticko – elektrotechnické

expertizy, který následně potvrdí nebo vyvrátí možnost vzniku požáru od elektrického zařízení. Dle potřeby se na místo dostaví kynolog se psem, jenž je cvičen na hledání tzv. akcelerantů hoření. Pes označí místo, ze kterého se odebírají vzorky do neprodyšných obalů (nejlépe uzavíratelné sklenice nebo uzavíratelné plechovky). Pro kontrolu se odebírá vzorek z relativně blízkého, požárem nezasáženého resp. psem neoznačeného místa – tzv. kontrolní vzorek pozadí.

## 2.5 Nátěrové hmoty

Nátěrové hmoty jsou zkoumány v případech dopravních nehod, kdy jeden z účastníků od nehody ujel, dále u krádeží vloupáním nebo při vytváření různých nápisů. Výsledkem technického zkoumání je vždy určení skupinové hodnoty.

Pro kriminalistická zkoumání mají význam nátěrové hmoty, které se používají především v automobilovém průmyslu a dále například nátěry oken, dveří, mříží, zábradlí, silničních svodidel atd. Ostatní, jako jsou třeba umělecké barvy, malířské natěračské hmoty, nemají pro zkoumání větší kriminalistický význam s výjimkou expertíz souvisejících např. s paděláním uměleckých děl (obrazů).

Zkoumání je prováděno celou řadou laboratorních chemických metod, z nichž nejvíce používanými jsou spektrální metody.

## 2.6 Psychotropní a omamné látky a léčiva

Omamným a psychotropním látkám je v poslední době, po stránce kriminalistické, věnována značná pozornost, neboť jejich zneužívání je příčinou mnoha kriminálních činů, zatímco u léčiv se zkoumá pouze jejich charakteristika a použití, ale také možnost jejich zneužití pro výrobu omamných a psychotropních látek. Obě tyto skupiny se dělí na přírodní, polosyntetické a syntetické látky.

### 2.6.1 Přírodní látky

Pro výrobu omamných a psychotropních látek jsou přírodními zdroji především konopí, mák setý a keř koka.

Konopí je základní surovinou pro výrobu hašiše a marihuany. Samičí květy konopí poskytují velmi účinnou látku – tetrahydrokanabinol (THC) ve své pryskyřici. Po dosušení

a slisování pryskyřice vzniká omamná látka hašiš. Zbylé části rostliny – listy, řapíky a ostatní – se po usušení kouří bez příměsí tabáku jako marihuana.

Mák setý, respektive jeho šťáva (surové opium), která se získává v době mléčné zralosti naříznutím makovic, je výchozí surovinou pro výrobu morfinu. Paradoxem je, že zpracováním opia legálním způsobem je získávána léčivá látka, z níž se vyrábí kodein (methylnorfin), prostředek pro výrobu léčiv. Při ilegálním zpracování morfinu se získává nebezpečná omamná látka – heroin (patří mezi tzv. tvrdé drogy), který již náleží mezi látky polysyntetické.

Z listů keře koky se získává alkaloid kokain. Tato látka společně s polysyntetickým heroinem je označována za nejnebezpečnější omamnou látku. Jednou z forem kokainu je směs lidově označovaná výrazem crack, která se kouří nebo se inhaluje za vyšší teploty, zatímco čistý kokain se aplikuje šňupáním.

### 2.6.2 Syntetické omamné a psychotropní látky

K této skupině náleží především halucinogeny, z nichž nejznámější je diethylamid kyseliny lysergové, známý pod zkratkou LSD. Konzumuje se orálně, v malých dávkách (cca 0,1 mg), například na kostce cukru nebo kousku papíru (tzv. trip). Jinou skupinou jsou tzv. budivé aminy, jejichž základem je amfetamin. U nás je hojně používán metamfetamin, který je mezi konzumenty omamných látek znám jako pervitin nebo slangově „perník, péčko, piko, peří“. Oblibu, hlavně mezi poměrně mladými uživateli, získávají tzv. „taneční drogy“, které jsou převážně amfetaminy substituované na benzenovém jádře (např. MDMA, což je chemicky 3,4-methylendioxy-N-methylamfetamin nazývaným též ice /led/ nebo extáze). Ještě jednu omamnou látku lze vzpomenout, a sice drogu brown (je hnědé barvy), má podobné účinky jako heroin a byl u nás v minulosti poměrně oblíbený v 70. letech minulého století.

Ke zkoumání omamných a psychotropních látek jsou využívány chromatografické metody a spektrální metody v čele s hmotnostní spektrometrií.

### 2.6.3 Zajišťování stop

Policejní složky používají v terénu různé testy pro orientační zjišťování neznámých látek u podezřelých osob. Známy je zejména D-Test, avšak teprve laboratorní vyšetření je uznáváno jako konečné, jednoznačné a právoplatné.

*Souprava D-Test obsahuje tedy 9 druhů detekčních trubiček ve formě injekčních ampulí, v nichž jsou umístěny reagenční roztoky. Ampule jsou v plastických sáčkích a při provádění testu se sáček otevře, ampule se vyjme, do sáčku se poté vloží zkoumaná látka a po odříznutí ampule se její obsah vlije do sáčku. Sáček se opět uzavře a po protřepání obsahu se pozorují barevné změny. Souprava je přenosná, neboť je umístěna v malém kufříku.<sup>8</sup>*

V oblasti zkoumání psychotropních a omamných látek je nejnáročnějším prvkem celého analytického procesu problematika odběru reprezentativního vzorku. Například u velkého množství jedinců (rostliny, tablety apod.) nesoucích shodnou sledovanou vyjmenovanou látku (prokázanou např. TLC) se postupuje podle následujícího výběrového klíče:

*Tabulka 3 Odběrový klíč analyzovaných vzorků*

Počet jedinců	Vzorky podrobené analýze
1 - 10	všechny
10 - 100	náhodný výběr 10 kusů
>100	druhá odmocnina počtu zaokrouhlená na nejbližší vyšší celé číslo

---

<sup>8</sup> ŠTABLOVÁ, R. K problematice identifikace omamných a psychotropních látek. *Informační bulletin : Národní protidrogová centrála* [online]. 1996, II., 1, [cit. 2011-03-26]. Dostupný z WWW: <[www.policie.cz/soubor/bulletin-npc-1-96.aspx](http://www.policie.cz/soubor/bulletin-npc-1-96.aspx)>

## 2.7 Další zkoumání

Jiná další zkoumání v kriminalistické chemii jsou oproti předešlým zastoupena v menší míře. Můžeme sem zařadit zkoumání pohonných hmot a maziv, podmínkou vyšetřování ale musí být především poškození motoru nebo některých jeho částí, například čerpadla, jež jsou způsobena špatnou kvalitou pohonných hmot nebo maziv.

Dále se zkoumají cizorodé látky v tekoucích i stojatých vodách (jsou to například ropné produkty), které mají potom za následek otravy ryb a jiných vodních živočichů.

*Zkoumání ochranných látek používaných v zemědělství (pesticidů) má svůj význam při posuzování příčin poškození rostlin, ale i případů intoxikací hospodářských zvířat, poněkud omezeně i v případech intoxikací lidí.<sup>9</sup>*

Zeminy jsou zkoumány hlavně v případě ekologických havárií, ale i v případech některých násilných trestných činů. Zkoumání drogistických výrobků (např. kosmetických přípravků) poskytuje výsledky hlavně při analýze otěrů na cigaretách, sklenicích apod. Zkoumání mikrostop (především fragmentů vláken textilního původu, nepatrných úlomků kovových i nekovových materiálů) je vyžadováno zejména při šetření úmyslných násilných trestných činů i při šetření dopravních nehod s následkem smrti v případech, kdy řidič z místa ujede. Neméně významné jsou expertizy povýstřelových zplodin, např. z hlediska určování vzdálenosti střelby nebo typu použitého střeliva.

Kriminalistická chemie se zabývá zkoumáním povýbuchových zplodin, jak při průmyslových haváriích, tak při úmyslně použitých nástražných výbušných systémech.

### 2.7.1 Zajišťování stop

Pro konkrétní stopy existují speciální odběrové prostředky. Pro mikrostopy vláken textilního původu je to například transparentní želatinová daktyloskopická folie. Povýstřelové zplodiny jsou odebírány za pomoci grafitového terčíku. Nachází-li se mezi zajišťovanými stopami nebezpečné žíravé látky, je nutné použít speciální skleněné nádoby

---

<sup>9</sup> STRAUS, Jiří, et al. *Kriminalistická technika*. 2. rozšířené vydání. Plzeň : Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008. Kriminalistická chemie, s. 332. ISBN 978-80-7380-052-9.

s krytím uzávěru. Výjimku tvoří vzorky s obsahem kyseliny fluorovodíkové, mezi jejíž charakteristické vlastnosti patří leptání skla. V takovém případě je skleněná odběrová nádoba nahrazena nádobou plastovou.



## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**

### 3 CHROMATOGRAFICKÉ METODY

Chromatografické metody řadíme mezi separační techniky, které umožňují separaci jednotlivých složek obsažených ve vzorku. Metoda je založena na rozdělování sloučenin mezi dvě vzájemně nemísitelné fáze – mobilní a stacionární. Za objevitele základního principu chromatografických metod je považován ruský botanik Michail Semjonovič Cvet, který metodou adsorpční chromatografie v roce 1903<sup>10</sup> separoval listová barviva (chlorofyl a karotenoidy). Chromatografických metod existuje značné množství, obecně je lze charakterizovat podle různých hledisek<sup>11</sup>:

- Podle skupenství mobilní fáze:
  - Kapalinová – mobilní fází je kapalina
  - Plynová – mobilní fází je plyn
- Podle uspořádání stacionární fáze:
  - Kolonová chromatografie – stacionární fáze je umístěna v koloně
  - Plošná chromatografie:
    - Papírová chromatografie – stacionární fáze je součástí chromatografického papíru.
    - Tenkovrstevná chromatografie – stacionární fáze je umístěna na hliníkové folii nebo skleněné desce.
- Podle retenčních mechanismů:
  - Rozdělovací chromatografie – separace je založena na rozdílné rozpustnosti složek vzorku ve stacionární a mobilní fázi.

---

<sup>10</sup> HPLC. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2007, last modified on 2011-02-12 [cit. 2011-03-26]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/HPLC>>.

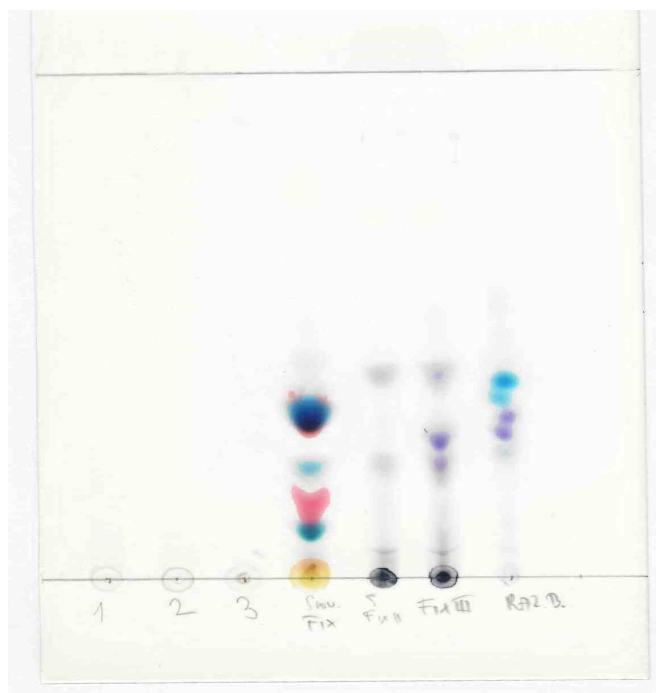
<sup>11</sup> KLOUDA, Pavel. *Moderní analytické metody*. druhé. Ostrava : Pavel Klouda, 2003. Chromatografie, s. 10. ISBN 80-86369-07-2

- Adsorpční chromatografie – separace založena na rozdílné adsorpční schopnosti na povrchu tuhé látky – adsorbentu (stacionární fáze)
- Gelová chromatografie – metoda založena na separaci dle velikosti molekul, molekulový síťový efekt
- Afinity chromatografie – separace založena na schopnosti stacionární fáze vázat ze vzorku určité složky, ke kterým má selektivní vztah.
- Iontová chromatografie – stacionární fáze (ionex) obsahuje funkční skupiny, které jsou při průtoku mobilní fáze vyměňovány za ionty separovaného vzorku.

V kriminalistické praxi se nejčastěji používají chromatografie na tenké vrstvě, vysoko účinná kapalinová chromatografie a plynová chromatografie.

### 3.1 Tenkovrstevná chromatografie TLC

Vzorek se nanáší v kapalném skupenství (pevný vzorek je tedy nutno rozpustit) pomocí automatických dávkovačů (pro orientační analýzy je možné použít i kapátko, kapiláru či mikropipetu) na vyznačenou startovní linii na chromatografické desce. Následně se takto zpracovaná deska vloží do vyvíjecí komory, která obsahuje na svém dně příslušný vyvíjecí roztok. Roztok má těkavý charakter, páry tedy postupují směrem vzhůru a postupně zaplňují celý objem komory. Po ukončení vyvíjení se deska vyjme a nechá dostatečně usušit. Detekce se provádí dle povahy látky, vyžaduje-li to látka, vystaví se deska UV záření, případně se postříká stanoveným detekčním činidlem. Možnou alternativou je provedení tzv. 2 – D chromatografie, kdy se chromatografická deska po osušení otočí o 90° a takto se vloží do vyvíjecí komory s jiným roztokem. Vyhodnocení se provádí porovnáním stanovených tzv. retenčních faktorů se slepým vzorkem nebo tabulkou pro příslušné chromatografické podmínky. Metoda nachází uplatnění především při prvotním stanovení (screening) zejména omamných a psychotropních látek nebo léčiv a rovněž při určování nejrůznějších psacích prostředků a razítkových barev (v součinnosti s kriminalistickou grafickou diagnostikou – expertizou dokladů a písemností).

**Skutečný případ:**

*Obrázek 1: Chromatografická deska se vzorky fixů a razítkové barvy po dokončení vyvíjení*

**3.2 Plynová chromatografie GC**

V plynové chromatografii je vzorek nadávkován do vyhřívaného injektoru, kde dojde k jeho odpaření. Z injektoru je potom proudem nosného plynu unášen na kolonu. Kolona je umístěna v termostatu. Při vlastních analýzách se používá teplotní program vhodný pro separaci jednotlivých složek analyzované směsi. Kolona může být buď náplňová – vyrobená ze skla nebo nerezového materiálu s délkou 1 až 3 m a průměrem 2 – 3 mm nebo kapilární – v tomto případě je vyrobena z tavného křemene a vnější povrch je potažen z důvodu odolnosti polyimidem, přičemž délka se pohybuje nejčastěji od 10 do 60 m a průměr v rozmezí 0,1 – 0,6 mm. K detekci látek se používá celá řada detektorů v závislosti na daném přístroji a aplikaci. Jsou to nejčastěji: tepelně vodivostní detektor, plamenový ionizační detektor, detektor elektronového záchyty, fotoionizační detektor. Získaný signál je převeden a zpracován příslušným softwarem, prostřednictvím kterého jsou přístroje dnes ovládány. Výstupem je graf – chromatogram, který je závislostí intenzity signálu na čase.

Dobu, od nástřiku vzorku po maximum (vrchol) příslušné složky (píku), označujeme jako retenční čas, jenž je pro danou látku charakteristický. Plocha nebo výška píku pak vyjadřuje množství dané složky. Velmi dobrých analytických výsledků v oblasti individuální analýzy lze dosáhnout tandemovým spojením s hmotnostním spektrometrem – označováno zkráceně jako GC/MS.

V některých případech je třeba před vlastní analýzou vzorku provést chemickou přeměnu molekul za účelem zlepšení jejich vlastností (těkavost, stabilita, separační proces, detekce). Tento soubor procesů, jehož cílem v GC je obvykle odstranění aktivních vodíkových atomů, označujeme souhrnně termínem derivatizace.

Plynový chromatograf<sup>12</sup> se skládá z následujících komponent:

Zdroj nosného plynu – nejčastěji se volí vodík, dusík nebo helium. V praxi se používají plyny s vysokou čistotou. Volba plynu při dané aplikaci vychází z jeho ceny, účinnosti, reaktivity a typu použitého detektoru.

Čistící zařízení – hlavním smyslem je eliminace nečistot a případné vzniklé vlhkosti před vstupem mobilní fáze do kolony.

Injektor – slouží k zavádění vzorku do chromatografu, nástřik se provádí přes pryžové septum, které odděluje vnitřek injektoru od okolí. Zde dochází k odpaření vzorku a následnému dělení na navazujícím děliči toku.

Regulační systém – je zodpovědný za tok nosného plynu. Elektronická regulace umožňuje pracovat v několika předvolených režimech – konstantní tlak, konstantní průtok, programovatelný průtok.

Termostat – reguluje výhřev kolony i detektoru na odpovídající teplotu tak, aby vzorek po celou dobu separace setrval v plynném skupenství. Teplotní gradient 20 °C/min a více. Pracovní rozsah termostatu se běžně pohybuje od 5 do 500 °C nad okolní teplotu.

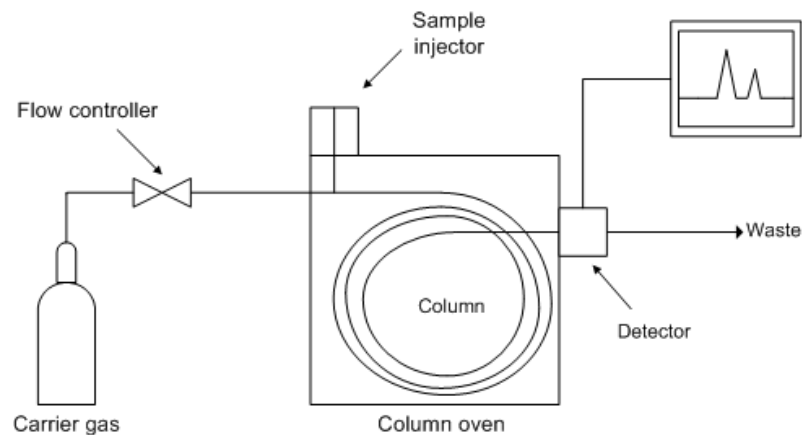
---

<sup>12</sup> U nás (ČR) první plynový chromatograf na UIACH ČSAV v Brně sestaven Jaroslavem Janákem a Karlem Tesaříkem v roce 1960.

Autosampler (automatický dávkovač) – zařízení obsahující vialky se vzorkem. Pomocí programu je vybrána vialka se vzorkem určeným k analýze. Odběr vzorku, stejně jako nástřik do kolony, je tak prováděn zcela automaticky, bez součinnosti operátora přístroje.

Separační kolona – popsána v odstavci výše.

Detektor – nosný plyn z kolony protéká detektorem, který odpovídajícím způsobem reaguje na přítomnost analytu. Dnes se nejčastěji používá teplotně – vodivostní detektor (TCD) nebo ionizační detektor. Ten je možno ještě následně dělit podle způsobu ionizace např. na plamenový ionizační detektor (FID), detektor elektronového záchytu (EDT) apod.



Obrázek 2: Schéma Plynového chromatografu



*Obrázek 3: Plynový chromatograf s autosamplérem  
Agilent 6890<sup>13</sup>*

Využití této metody je v oblasti kriminalistické chemie velmi široké. Metoda slouží k analýze vzorků hořlavin (výrobků ropného průmyslu jakými jsou např. pohonné hmoty, ředidla, rozpouštědla apod.), olejů, tuků, léčiv, omamných a psychotropních látek, prekurzorů atd. Metoda rovněž slouží ke zjišťování povýbuchových zplodin.

### **3.3 Kapalinová chromatografie HPLC**

Vzorek se dávkuje do kapalinového chromatografu za pomoci dávkovací smyčky. Mobilní fázi tvoří v tomto případě kapalina, která je do kolony čerpána pomocí čerpadla, nejčastěji se dvěma písty v sériovém uspořádání. Kolony jsou v tomto případě pouze náplňové, vyrobené z nerezové oceli. Dle užití existuje celá řada kolon s parametry vhodnými pro danou separaci. Běžně se při této metodě pracuje s velkým tlakem (např. u HPLC kolem 40 MPa). Po průchodu kolonou se jednotlivé separované složky vyhodnocují na příslušných detektorech dle povahy separované směsi. Rovněž i u této

---

<sup>13</sup> Převzato z *Scientific equipment source* [online]. 2010 [cit. 2011-03-26]. Agilent 6890 Gas chromatograph, HP 6890 . Dostupné z WWW: <<http://www.gclctoronto.com/agilent6890.htm>>

metody, při snaze dosáhnout uspokojivých výsledků při analýze individuálních složek, je možné provést tandemové spojení přístroje s hmotnostní spektrometrií – tzv. LC/MS. U této metody však je nejprve nutné zajistit zplynění vzorku před vstupem do MS vložením vhodného mezičlenu, případně použitím vhodného iontového zdroje (výborně se osvědčil elektrosprej). Celé zařízení je možné pohodlně ovládat pomocí dodávaného intuitivního softwarového vybavení. Touto metodou lze analyzovat řadu směsí např. oleje, léčiva, omamné a psychotropní látky, chemické zemědělské ochranné prostředky a další.



Obrázek 4: Kapalinový chromatograf  
HP 1100 HPLC<sup>14</sup>

---

<sup>14</sup> Převzato z *LabX : Scientific Marketplace* [online]. 1995-2011 [cit. 2011-03-26]. Agilent/HP 1100 HPLC Complete System with VWD. Dostupné z WWW: <<http://www.labx.com/v2/spiderdealer2/vistaSearchDetails.cfm?LVid=8377579>>.



Kapalinový chromatograf zahrnuje následující komponenty:

Zásobník mobilní fáze – jedná se o 1 až 4 lahve o objemu 1 litr spolu s odplyňovacím zařízením.

Odplyňovací zařízení – vakuové odplynění nebo za pomoci probublávání heliem

Čerpadlo mobilní fáze – k čerpání mobilní fáze se používají čerpadla pístová nebo membránová. U samostatných pístových čerpadel byl nedostatkem vznik rázů při čerpání. Jednočinná čerpadla se tedy zapojují sériově nebo paralelně. Rovněž je možné použít čerpadla vícepístová.

Směšovací zařízení – řídí složení mobilní fáze a zajišťuje míchání jednotlivých mobilních fází. Toto složení může setrvat stejné (izokratická eluce) po celou dobu separace nebo se může s časem měnit (gradientová eluce).

Dávkovací zařízení – dnes je běžná dávkovací smyčka s pevným objemem.

Náplňová kolona – viz odstavec výše.

Detektor – existuje celá řada detektorů pracujících na různých principech, nejčastěji užívanými je refraktometrický detektor, fotometrický detektor, fluorescenční detektor, vodivostní detektor.

### 3.3.1 Kapalinová chromatografie při analýze otisků prstů

*„Se stářím otisků klesá jejich kvalita. Snižuje se tak možnost kvalitního přenosu otisku. A protože je mnoho kriminálních činů či důkazů objeveno se zpožděním, hraje čas použití analýzy otisků prstů významnou roli.“<sup>15</sup>*

Otisk prstu je po chemické stránce tvořen lipidy, aminokyselinami, solemi, vodou, ve zvláštních případech je ještě doplněn látkami z okolí. Hlavní částí lipidu tvoří skvalan (2,6,10,15,19,23-hexametyltetrakosan), u kterého byla prokázána velmi rychlá degradace v závislosti na čase. Oddělení forenzní vědy a monitorování drog z King's College

---

<sup>15</sup> URBAN, Jiří. *Chromatografie* [online]. 2008-09-29 [cit. 2011-03-25]. Chromatografie při analýze otisku prstů. Dostupné z WWW: <<http://chemie.jiriurban.cz/24-chromatografie-pri-analyze-otisku-prstu>>.

v Londýně zabývající se výzkumem rovněž prokázalo, že v otiscích mohou vznikat nové produkty použitelné pro vizualizaci starších otisků.

*„Byla použita HPLC ke studiu oxidace skvalanu jak v roztoku, tak i v tzv. latentních otiscích. Skvalan se oxiduje v roztoku i bez použití oxidačního činidla. Po 2 dnech zůstávají pouze 3 % nezoxidované látky a po 15 dnech je to pouze 1 %. Po 20 dnech zoxidoval skvalan úplně, takže ho nebylo možné v roztoku detekovat. Naproti tomu, i po dvaceti dnech bylo možné stanovit v roztoku hladiny vyšších hydroperoxidů, což naznačuje možnost použít je k určení stáří otisku.“<sup>16</sup>*

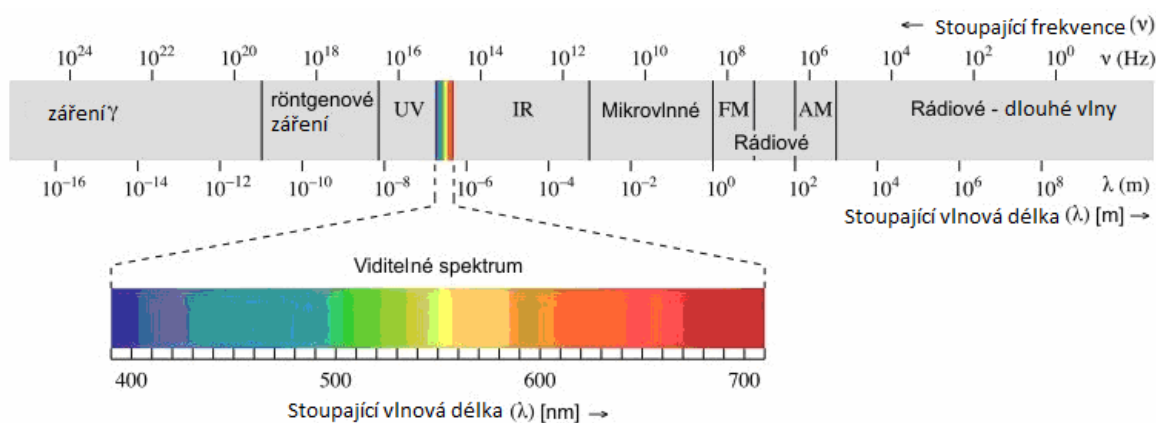
V praxi je častým jevem, že podezřelý přiznává, že předložený důkazní otisk mu patří, dobu vzniku však udává dávno před provedením trestného činu. Určení stáří otisku je tedy někdy pro kriminalistu posledním krokem ke zdárnému vyřešení daného případu.

---

<sup>16</sup> URBAN, Jiří. *Chromatografie* [online]. 2008-09-29 [cit. 2011-03-25]. Chromatografie při analýze otisku prstů. Dostupné z WWW: <<http://chemie.jiriurban.cz/24-chromatografie-pri-analyze-otisku-prstu>>.

## 4 SPEKTROMETRICKÉ METODY

Elektromagnetické záření je periodicky se měnící elektrické a magnetické pole, jehož vektory jsou vzájemně kolmé, stejně jako jsou kolmé na směr šíření vlnění. Záření lze charakterizovat několika parametry jako je vlnová délka (dráha vlny během jednoho kmitu), frekvence (počet kmitů za sekundu), vlnčet (počet vln připadajících na jednotku délky). Celé elektromagnetické spektrum zahrnuje rentgenové záření – RTG, ultrafialové záření – UV, viditelné záření – VIS, infračervené záření – IR, mikrovlnné záření – MW, radiofrekvenční záření – NMR.



Obrázek 5: Elektromagnetické spektrum

Spektrometrické metody lze rozdělit stejně jako metody chromatografické podle několika kritérií.

- Rozdělení na základě interakce mezi zářením a hmotou:
  - Zkoumaná látka určitým způsobem ovlivňuje vlastnosti procházejícího záření – v tomto případě se může měnit jeho směr, rovina polarizovatelnosti, rychlost, nebo dochází k rozptylu záření.
  - Dochází k výměně energie mezi zářením a hmotou – tuto skupinu metod lze ještě klasifikovat podle toho, zda dochází k absorpci záření při průchodu hmotou nebo k emisi tohoto záření.
- Rozdělení podle vlnových délek absorbovaného nebo emitovaného záření

- Rozdělení podle skutečnosti, zda dochází k energetickým změnám u atomů zkoumané látky nebo celých molekul.

V různých oborech kriminalistiky nachází spektrální metody široké uplatnění. Z hlediska kriminalistické chemie stojí za povšimnutí především infračervená spektrometrie jako metoda sloužící například ke stanovení drog v pevném skupenství, dále se jedná o analýzu léčiv, jedů, zemědělských ochranných prostředků a nátěrových hmot. V oblasti kvantitativní analýzy pak do této kategorie metod spadá hmotnostní spektrometrie využívaná při detekci omamných a psychotropních látek a léčiv, při vyhodnocení povýbuchových zplodin nebo při určování zbytků zemědělských prostředků v potravinách při otravách.

#### 4.1 Infračervená spektrometrie (IR)

Principem metody je absorpce infračerveného záření při průchodu vzorkem. To vyvolává změny vibračně rotačních stavů molekul v závislosti na změnách jejich dipólového momentu. Infračervené záření se dělí na oblast blízkou ( $13\,000\text{ cm}^{-1} - 4000\text{ cm}^{-1}$ ), střední ( $4000\text{ cm}^{-1} - 400\text{ cm}^{-1}$ ) a vzdálenou ( $400\text{ cm}^{-1} - 10\text{ cm}^{-1}$ ), přičemž střední oblast patří k nejpoužívanější. Výstupem měření je grafické znázornění transmitance ( $T$ )<sup>17</sup> v procentech, nebo jednotkách absorbance ( $A$ ) na vlnové délce  $\lambda$ .

Zavádění vzorku do přístroje se odvíjí od skupenství, ve kterém se daná látka podrobená analytickému zkoumání nachází. Jedná-li se o pevný vzorek, odebere se jeho malé množství (např. smirkovým papírem), které se následně smíchá s přiměřeným množstvím KBr. Následně se ze vzniklé směsi lisuje za pomoci lisu tableta, která se umísťuje do optické dráhy spektrometru. Při výrobě tablety je nutné dbát na její precizní přípravu. V optické dráze spektrometru nesmí být na tabletě žádné vady jako např. praskliny apod. Kapalně vzorky se nejčastěji spolu s vhodným rozpouštědlem dávkuje do kyvety s IČ transparentním okénkem. Pro měření spekter plynných vzorků se volí plynová kyveta.

---

<sup>17</sup> V procentech vyjadřuje poměr intenzity záření prošlého vzorkem k intenzitě záření vycházejícího ze zdroje. V praxi se nejprve stanoví transmitance slepého vzorku, kterému se přisoudí 100% a následně probíhá měření vzorku neznámého.

Jen výjimečně je možné infračervenou spektrometrií jednoznačně stanovit strukturu dané látky. Zpravidla se metoda používá na počátku analýzy, kdy napomáhá k určení charakteristických skupin, nebo naopak v konečném stupni analýzy, kdy si pomocí chování dané látky v IČ spektru potvrzujeme totožnost dané látky.

Instrumentace FTIR spektrometru:

Zdroj záření – dnes se nejčastěji používá globar (žhavená tyčinka z karbidu křemíku) nebo Nernstova lampa (oxidy kovů vzácných zemin) ve střední oblasti záření. V blízké oblasti se používá wolframová nebo wolfram-halogenová žárovka. Zpravidla se jedná o jednopaprskový přístroj, rovněž však existuje dvoupaprskové uspořádání, kterého je docíleno složitou optikou daného přístroje.

Kyveta – primárně slouží pro umístění vzorku, musí být zhotovena z materiálu propustného pro IČ záření, s ohledem na vlhkost vzorku se volí ZnSe, AgCl pro vlhké materiály a NaCl, KBr – pro vlhkosti odolné materiály ve střední oblasti IČ záření. V blízké oblasti je možno měřit také přes sklo, čehož je v praxi využíváno především celní správou.

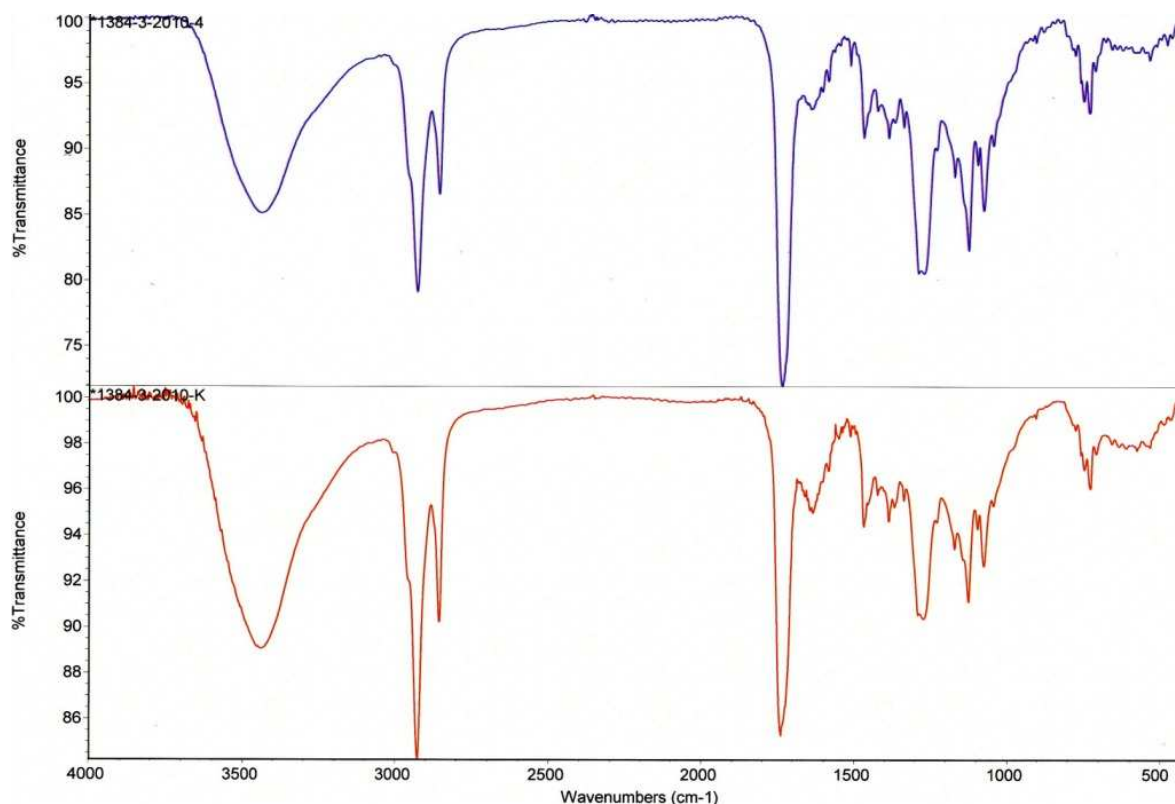
Monochromátor – dříve se u starších IČ spektrometrů v tzv. klasickém uspořádání běžně používal hranol nebo difrakční mřížka, dnes je při spojení s Fourierovou transformací (matematický postup převodu na normální absorpční spektrum) aplikován interferometr.

Detektor – teplotní čidla tzv. bolometry pracující na principu změny odporu s teplotou, Golayův pneumatický detektor, MCT – Mercury, Cadmium, Telurid – pyroelektrický detektor.

Obsluha zařízení je svěřena odpovídajícímu dodávanému softwaru, který provádí kromě Fourierovy transformace<sup>18</sup> také porovnávání naměřeného spektra s knihovnou spekter známých látek.

---

<sup>18</sup> Jean Baptiste Joseph Fourier (1768 – 1830) – francouzský matematik a fyzik, objevitel skleníkového efektu.

**Skutečný případ:**

Obrázek 6: Infračervené spektrum laku vozidla pickup a poškozeného vozidla

Užití FTIR je dokumentováno na případě krádeže nafty z nádrží vozidel těžké mechanizace na území Jihomoravského kraje. Pachatelé používali při krádežích osobní automobil pickup modré barvy. Při jedné z krádeží došlo ke kolizi tohoto vozidla s vozidlem, z něhož byla nafta odcizována. Ke zkoumání byl předložen vzorek vrchního nátěru (laku) vozidla pickup označený symbolem K a otěr modré nátěrové hmoty z poškozeného vozidla na místě činu. Porovnáním pomocí FTIR byla prokázána vzájemná druhová shoda modrých nátěrových hmot.

## 4.2 Hmotnostní spektrometrie (MS)

Jedná se o spektrometrickou destruktivní metodu založenou na interakci hmoty a záření. Principem je interakce iontů v magnetickém a elektrickém poli. K pozitivům této metody řadíme především mimořádně nízké nároky na množství analyzovaného vzorku ( $10^{-15}$  molů –  $10^{-18}$  molů) a použitelnost pro všechny prvky. Není tedy rozhodující, zda se jedná o látky organického, anorganického, organokovového, přírodního či syntetického původu. Hmotnostní spektrometr často figuruje v tzv. tandemových technikách. Jedná se o spojení technik vhodným způsobem za účelem dosažení lepších analytických výsledků. Frekventovaným spojením je přímé spojení GC/MS, stejně tak LC/MS. Zde je nutno podotknout, že hmotnostní spektrometr pracuje výhradně se vzorkem v plynném skupenství. U kapalinové chromatografie je tedy nezbytné tuto skutečnost ošetřit zařízením vhodného zařízení ( např. elektrospreje jako iontového zdroje MS).

Hmotnostní spektrometr se skládá z následujících součástí:

Iontový zdroj – úkolem zařízení je ionizace analyzovaného vzorku. Existuje celá řada ionizačních technik. Všeobecně lze rozdělit podle množství dodané energie na měkké a tvrdé. Tvrdou ionizační technikou označujeme proces, při kterém ionizovaná molekula získá nadbytek vnitřní energie, což se projeví fragmentací molekulového iontu na menší části. Měkkou ionizační technikou ionizovaná molekula získává daleko menší množství energie. Tento fakt se projevuje přednostně deprotonací molekul před fragmentací.

- Ionizační techniky:
  - Elektronová ionizace (EI)
  - Chemická ionizace (CI)
  - Ionizace elektrosprejem (ESI)

Analyzátor – Analyzátor je zodpovědný za separaci iontů podle poměru  $m/z$ . K tomu je využito široké škály fyzikálních procesů od stanovování doby letu přes vychylování elektronů v elektromagnetickém poli.

- Typy analyzátorů:
  - Průletový analyzátor (TOF)
  - Kvadrupolový analyzátor

- 3D – iontová past (3D – IT)

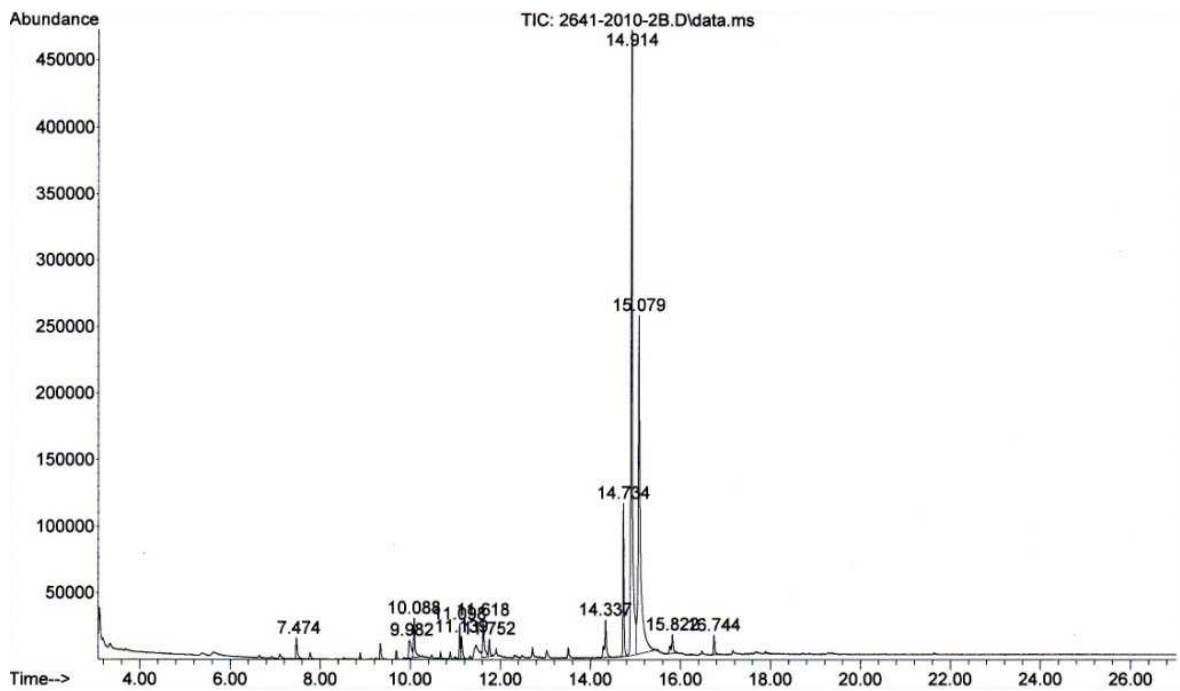
V kriminalistické chemii se v praxi nejčastěji aplikuje kvadrupolový analyzátor. Ten pracuje na principu průchodu iontů oscilujícím radiofrekvenčním elektrickým polem. Konstrukčně je tvořen čtyřmi elektrodami paralelně rozmístěnými po kružnici. Na dvojici protilehlých elektrod je vždy v daný okamžik přiváděno stejně velké napětí (to vzniká kombinací stejnosměrné a střídavé složky). Mezi tyčemi (elektrodami) tak prolétávají pouze ionty v příslušném intervalu, popřípadě s jedinou hodnotou  $m/z$ , které jsou následně přiváděny na detektor. U zbylých iontů dochází k destabilizaci jejich drah a jsou vyneseny mimo elektrické pole.

Detektor – detekuje signál úměrný počtu dopadajících iontů, detektory lze podle způsobu detekce rozdělit na dvě skupiny. Detektory pro přímá měření detekují el. proud vznikající přímým dopadem stanovovaných iontů. Druhou skupinu tvoří násobičové detektory využívají efekt násobení elektronů.

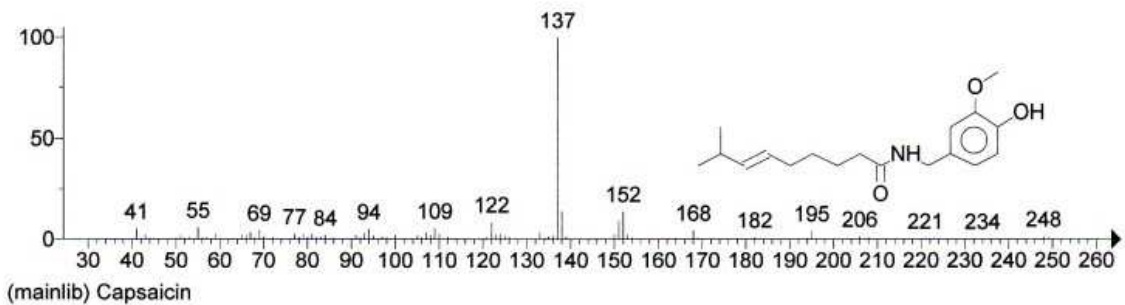
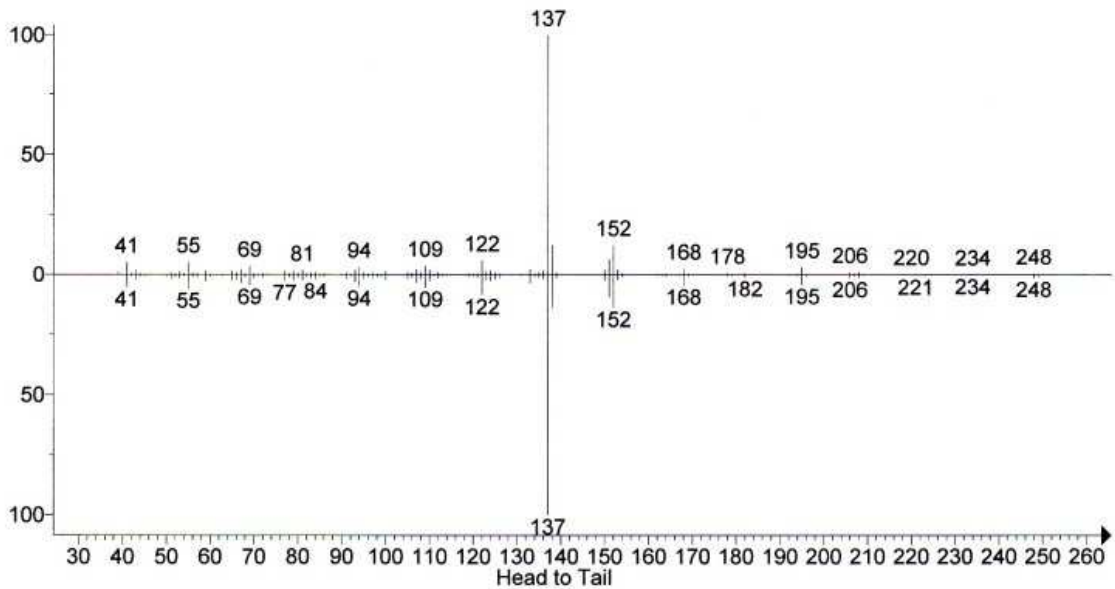
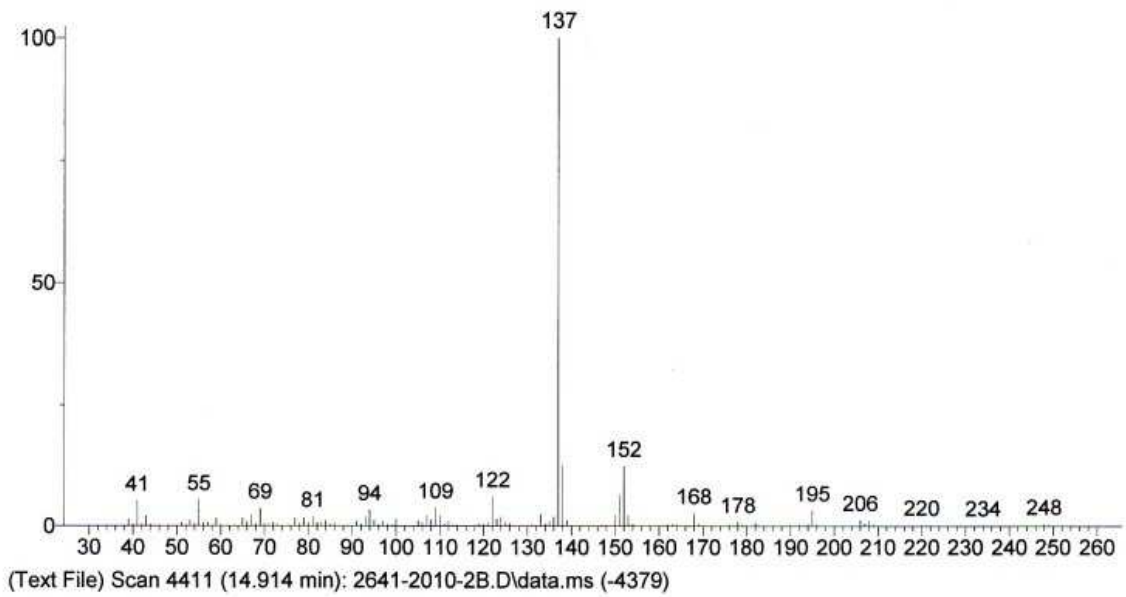
Datasystém – Úkolem zařízení je zpracování signálu přicházejícího z detektoru.

Vakuový systém – hmotnostní analyzátor stejně jako iontový zdroj (s výjimkou ionizačních technik pracujících za atmosférického tlaku) pracuje za vysokého vakua. K jeho získání je zpravidla zapotřebí dvou nebo vícestupňové výkonné vakuové pumpy. Vakuové prostředí je nezbytné pro zajištění dostatečně dlouhé střední dráhy iontů, nesmí tedy docházet ke kolizním srážkám s neutrálními atomy. Rovněž u elektronové ionizace by vzdušným kyslíkem došlo k poškození ionizačního zařízení.



**Skutečný případ:**

Obrázek 7: Retenční charakteristika analyzovaného vzorku



Obrázek 8: Hmotnostní spektrum analyzované látky a hmotnostní spektrum z knihovny standardů

Výsledek analýzy pochází z případu, který se týkal loupežných přepadení heren na území Zlínského kraje. Pachatelé používali při jejich přepadení neznámý sprej. Byly provedeny stěry z oděvu poškozených. Následně provedenou analýzou bylo zjištěno, že se jedná o prostředek obsahující jako účinnou složku látku kapsaicin (uvedená látka je účinnou složkou některých obraných sprejů tzv. pepřové spreje).

## ZÁVĚR

K odhalování trestných činů a jejich pachatelů používá policie celou řadu exaktních metod. Ačkoliv je kriminalistická chemie považována za poměrně mladou vědní disciplínu, je právě jednou z těch metod, které každodenně napomáhají kriminalistům při rozplétání složitých a na první pohled neřešitelných případů. O slovo se hlásí především při stanovování technických příčin požárů, zkoumání nátěrových hmot či omamných a psychotropních látek a léčiv. Existuje ještě celá řada jiných aplikací zastřešených souhrnným názvem „další zkoumání“.

Kriminalistická chemie je neustále se rozvíjející multidisciplinární obor, čerpající poznatky z různých oblastí přírodních věd. Nemalé zastoupení, jak již z názvu vyplývá, má samotná chemie. Pracovníci expertizních oddělení využívají při analytických rozborech zajištěných stop především metody separační a spektrometrické. Z hlediska kvantitativní analýzy dosahuje chromatografie velmi dobrých výsledků. Za pomoci plynového chromatografu je možno stanovit řádově až  $10^{-18}$ g látky. V oblasti kvalitativní analýzy je neocenitelnou pomůckou infračervená spektrometrie s Fourierovou transformací a hmotnostní spektrometrie. Stále dokonalejší a citlivější technika napomáhá i při objasňování skutků, které nebylo kdysi možné dobovým laboratorním vybavením vyřešit.

Nelze však veškeré zásluhy přikládat pouze přístrojové technice a laboratorní metodologii. Rovněž znalosti a především zkušenosti chemických pracovníků hrají ve vyšetřování důležitou roli. Je tedy smutným konstatováním, že v našem vysokoškolském vzdělávacím systému není v současné době akreditován studijní program či obor zaměřený na vzdělávání těchto odborníků.

Přiložená tabulka statisticky řešených případů vypovídá o významu kriminalistické chemie jako nástroji pro odhalování páchané trestné činnosti. V tabulce je uveden statistický přehled případů řešených za posledních 5 let na pracovišti kriminalistické chemie OKTE KŘP Jmk Brno. Je nutné uvážit, že celorepublikový počet je podstatně vyšší, protože dalšími pověřenými pracovišti jsou vedle Kriminalistického ústavu v Praze i sedm pracovišť OKTE, na některých krajských ředitelstvích (nikoliv na všech). Počet jimi zpracovaných spisů (případů) i personální obsazení do jisté míry kopíruje (je v souladu) s reálným výskytem (tzv. nápadem) trestné činnosti na příslušném přiděleném území.

*Tabulka 4 Statistický přehled případů řešených oborem  
kriminalistická chemie*

Rok	Počet spisů
2006	1086
2007	894
2008	913
2009	809
2010	947

## ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

For detection of criminal offences and their perpetrators the police use a whole series of exact methods. Although the criminal chemistry is considered as a relatively young scientific discipline, it is just one of these methods which helps criminologists in the detection of the complicated, almost insoluble cases. It is used especially in determination of technical causes of the fire, the examination of paint materials or narcotic substances and medicines. There is also a whole series of other applications included under one common name „the next examination“.

The criminal chemistry is a constantly developing multidisciplinary branch which borrows scientific knowledge from different fields of natural sciences. The chemistry has got an important meaning. The members of the expert departments use the separate and spectrometry methods in analysis of established clues. From the quantitative point of view the chromatography achieves very good results. It is possible to specify up to  $10^{-18}$  g of substance by means of the gas chromatograph. The infra-red spectrometry with Fourier transformation and mass spectrometry is a very important help. Always more perfect and more sensitive technology helps also in clarification of acts, which couldn't be solved before with laboratory equipment at that time.

It's not possible to underline only instrument technology and laboratory methodology. The knowledge and especially experience of the chemists play an important role in this regard. It is a negative fact there isn't an accreditive curriculum for the education of those specialists in the university educational system nowadays.

The enclosed table of statistically significant solved cases says for the meaning of criminal chemistry as an instrument for the detection of committed criminal activity. The enclosed table contains also a survey of the cases solved in the last five years in the Department of Criminal Technology and Expert's Examination of Region Police Headquarters of South Moravian Region in Brno (OKTE KŘP JmK Brno). It is necessary to consider that the national number is much higher because other accredited workplaces are not only Criminalistic Institute in Prague but also seven workplaces of OKTE in several Region Headquarters (not in all of them). The number of the processed documents (cases) and service personnel correspond to the real occurrence of the criminal activity in the respective territory.

*Table 5 Statistical survey of cases solved by the Department of Criminal Chemistry*

Year	Number of papers
2006	1086
2007	894
2008	913
2009	809
2010	947

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] MUSIL, Jan; KONRÁD, Zdeněk; SUCHÁNEK, Jaroslav. *Kriminalistika*. 2. přeprac. a dopl. vyd. Praha : C. H. Beck, 2004. 583 s. ISBN 80-7179-878-9.
- [2] STRAUS, Jiří, et al. *Kriminalistická technika*. 2. rozšířené vydání. Plzeň : Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2008. 431 s. ISBN 978-80-7380-052-9
- [3] PORADA, Viktor, et al. *Kriminalistická metodika vyšetřování*. Plzeň : Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2007. 231 s. ISBN 978-80-7380-042-0
- [4] RYBÁŘ, Miroslav. *Základy Kriminalistiky*. 1.vydání. Plzeň : Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, 2001. 230 s. ISBN 80-86473-03-1
- [5] ERZINÇLIOĞLU, Zakaria. *Forenzní metody vyšetřování*. první. Praha : Fortuna Libri, 2008. 192 s. ISBN 978-80-7321-433-3
- [6] KLOUDA, Pavel. *Moderní analytické metody*. druhé. Ostrava : Pavel Klouda, 2003. 132 s. ISBN 80-86369-07-2
- [7] TOMÁŠEK, Jan. *Úvod do kriminologie : Jak studovat zločin*. 1.vydání. Praha : Grada Publishing, 2010. 216 s. ISBN 978-80-247-2982-4
- [8] Forenzní chemie. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2008, last modified on 2011-02-28 [cit. 2011-03-26]. Dostupné z WWW: <[http://cs.wikipedia.org/wiki/Forezn%C3%AD\\_chemie](http://cs.wikipedia.org/wiki/Forezn%C3%AD_chemie)>
- [9] Kriminalistika. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2003, last modified on 2011-02-19 [cit. 2011-03-26]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Kriminalistika>>
- [10] *HPLC.cz* [online]. 2011 [cit. 2011-03-26]. Dostupné z WWW: <<http://www.hplc.cz>>
- [11] VICHLENDÁ, Milan, et al. *Kriminalistika : I. díl - Úvod do kriminalistiky*. první. Holešov : Tiskárna SPŠ MV v Holešově, 2003. 147 s
- [12] HPLC. In *Wikipedia : the free encyclopedia* [online]. St. Petersburg (Florida) : Wikipedia Foundation, 2007, last modified on 2011-02-12 [cit. 2011-03-26]. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/HPLC>>.



- [13] GREENWOOD, N. N.; EARNSHAW, A. *Chemie prvků : Svazek II.* 1. vydání.  
Praha : Informatorium, 1993. 1635 s. ISBN 80-85427-38-9.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

3D-IT	3D – iontová past
A	Absorbance
AgCl	Chlorid stříbrný
CI	Chemická ionizace
EDT	Detektor elektronového záchytu
EI	Elektronová ionizace
ESI	Ionizace elektrosprejem
FID	Plamenný ionizační detektor
FTIR	Infračervená spektrometrie s Fourierovou transformací
GC	Plynová chromatografie
GC/MS	Plynová chromatografie / hmotnostní spektrometrie
HPLC	Vysokoúčinná kapalinová chromatografie
HZS	Hasičský záchranný systém
IČ	Infračervené záření
IR	Infračervené záření
KBr	Bromid draselný
LC/MS	Kapalinová chromatografie / hmotnostní spektrometrie
LSD	Diethylamid kyseliny lysergové
MCT	Pyroelektrický detektor
MS	Hmotnostní spektrometrie
NaCl	Chlorid sodný
NMR	Nukleární magnetická rezonance
OKTE	Odbor kriminalistické techniky a expertiz
RTG	Rentgenové záření

---

T	Transmitance
TCD	Vodivostní detektor
THC	Tetrahydrokanabinol
TLC	Tenkvrstevná chromatografie
TOF	Průletový analyzátor
UV	Ultrafialové záření
VIS	Viditelné záření
ZnSe	Selenid zinečnatý

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázek 1: Chromatografická deska se vzorky fixů a razítkové barvy po dokončení vyvíjení.....</i>	28
<i>Obrázek 2: Schéma Plynového chromatografu.....</i>	30
<i>Obrázek 3: Plynový chromatograf s autosamplerem Agilent 6890.....</i>	31
<i>Obrázek 4: Kapalinový chromatograf HP 1100 HPLC.....</i>	32
<i>Obrázek 5: Elektromagnetické spektrum .....</i>	35
<i>Obrázek 6: Infračervené spektrum laku vozidla pickup a poškozeného vozidla.....</i>	38
<i>Obrázek 7: Retenční charakteristika analyzovaného vzorku.....</i>	41
<i>Obrázek 8: Hmotnostní spektrum analyzované látky a hmotnostní spektrum z knihovny standardů .....</i>	42

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabulka 1 Kriminalistická chemická expertiza (organické látky) .....</i>	15
<i>Tabulka 2 Kriminalistická fyzikálně – chemická expertiza (anorganické látky) .....</i>	16
<i>Tabulka 3 Odběrový klíč analyzovaných vzorků .....</i>	22
<i>Tabulka 4 Statistický přehled případů řešených oborem kriminalistická chemie .....</i>	45
<i>Table 4 Statistical survey of cases solved by the Department of Criminal Chemistry .....</i>	47

## SEZNAM PŘÍLOH

- P I Vzor odborného vyjádření
- P II Srovnání spekter laku z vozidla pickup s lakem odebraným z poškozeného vozidla
- P III Procentuální shoda analyzované látky s knihovnou standardů látek

# PŘÍLOHA P I: VZOR ODBORNÉHO VYJÁDŘENÍ



Pomáhat a chránit

POLICIE ČESKÉ REPUBLIKY  
KRAJSKÉ ŘEDITELSTVÍ POLICIE  
JIHOMORAVSKÉHO KRAJE

Odbor kriminalistické techniky a expertiz  
zkušební laboratoř č. 1584 akreditovaná ČIA



L 1584



Čj.: NPC-█/TČ-2009-█-E5

Eč.: KRPB-█-1/KT-2010

Brno 11.10.2010

Počet listů: 2

Výtisk č.:

Přílohy: -

**Policie České republiky**  
**Národní protidrogová centrála**  
**Služby kriminální policie a vyšetřování**  
**B r n o**

K čj.: KRPB-█/TČ-2009-█-E5 ze dne █; na OKTE došlo dne 07.10.2010.

## ODBORNÉ VYJÁDŘENÍ

(vydané v souladu s článkem 5.10 normy ČSN EN ISO/IEC 17025:2005 a dokumentu  
ILAC-G19:2002 – Směrnice pro forenzní zkoušení)

ve smyslu ust. § 105/1 tr. řádu obor kriminalistika, odvětví chemie

K případu: NEDOVOLENÁ VÝROBA A DRŽENÍ OPL A JEDŮ

Obec: █

Spácháno: █

Podezřelý: █

### Ke zkoumání předloženo

-stopa č. 1, tj. složená část papíru (tzv. "psaníčko") s obsahem bílé sypké hmoty.

Kounicova 24  
611 32 Brno

www.policie.cz

Tel: +420 974 621 369  
Fax: +420 974 622 546  
Email: kjmkm.skpv.okte.podat@pcr.cz

Výše uvedená zkušební položka (stopa) byla předložena v zalepeném neporušeném plastovém přepravním bezpečnostním sáčku PČR č. 0272723 v souladu se závazným pokynem policejního prezidenta 55 ze dne 29. května 2009 (Čl.10).

### Zkoumáním má být zjištěno

1. Zda předložené stopy obsahují omamné či psychotropní látky ve smyslu zákona č. 167/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů.
2. Jaké je množství zajištěného materiálu.
3. Jaké je množství účinné omamné či psychotropní látky ve smyslu z. č. 167/1998 Sb. ve znění pozdějších předpisů (provedte i v případě nízké hmotnosti, protože tuto látku má na území ČR distribuovat organizovaná skupina ve větším množství).
4. Další okolnosti zjištěné při zkoumání dle mínění experta.

### Použité metody

Použita akreditovaná metoda SOP\_601 – Kvantitativní stanovení metamfetaminu metodou plynové chromatografie GC-FID (akreditovaná metoda č. 7).

### Zkoumání mimo rozsah akreditace

Neakreditovanými rutinními metodami bylo provedeno kvalitativní zkoumání (tj. určení látky přítomné ve stopě ozn. č. 1) před vlastním kvantitativním stanovením metamfetaminu dle SOP\_601.

### Výsledek zkoumání

#### Odpověď na otázku 1:

Provedeným chemickým kvalitativním zkoumáním s využitím metod plynové chromatografie ve spojení se selektivním hmotnostním detektorem (GC-MSD) a infračervené spektroskopie (FTIR) bylo zjištěno, že bílá sypká hmota přítomná v předložené stopě ozn. č. 1 obsahuje **metamfetamin** (tzv. **pervitin** ve formě soli - hydrochloridu); metamfetamin a jeho soli náleží mezi **psychotropní** látky zařazené do seznamu II podle přílohy č. 5 k zákonu č. 167/1998 Sb. v platném znění.

#### Odpověď na otázku 2:

Hmotnost bílé sypké hmoty obsahující metamfetamin bez obalu ve výše uvedené stopě ozn. č. 1 byla po převzetí **0,899 gramu**; **po vysušení** do konstantní hmotnosti na našem pracovišti byla zjištěna hmotnost **0,890 gramu**. Při zkoumání bylo odebráno a spotřebováno celkově 0,044 gramu vzorku z vysušeného množství; zbývající množství, tj.



**0,846 gramu**, bylo předáno k uložení do režimového skladu "Kounicova" na základě rozkazu ředitele KŘP Jmk Brno č. 25/2010.

**Odpověď na otázku 3:**

Provedenou kvantitativní analýzou za použití metody plynové chromatografie (GC) s kalibrací vnitřním standardem (eikosan) a za použití standardu metamfetaminu (certifikovaný standard metamfetaminu hydrochloridu firmy Lipomed Lot No.: 946.1B1.2) podle akreditované metody SOP\_601 bylo zjištěno, že vysušená bílá sypká hmota přítomná ve stopě ozn. č. 1 obsahuje průměrně **78,1 % metamfetaminu báze**, tj. čistého metamfetaminu. V předložené stopě ozn. č. 1 s přítomností **0,890 gramu** vysušené bílé sypké hmoty obsahující **78,1 % metamfetaminu báze** se tedy nacházelo **0,695 gramů metamfetaminu báze**, tj. čistého metamfetaminu.

**Odpověď na otázku 4:**

V předložené bílé sypké hmotě ze stopy ozn. č. 1 nebyla v rámci provedené kvalitativní analýzy v našich podmínkách zjištěna přítomnost hodnotitelných zbytků prekursoru nebo léčiv, ze kterých by mohl prekursor pocházet. Závěrem lze konstatovat, že se v případě předložené bílé sypké hmoty jedná o **velmi čistý** produkt soli metamfetaminu, tj. pervitinu.

Další skutečnosti nebyly zjištěny.

Plastový přepravní bezpečnostní uzavíratelný sáček TERS č. 00264850 opatřený náležitostí v souladu se ZP PP č. 55 ze dne 29.05.2009 se stopou ozn. č. 1 a s jejím obsahem zbylým po zkoumání byl předán k uložení do režimového skladu KŘP Jmk "Kounicova" na základě rozkazu ředitele KŘP Jmk Brno č. 25/2010 k manipulaci s návykovými látkami.

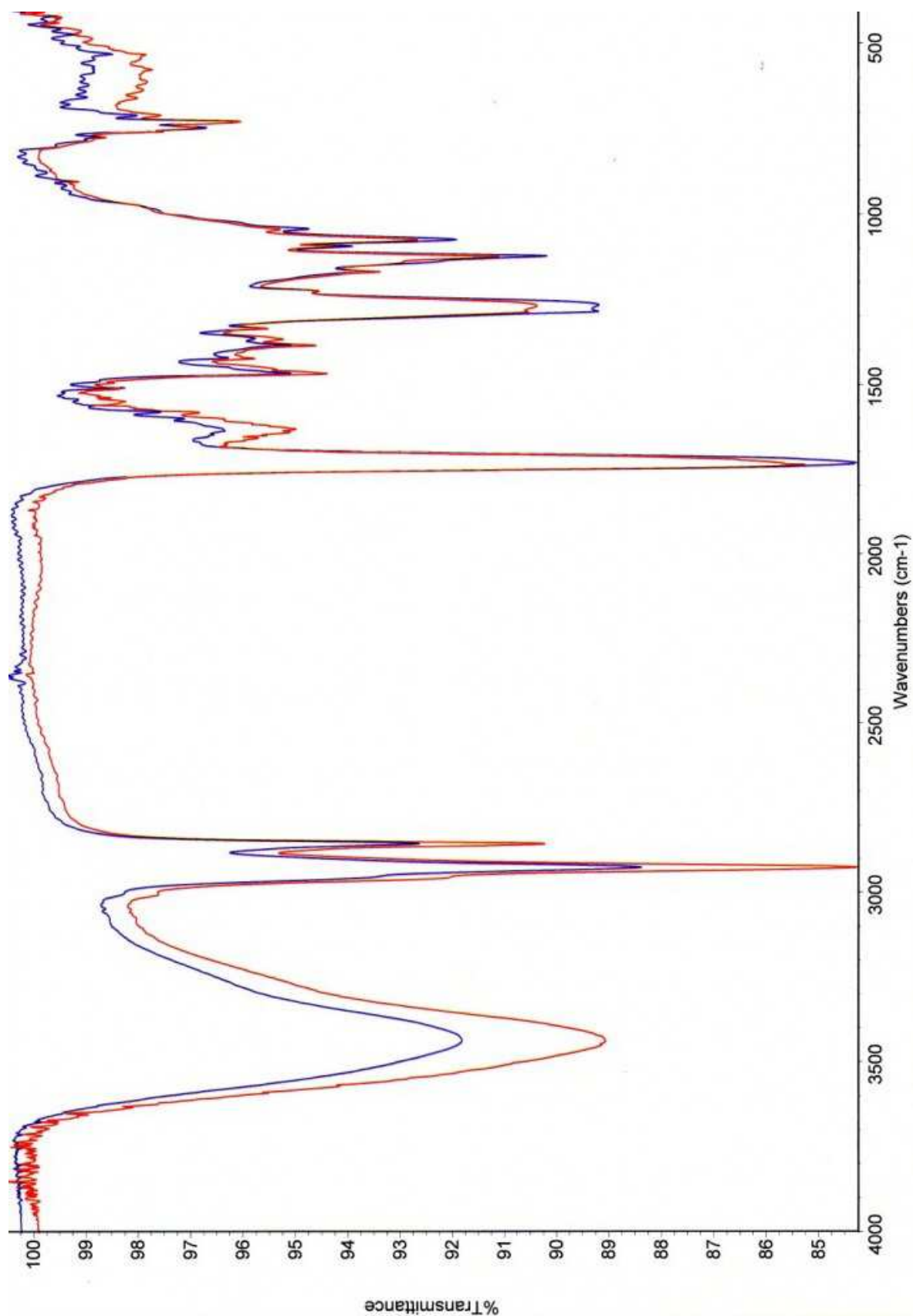
Upozornění: Výsledky zkoušek se vztahují pouze ke zkušebním položkám. Bez písemného souhlasu OKTE nesmí být znalecký výstup reprodukován jinak než celý

Vypracoval:

kpt. RNDr. Ivo Beroun, CSc.

mjr. Ing. Martin Nežádal  
vedoucí OKTE KŘP Jmk

**PŘÍLOHA P II: SROVNÁNÍ SPEKTER LAKU Z VOZIDLA PICKUP  
S LAKEM ODEBRANÝM Z POŠKOZENÉHO VOZIDLA**



## PŘÍLOHA P III: PROCENTUÁLNÍ SHODA ANALYZOVANÉ LÁTKY S KNIHOVNOU STANDARDŮ LÁTEK

1	M	888	890R	91.2P	Capsaicin
2	R	734	746R	2.40P	Nonivamide
3	M	718	962R	1.38P	3,7-Dimethyl-2,3,3a,4,5,6-hexahydro-1-benzofuran #
4	R	706	789R	0.92P	Phenol, 4-ethyl-2-methoxy-
5	M	690	770R	0.53P	5-Isopropyl-3,3-dimethyl-2-methylene-2,3-dihydrofuran
6	M	678	795R	0.35P	3,6-Dimethyl-2,3,3a,4,5,7a-hexahydrobenzofuran
7	M	676	753R	0.32P	Silane, trimethyl(4-methyl-3-penten-1-ynyl)-
8	M	670	720R	0.25P	Homovanillyl alcohol
9	R	658	755R	0.17P	4-Hexanoylresorcinol
10	M	654	681R	0.14P	3-Penten-2-one, 4-(2,2,6-trimethyl-7-oxabicyclo[4.1.0]hept-1-yl)-, (E)-
11	M	649	707R	0.11P	Pyrazine, 2-methoxy-3-(1-methylethyl)-
12	R	647	654R	0.10P	2,4,4-Trimethyl-3-(3-methylbutyl)cyclohex-2-enone
13	M	646	663R	0.10P	Pyridine-3-carbonitrile, 2-[2-(3,4-dihydroxyphenyl)-2-oxoethylthio]-4-methoxym
14	M	645	711R	0.09P	Phenol, 4-[[2-(3,4-dimethoxyphenyl)ethylamino]methyl]-2-methoxy-
15	M	644	684R	0.09P	Phenol, 3-(cyclopentylaminomethyl)-6-methoxy-
16	M	642	731R	0.08P	4,5-Heptadien-2-one, 3,3,6-trimethyl-
17	M	641	731R	0.08P	(4-Methoxy-phenyl)-(2-nitrocyclohexyl)-methanol
18	M	640	704R	0.08P	Benzeneacetic acid, 4-hydroxy-3-methoxy-, methyl ester
19	M	639	684R	0.07P	1,4-Benzenediol, 2,3,5-trimethyl-
20	M	638	684R	0.07P	3,3-Dimethoxy-6,6-dimethyl-cyclohexa-1,4-diene
21	M	635	738R	0.06P	2',6'-Dihydroxyacetophenone
22	M	634	695R	0.06P	2-Methoxy-4-methyl-bicyclo[3.2.1]oct-2-ene
23	M	631	717R	0.05P	Cyclohexanone, 2-(2-nitro-2-propenyl)-
24	R	630	765R	0.05P	Ethanone, 1-(2,4-dihydroxyphenyl)-
25	M	627	710R	0.04P	L-4-Hydroxy-3-methoxyphenylalanine
26	M	627	681R	0.04P	Ethanone, 1-(2,5-dihydroxyphenyl)-
27	M	627	664R	0.04P	3-(3-Hydroxy-4-methoxyphenyl)-l-alanine
28	R	624	712R	0.04P	3,4-Dihydroxyacetophenone
29	M	622	661R	0.03P	Phenol, 2-methoxy-4-(methoxymethyl)-
30	M	622	656R	0.03P	Gingerol
31	M	621	734R	0.03P	4-Amino-2,3-xyleneol
32	M	620	667R	0.03P	O-Methoxy-.alpha.-methylbenzyl alcohol
33	M	619	710R	0.03P	2-Heptanone, 6-(3,5-dimethyl-2-furanyl)-6-methyl-
34	M	619	649R	0.03P	3-Benzofuranmethanol, 2,3-dihydro-2-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-5-(3-hydro
35	M	618	651R	0.03P	(2,6,6-Trimethylcyclohex-1-enylmethanesulfonyl)benzene
36	M	618	641R	0.03P	Acetamide, N-[(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)methyl]-
37	M	617	819R	0.03P	(-)-Nortrachelogenin
38	M	617	697R	0.03P	1-(2,4-Dihydroxyphenyl)-2-(4-methoxy-3-nitrophenyl)ethanone
39	M	616	820R	0.03P	Benzaldehyde, 3-hydroxy-, oxime
40	M	616	648R	0.03P	Bicyclo[3.2.0]hept-2-ene, 5-(diethylamino)-6-[2-(methoxy)ethoxy]methoxy-exo-7
41	M	615	662R	0.02P	Quinoline-2,2-dicarbonitrile, 1,2,3,4,5,6,7,8-octahydro-1-dimethylamino-3-phen
42	M	615	645R	0.02P	2-(2-Hydroxyhex-1-enyl)-3-methyl-5,6-dihydropyrazine
43	M	614	707R	0.02P	Phenol, 2-methoxy-4-propyl-
44	M	613	690R	0.02P	2-Hydroxy-2-(4-methoxy-phenyl)-N-methyl-acetamide
45	M	607	722R	0.02P	(4-Methoxyphenyl)(2-methylenecyclohexyl)methanol
46	R	607	694R	0.02P	Benzeneacetic acid, 4-hydroxy-3-methoxy-
47	M	607	621R	0.02P	trans-3-Oxoctahydro-4a(2H)-naphthalenecarboxylic acid
48	M	606	635R	0.02P	Propan-2-ol, 1-(3,4-dimethoxyphenyl)-2-methyl-
49	M	605	702R	0.01P	2-Acetoxy-5-hydroxyacetophenone
50	M	604	858R	0.01P	2(1H)-Pyridinone, 1,4,6-trimethyl-
51	M	602	666R	0.01P	Ethyl homovanillate
52	R	602	631R	0.01P	2-Butanone, 4-(4-hydroxy-3-methoxyphenyl)-
53	M	599	693R	0.01P	2-Acetoxy-3-hydroxyacetophenone
54	M	599	687R	0.01P	Ketone, methyl 2-methyl-1-cyclohexen-1-yl, semicarbazone
55	M	599	638R	0.01P	1-(4-Methoxyphenyl)-1,5-pentanediol
56	M	599	636R	0.01P	Bicyclo[3.2.0]hept-2-en-6-ol, 5-(diethylamino)-exo-7-phenyl-
57	M	598	734R	0.01P	Benzenemethanol, 4-methoxy-.alpha.-(2-nitrocyclopentyl)-, [1.alpha.(R*),2.alpha
58	M	598	671R	0.01P	Phenol, 5-methoxy-2,3-dimethyl-
59	M	595	630R	0.01P	2-Cyclohexen-1-one, 3,5,5-trimethyl-, semicarbazone
60	M	593	683R	0.01P	2-[3-Hydroxy-4-methoxyphenyl]-semicarbazide
61	M	592	657R	0.01P	Ethyl-.beta.-(4-hydroxy-3-methoxy-phenyl)-propionate
62	M	592	649R	0.01P	1-(4-Methoxyphenyl)-1,4-butanediol
63	M	592	624R	0.01P	3-Isopropylidene-5-methyl-hex-4-en-2-one
64	M	591	666R	0.01P	4(1H)-Pyrimidinone, 6-methyl-2-(1-methylethyl)-
65	M	590	625R	0.01P	2-Pentenoic acid, 3-methyl-5-(2,6,6-trimethyl-1-cyclohexenyl)