

Cyril Klement a kolektív

# MIMORIADNE UDALOSTI

vo verejnom zdravotníctve





---

## OBSAH

1	SLOVO NA CESTU .....	7
	<i>Darina Sedláková</i>	
2	MIMORIADNE UDALOSTI VO VEREJNOM ZDRAVOTNÍCTVE – ÚVOD DO PROBLEMATIKY .....	9
	<i>Cyril Klement</i>	
3	MIMORIADNE UDALOSTI Z POHLADU VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA A ICH LEGISLATÍVNY RÁMEC .....	13
	<i>Cyril Klement</i>	
4	MIMORIADNE UDALOSTI VO VEREJNOM ZDRAVOTNÍCTVE .....	21
	<i>Kvetoslava Koppová</i>	
5	CBRN-E RIZIKÁ Z POHLADU RADY EÚ A ICH NIEKTORE LEGISLATÍVNE SÚVISLOSTI .....	37
	<i>Cyril Klement</i>	
6	GLOBÁLNE ZMENY ATMOSFÉRY AKO MOŽNÁ PRÍČINA MIMORIADNYCH UDALOSTÍ VO VEREJNOM ZDRAVOTNÍCTVE .....	42
	<i>Kvetoslava Koppová</i>	
7	PRIEMYSELNÉ HAVÁRIE .....	54
	<i>Milan Oravec</i>	
8	INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM SR – EFEKTÍVNY NÁSTROJ RIEŠENIA MIMORIADNYCH UDALOSTÍ .....	118
	<i>Ronald Roth</i>	
9	KRÍZOVÝ MANAŽMENT A RIEŠENIE MIMORIADNYCH UDALOSTÍ V REZORTE ZDRAVOTNÍCTVA .....	156
	<i>Anton Tencer</i>	
10	EXPOZÍCIA CHEMICKÝM ŠKODLIVINÁM Z POHLADU VEREJNÉHO ZDRAVOTNÍCTVA PRI BEŽNÝCH A MIMORIADNYCH UDALOSTIACH .....	165
	<i>Eleonóra Fabiánová</i>	
11	BOJOVÉ OTRAVNÉ LÁTKY ZNEUŽITELNÉ V CIVILNÍM SEKTORU.....	206
	<i>Jiří Bajgar</i>	
12	MOŽNOSTI DETEKcie NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTKOK .....	258
	<i>Zuzana Vassányi</i>	
13	MIMORIADNE UDALOSTI VO VEREJNOM ZDRAVOTNÍCTVE SPŮSOBENÉ BIOLOGICKÝMI AGENSAMI .....	264
	<i>Cyril Klement, Lucia Maďarová</i>	

14 NIEKTORÉ OCHORENIA SPÔSOBENÉ BIOLOGICKÝMI AGENSAMI, PRICHÁDZAJÚCE DO ÚVAHY PRI MIMORIADNYCH UDALOSTIACH VO VEREJNOM ZDRAVOTNÍCTVE .....	301
<i>Lucia Maďarová, Cyril Klement, Peter Sirági, Roman Mezencev, Renáta Kissová, Jozef Strhársky, Desana Kohútová, Katarína Trnková</i>	
15 OHROZENIE VEREJNÉHO ZDRAVIA IONIZUJÚCIM ŽIARENÍM – MIMORIADNE UDALOSTI .....	535
<i>Ludmila Auxtová</i>	
16 AKO ÚSPEŠNE KOMUNIKOVAŤ POČAS KRÍZY? .....	583
<i>Ivan Bielik</i>	
17 SLOVNÍK NAJPOUŽÍVANEJŠÍCH VÝRAZOV PRI MIMORIADNYCH UDALOSTIACH VO VEREJNOM ZDRAVOTNÍCTVE .....	615
<i>Cyril Klement, Roman Mezencev, Lucia Maďarová, Anton Tencer, Vladimír Oleár, Ludmila Auxtová, Zuzana Vassányi</i>	
ZOZNAM TABULIEK .....	652
ZOZNAM GRAFOV, SCHÉM A OBRÁZKOV .....	655
AUTORSKÝ KOLEKTÍV .....	657

## Kapitola 12

---

# MOŽNOSTI DETEKČIE NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTKOK

*Zuzana Vassányi*

### ÚVOD

Mimoriadna udalosť, pri ktorej dochádza k nekontrolovateľnému úniku nebezpečnej chemickej látky môže vážne ohroziť zdravie a životy ľudí a negatívne ovplyvniť kvalitu životného prostredia. Vo vzniknutej mimoriadnej situácii je včasná a spoľahlivá detekcia chemickej látky základným predpokladom pre prijatie potrebných ochranných opatrení, ako sú mobilizácia záchranných zložiek, evakuácia obyvateľstva, ochrana životného prostredia a materiálnych hodnôt.

Šírenie nebezpečnej chemickej látky je najrýchlejšie vtedy, keď sa do prostredia dostáva vo forme plynu, pary alebo aerosólu. Toxické účinky látky u človeka sa rozvinú tiež najrýchlejšie, ak sa do organizmu dostáva inhalačne, teda kontaminovaným vzduchom. Z uvedeného je zrejmé, že detekcia nebezpečných chemických látok v ovzduší má mimoriadne veľký význam. Zároveň je potrebné mať k dispozícii aj vhodné postupy pre dôkaz a stanovenie chemických látok v ostatných zložkách životného prostredia, ako sú voda, pôda, vegetácia, požívatiny, predmety bežného používania a ďalšie.

Prieskumné a laboratórne prístroje na detekciu, identifikáciu a monitorovanie nebezpečnej chemickej látky (NCHL) využívajú niektoré z chemických, fyzikálno-chemických alebo fyzikálnych charakteristík látky.

### 12.1. TERÉNNY PRIESKUM

Prostriedky určené na detekciu chemických látok pri terénnom prieskume majú byť ľahko prenosné (malý rozmer, nízka hmotnosť), jednoduché na obsluhu, ale zároveň dostatočne citlivé, schopné poskytnúť rýchlu reakciu, prípadne aj bezprostredné varovanie o prítomnosti nebezpečnej látky v prostredí.

Detekčné papieriky a detekčné súpravy sú najjednoduchšie pomôcky na rýchly dôkaz vybraných skupín toxických látok. Sú založené na chemickej reakcii medzi sledovanou látkou a činidlom (indikátorom) za vzniku farebného produktu, ktorého zafarbenie sa vyhodnocuje obvykle vizuálne. Na detekciu nervovo-paralytických otravných látok, inhibítorov enzýmu cholinesterázy sa osvedčila špecifická enzymatická reakcia sprevádzaná farebnou zmenou činidla. **Detekčné papieriky** impregnované vhodným činidlom sa používajú najmä pri detekcii bojových otravných látok v ovzduší, v tekutinách, alebo na povrchu kontaminovaných predmetov. **Detekčné súpravy** pozostávajú zo sklenej trubičky a nasávacieho zariadenia (manuálna pumpa, čerpadlo). Slúžia na detekciu a orientačné meranie koncentrácie toxických plynov a pár v ovzduší. Ak vzorka vzduchu, ktorá sa presáva cez trubičku obsahuje

sledovanú látku, potom sa náplň trubičky s obsahom špecifického indikátora charakteristicky zafarbí. Intenzita zafarbenia je úmerná množstvu sledovanej látky v presatom objeme vzduchu. Detekčné papieriky a trubičky sú určené len na jednorazové použitie. Vo vojenskej terminológii sú označované ako chemický preukazník a preukazníkové trubičky.

Na účely chemického prieskumu boli vyvinuté rôzne **prenosné chemické laboratória** a **mobilné chemické laboratória**, ktorými sú zvyčajne vybavené príslušné zložky záchranného systému a armády. V poľných podmienkach, napríklad počas dekontaminačných prác, umožňujú vykonávať zložitejšie chemické analýzy, merať koncentráciu kontaminujúcich toxických látok v rôznych materiáloch (voda, zemina, ovzdušie, rastliny, potraviny). Využívajú jednoduchšie chemické postupy, ako sú farebné reakcie, odmerná analýza, extrakcia, aj niektoré inštrumentálne merania (meranie pH a vodivosti, spektrofotometria).

V posledných dvoch desaťročiach najmä pod tlakom hrozby teroristických útokov nastal veľký rozvoj nových technológií, ktoré sú určené na detekciu, identifikáciu a monitorovanie NCHL v prostredí. Tieto zariadenia (detektory) využívajú **fyzikálno-chemické** alebo **fyzikálne** princípy detekcie látky, pričom ich rozhodujúcimi vlastnosťami sú rýchlosť odpovede a citlivosť. Ďalším kritériom pre výber vhodného detektora môže byť aj selektivita, schopnosť spoľahlivo merať určitú látku alebo skupinu látok, ktorých prítomnosť sa predpokladá. V prípade úniku látky, ktorej chemická identita nie je známa sa vyžaduje, aby bol detektor univerzálny, schopný detegovať a identifikovať čo najširšiu škálu chemických zlúčenín.

Väčšina detekčných techník používa **priame metódy**, pri ktorých minimálne určitá časť prístroja (senzor, elektróda, snímač, meracia komôrka...) nutne prichádza do fyzického kontaktu so sledovanou látkou. Predpokladá to prácu s detektorom priamo v kontaminovanej zóne, kde môže dôjsť k poškodeniu techniky alebo expozícii obslužného personálu NCHL.

**Elektrochemické senzory** sa často používajú pri monitorovaní toxických anorganických plynov, ako sú oxid uhličitý, chlór, kyanovodík, chlorovodík, sulfán (sírovodík) alebo oxid siričitý. Plyn reaguje s elektródou senzora za vzniku elektrického prúdu, ktorý je úmerný koncentrácii plynu. Každý z uvedených plynov vyžaduje však osobitný senzor. Táto technika je veľmi vhodná pre osobný monitoring.

**Optické metódy** tvoria významnú skupinu prístupov k detekcii chemických látok. V rámci optických metód sa skúma interakcia látky s elektromagnetickým žiarením (spektrálne metódy) alebo sa sleduje zmena optických vlastností prostredia v prítomnosti chemickej látky (nespektrálne metódy). Optické metódy využívajú rôzne oblasti spektra elektromagnetického žiarenia, ako sú uvedené v tab. 12.1.

Tabuľka 12.1. Prehľad optických metód založených na rozličných druhoch žiarenia

Druh žiarenia	Energia	Vlnová dĺžka	Analytické dôležité oblasti	Optická metóda	
Gama	↑	↓		γ-spektroskopia	
RTG			0,01 nm	RTG-spektrálna analýza	
Ultrafialové			5 nm	200-400 nm	UV-spektrofotometria
Viditeľné svetlo			400 nm	400-800 nm	Spektrofotometria vo viditeľnej oblasti (VIS)
			800 nm		
Infračervené			500 μm	4000-200 cm <sup>-1</sup>	IR-spektrofotometria
Mikrovlny			0,3 m		Mikrovlnná spektroskopia
Rádiové vlny					Nukleárna magnetická rezonancia (NMR)

Klasickým príkladom aplikácie spektrálnych metód sú techniky, ktoré sledujú absorpciu svetla v infračervenej (IR), viditeľnej (VIS) alebo ultrafialovej (UV) oblasti spektra. IR spektrofotometria sa uplatňuje v rôznych analyzátoroch plynov a pár. Princíp metódy UV/VIS a IR spektroskopie sa podrobnejšie popisuje v časti 3. Laboratórne vyšetrenia.

**Fotoionizačný detektor (FID)** využíva princíp, že účinkom UV žiarenia dochádza k ionizácii molekúl. Poskytuje univerzálne možnosti detekcie, avšak s určitým rizikom vzniku rušivých vplyvov. Fotoionizačný detektor sa kalibruje na „odozvový faktor“ sledovanej látky a jeho knižnica „odozvových faktorov“ určuje škálu detegovateľných látok. Technika FID je vhodná na monitorovanie koncentrácie toxických alebo výbušných plynov a pár v ovzduší.

**Optoakustická spektroskopia** využíva tú skutočnosť, že absorpciu infračerveného žiarenia molekulami látky sprevádzajú teplotné a tlakové zmeny. Tlakové zmeny sú na stene meracej cely prístroja snímané senzorom, napr. citlivým mikrofónom. Metóda je vhodná na detekciu extrémne nízkych koncentrácií organických látok v ovzduší.

**Hmotnostná spektrometria (MS)** sleduje separáciu iónov v závislosti od ich hmotnosti a náboja v elektrickom a magnetickom poli vo vákuu. Ióny sú generované dopadom nabitých častíc na molekuly sledovanej látky. Vzniknutý molekulárny ión podlieha zložitému rozpadu (fragmentácia). Výsledkom merania vniknutých fragmentov je tzv. hmotnostné spektrum, ktoré je pre danú zlúčeninu charakteristické a využíva sa na identifikáciu látok napr. porovnávaním s knižnicou spektier.

**Spektrometria pohyblivosti iónov (IMS)** je metóda, ktorá látku deteguje na základe rozdielnej pohyblivosti jej iónov pri prelete elektrickým poľom. K ionizácii molekúl dochádza priamo v meracej trubici účinkom žiarenia beta. Vysoká citlivosť, selektivnosť a možnosti miniaturizácie predurčujú túto techniku na vývoj osobných detektorov.

Niektoré optické metódy umožňujú vysokocitlivú a spoľahlivú **dialkovú detekciu** látok zo vzdialenosti aj niekoľkých kilometrov. Z bezpečnostného hľadiska je výhodné ak detektor môže pracovať mimo kontaminovanej zóny. Meracia technika a obslužný personál tak nie sú vystavené riziku kontaminácie či expozície NCHL.

Systémy aktívnej dialkovej detekcie **LIDAR** využívajú laser, zdroj koherentného elektromagnetického žiarenia požadovanej vlnovej dĺžky. **Diferenciálny absorpčný lidar (DIAL)** meria relatívnu absorpciu žiarenia pri dvoch vhodne zvolených vlnových dĺžkach, pričom pri prvej vlnovej dĺžke sledovaná látka absorbuje maximálne a pri druhej vlnovej dĺžke minimálne. Využíva sa na kvalitatívne a kvantitatívne stanovenie mnohých NCHL v parách. Pre detekciu toxických aerosólov a povrchových kontaminácií sa však javí výhodnejšia technika **diferenciálneho rozptylu (DISC)**, pri ktorej sa sleduje odraz a rozptyl žiarenia, ktoré je vyžarované z laserového zdroja.

Príkladom pasívnej dialkovej detekcie je technika **FTIR**, ktorá využíva **infračervenú spektroskopiu** spojenú s tzv. **Fourierovou transformáciou**. Princíp metódy spočíva v tom, že infračervené spektrum prirodzeného žiarenia pozadia v priestore sa mení v prítomnosti rozptýlenej chemickej látky. Metóda FTIR má významné využitie pri identifikácii neznámych látok v ovzduší.

Niektoré možnosti detekcie chemických látok zasahujú do oblasti **bioanalytiky**.

**Senzorické hodnotenie** (čuchové, vizuálne) sa môže javiť v záplave technických noviniek určených na detekciu látok ako bezvýznamné. Pritom dobre trénované osoby sú schopné spoľahlivo a veľmi citlivo detegovať určité chemické látky na základe charakteristického zápachu. Dokážu aj správne vyhodnotiť vizuálny prejav kontaminujúcej látky v prostredí, napr. podľa farby a charakteru oblaku plynu. Niekoľkonásobne dokonalejší čuchový vnem zvierat, napr. psov, sa využíva pri ich výcviku pre vyhľadávanie nebezpečných chemických látok v ohrozených objektoch v rámci prevencie teroristických útokov.

**Biosenzory** sú súčasné objavy z oblasti biochémie, výsledky výskumu prírodných katalyzátorov (enzýmov). Pri detekcii prebieha medzi sledovanou látkou a enzýmom vysokošpecifická reakcia.

Výsledok tejto enzymatickej reakcie sa sleduje pomocou vhodného fyzikálno-chemického prevodníka a prevádza sa na elektrický signál. Veľkou výhodou biosenzorov je ich vysoká selektivita, citlivosť, možnosť kontinuálnej detekcie a finančne nenáročná prevádzka. Biosenzory otvárajú novú oblasť vývoja detektorov NCHL vhodných pre terénne prieskumy.

## 12.2. LABORATÓRNE VYŠETRENIA

V mimoriadnych situáciách laboratórne vyšetrovania slúžia najmä na verifikáciu výsledkov terénnych prieskumov. Počas likvidačných a dekontaminačných prác sa analýzy vykonávajú pre sledovanie kontaminácie rôznych zložiek životného prostredia, napr. ovzdušia, zeminy, vody, porastov, potravín, krmív a iného materiálu. Laboratórne vyšetrovanie biologického materiálu umožňuje cieľný biomonitring exponovaných osôb.

Pri laboratórnych vyšetrovaniach sa spravidla využívajú zložitejšie pracovné postupy a náročnejšia prístrojová technika. V chemických laboratóriách pri kvalitatívnej a kvantitatívnej analýze NCHL v súčasnosti dominujú spektrálne metódy a chromatografické metódy, často aj vo vzájomnej kombinácii.

### 12.2.1. SPEKTRÁLNE METÓDY

Spektrálne metódy umožňujú kvalitatívnu aj kvantitatívnu analýzu chemických látok, pričom využívajú princíp interakcie elektromagnetického žiarenia s atómami alebo molekulami látky. Interakcie sa môžu prejavovať pohlcovaním (absorpciou) alebo vyžarovaním (emisiou) svetelnej energie. Základom kvantitatívnej analýzy je tzv. Lambertov-Beerov zákon, ktorý hovorí, že miera spektrálnej interakcie (absorpcie, emisie) spôsobená látkou je priamo úmerná koncentrácii látky v analyzovanej vzorke.

**UV/VIS spektrofotometria** je v laboratórnej praxi najčastejšie využívanou metódou prevažne na kvantitatívnu analýzu látok. Absorpciu či emisiu ultrafialového a viditeľného svetla spôsobujú elektrónové prechody atómov a zmeny rotačne vibračných energií molekúl.

**IR spektrofotometria** je založená na absorpcii svetla v infračervenej oblasti spektra. Absorpciu spôsobujú valenčné vibrácie charakteristických funkčných skupín molekuly (oblasť 1 600-4000  $\text{cm}^{-1}$ ) a deformačné vibrácie väzieb molekuly (pod 1 600  $\text{cm}^{-1}$ ). Infračervené spektrum látky umožňuje kvalitatívnu analýzu a jednoznačnú identifikáciu organických látok. Využitie metódy pre kvantitatívnu analýzu umožnilo zavedenie tzv. Fourierovej transformácie (FTIR), ktorej princíp je v matematickom sčítavaní spektier.

**Atómová absorpčná spektroskopia (AAS)** je metóda vychádzajúca z poznatku, že voľné atómy prvkov v plynnom stave sú schopné absorbovať alebo vyžarovať svetlo, ktorého vlnová dĺžka je charakteristická pre atómy daného prvku. Prístrojová technika AAS je dostupná v rôznych modifikáciách (plameňová, bezplameňová a hydridová technika), pomocou ktorých umožňuje stanoviť približne 2/3 prvkov periodickej sústavy. Metóda poskytuje spoľahlivú informáciu o prítomnosti a koncentrácii určitého prvku vo vzorke, neumožňuje však identifikovať oxidačný stav a väzbové pomery atómov v pôvodnej vzorke. Metóda AAS sa využíva na stanovenie stopových koncentrácií prvkov v rôznych vzorkách (voda, ovzdušie, požívatiný, biologický materiál a iné).

**Atómová emisná spektrometria s indukčne viazanou plazmou (AES ICP)** je metóda, pri ktorej sa meria svetlo vyžarované excitovanými atómami prvkov. Na vzbudenie atómov slúži



výkonný zdroj plazmy s extrémne vysokou teplotou. Metóda umožňuje súčasne stanoviť celý rad prvkov prítomných vo vzorke.

Kombinácia metódy **indukčne viazanej plazmy s hmotnostnou spektrometriou (ICP MS)** je technika, ktorá je vhodná pre ultrastopovú analýzu prvkov aj s možnosťou stanovenia izotopového zloženia.

**Nukleárna magnetická rezonancia (NMR)** je spektrometrická metóda, pri ktorej sa meria absorpcia rádiovfrekvenčnej energie vzorkou, ktorá je súčasne umiestnená v magnetickom poli. NMR poskytuje spektrum, ktoré je tzv. molekulárnym „odtlačkom prsta“ skúmanej chemickej zlúčeniny.

### 12.2.2. CHROMATOGRAFICKÉ METÓDY

**Chromatografické metódy** sa využívajú na delenie zmesi látok. Princíp delenia (separácie) je založený na rozdielnej afinite jednotlivých látok k dvom navzájom sa nemiešajúcim fázam. Jedna fáza je nepohyblivá a nazýva sa stacionárna fáza. Druhá fáza je pohyblivá a označuje sa mobilná fáza. V súčasnosti existuje veľmi veľa chromatografických techník od jednoduchších, ako je napr. tenkovrstevná chromatografia (TLC), až po zložité moderné prístrojové techniky, z ktorých majú najväčší význam plynová chromatografia a kvapalinová chromatografia.

**Plynová chromatografia (GC)** je vhodná na delenie prchavých látok alebo látok, ktoré je možné termicky (<400 °C) ľahko previesť do plynnej fázy. Metóda využíva ako mobilnú fázu plyn, najčastejšie hélium, vodík alebo dusík. Vlastnosti GC kolóny (priemer, dĺžka, polarita) sa volia tak, aby sa dosiahla optimálna separácia sledovaných látok. Teplota piecky, v ktorej je GC kolóna umiestnená, môže separáciu látok významne ovplyvniť. Látky, ktoré po separácii kolónu opúšťajú sú rozpoznávané (detegované) pomocou detektorov, ako sú plameňovoionizačný (FID), tepelne vodivostný (TCD) a detektor elektrónového záchytu (ECD). Plynový chromatograf s hmotnostným detektorom (GC/MS) je ideálna kombinácia na separáciu látok pre kvantitatívnu analýzu alebo so zámerom identifikácie neznámych zlúčenín. Napriek tomu, že technika GC/MS je veľmi zložitá, v súčasnosti už existuje v prenosnom vyhotovení. Prenosné prístroje GC/MS sú špeciálne určené pre merania v poľných podmienkach, napr. v mimoriadnych situáciách pri úniku priemyselných toxických látok alebo bojových otravných látok.

**Vysokoučinná kvapalinová chromatografia (HPLC)** na separáciu používa mobilnú fázu, kvapalinu, vhodne zvolené rozpúšťadlo alebo zmes rozpúšťadiel. Kolóny môžu byť plnené sorbentmi rôznych vlastností, podľa charakteru sledovaných látok. Na detekciu látok, ktoré opúšťajú kolónu sa využívajú najmä spektrálne detektory, ako detektor UV/VIS, detektor diódového poľa (DAD) alebo fluorescenčný detektor (FLD). Pre niektoré špeciálne aplikácie môže byť výhodnejší detektor elektrochemický (ECD) alebo refraktometrický (RI). Spojenie kvapalinovej chromatografie s hmotnostným detektorom (LC/MS) je relatívne nová technológia, ktorá otvára veľmi široké možnosti pre separáciu a identifikáciu látok.

**Iónová chromatografia (IC)** je metóda kvapalinovej chromatografie, ktorá sa využíva na separáciu iónov (aniónov, katiónov) na kolónach s iónomeničom (anex, katex).

### 12.2.3. ODBER VZORKY

Správny odber vzorky (vody, ovzdušia, zeminy, biologického materiálu) v teréne je základným predpokladom pre kvalitný výsledok laboratórneho vyšetrenia. Kvalifikovaný odber musí zohľadňovať všetky faktory, ktoré by mohli viesť k znehodnoteniu vzorky, kontaminácii, rozkladu alebo

iným neželateľným zmenám jej zloženia. V prípade odberu vzoriek, ktoré môžu obsahovať NCHL je potrebné zabrániť súčasne aj tomu, aby sa pri odbere kontaminovala osoba, ktorá odber vykonáva, alebo sa kontaminovalo prostredie, v ktorom sa vzorka po odbere uchováva, transportuje a skladuje.

Technické postupy odberu vzoriek ovzdušia sú veľmi špecifické. V súčasnosti najčastejšie používanou metódou je zachytávanie chemickej látky z ovzdušia na pevných sorbentoch. Pri odbere sa vzorka ovzdušia pomocou čerpadla presáva cez trubičku, ktorá je naplnená vhodným sorpčným materiálom. V praxi sa používajú rôzne typy sorbentov (napr. polárne, nepolárne, polymérne, impregnované a ďalšie), sú komerčne dostupné pre širokú škálu chemických látok. Výhoda tohto postupu je, že látka sa pri odbere súčasne aj koncentruje na odberovom materiáli. V laboratóriu sa chemická látka zo sorpčného materiálu extrahuje (napr. rozpúšťadlom) alebo sa uvoľní termickou desorpciou. Pri termickej desorpcii sa síce citlivosť detekcie zlepšuje, ale analýzu je možné vykonať len raz.

## ZÁVER

Táto kapitola poskytuje prehľad metód a technológií využívaných pri detekcii, identifikácii a monitorovaní nebezpečných chemických látok tak v podmienkach terénneho prieskumu, ako aj pri laboratórnych vyšetreniach.

Jeden z aktuálnych trendov vývoja detektorov NCHL na prieskumné účely je vo využívaní rôznych princípov detekcie v rámci jedného zariadenia súčasne, s cieľom kombinovať univerzálne a selektívne metódy detekcie. Ďalej pokračuje miniaturizácia, automatizácia a robotizácia prístrojov a stále vo väčšej miere sa presadzuje technika diaľkovej detekcie látok. Významné pokroky sa očakávajú aj v oblasti softvérových riešení spracovávanie signálu detekčných a meracích zariadení.

Je potrebné zdôrazniť, že uvedené technológie zďaleka nie sú určené len pre prípady mimoriadnych situácií. Majú nesmierne veľký význam práve v prevencii mimoriadnych udalostí ako technológie vhodné na detekciu a kontinuálne monitorovanie nebezpečných chemických látok (toxických látok, horľavín, výbušných a inak nebezpečných látok) pri ich výrobe, používaní, skladovaní a transporte.

## LITERATÚRA

1. *Chemical Agent Detection, Verification and Identification*. (2000) Dostupné na: <http://www.noblis.org/MissionAreas/nsi/BackgroundonChemicalWarfare/LethalChemicalAgentCountermeasures/Pages/ChemAgentDetection.aspx>
2. Český obranný standard 666503 – *Automatické signalizátory bojových otravných látok a priemyslových škodlivín*. Ministerstvo obrany, Praha, 2007.
3. MAJER, J. a kol.: *Analytická chémia*. Osveta, Martin, 1989, s. 368.
4. ČAPOUN, T.: *Jednoduché prostriedky detekcie BOL*. Dostupné na: [www.trivis.info/view.php?cislocianku=2006032402](http://www.trivis.info/view.php?cislocianku=2006032402)
5. BIDMANOVÁ, Š. a kol.: *Biosenzory k včasnej detekcii otravných látok*. (2010) *Chemické listy*, 104, s. 302-308.
6. SOJÁK, L. – HUTTA, M. – ŽEMBĚRYOVÁ, M.: *Plynová chromatografia v environmentálnej analýze*. Univerzita Komenského v Bratislave, 2002, s.120 Dostupné na: [http://www.fns.uniba.sk/uploads/media/GC\\_v\\_Environmentalnej\\_chemii\\_02.pdf](http://www.fns.uniba.sk/uploads/media/GC_v_Environmentalnej_chemii_02.pdf)