

**VETERINÁRNÍ A FARMACEUTICKÁ UNIVERZITA BRNO**

**Fakulta veterinární hygieny a ekologie**

Ústav gastronomie

**OCHRANA POTRAVIN PŘI MIMOŘÁDNÝCH  
SITUACÍCH**

**NÁVODY K PRAKTICKÝM CVIČENÍM**

Mgr. Michal Žďárský, Ph.D.

Bc. Jana Burešová

Bc. Jana Hudcová

Bc. Veronika Novotná

BRNO 2018



## **Poděkování**

Na tomto místě bychom rádi poděkovali Interní vzdělávací agentuře Veterinární a farmaceutické univerzity Brno, za jejíž finanční podpory tyto texty pro praktickou výuku předmětu Ochrana potravin při mimořádných situacích vznikly v rámci projektu IVA 2018FVHE/2240/48.

Rádi bychom také poděkovali všem, kteří nám poskytli materiály, informace a poznatky, z nichž jsme vycházeli, Ing. Lence Orlové a firmě Oritest spol. s r.o., MVDr. Martinu Hostovskému, Ph.D. a přednostovi Ústavu gastronomie doc. MVDr. Josefu Kameníkovi, CSc., MBA.

Poděkování patří i našim přátelům a blízkým za neutuchající podporu v naší honbě za věděním a poznáním.

Všem tedy upřímně děkujeme  
autoři

# Obsah

Obsah .....	4
<b>1 Úvod .....</b>	<b>8</b>
<b>2 Zásady bezpečné práce v laboratoři.....</b>	<b>9</b>
2.1 Laboratorní řád .....	9
2.2 První pomoc .....	11
2.2.1 Základní pravidla první pomoci .....	11
2.2.2 První pomoc při zasažení zdraví škodlivými látkami .....	13
2.2.3 První pomoc při zasažení žíravými látkami .....	14
2.3 Základní postupy při eliminaci nehod .....	15
2.4 Používání osobních ochranných pomůcek.....	15
2.4.1 Ochrana těla.....	15
2.4.2 Ochrana rukou .....	15
2.4.3 Ochrana očí.....	15
2.4.4 Ochrana dýchacích orgánů .....	16
<b>3 Označování nebezpečných vlastností látek.....</b>	<b>17</b>
3.1 Globální harmonizovaný systém GHS klasifikace a označování .....	17
3.1.1 Etikety CHLAS .....	18
3.1.2 Tabulka porovnání systému GHS s původním systémem označování.....	19
3.2 H-věty věty o nebezpečnosti.....	21
3.3 P-věty pokyny pro bezpečné zacházení .....	21
3.4 Kódy označování nebezpečných vlastností látek.....	22
3.4.1 Číslo CAS.....	22
3.4.2 Číselné označení EC chemických látek a směsí.....	22
Číselné označení EINECS .....	22
Číselné označení ELINCS .....	22
Číselné označení <i>No-longer Polymers List</i> .....	22
3.4.3 Číselné označení UN kód .....	23
3.4.4 Kemlerův kód .....	23
3.4.5 Kód DIAMANT .....	23
3.4.6 Kód HAZCHEM .....	24
3.5 Bezpečnostní list .....	25
3.5.1 Nařízení REACH a legislativa .....	25
3.5.2 Obsah a sestavení bezpečnostního listu.....	26
Sestavení bezpečnostního listu .....	26
Kapitoly BL dle REACH .....	26
Typy CHLAS kterých se bezpečnostní list vyžaduje .....	27

<b>4</b>	<b>Detekce kapalných BCHL</b> .....	28
4.1	Detekční papírky.....	28
4.1.1	Detekční papírky PP 3, CALID 3.....	28
	Technické parametry PP 3.....	29
	Podstata stanovení PP3.....	29
	Umístění PP 3.....	29
4.1.2	Detekce kapalných BCHL průkazníkovým papírkem PP 3.....	31
	Detekce kapalin detektorem PP 3.....	33
	Detekce povrchů detektorem PP 3.....	33
4.2	Další detekční prostředky pro detekci kapalných BCHL.....	34
	Detekční prostředek Detehit.....	34
	Detekční trubice.....	34
4.2.1	Přístroje pro detekci BCHL.....	34
	Automatický signalizátor otravných látek GSP-11.....	34
	Analyzátor plynů GDA-2.....	35
	Ramanův spektrometr.....	35
	Ramanova spektroskopie.....	36
	Detektor otravných látek RAID 1.....	36
<b>5</b>	<b>Detekce plynů a par</b> .....	37
5.1	Obecné zákonitosti chování plynů a par.....	37
5.2	Univerzální nasavač.....	38
5.3	Detekční trubice.....	38
5.3.1	Typy detekčních trubic.....	38
	Trubice s detekční vrstvou.....	39
	Trubice s detekční vrstvou a ampulí s reakční kapalinou.....	40
5.3.2	Jednotky používané při detekci a orientačním stanovení.....	41
5.4	Varianty připojení detekčních trubic.....	42
5.4.1	Připojení na nasavač.....	42
5.4.2	Připojení na nasavač s prodloužením.....	42
5.4.3	Připojení detekční trubice na prodlužovací hadici.....	43
5.4.4	Připojení více detekčních trubic.....	43
<b>6</b>	<b>Detekce pomocí detekčních trubic</b> .....	44
6.1	Příprava detekčních trubic.....	44
6.2	Standardní operační postupy detekce pomocí DT.....	45
	Detekce amoniaku.....	45
	Detekce chlorovodíku.....	46
	Detekce formaldehydu.....	47
	Detekce chloru.....	48
	Detekce oxidu dusičitého.....	49

	Detekce oxidu siřičitého .....	50
	Detekce oxidu siřičitého .....	51
	Detekce a stanovení oxidu uhelnatého CO 0,001 %.....	52
	Detekce oxidu uhelnatého DT 011 .....	53
	Detekce a stanovení oxidu uhličitého CO <sub>2</sub> 1 %.....	54
<b>6</b>	<b>Chemický průkazník CHP 71 .....</b>	<b>55</b>
	Hlavní části a ovládací prvky přístroje CHP-71 .....	56
<b>7</b>	<b>Adsorpce NL na sorpční materiály .....</b>	<b>59</b>
	Aktivní uhlí .....	59
	Silikagel .....	59
	SPME .....	60
	Sorpce na kapalinu .....	60
<b>8</b>	<b>Detekce nervově paralytických látek .....</b>	<b>61</b>
8.1	Nervově paralytické látky .....	61
8.2	Detekce nervově paralytických látek .....	63
8.3	Kolorimetrický biosenzor Detehit .....	63
	Citlivost detekce kolorimetrického biosenzoru Detehit.....	65
	8.3.1 Detekce NPL biosenzorem Detehit s extrakcí vzorku.....	66
	8.3.2 Detekce biosenzorem Detehit kontaktem s NPL.....	68
	8.3.3 Detekce NPL biosenzorem Detehit v prostředí.....	69
	Detekce NPL ve vzduchu.....	69
	Detekce NPL na površích .....	69
8.4	Detekce NPL detekčními trubicemi.....	70
	Detekce NPL detekční trubicí DT-10 .....	70
	Detekce NPL detekční trubicí DT-11 .....	71
8.5	Antidota .....	72
<b>9</b>	<b>Metody detekce ionizujícího záření.....</b>	<b>73</b>
	Fyzikální metody .....	74
	Geiger-Müllerova trubice.....	74
	Krystalové detektory .....	74
	Luminiscenční metody .....	75
	Chemické metody .....	75
<b>10</b>	<b>Metody dekontaminace a odmoření.....</b>	<b>76</b>
10.1	Dekontaminace .....	76
10.2	Dekontaminační postupy a dekontaminační prostředky.....	76
	Neutralizace .....	76
	Dekontaminace pomocí sorbentů.....	76
	Dekontaminace postříkem .....	76
	Chemické čištění .....	77

Mechanické otírání.....	77
Dekontaminace pěnou.....	77
Praní .....	77
10.2.1 Improvizované dekontaminační prostředky .....	77
Chlornan sodný .....	77
Chlornan vápenatý .....	78
Hydrogenuhličitan sodný .....	78
EDTA .....	78
10.2.2 Odmoření.....	78
10.3 Stanovení aktivního chloru v dekontaminačních roztocích.....	79
10.4 Stanovení aktivního chloru v roztocích Chloraminu T a chlornanů.....	81
<b>11 Závěr .....</b>	<b>83</b>
<b>12 Seznam zkratk .....</b>	<b>84</b>
<b>13 Přílohy .....</b>	<b>85</b>
13.1 Standardní věty o nebezpečnosti (H-věty).....	85
13.2 Standardní věty pro bezpečné zacházení (P-věty) .....	88

# 1 Úvod

Vzhledem k tomu, že návody k praktickým cvičením předmětu ochrana potravin při mimořádných situacích nebyly dosud samostatně zpracovány, předkládáme vám první publikaci svého druhu, která zahrnuje základní informace o bezpečnosti práce, označování chemických látek a směsí, o používaných prostředcích a metodách detekce nebezpečných látek při mimořádných situacích a sloužící i při zajišťování bezpečnosti potravin.

Nejen chemické látky a různé fyzikální postupy lidstvo používá v různém měřítku ve svůj vlastní prospěch. S rozvojem technologií byly a jsou postupně objevovány stovky a tisíce dalších látek, jejich použití, funkce a působení, s tím jsou přes veškerou snahu bohužel spojeny i různé mimořádné události ohrožující bezpečnost potravin, spotřebitele, personál i odborníky zajišťující bezpečnost potravin.

Nikdy nelze zcela předpovědět, k jaké nenadálé události může dojít, proto je třeba stále hledat nové metody kontroly a sledování, pokračovat ve výzkumu a sledování vlivu, vypracovávat modelové situace působení chemických agens a neustále je zdokonalovat.

Obrovské množství látek, jejich interakce a negativní působení není možné zjišťovat pouze analytickými metodami, které jsou většinou cílené na určitou látku a často i neúměrně drahé. Proto jsou jednoduché metody detekce a stanovení stále používané a mají důležitou roli při prvopočátcích odhalování a následné eliminaci mimořádných situací.

Potřeba jednoduchých, rychlých a levných detekčních metod a testů je tak stále naléhavá pro kontrolu bezpečnosti potravin, krmiv, prostředí a všech článků, které jsou v potravním řetězci zapojeny.

Aby bylo možné úspěšně čelit potenciálnímu riziku nebezpečí plynoucí z kontaminace potravin a krmiv nebezpečnými látkami, je nutné porozumět i metodám dekontaminace, které představují významná opatření aktivní ochrany.

Cílem předkládané publikace není zmapovat nejnovější vědecké poznatky a často díky své ceně nedostupnou přístrojovou techniku, ale osvětlit základní prostředky detekce jejich principy fungování a základní postupy při provádění detekce a stanovení.

Návody k praktickým cvičením z Ochrany potravin při mimořádných situacích jsou učební pomůckou, zaměřené z převážné části na praktickou část předmětu a pochopení probíraných kapitol, ve kterých naleznete základní metodické postupy prováděných detekcí a stanovení, popisy přístrojů poskytující informace k právě prováděné úloze. Věříme, že učební text poslouží posluchačům k úspěšnému zvládnutí a pochopení praktických cvičení a stane se součástí k úspěšnému absolvování předmětu.

Úspěšné studium přeje kolektiv autorů



## 2 Zásady bezpečné práce v laboratoři

### 2.1 Laboratorní řád

- 1) Povinností posluchače je seznámit se s bezpečnostním řádem laboratoře a pravidly požární ochrany.
- 2) Posluchač přichází vždy teoreticky připraven a ve stanoveném čase. Před zahájením praktického cvičení vyučující ověřuje znalosti posluchačů. Pokud posluchač nemá dostatečné znalosti k řešení dané úlohy, praktické cvičení nemůže absolvovat.
- 3) Vstup do laboratoře je dovolen jen za doprovodu a přítomnosti vyučujícího nebo laboranta.
- 4) Vstup do laboratoře je možný pouze v ochranném oděvu. Povinností posluchače je používání ochranného oděvu a vhodné obuvi. Používání jednorázových a volných návleků na obuv je zakázáno.
- 5) Do laboratoře je zakázáno vstupovat pod vlivem alkoholu či jiných omamných a psychotropních látek. Užívání léků způsobujících ovlivnění reakčních a rozpoznávacích schopností je dovoleno jen po předchozí konzultaci s ošetřujícím lékařem, který doloží písemné potvrzení.
- 6) Do laboratoře si lze brát jen věci nezbytné k práci (tištěné výukové materiály, sešit, psací potřeby).
- 7) V laboratoři je zakázáno jíst, pít, kouřit a vnášet potraviny a nápoje.
- 8) Pokud posluchač zjistí nebo má podezření, že došlo k události, která ohrožuje zdraví a bezpečnost osob, oznámí to okamžitě vyučujícímu či laborantovi. Jakákoliv zjištěná závada musí být ihned nahlášena.
- 9) Posluchač nesmí bez výslovného souhlasu vyučujícího manipulovat a pracovat s chemickými látkami a směsmi a vybavením laboratoře, ani se jich dotýkat.
- 10) Každý je povinen dbát na to, aby nedošlo k expozici chemickými látkami a směsmi, případně aby nutná expozice byla minimalizována.
- 11) Veškerá práce musí být vykonávána podle předepsaných pracovních postupů a podle pokynů vyučujícího, za dodržení všech bezpečnostních a hygienických postupů a pravidel.
- 12) Práci musí posluchač přizpůsobit tak, aby neohrozil zdraví a život svůj i ostatních přítomných osob.
- 13) Při práci s chemickými látkami a směsmi je vždy povinností použít ochranné rukavice a ochranné brýle, případně další pomůcky, které předepisuje bezpečný způsob práce nebo stanoví vyučující.

- 14) Pracovní postupy nesmí posluchač svévolně měnit, ani doplňovat jinými nesouvisejícími úkony.
- 15) Posluchač je povinen dodržovat pořádek na svém pracovním místě a po použití ihned uzavírat nádoby s chemikáliemi.
- 16) Posluchač musí dávat pozor, aby nepotřísnil chemikáliemi sebe ani pracovní místo, jestliže se tak stane, musí to ihned nahlásit vyučujícímu.
- 17) Jakékoliv zranění je nutné ihned nahlásit vyučujícímu.
- 18) Chemické látky se nesmějí zkoušet ústy, dotekem ani inhalací výparů.
- 19) V laboratoři platí přísný zákaz používání otevřeného ohně a jakýchkoliv zdrojů jiskření při práci s chemickými látkami. Zvýšenou pozornost věnuje hlavně manipulaci s hořlavinami, které mají nízkou teplotu vzplanutí a všemi plyny.
- 20) Veškeré zbytky se likvidují podle pokynů vyučujícího, pouze do nádob tomu určených. Je zakázána nedovolená manipulace s odpady a jejich vylévání do výlevků či kanalizace.
- 21) Je zakázáno odnášet jakýkoliv materiál z laboratoře.
- 22) Po každé práci s chemickou látkou či biologickým materiálem a před odchodem z laboratoře, je posluchač povinen si umýt ruce.
- 23) Z důvodu nepříznivého působení používaných chemikálií je přítomnost a jakákoliv práce v laboratoři zakázána gravidním ženám, matkám do 9. měsíce po porodu a osobám, které by vzhledem ke svému zdravotnímu stavu mohly být pobytem v laboratoři, používanými chemikáliemi a materiálem ohroženy.
- 24) Po skončení práce je posluchač povinen uklidit své pracovní místo, umýt použité pomůcky, zkontrolovat vypnutí přístrojů.
- 25) V záležitostech zde nezmíněných se posluchači i vedení laboratorního cvičení řídí obecně platnými předpisy a zákony.

**Nedodržení laboratorního řádu a pokynů vyučujícího má za následek vyloučení z prostor laboratoře!**

## 2.2 První pomoc

### 2.2.1 Základní pravidla první pomoci

#### Základní pravidla:

- Při poskytování první pomoci je nutné zajistit především bezpečnost zachraňujícího i zachraňovaného!
- Vyvarujte se chaotického jednání.
- Postiženému zajistěte duševní i tělesný klid, postižený nesmí prochladnout.

#### Rychlá orientace:

- Vždy je nutné situaci posoudit s ohledem na bezpečnost vlastní i postiženého.
- Do zamořeného prostoru vystupujte pouze tehdy, budete-li mít odpovídající ochranu - jištění dalším pracovníkem, ochranu dýchacích orgánů.
- Při manipulaci s potřísněným oděvem nebo jinými předměty je nutno se chránit odpovídajícími osobními ochrannými pracovními prostředky.
- První pomoc by neměla být prováděna na místě, kde k nehodě došlo, pokud existuje nebezpečí kontaminace zachránce.

**Při stavech ohrožujících život nejdříve provádějte resuscitaci postiženého a zajistěte lékařskou pomoc!**

<b>ZÁSTAVA DECHU:</b>	Okamžitě provádějte umělé dýchání
<b>ZÁSTAVA SRDCE:</b>	Okamžitě provádějte nepřímou masáž srdce
<b>BEZVĚDOMÍ:</b>	Uložte postiženého do stabilizované polohy

V případě nejistoty o správném postupu vždy využijte možnost telefonického kontaktu:

<b>Tísňová linka záchranná služba</b>	<b>155</b>
<b>Jednotné číslo tísňového volání</b>	<b>112</b>
<b>Toxikologické informační středisko</b>	<b>224 919 293</b> <b>224 915 402</b>

- sdělte základní informace o nehodě, údaje o chemických látkách a jejich složení z bezpečnostního listu nebo z originálního obalu

#### Lékařské vyšetření:

- při nutnosti lékařského vyšetření vždy vezměte s sebou bezpečnostní list dané chemické látky, popřípadě originální obal

#### Prostředky a pomůcky potřebné pro účinnou první pomoc:

- dostatek vody
- přikrývky nebo jiné materiály, umožňující ochranu postiženého před chladem
- lékárnička (obsah se řídí druhem práce a látek, které se vyskytují na pracovišti)

### **Vniknutí chemikálie do oka**

V případě vniknutí chemikálie nebo biologického materiálu do oka je nutné ihned provést výplach proudem tekoucí vody nebo oční sprchy.

Nepoužívají žádné neutralizační roztoky nebo kapky!

Po poskytnutí první pomoci je nutné zajistit odborné lékařské ošetření.

### **Poleptání kůže**

Dojde-li k poleptání, je nezbytné nejprve odstranit potřísněný oděv a poté dlouhodobě omývat zasaženou kůži proudem vody.

Poleptanou kůži je třeba krýt sterilním obvazem a zajistit odborné ošetření.

### **Popálení**

Dojde-li k popálení, je třeba co nejrychleji začít postižená místa ochlazovat studenou vodou.

Na postiženou plochu se neaplikují žádné masti ani léky.

Po důkladném zchlazení se postižená plocha překryje sterilním obvazem a zajistí se pro postiženého odborné ošetření.

### **Zasažení elektrickým proudem**

Je-li někdo zasažen elektrickým proudem a dotýká se stále elektrického zařízení, je nezbytně nutné ihned vypnout proud hlavním vypínačem.

Je-li postižený v bezvědomí, zjistíme základní životní funkce, a případně ihned zahájíme nepřímou srdeční masáž a dýchání z úst do úst a přivoláme odbornou pomoc.

### **Otevřené poranění**

Dojde-li k otevřenému poranění, je nejprve nutné zastavit krvácení. Drobná poranění omyjeme proudem vody, dezinfikujeme a sterilně ošetříme.

Rozsáhlé, hluboké, silně krvácející nebo kontaminované poranění je nezbytně odborně ošetřit.

Cizí tělesa se z rány při první pomoci nevyjímají.

### **Nadýchání škodlivých látek a chemikálií**

Postiženého je nezbytné přemístit na čerstvý vzduch.

Pokud postižený nedýchá, je nutné neprodleně zahájit dýchání z úst do úst.

Postiženému je nutné vždy zajistit odbornou pomoc.

### **Požítí škodlivých látek a chemikálií**

Dojde-li k požití škodlivých látek nebo chemikálií, je vždy nezbytně nutné zajistit postiženému odbornou pomoc.

Je-li postižený při vědomí, dáme mu vypít 0,5 l vody s několika tabletami aktivního uhlí.

## 2.2.2 První pomoc při zasažení zdraví škodlivými látkami

- Při stavech ohrožujících život nejdříve provádějte resuscitaci postiženého a zajistěte lékařskou pomoc!
- Při zástavě dechu okamžitě proved'te umělé dýchání.
- Při zástavě srdce okamžitě proved'te nepřímou masáž srdce.
- Při stavu bezvědomí uložte postiženého do stabilizované polohy na boku.

### Při nadýchání:

- Okamžitě přerušete expozici.
- Dopravte postiženého na čerstvý vzduch.
- Zajistěte postiženého proti prochladnutí.
- Zajistěte lékařské ošetření, zejména přetrvává-li kašel, dušnost či jiné příznaky.

### Při styku s kůží:

- Odložte nebo odstraňte potřísněný oděv.
- Omyjte potřísněné místo velkým množstvím, pokud možno vlažné vody.
- Nepoužívejte žádné neutralizační roztoky.
- Pokud nedošlo k poranění pokožky, je možné použít mýdlo.
- Zajistěte lékařské ošetření, zejména přetrvává-li podráždění kůže.

### Při zasažení očí:

- Ihned vyplachujte oči proudem tekoucí vody, rozevřete oční víčka (i násilím).
- Pokud má postižený kontaktní čočky, neprodleně je vyjměte.
- Výplach očí provádějte nejméně 10 minut.
- Zajistěte odborné lékařské ošetření.

### Při požití:

- Nevyvolávejte zvracení! Samotné vyvolání zvracení může způsobit komplikace\*
- Pokud možno, podejte medicínální uhlí (5 rozdrcených tablet).
- Zajistěte lékařské ošetření.

*\*Vdechnutí látky do dýchacích cest a plic nebo mechanické poškození sliznice hltanu při zvracení může představovat vyšší ohrožení než požitá látka.*

### 2.2.3 První pomoc při zasažení žíravými látkami

- Při stavech ohrožujících život nejdříve zabraňte další expozici a provádějte resuscitaci postiženého a zajistěte lékařskou pomoc!
- Při zástavě dechu okamžitě provádějte umělé dýchání.
- Při zástavě srdce okamžitě provádějte nepřímou masáž srdce.
- Při stavu bezvědomí uložte postiženého do stabilizované polohy na boku.

#### Při styku s pokožkou:

- Ihned svezte potřísněný oděv. Před mytím nebo v jeho průběhu sundejte šperky, hodinky, náramky, jsou-li v místech zasažení pokožky.
- Zasažená místa oplachujte proudem, pokud možno vlažné vody po dobu 10 až 30 minut. Nepoužívejte kartáč, mýdlo ani neutralizační roztoky\*!
- Poleptané části kůže překryjte sterilním krytím, obvazem.
- Na kůži nepoužívejte masti ani jiná léčiva.
- Zajistěte postiženého proti prochladnutí.
- Podle situace volejte záchrannou službu nebo zajistěte lékaře.

*\* Při zasažení látkami s leptavými účinky se nesmí používat neutralizační roztoky. Pouze u látek nervově paralytických lze použít dekontaminační postup, dekontaminační prášek Desprach z individuálního protichemického balíčku.*

#### Při zasažení očí:

- Ihned vyplachujte proudem tekoucí vody, rozevřete oční víčka (třeba i násilím). V žádném případě neprovádějte neutralizaci.
- Pokud má postižený kontaktní čočky, neprodleně je vyjměte.
- Výplach očí provádějte 10 až 30 minut od vnitřního koutku k zevnímu, aby nebylo zasaženo druhé oko.
- Podle situace volejte záchrannou službu nebo zajistěte co nejrychleji odborné lékařské ošetření (i v případě malého zasažení).

#### Při požití:

- Nevyvolávejte zvracení! Hrozí nebezpečí dalšího poškození zažívacího traktu! Hrozí perforace jícnu i žaludku!
- Okamžitě vypláchněte ústní dutinu vodou a dejte vypít 2-5 dl chladné vody z vodovodu – s každou minutou se stav sliznice nenapravitelně poškozuje! Větší množství tekutiny není vhodné, mohlo by vyvolat zvracení.
- K pití se postižený nesmí nutit, zejména, má-li bolesti v ústech nebo v krku. V tom případě pouze vypláchněte ústní dutinu vodou.
- Nepodávejte aktivní uhlí!
- Nepodávejte nic ústy, pokud je postižený v bezvědomí, nebo má-li křeče.
- Zajistěte co nejrychleji lékařské ošetření.

## 2.3 Základní postupy při eliminaci nehod

- 1) Každý je povinen ihned zastavit práci a provést veškerá opatření, aby zabránil škodám na zdraví svých spolupracovníků. Neprodleně informovat vyučujícího pokud dojde k rozlítí, rozsypaní nebo úniku jakékoliv chemikálie či materiálu mimo stanovené nádoby a podložky.
- 2) Teprve následně se zabraňuje škodám na majetku a životním prostředí. Totéž platí i při rozbití skla a jiných mimořádných událostech, jako je neočekávané vzplanutí materiálu, reakce apod.
- 3) Dojde-li k úrazu, je nezbytné okamžitě poskytnout první pomoc. Každé poranění, poleptání, požití látky, stejně jako nevolnost, točení hlavy apod., je nutné neprodleně hlásit vyučujícímu nebo laborantovi. Veškeré úrazy se evidují.
- 4) Veškeré nehody, při kterých dojde k rozlítí, rozsypaní nebo úniku jakékoliv chemikálie či materiálu je nutné likvidovat zasypaním sorbentem a likvidovat za vědomí a podle pokynů vyučujícího.
- 5) Střepy a odpad s ostrými hranami musí být ukládány do nádob k tomu určených. Nádoby pro tento účel jsou řádně označeny.
- 6) Veškerá manipulace s chemickými látkami a biologickým materiálem, jakožto i sorbentem je možná jen za použití osobních ochranných pomůcek!

## 2.4 Používání osobních ochranných pomůcek

Každý posluchač je povinen provádět veškeré práce za použití osobních ochranných pomůcek. Jakákoliv práce jakožto i pobyt v laboratoři je bez ochranného oděvu zakázána!

### 2.4.1 Ochrana těla

K základní ochraně těla a zamezení kontaminace civilního oděvu při práci v laboratoři je povinnost každého posluchače používat ochranný plášť vhodné velikosti s dostatečně dlouhými rukávy.

### 2.4.2 Ochrana rukou

K základní ochraně rukou a zamezení kontaminace při práci v laboratoři je povinnost každého posluchače používat ochranné rukavice vhodné velikosti.

### 2.4.3 Ochrana očí

K ochraně očí při práci v laboratoři je povinnost každého posluchače používat ochranné brýle. Při vybraných činnostech jsou posluchači na pokyn vyučujícího nebo dle návodu povinni použít ochranný obličejový štít.

Dioptrické brýle pro svou malou plochu a absenci postranic nejsou dostatečnou ochranou!

#### **2.4.4 Ochrana dýchacích orgánů**

K základní ochraně dýchacích orgánů patří bezprecedentní dodržování laboratorního řádu, bezpečnosti práce a pokynů vyučujícího a laborantů. Při dodržení zákazu inhalace par, aerosolů a plynů není třeba užívat prostředky pro ochranu dýchacích orgánů, pokud tak nestanoví vyučující.

K ochraně dýchacích orgánů, je nutné vykonávat veškeré práce a manipulaci s látkami, které mají negativní vliv v zapnuté digestoři pod dohledem vyučujícího, případně se užije ochranné masky s vhodnými filtry.



## 3 Označování nebezpečných vlastností látek

### 3.1 Globální harmonizovaný systém GHS klasifikace a označování

- systém vyvinutý Organizací spojených národů s účelem identifikovat nebezpečné chemické látky a jejich směsi (CHLAS) a informovat symboly uživatele o možném nebezpečí CHLAS
- 16. prosince 2008 přijal Evropský parlament a Rada Nařízení č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, které propojilo stávající platnou legislativu Evropské unie s novým systémem GHS
- základy byly položeny na Konferenci OSN o životním prostředí v roce 1992

#### **Pamatuj!!!**

GHS = IDENTIFIKOVAT + INFORMOVAT o nebezpečných vlastnostech CHLAS

#### **Systém GHS specifikuje bezpečnostní značky pro:**

- uživatelský obal: aktuální i dříve používané symboly a jejich význam je uveden v tabulce systému GHS
- přepravu: čtverec postavený na jeden vrchol o různé barvě podle třídy nebezpečnosti a označení třídy nebezpečnosti

#### **Zavádění nového GHS systému v rámci Evropské unie:**

V rámci přechodu k novému systému bylo zabezpečeno tzv. přechodné období, které umožňovalo souběžnou existenci a uvádění CHLAS do oběhu opatřených podle starého i nového systému označování.

- LÁTKY: od 1. prosince 2010 - značení dle nového systému klasifikace a značení, ALE v listech bezpečnostních údajů byl současně uveden starý i nový systém klasifikace
- SMĚSI: do 1. června 2015 - možnost výběru starého nebo nového systému pro označování, ALE v listech bezpečnostních údajů byl taktéž uveden starý i nový systém

Od 1. června 2015 se staly staré legislativní předpisy neplatnými a jsou kompletně nahrazeny systémem GHS.

Po 1. 6. 2017 již není možné uvádět na trh nebezpečné CHLAS označené podle starého systému klasifikace a označení (tj. se žlutooranžovými symboly nebezpečnosti a R+S větami).

Není zákonná povinnost změny klasifikace CHLAS - má-li právnická nebo fyzická osoba takto označené nebezpečné chemické látky nebo směsi již v držení (sklady, provozy) a bude je spotřebovávat pouze v rámci své organizace, tj. při své výrobní či nevýrobní činnosti, svých služeb, nemusí je přeznačovat na nové značení GHS!

### 3.1.1 Etikety CHLAS

**Velikosti etiket CHLAS a velikost symbolů GHS na obalech:**

<b>objem balení CHLAS</b>	<b>minimální rozměr každého symbolu GHS [mm]</b>	<b>minimální rozměr etikety [mm] formát papíru ČSN EN ISO 216</b>
do 3 litrů	10 × 10	52 × 74 A 8
> 3 litry max. 50 litrů	23 × 23	74 × 105 A 7
> 50 litrů max. 500 litrů	32 × 32	105 × 148 A6
> 500 litrů	46 × 46	148 × 210 A 5










**Minimální plocha každého výstražného symbolu nebezpečnosti nesmí být menší než 1 cm<sup>2</sup>.**










Každý symbol nebezpečnosti pokrývá nejméně jednu patnáctinu minimální povrchové plochy štítku, který je určen k uvedení informací požadovaných podle CLP.

Zvětšením rozměru štítku (etikety) není nutné rozměr symbolu zvětšovat a přizpůsobit na 1/15 nového (zvětšeného) štítku, ale bude dále zaujímat jen 1/15 plochy.

Velikost písma není stanovena, má být snadno čitelné, doporučuje se alespoň 1,8 mm, což ale není legislativně stanoveno.

### 3.1.2 Tabulka porovnání systému GHS s původním systémem označování nebezpečných vlastností chemických látek a směsí

Označení	Symbol	Význam	Původní označení	Popis
GHS 01		výbušné látky		Nestabilní látky, u nichž hrozí nebezpečí masivního výbuchu. K rychlému vývinu plynu nebo k detonaci a prudkému shoření dochází i bez přístupu kyslíku. Organické peroxidy, které mohou způsobit výbuch.
GHS 02		hořlavé látky		Vysoce nebo extrémně hořlavé látky, které jsou schopny samovolného záhřevu, při styku se vzduchem se mohou vznítit, při styku s vodou uvolňují hořlavé plyny. Organické peroxidy, u nichž může dojít k samovolné reakci, a mohou se vznítit.
GHS 03		oxidační látky		Oxidující látky, které při styku s jinými látkami, zejména hořlavými, mohou způsobit či zesílit požár nebo zapříčinit výbuch. Při styku s jinými látkami, zejména hořlavými, vyvolávají vysoce exotermní reakci.
GHS 04		plyny pod tlakem	neexistoval výstražný symbol nebezpečnosti	Plyny a látky pod tlakem, který může při zahřívání způsobit výbuch, poleptání nebo poranění. Zkapalněný plyn může způsobit popáleniny a poškození chladem.
GHS 05		žiravé a korozivní látky		Látky, které při styku s živou tkání mohou způsobit těžké poleptání kůže a poškození očí. Látky způsobující korozi, zejména kovů.

GHS 06		toxické látky		Látky výrazně toxické už ve velmi malém množství, které po vdechnutí, požití nebo styku s pokožkou mohou způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví či dokonce smrt.
GHS 07		dráždivé látky	 Ondřejský kříž	Látky, které vykazující výraznou toxicitu, poškozují životní prostředí, způsobují dráždění očí, pokožky a dýchacích cest. Látky omamné, které způsobují ospalost a závratě.
GHS 08		látky nebezpečné pro zdraví	 Ondřejský kříž	Látky, které mohou vyvolat rakovinu, příznaky alergie nebo astma či poškození vnitřních orgánů. Mohou narušit reprodukční schopnost nebo plod, negativně postihnout vývoj plodu v těle matky. Až smrtelné následky mohou nastat po vdechnutí, požití nebo proniknutí skrz pokožku.
GHS 09		látky nebezpečné pro životní prostředí		Látky, které po proniknutí do životního prostředí představují nebo mohou představovat okamžité nebo opožděné nebezpečí.
GHS 10		látky s neznámými vlastnostmi	neexistoval výstražný symbol	

*Poznámka:*

*K jednotlivým symbolům se řadí i třídy nebezpečnosti, například dříve používané označování látek rozdělených na T a T+ je dnes nahrazeno GHS 06 třídy 1,2 a 3.*

## 3.2 H-věty věty o nebezpečnosti

*dříve R-věty, stejný účel a podobný obsah<sup>1</sup>*

- standardní věty o nebezpečnosti chemických látek a jejich směsí
- součástí GHS systému klasifikace a označování
- nahrazují dříve užívané R-věty, jejichž účel byl stejný a obsah podobný
- *kompletní seznam H-vět platný k 1. lednu 2018 je uveden v příloze*

## 3.3 P-věty pokyny pro bezpečné zacházení

*dříve S-věty, stejný účel a podobný obsah<sup>2</sup>*

- standardizované pokyny pro bezpečné zacházení s chemickými látkami a jejich směsmi
- součástí GHS systému klasifikace a označování
- nahrazují dříve užívané S-věty, jejichž účel byl stejný a obsah podobný
- *kompletní seznam P-vět platný k 1. lednu 2018 je uveden v příloze*

*Poznámka:*

<sup>1</sup> R-věty označovaly specifickou rizikovost “risk”, podle Nařízení vlády č. 258/2001 Sb.

<sup>2</sup> S-věty označovaly pokyny pro bezpečné nakládání s nebezpečným materiálem “safety”, podle Nařízení vlády č. 258/2001 Sb.

## 3.4 Kódy označování nebezpečných vlastností látek

### 3.4.1 Číslo CAS

Registrační číslo CAS - *Chemical Abstracts Service*

- **slouží k přímé identifikaci látky**
- identifikační číslo jakékoliv látky uvedené v registru chemických látek
- číslo CAS má každá látka uvedena v bezpečnostním listu
- 5místné číslo se 2 pomlčkami, uvádí se ve tvaru 75-44-5 (*fosgen*)
- *databáze CAS je nejautoritativnějším zdrojem informací o názvech sloučenin*
- *obsahuje přibližně 23 miliónů sloučenin, denně průměrně přibývají další 4 tisíce*

### 3.4.2 Číselné označení EC chemických látek a směsí

#### Číselné označení EINECS

Evropský seznam existujících obchodovatelných chemických látek - *European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances*

- slouží k přímé identifikaci látky
- je to registrované identifikační číslo pro látky komerčně dostupné v EU v letech 1971-1981 (včetně polymerů)
- 7místné číslo se 2 pomlčkami, uvádí se ve tvaru 200-001-8 (*formaldehyd*)
- *v seznamu je asi 100 204 položek*

#### Číselné označení ELINCS

Evropský seznam oznámených chemických látek - *European list of Notified Chemical Substances*

- **slouží k přímé identifikaci látky**
- návod k ochraně zasahujících a vhodné hasivo pro všechny „nové“ látky v EU
- 7místné číslo se 2 pomlčkami, uvádí se ve tvaru 400-010-9 (*žlutá indosol*)
- *v seznamu je asi 4 381 položek*

#### Číselné označení *No-longer Polymers List*

Seznam látek vyloučených ze seznamu polymerů - *No-longer Polymers List*

- **slouží k přímé identifikaci látky**
- 7místné číslo se 2 pomlčkami, uvádí se ve tvaru 500-001-0 (*2-methylpropen*)
- *v seznamu je asi 703 položek*

### 3.4.3 Číselné označení UN kód

- vždy čtyřmístné číslo podle seznamu OSN (v případě potřeby je doplněno číslem 0)
- **slouží k přímé identifikaci látky**
- dnes je kód přiřazen asi pro 3000 látek a jejich směsí
- *používá se při přepravě látek spadajících do seznamu ADR nebo RID*

### 3.4.4 Kemlerův kód

- slouží ke značení nebezpečnosti látek pro potřeby přepravy
- **neslouží k přímé identifikaci látky**
  - téměř vždy však bývá doplněn UN kódem
- rychlé zjištění přibližných vlastností a chování látky
- *při zásahu je tedy na první pohled zřetelné, jaké chování od látky očekávat*
- *dává se na výstražnou tabulku, nebo přímo na spotřebitelský obal*
- *dnes kód existuje asi pro 3000 látek a jejich směsí*

### 3.4.5 Kód DIAMANT

- systém pro rychlou orientaci a posouzení nebezpečí při mimořádných událostech
- **neslouží k přímé identifikaci látky**
- *používá se pro značení obalů i pro účely přepravy v USA*
- skládá se ze 4 polí, kde každé tvoří specifickou kategorii pro konkrétní oblast nebezpečí:

modré pole – ohrožení zdraví	hodnotí se čísly od 0 do 4, s tím, že čím vyšší je číslo, tím vyšší je riziko nebezpečí
červené pole – nebezpečí požáru	
žluté pole – nebezpečí reakce	
bílé pole – specifické nebezpečí	

### 3.4.6 Kód HAZCHEM

- informuje o opatřeních, která je nutné přijmout při nehodě
- **neslouží k přímé identifikaci látky**
  - téměř vždy však bývá doplněn UN kódem
- dává návod na vhodné hasivo, ochranu zasahujících a opatření ke snížení nebezpečí při úniku látky (stejně jako DIAMANT)
- *použití ve Velké Británii, Austrálii a Malajsii při vnitrostátní dopravě*
- je tvořen jednou číslicí a jedním nebo dvěma písmeny
  - první číslice označuje vhodnou hasební látku:
    1. vodní proud
    2. vodní mlha
    3. pěna
    4. suché hasivo
- první písmeno určuje stupeň ochrany zasahujících a provedení základních opatření na místě zásahu s ohledem na životní prostředí
  - P – úplná ochrana
  - R – úplná ochrana
  - S – dýchací přístroje
  - T – dýchací přístroje
- použití následujících písmen je nutné místo, v němž mimořádná situace vypukla, ohradit a zabránit šíření
  - W – úplná ochrana
  - X – úplná ochrana
  - Y – dýchací přístroje
  - Z – dýchací přístroje
- pokud je použito druhé písmeno může to být pouze „E“, pak je nutné zvážit možnost evakuace z následujících důvodů
  - E-1 vysoce hořlavý plyn
  - E-2 látka, která exploduje nebo se snadno vznítí
  - E-3 vysoce toxické nebo dusivé plyny
- pokud je bílé písmeno na černém podkladu, znamená to, že při požáru nebo rozkladu je u látky nutno použít dýchací přístroje
- látky označené písmenem V mohou prudce nebo výbušně reagovat
- u látek označených písmeny P, S nebo Y navíc hrozí samovolná nečekaná reakce



## 3.5 Bezpečnostní list

Dovozci nebo výrobci chemických směsí v zemích EU jsou odpovědní za klasifikaci, označování a balení směsí, které uvádějí na trh. Musí se obeznámit s nebezpečností této dovážené nebo vytvářené směsi a mají povinnost o ní informovat v dodavatelském řetězci, tedy vytvořit bezpečnostní list.

U registrovaných látek musí být informace o látce v bezpečnostním listu v souladu s informacemi v registrační dokumentaci CHLAS.

Následní uživatelé musí vzít při sestavování svých bezpečnostních listů v úvahu důležité informace ze scénáře expozice, který obdrželi od svých dodavatelů.

Z nařízení CLP vyplývají povinnosti také pro distributory směsí, např. zajistit, aby etiketa a balení byly v souladu s nařízením CLP.

Bezpečnostní list (BL) nemusí být dodán, pokud jsou nebezpečné látky nebo směsi prodávány, poskytovány či nabízeny zejména široké veřejnosti, tedy konečnému spotřebiteli s dostatečnými informacemi a označením, které koncovým uživatelům umožní dostatečně se seznámit se všemi nebezpečnými vlastnostmi a přijmout nezbytná opatření s ohledem na ochranu lidského zdraví, bezpečnost a životní prostředí.

### 3.5.1 Nařízení REACH a legislativa

- forma BL je určena směrnicemi Evropské unie
- v současnosti je to Nařízení EU č. 1907/2006 (REACH)
- požadavky na bezpečnostní listy byly zavedeny již před vstoupením nařízení REACH v platnost, avšak toto nařízení původní požadavky dále upravilo a rozvinulo, s cílem zlepšit kvalitu a úplnost předávaných informací
- původní požadavky byly dále upraveny tak, aby braly v potaz pravidla globálně harmonizovaného systému (GHS) pro bezpečnostní listy a provádění nařízení CLP (Nařízení ES č. 1272/2008)
- REACH je zkratka pro chemickou politiku Evropské unie (registrace, evaluace, autorizace a omezování chemických látek)

#### **Pamatuj!!!**

Nařízení č. 1272/2008 o klasifikaci a označování látek a směsí = nařízení CLP

#### *Poznámka:*

*Protože světový systém "GHS" se stále mírně liší od Nařízení 1272/2008, i když shodně vycházelo z verze GHS United National 2007 a dalších novel, začal se pro Nařízení 1272/2008 používat termín CLP (Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures).*

*Podporu při klasifikaci chemických směsí v souladu s nařízením CLP (GHS) lze nalézt například na webových stránkách Evropské chemické agentury (ECHA):*

<https://echa.europa.eu/cs>

### 3.5.2 Obsah a sestavení bezpečnostního listu

*Material Safety Data Sheet (MSDS)*

- BL je zavedeným mechanismem k předávání náležitých bezpečnostních informací (bezpečnostních, ekologických, toxikologických, právních atd.)
- BL zhotoveny pro všechny chemické a biologické produkty s účelem informovat odběratele těchto produktů o tom, že produkt není klasifikován jako bezpečný, tj. látky a směsi, které splňují konkrétní kritéria klasifikace látek a které obsahují nebezpečné složky v míře, která překračuje legislativně stanovený limit
- BL by měl podávat komplexní informace o látce nebo směsi, která se používá v profesionálním nebo průmyslovém prostředí
- je zdrojem informací o nebezpečnosti pro životní prostředí a zdraví a o bezpečnostních opatřeních
- mezinárodně schválený obsah a formát BL v zásadě sestává z 16 oddílů a je třeba ho vystavit v úředním jazyce státu, kde je látka nebo směs uváděna na trh

#### Sestavení bezpečnostního listu

- BL zpravidla sestavuje výrobce, dovozce nebo výhradní zástupce
- požadavky Nařízení EU č. 1907/2006 (REACH) ovšem platí na každém stupni dodavatelského řetězce - každý účastník je odpovědný za správnost informací v bezpečnostním listu, který poskytuje
- při sestavování BL je každý člen dodavatelského řetězce povinen ověřit si úplnost obdrženého BL a relevantně ho v případě potřeby doplnit
- sestavení bezpečnostního listu vyžaduje rozsáhlé znalosti z různých oblastí
- dle nařízení REACH by měla BL sestavovat „odborně způsobilá“ osoba

#### Kapitoly BL dle REACH

##### Pořadí a názvy jednotlivých kapitol bezpečnostních listů dle REACH

- |                                     |                                    |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| 1. identifikace látky a společnosti | 9. fyzikální a chemické vlastnosti |
| 2. identifikace nebezpečnosti       | 10. stálost a reaktivita           |
| 3. složení/informace o složkách     | 11. toxikologické informace        |
| 4. pokyny pro první pomoc           | 12. ekologické informace           |
| 5. opatření pro hašení požáru       | 13. pokyny pro odstraňování        |
| 6. opatření v případě úniku         | 14. informace pro přepravu         |
| 7. zacházení a skladování           | 15. informace o předpisech         |
| 8. omezování expozice, OOP          | 16. další informace                |

## **Typy CHLAS kterých se bezpečnostní list vyžaduje**

### **1. Bezpečnostní list poskytovaný povinně bez vyžádání**

- BL se musí poskytnout pro látku nebo směs, která splňuje kritéria klasifikace jako nebezpečná (podle nařízení CLP)
- u látek, které se považují za perzistentní, bioakumulativní a toxické (PBT) nebo vysoce perzistentní a vysoce bioakumulativní (vPvB) dle přílohy XIII nařízení REACH
- u látek uvedených na seznamu látek pro případné zahrnutí do přílohy nařízení

### **2. Bezpečnostní list poskytovaný na požádání**

- pokud látka nebo směs nesplňuje dle platné legislativy kritéria klasifikace jako nebezpečná, nemá dodavatel povinnost poskytnout pro tuto látku nebo směs BL
- zákazník má právo vyžádat si BL a dodavatel má povinnost mu ho poskytnout, pokud směs obsahuje:
  - klasifikované látky
  - látky PBT nebo vPvB
  - látky uvedené v seznamu látek pro případné zahrnutí do přílohy XIV v množství přesahujícím určitou specifikovanou prahovou hodnotu
  - látky, pro něž jsou stanoveny expoziční limity

### **3. Informace, které je třeba poskytnout široké veřejnosti**

- v situaci, kdy dodavatel v případě nabídky nebezpečných látek široké veřejnosti poskytne „dostatečné informace, které uživateli umožní přijmout nezbytná opatření s ohledem na ochranu lidského zdraví, bezpečnost a životní prostředí, nemusí BL dodávat
- nařízení REACH však nespecifikuje, jak tyto informace poskytovat

### **4. Výrobky, u kterých se bezpečnostní list nevyžaduje**

- směsi v konečném stavu, určené pro konečného spotřebitele a spadající do konkrétních kategorií, pro něž existují jiné právní předpisy a je třeba zamezit jejich překrývání s požadavky nařízení REACH (léčivé a kosmetické přípravky, potraviny, krmiva atd.)
- povinnosti související s BL neplatí také pro látky, které nespádají do působnosti nařízení REACH (např. radioaktivní látky, látky pod celním dohledem, neizolované meziprodukty)

## 4 Detekce kapalných BCHL

### 4.1 Detekční papírky

#### 4.1.1 Detekční papírky PP 3, CALID 3

Průkazníkový papírek (PP) pro detekci 3 druhů látek, označovaný také CALID 3 (*Chemical Agent Liquid Detection*).

Průkazníkové papírky slouží k detekci kapalných bojových chemických látek (BCHL). Jednotlivé detekční papírky jsou napuštěny směsí chemických látek a barviv, které za přítomnosti vybraných kapalných BCHL reagují a vytváří specifickou barevnou reakci ve formě viditelné barevné skvrny.

- PP umožňuje okamžité určení přítomnosti látek typu G, H a V
- je součástí mnoha různých detekčních souprav pro detekci a stanovení BCHL včetně souprav ORM-17 a ORM-17 K

Obálka bločku je na první straně opatřena názvem, datem expirace (použitelnosti), popř. číslem výrobní série. Na dalších stranách je obálka opatřena návodem na použití a třemi barevnými srovnávacími pruhy (etalonem).

Bločky průkazníkových papírků PP 3 jsou vyráběny ve dvou variantách, 12 listů papírků s lepidlovou vrstvou krytou folií nebo 25 listů papírků bez lepidlové vrstvy. Listy jsou svázané do bločku, pro snadnější vytržení z bločku jsou u hřbetu perforované a mohou být perforované i podélně pro snadnější odtržení při využití menších proužků PP, např. pro ponoření do kapaliny.

Vyskytují se v mnoha jazykových variantách, neboť tyto papírky vyráběné v České republice jsou vyváženy do více než 50 zemí světa a export činí kolem 90 %. Různé jazykové mutace mohou mít také různé uspořádání oproti provedení pro ČR, např. 6 listů s lepidlovou vrstvou a 6 listů bez lepidlové vrstvy k odtržení a s perforací k případnému podélnému dělení.



### Technické parametry PP 3

rozsah pracovních teplot	-40 °C až +60 °C
odolnost	proti vlhkosti až 100 %, proti dešťovým srážkám, částečně proti pohonným hmotám
životnost	5 let
skladovací podmínky	-40 °C až +60 °C (při 60 °C ne více než 1 měsíc)
simulace	použít simulanty G, H a V vyvinuté speciálně pro PP-3

### Podstata stanovení PP3

Po kontaktu kapalné bojové chemické látky sarin (látka typu G), yperit (látka typu H) nebo látky typu V s průkazníkovým papírkem dochází ihned k chemické reakci. Reakce se projeví vznikem barevné skvrny typické pro typ dané látky na průkazníkovém papírku, detekující typ kapalné BCHL. Typ detekované BCHL se určí srovnáním s barevným etalonem, který je vytištěn na přebalu bločku průkazníkových papírků.

Průkazníkový papírek PP 3 lze použít k otisku sledované plochy, detekci BCHL v nalezené kapalině ponořením, nebo ke sledování sedimentujících kapének aerosolového oblaku BCHL. V případě papírku s lepicí vrstvou je po odstranění krycí fólie ze strany lepicí vrstvy je možné jej nalepit suchý a očištěný povrch, na místo, na kterém chceme dlouhodobě detekovat případný výskyt kapalných BCHL nebo spad sedimentujících kapének z aerosolu, včetně objektů v pohybu, tj. vozidel a osob v ochranných oděvech apod.

Pozitivní detekce, tj. barevná změna papírku při přítomnosti kapalné BCHL je senzoricky velmi dobře patrná skrz celou tloušťku papírku i zadní stranu opatřenou lepicí vrstvou. Barevnou změnu detekující přítomnost kapalné BCHL je tak možné pozorovat z kabiny zásahového vozidla při nalepení PP na vnější stranu čelního skla.

### Umístění PP 3

Při detekci kapalných BCHL na výstroji a osob v ochranných oděvech se průkazníkový papírek umísťuje na přední část jedné z obuvi (obvykle pravé) a na levý rukáv v oblasti nad loktem.

V případě techniky se průkazníkový papírek umísťuje na bocích techniky po jednom kuse, dále na zadní straně po levé straně a v průběhu přesunu se umísťuje také v zorném poli chemického pozorovatele, u automobilů se umísťuje na čelní sklo, a to nad dráhu stěrače, u ostatní techniky na místo, které je viditelné průzorem pozorovatele.

### **Výhody a nevýhody detekčního papírku CALID-3:**

#### Výhody:

- + okamžitá detekce kapalné BCHL
- + bez zdlouhavé přípravy
- + odolný vodě a dešťovým srážkám
- + ekonomicky nenáročný (cena balení 12 papírků je cca 145,-Kč)
- + snadno vyhodnotitelné srovnání skvrn s etalonem

#### Nevýhody:

- určen pouze pro kapaliny
- umožňuje pouze kvalitativní detekci
- zbarvení může být ovlivněno přítomností organických kapalin
- pro potvrzení výsledku je vhodná/nutná kontrola jiným detekčním prostředkem

## 4.1.2 Detekce kapalných BCHL průkazníkovým papírkem PP 3

### Podstata stanovení:

Po kontaktu kapalně bojové chemické látky sarin (G), yperit (H) nebo látky typu V s průkazníkovým papírkem dochází ihned k chemické reakci. Reakce se projeví vznikem barevných skvrn různé barvy na průkazníkovém papírku, detekující typ kapalně BCHL. Typ detekované BCHL se určí srovnáním s barevným etalonem, který je vytištěn přebalu bločku průkazníkových papírků.

### Použití:

Průkazníkový papírek PP 3 lze použít ke sledování spadu kapének aerosolu BCHL, k otisku sledované plochy nebo detekci BCHL v nalezené kapalině.

V případě papírku s lepivou vrstvou je možné jej nalepit na místo, na kterém chceme dlouhodobě detekovat případný výskyt kapalných BCHL, včetně objektů v pohybu, tj. osob v ochranných oděvech a vozidel.

### Příprava a pomůcky:

V místě perforace u hřbetu bločku vytržením vyjmi jeden list PP 3, bloček ulož zpět do plastového obalu. List PP rozděl příčně na dvě části. Obyčejnou tužkou vyznač na každé ze dvou částí 8 polí, pole očíslej po sloupcích 1-16. Každou polovinu listu PP ulož na Petriho misku, která je umístěna na nepropustné podložce se zvýšeným okrajem.

### Bezpečnostní pokyny:

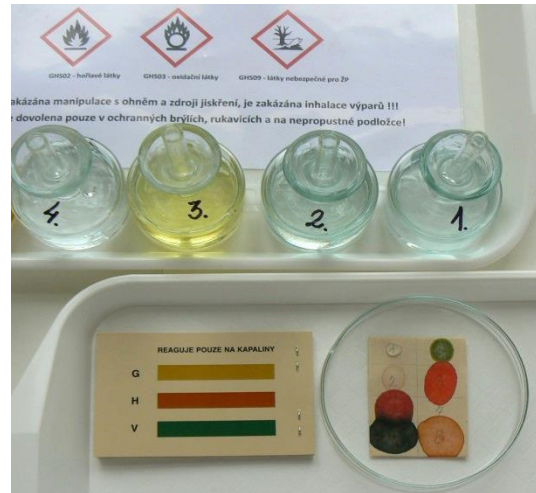
Práce je dovolena jen v ochranných rukavicích a ochranných brýlích!

Manipulace je dovolena vždy jen s jednou vzorkovnicí!

Je zakázáno umisťovat vzorkovnice mimo podložky, zdvíhat je do výše nebo manipulovat s nimi nad jinými vzorkovnicemi!

Je zakázáno naklánět se nad vzorkovnice a inhalovat výpary!

Je zakázáno dotýkat se průkazníkových papírků kontaminovaných vzorky!



### Postup stanovení:

Přisuň podložní táč se vzorkovnicemi k podložnímu tácu s Petriho miskami, na kterých jsou umístěny PP.

Z podložního tácu se zvýšeným okrajem postupně zkoušej obsah jednotlivých vzorkovnic vybavených kapátkem tak, aby se vzorkovnice při manipulaci nacházela vždy nad nepropustnou podložkou (tácem). Obsah jednotlivých vzorkovnic vyzkoušej nejprve bez ucpávání kapátka prstem, aby množství zkoušené kapaliny bylo co nejmenší. Teprve není-li nabrané množství dostatečné, využij funkci kapátka.

V případě potřeby otoč nebo přisuň Petriho misku s PP na podložce ke vzorkovnici, jejíž obsah budeš právě zkoušet. Nemanipuluj se vzorkovnicemi z jedné řady nad řadou jiných vzorkovnic, v případě potřeby otoč celou podložku se vzorkovnicemi.

Ihned sleduj průběh a barevnou reakci zkoušené kapaliny s průkazníkovým papírkem PP 3. U některých vzorků může dojít k poměrně rychlému odpaření a tím ztratě výraznosti barevné změny, naopak některé vzorky mohou reagovat pomaleji a barevná reakce se může objevit až po určité době.

### Vyhodnocení:

Konkrétní typ zjištěné bojové chemické látky se určí porovnáním barevné skvrny s etalonem, který je umístěný na přebalu bločku průkazníkových papírků. Při porovnávání barevné skvrny s vytištěným etalonem je nutné mít etalon chráněný v uzavřeném plastovém sáčku.

Do protokolu zapiš, zda kapalina s papírkem reagovala a zaznamenej průběh reakce. Typ BCHL určí podle zbarvení.

V případě detekce na dříve kontaminovaných površích zamořených jednou látkou dojde při otírání papírku o povrch k plošnému zbarvení příslušným barevným odstínem. V případě dřívějšího zamoření více látkami se papírek zbarví více odstíny.



### **Poznámky:**

*Při vyhodnocování se mohou na detekčním papírku objevit také skvrny jiného charakteru a barev než těch, které jsou na srovnávacím etalonu. To může být způsobeno přítomností rušivých látek, jako jsou například pohonné hmoty, dekontaminační látky a směsi, organická rozpouštědla atd.*

### **Detekce kapalin detektorem PP 3**

Podstata stanovení, použití a postup vyhodnocení je totožný, jak bylo popsáno v předchozí kapitole 4.1.2.

#### **Příprava a postup detekce kapalin:**

Je třeba připravit stejný počet proužků, jaký je počet s kapalnými vzorky. List průkazníkového papírku PP 3 vytrhni z bločku a rozděl rozstřížením pomocí nůžek na proužky široké cca 5 mm, délka proužku odpovídá kratší straně původního formátu PP 3. Připravené proužky označ obyčejnou tužkou čísly, nebo jiným způsobem, aby bylo zřejmé, kterým proužkem byla testována kapalina v dané vzorkovnici.

Příprav Petriho misku co nejbližší vzorkovnici (lahvička, vialka) na nepropustnou podložku. Otevři vzorkovnici a proužek připraveného průkazníkového papírku namoč asi 5 mm do zkoušeného roztoku. Proužek vyjmi, polož na Petriho misku na nepropustné podložce a porovnej zbarvení proužku průkazníkového papírku PP 3 s etalonem vytištěným na přebalu PP 3 (bloček průkazníkových papírků s přebalem musí být při porovnávání chráněn průhledným uzavřeným plastovým obalem). V případě potřeby použij k manipulaci s proužkem pinzetu.

S namočeným proužkem PP 3 se nesmí manipulovat jinak, než je uvedeno, aby nedošlo ke kontaminaci! Použité proužky PP 3 skládej na Petriho misku vedle sebe, aby bylo vždy patrné, kterým proužkem byla testována kapalina v konkrétní vzorkovnici.

Výsledky detekce, případné odchylky a všechna významná fakta detekce a pozorování zapiš.

### **Detekce povrchů detektorem PP 3**

Podstata stanovení, použití a postup vyhodnocení je totožný, jak bylo popsáno v předchozí kapitole 4.1.2.

#### **Příprava a postup detekce povrchů otiskem:**

List průkazníkového papírku PP 3 vytrhni z bločku a rozděl rozstřížením pomocí nůžek na dvě stejné poloviny. Připravený průkazníkový papírek přilož na připravenou plochu určenou k otěru nebo otisku, na kterou se provádí detekce (Petriho miska, kovová destička, vzorek kůže). Pokud sedimentující kapénky aerosolového oblaku, jemuž byla plocha vystavena, obsahují kapalnou BCHL, dojde k zbarvení papírku.

Zabarvení porovnej s etalonem vytištěným na přebalu bločku PP 3 a urči typ kapalnou BCHL. U materiálů, u nichž mohlo dojít k částečnému vsáknutí kapének je

nutné průkazníkový papírek přitlačit na povrch, případně použít k přitlaku tupou hranu pinzety nebo zatavený konec skleněné tyčinky, ale tak, aby nedošlo k roztržení průkazníkového papírku.

## **4.2 Další detekční prostředky pro detekci kapalných BCHL**

### **Průkazníková páska PP-1**

Kromě uvedených průkazníkových papírků PP-3 je používána i průkazníková páska PP-1, sloužící k jednoduché a rychlé detekci kapalně látky typu VX. Jedná se o samolepící papírovou pásku impregnovanou acidobazickým indikátorem, bromkresolovou zelení, která se při expozici rozpouští v látce VX a poskytuje modré zbarvení.

### **Detekční prostředek Detehit**

Detekční prostředek, kolorimetrický biosenzor DETEHIT pro detekci nervově paralytických látek je popsán v samostatné kapitole 8 Detekce NPL.

### **Detekční trubice**

Detekční trubice pro detekci kapalných nervově paralytických BCHL, respektive jejich par a aerosolů jsou popsány v samostatné kapitole 8 Detekce NPL.

## **4.2.1 Přístroje pro detekci BCHL**

### **Automatický signalizátor otravných látek GSP-11**

Přístroj je určený k nepřetržité kontrole přítomnosti nervově paralytických látek typu G (sarin, soman) a typu V ve vzduchu. Pozitivní detekce těchto látek ve vzduchu signalizuje opticky a akusticky. Je konstruován pro provoz ve vozidlech nebo pro stacionární provoz na stanovišti, pracuje se dvěma rozsahy citlivosti na koncentrace BCHL a je obsluhován jednou osobou.

Pracuje na fotokolorimetrickém principu, snímá a vyhodnocuje barevné změny na indikační pásce, která byla navlhčena indikačními roztoky, a přes kterou byl posléze prosáván vzduch. Před zahájením samotné detekce je nutné dosáhnout pracovní teploty uvnitř přístroje 33 °C, při nedodržení teploty může docházet k falešným signálům o přítomnosti BCHL v ovzduší.

Je-li ve vzduchu obsažena otravná látka typu G nebo V, zůstává skvrna na indikační pásce červené barvy až do okamžiku fotokolorimetrické kontroly. V opačném případě je zbarvení indikační pásky v okamžiku kontroly žlutá. Pokud fotoelektrický blok přístroje bude registrovat v okamžiku kontroly červené zbarvení na indikační pásce, zapne se optická, akustická a dálková signalizace.

## **Automatický signalizátor GSA-12**

Souprava automatického signalizátoru otravných látek GSA-12 je určena k automatickému zjišťování par nervově paralytických látek (typu G a V) v ovzduší, a to buď nepřetržitě, nebo ve stálých časových intervalech.

GSA-12 pracuje na principu opticko-elektrického vyhodnocování a pracuje jako páskový fotokolorimetrický signalizátor par NPL. U tohoto přístroje je využíváno schopnosti zpomalování biochemické reakce mezi enzymem a substrátem, v probíhajícím úseku pásky, kterým byl prosáván kontrolovaný vzduch.

Při nanesení obou pracovních roztoků na pracovní úsek pásky se vytvoří temně zelená skvrna, která se rychle odbarvuje. Pokud nejsou v kontrolovaném vzduchu obsaženy páry NPL nebo je-li jejich koncentrace nižší než citlivost přístroje, dojde k odbarvení skvrny ještě před okamžikem fotokolorimetrického vyhodnocení. Překročí-li koncentrace NPL v kontrolovaném vzduchu citlivost přístroje, vzniklá skvrna se neodbarví a na základě fotokolorimetrického vyhodnocení se uvede automaticky do činnosti světelné a zvukové signalizační zařízení.

Tato souprava je již využívána pouze v určitých starších typech techniky, může být umístěna ve vozidlech nebo ve stacionárních zařízeních. Přítomnost uvedených otravných látek je přístrojem signalizována světelně a zvukově.

## **Analyzátor plynů GDA-2**

Analyzátor slouží k identifikaci a stanovení průmyslových toxických látek, BCHL (nervově paralytických látek a zpuchýřujících látek) v ovzduší nebo vzorku vzduchu.

Přístroj využívá kombinaci čtyř detekčních principů, a to konkrétně IMS detektor, fotoionizační detektor, elektrochemický článek a dvě polovodičová čidla. V některém z uvedených čidel se přítomnost otravné látky v dané koncentraci projeví určitým signálem, koncentrace je určena dle intenzity signálu.

Poměr vydaných signálů porovná přístrojový software s uloženými daty v knihovně a je tak schopen určit nejen nejpravděpodobnější strukturu látky, ale dokáže také rozpoznat jednoduché směsi. Přístroj je schopen detekovat a kvantifikovat až 43 nebezpečných chemických látek a bojových chemických látek v koncentracích jednotek ppm.

## **Ramanův spektrometr**

Jedná se v současné době o techniku na nejvyšší úrovni. Analyzátor na základě spekter uložených v knihovně přístroje umožňuje identifikaci kapalných, ale i pevných BCHL na principu Ramanovy spektrometrie.

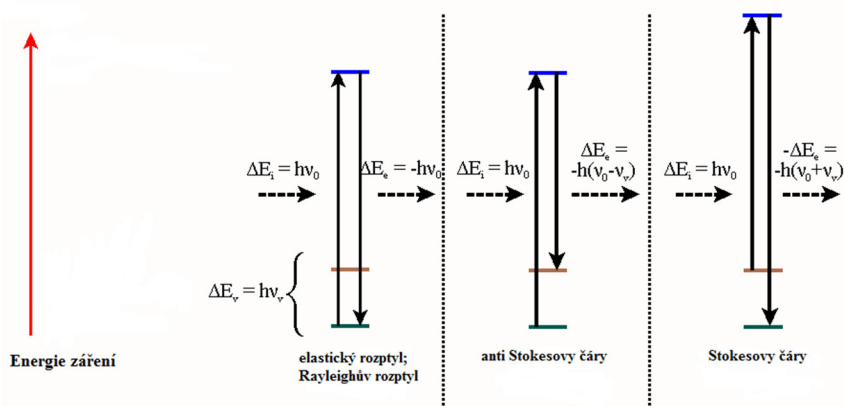
Při analýze není nutné provádět otevření nádoby, analýzu je možné provést přes obal a samotná detekce, identifikace a kvantifikace látky trvá jen několik sekund

Knihovna obsahuje 11 316 spekter, přístroj je tedy schopen identifikovat přesně 11 316 potenciálně otravných látek

## Ramanova spektroskopie

Spektroskopická metoda měřící spektrum elektromagnetického záření rozptýleného díky Ramanově jevu (Ramanův rozptyl, neelastický rozptyl, kombinální rozptyl, Mandelstamův rozptyl, Smekalův-Ramanův rozptyl). Ramanův jev způsobuje, že rozptýlené záření má nepatrně odlišnou vlnovou délku od vstupujícího záření díky účasti vibračních přechodů v energetických stavech molekuly.

Jde o změnu směru i velikosti vlnového vektoru a polarizace fotonů při průchodu prostředím v důsledku interakce s dvěma stavy atomu či molekuly.



první část: rozptýlené záření ze vzorku tvoří Rayleighův (elastický) rozptyl

druhá část: první symetricky rozložená Ramanova linie - anti Stokesův jev v oblasti vyšších frekvencí (anti Stokesovy čáry)

třetí část: druhá symetricky rozložená Ramanova linie - Stokesův jev u nižších frekvencí Ramanova spektra (Stokesovy čáry)

Zdrojem světla je obvykle výkonný pulsní laser, záření interaguje se vzorkem:

- většina záření projde
- část fotonů se absorbuje
- $10^{-4}$  fotonů se elasticky rozptýlí (Rayleighův rozptyl) intenzita Rayleighova záření je zhruba  $10^5$ - $10^{12}$ krát vyšší než intenzita Ramanových linií
- $10^{-8}$  fotonů je neelasticky rozptýleno a interaguje se vzorkem (Stokesovy a anti Stokesovy linie) - tohoto neelastického rozptylu využívá Ramanova spektroskopie.

*Poznámka:*

*Sir Chandrasekhara Venkata Raman (7. 11. 1888 - 21. 11. 1970)*

*Prvé pozorování nelastického rozptylu bylo popsáno v Kalkatě Ramanem a jeho spolupracovníkem Krishnanem a téměř ve stejnou dobu Landsbergem a Mandelstamem v Moskvě v r. 1928. Dva roky poté Raman obržel za svoji práci Nobelovu cenu.*

## Detektor otravných látek RAID 1

Jedná se o detektor látek fungující na principu spektrometrie iontové mobility (IMS) používaný pro detekce BCHL a průmyslové toxické látky. Přístroj používá Institut ochrany obyvatelstva sídlící v Lázních Bohdaneč, který spadá pod působnost Ministerstva vnitra - Generální ředitelství HZS ČR a dále AČR.

## 5 Detekce plynů a par

### 5.1 Obecné zákonitosti chování plynů a par

- zákonitostí chování plynů a par je závislost na poměru měrné hmotnosti nebezpečných látek, která je vztažená na vzduch
- proudění vzduchu je závislé na chování vzduchových mas a rozdílů teplot
- měrná hmotnost je vyjádření, které určuje kolikrát je obsah nebezpečné látky nebo její páry lehčí nebo těžší než vzduch
- vše se odvíjí od molekulární hmotnosti vzduchu, která je 29

$$\text{měrná hmotnost } \rho = \frac{M_{\text{NL}}}{M_{\text{VZDUCH}}}$$

- jestliže je hustota nebezpečné látky menší než 1, tak je lehčí než vzduch (nebezpečná látka stoupá vzhůru a snadněji se rozptýluje)
- jestliže je hustota nebezpečné látky rovna nebo větší než 1, tak je těžší než vzduch (nebezpečná látka se drží při zemi)

*Poznámka:*

*Součet molekulových hmotností jednotlivých prvků nebezpečné sloučeniny se srovnává s poměrnou molekulovou hmotností vzduchu, kdy součet molekulových hmotností jednotlivých prvků nebezpečné látky je buď menší 29 = lehčí než vzduch, nebo rovno a větší 29 = těžší než vzduch.*

#### **Příklad zjištění hustoty látky:**

- |   |  |
|---|--|
| 1) zjistíme chemický vzorec - např. etylalkohol $\text{C}_2\text{H}_6\text{O}_1$                            | 1) zjistíme chemický vzorec - např. amoniak $\text{NH}_3$                          |
| 2) v PSP najdeme atomové hmotnosti C, H a O (12; 1 a 16)  | 2) v PSP najdeme atomové hmotnosti N a H (14 a 1)                                  |
| 3) provedeme součet $\text{C}_2 \text{H}_6 \text{O}_1$<br>( $2 \times 12 + 6 \times 1 + 1 \times 16$ ) = 46 | 3) provedeme součet $\text{N}_1 \text{H}_3$<br>( $1 \times 14 + 3 \times 1$ ) = 17 |
| 4) M etylalkoholu 46 vydělíme M vzduchu, tedy $46 : 29 = 1,58$  | 4) M amoniaku 17 vydělíme M vzduchu, tedy $17 : 29 = 0,59$                         |
| <b>výsledek:</b> páry etylakoholu jsou $1,6 \times$ těžší než vzduch  | <b>výsledek:</b> páry amoniaku jsou $0,59 \times$ lehčí než vzduch                 |

## 5.2 Univerzální nasavač

- univerzální nasavač slouží jako zdroj podtlaku pro nasátí potřebného množství vzduchu přes detekční vrstvu detekčního prostředku, detekční trubice
- používá se při detekci a k orientačnímu stanovení koncentrace škodlivin ve vzduchu v kombinaci s detekčními trubicemi, které jsou popsány v samostatné kapitole
- je tvořen pryžovým měchem oválného harmonikového tvaru uzavřen plastovými bočnicemi, ve kterých jsou zpětné membránové ventily
- na jednu bočnici navazuje hlavice s pryžovým těsněním nebo kovovým nátrubkem s navlečenou pryžovou hadicí, do které se nasouvá detekční trubice nebo prodlužovací hadice

## 5.3 Detekční trubice

- principem detekčních trubic je kolorimetrická reakce
- reakce probíhá na základě chemické reakce přítomnosti látky, kterou chceme detekovat za vzniku specifického zbarvení v indikační vrstvě trubice
- detekce, respektive kolorimetrická reakce se vyhodnocuje subjektivně, zrakem a porovnáním s barevným etalonem, popřípadě i detekční vrstvou nepoužité trubice stejného typu
- jsou velmi oblíbené kvůli jednoduché obsluze a relativně nízké ceně
- většina detekčních trubic je určena k jednorázovému použití\*

### 5.3.1 Typy detekčních trubic

Ačkoliv princip detekce je u většiny detekčních trubic velmi podobný a je založen na kolorimetrické reakci. Vlastní tělo tvoří skleněná trubice, na obou koncích zatavená, což chrání detekční vrstvu před degradací způsobenou vzdušnou vlhkostí a látkami přítomnými ve vzduchu.

Existuje několik konstrukčních technických řešení, jak může být vnitřní prostor trubice uspořádán. To se odvíjí zejména od druhu reakce a případné nutnosti přítomnosti dalších reakčních činidel. V případě trubic fungujícím na biochemické reakci inhibice cholinesteráz látkami nervově paralytickými pak trubice obsahuje kromě vlastní detekční vrstvy, kde probíhá reakce i vrstvu srovnávací (etalon). Tyto trubice jsou popsány v samostatné kapitole detekce nervově paralytických látek

*\*Poznámka:*

*Detekční trubice se dvěma zelenými pruhy (DT-12 pro detekci fosgenu, difosgenu, chlorkyanu, kyanovodíku) a detekční trubice se žlutými pruhy pro detekci látek typu H (DT-13, DT-15 a DT-16) lze použít i nepřetržitě, po dobu 120 minut, nebo opakovaně, 10krát při přerušovaném 3 minutovém provozu v průběhu 4 hodin.*

## Trubice s detekční vrstvou



Detekční trubice s detekční (indikační) vrstvou, která po chemické reakci detekuje přítomnost látky. Vlastní detekční vrstva je tvořena obvykle silikagelem vhodné zrnitosti, impregnovaným acidobazickým indikátorem, nebo látkami poskytující kolorimetrickou chemickou reakci. Detekční vrstva je proti rozsypaní a posunu na obou stranách zajištěna plastovými přídržkami, konstrukčně řešenými tak, aby jimi mohl procházet vzduch.

Na detekční trubici je šipkou vyznačen směr prosávání vzduchu, počet zdvihů ( $n = 10$ ) ručním nasavačem typu Universal, který určuje objem prosávaného vzduchu, označení typu trubice a výrobce detekční trubice.



Detekční trubice pro detekci a orientační stanovení obsahu oxidu uhelnatého firmy Nedform dle ČSN 83 0411. Při přítomnosti detekované látky dochází k chemické reakci v tmavě zbarvené náplni trubice, produkty reakce následně barví bílou detekční vrstvu, která je rozdělena na dva rozsahy.

- První rozsah slouží pro stanovení obsahu oxidu uhelnatého na 1 nasátí univerzálním nasávačem ( $0,1 \text{ dm}^3$  vzduchu).

Stupnice označená  $1 \times$  určená na 1 nasátí je v rozsahu 0,05 - 0,3 % ( $0,1 \% = 1140 \text{ mg} \cdot \text{m}^3$ ). Není-li zbarvení bílé detekční vrstvy dostatečné, tj. nedosáhlo-li prvního rozsahu, použije se druhý rozsah, který je 10krát citlivější.

- Druhý rozsah slouží k detekci 10krát nižších koncentrací než rozsah první stupnice.

Stupnice označená  $10 \times$  určená na 10 nasátí je v rozsahu 0,001 - 0,03 % ( $0,01 \% = 114 \text{ mg} \cdot \text{m}^3$ ). Provede se dalších 9 nasátí ( $0,1 \text{ dm}^3$  vzduchu z prvního nasátí +  $9 \times 0,1 \text{ dm}^3$  vzduchu z druhého nasátí =  $1 \text{ dm}^3$  vzduchu).



Detekční trubice CO<sub>2</sub> 1 % pro detekci a orientační stanovení obsahu oxidu uhličitého firmy Nedform dle ČSN 83 0415. Při přítomnosti detekované látky dochází k chemické reakci, která barví bílou detekční vrstvu, která je rozdělena stupnicí v rozsahu 1 - 16 % (1 % = 18 000 mg·m<sup>3</sup>).

### Trubice s detekční vrstvou a ampulí s reakční kapalinou



Detekční trubice s detekční vrstvou, na které je kolorimetrická reakce patrná až po rozbití ampulky s reagenční kapalinou. U detekčních trubic existují dva případy.

- V prvním případě se ampulka s reagenční kapalinou rozbije před započítáním prosávání předepsaného množství vzduchu, například u trubice DT-011 sloužící k detekci oxidu uhelnatého (DT-011 firmy Oritest).
- V druhém případě se nejprve nasává předepsané množství vzduchu (kontaminant je obvykle adsorbován na povrch silikagelu, popř. dochází k reakci, která nemá za následek změnu zbarvení) a teprve poté se rozbije ampulka s reagenční kapalinou, její obsah se sklepe na detekční vrstvu a teprve nyní probíhá kolorimetrická reakce. Je to příklad detekčních trubic DT-010 sloužící k detekci formaldehydu (DT-010 firmy Oritest).

Detekční trubice s více vrstvami a ampulemi pro detekci nervově paralytických látek jsou popsány v samostatné kapitole.

Ampulka s reagenční kapalinou se rozbíjí (propichuje) jehlou, která je zabudována v těle odlamovače trubic.

Konstrukce trubice, materiál a uspořádání detekční vrstvy je podobné jako v předchozím případě.

Na detekční trubici je šipkou vyznačen směr prosávání vzduchu, počet zdvihů ( $n = 10$ ) ručním nasavačem typu Universal, který určuje objem prosávaného vzduchu, označení typu trubice a výrobce detekční trubice.



### 5.3.2 Jednotky používané při detekci a orientačním stanovení

<b>l</b>	litr, základní jednotka objemu představuje $1 \text{ dm}^3$ též zapisovaná jako $\ell$ , v anglicky mluvících zemích se používá velké L $1\,000\,000 \mu\text{l} = 1000 \text{ ml} = 1 \text{ l} = 1 \text{ dm}^3 = 0,001 \text{ m}^3$
<b>ppm</b>	Parts per million je výrazem pro jednu miliontinu, používá se pro znázornění poměru jedné části vůči celku $100 \% = 1\,000\,000 \text{ ppm}$ ; $1 \% = 10\,000 \text{ ppm}$ ; $1 \text{ ‰} = 1\,000 \text{ ppm}$
<b>ppb</b>	představuje 1 miliardtinu (parts per billion) $100 \% = 1\,000\,000\,000 \text{ ppb}$ ; $1 \% = 10\,000\,000 \text{ ppb}$ ; $1 \text{ ‰} = 1\,000\,000 \text{ ppb}$
<b>mg·m<sup>-3</sup></b>	jednotky vyjadřující koncentraci, resp. její hmotnost detekované látky v určitém objemu vzduchu
<b>l·min<sup>-1</sup></b>	průtok vzduchu; vyjadřuje objem za určitý čas
<b>%</b>	vyjadřuje celým číslem část celku
<b>‰</b>	promile je jedna desetina jednoho procenta, tj. jedna tisícina celku $1 \text{ ‰}$ v 1 litru = 1ml v celkovém objemu 1000 ml

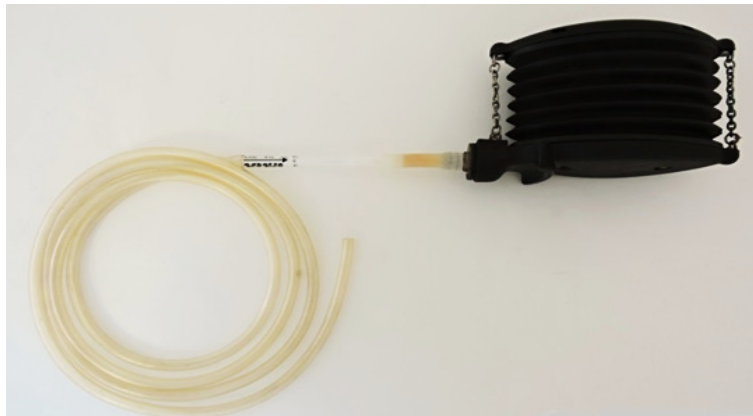
## 5.4 Varianty připojení detekčních trubíc

### 5.4.1 Připojení na nasavač



Detekční trubice se po otevření a kontrole těsnosti zpětného ventilu univerzálního nasavače připojí pomocí krátké pryžové nebo silikonové hadičky přímo na kovový nátrubek univerzálního nasavače. Po připojení lze ihned začít nasávat analyzovaný vzduch a může začít detekce.

### 5.4.2 Připojení na nasavač s prodloužením



K trubici je možno připojit pryžovou hadici odpovídajícího průměru pro detekci v těžko přístupných místech. Délka připojené hadice by neměla být delší než 2 metry. Průměr připojené hadice bývá vzhledem k průměru detekčních trubíc 5-7 mm.

Je nutné si uvědomit, že obsah vzduchu v připojené prodlužovací hadici neobsahuje látky, které chceme v předmětném prostředí detekovat. Proto je nutné podle délky vypočítat objem vzduchu, který připojená hadice obsahuje\*.

Teprve po nasátí analyzovaného vzduchu do hadice se připojí detekční trubice mezi prodlužovací hadici a univerzální nasavač pomocí krátké pryžové spojky. Teprve poté se provede předepsaný počet nasátí univerzálním nasavačem pro daný typ trubice.

*\*Podle vzorce pro výpočet objemu válce  $v = \pi \times r^2 \times v$ ; průměr hadice 2,5 mm, délka 2000 mm;  $3,14 \times 2,5^2 \times 2000 = 39250 \text{ mm}^3 = 39,25 \text{ cm}^3$  Pro zvolený průměr prodlužovací hadice 5 mm stačí jedno nasátí univerzálním nasavačem.*

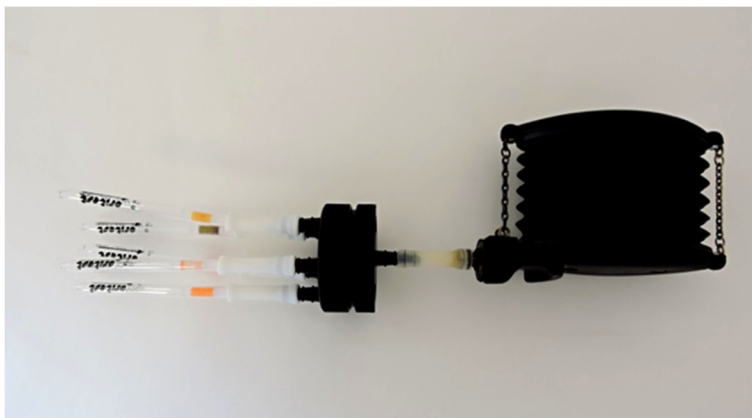
### 5.4.3 Připojení detekční trubice na prodlužovací hadici



V ojedinělých případech lze využít připojení detekční trubice na konec prodlužovací hadice, která je připojena na kovový nátrubek univerzálního nasavače. V tomto případě není nutné předem provádět nasátí analyzovaného vzduchu do hadice, neboť ten již prošel detekční trubicí.

Teoreticky lze použít téměř neomezenou délku prodlužovací hadice. Tato varianta má však mnoho nevýhod, zejména může dojít k nasátí kapaliny do detekční trubice a tím ke znehodnocení detekční zóny, rozbití skleněné trubice a v neposlední řadě není možné pozorovat průběh reakce a zbarvení při detekci.

### 5.4.4 Připojení více detekčních trubic



Pomocí speciálního nástavce, který může být součástí souprav, lze na jeden univerzální nasavač připojit více detekčních trubic a současně detekovat až 1 až 5 látek.

Nutnou podmínkou pro použití tohoto nástavce je použití detekčních trubic stejných vlastností, tj. se stejným počtem a délkou detekční vrstvy a se stejným objemem nasávaného vzduchu.

Počtem použitých detekčních trubic se násobí potřebný objem nasávaného vzduchu (počet nasátí pro 1 detekční trubicí  $n=10$ ; počet nasátí pro 5 detekčních trubic stejného typu  $n = 10 \times 5$ ).

Při použití menšího počtu trubic, než je počet vývodů nástavce, např. 2; 3 nebo 4, je nutné volná místa obsadit neotevřenými trubicemi nebo jiným způsobem zamezit nasávání vzduchu (skleněná tyčinka, zátka).

## 6 Detekce pomocí detekčních trubic

Při detekci pomocí detekčních trubic je nutné bezpodmínečně dodržovat laboratorní řád!

- Pracovat je možné pouze v ochranných rukavicích, s ochrannými brýlemi a v zapnutém ochranném oděvu (bílý plášť).
- **Je zakázáno naklánět se nad vzorkovnice, inhalovat výpary roztoků nebo vzorky vyšetřovaného plynu!!!**
- **Je zakázána manipulace se vzorky bez vědomí vyučujícího!**
- Při odlamování konců detekčních trubic jsou zvláště nebezpečné odletující úlomky skla. Odlamování se provádí pouze nad podložkou tak, aby nebyli ohroženi ostatní pracovníci laboratoře.

### 6.1 Příprava detekčních trubic

Pro vlastní provedení detekce je nejprve nutné odlomit zatavené konce detekčních trubic, jak je znázorněno na obrázku.

- trubice se vloží do otvoru odlamovače trubic nad nepropustnou podložkou
- trubicí se v otvoru odlamovače za mírného tlaku pootočí tam a zpět, tím dojde k narušení skleněné vrstvy a snazšímu odlomení
- zatavený konec vložený do otvoru odlamovače se odlomí krátkým trhnutím směrem k sobě, k případnému rozletu úlomků skla dojde směrem od pracovníka
- odlomený konec trubice se začistí v otvoru odlamovače pootočením tam a zpět za mírného tlaku

Následně se trubice připojí k univerzálnímu nasavači podle jednoho z uvedených příkladů nebo použije pro detekci v přístroji CHP-71.



Obr.: Směr a postup odlamování zatavených konců detekčních trubic.

## 6.2 Standardní operační postupy detekce pomocí DT

### Detekce amoniaku

#### Podstata stanovení:

Změna barvy detekční vrstvy detekční trubice DT-008 ze žluté na zelenou až modrou. Metoda je založena na chemické reakci amoniaku s kyselinou fosforečnou, při průchodu detekční vrstvou amoniak mění své pH, a v závislosti na změně pH dochází ke změně barvy acidobazického indikátoru, který je součástí detekční zóny trubice.

Trubice obsahuje jednu indikační vrstvu, silikagel impregnovaný bromkrezolovou zelení, kyselinou fosforečnou a glycerinem.

Citlivost trubice je  $50 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

#### Příprava a pomůcky:

Balení detekčních trubic, odlamovač detekčních trubic, podložka pro odlamování konců trubic, zdroj podtlaku pro nasátí - univerzální nasavač nebo CHP-71.

#### Etalon a simulace:

K vyhodnocení a orientačnímu stanovení postačí srovnání s barevným etalonem vytištěným na obalu detekčních trubic, není třeba využívat simulační látky nebo trubice.

Vždy se doporučuje srovnat intenzitu a odstín zabarvení detekční vrstvy trubice se zabarvením neotevřené trubice, zejména při velmi malých koncentracích.

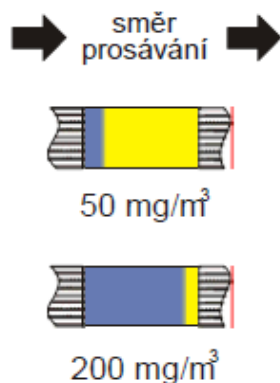
#### Postup detekce:

Příprav dvě detekční trubice DT 008 a obal, na němž je etalon a vzor zabarvení detekční vrstvy při přítomnosti amoniaku. Jednu trubici otevři na obou koncích pomocí odlamovače. Druhou trubici neotevírej a ponech neotevřenou pro srovnání.

Proveď prosátí  $1 \text{ dm}^3$  vzduchu detekční trubicí (10 zdvihů ručním univerzálním nasavačem, nebo 1 minutu el. čerpadlem\*).

Po prosátí vzduchu porovnej zbarvení detekční vrstvy s etalonem a detekční vrstvou neotevřené trubice. Nejlépe je umístit trubici, s níž byla provedena detekce, mezi neotevřenou trubicí a etalonem. Vyhodnoť detekci a stanov koncentraci.

#### Vyhodnocení:



\*při nastaveném průtoku vzduchu el. čerpadla  $11 \cdot \text{min}^{-1}$ ; detekční vrstva trubice DT 008 firmy Oritest

## Detekce chlorovodíku

### Podstata stanovení:

Změna barvy detekční vrstvy detekční trubice DT-009 ze žluté na červenou. Metoda je založena na chemické reakci chlorovodíku, který při průchodu detekční vrstvou mění pH a v závislosti na změně pH dochází ke změně barvy acidobazického indikátoru, který je součástí detekční zóny trubice.

Podobnou reakci poskytují i další kyselé plyny a páry, např. fosgen, chlorid fosforitý, organické a minerální kyseliny.

Trubice obsahuje jednu indikační vrstvu, silikagel impregnovaný methylovou oranží.

Citlivost trubice je  $10 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

### Příprava a pomůcky:

Balení detekčních trubic, odlamovač detekčních trubic, podložka pro odlamování konců trubic, zdroj podtlaku pro nasátí - univerzální nasavač nebo CHP-71.

### Etalon a simulace:

K vyhodnocení a orientačnímu stanovení postačí srovnání s barevným etalonem vytištěným na obalu detekčních trubic, není třeba využívat simulační látky nebo trubice.

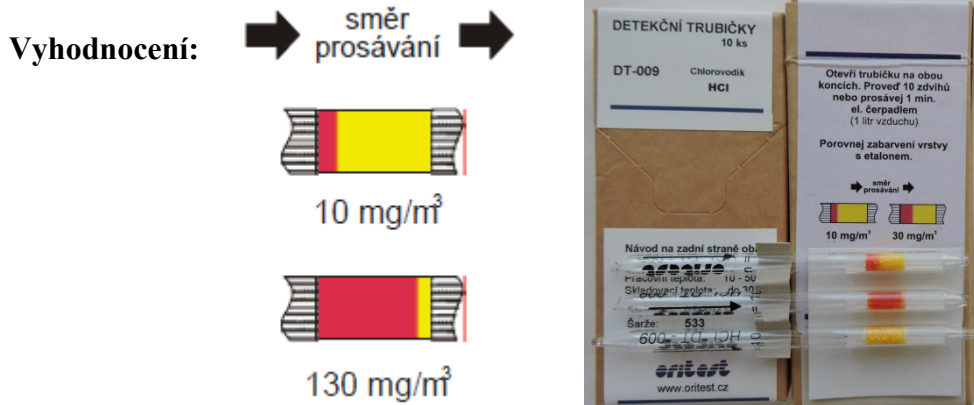
Vždy se doporučuje srovnat intenzitu a odstín zbarvení detekční vrstvy trubice se zbarvením neotevřené trubice, zejména při velmi malých koncentracích.

### Postup detekce:

Příprav dvě detekční trubice DT 009 a obal, na němž je etalon a vzor zbarvení detekční vrstvy při přítomnosti chlorovodíku. Jednu trubici otevři na obou koncích pomocí odlamovače. Druhou trubici neotevírej a ponech neotevřenou pro srovnání.

Proveď prosátí  $1 \text{ dm}^3$  vzduchu detekční trubicí (10 zdvihů ručním univerzálním nasavačem, nebo 1 minutu el. čerpadlem\*).

Po prosátí vzduchu porovnej zbarvení detekční vrstvy s etalonem a detekční vrstvou neotevřené trubice. Nejlépe je umístit trubici, s níž byla provedena detekce, mezi neotevřenou trubici a etalon. Vyhodnoť detekci a stanov koncentraci.



\*při nastavení el. čerpadla na průtok vzduchu  $11 \cdot \text{min}^{-1}$ ; detekční vrstva trubice DT 009 firmy Oritest



## Detekce formaldehydu

### Podstata stanovení:

Změna barvy detekční vrstvy detekční trubice DT-010 z bílé barvy na fialovou. Metoda je založena na chemické reakci formaldehydu se specifickým činidlem purpaldem, za vzniku barevného 6-merkpto-5-triazol-(4,3-b)-s-tetrazinu, který je součástí detekční zóny DT.

Trubice obsahuje jednu indikační vrstvu a ampulku s roztokem. Vrstva obsahuje silikagel impregnovaný chromogenním činidlem, v ampulce je nasycený roztok chloristanu sodného v 10 % hydroxidu sodném. Vysoká koncentrace kyselých látek v ovzduší může snižovat citlivost, podobnou reakci poskytují i další těkavé aldehydy.

Citlivost detekční trubice je  $0,5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

### Příprava a pomůcky:

Balení detekčních trubic, odlamovač detekčních trubic, podložka pro odlamování konců trubic, zdroj podtlaku pro nasátí - univerzální nasavač nebo CHP-71.

### Etalon a simulace:

K vyhodnocení a orientačnímu stanovení postačí srovnání s barevným etalonem vytištěným na obalu detekčních trubic, není třeba využívat simulační látky nebo trubice.

Vždy se doporučuje srovnat intenzitu a odstín zbarvení detekční vrstvy trubice se zbarvením neotevřené trubice, zejména při velmi malých koncentracích.

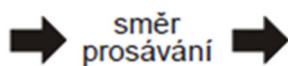
### Postup detekce:

Připrav dvě detekční trubice DT 010 a obal, na němž je etalon a vzor zbarvení detekční vrstvy při přítomnosti formaldehydu. Jednu trubici otevři na obou koncích pomocí odlamovače. Druhou trubici neotevírej a ponech neotevřenou pro srovnání.

Proveď prosátí  $1 \text{ dm}^3$  vzduchu detekční trubicí (10 zdvihů ručním univerzálním nasavačem, nebo 1 minutu el. čerpadlem\*)

Po prosátí vzduchu rozbij ampuli v DT jehlou v odlamovači trubic, její obsah setřes na detekční vrstvu a porovnej zbarvení detekční vrstvy s etalonem a detekční vrstvou neotevřené trubice. Nejlépe je umístit trubici, s níž byla provedena detekce, mezi neotevřenou trubici a etalon. Vyhodnoť výsledek detekce a stanov koncentraci.

### Vyhodnocení:



$0,5 \text{ mg/m}^3$



$10 \text{ mg/m}^3$



\*při nastavení el. čerpadla na průtok vzduchu  $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ; detekční vrstva trubice DT 010 firmy Oritest

## Detekce chloru

### Podstata stanovení:

Změna barvy detekční vrstvy detekční trubice DT-003 ze žluté na červenou. Metoda je založena na chemické reakci chloru s bromidem draselným, při které se uvolní brom a s fluoresceinem poskytuje červený produkt.

Trubice obsahuje jednu indikační vrstvu, silikagel impregnovaný chromogenními činidly (fluorescein a bromid draselný). Přesnost i citlivost ruší kyselé plyny a páry ve vysokých koncentracích. Trubicí lze prokázat i jiná silná oxidační činidla, zejména brom nebo oxid dusičitý, tento ovšem ve vyšší koncentraci.

Citlivost trubice je  $3 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

### Příprava a pomůcky:

Balení detekčních trubic, odlamovač detekčních trubic, podložka pro odlamování konců trubic, zdroj podtlaku pro nasátí - univerzální nasavač nebo CHP-71.

### Etalon a simulace:

K vyhodnocení a orientačnímu stanovení postačí srovnání s barevným etalonem vytištěným na obalu detekčních trubic, není třeba využívat simulační látky nebo trubice.

Vždy se doporučuje srovnat intenzitu a odstín zabarvení detekční vrstvy trubice se zabarvením neotevřené trubice, zejména při velmi malých koncentracích.

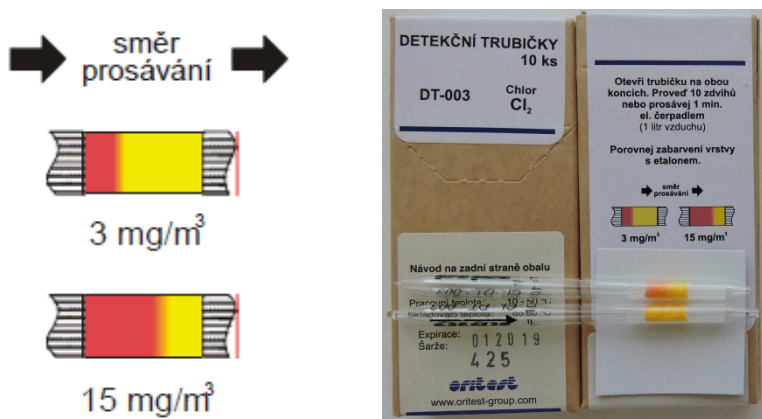
### Postup detekce:

Připrav dvě detekční trubice DT 003 a obal, na němž je etalon a vzor zabarvení detekční vrstvy při přítomnosti chloru. Jednu trubici otevři na obou koncích pomocí odlamovače. Druhou trubici neotevírej a ponech neotevřenou pro srovnání.

Proveď prosátí  $1 \text{ dm}^3$  vzduchu detekční trubicí (10 zdvihů ručním univerzálním nasavačem, nebo 1 minutu el. čerpadlem\*).

Po prosátí vzduchu porovnej zbarvení detekční vrstvy s etalonem a detekční vrstvou neotevřené trubice. Nejlépe je umístit trubici, s níž byla provedena detekce, mezi neotevřenou trubici a etalon. Vyhodnoť výsledek detekce a stanov koncentraci.

### Vyhodnocení:



\*při nastavení el. čerpadla na průtok vzduchu  $1 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ; detekční vrstva trubice DT 003 firmy Oritest



## Detekce oxidu dusičitého

### Podstata stanovení:

Změna barvy detekční vrstvy detekční trubice DT-004 z bílé na žlutou až hnědou. Metoda je založena na chemické reakci oxidu dusičitého s jodidem draselným za uvolnění jódu.

Trubice obsahuje jednu indikační vrstvu, silikagel impregnovaný jodidem draselným. Detekční trubicí lze prokázat i jiná silná oxidační činidla, zejména brom a chlor.

Citlivost trubice je  $2 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

### Příprava a pomůcky:

Balení detekčních trubic, odlamovač konců detekčních trubic, podložka pro odlamování konců trubic, zdroj podtlaku pro nasátí - univerzální nasavač nebo CHP-71.

### Etalon a simulace:

K vyhodnocení a orientačnímu stanovení postačí srovnání s barevným etalonem vytištěným na obalu detekčních trubic, není třeba využívat simulační látky nebo trubice.

Vždy se doporučuje srovnat intenzitu a odstín zabarvení detekční vrstvy trubice se zabarvením neotevřené trubice, zejména při velmi malých koncentracích.

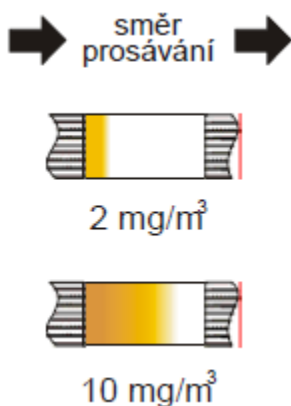
### Postup detekce:

Připrav dvě detekční trubice DT 004 a obal, na němž je etalon a vzor zabarvení detekční vrstvy při přítomnosti oxidů dusíku. Jednu trubicí otevři na obou koncích pomocí odlamovače. Druhou trubicí neotevírej a ponech neotevřenou pro srovnání.

Proveď prosátí  $1 \text{ dm}^3$  vzduchu detekční trubicí (10 zdvihů ručním univerzálním nasavačem, nebo 1 minutu el. čerpadlem\*).

Po prosátí vzduchu porovnej zbarvení detekční vrstvy s etalonem a detekční vrstvou neotevřené trubice. Nejlépe je umístit trubicí, s níž byla provedena detekce, mezi neotevřenou trubicí a etalon. Vyhodnoť výsledek detekce a stanov koncentraci.

### Vyhodnocení:



\*při nastavení el. čerpadla na průtok vzduchu  $11 \cdot \text{min}^{-1}$ ; detekční vrstva trubice DT 004 firmy Oritest

## Detekce oxidu siřičitého

### Podstata stanovení:

Změna barvy detekční vrstvy detekční trubice DT-005 z bílé na žlutou. Metoda je založena na chemické reakci oxidu siřičitého s Ellmanovým činidlem za vzniku barevného thiolátu.

Trubice obsahuje jednu indikační vrstvu, silikagel impregnovaný Ellmanovým činidlem a pufrovací látkou. Sirovodík reaguje podobně jako oxid siřičitý. Vyšší koncentrace kyselých plynů a par ruší toto stanovení, kdy může dojít k zamezení vzniku barvy nebo k odbarvení vrstvy.

Citlivost trubice je  $5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

### Příprava a pomůcky:

Balení detekčních trubic, odlamovač konců detekčních trubic, podložka pro odlamování konců trubic, zdroj podtlaku pro nasátí - univerzální nasavač nebo CHP-71.

### Etalon a simulace:

K vyhodnocení a orientačnímu stanovení postačí srovnání s barevným etalonem vytištěným na obalu detekčních trubic, není třeba využívat simulační látky nebo trubice.

Vždy se doporučuje srovnat intenzitu a odstín zabarvení detekční vrstvy trubice se zabarvením neotevřené trubice, zejména při velmi malých koncentracích.

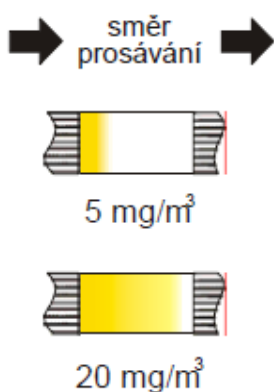
### Postup detekce:

Příprav dvě detekční trubice DT 005 a obal, na němž je etalon a vzor zabarvení detekční vrstvy při přítomnosti oxidu siřičitého. Jednu trubici otevři na obou koncích pomocí odlamovače. Druhou trubici neotevírej a ponech neotevřenou pro srovnání.

Proved' prosátí  $1 \text{ dm}^3$  vzduchu detekční trubicí (10 zdvihů ručním univerzálním nasavačem, nebo 1 minutu el. čerpadlem\*).

Po prosátí vzduchu porovnej zbarvení detekční vrstvy s etalonem a detekční vrstvou neotevřené trubice. Nejlépe je umístit trubici, s níž byla provedena detekce, mezi neotevřenou trubicí a etalon. Vyhodnot' výsledek detekce a stanov koncentraci.

### Vyhodnocení:



\*při nastavení el. čerpadla na průtok vzduchu  $11 \cdot \text{min}^{-1}$ ; detekční vrstva trubice DT 005 firmy Oritest

## Detekce oxidu siřičitého

### Podstata stanovení:

Změna barvy detekční vrstvy detekční trubice DT-005.1 z šedé na červenou. Metoda je založena na chemické reakci oxidu siřičitého s nitroprusidem zinku.

Trubice obsahuje jednu indikační vrstvu, silikagel impregnovaný nitroprusidem zinku, glycerinem, fenantrolinem a dimethylsulfoxidem. Sirovodík poskytuje podobnou reakci.

Citlivost trubice je  $5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

### Příprava a pomůcky:

Balení detekčních trubic, odlamovač detekčních trubic, podložka pro odlamování konců trubic, zdroj podtlaku pro nasátí - univerzální nasavač nebo CHP-71.

### Etalon a simulace:

K vyhodnocení a orientačnímu stanovení postačí srovnání s barevným etalonem vytištěným na obalu detekčních trubic, není třeba využívat simulační látky nebo trubice.

Vždy se doporučuje srovnat intenzitu a odstín zabarvení detekční vrstvy trubice se zabarvením neotevřené trubice, zejména při velmi malých koncentracích.

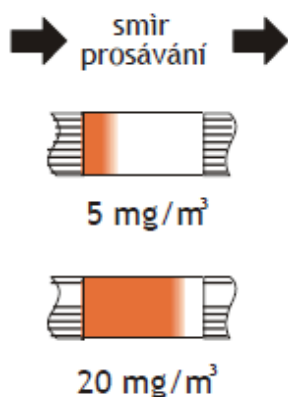
### Postup detekce:

Připrav dvě detekční trubice DT 005.1 a obal, na němž je etalon a vzor zabarvení detekční vrstvy při přítomnosti oxidu siřičitého. Jednu trubici otevři na obou koncích pomocí odlamovače. Druhou trubici neotevírej a ponech neotevřenou pro srovnání.

Proveď prosátí  $1 \text{ dm}^3$  vzduchu detekční trubicí (10 zdvihů ručním univerzálním nasavačem, nebo 1 minutu el. čerpadlem\*).

Po prosátí vzduchu porovnej zbarvení detekční vrstvy s etalonem a detekční vrstvou neotevřené trubice. Nejlépe je umístit trubici, s níž byla provedena detekce, mezi neotevřenou trubicí a etalon. Vyhodnoť výsledek detekce a stanov koncentraci.

### Vyhodnocení:



\*při nastavení el. čerpadla na průtok vzduchu  $11 \cdot \text{min}^{-1}$ ; detekční vrstva trubice DT 005.1 firmy Oritest

## Detekce a stanovení oxidu uhelnatého CO 0,001 %

### Podstata stanovení:

Změna zabarvení detekční zóny z bílé na hnědou a modrozelenou. Metoda je založena na chemické reakci oxidu uhelnatého se směsí jodičnanu draselného a dýmavé kyseliny sírové. Za přítomnosti vyšších uhlovodíků dochází ke změně barvy z bílé barvy na hnědou, která se k závěru změní na modrozelenou.

Trubice má dva měřicí rozsahy 0,001 – 0,03 % CO pro 10 zdvihů (nasátí 1 litr vzduchu) a 0,05 – 0,3 % pro 1 zdvih (nasátí 0,1 litru vzduchu).

Maximální přípustná chyba trubice je  $\pm 25$  % ze skutečné hodnoty.

### Příprava a pomůcky:

Balení detekčních trubic, odlamovač detekčních trubic, podložka pro odlamování konců trubic, zdroj podtlaku pro nasátí - univerzální nasavač<sup>#</sup>.

### Etalon a simulace:

Není třeba využívat simulační látky nebo trubice. Vyhodnocení a orientační stanovení je sensoricky dobře patrné a provede se přímým odečtem na stupnici detekční trubice, není třeba srovnání s barevným etalonem.

Změna zabarvení detekční vrstvy je dobře patrná a zřetelná i pro nejnižší rozsah na jedno nasátí 100 cm<sup>3</sup> vzduchu, není proto třeba srovnávat intenzitu a odstín zabarvení detekční vrstvy trubice s barvou neotevřené trubice.

### Postup detekce:

Příprav detekční trubici CO 0,001 % a obal, na němž je vytištěn rozsah stanovení. Trubici otevři na obou koncích pomocí odlamovače trubic.

Proved' 1 nasátí univerzálním nasavačem, po úplném napnutí řetízku vyčkej 5 sekund a odečti délku zbarvení indikační náplně na stupnici určené pro 1 nasátí. Jestliže se po 1 zdvihu nedosáhlo zbarvení alespoň po první rýsku stupnice pro 1 nasátí, provede se dalších 9 nasátí a odečte výsledek stanovení na stupnici pro 10 nasátí. Délka zbarvené náplně odpovídá koncentraci v objemových % s odchylkou  $\pm 25$  %. Hodnotu v % lze pomocí tabulky na obalu převést na koncentraci v mg·m<sup>-3</sup>.

### Vyhodnocení:

Bílá indikační náplň se po reakci barví hnědě a na konci modrozeleně.

### Poznámky:

*Detekční vrstva trubice se může zabarvit zároveň zeleně, jsou-li přítomny vyšší uhlovodíky.*



<sup>#</sup> z důvodu rozdílné délky a šířky trubice a nasávaného objemu není možné detekční trubici použít CHP-71  
\* detekční vrstva trubice CO 0,001 % firmy Nedform s. r. o.; detekce dle dříve platné ČSN 83 0411

## Detekce oxidu uhelnatého DT 011

### Podstata stanovení:

Změna barvy detekční vrstvy detekční trubice DT-011 ze žluté na červenou. Metoda je založena na redukci trojmocného železa na dvojmocné, které vytváří s o-fenantrolinem barevný komplex.

Trubice obsahuje jednu detekční vrstvu, silikagel impregnovaný chloridem železitým a ampulku s alkoholovým roztokem o-fenantrolinu. Před rozbitím ampulky vzniká hnědé zbarvení, které způsobuje sirovodík v reakci se sulfidy železa. Podobnou reakci poskytují i látky jako oxid siřičitý, sirovodík, thioly, nenasycené uhlovodíky.

Citlivost trubice je  $30 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$ .

### Příprava a pomůcky:

Balení detekčních trubic, odlamovač detekčních trubic, podložka pro odlamování konců trubic, zdroj podtlaku pro nasátí - univerzální nasavač nebo CHP-71.

### Etalon a simulace:

K vyhodnocení a orientačnímu stanovení postačí srovnání s barevným etalonem vytištěným na obalu detekčních trubic, není třeba využívat simulační látky nebo trubice.

Vždy se doporučuje srovnat intenzitu a odstín zbarvení detekční vrstvy trubice se zbarvením neotevřené trubice, zejména při velmi malých koncentracích.

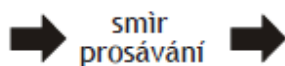
### Postup detekce:

Připrav dvě detekční trubice DT 011 a obal, na němž je etalon a vzor zbarvení detekční vrstvy při přítomnosti oxidu uhelnatého. Jednu trubici otevři na obou koncích pomocí odlamovače. Druhou trubici neotevírej a ponech neotevřenou pro srovnání.

Proveď prosátí  $3 \text{ dm}^3$  vzduchu detekční trubicí (30 zdvihů univerzálním nasavačem nebo 1 minutu el. čerpadlem\*).

Po prosátí vzduchu rozbij ampuli, její obsah setřes do detekční vrstvy. Porovnej zbarvení detekční vrstvy s etalonem a detekční vrstvou neotevřené trubice. Nejlépe je umístit trubici, s níž byla provedena detekce, mezi neotevřenou trubicí a etalon. Vyhodnoť výsledek detekce a stanov koncentraci.

Vyhodnocení:



$30 \text{ mg} / \text{m}^3$



$1000 \text{ mg} / \text{m}^3$

\*při nastavení el. čerpadla na průtok vzduchu  $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ; detekční vrstva trubice DT 011 firmy Oritest

## Detekce a stanovení oxidu uhličitého CO<sub>2</sub> 1 %

### Podstata stanovení:

Indikační náplň mění barvu z bílé na modrofialovou. Metoda je založena na chemické reakci oxidu uhličitého s hydrazin-hydrátem za přítomnosti redoxního indikátoru.

Trubice obsahuje jednu indikační vrstvu, která je rozdělena na povrchu trubice stupnicí v rozsahu 1 % až 16 % (18 000 - 288 000 mg·m<sup>-3</sup>).

Maximální přípustná chyba trubice je ± 25 % ze skutečné hodnoty.

### Příprava a pomůcky:

Balení detekčních trubic, odlamovač detekčních trubic, podložka pro odlamování konců trubic, zdroj podtlaku pro nasátí - univerzální nasavač<sup>#</sup>.

### Etalon a simulace:

Vyhodnocení a orientační stanovení je senzorycky dobře patrné a provede se přímým odečtem na stupnici detekční trubice, není třeba srovnání s barevným etalonem. Není třeba využívat simulační látky nebo trubice.

Změna zabarvení detekční vrstvy je dobře patrná a zřetelná i pro nejnižší rozsah při nasátí 100 cm<sup>3</sup> vzduchu na 1 zdvih nasavače, není proto třeba srovnávat intenzitu a odstín zabarvení detekční vrstvy trubice s barvou neotevřené trubice.

### Postup detekce:

Příprav detekční trubici CO<sub>2</sub> 1 % a obal, na němž je vytištěn rozsah stanovení oxidu uhličitého. Trubicí otevři na obou koncích pomocí odlamovače. Proved' nasátí 100 cm<sup>3</sup> vzduchu univerzálním nasávačem (1 zdvih), po napnutí řetízku vyčkej asi 5 sekund a odečti délku zbarvení indikační náplně. Délka zabarvení odpovídá koncentraci oxidu uhličitého v % dle stupnice, s odchylkou ± 25 %. Objemová % lze pomocí tabulky na obalu detekčních trubic převést na koncentraci v mg·m<sup>-3</sup>.

### Vyhodnocení:

Původně bílá indikační náplň se po reakci s oxidem uhličitým barví modrofialově.

### Poznámky:

Tato reakce je pro oxid uhličitý specifická a přítomnost jiných plynů ji neruší.



<sup>#</sup> z důvodu rozdílné délky a šířky trubice a nasávaného objemu není možné detekční trubici použít CHP-71  
\* detekční vrstva trubice CO<sub>2</sub> 1 % firmy Nedform s. r. o.; stanovení dle dříve platné ČSN 83 0415



## 6 Chemický průkazník CHP 71

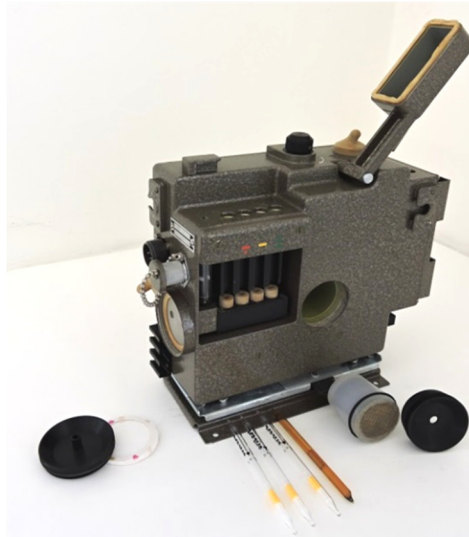
Jedná se o lehký přenosný přístroj sloužící ke zjišťování přítomnosti až 4 nebezpečných látek a BCHL v prostředí pomocí detekčních trubic.

Přístroj má čerpadlo, kterým nasává vzduch přes vstupní filtr, který vzduch zbavuje hrubých nečistot, poté vzduch prochází přes průtokoměr, do detekčních trubic.

Přístroj má 4 místa pro detekční trubice. Z detekčních trubic vzduch pokračuje čerpadlem přes výstupní filtr do okolí. Lze jej používat stacionárně i ve vozidle.



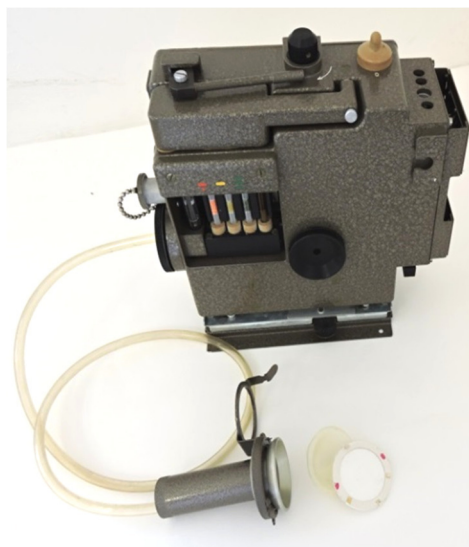
Obr.: Chemický průkazník CHP-71



Obr.: CHP-71 s otevřeným víkem pro detekční trubice, vyjmutým vstupním a výstupním filtrem

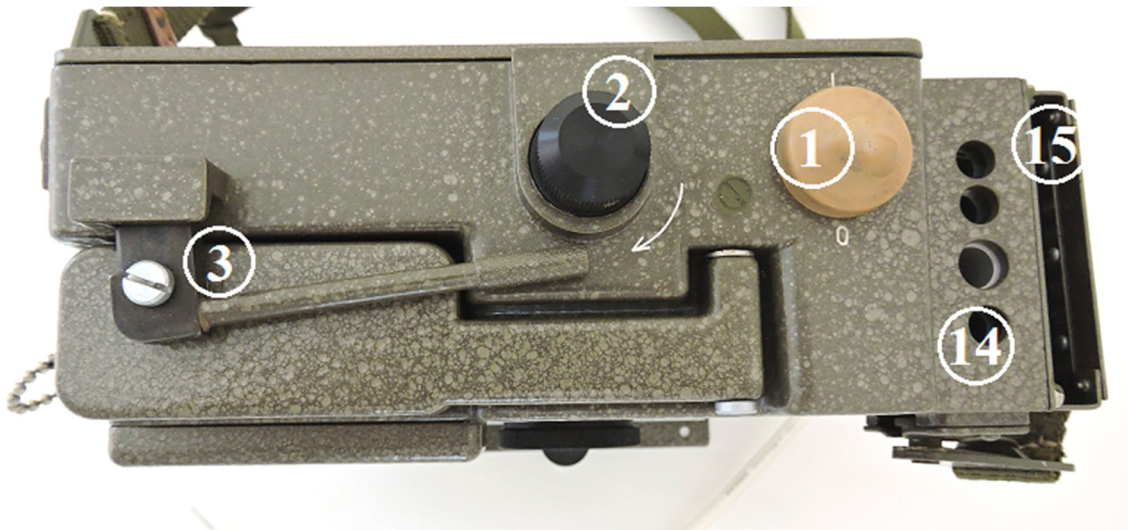


Obr.: Brašna s příslušenstvím a díly pro CHP-71



Obr.: CHP-71 s prodlužovací hadicí a nasazeným nástavcem pro detekci na površích a v sypkém materiálu

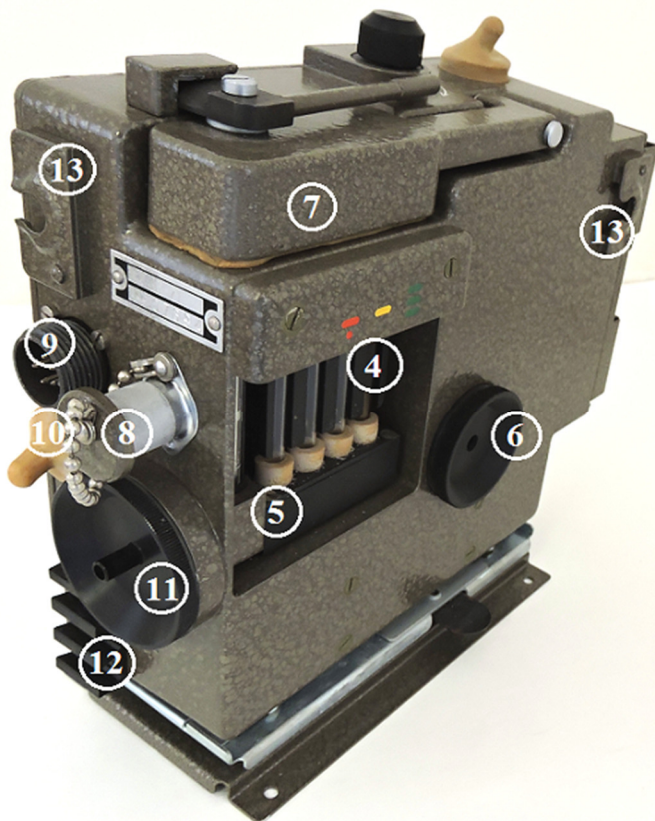
## Hlavní části a ovládací prvky přístroje CHP-71



Obr.: Pohled na přístroj CHP-71 shora

### Ovládací prvky CHP-71

- 1 - hlavní vypínač
- 2 - regulátor průtoku vzduchu
- 3 - pákový uzávěr
- 4 - místa pro detekční trubice
- 5 - kuličkový průtokoměr
- 6 - uzávěr výstupního filtru
- 7 - víko míst detekčních trubic
- 8 - kryt napájecího konektoru
- 9 - napájecí konektor
- 10 - vypínač osvětlení
- 11 - uzávěr vstupního filtru
- 12 - držák ŽOT
- 13 - závěsy pro upevnění popruhu
- 14 - vyhřívací blok
- 15 - zásobník detekčních trubic



Obr.: Boční pohled na přístroj CHP-71



## Princip

- přístroj nasává vzduch pomocí čerpacího agregátu přes vstupní filtr, jehož účelem je zbavit vzduch hrubých nečistot a kapének kyselých par
- vzduch dále proudí do průtokoměru, jehož kulička, která je nadnášena proudem nasávaného vzduchu udává na vyznačené stupnici objem nasátého vzduchu v litrech za minutu
- za průtokoměrem vzduch proudí do detekčních trubic, které jsou umístěny vedle sebe
- na přístroji jsou 4 místa určená pro detekční trubice, 3 jsou barevně označena pro BCHL, jedno místo je neoznačené a standardně se používá pro speciální trubici, která indikuje rozsah vhodných teplot
- po průchodu detekčními trubicemi vzduch nasává čerpadlo a vrací se zpátky do okolí přes výstupní filtr

## Kontrola, zprovoznění a použití

- do přístroje se vloží 4 monočlánky velikosti D (R20), (další možností je připojení k palubní síti vozidla pomocí napájecího kabelu)
- odšroubuje se víčko uhlíkového výstupního filtru, zkontroluje těsnící kroužek výstupního filtru, vloží se výstupní filtr do příslušného otvoru a víčko zašroubuje a pevně dotáhne; pozor, aby se těsnění nesesmeklo
- odšroubuje se víčko vstupního prachového filtru a přiložený vstupní filtr se vloží do vybrání tak, aby červené označení směřovalo k obsluze, poté se pevně zaroubuje víčko
- otočí se pákový uzávěr směrem k sobě, uvolní se tím víko a odklopí směrem nahoru
- detekční trubice lze vložit do zásobníku (kapacita je 10 trubic)
- ze stolu či z přiložené brašny použij otevírač DT, který si pevně upevní přes ochranný oděv na levé zápěstí barevným označením směrem k prstům ruky
- ze zásobníku nebo balení se vyjmou detekční trubice a po odlomení zatavených konců, popř. další přípravě se vloží do přístroje
- do čtvrté barevně neoznačené pozice lze umístit indikátor teploty

### ***Upozornění!***

*Nikdy se neotevívá trubice na indikaci teploty, která má jiné zbarvení, nemá detekční zónu a obsahuje v celém objemu kapalinu s pohyblivým tělískem!*

### **Údržba přístroje CHP – 71**

- přístroj je nutné po použití v zamořeném prostředí dekontaminovat
- dekontaminace se provádí tak, že se několikrát otře vnější povrch skříně chemického průkazníku hadrem, který je namočený v dezaktivacním roztoku
- následně se celý přístroj otře hadrem namočeným v čisté, nejlépe destilované vodě
- poté se celý přístroj otře suchým hadrem a nechá oschnout

*Poznámka:*

*Pro odmoření lze nouzově použít i ethanol, naftu nebo benzín.*

## 7 Adsorpce NL na sorpční materiály

Není-li možné detekovat a případně stanovit uniklý kontaminant ve vzduchu, je možné použít trubice obsahující sorpční materiál, nebo jiný způsob odběru vzorku na sorpční materiál.

Adsorpce látek probíhá na fázovém rozhraní (mezifázi). Nejčastějšími případy jsou adsorpce na mezifázi tuhá látka-plyn a pevná látka-kapalina. Kontaminant je díky principu fyzikální adsorpce nebo chemisorpce adsorbován až do dosažení adsorpční rovnováhy.

Adsorbent (pevná fáze) musí mít co největší povrch. Měl by být co nejvíce inertní, tak aby s většinou adsorbovaných látek (absorbátem) nereagoval. Jako při každém jiném ději, také při adsorpci se po dostatečně dlouhé době styku kontaminující látky s povrchem absorbentu ustanoví adsorpční rovnováha, tzv. Langmuierova adsorpční izoterma. To znamená, že adsorbent již další atomy a molekuly látky nepřijímá.

Po desorpci, opačném ději adsorpce, může být látka analyzována v laboratoři.

### Aktivní uhlí

- nejčastěji jsou používány odběrové trubice obsahující aktivní uhlí
- je dostatečně inertní, s většinou adsorbovaných látek nereaguje
- při prosávání dochází k fyzikální adsorpci, zachycení kontaminantů v pórech aktivního uhlí, adsorbovaná látka s aktivním uhlím nereaguje
- na 1 g aktivního uhlí připadá povrch asi 400 – 1500 m<sup>2</sup>
- pomocí extrakčního činidla, jako je dichlormethan, methanol, aceton či sirouhlík, lze desorbovat (extrahovat) kontaminanty z aktivního uhlí a následně provést analýzu

### Silikagel

- pórovitá forma oxidu křemičitého
- silikagel adsorbuje nejen látky, které chceme adsorbovat ale i vzdušnou vlhkost
- na 1 g silikagelu má plochu asi 800 m<sup>2</sup>
- sorpční schopnosti silikagelu jsou závislé na formě a zrnitosti
- silikagel adsorbuje množství vody odpovídající až až 20 % své hmotnosti

Další možnosti na principu adsorpce:

### **SPME**

- mikroextrakce tuhou fází
- izolační metoda
- proces vzorkování a extrakce se zde sjednotí
- principem je sorpce složky vzorku na stacionární fázi
- dobu sorpce volíme tak, aby byla co největší extrakce analytu
- stacionární fáze je pokrytá křemenným vláknem, které je uvnitř kovové jehly

### **Sorpce na kapalinu**

- principem je prosávání kontaminovaného vzduchu přes sorpční kapalinu po určité době
- kontaminanty se zachytí v sorpční kapalině, která je následně analyzována
- určitý objem sorpční kapaliny se nalévá do promývačky či inpingeru a napojí se na čerpadlo
- sorpční kapalinou bývají rozpouštědla, jako je deionizovaná voda, ethanol, dichlormethan, aceton, methanol, heptan a jiné

## 8 Detekce nervově paralytických látek

### 8.1 Nervově paralytické látky

Nervově paralytické látky (NPL) jsou vysoce toxické kapalné sloučeniny se smrtícím účinkem. Jedná se o nejbezpečnější a nejvýznamnější skupinu bojových chemických látek, některé z nich jsou používány i jako účinná látka v pesticidních přípravcích.

NPL způsobují ireverzibilní inhibici acetylcholinesterázy a narušení cholinergního přenosu nervového vzruchu. Intoxikace nastává velice rychle, od 30 sekund do 15 minut.

Do organismu pronikají všemi branami vstupu. Do organismu pronikají inhalací a ingescí, tedy dýcháním par a aerosolů, do zažívacích orgánů prostřednictvím kontaminovaných potravin či vody. NPL mohou do organismu proniknout i přes neporušenou pokožku nebo oční spojivku!

Biochemická reakce inhibice cholinesteráz se využívá díky své vysoké citlivosti ke stanovení přítomnosti nervově paralytických látek v prostředí. Právě vysoká citlivost této metody umožňuje detekci nervově paralytických látek ve velmi nízkých koncentracích, kdy ještě nehrozí okamžité smrtelné ohrožení zdraví, zejména při použití OOP a správné praxi.

Syntéza NPL je relativně jednoduchá a levná, z tohoto důvodu jsou snadno zneužitelné. Nervově paralytické látky byly mnohokrát zneužity ve válečných konfliktech, i při teroristických útocích

Mechanismus účinku nervově paralytických látek spočívá v ovlivnění cholinergního přenosu nervového vzruchu, který je na synapsi zprostředkován neuromediátorem acetylcholinem. Acetylcholin je syntetizován z cholinu, který tělo přijímá z potravy, následně je cholin acetylován acetyltransferázou. Acetylcholin je uvolněn jako odpověď na akční potenciál z presynaptického nervu, proniká před synapsi a naváže se na acetylcholinový receptor. Navázáním se změní prostorové uspořádání receptoru a membrána začne být propustná pro draselné ionty, ty začnou putovat do buňky a elektrický potenciál se dále šíří po nervovém vlákně. Tím je umožněna svalová kontrakce. Neuromediátor je okamžitě po navázání na receptor a po ukončení přenosu vzruchu rozložen a dochází k uvolnění svalstva. Tento úkon zastupuje enzym acetylcholin esteráza. Po rozložení acetylcholinu se receptor vrátí do původního stavu.

## **Zástupci NPL**

### Látky typu G

Tabun - bezbarvá až nahnědlá kapalina, mandlová až rybí vůně, částečně rozpustný

Sarin - bezbarvá kapalina ovocné vůně, nejtěkavější, nejrozpustnější

Soman - bezbarvá kapalina, nejtoxičtější, nejméně stálý, omezeně rozpustný

Cyklosarin - bezbarvá nerozpustná kapalina, stálý

### Látky typu V a GV

VX - olejovitá kapalina jantarově zelené barvy, stálá, rozpustná

Vx - bezbarvá kapalina

IVA - bezbarvá kapalina

jedná se o nejtoxičtější NPL

## **Kolorimetrická detekce NPL**

- ve vzduchu
- ve vodě
- v terénu a na povrchu
- v potravinách

Nervově paralytické látky můžeme stanovit více způsoby a to: kapalně látky pomocí detektoru CALID -3, přítomnost nervově paralytických látek ve vodě, potravinách a ve vzduchu pomocí detekčního prostředku Detehit a přítomnost nervově paralytických látek ve vzduchu pomocí detekčních trubic.

K detekci NPL lze využít detekční prostředky, jimiž jsou vybaveny soupravy ORM - 17 a ORM-17.K

- průkazníkové papírky PP 3 (CALID 3)
- kolorimetrický biosenzor DETEHIT
- detekční trubice určené pro detekci NPL

## 8.2 Detekce nervově paralytických látek

### Podstata stanovení

Nervově paralytické látky (NPL) jsou látky způsobující již při velmi nízkých koncentracích inhibici acetylcholinesterázy, enzymu podílejícím se na nervovém vzruchu. Přítomnost NPL lze detekovat více způsoby. Prvním z nich je kolorimetrická detekce založená na chemické reakci. K tomuto způsobu detekce jsou nejčastěji využívány průkazníkové papírky PP 3 (CALID 3), princip a způsob jejich využití je uveden v kapitole 4 Detekce kapalných BCHL.

Druhým principem detekce NPL je rovněž detekce založená na kolorimetrickém principu, avšak založená přímo na biochemické reakci cholinesterázy. V případě přítomnosti inhibitoru acetylcholinesterázy se namísto substrátu na aktivní místo enzymu naváže právě tento inhibitor a vznikne stabilní komplex bránící další enzymatické hydrolyze substrátu. Jako indikátory jsou využívány chromogenní substráty, které po hydrolyze mění zbarvení. Pokud nastane změna zbarvení detekčního prostředku (tkaniny proužku kolorimetrického biosenzoru Detehit nebo detekční vrstvy trubice), je inhibitor cholinesterázy nepřítomný.

## 8.3 Kolorimetrický biosenzor Detehit



Jedná se o kolorimetrický biosenzor využívaný k detekci nervově paralytických látek.

Pomocí DETEHITU lze zjistit přítomnost NPL typu G a V ve vzduchu, kde se vyskytují jako aerosol nebo kapénky par, dále ve vodě, na površích obalů a techniky jako kapénky sedimentující z aerosolového oblaku a přímo v potravinách.

Souprava DETEHIT se skládá z detekčních proužků, které jsou zataveny do fólie, každý proužek je zataven zvlášť, z návodu k použití. Balení je po 10 kusech detekčních proužků v plastové tubě, nebo po 20 kusech detekčních proužků v plastovém obalu. Na každém obalu je uvedena expirační doba soupravy. Víčko tuby obsahuje vysoušedlo.

Detekční proužek je tvořen tvrzeným PVC, detekční zónou s imobilizovaným enzymem, srovnávací zónou žluté barvy a papírovou zónou obsahující substrát a indikátor.

DETEHIT v tubě postačí na 10 stanovení (9, pokud je jeden detekční proužek použit jako etalon a exponován neznečištěnou vodou). Rychlost detekce se odvíjí od množství přítomných NPL v prostředí. Při vysokých koncentracích ve vzduchu prokážeme přítomnost do 3 minut, při nízkých koncentracích se průkaz pohybuje kolem 10 – 30 minut.

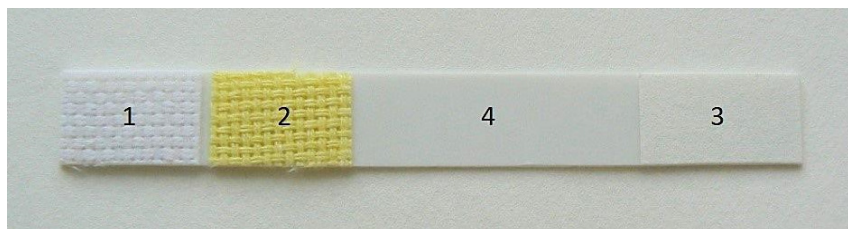
rychlost průkazu	čas v minutách
vysoké koncentrace NPL ve vzduchu	3
nízké koncentrace NPL ve vzduchu	20
nízké koncentrace v potravinách a ve vodě	30
nízké koncentrace na površích	10

### Princip

Metoda je založena na inhibici cholinesterázy nervově paralytickou látkou, tato inhibice znemožňuje normální průběh enzymatické hydrolýzy substrátu (acetylthiocholinu na thiocholin, který indikuje Ellmanovo činidlo).

### Postup stanovení

Detekční proužek kolorimetrického biosenzoru DETEHIT pro detekci nervově paralytických látek se skládá ze 4 hlavních částí.



První část (1) je detekční zóna tvořená bílou tkaninou, druhou částí (2) je srovnávací zóna tvořená žlutou tkaninou a třetí část (3) je indikační papírek obsahující substrát a indikátor tvořící v nepřítomnosti NPL s bílou tkaninou biochemickou reakci. Všechny tři hlavní části jsou umístěny na proužku z plastické hmoty (4), který slouží jako nosič, který je ohebný a opakovaným přehnutím jej lze rozdělit.

Přítomnou nervově paralytickou látkou exponujeme detekční zónu, což je bílá tkanina s navázaným enzymem (cholinesterázou). Pro správnou funkci je nutné nejdříve detekční zónu navlhčit, aby došlo k hydrataci enzymu, který je obvykle v dehydratovaném, lyofilizovaném stavu. Zejména pokud chceme detekovat nervově paralytické látky ze vzduchu, otiskem z povrchu nebo exponováním v suché potravíně. K navlhčení detekční zóna je možné použít jakoukoliv nekontaminovanou vodu. U



vzorků vody či vodných výluhů stačí detekční zónu ponořit. Vodné výluhy provádíme u vzorků suchých potravin.

Nervově paralytická látka inhibuje enzym obsažený na detekční tkanině. Míra inhibice je následně zjišťována pomocí barevné reakce substrátu a činidla, které jsou nanášeny na indikačním papírku. Proto je po expozici nutno přitisknout papírek na detekční zónu na 2 minuty.

Pokud má tkanina nezměněnou bílou barvu, je prokázána přítomnost nervově paralytické látky, neboť ta inhibovala enzym a ten nemohl reagovat.

Pokud nervově paralytická látka není přítomna, tkanina na detekční zóně se zbarví dožluta, enzym je funkční, proběhla biochemická reakce enzymu se substrátem a činidlem. Ke snadnějšímu průkazu změny barvy můžeme použít srovnávací žlutý etalon.

### Citlivost detekce kolorimetrického biosenzoru Detehit

BCHL	mez dokazatelnosti po expozici			
	ve vzduchu		na povrchu	ve vodě a extraktech
	1 min [mg·l <sup>-1</sup> ]	20 min [mg·l <sup>-1</sup> ]	10 min [g·m <sup>-2</sup> ]	30 min [mg·l <sup>-1</sup> ]
Sarin (GB)	$3 \cdot 10^{-5}$	$4 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$
Soman (GD)	$1 \cdot 10^{-5}$	$2 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$4 \cdot 10^{-4}$
látka Vx	$5 \cdot 10^{-5}$	$5 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-3}$	$3 \cdot 10^{-3}$

### 8.3.1 Detekce NPL biosenzorem Detehit s extrakcí vzorku

#### Podstata stanovení:

Metoda je založena na inhibici cholinesterázy nervově paralytickou látkou. Tato inhibice znemožňuje normální průběh enzymatické hydrolýzy substrátu, acetylthiocholinu na thiocholin, který indikuje Ellmanovo činidlo.

Jako detekční prostředek je použit kolorimetrický biosenzor Detehit který nervově paralytické látky detekuje na výše uvedeném principu.

#### Příprava a pomůcky:

Nepropustná podložka, vzorky potravin, stříčka, voda, extrakční roztoky, Erlenmeyerovy baňky 100 ml, odměrné válce 50 ml, kádinky 100-150 ml, nálevky, filtrační papír, kádinky 10 ml, lžičky, Petriho misky.

#### Etalon:

Není třeba využívat etalonu, neboť srovnávací barevný etalon je již součástí proužku biosenzoru Detehit.

V případě pochybností lze správnou funkci biosenzoru ověřit slepou zkouškou, biosenzor se použije stejným způsobem, ale je exponován pouze čistou, prokazatelně nekontaminovanou vodou.

#### Postup stanovení:

Ze vzorkovnice obsahující vyšetřovanou potravinu odeber přiměřené množství (asi 20 g nebo 3-4 lžičky) vzorku obsahujícího všechny podíly (například u částí rostlin je nutné odebrat jak listy a jejich drť tak části stonku či natě).

Vzorek vprav do Erlenmeyerovy baňky o objemu 100 ml a přidej 25 ml extrakční kapaliny. Za občasného míchání extrahuj vyšetřovanou potravinu min. 30 minut. Poté vzorek zfiltruj přes filtrační papír do velké kádinky a převed' do kádinky 10 ml (velikost se volí tak, aby detekční zóna i etalon byly ponořeny).

Otevři tubu a vyjmi jeden detekční proužek z blistrového obalu. Nedotýkej se detekční zóny ani indikačního papírku!

Při analýze vody nebo vodných extraktů potravin ponoř detekční tkaninu do roztoku po dobu 30 minut, nejlépe tak, aby byla ponořena i tkanina srovnávací (etalon).

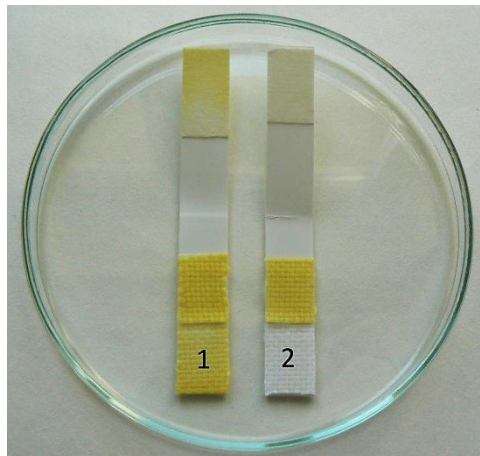
Po době expozice proužek vyjmi a před přiložením papírku zkontroluj čistotu tkaniny. V případě jejího silného znečištění extraktem či zbytky vzorku je nutné tkaninu omýt nekontaminovanou vodou. Teprve následně detekční proužek přelož a indikační papírek pevně tiskni na detekční tkaninu po dobu dvou minut!



### Vyhodnocení:

Vyhodnocení přítomnosti nervově paralytických látek proved' pomocí srovnávacího etalonu, který je součástí detekčního prostředku.

Po uplynutí 2 minut zhodnot' zbarvení indikační tkaniny pomocí srovnávacího etalonu.



V případě nepřítomnosti nervově paralytických látek je tkanina zbarvena žlutě (enzymatická hydrolýza substrátu, acetylthiocholinu na thiocholin, proběhla a tuto reakci indikuje Ellmanovo činidlo) na obrázku označeno číslem 1.

V případě přítomnosti nervově paralytických látek je tkanina zbarvena bíle (cholinesteráza je inhibována a nemohla proběhnout enzymatická hydrolýza substrátu) na obrázku označeno číslem 2.

### Poznámka:

*Metoda s extrakcí vzorku se používá v těch případech, kdy styčná plocha vzorku nebo potraviny by byla příliš malá (např. těstoviny, hrách, apod.), a nebo v případě, kdy by potravina díky své struktuře příliš ulpívala na detekční tkanině (např. mouka).*

### **8.3.2 Detekce biosenzorem Detehit kontaktem s NPL**

#### **Podstata stanovení:**

Metoda je založena na inhibici cholinesterázy nervově paralytickou látkou, tato inhibice znemožňuje normální průběh enzymatické hydrolýzy substrátu, acetylthiocholinu na thiocholin, který indikuje Ellmanovo činidlo.

Jako detekční prostředek je použit kolorimetrický biosenzor Detehit který nervově paralytické látky detekuje na výše uvedeném principu.

#### **Příprava a pomůcky:**

Nepropustná podložka, vzorky potravin, stříčka, voda, kádinky o objemu 10 nebo 25 ml, lžičky, Petriho misky.

#### **Etalon:**

Není třeba využívat etalonu, neboť srovnávací barevný etalon je již součástí proužku biosenzoru Detehit.

V případě pochybností správné funkce biosenzoru lze ověřit zkouškou. Biosenzor se použije stejným způsobem, ale je exponován pouze prokazatelně nekontaminovanou vodou.

#### **Postup stanovení:**

Ze vzorkovnice obsahující vyšetřovanou potravinu odeber takové množství vzorku obsahujícího všechny podíly (například u částí rostlin je nutné odebrat jak listy a jejich drť tak části stonku či natě) do malé kádinky, aby výška odebraného materiálu vzorku v kádince byla min. 20 mm.

Otevři tubu a vyjmi jeden detekční proužek z blistrového obalu. Nedotýkej se detekční zóny ani indikačního papírku!

Navlhči detekční tkaninu čistou vodou a vlož do vzorku na dobu 30 minut takovým způsobem, aby byla ponořena i tkanina srovnávací (etalon).

Po době expozice proužek vyjmi a před přiložením papírku zkontroluj čistotu tkaniny. V případě jejího silného znečištění zbytky vzorku je nutné tkaninu omýt nekontaminovanou vodou. Teprve následně detekční proužek přelož a indikační papírek pevně tiskni na detekční tkaninu po dobu dvou minut.

#### **Vyhodnocení:**

Po uplynutí 2 minut polož detektor na Petriho misku. Vyhodnocení přítomnosti NPL proved' pomocí srovnávacího etalonu, který je součástí detekčního prostředku. Zhodnoť zabarvení indikační tkaniny vůči srovnávacímu etalonu.

V případě přítomnosti nervově paralytických látek je tkanina zbarvena bíle (cholinesteráza je inhibována a nemohla proběhnout enzymatická hydrolýza substrátu).

V případě nepřítomnosti nervově paralytických látek je tkanina zbarvena žlutě (enzymatická hydrolýza substrátu, acetylthiocholinu na thiocholin, proběhla a tuto reakci indikuje Ellmanovo činidlo).

### 8.3.3 Detekce NPL biosenzorem Detehit v prostředí

Princip funkce a detekce je stejný, jak bylo uvedeno v předchozích kapitolách.

#### Detekce NPL ve vzduchu

Při stanovení nervově paralytických látek ze vzduchu je nutné pracovat v ochranné masce vybavené příslušnými filtry!

#### Postup stanovení:

Otevři tubu a vyjmi jeden detekční proužek z blistrového obalu, nedotýkej se detekční zóny ani indikačního papírku!

Navlhči detekční tkaninu čistou vodou a vlož do analyzovaného prostředí (vzorkovnice, lahev,...) na 1 minutu.

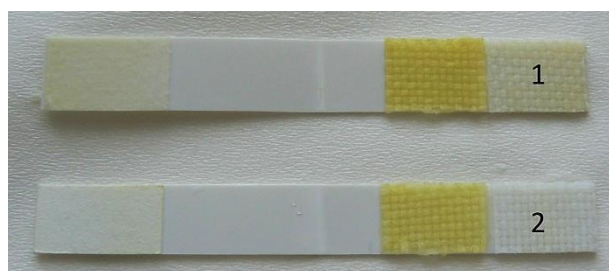
Po této době přilož a tiskni 2 minuty indikační papírek na detekční tkaninu. Po uplynutí 2 minut proved' vyhodnocení přítomnosti NPL pomocí srovnávacího etalonu, který je součástí detekčního prostředku.

#### Vyhodnocení:

Zhodnoť zabarvení indikační tkaniny vůči srovnávacímu etalonu.

V případě že je tkanina zbarvena žlutě, nebo slabě žlutě, na obrázku označeno číslem 1, znamená to, že nervově paralytické látky mohou být přítomny ve velmi nízkých koncentracích, nikoliv že jsou nepřítomny (nízké koncentrace po krátké expozici neovlivnily, nebo jen velmi málo ovlivnily enzymatickou hydrolýzu substrátu, acetylthiocholinu na thiocholin, reakce proběhla a je indikována Ellmanovým činidlem).

V takovém případě je nutné provést novou detekci s novým detekčním proužkem, který se nechá exponovat po dobu 20 minut. Pokud se nervově paralytické látky vyskytují, je detekční tkanina bílá.



V případě přítomnosti nervově paralytických látek je tkanina zbarvena bíle (vyšší koncentrace NPL způsobující inhibici cholinesterázy a zamezující enzymatické hydrolýze substrátu již po 1 minutě expozice) na obrázku označeno číslem 2.

#### Detekce NPL na površích

V případě stanovení NPL na technice, ochranných oděvech či v terénu navlhči detekční tkaninu a přitiskni ji po dobu 10 minut na povrch. Po 10 minutách tkaninu očisti nekontaminovanou vodou a přitiskni na indikační papírek na dobu 2 minut.

Vyhodnocení je totožné jako v předchozích případech, přítomnost NPL detekuje bílá tkanina, nepřítomnost NPL detekuje žluté zbarvení.

## 8.4 Detekce NPL detekčními trubicemi

Ke zjišťování přítomnosti a detekci nervově paralytických látek v atmosféře slouží detekční trubice DT-10 a DT-11. Detekční trubice fungují na principu kolorimetrické změny detekční vrstvy.

DT-10 detekuje NPL na principu chemické aminoperoxidové reakce.

DT-11 detekuje NPL na principu biochemické reakce, která je doprovázena kolorimetrickou změnou detekční vrstvy detekční trubice (podobně jako u kolorimetrického biosenzoru Detehit, kapitola 8).

### Detekce NPL detekční trubicí DT-10

#### Podstata stanovení:

Změna barvy detekční vrstvy detekční trubice z šedé na žlutou až oranžovou. Metoda je založena na chemické aminoperoxidové reakci nervově paralytických látek typu G (Tabun, Sarin, Soman, Cyklosin) a některých dalších BChL (fosgen, chlornan, difosgen a chlorid fosfitý).

Trubice obsahuje jednu indikační vrstvu, silikagel impregnovaný fosforečnanem sodným a dvě ampule, horní s obsahem peroxidu vodíku ve směsi izopropylalkohol-voda a spodní roztok o-dianisidinu v acetonu.

Citlivost trubice je  $0,5 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  pro NPL typu Sarin.

#### Příprava a pomůcky:

Balení detekčních trubic, odlamovač konců detekčních trubic, podložka pro odlamování konců trubic, zdroj podtlaku pro nasátí - univerzální nasavač nebo CHP-71.

#### Etalon a simulace:

K vyhodnocení a orientačnímu stanovení postačí srovnání s barevným etalonem vytištěným na obalu detekčních trubic, není třeba využívat simulační látky nebo trubice.

Vždy se doporučuje srovnat intenzitu a odstín zabarvení detekční vrstvy trubice se zabarvením neotevřené trubice, zejména při velmi malých koncentracích.

#### Postup detekce:

Příprav dvě detekční trubice DT-10 a obal, na němž je etalon a vzor zabarvení detekční vrstvy při přítomnosti NPL respektive BChL. Jednu trubicí otevři na obou koncích pomocí odlamovače. Druhou trubicí neotevírej a ponech neotevřenou.

Proveď prosátí  $3 \text{ dm}^3$  vzduchu detekční trubicí (30 zdvihů ručním univerzálním nasavačem, nebo 1 minutu el. čerpadlem\*).

Po prosátí vzduchu rozbij obě ampulky v trubicí, jejich obsah setřes do detekční vrstvy a porovnej zbarvení detekční vrstvy s etalonem a detekční vrstvou neotevřené trubice. Nejlépe je umístit trubicí, s níž byla provedena detekce, mezi neotevřenou trubicí a etalon. Vyhodnoť výsledek detekce a stanov koncentraci.

\*při nastavení el. čerpadla na průtok vzduchu  $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ; detekční vrstva trubice DT-10 firmy Oritest

## **Detekce NPL detekční trubicí DT-11**

### **Podstata stanovení:**

Změna barvy detekční vrstvy detekční trubice z bílé na žlutou.

Metoda je založena na inhibici cholinesterázy nervově paralytickou látkou, tato inhibice znemožňuje normální průběh enzymatické hydrolýzy substrátu, acetylthiocholinu na thiocholin, který indikuje Ellmanovo činidlo.

Trubice obsahuje dvě vrstvy a dvě ampulky s roztoky. Detekční vrstva obsahuje imobilizovanou acetylcholinesterázu na granulované celulóze. Srovnávací vrstva obsahuje žluté sklo impregnované substrátem acetylcholinem a Ellmanovým činidlem.

Citlivost trubice je  $0,05 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  pro NPL typu Sarin a Soman.

### **Příprava a pomůcky:**

Balení detekčních trubic, odlamovač konců detekčních trubic, podložka pro odlamování konců trubic, zdroj podtlaku pro nasátí - univerzální nasavač nebo CHP-71.

### **Etalon a simulace:**

K vyhodnocení a orientačnímu stanovení postačí srovnání s barevným etalonem vytištěným na obalu detekčních trubic, není třeba využívat simulační látky nebo trubice.

Vždy se doporučuje srovnat intenzitu a odstín zabarvení detekční vrstvy trubice se zabarvením neotevřené trubice, zejména při velmi malých koncentracích.

V případě pochybností správné funkce biochemické reakce detekční trubice lze ověřit zkouškou. DT se použije stejným způsobem, ale je exponován pouze prokazatelně nekontaminovaným vzduchem (např. po projití filtrem zachycující NPL).

### **Postup**

Připrav dvě detekční trubice DT-11 a obal, na němž je etalon a vzor zabarvení detekční vrstvy při přítomnosti nervově paralytických látek. Jednu trubicí otevři na obou koncích pomocí odlamovače, jehlou odlamovače rozbij ampulku u bílé vrstvy DT a obsah ampulky setřes do bílé vrstvy. Druhou trubicí ponech neotevřenou pro srovnání.

Proveď prosátí  $1 \text{ dm}^3$  vzduchu detekční trubicí (10 zdvihů ručním univerzálním nasavačem, nebo 1 minutu el. čerpadlem\*).

Po prosátí vzduchu vyčkej 2 minuty! Po 2 minutách rozbij druhou ampulku a její obsah setřes až do bílé vrstvy. Vyčkej 2 minuty! Teprve po dvou minutách porovnej zbarvení detekční vrstvy s etalonem a detekční vrstvou neotevřené trubice. Nejlépe je umístit trubicí, s níž byla provedena detekce, mezi neotevřenou trubicí a etalon. Vyhodnoť výsledek detekce.

### **Vyhodnocení:**

V případě přítomnosti nervově paralytických látek v koncentraci  $0,05 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  a vyšší je bílá indikační vrstva nezměněná (cholinesteráza je inhibována a nemohla proběhnout enzymatická hydrolýza substrátu) ve srovnání se žlutou srovnávací vrstvou.

V případě nepřítomnosti nervově paralytických látek se změní bílá detekční vrstva na žlutou (enzymatická hydrolýza substrátu, acetylthiocholinu na thiocholin, proběhla a tuto reakci detekuje Ellmanovo činidlo změnou barvy). Nepřítomnost nervově paralytických látek v nebezpečných koncentracích je třeba ještě potvrdit opakovanou detekcí podle následujícího postupu.

V případě že je tkanina zbarvena žlutě, znamená to, že nervově paralytické látky mohou být přítomny ve velmi nízkých koncentracích, nikoliv že jsou zcela nepřítomny (koncentrace nižší než  $0,05 \text{ mg} \cdot \text{m}^{-3}$  po krátké expozici neovlivnily enzymatickou hydrolýzu substrátu, acetylthiocholinu na thiocholin, reakce proběhla).

V takovém případě je nutné provést novou detekci s novou detekční trubicí. Po prosátí vzduchu je třeba vyčkat 10 minut a až poté rozbít druhou ampulku a vyhodnotit.

*\*při nastavení el. čerpadla na průtok vzduchu  $3 \text{ l} \cdot \text{min}^{-1}$ ; detekční vrstva trubice DT-11 firmy Oritest*

*Poznámka:*

*Je-li teplota nižší než  $10 \text{ }^\circ\text{C}$ , je nutné DT ohřát pomocí ohřívacího sáčku. Sáček se vyjme z vnějšího obalu, jemně promačká a trubice se obalí ohřívacím sáčkem. Ohřívání trubic se provádí vždy až po rozbití ampulky, ohřívá se po dobu vyhodnocení.*

## 8.5 Antidota

Antidota (protijedy) u nervově paralytických látek dělíme na dvě skupiny, a to na profylaktická antidota a terapeutická antidota.

Mezi profylaktická antidota řadíme reverzibilní inhibitory acetylcholinesterázy (AChE), terapeutická antidota, která jsou profylakticky podaná před expozicí nervově paralytickým látkám a stechiometrické hydrolytické scavengery.

Mezi terapeutická antidota řadíme reaktivátory inhibované acetylcholinesterázy, anticholinergní látky a antikonvulziva.

Stechiometrické bioscavengery mají schopnost navázat na sebe nervově paralytickou látku ještě před dosažením místa toxického účinku.

Katalytické bioscavengery jsou schopny rozložit nervově paralytickou látku ještě před dosažením místa toxického účinku.

Další možností je ochránit acetylcholinesterázu před ireverzibilní inhibicí nervově paralytickou látkou je použití reverzibilního inhibitoru acetylcholinesterázy.

Poslední možností je podat před vlastní expozicí NPL jsou profylaktická antidota.

Jedním z prostředků ze skupiny profylaktických antidot je Panpal. Jedná se o originální české antidotum, které zvyšuje odolnost organismu proti nervově paralytickým látkám a následně zvyšuje účinnost antidotních terapií otrav NPL. Dalším prostředkem z této skupiny je Transant, jenž slouží jako transdermální profylaktické antidotum.

Jako protijedy používané k první pomoci slouží autoinjektory, které obsahují převážně látku atropin sulfát. Látky z autoinjektoru se aplikují intramuskulárně.



## 9 Metody detekce ionizujícího záření

Radioaktivní látky jsou látky obsahující nestabilní izotopy prvků. Jako radionuklidy označujeme jádra atomů těchto prvků. Radionuklidy produkují ionizující záření (IZ) během své přeměny v jádra jiných izotopů. Za ionizující záření považujeme fotony, neboli záření gama, dále částice alfa, beta nebo proud neutronů.

Radioaktivní záření může být přírodní či vzniklé v důsledku lidské činnosti. Během lidské činnosti může nastat neplánovaný únik radioaktivních látek. Dle dopadu účinku těchto látek na obyvatelstvo dělíme ohrožení na radiační nehodu a radiační havárii.

Radiační nehoda je událost, která má za následek nepřípustné uvolnění radioaktivních látek nebo ionizujícího záření nebo nepřípustné ozáření osob. Důsledky radiačních nehod se zpravidla omezují na prostory pracoviště se zdroji ionizujícího záření (obvykle nedochází k rozšíření mimo stanovený prostor, objekt, zařízení apod., únik radioaktivních látek a ionizujícího záření do životního prostředí, nevede přímo k ohrožení obyvatelstva a tedy i potravních řetězců).

Radiační havárie je neplánovaný únik radioaktivních látek a ionizujícího záření do životního prostředí, který by již mohl ohrožovat zdraví obyvatel v okolí místa úniku (vyžaduje opatření na ochranu obyvatelstva a životního prostředí, jedná se o únik radioaktivních látek, které ovlivňují i okolí a životního prostředí mimo). Jedná se tedy o překročení meze radiační nehody, kdy jsou ohroženy i potravní řetězce. Právě při radiační havárii provádíme mimořádná opatření pro ochranu zdraví obyvatel.

Tyto nehody jsou napravovány jak vlastními silami držitelů povolení k nakládání se zdroji ionizujícího záření (vydává Státní úřad pro jadernou bezpečnost), tak i Hasičským záchranným sborem a složkami Státního úřadu pro jadernou bezpečnost. Pravděpodobnost radiačních nehod je velmi málo pravděpodobná, je však nutné počítat i s touto možností, právě proto má každé zařízení pro sebe i své okolí vypracovány příslušné havarijní plány, aby byla zajištěna havarijní připravenost.

### Metody detekce ionizujícího záření

Detekce ionizujícího záření je důležitá jak pro bezpečnou práci s IZ, tak i pro zajištění ochrany zdraví lidí a zvířat při mimořádných událostech.

- Dozimetrie = stanovení dávky ionizujícího záření (zejména dávky absorbované živými tkáněmi).
- Radiometrie = určení druhu, energie a fyzikálních vlastností ionizujícího záření.

Metody detekce ionizujícího záření dělíme na metody fyzikální, chemické a biologické.

### 1) Fyzikální metody

- a) elektrické metody
  - ionizační detektory - Geiger-Müllerova trubice, ionizační komůrky
  - polovodičové detektory - krystalové počítače Si, Ge
- b) luminiscenční metody
  - s možností kvalitativního vyhodnocení - RTG stínítka
  - s převahou kvantitativního vyhodnocení - scintilace, fotoluminiscence a termoluminiscence
- c) kalorimetrické metody
- d) metody sledování stopy částic

### 2) Chemické metody

- a) s převahou kvalitativního vyhodnocení
- b) s převahou kvantitativního vyhodnocení

### 3) Biologické metody

## Fyzikální metody

### Geiger-Müllerova trubice

Pracuje na principu plynového zesílení detektoru. Při průchodu ionizujícího záření plynem vznikají volné ionty, které jsou přitahovány elektrostatickým polem k elektrodám, které jsou nabitы vysokým napětím. Pokud má toto pole vyšší energii, ionty jsou urychlovány a jejich energie je vyšší než energie, která je třeba k jejich ionizaci. Díky tomu dochází k sekundární ionizaci. Celkový počet uvolněných iontů, které dosáhly elektrody ku primárnímu počtu iontů charakterizuje plynové zesílení detektoru. Geiger-Müllerovy trubice se dle využití dělí na okénkové GM trubice, průtokové GM trubice a bezokénkové GM trubice. Jsou nejpoužívanějším typem detekce pro relativně rychlé, screeningové stanovení kontaminace potravin.

### Krystalové detektory

Krystalové detektory mají místo plynové náplně polovodičové krystaly. Kovové elektrody upevněné na protilehlých plochách krystalu jsou během měření napájeny vysokým napětím. Vlivem ionizujícího záření vznikají v krystalu sekundární elektrony pohybující se k anodě, protielektrony putují ke katodě. Každá absorpce vyvolá při dostatečném zesílení elektrický impuls, jehož intenzita odpovídá absorbované energii záření. Díky selektivnosti krystalových detektorů lze provádět měření jednoho typu záření i za přítomnosti jiného záření. I přes vyšší pořizovací náklady a poměrně dlouhou dobu měření se jedná v současné době o nejpoužívanější metodu detekce ionizujícího záření při zajišťování bezpečnosti potravin

## **Luminiscenční metody**

Luminifony jsou látky, které k vyvolání světelného efektu potřebují účinek částic nebo kvant. Principem je luminiscence viditelná pouhým okem. Je to princip nejstarších metod průkazu ionizujícího záření. Luminifony mohou být anorganického i organického původu, mohou být v pevné či tekuté fázi.

### **a) systémy využívající pevné scintilátory**

Jsou využívány krystalické látky jako například antracen nebo síran zinečnatý aktivovaný stříbrem. Pevné scintilátory využíváme především k měření gama záření.

Absorpce částic nebo kvant na scintilátoru způsobuje velmi krátký záblesk o vlnové délce kolem 400 nm, intenzita záblesku je přímo úměrná vzniklému množství fotonů, jejichž počet odpovídá absorbované energii. Proud fotonů vyvolaný ionizujícím zářením je lidskému oku téměř neviditelný. K zesílení impulzů a přeměnu impulzů na registrovatelné signál slouží fotonásobič.

### **b) systémy využívající tekuté scintilátory**

Základem tekutých scintilátorů jsou podobné látky jako u pevných scintilátorů, tyto jsou rozpuštěné v rozpouštědle. Vzorek je vložen do nádoby o známém objemu tekutého scintilátoru. Vzorek je buď rozpuštěný, emulgovaný, nebo vázaný.

### **c) systémy využívající thermoluminiscenci a fotoluminiscenci**

#### **Thermoluminiscenční dozimetry**

Při této metodě krystaly absorbují IZ, čímž se v krystalech hromadí volné elektrony v množství přímo úměrném dávce záření. Pokud je krystal zahříván na teplotu několik set stupňů Celsia v cele cely bez přístupu světla, nahromaděná energie se v krystalu promění na záření ve formě světla. Jeho množství je adekvátní množství IZ.

#### **Fotoluminiscenční dozimetry**

Princip fotoluminiscenční dozimetrie je založen na citlivosti fosfátového skla aktivovaného stříbrem na ionizující záření. Množství uvolňovaných elektronů odpovídá velikosti záření. Skleněný dozimetr je následně ozářen ultrafialovým zářením o vlnové délce 340-360 nm. Množství fluorescenčního světla je přímo úměrné množství elektronových změn vyvolaných ionizujícím zářením.

## **Chemické metody**

Chemické metody v dozimetrii se zabývají změnami vyvolanými ionizujícím zářením za vzniku chemických reakcí v různých chemických látkách. Metody detekce spočívají v reakci stříbra, železa a ceru s ionizujícím zářením nebo změnami polyakrylátových barev.

Reakce ionizujícího záření a určité chemické látky je prakticky využitelná ke kvalitativnímu i kvantitativnímu vyhodnocování.

Nejběžnějším příkladem je využití RTG snímků a filmových dozimetrů a dále značek na obalech při radiační sterilizaci.

## 10 Metody dekontaminace a odmoření

### 10.1 Dekontaminace

- soubor organizační postupů, metod a prostředků určených k účinnému omezení působení případně likvidaci nebezpečné kontaminující látky
- při dekontaminaci většinou nedojde k úplné likvidaci, proto dekontaminaci popisujeme jako snížení škodlivého účinku nebezpečné látky na takovou úroveň, která je méně nebezpečná a akutně neohrožuje život a zdraví osob a zvířat

#### Metody dekontaminace

- chemická – principem je chemická reakce dekontaminačního činidla s kontaminantem
- fyzikální – dekontaminace vodou či vhodnými dekontaminačními směsmi
- mechanické – dekontaminace otřením, vyklepáním či i zakrytím povrchu
- kombinace všech metod

#### způsob provedení dekontaminace

- suchým způsobem (mechanické metody)
- mokrým způsobem (používání dekontaminačních směsí, činidel nebo alespoň vody)

### 10.2 Dekontaminační postupy a dekontaminační prostředky

#### Neutralizace

- provádí se při úniku kyseliny, která se neutralizuje vápnem či uhličitánem vápenatým
- hydroxid se může přečerpat a zředit vodou, ale při jejich neutralizaci musí být dohled odborníka, protože neutralizace se provádí zředěnou kyselinou sírovou

#### Dekontaminace pomocí sorbentů

- jako sorbent jsou využívány běžné materiály jako sníh, rašelina, písek aj. nebo speciální sorbenty
- využívá se při větších únicích kapaliny

#### Dekontaminace postřikem

- nejrozšířenější způsob
- dvoj etapová – nanesení dekontaminačního prostředku, působení určitou dobu a následný oplach

- trojetapová – stejný postup jako u dvojetapové, ale této dekontaminaci předchází hrubé očištění povrchu

### **Chemické čištění**

- základem této dekontaminace je extrakce kontaminantu do organického rozpouštědla
- s tímto způsobem se setkáme v čistírnách, je vhodný na dekontaminaci textilu

### **Mechanické otírání**

- nejúčinnější typ dekontaminace, ale velmi pracný, využívá se na malé plochy
- povrch se otírá hadrem či kartáčem, který je namočen v dekontaminační směsi

### **Dekontaminace pěnou**

- je nejšetrnějším způsobem dekontaminace
- používá se na hodnotné předměty, jako je elektronika, aby nedošlo k jejich poškození či znehodnocení

### **Praní**

- hromadná dekontaminace oděvů, textilií aj. v automatických pračkách
- pere se při 90 °C a jako dekontaminační prostředek se používá uhličitan sodný ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), soda, nebo lze-li tak i chlorové prostředky

### **Dekontaminace tlakovou vodní parou**

- nejúčinnější pro dekontaminaci pevných povrchů a materiálů
- základem je proud vodní páry s přísadou dekontaminační směsi
- po dekontaminaci vodní parou není nutný oplach vodou

## **10.2.1 Improvizované dekontaminační prostředky**

### **Chlornan sodný**

- $\text{NaClO}$
- pro nás nejpoužívanější dekontaminační prostředek v domácnosti, známý jako pod obchodním názvem SAVO
- nejčastěji se používá k dezinfekci povrchů a materiálů
- velmi se využívá k bělení prádla
- v horké vodě je chlornan sodný nebezpečný, protože se tepelně rozloží a jeho fosforečnany jsou nebezpečné pro životní prostředí

### **Chlornan vápenatý**

- $\text{Ca}(\text{ClO})_2$
- využíván zejména k úpravě vody
- je také využíván jako bělicí prostředek
- chlornan vápenatý je stabilnější než chlornan sodný, proto je upřednostňován

### **Hydrogenuhlíčan sodný**

- $\text{NaHCO}_3$
- hydrogenuhlíčan sodný známe také pod pojmem jedlá soda
- využívá se zejména jako přípravek do potravin (např. kypřících prášků) či jako regulátor kyselosti jídel
- ale používá se také jako náplň do hasicích přístrojů
- můžeme ho použít i k neutralizaci při poleptání kyselinou

### **EDTA**

- kyselina ethylendiamintetraoctová
- sůl kyseliny je známější pod označením Chelaton III, což je disodná sůl kyseliny ethylen-1,2-diamintetraethanové
- je využívá zejména proto, že dokáže snadno vytvářet sloučeniny s ionty kovů
- v domácnosti se využívá k odstranění tvrdosti vody, je přídavkem pracích a mycích prostředků
- dále se využívá k bělení materiálů, kde je nežádoucí obsah chloru

## **10.2.2 Odmoření**

- skupina technicko-organizačních opatření, která mají za úkol odstranit či rozložit z povrchu živé síly, materiálu a techniky otravné látky ze skupiny bojových chemických látek, aby mohla být obnovena jejich použitelnost

## 10.3 Stanovení aktivního chloru v roztocích

### Podstata stanovení:

Pro stanovení aktivního chloru jsou k dispozici dva způsoby, odměrná analýza a spektrofotometrické stanovení. Ani jeden způsob není pro aktivní chlor specifický, o obou případech se jedná o skupinové stanovení.

Spektrofotometrické stanovení se obvykle používá pro koncentrace aktivního chloru pod  $1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ . Organická látka DPD (N,N-diethyl-1,4-fenylendiamin) poskytuje červené zbarvení při pH 6,2 až 6,5. Výsledek stanovení závisí na použitém postupu, kdy se variabilně mění obsah jodidů, doba reakce, hodnota pH. Organická látka o-toluidin poskytuje barevný produkt pouze v kyselém prostředí (hodnota pH < 1,3).

Odměrné jodometrické stanovení se obvykle používá pro koncentrace aktivního chloru větší než  $1 \text{ mg}\cdot\text{l}^{-1}$ , reakce probíhá v kyselém prostředí s nadbytkem jodidů a jedná se o aplikaci definice aktivního chloru v hydrochemii.

Aktivní chlor reaguje v kyselém prostředí s jodidem za vzniku volného jodu

$$\text{Cl}_2 + 2 \text{I}^- \rightarrow 2 \text{Cl}^- + \text{I}_2$$

Vyloučený jod je možné stanovit titrací standardním roztokem thiosíranu sodného na škrobový indikátor do odbarvení.  $\text{I}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$  Nebo možnost stanovení redukce vznikajícího jodu nadbytkem roztoku thiosíranu sodného.

Přebytek thiosíranu lze stanovit standardním roztokem jodičnanu draselného na škrobový indikátor do modrého zbarvení. Reakce probíhá podle rovnice

$$\text{IO}_3^- + 6 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} + 6 \text{H}^+ \rightarrow \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-} + 3 \text{H}_2\text{O}$$

Celkový chlor jsou všechny formy chloru, které v kyselém prostředí s nadbytkem jodidů uvolní jód.

Jako metoda odměrná metoda získalo největší uplatnění jodometrické stanovení.

### Pomůcky, chemikálie a činidla:

Destilovaná voda, kyselina sírová zředěná destilovanou vodou 1+5, jodid draselný, thiosíran sodný 0,28 M, kádinky 50 ml, pipety 20 ml, titrační baňky, pipety 25ml nebo odměrné válce 25 ml, byreta 10 ml

### Postup stanovení:

Z připravených dekontaminačních roztoků, případně donesených vzorků (silně chlorovaná voda z bazénů, dezinfekčních roztoků apod.), které obsahují aktivní chlor, odebereme asi 20 ml do 50 ml kádinky.

1 ml vzorku se odpipetuje do titrační nebo Erlenmeyerovy baňky se širokým hrdlem, okyselí se 1 ml roztoku kyseliny sírové a přidá se 1-2 g (jedna odměrka) jodidu draselného. Přidá se dalších 25 ml destilované vody a promíchá. Byretou 10 ml naplněnou odměrným roztokem 0,28 M roztokem thiosíranu sodného se titruje proti bílé podložce z hnědého zbarvení do bezbarvého odstínu.

### Výpočet:

Spotřeba 0,28 M odměrného roztoku  $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$  [ml] = % aktivního chloru

### **Etalon a simulace:**

U titračního stanovení není třeba využívat slepý vzorek nebo standardní roztoky v případě, má-li pracovník dostatečné zkušenosti se senzorickým vyhodnocením intenzity a změnou zbarvení roztoku.

Vždy se doporučuje srovnat intenzitu a odstín zbarvení se slepým vzorkem, který neobsahuje chlor (destilovaná, redestilovaná voda) a vzorkem kapaliny obsahující volný chlór, například čerstvě připravený standardní roztok, nejlépe o přibližně stejné koncentraci, jakou sledujeme v roztoku zkoušeném.

#### *Poznámka:*

*Pro ještě vyhovující dekontaminační účinek roztoku vyhovují min. 2 % aktivního chloru.*

*Kontrola čistoty KI: 5 g pevného KI nesmí po rozpuštění v 200 ml vody způsobit žluté zbarvení.*

### **Aktivní chlor**

*Chlorování se nejen v technologii vody již dlouhodobě používá k hygienickému zabezpečení a jako oxidační činidlo při úpravě. V současné době je velmi často chlorace využívána při domácí úpravě bazénových vod.*

*Chlor ve vodě má chlorační i oxidační účinky a účinky dezodorizační. Chlorační účinky má zejména elementární chlor. Kyselina chlorná a chlornany, které převažují v alkalickém prostředí, mají především účinky oxidační.*

### **Rušivé vlivy**

*Silné oxidační látky, jod, jodaminy, brom, bromaminy, oxid chloričitý, manganistany, ozón, peroxid vodíku, způsobují při stanovení pozitivní chybu. Rušivý vliv mají také redukující látky (jodidy, bromidy, chloridy,  $Mn^{II}$ ,  $Fe^{II}$ , hydrogensulfidy, oxidovatelné organické látky apod.). Při jejich přítomnosti se jejich vliv omezuje použitím metody titrace s nadbytkem thiosíranu.*



## 10.4 Stanovení aktivního chloru v roztocích Chloraminu T a chlornanů

### Podstata stanovení:

Chloramin T je látka používaná k dekontaminaci. Roztoky chlornanů a chloraminu uvolňují z okyseleného roztoku jodidu draselného jód, který se titruje roztokem thiosíranu sodného. Jod vzniká po přidání jodidu k Chloraminu T, kde je jod volným chlorem oxidován a sám se redukuje na chlorid.

Jodometrie je odměrná oxidimetrická metoda založená na snadné redukci jodu na jodidový anion a naopak na snadné oxidaci jodidového aniontu na jod. Základní reakcí je redukce jodu na jodid  $I_2 + 2 e^- \leftrightarrow 2 I^-$  Reakce je vratná a směr jejího průběhu závisí pouze na podmínkách a na síle redukčního a oxidačního činidla.

Jodometrická stanovení mohou probíhat buď přímou titrací stanovené látky odměrným roztokem jodu, nebo reakcí stanovené látky s nadbytkem KI a titrací vyloučeného jodu odměrným roztokem thiosíranu sodného  $Na_2S_2O_3$ .

Přímou titrací odměrným roztokem jodu stanovíme především ty látky, které se jodem oxidují. Jsou to sloučeniny  $As^{III+}$  a  $Sb^{III+}$ ,  $Sn^{II+}$ ,  $Cu^{I+}$ , nebo např. formaldehyd.

Titrací thiosíranem sodným stanovíme látky, které mají schopnost oxidovat jodidy na jod. Lze tak stanovit např. volné halogeny (chlor, brom), bromidy, jodidy, manganistany, chromany a dichromany, peroxid vodíku a další. Postupujeme tak, že je necháme reagovat s nadbytkem KI a množství uvolněného volného jodu stanovíme titrací odměrným roztokem  $Na_2S_2O_3$ , který se oxiduje na tetrathionan sodný. Zjistíme tak množství jodidu potřebné k redukci dané stanovované složky. Indikátorem obou stanovení je škrobový maz.

### Chemikálie, činidla a pomůcky:

Thiosíran sodný 0,2 M, destilovaná voda, kyselina chlorovodíková zředěná destilovanou vodou 1:1, jodid draselný 10% roztok, jodičnan draselný, škrobový maz cca 0,5% roztok, pipety 1 ml, titrační baňky, pipety 20 ml, byreta 10 a 25 ml.

### Postup stanovení:

Ze zkoušeného vzorku roztoku se odpipetuje 1,0 ml roztoku do titrační baňky, zředí se destilovanou vodou na objem 50 ml a přidá se 20 ml 10% roztoku jodidu draselného (nebo 1-2 g pevného KI) a okyselí se 10 ml zředěnou HCl 1:1.

Titruje se odměrným roztokem 0,2 M thiosíranu sodného až po slabě žluté zbarvení a po přidání škrobu do odbarvení.

### Výpočet obsahu aktivního chloru:

$$\text{Obsah aktivního chloru } Cl_2 = a \times 0,7092 \text{ g} \times 100 \text{ ml} \odot$$

*a = spotřeba odměrného roztoku 0,2 M thiosíranu sodného*

### **Chlornany:**

Chlornany jsou soli kyseliny chlorné, mezi nejrozšířenější patří chlornan sodný (chlorová bělidla) a chlornan vápenatý (úprava bazénových vod). Chlornany jsou často poměrně nestabilní. Chlornan sodný je nestabilní jako tuhá látka, protože odnětí vody z roztoku  $\text{NaClO}$  ho převádí na směs chloridu sodného a chlorečnanu sodného. K této reakci dochází také při zahřívání roztoku  $\text{NaClO}$ . Působením slunečního světla se chlornany rozkládají na chloridy a kyslík.

Vzhledem k nestabilitě jsou chlornany velmi silnými oxidačními činidly. Reagují s mnoha organickými i anorganickými látkami, což je principem dekontaminace. Reakce s organickými sloučeninami je velmi exotermická a může způsobit až vznícení látky.

Vytěsnění jódu chlornanem (účinná látka např. v přípravku Savo) v připraveném titrovaném roztoku:  $\text{ClO}^- + 2 \text{I}^- + 2 \text{H}^+ \rightarrow \text{I}_2 + \text{Cl}^- + \text{H}_2\text{O}$  a titrační reakce vzniklého jódu thiosíranem:  $\text{I}_2 + 2 \text{S}_2\text{O}_3^{2-} \rightarrow 2 \text{I}^- + \text{S}_4\text{O}_6^{2-}$

### **Stanovení titru roztoku thiosíranu sodného**

Do baňky se zabroušenou zátkou navážíme jodičnan draselný, přidáme 2 g jodidu draselného, 5 ml kyseliny chlorovodíkové nebo sírové (1+5). Roztok hnědě zbarvený vyloučeným jodem se zředí 200 ml destilované vody a titruje se roztokem thiosíranu sodného do slabě žlutého zbarvení. Potom se přidá 10 ml škrobového mazu a modře zbarvený roztok se dotitruje do odbarvení.

### **Postup stanovení**

0,12 g Chloraminu T rozpustíme v baňce se zabroušenou zátkou v 50 ml vody, přidáme 1,0 g jodidu draselného a 5 ml koncentrované kyseliny chlorovodíkové. Po uzavření se baňka nechá stát v temnu 10 minut, uvolněný jod se pak titruje roztokem thiosíranu sodného  $c = 0,05 \text{ mol} \cdot \text{l}^{-1}$  do slabě žlutého zbarvení. Po přidání škrobového roztoku titrujeme do odbarvení.

Ze spotřeby určíme koncentraci volného chloru v Chloraminu T v %.

## 11 Závěr

Tento výukový materiál pro předmět Ochrana potravin při mimořádných situacích vznikl pod záštitou Interní vzdělávací agentury Veterinární a farmaceutické univerzity Brno č.: IVA 2018FVHE/2240/48. Obsah se opírá o odbornou literaturu, odborné interní i externí materiály a vědecké poznatky akademických pracovníků i jejich svěřenců při modelování a designování praktických úloh.

Návody k praktickým cvičením do předmětu Ochrana potravin při mimořádných situacích vznikly s cílem zajistit interní výukové materiály na téma této aktuální a doposud nedostatečně zpracované problematiky pro budoucí i stávající generace posluchačů Veterinární a farmaceutické univerzity Brno.

Cílem nebylo detailně obsáhnout všechny oblasti problematiky mimořádných situací, což vzhledem k rozsahu a šíři problematiky není proveditelné, ale alespoň rámcově připravit posluchače, jakožto budoucí odborníky v oboru bezpečnost a kvalita potravin, na předvídatelné i zcela nahodilé mimořádné situace, kdy budou muset na svých odborných pracovních pozicích čelit rizikům a vědět, jak těmto rizikům čelit, jak je řešit a úspěšně je zvládat.

Věříme, že výukový materiál poslouží nejen pro úspěšné zvládnutí předmětu Ochrana potravin při mimořádných situacích, ale připraví posluchače na situace, se kterými se mohou ve své odborné praxi setkat, i přesto, že mimořádných situací v životě vám přejeme co nejméně.

Kolektiv autorů

## 12 Seznam zkratek

AChE	acetylcholinesteráza
BCHL	bojová chemická látka
BL	bezpečnostní list
BOZP	bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CLP	Classification, Labelling and Packaging (Nařízení č. 1272/2008)
CO	civilní obrana
DT	detekční trubice
ECHA	Evropská chemická agentura
CHL	chemická látka
CHLAS	chemické látky a směsi
CHP 71	chemický průkazník
IPB	individuální protichemický balíček
ITS	informační toxikologické středisko
IZ	ionizující záření
IZS	integrovaný záchranný systém
Jed	látka s klasifikovanou toxicitou 1 a 2 dle Nařízení CLP
LD <sub>50/30</sub>	letální dávka, 30 dnů
LD <sub>50/96</sub>	letální dávka, 96 hodin
LP	lékařská pomoc
M	molární hmotnost
MU	mimořádná situace, mimořádná událost
NCHL	neznámé chemické látky
NPL	nervově paralytická látka
OL	otravná látka
OOP	osobní ochranné prostředky
OSN	Organizace spojených národů
PBT	perzistentní, bioakumulativní a toxické
PČR	Policie České republiky
PO	požární ochrana
PP	průkazníkový papírek
REACH	registrace, evaluace, autorizace a omezování chemických látek v rámci chemické politiky EU
UN	univerzální nasavač
ZHN	zbraně hromadného ničení

## 13 Přílohy

### 13.1 Standardní věty o nebezpečnosti (H-věty)

Nařízení CLP 1272/2008, příloha III

Standardní věty o nebezpečnosti, doplňující informace o nebezpečnosti a doplňující údaje na štítku podle nařízení (ES) č. 1272/2008 (nařízení CLP), v platném znění (k 1. 2. 2018)

#### 1. Část 1: Standardní věty o nebezpečnosti

##### 1.1 Standardní věty o nebezpečnosti pro fyzikální nebezpečnost:

- H200 Nestabilní výbušnina.
- H201 Výbušnina; nebezpečí masivního výbuchu.
- H202 Výbušnina; vážné nebezpečí zasažení částicemi.
- H203 Výbušnina; nebezpečí požáru, tlakové vlny nebo zasažení částicemi.
- H204 Nebezpečí požáru nebo zasažení částicemi.
- H205 Při požáru může způsobit masivní výbuch.
- H220 Extrémně hořlavý plyn.
- H221 Hořlavý plyn.
- H222 Extrémně hořlavý aerosol.
- H223 Hořlavý aerosol.
- H224 Extrémně hořlavá kapalina a páry.
- H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry.
- H226 Hořlavá kapalina a páry.
- H228 Hořlavá tuhá látka.
- H229 Nádoba je pod tlakem: při zahřívání se může roztrhnout.
- H230 Může reagovat výbušně i bez přítomnosti vzduchu.
- H231 Při zvýšeném tlaku a/nebo teplotě může reagovat výbušně i bez přítomnosti vzduchu
- H240 Zahřívání může způsobit výbuch.
- H241 Zahřívání může způsobit požár nebo výbuch.
- H242 Zahřívání může způsobit požár.
- H250 Při styku se vzduchem se samovolně vznítí.
- H251 Samovolně se zahřívá: může se vznítit.
- H252 Ve velkém množství se samovolně zahřívá; může se vznítit.
- H260 Při styku s vodou uvolňuje hořlavé plyny, které se mohou samovolně vznítit.
- H261 Při styku s vodou uvolňuje hořlavé plyny.
- H270 Může způsobit nebo zesílit požár; oxidant.
- H271 Může způsobit požár nebo výbuch; silný oxidant.
- H272 Může zesílit požár; oxidant.
- H280 Obsahuje plyn pod tlakem; při zahřívání může vybuchnout.
- H281 Obsahuje zchlazený plyn; může způsobit omrzliny nebo poškození chladem.
- H290 Může být korozivní pro kovy.

## 1.2 Standardní věty o nebezpečnosti pro zdraví

- H300** Při požití může způsobit smrt.
- H301** Toxický při požití.
- H302** Zdraví škodlivý při požití.
- H304** Při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt.
- H310** Při styku s kůží může způsobit smrt.
- H311** Toxický při styku s kůží.
- H312** Zdraví škodlivý při styku s kůží.
- H314** Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.
- H315** Dráždí kůži.
- H317** Může vyvolat alergickou kožní reakci.
- H318** Způsobuje vážné poškození očí.
- H319** Způsobuje vážné podráždění očí.
- H330** Při vdechování může způsobit smrt.
- H331** Toxický při vdechování.
- H332** Zdraví škodlivý při vdechování.
- H334** Při vdechování může vyvolat příznaky alergie nebo astmatu nebo dýchací potíže.
- H335** Může způsobit podráždění dýchacích cest.
- H336** Může způsobit ospalost nebo závrať.
- H340** Může vyvolat genetické poškození.
- H341** Podezření na genetické poškození.
- H350** Může vyvolat rakovinu.
- H351** Podezření na vyvolání rakoviny.
- H360** Může poškodit reprodukční schopnost nebo plod v těle matky.
- H361** Podezření na poškození reprodukční schopnosti nebo plodu v těle matky.
- H362** Může poškodit kojence prostřednictvím mateřského mléka.
- H370** Způsobuje poškození orgánů.
- H371** Může způsobit poškození orgánů.
- H372** Způsobuje poškození orgánů při prodloužené nebo opakované expozici.
- H373** Může způsobit poškození orgánů při prodloužené nebo opakované expozici.
- H300 + H310** Při požití nebo při styku s kůží může způsobit smrt.
- H300 + H330** Při požití nebo při vdechování může způsobit smrt.
- H310 + H330** Při styku s kůží nebo při vdechování může způsobit smrt.
- H300 + H310 + H330** Při požití, při styku s kůží nebo při vdechování může způsobit smrt.
- H301 + H311** Toxický při požití nebo při styku s kůží.
- H301 + H331** Toxický při požití nebo při vdechování.
- H311 + H331** Toxický při styku s kůží a při vdechování.
- H301 + H311 + H331** Toxický při požití, při styku s kůží nebo při vdechování.
- H302 + H312** Zdraví škodlivý při požití a při styku s kůží.
- H302 + H332** Zdraví škodlivý při požití nebo při vdechování.
- H312 + H332** Zdraví škodlivý při styku s kůží nebo při vdechování.
- H302 + H312 + H332** Zdraví škodlivý při požití, při styku s kůží nebo při vdechování.

### 1.3 Standardní věty o nebezpečnosti pro životní prostředí

- H400** Vysoce toxický pro vodní organismy.
- H410** Vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
- H411** Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
- H412** Škodlivý pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.
- H413** Může vyvolat dlouhodobé škodlivé účinky pro vodní organismy.
- H420** Poškozuje veřejné zdraví a životní prostředí tím, že ničí ozon ve svrchních vrstvách atmosféry.

## 2. Část 2: Doplnující informace o nebezpečnosti

### 2.1 Fyzikální vlastnosti

- EUH 001** Výbušný v suchém stavu.
- EUH 014** Prudce reaguje s vodou.
- EUH 018** Při používání může vytvářet hořlavé nebo výbušné směsi par se vzduchem.
- EUH 019** Může vytvářet výbušné peroxidy.
- EUH 044** Nebezpečí výbuchu při zahřátí v uzavřeném obalu.

### 2.2 Vlastnosti související se zdravím

- EUH 029** Uvolňuje toxický plyn při styku s vodou.
- EUH 031** Uvolňuje toxický plyn při styku s kyselinami.
- EUH 032** Uvolňuje vysoce toxický plyn při styku s kyselinami.
- EUH 066** Opakovaná expozice může způsobit vysušení nebo popraskání kůže.
- EUH 070** Toxický při styku s očima.
- EUH 071** Způsobuje poleptání dýchacích cest.

## 3. Část 3: Doplnující údaje na štítku a informace o některých směsích

- EUH 201/201A** Obsahuje olovo. Nemá se používat na povrchy, které mohou okusovat nebo olizovat děti. Pozor! Obsahuje olovo.
- EUH 202** Kyanoakrylát. Nebezpečí. Okamžitě slepuje kůži a oči. Uchovávejte mimo dosah dětí.
- EUH 203** Obsahuje chrom (VI). Může vyvolat alergickou reakci.
- EUH 204** Obsahuje isokyanáty. Může vyvolat alergickou reakci.
- EUH 205** Obsahuje epoxidové složky. Může vyvolat alergickou reakci.
- EUH 206** Pozor! Nepoužívejte společně s jinými výrobky. Může uvolňovat nebezpečné plyny (chlor).
- EUH 207** Pozor! Obsahuje kadmium. Při používání vznikají nebezpečné výpary. Viz informace dodané výrobcem. Dodržujte bezpečnostní pokyny.
- EUH 208** Obsahuje <název senzibilizující látky>. Může vyvolat alergickou reakci.
- EUH 209/209A** Při používání se může stát vysoce hořlavým nebo hořlavým.
- EUH 210** Na vyžádání je k dispozici bezpečnostní list.
- EUH 401** Dodržujte pokyny pro používání, abyste se vyvarovali rizik pro lidské zdraví a životní prostředí.

## 13.2 Standardní věty pro bezpečné zacházení (P-věty)

Nařízení CLP 1272/2008 - příloha IV

### 2. Část 2: Pokyny pro bezpečné zacházení podle nařízení (ES) č. 1272/2008 (nařízení CLP), v platném znění (k 1. 2. 2018)

#### 1.1 Pokyny pro bezpečné zacházení - všeobecné

**P101** Je-li nutná lékařská pomoc, mějte po ruce obal nebo štítek výrobku.

**P102** Uchovávejte mimo dosah dětí.

**P103** Před použitím si přečtěte údaje na štítku.

#### 1.2 Pokyny pro bezpečné zacházení - prevence

**P201** Před použitím si obzarejte speciální instrukce.

**P202** Nepoužívejte, dokud jste si nepřčetli všechny bezpečnostní pokyny a neporozuměli jim.

**P210** Chraňte před teplem, horkými povrchy, jiskrami, otevřeným ohněm a jinými zdroji zapálení.  
Zákaz kouření.

**P211** Nestříkejte do otevřeného ohně nebo jiných zdrojů zapálení.

**P220** Uchovávejte odděleně od oděvů a jiných hořlavých materiálů.

**P222** Zabraňte styku se vzduchem.

**P223** Zabraňte styku s vodou.

**P230** Uchovávejte ve zvlhčeném stavu.

**P231** Manipulace a skladování pod inertním plynem.

**P232** Chraňte před vlhkem.

**P233** Uchovávejte obal těsně uzavřený.

**P234** Uchovávejte pouze v původním balení.

**P235** Uchovávejte v chladu.

**P240** Uzemněte a upevněte obal a odběrové zařízení.

**P241** Používejte [elektrické/ventilační/ osvětlovací/...] zařízení do výbušného prostředí.

**P242** Používejte nářadí z nejliskřícího kovu.

**P243** Proveďte opatření proti výbojům statické elektřiny.

**P244** Udržujte ventily i příslušenství čisté - bez olejů a maziv.

**P250** Nevystavujte obrušování/nárazům/ tření ...

**P251** Nepropichujte nebo nespálujte ani po použití.

**P260** Nevdechujte prach/dým/plyn/mlhu/páry/aerosoly.

**P261** Zamezte vdechování prachu/dýmu/plynu/mlhy/par/aerosolů.

**P262** Zabraňte styku s očima, kůží nebo oděvem.

**P263** Zabraňte styku během těhotenství a kojení.

**P264** Po manipulaci důkladně omyjte ....

**P270** Při používání tohoto výrobku nejezte, nepijte ani nekuřte.

**P271** Používejte pouze venku nebo v dobře větraných prostorách.



- P272** Kontaminovaný pracovní oděv neodnášejte z pracoviště.
- P273** Zabraňte uvolnění do životního prostředí.
- P280** Používejte ochranné rukavice/ochranný oděv/ochranné brýle/obličejový štít.
- P282** Používejte ochranné rukavice proti chladu a buď obličejový štít, anebo ochranné brýle.
- P283** Používejte ohnivzdorný oděv nebo oděv zpomalující hoření.
- P284** V případě nedostatečného větrání] používejte vybavení pro ochranu dýchacích cest.
- P231+P232** Manipulace a skladování pod inertním plynem /... Chraňte před vlhkem.

### **1.3 Pokyny pro bezpečné zacházení – reakce**

- P301 PŘI POŽITÍ:**
- P302 PŘI STYKU S KŮŽÍ:**
- P303 PŘI STYKU S KŮŽÍ (nebo s vlasy):**
- P304 PŘI VDECHNUTÍ:**
- P305 PŘI ZASAŽENÍ OČÍ:**
- P306 PŘI STYKU S ODĚVEM:**
- P308 PŘI expozici nebo podezření na ni:**
- P310** Okamžitě volejte Toxikologické informační středisko / lékaře...
- P311** Volejte Toxikologické informační středisko / lékaře...
- P312** Necítíte-li se dobře, volejte Toxikologické informační středisko / lékaře...
- P313** Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.
- P314** Necítíte-li se dobře, vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.
- P315** Okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.
- P320** Je nutné odborné ošetření (viz ... na tomto štítku).
- P321** Odborné ošetření (viz ... na štítku).
- P330** Vypláchněte ústa.
- P331** NEVYVOLÁVEJTE zvracení.
- P332** Při podráždění kůže:
- P333** Při podráždění kůže nebo vyrážce:
- P334** Ponořte do studené vody [nebo zabalte do vlhkého obvazu].
- P335** Volné částice odstraňte z kůže.
- P336** Omrzlá místa ošetřete vlažnou vodou. Postižené místo netřete.
- P337** Přetrvává-li podráždění očí:
- P338** Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování.
- P340** Přeneste osobu na čerstvý vzduch a ponechte ji v poloze usnadňující dýchání.
- P342** Při dýchacích potížích:
- P351** Několik minut opatrně oplachujte vodou.
- P352** Omyjte velkým množstvím vody/...
- P353** Opláchněte kůži vodou [nebo osprchujte].
- P360** Kontaminovaný oděv a kůži okamžitě omyjte velkým množstvím vody a potom oděv odložte.
- P361** Veškeré kontaminované části oděvu okamžitě svlékněte.
- P362** Kontaminovaný oděv svlékněte.
- P363** Kontaminovaný oděv před opětovným použitím vyperte.
- P364** A před opětovným použitím vyperte.
- P370** V případě požáru:
- P371** V případě velkého požáru a velkého množství:
- P372** Nebezpečí výbuchu.

**P373** Požár NEHASTE, dostane-li se k výbušninám.

**P375** Kvůli nebezpečí výbuchu haste z dostatečné vzdálenosti.

**P376** Zastavte únik, můžete-li tak učinit bez rizika.

**P377** Požár unikajícího plynu: Nehaste, nelze-li únik bezpečně zastavit.

**P378** K uhašení použijte....

**P380** Vykliděte prostor.

**P381** V případě úniku odstraňte všechny zdroje zapálení.

**P390** Uniklý produkt absorbujte, aby se zabránilo materiálním škodám.

**P391** Uniklý produkt seberte.

**P301+P310** PŘI POŽITÍ: Okamžitě volejte Toxikologické informační středisko / lékaře...

**P301+P312** PŘI POŽITÍ: Necítíte-li se dobře, volejte Toxikologické informační středisko / lékaře...

**P302+P334** PŘI STYKU S KŮŽÍ: Ponořte do studené vody nebo zabalte do vlhkého obvazu.

**P302+P352** PŘI STYKU S KŮŽÍ: Omyjte velkým množstvím vody/ ...

**P304+P340** PŘI VDECHNUTÍ: Přeneste osobu na čerstvý vzduch a ponechte ji v poloze usnadňující dýchání.

**P306+P360** PŘI STYKU S ODĚVEM: Kontaminovaný oděv a kůži okamžitě omyjte velkým množstvím vody a potom oděv odložte.

**P308+P311** PŘI expozici nebo podezření na ni: Volejte Toxikologické informační středisko / lékaře...

**P308+P313** Při expozici nebo podezření na ni: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.

**P332+P313** Při podráždění kůže: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.

**P333+P313** Při podráždění kůže nebo vyrážce: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.

**P336+P315** Omrzlá místa ošetřete vlažnou vodou. Postižené místo netřete. Okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.

**P337+P313** Přetrvává-li podráždění očí: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.

**P342+P311** Při dýchacích potížích: Volejte Toxikologické informační středisko / lékaře...

**P361+P364** Veškeré kontaminované části oděvu okamžitě svlékněte a před opětovným použitím vyperte.

**P362+P364** Kontaminovaný oděv svlékněte a před opětovným použitím vyperte.

**P370+P376** V případě požáru: Zastavte únik, můžete-li tak učinit bez rizika.

**P370+P378** V případě požáru: K hašení použijte....

**P301+P330 +P331** PŘI POŽITÍ: Vypláchněte ústa. NEVYVOLÁVEJTE zvracení.

**P302+P335+P334** PŘI STYKU S KŮŽÍ: Volné částice odstraňte z kůže. Ponořte do studené vody [nebo zabalte do vlhkého obvazu].

**P303+P361+P353** PŘI STYKU S KŮŽÍ (nebo s vlasy): Veškeré kontaminované části oděvu okamžitě svlékněte. Opláchněte kůži vodou [nebo osprchujte].

**P305+P351+P338** PŘI ZASAŽENÍ OČÍ: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny, a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování.

**P370+P380+P375** V případě požáru: Vykliděte prostor. Kvůli nebezpečí výbuchu haste z dostatečné vzdálenosti.

**P371+P380+P375** V případě velkého požáru a velkého množství: Vykliděte prostor. Kvůli nebezpečí výbuchu haste z dostatečné vzdálenosti.

**P370 +P372+P380+P373** V případě požáru: Nebezpečí výbuchu. Vykliděte prostor. Požár NEHASTE, dostane-li se k výbušninám.

**P370+P380+P375+[P378]** V případě požáru: Vykliděte prostor. Kvůli nebezpečí výbuchu haste z dostatečné vzdálenosti. [K uhašení použijte ...].

## 1.4 Pokyny pro bezpečné zacházení – skladování

- P401** Skladujte v souladu s ...
- P402** Skladujte na suchém místě.
- P403** Skladujte na dobře větraném místě.
- P404** Skladujte v uzavřeném obalu.
- P405** Skladujte uzamčené.
- P406** Skladujte v obalu odolném proti korozi/... s odolnou vnitřní vrstvou.
- P407** Mezi stohy nebo paletami ponechte vzduchovou mezeru.
- P410** Chraňte před slunečním zářením.
- P411** Skladujte při teplotě nepřesahující ... °C/...°F.
- P412** Nevystavujte teplotě přesahující 50 °C/122 °F.
- P413** Množství větší než ... kg/... liber skladujte při teplotě nepřesahující ... °C/...°F.
- P420** Skladujte odděleně.
- P402+P404** Skladujte na suchém místě. Skladujte v uzavřeném obalu.
- P403+P233** Skladujte na dobře větraném místě. Uchovávejte obal těsně uzavřený.
- P403+P235** Skladujte na dobře větraném místě. Uchovávejte v chladu.
- P410+P403** Chraňte před slunečním zářením. Skladujte na dobře větraném místě.
- P410+P412** Chraňte před slunečním zářením. Nevystavujte teplotě přesahující 50 °C/122°F.

## 1.5 Pokyny pro bezpečné zacházení – odstraňování

- P501** Odstraňte obsah/obal ...
- P502** Informujte se u výrobce nebo dodavatele o regeneraci nebo recyklaci.

## PROHLÁŠENÍ AUTORŮ

Předkládané texty a návody pro praktická cvičení z předmětu Ochrana potravin při mimořádných situacích neprošly jazykovou ani odbornou korekturou. Tyto texty, ani jejich části nesmí být kopírovány, rozmnožovány ani jinak šířeny pro jiné, než studijní účely. Veškerá práva autorů jsou vyhrazena a použití textů je bez souhlasu autorů zakázáno.

V Brně, 29. listopadu 2018