

Univerzita Karlova v Praze

Pedagogická fakulta

Katedra chemie a didaktiky chemie

**Vybrané poznatky průmyslové toxikologie**

Autor: Jakub Tichý

Vedoucí práce: Ing. Jan Hally, DrSc.

Praha 2006

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci vypracoval samostatně pod vedením pana Ing. Jana Hallyho, DrSc. V práci jsem použil informační zdroje uvedené v seznamu.

Praha, 24.listopadu 2006

*J. Hally*

## **OBSAH**

<b>1 ÚVOD, CÍLE PRÁCE</b>	<b>5</b>
<b>2 OBECNÉ ZÁKLADNÍ POZNATKY TOXIKOLOGIE</b>	<b>6</b>
2.1 CO JE TOXIKOLOGIE?	6
2.2 ÚČINKY TOXICKÝCH LÁTEK	6
2.2.1 DRÁŽDIVÉ ÚČINKY	7
2.2.2 ALERGENNÍ ÚČINKY	7
2.2.3 MUTAGENNÍ ÚČINKY	8
2.2.4 TERATOGENNÍ ÚČINKY	9
2.2.5 KARCINOGENNÍ ÚČINKY	9
2.2.6 SYSTÉMOVÉ ÚČINKY	10
2.2.7 NEUROTICKÉ ÚČINKY	11
<b>3 TOXIKOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY NĚKTERÝCH LÁTEK</b>	<b>13</b>
3.1 VODÍK, VODA, DUSÍK, KYSLÍK	13
3.1.1 VODÍK	13
3.1.2 VODA	13
3.1.3 DUSÍK	14
3.1.4 KYSLÍK	14
3.1.5 OZÓN	16
3.2 ZINEK, KADMIUM, RTUŤ	17
3.2.1 ZINEK	17
3.2.1.1 TOXIKOLOGICKY VÝZNAMNÉ SLOUČENINY ZINKU	19
3.2.2 KADMIUM	22
3.2.2.1 TOXIKOLOGICKY VÝZNAMNÉ SLOUČENINY KADMIA	24
3.2.3 RTUŤ	26
3.2.3.1 TOXIKOLOGICKY VÝZNAMNÉ SLOUČENINY RTUTI	29
3.3 OLOVO	33
3.3.1 TOXIKOLOGICKY VÝZNAMNÉ SLOUČENINY OLOVA	40

<b>4 POUŽITÍ CHEMICKÝCH LÁTEK VE ŠKOLE</b>	46
<b>4.1 ZÁKONNÁ USTANOVENÍ</b>	46
4.1.1 NEBEZPEČNÉ LÁTKY A PŘÍPRAVKY	46
4.1.2 OSOBY OPRÁVNĚNÉ NAKLÁDAT S CHEMICKÝMI LÁTKAMI	50
<b>4.2 CHEMICKÉ LÁTKY VE ŠKOLE</b>	51
4.2.1 BEZPEČNOSTNÍ LIST	52
4.2.2 OZNAČENÍ OBALŮ NEBEZPEČNÝCH LÁTEK A PŘÍPRAVKŮ	53
<b>4.3 STÁTNÍ SPRÁVA V OBLASTI NAKLÁDÁNÍ S NEBEZPEČNÝMI LÁTKAMI</b>	54
4.3.1 SANKCE ZA NEPLNĚNÍ USTANOVENÍ ZÁKONA	55
<b>5 NÁVRH MOŽNOSTÍ ZAŘAZENÍ POZNATKŮ Z TOXIKOLOGIE DO STRUKTURY VÝUKY CHEMIE NA SŠ</b>	56
<b>5.1 ANORGANICKÁ CHEMIE</b>	56
<b>5.2 ORGANICKÁ CHEMIE</b>	61
<b>5.3 ZJIŠŤOVÁNÍ TOXIKOLOGICKÝCH ZNALOSTÍ NA GYMNÁZIÍCH</b>	64
<b>6 ZÁVĚR</b>	74
<b>7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY</b>	75
<b>8 SEZNAM OBRÁZKŮ A PŘÍLOH</b>	76
<b>PŘÍLOHY</b>	77-88



# 1 ÚVOD

S toxikologií jako samostatným vědním oborem jsem se setkal až při studiu na Pedagogické fakultě v rámci přípravy na povolání učitele chemie. Tato vědní disciplína je velmi zajímavá a prospěšná, neboť seznamuje posluchače s nebezpečím látek, se kterými se setkávají jak při studiu chemie, tak i v běžném životě. O mnohých látkách totiž ani nevíme, jak mohou být pro člověka nebezpečné, kolikrát i smrtelně.

V první části mé diplomové práce se věnuji obecným, teoretickým poznatkům toxikologie. Vymezuji, co je předmětem zkoumání toxikologie a jaké účinky mají škodlivé látky na organismus.

Další kapitola mé diplomové práce je zaměřena na vybrané toxikologicky důležité látky průmyslové anorganické chemie. Velká pozornost je věnována těžkým kovům: zinku, kadmiu, rtuti a olovu a jejich toxikologicky významným anorganickým sloučeninám.

Neméně důležitou součástí mé práce je kapitola zabývající se zákonnými ustanoveními, které klasifikují nebezpečné látky, určují, kdo je oprávněn se škodlivými látkami pracovat a jak škodlivé látky uchovávat a označovat.

Praktickou část tvoří kapitola zabývající se pedagogickým výzkumem formou dotazníku, ve kterém jsou zjišťovány znalosti z toxikologie u studentů na gymnáziích a dále návrh možností zařazení hlavních pojmů toxikologie a toxikologicky nejvýznamnějších látek anorganické a organické chemie do osnov výuky chemie na středních školách.

## **CÍLE PRÁCE:**

1. Zpracování stručného přehledu základních poznatků toxikologie
2. Sestavení toxikologických charakteristik vybraných látek a prvků vzhledem k jejich významu pro kvalitu životního prostředí.
3. Vypracování návrhu možností zařazení hlavních pojmů toxikologie do osnov výuky chemie na středních školách.

## 2.1 CO JE TOXIKOLOGIE?

Toxikologie se zpravidla definuje jako nauka o jedech a škodlivinách. Zabývá se škodlivými účinky látek na živé organismy, diagnózou a léčením otrav i stanovením jejich příčin. Obecná toxikologie se zabývá jedy všeobecně, speciální toxikologie pojednává podrobně o jednotlivých jedech.

Jednou ze specifických oblastí je průmyslová toxikologie, která se zabývá účinky chemických látek na organismus pracovníků, přicházejících s těmito látkami do styku během pracovního procesu. Zabývá se i ochranou zdraví pracovníků před nežádoucími účinky chemických škodlivin.

Pod pojmem chemická škodlivina se rozumí chemická látka, která po proniknutí do organismu nebo při interakci s ním může, ale nemusí vyvolat jeho poškození<sup>1</sup>. V případě jedu je poškození, často až smrtelné, vyvoláno vždy.

## 2.2 ÚČINKY TOXICKÝCH LÁTEK

Toxické látky mohou zasáhnout prakticky celý organismus nebo poškozují pouze některé orgány, tkáně či buňky. Jednotlivé druhy živočichů jsou různě senzitivní vůči chemické škodlivině. Kromě toho existuje i odlišná senzitivita uvnitř jednotlivých druhů, která závisí na řadě faktorů, např. pohlaví, věku, výživě, biotransformační kapacitě atd. Proto je nesnadný přenos údajů o účinku na zvířata k posouzení toxicity chemických látek pro člověka.

Účinky chemických látek můžeme rozdělit do několika skupin. Je třeba si uvědomit, že některé látky mohou vykazovat i více účinků, takže jejich zařazení do jednotlivých skupin není vždy jednoznačné.

Významné účinky chemických látek jsou:

---

<sup>1</sup> Vulterin, J., Vasileská, M.: Toxické látky, hygiena a bezpečnost práce v chemii. Praha: Karolinum, 1996. s.7

### 2.2.1 DRÁŽDIVÉ ÚČINKY

Dráždivé účinky mají především silné kyseliny, např. kyselina sírová, chlorovodíková, dusičná a silné zásady, např. hydroxid draselný a hydroxid sodný.

Ve vyšších koncentracích poškozují tkáně, se kterými přijdou do styku (kůži, sliznice, spojivky). Silné kyseliny i jejich anhydridy působí na tkáně nejprve dehydratačně, po odumření buněk katalyzuje kyselina hydrolyzu peptidické vazby ve struktuře proteinu. Postupně dojde k úplnému rozpadu tkáně, hluboké nekróze kůže a sliznic.

Podobně reagují silné zásady v roztocích i v pevném skupenství.

Mezi látky, které silně dráždí dýchací ústrojí, ale i spojivky a oční rohovku patří např. fluor, chlor, páry bromu, oxid siřičitý, amoniak a mnoho dalších plynných látek.

### 2.2.2 ALERGENNÍ ÚČINKY

Alergeny jsou sloučeniny schopné při opakované expozici vyvolat imunitní reakce (primárně obranné reakce organismu), které mají pro organismus nepříznivé důsledky. Opakovaný kontakt s alergenem vyvolává specifickou reakci mezi alergenem, protilátkou a senzibilizovanými buňkami organismu. Důsledkem jsou známé alergické projevy organismu.

Většina látek vyvolávajících alergii je schopna vyvolat jak kožní reakce, tak i astmatické projevy. Ke kožním alergenům patří roztoky solí berylnatých, kobaltnatých, nikelnatých, zlatitých, platičitých, dále chromany, isokyanatany, z organických látek jsou kožními alergeny aminofenoly, p-fenylendiamin a deriváty, chinony, akryláty a methakryláty, aldehydy, např. formaldehyd, estery kyseliny p-aminobenzoové, epoxidy, některé fungicidy aj.

Stejným způsobem se chovají i některá léčiva, zvláště antibiotika a jejich metabolity, salicylany, sulfoamidy, deriváty pyrazolonu aj. Vznik a vývoj alergií může být podmíněn i geneticky. I když bývá alergická reakce vyprovokována určitou látkou, může dojít ke stavu, kdy citlivý jedinec reaguje i na další přítomné sloučeniny. Některé látky s dráždivými účinky na kůži i sliznice jsou současně alergeny, jako např. formaldehyd.

Mnohé alergeny jsou současně karcinogeny a mutageny<sup>2</sup>.

### 2.2.3 MUTAGENNÍ ÚČINKY

Pod pojmem mutace se označují náhle vzniklé, neusměrněné a trvalé změny vlastností nebo znaků organismu, podmíněné změnou genetického materiálu buňky. Látky, které jsou schopné indukovat tyto závažné změny se označují jako mutageny. Rozsah mutací je velmi široký podle typu buněk, v nichž jsou změny indukovány. Mutace vzniklé v pohlavních buňkách jsou označovány jako gametické, mutace vzniklé v buňkách ostatních tkání jako somatické. Gametické mutace se přenášejí na potomstvo a vzniklý jedinec může nést mutaci jak v gametických, tak v somatických buňkách.

Podle mechanismu vzniku a úrovně, na které působí se mutace dělí na:

**Mutace genové**, které vznikají na základě změn v pořadí nukleotidů v molekule kyseliny deoxyribonukleové (DNA), postihující jednotlivé geny (mikroskopicky neprokazatelné), představují největší riziko z hlediska genetického ovlivnění dalších populací.

**Mutace chromozómové** (chromozómové aberace) postihují celý blok genů na jednom nebo více chromozomech (mikroskopicky prokazatelné). Podmínkou vzniku je zlom chromozomu s následným chybným spojením nebo ztrátou části chromozomu. Chromozómové aberace mohou vést k aktivaci onkogenů.

**Mutace genomové** ovlivňují genetickou informaci změnou počtu chromozomů v buňce. Většinou nejsou slučitelné s dalším vývojem nebo vážně poškozují svého nositele.

Mutace v každém případě významně zasahují do života organismu. Mutace v pohlavních buňkách (gametické) jsou příčinou abnormálního vývoje plodu, jehož důsledkem jsou spontánní potraty, abnormální vývoj potomstva, snížení plodnosti nositelů (rodičů). Nepříznivě ovlivňují vývoj postižených potomků poruchami metabolismu, zvýšeným výskytem chorob (vředová onemocnění, hypertenze, cukrovka), či větší dispozicí k nádorovým onemocněním.

---

<sup>2</sup> Vulterin, J., Vasileská, M.: Toxické látky, hygiena a bezpečnost práce v chemii. Praha: Karolinum, 1996. s.12

Mutace somatické mohou u postiženého jedince iniciovat nádorová onemocnění. Mutace vedoucí k zániku buněk přispívají ke snížené funkci tkání a orgánů a k urychlenému stárnutí celého organismu.

Mutagenní účinky byly experimentálně prokázány u celé řady chemických látek, např. kyseliny dusité, dimethylsulfátu, benzpyrenů, různých rozpouštědel (např. acetonu, toluenu, tetrachlormethanu), pesticidů (DDT) aj.

#### **2.2.4 TERATOGENNÍ ÚČINKY**

Pod pojmem teratogenní účinky se rozumí vážné změny plodu během těhotenství, vývojové vady, způsobené vnějším zásahem fyzikálního, biologického nebo chemického charakteru do procesu dělení a diferenciace buněk. Dochází k malformacím orgánovým, skeletovým i funkčním. Tyto poruchy nejsou spojeny se změnou genotypu a nejsou přenášeny do dalších pokolení.

Experimentálně byly zjištěny teratogenní účinky různých chemických látek i mnohých léčiv (v dávkách podstatně vyšších, než se používají při léčení). Z těchto látek lze jmenovat např. různé sloučeniny rtuti, kadmia, olova, arsenu, z organických látek např. benzen, ftalany, aflatoxiny, z léčiv cytostatika, některá analgetika aj<sup>3</sup>.

#### **2.2.5 KARCINOGENNÍ ÚČINKY**

Karcinogenní látky jsou ty, u nichž je prokázáno, že po jejich požití, vdechování nebo styku s pokožkou dochází k onemocnění zhoubnými novotvary. Podle současných představ je úzký vztah mezi mutagenezí a karcinogenezí. Somatická mutace u postiženého jedince může vést k indukci nádorového procesu. Mutagenní látka změní normální somatickou buňku v buňku mutovanou a při opětovném ovlivnění této buňky mutagenem nebo promotorem (látka nebo faktor bez mutagenního účinku), vzniká latentní nádorová buňka. Dalším zásahem promotoru se buňka transformuje na buňku nádorovou. Za určitých podmínek, např. při snížené imunitě, dochází k proliferaci buněk, k tvorbě klonu, který má tendenci k progresivnímu růstu a tvorbě nádoru. V počátečních stádiích tohoto procesu se

---

<sup>3</sup> Vulterin, J., Vasileská, M.: Toxické látky, hygiena a bezpečnost práce v chemii. Praha: Karolinum, 1996. s.13

mohou ještě příznivě uplatnit reparační mechanismy, které jsou schopné opravit vzniklou mutaci.

Podle dosavadních poznatků má asi 90% všech nádorových onemocnění původ v somatické mutaci. Z této hodnoty je převážná část (70-80%) způsobena faktory životního prostředí, 10% připadá na profesní expozici<sup>4</sup>.

Látky mutagenní a zejména karcinogenní jsou prakticky přítomny všude. Proto je nutno snižovat jejich přítomnost v životním prostředí, důsledně omezovat profesní expozici, neboť nádorová onemocnění jsou v ČR statisticky druhou nejčastější příčinou smrti a jejich incidence výrazně stoupá.

Pro karcinogenní a mutagenní látky je charakteristické, že se jejich účinek neprojeví ihned po jednorázové expozici, ale většinou po delším, opakovaném působení. Doba latence bývá u každé látky jiná, u většiny z nich se pohybuje od pěti do patnácti let. Převážná část karcinogenních látek má v lidském těle vyhraněný účinek na určitý orgán (plíce, ledviny a jiné). V uplynulých desetiletích bylo získáno mnoho poznatků o karcinogenních, mutagenních a teratogenních látkách. Bylo potvrzeno, že karcinogenní látky mají nejen odlišnou účinnost, ale že na sebe navzájem působí. Při expozici těchto látek dochází k různým efektům vedoucím k různé výsledné účinnosti. Ukázalo se také, že více než 90% všech karcinogenních látek má zároveň i mutagenní účinky, avšak mnohem méně látek mutagenních má účinky karcinogenní.

### 2.2.6 SYSTÉMOVÉ ÚČINKY

Toxické látky se rozdělují podle místa působení na látky s místními a systémovými účinky. Místní účinky se projevují v místě prvního kontaktu látky s organismem, což je obvykle kůže, spojivky, plíce nebo sliznice dutiny ústní. Systémový účinek se projevuje po vstřebání látky do organismu a jejím přenesení do míst často vzdálených od místa vstupu. Některé látky vykazují oba účinky. Např. tetraethylolovo (antidetonační látka pohonných hmot) má účinek na kůži i centrální nervový systém. Ve většině případů je pozorován výrazný toxický účinek látky na

---

<sup>4</sup> Vulterin, J., Vasileská, M.: Toxické látky, hygiena a bezpečnost práce v chemii. Praha: Karolinum, 1996. s.14



jeden nebo dva orgány tzv. kritické orgány. Velmi častým kritickým orgánem je nervový systém, dále oběhový systém, krev a krvetvorný systém, játra, ledviny, plíce a kůže. Svaly a kosti jsou kritickými orgány velmi zřídka. Bylo zjištěno, že kritickými orgány nemusí být vždy orgány s nejvyšší koncentrací toxické látky<sup>5</sup>.

Toxický účinek závisí na koncentraci látky v místě působení a citlivosti orgánu. Výsledná koncentrace chemické látky v místě účinku je ovlivněna vstřebáváním, transportem, distribucí, biotransformací a vylučováním látky. Tyto toxikometrické parametry do jisté míry závisí na fyzikálně chemických vlastnostech látky. Látky ve vodě dobře rozpustné (látky polární), pronikají do krve rychle a krví jsou transportovány do tkání, rychleji se však z organismu vylučují. Jejich toxicita je dána jejich vysokou koncentrací v krvi a uvnitř buněk.

Nepolární látky, (látky lipofilní) se vstřebávají pomalu, jejich obsah v krvi je nízký, rovněž nepatrné je i vylučování těchto látek močí. Lipofilní charakter vede k jejich hromadění ve tkáních bohatých na tuky.

Distribuce toxické látky v organismu je zajišťována krevním transportem. Průtok krve různými orgány však není stejný. Mezi nejvíce prokrvené orgány patří játra a ledviny, proto je velmi pravděpodobná přítomnost vysoké koncentrace škodliviny a tím i významné poškození těchto orgánů. Bylo zjištěno, že játra a ledviny mají zásadní význam při distribuci, biotransformaci a vylučování toxických látek či jejich metabolitů.

### 2.2.7 NEUROTICKÉ ÚČINKY

Nervový systém se vyznačuje vysokou selektivní zranitelností svých jednotlivých složek. Buňky nervového systému mohou být poškozeny až zničeny buď působením toxické látky nebo sekundárně, např. účinkem anoxie (nedostatek kyslíku ve tkáni). Anoxii může vyvolat např. tvorba karboxyhemoglobinu při otravě oxidem uhelnatým nebo tvorba methemoglobinu při expozici dusitanům, dále kyanové sloučeniny, z léků barbituráty.

Některé látky způsobují poškození na různých místech nervového systému.

<sup>5</sup> Vulterin, J., Vasileská, M.: Toxické látky, hygiena a bezpečnost práce v chemii. Praha: Karolinum, 1996. s.15

Z dalších účinků lze jmenovat účinky hepatotoxické (poškození jater), neurotoxické (poškození ledvin) a hematotoxické (toxické na krevní buňky i buňky kostní dřeně). Mezi látky vyvolávající poškození jater patří např. tetrachlormethan, ethanol, některé insekticidy a těžké kovy, zejména kadmium a rtuť, dále trichlormethan, nitrosaminy, benzidin aj. Hematologické změny způsobují např. tyto chemické škodliviny: oxid uhelnatý, anilin, nitrobenzen, benzen, těžké kovy (Co, Mn, Pb), dusitany, organická rozpouštědla aj<sup>6</sup>.

---

<sup>6</sup> Vůlterin, J., Vasileská, M.: Toxické látky, hygiena a bezpečnost práce v chemii. Praha: Karolinum, 1996. s.16



### **3 TOXIKOLOGICKÉ CHARAKTERISTIKY NĚKTERÝCH LÁTEK**

#### **3.1 VODÍK, VODA, DUSÍK, KYSLÍK**

Vodík, inertní plyny a elementární dusík na organismus přímo nepůsobí, ve směsi se vzduchem snižují však parciální tlak kyslíku a vedou tak k udušení. Vyšší inertní plyny mají narkotický účinek.

Kyslík je nezbytný pro dýchání, je-li však delší dobu vdechována atmosféra s vysokým obsahem kyslíku, projeví se škodlivé účinky i u něj. Toxikologicky důležité jsou některé látky, které způsobují odštěpování kyslíku. Ozón je velmi toxický a hygienicky velmi významný.

##### **3.1.1 VODÍK, H<sub>2</sub>**

Elementární vodík nemá na organismus žádné účinky. Vysoké koncentrace ve vzduchu (asi od 20%) vedou v důsledku fyzikálního vytlačení kyslíku k projevům dušení. Je třeba počítat s malou hustotou vodíku: ke zředění vzduchu může v uzavřeném prostoru dojít ve vyšších vrstvách. Dále je všude tam, kde vzniká vodík z nečistého materiálu, dána možnost přimíšení látek velmi jedovatých (arsanu, fosfanu, sulfanu).

##### **3.1.2 VODA, H<sub>2</sub>O**

Voda je pro život jakéhokoli organismu nezbytná a nenahraditelná. Biologicky důležité jsou u vody její fyzikální vlastnosti (velké specifické teplo – je dobrým akumulátorem tepla, vysoké odpařovací teplo a výborná tepelná vodivost – je nejlepším vodičem tepla kromě kovů), dále její velké povrchové napětí a konečně vysoká hodnota dielektrické konstanty, vedoucí k velké disociaci elektrolytů.

Hospodaření s vodou je v organismu složitě regulováno. Jako otrava vodou se někdy označuje stav, kdy je v důsledku relativně zvýšeného přísunu vody tato

regulace porušena a voda se zadržuje neúměrně k obsahu elektrolytů, takže osmotický tlak v krvi a v tkáních klesá.

### **Voda těžká, oxid deuteria, D<sub>2</sub>O**

Pro nižší organismy je těžká voda poměrně značně jedovatá, pro savce je jedovatost nižší. Teprve tehdy, když je k obyčejné vodě přimíšena ve větším množství, projevují se sympatomimetické účinky. Dochází k funkčním nervovým poruchám, počátečnímu zvýšení a později snížení látkové přeměny a tělesné teploty a k poruchám činnosti ledvin. Vysoká koncentrace těžké vody ve vodě pitné (30%) vedla u myši ke sterilitě, hlavně u samců. Hygienicky význam má i přimíšení T<sub>2</sub>O.

### **3.1.3 DUSÍK, N<sub>2</sub>**

Za normálního tlaku je dusík zcela neškodný (tvoří 78% vzduchu), nestačí však k dýchání a ve vzduchu, který byl dusíkem značně zředěn, nebo v čisté dusíkové atmosféře dochází ke ztrátě vědomí rychle a bez větších varovných příznaků. Při pobytu ve vzduchu za zvýšeného tlaku se zprvu projevují příznaky počínající narkózy asi při 4 atp (keson v hloubce 40m); při 10 atp (keson v hloubce 100m) není již žádná práce možná. Rychlejší dekomprese je spojena s nebezpečím uvolnění bublinek dusíku, který byl v krvi rozpuštěn (kesonová nemoc).

### **3.1.4 KYSLÍK, O<sub>2</sub>**

Při 21% obj. kyslíku ve vzduchu a celkovém tlaku 99,9915kPa je parciální tlak kyslíku 21,0649kPa.

Za normálního tlaku (101,325kPa) může být čistý kyslík vdechován až 24 hodin bez zřejmých nepříznivých účinků. Po ještě delší době, nebo při inhalaci za zvýšeného tlaku již dříve, dochází k poruchám: bolestem hlavy, pocitu tíhy na prsou, zakalování vědomí až k hlubokému bezvědomí a křečím. Periferní cévy jsou smrštěny (bledost, zvýšení krevního tlaku), zorné pole se zužuje, zornice se rozšiřují. Někdy se tyto poruchy vykládají jako účinek zvýšené hladiny oxidu uhličitého

v důsledku hypoventilace a nikoli jako přímý účinek kyslíku na nervstvo. Kyslík má i slabý dráždivý účinek. Sliznice mohou být čistým kyslíkem drážděny již po několika hodinách. Delší působení koncentrací přes 70%, nebo aplikace za vyššího tlaku může vést až k edému plic. Možný je i zánět plic nebo krvácení do plic. Toxikologie kyslíku je vzhledem k rozvoji kosmonautiky velmi důkladně prozkoumána.

Nedostatek kyslíku (dušení) se projeví tehdy, klesá-li jeho parciální tlak – stejně tedy při zředění vzduchu jiným plynem nebo parou při normálním celkovém tlaku (při snížení koncentrace kyslíku ve vzduchu) jako při poklesu celkového tlaku vzduchu normálně složeného. Příznaky nejsou při poklesu parciálního tlaku asi o jednu třetinu (na 13,3322kPa) ještě zcela zřetelné, mohou však již být, zvláště při práci, velmi nebezpečné. Dýchání je jen málo prohloubeno a zrychleno, snižuje se však pozornost, soudnost, schopnost jasného uvažování a přesnost při provádění obtížnějších úkonů.

Při snížení parciálního tlaku na polovinu (10,6658kPa) se začíná vědomí zakalovat, pohyby vyvolávají neúměrně velkou únavu a vyžadují vypětí zbytků vůle. Vnímání bolesti je sníženo. Další úbytek tlaku asi na třetinu (6,6661kPa) vede ke ztrátě vědomí. Při dalším snížení dochází ke zrychlení tepu a ke ztrátě jeho pravidelnosti, k lapání po dechu, ke křečím a později k zástavě dýchání a několik minut poté i k zástavě srdeční činnosti. V atmosféře s parciálním tlakem kyslíku menším než asi jedna třetina normálního (1,9998kPa) se ztrácí vědomí takřka okamžitě. Zhruba lze srovnat vliv na životní pochody s vlivem stejných poklesů na hoření normálního paliva.

V lehkých případech stačí krátké dýchání normálního vzduchu nebo kyslíku k tomu, aby obtíže zcela vymizely. Po dlouhém a těžkém dušení je však zotavení pomalé, spojené s halucinacemi, bolestmi hlavy, se vzrušeností nebo netečností a žaludeční nevolností. Mohou dokonce zůstat i trvalé následky – například obrny, poruchy paměti, poškození ledvin nebo srdečního svalu.

V odolnosti proti nedostatku kyslíku jsou velké individuální rozdíly. Trvale sníženému tlaku jsou obyvatelé krajín s vysokou nadmořskou výškou přizpůsobeni, nově příchozí (např. horolezci) se musí poměrně dlouhou dobu aklimatizovat. Je možný i nácvik. Zdravý, avšak netrénovaný muž dovede zadržet dech asi 100 sekund,

kdežto při „závodech“ se dosahuje – po předchozím usilovném dýchání čistého kyslíku – až desetkrát delších časů<sup>7</sup>.

### 3.1.5 OZÓN, O<sub>3</sub>

Ozón je plyn charakteristického zápachu, ve vodě asi desetkrát rozpustnější než kyslík.

Jedovatosti ozónu byla věnována značná pozornost a pohlíží se na něj nyní jako na látku velmi toxickou. Má dráždivé účinky na dýchací orgány a působí na ústřední nervstvo.

Laboratorními testy jsou již zjistitelné účinky expozice koncentracím 0,3 až 0,8 ppm. Při vdechování atmosféry s koncentrací 1 ppm se dostavuje asi za hodinu kašel a únava, při koncentraci 1 až 10 ppm se dostávají bolesti hlavy až bezvědomí a koncentrace vyšší než 1000 ppm vedou v několika minutách ke smrti. Příznaky, které se objeví těsně po expozici, se mohou upravit; po době latence však může dojít k edému plic a při menších expozicích k zánětu plic.

Charakteristický zápach ozónu je postřehnutelný již asi od koncentrace 0,015 ppm a je v malých koncentracích docela příjemný, vyšší koncentrace však ihned nepříjemně dráždí. Ke dráždění očí dochází za 3 hodiny při koncentraci 0,2 ppm, kůže dráždí již za minutu koncentrace 100 ppm. Mikroorganismy ve vzduchu usmrcuje ozón bezpečněji teprve v koncentracích 6500 ppm a na jeho přítomnost ve vzduchu není ani z tohoto důvodu možno pohlížet jako na něco zdravého. Různou koncentrací ozónu ve vzduchu vysvětlují někteří autoři částečně vliv počasí na náladu a zdravotní stav člověka, exaktními pracemi však toto tvrzení podloženo není.

Bylo prokázáno, že fyzická námaha během expozice velmi značně zvyšuje citlivost na účinky ozónu, a že dochází k velmi výraznému návyku na ozón. Oxidy

---

<sup>7</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.21

dusíku jedovatost ozónu neovlivňují. Dříve často uváděný názor, že část účinků připadá na vrub těmto oxidům, často doprovázejícím ozón, se nezdá tedy správný<sup>8</sup>.

Znalosti o chronických účincích nejsou přes rozsáhlý výzkum stále ještě přesně známy. Po dlouhé inhalaci byly u zvířat zjištěny změny na plicích (fibróza) vedoucí ke snížené ventilaci. Každodenní, byť jen krátkodobé expozice koncentracím přes 5 ppm, které se mohou vyskytovat při sváření elektrickým obloukem, může vést k vážnému poškození plic. Účinky ozónu jsou v důsledku jeho struktury volného radikálu podobné účinkům ionizujícího záření (radiomimetický účinek) a nelze tedy vyloučit ani vážná zdravotní poškození. Ozón se zdá být jednou ze zdravotně nejdůležitějších složek „fotochemického smogu“, který vzniká účinkem vzdušného kyslíku a slunečního záření na ovzduší znečištěné uhlovodíky a oxidem dusnatým.

## **3.2 ZINEK, KADMIUM, RTUŤ**

Jde o toxikologicky významnou skupinu. Účinky zinku jsou přitom méně závažné, toxikologický význam kadmia a rtuti je značný.

### **3.2.1 ZINEK**

Biochemický význam zinku je důkladně probádán. Je součástí některých enzymů (karbonatanhydrasa, karboxypeptidasa, dehydrogenasa) a je pro člověka nepostradatelným prvkem. Nedostatek zinku je přičítáno špatné hojení ran, malý vzrůst a opoždění puberty. Střádá se v pankreatu a v játrech. Vylučuje se hlavně stolicí, mnohem méně močí.

Akutní otrava se obvykle neprojevuje celkovým účinkem. Ion zinečnatý působí při injekční aplikaci tlumivě na centrální nervstvo, při větších dávkách dochází až k obrnám.

Místně působí některé zinečnaté soli leptavě a mohou vážně poškodit kůži nebo oči. Při požití mají leptavý účinek na sliznici zažívacího ústrojí a s tímto účinkem souvisí i jejich emetické působení. Soli zinku se tímto podobají solím mědi.

Chronická otrava zůstává ne zcela jasným onemocněním. Při dlouhodobém perorálním podávání kovového zinku a některých jeho sloučenin (oxid, uhličitán,

---

<sup>8</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.22

octan aj.) byla popsána glykosurie, degenerace pankreatu, chudokrevnost, osteoporóza, zástava růstu a neplodnost. Dnes se chronická otrava zinkem považuje za vzácnou a soudí se, že dříve často popisovaný obraz (hlavně zažívací potíže a chudokrevnost) byl způsoben spíše jinými kovy, kterými bývá zinek znečištěn. Zcela popírat možnost chronické otravy zinkem při větší expozici však není možné.

Horečka slévačů může být vyvolána parami různých kovů nebo jejich oxidů (Be, Cd, Co, Cu, Fe, Hg, Mg, Mn, Ni, Pb, Sn), dýmy při tavení kovů i jejich jemným prachem. Je to velmi dávno známe profesionální onemocnění. Často bylo pozorováno při tavení bronzu a mosazi a vedly se spory, zda je způsobuje měď, cín nebo zinek. Brzy se však ukázalo, že nelze obviňovat jen jediný kov nebo jedinou sloučeninu. Zinek je pro svůj poměrně nízký bod tání a varu příčinou horečky slévačů velmi často.

Onemocnění se projeví za několik hodin po inhalaci par, kouře nebo prachu. Velmi charakteristický je jeho večerní začátek a plné rozvinutí příznaků uprostřed noci. Postižený cítí sladko v ústech, sucho v krku, pokašlává, cítí se slabý a neobyčejně unavený, zívá, mívá bolesti hlavy a někdy zvrací. Ke stoupenutí tělesné teploty dochází obvykle rychle ve spojení s třesavkou. Horečka je různě vysoká, může být i přes 40°C, jsou však i případy s malým zvýšením teploty, nebo dokonce vůbec bez horečky. Je-li teplota vysoká, může dojít k zakalení vědomí, blouznění nebo ke křečím. Vždy-i u případu bez horečky-je možno zjistit zvýšení počtu bílých krvinek. Někdy se v moči přechodně objeví bílkovina a cukr. Po několika hodinách, nejpozději a vzácně po jednom dni, se nemocný zpotí a teplota poklesne na normál. Onemocnění končí pravidelně dobře a nezanechává žádné následky, jen vzácné případy, které jsou spojeny s velmi vysokou horečkou, nelze považovat za nemoc lehkou a nezávažnou. Při opakované expozici se snad vyvíjí i určitá odolnost, která však netrvá dlouho, neboť i po krátkém přerušení práce třeba jen na jeden den, je výskyt častější. Dříve byla popisována i chronická onemocnění, dnes se chronický průběh horečky slévačů neuznává a soudí se, že šlo u popisovaných případů o jiné choroby, někdy snad i o působení přimíšených látek.

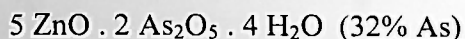
Jako výklad horečky slévačů je dodnes uznávána stará teorie, podle níž vede expozice k rozpadu nebo k denaturaci bílkovin. Částečně odbourané nebo



denaturované bílkoviny z plic se dostávají do krve a organismus na ně reaguje jako na cizorodou bílkovinu<sup>9</sup>.

### 3.2.1.1 TOXIKOLOGICKY VÝZNAMNÉ SLOUČENINY ZINKU

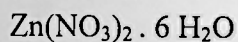
#### Arseničnan zinečnatý



#### Bromid zinečnatý



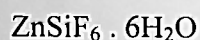
#### Dusičnan zinečnatý



#### Fluorid zinečnatý



#### Fluorokřemičitan zinečnatý



#### Fosfid zinečnatý



Obsahují jej raticidní přípravky. Obchodní preparáty obsahují asi 94%  $\text{Zn}_3\text{P}_2$ . Otrava fosfidem zinečnatým odpovídá otravě fosfanem. Popisuje se zvracení, průjem, neklid, horečka, rychlý, špatně plněný tep, výskyt bílkovin v moči, někdy cyanosa a edém plic.

#### Chlorid zinečnatý (zinkové máslo)



<sup>9</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.97

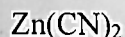
Požítí zředěných roztoků (1%) způsobuje zvracení. Na kůži působí zředěné roztoky adstringentně (svíravě) a velmi zředěné roztoky (0,2 – 0,5%) nedráždí ani sliznice. Koncentrované roztoky (50%) kůži příliš nedráždí, sliznice však těžce leptají. Při požití koncentrovanějších roztoků dochází k těžkému zánětu sliznice zažívacího systému a může dojít i k zánětu ledvin a poškození srdečního svalu. Množství, které při požití usmrcuje, se udává různě (1 – 10g), záleží na koncentraci. Chronický účinek není popisován, je podezřelý z karcinogenity.

#### Chroman zinečnatý



Může vést ke stejnému onemocnění sliznice nosní jako chromany alkálií. Při profesionální expozici prachu byl popsán větší výskyt plicních nádorů.

#### Kyanid zinečnatý



Pokládá se za stejně jedovatý jako kyanidy alkálií.

#### Oxid zinečnatý

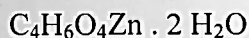


Požítí většího množství (10g) vyvolává nevolnost, zvracení a může být příčinou dlouho se vlekcujícího kataru žaludeční sliznice. Čerstvý oxid zinečnatý způsobuje při inhalaci horečku slévačů. Při pokusech na dobrovolnících bylo zjištěno, že koncentrace 15 mg/m<sup>3</sup> nevede při osmihodinové inhalaci k obtížím a koncentrace 45 mg/m<sup>3</sup> je zcela neškodná při vdechování po dobu 20 minut. Delší působení na kůži může vést k ucpaní vývodu mazových žláz a k vyrážkám<sup>10</sup>.

<sup>10</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.101

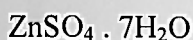


### Octan zinečnatý



Při požití má emetický účinek (pocit na zvracení). Zředěné roztoky (0,1 – 4%) mají adstringentní (svírající) a lehce antiseptický účinek na kůži a sliznice je snáší.

### Síran zinečnatý (skalice bílá)



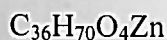
Požítí zředěných roztoků (1%) působí emeticky. Koncentrované roztoky mají leptavý účinek. Smrt způsobuje požití 3 – 5g.

### Sulfid zinečnatý



Luminofoxy, jejichž je podstatnou součástí, se u zvířat neprojevily akutně ani chronicky výrazněji toxické.

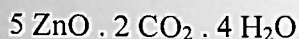
### Stearan zinečnatý



Je daleko jedovatější než oxid zinečnatý. Jsou popsány desítky úmrtí po jeho požití, k němuž došlo v důsledku záměny hlavně u dětí. Otrava se projevovala v těchto případech v první řadě zažívacími příznaky. Z inhalace prachu může dojít k zánětu plic a při dlouhodobé expozici i k chronickým nemocem plicním.

Pozn. Technický preparát stearanu zinečnatého obsahuje i oxid a palmitan.

### Uhličitan – oxid zinečnatý



### 3.2.2 KADMIUM

Kadmium se nepočítá k prvkům důležitým pro život. Jeho účinkům je věnována velká pozornost. Jedovatost kadmia se vysvětluje hlavně inhibicí sulfhydrylových enzymů a kompeticí se zinkem, mědí a železem.

Je známa prudká otrava po požití jeho sloučenin, která je obvykle neprofesionální, a otrava chronická, která je velmi často profesionální. Profesionálním je takřka vždy onemocnění, k němuž vede inhalace dýmů při tavení kadmia nebo jeho slitin a které se někdy uvádí jako otrava akutní.

Akutní otrava se při požití projevuje zvracením, pálením a křečovitými bolestmi v žaludeční krajině, často sliněním a průjmem, závratěmi až bezvědomím. Při požití malých dávek - např. po jídlech a nápojích, které přišly do styku s pokadmiovaným plechem - jsou vyhlídky na uzdravení většinou dobré, mohou být však velmi zkaleny navazujícím těžkým vředovým zánětem zažívacího traktu, krvácením do plic a do plen mozkových. Při požití větších dávek (30 až 40mg) může akutní otrava dosti rychle končit smrtí. Onemocnění způsobené vdechováním dýmů při tavení kadmia je spojováno s účinkem oxidu kademnatého.

Chronická otrava má dosti pestrý a někdy i neurčitý obraz. Postižení hubnou, mají žlutavou barvu pleti, pokašlávají, trpí úpornou nespavostí a neurčitými zažívacími obtížemi. Byla pozorována lehká chudokrevnost, která se dá vyvolat i experimentálně u zvířat a je u nich léčitelná železem. Kadmium zasahuje do metabolismu cukrů, inhibuje sekreci insulinu a vede ke zvýšení hladiny cukrů v krvi a ke glykosurii. Při větší expozici je pravidelným nálezem bílkovina v moči až těžší poškození ledvin, patrně v souvislosti se změnami v bílkovinném spektru krve. Albuminurie se vykládá i poškozením proximální části ledvinných kanálků v důsledku vstřebávání hemoglobinu, neboť bylo experimentálně prokázáno, že kadmium způsobuje hemolýzu. Bílkovina v moči se při otravě kadmiem někdy neprokáže běžnými zkouškami. V moči je vyšší hladina aminokyselin a vápníku. Koncentrační schopnost ledvin může být snížena a vylučování kyselin zmenšeno, těžší poškození ledvin však bývá vzácné. Častěji se snad vyskytují i ledvinové kameny, převážně fosfátové.

Zubní sklovina je impregnována dozlatova a zbarvení se projevuje nejprve kolem zubních krčků. Tento zlatožlutý lem, který ovšem nesmí být zaměňován za

zahnědlé odhalené zubní krčky starších kuřáků, je často popisován jako jeden z prvních příznaků chronické otravy kadmiem. Dalším velmi častým příznakem jsou pocity sucha v hrdle a v nose. Často se opakují rýmy a nověji se přičítá kadmiu (spolu s niklem) vina na ztrátě čichu při výrobě akumulátorů.

V pozdějším průběhu otravy se objevují bolesti v kříži a v dolních končetinách, které se po chůzi stupňují. Na rentgenogramech se popisovaly typické nálezy: příčné štěrbiny, zvláště na krčku stehenní kosti. V novější době se typičnost takových nálezů pro otravu kadmiem popírá a popisují se spíše nálezy na žebrech.

Zdá se, že po práci s kadmiem je častější a dřívější výskyt rozedmy plic. I výsledky pokusů na zvířatech potvrzují možnost trvalého poškození plic.

Zástava růstu, škodlivý účinek na pohlavní žlázy, degenerace jater, poškození krvetvorby, zvláště zapojení železa do krevního barviva byly po kadmiu prokázány experimentálně, u lidí nebyly však dosud bezpečně nalezeny. U některých sloučenin kadmia (chlorid kademnatý, síran kademnatý) se uvádí účinek teratogenní, u elementárního kadmia a řady jeho sloučenin (chlorid kademnatý, oxid kademnatý, síran kademnatý, sulfid kademnatý) účinek karcinogenní. Kadmium brzdí mikrosomální metabolickou aktivitu a může tak vést ke změnám v působení některých látek, např. k prodloužení narkotického působení barbiturátů. Selen do jisté míry chrání před otravou kadmiem.

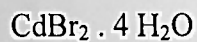
Chronická otrava může vzniknout po několika (průměrně asi po dvou) letech práce s kadmiem, zvláště po delší expozici dýmu a prachu oxidu kademnatého, sulfidu a stearanu. Ženy, zvláště blondýny, jsou prý na kadmium citlivější a mladší ženy by s kadmiem neměly při práci přicházet vůbec do styku. Platnou pomocí při určení velikosti expozice je stanovení kadmia v krvi a v moči, ačkoliv se kadmium vylučuje hlavně žlučí<sup>11</sup>.

---

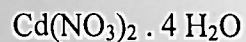
<sup>11</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.104

### 3.2.2.1 TOXIKOLOGICKY VÝZNAMNÉ SLOUČENINY KADMIA

Bromid kademnatý



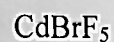
Dusičnan kademnatý



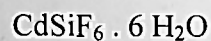
Fluorid kademnatý



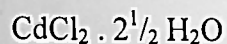
Fluoroboritan kademnatý



Fluorokřemičitan kademnatý

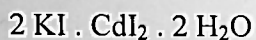


Chlorid kademnatý



Při požití působí značně emeticky. Ke zvracení vede požití 15 mg, avšak ani požití 0,3g nebylo ještě smrtící. Při chronické aplikaci u kryš byl snížen růst a obsah krevního barviva.

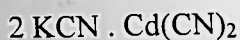
Jodid draselno-kademnatý



Jodid kademnatý



### Kvanid draselno-kademnatý

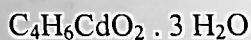


### Oxid kademnatý



Oxid kademnatý obsahuje červenohnědé dýmy, které vznikají při tavení kadmia nebo jeho slitin. Nemají bezprostřední dráždivé účinky nebo zápach, jejich vdechování je však velmi nebezpečné. Brzy po větší expozici pocítují postižení sucho v ústech, pálení v hrdle a v nose, dráždivý kašel a palčivou bolest na prsou, často i bolesti hlavy. Tyto potíže mohou trvat několik hodin a mohou se zlepšit, nebo úplně ustát. Přesto zůstává i v těchto případech nebezpečí vzniku edému plic i po 12 až 36 hodinách po expozici. Jindy vzniká za 3 až 10 dní po expozici zánět plic, při kterém je často pouze mírná horečka a při vyšetření se zjistí jen nepatrný nález. Onemocnění je však těžké a nebezpečné (intersticiální proliferativní pneumonie). Odhaduje se, že expozice smrtí člověka, je-li násobek koncentrace v  $\text{mg}/\text{m}^3$  a jejího trvání v minutách vyšší než  $2500^{12}$ .

### Octan kademnatý



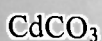
### Síran kademnatý



### Sulfid kademnatý (červen kadmiová, žlut kadmiová)



### Uhličitan kademnatý



<sup>12</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.107

### 3.2.3 RTUŤ

Rtuť se v těle nachází normálně ve stopách (1 až 10 $\mu$ g/kg) a nemá biologický význam. Je jedním z nejstarších a dosud nejdůležitějších průmyslových jedů.

Historie otrav rtutí je velmi pestrá a zajímavá. Rumělka byla jako barvivo používána v Egyptě, v Indii a v Číně již odpradáva (v Egyptě jistě již před 3300lety). Velmi dávno byl také objeven účinek rtuti a jejích sloučenin, neboť se objevují mezi léky. O otravě rtutí jako o nemoci otroků, kteří pracovali v hispánských dolech se zmiňují prameny již v počátcích římského císařství. V průběhu věků pak rostly znalosti o otravě tak, jak se rozvíjelo upotřebení rtuti a jejích sloučenin. Postižení byli horníci v nejstarších rtuťových dolech ve Španělsku od konce středověku v Istrii a posléze v Kalifornii. Postižení byli alchymisté, mastičkáři i jejich pacienti, pozlacovači, výrobci zrcadel v Benátkách a Norimberku, zubní lékaři. Ohroženy byly i osoby, které se rtutí přímo nepracovaly, námořníci dopravující rtuť na svých lodích, děti ze znečištěných šatů svého otce, při požáru rtuťových dolů v Istrii dokonce obyvatelstvo v celém okolí. Se rtutí přichází i v současnosti do styku řada osob, neboť její užití je velmi široké – usměrňovače, elektrolyza, teploměry, polarografy a jiné přístroje, athrachinonová barviva, mořidla, léky a řada dalších odvětví. Hromadný výskyt velmi vážných onemocnění v důsledku přítomnosti rtuti ve vodách a v rybách vede v nejnovější době k velmi intenzivnímu výzkumu a přísným hygienickým opatřením.

Akutní i chronické otravy jsou poměrně velmi časté, první převážně neprofesionálního, druhé převážně profesionálního původu.

Akutní otrava je nejčastější nejlépe známa a nejtypičtější po požití chloridu rtuťnatého. Projevuje se malou chvílí po požití pálením v ústech, obtížným polykáním, sliněním a bolestmi na prsou a v břiše. Po požití velkých dávek může již v tomto stádiu dojít ke kolapsu a smrti. Jinak nabývají v dalším průběhu bolesti charakteru trýznivé břišní koliky a dostávají se krvavé průjmy. Od druhého dne otravy jsou znatelně zduřeny slinné žlázy a začíná zánět ústní sliznice. Kolem zubních krčků je šedý lem, zuby se v dalším průběhu zánětu uvolňují a mohou i vypadat. Za dva až tři dny se dostávají známky poškození nejtypičtější pro akutní otravu anorganickou rtutí: porucha ledvin (nekróza stočených kanálků, sublimátová ledvina). Vylučování moči je omezeno nebo přestává úplně, objevují se otoky a další



příznaky provázející selhání ledvin. Zánět sliznic zažívacího systému pokračuje, bývají poškozena i játra a často se objevuje vyrážka podobná vyrážce spálové. Pro osud nemocného je však rozhodující stupeň poškození ledvin. Před možností nahrazení jejich funkce umírala většina postižených za velkých bolestí dříve či později v urémii.

Tento obraz akutní otravy je v podstatě společný pro všechny anorganické sloučeniny rtuti a pro všechny způsoby jejich vniknutí do organismu. Pouze v případech, ve kterých došlo k prudké otravě vdechováním par rtuti nebo prachu sloučenin, nejsou bezprostředně po takové expozici příznaky od trávicího systému, nýbrž známky podráždění dýchacích cest, zánět průdušek až zánět plic. Tyto příznaky jsou však brzy zatlačeny do pozadí příznaky, které jsou stejné jako při požití, včetně zánětu sliznice ústní, takže po požití nejde jen o místní účinek.

Mezi akutní a chronickou otravou rtutí jsou často nezřetelné přechody. Po větší, a třeba i jednorázové expozici (často inhalační při koncentracích 1 až 10 mg Hg/m<sup>3</sup>) je popisována kovová chuť v ústech, bolesti hlavy, později vředy na rtech a tvářích, vyrážka a další více či méně výrazné příznaky akutní otravy, které mohou vymizet asi ve dvou týdnech, mohou však i přejít v obraz otravy chronické.

Chronická otrava rtutí nemá vždy stejné počáteční projevy. Ve většině případů předcházejí příznaky poškození zažívacího traktu plnému rozvinutí příznaků nervových, které jsou pro chronickou otravu rtutí charakteristické.

Již po několika dnech až týdnech expozice může dojít k nechutenství, ke zvýšenému vylučování slin (ptyalismus mercurialis) a ke zduření slinných žláz. Velmi často a brzy na to navazuje zánět sliznice ústní (stomatitis mercurialis), doprovázený zápachem z úst a zvláštním měděným zbarvením patra. Tvoří se šedý lem kolem zubů. Dříve byl často popisován i zánět žaludeční sliznice. Dosti častá je kromě toho úporná rýma, krvácení z nosu, záněty vedlejších dutin nosních i onemocnění hltanu a hrtanu.

Většinou však dochází k projevům chronické otravy plíživě v průběhu měsíců až let práce, především práce s kovovou rtutí. Charakteristické jsou pomalé a nenápadně vznikající nervové poruchy, které mohou být i bez jakýchkoli předchozích příznaků od zažívacího systému. Projevují se nejdříve v činnosti kůry mozkové. Je to nemožnost soustředění, často předrážděnost a nesnášenlivost (erethismus mercurialis),

zapomnětlivost, pocit únavy a slabosti. Postižení jsou trápeni závratěmi a neurčitými bolestmi. Jde tedy v počátcích o stesky, které jsou běžné u neurotiků a jejich spojitost s expozicí nebyla a není proto často bez použití moderních vyšetřovacích metod poznávána nebo uznávána. Brzy se však při dále se rozvíjejícím obrazu otravy objeví objektivně lehce zjistitelné odchylky. Jde v první řadě o jemný třes, který zachvacuje hlavně ruce, oční víčka, rty a jazyk. Postižení nejsou schopni jemných pohybů prstů. Třes je tím větší, čím více se snaží své pohyby koordinovat (intenční třes), a čím více jsou příslušné svaly unaveny. Typické je při rozvinutém obraze tohoto třesu (tremor mercurialis) písmo: jeho začátek je poměrně dobrý, při dalším psaní se však stává písmo roztřeseným až zcela nečitelným. Někdy přistupují poruchy hmatu, mravenčení (parestesie), bolesti (neuralgie), částečné obrny (paresy), v těžkých případech poruchy zrakového traktu (skotomy), poruchy sluchu a rovnováhy. Neurologický obraz může dosti dobře odpovídat obrazu mnohočetné sklerózy, méně častý je obraz parkinsonismu s klidovým třesem a sníženou pohyblivostí i nedostatkem mimiky. Pro klasickou chronickou otravu rtutí je typická velká spavost, jsou však naopak popisovány případy spojené s nespavostí. Někdy se mění řeč, postižení vyrážejí rychle a krátce jednotlivá slova a je jim těžko rozumět (psellismus mercurialis). U otrav, které připomínají parkinsonismus, je řeč naopak pomalá a monotónní. Postižen je pravidelně i vegetativní systém (dermografie, pocení). V pozdních stádiích těžkých otrav, které jsou dnes velmi vzácné, docházelo až k závažným a ireparabilním psychickým změnám, ke zchátralosti a kachexii, spojené se změnami ve střevech, játrech a ledvinách. Jinak je postižení ledvin, které je typické pro akutní otravu, při chronické otravě velmi vzácné. Neobjevují se při ní vážnější známky poškození krvevotvorby, jen někdy se prokazuje lehká chudokrevnost, vzácně lymfocytosa a eosinofilie. Velmi časté jsou účinky na zrak. Zúžení zorného pole se pokládá za jeden z prvních příznaků. Dlouho je již známo šedé, šedočervené nebo zelené zabarvení oční čočky (mercuria lentis). Postižena může být i rohovka. Popisovány jsou změny elektrokardiogramu a poškození kůry nadledvin.

Pokud se týče vztahu expozice a stupně otravy, uvádí se<sup>13</sup>, že 1g rtuti způsobuje perakutní a rychle smrtící otravu, 150 až 200mg akutní a často smrtící otravu, 0,5 až

<sup>13</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.111



1mg denně vede po několika týdnech k chronické otravě a méně než 0,005mg denně vede k příznakům pouze u zvláště citlivých osob. Ženy jsou snad citlivější na rtuť než muži.

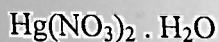
Rtuť se v organismu váže způsobem, který není dosud příliš objasněn. Koncentrace v plazmě je vyšší než v erythrocytech. Vylučuje se močí, slinami, stolicí, potem, byla nalezena i v mléce kojících žen. Prakticky významné je vylučování močí, které je nepravidelné a trvá dlouho i po skončení expozice. Hodnoty přes 10 $\mu$ g/l se považují za známku zvýšené expozice.

### 3.2.3.1 TOXIKOLOGICKY VÝZNAMNÉ SLOUČENINY RTUTI

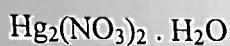
#### Arseničnan rtuťnatý



#### Dusičnan rtuťnatý



#### Dusičnan rtuťný



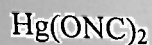
#### Fluorid rtuťnatý



#### Fosforečnan rtuťnatý



#### Fulminan rtuťnatý (třaskavá rtuť)



Otrava rtutí je při styku s touto látkou vzácná, avšak možná. Časté jsou kožní záněty, někdy až hluboké vředy, hlavně na špičkách prstů a vznik přecitlivělosti. Prach dráždí oči a dýchací cesty.

Chlorid amidortuťnatý (precipitát bílý)



Při požití je takřka stejně jedovatý jako chlorid rtuťnatý. Po dlouhé době kontaktu, hlavně v mastech, může způsobit chronickou otravu rtuť a vyrážky.

Chlorid rtuťnatý



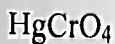
Je nejčastějším zdrojem akutních otrav rtuť při požití, je však možnost otravy i vstřebáváním sliznicemi. Je popsán i vznik vyrážek a chronických otrav. Při požití je smrtící dávka 0,2 až 1g.

Chlorid rtuťný (kalomel)



Má projímavé a močopudné účinky v dávkách 0,12 až 0,3g. Vyskytly se po něm medicínální otravy rtuť, celkové účinky jsou však vzácné a obvykle se objevují jen příznaky kožní. Popisována je přecitlivělost, projevující se vyrážkou, zduřením mízních uzlin, zvětšením sleziny a horečkou.

Chroman rtuťnatý



Jodid rtuťnatý

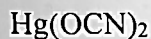


Je podstatně méně jedovatý než chlorid rtuťnatý. Dráždí kůži. Pro člověka je při požití udávána jako nejnižší smrtící dávka 0,357 g/kg.

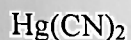
Jodid rtuťný



Kyanatan rtuťnatý



Kyanid rtuťnatý



Při akutní otravě je nejprve v popředí účinek kyanidový, v pozdějším průběhu účinek rtuti. Vstřebává se i sliznicemi. Při požití smrtí 0,2 až 1g, je tedy při požití asi stejně jedovatý jako chlorid rtuťnatý.

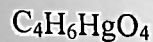
Oxid rtuťnatý



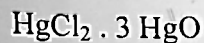
Oxid rtuťný



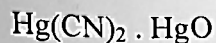
Octan rtuťnatý



Chlorid-oxid rtuťnatý



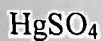
Kyanid-oxid rtuťnatý



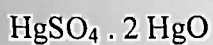
Pozn. Tablety pro přípravu roztoků k zevnímu použití se barví modře; menší obsahují 0,5g větší 1g látky; vzhledem k výbušnosti se mísí s kyanidem rtuťnatým. Na počátku akutní otravy se mohou projevit kyanidové účinky; jinak

však otrava probíhá jako otrava chloridem rtuťnatým. Pro prognózu jsou příznaky otravy rtuťí důležitější. Vstřebává se sliznicemi.

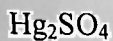
Síran rtuťnatý



Síran rtuťnatý zásaditý (síran-oxid rtuťnatý)



Síran rtuťný



Sulfid rtuťnatý (rumělka)



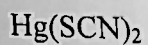
Červený přírodní sulfid je nerozpustný ve vodě, avšak černý sulfid, vzniklý srážením, ve vodě rozpustný je.

Toxicita je velmi malá, může však místně dráždit.

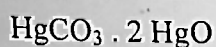
Sulfid rtuťný



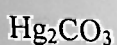
Thiokvanatan rtuťnatý



Uhličitan rtuťnatý zásaditý (uhličitan-oxid rtuťnatý)



Uhličitan rtuťný



### 3.3 OLOVO

Olovo je nejstarším průmyslovým jedem a otravu olovem, která je někdy označována jako saturnismus nebo plumbismus, je právem možno pokládat za nejstarší a dosud nejdůležitější profesionální či průmyslovou otravu.

Olova bylo užíváno snad již před osmi tisíci lety, olověná figurka, která je v British Museum. v Londýně, je jistě starší než šest tisíc let. Féničané ho ve Španělsku dolovali již před čtyřmi tisíci lety a rostliny ve visutých zahradách Semiramidiných byly v olověných pánvích. K otravám olovem docházelo jistě již v dávnověku. Určitěji jsou příznaky otravy známy a olovu připisovány asi třicet století. Profesionální otravu popisuje Hippokrates a v době, kdy ji popisuje Plinius, byla již asi dosti rozšířeným onemocněním. V Pompejích, jejichž zkázu vylicil, bylo olověné vodovodní potrubí, používalo se olovnatých glazur a bílých i červených olovnatých pigmentů. Byl dokonce vysloven názor, že otrava olovem u velké části populace byla jednou z hlavních příčin zániku antického Říma. V pozdějších staletích se používání olova dále rozšiřovalo a případů profesionálních otrav přibývalo, aniž by se příliš podstatným způsobem zvětšily znalosti o otravě a zlepšily pracovní podmínky. Na počátku 18. století popisuje otravu olovem Ramazzini a roku 1839 dokumentuje Tanquerel des Planches svou práci o otravě olovem imponantním souborem 1200 případů. V moderní době rapidně produkce olova stoupá a přistupují nové zdroje expozice, např. tisk a výroba akumulátorů. Velmi se však také zlepšují znalosti o otravě a zvyšuje se hygiena práce. Za prvních padesát let dvacátého století klesá počet případů otravy olovem v pokročilých zemích na jednu desetinu. Saturnismus, který byl po staletí ústřední a mimo otravu rtuti vlastně i jedinou náplní profesionální toxikologie, ztrácí toto výhradní postavení, má však stále mimořádnou důležitost, která si vynucuje výzkumnou práci i v současnosti, kdy jsou znalosti o otravě olovem již velmi rozsáhlé. Těžké případy otrav, které byly dříve velmi časté, dnes nepozorujeme vůbec, velmi se zdokonalily prostředky k rozpoznání počínajících otrav i jejich léčení. Neustále však roste těžba olova a zamořování životního prostředí olovem. Toxikologická problematika olova přechází od hlediska lokálního k hledisku regionálnímu a globálnímu.

Účinek olova na organismus nelze vyjádřit jednotně a jednoduše. V podstatě poškozuje asi zachycení olova na různých buněčných fermentech, hlavně na skupinách sulfhydrylových. Zasahuje do metabolismu krevních bílkovin, do systému kyseliny nikotinové, do imunobiologických procesů, do tvorby hemoglobinu, do minerálního metabolismu. Jeho biochemický účinek je tedy mnohostranný. Zjednodušeně lze jako hlavní vytknout účinek na krevní barvivo a červené krvinky, na nervový systém, na svalstvo a cévy. Olovo účinkuje i na zaživací systém, na ledviny a žlázy s vnitřní sekrecí.

Metabolismus hemoglobinu a erythrocyty ovlivňuje olovo několika způsoby. Snižuje aktivitu dehydratázy, kyseliny  $\beta$ -aminolevulové (ALA-D) a brání tvorbě porfobilinogenu z kyseliny  $\beta$ -aminolevulové (ALA). Dále interferuje olovo s činností hem-synthetázy, sulfhydrylové skupiny obsahujícího enzymu, jehož funkcí je zabudování železa do protoporfyrinu. Důsledkem těchto zásahů je zvýšení hladiny ALA v krevním séru a v moči, zvýšení obsahů protoporfyrinů v erythrocytech, zvýšení koproporfyrinu, uroporfyrinu a porfobilinogenu v moči, zvýšení hladiny v séru a snížení obsahu hemoglobinu v krvi. Olovo zkracuje dobu života erythrocytů. V periferní krvi je snížen počet červených krvinek, zvyšuje se výskyt retikulocytů (mladých erythrocytů) a objevují se basofilně tečkované erythrocyty. Podle starších prací<sup>14</sup> účinkuje olovo přímo na povrchovou membránu erythrocytů tak, že ztrácí pružnost a je méně odolná, podle novějších tomu tak není, osmotická rezistence erythrocytů je zvýšena. Podle některých pramenů je vlivem olova zvýšená tvorba fetálního hemoglobinu. Za nejčasnější příznak účinků olova se pokládá snížení aktivity ALA-D. Výskyt tečkovaných erythrocytů je časnější známkou než pokles erythrocytů a hemoglobinu.

Na nervovou soustavu účinkuje olovo takřka jistě přímo, jen vzácně se vykládá tento účinek jako důsledek poškození cév. V periferním systému jsou ovlivněny nervy motorické, typická je paralýza neaktivnějších svalů horních končetin. Dochází k demielinizaci a degeneraci axonu, jejíž patogeneze není dobře vysvětlena a souvisí snad s vlivem olova na funkci vápníku. Vědecké práce<sup>15</sup> prokazují ovlivnění podmíněných reflexů při expozici olovem. Pozornost byla věnována i

<sup>14</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.192

<sup>15</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.192

elektroencefalografickým změnám. K encefalopatii vznikající z olova jsou náchylné hlavně děti a problematika přerůstá rámcem profesionální toxikologie. Olovo ovlivňuje i autonomní nervstvo, do obrazu otravy patří funkční poruchy s vegetativními a neurotickými obtížemi.

Účinek olova na svalstvo se vykládá často jako následek postižení motorických nervů. Není jednoty v názoru, že olovo účinkuje na svaly i přímo.

Na cévy účinkuje olovo podle některých autorů přímo, podle jiných prostřednictvím nervstva. Dochází k vasokonstrukci – bledost při otravě olovem je prý hlavně důsledkem této vasokonstrukce a anémie má při ní jen podružnou úlohu – a k hypertenzi. Připouští se vznik arteriosklerosy a sklerosy ledvin jako následek velké expozice olovu.

Účinek olova na ledviny byl studován důkladně. Po experimentální aplikaci byla u zvířat zjištěna tvorba internukleárních inkluzí a zbobtnání mitochondrií v ledvinných buňkách s poruchou oxidačních a fosforylačních procesů, v moči se kromě ALA objevily i jiné aminokyseliny a akutní změny ledvin progredovaly do difúzní nefropatie s tubulární atofií. Epidemiologické práce prokazují souvislost mezi profesionální expozicí olovu a onemocněním ledvin i souvislost mezi neprofesionální expozicí a výskytem nefritidy především u dětí.

Nadledviny obsahují při otravě olovem méně kyseliny askorbové, jejich produkce steroidních hormonů nejdříve klesá, při pokročilé otravě však značně stoupá. Akumulace jódu ve štítné žláze a jeho vazba na bílkovinu je u krys vlivem olova snížena.

Tak jako u jiných jedů kolísá i u olova individuální citlivost a je ovlivňována řadou faktorů. Zvláště charakteristické je při vzniku saturnismu spolupůsobení alkoholu. Často je citován výstižný výrok, že není ovšem každý, kdo má profesionální otravu olovem, alkoholik, ale že každý alkoholik, který s olovem pracuje, otravu dostane. Citlivost je snad i ve vztahu s příjmem vitamínu C, s ročním obdobím nebo s teplotou a vlhkostí. Snad jsou ženy na olovo citlivější než muži; jisté jsou citlivější děti, než dospělí. Ženy by neměly být olovu exponovány již i proto, že olovo prochází placentou a působí teratogenně a embryotoxicky<sup>16</sup>.

<sup>16</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.192



Hlavní bránou vstupu olova do těla při průmyslové expozici jsou plíce. Při inhalaci par nebo prachu olova a jeho sloučenin se vstřebává 36-47% - záleží to i na rozměru částic prachu, při požití pouze 6-7%. Neporušenou kůží se olovo a jeho anorganické sloučeniny prakticky neresorbují.

Krví se olovo transportuje hlavně na povrchu erythrocytů jako koloidní fosforečnan. Více než 95% olova, které cirkuluje v krvi, je vázáno na erythrocyty, v plazmě je in-vivo i in-vitro méně než 5%.

Olovo se uskládá hlavně v kostech, méně ve stěně cév, v játrech a ledvinách, nejméně ve svalech a mozku. Při dosažení rovnováhy mezi absorpcí a eliminací je přes 90% olova deponováno v kostní tkáni, kde je zabudováno do kostních krystalů. V kostech se tak může nashromáždit značné množství olova bez příznaků otravy. Vlivem řady okolností při infekčním onemocnění, pooperační acidóze, po opilosti, při zlomenině a během gravidity může dojít k nárazovému uvolnění a vyplavení kostních zásob a manifestací otravy třeba i za dlouhou dobu po přerušení expozice. Odstranit olovo, které je v těle deponováno, takovým způsobem, aby nepůsobilo toxicky, mobilizovat je v co nejméně účinné formě, to je principem terapie saturnismu.

K vylučování olova dochází hlavně stolicí a prakticky všechno olovo, které se takto vylučuje, pochází ze žluče. Vylučování močí je pomalé, zdá se, že dochází k tubulární reabsorpci.

Přes všechny znalosti, pomocné laboratorní metody a zkušenosti, které jsou u olova větší než u jiných průmyslových jedů, není rozpoznání saturnismu a jeho stupně, nebo významnosti ohrožení saturnismem záležitostí snadnou. Nikdy nelze posuzovat podle jednotlivých příznaků nebo nálezů, ale je nutno ze všech známých údajů vytvořit celkový obraz případu, jak je tomu v lékařství vždy.

Akutní otrava olovem je vzácná, nezahrnuje-li se do ní náhlá manifestace příznaků při větší expozici v průběhu dosud latentní otravy chronické, nebo při vyplavení olova z kostí, či případy, kterým přísluší spíše označení otrav subakutních. Mezi akutní a chronickou otravou není dostatečně podstatných rozdílů v příznacích a nelze je proto příliš rozlišovat.

Při požití většího množství rozpustných sloučenin olova je popisována salivace, kovová chuť v ústech, nevolnost, kolikovitá bolest břicha a zvracení. Zvratky mohou



obsahovat chlorid olovnatý a připomínat vzhledem mléko. Průjem může být, není však konstantní složkou obrazu. Je-li vyprázdněna stolice, může být zbarvena krví červeně nebo černě, její černou barvu může způsobit i sulfid olovnatý. Při těžké otravě je celkový stav rychle změněn. Při kolikách stoupá krevní tlak a zrychluje se srdeční akce, později se dostavuje úzkost, snížení tělesné teploty pod normál, studený pot, pokles krevního tlaku s tachykardií, někdy bolesti hlavy, oblužení, bezvědomí a křeče. Do popředí vystupují příznaky zažívací nebo nervové, jen vzácně příznaky zažívací i nervové současně. Děti inklinují k manifestaci příznaků nervových. Přežije-li postižený, mohou se v pozdějším průběhu objevit i známky poškození ledvin a žloutenka. Po velkých dávkách umírá otrávený v několika dnech. Akutní otrava může jinak přejít v obraz otravy chronické. Je-li při těžké otravě život zachráněn, v každém případě trvá rekonvalescence dlouhou dobu.

Je-li expozice rozložena do poněkud delšího časového intervalu, což je při inhalační expozici nejpravděpodobnější, může bouřlivému vypuknutí předcházet stadium neurotického pocitu onemocnění a slabosti, sladká chuť v ústech a jiné nezřetelné příznaky.

Dospělého člověka usmrtí asi 1g olova, dojde-li k jeho vstřebání.

Chronická otrava má složitý obraz a řadu příznaků, které různě zřetelně vystupují jednak podle stupně a okolností expozice a pokročilosti otravy, jednak podle dosud málo známých faktorů, tkvících v organismu postiženého. Je proto možno rozeznávat nejen různá stadia otravy, ale i její různé typy.

V prvním stadiu otravy se olovo ukládá v těle, a nazývá se proto někdy impregnační periodou. Postižený zůstává celkem bez obtíží (jde o latentní saturnismus), nebo má jen počáteční reverzibilní symptomy. Toto stadium je však velmi důležité pro prevenci: laboratorní testy mohou na nebezpečí ukazovat dříve než klinické příznaky. Nejcitlivější je asi snížení aktivity ALA – D. Hladina ALA je zvýšena v krvi i v moči, v krvi z průměru 1mg/l na hodnoty vyšší než 2mg/l, v moči na hodnoty vyšší než 10mg/l. Hladina olova v krvi (plumbemie) je vyšší než 0,07mg/100ml, v moči vyšší než 0,13mg/l. Po diagnostické mobilizaci olova se vyloučí po aplikaci 2g CaEDTA močí během 6 hodin více než 0,45 až 0,56mg olova a během 24 hodin více než 0,8 až 1mg olova. Vzhledem k některým nepříznivým vedlejším účinkům CaEDTA se k mobilizaci užívá i penicilaminu. V moči se

objevuje koproporfyryin ve vyšších koncentracích než 0,3mg/l. Basofilně tečkovaných erytrocytů je 1000 až 3000 na milion. Počet erytrocytů může poklesnout na 3 miliony v mm<sup>3</sup>, obsah hemoglobinu na 10g %, může být nalezena polychromazie, anisocytóza a lehká lymfocytóza, siderocyty a sideroblasty. Může být albuminurie a lehké změny chronaxie. Uváděné limitní hodnoty jsou ovšem pouze orientační<sup>17</sup>.

Pacienti si v tomto stadiu stěžují na zhoršení tělesné kondice, na únavnost, poruchy spánku, bolesti kloubů a svalů, na zácpu, bolesti žaludku a snížení chuti k jídlu. Častá je bledost, barva pleti v obličeji připomíná bílou kávu. Tmavý lem na dásních (Burtonova linie) u řezáků a špičáků se dříve popisoval jako důležitý a časný příznak. Při dnešním pokroku hygieny úst je velmi vzácný a vyskytne-li se, je považován za známku zvýšené absorpce, nikoliv za známku otravy.

Druhé stadium otravy se označuje jako manifestní saturnismus. Dělení není ovšem nijak určité, některé příznaky se mohou projevit již brzy, později ustoupit a znovu se vrátit, nebo mohou zcela vymizet a mohou se vynořit obtíže jiné. Zhruba je možné rozdělit příznaky chronické otravy olovem do skupin, a podle toho, které převažují pak rozlišovat různé typy saturnismu.

Při gastrointestinálním typu, nazývaném též někdy typem alimentárním, jsou hlavním problémem koliky, prudké křečovitě bolesti břicha. Častěji jsou to suché koliky (spojené se zácpou), vzácněji je při nich průjem. Koliky mohou být velmi bolestivé. Případy záměny za náhlou příhodu břišní, nejčastěji za akutní apendicitidu, nejsou vzácností. Dostávají se zvláště v prvních dvou letech expozice, někdy jako následek vyplavení olova po excesu nebo zvýšené fyzické aktivitě. Při gastrointestinálním typu je dalším projevem i nechutenství, zvracení a neurčité zažívací obtíže.

Neuromuskulární typ chronické otravy je charakterizován ve svých počátcích slabostí svalové kontrakce, především extenzorů prstů a ruky. Čím více jsou svaly namáhány, tím dříve a tím více je funkce porušena. Dochází až k úplné neschopnosti narovnat prostřední prst a prsteník, ochrnutí se může rozšířit na ostatní prsty a na zápěstí, aniž by byla porušena citlivost. Pro otravu olovem byla již dříve charakteristická obrna n. radialis s „drápovitou“ rukou. Dnes se již nevidí, k obrnám

---

<sup>17</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.194

dochází po několikaleté expozici koncentracím, které se již nevyskytují. Došlo-li k nim, je úprava po přerušení expozice a léčení pomalá, ne vždy úplná a může zůstat alespoň atrofie svalstva<sup>18</sup>.

Encefalopatický typ je charakterizován postižením ústředního nervstva. Je nyní velmi vzácný, přece se však vyskytuje a považuje se za častější při chronické otravě olovem u dětí. Je podobný obrazu otravy vysoce toxickými organickými sloučeninami olova (např. tetraethylolovem). Počátečním příznakem jsou mučivé bolesti hlavy, silnější než při jiných typech otravy olovem. V dalším průběhu se někdy rozeznává konvulzivní forma s epileptiformními křečemi a delirantní forma s poruchami vědomí v popředí obrazu. Encefalopatický typ je vždy velmi vážným onemocněním, které může vést velmi rychle k hlubokému bezvědomí a k smrti.

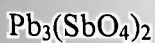
Do obrazu chronické otravy a jejích následků se často zařazuje řada dalších příznaků a nemocí. Hypertenze, onemocnění ledvin, snížení plodnosti mužů, vzácněji žaludeční vřed, tečkovité pigmentace sítnice, postižení kloubů a slinných žláz.

Z potravy a pitné vody přichází denně do těla asi 0,3mg olova. Toto množství nevede ke zdravotním škodám. Každodenní příjem 1 až 2mg olova touto cestou může po několika letech vést k chronické otravě. Předpokládá-li se vstřebání 10%, je to 0,1 až 0,2mg resorbovaného olova denně. Vstřebání 10mg denně vede k těžké otravě v několika týdnech. Při inhalační expozici se počítá se vstřebáním 30 až 50% a při lehké fyzické práci a koncentraci v ovzduší 0,05mg olova v m<sup>3</sup> lze předpokládat za 8 hodin vstřebání 0,087 až 0,144mg olova. Po této expozici nastávají změny podmíněných reflexů, zvýšený obsah olova v kostech a patologické změny v orgánech. Práce v koncentraci 0,14 až 0,15mg/m<sup>3</sup> vede k anémii. Porovnání koncentrací v ovzduší pracoviště s hladinou olova v krvi a v moči připouští orientační závěr, že údaje koncentrací v mg/m<sup>3</sup> řádově souhlasí s hladinami olova v krvi a v moči v mg/l.

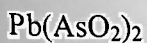
<sup>18</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.194

### 3.3.1 TOXIKOLOGICKY VÝZNAMNÉ SLOUČENINY OLOVA

Antimoničnan olovnatý (neapolská žlut')

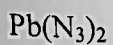


Arsenitan olovnatý

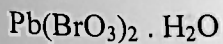


Je jedovatější a má větší dráždivé účinky než arseničnany olova. Při akutní otravě se projevují spíše účinky arsenu, při chronické otravě účinky olova.

Azid olovnatý



Bromičnan olovnatý



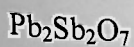
Bromid olovnatý



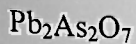
Cerisit



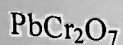
Diantimoničnan diolovnatý



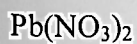
Diarseničnan diolovnatý



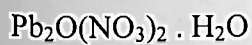
Dichroman olovnatý



Dusičnan olovnatý



Dusičnan olovnatý zásaditý (didusičnan-oxid diolovnatý)



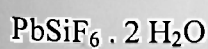
Fluorid olovnatý



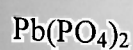
Fluoroboritan olovnatý



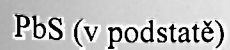
Fluorokřemičitan olovnatý



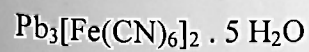
Fosforečnan olovnatý



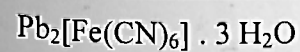
Galenit



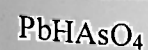
Hexakvanoželezitan olovnatý



Hexakvanoželeznatan olovnatý

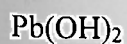


Hydrogenarseničnan olovnatý

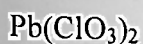


Hlavní je při otravě účinek arsenu; jako příznaky se popisují bolesti břicha, zvracení, průjem a křeče. Lehce dráždí kůži. Při požití pro člověka se udává jako smrtící dávka 0,1 až 0,5g, jinde asi 0,0014g/kg<sup>19</sup>.

Hydroxid olovnatý



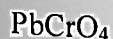
Chlorečnan olovnatý



Chlorid olovnatý

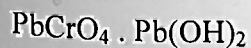


Chroman olovnatý (žlut' chromová, pařížská)



Chroman olovnatý je akutně při požití jedovatější než většina anorganických sloučenin olova, snad pro bezprostřední účinek chromanového aniontu. Příznaky otravy olovem se mohou objevit až za několik dnů nebo i týdnů po expozici. Při profesionální expozici není chronická otrava olovem obvyklá. Nádory plic nebyly po práci s chromovou žlutí popsány.

Chroman olovnatý zásaditý (chromová červeně)

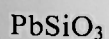


Jodid olovnatý

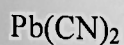


<sup>19</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.199

Křemičitan olovnatý



Kyanid olovnatý



Oxid olovičitý



Oxid olovnatý

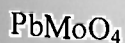


Pro vznik chronické otravy olovem je nebezpečnější než kovové olovo a ostatní sloučeniny olova s výjimkou uhličitanu a síranu.

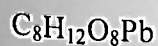
Minium (suřík, oxid olovnato - olovičitý)



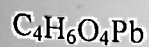
Molybdenan olovnatý



Octan olovičitý

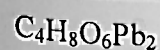


Octan olovnatý



Jako lék se používal v nejvyšší jednotlivé dávce 0,1g, požití 2 až 3g vyvolává těžkou otravu a 20 až 30g vede ke smrti.

Octan olovnatý zásaditý (octan – hydroxid olovnatý)





## Olovo

Pb

Práce s kovovým olovem je nebezpečná hlavně pro vznik chronické otravy. Nejnebezpečnější je inhalační expozice při jeho zahřívání. Při zahřívání do 1000°C není obvykle par mnoho, ačkoli již asi od 600°C je tenze par dostatečná, aby se mohly vytvořit hygienicky závažné koncentrace. Zahřívání na teplotu vyšší než 1000°C je velmi nebezpečné i u slitin olova.

Neporušenou kůží se kovové olovo vstřebává zanedbatelně. Ze znečištěných rukou se však může přenést do úst. V teplé i zředěné kyselině chlorovodíkové se olovo částečně rozpouští. Ze zažívacího systému se může vstřebávat jako chlorid nebo jako cholán. K otravě dochází i po požití kovového olova.

## Síran olovnatý

PbSO<sub>4</sub>

## Síran olovnatý zásaditý (síran – oxid diolovnatý)

PbSO<sub>4</sub> . PbO

## Sulfid olovnatý

PbS

## Thiokyanatan olovnatý

Pb(SCN)<sub>2</sub>

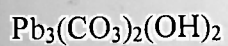
## Titaničitan olovnatý

PbTiO<sub>3</sub>

## Uhličitan olovnatý

PbCO<sub>3</sub>

Uhličitan olovnatý zásaditý, bis(uhličitan)-dihydroxid triolovnatý;



Požítí asi 50g usmrcuje. Olověná běloba se považuje za nejnebezpečnější látku pro vznik chronické otravy olovem<sup>20</sup>.

---

<sup>20</sup> Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Praha: Avicenum, 1996. s.205

## 4 POUŽITÍ CHEMICKÝCH LÁTEK VE ŠKOLE

### 4.1 ZÁKONNÁ USTANOVENÍ

Používání chemických látek při školních experimentech na základních a středních školách a v další odborné praxi se řídí podle zákona č. 157/1998 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích, s platností od 1. ledna 1999. Tento zákon zásadně mění a rozšiřuje klasifikaci nebezpečných chemických látek. Dříve se zvláštní předpisy týkaly pouze jedů a zvláště nebezpečných jedů, nyní jsou zahrnuty i ostatní nebezpečné vlastnosti látek, a tak jsou chemické látky popisovány komplexně. Předpisy se týkají jak chemických látek, což jsou chemické sloučeniny a prvky, tak i chemických přípravků, což jsou směsi chemických látek.

Kromě klasifikace a charakteru látek zákon rovněž předepisuje práva a povinnosti osob a organizací, které s chemickými látkami manipulují. Chemické látky a přípravky se klasifikují podle fyzikálně-chemických vlastností, toxicity, hořlavosti, vlivu na zdraví člověka a vlivu na životní prostředí.

#### 4.1.1 NEBEZPEČNÉ LÁTKY A PŘÍPRAVKY

Nebezpečné látky a přípravky se definují jako látky, které mají prokazatelně jednu nebo více nebezpečných vlastností stanovených zákonem. Dělí se na:

a) **Výbušné**, které mohou exotermně reagovat i bez přístupu kyslíku za rychlého vývinu plynu nebo u nichž dochází při definovaných zkušebních podmínkách k detonaci a prudkému shoření nebo které při zahřátí vybuchují, jestliže jsou umístěny v částečně uzavřené nádobě.

b) **Oxidující**, které při styku s jinými látkami, zejména hořlavými, vyvolávají vysoce exotermní reakci.

c) **Extrémně hořlavé**, které v kapalném stavu mají teplotu vzplanutí menší než 0 °C a teplotu varu menší než 35 °C nebo které jsou v plynném stavu při styku se vzduchem za normální teploty a normálního tlaku vznětlivé.

d) **Vysoce hořlavé**, které

- se mohou samovolně zahřívat a poté vznítit při styku se vzduchem za normální teploty, normálního tlaku a bez přívodu energi
- se mohou v pevném stavu vznítit po krátkém styku se zápalným zdrojem a po odstranění zápalného zdroje dále samovolně hoří či doutnají
- mají v kapalném stavu teplotu vzplanutí menší než 21 °C a nejsou extrémně hořlavé
- při styku s vodou nebo vlhkým vzduchem uvolňují vysoce hořlavé plyny v množství nejméně  $1 \text{ dm}^3 \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{h}^{-1}$ .

e) **Hořlavé**, které mají teplotu vzplanutí od 21 °C do 55 °C.

f) **Vysoce toxické**, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou i ve velmi malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození organismu, či smrt.

g) **Toxické** viz bod f).

h) **Zdraví škodlivé** viz bod f).

i) **Žíravé**, které při styku s živou tkání mohou způsobit její zničení.

j) **Dráždivé**, které nemají vlastnosti žíravin, ale při přímém dlouhodobém nebo opakovaném styku s kůží nebo sliznicí mohou vyvolat zánět.

k) **Senzibilizující**, které po vdechnutí nebo proniknutí kůží mohou vyvolat precitlivělost tak, že po další expozici vznikají charakteristické příznaky.

l) **Karcinogenní**, které po vdechnutí, požití či proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu rakoviny.

m) **Mutagenní**, které po vdechnutí, požití či proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu genetických poškození.

n) **Toxické pro reprodukci**, které po vdechnutí, požití či proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu nedědičných poškození potomků; poškození reprodukčních funkcí nebo schopností reprodukce muže či ženy.

o) **Nebezpečné pro životní prostředí**, které po proniknutí do životního prostředí představují i mohou představovat okamžité či opožděné nebezpečí<sup>21</sup>.

Nebezpečnost jednotlivých látek se posuzuje podle Seznamu nebezpečných chemických látek, který je uveden v nařízení vlády č. 25/1999 Sb., a který o chemických látkách poskytuje řadu údajů důležitých pro výrobce, dovozce a distributory.

Pro učitele chemie jsou důležité především tzv. R-věty, S-věty a koncentrační limity.

R-věty jsou standardní věty, které označují specifickou rizikovost látky. Označují se čísly 1 až 66. Každá věta popisuje konkrétní vlastnost látky. Např. R1 – výbušný v suchém stavu, R11 – vysoce hořlavý. R-věty se samozřejmě mohou i kombinovat, např. R-23/24/25 – toxický při vdechování, při styku s kůží a při požití.

S-věty jsou standardní pokyny pro bezpečnou manipulaci s látkou. Označují se čísly 1 až 62 a rovněž se stejně jako R-věty mohou kombinovat. S 3/7 – uchovávejte obal těsně uzavřený na chladném místě atd.

Podle nařízení vlády jsou potřeba pro identifikaci nebezpečných látek tyto další údaje:

Identifikace nebezpečné látky			Informace pro označení na obalu			Koncentrační limit (v %) R-věty			
Název	Číslo CAS	Klasifikace	Symbol	R-věty	S-věty	T	Xn	C	Xi
	Číslo ES								
	Indexové číslo								

**Číslo CAS** je registrační číslo látky používané v Chemical Abstracts Service, které jsou vydávány Americkou chemickou společností. Čísla CAS označují nehydratovanou formu látky.

**Číslo ES** je sedmimístné číslo látky uvedené v evropském Seznamu látek ve tvaru XXX-XXX-X.

**Indexové číslo** látky je číselný kód ve tvaru ABC – RST – VW – Y, kde:

<sup>21</sup> Zajíček, J. a Beneš, P.: Použití chemických látek ve škole podle nové legislativy nejen pro vyučující chemie na základních školách a v nižších ročnících víceletých gymnázií. Praha: Fortuna, 2001. s.7-8

**ABC** je buď protonové číslo chemického prvku nejvíce charakterizující danou látku nebo obvyklé číslo třídy pro organické látky,

**RST** je pořadové číslo látky uvedené v sérii ABC,

**VW** označuje formu, v níž je látka vyráběna nebo uváděna na trh,

**Y** je kontrolní číslo vypočítané mezinárodní standardní metodou.

Například indexové číslo kyanidu draselného je 006-007-00-5

Zkrácená forma značení, která se používá pro zařazení látek do skupin nebezpečnosti:

výbušná	označení <b>E</b> (explosive)
oxidující	označení <b>O</b> (oxidizing)
extrémně hořlavá	označení <b>F+</b> (flammable)
vysoce hořlavá	označení <b>F</b>
hořlavá	označení <b>R 10</b>
vysoce toxická	označení <b>T+</b>
toxická	označení <b>T</b>
zdraví škodlivá	označení <b>Xn</b>
žiravá	označení <b>C</b> (caustic)
dráždivá	označení <b>Xi</b>
senzibilizující	označení <b>R 42, R 43</b>
karcinogenní	označení <b>Karc.</b> kat (1,2 nebo 3)
mutagenní	označení <b>Mut.</b> kat (1,2 nebo 3)
toxická pro reprodukci	označení <b>Repr.</b> kat (1,2 nebo 3)
nebezpečná pro životní prostředí	označení <b>N</b> (natural) nebo <b>R 52, R 53, R 59</b>

#### 4.1.2 OSOBY OPRAVNĚNÉ NAKLÁDAT S CHEMICKÝMI LÁTKAMI

Veškeré fyzické i právnické osoby oprávněné k podnikání (tedy i školy) musí mít jednotlivé činnosti při nakládání s chemickými látkami zajištěny autorizovanou osobou nebo osobou, kterou autorizovaná osoba prokazatelně zaškolila. O zaškolení a následném proškolení se uchovává písemný záznam po dobu tří let<sup>1</sup>. Proto i každá škola nakládající s chemickými látkami musí mít podle tohoto zákona zajištěn provoz autorizovanou osobou nebo osobou zaškolenou.

**Autorizovaná osoba** je osoba, která vlastní platné osvědčení o autorizaci vystavené Ministerstvem životního prostředí. Pro získání autorizace je potřeba, aby byla osoba odborně způsobilá, zdravotně způsobilá a morálně bezúhonná. Odbornou způsobilostí se rozumí odborné vzdělání nejlépe chemického směru a praxe v oboru. Autorizace je udělována ministerstvem na základě písemné žádosti a je určena jen jedné konkrétní osobě. Umožňuje osobám vykonávat celou řadu činností, které jsou v zákoně uvedené. Mezi takové činnosti patří i vedení žáků při přípravě na budoucí povolání nebo zaškolování jiných učitelů. Autorizovaná osoba může být zaměstnanec školy nebo i externí pracovník.

**Zaškolená osoba** je osoba, která absolvovala zaškolení pořádané autorizovanou osobou a může provozovat jednotlivé činnosti při nakládání s chemickými látkami včetně výuky žáků, ale nemá pravomoci zaškolovat jiné osoby. Zaškolení musí být každý rok obnovováno.

Autorizace je nutná při nakládání s látkami výbušnými, oxidujícími, extrémně hořlavými, vysoce hořlavými, vysoce toxickými, toxickými, žíravými, karcinogenními, mutagenními, toxickými pro reprodukci a nebezpečnými pro životní prostředí.

Při nakládání s látkami hořlavými, zdraví škodlivými, dráždivými a senzibilizujícími se autorizace nevyžaduje.

---

<sup>22</sup> Zajíček, J. a Beneš, P.: Použití chemických látek ve škole podle nové legislativy nejen pro vyučující chemie na základních školách a v nižších ročnících víceletých gymnázií. Praha: Fortuna, 2001. s.11



## 4.2 CHEMICKÉ LÁTKY VE ŠKOLE

Při používání chemických látek ve škole je nutné brát na zřetel věk žáků, protože s některými látkami je možné nakládat až po dovršení 18 let.

Při výuce chemie je rovněž nutné rozlišovat k jakým účelům se chemická látka bude používat. Při **demonstračním pokusu** nakládá s látkami jen učitel, což je osoba starší 18 let, a proto se na jednotlivé látky věkové omezení nevztahuje. Škola nebo organizace však musí zajistit, aby byla manipulace s chemickými látkami zabezpečena autorizovanou osobou nebo osobou zaškolenou. Netýká se to látek, u kterých se autorizace nevyžaduje, tzn. látek hořlavých, zdraví škodlivých, dráždivých a senzibilizujících.

Při **žakovském experimentu** nakládají s chemickými látkami samotní žáci, proto je nutné vycházet z věkového omezení a klasifikace používaných látek. Toto omezení platí především pro žáky základních škol, protože ti spadají do kategorie osob ve věku 10 až 18 let. Žáci na základních školách nesmějí pracovat s výbušnými, vysoce toxickými, toxickými, karcinogenními, mutagenními látkami a látkami toxickými pro reprodukci. Pod dohledem autorizované nebo zaškolené osoby mohou žáci pracovat s látkami extrémně hořlavými, vysoce hořlavými a látkami nebezpečnými pro životní prostředí a pod dohledem učitele mohou pracovat s látkami hořlavými, zdraví škodlivými, dráždivými a senzibilizujícími.

Pro používání látek oxidujících a žíravých platí podmínka, že musí splňovat technické požadavky na hračky. Tyto požadavky jsou uvedeny v nařízení vlády č. 171/1997 Sb., kde je uvedeno: „Pokud je určité množství nebezpečných látek nebo přípravků nezbytné pro funkci některých hraček, jako je tomu zejména u materiálů a vybavení pro chemické pokusy atd., je toto množství přípustné jen tehdy, pokud nepřekročí maximální obsah stanovený pro každou nebezpečnou látku v harmonizovaných českých technických normách“.

V praxi to znamená, že pro používání žíravých látek je možné snížit jejich koncentraci na hranici, kdy přechází do kategorie látek dráždivých, pro které omezení neplatí. Pro každou látku je tato hranice stanovena jinak. Většinu pokusů je pak možné demonstrovat na jejich roztocích.

Vysoce toxické látky podléhají zvláštnímu opatření. Všechny organizace musí o těchto látkách vést evidenci. Evidence je vedena pro každou látku zvlášť a musí obsahovat údaje o přijatém a vydaném množství nebezpečných látek a přípravků, stavu zásob a jméno osoby, které byla látka vydána. Evidenční záznamy jsou uchovávány pět let po vyčerpání zásob nebezpečné látky či přípravku. Vysoce toxické látky se doporučují skladovat odděleně, nejlépe v uzamčené skříni.

#### 4.2.1 BEZPEČNOSTNÍ LIST

Bezpečnostní list je průvodní dokument každé chemické látky nebo přípravku. Obsahuje údaje o výrobcí a dovozci, o nebezpečné látce a přípravku, o jejím testování na zvířatech a údaje sloužící k ochraně zdraví člověka a životního prostředí. Každý výrobce, dovozce nebo distributor je povinen poskytnout bezplatně bezpečnostní list jiné osobě oprávněné k podnikání nejpozději při prvním předání nebezpečné látky. V bezpečnostním listu jsou uvedeny tyto informace:

- identifikace látky nebo přípravku a identifikace výrobce či dovozce,
- informace o složení látky či přípravku,
- údaje o nebezpečnosti látky či přípravku,
- pokyny pro první pomoc,
- opatření pro hasební zásah v případě požáru způsobeného látkou či přípravkem nebo vzniklého v okolí látky či přípravku,
- pokyny pro zacházení s látkou či přípravkem a skladování látky či přípravku,
- způsob kontroly expozice osob látkou či přípravkem a ochrany osob,
- informace o fyzikálních a chemických vlastnostech látky či přípravku,
- informace o stabilitě a reaktivitě látky či přípravku,
- informace o toxikologických vlastnostech látky či přípravku s uvedením, zda-li byly údaje získány testováním na zvířatech,
- ekologické informace o látce či přípravku,

- informace o zneškodňování látky či přípravku,
- informace pro přepravu látky či přípravku,
- informace o právních předpisech vztahujících se k látce či přípravku,
- případné další informace<sup>23</sup>.

Vzor bezpečnostního listu je uveden v **příloze 5**. Vzhledem ke skutečnosti, že je možné získat nebezpečnou látku či přípravek od více výrobců, je nutné mít pro každou takovou látku či přípravek bezpečnostní list.

#### 4.2.2 OZNAČENÍ OBALŮ NEBEZPEČNÝCH LÁTEK A PŘÍPRAVKŮ

Všechny chemické látky dostupné na našem trhu musí být podle zákona dostatečně označeny. Označení je prováděno výrobcem, dovozcem či distributorem. Z bezpečnostních důvodů se doporučuje označovat veškeré kontejnery, ve kterých se látka nachází (při přelévání, přesypávání nebo přípravě roztoků). Při práci v rámci výuky na školách by měly být nádoby označeny alespoň názvem látky, její koncentrací a údajem o nebezpečnosti s piktogramem.

Označení látek musí obsahovat tyto údaje:

- chemický nebo obchodní název nebezpečné látky či přípravku včetně číselného označení podle Seznamu dosud klasifikovaných nebezpečných chemických látek nebo název podle Mezinárodně uznávaného názvosloví Mezinárodní unie pro čistou a užitou chemii (IUPAC);
- jméno, příjmení a identifikační číslo nebo název, sídlo a identifikační číslo výrobce, dovozce či distributora, který uvádí nebezpečnou látku či přípravek na trh;
- výstražné symboly nebezpečnosti odpovídající klasifikaci nebezpečné látky či přípravku, které mají pokrývat alespoň jednu desetinu plochy

<sup>23</sup> Zajíček, J. a Beneš, P.: Použití chemických látek ve škole podle nové legislativy nejen pro vyučující chemie na základních školách a v nižších ročnících víceletých gymnázií. Praha: Fortuna, 2001. s.16

označení, nejméně však 1 cm<sup>2</sup>; piktogramy jsou symboly černé barvy v žlutooranžovém poli, seznam piktogramů je uveden v **příloze 2**;

- označení specifické rizikivosti nebezpečné látky formou R-věty;
- pokyny pro bezpečné nakládání s nebezpečnou látkou formou S-věty<sup>24</sup>.

Pozn. Úplný seznam R-vět a S-vět je uveden v **příloze 4**.

Příklad označení nebezpečné chemické látky uveden v **příloze 3**.

Údaje o látce či přípravku jsou uvedeny přímo na obalu nebo na štítku, který je pevně připevněn na obalu tak, aby byl čitelný při běžném postavení obalu a nebyl při běžném používání látky poškozen. Pokud je obal příliš malý nebo je z jiných důvodů znemožněno umístit štítek na obal, používá se k identifikaci látek příbalový leták nebo visačka, přičemž tato visačka nebo leták musí být s obalem spojen po celou dobu existence látky či přípravku a musí být připevněn tak, aby bylo možné informace přečíst v normální poloze obalu.

### **4.3 STÁTNÍ SPRÁVA V OBLASTI NAKLÁDÁNÍ S NEBEZPEČNÝMI LÁTKAMI**

Státní správu v oblasti registrace, oznamování, klasifikace a nakládání s nebezpečnými látkami a přípravky vykonávají:

- 1. Ministerstvo životního prostředí**
- 2. Ministerstvo zdravotnictví**
- 3. Česká inspekce životního prostředí**
- 4. Kraje**
- 5. Okresní hygienik**
- 6. Okresní úřad na úseku ochrany životního prostředí**

---

<sup>24</sup> Zajíček, J. a Beneš, P.: Použití chemických látek ve škole podle nové legislativy nejen pro vyučující chemie na základních školách a v nižších ročnících víceletých gymnázií. Praha: Fortuna, 2001. s.17

#### 4.3.1 SANKCE ZA NEPLNĚNÍ USTANOVENÍ ZÁKONA

Osobě, která nemá oprávnění k podnikání, může okresní úřad, okresní hygienik nebo inspekce uložit pokutu ve výši 200 000 Kč za neplnění obecných podmínek pro nakládání s nebezpečnými látkami a přípravky, za prodávání nebo darování látek vysoce toxických, karcinogenních, mutagenních a látek toxických pro reprodukci, za prodávání nebo darování výbušných, toxických a žíravých látek osobě mladší osmnácti let nebo osobě zcela nebo částečně zbavené způsobilosti k právním úkonům.

Pokutu do výše 1 000 000 Kč může fyzické či právnické osobě oprávněné k podnikání uložit okresní úřad nebo inspekce za neplnění obecných podmínek pro nakládání s nebezpečnými látkami a přípravky, za prodávání nebo darování nebezpečných látek nebo přípravků, které jsou klasifikované jako vysoce toxické, karcinogenní, mutagenní a toxické pro reprodukci, za prodávání nebo darování výbušných, toxických a žíravých látek osobě mladší osmnácti let nebo osobě zcela či částečně zbavené způsobilosti k právním úkonům, za neplnění podmínek skladování výbušných, vysoce toxických, toxických, žíravých, karcinogenních, mutagenních látek a látek toxických pro reprodukci, za nevedení evidence vysoce toxických látek a za neplnění povinností stanovené zákonem.

Dvojnásobně výše uvedených pokud mohou být uloženy příslušných správním úřadem fyzické či právnické osobě za opakované porušení téže povinnosti.

## **5 NÁVRH MOŽNOSTÍ ZAŘAZENÍ POZNATKŮ Z TOXIKOLOGIE DO STRUKTURY VÝUKY CHEMIE NA SŠ**

Toxikologie je nedílnou součástí rozsáhlého vědního oboru chemie, samostatně však do výuky na středních školách zařazena není. Toxikologické pojmy nejsou studentům neznámé, protože jsou standardně do jisté míry součástí anorganické a organické chemie. Je ale nezbytné tyto poznatky obohatit, aby měli studenti lepší přehled o škodlivých účincích chemických látek, se kterými se setkají během studia, tak i v běžném životě.

Návrh zařazení poznatků z toxikologie sestavuji na základě učebních osnov 1.až 4. ročníku čtyřletého nebo kvinty až oktávy osmiletého gymnázia, který je rozdělen do několika tematických celků. Vzhledem k tomu, že má toxikologie největší souvislost s anorganickou a organickou chemií, vybral jsem pro svůj návrh právě tyto dva tematické celky – základy anorganické chemie a základy organické chemie.

### **5.1 ANORGANICKÁ CHEMIE**

Do prvních hodin anorganické chemie bych zařadil i stručné základy toxikologie. Další z možností by bylo zařadit základy toxikologie do prvních hodin obecné chemie, ale v úvodních hodinách chemie anorganické si souvislosti toxikologie s anorganickou chemií studenti lépe dají do souvislostí.

Do úvodu studia toxikologie by měly být zařazeny tyto pojmy:

- Definice toxikologie
- Předmět zkoumání toxikologie
- Definice jedu a škodlivé látky
- Škodlivé účinky látek – dráždivé, alergenní, mutagenní, teratogenní a karcinogenní
- Dávka a účinek
- Dělení nebezpečných látek a přípravků – výbušné, hořlavé, žíravé, dráždivé, nebezpečné pro životní prostředí apod.

- Piktogramy a jejich význam.

Tyto pojmy a definice by měly být uváděny ve stručné formě jako doplňkové učivo. Dále bych rozšířil jednotlivé skupiny periodické soustavy prvků o toxické vlastnosti jednotlivých prvků či sloučenin, o kterých se domnívám, že by s nimi měli být studenti obeznámeni. Toxické vlastnosti by měly být zmíněny u těchto prvků a sloučenin:

### 1) prvky I.A skupiny:

**NaCl** – sloučenina nezbytná pro lidský organismus, ve větším množství může podpořit vznik vysokého krevního tlaku. Jednorázová smrtelná dávka pro dospělého člověka o hmotnosti 70 kg je 200 až 280g.

**NaOH** – pevná bílá nehořlavá látka dodávaná ve formě pecek. Pevný hydroxid i jeho roztoky jsou velmi silné žíraviny, leptající pokožku a jsou nebezpečné pro oči.

### 2) prvky II.A skupiny:

**Mg<sub>6</sub>[(OH)<sub>6</sub>Si<sub>4</sub>O<sub>11</sub>] · H<sub>2</sub>O** – sloučenina azbest používaný jako žáruvzdorná podložka v laboratořích. Prokázána karcinogenita.

**Ba** – baryum, sloučeniny barnaté jsou prudké jedy, 2-4g usmrtí

### 3) prvky III.A skupiny:

**B** – bor je stopový prvek, toxický všem buňkám (smrtelná dávka 0,1 – 0,5 g/kg). Je využíván v lékařství, ale při nesprávné aplikaci vyvolává otravy. Při chronických otravách se kumuluje v játrech, kostech a v mozku, má teratogenní účinky.

**H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>** – kyselina boritá – 3% roztok je používán jako borová voda. Smrtící dávka je 15g pro dospělého člověka, 2g pro dítě.

**Al** – hliník je netoxický. Existuje podezření, že se může dlouhodobě hromadit v lidském těle, proto je hliníkové nádobí nahrazováno nerezovým. Jeho sloučeniny mají dráždivé účinky. Otrava hliníkem se projevuje jako tzv. Alzheimerova choroba.



#### 4) prvky IV.A skupiny:

**CO** – bezbarvý plyn bez chuti a zápachu, obsažen ve výfukových plynech a svítíplynu. Blokuje hemoglobin asi 200-300krát silněji vazbou než je vazba s kyslíkem. Bolesti hlavy vyvolává koncentrace 0,05% ve vzduchu, smrt způsobuje koncentrace 0,4%.

**COCl<sub>2</sub>** – fosgen je plyn s charakteristickým zápachem tlejícího listí, patří mezi nejedovatější látky, byl zneužit jako bojová chemická látka v 1.světové válce.

**HCN** – bezbarvá hořlavá kapalina zapáchající po hořkých mandlích. Zvláště nebezpečný jed. Akutní otrava se projevuje bolestmi hlavy, závratěmi, nevolností až smrtí, kdy dochází k bloádě tkáňového dýchání. Dech i zvratky páchnou po hořkých mandlích. Smrtná dávka je již 0,04g.

**Pb** – olovo je jedovatý těžký kov, nejstarší průmyslový jed. Otravy olovem jsou známy již od středověku, kdy se olova používalo na výrobu vodovodního potrubí, glazur a pigmentů. Pro organismus je olovo velmi škodlivé, poškozují červené krvinky, ledviny, játra a ukládá se v mozkové a kostní tkáni. Má teratogenní účinky. Nedoporučuje se konzumovat ovoce a zeleninu rostoucí podél silnic až do vzdálenosti 100 metrů.

#### 5) prvky V.A skupiny:

**N** – dusík je za normálního tlaku pro organismus neškodný, pouze při vysokých koncentracích hrozí udušení pro nedostatek kyslíku. Kapalný dusík se užívá v lékařství (např. při leptání bradavic), tvoří řadu toxikologicky významných sloučenin.

**NH<sub>3</sub>** – plyn ostrého zápachu, má dráždivé účinky na nosní sliznice, smrtná dávka je 3500mg/m<sup>3</sup>.

**NH<sub>4</sub>OH** – vodný roztok amoniaku, leptá sliznice, kůže i oči. Smrtná dávka je 20-30g desetiprocentního roztoku.

**NO** a **NO<sub>2</sub>** – směs obou oxidů dusíku se označuje jako nitrosní plyn NO<sub>x</sub>. Mají dráždivé účinky, významné z ekotoxikologického hlediska – podílí se na vzniku oxidačního smogu.

**HNO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub><sup>-</sup>** - velmi jedovaté látky dostávající se do organismu převážně potravou a pitnou vodou. Velký obsah v pitné vodě je nebezpečný zvláště pro kojence, proto pijí speciálně upravenou, tzv. kojeneckou vodu.

**HNO<sub>3</sub>** – silná kyselina s leptavými účinky, poleptaná místa zežloutnou.

**P** – fosfor je biogenní prvek a je znám ve více alotropických modifikacích. Nebezpečná je jeho bílá forma – nažloutlá voskovitá tuhá látka, zvláště nebezpečný jed. Smrtelná dávka je cca 1mg/kg, způsobuje těžké popálení a poleptání kůže.

**As** – arzén je samotný málo toxický, toxicitu způsobuje jeho znečištění oxidem arzenitým.

**As<sub>2</sub>O<sub>3</sub>** – arsenik je nejznámější toxická sloučenina arzenu, používaná jako jed už od starověku, smrtelná dávka je 0,12g.

#### 6) prvky VI.A skupiny:

**H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>** – 3% roztok peroxidu se používá v lékařství jako dezinfekční prostředek, koncentrovaný poškozuje tkáně a oči.

**H<sub>2</sub>S** – jedovatý plyn, ve směsi se vzduchem způsobuje silné dráždění očí a dýchacích cest, ve vyšších koncentracích okamžité bezvědomí.

**SO<sub>2</sub>** – bezbarvý plyn ostrého čpavého zápachu, silně dráždící dýchací cesty a spojivky, nebezpečný pro životní prostředí.

**SO<sub>3</sub>** – má silnější dráždivé účinky než oxid siřičitý, způsobuje edém plic, s vodou tvoří kyselinu sírovou a je příčinou kyselých dešťů.

**H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>** – olejovitá kapalina bez zápachu. Má silné žíravé a dehydratační účinky, leptá pokožku a sliznice. Vzniklé rány se velmi špatně hojí. Žíravé jsou i slabé roztoky. Při požití dochází k poleptání jícnu, žaludku a často i k smrti.

#### 7) prvky VII.A skupiny:

Halogeny a halogenovodíky jsou dráždivé látky poškozující oči, sliznice a kůži.

**F<sub>2</sub>** – fluor je mikrobiogenní prvek, nejreaktivnější ze všech prvků, má mimořádně dráždivé účinky.

**HF** – silně žíravá látka, vodné roztoky způsobují těžké poleptání pokožky, sliznic a dýchacích orgánů. Leptá sklo, je nutné uchovávat v dobře těsnících plastových obalech.

**Cl<sub>2</sub>** – chlor je žlutozelený, vysoce toxický plyn, který byl použit Němci za 1. světové války jako bojový plyn. Je těžší než vzduch.

**HCl** – kapalina se silně leptavými účinky, páry silně dráždí dýchací orgány a oči.

**I<sub>2</sub>** – jod je esenciální prvek, ve větším množství však leptá sliznice a způsobuje krvácení do ledvin. Smrtelná dávka je 2-4g. V lékařství se používá jako dezinfekční prostředek (jodová tinktura).

#### 8) prvky I.B skupiny:

**CuSO<sub>4</sub> · 5 H<sub>2</sub>O** – požití roztoku síranu měďnatého vyvolává otravu: naleptání zažívacího traktu, rozpad červených krvinek, žloutenku, poškození jater a ledvin.

**AgNO<sub>3</sub>** – dusičnan stříbrný se vstřebává kůží a chronická otrava se projevuje charakteristickou argyrií (nápadné ztemnění barvy rtů, spojivek, víček a kůže).

#### 9) prvky II.B skupiny:

**Zn** – zinek patří mezi esenciální prvky, může být ale také toxický – při práci s roztaveným zinkem se projevuje otrava známá jako horečka slévačů, způsobená dýmy oxidu zinečnatého.

**Cd** – kadmium je toxický prvek pro životní prostředí. Hlavními producenty kadmia jsou kovohutě, spalování nekvalitního uhlí, spalování olejů a cigaretový kouř. Kadmium se váže v játrech, poškozuje plíce a kostní tkáň.

**Hg** – požitá kovová rtuť je téměř netoxická, ale značně toxické jsou její páry způsobující smrtelný zápal plic. Toxické jsou i sloučeniny rtuti, hromadí se v ledvinách, slezině, játrech, kostech a mozku. Smrtelná dávka rozpustných solí je pro člověka cca 1g.

#### 10) prvky VI.B skupiny:

$\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  - dichromany jsou nebezpečné sloučeniny, leptají sliznice a jsou silně karcinogenní. Smrtná dávka při požití je cca 2g pro dospělého člověka.

#### 11) prvky VII.B skupiny:

**Mn** – mangan patří mezi esenciální prvky, jeho sloučeniny jsou toxické. Pro chronickou otravu je typické velmi závažné onemocnění, tzv. manganismus (neurologické a neuropsychické poruchy).

**KMnO<sub>4</sub>** – slabé vodné roztoky se používají jako dezinfekční prostředek, v případě požití silnějších roztoků narušuje funkci ledvin. Smrtná dávka je cca 5g.

#### 12) prvky VIII.B skupiny:

**Fe** – železo je biologicky významný prvek, ale ionty  $\text{Fe}^{2+}$  a  $\text{Fe}^{3+}$  jsou ve vyšších dávkách toxické. Pro dítě je smrtná dávka 2-10g.

**FeSO<sub>4</sub> · 7 H<sub>2</sub>O** – po požití způsobuje podráždění žaludeční sliznice, poškození jater až smrt.

**Fe(CO)<sub>5</sub>** – je vysoce toxická látka způsobující edém plic.

**Ni** – nikl je řazen mezi významné jedy, lokálně dráždí kůži a způsobuje tzv. niklový svrab. Je obsažen v cigaretovém kouři a je podezřelý z karcinogenity.

## 5.2 ORGANICKÁ CHEMIE

V úvodní hodině organické chemie bych doporučil zopakovat obecné poznatky z toxikologie a doplnit stručně obecnou charakteristiku uhlovodíků o toxické vlastnosti látek.

Většina organických látek jsou kapaliny nebo nízkotající pevné látky s širokou mezí výbušnosti. Řadí se mezi hořlavé látky. Jsou dobře rozpustné v tucích, ohrožují tedy lidský organismus nejen při vdechování, ale i při přímém styku s pokožkou. Toxické vlastnosti uhlovodíků a jejich derivátů se dají částečně odhadnout podle přítomnosti jednotlivých prvků v molekulách. Většina uhlovodíků a jejich derivátů dráždí dýchací cesty, kůži a oči. V jednotlivých kapitolách o derivátech uhlovodíků je důležité zmínit toxické vlastnosti těchto významných sloučenin:

#### a) Alifatické uhlovodíky:

Pentan a vyšší homology jsou toxické, dráždí dýchací cesty, kůži a oči. Jsou to hořlaviny 1.třídy a se vzduchem tvoří výbušné směsi.

#### b) Aromatické uhlovodíky:

**Benzen** - nebezpečné jsou pro narkotické účinky jeho páry, při vyšších koncentracích způsobují rychlé bezvědomí až smrt. Je karcinogenní.

**Toluen** – páry působí narkoticky, kontakt s kapalinou dráždí pokožku a oči. Akutní otrava se projevuje jako otrava alkoholem (opilost, bezvědomí až smrt). Poškozuje mozek a játra.

#### c) Halogenderiváty:

Jsou to hořlaviny 1.třídy, leptají pokožku, silně dráždí oči, řada z nich je karcinogenní.

**Trichlormethan (chloroform)** – páry mají narkotické účinky, přímý styk vyvolává dráždivou reakci, je karcinogenní.

**Tetrachlormethan** – páry mají narkotický účinek, vstřebává se pokožkou, poškozuje játra, srdce, ledviny, dýchací cesty a je karcinogenní.

**DDT** – ve 40. a 50. letech bylo DDT nejužívanějším insekticidem. Je však velmi škodlivé pro lidský organismus, kumuluje se v tukové tkáni.

**Polychlorované bifenyly (PCB)** – jsou silně toxické látky, pronikají pokožkou a kumulují se v tukové tkáni.

#### d) Dusíkaté deriváty:

Do organismu se dostávají nejen inhalací a požitím, ale i neporušenou pokožkou. Otrava se projevuje zmodráním, nejpatrnějším na rtech.

**Nitrobenzen** – projevy otravy jsou: zvracení, bolesti hlavy, ochromení CNS. Toxická dávka je 10 ml.

**Benzenamin (anilin)** – ve vodě se rozpouští a vytváří jedovatý roztok, poškozuje játra, ledviny a červené krvinky.

### e) Hydroxyderiváty:

**Methanol** – zvláště nebezpečný jed, jednorázové požití 7-15 ml vyvolá oslepnutí, 30-70 ml způsobuje smrt.

**Ethanol** – psychotropní látka působící na CNS, poškozuje játra, cévy a srdce. Otrava akutní po požití 3g/kg u dětí, 6-8g/kg u dospělého člověka.

Počínající opilost	0,5 – 0,8 promile
Zřetelná opilost	1,0 – 2,0 promile
bezvědomí	3,0 promile
smrt	nad 3,5 promile

Otrava chronická vyvolává onemocnění jater, vznik závislosti.alkoholismus.

**Aromatické hydroxyderiváty:** jsou vysoce toxické, některé karcinogenní, místně leptají pokožku, dobře se vstřebávají i neporušenou pokožkou.

**Fenol** – vysoce jedovatý, leptá pokožku. Akutní otrava: prudké bolesti v ústech a zažívacím ústrojí, až smrt.

**Diethylether** – hořlavá kapalina l.tř., páry tvoří se vzduchem výbušné směsi, mají dráždivé a narkotické účinky. Vdechování vede k ochrnutí dýchací soustavy až smrti.

**Ethylenoxid** – zvláště nebezpečný jed, páry mají silné dráždivé účinky, přímý styk způsobuje poleptání.

### f) Aldehydy a ketony:

**Methanal** – plyn štiplavého zápachu, jehož 25-40% roztok se používá jako dezinfekční a konzervační prostředek. Má silné dráždivé účinky, mutagenní, karcinogenní a alergenní účinky. Způsobuje bolesti hlavy a zažívací potíže.

**Ethanal** – zdraví škodlivá látka silně dráždící oční sliznice.

**Aceton** – má narkotické účinky, postihuje CNS, vyvolává bolesti hlavy, únavu a zvracení.

### g) Karboxylové kyseliny:

**Kyselina mravenčí, octová** – prokazují od koncentrace 25% vlastnosti žíravín.

**Kyselina fluoroetová** – jedna z nejtoxičtějších jednoduchých organických látek, patří mezi zvláště nebezpečné jedy, smrtelná dávka je 0,1 g.

#### **h) Organické deriváty kyseliny uhličité:**

**Fosgen** – plyn charakteristického zápachu připomínající tlející listí, patří mezi nejjedovatější látky.

#### **i) Organokovové sloučeniny:**

**Tetraethylolovo** – bezbarvá olejovitá kapalina, patří mezi zvláště nebezpečné jedy. Nebezpečné je vdechování jeho par i přímý styk s pokožkou.

### **5.3 ZJIŠŤOVÁNÍ TOXIKOLOGICKÝCH ZNALOSTÍ NA GYMNÁZIÍCH**

Důležitým cílem mé práce je zjistit znalosti oboru toxikologie u studentů středních škol, resp. gymnázií. Toxikologie není samostatně vyučovaným vědním oborem na gymnáziích, přesto jsem přesvědčen, že si studenti nejen z hodin chemie jisté penzum vědomostí osvojili. Ke zjišťování znalostí studentů v oblasti toxikologie jsem zvolil metodu dotazníku.

**Dotazník** je psychodidaktická metoda, kterou se pomocí souboru otázek zjišťují specifické údaje a je předkládán osobám ve standardizované podobě.

Mnou sestavený dotazník se skládá z deseti otázek. Tři otázky jsou otázky s uzavřenou odpovědí a sedm otázek je s odpovědí otevřenou. Otázky s otevřenou odpovědí jsem volil záměrně ve větším počtu, protože mají větší vypovídající hodnotu o znalostech studentů a nemůže dojít ke zkreslení odpovědi náhodným zakroužkováním správné odpovědi. Zajímala mě také přesnost a formulace odpovědí. Na vypracování dotazníku měli studenti 30 minut.

Vyhodnocoval jsem celkem 53 dotazníků studentů dvou třetích ročníků gymnázia ve Vítkově.

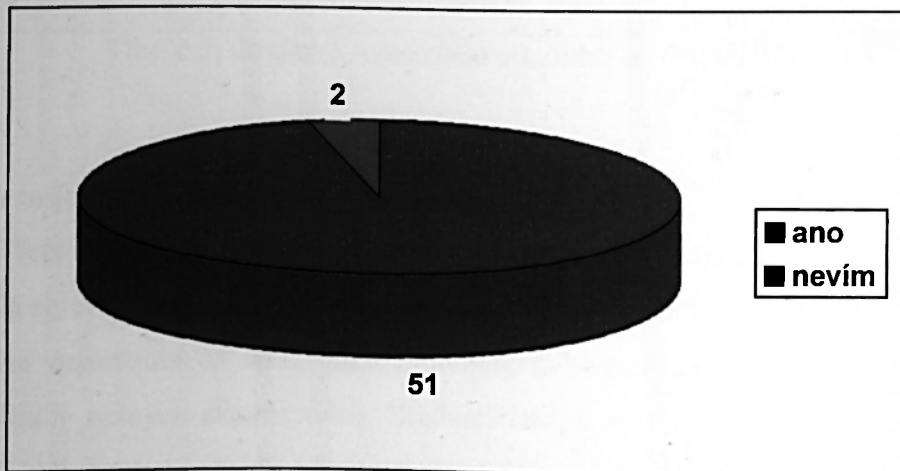
Ukázka dotazníku je uvedena v **příloze 1**.



### Vyhodnocení jednotlivých otázek:

#### 1) Setkali jste se již někdy s pojmem TOXIKOLOGIE?

První otázka je typem otázky s uzavřenou odpovědí s výběrem odpovědi ze tří možností. Níže zobrazený graf ukazuje, že z celkového počtu 53 dotazovaných odpovědělo 51 studentů „ano“ a 2 studenti „nevím“. Odpověď „ne“ nebyla zvolena žádným studentem.

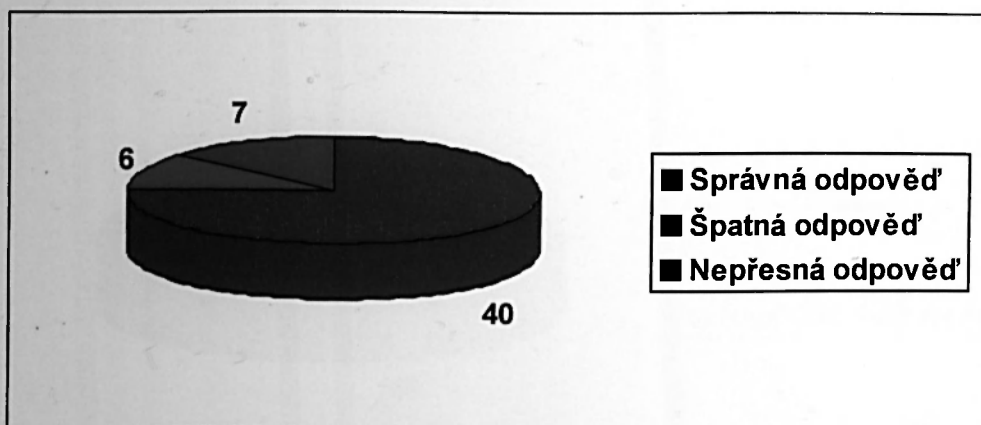


Obr. č.1: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.1

#### 2) Co je toxikologie? Čím se zabývá?

Druhá otázka je typ otázky s otevřenou odpovědí, kde studenti vyjadřují svými slovy, jak pojmu toxikologie rozumí. Celkem 40 studentů uvedlo správnou odpověď. Studenti většinou definovali toxikologii jako nauku (vědu) o jedech, toxických a škodlivých látkách, jejich účincích na lidský organismus.

Celkem 7 odpovědí hodnotím jako odpovědi nepřesné. Mezi těmito odpověďmi studenti uvádí nepřesné či částečné definice pojmu toxikologie, 4 studenti si spojili pojem toxikologie pouze s drogami a drogovou problematikou, obecná definice však chybí. Šest odpovědí bylo naprosto neuspokojivých či žádná odpověď.



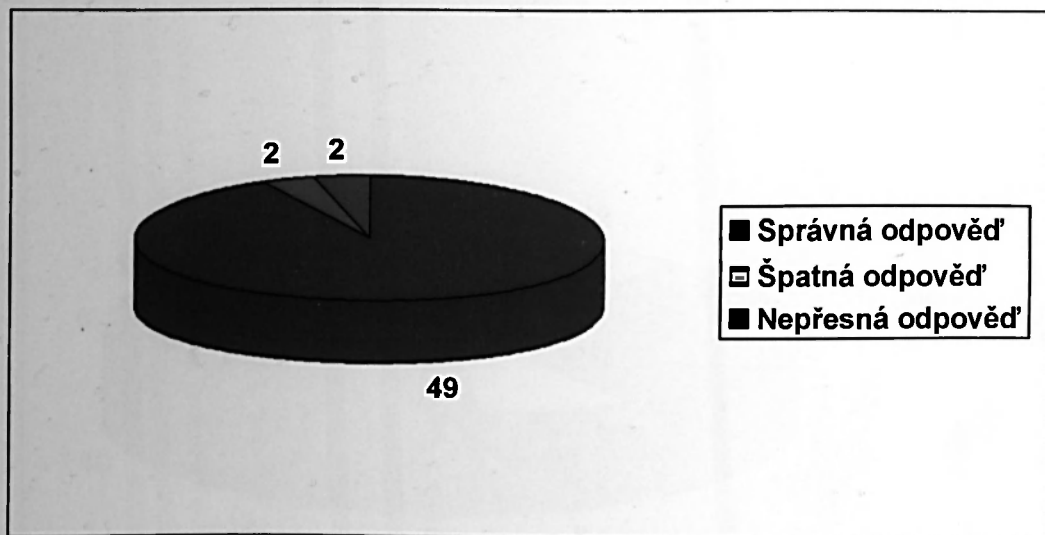
Obr. č.2: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.2

### 3) Co je to jed?

Třetí otázka je rovněž otázkou s odpovědí otevřenou. Většina studentů odpovídá správně, když definují jed jako zdraví škodlivou látku, která může způsobit poškození organismu až smrt, jako otravnou, nebezpečnou látku, která se může vyskytovat v různých skupenstvích. Studenti také konkretizují jednotlivé následky požití či účinku jedu, např. poškozuje játra, ledviny, centrální nervovou soustavu apod.

Dvě odpovědi považují za nepřesné. Obsahují částečně správnou, leč neúplnou definici jedu.

Dvě odpovědi studentů vyhodnocují jako špatné. Studenti nenapsali žádnou odpověď.

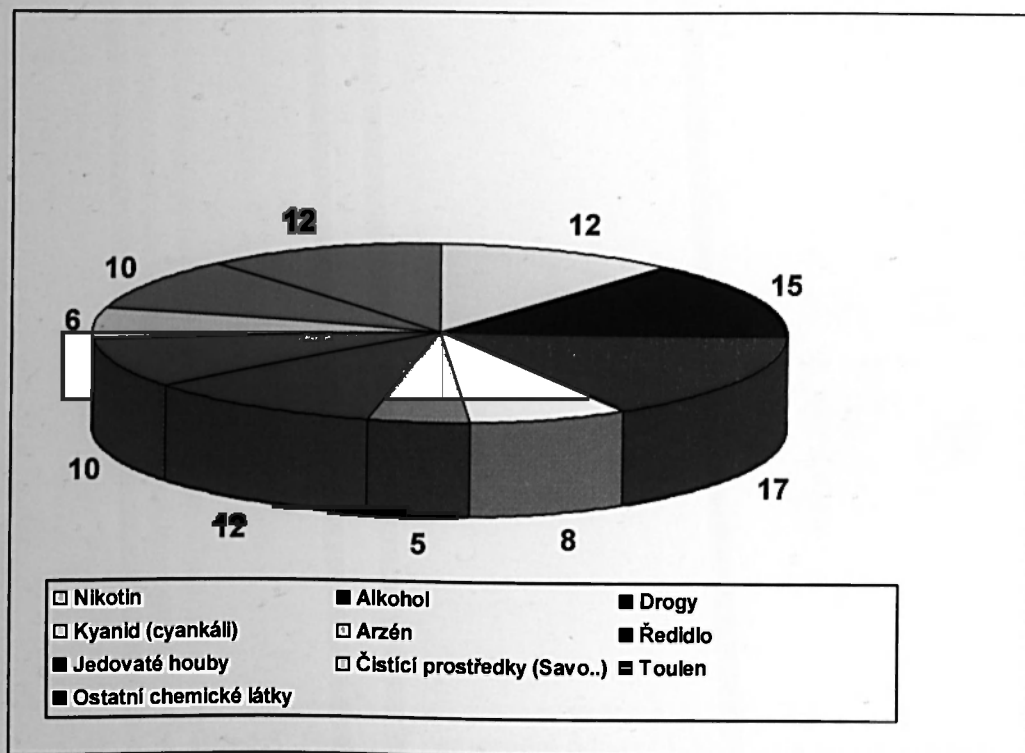


Obr. č.3: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.3

#### 4) Vypište látky, jež považujete za jedy.

Čtvrtá otázka je opět otázka s otevřenou odpovědí, kde mohli studenti uvést jakékoli látky, jež považují za jed. Studenti jmenovali většinou více látek, odpovědi byly značně různorodé. Každý ze studentů uvedl alespoň jeden jed.

Největší počet studentů uvádí jako jed drogy (obecně i konkrétně)(17), alkohol (15) a nikotin (12). Další početnou skupinou odpovědí jsou ředidla (12) a toluen (10), zastoupení v odpovědích našli i rostlinné jedy v podobě muchomůrky (10), (zmíněny byly všechny tři nejedovatější druhy – červená, zelená i tygrovaná), jedovaté chemikálie kyanid (8) a arzén (5), i čisticí prostředek Savo (6). Do další skupiny (12) zařazují ostatní jedy: DDT, rtuť, olovo, rulík, durman, tenzidy aj.

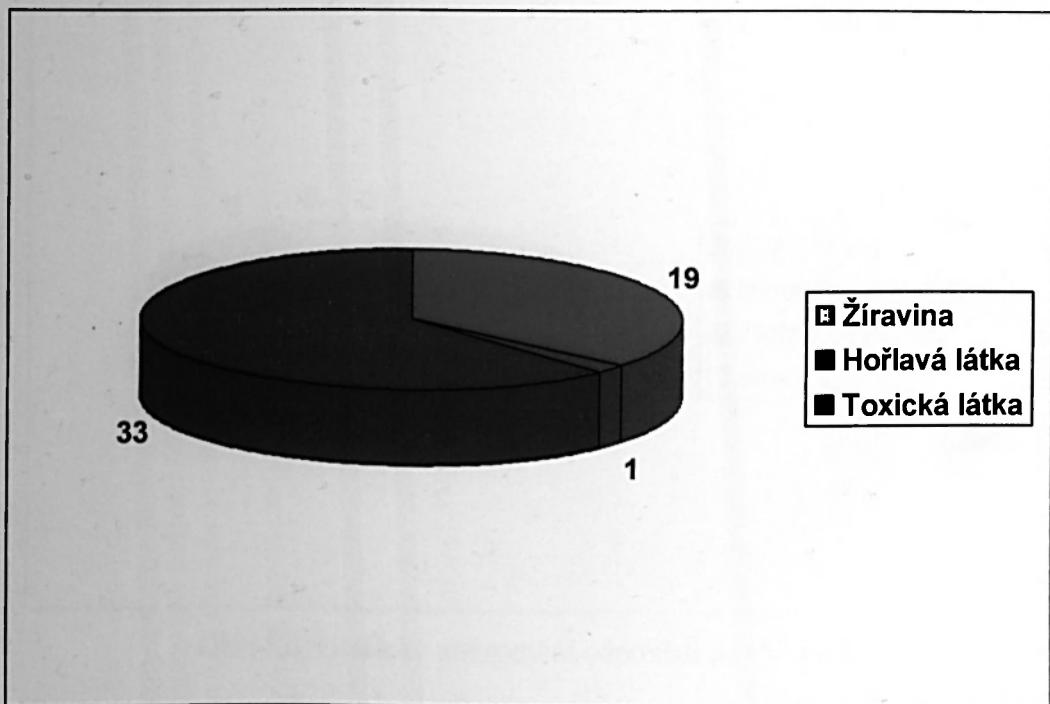


Obr. č.4: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.4

### 5) Co označuje tento obrázek?



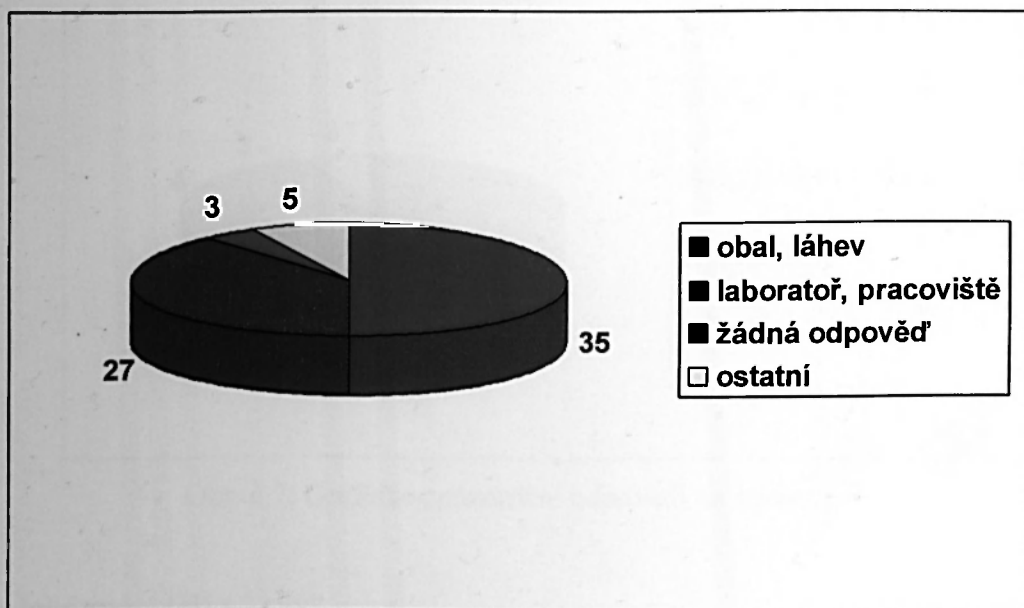
Pátá otázka je otázka s uzavřenou odpovědí s výběrem ze tří možností. Studenti volí mezi žíravou látkou, hořlavou látkou a toxickou látkou. Nejvíce studentů (33) zakroužkovalo správnou odpověď (toxická látka), ale značně početná skupina (19) se domnívala, že jde o označení látky žíravé. Pouze jeden student zvolil možnost hořlavá látka.



Obr č.5: Grafické znázornění odpovědi na otázku č.5

#### 6) Kde můžete takový obrázek vidět?

Šestá otázka je otázkou s otevřenou odpovědí. Studenti uvádějí mnoho míst, kde tento obrázek toxické látky mohou vidět, např. laboratoř, pracoviště (27), obal a láhev (35). Tři studenti na otázku neodpověděli a pět studentů uvedlo jiná místa (cisterna, kontejner, dveře, internet).



Obr. č.6: Grafické znázornění odpovědi na otázku č.6

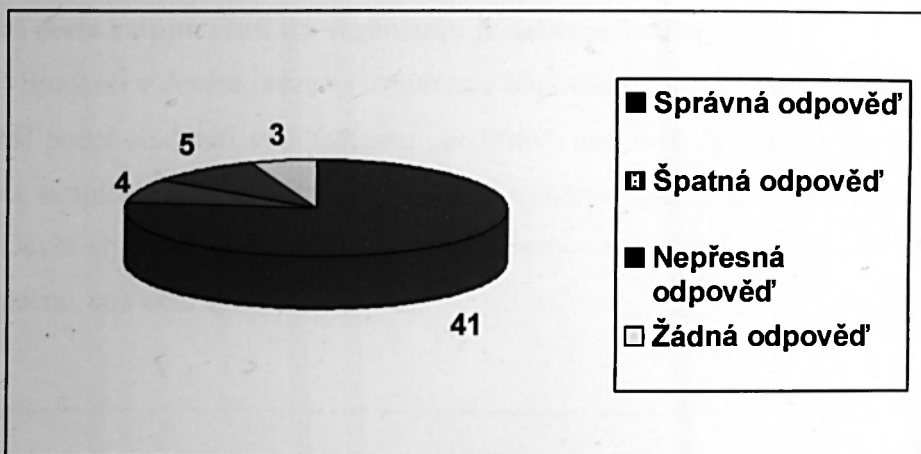
### 7) Co znamená pojem karcinogen?

Sedmá otázka s otevřenou odpovědí nabízela možnost vyjádřit studentům co si představí pod pojmem karcinogen. Převážná většina studentů odpověděla správně, že je karcinogen látka, která způsobuje či může způsobit rakovinu, nádorové bujení a vznik novotvarů.

Pět studentů odpovědělo nepřesně, že karcinogen je vir či buňka způsobující rakovinu.

Čtyři studenti odpověděli nesprávně, když uváděli, že karcinogen je látka zhoršující činnost CNS, jmenovali konkrétní látku (akrolein) apod.

Tři studenti neuvodili žádnou odpověď.

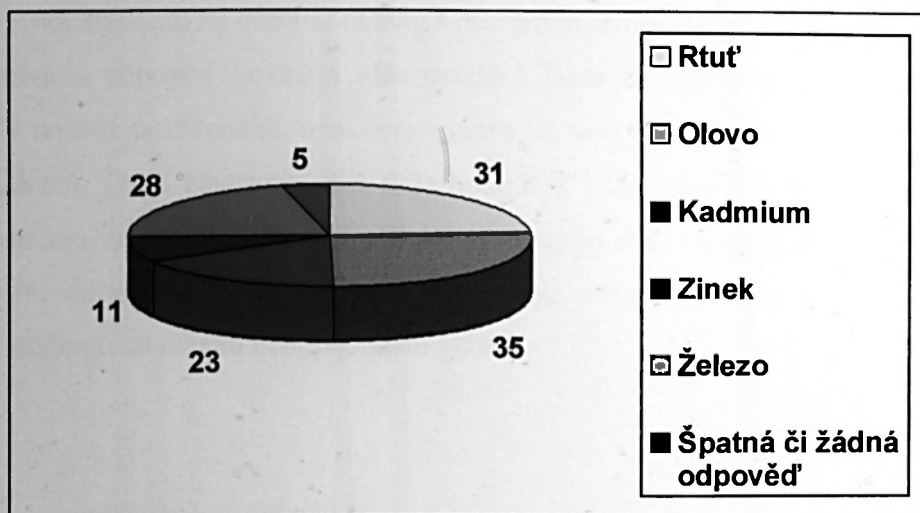


Obr. č.7: Grafické znázornění odpovědi na otázku č.7

### 8) Jaké znáte těžké kovy?

Další otázka je opět otázka s otevřenou odpovědí, kdy se u studentů ověřuje znalost těžkých kovů.

Studenti odpovídají většinou správně a jmenují i více těžkých kovů. Šest studentů jmenuje správně těžký kov (kovy), ale mezi výčtem těchto kovů se objevují i nesprávné příklady. Tyto odpovědi hodnotím jako správné, resp. započítávám správně jmenované těžké kovy. U dvou studentů vyhodnocuji odpověď jako špatnou, zmiňují pouze jeden kov a to ne kov těžký (sodík a draslík). Tři studenti na otázku neodpověděli.

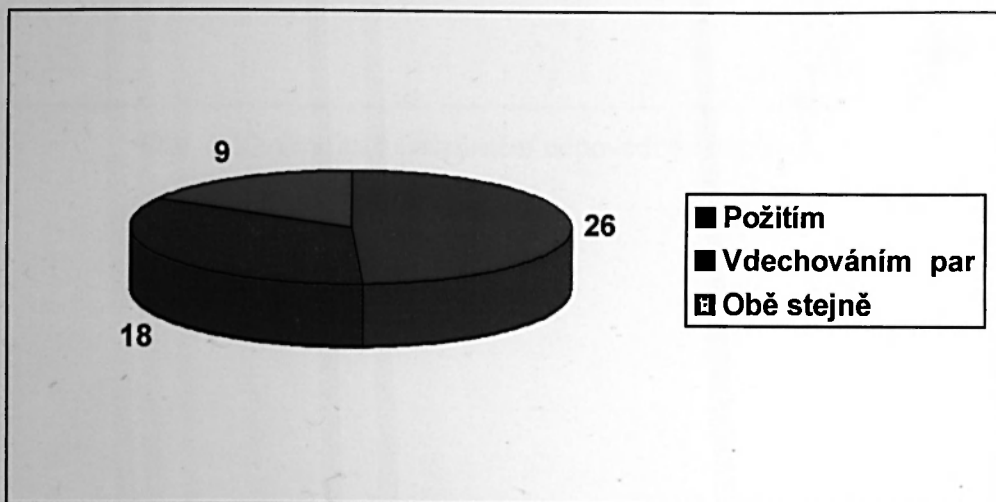


Obr. č.8: Grafické znázornění odpovědi na otázku č.8



### 9) Jaká cesta vstupu rtuti do organismu je nebezpečnější?

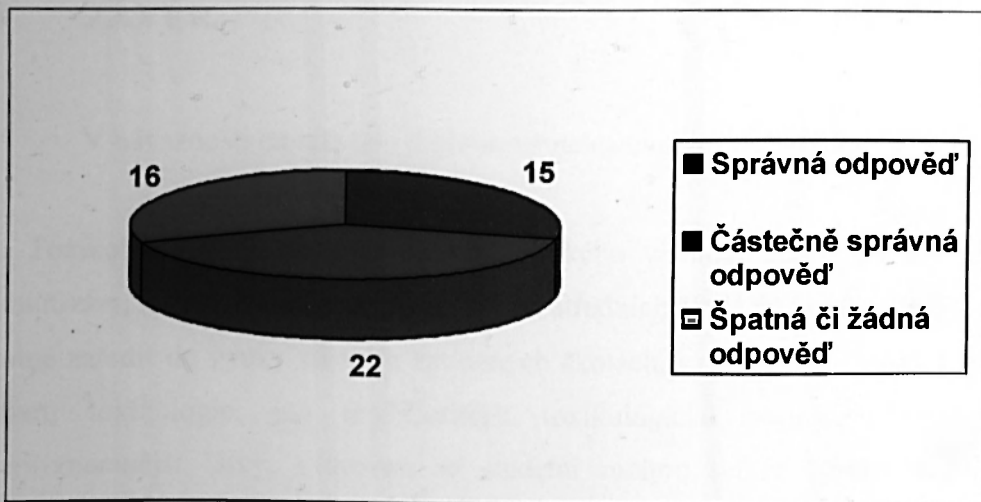
Studenti v deváté otázce s uzavřenou odpovědí vybírali jednu ze tří možností. Největší počet studentů volí variantu „požitím“, což není správná odpověď. Méně početná skupina studentů odpovídá správně výběrem možnosti „vdechováním par“ rtuti. Devět studentů si myslí, že jsou obě cesty vstupu rtuti do organismu stejně nebezpečné, což není správná odpověď.



Obr. č.9: Grafické znázornění odpovědi na otázku č.9

### 10) Jakou první pomoc poskytnete při poleptání kyselinou?

Odpovědi studentů na desátou otázku s otevřenou odpovědí byly značně různorodé. Za správnou odpověď považují níže uvedená fakta ve správném pořadí: odstranit nasáklý oděv z postiženého, opakované omývání vodou. Správně odpovědělo pouze 15 studentů. Další část odpovědí (22) hodnotím jako odpovědi částečně správné, když studenti uvedli oplachování velkým množstvím vody. Jako špatné odpovědi (9) hodnotím odpovědi typu: zneutralizují zásadou, zaváží sterilním obvazem apod. Sedm studentů na otázku neodpovědělo vůbec.



Obr. č.10: Grafické znázornění odpovědi na otázku č. 10

## 6 ZÁVĚR

V návaznosti na cíle této diplomové práce uvádím tyto závěry:

1. Toxikologie tvoří nedílnou součást širokého vědního oboru chemie. Proto se domnívám, že by ve výuce na základních a středních školách neměla chybět. Je však nutné zařadit do výuky na výše zmíněných školách, vzhledem k obsáhlosti vědního oboru toxikologie, jen nejdůležitější toxikologické pojmy a toxikologicky nejvýznamnější látky, s kterými se studenti mohou setkat v běžném životě. Je důležité, aby si studenti uvědomovali rizika spojená s manipulací a zacházením s nebezpečnými látkami a přípravky.

2. Studenti gymnázia prokázali dobré znalosti základů toxikologie. Téměř všem studentům je pojem toxikologie znám, dokáží jej definovat a jmenovat jednotlivé jedy, toxické látky a přípravky. Studenti dokázali jmenovat těžké kovy, tolik nebezpečné pro životní prostředí a poradili si také s otázkou první pomoci v případě poleptání kyselinou.

3. V žádném případě bychom neměli podceňovat problematiku škodlivých účinků látek. S důležitými toxikologickými pojmy a zásadami zacházení s nebezpečnými látkami a přípravky je nutné seznamovat studenty již na základních školách, aby nedocházelo k případným zraněním a nehodám z nevědomosti a podceňování opatrnosti manipulace s těmito látkami.

## 7 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Marhold, J.: Přehled průmyslové toxikologie. Anorganické látky. Avicenum, Praha, 1996
2. Riedl, O., Vondráček, V.: Klinická toxikologie. Avicenum, Praha, 1980
3. Vulterin, J., Vasileská, M.: Toxické látky, hygiena a bezpečnost práce v chemii. Karolinum, Praha, 1996
4. Zajíček, J., Beneš, P.: Použití chemických látek ve škole podle nové legislativy nejen pro vyučující chemie na základních školách a v nižších víceletých gymnáziích. Fortuna, Praha, 2001

## 8 SEZNAM OBRÁZKŮ A PŘÍLOH

Obr. č.1: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.1

Obr. č.2: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.2

Obr. č.3: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.3

Obr. č.4: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.4

Obr. č.5: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.5

Obr. č.6: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.6

Obr. č.7: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.7

Obr. č.8: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.8

Obr. č.9: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.9

Obr. č.10: Grafické znázornění odpovědí na otázku č.10

Příloha 1: Vzor toxikologického dotazníku pro studenty SŠ

Příloha 2: Zobrazení užívaných piktogramů

Příloha 3: Příklad označení nebezpečné látky

Příloha 4: Seznam jednoduchých R-vět a jednoduchých S-vět

Příloha 5: Vzor bezpečnostního listu

## PŘÍLOHA 1

### TOXIKOLOGICKÝ DOTAZNÍK PRO STUDENTY NA GYMNÁZIÍCH

Tento dotazník je zcela anonymní, neuvádějte své jméno. U otázek typu A, B, C, prosím, zakroužkujte jednu odpověď. U ostatních otázek, napište, co víte. Děkuji.

1. Setkali jste se již někdy s pojmem TOXIKOLOGIE?

- a) ano
- b) ne
- c) nevím

2. Co toxikologie je? Čím se zabývá?

3. Co je to jed?

4. Vypište látky, jež považujete za jedy.

5. Co označuje tento obrázek?



- a) žíravou látku
- b) hořlavou látku
- e) toxickou látku

**6. Kde můžete takový obrázek vidět?**

**7. Co znamená pojem „karcinogen“?**

**8. Jaké znáte těžké kovy? Vyjmenujte.**

**9. Jaká cesta vstupu rtuti do organismu je nebezpečnější?**

- a) požitím
- b) vdechováním par
- c) obě stejně

**10. Jakou první pomoc poskytnete při poleptání kyselinou?**



## PŘÍLOHA 2



**Xi**



**Xn**



**F**



**F+**



**C**



**E**



**N**



**T+**



**T**



**O**

# PŘÍLOHA 3

		<b>manganistan draselný</b> <b>[označení ES]</b>		
		CAS číslo 7722-64-7	ES číslo 231-760-3	Indexové číslo 025-002-00-9
	<b>500g</b>		Inv. číslo: <b>111-222-333</b>	
	Jméno:	<b>Pa-Ra-Mo</b>		
	Místo:	<b>Pardubice</b>		
	Kontakt:	<b>123456789</b>		
<p>Dotek s hořlavým materiálem může způsobit požár. Zdraví škodlivý při požití. Vysoce toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí. Uchovávejte mimo dosah dětí. Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny jako nebezpečný odpad. Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy.</p>				
<small>© 2008, www.BasimChemicals.com, Online Labeling, CODE: 1208, E-DOI: 9987743-CZ</small>				

## PŘÍLOHA 4

Standardní věty označující specifickou rizikovost a standardní pokyny pro bezpečné nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a nebezpečnými chemickými přípravky.

### Standardní věty označující specifickou rizikovost (R-věty). Jednoduché R – věty:

- R 1 Výbušný v suchém stavu
- R 2 Nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení
- R 3 Velké nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení
- R 4 Vytváří vysoce výbušné kovové sloučeniny
- R 5 Zahřívání může způsobit výbuch
- R 6 Výbušný za přístupu i bez přístupu vzduchu
- R 7 Může způsobit požár
- R 8 Dotek s hořlavým materiálem může způsobit požár
- R 9 Výbušný při smíchání s hořlavým materiálem.
- R 10 Hořlavý
- R 11 Vysoce hořlavý
- R 12 Extrémně hořlavý
- R 14 Prudce reaguje s vodou
- R 15 Při styku s vodou uvolňuje extrémně hořlavé plyny
- R 16 Výbušný při smíchání s oxidačními látkami
- R 17 Samovznětlivý na vzduchu
- R 18 Při používání může vytvářet hořlavé nebo výbušné směsi par se vzduchem
- R 19 Může vytvářet výbušné peroxidy
- R 20 Zdraví škodlivý při vdechování
- R 21 Zdraví škodlivý při styku s kůží
- R 22 Zdraví škodlivý při požití
- R 23 Toxický při vdechování
- R 24 Toxický při styku s kůží
- R 25 Toxický při požití
- R 26 Vysoce toxický při vdechování
- R 27 Vysoce toxický při styku s kůží
- R 28 Vysoce toxický při požití
- R 29 Uvolňuje toxický plyn při styku s vodou
- R 30 Při používání se může stát vysoce hořlavým
- R 31 Uvolňuje toxický plyn při styku s kyselinami
- R 32 Uvolňuje vysoce toxický plyn při styku s kyselinami
- R 33 Nebezpečí kumulativních účinků
- R 34 Způsobuje poleptání

- R 35 Způsobuje těžké poleptání
- R 36 Dráždí oči
- R 37 Dráždí dýchací orgány
- R 38 Dráždí kůži
- R 39 Nebezpečí velmi vážných nevratných účinků
- R 40 Možné nebezpečí nevratných účinků
- R 41 Nebezpečí vážného poškození očí
- R 42 Může vyvolat senzibilizaci při vdechování
- R 43 Může vyvolat senzibilizaci při styku s kůží
- R 44 Nebezpečí výbuchu při zahřátí v uzavřeném obalu
- R 45 Může vyvolat rakovinu
- R 46 Může vyvolat poškození dědičných vlastností
- R 48 Při dlouhodobé expozici nebezpečí vážného poškození zdraví
- R 49 Může vyvolat rakovinu při vdechování
- R 50 Vysoce toxický pro vodní organismy
- R 51 Toxický pro vodní organismy
- R 52 Škodlivý pro vodní organismy
- R 53 Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí
- R 54 Toxický pro rostliny
- R 55 Toxický pro živočichy
- R 56 Toxický pro půdní organismy
- R 57 Toxický pro včely
- R 58 Může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky v životním prostředí
- R 59 Nebezpečný pro ozonovou vrstvu
- R 60 Může poškodit reprodukční schopnost
- R 61 Může poškodit plod v těle matky
- R 62 Možné nebezpečí poškození reprodukční schopnosti
- R 63 Možné nebezpečí poškození plodu v těle matky
- R 64 Může poškodit kojence prostřednictvím mateřského mléka
- R 65 Zdraví škodlivý: při požití může vyvolat poškození plic
- R 66 Opakovaná expozice může způsobit vysušení nebo popraskání kůže
- R 67 Vdechování par může způsobit ospalost a závratě

### **Standardní pokyny pro bezpečné nakládání (S-věty).**

#### **Jednoduché S- věty:**

- S 1 Uchovávejte pod uzamčením
- S 2 Uchovávejte mimo dosah dětí
- S 3 Uchovávejte v chladnu
- S 4 Uchovávejte mimo obytné objekty

- S 5 Uchovávejte pod .... (příslušnou kapalinu specifikuje výrobce a dovozce)
- S 6 Uchovávejte pod .....(inertní plyn specifikuje výrobce a dovozce)
- S 7 Uchovávejte obal těsně uzavřený
- S 8 Uchovávejte obal suchý
- S 9 Uchovávejte obal na dobře větraném místě
- S 12 Neuchovávejte obal těsně uzavřený
- S 13 Uchovávejte odděleně od potravin, nápojů a krmiv
- S 14 Uchovávejte odděleně od ...(vzájemně se vylučující látky uvede výrobce a dovozce)
- S 15 Chraňte před teplem
- S 16 Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení - Zákaz kouření
- S 17 Uchovávejte mimo dosah hořlavých materiálů
- S 18 Zacházejte s obalem opatrně a opatrně jej otevírejte
- S 20 Nejezte a nepijte při používání
- S 21 Nekuřte při používání
- S 22 Nevdechujte prach
- S 23 Nevdechujte plyny/dýmy/páry/aerosoly (příslušný výraz specifikuje výrobce a dovozce)
- S 24 Zamezte styku s kůží
- S 25 Zamezte styku s očima
- S 26 Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc
- S 27 Okamžitě odložte veškeré kontaminované oblečení
- S 28 Při styku s kůží okamžitě omyjte velkým množstvím .....(vhodnou kapalinu specifikuje výrobce a dovozce)
- S 29 Nevylévejte do kanalizace
- S 30 K tomuto výrobku nikdy nepřidávejte vodu
- S 33 Proveďte preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny
- S 35 Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem
- S 36 Používejte vhodný ochranný oděv
- S 37 Používejte vhodné ochranné rukavice
- S 38 V případě nedostatečného větrání používejte vhodné vybavení pro ochranu dýchacích orgánů
- S 39 Používejte osobní ochranné prostředky pro oči a obličej
- S 40 Podlahy a předměty znečištěné tímto materiálem čistěte .... (specifikuje výrobce a dovozce)
- S 41 V případě požáru nebo výbuchu nevdechujte dýmy
- S 42 Při fumigaci nebo rozprašování používejte vhodný ochranný prostředek k ochraně dýchacích orgánů

- (specifikaci uvede výrobce a dovozce)
- S 43 V případě požáru použijte ... (uved'te zde konkrétní typ hasicího zařízení. Pokud zvyšuje riziko voda, připojte "Nikdy nepoužívat vodu")
- S 45 V případě nehody, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení)
- S 46 Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení
- S 47 Uchovávejte při teplotě nepřesahující ...st.C (specifikuje výrobce a dovozce)
- S 48 Uchovávejte ve zvlhčeném stavu ..... (vhodnou látku specifikuje výrobce a dovozce)
- S 49 Uchovávejte pouze v původním obalu
- S 50 Nesměšujte s ..... (specifikuje výrobce a dovozce)
- S 51 Používejte pouze v dobře větraných prostorách
- S 52 Nedoporučuje se pro použití v interiéru na velké plochy
- S 53 Zamezte expozici - před použitím si obzarejte speciální instrukce
- S 56 Zneškodněte tento materiál a jeho obal ve sběrném místě pro zvláštní nebo nebezpečné odpady
- S 57 Použijte vhodný obal k zamezení kontaminace životního prostředí
- S 59 Informujte se u výrobce nebo dodavatele o regeneraci nebo recyklaci
- S 60 Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny jako nebezpečný odpad
- S 61 Zabraňte uvolnění do životního prostředí. Viz speciální pokyny nebo bezpečnostní listy
- S 62 Při požití nevyvolávejte zvracení: okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení
- S 63 V případě nehody při vdechnutí přeneste postiženého na čerstvý vzduch a ponechte jej v klidu
- S 64 Při požití vypláchněte ústa velkým množstvím vody (pouze je-li postižený při vědomí)

## PŘÍLOHA 5

### VZOR BEZPEČNOSTNÍHO LISTU

Datum vydání: 19.3.2002

Datum revize: 22.1.2003

Název výrobku: TOLUEN P 6406

#### 1. Identifikace látky nebo přípravku a výrobce

1.1. Chemický název látky/obchodní název přípravku :

1.2. Identifikace výrobce :

Jméno : **Barvy a laky Hostivař a.s.** I.Č. 26765306

Adresa : Štěrboholská 571, Praha 10 Hostivař, CZ-102 19 Česká republika,

Tel: 2710 84 111, 2965 84 111, Fax: 272 70 64 72, E-mail: bal@bal.cz

Http: www.bal.cz

1.3. Informace v případě nebezpečí :

**Toxikologické informační středisko**

**Na Bojišti 1, 120 00 Praha 2**

**telefon : 224 91 92 93**

#### 2. Informace o složení přípravku :

2.1. Chemická charakteristika : toluen

2.2. Výrobek obsahuje tyto nebezpečné látky:

chemický název	obsah v%	výstražný symbol nebezpečnosti	R-věty	S-věty
----------------	-------------	-----------------------------------	--------	--------

---

<b>toluen</b>	cca 100	Xn, F	R 11-20	S (2)-16-25-29-33
---------------	---------	-------	---------	-------------------

číslo CAS: 108-88-3

číslo ES: 203-625-9

indexové číslo: 601-021-00-3

#### 3. Údaje o nebezpečnosti látky nebo přípravku:

3.1. Nejzávažnější nepříznivé účinky na zdraví člověka při používání látky/přípravku :

Vysoce hořlavý. Zdraví škodlivý při vdechování.

3.2. Nejzávažnější nepříznivé účinky na životní prostředí při používání látky/přípravku :

3.3. Možné nesprávné použití látky/přípravku : Použití, které není v souladu s návodem k použití a údaji v tomto bezpečnostním listu.

#### 4. Pokyny pro první pomoc:

4.1. Obecně: projeví-li se zdravotní potíže nebo v případě pochybností a při náhodném požití a zasažení očí

vždy vyhledejte lékaře a poskytněte mu informace z tohoto bezpečnostního listu.

4.2. Při nadýchání : přemístit postiženého na čerstvý vzduch, zajistit mu klid, zabránit podchlazení.

4.3. Při zasažení kůže: odložit kontaminovaný oděv a kůži omýt velkým množstvím vody a mýdlem.

4.4. Při požití : vypláchnout ústa a vypít asi půl litru vody.



4.5. Při zasažení očí: vyplachovat 10 až 15 minut čistou vodou.

#### 5. Opatření pro hasební zásah :

5.1. Vhodná hasiva : prášek, pěna (lehká, střední, těžká)

5.2. Nevhodná hasiva : voda.

5.3. Zvláštní nebezpečí : při požáru vývin toxických zplodin, sálavé teplo

5.4. Zvláštní ochranné prostředky pro hasiče : ochranné obleky proti sálavému teplu, dýchací přístroje.

5.5. Další údaje : uzavřené nádoby chladit proudem vody

#### 6. Opatření v případě náhodného úniku :

6.1. Bezpečnostní opatření na ochranu osob : zamezit styku s kůží a očima.

Používat vhodný ochranný oděv a rukavice, podle potřeby i ochranné brýle a obličejový štít a vhodné vybavení k ochraně dýchadel.

6.2. Bezpečnostní opatření na ochranu životního prostředí : zamezit úniku do životního prostředí:

6.3. Doporučené metody zneškodnění a čištění : mechanicky sebrat, zbytek nechat vsáknout

do vhodného materiálu /písek, hlína, piliny/ a uložit v kontejneru pro likvidaci.

#### 7. Pokyny pro zacházení a skladování:

7.1. Pokyny pro zacházení : zamezit vdechování výparů/aerosolu, zamezit styku s kůží a očima. Používat

vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít.

Směs par těžkých podílů

se vzduchem tvoří výbušnou směs. Používat pouze v dobře odvětraných prostorách se zajištěným přívodem

čerstvého vzduchu.

7.2. Pokyny pro skladování : Skladovat v uzavřených obalech, ve větraných prostorech v rozmezí teplot

5 až 25°C. Sklad musí být vybaven lékárníčkou a zdrojem pitné vody.

#### 8. Kontrola expozice a ochrana osob :

8.1. Doporučená technická a jiná opatření na omezení expozice : viz odstavec 7.1.

8.2. Výrobek obsahuje tyto látky, pro něž jsou stanoveny následující přípustné expoziční limity (PEL)

a nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P) chemických látek v pracovním ovzduší.

název	obsah v %	číslo CAS	PEL	NPK-P mg/m <sup>3</sup>	faktor přepočtu na ppm (při 25°C, 100 kPa)
-------	-----------	-----------	-----	----------------------------	--

---

toluen	cca 100	108-88-3	200	500	0,266
--------	---------	----------	-----	-----	-------

8.3. Všeobecná bezpečnostní a hygienická opatření : Při práci nejíst, nepít, nekouřit. Před pracovní přestávkou

a po práci umýt ruce teplou vodou a mýdlem, ošetřit reparačním krémem.

8.4. Osobní ochranné pracovní prostředky :

8.4.1. ochrana dýchacích cest : respirátor

8.4.2. ochrana očí : ochranné brýle nebo obličejový štít

8.4.3. ochrana těla : pracovní oděv

8.4.4. ochrana rukou : ochranné rukavice

### 9. Fyzikální a chemické vlastnosti :

skupenství (při 20°C) : kapalina

barva : bezbarvá

zápach : charakteristický

bod vzplanutí (°C) : 4

teplota vznícení (°C) : 480

třída nebezpečnosti : I.

teplotní třída : T1

meze výbušnosti : horní mez (%obj.) : 7,0

dolní mez (% obj.) : 1,0

hodnota pH (při 20°C, g/l): nestanovena

rozpuštnost ve vodě (g/l): nerozpustné

hustota (při 20°C, kg/m<sup>3</sup>): cca 865

viskozita (při°C) mPa . s: nestanovena

### 10. Stabilita a reaktivita :

Podmínky, za nichž je výrobek stabilní : při odborném skladování a manipulaci stabilní

Podmínky, kterých je nutno se vyvarovat : -

Látky a materiály, s nimiž výrobek nesmí přijít do styku: -

Nebezpečné rozkladné produkty: -

### 11. Toxikologické informace :

Akutní toxicita a dráždivost : nebyly testovány

### 12. Ekologické informace :

Zamezit vniku do podzemních vod, zdrojů pitné vody, půdy a kanalizace.

### 13. Informace o zneškodňování :

Zbytky výrobku, znečištěné materiály a prázdné nevratné znečištěné obaly musí původce odpadu zlikvidovat v souladu se zákonem č. 185/2001 Sb., O odpadech a o změně některých dalších zákonů a zákonem č. 477/2001 Sb. O obalech a o změně některých zákonů.

Použitý, řádně vyprázdněný obal je nutno odevzdat na sběrné místo obalových odpadů. Obaly se zbytky výrobku je nutno odložit na místě určeném obcí k odkládání nebezpečných odpadů nebo předat osobě oprávněné k nakládání s nebezpečnými odpady.

číslo odpadu :

odpadní rozpouštědla a promývací kapaliny : 07 03 04\*

obal obsahující zbytky nebezpečných látek nebo obaly těmito látkami znečištěné : 15 01 10\*

Složka, která podle přílohy č. 5 zákona 185/2001 Sb. činí odpad nebezpečným : C 41 organická rozpouštědla, s výjimkou halogenovaných rozpouštědel.

### 14. Informace pro přepravu :

Pozemní přeprava ADR/RID:

Třída : 3

Pojmenování : TOLUEN

UN : 1294

Klasifikační kód : F1

Bezpečnostní značka : 3

Identifikační

číslo nebezpečnosti : 33

Obalová skupina : II

ADR/RID odpadu : 3 F1 UN 1294

### 15. Informace o právních předpisech :

Zákon 157/1998 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých dalších zákonů.  
Zákon 352/1999 Sb., kterým se mění zákon 157/1998 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých dalších zákonů.

Zákonem č. 185/2001 Sb., O odpadech a o změně některých dalších zákonů

Zákonem č. 477/2001 Sb. O obalech a o změně některých zákonů.

Nařízení vlády č. 258/2001 Sb., kterým se mění nařízení vlády č. 25/1999 Sb., kterým se stanoví postup hodnocení nebezpečnosti chemických látek a chemických přípravků, způsob jejich klasifikace a označování a vydává Seznam dosud klasifikovaných nebezpečných chemických látek.

Nařízení vlády č. 178/2001 Sb., kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví zaměstnanců při práci.

Sdělení Ministerstva zahraničních věcí 6/2002 Sb.m.s. Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR)

Vyhláška 355/2002 Sb., kterou se stanoví emisní limity a další podmínky provozování ostatních stacionárních zdrojů znečišťování ovzduší emitujících těkavé organické látky z procesů aplikujících organická rozpouštědla a ze skladování a distribuce benzínu.

Klasifikace přípravku : **Zdraví škodlivý. Vysoce hořlavý.**

**R věty : 11-20**

**S věty : 7/9-16-25-29-33**

Označení výstražným symbolem:

**Xn - Zdraví škodlivý. F - Vysoce hořlavý.**



Zdraví škodlivý



Vysoce hořlavý

Čísla a slovní znění přiřazených R a S vět :

R 11 Vysoce hořlavý

R 20 Zdraví škodlivý při vdechování

S 7/9 Uchovávejte obal těsně uzavřený, na dobře větraném místě

S 16 Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení - Zákaz kouření

S 25 Zamezte styku s očima

S 29 Nevylévejte do kanalizace

S 33 Proveďte preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny

### 16. Další informace :

**Označení na obalu výrobku, určeného pro prodej v maloobchodě :**

**Xn, F R 11-20, S 2-7/9-13-16-25-29-46-51**

Čísla a slovní znění přiřazených R a S vět, výše neuvedených :

S 2 Uchovávejte mimo dosah dětí

S 13 Uchovávejte odděleně od potravin, nápojů a krmiv

S 46 Při požití okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc a ukažte tento obal nebo označení

S 51 Používejte pouze v dobře větraných prostorách

#### Prohlášení :

Bezpečnostní list obsahuje údaje potřebné pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a ochrany životního prostředí. Uvedené údaje odpovídají současnému stavu vědomostí a zkušeností a jsou v souladu s platnými právními předpisy. Nemohou být považovány za záruku vhodnosti a použitelnosti výrobku pro konkrétní aplikaci.

**Pozn. Změny proti předchozímu vydání jsou v bodech : 13, 14, 15, 16**

### Hodnoty pro stanovení emisních limitů

hustota produktu v g/cm <sup>3</sup>	0,865
obsah celkového organického uhlíku /TOC/ v kg/kg produktu	0,92