

ÚVOD

1. NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY

Petr Skřehot

1.1 Úvod

Celosvětová roční produkce chemických látek se zvýšila z 1 milionu tun v roce 1930 na současných 400 milionů tun. V současnosti je na Evropském trhu registrováno okolo 100 000 látek a EU disponuje největší kapacitou chemické výroby ze všech zemí a hospodářských celků na světě. V rámci samotné EU je pak chemický průmysl na třetím místě v žebříčku zpracovatelského průmyslu. Častým mylným názorem je, že působením chemických látek jsou ohroženi pouze zaměstnanci chemických závodů. Skutečnost je však taková, že stále častěji toto ohrožení vzniká i na pracovištích mimo chemický průmysl. Je celá řada profesí, kde se v rámci nejrůznějších výrobních procesů a postupů nakládá s celou škálou chemických látek (např. zemědělské práce s využitím pesticidů, zdravotnictví, vodárenství apod.). Podle evropského průzkumu provedeného již v roce 2000 bylo zjištěno, že 22 % zaměstnanců je vystaveno inhalaci par a aerosolů nebezpečných látek po dobu minimálně jedné čtvrtiny pracovní doby. Dalších 16 % zaměstnanců pak během stejné doby přichází do kontaktu s nebezpečnými látkami i jiným způsobem (např. kontaktem kůží, sliznicemi apod.).

Vývoj, management a šíření zjištěných znalostí souvisejících s nebezpečnými látkami by měl pokrývat celý životní cyklus látek, včetně jejich potenciálních použití na nejrůznějších místech, pracoviště nevyjímaje. Tento přístup by měl také zohlednit možnou expozici¹ vedlejším nebo odpadním produktům při jejich zpracovávání. Tento proces však zahrnuje:

- Monitoring, hodnocení a identifikaci nových trendů ve vědeckých znalostech za účelem snížení rizika poškození zdraví.
- Vyhodnocení efektivních řešení.
- Technické a organizační opatření vedoucí ke snížení expozice zaměstnanců a další.

¹ Situace, při které mohou živé organismy přijmout, absorbovat nebo inhalovat toxicitou látku.

Je stále více zřejmé, že problematika nebezpečných chemických látek a přípravků se nesoustřeďuje jen na jejich výrobu a používání v průmyslu nebo ve výzkumných laboratořích, ale také na jejich přepravu, uvádění na trh v „surové“ podobě nebo v podobě nejrůznějších přípravků (např. čisticích či desinfekčních přípravků, kosmetiky, pracích prášků, LPG určeného pro vytápění domácností apod.) anebo i jakožto součást výrobků běžné potřeby (např. plastů, hraček, interiérových prvků, stavebních materiálů apod.). Často totiž uniká pozornosti fakt, že v těchto případech mohou být chemickým látkám exponováni lidé, kteří si naprosto neuvědomují nebezpečnost, resp. nejsou o ní dostatečně informováni. Tato expozice je často dlouhodobá (chronická) a vede k nespecifickým následkům, které velmi často nebývají s vlastním působením nebezpečných látek spojovány. Typickým příkladem mohou být těkavé organické látky (VOC) uvolňující se z interiérových prvků, které společně s ostatními faktory prostředí vedou ke vzniku tzv. syndromu nemocných budov.

S ohledem na stále se rozšiřující poznatky byla proto za účelem ochrany zdraví člověka a životního prostředí přijata celá řada národních i celoevropských legislativních opatření. V poslední době je pak snaha harmonizovat základní požadavky na výrobu, balení a uvádění chemických látek na trh nejen na úrovni celoevropské (viz nařízení REACH), ale i celosvětové (viz rozvíjející se systém GHS). O jednotlivých klíčových problémech týkajících se nakládání s chemickými látkami je pojednáno v následujících kapitolách.

1.2 Nakládání s chemickými látkami a přípravky

Nakládání s chemickými látkami a přípravky je každá činnost, jejímž předmětem jsou chemické látky a přípravky, zejména jejich výroba, dovoz, vývoz, používání, skladování, balení, označování, vnitropodniková přeprava a zneškodňování (zákon č. 59/2006 Sb.). Pro různé nakládání s chemickými látkami existuje soubor zákonů, nařízeních, vyhlášek, pracovních postupů, požadavků na zařízení atd., který danou oblast řeší. Obecně rozlišujeme tyto oblasti nakládání s chemickými látkami:

- Získávání chemických látek – dobývání a úprava.
- Používání chemických látek a přípravků pro specifické účely – např. v průmyslu, zdravotnictví, laboratorní praxi apod.
- Přeprava – železniční, silniční a ostatní přeprava.
- Skladování chemických látek.
- Nakládání s odpady.

Základním předpisem řešícím tuto problematiku v ČR je zákon č. 356/2003 Sb. o chemických látkách a chemických přípravcích, kterým je komplexně upravena oblast nakládání s nebezpečnými látkami v celém jejich „životním“ cyklu od vzniku do jejich likvidace. Zákon řeší také identifikaci, klasifikaci a označování většiny nebezpečných látek a povinnosti, které jsou uloženy výrobcům, dovozcům i distributorům.

Zákon o chemických látkách a chemických přípravcích dělí chemické látky a přípravky podle jejich nebezpečných vlastností na:

- Výbušné (E) – exotermní reakce i bez přístupu kyslíku za rychlého vývinu plynu, detonace, prudké hoření, výbuch, i když jsou dané látky umístěny v částečně uzavřené nádobě.
- Oxidující (O) – vysoce exotermní reakce při styku s jinými látkami.
- Extrémně hořlavé (F+) – v kapalném stavu mají teplotu vzplanutí nižší než 0 °C a teplotu varu nižší než 35 °C nebo vznětlivé v plynném stavu při styku se vzduchem za normálních podmínek.
- Vysoce hořlavé (F) – teplota vzplanutí nižší než 21 °C, v tuhém stavu se mohou snadno iniciovat, mohou se samovolně zahřívat a poté vznítit při styku se vzduchem za normálních podmínek bez přívodu energie, při styku s vodou nebo vlhkým vzduchem uvolňují vysoce hořlavé plyny v množství nejméně 1 dm³.kg⁻¹.hod⁻¹.
- Hořlavé – teplota vzplanutí v rozmezí 21 až 55 °C.
- Vysoce toxické (T+) – po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou i ve velmi malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt.
- Toxické (T) – po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou i v malém množství způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt.
- Žíravé (C) – mohou při styku s živou tkání způsobit její zničení.
- Zdraví škodlivé (Xn) – po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví nebo smrt.
- Dráždivé (Xi) – nemají vlastnosti žíravín, ale při dlouhodobém nebo opakovaném styku s kůží nebo sliznicí mohou vyvolat zánět.

- Nebezpečné pro životní prostředí (N) – po proniknutí do životního prostředí mohou znamenat okamžité nebo opožděné nebezpečí.

Dále zákon rozlišuje tyto skupiny nebezpečných látek (které již nenesou vlastní písmenné označení nebezpečnosti):

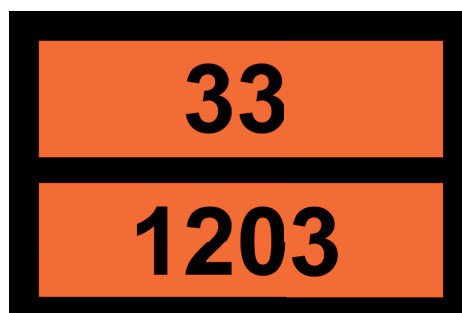
- Senzibilizující – po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat přecitlivělost tak, že po další expozici vznikají charakteristické příznaky.
- Karcinogenní – po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu rakoviny.
- Mutagenní – po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu genetického poškození.
- Toxické pro reprodukci – po vdechnutí, požití nebo proniknutí kůží mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu nedědičných poškození potomků, poškození reprodukčních funkcí nebo schopností reprodukce.

1.3 Označování chemických látek a přípravků

1.3.1 Kódové označení látek a přípravků pro účely přepravy

Pro usnadnění identifikace přepravovaných nebezpečných látek byl přijat systém značení založený na bezpečnostních značkách nebo na složených značkách typu diamant a dále na kódovém označení. Značky slouží k vyjádření nebezpečných vlastností dané látky, kódy pak danou látku identifikují.

Bezpečnostní značky se umísťují na předním a zadním čele vozidla nebo po jeho stranách a jsou doplněny reflexními oranžovými obdélníkovými tabulemi (30 x 40 cm) uvádějícími dvě čísla umístěnými nad sebou – horní číslo je Kemlerův kód, spodní UN kód (viz obrázek 1). Kemlerův kód je číslo, které je generováno na základě nebezpečných vlastností dané látky (tj. vyjadřuje nebezpečnost látky), zatímco UN kód je číslo, které danou látku jednoznačně identifikuje. Tyto tabule se umísťují většinou pouze na předním a zadním čele vozidla, pouze v případě, že vozidlo připravuje více druhů nebezpečných látek současně (např. automobilová cisterna – v každé komoře má jinou látku), pak jsou příslušné tabule umístěny po stranách vozidla v místech odpovídajících umístění dané látky.



Obrázek 1: Příklad označení cisterny přepravující vysoce hořlavou látku (Kemlerův kód: 33), konkrétně benzín (UN-kód: 1203).

Kemlerův kód představuje číselný kód označující druh a stupeň potencionálního nebezpečí. Skládá se ze dvou nebo tří číslic, které popisují základní vlastnosti látky, zdvojení téže číslice představuje intenzifikaci tohoto nebezpečí. Nula na druhém místě znamená, že již neexistuje další nebezpečí. Hlavní nebezpečí je označeno vždy první číslicí v pořadí. Písmeno X před číslem značí zákaz hašení vodou.

Obecně označují číslice tato nebezpečí:

- 1 – výbušné látky,
- 2 – nebezpečí úniku plynu tlakem nebo chemickou reakcí,
- 3 – hořlavost kapalin (par) a plynů nebo kapalin schopných samoohřevu,
- 4 – hořlavost tuhých látek nebo tuhých látek schopných samoohřevu,
- 5 – vznětlivost podporující hoření,
- 6 – jedovatost nebo nebezpečí infekce,
- 7 – radioaktivita,
- 8 – žíravost,
- 9 – nebezpečí prudké samovolné reakce (může znamenat nebezpečí výbuchu, rozpadu nebo polymerační reakce, jejichž následkem může být uvolňování značného tepla nebo hořlavých anebo jedovatých plynů) a
- X – nebezpečná reakce látky s vodou.

Příkladem může být amoniak – Kemlerův kód 268, kde 2 označuje plyn, 6 označuje toxicitu a 8 žíravost) nebo chlorovodík – Kemlerův kód 80, kde 8 označuje žíravou, 0 označuje slabou žíravost dané látky. Význam identifikačních čísel nebezpečnosti (Kemlerových kódů) jsou shrnuty v příloze P-1 na konci knihy.

UN-číslo (UN-kód) je čtyřmístné číslo v registru nebezpečných látek OSN pro více než 3000 položek. Samostatný kód mají jednotlivé látky a některé definované směsi. Látky s podobnými vlastnostmi mají souhrnný UN-kód (např. 1564 pro různé sloučeniny barya). Samostatné UN-kódy jsou přiděleny různým látkám, které patří svými vlastnostmi do určité skupiny (např. 1760 – Žíravé kapalné látky, jinde neuvedené). UN-číslo chemické látky se povinně používá podle přepravního řádu ADR. Je umístěno na spodní části oranžového panelu na přepravním prostředku.

Ostatní kódové označení látek

Mezi jiné způsoby označování chemických látek jsou RTECS, EC číslo (EEC) a CAS.

RTECS je číselný kód, který představuje pořadové číslo látky v systému americké NIOSH označovaný jako Registry of Toxic Effects of Chemical Substances. Obsahuje podrobné údaje o toxicitě více než 110 tisíc látek, včetně léčiv, agrochemikálií a látek významných z obchodního hlediska. **EC číslo (EEC)** (resp. EHS) je číselný kód užívaný v Evropské unii a zavedený směrnicí č. 67/548/EHS; EHS číslo je uvedeno v nařízení vlády ČR č. 25/1999 Sb. Je složeno ze 4 skupin číslic:

- První trojčíslí je buď atomové číslo chemického prvku (předchází jedna nebo dvě nuly pro účely vytvoření posloupnosti), které nejvíc charakterizuje danou látku nebo obvyklé číslo třídy pro organické látky (začínající šestkou, viz tabulka 1).
- Druhé trojčíslí je pořadové číslo látky a označuje formu, v níž je látka vyráběna nebo uváděna na trh, a poslední číslice je kontrolní.
- Třetí skupina dvojčíslí identifikuje jednu z několika komerčních forem, v nichž se látka může vyskytovat.
- Čtvrtá skupina je charakterizována jedinou číslicí, kterou je kontrolní číslo.

Příklad: 606-001-00-8 (aceton), 612-010-00-8 (chloraniliny (mono -, di -, tri -), 607-142-00-8 (chlormravenčan methylnatý).

Tabulka 1: Seznam skupin látek podle prvního trojčíslí EC čísla.

601	uhlovodíky
602	halogenované uhlovodíky
603	alkoholy a jejich deriváty
604	fenoly a jejich deriváty
605	aldehydy a jejich deriváty
606	ketony a jejich deriváty
607	organické kyseliny a jejich deriváty
608	nitrily
609	nitrosloučeniny
610	chlorované nitrosloučeniny
611	azoxy- a azosloučeniny
612	aminosloučeniny
613	heterocyklické báze a jejich deriváty
614	glykosidy a alkaloidy
615	kyanáty a isokyanatany
616	aminy a jejich deriváty
617	organické peroxidy
647	enzymy
650	různé látky

CAS

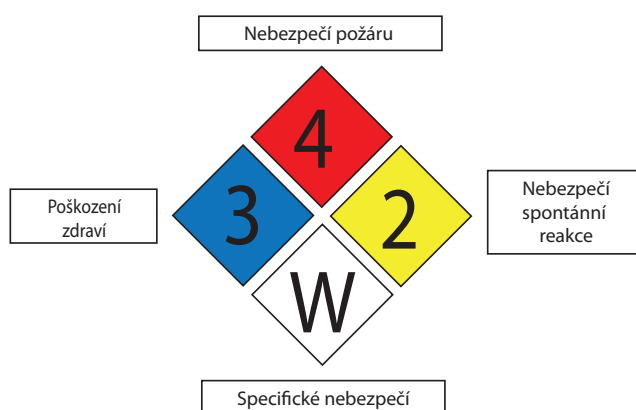
CAS registrační číslo je kódové číslo pro identifikaci látky a chemické sloučeniny podle Chemical Abstracts Service, kde je evidováno na 18 miliónů chemických látek. Používá se k identifikaci látky a současně jako vyhledávací prvek. Jeho struktura sama o sobě nevyovídá o vlastnostech látky, například číslo 71-43-2 náleží benzenu.

System diamant

Pro značení obalu s nebezpečnou látkou lze použít také původně americký systém diamant, který sestává ze složených znaků ve tvaru kosočtverce rozděleného na čtyři stejně velká pole. Tato pole, která mají modré, červené, žluté a bílé barevné provedení, udávají jednotlivé nebezpečné vlastnosti dané látky (viz obrázek 2 a tabulka 2). Nevýhodou tohoto systému je nemožnost provést přímou identifikaci převážené látky.

Tabulka 2: Jednotlivé skupiny nebezpečnosti (pole značení diamant) a příslušné kategorie.

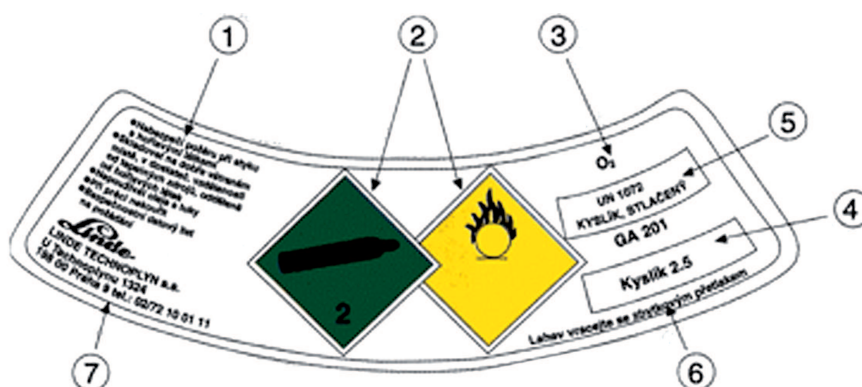
Nebezpečí poškození zdraví	
4	Mimořádně nebezpečné. Zabránit jakémukoli kontaktu s parami nebo kapalinou bez speciálních ochranných prostředků.
3	Velmi nebezpečné. Práce a pobyt v zamořeném území možný pouze v protichemickém ochranném obleku s dýchacím přístrojem.
2	Nebezpečné. Práce a pobyt v zamořeném území možný pouze s dýchacím přístrojem a v ochranném oděvu.
1	Málo nebezpečné. Doporučeno použití dýchacího přístroje.
0	Bez nebezpečí.
Nebezpečí požáru	
4	Extrémně lehce zápalný při všech teplotách.
3	Nebezpečí iniciace při normální teplotě.
2	Nebezpečí iniciace při ohřátí.
1	Nebezpečí iniciace při silném ohřátí.
0	Bez nebezpečí iniciace za normálních okolností.
Nebezpečí spontánní reakce	
4	Velké nebezpečí výbuchu. Vytvořit vnější a nebezpečnou zónu. Při požáru evakuovat nebezpečnou oblast.
3	Nebezpečí výbuchu při působení horka nebo při velkém otřesu. Vytvořit vnější a nebezpečnou zónu.
2	Možnost prudké chemické reakce. Vytvořit vnější a nebezpečnou zónu, hasební zásah provádět pouze z bezpečné vzdálenosti.
1	Při silném zahřátí nestabilní. Nutnost připojení bezpečnostních opatření.
0	Za normálních podmínek bez nebezpečí.
Specifické nebezpečí	
(prázdné pole)	k hašení lze použít vodu
W	látka nesmí být hašena vodou, spontánní reakce
OXY	silné oxidační činidlo
COR	korozivní (žíravé) účinky
ALK	silná zásada
ACID	silná kyselina



Obrázek 2: Vzhled značení typu diamant a popis jednotlivých polí.

Značení tlakových lahví

Podle pravidel zavedených mezinárodní dohodou ADR jsou tlakové lahve pro přepravu stlačených nebo zkapalněných plynů označovány štítkem, jehož podoba je uvedena na obrázku 3:



Obrázek 3: Označení štítku tlakové lahve podle požadavků ADR.

Zde jednotlivá čísla definují umístění: 1 – bezpečnostních pokynů, 2 – bezpečnostních značek, 3 – složení plynu nebo plyné směsi, 4 – označení výrobku výrobcem, 5 – úplného názvu a popisu plynu podle ADR, 6 – upozornění výrobce a 7 – názvu, adresy a telefonního čísla výrobce.

1.3.2 Výstražné symboly nebezpečnosti

Pro usnadnění identifikace nebezpečných chemických látek byly přijaty bezpečnostní značky. V současnosti platí symboly podle nařízení vlády č. 232/2004 Sb. (viz obrázek 4), ale od 1. června 2015 budou tyto symboly zcela nahrazeny novými, podle Globálního harmonizovaného systému (nařízení Evropského parlamentu č. 1272/2008) (viz kapitola 1.7.5).



Obrázek 4: Symboly používané pro vyjádření nebezpečných vlastností chemických látek.

1.3.3 Informace o rizicích a o bezpečném zacházení s chemickými látkami a přípravky

Pro skladování, balení a přepravu nebezpečných látek se vedle varovných symbolů a nálepek musí podle směrnice č. 67/548/EHS používat tzv. R-věty (Risk-Phrases) a S-věty (Safety-Phrases). Jejich úkolem je zajistit bezpečné používání a napomáhat vytvářet bezpečné prostředí na pracovišti.

R-věty označují tzv. specifickou rizikovost – jedná se o popis fyzikálně-chemických, environmentálních a zdravotních rizik dané látky a **S-věty** poskytují informace o bezpečném skladování, nakládání, likvidaci, poskytování první pomoci a ochraně zdraví lidí. R- a S-věty musí být uvedeny u přípravků, které obsahují přinejmenším jednu substanci, klasifikovanou jako nebezpečnou buď pro člověka, nebo životní prostředí, nebo pokud je přípravek považován za nebezpečný v jiném ohledu.

Všude na světě odpovídají stejná čísla R- a S-vět stejným pokynům. Celkově se používá asi 80 standardních pokynů pro bezpečnost (včetně jejich kombinací) (viz příloha P-2). V S-větách lze nalézt doporučení, jaké ochranné prostředky a opatření je nutné použít v případě vzniku havárie.

1.4 Nebezpečné chemické látky v pracovním prostředí

1.4.1 Použití chemických látek a rizika práce s nimi

Chemické látky se široce používají při výrobě, údržbě, čištění, desinfekci a celé řady dalších pracovních procesů a činností, během nichž jim mohou být pracovníci exponováni. Následky těchto expozic mohou mít závažné zdravotní následky.

V průmyslu se s nimi můžeme nejčastěji setkávat například při:

- chemické a elektrochemické úpravě povrchů,
- odmašťování, moření a odrezování,
- chemickém, elektrochemickém a žárovém pokovování,
- konverzním povlakování,
- úpravě organickými nátěrovými hmotami,
- čištění a desinfekci povrchů,
- svařování,
- slévání kovů,
- vulkanizaci pryže,
- přesypávání a manipulaci s páleným vápnem, cementem apod.

S ohledem na rozvoj znalostí o nebezpečných vlastnostech chemických látek využívaných v průmyslu se ukazuje, že největším problémem jsou z hlediska bezpečnosti a ochrany zdraví ty činnosti a práce, při kterých jsou pracovníci vystaveni karcinogenním látkám. To dokazují i skutečnosti uvedené ve zprávě Evropské agentury pro BOZP, podle které bylo na konci 20. století v Evropě každým rokem téměř 2,8 milionu nových případů onemocnění spojených s expozicí

karcinogenním látkám, přičemž každým rokem na rakovinu zemřelo 1,9 milionu lidí, což představuje druhou nejčastější příčinu úmrtí vůbec. Pro věkovou skupinu 45 až 64 let představuje v současnosti nárůst počtu onemocnění rakovinou o 45 až 50 %. Na začátku roku 1990 bylo v EU při výkonu práce vystaveno asi 32 milionů pracovníků karcinogenním látkám. Nejčastěji však byla tato expozice způsobena kouřením. Na druhém místě pak byla expozice částicím silikátů, následovaly výfukové plyny, radon, dřevěný prach a benzen. Odhaduje se, že 35 až 45 tisíc úmrtí na rakovinu ročně je způsobeno následkem působení toxických látek z pracovního prostředí. Smrt jednoho člověka na rakovinu vzniklou tímto způsobem je v USA vyčíslena na průměrnou ztrátu 2,14 milionů USD; v Evropské unii se odhadují takto vzniklé celkové roční ztráty na 70 miliard USD. Podle francouzského Institutu de Veille sanitaire lze nejméně 4 % případů úmrtí na rakovinu ve Francii připisat jednoznačně na vrub profesionální expozici v zaměstnání (European Agency for Safety and Health at Work, 2005). Ovšem tato čísla jsou určitým způsobem nejistá a výzkumy v jednotlivých zemích se nedají příliš srovnávat. V každém případě ale počty úmrtí mají vzrůstající tendenci a je tedy zjevné, že prevenci rizik spojených s expozicí nebezpečných látek v pracovním prostředí je potřeba věnovat zvýšenou pozornost. Základním nástrojem pro prevenci rizik je odborně provedená analýza nebezpečí a hodnocení rizik.

Analýza nebezpečí a hodnocení rizik expozice chemickým látkám

Pro všechny činnosti, při kterých může docházet k expozici nebezpečným chemickým látkám, musí podle § 102 zákoníku práce zaměstnavatel zpracovávat² **analýzu a hodnocení** (pracovních) **rizik**. V ní musejí být identifikovány všechny zdroje nebezpečí (v případě chemických rizik jde například o zařízení, ze kterých může docházet k emisím plynů, par nebo aerosolů, únikům kapalin či kde může vzniknout požár apod.), které mohou za určitých okolností vést ke vzniku nežádoucích následků. V případě možné expozice chemickým látkám se na základě známých nebezpečných vlastností daných látek (tuto informaci lze nalézt v bezpečnostním listu) analyzuje reálné i potenciální ohrožení pracovníka pro různé cesty vstupu nebezpečné látky do organismu (např. inhalace par, vstup látky do těla pokožkou, požití látky, podráždění očí). Následně jsou pro jednotlivá uvažovaná ohrožení určeny míry rizik (v závislosti na použité analytické metodě – neexistuje jednotný a zákonem stanovený přístup) a tyto rizika jsou vyhodnocena, tj. je provedeno jejich zařazení do jednotlivých kategorií (v nejjednodušším případě rozlišujeme kategorie: přijatelné riziko, podmíněně přijatelné riziko a nepřijatelné riziko). Při této analýze se berou v úvahu především pravděpodobné akutní následky, které

² Zaměstnavatel může zajišťovat plnění úkolů v prevenci rizik sám, je-li k tomu odborně způsobilý, anebo je povinen zajistit tyto úkoly prostřednictvím odborně způsobilého zaměstnance, případně jinou odborně způsobilou osobou (dodavatelysky na základě smluvního vztahu).

mohou způsobovat vznik pracovního úrazu (např. poleptání, potřísnění, popálení apod.), ale je vhodné uvažovat i možné chronické účinky (např. senzibilizující účinky), které mohou vést například ke snížení pozornosti, motoriky, citlivosti na podněty apod., což opět může mít za následek vznik pracovního úrazu. V tomto ohledu pochopitelně bude analýza obsahovat kvalitativní informace, nicméně i tyto údaje jsou velmi cenné pro stanovení opatření (technické nebo organizační) směřujících ke snížení expozice chemické látky. Pouze tehdy, není-li možné rizika odstranit **technickými opatřeními** (úprava nastavení provozního režimu strojů a zařízení, instalace bezpečnostních bariér (např. kryty nebo automatické senzory atd., prostředky protivýbuchové ochrany apod.) nebo **organizačními opatřeními** (např. změna organizace práce či pracovních postupů, posílení personálního zajištění, nahrazení používaných chemikálií za látky méně toxické apod.), je nutné poskytovat prostředky osobní ochrany. V takovém případě je podle zákoníku práce ale vždy nutné dávat přednost opatřením zajišťujícím **kolektivní ochranu** (např. odtah par, zlepšení větrání atd.) před opatřeními určenými pro **individuální ochranu** pracovníků, tj. osobní ochranné pracovní prostředky a ochranné pomůcky (např. dýchací polomasky, ochranné brýle, ochranné rukavice, ochranný oblek či obuv apod.). Konkrétní opatření a termíny pro jejich realizaci se stanovují podle závažnosti (kategorií) vyhodnocených rizik.

Kromě analýzy a hodnocení pracovních rizik mají zaměstnavatelé podle § 37 zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví povinnost také hodnotit vliv práce na zdraví pracovníků. Jedná se o souhrnné hodnocení úrovně zátěže zaměstnanců faktory rozhodujícími ze zdravotního hlediska o kvalitě pracovních podmínek. Provádí se na základě zhodnocení výskytu a rizikovitosti faktorů, které mohou ovlivnit zdraví zaměstnanců. Klíčové je posoudit jejich chronické působení, které by mohlo vést ke vzniku nemocí z povolání. Jelikož je cílem hodnocení zdravotních rizik práce zařazení daných prací (nejčastěji prací, které vykonávají pracovníci na dané pracovní pozici) do jedné ze čtyř kategorií, které odpovídají rizikovitosti práce, nazývá se **kategorizace prací**³. Jednotlivé kategorie jsou kvalitativně hodnoceny takto:

- Práce kategorie 1 – nepředstavují podle současných znalostí pravděpodobně žádné riziko pro pracovníka.
- Práce kategorie 2 – jedná se o práce, kde poškození zdraví vlivem pracovních podmínek nelze vyloučit, kupříkladu u zvýšeně citlivých osob.
- Práce kategorie 3 – jsou práce, při nichž není expozice osob faktorům

3 Viz vyhláška č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, limitní hodnoty ukazatelů biologických expozičních testů, podmínky odběru biologického materiálu pro provádění biologických expozičních testů a náležitosti hlášení prací s azbestem a biologickými činiteli.

pracovního prostředí spolehlivě snížena technickými opatřeními na úroveň stanovenou hygienickými limity a pro zajištění ochrany zdraví pracovníků je třeba využívat ochranné prostředky či jiná ochranná opatření.

- Práce kategorie 4 – jsou práce s vysokým rizikem poškození zdraví, které nelze vyloučit ani při používání dostupných a použitelných ochranných opatření.

Návrh na zařazení prací do kategorií a oznámení o zařazení prací do kategorie druhé až čtvrté předkládá zaměstnavatel orgánu ochrany veřejného zdraví (Krajské hygienické stanice). V případě kategorie 2 orgán ochrany veřejného zdraví vezme předložený návrh na vědomí, nebo může zaměstnavateli vydat rozhodnutí o tom, že práci zařadí jako práci rizikovou (tzv. kategorie 2R). I prací kategorie 3 a 4 vydává tento orgán rozhodnutí v každém případě. Práce zařazené do kategorie 2R, 3 a 4 jsou označovány jako **rizikové práce**. V případě, že jde o práci rizikovou, pak orgán ochrany veřejného zdraví může rozhodnout také o minimální náplni a lhůtách lékařských preventivních prohlídek, náplni a lhůtách měření parametrů pracovního prostředí a o provádění biologických expozičních testů (BET). Výsledky kategorizace prací tedy slouží jako objektivní podklad pro stanovení opatření k ochraně zdraví při práci a k omezení rizik možného poškození zdraví. Kromě již zmíněné preventivně lékařské péče se jedná také o stanovení dalších opatření k ochraně zdraví při práci – technická a organizační opatření a určení vhodných osobních ochranných pracovních prostředků.

Ve spojení s preventivními opatřeními, které již vplynuly z analýzy a hodnocení (pracovních) rizik, je tak docíleno maximální objektivnosti pohledu na rizika dané práce a stanovení nejvhodnějších a nejúčinnějších opatření. Zjednodušeně lze říci, že analýza a hodnocení (pracovních) rizik zahrnuje spíše pohledy technické, ergonomické a organizační (tj. oblast bezpečnosti práce), kdežto kategorizace prací zohledňuje pohledy zdravotní, epidemiologické a toxikologické (tj. oblast ochrany zdraví).

Zakázané látky

S ohledem na vysokou karcinogenitu některých látek, která se jednoznačně prokázala testy provedenými na zvířatech, byly zákonem č. 309/2006 Sb. práce s nimi přímo zakázány. Jejich používání (vyjma zákonem stanovených podmínek) již není možné a tyto látky musejí být nahrazeny látkami jinými, méně nebezpečnými. Konkrétně se jedná o 2-naftylamin a jeho soli, 4-aminobifenyl a jeho soli, benzidin a jeho soli, 4-nitrodifenyl a polychlorované bifenyly, s výjimkou mono- a dichlorovaných bifenyly, a přípravky obsahující více než 0,1 % 2-naftylaminu a jeho solí, 4-aminobifenyly a jeho solí, benzidinu a jeho solí nebo 4-nitrodifenylu nebo více než 0,005 % polychlorovaných bifenyly.

Zákaz prací s těmito látkami neplatí, jde-li o výzkumné laboratorní práce, analytické práce, práce při likvidaci nepotřebných zásob, odpadů a zařízení, která obsahují tyto látky a přípravky, a práce při zneškodňování uvedených látek, pokud vznikají jako nežádoucí průvodní látka při zpracování jiné látky nebo přípravku. Vždy je ale nutné velmi pečlivě dodržet veškerá bezpečnostní opatření, aby byla expozice těmto látkám co možná nejmenší (nejlépe žádná).

1.4.2 Průmyslově vyráběné nebo používané nebezpečné látky

Stavební hmoty a materiály

Dokonalá znalost toxikologických vlastností nejrůznějších látek, zejména pak při jejich působení v dlouhodobějším časovém úseku, je klíčová pro jejich použití na pracovišti. Příkladem mohou být látky obsažené ve stavebních hmotách, jako je azbest, cement, krystalický křemen či látky na bázi vápna, u kterých byly prokázány významné toxické vlastnosti. Manuální práce s těmito materiály je buď omezována a nahrazována strojovou manipulací, anebo jsou pro práci s nimi přijímány mnohem důkladnější bezpečnostní opatření. Práce s **azbestem** je pak pro své karcinogenní vlastnosti podle zákona č. 309/2006 Sb. zakázána zcela⁴. Stejně tak jsou zakázány také aplikace azbestu nástřikem a pracovní postupy, které zahrnují použití tepelně nebo zvukově izolačních materiálů s hustotou menší než 1 g.cm^{-3} obsahujících azbest.

Značně podceňované je také riziko práce s **cementem**. Zvláště pak jeho prach, který může poškozovat dýchací orgány, je velmi toxický. Také jeho směs s vodou je toxická, protože může dráždit oči a při styku s kůží může docházet k intoxikaci šestimocným chromem (Cr^{6+}), který má mutagenní a karcinogenní vlastnosti⁵. U lidí vystavených profesionální expozici cementu byl také prokázán zvýšený výskyt vředů v zažívacím traktu a zvýšená kazivost zubů. Také látky na bázi **vápna**, ať již CaO (pálené vápno) nebo Ca(OH)_2 (hašené vápno), působí dráždivě, poškozují místní tkáň a způsobují vznik pupínků až vřídků (tzv. ptačí oka), které se špatně hojí. Zasažení očí vápennou vodou může způsobit vážné poškození oka až oslepnutí, při styku se sliznicemi nosu a ústní dutiny pak vznikají bolestivé vředy až zánět plic (Tichý, 1998).

4 Zákaz těchto prací neplatí, jde-li o výzkumné laboratorní práce, analytické práce, práce při likvidaci zásob, odpadů a zařízení, která obsahují azbest, a práce při odstraňování staveb a částí staveb obsahujících azbest, nebo opravy a udržovací práce na stavbách nebo práce s ojedinelou krátkodobou expozicí.

5 Intoxikace vysokými koncentracemi Cr^{6+} vyvolává astmatické potíže; po požití per os působí zpočátku leptavě na zažívací systém, ale postupně dochází k poškození ledvin (projevuje se výskytem bílkovin, krve a cukru v moči) a jater a v konečné fázi následuje šok, bezvědomí nebo až smrt postiženého. Účinným antidotem Cr^{6+} je kyselina askorbová (vitamín C), která jej redukuje na netoxické sloučeniny Cr^{2+} a Cr^{3+} .

Ovšem zmíněné stavební materiály jsou pro společnost nezbytné, a proto práci s nimi nelze zakázat (neplatí pro azbest). V takových případech proto musejí nastoupit taková preventivní bezpečnostní opatření, která sníží míru rizika na přijatelnou mez, tj. na takovou mez, která je ještě ekonomicky rentabilní. Kromě toho zmíněná opatření musejí být zohledněna i při samotném návrhu pracovních strojů, což opět výrazným způsobem vede ke snížení celkového rizika. Validní odhad rizika a navržení účinných bezpečnostních opatření lze provést ale pouze na základě dokonalé znalosti toxikologických vlastností látek a jejich expozice na pracovišti.

Pesticidy

Jako pesticidy se označují účinné látky a přípravky, které ovlivňují základní procesy v živých organismech, a proto jsou schopné ničit nebo regulovat „škodlivé“ organismy. Používají se v zemědělství nebo k regulaci růstu rostlin mimo zemědělskou půdu (přípravky na ochranu rostlin) nebo pro jiné účely (biocidní přípravky). Tyto látky se liší jak svým chemickým složením, tak cílovými skupinami organismů, proti kterým jsou určeny. Podle cílových organismů rozlišujeme pesticidy do těchto skupin:

- herbicidy – proti plevelům,
- insekticidy – proti hmyzu,
- fungicidy – proti houbám,
- akaracidy – proti roztočům,
- neumaticidy – proti červům,
- moluskocidy – proti hlemýžďům a měkkýšům,
- rodenticidy – proti hlodavcům.

Pesticidy využívají rozmanitých mechanismů, kterými na cílový organismus působí. To významně souvisí s jejich chemickou strukturou a složením. Může se proto jednat o značně široké spektrum různých látek, jako například organofosfáty, karbamáty, chlororganické sloučeniny, syntetické pyretroidy, fenoly, morfoliny, azoly, aniliny, organokovové sloučeniny, chlornitryly, chloralkyltioly atd. Pesticidy představují závažná rizika jak pro člověka, tak pro životní prostředí a jeho jednotlivé složky. K ohrožení lidského zdraví může dojít přímou expozicí při

výrobě a užívání pesticidů (zejména v zemědělství), anebo nepřímým vystavením těmto látkám, např. spotřebitelé, obyvatelé v okolí míst aplikace. Rizika spojená s účinnými látkami pesticidů se vyhodnocují během jejich povolování. Působení pesticidů může mít na lidské zdraví akutní i chronické účinky. Chronické vlivy jsou důsledkem dlouhodobé expozice nízkým dávkám pesticidů a zahrnují např. rozmanité typy rakoviny, vrozené vývojové vady, narušení mužské i ženské plodnosti, alergie, narušení imunity atd. Vyslovuje se také podezření, že pesticidy jsou schopné narušovat funkci hormonů, což u mužů vede ke snižování kvality spermatu a zvýšenému výskytu rakoviny varlat. Diskutován je také možný podíl na rostoucím výskytu rakoviny prsu u žen a na vývojových poruchách pohlavních orgánů mužů i žen (Šuta, 2008).

Mimořádnou roli v odhalování nebezpečnosti pesticidů sehrála látka **DDT**. Ačkoli DDT byl prvním masově vyráběným a používaným pesticidem, je jeho používání ve vyspělých zemích světa zakázáno pro jeho negativní účinky už od 70. nebo 80. let 20. století. Přesto vědci objevují stále další a další zdravotní vlivy DDT. V posledních letech zejména na hormonální systém zvířat a člověka. V červenci 2006 vědecký časopis Behavioral Brain Research zveřejnil výsledky výzkumu, který ukázal změny ve struktuře mozku v době raného vývoje – zmenšení velikosti mozku, podstatně menší oblasti mozku kritické pro normální sexuální chování – v závislosti na hladině DDT a jeho metabolitů v krvi matky. V říjnu 2006 otiskl American Journal of Epidemiology práci, která studovala vliv hladiny metabolitů DDT na hladinu ženských pohlavních hormonů estrogenu a progesteronu během menstruačního cyklu (Šuta, 2008).

Plastické hmoty

Plasty jsou polymerní materiály uměle vyrobené člověkem, které jsou široce využívány pro nejrůznější účely. Často kromě samotného polymeru obsahují i další látky, které umožňují zlepšovat užité vlastnosti produktu, např. zvyšují odolnost proti stárnutí, houževnatost, pružnost apod. Plasty se vyznačují velkou variabilitou vlastností, jako je například tepelná odolnost, tvrdost, pružnost. Mezi jejich výhody patří nízká hustota, chemická odolnost, jednoduše složení a struktury a dobrá zpracovatelnost energeticky málo náročnými technologiemi vhodnými pro masovou výrobu (lisování, lisostřík, vstřikování, vyfukování, lití apod.). Díky tomu našly použití téměř ve všech průmyslových odvětvích i v domácnostech. Nejběžnějšími a nejmasověji produkovánými plasty jsou polyetylen, polypropylen, polystyren, polyetylentereftalát, polyvinylchlorid. Značný význam však mají i další, jako třeba polykarbonát, polyvinylacetát, polyester, polymetylmetakrylát, polyuretan aj. Jelikož je v praxi využívána celá řada plastů, zmíníme zde blíže jen ty, které mohou představovat vážnější riziko (ať již s ohledem na své toxikologické, tak i požárně-bezpečnostní vlastnosti).

V posledních letech díky jeho výborným vlastnostem (nepropouští plyny a páry, je poměrně pevný a odolný vůči nárazům) značně narostla spotřeba **polyethylentereftalátu** (PET), který byl poprvé syntetizován již počátkem 40. let 20. století. Tento plast se používá zejména jako obalový materiál pro nápoje, potraviny a léčiva a pro svou pevnost je též vhodný pro výrobu vláken. Jeho teplem degradací však vzniká acetaldehyd (za běžných podmínek má nasládlý zápach), který již při koncentraci 10 až 20 ppb může znehodnocovat nápoje obsažené v PET obalech. Při vyšších koncentracích, které mohou vznikat například při nedokonalém spalování PET (např. v lokálních topeništích), může představovat i vážné zdravotní riziko.

Dalším rozšířeným plastem je **polystyren** (PS). Je to poměrně tvrdý, ale křehký materiál, který dobře odolává minerálním kyselinám a louhům. Časem ale postupně křehne a vytvářejí se v něm trhliny. Má velmi dobré izolační vlastnosti, a tak je široce využíván v praxi (např. izolace staveb, v elektrotechnice jako izolace kabelů, cívek, vypínačů, jako nádobí pro horké nápoje apod.). Jeho nevýhodou je, že není příliš odolný vůči organickým rozpouštědlům, zejména benzínu, aldehydům a ketonům, ve kterých se snadno rozpouští. Další jeho špatnou vlastností je, že se z něj uvolňuje nezreagovaný monomer styren (zvláště za vyšších teplot), který je karcinogenní. Polystyren je také citlivý vůči UV záření a málo odolný vůči teplotě (je mechanicky stabilní jen cca do 70 °C). Jelikož při jeho hoření opět vzniká celá řada toxických látek, rozhodně by neměl být spalován v lokálních topeništích. Recyklace tohoto plastu je však poměrně obtížná, a tak se v praxi provádí jen v malé míře. Všechny tyto jeho negativní vlastnosti tak z něj činí látku, která má jen specifické využití a která představuje z ekologického hlediska poměrně velký problém.

Ještě před 20 lety byl nejrozšířenějším plastem **polyvinylchlorid** (PVC). Ten se vyrábí polymerací vinylchloridu a od výše uvedených plastů se liší tím, že obsahuje chlór, který v plynné podobě (Cl_2) je také základní surovinou pro jeho výrobu. Z toxikologického a ekologického hlediska představují vážný problém úniky plynného chlóru, používání rtuti v elektrolyzérech, vznik dioxinů a toxických meziproductů, jakými jsou etylendichlorid a vinylchlorid. PVC je často používáno v interiéru staveb (podlahové krytiny, izolace kabelů, podhledy, tapety, potrubí atd.), což může způsobovat problémy v případě požáru. Vzhledem ke značnému obsahu chlóru v PVC vznikají při jeho hoření velice toxické chlorované látky. Jde zejména o chlorovodík (HCl), což je plyn leptavý dýchací cesty, nebo o fosgen, který je velice toxický, a dokonce se používal jako bojový plyn. Hoření PVC produkuje také značné množství dioxinů (PCDD/F), což jsou látky extrémně toxické, perzistentní a bioakumulativní. Proto je dnes snahou snižovat postupně výrobu PVC a jeho použití nahrazovat jinými netoxickými plasty (např. polyethylenem či polypropylenem).

Desinfekční prostředky

Dezinfekční látka (též dezinficiens) je protimikrobiální činidlo, které se aplikuje na neživé předměty za účelem zničení mikroorganismů. Jelikož se jedná o látky velmi reaktivní, je nutno s nimi zacházet s náležitou opatrností. Pro bezpečné zacházení s nimi platí základní pravidlo, že se nesmějí nikdy míchat s jinými látkami (např. čisticími přípravky), protože může dojít k nežádoucí chemické reakci (např. vývin plynného chlóru). Volba dezinfekční látky a její použití proto musí záviset na konkrétní situaci.

Některé desinfekční látky mají široké spektrum účinků (zabíjejí téměř všechny mikroorganismy), kdežto jiné sice ničí jen užší škálu patogenních organismů, ale jsou preferovány z jiných důvodů (jsou nekorozivní, nejedovaté nebo levné). Existuje několik skupin desinfekčních látek – alkoholy, aldehydy, fenolické látky, kvartérní amoniové sloučeniny a oxidační činidla, která jsou i nejrozšířenější. Oxidační činidla působí prostřednictvím oxidace buněčné membrány mikroorganismů, což vede k narušení jejich struktury, rozkladu buňky a nakonec k její smrti. Tímto způsobem účinkuje mnoho desinfekčních látek. Oxidačními činidly jsou nejrůznější anorganické sloučeniny obsahující chlór a kyslík. Velmi často užívanou látkou je chlornan sodný. Namísto chlornanu se pro desinfekci pitné vody často používá chloramin, protože produkuje méně vedlejších produktů, které mohou být škodlivé. K desinfekci pitné vody se používá i oxid chloričitý. Silné oxidační činidlo je také peroxid vodíku, který se používá v nemocnicích k desinfekci povrchů. Někdy se míchá s koloidním stříbrem. Často je preferován, protože způsobuje mnohem méně alergických reakcí než jiné desinfekční látky. Používá se v konzervářském průmyslu k desinfekci obalů. Tříprocentní roztok je běžně používaným antiseptikem. Čerstvé studie však ukázaly, že peroxid vodíku je toxický pro rostoucí buňky (stejně jako pro bakterie); jeho použití jako antiseptika se už nedoporučuje. Jod rozpuštěný v organických rozpouštědlech (Lugolův roztok) se používá v drůbežárnách, kde se přidává do pitné vody podávané drůbeži. Dobré oxidační vlastnosti má i jodová tinktura, jež se používala jako antiseptikum na drobná kožní poranění, ale dnes se nedoporučuje kvůli tvorbě jizev a prodlužování času hojení. Biologicky silně znečištěné vody se desinfikují plynným ozónem. Obvykle se ozón vyrábí přímo v úpravnách vod z plynného kyslíku prostřednictvím elektrického výboje. V minulosti byl pro desinfekci využíván i manganistan draselný (KMnO_4 , hypermangan). Dnes se využívá jen omezeně a v malých množstvích (např. k desinfekci nohou před vstupem do plaveckých bazénů), protože jeho cena se značně zvýšila a také proto, že ve větších koncentracích snadno způsobuje nežádoucí zabarvení. Manipulace s krystalickým KMnO_4 je však snadná a lze dobře a dlouhodobě skladovat, takže v tropických zemích je dodnes často používán pro desinfekci vodních nádrží a studní. Ve zředěném roztoku jej lze také aplikovat na povrchové rány nebo také pro desinfekci úst před extrakcí zubů (Wikipedie, on line).

1.4.3 Chemické látky v pracovním ovzduší

V dnešní době tráví většina lidí až 80 % svého času ve vnitřních prostorách různých budov (Holoubek, online), přičemž nemalá část z tohoto času je doba strávená na pracovišti. Přitom v pracovním prostředí se mohou vyskytovat i chemické látky a přípravky (chemické škodliviny), z nichž mnohé mohou přecházet i do pracovního ovzduší. Zvyšování koncentrací znečišťujících látek v pracovním ovzduší pak ještě podporuje nedostatečná výměna vzduchu (zvláště v průmyslových halách, ale i uzavřených kancelářských komplexech s nucenou cirkulací vzduchu), takže v konečném důsledku dochází k výraznému zhoršování mikroklimatických podmínek. Jelikož je **mikroklima** utvářeno souborem fyzikálních a chemických faktorů ovlivňujících stav (pracovního) prostředí ve vymezeném prostoru, je akumulace škodlivin z hlediska BOZP nežádoucí. Stále více se však ukazuje, že kvalita pracovního ovzduší hraje v tomto směru výraznou roli, nicméně hlubšímu studiu v této oblasti nebyla doposud věnována přílišná pozornost.

Z praxe v oblasti BOZP dobře víme, že největší nebezpečí jsou obvykle ta, která jsou skrytá nebo potenciální či pouze s teoretickým vznikem nežádoucího důsledku. Obecnou povinností zaměstnavatelů proto je minimalizovat negativní působení všech rizikových faktorů, což předpokládá nejen znát charakter a míru rizika, ale i kontrolovat, zda nedochází k zhoršování stavu. Pro hodnocení kvality pracovního ovzduší proto byly stanoveny tzv. přípustné expoziční limity, které vlastně slouží k porovnání analyticky zjištěných (naměřených) koncentrací daných látek s mírou rizika poškození zdraví, které je pro osmihodinovou expozici pro jednotlivce ještě přijatelné. Těmito expozičními limity jsou přípustný expoziční limit (PEL)⁶ a nejvyšší přípustná koncentrace látky v pracovním ovzduší (NPK-P)⁷. Tyto limity byly stanoveny pro konkrétní látky, se kterými se lze setkávat v pracovním prostředí. Podle vyhlášky č. 432/2003 Sb., kterou se stanoví podmínky pro zařazování prací do kategorií, pak platí, že při dané práci (resp. v daném pracovním prostředí, ve kterém se pracovník nachází) není pravděpodobný nepříznivý vliv na zdraví člověka, pakliže:

⁶ Celosměnový časově vážený průměr koncentrací plynů, par nebo aerosolů v pracovním ovzduší, jimž může být podle současného stavu znalostí vystaven zaměstnanec v osmihodinové nebo kratší směně týdenní pracovní doby, aniž by u něho došlo i při celoživotní pracovní expozici k poškození zdraví, k ohrožení jeho pracovní schopnosti a výkonnosti. Přípustný expoziční limit je stanoven pro práci, při které průměrná plicní ventilace zaměstnance nepřekračuje 20 litrů za minutu za osmihodinovou směnu. Koncentrace chemické látky nebo prachu v pracovním ovzduší, jejímž zdrojem není technologický proces, nesmí překročit 1/3 jejich přípustných expozičních limitů.

⁷ Taková koncentrace chemické látky, které nesmí být zaměstnanec v žádném úseku směny vystaven. Při hodnocení pracovního ovzduší lze porovnávat s nejvyšší přípustnou koncentrací dané chemické látky časově vážený průměr koncentrací této látky měřené po dobu nejvýše 15 minut. Takové úseky s vyšší koncentrací smí být během osmihodinové směny nejvýše čtyři, hodnocené s odstupem nejméně jedné hodiny.

- Průměrné celosměnové koncentrace chemických látek v pracovním ovzduší nejsou vyšší než 0,3 násobku jejich hodnot PEL, a zároveň nepřekračují během směny ani hodnotu PEL ani hodnotu NPK-P.
- V případě směsí chemických látek s předpokládaným aditivním účinkem je součet podílů celosměnových průměrných koncentrací jednotlivých látek a jejich hodnot PEL nižší než 0,3 (na základě současného poznání).

Ovšem takový přístup lze objektivně použít pouze tehdy, kdy jsou u exponovaných osob sledovány specifické zdravotní následky způsobené relativně vysokými (avšak ještě „bezpečnými“) koncentracemi konkrétních chemických látek během relativně krátké doby (řádově hodiny, maximálně týdny, aby bylo možné vyloučit působení jiných faktorů nebo chemických látek). Ačkoli PEL předpokládá, že ani při celoživotní pracovní expozici nedojde k poškození zdraví, k ohrožení pracovní schopnosti nebo výkonnosti člověka, jeho vypovídací schopnost ale se snižující se koncentrací látky a s narůstající délkou expozice značně klesá. Ze své podstaty PEL totiž uvažuje pouze prahový toxický účinek dané látky – tedy kumulativní dávka získaná celoživotní pracovní expozicí by neměla „bezpečný“ teoretický práh překročit. Ovšem řada látek vykazuje bezprahové účinky, a u celé řady látek se navíc doposud ani jednoznačně neví, jaké následky mohou způsobovat jejich nízké koncentrace, kterým jsou lidé vystaveni po dlouhou dobu. A protože v žádném pracovním prostředí není člověk vystaven pouze jedné látce, je nutné uvažovat také velmi pravděpodobné kumulativní působení chemických látek na lidské zdraví, které je zvláště nebezpečné právě při nízkých koncentracích a dlouhých expozicích. U exponovaných jedinců tak vznikají nespecifické zdravotní účinky, jejichž příčiny lze jen těžko odhalovat. Přímoú spojitost s pracovním prostředím může indikovat pouze relativně vysoká četnost sekundárních projevů, jako je vyšší míra pracovní neschopnosti či obdobné subjektivní obtíže u většího počtu pracovníků, jakými jsou například bolest hlavy, únava či pálení očí. Zvláštní postavení mezi látkami, které mohou způsobovat tyto nespecifické následky, jsou i těkavé organické látky a odéry (Rupová a Skřehot, 2009), kterým jsme vystaveni téměř neustále.

Těkavé organické látky

Vzduch na pracovištích bývá kromě plynů a par emitovaných při nakládání s chemickými látkami často znečištěn i kapalnými či pevnými aerosoly v podobě prachu, tabákového kouře, roztočů či pylů, a dále minoritními látkami, jako jsou těkavé organické látky (VOC). V průmyslu jsou tyto látky obvykle emitovány z výrobních technologií (např. při tepelném zpracování plastů a pryže, manipulaci s organickými rozpouštědly, odmašťovacími či barvami, při skladování a distribuci benzínů, v laboratořích apod.), dále z plastických hmot obsažených ve vybavení

pracovišť (např. z umělých podlahových krytin, nátěrů stěn, nábytku apod.) anebo jsou jejich zdroji fugitivní emise⁸.

Dá se říci, že neexistuje téměř žádné pracoviště, kde bychom se s VOC nesetkávali. Jejich toxikologické vlastnosti a mechanismus působení na člověka se navzájem liší. V pracovním prostředí ze skupiny těkavých organických látek můžeme nejčastěji nalézt jak aromatické organické látky (toluen, benzen, xylen, styren a etylbenzen), tak i alifatické uhlovodíky⁹. VOC mají neurotoxické účinky a způsobují s ohledem na složení a koncentraci jednotlivých látek v pracovním ovzduší specifické i nespecifické následky. Specifické následky lze připsat působení dané konkrétní látky a obvykle jsou na základě epidemiologických studií poměrně dobře poznány. Nespecifické následky jsou pak takové subjektivní zdravotní obtíže, které neodpovídají popsaným toxikologickým účinkům jednotlivých látek, ale jsou způsobeny synergickým působením malých koncentrací směsi sloučenin. Jedná se nejčastěji o bolesti hlavy, poruchy koncentrace, poruchy motoriky, závrať, nauseu a zvracení.

Největší nebezpečí v pracovním prostředí představuje s ohledem na svou toxicitu **benzen**, který je prokázáný karcinogen. S ohledem k jeho genotoxickým vlastnostem pro něj nelze stanovit teoreticky bezpečný limit (PEL, NPK), takže jakýkoli jeho výskyt v ovzduší je nežádoucí. Nejčastější cestou vstupu benzenu do organismu je inhalace. Bylo zjištěno, že přibližně polovina vdechnutého množství benzenu je organismem absorbována. Vzhledem k jeho vysoké rozpustnosti v tucích je benzen distribuován zejména do tkání bohatých na tuk, jako jsou tuková tkáň, kostní dřeň a mozek. Toxicita benzenu pocházejícího z inhalační expozice se u lidí projevuje poškozením centrálního nervového systému, hematologickými a imunologickými následky. Expozice velmi vysokým koncentracím (většími než 3200 mg.m⁻³) vedou ke vzniku neurotoxického syndromu, zánětům respiračního traktu a krvácení do plic. Trvalá expozice vysokým koncentracím může zapříčinit poškození kostní dřeně vedoucí k pancytopenii.

Hodnocení rizika expozice benzenu bylo nově posuzováno za použití metod matematické extrapolace z vysoké na nízkou expozici. Při užití epidemiologických dat dávají různé matematické modely odhady vzestupu pravděpodobného úmrtí na leukemii v důsledku třicetileté pracovní expozice 3 µg.m⁻³ benzenu sahající od 3 do 46 z 1000 lidí vystavených škodlivině. Odhadovaná rizika z nízkých expozic sahají od 0,08 do 10 případných případů úmrtí na leukemii na milion lidí pro celoživotní

⁸ Úniky znečišťujících látek případnými netěsnostmi procesních aparátů, potrubních tras, čerpadel, kompresorů, potrubních tras a jejich příslušenství.

⁹ Může se jednat jak o jednoduché uhlovodíky kromě metanu (tj. alkany a alkeny), tak o deriváty uhlovodíků (alkoholy, aldehydy, ketony, estery, aminy, chlorované uhlovodíky – např. acetaldehyd, formaldehyd, akrolein, akrylamid, methanol, ethanol, aceton, chloroform, vinylchlorid, dichlormethan, dichlorethen, trichlorethen, tetrachlorethan apod.).

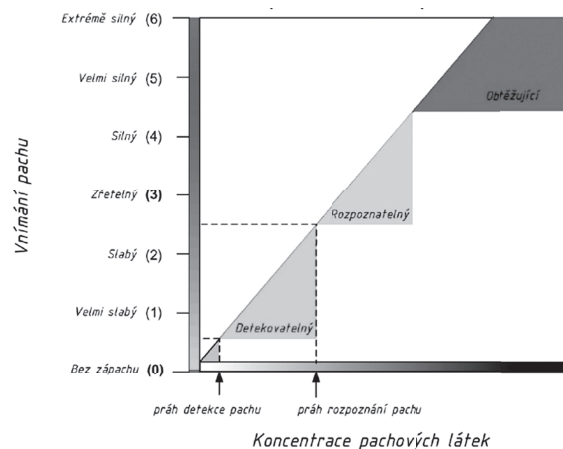
expozici benzenu $1 \mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$. Pomocí různých matematických modelů byla odhadnuta jako nejpravděpodobnější míra individuálního rizika $8,1\cdot 10^{-6}$ (Šuta, 2008).

V neprůmyslovém prostředí (interiéry budov i venkovní prostředí) se VOC nevyskytují izolovaně, ale jako suma sloučenin v podprahových koncentracích, při kterých nejsou pozorovány toxikologické účinky známé u jednotlivých látek. V domácnostech je možné identifikovat asi 2000 různých chemických sloučenin, jen však asi padesát se jich vyskytuje běžně, z nichž jen asi deset má prokázané či předpokládané závažné zdravotní účinky. Hlavním zdrojem těkavých organických látek v interiérech je kouření, používané čisticí prostředky, deodoranty, kosmetické přípravky, osvěžovače vzduchu, vonné oleje, nátěry, barvy a laky, koberce, podlahoviny, fungicidy, desinfekční, deratizační a desinsekční prostředky. Venkovní vzduch, zejména v bytech umístěných v blízkosti hustého dopravního provozu, má významný podíl na výsledné koncentraci ve vnitřním prostředí (Šuta, 2008).

Pachové látky

Některé z VOC nacházejících se v pracovním ovzduší se spolu s cigaretovým kouřem, tělesnými pachy produkovanými lidmi (tzv. antropotoxiny), popřípadě pachy z jídla podílejí na **odérovém mikroklimate**. Pachové látky jsou těkavé plynné látky anorganického nebo organického původu, které vnímáme jako pachy (jednak příjemné – vůně, nebo nepříjemné – zápachy). Vnímaná příjemnost/nepříjemnost je určena na základě subjektivního pocitu exponovaného jedince, tzv. hedonickým tónem (Auterská, 2006). U některých senzitivních jedinců mohou i nízké koncentrace pachových látek v ovzduší způsobovat značný diskomfort a zdravotní obtíže.

Podle nařízení vlády č. 361/2007 Sb. by pracovní ovzduší mělo být prosté nežádoucích pachů, takže se na běžných pracovištích (vyjma např. potravinářského průmyslu, či zemědělství) ani prioritně nepředpokládají. Jiným případem samozřejmě je záměrné přidávání tzv. pozitivních odérů, se kterými se můžeme občas setkat například u velkoobchodů nebo čajoven, kde mají za cíl navozovat u zákazníků příjemné pocity (Jokl, 2002). Koncentrace pachových látek ať už pozitivních či negativních, nacházejících se v pracovním ovzduší, je většinou velmi nízká. Pachové látky jsou olfakticky (čichem) vnímány individuálně a vždy až od určité koncentrace, tzv. prahu rozpoznání pachu. Vztah mezi vnímáním intenzity pachu a koncentrací pachových látek je znázorněn na obrázku 5.



Obrázek 5: Vztah mezi vnímáním pachu a rozpoznáním pachu (Odour, 2006a, online).

Důležitou roli v tomto směru hraje i tzv. smyslová únava. Jedná se o stav adaptace smyslů s následným poklesem citlivosti (ČSN EN 13725). Nízké koncentrace látek přítomných v ovzduší si nemusíme po čase vůbec uvědomovat. Studie mozkové reakce pomocí EEG naznačuje, že chemické látky přítomné v okolním vzduchu i v koncentracích pod čichovým prahem mohou ovlivnit nervový systém bez lidského vědomí (Auterská, 2006). Největším nebezpečím expozice pachovým látkám je tedy jejich dlouhodobé působení v malých koncentracích, které jsou exponovanými jedinci obvykle těžko rozpoznatelné. Výsledky nejnovějších výzkumů ukazují, že pachy u člověka způsobují dokonce nejvýraznější smyslovou odezvu a bezprostředně tak ovlivňují jeho psychický stav. Žádná jiná smyslová funkce údajně není tak silně spojena s informacemi uloženými v podvědomí právě jako čich (Odour, 2006b). Zaznamenaný pachový signál je porovnán s tím, co je již uloženo v paměti, abychom byli schopni říci, zda je nám vůně příjemná, a které ze známých vůní je daný pach nejvíce podobný (Bílek, 2005).

Libé či nelibé pachy vyvolávají vzpomínky na rozličné zážitky, které má naše podvědomí spjata s konkrétním pachem. Vzpomínky s emocionálním podtónem mají následně pozitivní či negativní vliv na naši náladu. Vnímaná libost (vůně), či nelibost (zápach) daných pachů je velmi individuální a v průběhu času se může měnit i u každého jedince. Obecně jsou na vnímání pachů mnohem senzitivnější ženy než muži (Plháková, 2007). Nadměrně citlivý čich mají především v těhotenství a v době kojení. Zvýšené vnímání pachových látek můžeme pozorovat i při zánětu ledvin, migréně, při zvýšené hladině cukru v krvi a před jakýmkoliv blížícím se onemocněním (Jokl, 2002).

Čichové vjemy hrají důležitou úlohu i při komunikaci. Pachové látky přítomné v ovzduší jednoznačně ovlivňují naši náladu a tím i vzájemné chování. Příjemné vůně navozují pocit pohody a harmonie, zlepšují nejen náladu, ale i soustředění, odbourávají stres, pomáhají rychleji a lépe dosahovat vytýčených cílů, a na celkový zdravotní stav působí pozitivně (Haraslinová, 2007; Bílek, 2005). Pachy mohou mít bohužel i nepříznivý vliv, kdy kromě bolesti hlavy, ztráty soustředění a výkonnosti mohou způsobit i pocit nevolnosti a ztrátu chuti. Intenzivní pachy pak mohou dokonce vyvolávat až zvracení, nevolnost a prudkou bolest hlavy. Při dlouhodobém působení se mohou dostavit i stavy úzkosti, deprese a chronické únavy (Odour, 2006b; Morávek, 2005). Bylo zjištěno, že lidé nejméně příznivě reagují na pachy, které lze nazvat „odéry naší civilizace“. Jedná se o různá barviva, oleje, fotografické chemikálie, některé prací prostředky apod. U 80 % osob vyvolávají tyto pachy špatnou náladu, v extrémních případech i pocity hněvu a pobouření (Jokl, 2002).

Aby byla zaručena požadovaná kvalita pracovního ovzduší, je nařízením vlády č. 361/2007 Sb. o podmínkách ochrany zdraví při práci, stanoveno, že minimální množství venkovního vzduchu přiváděného na pracoviště musí být požadovaným způsobem navýšeno při zvýšené zátěži prostoru teplem, pachy nebo kouřením. Potřeba minimálního množství vyměněného vzduchu za jednotku času se pak určuje s ohledem na fyzickou náročnost vykonávané práce. Pokud jde o venkovní ovzduší, pak požadavky na jeho kvalitu řeší zákon č. 86/2002 Sb. o ochraně ovzduší. Zde jsou kromě požadavků na snižování emisí běžných znečišťujících látek zmíněny také pachové látky. Stanovením přípustné míry obtěžování zápachem, intenzity pachů, či způsoby zjištění přípustné míry obtěžování zápachem a způsoby stanovení koncentrace pachových látek v ovzduší se zabývá vyhláška č. 362/2006 Sb. a okrajově také vyhláška č. 356/2002 Sb. Technické parametry a způsob stanovování koncentrací pachových látek pak řeší norma ČSN EN 13725, kde je popsán způsob aplikace metody dynamické olfaktometrie, tj. měření odezvy posuzovatelů na olfaktický podnět při expozici pachovým látkám. Tuto normu je možno aplikovat ale pouze pro stanovování pachů ve vnitřním prostředí.

Syndrom nemocných budov

Přibližně od 70. let 20. století se objevuje problém lidí pracujících v nově vybudovaných administrativních budovách, který byl s ohledem na své projevy nazván syndrom nemocných budov, známý jako SBS (z angl. Sick Building Syndrome). Jedná se o soubor nespecifických obtíží, které zpravidla nejsou tak závažné, aby způsobily pracovníkům pracovní neschopnost pro nemoc. Jistou zvláštností je, že konkrétní příčina SBS není zatím dostatečně objasněna. Udává se, že více než 30 % nově postavených a rekonstruovaných budov má příznaky SBS. Společným rysem těchto budov je vyšší výskyt negativních zdravotních příznaků, pocitů nepohody a nespokojenosti. Nejčastějšími příznaky jsou zrakové potíže (slzení, pálení, zarudlé, suché oči), záněty horních cest dýchacích

(ucpaný nos, svědění, sucho a škrábání v nose), kožní příznaky (svědící, suchá kůže, vyrážky). Časté jsou také bolesti hlavy, celková únava, nespavost, zažívací potíže, podrážděnost, zhoršená pozornost, pocity ztráty soukromí atd. (Attavena, 2007).

Dlouhodobé studie ukazují, že se na vzniku SBS podílí více příčin, které se v praxi různě kombinují a překrývají. Jedním z aspektů jsou i psychologické problémy související s charakterem vykonávané práce, velkým kolektivem, pracovním nasazením a hlukem. Důležitou roli hraje i náplň práce a osobnostní charakteristika pracovníků. „Nemocné“ budovy mají několik společných rysů:

- Byly postaveny v posledních 40-ti letech.
- Soustřeďuje se zde velké množství lidí, plastických hmot, výpočetní a komunikační techniky.
- Jsou klimatizovány.
- Ovzduší je znečištěno prachem, tabákovým kouřem, ozónem, VOC a pachy (oděry).
- Je zde nevhodná celková úroveň větrání, nastavení teploty a hladina vzdušné vlhkosti.
- Osvětlení je blikající, ostré a oslňující.
- Náplň práce zaměstnanců je rutinní a netvůrčí apod.

Z výše uvedeného je tedy zjevné, že v těchto budovách dochází ke kumulativnímu působení řady rizikových faktorů pracovního prostředí, s následky mnohem výraznějšími, než jaké bychom očekávali při působení jednotlivých činitelů samostatně. Zmíněné spojitosti působení vybraných prvků pracovního ovzduší a sledovaných následků prokázal již v 90. letech 20. století Bullinger (Salvendy, 2006). Tabulka 3, která rekapituluje vybranou část jeho výsledků, ukazuje, zda daný faktor pracovního prostředí ovlivňuje (koreluje) či neovlivňuje (nekoreluje) pracovníka z hlediska potenciálních následků – tedy zda působí či nepůsobí pozitivně (Marek a Skřehot, 2009). V případě kvality ovzduší na pracovištích bylo prokázáno, že ovlivňuje pracovní pohodu, nepohodlí a stres zaměstnanců a může způsobovat charakteristickou újmu na zdraví.

Tabulka 3: Ovlivnění člověka působením vybraných faktorů pracovního prostředí podle (Salvendy, 2006).

Vysvětlivky: N – nekoreluje A – koreluje ? – nebylo potvrzeno	Potenciální pozitivní (žádoucí) následky		Potenciální negativní (nežádoucí) následky			
	Zlepšení pracovního výkonu	Pracovní pohoda	Nepohodlí / stres	Selhání / vznik chyby	Chronická újma na zdraví	Úraz / zranění
Prvky pracovního ovzduší						
Klima	N	A	A	N	A	?
Kvalita vzduchu	N	A	A	N	A	?
Vlhkost	?	?	A	A	A	?

Podobný výzkum zaměřený na velkoprostorové kanceláře (open space) byl částečně prováděn také u nás a jeho výsledky jsou prezentovány v tabulce 4 (Rupová a Skřehot, 2009).

Tabulka 4: Korelace mezi subjektivními pocity pracovní pohody a faktory prostředí (Rupová a Skřehot, 2009).

Vysvětlivky: N – nekoreluje A – koreluje	Subjektivní pocity pracovní pohody					
	Podrážděné sliznice (nosní, oční)	Vnímání nepříjemné vůně / zapachu	Vysušování oční sliznice / pálení očí	Únava, vyčerpání	Bolesti hlavy	Narušování soustředění
Prvky pracovního ovzduší						
Vydýchaný, těžký a suchý vzduch	A	A	A	N	A	N
Přítomnost aerosolů a prachu v ovzduší	A	N	A	N	N	N
Nedostatečná výměna vzduchu	A	A	N	A	N	N

1.4.4 Nebezpečné látky v technických zařízeních

Mnoho látek se do pracovního prostředí dostává také ze strojů a zařízení, uvnitř kterých jsou používány za nejrůznějšími účely. Tyto emise, které ne vždy bývají detekovatelné, často unikají pozornosti a jsou proto zcela podceňovány. Specifickými zařízeními jsou pak elektrozařízení, kde byly donedávna jakožto dobré izolanty využívány například polychlorované bifenylly (PCB) či polybromovaný difenylether (PBDE) atd. Tyto zařízení jsou také emitery těžkých kovů, jakými je olovo, rtuť, kadmium, šestimocný chrom apod. Jelikož se jedná o velmi specifický,

nicméně závažný problém, byla Evropským společenstvím přijata směrnice 2002/95/ES RoHS. Ta požaduje, aby nové elektrovýrobky, až na povolené výjimky, výše uvedené látky neobsahovaly, aby se zabránilo jejich nežádoucím emisím.

Bohužel mnoho zařízení již tyto látky obsahuje, takže v případě jejich odstavení a vyřazení se jejich provozovatelé dostávají do nepříjemné situace, protože hrozí, že budou muset s těmito zařízeními nakládat jakožto s nebezpečným odpadem. Při rozhodování o nebezpečnosti elektroodpadu však pouhá skutečnost, zda zařízení zmíněné látky obsahují či nikoli, nestačí a je nutné brát v úvahu i jiná kritéria.

Pomoc lze hledat v seznamu odpadů a jejich toků, specifické složení a toxikologické charakteristiky, které vydala společnost The Movement of Controlled Waste NEPM. Na základě tohoto seznamu lze rozhodnout, zda příslušný odpad patří mezi nebezpečný či nikoli. Toto pojetí je podobné s definicí nebezpečného odpadu podle Basilejské úmluvy. Ze seznamu je zřejmé, že elektrošrot je kontrolovaným odpadem, jestliže jsou v něm obsaženy složky s toxickými vlastnostmi nebo jsou schopny uvolnit jiné složky, které takové vlastnosti mají (po TCLP testu vyluhovatelnosti). Vedle inkoustů a barev, polybromovaných bifenyků se jedná o antimon, arzen, berylium, kadmium, olovo, rtuť a selen (Ministerstvo životního prostředí, 2005).

K elektroodpadu, který vyžaduje zvýšenou pozornost vzhledem k obsaženým toxickým složkám, patří:

- Kondenzátory s obsahem PCB.
- Baterie (rtuťové, lithiové, olověné, nikl-kadmiové).
- Desky s tištěnými spoji, vybavené součástkami s obsahem škodlivých látek.
- Odpad z obrazovek a další olovnatá skla.
- Fyzikálně inertní skla podobná obrazovkám.
- Výbojky, fluorescenční elektronky, zářivky a žárovky s obsahem rtuti ve formě odpadního skla a střepů nebo fyzikálně inertní formě.
- Součástky obsahující rtuť (rtuťové spínače).
- Elektrická a elektronická zařízení a součástky s ekologicky významným množstvím škodlivých látek (paměťová topná tělesa s obsahem azbestu, chladiče oleje, chladičů a klimatizační zařízení anebo chladičů systémů s následujícími toxickými látkami: chlorované a fluorované uhlovodíky, směsi propan-butanu, amoniak aj.).

- Karbonizované kabely, elektrický a elektronický šrot určený pro drcení (včetně drcených desek tištěných spojů), popílky s obsahem ušlechtilých kovů pocházejících ze spalování desek tištěných spojů.

Nebezpečnost zmíněných látek nemusí být posuzována primárně jen ve vztahu k člověku, ale také k životnímu prostředí. Je potřeba si uvědomit, že celá řada látek je perzistentních a pro životní prostředí de facto cizorodých. Zmiňme zde dopady nevhodného nakládání zařízení (obsahujících vybrané nebezpečné látky) na životní prostředí:

- Bromované samozhášecí přísady – mohou se rozpouštět ve výluzích a spolu s průsaky pronikat do okolního prostředí, kde mají biokumulativní funkci a jen obtížně se rozkládají. Téměř všechny tyto přísady obsahující brom a chlór jsou schopny přesunu a v určitém rozsahu rovněž těkají. Byly prokázány v prachu a pracovním ovzduší při zpracování těchto plastů.
- Oxid antimonitý (běžně užívaný s halogenovými samozhášecími přísadami) – při zahřátí se rozkládá a produkuje toxické výpary antimonu a rovněž v této formě může za určitých podmínek reagovat s vodíkem za vzniku jedovatého stibanu. Stiban působí na plíce, oči, kůži a celý dýchací trakt, pravděpodobně je karcinogenní a má negativní vliv na reprodukci organismů.
- Ukládání počítačů včetně periferního vybavení na skládku – představuje významné ohrožení životního prostředí a lidského zdraví, zejména vzhledem ke schopnosti některých látek přecházet do výluhu a následně do půdy a podzemních vod. Jedná se například o oxid olovnatý obsažený v pájce obrazovek, fluorescenční přísady na bázi kadmia a zbytková tiskařská barva z tonerů tiskáren. Vzniklé výluhy mohou být silně kyselé a mohou tak rozpouštět materiály, které by jinak zůstaly v původním stavu – olovnaté ionty z rozbitého skla obrazovek nebo tetrabromobisofenol.

Jako vhodná alternativa zpracování elektroodpadu z výpočetní techniky se ukazuje spalování ve spalovnách. Při spálení za vysokých teplot se může získávat i dále využitelné teplo, avšak při tavení kovových součástek, ke kterým zde dochází, se uvolňuje oxid berylnatý, kademnatý, nebo olovnatý a páry olova. Při zpracování plastů se pak uvolňuje brom (z tetrabromobisofenolu, přísad proti hoření a z desek tištěných spojů) a chlór (z PVC), které přecházejí na chlorované a bromované dibenzodioxiny a furany (Ministerstvo životního prostředí ČR, 2005). Bohužel, doposud však nejsou vyvinuty dostatečně účinné metody separace těchto nežádoucích produktů ze spalovacích plynů, takže tato varianta likvidace elektroodpadu není zatím možná.

1.5 Přeprava nebezpečných látek a materiálů

Přeprava nebezpečných látek, resp. nebezpečných věcí¹⁰, která se uskutečňuje jak po silnici a železnici, tak i po vodních cestách nebo letecky, představuje významné riziko. Proto bylo nezbytné stanovit pro tuto přepravu základní podmínky a jednotná pravidla na zajištění bezpečnosti. Vzhledem k tomu, že přeprava nebezpečných látek probíhá ve velké míře na mezinárodní úrovni, jedná se o mezinárodní dohody. Tyto dohody jsou specifické pro každý typ přepravy a blíže o nich bude pojednáno v následující kapitole.

1.5.1 Mezinárodní dohody o přepravě nebezpečných věcí

Celkový objem přepravy nebezpečných věcí dosahuje jen na území Evropské unie přibližně 110 miliard tun na kilometr za rok. Přibližně 58 % z tohoto množství se převážá po silnici, 25 % po železnici a 17 % po vnitrozemských vodních cestách. V posledních letech objem přepravy po silnici a po vnitrozemských vodních cestách stoupá, zatímco po železnici je trend klesající. Podíl přepravy nebezpečných věcí v nákladní dopravě celkem tvoří zhruba 8 %. S cílem zajistit spolehlivost a bezpečnost přepravy nebezpečných věcí a rovněž volný a multimodální pohyb mezinárodních dopravních služeb vytvořila a aktualizovala Organizace spojených národů (OSN) dokument „Doporučení ke vzorovým předpisům o přepravě nebezpečných věcí“. Mezinárodní dohody upravující mezinárodní přepravu nebezpečných věcí jsou založeny na těchto doporučeních, která byla provedena v odvětví vnitrozemské dopravy v Evropě prostřednictvím tří nástrojů:

- Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR).
- Řádu pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID).
- Evropské dohody o mezinárodní přepravě nebezpečných věcí po vnitrozemských vodních cestách (ADN).

Signatáři ADR a RID jsou téměř všechny země EU a také některé další státy (v současnosti jich je 39). ADN, která byla v roce 2007 novelizována, vstoupila v platnost poměrně nedávno (v březnu 2008), a další předpisy vážící se k ADN vstoupí v platnost během roku 2009. Dohodu ADN doposud ratifikovalo 8 zemí: Rusko, Nizozemí, Maďarsko, Rakousko, Bulharsko, Lucembursko, Moldávie, Francie. V povodí Rýna a Dunaje se v současnosti uplatňují další dva režimy vycházející

¹⁰ Nebezpečné věci jsou látky a předměty, pro jejichž povahu, vlastnosti nebo stav může být v souvislosti s jejich přepravou ohrožena bezpečnost osob, zvířat a věcí, nebo ohroženo životní prostředí.

z ADN (ADN-R, ADN-D), jejichž signatáři jsou země nacházející se v těchto povodích. Pro vnitrostátní dopravu existují navíc i vnitrostátní pravidla.

Při multimodálních přepravních operacích je žádoucí zachovat samostatné soubory pravidel pro každý druh dopravy, které budou muset dopravci respektovat. Pokud to bude možné, měla by být tato pravidla totožná, což je i cílem doporučení OSN. Z historických důvodů jsou stávající právní předpisy o přepravě nebezpečných věcí celkem složité. Právní předpisy pro jednotlivé způsoby dopravy obsahují zbytečné rozpory. Kromě toho některá ustanovení již jsou nebo brzy budou bezpředmětná. Dvě směrnice lze považovat za nadbytečné, protože jejich ustanovení jsou začleněna do ADR, RID a ADN.

Kromě uvedených problémů týkajících se podstaty se objevil i technický problém, který souvisí se současnou strukturou stávajících směrnic a dohod. Pokaždé, když se ve dvouletých intervalech revidují mezinárodní dohody, vyžadují směrnice úplné překlady objemných technických příloh, což se ukázalo jako nesmírně obtížné, ba téměř neproveditelné. Pokud se v této věci nic nepodnikne, problém bude přetrvávat a zhoršovat se – současná složitá pravidla budou s dalšími změnami mezinárodních dohod patrně ještě složitější, bezpředmětná pravidla zůstanou a budou uživatele mást, vzroste riziko nesouladu. Pravidla EU budou uživatelsky spíše méně praktická, než je tomu dosud. S rostoucím využíváním multimodálních koncepcí budou rozdílná pravidla pro různé druhy dopravy působit při multimodálních operacích ještě větší každodenní praktické problémy a náklady nezbytně narostou. Rozdílná pravidla pro mezinárodní a vnitrostátní přepravu budou brzdit rozvoj dopravy po vnitrozemských vodních cestách, což by podle statistického výzkumu byl v opačném případě často preferovaný způsob přepravy (Důvodová zpráva: Návrh směrnice Evropského parlamentu a rady o pozemní přepravě nebezpečných věcí, 2006).

1.5.2 Silniční přeprava

Problematika přepravy nebezpečných látek po silnici je komplexně upravena prostřednictvím **Evropské dohody o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR)** (Accord transport de marchandises Dangereuses par Route). Tato dohoda byla sjednána v Ženevě 30. září 1957 pod patronací EHK OSN a vstoupila v platnost 29. ledna 1968. Podle článku 2 této dohody nesmějí být nebezpečné věci, jejichž přeprava je zakázána (viz příloha A dohody ADR), přijímány k mezinárodní přepravě, zatímco mezinárodní přeprava jiných nebezpečných věcí je dovolena, pokud jsou splněny (Dopravní informační systém DOK; Sbírka mezinárodních smluv č.14/2007) podmínky týkající se jejich balení a označování, a dále podmínky týkající se konstrukce, výbavy a provozu vozidel přepravujících nebezpečné věci.

Na základě ustanovení dohody ADR mohou jednotlivé smluvní strany regulovat nebo zakázat vstup nebezpečných věcí na své území z jiných důvodů, než je bezpečnost během přepravy. Smluvní strany mají také právo se dohodnout dvoustrannými nebo mnohostrannými dohodami, že určité nebezpečné věci, jejichž přeprava je dohodou zakázána, mohou být na jejich území mezinárodně přepravovány za dodržení určitých podmínek, anebo že nebezpečné věci, jejichž mezinárodní přeprava je podle dohody povolena, mohou být na jejich území přepravovány za méně přísných podmínek.

Nebezpečné látky jsou podle dohody ADR rozděleny do několika základních tříd podle jejich nebezpečných vlastností, resp. dle stupně jejich nebezpečnosti (viz tabulka 5).

Tabulka 5: Přehled tříd nebezpečnosti chemických látek.

Třída	Charakteristika
Třída 1	Výbušné látky a předměty
Třída 2	Plyny
Třída 3	Hořlavé kapaliny
Třída 4.1	Hořlavé tuhé látky, samovolně se rozkládající látky a znečtivěně tuhé výbušné látky
Třída 4.2	Samozápalné látky
Třída 4.3	Látky, které při styku s vodou vyvíjejí hořlavé plyny
Třída 5.1	Látky podporující hoření
Třída 5.2	Organické peroxidy
Třída 6.1	Toxické látky
Třída 6.2	Infekční látky
Třída 7	Radioaktivní látky
Třída 8	Žíravé látky
Třída 9	Jiné nebezpečné látky a předměty

Příloha A dohody ADR pak blíže uvádí:

- Nebezpečné věci, které jsou z mezinárodní přepravy vyloučeny.
- Nebezpečné věci, jejichž mezinárodní přeprava je přípustná.
- Požadavky, které musí být při přepravě splněny:
 - klasifikace věcí, včetně klasifikačních kritérií a příslušných zkušebních metod,
 - používání obalů (včetně společného balení),
 - používání cisteren (včetně jejich plnění),

- postupy před odesláním (včetně nápisů, bezpečnostních značek, označování dopravních prostředků, obaly a požadované informace),
- ustanovení o konstrukci, zkoušení a schvalování obalů a cisteren,
- používání dopravních prostředků (včetně nakládky, společné nakládky a vykládky),
- požadavky na školení osob podílejících se na přepravě nebezpečných věcí,
- povinnosti účastníků přepravy z hlediska bezpečnosti,
- podmínky pro provádění kontrol a jiná podpůrná opatření pro zajištění plnění bezpečnostních požadavků,
- dopravní omezení stanovená příslušnými orgány,
- bezpečnostní předpisy.

1.5.3 Železniční přeprava

Přeprava nebezpečných látek po železnici je upravena prostřednictvím **Úmluvy o mezinárodní železniční přepravě (COTIF)** (Convention relative aux Transports Internationaux Ferroviaires), která komplexně řeší problematiku mezinárodní přepravy po železnici. Tato úmluva sdružuje jednotlivé členské státy do Mezivládní organizace pro mezinárodní železniční přepravu (OTIF = Organisation intergouvernementale pour les Transports Internationaux Ferroviaires), čímž vznikla oblast působnosti úmluvy COTIF od Severního moře k Středozevnímu moři a od Atlantiku až po Černé moře. Úmluva byla podepsána v roce 1980 v Bernu a ratifikována v roce 1983. V ČSSR se stala platným právním předpisem od roku 1985, kdy byla uveřejněna ve Sbírce zákonů prostřednictvím vyhlášky č. 8/1985 Sb.

Vláda České republiky svým usnesením č. 343 z dubna 1999 souhlasila s postupem delegace České republiky na Valném shromáždění Mezivládní organizace pro mezinárodní železniční přepravu (OTIF), která se konala v litevském Vilniusu. Protože se nevyskytly skutečnosti nepříznivé pro ČR, podepsala česká delegace pozměňovací protokol. Tímto podpisem byl překročen důležitý mezník ve vývoji mezinárodní železniční dopravy. Tento protokol je plně v souladu s vnitrostátními právními předpisy ČR a se závazky vyplývajícími z jiných mezinárodních smluv,

jimiž je ČR vázána. Úmluva pozměněná tímto protokolem bude prováděna (po ratifikaci) změnou přepravně-právních řádů a technických předpisů závazných pro oblast mezinárodní železniční přepravy a dopravy. Vzhledem k tomu, že všechny členské státy EU jsou zároveň členskými státy Úmluvy COTIF, lze konstatovat, že všechny změny Úmluvy COTIF jsou plně v souladu s legislativou EU.

Podpisem byla uzavřena nejvýznamnější revize Úmluvy COTIF, která vyjma jiného reagovala na změny vyvolané reakcí na směrnici 91/440/EHS. Přepravně-právní problémy v železniční dopravě nemohou být dnes řešeny izolovaně, ale nutno je harmonizovat z hlediska právního řádu EU.

Celá úmluva COTIF se skládá z následujících textů:

- Sdělení Ministerstva zahraničních věcí č. 49/2006 Sb.m.s. o sjednání Protokolu z 3. června 1999 o změně Úmluvy o mezinárodní železniční dopravě (COTIF) z 9. května 1980.
- Úmluva o mezinárodní železniční dopravě COTIF (z 9. května 1980) ve znění pozměňovacího protokolu z 3. června 1999.
- Protokol z 3. června 1999 o změně Úmluvy o mezinárodní železniční dopravě (COTIF).
- Protokol o výsadách a imunitách Mezivládní organizace pro mezinárodní železniční dopravu (OTIF).
- Jednotné právní předpisy pro smlouvu o mezinárodní železniční dopravě osob – CIV (Přípojek A).
- Jednotné právní předpisy pro smlouvu o mezinárodní železniční dopravě zboží – CIM (Přípojek B).
- Řád pro mezinárodní železniční dopravu nebezpečných věcí – RID (Přípojek C).
- Jednotné právní předpisy pro smlouvy o užívání vozů v mezinárodní železniční dopravě – CUV (Přípojek D).
- Jednotné právní předpisy pro smlouvu o užívání infrastruktury v mezinárodní železniční dopravě – CUI (Přípojek E).
- Jednotné právní předpisy pro prohlašování technických norem za závazné a pro přijímání jednotných technických předpisů pro železniční materiál

určený k používání v mezinárodní dopravě – APTU (Přípojek F).

- Jednotné právní předpisy pro technickou admisi železničního materiálu určeného k používání v mezinárodní dopravě – ATMF (Přípojek G).

Přípojek C k úmluvě COTIF se nazývá **Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečného zboží (RID)** (RID = Regulations concerning the International Carriage of Dangerous Goods by Rail). Ten upravuje podmínky přepravy nebezpečných chemických látek po železnici. Tento řád byl v českém právním řádu vydán ve sbírce mezinárodních smluv č. 19/2007 a stanoví následující (Sbírka mezinárodních smluv č.19/2007):

- Nebezpečné věci, které jsou z přepravy vyloučeny.
- Nebezpečné věci, jejichž mezinárodní přeprava je přípustná.
- Požadavky, které musí být při přepravě splněny:
 - klasifikace věcí včetně klasifikačních kritérií a příslušných zkušebních metod,
 - používání obalů (včetně společného balení),
 - používání cisteren (včetně jejich plnění),
 - postupy při odeslání (nápis a bezpečnostní značky, označování dopravních a přepravních prostředků, dokumentace),
 - ustanovení o konstrukci, zkoušení a schvalování obalů, nádob, velkých obalů a cisteren,
 - podmínky přepravy, nakládky, vykládky a manipulace,
 - ustanovení o přepravě v cisternách,
 - požadavky na školení osob podílejících se na přepravě nebezpečných věcí,
 - povinnosti účastníků přepravy z hlediska bezpečnosti,
 - podmínky pro provádění kontrol a jiná podpůrná opatření pro zajištění plnění bezpečnostních požadavků,

- dopravní omezení stanovená příslušnými orgány,
- bezpečnostní předpisy.

1.5.4 Lodní přeprava

Přeprava nebezpečných věcí po vodních cestách se řídí podle:

- Evropské dohody o mezinárodní přepravě nebezpečných věcí po vnitrozemských vodních cestách z roku 2000 (ADN).
- Evropské dohody o mezinárodní přepravě nebezpečných věcí po moři (IMDG).

Při přepravě nebezpečného zboží se musí na lodích plavících se po vnitrozemských vodních cestách vyskytovat příslušné přepravní doklady, tj. pro každé přepravované zboží a nákladní plán. Přepravní doklady musí obsahovat:

- Nákladní plán.
- Označení kódem UN.
- Oficiální pojmenování pro přepravu případně doplněné technickým názvem uvedené v závorkách.
- Klasifikační kód pro látky a předměty třídy 1.
- Číslo třídy (7) pro radioaktivní látky třídy 7.
- Pro látky a předměty jiných tříd se uvedou čísla vzorů bezpečnostních značek, pokud je uvedeno více čísel vzorů bezpečnostních značek, čísla následující za prvním číslem musí být uvedena v závorkách.
- Kde je to stanoveno, uvede se obalová skupina pro látku, které mohou předcházet písmena „OS“ (např. „OS II“) nebo počáteční písmena odpovídající slovům „Obalová skupina“ v příslušných jazycích používaných.
- Počet a popis kusů.
- Značky dopravního obalu UN se mohou použít pouze jako doplněk k popsání druhu obalu.

- Celkové množství každé položky nebezpečných věcí označené různým UN číslem, oficiálním pojmenováním pro přepravu.
- Jméno a adresa odesílatele.
- Jméno a adresa příjemce.
- Prohlášení vyžadované podmínkami případné zvláštní dohody.

Pokud nejsou nebezpečné věci naloženy v kontejnerech nebo dopravních prostředcích s plně neprosakujícími stěnami nebo plně kokovými stěnami a jsou různých tříd, musí se skladovat nejméně tři metry od sebe, v horizontální rovině a jejich skladování na sebe je nepřípustné. Ustanovení této dohody se vztahuje na obaly, velké obaly, kontejnery, cisternové kontejnery, přemístitelné cisterny a vícečláňkové kontejnery na plyn. Mezi látky, které nejsou podle dohody ADN připuštěny k přepravě, patří například:

- Tuhé látky podporující hoření, schopné samoohřevu, přiřazené k UN číslu 3100, tuhé látky podporující hoření, reagující s vodou, přiřazené k UN číslu 3121 a tuhé látky podporující hoření, hořlavé, přiřazené k UN číslu 3137.
- Peroxid vodíku, nestabilizovaný nebo peroxid vodíku, vodné roztoky, nestabilizované, s více než 60 % peroxidu vodíku.
- Roztoky kyseliny chloristé (více jak 72%) nebo směsi kyseliny chloristé s jakoukoli kapalinou, kromě vody.
- Chloristan a chlorečnan amonný a jejich vodné roztoky, směsi chlorečnanu nebo chloritanu s amonnou solí.
- Dusičnan amonný s více než 0,2 % hořlavých látek.
- Hnojiva s obsahem dusičnanu amonného nebo hořlavých látek vyšším, než jsou hodnoty uvedené ve zvláštním ustanovení.

Obaly a cisterny musí být používány v souladu s požadavky jednoho z mezinárodních předpisů s ohledem na údaje uvedené v seznamu látek těchto mezinárodních předpisů, a to:

- Pro obaly (včetně IBC a velkých obalů) platí RID, ADR, IMDG Code nebo Technické instrukce ICAO.
- Pro přemístitelné cisterny platí RID, ADR nebo IMDG Code.
- Pro cisterny platí RID nebo ADR a kde je to použitelné, vybrané oddíly IMDG Code,
- Pro cisterny z vyztužených plastů a cisterny pro podtlakové vyčerpávání odpadů platí ADR.

1.5.5 Letecká přeprava

Letecká přeprava nebezpečného nákladu se uskutečňuje podle

- Technických instrukcí pro bezpečnou dopravu nebezpečného zboží letecky (Technical Instructions for the Safe Transport of Dangerous Goods by Air) vydaných Mezinárodní organizací pro civilní letectví (ICAO).
- Předpisů pro nebezpečné zboží (Dangerous Goods Regulations) vydaných Asociací pro mezinárodní leteckou přepravu (IATA).

Nebezpečné zboží je rozděleno do tří kategorií:

- Zboží, které je všeobecně povoleno letecky přepravovat.
- Zboží, které je možno letecky přepravit jen při provedení zvláštních opatření.
- Zboží, které je zcela vyloučeno z letecké přepravy.

Přepravce je na základě licence oprávněn přepravovat nebezpečné zboží klasifikované do tříd ve smyslu mezinárodní klasifikace (IATA The International Air Transport Association, online; International Civil Aviation Organisation, online).

Výbušniny a jiné nebezpečné předměty se nesmí v letadlech přepravovat, pokud přepravu neschválí letecký úřad s podmínkou, že budou zabaleny a označeny podle příslušných předpisů. Výjimku tvoří předměty, které jsou nutné pro provoz nebo navigaci letounu nebo pro bezpečnost osob na palubě. Při mezinárodních letech je potřebné vyžadovat souhlas s přepravou nebezpečných věcí i od států, nad jejichž územím bude let probíhat, podle místních zákonů a předpisů. Nebezpečné zboží se přepravuje jako:

- Nezapsané zavazadlo v povolených limitech.
- Zapsané zavazadlo v rozsahu povoleném přepravcem a příslušnými právními předpisy.
- Náklad.

Cestující je povinen zjistit si všechny podmínky a zabezpečit všechny doklady a dokumenty, pokud je to nutné, potřebné k přepravě nebezpečného zboží ze země odletu do země příletu nebo tranzitu. Bezpečnou přepravu jiného nebezpečného zboží provede handlingový partner přepravce ve spolupráci s cestujícím. Cestující je povinen odevzdat handlingovému partnerovi všechny dokumenty potřebné k přepravě nebezpečného zboží. Cestující je povinen ve spolupráci s handlingovým partnerem postupovat tak, aby bylo nebezpečné zboží připraveno k přepravě nejpozději v době uzavření odbavení.

Přepravce je oprávněn odmítnout přepravu nebezpečného zboží v případě, že:

- Cestující přepravuje nebezpečné zboží ve větším než povoleném množství.
- Nebezpečné zboží není řádně připraveno pro bezpečnou přepravu.
- Nebezpečné zboží není připraveno pro přepravu včas tak, aby nedošlo ke zpoždění daného letu.
- Cestující nezaplatil za přepravu nebezpečného zboží.
- Nebezpečné zboží nelze vzhledem ke kapacitě zavazadlového prostoru letadla přepravit.

1.5.6 Přepavní jednotky určené pro přepravu nebezpečných věcí

Přepavními jednotkami se dle ADR a RID rozumí:

- Obaly (včetně IBC a velkých obalů).
- Přemístitelné cisterny pro přepravu látek třídy 1 a tříd 3 až 9.
- Přemístitelné cisterny pro přepravu nechlazených zkapalněných plynů.
- Přemístitelné cisterny pro přepravu hluboce zchlazených zkapalněných plynů.
- Přemístitelné cisterny a UN vícečlankové kontejnery na plyn (MEGC).
- Nesnímatelné cisterny (cisternová vozidla), snímatelné cisterny, cisternové kontejnery, cisternové výměnné nástavby, bateriová vozidla a vícečlankové kontejnery na plyn (MEGC).
- Nesnímatelné cisterny (cisternová vozidla), snímatelné cisterny, cisternové kontejnery, cisternové výměnné nástavby z vyztužených plastů (FRP).

Dle ADR se mezi přepravní jednotky řadí také cisterny pro podtlakové vyčerpávání odpadů (Dopravní informační systém DOK, on line; Sběrka mezinárodních smluv č.14/2007; Sběrka mezinárodních smluv č.19/2007).

Obaly včetně IBC a velkých obalů

Nebezpečné věci musí být baleny do kvalitních a vysoce pevných obalů, které musí odolávat nárazům a namáháním, které se mohou vyskytnout za normálních podmínek přepravy, tedy i při překládce a přemístování z palet nebo přepravních obalových souborů k následné ruční nebo mechanizované manipulaci. Obaly musí být vyrobeny a uzavřeny tak, aby bylo za normálních podmínek přepravy zamezeno úniku obsahu v důsledku vibrací, změn teploty, vlhkosti nebo tlaku. Tato ustanovení se vztahují na nové, opakovaně použitelné, obnovené nebo rekonstruované obaly a IBC a na nové nebo opakovaně použitelné velké obaly.

Žádné části obalů, které přicházejí bezprostředně do styku s nebezpečnými věcmi, nesmějí:

- Být těmito věcmi narušovány ani významně zeslabovány.
- Vyvolat žádný nebezpečný účinek, např. působit jako katalyzátor při reakci nebo reagovat s nebezpečnými věcmi.

Je-li to nutné, musí být opatřeny vhodným vnitřním povlakem nebo jinou úpravou. Obaly, které jsou plněny kapalinami, nesmí být přeplněny (musí být tedy vždy dodržen požadovaný stupeň a teplota plnění), aby vlivem roztažnosti kapaliny nezačala kapalina unikat nebo nedošlo k trvalé deformaci obalu. Pokud nejsou předepsány specifické požadavky, nesmějí být obaly zcela naplněny kapalinami při teplotě 55 °C. Stupeň plnění vztažený k teplotě plnění 15 °C smí dosáhnout nejvýše stanovených hodnot. Tyto hodnoty jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6: Kritické teploty a maximální stupeň plnění obalů hořlavými kapalinami.

Bod varu látky T ve °C (začátek varu)	$T < 60$	$60 \geq T < 100$	$100 \geq T < 200$	$200 \geq T < 300$	$T \geq 300$
Stupeň plnění v % vnitřního objemu obalu	90	92	94	96	98

Vnitřní obaly musí být zabaleny do vnějšího obalu tak, aby za normálních podmínek přepravy nedošlo k jejich rozbití nebo proděravění, nebo aby z nich nemohl unikat obsah do vnějšího obalu. Vnitřní obaly obsahující kapaliny musí být zabaleny svými uzávěry nahoru a musí být uloženy do vnějších obalů ve shodě s orientačními šipkami.

Nebezpečné věci se nesmějí balit společně do téhož vnějšího obalu nebo do velkého obalu s nebezpečnými nebo jinými věcmi, jestliže spolu mohou nebezpečně reagovat. Pokud jsou IBC vybaveny dvěma nebo více uzavíracími systémy za sebou, musí být uzavřen jako první ten, který je nejbližší přepravované látce. Pokud může v obalu vzniknout tlak v důsledku uvolňování plynu z přepravované látky (nárůst teploty atd.), může být obal nebo IBC opatřen odvětrávacím zařízením za podmínky, že uvolněný plyn nevyvolá nebezpečí například z důvodu své toxicity, hořlavosti nebo uvolněného množství. Pokud příslušný orgán nestanoví jinak, je pro plastové sudy a kanystry, IBC z tuhých plastů a kompozitní IBC s plastovými vnitřními nádobami, dovolená doba používání pro přepravu nebezpečných látek pět let od data jejich výroby s výjimkou kratší doby používání stanovené z důvodu druhu přepravované látky.

Přemístitelné cisterny pro přepravu látek třídy 1 a tříd 3 až 9

Přemístitelné cisterny musí splňovat požadavky pro konstrukci, výrobu, kontroly a stanovené zkoušky. Během přepravy musí být přiměřeně chráněny proti poškození nádrže a provozní výstroje následkem podélného a příčného nárazu a převrácení. Přepravovat látky, které jsou chemicky nestálé, je možné pouze tehdy, pokud je

zabráněno jejich nebezpečnému rozkladu. Teplota vnějšího povrchu nádrže, vyjma otvorů a jejich uzávěrů či tepelné izolace, nesmí přesáhnout 70 °C. Prázdné nevyčištěné a neodplyněné cisterny musí splňovat stejné požadavky jako cisterny naplněné předchozí látkou. Pokud spolu mohou látky nebezpečně reagovat, nesmějí se přepravovat ve stejných nebo v sousedních komorách nádrží.

Před plněním odesílatel zajistí, že daná cisterna nebude naplněna látkami, které by mohly při styku s materiálem nádrže, těsněními, provozní výstrojí a případným ochranným vnitřním povlakem reagovat a vytvářet nebezpečné látky nebo tyto materiály zeslabovat. Cisterny nesmí být plněny nad stanovené limity a být předány k přepravě pokud:

- Netěsní nebo jsou poškozeny takovým způsobem, že může být ovlivněna celistvost cisterny.
- Lpí zbytek látky v nich předtím přepravovaných na vnějším povrchu nebo provozní výstroji.
- Provozní výstroj nebyla přezkoušena a shledána v dobrém provozním stavu.

Přemístitelné cisterny pro přepravu nechlazených zkapalněných plynů

Přemístitelné cisterny musí splňovat požadavky pro konstrukci, výrobu, stanovené prohlídky a zkoušky. Během přepravy musí být přiměřeně chráněny proti poškození nádrže a provozní výstroje následkem podélného a příčného nárazu a převrácení. Přepravovat nechlazené zkapalněné plyny, které jsou chemicky nestálé, se může pouze tehdy, pokud je zabráněno jejich nebezpečnému rozkladu. Prázdné nevyčištěné a neodplyněné cisterny musí splňovat stejné požadavky jako cisterny naplněné předešlým nechlazeným zkapalněným plynem. Pokud název přepravovaného plynu není uveden na kovovém štítku, musí být na požádání příslušného orgánu předložena odesílatelem, příjemcem nebo zasílatelem kopie osvědčení.

Před plněním odesílatel zajistí, že daná cisterna nebude naplněna nechlazeným zkapalněným plynem, který by mohl při styku s materiálem nádrže, těsněními, provozní výstrojí a případným ochranným vnitřním povlakem reagovat a vytvářet nebezpečné látky nebo tyto materiály zeslabovat. Během plnění musí být teplota nechlazeného zkapalněného plynu v rozsahu limitů konstrukčních teplot. Nádrž nesmí být zcela naplněna kapalinou při 60 °C a nesmí být předána k přepravě:

- Při netěsnosti.
- S neúplným naplněním (vlnění obsahu).

- Při takovém poškození, kdy je ohrožena celistvost cisterny.
- Pokud provozní výstroj nebyla přezkoušena a shledána v dobrém stavu.

Přemístitelné cisterny pro přepravu hluboce zchlazených zkapalněných plynů

Přemístitelné cisterny musí splňovat požadavky pro konstrukci, výrobu, stanovené kontroly a zkoušky. Během přepravy musí být přiměřeně chráněny proti poškození nádrže a provozní výstroje následkem podélného a příčného nárazu a převrácení. Prázdné nevyčištěné a neodplyněné cisterny musí splňovat stejné požadavky jako cisterny naplněné předešlou látkou. Pokud název přepravovaného plynu není uveden na kovovém štítku, musí být na požádání příslušného orgánu předložena odesílatelem, příjemcem nebo zasílatelem kopie osvědčení.

Před plněním odesílatel zajistí, že daná cisterna nebude naplněna hluboce zchlazenými zkapalněnými plyny, které by mohly při styku s materiálem nádrže, těsněními, provozní výstrojí a případným ochranným vnitřním povlakem reagovat a vytvářet nebezpečné látky nebo tyto materiály zeslabovat. Během plnění musí být teplota plynu v rozsahu limitů konstrukčních teplot. První stupeň plnění musí být takový, aby při nárůstu teploty obsahu nepřesáhl vnitřní objem zaplněný kapalinou 98 %.

Cisterny nesmějí být předány k přepravě:

- S neúplným naplněním (vlnění obsahu).
- Při netěsnosti.
- Při takovém poškození, kdy je ohrožena celistvost cisterny.
- Pokud provozní výstroj nebyla přezkoušena a shledána v dobrém stavu.
- Pokud by doba přepravy, při zvážení všech možných zdržení, mohla přesáhnout dobu, po kterou se nemění vlastnosti přepravovaného obsahu.

Přemístitelné cisterny a UN vícečlávkové kontejnery na plyn (MEGC)

MEGC musí splňovat požadavky pro konstrukci, výrobu, stanovené kontroly a zkoušky. Články MEGC musí být pravidelně kontrolovány dle stanovených postupů. Během přepravy musí být přiměřeně chráněny proti poškození nádrže a provozní výstroje následkem podélného a příčného nárazu a převrácení.

Před plněním MEGC musí být zkontrolováno, že je schválen pro plyn určený k přepravě a že splňuje příslušná ustanovení ADR/RID. Články MEGC musí být plněny dle provozních tlaků, stupňů plnění a ustanovení pro plnění stanovených v pokynu pro balení. V žádném případě nesmí být MEGC nebo skupina článků plněna jako jednotka na nejnižší provozní tlak jakéhokoliv daného článku. MEGC nesmějí být plněny nad svou nejvyšší dovolenou celkovou hmotnost. Izolační ventily musí být uzavřeny po naplnění i během přepravy. Otvory pro plnění musí být uzavřeny čepičkami nebo zátkami, přičemž těsnost uzávěrů a výstroje musí být ověřena plničem po naplnění.

MEGC nesmějí být přistaveny k plnění pokud:

- Jsou poškozeny v takovém rozsahu, že může být ovlivněna celistvost tlakových nádob (článků) nebo jejich konstrukční a provozní výstroje.
- Prohlídka tlakové nádoby a její konstrukční a provozní výstroje prokázala jejich nevyhovující stav.
- Není čitelné předepsané označení týkající se schválení, periodické zkoušky a plnění.

Naplněné MEGC nesmějí být předány k přepravě pokud:

- Jsou netěsné.
- Jsou poškozeny v takovém rozsahu, že může být ovlivněna celistvost tlakových nádob (článků) nebo jejich konstrukční a provozní výstroje.
- Prohlídka tlakové nádoby a její konstrukční a provozní výstroje prokázala jejich nevyhovující stav.
- Není čitelné předepsané označení týkající se schválení, periodické zkoušky a plnění.

Prázdné MEGC, které byly vyčištěny a odplyněny, musí splňovat tytéž požadavky jako MEGC naplněné předchozí látkou.

Nesnímatelné cisterny (cisternová vozidla), snímatelné cisterny, cisternové kontejnery, cisternové výměnné nástavby, bateriová vozidla a vícečláňkové kontejnery na plyn (MEGC)

Tyto cisterny musí:

- Odpovídat konstrukčním požadavkům, které jsou přijatelné pro příslušnou nebezpečnou látku.
- Být plněny pouze těmi látkami, které jsou pro přepravu schváleny, a které při styku s materiálem nádrží, těsněním, výstrojí a ochrannými vnitřními povlaky nebezpečně nereagují nebo netvoří takové látky, které by tyto materiály výrazně zeslabovaly.

Potraviny nesmějí být přepravovány v cisternách používaných pro nebezpečné látky, pokud nebyly provedeny nezbytné kroky, aby se zabránilo ohrožení veřejného zdraví.

Složka dokladů k cisterně musí být uložena u vlastníka nebo provozovatele, který musí být schopen tuto dokumentaci předložit na požádání příslušného orgánu. Složka dokladů k cisterně musí být udržována po dobu životnosti cisterny a archivována po dobu 15 měsíců po vyřazení cisterny z provozu. V případě změny vlastníka cisterny musí být složka dokladů k cisterně předána novému vlastníkovi. Pro potřeby prohlídky a zkoušky cisteren prováděných znalci musí být přístupné kopie složky dokladů k cisterně.

Plnění musí být v souladu se stanovenými stupni plnění. Pokud je během přepravy obsah ohříván ohřívacím zařízením na teplotu vyšší než 50 °C, pak při prvním plnění musí být stupeň plnění na začátku přepravy stanoven a teplota řízena tak, aby vnitřní objem nepřesáhl 95 %. Cisternové kontejnery/MEGC musí být při přepravě naloženy na nosném vozidle tak, aby byly dostatečně chráněny zařízením nosného vozidla nebo samotného cisternového kontejneru/MEGC proti podélným a příčným nárazům a proti převrácení.

Při plnění a vyprazdňování musí být učiněna opatření, aby se zabránilo uvolnění nebezpečného množství plynů a par. Přepravní prostředky musí být uzavřeny tak, aby nemohlo dojít k samovolnému úniku obsahu a spodní výpusti cisteren, musí být uzavřeny čepičkami se šroubením, slepými přírubami nebo jinými stejně účinnými zařízeními. Hermetičnost musí být po naplnění zkontrolována plničem. Pokud jsou uzávěry zabudovány za sebou, pak se musí uzavřít nejdříve ten, který je nejbližší přepravované látce.

Látky, které spolu mohou nebezpečně reagovat:

- Nesmějí být přepravovány v sousedních komorách cisteren.
- Smějí být přepravovány v sousedních komorách cisteren, pokud jsou tyto komory od sebe odděleny přepážkou, která má stejnou nebo větší tloušťku, než má sama cisterna.
- Smějí být přepravovány také v komorách jedné cisterny, pokud jsou jimi naplněné komory od sebe odděleny prázdným meziprostorem nebo prázdnou komorou.

Pro připuštění k přepravě musí být prázdné nevyčištěné přepravní prostředky uzavřeny a utěsněny stejně, jako kdyby byly plné. Pokud tuto podmínku nelze dodržet nebo nemohou-li být dodržena ustanovení ADR/RID, pak musí být přepraveny za dostatečných bezpečnostních opatření do nejbližšího vhodného místa, kde může být provedeno vyčištění nebo oprava.

Nesnímatelné cisterny (cisternová vozidla), snímatelné cisterny, cisternové kontejnery, cisternové výměnné nástavby z vyztužených plastů (FRP)

Přeprava nebezpečných látek v cisternách z vyztužených plastů je povolena pouze tehdy, pokud jsou splněny následující podmínky:

- Látky jsou zařazeny ve třídě 3, 5.1, 6.1, 6.2, 8 nebo 9.
- Nejvyšší tenze par (absolutní tlak) při 50 °C látky nepřevyšuje 110 kPa.
- Teplota přepravované látky nesmí v době plnění převýšit nejvyšší provozní teplotu uvedenou na štítku cisterny.

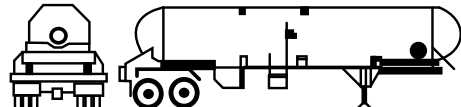

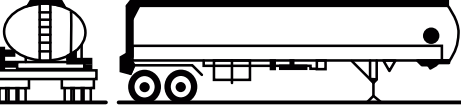
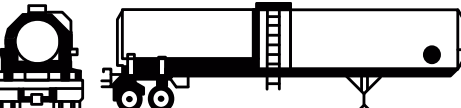
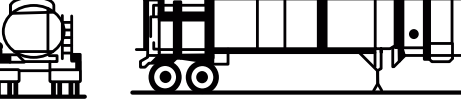
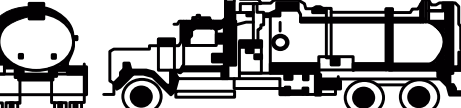
Použití cisteren pro podtlakové vyčerpávání odpadů

Pro přepravu kapalin zařazených jako hořlavé musí být cisterny pro podtlakové vyčerpávání odpadů plněny plnicím zařízením, které vyústuje na spodní úrovni cisterny. Musí být učiněna opatření, aby bylo minimalizováno rozstříkávání. Při vyprazdňování hořlavých kapalin s bodem vzplanutí nižším než 23 °C tlakem vzduchu je nejvyšší dovolený tlak 100 kPa. Použití cisteren vybavených vnitřním pístem fungujícím jako stěna komory je povoleno pouze tehdy, pokud látky na kterékoliv straně stěny (pístu) nereagují nebezpečně navzájem jedna s druhou.

Přehled typových automobilových cisteren určených pro přepravu nebezpečných chemických látek a jejich charakteristiky

V následujícím textu je uveden pouze přehled základních tvarů nákladních návěsů. Pracovníci odpovědní za bezpečnost musí vědět, že se k přepravě chemických materiálů používá mnoho variant těchto návěsů. Předpokládá se, že nejnebezpečnější materiály budou přepravovány právě v těchto typech.

Tabulka 7: Základní typy cisteren dle konstrukce a typu (Dopravní informační systém DOK, online).

	<p>Cisterna pro převoz kapaliny pod tlakem (LPG, chlor, bezvodý amoniak aj.) typové označení MC-331</p>
	<p>Cisterna pro převoz hluboce zchlazené kapaliny, resp. zkapalněného plynu (dusík, kyslík, vodík, argon, chlorovodík, methan aj.) typové označení MC-338</p>
	<p>Cisterna pro převoz kapaliny bez tlaku (motorová nafta, benzín aj.) typové označení MC-306/DOT 406</p>
	<p>Cisterna pro převoz hořlavých, korozivních a toxických látek (amoniak, chlorovodík, hnojiva obsahující dusičnan amonný aj.) typové označení MC-307/DOT 407</p>
	<p>Cisterna pro kapaliny bez tlaku (motorová nafta, benzín aj.) typové označení MC-312/DOT 412</p>
	<p>Vakuová cisterna pro převoz nebezpečných odpadů (nitrační směsi, zirkonium aj.)</p>

Vysvětlivky zkratk a kódů:

Kódování cisteren dle přepravované látky – jedná se o čtyřmístný alfanumerický kód začínající písmeny, kde jednotlivá písmena označují typ a určení nádoby pro přepravu. Jednotlivá písmena znamenají toto: „L“ – cisterna pro kapaliny, „S“ – cisterna pro pevné látky, „G“ – cisterna pro plyny (Příklad označení cisterny pro přepravu benzínu: LGBF = cisterna pro kapaliny (L) s nejnižším výpočtovým přetlakem (G), se spodními otvory se třemi uzávěry pro plnění či vyprazdňování (B) a odvzdušňovacím zařízením s pojistkou proti prošlenutí plamene (F)).

Z výše uvedeného vyplývá, že existují čtyři základní konstrukční typy automobilových cisteren určených pro přepravu nebezpečných látek. Jedná se o:

- Cisterny pro převoz látek pod tlakem, tzv. vysokotlaké cisterny.
- Cisterny pro převoz látek v kryogenním stavu.
- Cisterny pro převoz látek za atmosférického tlaku, tzv. atmosférické cisterny.
- Vakuové cisterny.

Obvykle se jedná o jednokomorové cisternové návěsy (o objemu 44 m³) nebo snímatelné jednokomorové cisterny (o objemu 3 m³); existují však i cisterny vícekomorové, nejčastěji čtyřkomorové cisternové návěsy (4 x 11 m³) (International Social Security Association, 2003). Rozdělení původně jednokomorové cisterny do více komor je prováděno z důvodu snížení celkového množství uniklé látky a tedy i možných nežádoucích následků v případě vzniku dopravní nehody. V případě toxického amoniaku umožňují závěsové autocisterny (při používání plnění na 80 %) přepravovat okolo 19 až 22 tun (ve zkapalněné podobě), snímatelné jednokomorové pak 1,7 tuny. V České republice se pro převoz amoniaku ale používají pouze snímatelné cisterny (v provozu jsou pouze tři), které mají délku 4,5 metru a průměr 0,9 metru (viz obrázek 6). Tyto cisterny, které nejsou vybaveny žádným pojišťovacím ventilem (konstrukce umožňuje odolávat přetlaku až 33,5 MPa), mají tři vývody – dva na kapalnou fázi a jeden na plynnou fázi.



Obrázek 6: Snímatelná cisterna určená pro přepravu amoniaku nebezpečných látek.

Přehled typových železničních cisteren určených pro přepravu nebezpečných chemických látek a jejich charakteristiky

Železniční cisterny pro přepravu nebezpečných věcí se odlišují podle konstrukce a přepravované látky. Jejich označování je uvedeno v tabulce 8.

Tabulka 8: Typové značení železničních cisteren (Dopravní informační systém DOK, online; Průvodce nákladní přepravou Českých drah, online; Lodr, 2001).

Označení	Objem (m ³)	Přepravované látky
Tdns	38	sypké substráty (močovina, síran amonný)
Faccs	38	bezpečné látky, sypké substráty (močovina)
Uacs	95,5	bezpečné látky (granuláty umělých hmot PP, PE)
Res		plošinové vozy
Uacs	52	bezpečné látky (hlinka, písek)
Zekks	23,30	kapalné potravinářské zboží (víno, rostlinné oleje) nebo chemické látky (ropa, ropné výrobky), stlačené a zkapalněné plyny
Zagks	56	tř. 2, 3 dle RID (čpavek, PB)
Zagks	56	tř. 3 dle RID (hexan polymerační)
Zagkks	90	tř. 2, číslic 2 TC, 2 F dle RID (amoniak, PB, propylen, butadien, C 4 frakce)
Zagkks	95	tř. 2, číslic 2 TC, 2 F dle RID (amoniak, PB, propylen, butadien, C 4 frakce)
Zagkks	87	tř. 2, číslic 2 TC, 2 F dle RID (amoniak, PB, propylen, butadien, C 4 frakce)
Zagkks	47	tř. 2, číslice 3A dle RID
Zans	88	tř. 3 dle RID (autobenzín, motorová nafta, primární benzín, OXO produkty, ethylalkohol)
Zas	63	tř. 3 dle RID (autobenzín, motorová nafta, primární benzín, OXO produkty, ethylalkohol)
Zas	46	tř. 3, 8 dle RID (OXO produkty, pohonné látky, ethylalkohol, kapalná hnojiva neuvedená v RID)
Zas	41	tř. 3, 6.1, 8 dle RID (pohonné hmoty, ethylbenzen, fenolické výrobky, čpavková voda)
Zas	41	tř. 3, 6.1, 9 dle RID (pohonné hmoty, ethylbenzen)
Zaes	61,3	tř. 3 dle RID (autobenzín, motorová nafta, primární benzín, OXO produkty, ethylalkohol)
Zacs	52	tř. 3, 6.1, 8 dle RID (pohonné hmoty, benzen, ethylbenzen, fenolické výrobky)
Zacs	40	tř. 3, 6.1, 8 dle RID (pohonné hmoty, benzen, ethylbenzen, fenolické výrobky)
Zacs	40	bezpečné látky tekuté – olejové hydrogenáty
Zaces	34	tř. 4.1 číslice 15 dle RID (síra, tekutá)
Zaces	34	tř. 4.1 číslice 15 dle RID (síra, tekutá)
Zas	43	bezpečné látky – tekuté (latex)

Označení	Objem (m ³)	Přepravované látky
Zas	41	tř. 8, 6.1 dle RID (kyselina dusičná – více než 70%, formaldehyd, fenol)
	35	tř. 8 dle RID čísllice 1b) (kyselina sírová)
	30	tř. 8 dle RID čísllice 1a) (kyselina sírová, dýmavá)
	46	tř. 8 dle RID čísllice 5b) (kyselina chlorovodíková)
	46	tř. 9 dle RID čísllice 11c) (solanka)
	46	tř. 8 dle RID čísllice 61c) (chlornan sodný)
	40	tř. 8 dle RID čísllice 42b) (hydroxid sodný)
	40	tř. 2 dle RID čísllice 2 TC (chlór kapalný)
	40	bezpečné látky – kaprolaktam
	63	tř. 3 dle RID čísllice 3b), 31c) (LAO C6-C12 lineární alfaolefiny)
	63	bezpečné látky – LAO C 14 + (lineární alfaolefiny)

Vysvětlivky zkratk a kódů:

T – Vůz s otevíratelnou střechou:

- a (se čtyřmi nápravami),
- c (s čelními dveřmi),
- d (se samočinným vykládáním vlastní gravitací zboží, dávkováním, dle volby oboustranně, vysoko položený výsypný otvor),
- e (se světlou výškou dveřních otvorů nad 1,9 m),
- g (na obilí),
- m (dvou nápravový: ložná délka < 9 m, čtyř a vícenápravový: ložná délka < 15 m),
- n (dvounápravový: ložná hmotnost > 30 t),
- s (max. rychlost 100 km.h⁻¹).

F – Otevřený vůz zvláštní stavby:

- a (se čtyřmi nápravami),
- cc (se samočinným vykládáním vlastní gravitací zboží, dávkováním, dle volby oboustranně, vysoko položený výsypný otvor),
- ll (se samočinným vykládáním vlastní gravitací zboží, najednou, dle volby oboustranně, vysoko položený výsypný otvor),
- s (max. rychlost 100 km.h⁻¹).

U – Speciální vůz:

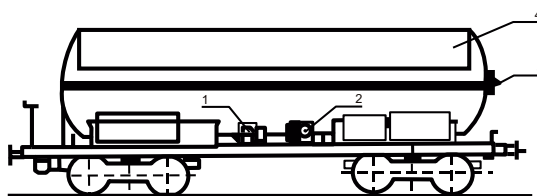
- aa (se šesti nebo více nápravami),
- i (zařízený pro přepravu předmětů, které by po naložení na vůz běžné stavby překročil ložnou míru),
- k (šesti- a více nápravový: ložná hmotnost < 50 tun),
- kk (šesti- a vícenápravový: 50 t ≤ ložná hmotnost < 60 t),
- s (max. rychlost 100 km.h⁻¹).

Z – Kotlový vůz (cisterna) s kovovou nádrží pro přepravu tekutých nebo plyných produktů:

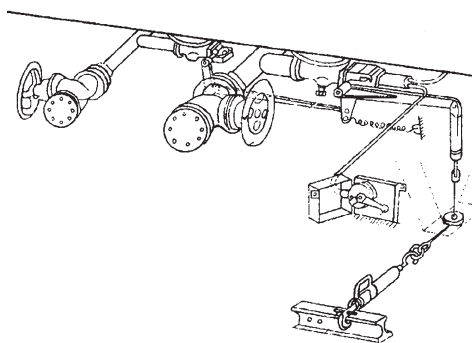
- a (se čtyřmi nápravami),
- e (s topným zařízením),
- kk (dvounápravový: 20 ≤ ložná hmotnost < 25 t),
- s (max. rychlost 100 km.h⁻¹).

Železniční cisterny pro přepravu zkapalněných plynů mají vnitřní průměr kotle 2970 mm. Jedná se o dvounápravové nebo čtyřnápravové tlakové nádoby o standardních objemech 40, 56, 87 nebo 95 m³ (viz obrázek 7). Existuje však možnost postavit železniční cisternu i s jiným objemem, omezením je však povolené zatížení na nápravu (20 tun) (Tabaz a kol., 2006). Plášť kotle, který je vyroben z oceli 11474.1 tloušťky 11,5 mm, umožňuje bezpečnou přepravu plynů při provozním přetlaku 1,7 MPa, resp. odolá vnitřnímu přetlaku až 2,6 MPa.

Jelikož se bezpečné plnění cisteren provádí obvykle na maximálně 80 % jejího přepravního objemu, je v případě amoniaku v jedné cisterně možné přepravovat až cca 50 tun látky (platí pro cisternu o objemu 95 m³ a délce kotle 14 220 mm). Cisterny jsou opatřeny dvěma spodními výpustěmi – pro kapalnou fázi DN 80 a pro plynnou fázi DN 50 (viz obrázky 8a a 8b). Železniční cisterny používané v ČR například pro přepravu kapalného amoniaku nejsou vybaveny pojistným ventilem (Tabaz a kol., 2006), avšak plášť zaručuje odolnost vůči vnitřnímu přetlaku do 2 MPa.



Obrázek 7: Schéma čtyřnápravové železniční cisterny o přepravním objemu 95 m³, kde (1) je armatura pro odplynění cisterny opatřená jedním ventilem DN 50, (2) je armatura pro plnění a stáčení cisterny zahrnující ventily DN 80, (3) je hermeticky uzavřený průlez o průměru 500 mm a (4) je kryt z ocelového plechu proti slunečnímu záření (tloušťka 1,5 mm) (Tabaz a kol., 2006).



Obrázek 8a a 8b: Detailní pohled na armatury železniční cisterny – armatura pro odplynění DN 50 (levá armatura) a armatura pro stáčení DN 80 (pravá armatura) (Bernatík, 2006).

1.5.7 Povinnosti jednotlivých účastníků přepravy nebezpečných věcí

Účastníci přepravy nebezpečných věcí musí učinit taková opatření dle povahy a rozsahu předvídatelných nebezpečí, aby se zabránilo vzniku škod nebo zranění a případně se minimalizovaly následky. V případě, že je ohrožena bezpečnost veřejnosti, musí účastníci přepravy neprodleně uvědomit zásahové jednotky a dát jim potřebné informace pro výkon jejich činnosti (Sbírka mezinárodních smluv č.14/2007; Sbírka mezinárodních smluv č.19/2007).

Odesílatel

Odesílatel nebezpečné věci je povinen předat k přepravě jen zásilky, které odpovídají požadavkům ADR/RID a to zejména:

- Zatřídit, zabalit a označit.
- Nepředat k přepravě nebezpečné věci, jejichž přeprava není dovolena.
- Použít pouze obaly a cisterny vhodné a schválené pro přepravu dotyčných látek a označené dle ADR/RID.
- Předat dopravci informace a údaje, případně požadované přepravní doklady a průvodní doklady.
- Předat dopravci v písemné formě pokyny pro řidiče.
- Uvést správně a úplně údaje v nákladním listě, včetně prohlášení.
- Předat řidiči kopii povolení podle zvláštních právních předpisů.
- Přezkoumat před nakládkou průvodní doklady a provést vizuální kontrolu, zda vozidlo a jeho zařízení splňují předepsaná ustanovení.
- Zabezpečit předepsané školení ostatních osob podílejících se na přepravě.
- Zajistit, aby i vyprázdňené nevyčištěné a neodplyněné cisterny, kontejnery nebo vozy byly opatřeny bezpečnostními značkami a vyprázdňené nevyčištěné cisterny byly uzavřeny a poskytovaly stejnou záruku těsnosti, jako kdyby byly plné.

V případě, že odesílatel jedná z pověření třetí osoby, pak tato musí písemně upozornit, že se jedná o nebezpečnou věc a poskytnout mu všechny informace a doklady ke splnění jeho povinností.

Dopravce

Základní povinnosti dopravce nebezpečných věcí dle dohod ADR a RID jsou následující:

- Použít pouze dopravní prostředky, které jsou k tomu způsobilé.
- Ověřit si, že nebezpečné věci, které se mají přepravovat, je dovoleno přepravovat dle ADR/RID.
- Přesvědčit se, že vozidla a náklad jsou bez viditelných závad, netěsností nebo trhlin, že nechybí výbava atd.
- Přesvědčit se, že dopravní prostředek není přetížen.
- Přesvědčit se, že neprošlo datum příští zkoušky dopravního prostředku.
- Zabezpečit, aby řidič měl povinnou výbavu, včetně výstražných oranžových tabulek, případně bezpečnostních značek.
- Zabezpečit přítomnost závozníka ve vozidle, pokud je to předepsáno.
- Zabezpečit, aby přepravu prováděli pouze řidiči, kteří jsou k tomu vyškoleni.
- Zabezpečit školení ostatních osob podílejících se na přepravě.
- Zajistit, aby řidič:
 - Měl během přepravy s sebou a na požádání předložil oprávněným osobám ke kontrole průvodní doklady, funkční hasicí přístroje, povinnou výbavu vozidla.
 - Nepřevzal k přepravě a nepřepřavoval kus, jehož obal je poškozen nebo netěsný.
 - Provedl v případě nehody nebo mimořádné události opatření uvedená v písemných pokynech pro řidiče.

- Dodržel předpisy týkající se nakládky, vykládky a manipulace, pokud ji sám provádí, včetně zákazu společné nakládky, provozu vozidla a dozoru nad vozidly.

Pokud je během cesty zjištěna závada, která by mohla ohrozit bezpečnost přepravy, pak se musí zásilka pokud možno co nejrychleji zadržet s ohledem na požadavky bezpečnosti provozu, bezpečného odstavení zásilky a bezpečnosti veřejnosti.

Příjemce

Povinnosti příjemce nebezpečné věci dle dohod ADR a RID jsou následující:

- Nesmí zdržovat bez pádných důvodů převzetí věci a po vykládce ověřit, že předpisy ADR/RID, které se ho týkají, jsou splněny.
- Musí provést čištění a dekontaminaci vozidel a kontejnerů v případech stanovených dle ADR/RID.
- Odstraní z kontejnerů označení nebezpečnosti poté, co byly zcela vyloženy, vyčištěny a dekontaminovány.
- Zajistí dodržování ADR/RID v případech, kdy používá služeb jiných účastníků (nakládka, vykládka, čištění atd.).
- Pokud zjistí, že došlo k porušení předpisů ADR/RID, nesmí vrátit kontejner dopravci do té doby, než budou zjištěné závady odstraněny.

Nakládce

Povinnosti toho, kdo nakládá nebezpečné věci dle dohod ADR a RID, jsou následující:

- Smí předat nebezpečnou věc pouze tehdy, je-li její přeprava dle ADR/RID povolena.
- Označit kontejnery.
- Dodržet ustanovení o zákazu společné nakládky rovněž s přihlédnutím k nebezpečným věcem, které jsou již v dopravním prostředku, jakož i předpisy týkající se oddělení potravin, poživatin a krmiv.

Balič

Povinnosti baliče jsou podle dohod ADR a RID následující:

- Musí splnit podmínky týkající se balení nebo společného balení.
- Musí řádně označovat balené kusy pomocí nápisů a bezpečnostních značek.

Plnič

Povinnosti plniče jsou podle dohod ADR a RID následující:

- Musí před plněním ověřit, že jsou cisterny a jejich výstroj v dobrém technickém stavu.
- Ověřit, zda neprošlo datum příští zkoušky vozidel.
- Smí plnit cisterny pouze nebezpečnými látkami, které se v nich smí přepravovat.
- Musí při plnění dbát na nebezpečné látky v sousedních komorách.
- Musí při plnění dodržovat stanovenou rychlost plnění a hmotnost obsahu.
- Musí po naplnění zkontrolovat těsnost uzavíracích zařízení.
- Dbá, aby po naplnění nebyly na povrchu cisterny zbytky nebezpečné látky.
- Musí dbát na to, aby předepsané výstražné oranžové tabulky a značky byly řádně připevněny na cisterny.

Provozovatel cisternového kontejneru nebo přemístitelné cisterny

Povinnosti provozovatele cisternového kontejneru nebo přemístitelné cisterny jsou podle dohod ADR a RID následující (Sbírka mezinárodních smluv č. 14/2007; Sbírka mezinárodních smluv č. 19/2007; Zákon č. 111/1994 Sb., v platném znění):

- Zajistí dodržování předpisů pro konstrukci, výstroj, zkoušky a značení.
- Zajistí, že údržba nádrží a jejich výstroje bude odpovídat předpisům ADR/RID.

- Zajistí mimořádnou kontrolu, pokud by mohla být opravou, změnou nebo nehodou snížena bezpečnost nádrže nebo její výstroje.

Další požadavky a povinnosti podle RID na:

- Provozovatele cisternového vozu:
 - Zajistit dodržení předpisů pro konstrukci, výstroj, zkoušky a značení.
 - Zajistit provedení údržby cisteren a jejich výstroje způsobem, který zaručí, že cisternový vůz bude za normálních podmínek odpovídat předpisům RID až do příští zkoušky.
 - Zajistit provedení mimořádné prohlídky a zkoušky, jestliže může být bezpečnost nádrže nebo její výstroje snížena opravou, změnou nebo nehodou.
- Provozovatele železniční infrastruktury:
 - Zajistit vypracování interních nouzových plánů pro řízení na nádraží.
 - Zajistit rychlou a neomezenou dostupnost potřebných informací kdykoliv během přepravy (sestava vlaku, UN čísla přepravovaných nebezpečných věcí, řízení vozů ve vlaku, hmotnost nákladu). Tyto údaje smí poskytnout pouze těm místům, které je potřebují za účelem zajištění bezpečnosti a pro potřebu zásahových složek.

1.5.8 Přepravní doklady

Přepravní doklady poskytují základní informace o dané chemické látce (Dopravní informační systém DOK, online; Sbírka mezinárodních smluv č. 14/2007; Sbírka mezinárodních smluv č.19/2007):

- název látky,
- označení třídy nebo podtřídy nebezpečí,
- identifikační číslo látky (UN číslo),
- případně označení obalové skupiny.

Kromě toho musí být k dispozici informace charakterizující nebezpečnou látku, na základě kterých lze snížit riziko havárie. Tyto informace musí být dostupné společně s přepravními dokumenty. Přepravní doklady jsou při přepravě vyžadovány pro většinu nebezpečných látek. Přepravní doklady se uchovávají:

- v kabině motorového vozidla,
- u členů posádky vlaku,
- v úchytu na můstku plavidla,
- u pilota letadla.

Dokumenty požadované pro přepravu nebezpečných látek podle ADR:

- Osvědčení o odborné způsobilosti bezpečnostního poradce pro přepravu nebezpečných věcí.
- Zpráva o událostech během přepravy nebezpečných věcí.
- Přepravní doklad.
- Formulář pro multimodální přepravu nebezpečných věcí.
- Osvědčení o schválení vozidel pro přepravu některých nebezpečných věcí.

Dokumenty požadované při přepravě nebezpečných látek podle RID:

- Osvědčení o odborné způsobilosti bezpečnostního poradce pro přepravu nebezpečných věcí.
- Zpráva o událostech během přepravy nebezpečných věcí.
- Překladní doklad pro přepravu nebezpečných věcí.
- Osvědčení o naložení kontejneru.
- Formulář pro multimodální přepravu nebezpečných věcí.

KONTAKT V NOUZI 000-000-000		PŘÍKLAD NOUZOVÉHO TELEFONNÍHO ČÍSLA	
POČET A POPIS KUSU	POPIS LÁTKY	TŘÍDA/PODTŘÍDA NEBEZPEČÍ	MNOŽSTVÍ
1 CISTERNA	ISOPROPANOL	3 UN 219 II	3,000 LITRŮ
	NÁZEV LÁTKY	UN ČÍSLO	OBAL. SKUPINA

Obrázek 9: Vzor přepravního dokladu.

1.5.9 Přeprava nebezpečných odpadů

Vzhledem k tomu, že nebezpečné odpady tvoří specifickou skupinu látek, nakládání s nimi podléhá jiným právním předpisům, než obecně nebezpečné chemické látky a přípravky, přestože jejich vlastnosti mohou být často mnohem nebezpečnější. Jedná se především o zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech ve znění pozdějších předpisů a jeho prováděcí předpisy. Podle výše uvedeného zákona je odpadem každá movitá věc, které se osoba zbavuje nebo má úmysl nebo povinnost se jí zbavit a přísluší do některé ze skupin odpadů uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu. Nebezpečným odpadem je pak odpad uvedený v seznamu nebezpečných odpadů uvedeném v prováděcím právním předpise a jakýkoliv jiný odpad vykazující jednu nebo více nebezpečných vlastností uvedených v příloze č. 2 k tomuto zákonu.

Od poloviny roku 2008 jsou tímto zákonem stanoveny rovněž některé povinnosti vztahující se k přepravě nebezpečných odpadů včetně základní povinnosti zabezpečit jejich přepravu v souladu s požadavky stanovenými právními předpisy, které řeší problematiku přepravy nebezpečných chemických látek. Jedná se zejména o zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, Evropskou dohodu o mezinárodní silniční dopravě nebezpečných věcí (ADR) a Řád pro mezinárodní železniční dopravu nebezpečného zboží (RID). Mezi základní povinnosti při přepravě nebezpečných odpadů patří:

- Předkládání souvisejících dokladů při kontrole a jejich uchování.
- Označení přepravního prostředku stanoveným způsobem.
- Ohlašovat přepravované nebezpečné odpady ve stanoveném rozsahu.
- Informování řidiče vozidla dopravcem o skutečnosti, že se jedná o přepravu odpadů, jeho vybavení doklady podle druhu přepravovaného odpadu a účelu přepravy.

- Specifické požadavky na přeshraniční přepravu odpadů v souladu s Nařízením ES č. 1013/2006 o přepravě odpadů.

Značení a evidence při přepravě nebezpečných odpadů

Balení nebezpečných odpadů se řídí přiměřeně předpisy pro chemické látky a chemické přípravky (zákon č. 356/2003 Sb., ADR, RID). Původce a oprávněná osoba, která nakládá s nebezpečnými odpady, jsou povinni zajistit označení nebezpečných odpadů příslušnými kódy a grafickými symboly. Pro nebezpečné odpady musí být zpracován identifikační list nebezpečného odpadu a musí jím být vybaveno místo, kde se s tímto odpadem nakládá. Při přepravě nebezpečných odpadů jsou odesílatel a příjemce povinni vyplnit evidenční list ve stanoveném rozsahu. Tato evidence se nevede při vnitropodnikové dopravě zabezpečované vlastními dopravními prostředky, pokud nepřesahuje areál provozovny.

Nebezpečné vlastnosti odpadů se vyjadřují podle příslušných kódů (viz tabulka 9).

Tabulka 9: Přehled nebezpečných vlastností odpadů a jejich kódů.

Kód	Nebezpečná vlastnost odpadu
H1	Výbušnost
H2	Oxidační schopnost
H3-A	Vysoká hořlavost
H3-B	Hořlavost
H4	Dráždivost
H5	Škodlivost zdraví
H6	Toxicita
H7	Karcinogenita
H8	Žíravost
H9	Infekčnost
H10	Teratogenita
H11	Mutagenita
H12	Schopnost uvolňovat vysoce toxické nebo toxické plyny ve styku s vodou, vzduchem nebo kyselinami
H13	Schopnost uvolňovat nebezpečné látky do životního prostředí při nebo po odstraňování
H14	Ekotoxická

1.5.10 Riziko úniku nebezpečných kapalných a plyných látek během přepravy

Nebezpečné kapalné a plyné látky jsou nejčastěji přepravovány v automobilových nebo železničních cisternách a tato fáze manipulace s nimi, včetně vykládky a nakládky, představuje značné riziko. Statistiky jednoznačně potvrzují, že přeprava po železnici je z hlediska přepočtu na ujeté kilometry v porovnání s přepravou po silnici výrazně bezpečnější. Je to dáno mnoha faktory, jako například volnou přepravní trasou, technickým zabezpečením trati, menším provozem, předvídatelností situace, plynulostí přepravy, lepšími konstrukčními parametry železničních cisteren oproti automobilovým (tloušťka pláště), menšími otřesy a namáháním kritických částí přepravního zařízení atd. Proto je potřeba v tomto ohledu věnovat zvýšenou pozornost právě problematice silniční přepravy.

Duijm a kol. zpracovali jednotnou statistiku nehodovosti autocisteren na jednotlivých typech silnic a to za použití tří zdrojů dat, jejichž údaje se v některých případech poměrně dosti lišily (Duijm a kol., 2005). Výsledek shrnuje tabulka 10.

Tabulka 10: Statistika počtu nehod autocisteren na evropských silnicích (TNO¹¹, AVIV¹²).

Typ silnice	Střední počet nehod autocisteren přepočtených na 1 milion ujetých km		
	TNO	AVIV	Brockhof
Všechny silnice (bez rozlišení typu a omezení rychlosti)	44	22	39
Dálnice (max. rychlost 120 km.h ⁻¹)	20	11	4,3
Hlavní silnice mimo město (max. rychlost 80 km.h ⁻¹)	50	47	30
Městské komunikace (max. rychlost 50 km.h ⁻¹)	70	29	420

Pomocí analýzy rizika metodou FTA shrnul Brockhof možné havarijní scénáře pro autocisterny převážející hořlavé a toxické nebezpečné látky (např. LPG nebo bezvodý amoniak). Jeho analýza pokrývala důsledky silničních nehod, nikoli však důsledky spontánních nežádoucích jevů, jako je vznik ruptur anebo lidská pochybení. Brockhof zde definoval čtyři mechanismy vedoucí k porušení pláště cisterny a následnému úniku látky:

- Propíchnutí pláště cisterny.

11 Podle TNO (1983). LPG, A Study, A comparative analysis of the risks inherent in the storage, transshipment, transport and use of LPG and motor spirit, 10 Main Report LPG, TNO, Apeldoorn, Netherlands.

12 Podle AVIV (1994). Fundamenteel onderzoek naar kanscijfers voor risicoberekeningen bij wegtransport gevaarlijke stoffen (Basic research into probabilities for risk calculations for roadtransport of dangerous substances, in Dutch), Enschede, Netherlands.

- Protržení cisterny vlivem nárazu.
- Proděravění pláště vlivem obrušování (týká se pouze tenkostěnných jednoplášťových cisteren).
- Roztržení pláště cisterny vlivem působení tepla či ohně (totální ruptura).

K těmto typům porušení pláště lze přiřadit předdefinované velikosti otvorů: malá díra (průměr 5 mm), velká díra (průměr 75 mm), totální ruptura (výrazné porušení části pláště s následkem úniku veškerého množství uskladněné látky v řádech minut) (Brockhof, 1992).

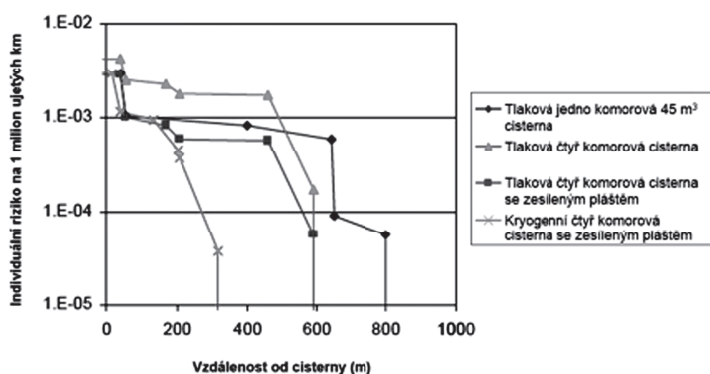
Každé porušení pláště cisterny vede za příslušných okolností a daných podmínek k různým následkům, které je vždy nutné s přihlédnutím k fyzikálně-chemickým vlastnostem dané látky dokonale uvažovat. Jako příklad uveďme amoniak. Přestože jsou stanoveny hodnoty jeho hořlavosti (bod vzplanutí 650 °C), lze amoniak za přítomnosti atmosférického kyslíku jen obtížně zapálit. Jeho iniciace tak není příliš reálná, a tudíž je možné vyloučit vznik jevu VCE. Jev BLEVE však za určitých okolností vzniknout může, avšak nikoli doprovázený iniciací uvolněných par a vznikem ohňové koule (Fire Ball), nýbrž pouze s následkem vzniku disperze. Podle podmínek uskladnění a místa vzniku porušení integrity pláště může amoniak z cisterny unikat dvoufázovým únikem, v podobě plynu anebo jako kapalina. S ohledem na zmíněné fyzikálně-chemické vlastnosti amoniaku vedou všechny tyto úniky ke vzniku oblaku par, který se bude postupně rozptylovat v ovzduší. Protože má amoniak značnou afinitu k vodní páře, bude se rozpouštět ve vodních kapičkách tvořících atmosférický aerosol za vzniku $\text{NH}_3 \cdot \text{H}_2\text{O}$. Vzniklá disperze tak bude těžší než vzduch ($M_r = 18 (\text{H}_2\text{O}) + 17 (\text{NH}_3) = 35$; $M_{r(\text{vzduch})} \approx 29$), takže tento oblak bude zpočátku sesedat k zemi a dokud nebude naředit vstoupujícím vzduchem na hustotu menší než je hustota vzduchu, bude se rozptylovat jako těžký plyn.

Jednou z možností snížení pravděpodobnosti nežádoucích následků způsobených srážkou autocisterny s jiným vozem je rozdělení cisterny na více samostatných menších komor (obvykle čtyři komory po cca 11 m³). Pravděpodobnost, že dojde během jedné nehody k porušení několika takových nádrží současně, bude značně menší, než pravděpodobnost poškození jen jedné z nich. Při nárazu obsah autocisterny absorbuje kolizní energii, která se projeví působením vyššího hydrostatického tlaku na stěny pláště. Rozdělíme-li cisternu na několik menších částí, bude hlavní část této kolizní energie předána pouze té komoře, která se bude nalézat nejbližší místu kolize. Následkem toho se sice pravděpodobnost porušení pláště jedné komory oproti porušení pláště v případě jednokomorové cisterny ze

stejného konstrukčního materiálu zvýší (viz tabulka 11), avšak množství uniklé látky bude v tomto případě nezanedbatelně menší, což se výrazně odrazí na hodnotě individuálního rizika¹³ (viz obrázek 10).

Tabulka 11: Pravděpodobnosti poškození jednokomorové, resp. čtyřkomorové autocisterny, s následkem úniku převážené látky v případě srážky s jiným vozidlem (Duijm a kol., 2005).

		Pravděpodobnost poškození komory cisterny jedoucí rychlostí 80 km.h ⁻¹					
		12 metrová cisterna (jednokomorová)			3 metrová cisterna (čtyřkomorová)		
Kolize autocisterny s:	celkový podíl	čelní srážka	zadní srážka	boční srážka	čelní srážka	zadní srážka	boční srážka
nákladním vozem	12 %	8,9 %	23,8 %	19,7 %	30,2 %	44,7 %	40,7 %
dodávkou	8 %	0,0 %	0,9 %	0,7 %	6,1 %	23,8 %	17,6 %
osobním vozem	80 %	0,0 %	0,0 %	0,0 %	0,1 %	2,3 %	2,4 %

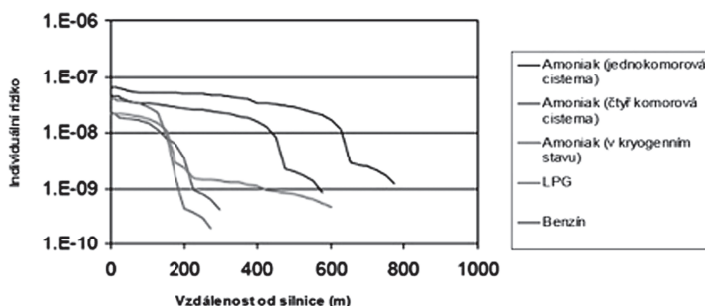


Obrázek 10: Srovnání nebezpečnosti jednotlivých typů cisteren (Duijm a kol., 2005).

Při přečerpávání kapalin nebo zkapalněných plynů může dojít k menším únikům způsobených například netěsnostmi při napojení hadic nebo prasklinami v hadicích. S ohledem na toxicitu látky je vždy nutné uvažovat určitou bezpečnou vzdálenost od místa potenciálního úniku. Největší vzdálenosti lze logicky očekávat u toxických plynů, neboť hrozí nebezpečí vzniku oblaku, který se bude za nepříznivých povětrnostních podmínek špatně rozptylovat (viz případ amoniaku uvedený výše). Proto je nutné zavádět nejen havarijní ale i dodatečná technická opatření směřující k redukci pravděpodobnosti těchto úniků.

¹³ Pakliže bychom vydělili pravděpodobnosti uváděné pro jednu komoru čtyřkomorové cisterny číslem 4, dostaneme pro každý uvažovaný únik vyjádření relativní pravděpodobnosti úniku poměrného množství nebezpečné látky z cisterny. Tuto hodnotu, lze pak srovnat s hodnotou pro tentýž druh nehody v případě jednokomorové cisterny, takže získáme obrázek o tom, který typ cisteren je bezpečnější s ohledem na potenciální rozsah uvažované nehody.

Orientační srovnání rizika nežádoucích následků pro uvažované havárie nejčastěji převážených nebezpečných látek je uvedeno na obrázku 11, kde je vyneseno individuální riziko proti vzdálenosti od zdroje (místo kolize, silnice).

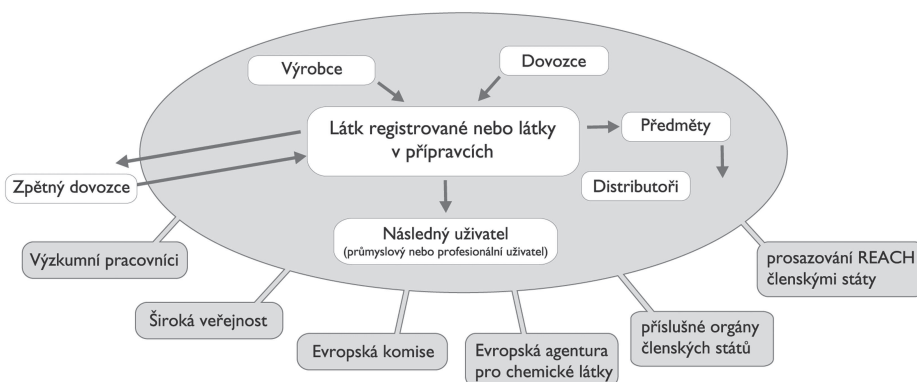


Obrázek 11: Srovnání individuálního rizika nežádoucích následků havárií autocisteren převážejících vybrané nebezpečné látky (Duijm a kol., 2005).

1.6 Nařízení REACH

1.6.1 Systém REACH a jeho hlavní prvky

Nařízení REACH je zkrácený název nařízení Evropského společenství č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek. Zkratka REACH v podstatě představuje počáteční písmena principu, který uvádí do praxe a to: R = Registration (registrace), E = Evaluation (hodnocení), A = Authorization (povolování) a související omezení CH = chemických látek.



Obrázek 12: Schéma účastníků dle rolí v systému REACH (Kislenko a kol., online)

Definice průmyslových subjektů v REACH (Kislenko a kol., online):

Tabulka 12 : Schéma účastníků dle rolí v systému REACH (Kislenko a kol., online).

Výrobce	Jakákoliv fyzická nebo právnická osoba usazená ve Společenství, která vyrábí látku ve Společenství (za účelem uvedení na trh a pro vlastní používání)	
Dovozce	Jakákoliv fyzická nebo právnická osoba usazená ve Společenství, která odpovídá za dovoz (za účelem uvedení na trh nebo vlastní používání)	
Následný uživatel	Fyzická nebo právnická osoba usazená ve Společenství jiná než výrobce nebo dovozce, která používá látku samotnou nebo obsaženou v přípravku při své průmyslové nebo profesionální činnosti. (Pozor! Distributor nebo spotřebitel nejsou následnými uživateli.)	
	Výrobce přípravků	Účastník používající látku pro výrobu přípravků uváděných na trh a/nebo pro vlastní používání
	Průmyslový uživatel	Účastník používající látku nebo přípravky v průmyslových procesech
	Profesionální uživatel	Účastník používající látku nebo přípravky v procesech poskytování služeb
	Výrobce předmětů	Účastník, který vyrábí předměty na území EU
	Zpětný dovozce	Účastník, který zpětně dováží původně vyvezené registrované látky samotné nebo v přípravcích; zpětně dovezená látka musí být totožná s vyvezenou látkou a musí být poskytována s požadovanými informacemi vztahujícími se k vyvezené látce
Dodavatel látky nebo přípravku	Výrobce, dovozce, následný uživatel nebo distributor uvádějící na trh látku samotnou nebo obsaženou v přípravku, nebo přípravek (ten, kdo umožňuje dostupnost chemických látek na trhu EU)	
Distributor	Fyzická nebo právnická osoba usazená ve Společenství, včetně maloobchodníka, která pouze skladuje a uvádí na trh látku samotnou nebo obsaženou v přípravku pro třetí osoby	

Tabulka 13: Role a povinnosti jednotlivých subjektů v REACH (Kislenko a kol., online).

Role v REACH	Povinnosti v REACH
Výrobce a dovozce látek	<ul style="list-style-type: none"> • shromáždit informace o vlastnostech látky (ne testování) • provádět testování látek, pokud jsou informace nedostačující • klasifikovat a označovat látky • zpracovat bezpečnostní listy (včetně scénářů expozice) • zpracovat registrační dokumentaci pro všechny látky v množství vyšším než 1 t/rok • posouzení chemické bezpečnosti a zpráva o chemické bezpečnosti pro látky v množství vyšším než 1 t/rok • shromáždit informace o používání látek • zpracovat scénáře expozice pro nebezpečné látky v množství vyšším než 1 t/rok • navrhnout opatření ke snížení rizika • sdělovat informace o látkách následným uživatelům (bezpečnostní listy, značení) • dodržovat zákazy a omezení • usilovat o soulad s dalšími harmonizovanými systémy klasifikace látek • sdílet informace o zkouškách na obratlovcích • zažádat o povolení, je-li to nutné • hledat alternativy pro látky vzbuzující velké obavy nebo látky s vysokým očekávaným regulačním dopadem

Role v REACH	Povinnosti v REACH
Dovozce přípravků	<ul style="list-style-type: none"> • identifikovat přísady v množství vyšším než 1tuna/rok • shromáždit informace o vlastnostech všech látek v přípravcích (včetně testování, pokud jsou informace nedostačující) • klasifikovat a označovat látky • připravovat bezpečnostní listy (včetně scénářů expozice) • sdílet informace o látkách následným uživatelům • připravovat registrační dokumentaci pro všechny přísady v množství vyšším než 1 t/rok stejně jako další informace i pro dovozce/výrobce látek spojit s informacemi o nebezpečných látkách v případě nebezpečných přípravků • zažádat o povolení, je-li to nutné • hledat alternativy pro látky vzbuzující velké obavy nebo látky s vysokým očekávaným regulačním dopadem
Výrobci a dovozci předmětů	<ul style="list-style-type: none"> • shromáždit informace o obsahu nebezpečných látek v předmětech • určit případné možnosti uvolnění nebezpečných látek během celého životního cyklu • posuzovat riziko uvolněných látek na lidské zdraví a životní prostředí • dodržovat zákazy a omezení • registrovat nebo oznamovat nebezpečné látky v předmětech, jestliže se látky záměrně nebo neúmyslně uvolňují z předmětu (od hmotností 1 t/rok a vyšších pro jednoho dovozce a jeden typ předmětu) • zažádat o povolení, je-li to nutné • hledat alternativy pro látky vzbuzující velké obavy nebo látky s vysokým očekávaným regulačním dopadem

Role v REACH	Povinnosti v REACH
Výrobce přípravků	<ul style="list-style-type: none"> • sdělovat použití látek proti směru v dodavatelském řetězci • srovnávat a poskytovat informace dodavateli o vlastních konkrétních podmínkách nakládání s látkou • pokud není dosaženo souladu, komunikovat s dodavatelem nebo oznámit odchylky a připravit Zprávu o chemické bezpečnosti • klasifikovat a označovat látky • sloučit informace o nebezpečných látkách v případě nebezpečných přípravků • připravovat bezpečnostní listy (BL) • sdělovat informace o látkách následným uživatelům (BL, značení) • dodržovat zákazy a omezení • zažádat o povolení, je-li to nutné • hledat alternativy pro látky vzbuzující velké obavy nebo látky s vysokým očekávaným regulačním dopadem
Průmyslový/ profesionální uživatel	<ul style="list-style-type: none"> • sdělovat způsoby použití proti směru v dodavatelském řetězci • srovnávat informace a poskytovat informace dodavateli o vlastních konkrétních podmínkách nakládání s látkou • pokud není dosaženo souladu, komunikovat s dodavatelem nebo oznámit odchylky a připravit Zprávu o chemické bezpečnosti • dodržovat zákazy a omezení • zažádat o povolení, je-li to nutné • hledat alternativy pro látky vzbuzující velké obavy nebo látky s vysokým očekávaným regulačním dopadem

Registrace

Klíčový bod navrhovaného systému je kritérium pro zařazení chemických látek do systému REACH – množství vyjádřené v tunách. Jelikož bude potřeba registrovat přibližně 30 tisíc zavedených látek, je v nařízení stanoven časový harmonogram postupného plnění povinnosti registrace v závislosti na jejich vyráběném/dováženém množství a na očekávaných nebezpečných vlastnostech (Jansová, 2007). Registrace rozlišuje látky do tří kategorií:

- 1. kategorie látek – jedná se o chemické látky vyráběné či dovážené v objemu nad 1000 t/rok a látky, které spadají do kategorie CMR (látky karcinogenní, mutagenní a toxické pro reprodukci). Tyto látky mají na registraci 3 roky od schválení systému REACH.

- 2. kategorie – jedná se o látky v objemu 100 – 1000 t/rok, které budou muset být registrovány do 6 let a informační požadavky registranta jsou nižší.
- 3. kategorie – jedná se o látky v objemu 1 – 100 t/rok, pro jejichž registraci je navrženo období 11 let a pro něž platí nejmírnější informační požadavky.

Hlavním cílem ve fázi registrace je zařadit do systému veškeré nové a existující chemické látky, což představuje obrovské, až kontroverzní množství látek, u nichž často nejsou známy účinky ani nebezpečnost. Podniky jsou povinny registrovat veškeré chemické látky, které vyrábějí/dovážejí v množství větším než 1 t/rok na každého výrobce/dovozce. Registraci v centrální databázi zajišťuje k tomu účelu zřízená centrální Evropská agentura pro chemické látky, která sídlí v Helsinkách. Registrace se nevztahuje na:

- humánní a veterinární léčiva,
- látky použité v potravinách a krmivech,
- neizolované meziprodukty,
- radioaktivní látky,
- látky v režimu přepravy,
- látky pod celním dohledem,
- a dále látky uvedené v příloze IV nařízení.

Hodnocení

Hodnocení předkládaných informací se týká všech registrovaných látek v objemu nad 100 t/rok. Smyslem této kontroly je jednak zajistit úplnost informací o jejich toxikologických vlastnostech podle požadavků legislativy a jednak omezit zbytečné opakování testů na zvířatech. Hodnocení chemické látky pak přichází na řadu v případě, že existuje podezření na rizikové vlastnosti látky. Hodnocení může přimět orgány k závěru, že je nutné učinit krok podle postupů pro omezování nebo schvalování v systému REACH, anebo že je nutné předat informace dalším orgánům odpovědným za příslušnou legislativu. Společným znakem těchto legislativních kroků je, že jsou závislé na jednotných a správných údajích. Proces hodnocení zajistí, že takové údaje budou poskytnuty a předány k dispozici příslušným orgánům agentury ke schválení (Jansová, 2007).

Povolování

Pro látky s nebezpečnými vlastnostmi je vytvořen systém povolování, použití a uvedení látek na trh. Látky určené k autorizaci vykazují vysoce nebezpečné vlastnosti a je nezbytné s nimi zacházet podle mechanismu, který zajistí, aby rizika související s jejich použitím byla posouzena, zvážena a poté bylo učiněno v EU rozhodnutí před vlastním využitím těchto látek.

Mimořádně rizikové látky typu CMR 1. a 2. kategorie, PBT (persistentní, bioakumulující se, toxická látka), vPvB (velmi persistentní, velmi se bioakumulující), endokrinní disruptory a jiné látky s obdobnými vlastnostmi jsou zapisovány do zvláštního seznamu (seznam kandidátů na povolení). Látky zapsané do tohoto seznamu bude možné uvádět na trh a používat jen na základě povolení, které bude za poplatek udělovat Evropská komise (Jansová, 2007).

Omezování

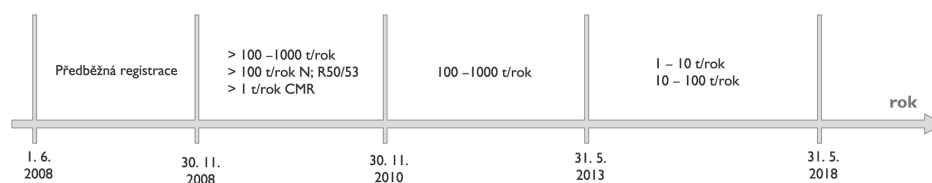
Rozhodnutí Evropské komise o omezeních budou působit jako bezpečnostní síť pro celý systém REACH. Ustanovení o omezování zavádějí opatření pro snížení rizik na území EU v případech, ve kterých je to prokazatelně nezbytné. Návrhy na omezení mohou tvořit podmínky pro výrobu, používání anebo uvedení látky na trh či zákaz těchto činností, pokud je to nezbytné. Budou připravovány členskými státy nebo Komisí ve formě strukturované dokumentace. Tato dokumentace se vyžaduje pro doložení přítomnosti rizik pro lidské zdraví nebo pro životní prostředí, kterým je třeba předejít na úrovni EU a prozkoumat možnosti řízení rizik, či spíše možnosti jejich snížení.

Pokud se u některého rizika zjistí, že není dostatečně kontrolováno, může Komise nebo členský stát předložit návrh na omezení používání příslušné látky či jejího uvedení na trh. Rozhodnutí o omezení přijímá Komise po konzultaci s členskými státy. To se týká především látek, které jsou zařazené v příloze XVII nařízení REACH, která obsahuje seznam látek, jejichž výroba, uvedení na trh a používání je významně omezeno.

1.6.2 Časový průběh zavádění REACH

Tabulka 14: Časový rozvrh kroků při zavádění REACH je následující:

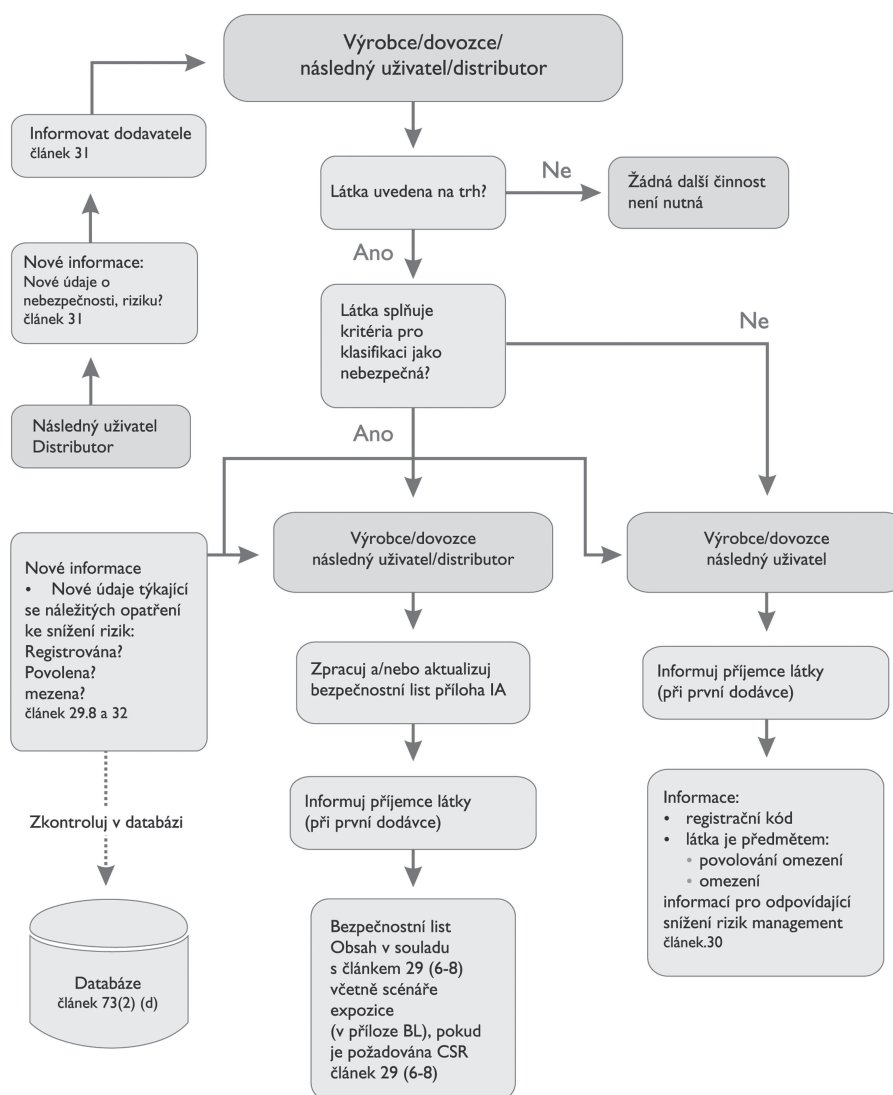
Činnost	Termín
REACH vstupuje v platnost (účinnost)	1. června 2007
Evropská agentura pro chemické látky zahajuje činnost	1. června 2008
Předběžná registrace zavedených látek	od 1. června 2008 do 30. listopadu 2008
Lhůty pro látky <ul style="list-style-type: none"> v množství 1000 t/rok a vyšším karcinogenní, mutagenní a látky toxické pro reprodukci (CMR kategorie 1 a 2) v množství 1 t/rok a vyšším látky klasifikované jako vysoce toxické pro vodní organismy v množství 100 tun/rok a vyšším 	30. listopadu 2010
Lhůta pro registraci látek v množství od 100 do 1000 t/rok	31. května 2013
Lhůta pro registraci látek v množstvích od 1 do 100 t/rok	31. května 2018
Nové Bezpečnostní listy v souladu s Hlavou IV – Informace v dodavatelském řetězci a v souladu s Přílohou II – Příručka pro sestavení bezpečnostních listů	1. června 2007
ECHA zveřejní na svých internetových stránkách seznam předběžně registrovaných látek (názvy látek, včetně jejich EINECS a CAS kódů, pokud jsou známy, a další identifikační kódy, a první předpokládané datum konečného termínu registrace)	1. ledna 2009
Členské státy mohou zachovat existující a další přísná omezení v souladu s přílohou XVII, a to pro výrobu, uvádění na trh a používání látek	1. června 2013



Obrázek 13: Časový rozvrh kroků při zavádění REACH.

1.6.3 Hlavní úlohy a povinnosti zúčastněných stran

Tato kapitola uvádí přehled hlavních úloh a povinností v rozsahu celého systému REACH pro jednotlivé zúčastněné strany uvedené v oficiálním dokumentu Evropské komise. Obrázek níže pak shrnuje tok informací v dodavatelském řetězci dle nařízení REACH (Kislenko a kol., online).



Obrázek 14: Tok informací v dodavatelském řetězci dle nařízení REACH (Kislenko a kol., online).

1.6.4 Obsah příloh nařízení REACH

Přílohy VII až X specifikují standardní požadavky pro čtyři množstevní rozmezí od 1 tuny za rok do 1000 tun za rok. Pro nejnižší úroveň množství jsou standardní požadavky uvedeny v Příloze VII a vždy, když je dosaženo následující množstevní prahové hodnoty, je nutné doplnit požadavky uvedené v odpovídající příloze. Přílohy se proto posuzují jako celek a společně s celkovými požadavky na registraci, hodnocení a povinnou péči. Tyto standardní požadavky mohou být nicméně upraveny (vypuštěny nebo naopak zpřísněny), pokud je to přiměřeně zdůvodněno. Požadavky na informace se liší pro každou látku podle dostupných vlastností, jako jsou množství, použití a expozice (Kislenko a kol., online).

Příloha VI

- Obecné údaje o žadateli o registraci.
- Identifikace látky.
- Informace o výrobě a použití látek.
- Klasifikace a označení.
- Pokyny pro bezpečné použití.
- Informace o expozici pro látky registrované v množství 1 až 10 tun za rok.

Příloha VII

- Informace o fyzikálně chemických vlastnostech látky.
- Základní údaje o účincích látky na člověka/toxikologické informace (např. kožní dráždivost, oční dráždivost, senzibilizace kůže, mutagenita, akutní toxicita při orálním požití) *in vitro* studie.
- Ekotoxikologické údaje (např. zkoušky subakutní toxicity na rodu *Daphnia*, inhibice růstu vodních rostlin, biologická rozložitelnost).
- Další dostupné údaje.

Příloha VIII

- Toxikologické údaje (např. kožní dráždivost a oční dráždivost (*in vivo*), mutagenita (*in vitro*), akutní toxicita inhalací).
- Dermální cestou, toxicita po opakovaných dávkách, reprodukční toxicita, posouzení toxikokinetického chování látky do té míry, kterou lze odvodit z příslušných dostupných informací).
- Ekotoxikologické údaje (např. zkoušky subakutní toxicity na rybách, abiotický rozklad, osud a chování v životním prostředí – adsorpce nebo desorpce).

Příloha IX

- Údaje o fyzikálně-chemických vlastnostech látky (např. stálost v organických rozpouštědlech, disociační konstanta, viskozita).
- Toxikologické údaje (např. toxicita po opakovaných dávkách, reprodukční toxicita – studie pro prenatální vývoj, studie dvougenerační).
- Ekotoxikologické údaje (např. zkoušky chronické toxicity na bezobratlých, rybách, určení produktů rozkladu, osud, chování v životním prostředí, bioakumulace ve vodních organismech, účinky na suchozemské živočichy).

Příloha X

- Toxikologické údaje (např. studie chronické opakované toxicity, dvougenerační studie reprodukční toxicity, karcinogenita).
- Ekotoxikologické údaje (např. podrobněji o rozkladu a osudu a chování v životním prostředí, zkoušky chronické, toxicity u organismů v sedimentu a chronická nebo reprodukční toxicita u ptáků).

Příloha XI

Mimo zvláštních pravidel stanovených v přílohách VII až X může žadatel o registraci upravit standardní režim zkoušek, pokud:

- Se zkoušky nejeví vědecky nezbytné:
 - využívání existujících údajů,
 - průkaznost důkazů,
 - kvalitativní nebo kvantitativní vztahy mezi strukturou a aktivitou,
 - metody in vitro,
 - sdružování látek do skupin a analytický přístup.
- Zkoušky nejsou technicky možné.
- Zkoušky přizpůsobené expozici látkou.

1.6.5 Způsob realizace nařízení

Zpráva o chemické bezpečnosti

Výrobce nebo dovozce látky v množství 10 tun/rok nebo více musí připravit posouzení chemické bezpečnosti (CSA) a musí dokumentovat toto posouzení ve své zprávě o chemické bezpečnosti (CSR), která je součástí jeho registrační dokumentace. Příloha I nařízení REACH stanoví metodiku pro vyhodnocení, zda rizika pro lidské zdraví a životní prostředí plynoucí z použití chemikálií jsou odpovídajícím způsobem řízena a rovněž formát pro zprávu o chemické bezpečnosti.

Ve zprávě o chemické bezpečnosti musí žadatel o registraci dokumentovat, jak dospěl ke své klasifikaci rizika, pozitivní či negativní, jako „nebezpečné“ podle směrnice 67/548/EHS (klasifikace nebezpečnosti látek) a k vyhodnocení látky jako látky PBT (perzistentní, bioakumulativní, toxické) nebo látky vPvB (vysoce bioakumulativní, vysoce toxické). Vyhodnocení musí rovněž zahrnovat identifikaci odvozených koncentrací bez účinků (koncentrace DNEL) a předpokládaných koncentrací bez účinků (koncentrace PNEC).

V zájmu soustředění prostředků a priorit na látky vysoké závažnosti musí žadatel o registraci pouze dokumentovat, jak sestavil příslušná opatření pro řízení rizik pro ty látky, které jsou buďto klasifikovány jako nebezpečné, nebo identifikovány jako látky PBT nebo látky vPvB. To se provádí dokumentací posuzování expozice a charakterizací rizik těchto látek. Zpráva o chemické bezpečnosti nemusí být připravována pro látku přítomnou v přípravku pod kteroukoli z koncentračních mezí definovaných v čl. 13 odst. 221 nařízení. Pro látky s podobnými vlastnostmi lze provést jedno skupinové posuzování.

Výsledky posouzení chemické bezpečnosti budou rovněž použity při sestavování bezpečnostních listů pro údaje předávané ve směru zásobovacího řetězce, především pro scénáře případů expozice, které k nim musejí být připojeny jako příloha. Při sestavování bezpečnostního listu pro přípravek může dodavatel provést posouzení chemické bezpečnosti pro přípravek a zajistit, aby byl bezpečnostní list konzistentní s tímto posouzením, spíše než s posouzením pro každou látku. Metodika pro tento scénář je uvedena v příloze IB a zahrnuje dokumentaci klasifikace nebezpečnosti přípravku podle směrnice 1999/45/ES (klasifikace nebezpečnosti přípravků), odvození hodnot DNEL a PNEC pro přípravek a provedení posouzení expozice.

Struktura obsahu zprávy o chemické bezpečnosti

Formát CSR je uveden v bodu 7 přílohy I nařízení REACH. CSR obsahuje tyto hlavní položky (Kislenko a kol., online):

Část A

- Souhrn opatření k řízení rizik.
- Prohlášení o provedení opatření ke snížení rizik.
- Prohlášení o sdělení opatření ke snížení rizik.

Část B

- Identifikace látky a fyzikálně-chemických vlastností.
- Výroba a použití.
- Klasifikace a označení.

- Vlastnosti související s osudem látky v životním prostředí.
- Posouzení nebezpečnosti pro lidské zdraví.
- Posouzení nebezpečnosti pro lidské zdraví plynoucích z fyzikálně-chemických vlastností.
- Posouzení nebezpečnosti pro životní prostředí.
- Posouzení PBT a vPvB látek.
- Posouzení expozice.
- Charakterizace rizika.

Posuzování nebezpečnosti

Posouzení nebezpečnosti zahrnuje identifikaci a vyhodnocení fyzikálně-chemických rizik, rizik pro lidské zdraví a rizik pro životní prostředí plynoucích z látky, včetně posouzení údajů, porovnání s kritérii pro klasifikaci nebezpečnosti, odvození dávky nebo koncentrace bez účinku pro lidské zdraví a životní prostředí a porovnání s kritérii pro látky PBT a vPvB uvedených v příloze XII nařízení REACH. Posouzení nebezpečnosti bude založeno na všech dostupných údajích o inherentních vlastnostech látek a na všech údajích sdílených v rámci REACH nebo získávaných v souladu s přílohami V a VI. Budou-li v pozdější fázi provedeny testy, které byly navrženy v registraci v souladu s přílohami VII nebo VIII nebo budou získány nové údaje, bude nutné předefinovat posouzení nebezpečnosti a zřejmě i charakterizaci rizik.

Vyhodnocení údajů o nebezpečnosti

Údaje o nebezpečnosti musí být vyhodnoceny s ohledem na identifikaci nebezpečných vlastností a vytvoření vztahu mezi kvantitativní dávkou (koncentrací) a odezvou (účinkem) pro příslušné koncové body. Je-li k dispozici více studií zahrnujících stejný koncový bod, bude vybrána platná studie potvrzující nejvyšší stupeň závažnosti jako klíčová studie, pokud nebude existovat pádný důvod pro její nevybrání. V takovém případě je vyžadováno předložení souhrnu hloubkové studie spolu s technickou dokumentací.

Pokud se během posuzování chemické bezpečnosti s ohledem na identifikované použití látky zjistí, že je zapotřebí dalších údajů a že tyto údaje lze získat pouze

pomocí testu popsaného v přílohách VII nebo VIII nařízení, potom i v případě, že to není nutné vzhledem k vyráběnému nebo dováženému objemu, je třeba připravit návrh na testování. Návrh je předkládán v technické dokumentaci jako součást registrace látky a důvody se udávají v posouzení chemické bezpečnosti. Tento návrh bude vyhodnocen jako součást vyhodnocení dokumentace. Před vydáním rozhodnutí v rámci vyhodnocení nebude prováděno žádné testování. Až do té doby musí být v posouzení chemické bezpečnosti zaznamenaná zavedená opatření pro řízení rizik s ohledem na potřebu dalších údajů.

Klasifikace a značení

Údaje o inherentních vlastnostech látky musí být porovnány s kritérii pro klasifikaci a značení zavedenými ve směrnici 67/548/EHS a musí být odvozena příslušná klasifikace a značení.

Odvozené koncentrace bez účinků (DNEL) a předpokládané koncentrace bez účinků (PNEC)

Na základě výsledků vyhodnocení údajů o nebezpečnosti je nutné určit pro ochranu lidského zdraví odvozené koncentrace bez účinků s ohledem na cestu, trvání a frekvenci expozice. Pro ochranu životního prostředí je nutné odvodit předpokládané koncentrace bez účinků.

Posuzování látek PBT a látek vPvB

Údaje o inherentních vlastnostech látky musí být vyhodnoceny pro určení, zda látka disponuje jednou nebo více vlastnostmi popsanými v příloze XII nařízení: **perzistentní, bioakumulativní a toxická nebo velmi perzistentní a velmi bioakumulativní**. Látkám o nejvyšší závažnosti budou pravděpodobně orgány při vyhodnocování věnovat prioritu a látky PBT a látky vPvB, jejichž identifikace je dohodnuta ve Výboru pro členské státy, mohou být upřednostněny pro schvalování.

Posuzování expozice a charakterizace rizik

REACH klade důraz na cílená posuzování bezpečnosti v porovnání s mnoha kompletními posouzeními rizik prováděnými podle nařízení 793/93, aby se nejlépe využily prostředky, které jsou k dispozici. Pro látky splňující kritéria pro klasifikaci jako nebezpečné podle směrnice č. 67/548/EHS a pro látky vyhodnocené jako látky PBT nebo látky vPvB je nutné připravit posouzení expozice pro každé identifikované použití těchto látek. **Identifikovaná použití** jsou použití látky samotné nebo v přípravku nebo použití přípravku, která výrobce nebo dovozce uskutečňuje sám, použití, pro která výrobce nebo dovozce zamýšlí látku prodávat, a použití, která jsou mu písemně oznámena některým z jeho následných uživatelů-zákazníků

a která jsou zahrnuta v jeho posouzení chemické bezpečnosti. Identifikované použití může být rovněž zahrnuti látky nebo přípravku do výrobku.

Posouzení expozice musí vzít v úvahu účinky již zavedených opatření pro řízení rizik. Další posouzení/testování účinků pro jiné koncové body lze proto vynechat, jsou-li opatření pro řízení rizik zavedená pro odpovídající řízení rizik v jednom koncovém bodě pro látku (např. je-li látka klasifikovaná jako karcinogen 1. kategorie) dostatečná pro řízení ostatních nebezpečí nebo rizik. Navíc, pokud emisní charakteristika a fyzikálně-chemické vlastnosti látky jasně ukazují, že látka např. neproniká do půdního prostředí, není potřeba provádět posuzování expozice a charakterizovat rizika pro toto prostředí. To je nutné zdůvodnit ve zprávě o chemické bezpečnosti.

Závěrečný krok, charakterizace rizik, odpovídá charakterizaci rizik prováděné podle současné legislativy pro chemikálie. V rámci REACH půjde o iterační proces, kdy posuzování nebezpečnosti (např. získávání většího množství údajů a revize koncentrací DNEL a/nebo PNEC) a/nebo posuzování expozice (např. zavádění více opatření pro řízení rizik nebo provádění kvalitnějšího měření úrovně expozice) bude zdokonalováno, dokud se neprokáže, že rizika plynoucí z výroby, dovozu a použití látky jsou odpovídajícím způsobem řízena. Toto je interní postup pro průmysl a pouze jeho konečný výsledek musí být zaznamenán ve zprávě o chemické bezpečnosti.

REACH vyžaduje, aby dodavatel předával scénáře pro případ expozice, u kterých charakterizace rizik prokázala, že rizika jsou odpovídajícím způsobem řízena, následným uživatelům ve formě příloh k bezpečnostním listům.

Posuzování expozice

Posuzování expozice se skládá ze dvou kroků:

- Sestavení scénáře pro případ expozice.
- Odhad expozice látky.

Scénář pro případ expozice je sled podmínek popisujících, jak je látka vyráběna nebo používána během svého cyklu životnosti a jak výrobce nebo dovozce řídí nebo doporučuje jiným řídit expozici u člověka a v životním prostředí. Scénáře pro případ expozice musí být sestavovány pro výrobu uvnitř Evropského společenství a pro všechna identifikovaná použití výrobcem a dovozcem následující po cyklu životnosti pro každé použití látky. Každý scénář pro případ expozice musí obsahovat popis výrobcem nebo dovozcem zavedených nebo doporučených opatření k nakládání

s odpady. Scénáře pro případ expozice mohou být podle potřeby komplexní nebo specifické a mohou popisovat podmínky řízení expozice plynoucí z jednoho nebo více použití. Podle vhodnosti mohou výrobci nebo dovozci sestavit generické scénáře pro případ expozice anebo kategorie expozice. Další specifické pokyny pro sestavování scénářů pro případ expozice a jejich předávání ve směru zásobovacího řetězce budou vypracovány v projektech zavádění REACH. Identifikovaná použití látek mohou být použití látek samotných, v přípravcích nebo ve výrobcích.

Pro každý sestavený scénář pro případ expozice musí být proveden odhad expozice skládající se ze tří prvků:

- Odhad emisí: musí zahrnovat emise během všech příslušných fází cyklu životnosti látky za předpokladu, že byla zavedena opatření pro řízení rizik popsaná ve scénáři pro případ expozice.
- Vyhodnocení chemického osudu a cest: musí být provedena charakterizace možné degradace, transformace nebo reakčních procesů a odhad environmentální distribuce a osudu.
- Odhad úrovně expozice: musí být proveden pro celou lidskou populaci (pracovníci, spotřebitelé a lidé, u kterých může dojít k expozici nepřímo přes prostředí) a pro všechny environmentální sféry, pro které je expozice látky známá nebo rozumně předpokládaná. Je-li k dispozici monitorování údajů o úrovni expozice, je nutné věnovat interpretaci těchto údajů zvláštní pozornost. Každá související cesta expozice u člověka (inhalace, orální, dermální a kombinovaná přes všechny související cesty) musí být zahrnuta. Tyto odhady musí zahrnout i prostorové a časové změny průběhu expozice.

Charakterizace rizik

Charakterizace rizik musí být provedena pro každý scénář pro případ expozice. Musí zahrnovat lidské populace (exponovaná jako pracovníci, spotřebitelé nebo nepřímo přes životní prostředí a kombinace uvedeného, pokud nastává) a prostředí, pro která je expozice látky známá nebo rozumně předpokládaná za předpokladu, že opatření pro řízení rizik popsaná ve scénářích pro případ expozice byla zavedena. Dále celkové environmentální riziko vyvolané látkou musí být přezkoumáno integrací výsledků pro všechna příslušná prostředí a pro všechny zdroje emisí/úniku látky. Posouzení se skládá z:

- Porovnání expozice všech populací, o kterých je známo, že u nich dochází nebo může dojít k expozici při příslušných koncentracích DNEL.

- Porovnání předpokládaných environmentálních koncentrací (PEC) v každé environmentální sféře s příslušnými koncentracemi.
- Posouzení pravděpodobnosti a vážnosti scénáře, který nastává v důsledku fyzikálně-chemických vlastností látky.

Pro jakýkoli scénář pro případ expozice lze riziko považovat za řízené odpovídajícím způsobem, když:

- Odhadovaná úroveň expozice nepřevyšuje příslušné koncentrace DNEL nebo PNEC podle posouzení nebezpečnosti.
- Pravděpodobnost a vážnost scénáře, který nastává v důsledku fyzikálně-chemických vlastností látky podle posouzení nebezpečnosti, jsou zanedbatelné.

Pro ty účinky pro člověka a prostředí, u kterých nebylo možné stanovit koncentrace DNEL nebo PNEC, musí být provedeno kvalitativní posouzení pravděpodobnosti, že účinkům je zabráněno zavedením scénáře pro případ expozice. Pro látky PBT a vPvB musí výrobce nebo dovozce zavést a doporučit následným uživatelům opatření pro řízení rizik, která budou minimalizovat expozici u člověka a v životním prostředí. Toto posouzení musí být iteračně opakováno, dokud výsledek charakterizace rizik zaznamenaných ve zprávě o chemické bezpečnosti neukáže, že rizika jsou řízena odpovídajícím způsobem.

1.7 Globální harmonizovaný systém (GHS)

1.7.1 Systém GHS a jeho hlavní prvky

Globální harmonizovaný systém neboli GHS (Globally Harmonised System of Classification and Labelling of Chemicals) je Nařízením Evropského parlamentu a Rady o klasifikaci, označování a balení látek a směsí a o změně směrnice 67/548/EHS a Nařízením ES č. 1907/2006 s číselným označením 1272/2008. Toto nařízení doplňuje nařízení REACH v oblastech klasifikace a označování chemických látek a směsí (Broumovská, 2008) a s ohledem na náročnost jeho zavedení do praxe bude vstupovat v platnost postupně; nejprve pro klasifikaci a označování látek (od 1. prosince 2010) a poté směsí (od 1. června 2015). Nařízení GHS bylo Evropským parlamentem přijato dne 16. prosince 2008 a v platnost vstoupilo 20. ledna 2009.

GMS byl navržen proto, aby zajistil vysokou úroveň ochrany lidského zdraví a životního prostředí a volný pohyb látek a směsí podle kritérií přijatých Hospodářskou a sociální radou OSN, a také aby odstranil nedostatky systému REACH. Jak z názvu

vyplývá, nařízení bude nově upravovat pravidla pro klasifikaci, balení a označování chemických látek a směsí (dříve přípravků) (Broumovská, 2008). GMS sice vychází ze stávajících předpisů EU v oblasti chemických látek a přípravků, ale vytváří de facto systém úplně nový. Jelikož se jedná o předpis EU, který je připravován ve spolupráci s příslušnými výbory OSN, očekává se, že bude postupně zaváděn i v ostatních státech mimo Evropskou unii (Trávníčková, online).

Nařízení GHS se vztahuje na všechny látky a směsi dodávané v EU (Trávníčková, online) s výjimkou těchto látek:

- Radioaktivní látky a směsi v působnosti směrnice Rady 96/29/Euratom.
- Látky a směsi, které podléhají celnímu dohledu, pokud neprocházejí žádnou úpravou ani zpracováním, a které jsou dočasně uskladněné nebo se nacházejí ve svobodném pásmu či svobodném skladu za účelem zpětného vývozu anebo v tranzitu.
- Neizolované meziprodukty.
- Látky a směsi určené pro vědecký výzkum a vývoj, které nejsou uváděny na trh, za podmínky, že jsou používány za kontrolovaných podmínek v souladu s právními předpisy Společenství týkajícími se pracovního prostředí a životního prostředí.
- Odpady definované ve směrnici Evropského parlamentu a Rady 2006/12/ES.
- Na látky a směsi v těchto formách, které jsou v konečném stavu a určené pro konečného spotřebitele:
 - léčivé přípravky vymezené směrnicí 2001/83/ES,
 - veterinární léčivé přípravky vymezené směrnicí 2001/82/ES,
 - kosmetické prostředky vymezené směrnicí 76/768/EHS,
 - zdravotnické prostředky vymezené směrnicemi 90/385/EHS a 93/42/EHS, které jsou invazivní nebo se používají v přímém fyzickém styku s lidským tělem, a směrnicí 98/79/ES,
 - potraviny nebo krmiva vymezené nařízením (ES) č. 178/2002 včetně použití:
 - jako potravinářská přídatná látka v potravinách v oblasti

působnosti směrnice 89/107/EHS,

- jako látka určená k aromatizaci v potravinách v oblasti působnosti směrnice 88/388/EHS a rozhodnutí 1999/217/ES,
- jako doplňková látka v krmivech v oblasti působnosti nařízení (ES) č. 1831/2003,
- ve výživě zvířat v oblasti působnosti směrnice 82/471/EHS.

Protože návrh nařízení GHS do určité míry navazuje a doplňuje nařízení REACH, jsou v něm použity definice z nařízení REACH. Z nových definic jsou důležité především následující dvě definice:

- **Třídou nebezpečnosti** se rozumí povaha fyzikální nebezpečnosti nebo nebezpečnosti pro zdraví či životní prostředí.
- **Kategorií nebezpečnosti** se rozumí rozdělení kritérií v rámci každé třídy nebezpečnosti (vyjadřuje stupeň bezpečnosti neboli kategorii v rámci určité třídy, možnou míru nebezpečnosti).

1.7.2 Třídy nebezpečnosti

GHS rozlišuje tyto skupiny tříd nebezpečnosti:

- Fyzikálně-chemické.
- Pro zdraví.
- Pro životní prostředí.
- Doplňková třída nebezpečnosti (pro ozónovou vrstvu).

Třídy nebezpečnosti fyzikálně-chemické (pro porovnání nyní existují: výbušný, oxidující, extrémně hořlavý, vysoce hořlavý, hořlavý) jsou:

- Výbušniny.
- Hořlavé plyny.
- Hořlavé aerosoly.

- Oxidující plyny.
- Stlačené plyny.
- Hořlavé kapaliny.
- Hořlavé tuhé látky.
- Samovolně se rozkládající látky.
- Samovznětlivé kapaliny.
- Samovznětlivé tuhé látky.
- Samozahřívající se látky.
- Látky, které při kontaktu s vodou uvolňují hořlavé plyny.
- Oxidující kapaliny.
- Oxidující tuhé látky.
- Organické peroxidy.
- Žíravé/Korodující pro kovy.

Třídy nebezpečnosti pro zdraví (pro porovnání nyní existují: vysoce toxický, toxický, zdraví škodlivý, žíravý, dráždivý, senzibilizující, karcinogenní, mutagenní, toxický pro reprodukci) jsou:

- Akutní toxicita.
- Žíravý nebo dráždivý pro kůži.
- Vážné poškození očí / oční dráždivost.
- Senzibilizace kůže nebo dýchacích cest.
- Mutagenita.
- Karcinogenita.
- Reprodukční toxicita.

- Specifická toxicita pro cílové orgány – po jednorázové expozici.
- Specifická toxicita pro cílové orgány – po opakované expozici.
- Nebezpečí aspirace (vdechnutí).

Třída nebezpečnosti pro životní prostředí (pro porovnání nyní existuje: nebezpečný pro životní prostředí) je:

- Nebezpečnost pro vodní prostředí.

Doplňková třída nebezpečnosti je:

- Nebezpečnost pro ozonovou vrstvu.

1.7.3 Pravidla pro klasifikaci látek

Pravidla pro klasifikaci látek, a to jak pro látky, tak i pro směsi, jsou v řadě případů nová a někde mohou vyžadovat znalost výsledků testování. Kromě toho GHS rozšířil počet kategorií nebezpečnosti. Příklad: nová třída nebezpečnosti „Žíravý nebo dráždivý na kůži“ má čtyři kategorie. Nyní se u podobných nebezpečností „žíravý“ a „dráždivý“ odlišují jen tři „stupně“ věty R 35, R 34 a R 36-37-38. Se zvýšením počtu kategorií se u většiny „stávajících“ tříd musí měnit i hranice pro zařazení do jednotlivých kategorií nebezpečnosti.

Látky nebo směsi klasifikované jako nebezpečné je třeba označit **štítkem**, který musí obsahovat informace o dodavateli, identifikaci výrobku, množství látky/směsi v obalech (pro širokou veřejnost), podle potřeby piktogramy označující nebezpečí a podle potřeby dále signální slova (Danger/Warning; Nebezpečí/Varování), standardní věty o nebezpečnosti (tzv. H-věty – obdoba dnešních R-vět), pokyny pro bezpečné zacházení (tzv. P-věty – obdoba dnešních S-vět) a další doplňkové informace.

Označování – informace pro označování jsou podstatně odlišné od doposud užívaných, což je dáno především zavedením nových grafických symbolů. Novinkou jsou i signální slova a nově jsou koncipovány i stávající R- a S-věty, které budou postupně nahrazeny H- a P-větami.

Piktogramy nahradí nynější grafické symboly nebezpečnosti, které jsou ve čtverci a na žlutooranžovém poli. Jsou navrženy zcela jiné. Jedná se o čtverec otočený/postavený na roh, červeně orámovaný, uvnitř s černým symbolem na bílém pozadí. Přičemž stejný piktogram může být pro více tříd nebezpečnosti.



Obrázek 15: Symbol (siluety člověka) je navržen pro – senzibilizaci dýchacích orgánů – mutageny – karcinogeny – látky toxické pro reprodukci – specifická toxicita pro cílové orgány – po jednorázové expozici (závažnější kategorie) – specifická toxicita pro cílové orgány – po opakované expozici.

Signální slova jsou jen dvě: „Nebezpečí“ (pro tzv. více nebezpečné) a „Varování“. V určitých méně častých případech signální slova není třeba uvádět.

Standardní věty o nebezpečnosti (H-věty, Hazard statement) – je jich mnohem více než současných R-vět. Část výroků je shodná nebo podobná stávajícím R-větám, jiné jsou zcela nové. Existují opět jako samotné výroky, tak i v kombinaci. Příklady:

- Fyzikálně-chemické: H200 Nestabilní výbušnina.
- Na zdraví člověka: H300 Smrtelně nebezpečný při požití (jiná formulace).
- Pro životní prostředí: H400 Vysoce toxický pro vodní organismy (dnešní R50).
- Doplnkové: EUH001 Výbušný v suchém stavu (dnešní R1).
EUH070 Toxický při styku s očima (zcela nová).

Pokyny pro bezpečné zacházení (P-věty, Precautionary statement) jsou na úrovni dnešních S-vět. Dělí se na několik typů. Příklady:

- Všeobecné: P102 Uchovávejte mimo dosah dětí.
- Preventivní: P201 Před použitím si obzarejte speciální instrukce.
- Při používání: P301 Při požití: *** vždy bude v kombinaci s dalším.
- Pro skladování: P402 Skladujte na suchém místě.
- Pro likvidaci (prozatím navržen pouze 1 výrok):
P501 Zneškodněte obsah/obal...

Všechny povolené P a H věty jsou uvedeny v Příloze P-3 této knihy. V rámci přílohy nařízení GHS týkající se speciálních pravidel pro označování a balení (viz příloha II nařízení) jsou například uvedeny požadavky na látky a směsi, které obsahují olovo, kyanoakryláty, cement, isokyanáty, volný chlór, kadmium, senzibilizující složku v množství mezi 1 až 0,1 % a další, neboli požadavky, z nichž většina platí i nyní. Dále jsou specifikovány požadavky na balení/uzávěry nebezpečných látek a směsí, konkrétně na závěry odolné proti otevření dětmi nebo označení pro nevidomé. V neposlední řadě jsou zpřesněny požadavky pro přiřazení některých doplňkových výroků (EUH), které jsou většinou nové.

Návrh nařízení GHS zahrnuje také obsáhlý **Seznam látek s harmonizovanou klasifikací** (v příloze VI nařízení), která obsahuje dvě obsáhlé tabulky. Tabulka 3.2 přejímá stávající tabulku závazně klasifikovaných látek (podle směrnice 67/548/EHS). V tabulce 3.1 jsou uvedeny stejné látky, ale už s novou klasifikací. Příklad závazně klasifikované látky toluenu s indexovým číslem 601-021-00-3 (zkratky jsou v angličtině):

- Stávající závazná klasifikace: F; R11 / Repr. Cat. 3; R63 / Xn; R48/20-65 / Xi; R38 / R67.
- Klasifikace podle návrhu GHS: Flam. Liq. 2 / Repr. 2 / Asp. Tox. 1 / STOT Rep. 2 * / Skin Irrit. 2 H225 / H361d / H304 / H373 / H315 / H336.

Součástí návrhu je i určitá **Převodní tabulka** (viz příloha VII nařízení) pro převod stávajících R-vět do nového systému, avšak tímto pravidlem nejsou převáděny všechny R-věty (Trávníčková, online).

1.7.4 Obsah příloh nařízení GHS

Níže je uveden stručný obsah jednotlivých příloh nařízení GHS.

Příloha I

Příloha I obsahuje obecný úvod (část 1), třídy nebezpečnosti a kritéria pro fyzikální nebezpečnost, nebezpečnost pro lidské zdraví a nebezpečnost pro životní prostředí (části 2, 3, a 4) a nahrazuje přílohu VI směrnice 67/548/EHS, s výjimkou poškozování ozonové vrstvy, které je uvedeno v části 5.

Příloha II

Část 1 obsahuje zvláštní pravidla pro označování převzatá z přílohy VI směrnice 67/548/EHS, která dosud nejsou v GHS obsažena. Část 2 obsahuje zvláštní pravidla pro označování některých látek nebo směsí, zejména z přílohy V směrnice 1999/45/ES. Část 3 obsahuje ustanovení týkající se uzávěrů odolných proti otevření dětmi a hmatatelných výstrah, která byla zachována podle stávajícího systému EU. Část 4 obsahuje zvláštní pravidlo pro označování přípravků na ochranu rostlin.

Příloha III

Jedná se o přehled údajů o nebezpečnosti, který je podobný příloze III směrnice 67/548/EHS. Pro rizika, která dosud nejsou součástí GHS, se vyžadují doplňkové údaje o nebezpečnosti. Proto byly připojeny R-věty ze stávajícího systému EU a označeny jako „údaje EUH“.

Příloha IV

Jsou zde uvedena pravidla pro použití pokynů pro bezpečné zacházení. Přehled pokynů pro bezpečné zacházení je podobný příloze IV směrnice 67/548/EHS.

Příloha V

Jsou zde uvedeny piktogramy označující nebezpečí podle GHS a tato příloha je podobná příloze II směrnice 67/548/EHS.

Příloha VI

V části 3 je uveden přehled látek s harmonizovanými klasifikacemi pro určité třídy nebezpečnosti nebo členění a kategorie nebezpečnosti. Jelikož orgány by se měly zaměřit na látky, které vyvolávají největší obavy, budou přidány zejména látky klasifikované pro karcinogenitu, mutagenitu v zárodečných buňkách nebo toxicitu

pro reprodukci kategorie 1A nebo 1B a pro senzibilizaci dýchacích orgánů, avšak v odůvodněných případech mohou být připojeny i jiné účinky. V tabulce 3.1 přílohy jsou uvedeny záznamy z přílohy I směrnice 67/548/EHS, které jsou podle potřeby přizpůsobeny klasifikačním kritériím podle GHS. V tabulce 3.2 jsou uvedeny neupravované záznamy převzaté z přílohy I směrnice 67/548/EHS.

Příloha VII

Zde jsou uvedeny „převodní“ tabulky pro dodavatele látek a směsí, které již byly hodnoceny podle stávajících pravidel, pro ty třídy nebezpečnosti, u nichž je možné přímé srovnání. Tyto tabulky dodavatelům umožní, aby splnili své nové povinnosti, aniž by museli provádět překlasifikování látek a směsí, které již sami klasifikovali, od samého začátku. Pokud se dodavatel rozhodne, že tabulku nepoužije, musí látku nebo směs znovu zhodnotit podle kritérií stanovených v částech 2 až 5 přílohy I.

1.7.5 Změny plynoucí ze zavedení GHS

Mezi stávajícím systémem platným v EU a systémem GHS jsou rozdíly (viz tabulka 15). Odhaduje se, že počet klasifikovaných látek bude při uplatňování nového systému přibližně stejný jako podle systému stávajícího. Vzhledem ke změnám mezních hodnot a metod výpočtu bude podle nového systému pravděpodobně klasifikováno více přípravků (nyní nazývaných směsmi). Uplatňování nových kritérií může vést v porovnání se stávající situací k odlišné klasifikaci. Jelikož jsou hlavním komunikačním nástrojem podle nařízení REACH bezpečnostní listy, ustanovení týkající se bezpečnostních listů zůstávají ve zmíněném nařízení.

V předchozích 30 letech byly na celém světě vytvořeny různé systémy klasifikace a označení látek, přičemž ta samá látka mohla být různě klasifikována a označena podle toho, kde byla vyrobena a také podle účelu, pro který byla klasifikována a značena, např. pro používání nebo přepravu. Tato situace způsobovala mnoho potíží konečnému uživateli a obecně vedla ke zvyšování finanční zátěže průmyslu.

Tabulka 15: Srovnání existujícího systému EU pro klasifikaci a označení s GHS (Kislenko a kol., online):

















Existující EU systém	GHS
Systém pro klasifikaci a označování týkající se pouze dodávání a používání chemických látek	Týká se dodávání/používání a přepravy chemických látek
Značení pro dodávání a značení pro přepravu se liší	Vyrovnáním požadavků na dodávání s požadavky na přepravu, bylo zavedeno mnoho dodatečných kategorií a tříd nebezpečnosti, zvláště množství dodatečných kategorií a tříd fyzikálních nebezpečí
Oranžové symboly nebezpečnosti	Piktogramy ve tvaru kosočtverce, s bílým pozadím a červeným ohraničením
R – věty s číselnými kódy, např. R43	Údaje o nebezpečnosti
S – věty s číselnými kódy, např. S24, S37	Pokyny pro bezpečné zacházení
Pojem “přípravek”	Pojem “směs”

Podoba označení chemických látek podle GHS

Označení GHS se skládá z piktogramů, signálních slov, údajů o nebezpečnosti, identifikátorů výrobku a pokynů pro bezpečné zacházení. K zajištění toho, aby si zákazníci mohli snadno všimnout informací o nebezpečnosti na obalech, jsou určeny obecné požadavky na barevné označení, velikost označení, formát, čitelnost a umístění prvků označení.



Obrázek 16: Značení pro přepravu chemických látek.



	FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ	ZDRAVOTNÍ	ENVIRONMENTÁLNÍ
Symbole nebezpečnosti používané dnes	 Výbušný  Oxidující  Hořlavý	 Toxický  Zdraví škodlivý nebo Dráždivý  Žíravý	 Nebezpečný pro životní prostředí
Piktogramy GHS	 Výbušný  Hořlavý  Oxidující  Obsahující plyny pod tlakem	 Vysoce toxický, kat. 1-3  Mírné účinky na lidské zdraví  Vážné účinky na lidské zdraví  Žíravý	 Nebezpečný pro životní prostředí

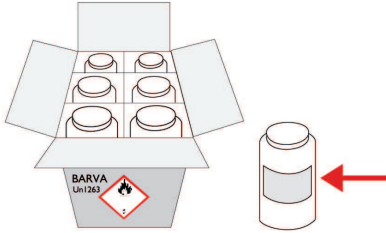
Obrázek 17: Přehled grafických symbolů používaných v současnosti, resp. zavedených nařízením GHS.



Piktogram „Vykřičník“ se signální slovem „Pozor“ primárně nahrazuje Ondřejův kříž a jeho označení nebezpečný, dráždivý a zdraví škodlivý. Údaje o nebezpečnosti dle GHS nahradí R-věty, např. místo R41 bude přiděleno následující:

- Akutní toxicita (orální, při kontaktu s kůží a při vdechnutí), Kategorie 4.
- Poleptání kůže, Kategorie 2.
- Vážné poškození očí, Kategorie 2A.
- Může způsobit alergickou kožní reakci, Kategorie 1.
- Toxicita pro specifické cílové orgány (jednorázová expozice), Kategorie 3.

Značení výrobků musí na štítku umístěném na obalu výrobku obsahovat piktogram(y) nebezpečnosti, signální slovo, údaj o nebezpečnosti a pokyny pro bezpečné zacházení. Dodavatel může zvolit pořadí údajů o nebezpečnosti a pokynů pro bezpečné zacházení. Tento požadavek je i v existující legislativě pro klasifikaci, balení a označení (CPL). Příklad značení výrobků je uveden na obrázku 18 níže.

Značení EU	Značení GHS
	
Dráždivý	Pozor
Riziko vážného poškození očí	Způsobuje vážné poškození očí



UN 1263 CAS XXXX-XX-X Barva (2-METHYL-FLAMMALINE, CHROMAN OLOVNATÝ)	
 	NEBEZPEČÍ Vysoce hořlavá kapalná látka a její výpary. Udržujte v bezpečné vzdálenosti od zdrojů tepla a otevřeného ohně. Může poškodit játra a ledviny při delší nebo opakované expozici kůži. Nesmí přijít do kontaktu s jídlem a pitím. Po použití a před jídlem si důkladně omyjte ruce.
První pomoc: Důkladně omyjte zasažené části těla mýdlem a pitnou vodou.	
Great Lake Paints Inc., Columbus, Ohio, USA. Telephone 999 999 999	

Obrázek 18: Způsob značení výrobků podle GHS.

Bližší informace o způsobu klasifikace látek a jejich značení podle požadavků nařízení GHS jsou uvedeny v Příloze P-4 této knihy.

1.8 Toxikologické vlastnosti chemických látek

1.8.1 Toxicita chemických látek a následky jejich expozice

Studiem jedovatých látek a jejich účinků na živý (lidský) organismus se zabývá **toxikologie**. Základy novodobé toxikologie lze spatřovat již v 16. století, kdy se Theophrastus Bombastus Paracelsus jako první začal vážněji zabývat jedovatostí chemických látek.

Negativní účinky chemických látek na lidské zdraví jsou velice komplexní. Pro zjednodušení se rozdělují na akutní a chronické; někdy se přidává i kategorie pro subchronické následky. Pro toxické účinky chemických látek je typické, že jejich projev závisí na dávce dané látky. Pro akutní toxicitu platí, že účinky přicházejí i po jednorázovém působení (např. otrava houbami, oxidem uhelnatým atd.). Naproti tomu chronická toxicita se projevuje při dlouhodobém působení (např. týdny, měsíce či roky), a to i velmi malých dávek chemické látky, které se mohou hromadit v těle (např. otravy olovem a dalšími těžkými kovy, působení dioxinů, polychlorovaných bifenyľů, DDT aj.). Obvykle se ale nejedná jen o otravu jednou látkou, ale spíše o následek vzniklý synergickým působením více různých látek přijatých organismem.

Látka, které je organismus exponován, musí postupně projít několika procesy:

- absorpcí a vstřebáním do organismu,
- transportem a distribucí v organismu,
- metabolismem,
- interakcí s místem účinku a
- vyloučením z organismu.

Účinek chemické látky je následek interakce mezi molekulami chemikálie a biologickým systémem organismu a vždy je výslednicí mnoha biochemických pochodů. Při této interakci sloučenina působí na organismus (vyvolává účinek), ale i organismus působí na sloučeninu (biotransformace). Proto sledovaný účinek nemusí být vždy vyvolán původní látkou, která je aplikována, ale i jejím metabolitem (prekursory, prekarcinogeny, apod.). Účinek může být důsledkem prostého fyzikálně-chemického působení dané látky anebo specifického zásahu do biochemických dějů. Jde-li o fyzikální působení, je to většinou **účinek nespecifický** (např. narkóza,

poleptání žíraviny nebo silnými oxidačními činidly, destrukce membrán, apod.). **Specifický účinek** naproti tomu vyvolává látka s jistou konfigurací, která odpovídá specifickému receptoru, na který se váže (Tichý, 1998).

Nejčastějším místem účinku chemikálií jsou játra (hepatotoxický účinek), ledviny (neurotoxický účinek), centrální i periferní nervová soustava (neurotoxický účinek), krvetvorba (hematotoxický účinek), srdce a krevní oběh (kardiotoxický). Chemikálie působí i na ostatní orgány, jako jsou plíce, slezina, štítná žláza, atd. Tyto účinky jsou pokládány za specifické a hovoříme o orgánové toxicitě. Účinek se může též projevit na funkcích organismu – funkční toxicita: imunotoxicita, alergizující účinek, účinek na reprodukci a jiné. Účinek můžeme sledovat i na úrovni buněk a biologických makromolekul (např. inhibice – nebo indukce enzymu, apod.). Toto třídění není absolutní, funkční toxicita může překrývat orgánovou apod. (blíže viz kapitola 1.8.4).

U akutních toxických účinků se předpokládá, že existuje „bezpečná“ dávka dané látky, která ještě nemá žádný nežádoucí zdravotní účinek. Teprve při překročení určitého prahu se účinek dostavuje a je snahou toxikologů tento práh nalézt (Šuta, 2008). To není ale vůbec jednoduché, protože kupříkladu dávka vyvolávající specifický a nespecifický účinek se značně liší – pro vyvolání nespecifického účinku je zapotřebí až o dva řády vyšší dávka než pro vyvolání účinku specifického (Tichý, 1998).

U pozdních účinků se předpokládá, že na dávce nezávisí, podobně jako je tomu u ionizujícího záření. Zjednodušeně řečeno by i jediná molekula příslušné látky mohla teoreticky vyvolat onemocnění. Se zvyšující se dávkou se zvyšuje pravděpodobnost výskytu určitého onemocnění. Tyto látky mají bezprahové účinky, kdy neexistuje bezpečná koncentrace dané chemikálie, takže z toxikologického hlediska hovoříme jen o „společensky přijatelné“ pravděpodobnosti onemocnění (Šuta, 2008).

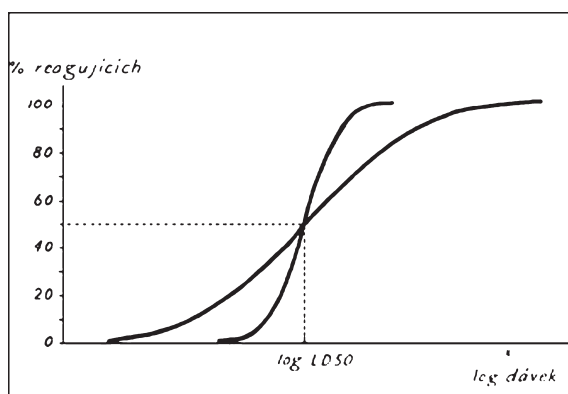
1.8.2 Vztah dávky a účinku

Účinek všech toxických látek je založen na jejich nepříznivém zásahu do metabolismu organismu. Proto organismy v klidovém stadiu jsou vůči nim zcela necitlivé (např. semena plevelů v půdě, dormantní stadia škůdců). Látka může působit jen tehdy, bude-li přítomna až organismus bude metabolicky aktivní.

Základním kritériem toxicity je účinek po jednorázové dávce. Mezi dávkou a účinkem je však složitý vztah. Ten je příčinou, proč v toxikologii nejčastěji stanovujeme dávku, která usmrtí 50 % jedinců (LD_{50}), nikoliv 100 %, jak by se zdálo logické. LD_{50} se stanovuje na základě pokusů prováděných na zvířatech. Protože se výsledky hodnotí statisticky, je žádoucí, aby použitá skupina pokusných zvířat

byla co největší. Hodnota LD_{50} se vyjadřuje v gramech nebo miligramech dané látky na 1 kilogram živé váhy pokusného zvířete a při testování dané látky na více druhích zvířat se může stát podkladem k rozhodnutí o hodnotě nejvyšší přípustné koncentrace (NPK) pro lidi (Večeřa a kol., 1990).

Na obrázku 19 je znázorněn vztah mezi dávkou a účinností. Tou může být procento usmrčených jedinců. Vztah mezi dávkou a jejím účinkem není přímočarý. U velmi nízkých dávek nedochází k žádné úmrtnosti, ale při postupném zvyšování dávek narůstá počet usmrčených jedinců. Jestliže u velmi nízkých dávek zvýšíme aplikovanou dávku na dvojnásobek, zvýší se účinnost jen málo. Naopak v oblasti kolem 50 % účinnosti je nárůst výrazný. Postupně se zvyšováním dávky se zvyšuje i její účinek. Pokud se dostaneme na úroveň kolem 50 %, je zde průběh křivky téměř přímočarý. Dále se opět zplošťuje a v úrovni kolem 99 % je již téměř vodorovný.



Obrázek 19: Obecný vztah dávky a účinku vyjádřený procentem reagujících jedinců vůči logaritmu obdržené dávky.

Výše uvedená závislost má obecnou platnost. Platí pro všechny látky ve vztahu ke všem živým organismům a jejich reakcím na toxickou látku. Čím vyšší hodnotu účinnosti si zvolíme, tím plošší částí křivky ji stanovujeme. Uváděné hodnoty jsou pak zatíženy velkou statistickou chybou, neboť na koncích křivky jsou dány jen malým počtem jedinců. Proto čím vyšší hodnotu účinnosti než ED_{50} ¹⁴ chceme stanovit, tím menší statistickou přesností ji lze vypočítat. Pro hodnoty blízké se stovce nelze již dosáhnout potřebnou statistickou přesností a ED_{99} je proto hodnotou v běžných pokusech nereálnou.

Pro posouzení toxických účinků látek potřebujeme znát dávku, tj. celkové množství látky vstupující do organismu během expozice. Ovšem s ohledem na nedostatek znalostí o prostupu látky do organismu musíme dávku jen odhadovat. Dávku lze

14 Koncentrace způsobující sledovaný následek u 50 % jedinců z exponované skupiny.

vyjádřit jako součin koncentrace látky a doby expozice:

$$D = \int_0^T C^n(t) dt \quad (\text{rovnice 1-1})$$

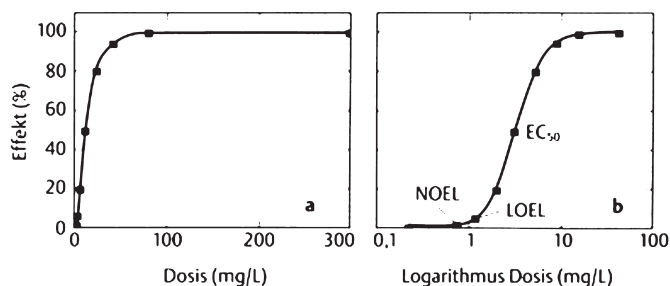
kde D je toxická dávka [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}\cdot\text{min}$] nebo [$\text{ppm}\cdot\text{min}$], C je koncentrace přijímané toxické látky [$\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$] nebo [ppm], t je čas [min], T je celková doba trvání expozice [min] a n je empirická konstanta charakteristická pro příslušnou toxickou látku, která zahrnuje místní účinky, regeneraci a exkreci látky z organismu (tato hodnota se pohybuje v rozmezí 0,6 až 3) (Lees, 1980).

Vyneseme-li procento reagujících jedinců ze souboru (celý tvoří 100 %) proti logaritmu podané dávky D , můžeme získat dva typy grafu: sigmoidu, které leží posunuty od počátku (nulové dávky) – popisuje prahové účinky nebo čáru, mířící do počátku – popisuje bezprahové účinky.

Prahové účinky

Závislost na obrázku 20 má několik důležitých bodů. V oblasti před sigmoidou účinnost na dávce nezávisí až do dávky, kde se graf začne zvedat (NOEL). Závislost má práh, který odpovídá dávce, kdy naposled žádný jedinec nereaguje na podání látky (ED_0). Sigmoida se postupně zvedá až na hodnotu 100 % a dále je opět účinnost na dávce nezávislá – všichni jedinci již na dávku reagovali. Dávka, při které právě poprvé všichni jedinci reagují, je ED_{100} . Dávka, při které odpovídá 50 % jedinců ze souboru, je ED_{50} a při ideálním Gaussově rozložení to je inflexní bod symetrické křivky. Indexy ED_{25} , ED_{75} apod. nalezneme jako dávky pro odpovídající procento účinnosti (Tichý, 1998).

Další důležitý parametr sigmoidy je její strmost. Křivka účinnosti je různě strmá u jednotlivých látek i při různém způsobu aplikace. Sklon křivky je dán rozdílnou reakcí testovaných jedinců. Jestliže rozdíly v citlivosti jedinců jsou malé, sklon křivky je strmý, jestliže rozdíly jsou velké, sklon křivky je plochý (viz obrázek 20). Sklon křivky je tedy odrazem genetické variability organismu v daném znaku – v citlivosti na zkoumanou látku. To má zásadní vliv i z hlediska vzniku rezistence (Výzkumný ústav rostlinné výroby, online). Velkou strmost má obvykle závislost akutní toxicity silně toxických sloučenin, zatímco strmost závislosti specifické toxicity v chronickém režimu je mírná. Na strmosti křivky je závislá standardní chyba toxického indexu (např. ED_{50}) (Tichý, 1998).



Obrázek 20: Vztah dávky a sledovaného účinku v normálním (vlevo) a logaritmickém vyjádření (vpravo).

Pro posouzení nebezpečnosti dané látky pro účely modelování následků na lidi jsou klíčové ty kritické hodnoty koncentrací (dávky), které podávají specifickou informaci, se kterou je možno dále pracovat (např. v probitové analýze – viz druhý díl knihy, kapitola 4.2.3). V tomto ohledu se jedná o:

- LC₅₀ (Lethal Concentration) – koncentrace látky, pro kterou se předpokládá, že způsobí v daném časovém intervalu smrt u 50 % jedinců zvířat vystavených účinkům látky po určitou dobu (obvykle 10 nebo 30 minut).
- LD₅₀ (Lethal Dose) – dávka, u které se předpokládá, že způsobí v daném časovém intervalu smrt u 50 % jedinců zvířat vystavených účinkům látky.
- NOEL (No Observed Effect Level) – nejvyšší koncentrace, při které ještě není pozorován žádný nežádoucí efekt.
- LOEL (Lowest Observed Effect Level) – nejnižší koncentrace, při které je již pozorován nežádoucí efekt.

Bezprahové účinky

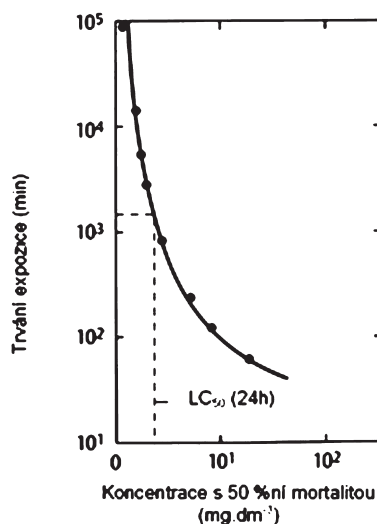
Jak již zaznělo výše, pro bezprahové účinky se předpokládá, že účinek se projeví už při velmi malých dávkách, což odpovídá stopovým koncentracím dané látky v prostředí, v němž se exponovaná skupina organismů nachází. V takovém případě je závislost lineární a matematicky protíná bod 0;0. Ovšem, jelikož analytické metody neumožňují stanovit jak stopové dávky, tak nepatrné účinnosti, nachází se v okolí tohoto bodu neznámá oblast, o kterou se vedou spory. Závislost může začínat v počátku nebo nemusí a může mít práh nepatrně odlišný od nuly.

Z teoretického hlediska mechanismů účinků i teorie samotného stanovení je to závažný problém. Z hlediska praktického to je ale zanedbatelné a nevýznamné.

Bezprahovou závislost mají prakticky všechny chemické látky s pozdním účinkem, tj. karcinogeny a mutageny. Protože jde pro lidstvo o nejzákeřnější účinky, z etických důvodů se předpokládá, že závislost je bezprahová. Předpokládá se tedy, že již jediná molekula vyvolá účinek. To je důvod pro zákaz jakéhokoliv množství látek s pozdními účinky v prostředí (Tichý, 1998).

Závislost velikosti účinku na čase

Na obrázku 21 je znázorněn obecný vztah hodnoty LC_{50} a doby expozice, který demonstruje empirickou skutečnost, že velikost účinku (v tomto případě vyjádřený pomocí LC_{50} , ale vyjádřit jej lze i pomocí LD_{50}) se od okamžiku zahájení expozice v čase mění. Znamená to tedy, že čím bude koncentrace toxické látky vyšší, tím rychleji budou vyvolány sledované účinky u 50 % jedinců z exponované skupiny (v tomto případě jejich smrt). A naopak platí, že čím menší bude koncentrace látky, tím pomaleji budou exponovaní jedinci reagovat, tedy že stejný efekt bude vyvolán až po mnohem delší expozici. Tato skutečnost odráží zejména nebezpečnost nízkých koncentrací toxických látek v životním prostředí, které však působí na organismy po dlouhou dobu.



Obrázek 21: Vzájemný vztah koncentrace látky a doby expozice (uvedená křivka spojuje body, při kterých zemřelo 50 % exponovaných jedinců).

1.8.3 Klasifikace toxicity

Toxické látky jsou konvenčně děleny do kategorií podle různých kritérií nebezpečnosti. Podle Světové zdravotnické organizace se látky klasifikují do šesti tříd podle hodnoty LD₅₀ pro akutní toxicitu po orálním podání potkanovi v miligramech na kilogram váhy potkana (viz tabulka 16).

Tabulka 16: Třídy toxicity chemických látek podle WHO.

Chemická látka	LD ₅₀ (mg látky na 1 kg váhy potkana)	Příklad
Supertoxická	méně než 5	fluorocyan tetrachlorodibenzodioxin
Extrémně toxická	5 až 50	tetraethylolovo akrolein
Vysoce toxická	50 až 500	fluorid sodný hydrochinon
Středně toxická	500 až 5000	síran zinečnatý diethylether
Málo toxická	5000 až 15000	oxid tanatální aceton
Netoxická	více jak 15000	chlorid sodný ethanol

Většina toxických nekarcinogenních látek má prahové (deterministické) účinky, takže nežádoucí efekt nastává až po dosažení určité dávky. V tomto směru se ale často podceňuje skutečnost, že při dlouhodobé expozici nebezpečným látkám a při minimální exkreci dochází k jejich kumulaci v organismu a z čistě matematického hlediska (viz rovnice 1-1) tak obdržaná dávka postupně roste. V takových případech mohou být velice nebezpečné i expozice nízkým koncentracím (např. v pracovním prostředí). Studium těchto pozdních neboli chronických účinků není jednoduché, neboť řada látek je pomalu metabolizována a vylučována z organismu. Pozdní účinky intoxikace se proto hodnotí pomocí dlouhodobějších expozic vzhledem k působení škodlivé látky. Nejčastěji se rozlišují tři druhy dlouhodobějších následků: **subakutní** (po déle než 28 dnech expozice), **subchronické** (po déle než 90 dnech expozice) a **chronické** (po déle než 1 roce expozice). V takovém případě se nehodnotí smrtelnost, ale specifické účinky na zdraví organismu (ED₅₀). Hodnota ED₅₀ se stanovuje pomocí laboratorních pokusů, kdy se daná látka (v daném množství) podává pokusným zvířatům denně a v průběhu prováděných pokusů se sleduje jejich chování, hodnotí se fyziologické funkce a souběžně se kontrolují také biochemické pochody v organismu včetně hodnocení vlivu například na krevní obraz. Nejzávažnějším kritériem pro zhodnocení těchto pokusů je pak pitva usmrceného zvířete a makroskopické a mikroskopické zjištění patologických změn jeho orgánů. Účelem je najít tzv. cílový orgán, který byl vlivem toxické látky nejvíce postižen (Večeřa a kol., 1990).

Aby mohly být tyto výsledky využity pro hodnocení expozice u lidí, je nutné je vhodným způsobem extrapolovat¹⁵. Diskuse, jak hodnotit nebezpečnost látek pro zdraví člověka, se ale vede již dlouhá desetiletí. Každá extrapolace pro člověka musí zvažovat mezidruhové rozdíly (např. pro oxid arsenitý je LD₅₀ (orálně potkan) 20 mg.kg⁻¹, pro člověka je to 1,4 mg.kg⁻¹) (Tichý, 1998). Důležitost hodnot vztažených na člověka je zřejmá a v praktické rovině jsou využívány k upřesnění některých expozičních limitních hodnot, jako je například PEL.

Mnohé chemické látky mají také schopnost vyvolat zhoubný nádor neboli rakovinu. Proces, který ke vzniku rakoviny vede, je poměrně složitý a zatím není zcela prozkoumán. Z praktického hlediska je důležité, že Mezinárodní agentura pro výzkum rakoviny (IARC) se sídlem v Lyonu zavedla třídění chemických látek do 4 skupin podle jejich vztahu ke karcinogenitě.

- 1. skupina – látky pro člověka karcinogenní.

Do této skupiny je zatím zařazeno několik desítek látek, jejich skupin nebo výrobních procesů, u kterých epidemiologické studie jednoznačně prokázaly, že u člověka vystaveného jejich působení dochází ke vzniku rakoviny. Mezi karcinogenní látky patří např. aflatoxiny, arzen a jeho sloučeniny, šestimocný chrom a jeho sloučeniny, tabákový kouř a další. Mezi karcinogenní výrobní procesy patří třeba výroba hliníku, zplyňování uhlí nebo výroba koksu.

- 2. skupina – látky podezřelé z karcinogenity.

V této skupině jsou látky, u kterých se prokázala karcinogenita při pokusech na zvířatech nebo při jiných testech. Patří sem například kadmium, formaldehyd, polychlorované bifenylly (PCB), chloroform, tetrachlormetan, dichlormetan, styren či dříve populární umělé sladidlo sacharin.

- 3. skupina – látky doposud nezařazené.

Tuto skupinu tvoří látky, které doposud nebyly zařazeny odborníky ani do jedné z výše uvedených skupin. Jde tedy o látky, u nichž nemůže moderní věda doposud jednoznačně

¹⁵ Přenášení výsledků na člověka, které byly získány pokusy na zvířatech, je velice obtížné. Aby se pokud možno překlenula bariéra daná rozdílností druhů, provádí se testování na rozličných druzích zvířat. Jsou to zpravidla tři druhy, z nichž jeden nesmí být hlodavec – zejména kvůli odlišnému mechanismu biotransformace, biokinetiky, úrovně nervové soustavy apod.

říci, že jsou ani, že nejsou karcinogenní. Bohužel sem patří drtivá většina všech známých látek na světě, kterých jsou miliony.

- 4. skupina – látky pravděpodobně nekarcinogenní.

Do této skupiny může být zařazena jen látka, u které je důkaz nepřítomnosti karcinogenity u člověka i u zvířat, např. kaprolaktam.

S ohledem na své toxické vlastnosti mohou být pro člověka velmi nebezpečné i pesticidy. Světová zdravotnická organizace tyto látky třídí podle nebezpečnosti taktéž do čtyř kategorií nazývaných třídy nebezpečnosti. Uvedená klasifikace je postavena na výsledcích expozičních testů na laboratorních potkanech (pro perorální a dermální cestu vstupu látky do organismu) a vyjádření LD₅₀ (v miligramech látky na kilogram tělesné hmotnosti). Jednotlivé třídy jsou vedeny v tabulce 17.

Tabulka 17: Jednotlivé třídy nebezpečnosti.

Třída	Vyjádření nebezpečnosti	LD ₅₀ (mg látky na 1 kg tělesné hmotnosti potkana)	
		perorálně / perkutánně	pevné látky / kapaliny
1a	extrémně nebezpečné	5 / 20	10 / 40
1b	vysoce nebezpečné		
2	středně nebezpečné		
3	málo nebezpečné	nad 501 / 2001	nad 1001 / 4000

1.8.4 Biochemické procesy spojené s interakcí toxických látek s organismem

Interakce s biomakromolekulami

Biomakromolekuly jsou definované chemické sloučeniny nebo jejich komplexy, které jsou stavebními a regulačními prvky každého biologického objektu. Jsou to např. polysacharidy, lipidy, proteiny, nukleové kyseliny a jimi vytvářené komplexy, jako např. biologické membrány, enzymy, iontové kanály, receptory, cytoskelet apod. Všechny tyto látky a jimi tvořené struktury jsou samou podstatou každého živého organismu a zajišťují jeho integritu a funkčnost. Proto všechny chemické látky, které mohou s biomakromolekulami vstupovat do interakcí, které mění jejich chemické, fyzikální a biologické vlastnosti, mohou působit na organismus nepříznivě

(toxicky). Materiální podstata toxického účinku chemických látek spočívá právě v jejich interakci s různými biomakromolekulami, kterými se mění jejich biologické vlastnosti. To vede k narušení integrity a funkčnosti organismu a může vyústit až v jeho zničení. Takové biomakromolekuly, které jsou cílem pro interakci s některými toxickými látkami, bývají označovány jako cílové struktury (Patočka, 2005).

Interakce s enzymy

Enzymy jsou specifické biologické katalyzátory, které řídí v živých organismech metabolické pochody a podílí se na regulaci a vzájemné koordinaci životně důležitých funkcí. Enzymy jsou ve své podstatě proteiny, které jsou schopny snižovat aktivační energii některých chemických reakcí a tím je urychlit. Děje se tak složitými mechanismy na komplikovaných površích enzymů, které vytvářejí vhodné prostředí pro zdárný průběh chemických reakcí, které jsou součástí metabolismu. Významným místem každého enzymu je tzv. katalytické centrum, místo, kde dochází k navázání chemické látky (substrátu) a její přeměně na látku jinou (produkt). Dnes je známo několik tisíc enzymů a každý organismus má své specifické enzymy, které se podílí na jeho metabolických procesech. Protože produkty reakcí katalyzovaných enzymy se stávají substrátem pro jiné enzymy, jsou tyto biomakromolekuly velmi často spřaženy do složitých, autonomně pracujících a samovolně se řídících enzymových systémů.

Enzymovou aktivitu, tedy rychlost přeměny substrátu na produkt, je možno ovlivňovat (řídit) účinkem látek, tzv. enzymových efektorů, které se váží na katalytické centrum enzymu nebo na některá jiná vazebná místa (tzv. allosterická). Efektory mohou enzymovou reakci zpomalit (enzymové inhibitory) čili inhibovat, nebo naopak urychlit (enzymové aktivátory) čili aktivovat. Vazba efektorů na enzym může být reverzibilní či ireverzibilní, a efektorová molekula může či nemusí soutěžit se substrátem o vazebné místo (kompetitivní a nekompetitivní inhibitory). Pomocí efektorů lze významným způsobem ovlivňovat aktivitu enzymů a řídit tak biochemické reakce a jimi ovládané nebo řízené biologické funkce. Tímto způsobem je realizován farmakologický účinek řady léků a také toxický účinek mnoha chemických látek. Pokud působí nějaká látka jako inhibitor fyziologicky důležitého enzymu, lze očekávat, že bude silně toxická. Příkladem takového fyziologicky důležitého enzymu může být acetylcholinesteráza, bez níž by nemohl fungovat cholinergní nervový systém. Jeho mediátorem je neuromediátor acetylcholin, který je substrátem acetylcholinesterázy. Ta je lokalizovaná v oblasti nervových synapsí a nervosvalových zakončení (nervosvalových plotének), kde hraje klíčovou úlohu při přenosu nervového vzruchu. Jestliže je tento enzym inhibován, nemůže plnit svou fyziologickou úlohu, tedy hydrolyzovat a tím inaktivovat acetylcholin uvolňovaný na synapsích a nervosvalových zakončeních. Jeho hromaděním v těchto místech dochází k trvalému dráždění cholinergních receptorů a narušení

cholinergního přenosu, což se projeví řadou příznaků, jako je mióza, zvýšená sekrece žláz s vnější sekrecí, bronchospasmus, křeče a ochrnutí dýchacího svalstva. Ke smrti dochází v důsledku zástavy dýchání a selhání kardiovaskulárního systému. Takovými inhibitory acetylcholinesterázy jsou např. známé nervové plyny, toxické organofosfáty (tabun, sarin, soman, látka VX) vyvinuté jako látky vhodné pro chemické zbraně, četné organofosfáty a karbamáty používané jako insekticida (parathion, paraoxon, metathion) a také některé přirozeně se vyskytující jedy (toxiny). Společným mechanismem toxického účinku všech těchto látek je tedy inhibice acetylcholinesterázy v nervovém systému živočichů (Patočka, 2005).

Interakce s receptory

Receptory jsou biomakromolekuly, specializované na přenos informací pomocí signálních molekul. Jsou to proteinové struktury procházející napříč biologickými membránami s vazebnými místy a funkčními vztahy. Vztah chemické látky k nějakému receptoru je charakterizován dvěma pojmy – tzv. afinitou a vnitřní aktivitou. Afinita představuje určitý stupeň korespondence obou molekul umožňující tvorbu komplexu chemická látka-receptor. Pokud má chemická látka k určitému receptoru afinitu i vnitřní aktivitu a je schopna jej aktivovat, označujeme ji jako agonistu. Pokud má však pouze afinitu, ale nikoliv vnitřní aktivitu, není schopna receptor aktivovat, ale může bránit agonistovi v navázání na receptor a působí tak jako antagonist (Patočka, 2005).

Interakce s iontovými kanály

Iontové kanály jsou složité proteinové struktury, uložené uvnitř biologických membrán tak, že spojují vnější a vnitřní stranu membrány pomocí kanálku, kterým mohou procházet malé ionty (zejména Na^+ , K^+ , Ca^{2+}). Iontové kanály fungují jako jakési branky (gates), protože kanálky je možno uzavírat a regulovat tak průnik malých iontů z jedné strany biologické membrány na druhou stranu. Iontové kanály jsou tedy bezprostředně spojeny s ději odehrávajícími se na membránách, které souvisejí s přenosem signálů přes biomembrány. Hrají proto důležitou úlohu v řadě fyziologických procesů a zásah do jejich funkce je často spojen s jejich narušením. Jeden ze způsobů, jak funkci iontových kanálů ovlivnit, je vazba chemických látek (ligandů) na jejich vazebná místa. Pomocí takové vazby jsou kanály ovládnuty, tj. otevírány a zavírány. Mnoho toxických látek uplatňuje svůj negativní vliv na organismus právě přes iontové kanály tím, že obsadí jejich vazebná místa a kanál buď natrvalo otevře, anebo naopak natrvalo zavře.

Vysokou afinitu k některým iontovým kanálům mají zejména toxiny, přírodní jedovaté látky, které jsou např. součástí mnoha živočišných jedů. Ty interagují

zejména se sodíkovými (některé hadí jedy, jedy mořských sasenek, akonitin, brevetoxiny), s draslíkovými (jedy homolic, některých mořských ryb a štírů) nebo vápníkovými kanály (jedy některých pavouků, calciseptin, imperatorin A apod.). Právě vysoká afinita toxinů k iontovým kanálům je důvodem jejich extrémní jedovatosti.

Některé druhy proteinových toxinů jsou schopny vytvářet polymerní komplexy, které mohou být zabudovány do struktury biologické membrány a vytvořit v ní arteficiální kanál nebo pór, kterým může nekontrolovaně vstupovat vápník u mezicelulárního prostoru do buňky a způsobit tak její smrt. Takovým způsobem fungují např. některé peptidy nalezené v hmyzích jedech (vosa, včela). To je také častý mechanismus toxického účinku některých antibiotik na mikroorganismy (Patočka, 2005).

Interakce s cytoskeletem

Cytoskelet eukaryotických buněk je tvořen komplikovaným pletivem vláknitých proteinových struktur tří druhů: mikrofilamenty, intermediálními filamenty a mikrotubuly. Cytoskelet buňky není pevnou kostrou, nýbrž neobyčejně dynamickým útvarem, který je zodpovědný za její mechanické vlastnosti a podílí se na všech fyziologických pochodech odehrávajících se v každé živé buňce. Odpovídá za všechny druhy buněčného i vnitrobuněčného pohybu, dělení buněk, přesun organel v buňce, pohyb bičíků a řasinek, atd. Cytoskelet propojuje navzájem jednotlivé buněčné struktury a vytváří vysoce sofistikovaný prostor s velkým a neobyčejně diferencovaným povrchem, na němž dochází k interakci různých proteinů a signálních molekul. Cytoskelet je zcela nezbytný pro regulaci buněčných pochodů a zachování integrity buňky, čímž zajišťuje její životaschopnost (viabilitu). Dynamika cytoskeletárních změn je podmíněna vratnou a rychlou polymerizací základních proteinových subjednotek do podoby vláken. To je spojeno s neustálým zkracováním a prodlužováním vláken cytoskeletu. Nejvýznamnější složkou cytoskeletu jsou mikrotubuly.

Mikrotubuly se podílejí na všech procesech spojených s dělením buňky. Polymerace a s ní spojené prodlužování mikrotubulů je podmíněno navázáním GTP na heterodimer tubulinu. Vazebné místo pro GTP se nachází na α -subjednotce tubulinu. Prodlužování mikrotubulu se děje postupným navazováním heterodimeru α -tubulin/ β -tubulin na tzv. plus konec vlákna, které se šroubovicově stáčí a vždy 13 dimerů vytvoří jeden úplný závit. Při hydrolýze GTP za vzniku GDP dochází k zablokování dalšího růstu vlákna. Oddělováním dimeru z minus konce vlákna dochází k postupné depolymeraci a zkracování mikrotubulů. Stabilita mikrotubulů ve zdravé buňce je regulována proteiny nazývanými „microtubule-associated proteins“ (MAP), které kontrolují koncentrace Ca^{2+} v buňce. Látky, které se váží na mikrotubuly a brání jim v polymeraci či depolymeraci, mají cytotoxický

účinek a jsou označovány jako mitotické jedy, anti-tubulinové látky, nebo inhibitory mikrotubulů. Mnohé z těchto látek se nachází v různých přírodních zdrojích, mikroorganismech, rostlinách, mořských organismech apod. a jsou příčinou jejich vysoké toxicity. Jejich účinek na buňku je smrtící, ale cíleným zásahem mikrotubulárních inhibitorů do dělení nádorových buněk lze dosáhnout zastavení jejich dalšího růstu. Proto našly tyto látky praktické uplatnění v medicíně jako významná léčiva různých forem zhoubného bujení (např. paclitaxel, podofylotoxiny, apod.) a zájem o ně se neustále zvyšuje. V poslední době jsou z různých přírodních zdrojů izolovány a chemicky identifikovány stále nové inhibitory mikrotubulů, které by mohly posunout možnosti terapie zhoubných nádorů a které se stávají vzorem pro syntézu ještě účinnějších derivátů a analogů (Patočka, 2005).

Interakce s DNA

Do interakce s DNA mohou vstupovat některé chemické látky, které molekulu DNA modifikují takovým způsobem, že tato nemůže plnit svou fyziologickou úlohu spočívající v předávání genetické informace dalším buňkám při jejich dělení. Takové látky mohou zpomalit nebo zcela zabrzdit buněčné dělení a bývají nazývány cytostatika. Cytostatický účinek mohou mít např. některá silná alkylační či arylační činidla (např. yperit), která tím, že alkylují nukleotidové báze DNA, mohou způsobit chybné čtení tripletů při přepisu genetické informace z DNA na RNA a způsobit tak zánik některých buněk. Některé chemické látky s planární strukturou mohou být vmezeřeny do dvojité šroubovice DNA (interkalátory) a zabránit jejímu rozplétání, které je nezbytnou součástí buněčného dělení. Takovými látkami jsou např. některé mykotoxiny, jako např. aflatoxiny, některá antibiotika, např. actinomycin D, ethidium bromid a další látky. Mechanismus jejich toxického účinku je založen právě na tomto principu (Patočka, 2005).

1.8.5 Klinické projevy intoxikace

Způsob, jakým se projeví nepříznivé (toxické) účinky chemické látky na organismus, bývá označován jako klinické projevy intoxikace nebo klinický obraz intoxikace. Klinické příznaky se mohou rozvíjet rychle u akutní otravy při jednorázové či opakované expozici vysokými dávkami chemické látky nebo se mohou rozvíjet pomalu u chronické otravy, kdy je organismus vystaven dlouhodobé nebo opakované expozici malých dávek chemické látky. Pokud se látka v organismu nekumuluje a její exkrece nebo detoxikace je rychlejší než její přísun, nemůže dojít k nahromadění takového množství chemické látky, aby byl organismus jejím toxickým účinkem ohrožen. Pokud se ale látka nedetoxikuje a je extretována pomaleji než je její přísun do organismu nebo pokud se hromadí v určitých orgánech nebo částech organismu (např. lipofilní látky v tukových zásobách), může dosáhnout koncentrace, která bude mít toxický účinek (Patočka, 2005).

Při chronické intoxikaci se začínají projevovat toxické účinky chemické látky nebo jejich metabolitů tak, že postupně narůstá jejich koncentrace v tkáních, kde se kumulují a kde působí toxicky. Není tomu však tak ve všech případech. Z míst kumulace se mohou chemické látky také redistribuovat do jiných míst organismu a tam působit toxicky. Chronická intoxikace může být také výsledkem kumulace dvou či více chemických látek nebo jejich metabolitů a výsledný toxický účinek proto může být důsledkem sumace toxických účinků více látek. Poněvadž u řady chemických látek existuje výrazná orgánová toxicita, může se projevit jejich účinek zejména v těchto místech organismu, i když tomu tak nemusí být vždy. Mezi nejběžnější toxické projevy patří účinek na gastrointestinální trakt, kardiovaskulární systém, dýchací systém, játra a ledviny, imunitní systém a nervový systém. Orgánová toxicita nemusí být vždy omezena pouze na jeden orgán. Podobně jako může být cílem toxického působení chemické látky orgán, může jím být i biologický systém (Patočka, 2005).

Účinek na gastrointestinální trakt (GIT)

Gastrointestinální problémy spojené s bolestmi břicha, zvracením a průjmem jsou doprovodným jevem mnoha intoxikací, a to i takových, kdy GIT není místem specifického účinku těchto jedů. Protože však organismus velmi vysilují a dochází při nich k velkým ztrátám tekutin a minerálů, představují vážný problém zejména pro děti a starší osoby. Gastrotoxicita látky bývá velmi často pouze prvotním a většinou život neohrožujícím příznakem toxického účinku jedů, které později začnou působit na jiných místech organismu, které jsou pro jejich toxický a zejména letální účinek rozhodující. (Patočka, 2005).

Účinek na kardiovaskulární systém

Kardiovaskulární systém je místem specifického působení některých alkaloidů. Kardiotoxický účinek mají také mnohé peptidové toxiny hadů, kardiotoxiny mořských sasanek, toxické peptidy homolic apod. Jako kardiotoxiny fungují všechny látky, které narušují srdeční rytmus nebo nějakým způsobem zasahují do elektrické aktivity srdce. Kardiotoxický účinek vykazuje také řada léků, jako například chemoterapeutikum 5-fluorouracil, anthracyklinová antibiotika apod. (Patočka, 2005).

Účinek na dýchací systém

Dýchací systém bývá nejčastěji poškozen chemickými látkami s dusivým účinkem, jako jsou např. fosgen, difosgen či chlorpikrin, které patří do kategorie vojensky využitelných látek. Z jiných látek je to např. perfluorisobuten, látka vznikající při pyrolýze teflonu a jiných syntetických hmot na bázi perfluorethylenu. Tyto látky silně dráždí horní cesty dýchací, vyvolávají prudký kašel a způsobují plicní edém. Mnohé látky tohoto typu vyvolávají smrtelné intoxikace. Nepřímý účinek na dýchací systém vykazují všechny látky, které vyřazují z činnosti dýchací svalstvo (mezižeberní svaly, bránici) a způsobí periferní zástavu dechu (organofosfátové a karbamátové inhibitory cholinesteráz, svalová relaxancia) nebo tlumí dýchací centrum v mozku (morfin a jeho deriváty) (Patočka, 2005).

Účinek na játra a ledviny

Oba orgány bývají častým místem toxického účinku řady chemických látek. Hepatotoxický účinný je např. tetrachlormethan nebo polychlorované dibenzodioxiny a některé toxiny sinic a další. Nefrotoxické jsou např. anorganické sloučeniny olova, uranu a některých dalších kovů. Velmi často jsou postiženy oba orgány, jako např. u tetrachlormethanu, a toxický účinek se projeví i v jiných orgánech. Hepatotoxický účinek má řada léčiv, např. isoniazid, fenytoin a cetaminofen, které vyvolávají hepatocelulární nekrózu, steroidy, tetracykliny nebo valproát sodný, které způsobují steatózu anebo chlorpromazin, erythromycin či rifampicin, které způsobují cholestázu (Patočka, 2005).

Účinek na krev a krevtvorbu

Toxický účinek chemických látek na krevní oběh může mít řadu projevů. Toxicky působí všechny látky, zasahující do mechanismu srážení krve, ať už ve smyslu jejího snížení nebo zvýšení, toxicky působí látky zasahující do funkce hemoglobinu jako přenašeče kyslíku ve tkáních (kyanovodík, kyanidy), látky blokující krevtvorbu (lindan) apod. (Patočka, 2005).

Účinek na homeostázu vápníku

Protože vápník hraje významnou úlohu v regulaci mnoha nitrobuněčných procesů, je jeho koncentrace v buňce a vně buňky regulována složitými mechanismy, zaručujícími jeho homeostázu. Jakékoliv narušení homeostázy vápníku proto vede k selhání regulace biochemických pochodů buňky a jejímu poškození. Nekrotické změny v buňce jsou způsobeny zvýšenou hladinou vnitrobuněčného kalcia, které aktivuje některé enzymy (proteázy, nukleázy), které působí v buňce autodestrukčně. Tímto mechanismem toxického účinku se vyznačují některé ionty kovů, aldehydy a ketony, mnohé organohalogenové sloučeniny, např. halogenfenoly, apod. Homeostázu kalcia mohou narušit i látky, které vytváří s Ca^{2+} špatně rozpustné sloučeniny, jako např. kyselina šťavelová (oxalová) a látky, které se na tuto kyselinu v organismu metabolizují, jako je ethylenglykol (Patočka, 2005).

Účinek na tvorbu energie v buňce

Toxicky působí všechny látky, které ovlivňují produkci energetických zdrojů buňky, zejména ATP. protože produkce energie v buňce je vázána na mitochondrie, bývají tyto látky někdy označovány jako mitochondriální jedy. Jsou to např. látky zasahující do Krebsova cyklu, jako je např. kyselina fluoroctová a mnohé její deriváty, které se na ni mohou metabolizovat nebo kyselina fluorocitronová. Toxický účinek těchto látek může být způsoben rovněž jejich účinkem na iontové pumpy v mitochondriální membráně, desintegrací membrány, přerušením fosforylace apod. Jinými látkami tohoto typu jsou např. miserotoxin a kyselina 2-nitropropionová a pravděpodobně i některé další nitrotoxiny (Patočka, 2005).

Účinek na imunitní systém

Látkám, které působí specificky na imunitní systém, říkáme imunotoxiny. Takovými imunotoxiny jsou např. některé rostlinné proteiny. Jako imunotoxiny fungují mnohá alkylační nebo arylační činidla, např. sirné či dusíkaté yperity. Tyto látky alkylují proteiny a mění jejich imunologické vlastnosti natolik, že organismus je začíná vnímat jako cizorodé a začíná proti nim vytvářet protilátky. Imunotoxický účinek vykazují i látky využívané zejména jako tzv. imunosupresiva (např. cyklosporin A) ke snížení imunitní odpovědi při transplantacích. Nežádoucí imunotoxický účinek mají téměř všechna léčiva používaná v chemoterapii rakoviny (Patočka, 2005).

Účinek na nervový systém

Nervový systém je místem účinku velkého množství chemických látek, které označujeme jako neurotoxiny. Mezi nejznámější patří některé organofosforové sloučeniny ze skupiny tzv. nervových plynů, například sarin (O-isopropyl-methylfluorofosfonát) či soman (O-pinakolyl-methylfluorofosfonát), insekticidně

účinné organofosfáty a karbamáty, bicyklické fosfáty, velké množství rostlinných a živočišných toxinů, těžké kovy apod. Mechanismus účinku neurotoxicky účinných látek je neobyčejně pestrý. Některé neurotoxiny působí spíše na periferní nervový systém, jiné na centrální nervový systém (CNS), některé na obojí. Převážná většina z nich působí na nervových synapsích nebo nervově-svalových spojích (nervosvalových ploténkách) a může např. blokovat uvolňování neuromediátorů, inhibovat zpětné vychytávání neuromediátorů nebo jejich metabolitů, fungovat jako agonisté či antagonisté presynaptických nebo postsynaptických receptorů, vázat se na iontové kanály synaptických membrán, inhibovat enzymy podílející se na přenosu nervového vzruchu apod. Mohou ale také zasahovat do axonálního transportu či do myelinizace axonů jako např. triarylfosfáty a některá insekticida nebo mohou měnit elektrické nebo neurochemické vlastnosti neuronů. Jako příklad neurotoxinů působících na synapsích, v nichž jako mediátor nervového vzruchu funguje serotonin (5-hydroxytryptamin), můžeme uvést látky ze skupiny -fenylethylaminu, mezi nimiž nalezneme i látky zneužívané toxikomany, jako je např. extáze (Patočka, 2005).

1.8.6 Akutní a chronické otravy vznikající následkem profesionální expozice

Vnímání rizika otravy účinkem chemických látek zůstává stále na pokraji zájmu široké i odborné veřejnosti, přestože incidence intoxikací neustále narůstá a v současné době je odhadována na 10 % všech úmrtí ve středním věku. Z medicínského pohledu jsou nejčastějšími příčinami intoxikací, včetně smrtelných, zejména léky, mnohdy v kombinaci s alkoholem (analgetika a atipyretika, zejména paracetamol, tricyklická antidepresiva, benzodiazepiny, belladonové alkaloidy atropin a skopolamin, digitalisové alkaloidy, betablokátory, blokátory kalciových kanálů a návykové látky, jako jsou amfetaminy, extáze, heroin, opiáty, kokain, ale také halucinogeny), toxické plyny – zejména oxid uhelnatý, průmyslové jedy jako jsou kyanidy, soli těžkých kovů (arsen, železo, olovo, rtuť), ethylenglykol, kyselina fluorovodíková a její soli a deriváty, dusitany, organická rozpouštědla, organické sloučeniny fosforu, karbamáty, herbicida na bázi halogenovaných fenylctových kyselin a z přírodních látek rostlinné a živočišné jedy.

Přestože na následky toxických účinků chemických látek umírá každoročně nesrovnatelně více lidí než na následky ozáření účinkem radioaktivních látek, je strach z radioaktivity podstatně větší a u řady lidí má charakter radiofobie. Zdravotní rizika plynoucí z chemické toxicity látek jsou naopak většinou lidí podceňována nebo jsou chápána jako něco, co se jich týká jen nepřímo. Skutečnost, že jsme v zaměstnání, v domácnosti, ale i na dalších místech obklopeni velkým množstvím nejrůznějších chemických látek a výrobků z nich připravených, nás již nechává klidnými, přestože mnohé z nich představují skutečně vážná zdravotní rizika, zvláště pak, nejsou-li používány tak, jak je stanoveno výrobcem. Ukazuje

se, že velké riziko sebou nese používání chemických látek v pracovním životě, což u pracovníků vyvolává profesionální expozici¹⁶.

Akutní otravy

V současnosti představují akutní otravy způsobené nebezpečnými látkami jeden z nejzávažnějších problémů v rámci profesionální expozice na pracovištích. S objemem používání chemických látek a směsí je totiž stále více pracovníků vystaveno jejich působení. Velmi rizikové jsou pak nízké dávky nebezpečných látek, které však působí po dlouhou dobu. Kromě vlastního působení dané látky se lze často setkat také se synergickými účinky dalších faktorů prostředí působících současně, jakými jsou hluk, vibrace, záření či psychosociální faktory. Také působení vnějších rizik může působit s takovým efektem. Tyto vlivy jsou však ve většině případů zcela opomíjeny.

Americký výzkumný tým NORA klasifikoval nebezpečné situace do následujících skupin:

- Působení složitých (komplexních) směsí (například výfukové zplodiny).
- Působení látek nebo směsí s identifikovatelným složením.
- Působení nebezpečných látek nebo směsí spolu s dalšími rizikovými faktory.
- Působení specifických směsí vznikajících při daném pracovním procesu (např. prach z broušení, kovové páry ve slévárnách, uhelný prach v dolech apod.).

Proti všem těmto působením je nutné vždy přijmout specifická opatření, aby expozice pracovníků byla co nejmenší.

Chronické následky

Z hlediska chronických následků představují největší nebezpečí karcinogeny, mutageny a teratogeny, které představují pro lidské zdraví velkou hrozbu. Ukazuje se, že například jejich expozice z pracovního prostředí je mnohem větší, než se předpokládalo, takže v budoucnu budou muset být pro práci s nimi přijaty mnohem účinnější způsoby ochrany zdraví.

¹⁶ Profesionální expozice vede k akutnímu nebo chronickému poškození zdraví vlivem působení toxických látek při činnostech a na pracovištích, v nichž se tyto látky vyrábějí, zpracovávají, používají nebo se při výrobním procesu vyvíjejí, popř. se vyskytují jako vedlejší produkt.

Na konci 20. století bylo v Evropě každým rokem téměř 2,8 milionů nových případů onemocnění spojených s expozicí těmto látkám, přičemž každým rokem na rakovinu zemřelo 1,9 milionů lidí, což představuje druhou nejčastější příčinu úmrtí vůbec. Pro věkovou skupinu 45 až 64 let představuje v současnosti nárůst počtu onemocnění rakovinou o 45 až 50 %. Na začátku roku 1990 bylo v EU při výkonu práce vystaveno asi 32 milionů pracovníků působení karcinogenních látek. Nejčastěji však byla tato expozice způsobena kouřením. Na druhém místě pak byla expozice částicím silikátů, následovaly výfukové plyny, radon, dřevěný prach a benzen. Odhaduje se, že 35 až 45 tisíc úmrtí na rakovinu ročně je způsobeno profesionální expozicí na pracovišti. Smrt jednoho člověka na rakovinu vzniklou profesionální expozicí je v USA vyčíslena na průměrnou ztrátu 2,14 milionů USD; v Evropské unii se odhadují takto vzniklé celkové roční ztráty na 70 miliard USD. Podle francouzského Institutu de Veille sanitaire lze nejméně 4 % případů úmrtí na rakovinu ve Francii připsat jednoznačně na vrub profesionální expozici v zaměstnání. Je jednoznačné, že počet těchto případů stále narůstá a expozice karcinogenním látkám se stává velmi závažným problémem (Skřehot a Jansová, 2007).

Dokonalá znalost toxikologických vlastností nejrůznějších látek, zejména pak při jejich působení po dlouhou dobu, je klíčová pro jejich použití na pracovišti. Příkladem může být azbest či krystalický křemen, u kterých byly prokázány karcinogenní vlastnosti. Manuální práce s těmito materiály je buď omezována a nahrazována strojovou manipulací, anebo jsou pro práci s nimi přijímány mnohem důkladnější bezpečnostní opatření. Práce s azbestem některými dalšími karcinogeny je pak podle legislativy zakázána zcela (viz zákon č. 309/2006 Sb. v platném znění). Ovšem některé materiály, mezi které patří i křemen a ostatní silikáty, jsou pro společnost nezbytné, a proto práci s nimi nelze zakázat. V takových případech proto musejí nastoupit taková preventivní bezpečnostní opatření, která sníží míru rizika na přijatelnou mez, tj. na takovou mez, která je ještě ekonomicky rentabilní a společensky přijatelná. Kromě toho zmíněná opatření musejí být zohledněna i při samotném návrhu pracovních strojů, což opět výrazným způsobem vede ke snížení celkového rizika. Validní odhad rizika a navržení účinných bezpečnostních opatření lze provést ale pouze na základě dokonalé znalosti toxikologických vlastností látek a jejich expozice na pracovišti (Skřehot a Jansová, 2007).

Postup při intoxikaci

Otravy lze zjednodušeně klasifikovat podle tíže příznaků na latentní, lehké, střední, těžké a smrtelné. Latentní a lehké intoxikace se zpravidla obejdou bez lékařského ošetření, ale všechny ostatní intoxikace patří do rukou lékaře. Cílem terapie intoxikací je co nejrychleji přerušit účinek jedu a udržet fyziologické funkce životně důležitých orgánů. Pro minimalizaci toxického účinku chemické látky je nutné co nerychleji přerušit její kontakt s organismem. Toho lze dosáhnout například rychlým opuštěním prostoru zamořeného jedovatým plynem či párami,

odstraněním látky z povrchu kůže, event. odmořením kůže, vypláchnutím oka proudem vody apod. Pokud již látka pronikla do organismu, je potřebné zvolit vhodný postup pro její co nejrychlejší a co nejúplnější eliminaci.

Úspěšná terapie akutních intoxikací chemickými látkami se musí opírat o dobrou znalost jejich farmakologie a toxikologie, a je proto velmi důležité co nejrychleji zjistit, jakou látkou byl člověk intoxikován. Vzhledem k obrovské variabilitě možných intoxikací je nutné získat co nejrychleji všechny dostupné a toxikologicky významné informace o chemické látce či chemickém složení výrobku, který intoxikaci způsobil. Vždy platí, že těžké intoxikace je nutno soustředit na specializovaných odděleních nemocnic, kde je možno poskytnout pacientům neodkladnou péči, dlouhodobě udržovat vitální funkce, trvale je monitorovat a v případě potřeby zajistit resuscitaci (Patočka, 2005).

1.9 Zdroje informací o vlastnostech chemických látek a výrobků

1.9.1 Bezpečnostní listy výrobků uváděných na trh

Bezpečnostní list (anglicky Material Safety Data Sheets – MSDS) je soubor informací (bezpečnostních, ekologických, toxikologických, právních...) pro nakládání s nebezpečnými látkami/přípravky. V Evropě a v mnoha dalších zemích musí být takové listy poskytovány osobou uvádějící látku/přípravek do oběhu, dovozcem a výrobcem pro látku nebo přípravky, které obsahují nebezpečné složky v míře, která překračuje legislativně stanovený limit. Zpravidla bývají ale bezpečnostní listy zhotoveny pro všechny chemické a biologické produkty, aby byl odběratel těchto produktů informován i o tom, že produkt není klasifikován jako nebezpečný.

Struktura bezpečnostního listu je podle nové legislativy (viz nařízení REACH) následující:

- Kapitola 1: Identifikace látky / přípravku a společnosti / podniku.
- Kapitola 2: Identifikace nebezpečnosti.
- Kapitola 3: Složení / informace o složkách.
- Kapitola 4: Pokyny pro první pomoc.
- Kapitola 5: Opatření pro hašení požáru.
- Kapitola 6: Opatření v případě náhodného úniku.

- Kapitola 7: Zacházení a skladování.
- Kapitola 8: Omezení expozice / osobní ochranné prostředky.
- Kapitola 9: Fyzikální a chemické vlastnosti.
- Kapitola 10: Stálost a reaktivita.
- Kapitola 11: Toxikologické informace.
- Kapitola 12: Ekologické informace.
- Kapitola 13: Pokyny pro odstraňování.
- Kapitola 14: Informace pro přepravu.
- Kapitola 15: Informace o předpisech.
- Kapitola 16: Další informace.

Mezi toxikologickými informacemi musejí být uvedeny všechny možné účinky dané látky, které jsou s ohledem na současnou úroveň poznání známé. Jedná se zejména o informace o:

- toxikokinetice, metabolismu a distribuci dané látky,
- akutních účincích (o akutní toxicitě, dráždivosti a žíravosti),
- možné senzibilizaci,
- toxicitě po opakovaných expozicích (dávkách),
- možných karcinogenních a mutagenních účincích a o možné reprodukční toxicitě dané látky.

Na internetu lze nalézt mnoho užitečných odkazů na kvalitně zpracované bezpečnostní listy a také na online databáze MSDS. Níže je uveden přehled některých z nich.

- <http://www.epa.gov/chemfact/> (provozovatel: U.S. EPA).
- <http://www.msdssearch.com/DBLinkSN.htm> (provozovatel: MSDS-SEARCH).

- <http://ccinfoweb.ccohs.ca/msds/search.html> (provozovatel: Canadian Centre for Occupational Health and Safety).
- http://www.ohsah.bc.ca/EN/search_msds/search_msds_database/ (provozovatel: Occupational Health & Safety Agency for Healthcare in British Columbia).
- <http://ull.chemistry.uakron.edu/erd/> (provozovatel: University of Akron).
- <http://www.chemdb.com/msds.htm> (provozovatel: ChemDB.com – na této stránce je uveden seznam odkazů na různé databáze bezpečnostních listů).
- <http://www.cdms.net/LabelsMsds/LMDefault.aspx?t> (provozovatel: Crop Data Management Systems – tato stránka umožňuje vyhledávání bezpečnostních listů různých komerčních výrobků podle názvu jejich výrobců).

Všechny výše uvedené odkazy jsou pouze na zahraniční zdroje, protože na českých webových stránkách neexistuje žádná volně dostupná široká databáze bezpečnostních listů. Volně dostupná je pouze „Databáze bezpečnostních listů“ (<http://www.phytosanitary.org/dbl/>), která obsahuje bezpečnostní listy dezinfekčních, dezinfekčních a deratizačních prostředků (provozovatel: Vědecký výbor fyto-sanitární a životního prostředí). Tato databáze je však úzce zaměřena a nenabízí informace o širším spektru výrobků. Lze ji však využít pro dohledání potřebných informací o uvedených skupinách výrobků široce užívaných ve zdravotnictví, zemědělství, průmyslu ale i domácnosti, které mohou být velmi nebezpečné. Bezpečnostní listy chemických látek, přípravků a nejrůznějších výrobků s obsahem nebezpečných chemických látek jsou na českém webu dostupné pouze na internetových stránkách jejich výrobců.

1.9.2 Všeobecné informace o vlastnostech chemických látek

Všeobecné informace o chemických látkách jsou velmi důležité nejen jako vstupy do modelovacích software, ale také jako podpůrná data sloužící ke stanovení bezpečnostních pracovních postupů a pravidel pro vhodný havarijný zásah. Na stránkách společnosti ChemDB.com (<http://www.chemdb.com/index.htm>) lze nalézt množství odkazů na volně dostupné informační zdroje. Stránka nabízí tyto kategorie chemických informací, které jsou doplněny o aktivní linky na další webové stránky:

- Search by Structure – online searchable databases.

- Spectral Databases – spectra data.
- Download – databases available for download.
- Online Calculations – interactive services, calculations and predictions.
- MSDS – materiál data sheets databases.
- Reference – chemistry reference, glossaries, books.
- Toxicology and Chemical Hazards – toxikology profiles, chemical health hazards, hazardous substances.
- Database Software – software for database management.
- Training and Tutorials – training and tutorials.
- Chemical Structure Formats – digital formats and software for structure storage.
- Safety and Storage – chemical safety, storage, labeling.
- Physico-chemical Properties – databases and prediction of LogP, LogD, solubility and absorption.
- Web Links – link directories, portals, news.
- Biological Activity – databases and predication of biological activity.

1.9.3 Vybrané softwarové databáze chemických látek

CAMEO Chemicals

Americké vládní instituce NOAA, U.S. EPA a U.S. Coast Guard's Research and Development Center společně vyvinuli databázový program CAMEO Software Suite, který se skládá ze čtyř aplikací, které zahrnují několik modulů. Jedná se o:

- Computer-Aided Management of Emergency Operations (CAMEO).
- CAMEO Chemicals.

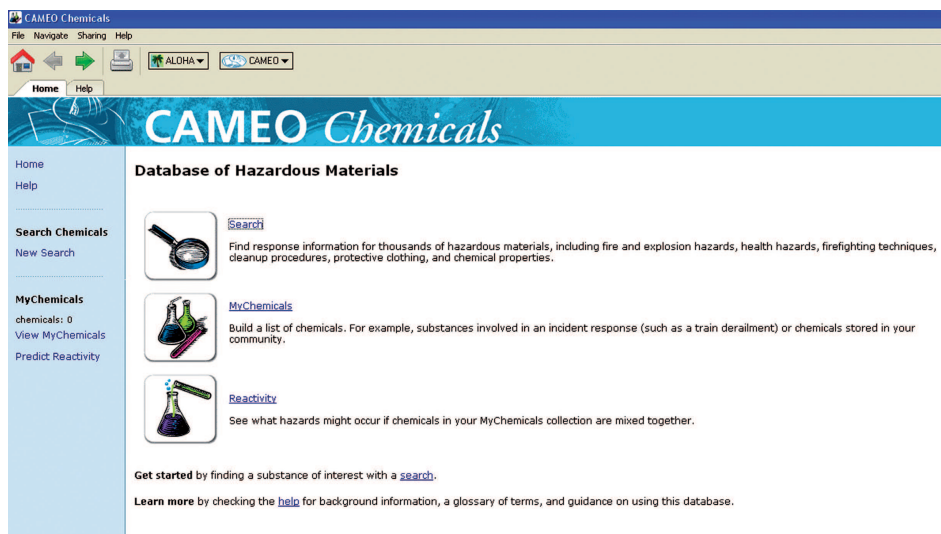
- Areal Locations of Hazardous Atmospheres (ALOHA).
- MARPLOT.

Všechny tyto aplikace jsou vzájemně softwarově propojené a umožňují získávat širokou škálu potřebných informací pro účely havarijního zásahu v případě mimořádných událostí spojených s úniky nebezpečných chemických látek. Základní informace o chemických látkách a jejich vlastnostech nalezneme v aplikaci CAMEO Chemicals. Ta obsahuje databázi více než 6000 chemických látek, včetně jejich synonymů a triviálních názvů a také názvů výrobků, ve kterých jsou příslušné nebezpečné chemické látky obsaženy (je jich celkem 80 tisíc). V roce 2008 byla uvedena nová verze 2.0, která je dostupná ve dvou základních modifikacích – jako online databáze dostupná z internetu, nebo jako offline verze, kterou je možno stáhnout si do počítače. Obě verze jsou ve formátu html (U.S. EPA, online).

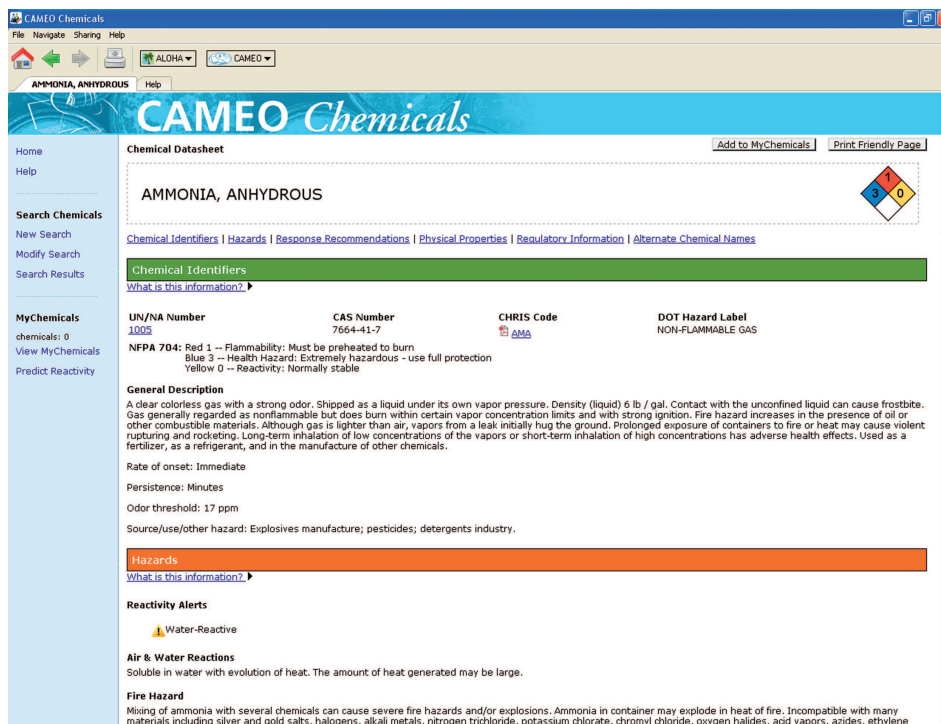
Databáze CAMEO Chemicals je strukturovaná do těchto hlavních informačních bloků:

- Chemical Identifiers (identifikace dané látky).
- Hazards (informace o nebezpečných vlastnostech, včetně značení).
- Response Recommendations (informace o nejvhodnějším havarijním zásahu, o poskytnutí první pomoci, upozornění a výstrahy čeho se vyvarovat apod.).
- Physical Properties (fyzikální a fyzikálně-chemické vlastnosti dané látky).
- Regulatory Information (informace od složek státního dozoru, inspekcí, informace, kde a v jaké podobě se můžeme s danou látkou také setkat apod.).
- Alternate Chemical Names (seznam synonym názvů).

Program CAMEO Chemicals je volně dostupný na internetu z adresy <http://www.epa.gov/OEM/content/cameo/request.htm>.



Obrázek 22: Hlavní stránka databáze CAMEO Chemicals.



Obrázek 23: Výstupy z databáze CAMEO Chemicals.

MEDIS-ALARM

Databáze MEDIS-ALARM obsahuje podrobné údaje o klasifikaci a vlastnostech více než 8700 nebezpečných látek. Zařazeny jsou informace o všech látkách ze „Seznamu závazně klasifikovaných nebezpečných chemických látek“ podle vyhlášky č. 369/2005 Sb., včetně ropných produktů a derivátů v tomto seznamu uvedených. Uvedena je jejich klasifikace podle předpisů pro přepravu nebezpečných látek. Tento seznam je doplněn o látky, které jsou vyjmenovány a klasifikovány jako nebezpečné podle předpisů ADR/RID, a to ve verzi 2007, včetně informace o doporučených obalech (Medistyl, online). Podoba výstupů, které databáze MEDIS-ALARM nabízí, je uvedena na obrázcích 24 a 25). Program MEDIS-ALARM je licencovaný produkt, který není volně k dispozici.

The screenshot displays a detailed record for a chemical substance in the MEDIS-ALARM database. The interface is in Greek. Key information includes:

- UN Number:** 1002
- RID Code:** 308
- ADR Code:** H302
- Hazard Symbols:** Two hazard symbols are shown: a flame (H302) and a health hazard (H332).
- Classification:** The substance is classified as H302 (Harmful) and H332 (Irritant to the respiratory system).
- Regulatory References:** The record includes references to various regulations, such as the UN Model Regulations (1002-001-00-2), RID (331-032-3), and ADR (308-41-3).
- Additional Information:** The interface also shows the substance's name in Greek, its hazard class (3.2), and other relevant codes.

Obrázek 24: Podoba informací o vybrané nebezpečné chemické látce v databázi MEDIS-ALARM.

Medis-Alarm Demo - Databáze není aktuální!

Kapitoly Léčka Oblíbené Pomoc

F1 F2 F3 F4 F5 F6 F7

Vysvětlivky F6

Hlavní název

R.věty S.věty Hledej

AMONIAK ; bezvodý
TOXICITA

Ekotoxicita

typ testu	organismus	dávka	doba působení	poznámky	orig. citace
LD50	vodní organismy	10-1 mg/l	96 hod.		Lit. 264
mez působení(účinku)	sladkovodní ryby - pstruh (Salmo)	0,3 mg/l			Lit. 125
LD50	sladkovodní korýši - hrotnatka velká (Daphnia magna)	60 mg/l	25 hod.		Lit. 37
LD50	sladkovodní korýši - hrotnatka velká (Daphnia magna)	20 mg/l	100 hod.		Lit. 37

Pro vodu nebezpečná kapalina, třída nebezpečnosti pro vodu 2, číslo toxicity pro ryby 5,8, savce 3 (Lit. 282).

Seznam literatury viz [CIT](#)

Obrázek 25: Informace o ekotoxicitě vybrané látky.

TerEx

TerEx je nástroj určený pro rychlý odhad následků havárií a teroristických nebo vojenských útoků. Jeho součástí je i databáze chemických látek, která je přehledně strukturována a obsahuje řadu informací, které se v jiných databázích jen těžko hledají (například toxikologické hodnoty pro bojové látky apod.). Jelikož je program určený pro použití v terénu, je práce s ním v maximální možné míře zjednodušena a také poskytované informace jsou stručně prezentovány (viz obrázek 26). Určitou výhodou programu je, že je aktivním linkem propojen na toxikologickou databázi chemických látek NIOSH, takže v nutném případě lze dohledat i další doplňující informace. Stejně jako program MEDIS-ALARM je i TerEx licencovaným komerčním produktem, který není volně k dispozici.

TerEx / NBC Expert - Vlastnosti látky

Látka: **1-Hepten**
 Skupenství: **Kapalina**

$\text{CH}_2=\text{CH}(\text{CH}_2)_4\text{CH}_3$

Vzorec UN **2370**

Parametry látky

Základní parametry Havarijní a toxické vlastnosti Havarijní modely Fyzikální vlastnosti Popis vlastností

Chemický název a synonyma

1-Hepten
 Pentylethylen, Heptylen

Kódy

33	Kemler	lehce hořlavá kapalina (bod vzplanutí pod 23 °C)
2370	UN	592-76-7 CAS
3YE	Hazchem	PĚNA, OHRADIT, DÝCHACÍ PŘÍSTROJ, ZVÁŽIT EVAKUACI

R-věty

11-36/37/38-65	Vysoce hořlavý. Dráždí oči, dýchací orgány a kůži. Zdraví škodlivý: při požití může vyvolat poškození plic.
----------------	---

S-věty

16-26-36-62	Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení - Zákaz kouření. Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.
-------------	---

Nebezpečnost

Symbole: F, Xn
 Teplotní třída: T3
 Skupina výbušnosti:

ERG 2004

Obrázek 26: Výstupy z databáze chemických látek v programu TerEx a jejich struktura.

1.9.4 NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards

Databáze NIOSH představuje příruční databázi toxikologických vlastností vybraných nebezpečných chemických látek, uvádějící ve strukturované podobě hlavní informace z oblasti průmyslové hygieny a toxikologie. Je určen odborníkům z praxe, zaměstnavatelům, ale také pracovníkům, kteří mohou být vystaveni působení nebezpečných chemických látek. Obsahuje informace o 677 chemických látkách, přičemž příslušná data jsou zpracována ve zkrácené tabulkové formě v podobě karty o velikosti A5 (viz obrázek 27). U všech vybraných látek byly Národním institutem pro bezpečnost práce a ochranu zdraví (NIOSH) stanoveny limitní expozice (RELs), a to i s přípustným expozičním limitem (PELs) tak, jak jej uvádí Úřad pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci (OSHA) v dokumentu 29 CFR 1910.1000 – 1052.

Na základě ustanovení nařízení Occupational Safety and Health Act z roku 1970 (29 USC Chapter 15) a nařízení Federal Mine Safety and Health Act z roku 1977 (30 USC Chapter 22) NIOSH vyvíjí a pravidelně reviduje hodnoty limitní expozice (RELs) nebezpečným látkám nebo podmínkám na pracovišti. NIOSH také doporučuje vhodná preventivní opatření ke snižování nebo odstraňování nepříznivých účinků na lidské zdraví a ke snižování příslušných pracovních rizik. Aby mohl NIOSH definovat tato doporučení, musí být vyhodnoceny veškeré známé a dostupné lékařské, biologické, inženýrské, chemické, výrobní a další informace, které mohou být využity pro určení všech příslušných chemických ohrožení. Tato doporučení jsou následně zveřejněna a prostřednictvím OSHA a Mine Safety and Health Administration (MSHA) využita pro normotvorbu a vydávání závazných limitů a legislativních nařízení.

Bulletiny CIB jsou vydávány proto, aby byly šířeny nejnovější vědecké poznatky o rizicích spojených s výkonem příslušných prací. Tímto způsobem mohou být prostřednictvím CIB pracovníci upozorněni na dosud neznámá nebezpečí ještě dříve, než je k této problematice vydán legislativní předpis.

Výstrahy a informace ve věstnících a zprávách jako např. Special Hazard Reviews, Occupational Hazard Assessments a Technical Guidelines upozorňují na specifická nebezpečí a rizika spojená s výkonem příslušných prací, čímž podporují a doplňují aktivity prováděné NIOSH pro prevenci rizik. Jejich účelem je ohodnotit příslušná nebezpečí a možné poškození zdraví, která mohou být spojena s danou chemickou agens a podat doporučení pro provádění účinné kontroly inspekčních složek. Zmíněné dokumenty také napomáhají úřadům OSHA a MSHA ve vydávání příslušných předpisů k BOZP. Ke zmíněným publikacím NIOSH také pravidelně předkládá stanoviska určená pro jednání nejrůznějších odborných výborů i pro rozhodování samotných OSHA a MSHA. Doporučení vydaná v roce 1992 jsou dostupná v jednotlivých přehledech „NIOSH Recommendations for Occupational Safety and Health: Compendium of Policy Documents and Statements“ [DHHS (NIOSH) Publication No. 92-100] (http://www.cdc.gov/niosh/92_100.html). Novější doporučení jsou k dispozici na webové stránce (<http://www.cdc.gov/niosh>).

Všechny tyto informační zdroje byly postupně zapracovány právě do databáze NIOSH, která tak v současnosti představuje patrně nejlepší volně dostupný zdroj toxikologických informací o nebezpečných chemických látkách. V příloze P-5 na konci knihy je uveden překlad zkratk uváděných v databázi NIOSH a přiložen také návod na správnou interpretaci zde uváděných informací.

Ammonia	Formula: NH ₃	CAS#: 7664-41-7	RTECS#: BO0875000	IDLH: 300 ppm
Conversion: 1 ppm = 0.70 mg/m ³		DOT: 1005 125 (anhydrous); 2672 154 (10-35% solution); 2073 125 (>35-50% solution); 1005 125 (>50% solution)		
Synonyms/Trade Names: Anhydrous ammonia, Aqua ammonia, Aqueous ammonia [Note: Often used in an aqueous solution.]				
Exposure Limits: NIOSH REL: TWA 25 ppm (18 mg/m ³) ST 35 ppm (27 mg/m ³)		OSHA PEL†: TWA 50 ppm (35 mg/m ³)		Measurement Methods (see Table 1): NIOSH 3800, 6015, 6016 OSHA ID188
Physical Description: Colorless gas with a pungent, suffocating odor. [Note: Shipped as a liquefied compressed gas. Easily liquefied under pressure.]				
Chemical & Physical Properties: MW: 17.0 BP: -28°F Sol: 34% Fl.P: NA (Gas) IP: 10.18 eV RGasD: 0.60 VP: 8.5 atm FRZ: -108°F UEL: 28% LEL: 15%	Personal Protection/Sanitation (see Table 2): Skin: Prevent skin contact Eyes: Prevent eye contact Wash skin: When contam (solution) Remove: When wet or contam (solution) Change: N.R. Provide: Eyewash (>10%) Quick drench (>10%)		Respirator Recommendations (see Tables 3 and 4): NIOSH 250 ppm: CcrS*/Sa* 300 ppm: Sa: Cf*/PaprS*/CcrFS/ GmFS/ScbaF/SaF §: ScbaF: Pd, Pp/SaF: Pd, Pp: AScba Escape: GmFS/ScbaE	
[Note: Although NH ₃ does not meet the DOT definition of a Flammable Gas (for labeling purposes), it should be treated as one.]				
Incompatibilities and Reactivities: Strong oxidizers, acids, halogens, salts of silver & zinc [Note: Corrosive to copper & galvanized surfaces.]				
Exposure Routes, Symptoms, Target Organs (see Table 5): ER: Inh, Ing (solution), Con (solution/liquid) SY: Irrit eyes, nose, throat; dysp, wheez, chest pain; pulm edema; pink frothy sputum; skin burns, vesic; liquid: frostbite TO: Eyes, skin, resp sys		First Aid (see Table 6): Eye: Irr immed (solution/liquid) Skin: Water flush immed (solution/liquid) Breath: Resp support Swallow: Medical attention immed (solution)		

Obrázek 27: Karta obsahující strukturované toxikologické informace o vybrané látce.

Databáze NIOSH Pocket Guide to Chemical Hazards je volně dostupná na internetu z adresy <http://www.cdc.gov/Niosh/database.html> a lze ji stáhnout jak ve formátu html, tak pdf. Příručka je pravidelně aktualizována a aktuální verzi je možné nalézt na webové stránce: <http://www.cdc.gov/niosh/npg/npg.html>.

Literatura ke kapitole

ATTAVENA, o.p.s. *Zelené úřadování: syndrom nemocných budov* [online]. 2007 [cit. 2009-05-19]. Dostupný z WWW: <<http://zeleneuradovani.cz/content/File/sbs.pdf>>

AUTERSKÁ, P. *Praktické zkušenosti olfaktometrie* [online]. 2006 [cit. 2009-05-25]. Dostupné na WWW: <http://www.dhv.cz/pachy/ODOUR_vzorkovani.pdf>

BERNÁTIK, Aleš. 2006. *Prevence závažných havárií II: učební skripta VŠB-TU*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. ISBN 80-86634-90-6.

BÍLEK, J. *Čich a pachové látky* [online]. 2005 [cit. 2009-06-2]. Dostupný z WWW: <http://www.zuova.cz/informace/obecne/info001_bilek_jiri-cich_a_pachove_latky.pdf>

BROCKHOF, L. H. 1992. *A Risk Management Model for Transport of Dangerous Goods : main report: vol. EUR 14675 EN*. Brusel: Commission of the European Communities, Joint Research Centre, Institute for Systems Engineering and Informatics, 1992.

BROUMOVSKÁ, I. 2008. Od REACH ke GHS. 112 [online], 2008, č. 5 [cit. 2008-08-07]. Dostupný z WWW: <http://web.mvcr.cz/archiv2008/casopisy/112/2008/kveten/strana_24.html>.

Co víme o pachových látkách [online]. Odour, 2006 [cit. 2009-05-26]. Dostupné na WWW: <http://www.odour.cz/lit_opachu.html>.

ČSN EN 13725. Kvalita ovzduší – Stanovení koncentrace pachových látek dynamickou olfaktometrií. Praha: Český normalizační institut, 2003.

Databáze nebezpečných látek MEDIS-ALARM 108 A [online]. Praha: MEDISTYL, c2008 [cit. 2009-05-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.medistyl.cz/db/alarm.htm>>.

Digitální olfaktometr DynaScent [online]. Odour, 2006 [cit. 2009-06-05]. Dostupné na WWW: <http://www.odour.cz/files/DynaScent_cze.pdf>.

Dopravní informační systém DOK [online]. Praha: Ministerstvo dopravy ČR [cit. 2008-08-20]. Dostupný z WWW: <<http://cep.mdcr.cz/dok2/DokPub/dok.asp>>.

DUIJM, N. J.; MAREKRT, F.; PAULSEN, J. L. 2005. *Safety assessment of ammonia as a transport fuel*. Roskilde: Risø National Laboratory, 2005. ISBN 87-550-3415-2.

Emergency Management [online]. Washington: U.S. EPA, Last updated on Tuesday, April 28th, 2009 [cit. 2009-05-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.epa.gov/OEM/content/cameo/request.htm>>.

Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR). *Sbírka mezinárodních smluv*, 2007, č. 14.

HARASLÍNOVÁ, L. 2007. Hedonické působení VOC látek. In *Informační Bulletin a sborník statí*. Brno: Mendlova zemědělská a lesnická univerzita, 2007. ISBN 978-80-7375-048-0.

HOLOUBEK, I. *Chemie životního prostředí III: atmosféra 10 : těkavé organické látky (VOCs)* [online]. Brno: Masarykova univerzita, RECETOX [cit. 2009-06-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.recetox.muni.cz/res/file/prednasky/holoubek/chzp-iii/chzp-iii-atmosfera-11-vocs.pdf>>.

International Air Transport Association [online] [cit. 2008-08-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.iata.org/index.htm>>.

International Civil Aviation Organisation [online] [cit. 2008-08-20]. Dostupný z WWW: <<http://www.icao.int/>>.

JANSOVÁ, K. 2007. Zavádění systému REACH. *Bezpečnost a hygiena práce*, 2007, č. 12.

JOKL, M. 2002. *Zdravé obytné a pracovní prostředí*. 1. vyd. Praha: Academia, 2002. 261 s. ISBN 80-200-0928-0.

KOMISE EVROPSKÝCH SPOLEČENSTVÍ. 2006. *Návrh směrnice Evropského parlamentu a rady o pozemní přepravě nebezpečných věcí: důvodová zpráva*. Brusel: Komise evropských společenství, 2006.

LEES, F. P. 1980. *Loss prevention in the process industries*. London: Butterworth-Heinemann, 1980. ISBN 0408106042.

LODR, P. 2001. *Přeprava nebezpečného zboží po železnici a její vliv na životní prostředí: Ročníková práce*. Pardubice: Univerzita Pardubice, Dopravní fakulta Jana Pernera, 2001.

MAREK, J.; SKŘEHOT, P. 2009. *Základy aplikované ergonomie*. Praha: VÚBP, v.v.i., 2009, 118 s., ISBN 978-80-86973-58-6.

MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČR. 2005. Nebezpečné látky v elektrozařízeních a v elektroodpadu. *Inovace*, č. 2, 2005, s. 24–25.

Mis-identification of chemicals: causes and precautions for storage, transport and production plant. Genève: International Social Security Association, 2003. 42 s. ISBN 92-843-1159-4.

MORÁVEK, P. 2005. Současné problémy mikroklimatu obytných budov a systémy nuceného větrání s využitím odpadního tepla. *Topenářství instalace* [online], 2005, č. 4 [cit. 2009-05-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.topin.cz/>>.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady o klasifikaci, označování a balení látek a směsí a o změně směrnice 67/548/EHS, směrnice 1999/45/ES a nařízení (ES) č. 1907/2006 : návrh přeložený Komisí. Brusel: Rada Evropské Unie, 2007. Dostupný z WWW: <<http://download.mpo.cz/get/35453/39870/470265/priloha012.doc>>.

Nařízení Evropského parlamentu a Rady o klasifikaci, označování a balení látek a směsí a o změně směrnice 67/548/EHS, směrnice 1999/45/ES a nařízení (ES) č. 1907/2006 : důvodová zpráva: KOM(2007) 355 v konečném znění. Brusel: Komise Evropských společenství. Dostupný z WWW: <<http://download.mpo.cz/get/31540/35428/387704/priloha001.doc>>.

Obecné zákonitosti účinku toxických látek a vznik rezistence vůči nim [online]. Praha: Výzkumný ústav rostlinné výroby [cit. 2009-05-26]. Dostupné z WWW: <http://www.vurv.cz/files/Obecn%C3%A9_z%C3%A1konitosti.pdf>.

PATOČKA, J. 2005. *Základy toxikologie* [online]. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2005. Dostupné na WWW: <<http://toxicology.emtrading.cz/modules.php?name=News&file=article&sid=11>>.

PLHÁKOVÁ, A. 2007. *Učebnice obecné psychologie*. 1. vyd. Praha : Academia, 2007. 472 s. ISBN 80-200-1499-3.

Průvodce nákladní přepravou Českých drah: 14. Železniční nákladní vozy ČD [online]. Praha: České dráhy, Divize obchodně provozní, Odbor nákladní dopravy a přepravy, 2003 [cit. 2008-08-20]. Dostupné z WWW: <http://www.cassandra-cz.cz/Soubory_spedice/Soubory_PDF/pruvodce_03.pdf>.

REACH ABC: manuál pro podniky [online]. Listopad 2007 [cit. 2007-11-20]. Dostupný z WWW: <http://www.ircon.cz/manual-reach-abc/853455/REACH_ABC.pdf>.

RUPOVÁ, M.; SKŘEHOT, P. 2009. Oděry v pracovním prostředí a jejich vliv na pohodu a zdraví člověka. In *Konference VOC 2009 – Emise organických látek z technologických procesů a metody jejich snižování: sborník přednášek*. Pardubice: Český svaz vědeckotechnických společností, 2009. S. 49-52. ISBN 978-80-02-01939-1.

Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID). *Sbírka mezinárodních smluv*, 2007, č. 19.

SALVENDY, G. 2006. *Handbook of human factors and ergonomics*. 3rd ed. New Jersey: John Wiley & Sons, 2006. 1654 s. ISBN 978-0-471-44917-1.

SKŘEHOT, P.; JANSOVÁ, K. 2007. Priority EU ve výzkumu v oblasti BOZP a ochraně zdraví při práci s nebezpečnými chemickými látkami. *Bezpečnost a hygiena práce*, 2007, č. 12, s. 22–26.

ŠUTA, M. 2008. *Chemické látky v životním prostředí a zdraví*. Brno: Ekologický institut Veronica, 2008. 59 s. ISBN 978-80-87308-00-4.

TABAZ, M.; BABINEC, F.; LÁSKOVÁ, A. 2006. Příspěvek k modelování rozptylu nebezpečných látek. In *Konference APROCHEM 2007: Odpadové fórum, Milovy, 16. – 18. 4. 2007*.

TICHÝ, M. 1998. *Toxikologie pro chemiky*. Praha: Karolinum, 1998. ISBN 80-7184-625-2.

TRÁVNÍČKOVÁ, Z. 2008. Návrh nařízení GHS: o klasifikaci a označování látek a směsí [online]. In 25. *konzultační den v SZÚ*. Praha: Státní zdravotní ústav, 2008 [cit. 2008-12-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/navrh-narizeni-ghs-o-klasifikaci-a-oznacovani-latek-a-smesi-1>>.

VEČEŘA, Z. 1990. *Chemie pro všechny*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1990. ISBN 80-03-00500-0.

Vyhláška č. 232/2004 Sb., o kterou se provádějí některá ustanovení zákona o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, týkající se klasifikace, balení a označování nebezpečných chemických látek a chemických přípravků. *Sbírka zákonů ČR*, 2004, částka 76.

Zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií. *Sbírka zákonů ČR*, 2006, částka 25.

Zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě. *Sbírka zákonů ČR*, 1994, částka 37.

Zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích. *Sbírka zákonů ČR*, 2003, částka 120.