

# Nebezpečné chemické látky a směsi v České republice

Kateřina Bílková

---

Bakalářská práce  
2017



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta logistiky a krizového řízení  
Ústav ochrany obyvatelstva  
akademický rok: 2016/2017

## **ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Kateřina Bílková**  
Osobní číslo: **L14019**  
Studijní program: **B2825 Ochrana obyvatelstva**  
Studijní obor: **Ochrana obyvatelstva**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Nebezpečné chemické látky a směsi v České republice**

Zásady pro vypracování:

1. **Zhodnocení současného stavu v oblasti nebezpečných chemických látek v ČR.**
2. **Rozbor legislativy v oblasti nebezpečných chemických látek.**
3. **Řešení modelové situace.**
4. **Zhodnocení a vlastní návrhy na zlepšení.**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] **BÁRTLOVÁ, I: Nebezpečné látky I. 2. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005, 214 s. ISBN 80-86634-59-3.**

[2] **ŠENOVSÝ, Michail, Karol BALOG a Zneděk HANUŠKA. Nebezpeční látky II. 2. aktualizované vydání. Frýdek – Místek: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2007. ISBN 978-80-7385-000-5.**

[3] **LACINA, Petr, Otakar J. MIKA a Kateřina ŠEBKOVÁ. Nebezpečné chemické látky a směsi. Brno: Masarykova univerzita, Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí v roce 2013, 2013. ISBN 978-80-210-6475-1.**

**Další literatura na doporučení vedoucího práce.**

Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Otakar Jiří Mika, CSc.**

Ústav krizového řízení

Datum zadání bakalářské práce: **3. února 2017**

Termín odevzdání bakalářské práce: **15. května 2017**

V Uherském Hradišti dne 10. února 2017

  
doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.  
děkan



  
prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.  
ředitel ústavu

## PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

### Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti ..... 10.5.2014 .....

.....  
Billica  
.....  
podpisstudenta

1) zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47b Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy. Vysoká škola disertační práce nezveřejňuje, byla-li již zveřejněna jiným způsobem.

(2) Bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlázení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

(4) Vysoká škola může odložit zveřejnění bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce nebo jejich částí, a to po dobu trvání překážky pro zveřejnění, nejdéle však na dobu 3 let. Informace o odložení zveřejnění musí být spolu s odůvodněním zveřejněna na stejném místě, kde jsou zveřejňovány bakalářské, diplomové, disertační a rigorózní práce, již se týká odklad zveřejnění podle věty první, jeden výtisk práce k uchování ministerstvu.

2) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní vnitřní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

3) zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpirá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla za výdělkem jim dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělkem dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## **ABSTRAKT**

Teoretická část bakalářské práce stručně shrnuje problematiku nebezpečných chemických látek, která je obsahem řady legislativních norem. Popisuje základní dělení nebezpečných chemických látek a obsahuje stručné informace o bojových chemických látkách. Dalším bodem teoretické části je označování obalů nebezpečných chemických látek a označování těchto látek při přepravě po silnicích nebo železnicích. Dále jsou uvedeny základní informační systémy, které nám poskytují potřebné informace o používání a nakládání s těmito látkami. Praktická část je zaměřena na modelování havarijních dopadů průmyslových toxických látek a jejich následné porovnání. V práci jsou také navrženy nové metodické listy pro vybrané toxické chemické látky.

Klíčová slova:

Nebezpečné chemické látky, nebezpečné chemické směsi, toxické látky, bojové chemické látky, legislativa, modelování toxických dosahů, chlor, amoniak

## **ABSTRACT**

The theoretical part of the bachelor thesis briefly summarizes the problematics of hazardous chemical substances, which are contained in a range of legal rules. It describes basic categorization of hazardous chemical substances and it contains brief information about chemical warfare agents. The theoretical part also includes labelling of hazardous chemical substances and their labelling during the road and railway transport. This thesis is also concerned with information systems, which provide us necessary information about using and handling of such substances. The practical part is focused on modelling of emergency impacts of toxic industrial chemicals and their comparison. This thesis also presents new methodical sheets for selected toxic chemical substances.

Keywords:

Hazardous Chemicals Substances, Hazardous Chemical Mixtures, Toxic Substances, Chemical Warfare Agents, Legislation, Modelling Toxic Range, Chlorine, Ammonia

Velice ráda bych na tomto místě poděkovala svému vedoucímu bakalářské práce doc. Ing. Otakarovi J. Mikovi, CSc. za velmi cenné rady a odbornou literaturu, které mi při zpracování bakalářské práce poskytl a především za jeho čas, který mi v průběhu zpracování bakalářské práce věnoval.

## OBSAH

<b>ÚVOD.....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>12</b>
<b>1 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE A VĚDECKÉ METODY ZKOUMÁNÍ.....</b>	<b>13</b>
1.1 STANOVENÉ CÍLE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE .....	13
1.2 POUŽITÉ METODY VĚDECKÉHO ZKOUMÁNÍ.....	13
<b>2 ZÁKLADNÍ POJMY .....</b>	<b>14</b>
<b>3 LEGISLATIVA V OBLASTI NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK.....</b>	<b>17</b>
3.1 NAŘÍZENÍ EVROPSKÉ UNIE .....	17
3.2 SMĚRNICE EVROPSKÉ UNIE .....	19
3.3 ZÁKONY NA NÁRODNÍ ÚROVNI .....	21
3.4 VYHLÁŠKY VZTAHUJÍCÍ SE K UVEDENÝM ZÁKONŮM .....	23
<b>4 VLASTNOSTI NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK.....</b>	<b>24</b>
4.1 FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI .....	24
4.2 CHEMICKÉ VLASTNOSTI .....	25
4.3 TOXIKOLOGICKÉ VLASTNOSTI .....	26
<b>5 KLASIFIKACE A DĚLENÍ NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK.....</b>	<b>28</b>
5.1 TŘÍDY A KATEGORIE NEBEZPEČNOSTI PODLE CLP .....	28
5.2 BOJOVÉ CHEMICKÉ LÁTKY .....	35
<b>6 ZNAČENÍ NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK .....</b>	<b>38</b>
6.1 ZNAČENÍ PŘI PŘEPRAVĚ NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ.....	38
6.1.1 UN kód.....	38
6.1.2 Kemlerův kód.....	38
6.1.3 Výstražná identifikační tabulka.....	40
6.1.4 Značení kusového zboží.....	40
6.2 OZNAČOVÁNÍ PODLE NAŘÍZENÍ CLP .....	41
<b>7 ZDROJE INFORMACÍ O NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTKÁCH.....</b>	<b>43</b>
7.1 DIAMANT .....	43
7.2 HAZCHEM .....	43
7.3 TRANSPORTNÍ INFORMAČNÍ A NEHODOVÝ SYSTÉM.....	44
7.4 DALŠÍ ZDROJE INFORMACÍ A DATABÁZE NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK .....	44
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>45</b>
<b>8 NEJVÝZNAMNĚJŠÍ PRŮMYSLOVÉ TOXICKÉ LÁTKY .....</b>	<b>46</b>



8.1	CHLOR.....	48
8.2	AMONIAK.....	49
8.3	FOSGEN.....	49
8.4	CHLOROVODÍK.....	50
8.5	FLUOROVODÍK.....	51
8.6	KYANOVODÍK.....	52
<b>9</b>	<b>MODELOVÁNÍ CHEMICKÉHO NAPADENÍ NEBO HAVÁRIE .....</b>	<b>54</b>
9.1	MODELOVÁNÍ HAVARIJNÍCH NÁSLEDKŮ.....	54
9.1.1	Modelování bez využití výpočetní techniky.....	54
9.1.2	Modelování s využitím výpočetní techniky.....	56
<b>10</b>	<b>MODELOVÁNÍ ÚNIKU NEBEZPEČNÉ LÁTKY V PROGRAMU TEREX .....</b>	<b>59</b>
10.1	JEDNORÁZOVÝ ÚNIK PLYNU V ZÁVISLOSTI NA MNOŽSTVÍ UNIKLÉ LÁTKY .....	59
10.1.1	Zhodnocení výsledných údajů.....	61
10.2	JEDNORÁZOVÝ ÚNIK PLYNU V ZÁVISLOSTI NA RYCHLOSTI VĚTRU.....	61
10.2.1	Zhodnocení výsledných údajů.....	63
10.3	MODELACE ÚNIKU NEBEZPEČNÉ LÁTKY V PROGRAMU TEREX .....	63
10.3.1	Hodnocení dopadů uniklého amoniaku na obyvatelstvo .....	64
<b>11</b>	<b>MODELOVÁNÍ ÚNIKU NEBEZPEČNÉ LÁTKY V PROGRAMU ALOHA .....</b>	<b>65</b>
11.1	JEDNORÁZOVÝ ÚNIK PLYNU V ZÁVISLOSTI NA MNOŽSTVÍ UNIKLÉ LÁTKY .....	65
11.2	JEDNORÁZOVÝ ÚNIK CHLORU.....	66
<b>12</b>	<b>SOUČASNÝ STAV A NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ .....</b>	<b>69</b>
12.1	ZÁKONY V OBLASTI OCHRANY PŘED NEBEZPEČNÝMI LÁTKAMI.....	69
12.2	NEVHODNĚ NASTAVENÉ LIMITNÍ MNOŽSTVÍ AMONIAKU .....	70
12.3	METODICKÉ LISTY A NÁVRHY NA NOVÉ METODICKÉ LISTY .....	70
12.4	ZÁSAHY JEDNOTEK POŽÁRNÍ OCHRANY PŘI ÚNIKU NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK.....	71
12.5	APLIKACE SPRÁVA PRŮMYSLOVÝCH NEBEZPEČNÝCH LÁTEK .....	72
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>74</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>75</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>82</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>83</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>84</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>85</b>

## ÚVOD

Nebezpečné chemické látky jsou běžnou součástí našeho života a mohou negativně působit na nás, ale i životní prostředí zejména svými nebezpečnými vlastnostmi, kterými jsou například výbušnost, hořlavost, toxicita, mutagenita, karcinogenita atd. S takovými látkami se setkáváme při jejich používání v domácnosti nebo jejich přepravě ať už po silnicích, železnicích nebo jiných dopravních cestách. V hojném množství jsou využívány při zpracování v chemickém průmyslu, dále jsou také používány v zemědělství nebo zdravotnictví.

Problematika nebezpečných chemických látek je obsáhlá a vyžaduje, aby byla právně zakotvena. Je obsahem řady mezinárodních smluv, směrnic a nařízení Evropské unie, ale i vnitrostátních právních předpisů. Za nejvýznamnější dokument týkající se kategorizace lze považovat tzv. nařízení CLP podle něhož jsou nebezpečné látky a směsi děleny do tříd a kategorií. Látky jsou děleny na základě jejich fyzikálních, chemických a toxikologických vlastností. Na území České republiky je základním právním dokumentem zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích.

Pokud s nebezpečnými chemickými látkami přijdeme do styku, je nutné znát způsoby bezpečného zacházení s nimi. Tyto informace nám poskytují P-věty, o nebezpečných vlastnostech nás pak informují H-věty. Díky pokynům pro bezpečné zacházení a standardním větám o nebezpečnosti je možné předcházet nežádoucím účinkům způsobených nebezpečnými chemickými látkami a poskytovat účinnou první pomoc lidem, kteří s nimi přijdou do kontaktu.

Během první světové války byl používán chlor, fosgen, yperit a řada dalších bojových chemických látek. Ve druhé světové válce byly bojové chemické látky používány pouze ze strany Japonska na území Číny. Na exponovaném evropském válčišti se ve 2. světové válce chemické zbraně nepoužívaly, ale byly připraveny se vysokém stupni pohotovosti k použití na bojištích. Dnes je používání chemických látek zakázáno pro státy, které podepsaly tzv. Úmluvu o zákazu chemických zbraní. Tyto státy se zavázaly chemické zbraně nejen neužívat, ale také nehromadit, nevyrábět a především zničit jejich zásoby.

Významné nebezpečí představují mimořádné události spojené s únikem nebezpečných látek, které mohou ohrozit životy a zdraví obyvatel, zasahujících jednotek a životní prostředí. Proto je nutné znát způsob ochrany před nebezpečnými látkami, ale především se věnovat prevenci takových událostí. Při provádění záchranných a likvidačních prací mohou

jednotky integrovaného záchranného systému využít příslušné havarijní plány, typové plány, typové činnosti IZS nebo bojový řád jednotek požární ochrany. Havarijní plány obsahují činnosti ke zmírnění nebo odstranění následků havárií, typové plány řeší činnosti složek IZS při konkrétní krizové situaci a typové činnosti IZS řeší provádění záchranných a likvidačních prací při společném zásahu, v současné době je zpracováno 15 typových činností. Bojový řád jednotek požární ochrany obsahuje jednotlivé metodické listy, které slouží pro koordinovaný postup jednotek požární ochrany při zásahu.

## TEORETICKÁ ČÁST

# 1 CÍL BAKALÁŘSKÉ PRÁCE A VĚDECKÉ METODY ZKOUMÁNÍ

## 1.1 Stanovené cíle bakalářské práce

Cílem bakalářské práce je:

- zhodnocení současného stavu v oblasti nebezpečných chemických látek a směsí v ČR,
- analyzovat legislativu v oblasti nebezpečných chemických látek,
- zpracování modelové situace úniku nebezpečné chemické látky,
- zformulovat vlastní návrhy na zlepšení.

## 1.2 Použité metody vědeckého zkoumání

Řešená problematika nebezpečných chemických látek a směsí je obsahem celé řady legislativních dokumentů a odborných publikací, které je možné využít ke zkoumání.

Pro vyhledávání informací o zkoumané problematice byla použita metoda literární rešerše, která poskytla aktuální přehled odborné literatury, dostupnou v univerzitní knihovně. Analytickou metodou zkoumání odborné literatury pak byly zjištěny základní právní dokumenty řešící danou problematiku.

Při naplňování cílů práce byla používána především analyticko-syntetická metoda zkoumání dostupných literárních zdrojů, legislativních dokumentů a odborných článků a příspěvků v řadě periodik nebo sborníků z konferencí.

Pro zpracování modelové situace úniku nebezpečné chemické látky byla použita analytická metoda modelování, který byla provedena pomocí počítačových programů.

Použité metody zkoumání umožnily zpracovat vybranou problematiku ve stručné a ucelené podobě tak, aby obsahovala nejdůležitější informace a shrnula rozsáhlou zkoumanou oblast.

## 2 ZÁKLADNÍ POJMY

Problematika nebezpečných chemických látek je velice obsáhlá a s těmito látkami se setkáváme v různých oblastech činností, jak v domácnosti, tak na speciálních pracovištích. Na úvod je tedy třeba uvést základní pojmy z oblasti nebezpečných chemických látek pro snazší pochopení a orientaci se v této oblasti.

### Chemická látka

Podle odborné literatury je chemická látka definována jako chemický prvek a jeho sloučeniny v přírodním stavu nebo získané procesem, zahrnující všechny přídavné látky nutné pro uchování jeho stability a všech nečistot vznikajících v použitém procesu, jsou však vyloučena všechna rozpouštědla, která mohou být oddělena bez ovlivnění její stability nebo změny jejího složení. [1][2][3]

### Chemická směs

Chemická směs je směs nebo roztok, složený ze dvou nebo více látek. Slovo směs může být nahrazeno slovem přípravek, kdy se chápe jako slovo stejného významu. [1][3]

### Nebezpečná chemická látka

Nebezpečná chemická látka je látka nebo směs, která splňuje kritéria týkající se fyzikální nebezpečnosti, nebezpečnosti pro zdraví nebezpečnosti pro životní prostředí stanovená v částech 2 až 5 přílohy I nařízení CLP a klasifikuje se podle příslušných tříd nebezpečnosti stanovených v uvedené příloze. [4]

### Klasifikace

Klasifikace je postup, při kterém jsou identifikovány nebezpečné vlastnosti dané látky nebo směsi a dále hodnocení těchto vlastností a následné zařazení látky nebo směsi do jednotlivých tříd nebezpečnosti.[2][5] Kritéria pro klasifikaci do tříd nebezpečnosti jsou stanoveny v příloze I, části 2. Nařízení CLP. V případě, že z hodnocení vyplyne, že nebezpečnost dané látky nebo směsi splňuje kritéria pro klasifikaci do jedné nebo více tříd nebezpečnosti, klasifikují výrobci, dovozci a následní uživatelé látku nebo směs podle příslušné třídy nebo tříd nebezpečnosti ještě tak, že přiřadí jednu nebo více kategorií nebezpečnosti pro každou příslušnou třídu nebezpečnosti. [1]

## **Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí**

Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (dále jen „Dohoda ADR“) byla k 1. lednu 2015 podepsána 48 zeměmi ležícími především v Evropě. Dohoda ADR byla uzavřena pod patronátem Evropské hospodářské komise Organizace spojených národů 30. září 1989 v Bazileji pod názvem „O kontrole pohybu nebezpečných odpadů před hranice států a jejich zneškodňování“. [2][6] Dokument obsahuje 17 článků a Přílohy A a B.

## **Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečného zboží**

Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečného zboží (dále jen „Řád RID“) je součástí Úmluvy o mezinárodní železniční přepravě. Řád RID byl přijat roku 1980 v Bernu a v ČR byl specifikován Sdělením Ministerstva zahraničních věcí číslo 19/2011 Sb. m.s. o přijetí změn Řádu pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí. [2][6] Řád RID je členěna na sedm částí, každá z nich se pak člení na kapitoly a každá kapitola na oddíly a odstavce.

## **Přepava nebezpečných chemických látek**

Pro přepravu nebezpečných věcí existuje několik závazných právních předpisů. Obecným předpisem týkající se silniční dopravy jsou zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě. Mezinárodním předpisem pro přepravu nebezpečných věcí po silnici je Dohoda ADR. [2][7] Pro železniční přepravu je závazný zákon č. 319/2016 Sb., o drahách. Mezinárodní předpis přepravu po železnici je Řád RID. [2]

Dohoda ADR a Řád RID postupně sjednotily požadavky na přepravu. Ke sjednocení došlo v oblasti vyjmenování látek a předmětů, které představují určitý druh nebezpečí a jsou nazývány nebezpečnými. Dále stanovují požadavky na balení (druhy obalů, požadavky na obaly), značení (bezpečnostní značky, výstražné tabule), přepravu (nakládku, vykládku, manipulaci, průvodní doklady - nákladní listy) a přepravní prostředky (konstrukce, provedení). [2]

## **Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování chemických látek**

Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování chemických látek, anglickým názvem Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemi-

calls [8] (dále jen „GHS“), je výsledkem vývoje v rámci OSN po dobu dvanácti let, kdy byla hledána harmonizovaná kritéria pro klasifikaci a označování. Cílem tohoto systému je usnadnit celosvětový obchod a současně zajistit ochranu životů a životního prostředí. [1]

Dokument je rozdělen do několika částí. Jeho obsahem je úvod se základními definicemi, rozdělení látek do tříd nebezpečnosti na fyzikální nebezpečí, nebezpečí pro zdraví, nebezpečí pro životní prostředí a v poslední části jsou doplňující informace.



### 3 LEGISLATIVA V OBLASTI NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK

Jak již bylo zmíněno, jedná se o rozsáhlou problematiku a vyžaduje legislativní zabezpečení. Pro Českou republiku jsou závazná nařízení a směrnice Evropské unie, které je ČR členem a dalšími vnitrostátními předpisy jako jsou zákony a vyhlášky České republiky, které musí být v souladu s evropskou legislativou.

Z historického hlediska je nutné zmínit odbornou a metodickou pomůcku CO-51-5, která byla vydána již v roce 1981 a měla platnost na celém území bývalého Československa. Uvedená národní norma byla vydána dříve, než evropská směrnice SEVESO I, jež upravuje problematiku prevence závažných havárií v rámci celé Evropy. Odborná pomůcka zavedla do oblasti nebezpečných chemických látek a do oblasti prevence závažné havárie pojem „havarijní plán objektu“, obsahuje také „plán havarijních prací“ a „havarijní komisi objektu“. Pomůcka dále uváděla u vyjmenovaných látek fyzikálně-chemické, chemické a toxikologické vlastnosti nebo také zdravotní rizika. [9]

#### 3.1 Nařízení Evropské unie

V rámci EU je hierarchické uspořádání právních předpisů a jsou rozděleny na nařízení, směrnice, rozhodnutí, doporučení a stanoviska. Nařízení má přednost před vnitrostátním zákonem a platí jednotně ve všech státech EU. [1]

##### 1) Nařízení č. 1907/2006 - REACH

Jedná se o nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky, o změně směrnice 1999/45/ES a o zrušení nařízení Rady (EHS) č. 793/93, nařízení Komise (ES) č. 1488/94, směrnice Rady 76/769/EHS a směrnic Komise 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/EHS a 2000/21/ES [10] (nařízení REACH - **R**egistration, **E**valuation, **A**uthorization and **C**hemicals **R**estrictions - dále jen „Nařízení REACH“).

Účelem je především zajistit účinné fungování společného trhu pro chemické látky a zajistit ochranu lidského zdraví a životního prostředí před nežádoucími účinky chemických látek. Jedná se o nařízení, které umožňuje v EU vyrábět a požívat jen takové chemické látky, které jsou v EU řádně registrovány. Tedy látky vyráběné či dovážené, u nichž je

výrobcem či dovozcem zpracováno vyhodnocení rizik včetně rizik spojených s jejich používáním a je posouzena správnost a úplnost předložených dokladů. [1][3]

Na základě tohoto nařízení vznikla povinnost registrace chemických látek. Podle ustanovení nařízení je v EU možné vyrábět nebo dovážet chemické látky jako takové, obsažené v přípravcích nebo uvolňované z dovážených předmětů v množství 1 tona za rok a vyšším jen po zaregistrování jejich výroby a/nebo dovozu u Evropské agentury pro chemické látky (ECHA). V případě velmi nebezpečných látek je jejich používání a uvádění na trh povolováno jen pro určité použití a u některých látek je výroba a použití přímo omezena nebo zakázána. [1][3]

## **2) Nařízení č. 1272/2008 - CLP**

Jedná se o nařízení Evropského parlamentu a Rady o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, o změně a zrušení směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES a o změně nařízení č. 1907/2006 [4] (dále jen „CLP“).

Nařízení CLP je evropskou verzí GHS, které se částečně liší od GHS, avšak podstatné věci jsou stejné. Povinnost klasifikovat látky podle CLP vešla v platnost 1. ledna 2010 a 1. června 2015 vešla v platnost povinnost klasifikovat směsi podle CLP. Z toho vyplývá, že látky i směsi uváděné na trh musí být klasifikovány a značeny podle CLP. Na základě tohoto nařízení se chemické látky a směsi klasifikují do tří skupin a dále pak do tříd a v rámci tříd na kategorie. V novelizaci nařízení provádí některé změny v klasifikaci a označování, zavádí nové a upravuje některé dosavadní H-věty a P-věty a také vyjmenovává P-věty, které může dodavatel sám kombinovat. [1][4]

## **3) Nařízení č. 649/2012**

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 649/2012 o vývozu a dovozu nebezpečných chemických látek [11] (dále jen „Nařízení“) vstoupilo v platnost v srpnu 2012 a použitelné je od 1. března 2014. Původní nařízení bylo třeba upravit z důvodu srozumitelnosti a souladu s ostatními příslušnými právními předpisy jako je nařízení REACH a CLP a bylo tedy nutné zavést nebo vysvětlit některé definice a terminologie. [11]

Cílem Nařízení je především podporovat sdílenou odpovědnost v mezinárodní přepravě nebezpečných chemických látek s cílem ochrany zdraví člověka a životního prostředí před potencionálním narušením a přispívat k používání nebezpečných chemických látek způsobem, který je šetrný k životnímu prostředí. [11]

Nařízení upravuje například oblast působnosti, informace o vývozu a dovozu chemických látek a povinnosti týkající se dovozu a vývozu chemických látek. Obsahuje i seznam chemických látek, na které se vztahuje oznámení o vývozu, chemických látek, které jsou způsobilé pro oznámení v rámci PIC (postup předchozího souhlasu), chemických látek na které se vztahuje postup PIC, chemických látek a výrobků, na které se vztahuje zákaz vývozu. [11]

## 3.2 Směrnice Evropské unie

Směrnice je právně závazný předpis, který platí na národní úrovni, ale je závazná pouze do výsledku, který má být dosažen. To znamená, že je třeba výsledek/cíl zavést do vnitrostátního právního řádu, ale forma a způsob zakotvení do vnitrostátního právního řádu se ponechává státům. [1]

### 1) SEVESO I

Směrnice Rady 82/501/EEC [12], tzv. SEVESO I direktiva, byla přijata jako reakce na vznik závažných průmyslových havárií, především se jedná o únik dioxinu v Sevesu (Itálie) a výbuchu cyklohexanu ve Flixborough (Velká Británie). Jejím hlavním cílem bylo zavést v členských zemích EU jednotnou, harmonizovanou legislativu, která se zabývá problematikou prevence a připravenosti na závažné průmyslové havárie, které mohou mít účinek i za hranicemi státu a také zpracovat a především uplatňovat vhodná a účinná opatření. Požadavky tohoto dokumentu musely být zpracovány do legislativy členských států EU. Stanovuje povinnosti a postupy provozovatelů i správních orgánů pro oblast závažných průmyslových havárií, které musí být splněny. Jsou to následující:

- oznamovací povinnost a povinnost zpracovat bezpečnostní zprávu,
- povinnost vypracovat havarijní plány,
- povinnost poskytovat informace,
- povinnost provádět kontroly. [13]

### 2) SEVESO II

Směrnice Rady 96/82/EC [14], tzv. SEVESO II direktiva nebo COMAH je zpracována jednoduše a celkově vhodnějším způsobem než SEVESO I, v níž byly jednotlivá ustanovení a požadavky zpracována obecně, což vedlo k rozdílné praktické aplikaci preventivních opatření. V SEVESO II není rozlišována výroba nebezpečných látek a jejich

skladování. Dále byl redukován seznam nebezpečných látek na minimum a jejich kategorie byly upraveny, např. byly zařazeny látky nebezpečné pro životní prostředí. [13][15]

Důraz je zde kladen na úlohu kontrolních orgánů, kdy podniky mají oznamovací povinnost a vedení musí zajistit zpracování bezpečnostní studie, která musí být v souladu s požadavky směrnice. Nově je zaveden požadavek, aby podniky formulovaly zásady prevence a zavedly bezpečnostní management. Podniky tedy mají povinnost realizovat a zdůvodňovat technická, organizační i kontrolní opatření, která snižují riziko při provádění nebezpečné činnosti. [13][15]

Havarijní plány musí splňovat konkrétní podmínky. Musí být zpracovány s cílem:

- minimalizace účinků možných havárií a omezení následků pro člověka, životní prostředí a ekonomiku,
- realizace opatření na ochranu člověka a životního prostředí před následky závažných havárií,
- předání potřebných informací veřejnosti, stejně tak i příslušným úřadům nebo servisním službám,
- zahájení asanačních prací a opatření na obnovu životního prostředí, po závažné havárii. [13]

### 3) SEVESO III

V oblasti chemických látek došlo během posledních deseti let k řadě změn a jednou z hlavních je změna v systému klasifikace nebezpečných látek, na které reaguje nařízení CLP. To vedlo k úpravě a změnám právních předpisů a také k revizi Směrnice SEVESO II. Výsledkem je Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU [16], tzv. SEVESO III direktiva, kdy bylo nutné provést určité úpravy a aktualizovat některá ustanovení předchozí Směrnice SEVESO II. [17]

Původní Směrnice SEVESO II byla podrobena přezkoumání, aby bylo zjištěno, co je třeba změnit. Bylo zjištěno, že celkově původní ustanovení odpovídá svému účelu a není třeba podstatných změn. V článku 2 se vymezuje oblast působnosti směrnice s citací přílohy I. Pořadí částí 1 a 2 přílohy I bylo obráceno, takže část 1 přílohy I nyní obsahuje seznam kategorií nebezpečných látek podle obecní klasifikace nebezpečnosti, a část 2 obsahuje seznam jmenovitě uvedených nebezpečných látek nebo skupin látek, které bez ohledu na svou obecnou klasifikaci nebezpečnosti vyžadují jmenovité uvedení. V tomto článku jsou také uvedeny výjimky z působnosti směrnice. [17]

Další změny se týkají například definic, oznámení, politiky prevence závažných havárií či domino efektu. Článek 10 týkající se bezpečností právy byl doplněn tím, že bezpečnostní zpráva musí obsahovat možné scénáře závažných havárií. Článek 12 o havarijních plánech zkrátil lhůtu pro vypracování vnějšího havarijního plánu na 12 měsíců. Článek 14 se zabývá informováním veřejnosti a zpřesňuje požadavky na informovanost. [17]

### 3.3 Zákony na národní úrovni

#### 1) Zákon č. 350/2011 Sb.

Úplný název je zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů [18] (tzv. chemický zákon).

První verzí tzv. chemického zákona byl zákon č. 157/1998 Sb., o chemických látkách a přípravcích a změně některých dalších zákonů. Tento zákon odstranil řadu rizik pro zdraví a životní prostředí a položil základ k jednotnému systému posuzování nebezpečnosti chemických látek a směsí. [1]

Novým předpisem v oblasti chemických látek byl zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů. Chemický zákon definoval základní pojmy, jako je chemická látka, chemický přípravek, nebezpečné chemické látky a přípravky a nebezpečné vlastnosti. Stanovil podmínky pro klasifikaci, registraci, evidenci, oznamování, nakládání s chemickými látkami, jejich uvádění na trh, jednotný systém pro označování a balení a omezení dovozu a vývozu některých nebezpečných látek. [1]

Při vstupu ČR do Evropské unie byly právní předpisy na národní úrovni upravovány v návaznosti na přijetí nových evropských předpisů. Byla přijata nařízení REACH a nařízení CLP a zákon č. 356/2003 Sb. byl několikrát novelizován, například novela č. 371/2008 S., která zrušila části zákona týkající se některých základních pojmů, registrace chemických látek, bezpečnostního listu, hodnocení rizika látek nebezpečných pro lidské zdraví a životní prostředí, neboť se na ně vztahuje nařízení REACH. [1]

Nejnovější a platnou verzí chemického zákona je zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů. Tento zákon upravuje práva a povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob při výrobě, klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování, uvádění na trh, používání, vývo-

zu a dovozu chemických látek, správnou laboratorní praxi a působnost správních orgánů při zajišťování ochrany před škodlivými účinky látek a směsí. [1]

## 2) Zákon č. 224/2015 Sb.

Úplný název je zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů [19] (dále jen „zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií“).

V oblasti prevence a likvidace závažných havárií se od počátku 90. let vystala potřeba sjednotit náš právní systém s požadavky Evropské unie. Ministerstvo průmyslu a obchodu dostalo pokyn k vypracování zákonné normy pro oblast prevence a likvidace závažných havárií v roce 1992. Pro tento zákon vznikla řada pracovních variant a postupně došlo ke změně zpracovatele na ministerstvo životního prostředí. předloha zákona byla také významně změněna a to především v tom, že byla vypuštěna v návrhu zákona část „likvidace závažných havárií“. [15]

První verzi zákona o prevenci závažných havárií byl zákon č. 353/1999 Sb., který byl přijat dne 9. prosince 1999. Uvedený zákon se opíral o kritéria stanovená v tzv. direktivě SEVESO II a jeho předmětem bylo stanovení systému prevence závažných havárií pro objekty a zařízení, v nichž byla vybraná nebezpečná chemická látka nebo přípravek umístěna. [15]

Zákon č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií byl zrušen a nahrazen novým zákonem č. 59/2006 Sb., ze dne 8. března 2006. Zákon byl nahrazen z důvodu novelizace směrnice SEVESO II, kdy bylo nutné rozšířit působnost dosavadního zákona. [15]

Poslední a platnou verzí je zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. Zákon definuje základní pojmy, stanoví povinnosti právnických a podnikajících fyzických osob, které užívají nebo budou užívat objekt, ve kterém je umístěna nebezpečná látka a působnost orgánů veřejné správy na úseku prevence závažných havárií způsobených nebezpečnými látkami. Cílem právní úpravy je snížit pravděpodobnost vzniku závažné havárie a omezit následky závažných havárií na zdraví a životy lidí, hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek v objektech a zařízeních v jejich okolí. [20]

### 3.4 Vyhlášky vztahující se k uvedeným zákonům

- 1) Vyhláška č. 428/2004 Sb., o získání odborné způsobilosti s nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky klasifikovanými jako vysoce toxické [21]
- 2) Vyhláška č. 163/2012 Sb., o zásadách správné laboratorní praxe [22]
- 3) Vyhláška č. 61/2013 Sb., o rozsahu informací poskytovaných o chemických směsích, které mají některé nebezpečné vlastnosti, a o detergentech [23]
- 4) Vyhláška č. 225/2015 Sb., o stanovení rozsahu bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu zařazeného do skupiny A nebo skupiny B [24]
- 5) Vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktury [25]
- 6) Vyhláška č. 227/2015 Sb., o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku [26]
- 7) Vyhláška č. 228/2015 Sb., o rozsahu zpracování informace veřejnosti, hlášení o vzniku závažné havárie a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie [27]
- 8) Vyhláška č. 229/2015 Sb., o způsobu zpracování návrhu ročního plánu kontrol a náležitostech obsahu informace o výsledku kontroly a zprávy o kontrole [28]

## 4 VLASTNOSTI NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK

Na základě fyzikálně-chemických a toxikologických vlastností probíhá dělení nebezpečných chemických látek do jednotlivých tříd a kategorií nebezpečnosti. V této kapitole jsou uvedeny základní fyzikální, chemické a toxikologické vlastnosti, které představují nebezpečí pro životy a zdraví lidí.

### 4.1 Fyzikální vlastnosti

#### 1) Relativní molekulová hmotnost

Je to hmotnost molekuly látky, která představuje součet atomových hmotností prvků tvořících molekulu látky. [5][7]

#### 2) Teplota tání, teplota tuhnutí, teplota varu

Jedná se o teploty, při kterých dochází ke změnám skupenství. Teplota tání je teplota, kdy dochází ke změně z pevného do kapalného stavu. Bod tuhnutí je teplota, kdy dochází ke změně z kapalného do pevného stavu. Teplota varu je teplota, kdy dochází ke změně látky kapalné na látku plynnou. [5][7]

#### 3) Tlak nasycených par

Páry vytvořené nad povrchem kapaliny se vytváří v závislosti na teplotě, době vypařování i na vzdálenosti od povrchu. Tlak nasycených par je mírou schopnosti uvolňovat molekuly látky do plynné fáze, vzrůstá s teplotou. Dosáhne-li se zvyšující se teplotou tenze par látky atmosférického tlaku, látka vře. [2][5]

#### 4) Hustota

Hustota je podílem hmotnosti látky a jejího objemu. Tato hodnota závisí na teplotě a tlaku při jakém je udávána. [7]

#### 5) Teplota vzplanutí

Teplota vzplanutí je nejnižší teplota, při které se chemické látky za přesně definovaných podmínek při styku s plamenem vznítí. [2][5]

#### 6) Teplota hoření

Teplota hoření je nejnižší teplota, při které chemická látka zahřívaná za přesně definovaných podmínek vyvine dostatek par, že jejich směs při styku se vzduchem po přiblížení iniciačního zdroje vzplane a hoří alespoň 5 sekund bez přerušení. [2]



### 7) Teplota vznícení

Teplota vznícení je nejnižší teplota, při které se směs dané látky se vzduchem vznítí. [2]

### 8) Rozpustnost

Rozpustnost udává maximální množství látky, která se rozpustí v jednotkovém objemu vody nebo jiného rozpouštědla. [5][7]

### 9) Povrchové napětí

Síly, které brání, aby se povrch kapalně chemické látky zvětšoval. [5]

### 10) Viskozita

Viskozita, starým názvem vazkost, vyjadřuje sílu, jakou působí jednotková plocha vrstvy v tekoucí kapalině na jednotkovou plochu jiné vrstvy v jednotkové vzdálenosti při jednotkovém rychlostním spádu mezi těmito vrstvami. [5]

### 11) Výbušnost a hořlavost

Udává, v jakých koncentracích je látka hořlavá nebo výbušná. [5]

### 12) Kritická teplota, kritický tlak

Hustota kapaliny v případě, že ji zahříváme, se při určité teplotě vyrovná hustotě páry. Dojde k vyrovnání i ostatních vlastností a všechny rozdíly mezi oběma skupenstvími zmizí. Tato teplota, při které k tomuto dochází, se nazývá kritická teplota a příslušný tlak je kritický. [5]

## 4.2 Chemické vlastnosti

### 1) Hydrolýza

Hydrolýza je nejdůležitější chemickou vlastností chemických látek, protože vlhkost v terénu je všudypřítomná. Tato reakce ilustruje stálost při skladování a schopnost dané látky kontaminovat na určitou dobu vodní zdroje. S vodou reagují prakticky všechny bojové chemické látky, pouze jinou rychlostí. Například fosgen reaguje velmi rychle a yperit, lewisit a sarin reagují pomalu. [29][30]

## 2) Oxidace

Oxidace je děj, při němž se zvyšuje oxidační číslo látky. Reakce může vést ke vzniku sloučenin s nebezpečnými vlastnostmi vzhledem k původní sloučenině. Nejrozšířenějším oxidačním činidlem je kyslík, vůči kterému jsou bojové chemické látky stálé. Silnější oxidace vede obvykle ke snížení toxicity. [29][30]

## 3) Tepelná stálost

Odolnost vůči vyšším teplotám je velmi závažná, neboť hlavním technickým prostředkem pro použití bojových chemických látek jsou různé druhy munice. [29]

## 4) Stálost vůči obalovým materiálům

Při hydrolyze se uvolňující halogenovodíky jsou hlavním korozivním nebezpečím pro většinu kovů. Tato vlastnost je důležitá při výběru vhodného obalového materiálu při výrobě, skladování, transportu a bojovém použití. [29]

## 4.3 Toxikologické vlastnosti

Stupeň a rozsah poškození organismu vyvolaný určitou chemickou látkou a rychlost, s jakou tyto funkční a morfologické poruchy probíhají, je závislý na mnoha různých faktorech. Fyzikální a chemické vlastnosti nebezpečných chemických látek mají podstatný význam i při rozvoji vlastního patologického procesu v exponovaném organismu. Neméně důležitými faktory toxického účinku je množství chemické látky, tj. dávka, která působí na organismus, nebo koncentrace chemické látky ve vnějším prostředí a doba působení (expozice). [5]

Jakým způsobem bude látka působit na organismus a jaký konečný toxikologický efekt vyvolá, závisí především na bráně vstupu chemické látky do organismu, nebo-li cestě pronikání do organismu. Chemická látka může do organismu pronikat více branami vstupu. [5]

### 1) Inhalačně

Chemická látka proniká do těla přes dýchací orgány nechráněného jedince a to ve formě par, plynů, prachu a jemných aerosolů. Jedná o nejčastější formu pronikání látky do organismu, protože dýchací systém je neustále vystaven okolnímu prostředí. [1][5]

### 2) Parenterálně

K intoxikaci dojde v důsledku poranění nebo častěji průnikem přes pokožku poškozenou odřením, poraněním, popálením, poleptáním apod. [1][5]

### 3) Perorálně

Zasažením zejména zažívacích orgánů např. po požití kontaminovaných potravin nebo vypití kontaminované vody. [1][5]

### 4) Perkutánně

Zasažením nechráněné neporušené pokožky často po kontaktu s kontaminovanou technikou či materiálem. [1][5]

Pro účely ověřování toxicity se při laboratorních zkouškách na zvířatech využívají další aplikace chemické látky a to:

- 1) intravenózně (do žíly),
- 2) intradermálně (nitrokožně),
- 3) intramuskulárně (nitrosvalově),
- 4) subkutánně (podkožně),
- 5) intraperitoneálně (do dutiny břišní). [5]

V důsledku zasažení organismu chemickou látkou dochází k projevům buď bezprostředně po kontaktu, nebo až na delší dobu, která se nazývá doba latence. Doba latence, po které se projevují příznaky otravy, trvá v závislosti na typu chemické látky obvykle několik minut až hodin, výjimečně delší dobu.

Po zasažení chemickou látkou je třeba bezprostředně provést ochranná a záchranná opatření ke snížení účinků na organismus a případnému zabránění smrtelných účinků.

Pro vzájemné porovnání účinnosti jednotlivých chemických látek mají mimořádný význam údaje o toxických vlastnostech. Toxikologické vlastnosti chemických látek použitých ve formě par nebo aerosolu bývají nejčastěji charakterizovány:

- 1) **PC<sub>t50</sub> - střední prahovou koncentrací** - koncentrace látky, která u 50 % zasažených vyvolá po čase t rozvoj nevýrazných prvních tzv. prahových příznaků,
- 2) **IC<sub>t50</sub> - střední zneschopňující koncentrací** - koncentrace látky, která u 50 % zasažených vyvolá po čase t dočasné zneschopnění,
- 3) **EC<sub>t50</sub> - střední účinnou koncentrací** - koncentrace látky, která u 50 % zasažených vyvolá po čase t plný toxický efekt a vyřadí je z činnosti,
- 4) **LC<sub>t50</sub> - střední letální koncentrací** - koncentrace látky, která by po čase t usmrtila u 50 % exponovaných jedinců. [1][5][31]

Koncentrace plynů a par se udává buď v hmotnostních ( $\text{mg.l}^{-1}$ ,  $\text{mg.m}^{-3}$ ,  $\mu\text{g.m}^{-3}$ ) nebo objemových jednotkách (% , ppm = parts per milion, ppb = parts per bilion). [1]

## 5 KLASIFIKACE A DĚLENÍ NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK

Nebezpečné chemické látky lze klasifikovat podle různých hledisek. V této kapitole jsou uvedeny jednotlivé třídy nebezpečnosti podle CLP (fyzikální nebezpečí, nebezpečí pro zdraví, nebezpečí pro životní prostředí a nebezpečnost pro ozonovou vrstvu) a dělení bojových chemických látek a jejich stručný popis. V Dohodě ADR nebo Řádu RID jsou nebezpečné věci a zboží děleny do tříd. Podrobná charakteristika těchto tříd je obsahem publikace Logistika přeprav nebezpečných věcí. [6]

### 5.1 Třídy a kategorie nebezpečnosti podle CLP

**Třída nebezpečnosti** - povaha fyzikálního nebezpečí nebo nebezpečí pro zdraví či životní prostředí. [1][3]

#### *Přehled tříd nebezpečnosti:*

**Třídy nebezpečnosti - pro fyzikální nebezpečí:**

#### 1) Výbušniny

Do této třídy patří:

- výbušné látky a směsi,
- výbušné předměty, vyjma zařízení obsahující výbušné látky nebo směsi v takovém množství či takové povahy, že jejich mimovolné či náhodné zapálení nebo vznícení nezpůsobí žádné vnější účinky mimo zařízení v důsledku zasažení částicemi, ohně, kouře, tepla nebo hluku,
- látky, směsi a předměty neuvedené v předchozích, které jsou vyráběny k získání praktického, výbušného nebo pyrotechnického účinku. [1][4]

#### 2) Hořlavé plyny

Plyny nebo plynné směsi, které jsou při teplotě 20°C a standardním tlaku 101,3 kPa na vzduchu hořlavé. Látky a směsi této třídy nebezpečnosti jsou řazeny do jedné ze dvou kategorií na základě výsledků testu nebo výpočetní techniky. [1][4]

#### 3) Hořlavé aerosoly

„Aerosoly“, tj. „aerosolovými rozprašovači“, se rozumějí nádoby, které se nedají opětovně naplnit, vyrobené z kovu, skla nebo plastu a obsahující stlačený, zkapalněný ne-

bo rozpuštěný plyn pod tlakem společně s hořlavou kapalinou, pastou nebo práškem, a vybavené uvolňovacím mechanismem, který umožňuje vystříkovat obsah nádoby jako tuhé nebo tekuté částice v suspenzi plynu, ve formě pěny, pasty nebo prášku nebo v kapalném či plynném stavu. [1][4]

#### **4) Oxidující plyny**

Jakékoliv plyny nebo plynné směsi, které mohou obecně poskytováním kyslíku způsobit nebo podpořit hoření jiných látek účinněji než vzduch. Látky a směsi této třídy nebezpečnosti jsou řazeny do jediné kategorie na základě toho, že poskytováním kyslíku způsobující zapálení jiného materiálu, či se na něm podílejí, ve větší míře vzduch. [1][4]

#### **5) Plyny pod tlakem**

Plyny nacházející se v nádobě při tlaku nejméně 200 kPa (manometr) nebo zkapalněné plyny nebo zkapalněné zchlazené plyny. Toto zahrnuje čtyři typy plynů nebo plyných směsí ve vztahu u účinkům náhlého uvolnění tlaku nebo ochlazení, které mohou vést k vážným škodám na zdraví, majetku nebo životním prostředí, nezávisle na jiných rizicích, které tyto plyny mohou mít. [1][4]

#### **6) Hořlavé kapaliny**

Kapaliny s bodem vzplanutí nejvýše 60°C. [1][4]

#### **7) Hořlavé tuhé látky**

Tuhé látky, které se snadno zapalují nebo mohou způsobit požár či k němu přispět třením. „Snadno zápalné tuhé látky“ jsou látky nebo směsi ve formě prášku, granulí nebo pasty, které jsou nebezpečné, jestliže se mohou snadno vznítit při krátkém styku se zdrojem zapálení, například hořící zápalkou, a pokud se plamen šíří rychle. [1][4]

#### **8) Samovolně reagující látky a směsi**

Tepelně nestálé kapalně nebo tuhé látky nebo směsi náchylné k silně exotermickému rozkladu i bez přístupu kyslíku (vzduchu). Tato definice vylučuje látky a směsi klasifikované jako výbušniny, organické peroxidy nebo oxidující látky a směsi. [1][4]

#### **9) Samozápalné kapaliny**

Kapalné látky nebo směsi, které se při styku se vzduchem i v malých množstvích zapálí do pěti minut. [1][4]

### **10) Samozápalné tuhé látky**

Tuhé látky nebo směsi, které se při styku se vzduchem i v malých množstvích zapálí do pěti minut. [1][4]

### **11) Samozahřívající se látky a směsi**

Kapalné nebo tuhé látky jiné než samozápalné kapaliny nebo tuhé látky, které jsou při reakci se vzduchem a bez dodání energie schopny se samy zahřívát; tyto látky nebo směsi se odlišují od samozápalných kapalin nebo tuhých látek tím, že se zapalují pouze ve velkém množství (kilogramy) a po dlouhé době (hodiny nebo dny). Samovolné zahřívání se látek nebo směsí vedoucí k samovolnému vznícení je způsobeno reakcí látky nebo směsi s kyslíkem (ve vzduchu) a vyvíjeným teplem, které není dostatečně rychle odváděno do okolního prostředí. K samovolnému vznícení dochází, jestliže je rychlost uvolňování tepla vyšší než rychlost tepelné ztráty a je dosaženo teploty samovznícení. [1][4]

### **12) Látky a směsi, které při kontaktu s vodou uvolňují hořlavé plyny**

Tuhé nebo kapalné látky nebo směs, která jsou při vzájemné interakci s vodou schopny se samy zapálit nebo uvolňovat hořlavé plyny v nebezpečném množství. [1][4]

### **13) Oxidující kapaliny**

Kapalné látky nebo směsi, které, ačkoliv samotné nemusí být nutně vznětlivé, mohou obecně poskytováním kyslíku způsobit nebo podpořit hoření jiných látek. [1][4]

### **14) Oxidující tuhé látky**

Tuhé látky nebo směsi, které, ačkoliv nemusí být nutně vznětlivé, mohou obecně poskytováním kyslíku způsobit nebo podpořit hoření jiných látek. [1][4]

### **15) Organické peroxidy**

Kapalné nebo tuhé organické látky, které obsahují dvojmocnou skupinu -O-O- a které lze považovat za derivát peroxidu vodíku, v němž jsou jeden nebo dva atomy vodíku nahrazeny organickými radikály. Pojem zahrnuje také směsi organických peroxidů (přípravky), které obsahují nejméně jeden organický peroxid. Organické peroxidy jsou teplotně nestálé látky nebo směsi, které se mohou samourychním exotermicky rozložit. Mimo to mohou mít jednu či několik těchto vlastností mohou se rozkládat výbušným způsobem, hoří rychle, jsou citlivé na náraz s jinými a reagují nebezpečně s jinými látkami. [1][4]

## 16) Látky a směsi korozivní pro kovy

Látky nebo směsi, které mohou chemickým působením poškodit či dokonce zničit kovy, tyto látky nebo směsi jsou řazeny do jediné kategorie na základě testů. Kritéria GHS jsou míra koroze na povrchu oceli nebo hliníku převyšující 6,25 mm ročně při testovací teplotě 55°C. [1][4]



Obrázek 1 - Piktogramy označující nebezpečí s přiřazením dané kategorie nebezpečí podle CLP [64]

### Třídy nebezpečnosti - nebezpečí pro zdraví:

#### 1) Akutní toxicita

Akutní toxicitou se rozumí nepříznivé účinky, k nimž dojde po orální nebo dermální aplikaci jedné dávky látky nebo směsi či vícenásobných dávek podaných během 24 hodin nebo po inhalační expozici po dobu 4 hodin. [1][4]

## 2) Žíravost/dráždivost pro kůži

„Žíravost“ znamená vyvolání nevratného poškození kůže, tedy viditelné nekrózy pokožky zasahující škáry, po působení zkoušené látky po dobu až 4 hodin. „Dráždivost pro kůži“ znamená vyvolání vratného poškození kůže po působení zkoušené látky po dobu až 4 hodin. [1][4]

## 3) Vážné poškození očí/podráždění očí

„Vážné poškození očí“ znamená vyvolání poškození oční tkáně nebo zhoršení vidění po aplikaci zkoušené látky na povrchu oka, které není plně vratné do 21 dny po aplikaci. „Podráždění očí“ znamená vyvolání změn v oku po aplikaci zkoušené látky na povrch oka, které jsou plně vratné do 21 dnů po aplikaci. [1][4]

## 4) Senzibilizace dýchacích cest nebo kůže

„Senzibilizace dýchacích cest“ znamená, že látka po inhalaci vyvolává přecitlivělost dýchacích cest. „Senzibilizace kůže“ znamená, že látka po styku s kůží vyvolává alergickou reakci. [1][4]

## 5) Mutagenita v zárodečných buňkách

Znamená to, že látka způsobuje zvýšený výskyt mutací v populaci buněk a/nebo organismů. Mutací se rozumí trvalá změna množství nebo struktury genetického materiálu v buňce. Pojem „mutace“ se vztahuje jak na dědičné genetické změny, které se mohou projevit na fenotypické úrovni, tak na změny DNA, jsou-li známy. Pojem „mutagenní“ a „mutagen“ se bude používat pro látky vyvolávající zvýšený výskyt mutací v populacích buněk nebo organismů. [1][4]

## 6) Karcinogenita

Karcinogenem se rozumí látka nebo směs látek, které vyvolávají rakovinu nebo její větší výskyt. Látky, které vyvolaly benigní a maligní nádory v dobře provedených experimentálních studiích na zvířatech, se rovněž pokládají za látky, o nichž se předpokládá nebo u nichž existuje podezření, že jsou lidským karcinogenem, pokud neexistují přesvědčivé důkazy, že mechanismus tvorby nádoru není pro člověka relevantní. [1][4]

## 7) Toxicita pro reprodukci

Zahrnuje nežádoucí účinky na pohlavní funkci a plodnost u dospělých mužů a žen, stejně jako vývojovou toxicitu u potomků. Látky a směsi s reprodukčními nebo vývojový-



mi účinky se řadí do jedné ze dvou kategorií, „známý nebo předpokládaný“ a „podezřelý“. Látky, které mohou znamenat nebezpečí pro kojence, mají samostatnou kategorii: Účinky při nebo prostřednictvím kojení. [1][4]

#### **8) Toxicita pro specifické cílové orgány - jednorázové expozice**

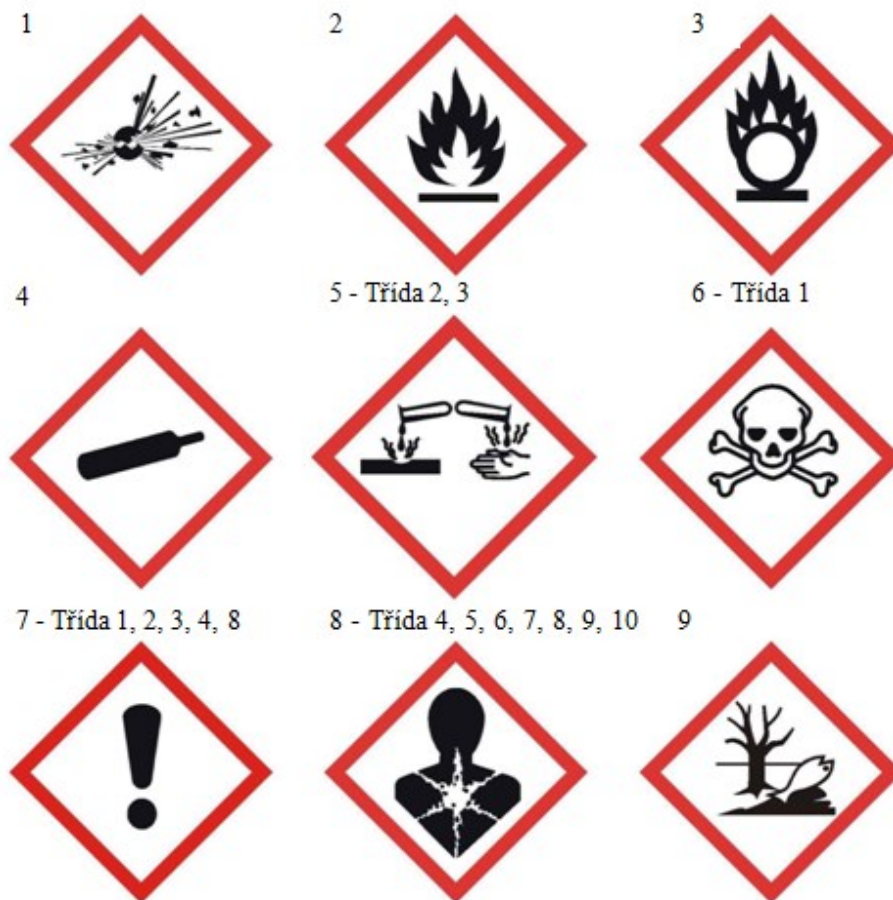
Třída látek, které mohou působit toxicky na cílové orgány po jednorázové expozici. Pod tímto pojmem se rozumí specifická, neletální toxicita pro cílové orgány vyplývající z jednorázové expozice látky nebo směsi. Zahrnuty jsou všechny závažné účinky na zdraví, které mohou poškodit funkci, a to vratné i nevratné, okamžité nebo opožděné. [1][4]

#### **9) Toxicita pro specifické cílové orgány - opakovaná expozice**

Třída látek, které mohou působit toxicky na cílové orgány po opakované expozici. Pod tímto pojmem se rozumí specifická, neletální toxicita pro cílové orgány vyplývající z opakované expozice látky nebo směsi. Zahrnuty jsou všechny závažné účinky na zdraví, které mohou poškodit funkci, a to vratné i nevratné, okamžité nebo opožděné. [1][4]

#### **10) Nebezpečnost při vdechnutí**

Třída látek nebo směsí, které mohou představovat pro člověka nebezpečí toxicity při vdechnutí. Vdechnutí je vstup kapaliny nebo tuhé látky přímo před ústní nebo nosní dutinu, anebo nepřímo vdechnutím zvratků., do průdušnice a dolních cest dýchacích. Toxicita při vdechnutí zahrnuje vážné akutní účinky, například chemickou pneumonii, různé stupně poškození plic nebo smrt po vdechnutí. [1][4]



Obrázek 2 - Piktogramy označující nebezpečí s přiřazením dané kategorie nebezpečí podle CLP [64]

### **Třída nebezpečnosti - nebezpečí pro životní prostředí:**

#### **1) Akutní nebezpečí pro vodní prostředí**

Znamená přirozenou vlastnost materiálu způsobovat při krátkodobé expozici poškození vodních organismů. [1][4]

Chronické nebezpečí pro vodní prostředí znamená potenciální nebo skutečné vlastnosti materiálu způsobovat nežádoucí účinky na vodní organismy při expozicích, které jsou určeny v relaci k životnímu cyklu organismů. [1][4]



Obrázek 3 - Piktogram označující akutní nebezpečí pro vodní prostředí [64]

### **Dodatečná třída nebezpečnosti EU:**

#### **Nebezpečnost pro ozonovou vrstvu**

Do této třídy se řadí látky, které na základě dostupných poznatků o jejich vlastnostech a jejich předpokládaného nebo pozorovaného osudu a chování v životním prostředí mohou představovat nebezpečí pro strukturu a fungování stratosférické ozonové vrstvy. [1][4]

**Kategorie nebezpečnosti** - rozdělení kritérií v rámci každé třídy nebezpečnosti. Kritéria pro rozdělení látek a směsí jsou podrobně uvedeny v přílohách nařízení CLP. [4]

## **5.2 Bojové chemické látky**

Starší termín otravné látky byl nahrazen novým názvem bojové chemické látky, který vznikl podle anglického výrazu „chemical warfare agents“, který je používán v NATO. Bojové chemické látky (dále jen „BCHL“) jsou chemické sloučeniny a jejich směsi, které při bojovém použití mohou svými účinky usmrtit, vážně poranit nebo zneschopnit osoby, kontaminovat životní prostředí, osoby, objekty a další materiál. Patří mezi toxické chemické látky a jsou součástí chemických zbraní. BCHL mohou být v plynné, kapalně nebo pevné formě. Ve formě aerosolu, plynu nebo par je jejich použití nejúčinnější. [1][32]

**Dělení podle bojového určení:****1) Bojové chemické látky smrtící**

Tyto látky jsou schopné v bojových koncentracích způsobit v krátké době usmrcení živé síly nebo těžké poškození zdraví. [1][31]

**2) Bojové chemické látky zneschopňující a oslabující**

Jedná se o látky schopné svými účinky způsobit zneschopnění živé síly k dalšímu vedení činnosti a tím znemožnit nebo podstatně omezit plnění bojových činností zasaženými jedinci. [1][31]

**3) Bojové chemické látky k zasažení rostlinstva**

Tato skupina látek je schopná likvidovat zelené části rostlin, ničit úrodu kulturních plodin a určení ke sterilizaci půdy. [1][31]

**Dělení podle povahy poškození:****1) Nervově paralytické látky**

Nervově paralytické látky nebo-li nervové plyny narušují přenos nervového vzruchu. Vyznačují se vysokou toxicitou vůči savcům, rychlým nástupem účinků a průnikem do organismu všemi branami vstupu. Jsou rozděleny na dvě skupiny označovány jako G látky a V látky. [31][32][33]

G látky, mezi které patří tabun, sarin, soman nebo cyklosarin, kdy je jedná o bezbarvé kapaliny bez výraznějšího zápachu.[1][31]

V látky jsou toxičtější než G látky, zejména při intoxikaci přes kůži. Nejvýznamnější látka ze skupiny je VX látka, která je bezbarvá, méně pohyblivá kapalina bez výraznějšího zápachu. [1][31]

**2) Zpuchýřující látky**

Zpuchýřující látky vyvolávají cytostatické účinky s následnou nekrózou a vazivovou degenerací v místě kontaktu. Jedná se o velmi olejovité nažloutlé kapaliny a každá látka této skupiny má svůj charakteristický zápach s nízkým čichovým prahem. Mají smrtící účinek na člověka a je pro ně charakteristický devastující, špatně se hojící efekt na tkáň. V místě vstupu zanechávají erytém, otok, puchýře a vředy, odtud je název zpuchýřující. Mezi představitele zpuchýřujících látek patří yperit a lewisit. [1][32][33]

### 3) Všeobecně jedovaté látky

Tato skupina látek účinkuje jako inhibitory dýchacího řetězce, tedy omezují děje dýchacího řetězce, blokují tkáňové dýchání a v důsledku centrální obrny dýchání mohou způsobit velmi rychlou smrt. Mají zápach po mandlích - kyanovodík a ostrý dráždivý zápach - chlorkyan. Do této skupiny patří oxid uhelnatý, kyanovodík, chlorkyan nebo například sirovodík. [1][31][32]

### 4) Dusivé látky

Skupina těchto látek vyvolává celkové onemocnění organismu s nejvýznamnějšími změnami v dýchacích orgánech. Fosgen je bezbarvý vysoce jedovatý plyn, difosgen a chlorpikrin jsou bezbarvé olejovité kapaliny. Při nadýchání způsobují otok plic, působí i dráždivě na oči a dýchací cesty. Přestaviteli těchto látek jsou chlór, fosgen, difosgen a chlorpikrin. [5][31][32][33]

### 5) Psychicky a fyzicky zneschopňující látky

Látky psychicky (psychotomimetika) a fyzicky (dysregulátory) zneschopňující mohou v nízkých koncentracích vyvolat psychické nebo fyzické zneschopnění, popřípadě obojí. Jedná se o bílé pevné látky bez zápachu. [1][31][32]

Látky psychicky zneschopňující vyvolávají u psychicky zdravého člověka změny ve sféře emoční a ve sféře vnímání, někdy vedou také k poruchám myšlení, avšak bez výraznějšího ovlivnění tělesných funkcí. Tyto látky se dělí do sedmi skupin a mezi neznámější látky patří LSD, kokain, BZ-látka, nebo také meskalin a psylocin. [1][31]

Látky fyzicky zneschopňující svými účinky na CNS vyvolávají zvýšenou únavu až paralýzu, podrážděnost, nervozitu, poruchy pohybové koordinace, poruchy zrakové ostrosti až přechodnou slepotu, poruchy sluchu, křeče nebo paralýzu. Fyzicky zneschopňující látky se dělí do tří skupin, kdy některými zástupci je tremorin nebo exitocin. [5][31]

### 6) Dráždivé látky

Dráždivé látky jsou látky, které slouží ke snížení bojeschopnosti protivníka. Charakteristickým účinkem těchto látek je dráždění očí, kůže a sliznice dýchacího a zažívacího traktu a vyvolávají tak slzení, křečovitě sevření víček, slinění, kašel, kýchání nebo zvracení. Jedná se o bílé nebo nažloutlé krystalické látky bez zápachu nebo s dráždivým zápachem po pepři. Dělí se podle charakteru účinků na živý organismus, kdy jejími zástupci jsou například CS látka nebo látka CR, Adamsit nebo Clark I a II. [31][32][33]

## 6 ZNAČENÍ NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK

Při přepravě i manipulaci s nebezpečnými chemickými látkami je třeba znát povahu jejich nebezpečí a také se řídit pokyny pro bezpečné zacházení s takovými látkami. Povinnosti týkající se značení při přepravě nebezpečných věcí jsou řešeny v Dohodě ADR a Řádu RID. Všechny látky a předměty, které obsahují nebezpečnou chemickou látku, musí být řádně označeny podle platných předpisů.

### 6.1 Značení při přepravě nebezpečných věcí

Pro přepravu nebezpečných věcí jsou závazné především Dohoda ADR a Řád RID. Dopravní prostředky přepravující nebezpečné věci musí být od určitého množství označeny výstražnými identifikačními tabulkami, které mají černé orámování a rozměry 40x30 cm. Tyto tabulky musí být řádně upevněny, opatřeny reflexní vrstvou a umístěny na daném místě. Dále musí být dopravní prostředky označeny manipulačními značkami a bezpečnostní značkou, které na vozech musí být umístěny tak, aby byly po celou dobu přepravy vidět. [6]

#### 6.1.1 UN kód

UN kód nebo také identifikační číslo látky označuje konkrétní nebezpečnou věc, která je přepravovaná ať už po silnici nebo po železnici. [1] UN kód je čtyřmístné přírůstkové číslo uvedeno v registru nebezpečných látek OSN. Seznam nebezpečných věcí, které jsou přepravovány po silnici nebo po železnici, je uveden v přílohách dohod ADR a RID. Na základě znění dohod ADR a RID je UN kód součástí výstražné identifikační tabulky. [2][5][7]

#### 6.1.2 Kemlerův kód

Kemlerův kód nebo také identifikační číslo nebezpečnosti označuje nebezpečnou vlastnost dané přepravovaných nebezpečných věcí. [5] Je definován jako dvoj- nebo trojmístná kombinace znaků - číslic, doplněna v některých případech písmenem X. Kód umožňuje rychlé určení nebezpečí v případě havárie nebo požáru nebezpečných látek. Tento kód je také součástí výstražné identifikační tabulky. [1] [2][7]

Toto číslo je složeno ze dvou nebo tří čísel, kdy první číslo označuje hlavní nebezpečí látky a druhé a třetí číslo označuje vedlejší nebezpečí, které je v případě nehody nutné znát. V případě, že se před těmito číslicemi objeví písmeno X, znamená to, že látka nesmí

přijít do styku s vodou. Pokud je počáteční číslo zdvojené, znamená to vyšší nebezpečí.  
[1][2][7]

Tabulka 1 - Význam Kemlerova kódu pro posouzení nebezpečnosti látky [6][7]

Číslo	Význam
2	Vytváření plynů tlakem a nebo chemickou reakcí.
3	Hořlavost kapalin (par) a plynů nebo kapalin se sklonem k samovznícení.
4	Hořlavost tuhých látek a nebo tuhých látek se sklonem k samovznícení.
5	Podporuje hoření (oxidační účinek).
6	Jedovatost a nebo nebezpečí infekce-
7	Radioaktivita
8	Žíravost (korozivnost)
9	Nebezpečí prudké spontánní reakce.

Tabulka 2 - Označení hlavních nebezpečí ve smyslu Kemlerova kódu [7]

Číslo	Hlavní nebezpečí
0	Jako první číslice se nepoužívá.
1	Jako první číslice se nepoužívá.
2	Plyn.
3	Hořlavá kapalina (lehce zápalná kapalina).
4	Hořlavá tuhá látka (lehce zápalná tuhá látka).
5	Vznětlivá látka podporující hoření.
6	Jedovatá nebo infekční látka.
7	Radioaktivní látka.
8	Žíravá látka.
9	Ostatní nebezpečné látky.

Tabulka 3 - Označení vedlejších nebezpečí ve smyslu Kemlerova kódu [7]

Číslo	Vedlejší nebezpečí
0	Bez významu.
1	Jako druhé číslo se nepoužívá.
2	Nebezpečí úniku plynu pod tlakem a nebo chemickou reakcí.
3	Hořlavost plynů a par.
4	Jako druhá číslice se nepoužívá.
5	Vznětlivost, hoření podporující, samozápalné vlastnosti.
6	Jedovatost a nebo nebezpečí infekce.
7	Radioaktivita.
8	Žíravé (leptavé účinky).
9	Nebezpečí prudké reakce za samovolného rozkladu nebo polymerace.

### 6.1.3 Výstražná identifikační tabulka

Tato tabulka je složena ze dvou stejně velkých obdélníkových políček, které mají oranžovou barvu a černé ohraničení, o celkových rozměrech 40x30 cm. [2] V horní části tabulky se nachází Kemlerův kód a v dolní pak UN kód, popřípadě může být bez čísel. [6][7]



Obrázek 4 - Výstražná identifikační tabulka [64]

### 6.1.4 Značení kusového zboží

Obaly kusového zboží musí být označeny předepsanými bezpečnostními značkami, které na první pohled informují o nebezpečí, před kterým je třeba zboží chránit, popřípadě jsou doplněny o pokyny pro bezpečnou manipulaci. Bezpečnostní i manipulační značky mají tvar kosočtverce o straně 10 cm. Bezpečnostní značky se umísťují před manipulační. [2]



Kromě toho se značení obalů vyrobených podle schváleného konstrukčního typu skládá z dalších informací, které jsou podrobněji uvedeny v publikaci Logistika přeprav nebezpečných věcí. [6]

## 6.2 Označování podle nařízení CLP

Zkratka CLP vznikla z anglického názvu Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures a jeho český překlad je klasifikace, označování a balení látek a směsí.

Látky nebo směsi klasifikované jako nebezpečné a zabalené v obalu je potřebné označit štítkem, který bude obsahovat následující údaje:

- jméno/název, adresu a telefonní číslo dodavatele nebo dodavatelů,
- jmenovité množství látky/směsi v balení přístupném široké veřejnosti, pokud toto množství není uvedeno na jiné části balení,
- identifikátory výrobku,
- piktogramy označující nebezpečí,
- signální slova (Danger/Warning - nebezpečí/varování),
- standardní věty o nebezpečnosti (Hazard Statement, tedy H-věty, obdoba R-vět),
- náležité pokyny pro bezpečné zacházení (Precautionary Statement, tedy P-věty, obdoba S-vět),
- doplňkové informace. [4]

Podrobné informace týkající se klasifikace, označování a balení látek a směsí jsou obsahem nařízení č. 1272/2008. [3][4]

### Identifikátory výrobku

Pro některé nebezpečné látky platí povinnost číselného značení, jedná se o indexové číslo, číslo ES a číslo CAS. [1][4] Toto značení je podrobněji popsáno v publikaci Nebezpečné chemické látky a směsi. [1]

### Piktogramy označující nebezpečí

Piktogramy nahradily dřívější grafické symboly nebezpečnosti, které byly ve čtverci a na žlutooranžovém poli. Jedná se o složená grafická zobrazení obsahující různé grafické prvky, které mají sdělovat informace o druhu nebezpečí dané látky nebo směsi. Piktogram je kosočtverce, červeně orámované, uvnitř s černým symbolem na bílém pozadí.

Stejný pictogram lze použít pro více tříd nebezpečnosti, pravidla jsou uvedena v návrhu nařízení GHS. [1][3][7]



Obrázek 5 - Piktogramy označující nebezpečí podle GHS [34]

### Signální slova

Signální slova indikují úroveň závažnosti nebezpečnosti, aby čtenář byl varován před možným nebezpečím. Existují dvě signální slova:

- nebezpečí - signální slovo označující závažnější kategorie nebezpečnosti,
- varování - signální slovo označující méně závažné kategorie nebezpečnosti.[1]

### Údaje o nebezpečnosti (H-věty - Hazard Phrases)

Standardní věty o nebezpečnosti jsou věty přiřazené dané třídě a kategorii nebezpečnosti, které popisují povahu nebezpečnosti nebezpečné látky nebo směsi. H-věty nahradily dřívější R-věty určující specifickou rizikovost, kdy došlo k jejich rozšíření. [1][3] Příklady H-vět jsou uvedeny v Příloze PI.

### Pokyny pro bezpečné zacházení (P-věty - Precautionary Phrases)

Jedná o doporučená opatření pro minimalizaci nebo prevenci nežádoucích účinků způsobených používáním nebo manipulací nebezpečnou látkou nebo směsí. P- věty nahradily dříve používané S-věty značící pokyny pro bezpečné zacházení s látkou. [1][3] Příklady některých P-vět jsou uvedeny v Příloze PI.

## 7 ZDROJE INFORMACÍ O NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTKÁCH

V následujících kapitolách jsou uvedeny obecné informace týkající se informačních zdrojů o nebezpečných chemických látkách a jejich podrobnější popis je obsažen například v publikaci Nebezpečné chemické látky a směsi [1] nebo Nebezpečné látky I a II. [2][7]

### 7.1 DIAMANT

System DIAMANT je převzat z USA, kde je nejvíce používán a byl vyvinut Národní asociací požární ochrany (National Fire Protection Assotiation). Umožňuje rychlou orientaci o základních vlastnostech nebezpečné látky a je umístěn na obalech. [1][2]



Obrázek 6 - Kód DIAMANT [65]

### 7.2 HAZCHEM

Informační systém HAZCHEM (**H**azard **chem**icals) se používá ve Velké Británii a není určen pro identifikaci látky, ale pro stanovení prvořadých opatření při zásahu. Byl vyvinut hasiči města Londýna a je využíván v informačních databázích nebezpečných látek. Dává okamžité pokyny o použití vhodných hasebních prostředků, o možnosti snížení nebezpečí při úniku látky a informuje o potřebných opatření pro ochranu nasazených sil. [1][2][7]



Obrázek 7 - Kód HAZCHEM [65]

### 7.3 Transportní informační a nehodový systém

Transportní informační a nehodový systém (TRINS) poskytuje prostřednictvím svých středisek nepřetržitou pomoc při řešení mimořádných událostí spojených s přepravou či skladováním nebezpečných látek na území České republiky. [2]

Od 1. července 1996 je možné cestou operačních a informačních středisek Hasičského záchranného sboru (dále jen „OPIS HZS“), případně Integrovaného záchranného systému (dále jen „IZS“) požadovat pomoc od středisek TRINS v otázkách:

- údajů k výrobkům, látkám a jejich bezproblémové přepravě a skladování,
- zkušenosti z manipulace s nebezpečnými látkami nebo likvidaci mimořádných událostí spojených s nebezpečnými látkami,
- praktické pomoci při odstraňování škod a likvidaci mimořádné události spojené s nebezpečnou látkou. [2][35]

Dojde-li na území ČR k nehodě při přepravě nebo manipulaci s nebezpečnou látkou mohou OPIS HZS (IZS) využít pomoci, která je poskytována ve třech stupních. [35] První stupeň představuje telefonickou poradou, kdy je poskytnuta informace, konzultace či porada s odborníkem pomocí telefonu. Druhým stupněm je porada v místě havárie. V tomto případě je na místo havárie vyslán odborník v co nejkratší možné době od požádání. Posledním, tedy třetím stupněm je praktická pomoc v místě havárie a to vysláním sil a prostředků do místa havárie v co nejkratší možné době od požádání k poskytnutí praktické pomoci při likvidaci mimořádné události. [2][35]

### 7.4 Další zdroje informací a databáze nebezpečných chemických látek

Informace o nebezpečných látkách poskytují další zdroje a jedná se o Bezpečnostní listy nebo databáze MEDIS-ALARM, popřípadě lze kontaktovat Toxikologické informační středisko nebo Státní zdravotní ústav. Údaje o nebezpečných látkách jsou také uvedeny v různých databázích, například databáze Nebezpečné látky 2008, DANELA, TOXI, databáze IRIS, HSDB nebo ESIS a starší databáze jako je INFODAT, ALFADAT, BETADAT, RTECS. [2][32]

## **PRAKTICKÁ ČÁST**

## 8 NEJVÝZNAMNĚJŠÍ PRŮMYSLOVÉ TOXICKÉ LÁTKY

Průmyslové toxické látky jsou chemické látky a směsi používané jako výchozí produkty, meziprodukty nebo konečné produkty různých výrobních či komerčních procesů průmyslu, které při jednorázovém nebo krátkodobém působení v poměrně malém množství mohou způsobit poškození zdraví nebo ke smrti člověka. [1][2][6]

Za nejvýznamnější látky z této skupiny jsou považovány například chlor, amoniak, fosgen, chlorovodík, fluorovodík nebo kyanovodík. V této kapitole jsou popsány jejich základní fyzikální a chemické vlastnosti a charakter účinků na organismus.

Vysoce uznávaná mezinárodní metoda IAEA-TECDOC-727 je zpracována jako příručka, týkající se stanovení pořadí závažnosti různých zdrojů rizika pro jejich další detailní posouzení. Příručka by měla pomoci identifikovat takové zdroje rizika, které vyžadují podrobnější analýzu, posouzení a řízení rizika. V příloze číslo jedna je uveden seznam charakteristických látek, které jsou děleny na různé typy substance z hlediska fyzikálních nebo toxikologických vlastností. Obsahuje seznam 221 látek, z toho 101 toxických látek. [36] V následující tabulce jsou uvedeny vybrané toxické látky podle metody IAEA-TECDOC-727.

Tabulka 4 - Stupně toxicity podle metody IAEA-TECDOC-727 [13]

<b>Stupeň toxicity</b>	<b>Látka</b>
Mírně toxické kapaliny	Chlorpikrin
Středně toxické kapaliny	Sírouhlík Kyselina dusičná
Vysoce toxické kapaliny	Kyanovodík Oxid sírový
Velmi vysoce toxické kapaliny	Metylisokyanát
Mírně toxické plyny	Etylamin
Středně toxické plyny	Amoniak Oxid uhelnatý Fluorovodík Oxid siřičitý
Vysoce toxické plyny	Chlor Chlorovodík Bromovodík Sirovodík
Velmi vysoce toxické plyny	Fosgen Fosforovodík
Extrémně toxické plyny	Arzenovodík

## 8.1 Chlor

### 1) Fyzikální a chemické vlastnosti

Chlór je nažloutlý, dráždivý plyn se zvláštním štiplavým zápachem, teplota varu je  $-34\text{ }^{\circ}\text{C}$  a teplota tání  $-101\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Chlór je těžší než vzduch. Tato látka se snadno zkapalňuje v tmavou žlutozelenou kapalinu. Vypařuje-li se kapalný chlór ve vzduchu ve značném množství, tvoří s vodními parami bílou mlhu. [37][38][39]

Jedná se o velmi reaktivní látku, která s vodními parami ve vzduchu reaguje za vzniku kyseliny chlorné a chlorovodíkové. Je nevýbušný a nehořlavý. S hašeným vápnem tvoří chlor chlorové vápno. [37][40]

### 2) Charakter účinků na organismus

Chlor patří do skupiny dusivých bojových látek. Nadýchání vede k těžkému podráždění dýchacích cest, silně dráždí ke kašli a může docházet k záchvatům dušení. Je zde riziko vzniku edému plic. Plyn těžce leptá oči a dráždí kůži až ke tvorbě puchýřů. Při styku s kapalinou jsou možné i omrzliny. Zasažení chlorem se projevuje pálením a bolestí očí, sliznice nosu a hltanu i kůže. [41][42]

Tabulka 5 - Souhrnné informace o chloru [41]

Chlor	
Chemický vzorec	Cl <sub>2</sub>
Číslo CAS	7782-50-5
Číslo ES	231-959-5
Indexové číslo	017-001-00-7
Kemlerův kód	265
UN kód	1017
Signální slovo	Nebezpečí
Výstražné symboly CLP	GHS03, GHS04, GHS06, GHS09



## 8.2 Amoniak

### 1) Fyzikální a chemické vlastnosti

Amoniak (čpavek) je bezbarvý plyn s typickým dráždivým zápachem, teplota varu je  $-33^{\circ}\text{C}$  a teplota tání je  $-78^{\circ}\text{C}$ . Amoniak je těžší než vzduch. Amoniak je zásaditý, dráždivý a žíravý. [40][42]

Látka je chemicky málo reaktivní, avšak je výbušná a hořlavá. Při uvolnění plynu se tvoří velké množství studené mlhy a leptavé výbušné směsi. [40][42]

### 2) Charakter účinků na organismus

Plynný i kapalný amoniak velmi silně a těžce leptá oči, dýchací cesty, plíce a kůži. Nadýchání vysoké koncentrace může vést k náhlé smrti. Křeč dýchacích orgánů nebo edém plic může vést k udušení. Pokud dojde ke styku s kůží, vznikají těžké omrzliny. [42][43]

Tabulka 6 - Souhrnné informace o amoniaku [41]

Amoniak	
Chemický vzorec	$\text{NH}_3$
Číslo CAS	7664-41-7
Číslo ES	231-635-3
Indexové číslo	007-001-00-5
Kemlerův kód	268
UN kód	1005
Signální slovo	Nebezpečí
Výstražné symboly CLP	GHS04, GHS05, GHS06, GHS09

## 8.3 Fosgen

### 1) Fyzikální a chemické vlastnosti

Fosgen je bezbarvý plyn se zápachem po tlejícím listí nebo čerstvě pokoseném seně. Je to jedovatý a dusivý plyn. Jeho teplota tání činí  $-117^{\circ}\text{C}$  a teplota varu  $+8^{\circ}\text{C}$ . Plyn je těžší než vzduch. [1][40][42]

Fosgen je nehořlavá látka a za normální teploty nereaktivní látka. Při uvolňování plynu tvorba studené mlhy těžší než vzduch a jedovatých leptavých směsí. [42]

## 2) Charakter účinků na organismus

Páry silně dráždí dýchací cesty, při nadýchání může dojít k plicnímu otoku se zpožděním i několik dní. Kapalný fosgen způsobuje popálení kůže a poškození očí. Po požití způsobuje vnitřní těžké poleptání sliznice zažívacího ústrojí. Koncentrace 0,065% je při expozici několik minut smrtelná. [38]

Tabulka 7 - Souhrnné informace o fosgenu [4][38]

<b>Fosgen</b>	
Chemický vzorec	COCl <sub>2</sub>
Číslo CAS	75-44-5
Číslo ES	200-870-3
Indexové číslo	006-002-00-8
Kemlerův kód	268
UN kód	1076
Výstražné symboly CLP	GHS04, GHS05, GHS06

## 8.4 Chlorovodík

### 1) Fyzikální a chemické vlastnosti

Chlorovodík je bezbarvý, dráždivý plyn, teplota varu je 85°C a teplota tání -115°C. Je těžší než vzduch. [5][44]

Chlorovodík je chemicky velmi reaktivní. Při styku s vodou může reagovat za vývoje tepla a při styku se vzduchem emituje žíravé dýmy. Je nevýbušný, nehořlavý, korozivní a leptací. [5][40]

### 2) Charakter účinků na organismus

Plyn silně dráždí oči a dýchací cesty, způsobuje pálení a bolest očí, sliznice nosu, hrtanu i kůže. Vdechnutí plynu ve vysokých koncentracích vyvolává poleptání sliznic v nose a v hrtanu i křeč hrtanu a vede ke smrti. Kontakt s kapalinou a působení plynu ve vysokých koncentracích vede k poleptání očí a kůže. Při krátkodobém působení je koncentrace 0,15-0,2% po dobu několika minut smrtelná. [41][42]

Tabulka 8 - Souhrnné informace o chlorovodíku [41][44]

Chlorovodík	
Chemický vzorec	HCl
Číslo CAS	7647-01-0
Číslo ES	231-595-7
Indexové číslo	017-002-00-2
Kemlerův kód	268
UN kód	1050
Signální slovo	Nebezpečí
Výstražné symboly CLP	GHS04, GHS05, GHS06

## 8.5 Fluorovodík

### 1) Fyzikální a chemické vlastnosti

Fluorovodík je téměř bezbarvý, dráždivý plyn, jeho teplota varu je 20°C a teplota tání -83,4°C. Je těžší než vzduch. [40][45]

Fluorovodík je chemicky reaktivní, nehořlavý, nevýbušný a leptá sklo. [40][45]

### 2) Charakter účinků na organismus

Plyn a také vodní roztoky způsobují velmi těžké, špatně se hojící poleptání očí a kůže. Vdechnutí plynu dráždí a silně poškozuje dýchací cesty a plíce až k obrazu plicního edému. Při krátkém působení je koncentrace 0,005% po dobu 30-60 minut smrtelná. [41]

Tabulka 9 - Souhrnné informace o fluorovodíku [41]

Fluorovodík	
Chemický vzorec	NF
Číslo CAS	7664-39-3
Číslo ES	231-634-8
Indexové číslo	009-002-00-6
Kemlerův kód	886
UN kód	1052
Signální slovo	Nebezpečí
Výstražné symboly CLP	GHS05, GHS06

## 8.6 Kyanovodík

### 1) Fyzikální a chemické vlastnosti

Kyanovodík je bezbarvá těkavá kapalina s typickým hořkomandlovým zápachem, teplota tání je 13°C a teplota varu 26°C. Je lehčí než vzduch. [40][41]

Látka tvoří se vzduchem výbušnou a jedovatou směs. Kyanovodík je extrémně hořlavá látka a může se vznítit působením vysokých teplot, jisker nebo otevřeného plamene. [41]

### 2) Charakter účinků na organismus

Do organismu proniká velmi rychle všemi cestami, nejrychlejší průběh otravy nastává po inhalaci, kdy smrt nastává v průběhu několika sekund. Nízké koncentrace dráždí spojivky a dýchací cesty. Vdechnutí vysokých koncentrací způsobuje bezprostředně smrt. [41][42]

Tabulka 10 - Souhrnné informace o kyanovodíku [41]

Kyanovodík	
Chemický vzorec	HCN
Číslo CAS	74-90-8
Číslo ES	200-821-6
Indexové číslo	006-006-00-X
Kemlerův kód	-
UN kód	1051
Signální slovo	Nebezpečí
Výstražné symboly CLP	GHS02, GHS06, GHS09

Tabulka 11 - Vybrané informace o toxických látkách [13][41][44][36]

Látka	LC <sub>50</sub> (inhalačně) <sup>1</sup>	Stupeň toxicity	Třída nebezpečnosti (nebezpečí pro zdraví a životní prostředí)
Chlor	293 ppm - 1 hod (potkan)	Vysoce toxický plyn	Akutní toxicita, nebezpečí pro životní prostředí
Amoniak	2000 ppm - 4 hod (krysa)	Středně toxický plyn	Akutní toxicita, nebezpečí pro životní prostředí
Chlorovodík	3 120 ppm - 1 hod (krysa)	Vysoce toxický plyn	Akutní toxicita
Fluorovodík	2 240 - 2 340 ppm - 1 hod (krysa)	Středně toxický plyn	Akutní toxicita
Kyanovodík	160 ppm - 30 min (potkan)	Vysoce toxická kapalina	Akutní toxicita, nebezpečný pro vodní organismy

---

<sup>1</sup> LC<sub>50</sub> Střední smrtelná (letální) koncentrace [Lethal Concentration] - Koncentrace látky v ovzduší, která je smrtelná pro 50% testovaných organismů exponovaných touto koncentrací stanovenou dobu. Hodnota LC50 se udává jako hmotnost testované látky ve standardním objemu vzduchu (mg.l-1). [54]

## 9 MODELOVÁNÍ CHEMICKÉHO NAPADENÍ NEBO HAVÁRIE

Havárie spojené s únikem nebezpečných chemických látek představují jeden z významných zdrojů ohrožení zdraví a životů lidí. S ohledem na nemožnost zabránění vzniku takových havárií je nutné provádět taková opatření, která by případné negativní důsledky snižovala na minimum. Opatření lze realizovat preventivními opatřeními, která jsou charakterizována snižováním možností vzniku havárií a snahou o minimalizaci událostí vedoucím k havarijním dějům. Další možností jsou pak opatření operativní, která jsou charakterizována tím, že se používají až v okamžiku probíhající nebo bezprostředně hrozící havárie. [46]

Aby mohla být tato opatření realizována, je nutná znalost projevů a dopadů potenciálních havárií. Tato znalost může být realizována metodou podobnostního modelování, nejjednodušší metoda je založena na aplikaci empirických poznatků z havárií, které již proběhly. Výsledkem jsou jednoduché odhady možných dopadů havárií. Přesnější metody podobnostního modelování jsou založeny na sběru dat z již proběhlých havárií nebo pokusů simulující havarijní projevy a jejich následném zpracování. Výsledkem jsou empirické vztahy, které umožňují výpočet základních projevů možných havárií. [46]

### 9.1 Modelování havarijních následků

S ohledem na dynamický rozvoj v oblasti informačních technologií a komunikačních prostředků se zvyšuje také možnost provádět modelování, analýzy a porovnání možných variant řešení havárií a díky tomuto se pak lépe rozhodovat při řešení situace v reálném čase. [47]

#### 9.1.1 Modelování bez využití výpočetní techniky

Nedostupnost výpočetní techniky lze nahradit vytvořením systému pomůcek běžně dostupných v obchodní síti nebo ve volné přírodě. Výhodou tohoto systému je možnost využití jak standardních pomůcek, jako jsou tužky, pravítka apod., tak předmětů které jsou snadno dostupné přímo v místě rozvinutí řídicího pracoviště. Využitelné jsou tak klacíky, větve, šišky, rýhy v zemině apod. Tímto způsobem mohou být modelovány katastrofy a mohou sloužit také pro nácvik postupů při jejich řešení zasahujících složek. [47]

### **Systém magnetických tabulí**

Jako praktický příklad lze uvést systém modelu založeného na jednoduchém principu magnetických tabulí a obrázků, figurek či značek, které se na ně upevňují. Prostřednictvím těchto pomůcek je možné znázornit zdroj havárie nebo použití chemických toxických látek, nemocnice s daným počtem lůžek, vrtulníky, vozidla záchranné služby, hasičů, policie, armády, záchranné pracovníky podle profese i pacienty. Pro usnadnění následného ošetření pacientů je možné na figurce heslovitě popsat hlavní příznaky - stav, tlak, místo postižení. Pomocí nálepek lze označit číslo pacienta, jeho zařazení při třídění (barevné rozlišení) a provedenou první pomoc. S pomocí tohoto systému lze nasimulovat celou situaci: místo zásahu s pacienty, okolní města s dispečinkou záchranné služby, armády, hasičů i policie, včetně jejich vybavení a další důležité informace. Lze jej využít k modelování různých situací jako je zemětřesení, chemická havárie, letecké neštěstí nebo útok s použitím chemických zbraní. Vhodným využitím systému je nejen teoretické, ale i praktické vyučování, které může předcházet modelování s využitím výpočetní techniky. [47]

### **ATP-45**

Modelování chemického napadení nebo chemické havárie má u nás poměrně dlouhou tradici. V počátcích byly používány služební předpisy a pomůcky vydávané na armádní úrovni, které byly platné a závazné i pro Civilní obranu. Po vstupu České republiky do NATO vyvstala nutnost přijmout platformu, která by umožnila provádět modelování podle srovnatelných metod a postupů napříč celou Severoatlantickou aliancí. Byl tedy ratifikován a zaveden alianční dokument ATP-45 „Vyhodnocování radiační, biologické a chemické situace, předávání zpráv a zajištění varování“. Závěry z hodnocení chemické situace vyplývající z metodik uvedených v ATP-45 slouží jako modely, které zabezpečují výstrahu a varování vojsk a civilního obyvatelstva, ale neposkytují reálný pohled na vývoj chemické situace. [47]

### **Příručka ERG**

Příručka ERG (Emergency Response Guidebook) je určena i pro IZS a další záchranné jednotky, jejichž příslušníci se mohou jako první vyskytnout u mimořádné události při přepravě průmyslových toxických látek. Příručka je složena z několika částí, které jsou od sebe odlišeny barevným provedením stran. V části „žluté stránky“ je uveden seznam nebezpečných látek podle stoupajících UN kódů, dále UN kód, název látky - „Guide No“, což je v podstatě obdoba skupinového katalogového čísla. V části „modré stránky“ je uve-

den abecední seznam nebezpečných látek s uvedením názvu, UN kódu a „Guide No“. Část „oranžové stránky“ obsahuje seznam „Guide No“ s tím, že u každého čísla jsou uvedena rizika nebezpečných látek a informace o způsobech ochrany obyvatelstva a činnosti záchránářů v nebezpečném prostoru. V části „zelené stránky“ jsou látky řazeny podle UN kódu s uvedením údajů o rozměrech zóny bezprostředního ohrožení a zóny ochranných opatření. Dále je na těchto stránkách uveden seznam látek, které reagují s vodou za vzniku toxických plynů. „Zelené stránky“ se používají při prognóze při prognóze situace pro účely varování ke stanovení velikosti dvou zón:

- zóny bezprostředního ohrožení, to znamená prostoru bezprostředně zasaženého únikem chemické toxické látky, kdy je nutné provést „vymístění osob“,
- zóny ochranných opatření, jinými slovy prostoru ohroženého čířením par po úniku chemické toxické látky, kdy je nutné přijmout evakuační opatření nebo zajistit ukrytí v budovách. [47]

#### **Metoda IAEA-TECDOC-727**

Metoda byla zpracována Mezinárodní agenturou pro atomovou energii. Hlavním záměrem je poskytnout komplexní metodiku pro klasifikaci a prioritizaci zdrojů společného rizika v průmyslové oblasti s ohledem na potřebu dalšího detailnějšího hodnocení rizik. Vychází ze zkušeností z dřívějších závažných havárií. Metoda umožňuje stanovení míry rizika stabilních zařízení s nebezpečnými látkami. Rovněž jsou řešena rizika při přepravě nebezpečných látek po silnici a železnici a produktovody. Určuje se společenské riziko pro případy ohrožení obyvatelstva následky požáru, výbuchu a úniku chemických toxických látek s nebezpečných technologických zařízení. [13]

Odhady následků jsou prováděny při průměrných povětrnostních podmínkách a 100 % úmrtnosti uvnitř oblasti definované určitými kritérii účinků. Nejistoty použitých kritérií (např. hodnota LC50) i limitované vlivy některých jevů (např. tepelná radiace, tlak při výbuchu oblaku par) vedou k hrubému odhadu následků. [13] Podrobněji je tato metoda charakterizována a popsána v odborné publikaci Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií II. [13]

#### **9.1.2 Modelování s využitím výpočetní techniky**

Efektivita současného vedení operací je dána hlavně schopností zpracovávat velké množství informací o prostorech kontaminovaných BCHL nebo průmyslovými toxickými



látkami, vzájemně je doplňovat a hodnotit. Cílem je předkládat nejlepší možná řešení dané situace. Podrobnou analýzou získaných informací a modelováním pravděpodobného vývoje chemické situace s prostorem daleko od reálného zásahu, lze požadované informační převahy dosáhnout. S použitím informačních technologií a výpočetní techniky může vzniknout tzv. virtuální operační prostředí, které téměř neomezeně rozšiřuje oblast své působnosti. Komplexní hodnocení havárie nebo zneužití BCHL a průmyslových toxických látek lze provést s pomocí následujících počítačových programů. Informace o těchto programech jsou dostupné také na Internetu. [47]

Při havárii s únikem chemických látek je typickým projevem havárie tvorba toxického oblaku, mlhy nebo oparu. Důsledky havárie, dosah oblaku a rozsah kontaminované oblasti po takové havárii jsou značně rozdílné a závisí na mnoha faktorech, mezi které patří druh a množství uniklé látky, vlastnosti látek, kdy se jedná především o fyzikální, chemické a toxikologické vlastnosti, které ovlivňují chování látky při úniku (např. druh a množství uniklé látky, zda je látka těžší než vzduch, skupenství) a parametry okolí, jako jsou meteorologické podmínky v místě havárie (směr a rychlost přízemního větru a jeho stálost, teplota a částečně i vlhkost vzduchu, vertikální stálost atmosféry) a charakter terénu z hlediska jeho otevřenosti, zalesněnosti, zástavby a dále výšková členitost terénu. [13][47]

### **TerEx**

TerEex (Teroristický expert) je nástroj pro rychlou prognózu dopadů a následků působení nebezpečných látek nebo výbušných systémů, zejména při jejich kategorickém zneužití. Model je vytvořen jako počítačový program s návazností na grafický informační systém pro přímé zobrazení výsledků v mapách.

TerEx nabízí uživateli možnost vyhodnocení čtyř základních havarijních situací:

- 1) modely typu TOXI - vyhodnocují dosah a tvar oblaku, které jsou dány zvolenou koncentrací toxické látky,
- 2) modely typu UVCE - vyhodnocují dosah působení rázové vlny, vyvolané výbuchy směsi látky se vzduchem,
- 3) modely typu FLASH FIRE - vyhodnocují velikost prostoru ohrožení osob plamennou zónou - efekt Flash Fire,
- 4) model typu TEROR - vyhodnocuje možné dopady detonace výbušných systémů.

[13]

## ALOHA

ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmosphere) je nástrojem pro zjišťování následků úniku nebezpečné látky. Obsahuje databázi nejčastěji používaných chemických látek a jejich fyzikálně chemických vlastností. Výsledkem je jednoduchý průmět předpokládané hranice zraňující či smrtelné koncentrace v terénu. [13]

Program umožňuje modelovat rozptyl látek v ovzduší po jejich níklu, a to jak plynů, tak kapalin. Pracuje s následujícími vstupními informacemi:

- informace o uniklé látce,
- informace o stavu atmosféry,
- informace o zdroji úniku (přímý zdroj, louže, potrubí nebo zásobník).

Výstupní data vytvořená programem ALOHA zahrnují maximální rychlost úniku, maximální minutový průměr rychlosti úniku, celkové množství uniklé látky, maximální dosah nebezpečné zóny, maximální koncentrace uniklé látky, maximální dávka přijatá do organismu. [13]

Další podrobnosti o programu ALOHA a jeho užívání jsou obsahem příruček pro uživatele a technické dokumentace programu ALOHA. [48][49][50]

## ROZEX-ALARM

Program ROZEX-ALARM je určen především pro prognózování dopadů havarijních událostí, o kterých je známo málo platných a ověřených údajů. Tato situace, kdy je nedostatek údajů o havárii, je v praxi velmi častá. K modelování následků havarijních událostí je zvolen přístup, který je založen na filozofii maximálně možných následků havárie. Počet vstupních parametrů pro výpočet je omezen na minimum. Program je zaměřen na prognózu dopadů havárií v průmyslu, při nichž dojde k úniku nebezpečných látek. Program obsahuje základní ovládací model, databázi nebezpečných látek a databázi modelovaných projevů mimořádných událostí. [13]

## 10 MODELOVÁNÍ ÚNIKU NEBEZPEČNÉ LÁTKY V PROGRAMU TEREX

Pokud dojde k úniku nebezpečné látky do ovzduší, je možné pomocí počítačového programu TerEx určit do jaké vzdálenosti je nezbytná evakuace osob a do jaké vzdálenosti je doporučený průzkum toxické koncentrace. V případě výbušných látek program vyhodnotí, do jaké vzdálenosti jsou osoby ohroženy přímým prošlehnutím oblaku nebo závažným poraněním a do jaké vzdálenosti dochází k závažnému poškození budov nebo k ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem.

Pro modelaci úniku nebezpečné látky jsem zvolila chlor a amoniak, protože se poměrně často vyskytují na území ČR. Tyto látky se používají například při chemické úpravě vody a do chladících zařízení. Třetí zvolenou látkou byl fosgen, protože se jedná o velmi vysoce toxickou látku. Pro veškeré modelování byl použit program TerEx, verze 3.1.1, databáze 38/900, licence pro UTB Zlín.

### 10.1 Jednorázový únik plynu v závislosti na množství uniklé látky

Pro následující tabulky byl zvolen model PUFF - jednorázový únik plynu do oblaku a následující údaje:

Rychlost větru v přízemní vrstvě: 5 m/s

Pokrytí oblohy oblaky: 0 %

Doba vzniku a průběhu havárie: Noc, ráno nebo večer

Typ povrchu ve směru šíření látky: Rovina

Tabulka 12 - Výstupní data programu TerEx pro fosgen [zdroj vlastní]

<b>Celkové uniklé množství plynu (t) - fosgen</b>	<b>Doporučený průzkum toxické koncentrace (m)</b>	<b>Ohrožení osob toxickou látkou - nezbytná evakuace (m)</b>
1	5 320	3 979
2	6 825	5 241
5	9 375	7 609
10	11 975	9 955
20	15 275	13 153
30	17 625	15 493
50	21 115	18 995

Tabulka 13 - Výstupní data programu TerEx pro chlor [zdroj vlastní]

<b>Celkové uniklé množství plynu (t) - chlor</b>	<b>Doporučený průzkum toxické koncentrace (m)</b>	<b>Ohrožení osob toxickou látkou - nezbytná evakuace (m)</b>
1	3 395	2 413
2	4 375	3 163
5	6 025	4 565
10	7 675	6 001
20	9 775	7 933
30	11 275	9 374
50	13 475	11 470

Tabulka 14 - Výstupní data programu TerEx pro amoniak [zdroj vlastní]

<b>Celkové uniklé množství plynu (t) - amoniak</b>	<b>Doporučený průzkum toxické koncentrace (m)</b>	<b>Nezbytná evakuace</b>		
		<b>Ohrožení osob toxickou látkou (m)</b>	<b>Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku (m)</b>	<b>Závažné poškození budov (m)</b>
1	1 695	883	189	243,5
2	2 175	1 183	245	313
5	3 025	1 745	335	427
10	3 825	2 323	425	541
20	4 875	3 131	545	688
30	5 625	3 701	625	788
50	6 725	4 628	745	941

Tabulka 15 - Výstupní data programu TerEx pro amoniak - pokračování [zdroj vlastní]

<b>Celkové uniklé množství plynu (t) - amoniak</b>	<b>Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním - nutný odsun (m)</b>	<b>Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem - doporučená evakuace z budov do vzdálenosti (m)</b>
1	287,5	402,5
2	369	513
5	503	699
10	637	884
20	808	1 119
30	926	1 282
50	1 104	1 527

### 10.1.1 Zhodnocení výsledných údajů

Z vyhodnocení zadaných údajů o nebezpečné látce vyplývá, že pro fosgen je vzdálenost doporučeného průřezu toxické koncentrace a vzdálenost ohrožení osob toxickou látkou, ve které je nutná evakuace osob největší a pro amoniak naopak nejmenší (při stejném množství uniklé látky). V případě úniku fosgenu je třeba evakuovat větší oblast než při úniku stejného množství amoniaku. Se zvyšujícím množstvím uniklé látky se jednotlivé vzdálenosti zvyšují.

## 10.2 Jednorázový únik plynu v závislosti na rychlosti větru

Pro následující tabulky byl zvolen model PUFF - jednorázový únik plynu do oblaku a následující údaje:

Celkové množství uniklé látky: 10 tun

Pokrytí oblohy oblaky: 0 %

Doba vzniku a průběhu havárie: Noc, ráno nebo večer

Typ povrchu ve směru šíření látky: Rovina

Tabulka 16 - Výstupní data programu TerEx pro chlor - 10 tun [zdroj vlastní]

<b>Chlor</b>		
<b>Rychlost větru v přízemní vrstvě (m/s)</b>	<b>Doporučený průzkum toxické koncentrace (m)</b>	<b>Ohrožení osob toxickou látkou - nezbytná evakuace (m)</b>
1	10 115	10 204
2	10 110	9 294
3	10 125	8 792
4	7 660	6 229
5	7 675	6 001
6	6 390	4 798
7	6 405	4 673
8	6 440	4 616
9	6 435	4 551

Tabulka 17 - Výstupní data programu TerEx pro amoniak - 10 tun [zdroj vlastní]

<b>Amoniak</b>				
<b>Rychlost větru v přízemní vrstvě (m/s)</b>	<b>Doporučený průzkum toxické koncentrace (m)</b>	<b>Nezbytná evakuace</b>		
		<b>Ohrožení osob toxickou látkou (m)</b>	<b>Ohrožení osob přímým prolehnutím oblaku (m)</b>	<b>Závažné poškození budov (m)</b>
1	5 015	4 553	555	661
2	5 010	3 952	555	661
3	5 025	3 605	555	661
4	3 820	2 436	425	541
5	3 825	2 323	425	541
6	3 210	1 794	355	471
7	3 185	1 725	355	471
8	3 240	1 672	355	471
9	3 195	1 631	0	141

Tabulka 18 - Výstupní data programu TerEx pro amoniak - 10 tun - pokračování [zdroj vlastní]

<b>Amoniak</b>		
<b>Rychlost větru v přízemní vrstvě (m/s)</b>	<b>Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním - nutný odsun (m)</b>	<b>Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem - doporučená evakuace z budov do vzdálenosti (m)</b>
1	757	1 004
2	757	1 004
3	757	1 004
4	637	884
5	637	884
6	567	814
7	567	814
8	567	814
9	237	484

### 10.2.1 Zhodnocení výsledných údajů

Na základě vyhodnocených údajů lze konstatovat, že vzdálenost doporučeného průzkumu toxické koncentrace a vzdálenost ohrožení osob toxickou látkou, ve které je nutná evakuace osob, je větší v případě chlóru. Pokud dojde k úniku chlóru nebo amoniaku a rychlost větru bude stejná, bude nutné evakuovat větší oblast v případě úniku chlóru. Jednotlivé vzdálenosti se s rostoucí rychlostí větru v přízemní vrstvě snižují.

### 10.3 Modelace úniku nebezpečné látky v programu TerEx

Amoniak je látka, která se ve větší míře používá jako chladicí médium, např. v chladírnách nebo zimních stadionech. Využívá se také v potravinářství (pivovary, mlékárny, mrazírny), jako prostředek pro výrobu hnojiv, ve farmaceutickém, chemickém nebo textilním průmyslu a nebo ve velkých klimatizačních zařízeních. [51][52]

V důsledku jeho častého výskytu je zde i možnost havárie spojené s únikem nebezpečné chemické látky. Pomocí programu TerEx je možné zjistit havarijní dopady úniku amoniaku. Tyto informace pak lze použít pro rozhodování o evakuaci osob, které jsou danou látkou ohroženy.

Pokud je amoniak používán v nádobě chladicího systému, je tento plyn zkapalněn pod tlakem v jakékoli nádobě. Nejčastěji je používán tlak v rozmezí do 1 600 kPa. Pokud by došlo k úniku amoniaku, je vysoce nepravděpodobné, že dojde k úniku veškeré látky uskladněné v nádobách. Proto jsem zvolila alternativní únik, který může být způsoben například technickou závadou na zařízení. [53]

Pro modelovou situaci jsem zvolila únik amoniaku z fiktivního podniku nacházejícím se v západní části Přerova. Amoniak se nachází v chladicím zařízení pod tlakem 1 600 kPa a průměr únikového otvoru je 0,05 m.

#### **Vstupní data pro modelaci:**

Teplota kapaliny v zařízení: 20°C

Výška hladiny kapaliny v zařízení: 2 m

Rychlost větru v přízemní vrstvě: 4m/s

Pokrytí oblaky: 25 %

Doba vzniku a průběh havárie: Noc, ráno nebo večer

Typ atmosférické stálosti: E - inverze

Typ povrchu ve směru šíření látky: Obytná krajina

#### **10.3.1 Hodnocení dopadů uniklého amoniaku na obyvatelstvo**

Únik amoniaku může způsobit celou řadu nežádoucích účinků, které mohou poškodit jak životy a zdraví osob, majetek, ale i životní prostředí. Jedná se o toxickou látku, je tedy doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti 3 682,5 metrů od místa úniku. Do vzdálenosti 2 455 metrů od místa úniku je nutné provést evakuaci osob, z důvodu ohrožení toxickou látkou. Osoby nacházející se ve vzdálenosti 69 metrů od zdroje jsou ohroženy přímým prošlehnutím oblaku a je nezbytná jejich evakuace, ve vzdálenosti 153 metrů jsou osoby ohroženy závažným poraněním a je nutný jejich odsun. Nezbytná evakuace osob z důvodu závažného poškození budov je ve vzdálenosti 116 metrů od místa úniku. Osoby nacházející se v budovách ve vzdálenosti 247 metrů je doporučeno evakuovat z budov, jsou ohroženy střepy z rozbitých okenních skel, jakožto následek tlakové vlny.

Úkoly a postup činnosti jednotek požární ochrany při zásahu u havárie s únikem amoniaku jsou obsahem metodického listu č. 15 L, který je součástí bojového řádu jednotek požární ochrany. Jsou zde uvedeny také doporučené ochranné prostředky a první pomoc při zasažení amoniakem.



## 11 MODELOVÁNÍ ÚNIKU NEBEZPEČNÉ LÁTKY V PROGRAMU ALOHA

Dalším počítačovým programem pro modelaci úniku nebezpečné látky je volně dostupný program ALOHA, který je v anglickém jazyce. Pro zjištění následků úniku nebezpečné látky je třeba zadat místo úniku, typ budov a jejich okolí, nebezpečnou látku, atmosférické údaje (rychlost a směr větru, typ krajiny, pokrytí oblaky, teplotu vzduchu, vlhkost atd.) a informace o zdroji úniku (zda se jedná o přímý zdroj, louži, potrubí nebo zásobník, také množství látky, velikost louže, rozměry zásobníku atd.)

Jednotlivé zóny ohrožení pro modelaci byly zvoleny podle hodnoty úrovně akutní expozice:

**Žlutá zóna ohrožení - AEGL - 1** - Koncentrace nebezpečné látky ve vzduchu, nad kterou se předpokládá, že běžná populace, včetně vnímavých jedinců, může zakusit patrné nepohodlí, podráždění, nebo určité, smysly nepostřehnutelné, symptomatické příznaky. Účinky nejsou oslabující, jsou přechodné a vratné po přerušení expozice. [54]

**Oranžová zóna ohrožení - AEGL - 2** - Koncentrace nebezpečné látky ve vzduchu, nad kterou se předpokládá, že běžná populace, včetně vnímavých jedinců, může zakusit nevratné nebo jiné vážné, dlouhotrvající nepříznivé zdravotní účinky nebo může dojít k zhoršené schopnosti úniku. [54]

**Červená zóna ohrožení - AEGL - 3** - Koncentrace nebezpečné látky ve vzduchu, nad kterou se předpokládá, že běžná populace, včetně vnímavých jedinců, může zakusit zdravotní účinky ohrožující život nebo může dojít k smrti. [54]

### 11.1 Jednorázový únik plynu v závislosti na množství uniklé látky

Vstupní data do programu ALOHA byla zvolena následovně:

Místo: Přerov, Česká republika

Typ budov: Dvoupodlažní budovy, nekryté prostranství

Rychlost a směr větru: 3 m/s, východní

Výška pro měření: 3 metry

Typ krajiny: obytná oblast nebo les

Pokrytí oblaky: částečně zataženo

Teplota a vlhkost vzduchu: 20°C, střední (50 %)

Druh atmosférické stálosti: D, bez inverze

Zdroj: přímý, jednorázový únik, ve výšce 1 metru

Tabulka 19 - Zóny ohrožení podle programu ALOHA pro chlor [zdroj vlastní]

<b>Celkové množství uniklé látky (t)</b>	<b>AEGL - 3, více než 20 ppm (km)</b>	<b>AEGL - 2, více než 2 ppm (km)</b>	<b>AEGL - 1, 0,5 ppm (km)</b>
1	2,3	5,5	9,2
2	2,6	6,9	>10
3	3,2	7,7	>10
4	3,5	8,5	>10
5	3,7	9,1	>10
10	4,5	>10	>10
20	5,4	>10	>10

Tabulka 20 - Zóny ohrožení podle programu ALOHA pro amoniak [zdroj vlastní]

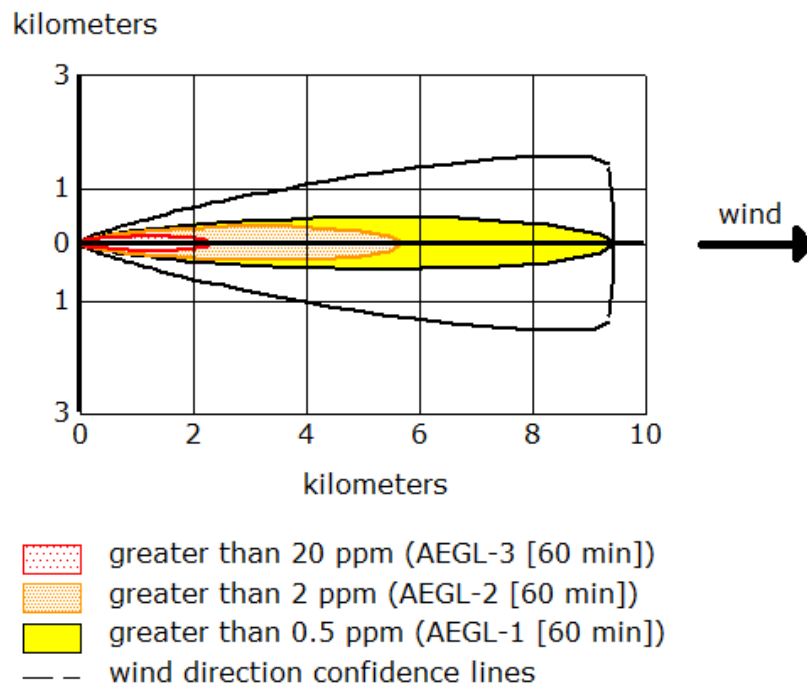
<b>Celkové množství uniklé látky (t)</b>	<b>AEGL - 3, 1100 ppm (m)</b>	<b>AEGL - 2, 160 ppm (m)</b>	<b>AEGL - 1, 30 ppm (m)</b>
1	440	969	1 800
2	600	1 200	2 300
3	707	1 400	2 600
4	791	1 600	2 900
5	861	1 700	3 100
10	1 100	2 200	4 000
20	1 400	2 800	5 200

## 11.2 Jednorázový únik chloru

Pro práci s programem jsem zvolila nebezpečnou chemickou látku chlor, která by mohla způsobit havárii s únikem nebezpečné chemické látky. Chlor se často vyskytuje na území ČR, protože se používá k chemické úpravě vody.

Zvolená vstupní data a postup modelování jsou zachyceny na screenshotech v příloze PII. Prvním krokem byl výběr lokality a nebezpečné látky. Dalším krokem bylo zadání stavu atmosféry, kterou jsem nastavila na obvyklé hodnoty. Posledním krokem při zadávání dat bylo zvolení zdroje úniku a množství uniklé látky.





Obrázek 9 - Zóny ohrožení [zdroj vlastní]

Červená zóna ohrožení - 2,4 km

Oranžová zóna ohrožení - 5,7 km

Žlutá zóna ohrožení - 9,5 km

## 12 SOUČASNÝ STAV A NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ

Mimořádné události spojené s únikem nebezpečných chemických látek představují reálnou hrozbu současné doby a proto je nutné jim věnovat pozornost. Různé technické a technologické prostředky mohou pomoci při zvládnání těchto událostí, ale také při ochraně životů a zdraví osob.

### 12.1 Zákony v oblasti ochrany před nebezpečnými látkami

V souvislosti s ochranou životního prostředí byl přijat zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů. Účelem tohoto zákona je dosáhnout vysoké úrovně ochrany životního prostředí jako celku uplatněním integrované prevence a omezování znečišťování. [55][56]

Informační systém úniků a přenosů znečišťujících látek se nazývá integrovaný registr znečišťování a je zřízen jako veřejně přístupný informační systém veřejné správy na základě zákona č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů. Do tohoto registru se tedy ohlašují úniky příslušných nebezpečných látek do ovzduší, vody nebo půdy a jeho správcem je Ministerstvo životního prostředí. Nařízení vlády č. 145/2008 Sb., stanoví seznam znečišťujících látek a prahových hodnot a údaje požadované pro ohlašování do integrovaného registru znečišťování životního prostředí (dále jen "IRZ"). Amoniak, chlor, chlorovodík a kyanovodík podléhají ohlašování do IRZ pokud jejich úniky překročí ohlašovací práh. Celý seznam látek ohlašovaných do IRZ je k dispozici na internetových stránkách [www.irz.cz](http://www.irz.cz). [57][58]

Na základě zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií musí provozovatel nebo uživatel objektu zařazeného do skupiny A nebo B podle tohoto zákona, zpracovat seznam, ve kterém uvede druh, množství, klasifikace a fyzikální formu všech nebezpečných látek umístěných v objektu. Protokol o nezařazení zpracuje uživatel objektu, ve kterém je množství nebezpečné látky umístěné v objektu menší než množství uvedené v příloze č. 1 tohoto zákona. Dále musí provozovatel navrhnout zařazení objektu do skupiny A nebo B a po jeho následném zařazení je nutné zpracovat bezpečnostní dokumentaci, do které patří posouzení rizik závažné havárie, bezpečnostní program a bezpečnostní zpráva.

Množství nebezpečné látky v tunách, pro které je nutné zařazení do skupiny A nebo B, jsou uvedeny v tabulkách v příloze č. 1 tohoto zákona. V první tabulce jsou jednotlivé kategorie nebezpečnosti, které jsou v souladu s CLP a ve druhé jsou uvedeny jmenovitě vybrané nebezpečné látky.

## 12.2 Nevhodně nastavené limitní množství amoniaku

Objekty, ve kterých se používá amoniak jako chladící medium se nacházejí ve městech a mnohdy i na vesnicích. Tyto zařízení bývají umístěny v centru města, kde je vysoká koncentrace osob. Bezvodý amoniak v ČR používá 155 zimních stadionů a asi 500-600 velkokapacitních chladících zařízení v potravinářském průmyslu. [51][59] Chladící zařízení obsahují velká množství amoniaku, avšak tyto objekty nepodléhají povinnosti zpracovat návrh na zařazení objektu do skupiny A nebo B podle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. Limitní množství amoniaku pro zařazení objektu do skupiny A je až od množství 50 tun amoniaku a pro skupinu B až od 200 tun amoniaku

Pokud toto množství srovnáme s množstvím 200 kg, které vyhodnocuje metoda IAEA-TECDOC-727, je zřejmé, že limitní množství 50-ti tun amoniaku je v zákoně stanoveno nevhodně. Havarijní dopady úniku 50-ti tun amoniaku jsou uvedeny v Tabulce 14 a 15. [51]

## 12.3 Metodické listy a návrhy na nové metodické listy

Zásah s přítomností nebezpečných látek je řešen v metodickém listu č. 1 L, který obsahuje taktické postupy řešení mimořádných událostí s přítomností nebezpečných látek. Pro amoniak a chlor jsou zpracované metodické listy č. 15 L a 16 L. Pro ostatní průmyslové toxické látky metodické listy zpracované nejsou. Pokud však srovnáme havarijní dopady těchto látek, zjistíme, že při stejném množství látky jsou vzdálenosti pro nezbytnou evakuaci osob mnohdy vyšší, než u látek, pro které metodické listy zpracované jsou. Z tohoto důvodu by bylo vhodné zpracovat metodické listy alespoň pro vybrané průmyslové toxické látky. Jednotlivé havarijní dopady jsou uvedeny v následující tabulce.

### Vstupní data:

Model: PUFF - Jednorázový únik plynu do oblaku

Celkové množství uniklé látky: 2 000 kg

Rychlost větru v přízemní vrstvě: 3 m/s

Pokrytí oblohy oblaky: 0 %

Doba vzniku a průběhu havárie: Noc, ráno nebo večer

Typ atmosférické stálosti: F - inverze

Typ povrchu ve směru šíření látky: Rovina

Tabulka 21 - Havarijní dopady průmyslových toxických látek [zdroj vlastní]

Průmyslová toxická látka	Ohrožení osob toxickou látkou - nezbytná evakuace (m)
Metylisokyanát	8 691
Fosgen	8 355
Fluorovodík	5 400
Chlor	5 077
Kyanovodík	3 780
Chlorovodík	3 141
Amoniak	2 047
Etylamin	1 017

Zpracování nových metodických listů je opakovaně navrženo v odborné literatuře, konkrétně v habilitační práci Ochrana obyvatelstva před chemickým terorismem v České republice [60] a v příspěvku Toxikologické a zdravotní aspekty nebezpečných chemických látek ve sborníku z konference Ochrana obyvatelstva - zdravotní záchranářství 2016. [9]

#### 12.4 Zásahy jednotek požární ochrany při úniku nebezpečných chemických látek

Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky vydává každý měsíc časopis 112. V březnu každého roku je jeho přílohou Statistická ročenka, ve které je přehled o činnostech jednotek požární ochrany (dále jen „JPO“). Jsou zde zahrnuty požáry, dopravní nehody, živelní pohromy, úniky nebezpečných chemických látek, technické havárie, radiační nehody a havárie, ostatní mimořádné události a plané poplachy. Zásahy při úniku nebezpečných chemických látek tvoří přibližně 5-6 % z celkového počtu zásahů JPO.

Tabulka 22 - Zásahy jednotek požární ochrany při úniku nebezpečných chemických látek [61][62]

Sledovaný rok	Počet úniků celkem
2007	6 377
2008	6 242
2009	5 916
2010	5 300
2011	5 285
2012	5 106
2013	5 253
2014	6 161
2015	6 693
2016	6 698

## 12.5 Aplikace Správa průmyslových nebezpečných látek

Dne 1. února 2017 jsem se zúčastnila XVI. ročníku mezinárodní konference Ochrana obyvatelstva - Nebezpečné látky 2017. Její součástí byla prezentace o aplikaci Správa průmyslových toxických látek, která se zaměřuje na správu dat o průmyslových nebezpečných látkách (dále jen „PNL“) v databázi. Aplikace obsahuje data dvojího charakteru - „Operační“ a „Technická“. Operační část slouží k vedení přehledů o úložištích a přepravě PNL v daném prostoru. Technická část slouží k zajištění operativní informovanosti specialistů o vlastnostech PNL. Data v databázi jsou uspořádány do jednotlivých záložek:

- nebezpečné látky,
- skupiny,
- kontejnery,
- zdroje ohrožení,
- přepravy. [63]

Záložka „Nebezpečné látky“ obsahuje technická data o PNL. V záložce „Skupiny“ jsou jednotlivé PNL seskupeny podle podobných nebo přibližných fyzikálních, chemických, toxických a dalších vlastností do 62 skupin. Záložka „Kontejnery“ obsahuje rozdělení na základě skladovacích a přepravních obalových prostředků, jejichž parametry jsou významné z hlediska možného vzniku havárií s únikem nebezpečné chemické látky. Zá-



ložka „Zdroje ohrožení“ zahrnuje operační data o úložištích a o množstvích skladovaných nebo uchovávaných NPL. Poslední záložka „Přepravy“ obsahuje operační data o přepravě PNL plánovaných a realizovaných v daném prostoru, především se jedná o informace o konkrétních přepravovaných PNL, o prostředcích přepravy, o osách přepravy a jejím časovém plánu. [63]

Operační data je nutné do databáze vkládat na základě zpravodajsko-technického vyhodnocení daného prostoru před zahájením přepravy a upřesňovat je v jejím průběhu. Data mohou být doplňována a upravována podle získaných zkušeností a vědomostí. [63]

Aplikace umožňuje vytvoření osy převozu nebezpečné látky a vytipování ohrožených míst, ve kterých je potřeba zvýšené opatrnosti. Aplikace je však určena pro vojenské použití především k zabezpečení velitelů a štábů informacemi o úderech zbraní hromadného ničení. Po provedení dílčích úprav je možné, aby aplikace byla využívána i Hasičským záchranným sborem a orgány krizového řízení pro zvládnutí mimořádných událostí a krizových situací. [63]

Mimořádné události spojené s únikem nebezpečných látek představují významnou hrozbu současnosti. Úspěšné zvládnutí takových událostí závisí na dostupných silách a prostředcích zasahujících složek. Aplikace Správa průmyslových nebezpečných látek by mohla pomoci HZS při řešení mimořádných událostí s únikem nebezpečných látek.

## ZÁVĚR

V bakalářské práci je uveden stručný rozbor legislativy jak na mezinárodní úrovni, tak na úrovni národní. V současné době je zkoumaná problematika jednotně řešena v evropských legislativních normách, a to v Nařízení REACH a Nařízení CLP (vychází z GHS, které je platné celosvětově), na nichž je postavena národní legislativa. Nařízení CLP je platné na území Evropské unie a zavedlo především jiný způsob kategorizace nebezpečných chemických látek, než tomu bylo původně v české legislativě. Jedná se o velmi rozsáhlé nařízení, které určuje především obecné zásady pro klasifikaci a také označování nebezpečných látek a směsí. V souvislosti s technickým pokrokem se dá předpokládat, že bude dále docházet ke změnám a novelizacím legislativy.

Pokud jsou nebezpečné věci nebo zboží přepravovány po silnicích nebo železnicích, vztahuje se na jejich označování a klasifikaci Dohoda ADR nebo Řád RID. Fyzikální, chemické a toxikologické vlastnosti jsou zjišťovány při kategorizaci látek a směsí do jednotlivých kategorií nebezpečí představující buď fyzikální nebezpečí, nebezpečí pro zdraví nebo nebezpečí pro životní prostředí.

Informace o nebezpečných látkách nám při primárním kontaktu s látkou poskytují především výstražné identifikační tabulky nebo značení obalů nebezpečných látek. Potřebné informace nám také poskytují bezpečnostní listy nebo různé databáze jako je MEDIS-ALARM nebo Nebezpečné látky 2008.

Jedním z cílů bakalářské práce bylo zpracování modelové situace úniku nebezpečné chemické látky, pro kterou byl použit počítačový program TerEx a ALOHA. Výstupní data programu TerEx tvoří zejména stanovení vzdálenosti pro nezbytnou evakuaci osob. Ta může být potřebná ať již z důvodu ohrožení osob toxickou látkou, ohrožení v důsledku přímého prošlehnutí oblaku nebo z důvodu vážného poškození budov. Program ALOHA stanoví zóny ohrožení na základě koncentrace nebezpečné látky ve vzduchu.

Cílem práce bylo také zformulovat návrhy na zlepšení. Po konzultaci s odbornými pracovníky a na základě zkoumání odborných článků bylo navrženo zpracování nových metodických listů pro vybrané průmyslové toxické látky (např. fosgen, chlorovodík nebo kyanovodík). Dále je navrženo zavedení používání aplikace Správa průmyslových nebezpečných látek pro Hasičský záchranný sbor, případně orgány krizového řízení.

Zkoumanou problematiku není možné v celé její šíři zahrnout do bakalářské práce.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] LACINA, Petr, Otakar J. MIKA a Kateřina ŠEBKOVÁ. *Nebezpečné chemické látky a směsi*. 1. vydání. Brno: Masarykova univerzita, Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí v roce 2013, 2013. ISBN 978-80-210-6475-1.
- [2] BARTLOVÁ, Ivana. *Nebezpečné látky I*. 2. rozšířené vydání. Frýdek - Místek: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2005. ISBN 86-86634-59-0.
- [3] BARTLOVÁ, Ivana. *Vývoj v oblasti nebezpečných látek a přípravků*. 1. vydání. Frýdek - Místek: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2008. ISBN 978-80-7385-050-0.
- [4] *Narizení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, o změně a zrušení směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES a o změně narizení (ES) č. 1907/2006*. In: . b.r. Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?qid=1491201224835&uri=CELEX:02008R1272-20170101>
- [5] STŘEDA, Ladislav, Stanislav BRÁDKA a Markéta BLÁHOVÁ. *Nebezpečné chemické látky a ochrana proti nim*. 1. vydání. Praha 4: MV - generální ředitelství Hasičského záchraného sboru ČR, 2006. ISBN 80-86640-63-9.
- [6] MÁLEK, Zdeněk a Miroslav TOMEK. *Logistika přeprav nebezpečných věcí*. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011, 164 s. ISBN 978-80-7454-131-5.
- [7] ŠENOVSKÝ, Michail, Karol BALOG a Zdeněk HANUŠKA. *Nebezpečné látky II*. 2. aktualizované vydání. Frýdek-Místek: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství v Ostravě, 2007. ISBN 978-80-7385-000-5.
- [8] *Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals*. United Nations, 2011. ISBN 978-92-1-117042-9.
- [9] MIKA, Otakar Jiří a Petr LACINA. *Toxikologické a zdravotní aspekty nebezpečných chemických látek*. In: *Ochrana obyvatelstva - zdravotní záchranářství 2016*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2016, s. 69-73. ISBN 978-80-7385-171-2.

- [10] *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky, o změně směrnice 1999/45/ES a o zrušení nařízení Rady (EHS) č. 793/93, nařízení Komise (ES) č. 1488/94, směrnice Rady 76/769/EHS a směrnic Komise 91/155/EHS, 93/67/EHS, 93/105/EHS a 2000/21/ES.* In: . 2006. Dostupné také z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pravni\\_predpisy\\_chemicke\\_latky\\_2012/\\$FILE/oer-narizeni\\_1907-20070601.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pravni_predpisy_chemicke_latky_2012/$FILE/oer-narizeni_1907-20070601.pdf)
- [11] *Nařízení Evropského parlamentu a Rady (EU) č. 649/2012 o vývozu a dovozu nebezpečných chemických látek.* In: . 2012. Dostupné také z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pravni\\_predpisy\\_chemicke\\_latky\\_2012/\\$FILE/oer-narizeni\\_649-20120725.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pravni_predpisy_chemicke_latky_2012/$FILE/oer-narizeni_649-20120725.pdf)
- [12] *Směrnice Rady 82/501/EEC.* In: . 1982.
- [13] BÁRTLOVÁ, Ivana a Miloš PEŠÁK. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií II: Analýza rizik a připravenost na průmyslové havárie.* 1. Frýdek-Místek: Sružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2003. ISBN 80-86634-30-2.
- [14] *Směrnice Rady 96/82/EC o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek.* In: . 1996. Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:31996L0082&from=CS>
- [15] BÁRTLOVÁ, Ivana. *Prevence a připravenost na závažné havárie.* 1. Frýdek-Místek: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008. ISBN 978-80-7385-049-4.
- [16] *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek a o změně a následném zrušení směrnice Rady 96/82/ES.* In: . 2012. Dostupné také z: <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2012:197:0001:0037:CS:PDF>
- [17] SLUKA, Vilém a Jan SKŘÍNSKÝ. *Směrnice 2012/18/EU (SEVESO III) a prevence závažných havárií v České republice.* Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v.v.i., b.r. Dostupné také z: <http://www.odpadoveforum.cz/DVD/dokumenty/prispevky/121.pdf>

- [18] *Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů.* In: . 2011. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-350>
- [19] *Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů.* In: . 2015. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-224>
- [20] MAŠEK, Ivan, Otakar J. MIKA a Miloš ZEMAN. *Prevence závažných průmyslových havárií.* 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2006, 98 s. ISBN 80-214-3336-1.
- [21] *Vyhláška č. 428/2004 Sb., o získání odborné způsobilosti s nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky klasifikovanými jako vysoce toxické.* In: . 2004. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2004-428>
- [22] *Vyhláška č. 163/2012 Sb., o zásadách správné laboratorní praxe.* In: . 2012. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2012-163>
- [23] *Vyhláška č. 61/2013 Sb., o rozsahu informací poskytovaných o chemických směsích, které mají některé nebezpečné vlastnosti, a o detergentech.* In: . 2013. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-61>
- [24] *Vyhláška č. 225/2015 Sb., o stanovení rozsahu bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu zařazeného do skupiny A nebo skupiny B.* In: . 2015. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-225>
- [25] *Vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a po-stupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktury.* In: . 2015. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-226>
- [26] *Vyhláška č. 227/2015 Sb., o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku.* In: . 2015. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-227>
- [27] *Vyhláška č. 228/2015 Sb., o rozsahu zpracování informace veřejnosti, hlášení o*

- vzniku závažné havárie a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie. In: . 2015. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-228>
- [28] Vyhláška č. 229/2015 Sb., o způsobu zpracování návrhu ročního plánu kontrol a náležitostech obsahu informace o výsledku kontroly a zprávy o kontrole. In: . 2015. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-229>
- [29] POLANSKÝ, Pavel. *Chemie a indikace bojových otravných látek*. 1. Brno: Vojenská akademie Antonína Zápotockého, 1980.
- [30] FLORUS, Stanislav. *Toxikologické aspekty chemických havárií*. 1. České Budějovice: Jihočeská Univerzita v Českých Budějovicích - Zdravotně sociální fakulta, 2008. ISBN 978-80-7394-106-2.
- [31] PATOČKA, Jan. *Vojenská toxikologie*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing a.s., 2004. ISBN 80-247-0608-3.
- [32] MIKA, Otakar J. a Milan ŘÍHA. *Ochrana obyvatelstva před následky použití zbraní hromadného ničení*. 1. Horní Počernice: Námořní akademie České republiky s.r.o., 2011. ISBN 978-80-87103-31-9.
- [33] SLABOTINSKÝ, Jiří a Stanislav BRÁDKA. *Ochrana osob při chemickém a biologickém nebezpečí*. 1. Frýdek-Místek: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. ISBN 80-86634-93-0.
- [34] *Techmagazín: Nejrychlejší spojení se světem techniky* [online]. 2017 [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.techmagazin.cz/495>
- [35] MIKA, Otakar J. a Lubomír POLÍVKA. *Radiační a chemické havárie*. 1. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2010, 172 s. ISBN 978-80-7251-321-5.
- [36] *IAEA - TECDOC - 727 (Rev.1): Manual of the classification and prioritization of risks due to major accidents in process and related industries*. Vienna, 1996. ISSN 1011-4289.
- [37] LAZAREV, Nikolaj Vasil'jevič. *Chemické jedy v průmyslu II: Anorganické a organokovové sloučeniny*. Praha: Státní zdravotnické nakladatelství, 1959.
- [38] *Hasičský záchranný sbor České republiky: Moravskoslezský kraj* [online]. b.r. [cit.

- 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/nebezpecne-latky.aspx?q=Y2hudW09OA%3d%3d>
- [39] *Krizport: Firebrno* [online]. b.r. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/ohrozeni/nebezpecne-latky>
- [40] KIZLINK, Juraj. *Technologie chemických látek a jejich použití*. 4. přepracované a doplněné vydání. Brno: Vysoké učení technické v Brně, VUTIUM, 2011. ISBN 978-80-214-4046-3.
- [41] Medisalarm [online]. b.r. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <https://medisalarm.cz/>
- [42] *Hasičský záchranný sbor České republiky: Plzeňský kraj* [online]. b.r. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/nebezpecne-chemicke-latky.aspx?q=Y2hudW09Mg%3d%3d>
- [43] *Bezpečnostní list: Amoniak, vodný roztok*. PENTA s.r.o., 2016. Dostupné také z: [http://www.pentachemicals.eu/bezp\\_listy/a/bezplist\\_1.pdf](http://www.pentachemicals.eu/bezp_listy/a/bezplist_1.pdf)
- [44] HYNOUŠ, Martin. *Bezpečnostní list: Chlorovodík*. GHC Invest, s.r.o., 2010. Dostupné také z: [http://www.ghcinvest.cz/files/uploaded/UserFiles/File/soubory/certifikace/bezplisty/uhlovodiky/Chlorovodík%2099-8\\_bezpecnostní%20list%202012.pdf](http://www.ghcinvest.cz/files/uploaded/UserFiles/File/soubory/certifikace/bezplisty/uhlovodiky/Chlorovodík%2099-8_bezpecnostní%20list%202012.pdf)
- [45] HYNOUŠ, Martin. *Bezpečnostní list: Fluorovodík*. GHC Invest, s.r.o., 2014. Dostupné také z: [http://www.ghcinvest.cz/files/uploaded/UserFiles/File/soubory/certifikace/bezplisty/prumplyny/Fluorovodík%203-5\\_BL%20dle%20CLP.pdf](http://www.ghcinvest.cz/files/uploaded/UserFiles/File/soubory/certifikace/bezplisty/prumplyny/Fluorovodík%203-5_BL%20dle%20CLP.pdf)
- [46] BÁRTLOVÁ, Ivana a Karol BALOG. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií*. 2. vydání. Frýdek - Místek: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. ISBN 978-80-7385-005-0.
- [47] PITSCHMANN, Vladimír. *Chemické zbraně a ochrana proti nim*. 1. Praha: MANUS, 2011. ISBN 978-80-86571-09-6.
- [48] *ALOHA User's manual*. The CAMEO Software System, 2007.
- [49] JONES, Robert, William LEHR, Debra SIMECEK-BEATTY a R. Micheal

- REYNOLDS. *ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmosphere) 5. 4. 4: Technical documentation*. Seattle, Washington: NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 43, 2013.
- [50] *ALOHA Examples Scenarios*. The CAMEO Software Suite, 2013.
- [51] MIKA, Otakar Jiří a L KELNAR. *112: Rozšířené a závažné zdroje rizika*. 2004, (6). Dostupné také z: [http://www.mvcr.cz/2003/casopisy/112/0409/mika\\_info.html](http://www.mvcr.cz/2003/casopisy/112/0409/mika_info.html)
- [52] *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Metodický list č. 15 L - Zásahy s únikem čpavku (amoniaku)*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2005, 6 s. Dostupné také z: <http://www.hzscr.cz/clanek/bojovy-rad-jednotek-pozarni-ochrany-v-dokumentech-491249.aspx>
- [53] MIRANDOVÁ, Růžena. *Modelová situace úniku amoniaku z průmyslových chladících zařízení*. České Budějovice, 2008. Bakalářská práce. Jihočeská fakulta v Českých Budějovicích - zdravotně sociální fakulta. Vedoucí práce Ing. Otakar J. Mika, CSc.
- [54] *Výkladový terminologický slovník některých pojmů používaných v analýze a hodnocení rizik pro účely zákona o prevenci závažných havárií*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2005. Dostupné také z: [http://www.vubp.cz/html\\_oppzh/metodiky/vykladovy\\_slovník\\_brezen05.pdf](http://www.vubp.cz/html_oppzh/metodiky/vykladovy_slovník_brezen05.pdf)
- [55] *Zákon č. 76/2002 Sb., o integrované prevenci a o omezování znečištění, o integrovaném registru znečišťování a o změně některých zákonů*. In: . 2002. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2002-76>
- [56] *Zákon č. 17/1992 Sb., o životním prostředí*. In: . b.r. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/1992-17>
- [57] *Zákon č. 25/2008 Sb., o integrovaném registru znečišťování životního prostředí a integrovaném systému plnění ohlašovacích povinností v oblasti životního prostředí a o změně některých zákonů*. In: . 2008. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-25>
- [58] *Integrovaný registr nečišťování*: Ministerstvo životního prostředí České republiky



- [online]. Ministerstvo životního prostředí, b.r. [cit. 2017-04-26]. Dostupné z: <https://www.irz.cz/node/108>
- [59] MIKA, O., M. VIK a L. KELNAR. *Rozšířené a závažné zdroje rizik. 112*. Praha: Ministerstvo vnitra, GŘ HZS ČR, 2004, (9).
- [60] MIKA, Otakar Jiří. *Ochrana obyvatelstva před chemickým terorismem v České republice*. Brno, 2011. Habilitační práce. Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická.
- [61] VELIČKO, Jiří, Vladimír VOŇÁSEK a Pavel LUKEŠ. *Statistická ročenka 2011*. Turnov: MV-generální ředitelství HZS ČR, 2012.
- [62] ŽŮRKOVÁ, Klára. *Statistická ročenka 2016*. Praha: MV-generální ředitelství HZS ČR, 2017.
- [63] WEISS, Zbyšek, Emil DRAČKA a Luděk LUKÁŠ. *Možnosti predikce účinků nebezpečných látek ve společném obrazu situace*. In: *Ochrana obyvatelstva - Nebezpečné látky 2017*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2017, s. 184189. ISBN 978-80-7385-179-8. ISSN 1803-7372.
- [64] *Safetyshop: Internetový obchod pro vaše bezpečí* [online]. 2003-2014 [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://www.safetyshop.cz/c198-znaceni-ghs-clp>
- [65] *Firepatch.blog.cz* [online]. b.r. [cit. 2017-04-25]. Dostupné z: <http://firepatch.blog.cz/0609/kod-hazchem-a-diamant>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CLP	Klasifikace, označování a balení látek a směsí
EU	Evropská unie
ADR	Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí
RID	Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných zboží
GHS	Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování nebezpečných látek
OSN	Organizace spojených národů
ES	Evropské společenství
EHS	Evropské hospodářské společenství
REACH	Registrace, hodnocení, povolování a omezování chemických látek
ECHA	Evropská agentura pro chemické látky
PIC	Postup předchozího souhlasu
NATO	Severoatlantická aliance
BCHL	Bojové chemické látky
CNS	Centrální nervový systém
CAS	Chemical Abstracts Service
OPIS	Operační a informační středisko
HZS	Hasičský záchranný sbor
IZS	Integrovaný záchranný systém
ERG	Emergency Response Guidebook
IRZ	Integrovaný registr znečišťování
JPO	Jednotky požární ochrany
TRINS	Transportní informační a nehodový systém
PNL	Průmyslové nebezpečné látky

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1 - Piktogramy označující nebezpečí s přiřazením dané kategorie nebezpečí podle CLP [64] .....	31
Obrázek 2 - Piktogramy označující nebezpečí s přiřazením dané kategorie nebezpečí podle CLP [64] .....	34
Obrázek 3 - Piktogram označující akutní nebezpečí pro vodní prostředí [64] .....	35
Obrázek 4 - Výstražná identifikační tabulka [64] .....	40
Obrázek 5 - Piktogramy označující nebezpečí podle GHS [34] .....	42
Obrázek 6 - Kód DIAMANT [65] .....	43
Obrázek 7 - Kód HAZCHEM [65] .....	43
Obrázek 8 - Výstupní data programu ALOHA [zdroj vlastní] .....	67
Obrázek 9 - Zóny ohrožení [zdroj vlastní] .....	68

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1 - Význam Kemlerova kódu pro posouzení nebezpečnosti látky [6][7] .....	39
Tabulka 2 - Označení hlavních nebezpečí ve smyslu Kemlerova kódu [7].....	39
Tabulka 3 - Označení vedlejších nebezpečí ve smyslu Kemlerova kódu [7] .....	40
Tabulka 4 - Stupně toxicity podle metody IAEA-TECDOC-727 [13].....	47
Tabulka 5 - Souhrnné informace o chloru [41].....	48
Tabulka 6 - Souhrnné informace o amoniaku [41] .....	49
Tabulka 7 - Souhrnné informace o fosgenu [4][38] .....	50
Tabulka 8 - Souhrnné informace o chlorovodíku [41][44].....	51
Tabulka 9 - Souhrnné informace o fluorovodíku [41] .....	51
Tabulka 10 - Souhrnné informace o kyanovodíku [41] .....	52
Tabulka 11 - Vybrané informace o toxických látkách [13][41][44][36] .....	53
Tabulka 12 - Výstupní data programu TerEx pro fosgen [zdroj vlastní].....	59
Tabulka 13 - Výstupní data programu TerEx pro chlor [zdroj vlastní] .....	60
Tabulka 14 - Výstupní data programu TerEx pro amoniak [zdroj vlastní] .....	60
Tabulka 15 - Výstupní data programu TerEx pro amoniak - pokračování [zdroj vlastní] .....	61
Tabulka 16 - Výstupní data programu TerEx pro chlor - 10 tun [zdroj vlastní].....	62
Tabulka 17 - Výstupní data programu TerEx pro amoniak - 10 tun [zdroj vlastní].....	62
Tabulka 18 - Výstupní data programu TerEx pro amoniak - 10 tun - pokračování [zdroj vlastní] .....	63
Tabulka 19 - Zóny ohrožení podle programu ALOHA pro chlor [zdroj vlastní].....	66
Tabulka 20 - Zóny ohrožení podle programu ALOHA pro amoniak [zdroj vlastní] .....	66
Tabulka 21 - Havarijní dopady průmyslových toxických látek [zdroj vlastní] .....	71
Tabulka 22 - Zásahy jednotek požární ochrany při úniku nebezpečných chemických látek [61][62] .....	72

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha PI - Příklady standardních vět o nebezpečnosti a pokynů pro bezpečné zacházení

Příloha PII - Výstupní data programu ALOHA

## **PŘÍLOHA PI: PŘÍKLADY STANDARDNÍCH VĚT O NEBEZPEČNOSTI A POKYNŮ PRO BEZPEČNÉ ZACHÁZENÍ**

### Standardní věty o nebezpečnosti pro fyzikální nebezpečnost:

H200 Nestabilní výbušnina.

H221 Hořlavý plyn.

H228 Hořlavá tuhá látka.

### Standardní věty o nebezpečnosti pro zdraví:

H300 Při požití může způsobit smrt.

H301 Toxický při požití.

H315 Dráždí kůži.

### Standardní věty o nebezpečnosti pro životní prostředí:

H400 Vysoce toxický pro vodní organismy.

H411 Toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky.

### Pokyny pro bezpečné zacházení – všeobecné

P102 Uchovávejte mimo dosah dětí.

P103 Před použitím si přečtěte údaje na štítku.

### Pokyny pro bezpečné zacházení – prevence

P232 Chraňte před vlhkem.

P233 Uchovávejte obal těsně uzavřený.

### Pokyny pro bezpečné zacházení – reakce

P313 Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.

P330 Vypláchněte ústa.

### Pokyny pro bezpečné zacházení – skladování

P402 Skladujte na suchém místě.

P404 Skladujte v uzavřeném obalu.

### Pokyny pro bezpečné zacházení – odstraňování

P501 Odstraňte obsah/obal ...

## PŘÍLOHA PII - VSTUPNÍ DATA PROGRAMU ALOHA

Location Information

PORT HURON, MICHIGAN  
PORTLAND, MAINE  
PORTLAND, OREGON  
PORTSMOUTH, NEW HAMPSHIRE  
PORTSMOUTH, VIRGINIA  
**PREROV, CZECH REPUBLIC**  
PRESCOTT, ARIZONA  
PRINCETON, NEW JERSEY  
PROVIDENCE, RHODE ISLAND  
PROVO, UTAH  
QUINCY, CALIFORNIA  
QUINCY, ILLINOIS  
RACINE, WISCONSIN  
RAHWAY, NEW JERSEY  
RALEIGH, NORTH CAROLINA

Select  
Cancel  
Add  
Modify  
Delete  
Help

Dialogové okno pro výběr lokality

Infiltration Building Parameters

Select building type or enter exchange parameter

Enclosed office building Help  
 Single storied building  
 Double storied building  
 No. of air changes is  per hour

---

Select building surroundings Help

Sheltered surroundings (trees, bushes, etc.)  
 Unsheltered surroundings

OK Cancel

Dialogové okno pro výběr typu budov

Chemical Information

View:  Pure Chemicals  
 Solutions

CARBON MONOXIDE  
CARBON TETRACHLORIDE  
CARBONYL FLUORIDE  
CARBONYL SULFIDE  
CHLORAMINE  
**CHLORINE**  
CHLORINE DIOXIDE  
CHLORINE PENTAFLUORIDE  
CHLORINE TRIFLUORIDE  
CHLOROACETONE  
CHLOROACETONITRILE  
CHLOROACETYL CHLORIDE  
CHLOROBENZENE

Select  
Cancel  
Add  
Modify  
Delete  
Help



Dialogové okno pro výběr nebezpečné látky

Atmospheric Options

Wind Speed is :   knots  mph  meters/sec

Wind is from :  Enter degrees true or text (e.g. ESE)

Measurement Height above ground is:

   OR  enter value :   feet  meters

---




Ground Roughness is :

Open Country  Urban or Forest OR  Input Roughness (Z<sub>0</sub>) :

Open Water

---

Select Cloud Cover :

complete cover  partly cloudy  clear OR  enter value :  (0 - 10)

Dialogové okno pro výběr atmosférických údajů

Atmospheric Options 2

Air Temperature is :  Degrees  F  C




Stability Class is :   A  B  C  D  E  F

Inversion Height Options are :

No Inversion  Inversion Present, Height is :   feet  meters

---

Select Humidity :

wet  medium  dry OR  enter value :  % (0 - 100)

Dialogové okno pro výběr atmosférických údajů 2

Direct Source

Select source strength units of mass or volume:

grams  kilograms  pounds  tons(2,000 lbs)

cubic meters  liters  cubic feet  gallons

---

Select an instantaneous or continuous source:

Instantaneous source  Continuous source

---

Enter the amount of pollutant ENTERING THE ATMOSPHERE:

tons

---

Enter source height (0 if ground source):   feet  meters

Dialogové okno pro výběr zdroje úniku



Toxic Level of Concern

Select Toxic Level of Concern:

**Red Threat Zone**  
LOC: AEGL-3 (60 min): 20 ppm

**Orange Threat Zone**  
LOC: AEGL-2 (60 min): 2 ppm

**Yellow Threat Zone**  
LOC: AEGL-1 (60 min): 0.5 ppm

Show wind direction confidence lines:  
 only for longest threat zone  
 for each threat zone

OK Cancel Help

Dialogové okno pro výběr zón ohrožení