

# **Možnosti zneužití průmyslových toxických látek k terorismu**

Nikola Červenková

---

Bakalářská práce  
2016



**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: 2015/2016

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Nikola Červenková**  
Osobní číslo: **L13040**  
Studijní program: **B2825 Ochrana obyvatelstva**  
Studijní obor: **Ochrana obyvatelstva**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Možnosti zneužití průmyslových toxických látek k terorismu**

Zásady pro vypracování:

1. **Analýza a hodnocení současného stavu ve zkoumané oblasti v České republice**
2. **Základní možnosti zneužití průmyslových toxických látek k terorismu**
3. **Modelování některých základních havarijních dopadů u vybraných průmyslových toxických látek**
4. **Návrh základních opatření k eliminaci zneužití průmyslových toxických látek**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] KRULÍK, Oldřich, Ivan MAŠEK a Otakar J MIKA. Fenomén současného terorismu. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2008, 124 s. ISBN 978-80-214-3600-8.

[2] MIKA, Otakar J a Jiří PATOČKA. Ochrana před chemickým terorismem. Vyd. 1. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2007, 106 s. ISBN 978-80-7040-934-3.

[3] STŘEDA, Ladislav, Stanislav BRÁDKA a Markéta BLÁHOVÁ. Nebezpečné chemické látky a ochrana proti nim. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky, 2006, 239 s. ISBN 80-86640-63-9.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce:

**doc. Ing. Otakar Jiří Mika, CSc.**

Ústav krizového řízení

Datum zadání bakalářské práce:

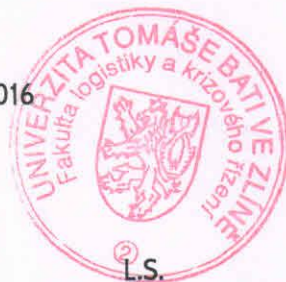
**5. února 2016**

Termín odevzdání bakalářské práce:

**9. května 2016**

V Uherském Hradišti dne 12. února 2016

doc. RNDr. Jiří Dostál, CSc.  
děkan



prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.  
ředitel ústavu


### Prohlašuji, že

- 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;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty logistiky a krizového řízení Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že 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;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen přípouští-li tak licenční smlouva uzavřená mezi mnou a Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně s tím, že vyrovnání případného přiměřeného příspěvku na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše) bude rovněž předmětem této licenční smlouvy;
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt 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 6.5.2016

  
.....  
podpis studenta

## **ABSTRAKT**

Bakalářská práce pojednává o možném zneužití průmyslových toxických látek ze strany teroristů. V teoretické části je nejdříve přiblížena problematika terorismu, zejména chemického. Dále se práce soustřeďuje na průmyslové chemické toxické látky, a především na možnosti zneužití těchto látek v podmínkách České republiky. Cílem této práce je tedy analýza a hodnocení současného stavu v dané oblasti. V praktické části pak modelování havarijních dosahů vybraných průmyslových toxických látek a návrh základních opatření proti zneužití těchto látek.

Klíčová slova:

terorismus, chemický terorismus, průmyslové toxické látky

## **ABSTRACT**

Bachelor thesis deals with a possible abuse of toxic industrial chemicals by terrorists. In the theoretical part is first approached the issues of terrorism, in particular chemical. Furthermore, the work focuses on toxic industrial chemicals and especially on potential abuse of these substances in the Czech Republic. The aim of this work is the analysis and evaluation of the current situation in a given field. In the practical part is modeling of spreading of selected toxic industrial chemicals and draft measures against their abuse.

Keywords:

terrorism, chemical terrorism, toxic industrial chemicals

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce, panu docentu Otakaru J. Mikovi. Především za jeho odborné vedení, cenné rady a připomínky a v neposlední řadě za trpělivost.

Poděkování patří také panu inženýru Jakubu Rakovi, za prostor na jeho seminářích, v nichž mi bylo umožněno pracovat s programem TerEx. A vlastně všem vyučujícím, kteří mě za těch pár let něco naučili.

Motto:

*Oheň terorismu hoří sám ze sebe, a jakmile je zapálen, musí se do něho přestat dodávat palivo nebo jej násilně uhasit.*

Caleb Carr

# OBSAH

<b>ÚVOD</b> .....	<b>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 TERORISMUS</b> .....	<b>11</b>
1.1 POJEM TERORISMUS A JEHO DEFINICE .....	11
1.1.1 Teroristický skutek a teroristická skupina.....	11
1.1.2 Vybrané definice terorismu .....	11
1.2 HISTORIE TERORISMU .....	12
1.3 NOVODOBÝ TERORISMUS .....	13
1.3.1 Kategorizace terorismu .....	13
1.3.1.1 Dělení terorismu dle motivace.....	13
1.3.1.2 Dělení terorismu dle používaných metod a prostředků .....	14
1.3.1.3 Některá další možná dělení terorismu.....	14
1.4 ČESKÁ PRÁVNÍ ÚPRAVA TERORISMU A PROTITERORISTICKÉ ÚSILÍ.....	15
<b>2 CHEMICKÝ TERORISMUS</b> .....	<b>16</b>
2.1 CHEMICKÉ ZBRANĚ A BOJOVÉ CHEMICKÉ LÁTKY .....	16
2.1.1 Legislativa související s chemickými zbraněmi a bojovými chemickými látkami .....	18
2.2 CHEMICKÉ LÁTKY A SMĚSI .....	18
2.3 PŘÍPADY CHEMICKÉHO TERORISMU .....	19
<b>3 PRŮMYSLOVÉ TOXICKÉ LÁTKY</b> .....	<b>20</b>
3.1 MOŽNÉ DĚLENÍ PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK.....	20
3.1.1 Fyzikální klasifikace.....	20
3.1.2 Chemická klasifikace .....	20
3.1.3 Toxikologická klasifikace .....	20
3.1.4 Vojenská klasifikace .....	21
3.2 CHEMICKÉ TOXICKÉ LÁTKY V PRŮMYSLU ČR.....	21
3.3 VYBRANÉ PRŮMYSLOVÉ TOXICKÉ LÁTKY .....	22
3.3.1 Amoniak.....	22
3.3.2 Fosgen .....	23
3.3.3 Chlór.....	23
3.3.4 Chlorovodík.....	24
3.3.5 Kyanovodík .....	24
3.3.6 Oxid siřičitý.....	24
3.3.7 Sírouhlík.....	25
3.3.8 Sirovodík .....	25
3.3.9 Formaldehyd.....	25
3.3.10 Oxid uhelnatý .....	25

3.4	POROVNÁNÍ VYBRANÝCH PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK.....	26
3.5	DALŠÍ PRŮMYSLOVÉ TOXICKÉ LÁTKY .....	27
3.6	BEZPEČNOSTNÍ LISTY .....	28
<b>4</b>	<b>LEGISLATIVA SOUVISEJÍCÍ S PRŮMYSLOVÝMI TOXICKÝMI LÁTKAMI A NĚKTERÉ SKUTEČNOSTI Z NÍ VYPLÝVAJÍCÍ.....</b>	<b>30</b>
4.1	PRÁVNÍ PŘEDPISY V OBLASTI CHEMICKÝCH LÁTEK.....	30
4.2	PREVENCE ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ.....	31
4.3	PŘEPRAVA NEBEZPEČNÝCH LÁTEK .....	32
<b>5</b>	<b>MOŽNOSTI ZNEUŽITÍ PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK.....</b>	<b>35</b>
5.1	MOŽNÉ ZDROJE A ZPŮSOBY ZÍSKÁNÍ PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK.....	35
5.2	MOŽNÉ CÍLE ÚTOKŮ A ZPŮSOBY ZNEUŽITÍ PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK.....	35
5.2.1	Zranitelná místa kritické infrastruktury.....	37
5.3	SCÉNÁŘE MOŽNÝCH TERORISTICKÝCH ÚTOKŮ PROVEDENÝCH ZA POUŽITÍ PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK .....	37
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>	<b>40</b>
<b>6</b>	<b>MODELOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH HAVARIJNÍCH DOPADŮ VYBRANÝCH PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK .....</b>	<b>41</b>
6.1	HAVARIJNÍ DOSAHY VYBRANÝCH PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK .....	41
6.1.1	Modelování havarijních dosahů programem TerEx.....	42
6.1.2	Modelování havarijních dosahů programem ALOHA .....	43
6.2	HAVARIJNÍ DOSAHY VYBRANÝCH PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK V ZÁVISLOSTI NA JEJICH MNOŽSTVÍ.....	45
6.3	MODELOVÁNÍ KONKRÉTNÍ SITUACE ZNEUŽITÍ PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK K TERORISMU .....	45
6.3.1	Teroristický útok na zimní stadion.....	45
6.3.2	Teroristický útok na přepravní prostředek .....	48
6.4	SHRNUTÍ MODELOVÁNÍ A POROVNÁNÍ .....	50
<b>7</b>	<b>NÁVRH OPATŘENÍ K ELIMINACI ZNEUŽITÍ PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK.....</b>	<b>52</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>53</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>54</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....</b>	<b>60</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>61</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>62</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>63</b>



## ÚVOD

Hrozba terorismu v současném světě roste. V České republice je v pořadí třetí hrozbou dle „aktuální“ Bezpečnostní strategie z roku 2015. [1] Ode dne, kdy tento základní dokument bezpečnostní politiky našeho státu vešel v platnost, se však událo mnohé.

Za uplynulý rok byla Evropa svědkem několika teroristických útoků, jenž byly spáchány poměrně blízko naší malé a v myslích obyvatelstva dosud bezpečné země.

Teroristické útoky v Paříži z listopadu minulého roku a teroristické útoky na bruselské letiště a metro z počátku letošního jara nám daly pocítit blízkost této hrozby. Bylo by naivní se domnívat, že podobné události se nemohou na našem území odehrát.

S touto skutečností se pojí otázky začínající na „Kdy?“, „Kde?“, „Proč?“ nebo „Jak?“. Otázka poslední se dotýká tématu této práce.

Česká republika má silný a rozvinutý chemický průmysl, bez jehož produktů bychom se těžko obešli. Chemické látky a směsi jsou všude kolem nás, denně s nimi přicházíme do styku. Nemalé procento chemikálií však vykazuje toxicitu – hovoříme o tzv. průmyslových toxických látkách.

Toxické účinky řady z nich byly prověřeny ve válkách. Například v první světové válce byly jako bojové plyny použity, dnes průmyslové toxické látky, chlor a fosgen. Za druhé světové války byl nacisty zneužit kyanovodík k hromadnému vraždění Židů v plynových komorách koncentračních táborů. Tyto průmyslové toxické látky měly na svědomí obrovské množství lidských životů.

Nabízí se otázka, jak by s takovými látkami naložili teroristé, kdyby se k nim dostali.

Nakonec bych na tomto místě ráda uvedla, že jsem si vědoma skutečnosti, že daná problematika byla v letech předchozích již několikrát zpracována v bakalářských či jiných závěrečných pracích. Z tohoto důvodu jsem si dovolila se s některou z těchto prací seznámit a použít ji coby jednoho z východisek ke své vlastní závěrečné práci. Zmiňovanou tematicky obdobnou prací je bakalářská práce Renáty Gregorové, *Možné zneužití nebezpečných chemických průmyslových toxických látek*, zpracovaná na fakultě chemické VUT Brno v roce 2011, rovněž pod vedením pana docenta Otakara J. Miky.

## I. TEORETICKÁ ČÁST

## 1 TERORISMUS

### 1.1 Pojem terorismus a jeho definice

Základním stavebním kamenem termínu terorismus je slovo teror, které má původ v latinském *terrere*, jež v českém jazyce znamená vyděsit. Slovo teror bylo poprvé oficiálně použito ve Slovníku Francouzské akademie v roce 1798 a souviselo s Velkou francouzskou revolucí, respektive s jakobínskou vládou teroru. [2, 3]

Teror a terorismus jsou v dnešní době velmi frekventovanými výrazy. Používá je široké spektrum lidské společnosti, od politiků a odborníků různých profesí, přes sdělovací prostředky až po běžné občany. K tomu aby pojmu terorismus, potažmo nálepky terorista, bylo používáno správně a zamezilo se jeho zneužívání, je zapotřebí jeho význam sjednotit. Pojem terorismus však globálně jednotnou definici dosud nemá. Tato skutečnost může být podmíněna vývojem terorismu a rozdílnými pohledy na tuto problematiku. [2, 3]

#### 1.1.1 Teroristický skutek a teroristická skupina

Závazné definice však v rámci EU, tedy i pro Českou republiku, existují (dle dokumentu Rady EU z roku 2001, *Společný postoj Rady EU pro užití zvláštních opatření pro boj s terorismem*) pro pojmy „teroristický skutek“ a „teroristická skupina“. [2]

**Teroristickým skutkem** se myslí *množina vyjmenovaných činů, které mohou, svou podstatou nebo kontextem, vážně ohrozit chod konkrétního státu nebo mezinárodní organizace*. [2]

**Teroristickou skupinou** je *strukturovaná skupina, složená z více než dvou osob, ustavená pro delší časové období a konající v rámci dělby práce kroky nutné ke spáchání teroristických činů*. Spolčení těchto osob není náhodné ani jednorázové. [2]

#### 1.1.2 Vybrané definice terorismu

Definic terorismu existuje velké množství, vznikly v různých prostředích a letech, také jejich obsáhlost se značně liší. Základ však mají společný. V řadě z nich se objevuje politická motivace útoků a jejich cílení na civilisty. Z kvanta definic je níže uvedeno několik příkladů, které byly vybrány s ohledem na jejich časté používání a také na základě subjektivního výběru autora této práce. [3, 4]

- *Terorismus je propočítané (promyšlené) použití násilí nebo hrozby násilím, obvykle zaměřené proti nezúčastněným osobám, s cílem vyvolat strach, jehož prostřednictvím jsou dosahovány politické, náboženské nebo ideologické cíle. Terorismus zahrnuje i kriminální zločiny, jež jsou ve své podstatě symbolické a jsou cestou k dosažení jiných cílů, než na které je kriminální čin zaměřen. Tato definice vznikla v USA pochází z roku 1980 a bývá mezinárodně považována za výchozí standard pro posuzování a hodnocení teroristických činů. [2]*
- *Terorismus je užití násilí nebo hrozba násilím za účelem vyvolání pocitu strachu ve společnosti, s cílem dosažení určitých, zpravidla politicky motivovaných cílů. [5]*
- *Terorismus to jsou násilné, nepředvídatelné a na civilisty zaměřené akce se snahou dosáhnout politických nebo osobních cílů. Za terorismus je považována také pouhá hrozba tímto činem. [6]*
- *Terorismus je ekvivalentem válečných zločinů v období míru. Autorem této stručné a výstižné definice je expert na terorismus A. P. Schmid. [4]*
- *Obsáhlejší definicí je tato z roku 1988: Terorismus je metoda vzbuzení strachu prostřednictvím opakovaných násilných aktů, vykonávaných tajnými nebo polotajnými jednotlivci, skupinami či státními orgány z idiosynkratických, kriminálních nebo politických důvodů, přičemž na rozdíl od atentátů nejsou přímé oběti násilí pravým terčem teroru. Okamžité lidské oběti násilných aktů jsou obvykle buď vybrány náhodně (příležitostné terče) z cílové veřejnosti, nebo záměrně (reprezentativní neboli symbolický terč) a slouží k předání zprávy. Komunikační procesy mezi teroristy (organizacemi), (ohroženou) obětí a hlavním terčem, založené na násilí a šíření strachu, jsou využívány k manipulaci hlavního terče (veřejnosti) tím, že se z nich stávají terče teroru, požadavků nebo upoutání pozornosti v závislosti na tom, zda jde o zastrašování, násilné donucování nebo šíření propagandy. [4]*

## 1.2 Historie terorismu

Ač by se mohlo zdát, že terorismus je doménou dnešní doby, není tomu tak. V pozměněných formách a pod jinými jmény provází dějiny lidstva již po staletí. Stopy toho, čemu dnes říkáme terorismus, lze najít například již v dobách říše římské jako „ničivou

válku“, metodu ovlivňování politického chování států a jejich vůdců záměrnými útoky na civilisty. [7]

### 1.3 Novodobý terorismus

Současný terorismus má mnoho podob a kořenů. Teroristická činnost může pramenit ze svérázné interpretace náboženství, z politické situace apod. [2]

Ke znakům dnešního terorismu patří mj. neočekávanost útoku – oběť je zpravidla náhodně vybraná a k jejímu napadení není zjevný důvod, dále rostoucí brutalita útoků. Aktéři nejen že nemají slitování se svými oběťmi, často jim nezáleží ani na svých vlastních životech. [3]

#### 1.3.1 Kategorizace terorismu

Roztřídit terorismus do určitých kategorií je značně složité a mnohdy zavádějící. Na terorismus lze nahlížet například z pohledu jeho motivace, použitých metod a prostředků nebo dle původce a rozsahu. [2]

##### 1.3.1.1 Dělení terorismu dle motivace

Následující dělení třídí terorismus na takový, jehož aktéři konají ve jménu ideologie jimi uznávané, ať už politické či náboženské, a na terorismus prováděný především kvůli psychickému sebeuspokojení.

- **Ideologický terorismus**

- ultralevicový terorismus (Rudé brigády)
- ultrapravicový terorismus
- etnický terorismus (IRA, ETA)
- náboženský terorismus (islámsko-fundamentalistický terorismus na Blízkém a Středním východě)
- ekoterorismus
- vigilantistický terorismus, jehož snahou je dosažení „práva a pořádku“
- jednoúčelový terorismus

- **Patologický terorismus** [2]

### *1.3.1.2 Dělení terorismu dle používaných metod a prostředků*

- **Klasický (konvenční) terorismus**, k jehož metodám a prostředkům patří:
  - vyhrožování, vydírání
  - únosy obětí a držení rukojmí
  - chladné zbraně, střelné zbraně, výbušniny
  - násilí bez použití zbraní (ubití)
  - atentáty
  - žhářství
  - únosy dopravních prostředků [2]
- **Moderní terorismus**, využívající moderní techniky a technologií. Patří sem zejména CBRN prostředky a informační a komunikační technologie. [2]

### *1.3.1.3 Některá další možná dělení terorismu*

- **dle povahy cílů, jichž chce dosáhnout** – svržení stávajícího společenského řádu, prosazení určité národnostní skupiny, apod.
- **dle zaměření násilí** (výběru cílů a oblasti působení)
- **dle historického původu**
- **dle vztahu k území (rozsahu působení)** – dělení na **domácí** a **mezinárodní** terorismus, které ovšem pozbývá smyslu, vzhledem ke skutečnosti, že řada teroristických skupin se rozpíná na velkém území, ať už fyzicky či prostřednictvím strachu jimi šířeného
- **státní/ protistátní**
- **skupinový/ individuální** [2, 4]

## 1.4 Česká právní úprava terorismu a protiteroristické úsilí

Trestně-právní úpravu terorismu najdeme v trestním zákoníku, což je zákon č. 40/ 2009 Sb. V hlavě IX tohoto předpisu „Trestné činy proti základům České republiky, cizího státu a mezinárodní organizace“ najdeme § 311 Teroristický útok a § 312 Teror. Dále je v trestním zákoníku řešena řada dalších trestných činů, které s terorismem souvisejí. Těmito činy jsou např. vražda, braní rukojmí, vydírání atd. [8]

Klíčovým dokumentem, jenž deklaruje postoj ČR k problematice terorismu, je Národní akční plán boje proti terorismu (dále jen NAP). Poprvé byl vydán roku 2002 s platností na jeden rok, později byla jeho platnost stanovena na dvouleté období. Jednalo se o koncepční dokument, který stanovoval úkoly jednotlivým ústředním správním orgánům v boji proti terorismu. [2]

V roce 2010 NAP nahradila Strategie České republiky pro boj proti terorismu, aktuálně platná je „Strategie České republiky pro boj proti terorismu od r. 2013“. Koordinátorem aktivit, souvisejících s přípravou a tvorbou tohoto dokumentu, je odbor bezpečnostní politiky Ministerstva vnitra. [9]

## 2 CHEMICKÝ TERORISMUS

Chemický terorismus spadá do oblasti CBRN terorismu (tj. chemického, biologického, radiologického a jaderného terorismu), někdy nazývaného také superterorismus nebo ultraterorismus pro jeho mimořádnou účinnost. Patří k poměrně novým metodám terorismu. [6]

Základní částí CBRN jsou zbraně hromadného ničení (ZHN, WMD) – chemické, biologické, bakteriologické, toxinové, radiologické a jaderné zbraně – způsobující hromadné ztráty a poškození na lidech, technice, materiálu či životním prostředí. Každý druh ZHN má své charakteristické znaky a odlišné účinky. Jaderné zbraně se vyznačují ohromnou destruktivní silou, chemické zbraně rychlou účinností a biologické kupříkladu svou nenákladností či možností snadného utajení. CBRN však zahrnuje také materiály, které nebyly vyvinuty pro vojenské účely. [6]

Chemický terorismus představuje zneužití nebezpečných chemických toxických látek, ať už bojových chemických látek, nebo průmyslových toxických látek a může být definován následujícím způsobem: *Chemickým terorismem se rozumí teroristické použití a hrozba použití nebezpečných chemických toxických látek proti lidem a zvířatům k jejich usmrcení, jejich dočasnému zneschopnění nebo jejich trvalému poškození nebo použití, či hrozba použití nebezpečných chemických toxických látek proti hmotným statkům všeho druhu k znehodnocení těchto statků a způsobení materiálních škod. Nebezpečné chemické toxické látky mohou být použity přímo nebo druhotně uvolněny jako následek záměrných úderů, sabotáží nebo diverzních akcí na výrobní, skladovací, dopravní a jiná zařízení a infrastruktury, obsahující nebezpečné chemické průmyslové toxické látky.* [10]

### 2.1 Chemické zbraně a bojové chemické látky

Chemickou zbraní je celek sestávající z munice naplněné bojovou chemickou látkou a prostředku sloužícího k dopravě munice na cíl. Teroristy mohou být zneužity jak celé chemické zbraně, tak „jen“ jejich komponenty – bojové chemické látky (otravné látky). Přičemž nejzávažnější by patrně bylo použití super toxických nervově paralytických látek, jež jsou pro živý organismus letálními nervovými jedy. [11]

Významným faktorem zvyšujícím riziko použití chemických zbraní ze strany teroristů je existence binárních zbraní. Binární zbraň neobsahuje bojovou chemickou látku jako



takovou, ale prekuzory z nichž BCHL vznikne až při dopravě na cíl. Tím je tato zbraň pro potenciálního teroristu bezpečnější, je eliminováno nebezpečí hrozící při manipulaci s bojovou chemickou látkou. [11]

V následující tabulce jsou vybrané BCHL rozděleny do šesti skupin dle fyziologického působení na živý organismus. Nutno poznamenat, že toto dělení je spíše orientační, mnohé uvedené bojové chemické látky spadají svými vlastnostmi do více skupin (např. chlorpikrin – dusivá BCHL, která však má i výrazné dráždivé účinky). Do tabulky je zakomponována také vojenská klasifikace, která tyto látky, potažmo zmíněných šest skupin těchto látek, slučuje na takové, jejichž účinek je smrtelný a na ty, které zasažené oslabí či dočasně zneschopní. [11]

Tabulka 1: Bojové chemické látky [11, 12]

	Skupina BCHL		Zástupci BCHL
smrtelné	nervově paralytické		sarin (GB), cyklosarin (GF), soman (GD), tabun (GA), látka VX (VX)
	zpuchýřující		sulfidický yperit (HD), dusíkatý yperit (HN), lewisit (L)
	dusivé		fosgen (CG), difosgen (DP)
	všeobecně jedovaté		kyanovodík (AC), chlorkyan (CK)
zneschopňující	dráždivé	lakrimátory	chloracetofenon (CN), látka CS (CS), látka CR (CR), brombenzylkyanid (CA)
		sternity	Clark I (DA), Clark II (DC), adamsit (DM)
	psychoaktivní		látka LSD-25, látka BZ

Další tabulka obsahuje porovnání vybraných zástupců ze skupiny nejtoxičtějších BCHL – nervově paralytických látek. Vybrání byli dva zástupci z podskupiny G – látek (sarin a soman) a jeden z látek typu V (látka VX).

Tabulka 2: Nervově paralytické látky [11, 12, 13, 14]

	SARIN (GB)	SOMAN (GD)	látka VX (VX)
řada	G – látky	G – látky	V – látky
účinek	okamžitý	okamžitý	okamžitý

	<b>SARIN (GB)</b>	<b>SOMAN (GD)</b>	<b>látka VX (VX)</b>
brána vstupu	všechny	všechny	všechny
toxická LC <sub>50</sub> [g.min <sup>-1</sup> .m <sup>-3</sup> ]	0,15 – 1,00	0,07 – 0,50	větší než u G – látek 0,015 – 0,040
stálost na terénu	nestálý (prchavý) v létě 2 – 6 hodin, v zimě 6 – 12 hodin	polostálý v létě až 1 den, v zimě několik dnů	stálá (trvalá) v létě až 21 dnů, v zimě až 16 týdnů
zápach	žádný nebo velmi slabě ovocný	žádný nebo slabě kafrový	žádný
barva a skupenství	bezbarvá kapalina	bezbarvá kapalina	bezbarvá olejovitá kapalina
binární munice	ano	ano	ano

### 2.1.1 Legislativa související s chemickými zbraněmi a bojovými chemickými látkami

Chemické zbraně jsou zakázány, a to globálně platnou „Úmluvou o zákazu vývoje, výroby, hromadění zásob a použití chemických zbraní a o jejich zničení“ (dále jen Úmluva). Úmluva vstoupila v platnost 29. dubna 1997 a k dohledu nad jejím plněním byla vytvořena mezinárodní Organizace pro zákaz chemických zbraní. [15, 16]

V České republice je Úmluva zakotvena v zákoně č. 19/ 1997 Sb., o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní, a v jeho prováděcí vyhlášce č. 208/2008 Sb. Úřadem pro kontrolu zákazu chemických zbraní je v ČR Státní úřad pro jadernou bezpečnost, který rovněž dohlíží na dodržování omezení pro chemické toxické látky, které by mohly sloužit jako prekurzory k výrobě bojových chemických látek, nebo k výrobě těchto prekurzorů. Tyto chemické látky patří do Seznamu 2 a 3 dle Úmluvy. Do Seznamu 3 patří např. fosgen, chlorkyan a kyanovodík. [15, 17, 18]

## 2.2 Chemické látky a směsi

Terorismus s použitím chemických látek a směsí využívá jakékoli toxické chemické látky, zpravidla běžně vyráběné v průmyslu. Velkou hrozbu představuje především ve formě úderu na chemická a petrochemická zařízení, ať stacionární nebo přepravní, při němž dojde k násilnému vyvolání sekundárních účinků havárie. [6, 13]

Uvádí se, že v současnosti existují tisíce toxických chemických látek, jež jsou využívány v průmyslu a zemědělství. Značné množství průmyslových toxických látek je zneužitelné k terorismu. Za látky nejvhodnější k těmto účelům bývají považovány například chlor, amoniak, fosgen, kyanovodík, sirovodík, sirouhlík a oxid siřičitý. [11]

### **2.3 Případy chemického terorismu**

Za první moderní chemický terorismus jsou považovány teroristické akce japonské náboženské sekty Óm Šinrikjó (Nejvyšší pravda), která roku 1994 poprvé použila k účelům terorismu bojové chemické látky – konkrétně sarin, látku VX, fosgen a kyanovodík. Známy je především útok v tokijském metru ze dne 20. března 1995 za použití 30% sarinu vlastní výroby. Vyroběným sarinem bylo naplněno 11 igelitových sáčků, jejichž obsah 5 členů sekty vypustilo v metru – propíchlí sáčky deštníky s naostřenými hroty. Útok byl proveden v době vysoké koncentrace osob v těchto místech a vyžádal si celkem 12 životů a velké množství zraněných. Ztráty mohly být však mnohem větší, kdyby použitá látka byla čistá a neupozornila na svou přítomnost zápachem. [2]

### 3 PRŮMYSLOVÉ TOXICKÉ LÁTKY

Průmyslové toxické látky jsou toxické chemikálie vyráběné a používané v průmyslu. Ekvivalentním názvem je výraz průmyslové škodliviny, v angličtině pak Toxic Industrial Chemicals (TICs). Tvoří podskupinu nebezpečných chemických látek. Mnohé z těchto látek byly (nebo stále jsou) řazeny do bojových chemických látek, jmenovitě například fosgen, kyanovodík a chlór. [13]

#### 3.1 Možné dělení průmyslových toxických látek

##### 3.1.1 Fyzikální klasifikace

Dle skupenství (za normálních podmínek) lze průmyslové toxické látky rozdělit do těchto tří skupin:

- plyny – fosgen, chlór, chlorovodík, sirovodík, oxid siřičitý;
- kapaliny – kyanovodík, sirouhlík;
- pevné látky – kyanidy, síra. [13]

##### 3.1.2 Chemická klasifikace

V této klasifikaci lze dané látky rozdělit do skupin podle společného hlavního prvku, například na sloučeniny síry (sirovodík, sirouhlík, oxid siřičitý), sloučeniny dusíku (amoniak, kyanovodík, chlorokyan, oxid dusičitý), sloučeniny uhlíku (formaldehyd, oxid uhelnatý), halogeny a jejich sloučeniny (chlór, chlorovodík, fosgen) a mnoho dalších. [13]

##### 3.1.3 Toxikologická klasifikace

Toto dělení je často používané také pro bojové chemické látky, které dělí do šesti skupin – na látky nervově paralytické, zpuchýřující, dusivé, všeobecně jedovaté, dráždivé a psychoaktivní. Tedy dle účinků na živý organismus. [13]

Obdobně se mohou rozdělit průmyslové toxické látky na neurotoxické (sirouhlík), dusivé (chlór, fosgen), všeobecně jedovaté (kyanovodík, chlorokyan, sirovodík, oxid uhelnatý) a dráždivé látky (oxid siřičitý a dusičitý). Dále látky leptavé, mezi něž patří amoniak, chlorovodík, fluorovodík, formaldehyd a další. [13]

### 3.1.4 Vojenská klasifikace

Tady je na průmyslové toxické látky nahlíženo z pohledu vojenského významu, ať už z historického, aktuálního či potenciálního. Mezi historicky významné látky patřil zejména chlór, používaný hojně za první světové války. Vojensky aktuálními jsou fosgen, kyanovodík, oxid uhelnatý nebo chlorkyan. Mnohé průmyslové toxické látky slouží jako prekurzory k výrobě BCHL, jsou jimi amoniak, chlór, chlorovodík, fluorovodík, sirovodík a chlorid fosforitý. Zbylé nebyly shledány jako vojensky vhodné – např. sirouhlík a formaldehyd. [13]

## 3.2 Chemické toxické látky v průmyslu ČR

V České republice je vyráběno, používáno, skladováno a transportováno velké množství průmyslových chemických látek, jež jsou toxické. Ve velkých objemech to jsou zejména amoniak a chlór. [11]

Obrázek 1: Chemický průmysl ČR [19]



Mezi významné podniky chemického průmyslu, které vyrábějí, skladují či přepravují velká množství průmyslových toxických látek, patří například:

- SPOLANA, a.s. Neratovice
  - pracuje s chlorem, vinylchloridem, amoniakem a dalšími průmyslovými toxickými látkami;
  - vyrábí PVC, hydroxid sodný, kyselinu sírovou a oleum, průmyslová hnojiva na bázi síranu amonného, atd. [20]
- UNIPETROL DOPRAVA, a.s., závod Neratovice
  - pro provozovatele Spolana a.s. přepravuje nebezpečné látky – jak suroviny, tak produkty – především amoniak, chlor a vinylchlorid v cisternách (kotlových vozech). [20]
- Spolchemie, a.s. Ústí nad Labem (Spolek pro chemickou a hutní výrobu)
  - chlorové deriváty, hydroxid draselný, uhličitan draselný (potaš), epoxidové pryskyřice [21]
- Synthesia, a.s. Pardubice – Semtín
  - vyrábí fosgen, anorganické kyseliny a soli (např. kyselinu sírovou, kyselinu dusičnou, dusičnan sodný), aromatické isokyanáty, pesticidy, nitrocelulózu atd. [22]

Dalšími významnými firmami jsou Lučební závody Draslovka a.s. Kolín (kyanovodík); FOSFA, a.s.; Chemopetrol Litvínov, a.s.; SYNTHOS Kralupy a.s.; DEZA, a.s.; Lovochemie Lovosice, a.s.; a mnohé další. [19]

### 3.3 Vybrané průmyslové toxické látky

V této podkapitole jsou uvedeny stručné charakteristiky vybraných průmyslových toxických látek, které se vyznačují značnou nebezpečností a častým výskytem v průmyslu, především chemickém, v němž slouží k výrobě mnoha dalších chemických sloučenin.

#### 3.3.1 Amoniak

Amoniak, po staru čpavek, je látka velmi nebezpečná. Za normálních podmínek je to bezbarvý jedovatý plyn štiplavého zápachu, lehčí než vzduch. Kontakt se zkapalněným

amoniakem (např. při skladování či přepravě) způsobuje silné omrzliny, v obou skupenstvích je velmi dráždivý a leptá oči.

Přírodní amoniak vzniká rozkladem organické hmoty a při nitrifikaci. V průmyslu se vyrábí syntézou vodíku a dusíku, a používá se k výrobě kyseliny dusičné, močoviny, průmyslových hnojiv, plastických hmot a vláken, barviv a také výbušnin. Amoniak se používá nejen jako výchozí surovina chemického průmyslu, ale především jako chladicí médium, a to v mnoha různorodých zařízeních – zimní stadiony, jatka a potravinářské závody, pivovary, atd. Výčet možností jeho využití napovídá, že se jedná o látku velmi rozšířenou. [11, 13]

### 3.3.2 Fosgen

Fosgen je velmi jedovatá bezbarvá látka, za normálních podmínek plynného skupenství, těžší než vzduch. Zapáchá po tlejícím seně.

V současnosti se vyrábí reakcí oxidu uhelnatého s chlorem, při níž slouží jako katalyzátor aktivní uhlí. V České republice jej vyrábí průmyslový závod Synthesia a.s. v Pardubicích – Semtíně. Používá se dále k výrobě pesticidů či barviv.

Fosgen vzniká také při hoření chlorovaných materiálů (např. PVC) jako toxická zplodina. Řadí se mezi bojové chemické látky jako látka dusivá, z tohoto pohledu je znám například z doby první světové války, v níž měl velký význam. Kódové značení fosgenu je CG. [11, 12, 13]

### 3.3.3 Chlór

Chlór je žlutozelený plyn vykazující značnou jedovatost a žíravost. Je těžší než vzduch a při styku se vzdušnou vlhkostí vytváří mlhy. Dráždí kůži, leptá oči a při jeho vdechování také dýchací cesty a plíce, kapalný může způsobit omrzliny.

Jedná se o velmi reaktivní prvek, proto jej najdeme v mnoha sloučeninách. Vyrábí se elektrolyzou vodného roztoku chloridu sodného a v chemickém průmyslu má nezastupitelnou roli, zejména pro výrobu plastů (PVC, polyuretany, polykarbonáty a další) a syntetických chemikálií. Velké množství chlóru se používá k úpravě pitné vody jako dezinfekční prostředek a v papírenském průmyslu jako bělidlo.

Chlór je podobně jako amoniak velmi rozšířenou průmyslovou toxickou látkou, a stejně jako fosgen byl významnou bojovou chemickou látkou za první světové války. [11, 13, 23]

### 3.3.4 Chlorovodík

Chlorovodík je bezbarvý plyn těžší než vzduch, je dráždivý. Vyrábí se z chloridu sodného pomocí kyseliny sírové nebo přímou syntézou chlóru a vodíku. Rovněž chlorovodík je důležitou surovinou chemického průmyslu. Jako vedlejší produkt vzniká při chloraci organických látek a v případě hoření těchto chlorovaných sloučenin jako toxická zplodina. [13, 23]

### 3.3.5 Kyanovodík

Kyanovodík je bezbarvá kapalina (nebo plyn) zapáchající po hořkých mandlích. Je rychle působícím prudkým jedem.

Přírodní kyanovodík je obsažen zejména v peckách některých druhů ovoce (hořkých mandlí, meruněk, broskví a dalších). Jedním ze způsobů výroby je katalytická oxidace směsi methanu a amoniaku. Používá se v boji proti škůdcům, k výrobě kyanidu sodného, syntetických vláken, plastů a barviv. V ČR vyrábí kyanovodík a kyanidy společnost Lučební závody Draslovka a.s. Kolín.

V minulém století byl kyanovodík používán nacisty v plynových komorách koncentračních táborů k vyvražďování lidí. Používaný Cyklon B byl původně insekticid, jednalo se o křemelinu nasycenou kyanovodíkem. [12, 13]

### 3.3.6 Oxid siřičitý

Bezbarvý plyn dráždící dýchací cesty. V České republice se nejčastěji vyrábí spalováním elementární síry, dalšími možnými způsoby výroby jsou pražení sulfidových rud (např. pyritu) nebo spalování odpadní síry. Používá se při výrobě kyseliny sírové, v zemědělství jako fungicid, k bělení textilií a papíru a dezinfekci. Oxid siřičitý je často skloňován v souvislosti se znečištěním ovzduší, do nějž se dostává především spalovacími procesy v tepelných elektrárnách. [13]



### 3.3.7 Sirouhlík

Sirouhlík (sulfid uhličitý) je bezbarvá kapalná látka, zapáchající, toxická a silně hořlavá. Páry této látky jsou těžší než vzduch a snadno zápalné, se vzduchem vytváří výbušnou směs. Co se týče účinků na člověka, kapalný sirouhlík leptá oči a při delším působení také kůže, jeho jedovaté páry mají narkotické účinky, při koncentraci 0,11% vedou po půl hodině k bezvědomí, při vyšší koncentraci (0,4%) a delší době působení (60 minut) způsobují smrt.

Za zvýšené teploty sirouhlík reaguje s vodou za vzniku oxidu uhličitého a sirovodíku. Výroba spočívá v přímé syntéze síry a uhlíku, nebo reakci síry a methanu. V České republice jeho výroba neprobíhá a je pouze dovážen. Používá se v gumárenském průmyslu, na výrobu pesticidů, při výrobě chloridu uhličitého a syntetických vláken či k výrobě celofánu. [13, 24]

### 3.3.8 Sirovodík

Sirovodík, nebo také sulfan, je velmi jedovatý bezbarvý plyn nepříjemně páchnoucí po zkažených vejcích (ve vysokých koncentracích však nepáchne). Je těžší než vzduch a snadno zkapalnitelný. Při nadýchání koncentrace 0,07 až 0,09 % se rychle dostavuje stav bezvědomí a po několika minutách zástava dechu.

Vzniká při rozkladu organického materiálu. Průmyslově se vyrábí obvykle přímou syntézou síry s vodíkem a použití nalézá jako činidlo v analytické chemii. [13, 16]

### 3.3.9 Formaldehyd

Vysoce toxický bezbarvý plyn s pronikavým zápachem, patří mezi těkavé organické látky. Je žíravý a hořlavý. Čistý plyn snadno polymerizuje. Vyrábí se z methanolu a nachází velmi široké uplatnění, např. k výrobě hnojiv, papíru, močovino-formaldehydových pryskyřic, fenolplastů, kosmetiky, tabáku, konzervačních a dezinfekčních prostředků atd. [13]

### 3.3.10 Oxid uhelnatý

Středně toxický plyn bez barvy, chuti a – jako jedna z mála průmyslových toxických látek – rovněž bez typického zápachu. Z hlediska těchto charakteristik jej lze označit za

zákeřný plyn. Je mimořádně hořlavý a lehčí než vzduch. Při úniku rychle vytváří jedovaté, výbušné směsi. Vzniká při nedokonalém hoření uhlíkatých látek. Váže se na krevní barvivo a omezuje příjem kyslíku tvorbou karboxyhemoglobinu, což má za následek otravu organismu. [13, 23]

### 3.4 Porovnání vybraných průmyslových toxických látek

Následující tabulka porovnává toxicitu vybraných průmyslových toxických látek. Uvedena jsou také skupenství těchto látek za normálních podmínek (běžného atmosférického tlaku a teplotě okolo 20°C) a jejich zápach.

Tabulka 3: Porovnání průmyslových toxických látek 1 [24, 26, 27, 28]

Průmyslová toxická látka	Toxicita (dle IAEA-TECDOC-727)	Barva a skupenství	Zápach	Koncentrace rozeznatelná čichem [ppm]
Fosgen	velmi vysoká	bezbarvý plyn	po ztuhlém senu, tlejícím listí	0,12 – 5,7
Formaldehyd	vysoká	bezbarvý plyn	štiplavý	0,2
Chlór	vysoká	žlutozelený plyn	ostrý, dusivý	0,01
Chlorovodík	vysoká	bezbarvý plyn	ostrý, dusivý	0,25 – 10
Kyanovodík	vysoká	bezbarvá kapalina	po hořkých mandlích	0,58
Sirovodík	vysoká	bezbarvý plyn	po zkažených vejcích	0,002
Amoniak	střední	bezbarvý plyn	ostrý, štiplavý	17
Oxid siřičitý	střední	bezbarvý plyn	štiplavý	2,7
Oxid uhelnatý	střední	bezbarvý plyn	bez zápachu	-
Sirouhlík	střední	bezbarvá kapalina	po shnilém zelí	0,016 – 0,42

Zápach je důležitou vlastností průmyslové toxické látky upozorňující na její přítomnost. U oxidu uhelnatého, jenž je zcela bez zápachu, tato varovná vlastnost schází.

Tabulka 4: Porovnání průmyslových toxických látek 2 [23, 28, 29, 30, 31]

Průmyslová toxická látka	Relativní molekulová hmotnost	Bod varu [°C]	Relativní hustota par (vzduch = 1)	Rozpustnost ve vodě (při 20 °C)
Fosgen (COCl <sub>2</sub> )	98,9	8,2	3,4	nepatrná
Formaldehyd (HCHO)	30,0	-21	1,07	28,6 %
Chlór (Cl <sub>2</sub> )	70,9	-34	2,5	0,7 %
Chlorovodík (HCl)	36,5	-85	1,27	41,9 %
Kyanovodík (HCN)	27,0	25	0,94	vysoká
Sirovodík (H <sub>2</sub> S)	34,1	-60	1,19	0,4 %
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	17,0	-33,4	0,6	34 %
Oxid siřičitý (SO <sub>2</sub> )	64,1	-10	2,26	10 %
Oxid uhelnatý (CO)	28,0	-191	0,97	nepatrná
Sirouhlík (CS <sub>2</sub> )	76,1	46	2,67	nepatrná

Relativní molekulová hmotnost má velký vliv na šíření látky. Vzduch má relativní molekulovou hmotnost přibližně 29, tudíž látky, které mají tuto hodnotu vyšší, jsou těžší než vzduch a budou se šířit při zemi. Plynné látky, jež jsou lehčí než vzduch, budou stoupat vzhůru. Pokud se ovšem smísí se vzduchem za zkapalněného stavu, vytvoří těžké mlhy. [11]

Výrazně těžší než vzduch je fosgen a chlor, naopak lehký je amoniak a plynný kyanovodík.

### 3.5 Další průmyslové toxické látky

Kromě výše zmíněných a stručně popsaných zástupců, existuje mnoho dalších průmyslových toxických látek. Jmenovitě jsou to například:

- fluorovodík – středně toxický plyn;
- oxid dusičitý – vysoce toxická kapalina;
- chlorid fosforitý – kapalina nízké toxicity, prekurzor;
- methylizokyanát – kapalina velmi vysoké toxicity;
- chlorkyan – plyn přibližně 13krát toxičtější než chlor;

- arzenovodík (arsan) – extrémně toxický plyn;
- fosforovodík (fosfan) – plyn se zvlášť vysokou toxicitou;
- bromovodík – vysoce toxický plyn;
- methylchlorid – vysoce toxický plyn;
- methylbromid – středně toxický plyn;
- oxid dusnatý – vysoce toxický plyn;
- dikyan – plyn se zvlášť vysokou toxicitou;
- bromkyan – středně toxická kapalina;
- oxid sírový – vysoce toxická kapalina;
- stiban – plyn se zvlášť vysokou toxicitou;
- fluor – plyn se zvlášť vysokou toxicitou;
- ethylenoxid – plyn nízké toxicity;
- vinylchlorid – plyn nízké toxicity. [13, 15, 26, 32, 33]

### 3.6 Bezpečnostní listy

Co se týče charakteristik průmyslových toxických látek (a nebezpečných chemických látek všeobecně) lze je podrobněji najít v tzv. bezpečnostních listech.

Bezpečnostní listy jsou dokumenty zpracovávány výrobcí, dovozci či distributory nebezpečných chemických látek nebo směsí. Povinnost jejich zpracování plyne ze zákona o chemických látkách a chemických směsích.

Rozsah bezpečnostních listů je různý (3 strany, 15 stran), každý však obsahuje 16 následujících povinných položek:

- identifikace látky/směsi a společnosti/podniku;
- identifikace nebezpečnosti;
- složení/informace o složkách;
- pokyny pro první pomoc;

- opatření pro hašení požáru;
- opatření v případě náhodného úniku;
- zacházení a skladování;
- omezování expozice/ osobní ochranné prostředky;
- fyzikální a chemické vlastnosti;
- stálost a reaktivita;
- toxikologické informace;
- ekologické informace;
- pokyny pro odstraňování;
- informace pro přepravu;
- informace o předpisech;
- další informace.

Jednotlivé bezpečnostní listy se mohou nepatrně lišit v názvech těchto náležitostí nebo v jejich uspořádání, obsah je však stejný. [24, 35]

## 4 LEGISLATIVA SOUVISEJÍCÍ S PRŮMYSLOVÝMI TOXICKÝMI LÁTKAMI A NĚKTERÉ SKUTEČNOSTI Z NÍ VYPLÝVAJÍCÍ

### 4.1 Právní předpisy v oblasti chemických látek







Aktuálně platným „chemickým zákonem“ je **zákon č. 350/2011 Sb.**, o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů. Tento nahradil předchozí zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích. Už z názvů těchto zákonů je patrná změna. [35, 36]

Současný chemický zákon reflektuje změny legislativy Evropské unie. Má návaznost na **nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1272/2008** o klasifikaci, označování a balení látek a směsí („nařízení CLP“) s novým způsobem klasifikace, balení a označování, jenž navazuje na tzv. Globálně harmonizovaný systém klasifikace a označování chemikálií („GHS“). Úprava chemického zákona souvisí také s **nařízením REACH** (Registrace, Evaluace, Autorizace a restrikce Chemikálií), což je nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. **1907/2006** o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek a o zřízení Evropské agentury pro chemické látky. [35, 37, 38]

Podle nového chemického zákona už nejsou „chemické látky a přípravky“, ale „chemické látky a směsi“. Dále neobsahuje „kategorie nebezpečnosti“, nýbrž „třídy nebezpečnosti“. Původní R-věty a S-věty nahradily H-věty a P-věty. Nové jsou rovněž výstražné symboly (viz obrázek č. 2). [35]

V chemickém zákoně je uvedeno 15 nebezpečných vlastností pro nebezpečné chemické látky, podle nichž se tyto látky dělí. Jednou z nebezpečných vlastností je právě toxicita (jedovatost). Dále jsou některé chemické látky nebezpečné například pro svou hořlavost nebo výbušnost. Tyto nebezpečné vlastnosti patří k těm nejvýznamnějším, přičemž některé průmyslové toxické látky vykazují všechny tři (např. amoniak a kyanovodík). [35]

Obrázek 2: Výstražné symboly [39]

 GHS 01 Výbušné látky	 GHS 02 Hořlavé látky	 GHS 03 Oxidující látky
 GHS 04 Plyny pod tlakem	 GHS 05 Korozivní a žíravé látky	 GHS 06 Toxické látky
 GHS 07 Dráždivé látky	 GHS 08 Látky nebezpečné pro zdraví	 GHS 09 Látky nebezpečné pro životní prostředí

## 4.2 Prevence závažných havárií

Aktuálně platným je **zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií** způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi, jímž se ruší předchozí zákon č. 59/2006 Sb. [40]

Dle tohoto zákona se objekty a zařízení s nebezpečnými chemickými látkami a směsmi dělí na objekty typu A a B podle množství nebezpečné látky. Tímto vznikla databáze, jež je přehledem o druzích a množství nebezpečných chemických látek na území České republiky. [24]

Zákon o prevenci závažných havárií začleňuje do české legislativy evropskou směrnicí o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných (chemických) látek, známou jako „SEVESO“. Aktuálně platná je **SEVESO III – Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU**. [41]

Tabulka 5: Množství průmyslových toxických látek [40]

Nebezpečné látky	Množství nebezpečné látky v tunách	
	A	B
Chlor	10	25
Formaldehyd (koncentrace $\geq 90$ %)	5	50
Chlorovodík (zkapalněný plyn)	25	250
Karbonyldichlorid (fosgen)	0,3	0,75
Bezvodý amoniak	50	200
Sirovodík	5	20

### 4.3 Přeprava nebezpečných látek

Průmyslové toxické látky jsou běžně přepravovány silniční a železniční dopravou. Přepravovat tyto látky lze rovněž po vodních tocích, produktovody, apod. Pro zajištění bezpečnosti těchto přeprav, vnitrostátních i mezinárodních, existují mezinárodní dohody. Pro ČR jsou významné zejména:

- **ADR - Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí,** [42]
- **RID - Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí.** [43]

Vedle těchto předpisů, jež zabezpečují pozemní přepravu nebezpečných věcí, existují také dohody pro přepravu nebezpečných věcí vnitrozemskou lodní dopravou (ADN), námořní dopravou (IMDG Code) a leteckou dopravou (IATA). [27]

Dohoda ADR je v legislativě České republiky prováděna vyhláškou č. 64/1987 Sb., což je vyhláška ministra zahraničních věcí o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí. [44]

Předpisy pro silniční a železniční přepravu jsou obdobné, obsahují seznam látek, na něž se předpis vztahuje a požadavky na jejich balení, označení a samotnou přepravu. Jednotlivé nebezpečné látky mají přidělen tzv. Kemlerův kód (identifikační číslo nebezpečnosti) a tzv. UN kód (identifikační číslo látky). Tyto kódy jsou nejvýznamnějším označením dopravních prostředků přepravujících nebezpečné látky po silnicích a železnicích, obsahuje je výstražná identifikační tabulka na těchto přepravních prostředcích umístěná. [27]



Tabulka 6: Kemlerův kód [27]

Kemlerův kód – identifikační číslo nebezpečnosti		
Číslice	Význam	Příklady Kemlerova kódu:
2	uvolňování plynů pod tlakem nebo chemickou reakcí	263 – toxický plyn, hořlavý  265 – toxický plyn, podporující hoření  268 – toxický plyn, žíravý
3	hořlavost par kapalin a plynů	
4	hořlavost tuhých látek	
5	oxidační účinky (podporuje hoření)	
6	toxicita	
7	radioaktivita	
8	žíravost	
9	nebezpečí prudké samovolné reakce	
0 – dodatková číslice bez významu (kód musí mít alespoň dvě číslice)		
X – látka nesmí přijít do styku s vodou		
První číslice označuje hlavní nebezpečí látky, pokud jsou první dvě číslice stejné, značí to zvýšení hlavního nebezpečí.		

Tabulka 7: UN a Kemlerův kód [45]

Průmyslová toxická látka	UN kód	Kemlerův kód	Třída	Výstražná tabulka
Amoniak	1005	268	2.3	268
				1005
Chlór	1017	265	2	265
				1017
Fosgen	1076	268	2.3	268
				1076
Chlorovodík	1050	268	2.3	268
				1050
Kyanovodík - vodný roztok, max. 20 %	1051	663	6.1	663
	1613			1613
Oxid siřičitý	1079	268	2.3	268

Průmyslová toxická látka	UN kód	Kemlerův kód	Třída	Výstražná tabulka
				1079
Sirouhlík	1131	336	3	336
				1131
Sirovodík	1053	263	2.3	263
				1053
Formaldehyd (roztok, min. 25 %)	2209	80	8	80
				2209
Oxid uhelnatý	1016	263		263
				1016

## 5 MOŽNOSTI ZNEUŽITÍ PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK

### 5.1 Možné zdroje a způsoby získání průmyslových toxických látek

Mezi velkým množstvím průmyslových toxických látek se jako nejvhodnější pro teroristické účely jeví například chlor, amoniak, fosgen, kyanovodík, sirovodík, sirouhlík nebo oxid siřičitý. [11]

Pro teroristy zřejmě nebude nesnadné se k průmyslovým toxickým látkám dostat. Tyto chemické látky jsou značně rozšířené a v České republice jsou vyráběny, skladovány a přepravovány v nemalých množstvích. S tím souvisí také skutečnost, že informace o jejich umístění, druhu a množství jsou veřejně přístupné a na vyžádání musí být občanům poskytnuty (ze zákona o prevenci závažných havárií). [11]

Získání těchto látek je možné jejich koupí, ať už legální, či ilegální.

Lze je samozřejmě také ukrást, např. z chemických provozů, nebo zmocněním se přepravních prostředků, které tyto látky převážejí. V druhém případě se zcizení jeví jako poměrně snadné. Především amoniak a chlor jsou často ve velkých množstvích přepravovány silniční i železniční dopravou na větší vzdálenosti. Navíc přepravní prostředky musí být řádně označeny dle příslušných předpisů a je tedy patrné co přepravují. [11]

Další možností, i když ne příliš pravděpodobnou, je vlastní příprava či výroba toxických chemických látek. Případně lze z řady z nich připravit bojové chemické látky, které vykazují extrémně vysokou toxicitu. Vlastní příprava těchto látek je relativně snadná, ne příliš drahá a postupy k ní jsou dostupné a to jak v literatuře, tak nezřídka i na Internetu. [11, 46]

V neposlední řadě je tu možnost zneužití těchto látek nepřímo, tj. útokem na stacionární nebo mobilní zařízení, v němž se tyto látky nacházejí a iniciací jejich úniku. [11]

### 5.2 Možné cíle útoků a způsoby zneužití průmyslových toxických látek

Potenciálním cílem teroristického útoku, jehož účelem by bylo usmrcení mnoha lidí a vyvolání paniky, by zřejmě bylo některé z míst, kde lze předpokládat výskyt velkého počtu osob. Městské prostředí nabízí takových míst dostatek. Konkrétně jsou to například

supermarkety, obchodní centra, sportoviště (sportovní haly, zimní stadiony, aquaparky), školy, divadla a kina, restaurační zařízení, hotely, autobusová a vlaková nádraží, metro, letiště, apod. [47]

Prvním možným způsobem útoku je přímé použití získané či vyrobené chemické toxické látky. Látky zneužitě ke kontaminaci vzduchu musí vykazovat dostatečnou těkavost. Pro zamoření uzavřených prostor mohou být zneužity větrací systémy a šachty. [48]

Nelze vyloučit ani útok s využitím kontaminace vodních zdrojů a potravin. Tady je základním předpokladem pro úspěšnou kontaminaci naopak použití toxické látky, která je netěkavá a v daném prostředí chemicky stálá (kyanidy, sloučeniny arzenu, persistentní pesticidy). Na kontaminaci vody má vliv také řada dalších faktorů, mezi něž patří rozpustnost použité toxické látky ve vodě, zředění aktivní látky, odolnost vůči hydrolyze, působení světla a bezpečnostní opatření napadeného objektu. V oblasti vodního hospodářství jsou nejpravděpodobnějším místem teroristického útoku vodárenská zařízení – úpravny pitné vody, rezervoáry upravené pitné vody a její rozvody. [47, 48]

V případech, kdy teroristé průmyslovými toxickými látkami nedisponují, ale hodlají vyvolat jejich únik ze stacionárních zařízení, by nejčastějšími objekty teroristických útoků mohly být chemické provozy (stacionární zásobníky a reaktory), velká chladicí zařízení, zimní stadiony, vodárenská zařízení, papírny, apod. Zde se nacházejí mj. chlor, amoniak, kyanovodík a formaldehyd, které lze považovat za jedny z potenciálně nejvíce nebezpečných látek, vzhledem ke kombinaci jejich toxicity, četnosti výskytu a množství. [47]

Při teroristickém úderu konvenčními prostředky na velký stacionární zásobník průmyslové toxické látky by bylo dosaženo destrukce zařízení s rychlým uvolněním velkého množství dané látky. Účinek na osoby vyskytující se v blízkém okolí by byl smrtelný. Konkrétní havarijní dosah by záležel především na druhu uniklé látky, objemu zásobníku a meteorologických podmínkách. Lze počítat také s ničivými účinky výbuchu, požárem, jež doprovází vznik toxických zplodin hoření, případně může jeho vysoká teplota iniciovat požáry další. [13, 47]

Dále lze únik průmyslových toxických látek vyvolat destrukcí mobilních zařízení, jež tyto látky přepravují. Po silnicích a železnicích se pohybuje značné množství

potenciálních cílů tohoto typu. Množství přepravovaných toxických látek je u automobilových cisteren až 25 tun, u železničních kotlových vozů až 60 tun. [49]

### 5.2.1 Zranitelná místa kritické infrastruktury

S výše jmenovanými zranitelnými místy, jež by se mohly stát potenciálními cíli chemického teroristického útoku, a jejichž napadení by mělo velmi efektivní účinek, se pojí výraz kritická infrastruktura. Ta zahrnuje celkem 9 odvětví: energetika, vodní hospodářství, potravinářství a zemědělství, zdravotní péče, doprava, komunikační a informační systémy, bankovní a finanční sektor, nouzové služby a veřejná správa. [46]

## 5.3 Scénáře možných teroristických útoků provedených za použití průmyslových toxických látek

Existuje mnoho scénářů chemického terorismu, které demonstrují některé z možností zneužití toxických chemikálií. Lze mezi nimi najít například následující scénáře.

- Na parkovišti u supermarketu je odpáleno nákladní vozidlo zdánlivě převážející průmyslová hnojiva, avšak obsahují toxické chemické látky, které se v důsledku výbuchu rozptýlí do okolí a kontaminují městské prostředí. [11]
- Teroristé převlečení za pracovníky úklidové služby vnesou do míst s velkou kumulací osob (nádraží, metro, letiště, velký supermarket) velké kanistry naplněné průmyslovou toxickou látkou a následně tuto látku vypustí do daného prostředí. [11]
- Teroristé se zmocní zemědělského práškovacího nebo kropícího letadla, zásobníky tohoto prostředku naplní toxickou látkou a v noci ji nepozorovaně „vypustí“ nízkým přeletem nad vybraným územím. Vzniklý toxický oblak je zjištěn se značným zpožděním. [11]

Výše uvedené modelové scénáře možných teroristických útoků jsou popsány jen velmi stručně a obecně. Uvádí se mimo jiné i proto, aby jasně a názorně ilustrovali relativní jednoduchost a snadnost přípravy a provedení chemického teroristického napadení. V další části BP jsou provedeny a předloženy podrobné výpočty a kalkulace s vybranými nebezpečnými chemickými toxickými látkami.

Scénáře se vytvářejí proto, aby se na jejich základě mohly navrhnout vhodné a doporučené modely chování ohrožených, zasažených a postižených osob. Vytvořené scénáře jsou potřebné také ke zpracování metodických postupů (resortní standardy) základních a ostatních složek IZS. Vytvořené scénáře chemického terorismu musí být základní podklad pro stanovení nezbytných opatření – preventivní opatření, represivní opatření, záchranná opatření, ochranná opatření, likvidační opatření a obnovu. [50]

## CÍLE PRÁCE A POUŽITÉ METODY

Cíle této bakalářské práce jsou následující:

- analyzovat současný stav v České republice v dané oblasti;
- zjistit havarijní dosahy vybraných průmyslových toxických látek pomocí modelovacích SW nástrojů;
- navrhnout některá vlastní opatření k eliminaci zneužití průmyslových toxických látek.

### Metody použité při zpracování práce

Teoretická část je založena na studiu odborné literatury – jak české, tak zahraniční. Na základě studia literatury byla analyzována problematika terorismu, průmyslových toxických látek a jejich možného zneužití. Zdroje, z nichž bylo čerpáno, zahrnují především odborné publikace, články z odborných časopisů a internetové zdroje.

V praktické části bylo využito dvou modelovacích softwarových nástrojů – českého programu TerEx a amerického programu ALOHA. Na základě modelování byly zjištěny havarijní dosahy desítek vybraných průmyslových toxických látek. Tyto byly následně porovnány z hlediska svého skupenského stavu. Nakonec byla navržena některá opatření vyplývající z poznatků teoretické i praktické části práce.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 6 MODELOVÁNÍ ZÁKLADNÍCH HAVARIJNÍCH DOPADŮ VYBRANÝCH PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK

Hlavním havarijním dopadem průmyslové toxické látky je akutní intoxikace osob. Dále také otrava hospodářských nebo volně žijících zvířat a zamoření životního prostředí. Některé látky z této skupiny vykazují rovněž hořlavost nebo výbušnost, pak se tedy přidávají havarijní dopady, jako jsou působení tepelného záření u hořlavých látek (sírouhlík, kyanovodík), tlaková vlna a rozlet fragmentů trosků u výbušných (oxid uhelnatý). [11]

Existuje řada zahraničních modelovacích programů, jmenovitě to jsou například:

- DOW INDEX MODEL FOR TOXICS, CHARM, DEGADIS, HASTE, TRACE, SLAB, H-PACK, ALOHA (USA);
- HEGADAS, DENZ/CRUNCH, PHAST, DRIFT (UK);
- NBC WARNING, NBC ANALYSIS (Dánsko);
- SAVE, EFFECTS, DAMAGE (Nizozemí). [51, 52]

Českými modelovacími programy jsou program TerEx a program ROZEX-Alarm. [53]

K této práci byl využit český TerEx (verze 3.1.1) a americká ALOHA (verze 5.4.6). Uvedené modelovací SW nástroje byly vybrány kvůli své dostupnosti. Program ALOHA je volně stažitelný a TerEx je dostupný na počítačové učebně Fakulty logistiky a krizového řízení. [54, 55]

### 6.1 Havarijní dosahy vybraných průmyslových toxických látek

Pro porovnání havarijních dosahů vybraných průmyslových toxických látek byl využit program TerEx a posléze rovněž americký program ALOHA.

Vybráno bylo 10 průmyslových toxických látek, pro něž byly zvoleny stejné vstupní podmínky modelování uvedené v tabulkách č. 8 a 10. Jelikož bylo k modelování havarijních dosahů daných látek použito dvou odlišných modelovacích programů, vstupní podmínky se do jisté míry odlišují, byla však snaha je co nejvíce sjednotit.

Pro modelování byla uvažována noční doba a počasí charakterizované třídou stability F (středně stabilní podmínky), inverzí, rychlostí přízemního větru 1m/s, chladnější teplotou

vzduchu a oblohou bez oblačnosti. Tyto atmosférické podmínky by se daly považovat za nejhorší možné, tzv. kritické podmínky. Za stabilních podmínek atmosféry totiž vzniklý toxický oblak dosahuje maximální velikosti a inverze jej „udržuje“ v místě úniku po dlouhou dobu. Nedochozí tedy k jeho rozptýlování a zředování koncentrace toxické látky. Kritické meteorologické podmínky bývají běžné zejména v zimním období. [56]

### 6.1.1 Modelování havarijních dosahů programem TerEx

Tabulka 8: Podmínky modelování – TerEx

Parametry	Stav látky: kapalný plyn	Stav látky: plyn
Teplota kapaliny v zařízení:	20 °C	–
Celkové uniklé množství nebezpečné látky:	2 tuny	2 tuny
Model úniku:	PUFF – jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku	PUFF – jednorázový únik plynu do oblaku
Rychlost větru:	1 m/s	1 m/s
Pokrytí oblohy mraky:	0 %	0 %
Charakter úniku kapaliny:	sprejový efekt	–
Typ atmosférické stálosti*:	F – inverze	F – inverze
Typ povrchu ve směru šíření látky:	průmyslová plocha	průmyslová plocha
*Pozn.: Z pozice uživatele nelze v programu TerEx zvolit přímo vertikální stálost atmosféry, lze však zadat „dobu vzniku a průběhu havárie“. Ta byla zvolena jako „noc, ráno nebo večer“ a program následně vybral typ atmosférické stálosti F a inverzi.		

Tabulka 9: Výsledky z programu TerEx

Průmyslová toxická látka	Stav látky	Havarijní dosah uniklé látky (ohrožení osob toxickou látkou, nezbytná evakuace osob) [m]	Koncentrace [mg/m <sup>3</sup> ]
Amoniak	kapalný plyn	1292	507,5
	plyn	2025	409,6

Průmyslová toxická látka	Stav látky	Havarijní dosah uniklé látky (ohrožení osob toxickou látkou, nezbytná evakuace osob) [m]	Koncentrace [mg/m <sup>3</sup> ]
Fosgen	kapalný plyn	3167	11,48
	plyn	8223	8,446
Chlor	kapalný plyn	3256	41,28
	plyn	4871	36,07
Chlorovodík	kapalný plyn	2937	119,6
	plyn	3221	113,4
Kyanovodík	plyn	3735	75,28
Oxid siřičitý	plyn	1725	638
Sirouhlík	plyn	836	4712
Sirovodík	kapalný plyn	1526	308,3
	plyn	2429	247,7
Formaldehyd	kapalný plyn	2799	37,75
	plyn	5207	29,98
Oxid uhelnatý	plyn	885	4027

Z tabulky je patrné – u látek, jejichž havarijní dosahy bylo možné programem TerEx zjistit v obou skupenských stavech (amoniak, fosgen, sirovodík, formaldehyd) – že, látka v plynném stavu má větší havarijní dosah.

### 6.1.2 Modelování havarijních dosahů programem ALOHA

Program ALOHA je náročnější na vstupní data. Nejprve je zapotřebí zadat údaje o místě a čase události a vybrat chemickou látku z databáze programu. Nejdůležitější jsou údaje o meteorologických podmínkách, které jsou popsány v následující tabulce, a také množství unikající látky a typ úniku. Nakonec je nutné zvolit koncentraci látky, program nabízí výběr z několika koncentračních limitů.

Tabulka 10: Podmínky modelování - ALOHA

Povětrnostní podmínky (rychlost větru, směr větru, výška měření):	1 m/s, 90°, 3 m
Typ povrchu:	městské prostředí
Oblačnost:	0 %
Teplota vzduchu:	10 °C
Atmosférická stálost:	F (středně stabilní podmínky)
Výška inverze:	20 m
Vlhkost:	70 %
Zdroj:	přímý
Únik:	jednorázový
Množství:	2 tuny

Tabulka 11: Výsledky - ALOHA

Průmyslová toxická látka	Koncentrace látky AEGL-3		Havarijní dosah (červená zóna pro toxickou koncentraci AEGL-3) [m]
	[ppm]	[mg/m <sup>3</sup> ] (přibližný přepočet)*	
Amoniak	1100	766	1900
Chlór	20	58	1900
Fosgen	0,75	3	5800
Chlorovodík	100	149	1500
Kyanovodík	15	17	více než 10 000
Oxid siřičitý	30	79	1700
Sirouhlík	480	1495	580
Sirovodík	50	70	2100
Formaldehyd	-	-	-
Oxid uhelnatý	330	378	2800

\*Pozn.: Přepočet z objemové koncentrace na koncentraci hmotnostní byl proveden dle níže uvedeného vztahu, platného pro plyny a páry v ovzduší při teplotě 25 °C a tlaku 101,325 kPa. [25]

$$C \text{ [mg/m}^3\text{]} = M / 24,45 * C \text{ [ppm]}$$

C – koncentrace, M – molekulová hmotnost

## 6.2 Havarijní dosahy vybraných průmyslových toxických látek v závislosti na jejich množství

Tabulka 12: Havarijní dosahy – proměnlivé množství

Množství uniklé látky [t]	Havarijní dosah [m] (při koncentrace dle AEGL-3)		
	Amoniak (1100 ppm)	Chlor (20 ppm)	Fosgen (0,75 ppm)
1	1300	1400	4400
2	1900	1900	5800
3	2400	2300	6900
4	2700	2600	7700
5	3100	2900	8500
6	3400	3100	9200
7	3700	3300	9800
8	4000	3500	více než 10000
9	4300	3700	
10	4500	3900	
20	6700	5400	
40	9900	7600	
Pozn.: podmínky modelování (kromě množství) zůstávají stejné – viz tab. č. 10.			

## 6.3 Modelování konkrétní situace zneužití průmyslových toxických látek k terorismu

Pro modelování konkrétní situace byly vybrány dvě průmyslové toxické látky s nejčastějším výskytem v průmyslu ČR – amoniak, jako zástupce lehkých plynů, a těžký plyn chlór. Dále byly zvoleny dva odlišné zdroje úniku – amoniak unikal ze stacionárního zařízení a chlor z mobilního zdroje, tj. z přepravního prostředku. Rovněž meteorologické podmínky, za nichž k úniku průmyslové toxické látky došlo, jsou značně rozdílné.

### 6.3.1 Teroristický útok na zimní stadion

Na území České republiky se nachází přibližně 155 zimních stadionů, k jejichž provozu se jako chladicí médium nejčastěji používá amoniak. Množství amoniaku záleží na

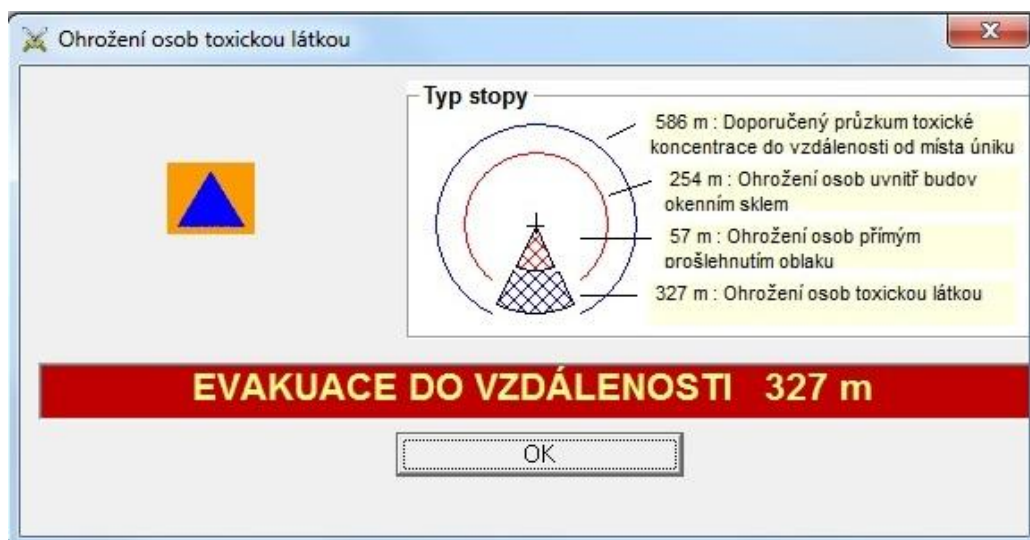
způsobu chlazení ledové plochy stadionu. Při tzv. přímém chlazení se používá této látky o množství několika tun (zpravidla 4 až 8 tun), které je potrubím rozváděno přímo do ledové plochy. [57]

Předpokládejme modelovou situaci, kdy je proveden teroristický útok na větší zimní stadion v době probíhajícího hokejového utkání. Přítomny jsou tisíce lidí, objekt je situován v hustě obydleném městské prostředí. Ledová plocha stadionu je chlazena pomocí toxického amoniaku a to přímým způsobem. Úspěšně provedeným teroristickým úderem dojde mj. k destrukci chladicího zařízení a následnému rychlému úniku amoniaku.

Tabulka 13: Podmínky modelování - TerEx

Unikající látka:	AMONIAK (kapalný plyn)
Teplota kapaliny v zařízení:	20 °C
Celkové uniklé množství nebezpečné látky:	2 tuny
Model úniku:	PUFF – jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku
Rychlost větru:	1 m/s
Pokrytí oblohy mraky:	25 % (skoro jasno)
Charakter úniku kapaliny:	sprejový efekt
Doba vzniku a průběhu havárie:	den – zima
Typ atmosférické stálosti:	B – konvekce
Typ povrchu ve směru šíření látky:	obytná krajina

Obrázek 3: Grafický výstup - TerEx



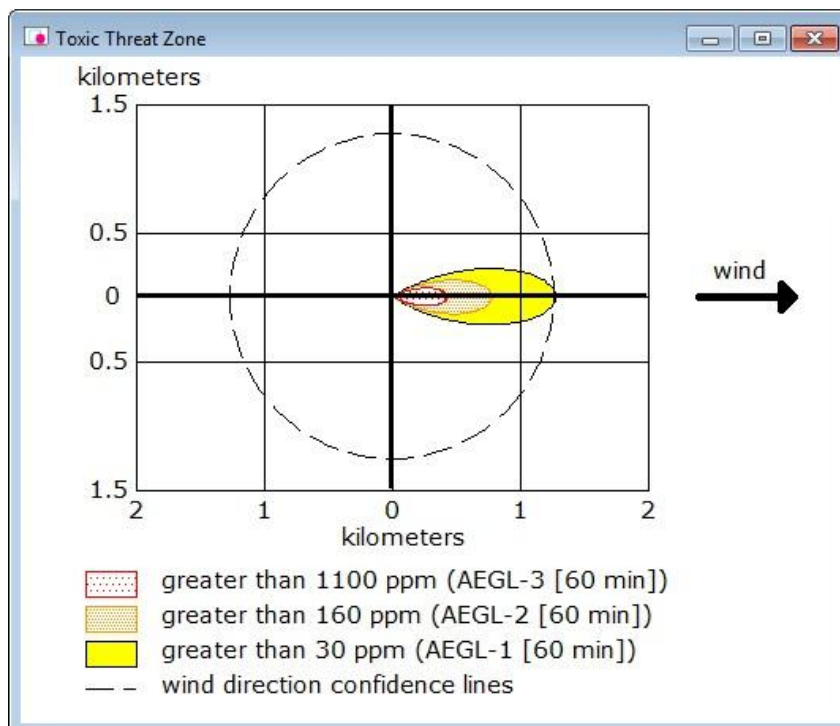
Dosah amoniaku uniklého ze zimního stadionu je za daných podmínek **327 m**.

Tabulka 14: Podmínky modelování - ALOHA

Unikající chemická látka:	AMONIAK
Povětrnostní podmínky – rychlost větru, směr větru, výška měření:	1 m/s; 90°; 3 m
Charakter zasaženého prostředí:	městské prostředí
Pokrytí oblohy mraky (0 až 10; 0 = jasno):	3
Teplota vzduchu:	20 °C
Třída stability atmosféry:	B (středně nestabilní podmínky)
Vlhkost vzduchu:	80 %
Zdroj úniku:	přímý zdroj
Typ úniku:	okamžitý (jednorázový únik)
Množství látky uniklé do atmosféry:	2 tuny
Koncentrace uniklé látky:	AEGL-3 (60 min) : 1100 ppm

Amoniak uniklý ze zimního stadionu má za daných podmínek **dosah 423 m**.

Obrázek 4: Grafický výstup - ALOHA



### 6.3.2 Teroristický útok na přepravní prostředek

Obrázek 5: Kotlový vůz typu Zagks na kapalný chlór [58]



Modelová situace: Významným železničním uzlem projíždí nákladní vlak s kotlovým vozem převážející kapalný chlór. Při průjezdu nádražím dojde k výbuchu v přední části vlaku, jež je způsoben „jednáním“ sebevražděného teroristy, a k destrukci cisterny. Z roztržené železniční cisterny uniká chlór.

Tabulka 15: Podmínky modelování - ALOHA

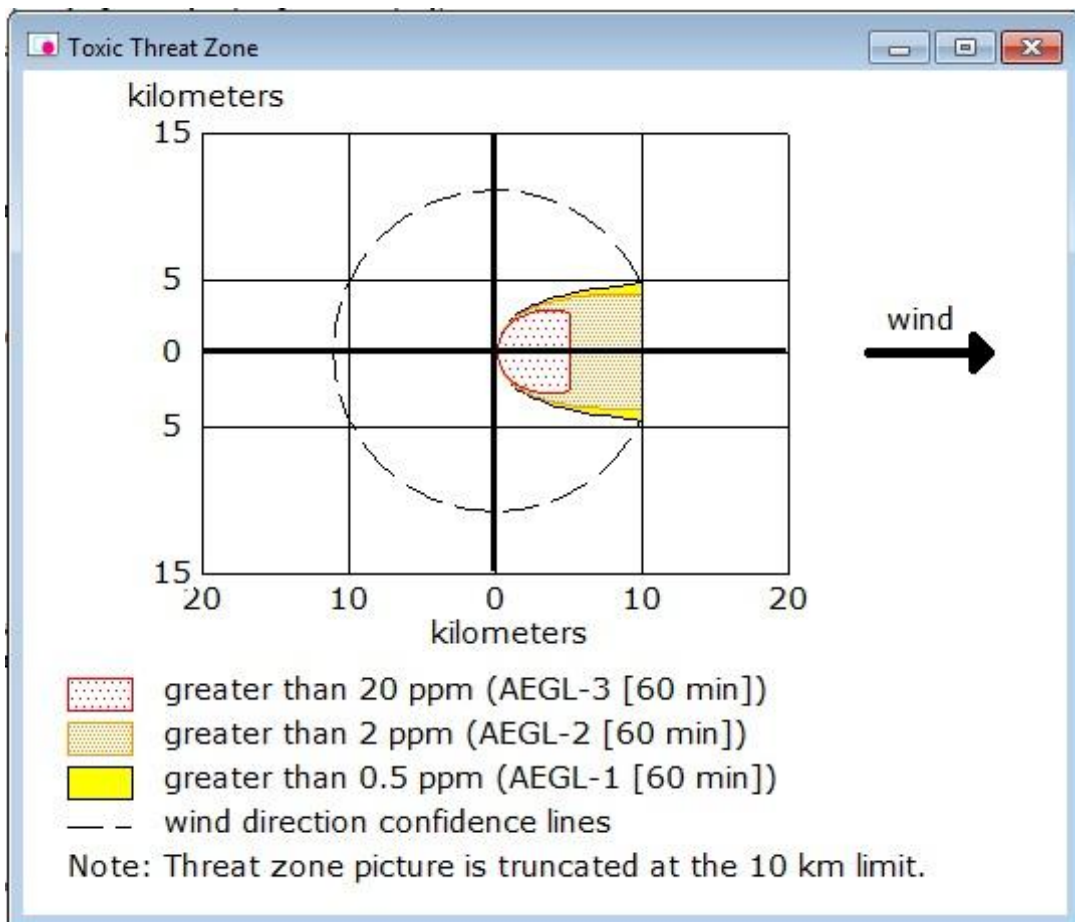
Unikající chemická látka:	CHLOR
Povětrnostní podmínky – rychlost větru; směr větru; výška měření:	1 m/s; 90°; 3 m
Charakter zasaženého prostředí:	městské prostředí
Pokrytí oblohy mraky:	3
Teplota vzduchu:	5 °C
Třída stability atmosféry:	F
Výška inverze:	20 m
Vlhkost vzduchu:	75 %
Zdroj úniku:	nádrž/ cisterna
Tvar a typ cisterny:	vodorovný válec, železniční kotlový vůz



Ložný objem kotle:	40 m <sup>3</sup> (40 000 l)
Délka kotle:	10,3 m
Stav látky:	kapalný plyn
Teplota látky:	5 °C (teplota okolí)
Hmotnost látky:	50 tun
Průměr díry:	1 m
(umístění ode dna):	1 m
Koncentrace uniklé látky:	AEGL-3 (60 min): 20 ppm

Uniklý chlor má při výše uvedených podmínkách **dosah 5100 m**.

Obrázek 6: Grafický výstup - ALOHA



## 6.4 Shrnutí modelování a porovnání

Poznatky získané při modelování lze shrnout do následujících bodů.

### 1) Odlišné výsledky použitých programů

Zejména v kapitole 5. 1, v níž jsou modelovány havarijní dosahy deseti vybraných průmyslových toxických látek, si nelze nevšimnout rozdílných výsledků (tj. havarijních dosahů) mezi použitými softwarovými programy. Rozdílnost je daná především odlišnými koncentračními limity chemických látek, s nimiž tyto programy pracují. Český software TerEx má koncentrace modelovaných látek dané. U amerického softwaru ALOHA si lze zvolit z bohaté nabídky koncentračních limitů. Pro tuto práci bylo použito koncentrací AEGL.

AEGL (Acute Exposure Guideline Levels) – směrnice úrovní akutní expozice – slouží (k popisu rizika působení chemických látek rozptýlených ve vzduchu na lidi). Má celkem 3 úrovně závažnosti – AEGL-1, AEGL-2 a AEGL-3, jež jsou v programu ALOHA určeny pro expozici po dobu jedné hodiny. [59]

Havarijní dosahy průmyslových toxických látek byly v této práci modelovány pro koncentraci AEGL-3 (u programu ALOHA). Hodnota AEGL-3 je koncentrace (v ppm) nebezpečné látky ve vzduchu, nad níž se předpokládá možnost života ohrožujících účinků, nebo účinků způsobujících smrt, na obyvatelstvo této koncentraci vystavené. [59]

Dalším rozdílem mezi oběma použitými programy je náročnost vstupních dat. Program TerEx požaduje po uživateli vložení jen základních parametrů. Oproti tomu ALOHA vyžaduje více podrobností, konkrétně například přesné údaje o lokalitě a čase, dále zejména u modelování úniku z nádrže (tady z kotlového vozu) požaduje zadání tvaru a velikosti nádrže, míry jejího zaplnění, velikost a umístění trhliny v nádrži apod.

### 2) Význam meteorologických podmínek

Meteorologické podmínky použité při modelování v této práci (jsou značně odlišné). Havarijní dosahy (kapitola 5.1) byly modelovány za kritických podmínek, kdy by se vzniklý toxický oblak udržel nad daným územím delší dobu. Konkrétní situace, zejména únik amoniaku ze zimního stadionu byl modelován za „příznivějších“ okolností.

Dosahy rozptylů průmyslových toxických látek se při kritických podmínkách (F – inverze, 1 m/s, 5 °C) a při neutrálních meteorologických podmínkách (D – konvekce,

3 m/s, 20 °C) řádově liší. Kromě dosahu uniklé látky bude rozdílná rovněž doba jejího šíření. Za neutrálních podmínek dochází k vertikálnímu i horizontálnímu proudění v atmosféře, což má za následek „zředování“ koncentrace toxické látky ve vzduchu a obyvatelstvo jí bude vystaveno po kratší dobu. Naopak při kritických podmínkách bude doba expozice delší a může přesáhnout jednu hodinu. [56]

### 3) Význam skupenského stavu látky

V kapitole 5.5.1, kde jsou havarijní dosahy průmyslových toxických látek modelovány pomocí programu TerEx, jenž nabízí výběr mezi skupenským stavem dané látky, je z výsledků patrná závislost dosahu látky na jejím skupenství. Následující tabulka tuto skutečnost demonstruje na vybraných látkách.

Tabulka 16: Význam skupenství

Průmyslová toxická látka	Havarijní dosah [m]	
	Plyn	Kapalný plyn
Amoniak	2025	1292
Chlor	4871	3256
Fosgen	8223	3167
Formaldehyd	5207	2799

Z tabulky je patrné, že uniklá průmyslová toxická látka se v plynném stavu bude šířit mnohem dál.

## 7 NÁVRH OPATŘENÍ K ELIMINACI ZNEUŽITÍ PRŮMYSLOVÝCH TOXICKÝCH LÁTEK

K eliminaci teroristického zneužití průmyslových toxických látek je v první řadě nutné dodržovat právní předpisy související s danou problematikou.

Nezbytností je zejména dodržování nového zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. Dále také přísné dodržování a kontrola plnění ustanovení všech prováděcích vyhlášek tohoto zákona. Přičemž má hlavní význam prováděcí vyhláška Ministerstva průmyslu a obchodu č. 225/2015 Sb. ze dne 28. srpna 2015, o stanovení rozsahu bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu zařazeného do skupiny A nebo skupiny B.

Objekty skupiny A obsahují poměrně malé zdroje zneužitelných průmyslových toxických látek, ovšem objekty skupiny B představují riziko značné.

Dále bych doporučovala postupné snižování množství amoniaku, coby chladicího média, zejména na zimních stadionech a instalaci přístrojů určených k detekci průmyslových toxických látek a k včasnému varování před nimi.

S odkazem na kapitolu 5.3, v níž byl popisován význam modelových scénářů chemického teroristického napadení, doporučuji také vypracovat další metodické listy Hasičského záchranného sbor ČR pro průmyslové toxické látky. Tyto metodické listy by mohly být zpracovány např. pro fosgen, chlorovodík, kyanovodík, sirovodík, sirouhlík, formaldehyd, oxid siřičitý a oxid uhelnatý. V současnosti totiž existují pouze metodické listy pro amoniak a chlor.

Pro hlavní složky integrovaného záchranného systému by pak mohla být připravena stručná pomůcka ohledně průmyslových toxických látek.

## ZÁVĚR

Chemický terorismus představuje závažnou a reálnou hrozbu. Nesejde na tom, zda dojde ke zneužití skutečné bojové chemické látky nebo „jen“ průmyslové toxické látky.

Případů teroristických útoků provedených s pomocí zneužití toxických chemických látek zatím, naštěstí, není mnoho. Spíše řada pokusů. Lze se však domnívat, že je otázkou času, kdy k takovému incidentu dojde. Z pohledu teroristů může mít jejich zneužití řadu pozitiv. I přes bezpočet opatření jsou nebezpečné chemické látky všude kolem nás a pro teroristy zřejmě není obtížné se k nim dostat. Jsou mnohem účinnější i levnější než konvenční zbraně, nemluvě o dramatickém průběhu jejich použití.

Modelování zneužití průmyslových toxických látek v praktické části bakalářské práce dokazuje, že zneužití těchto látek je relativně snadné. Toxické dosahy jsou značné a mohou mít závažné následky – úmrtí osob, přiotrávení, uhynutí hospodářských a volně žijících zvířat, nebo poškození (zamoření) životního prostředí.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Bezpečnostní strategie České republiky 2015. Praha: Ministerstvo zahraničních věcí České republiky, 2015. ISBN 978-80-7441-005-5.
- [2] KRULÍK, Oldřich, Ivan MAŠEK a Otakar J MIKA. *Fenomén současného terorismu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2008, 124 s. ISBN 978-80-214-3600-8.
- [3] CORTE IBÁÑEZ, Luis de la. *Logika terorismu*. Praha: Academia, 2009, 321 s. ISBN 978-80-200-1724-6.
- [4] *Encyklopedie Světový terorismus*. Praha: Svojtka & Co., 2001, 536 s. ISBN 80-7237-340-4.
- [5] POLICIE ČR. *Terorismus*. [online]. ©2015 [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/narodni-kontaktni-bod-pro-terorismus.aspx?q=Y2hudW09Mg%3D%3D>
- [6] JANOŠEC, Josef. *O terorismu: pro pracovníky bezpečnostního systému*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010, 108 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-097-5.
- [7] CARR, Caleb. *Dějiny terorismu: dějiny války proti civilistům*. Praha: Práh, 2002, 183 s. ISBN 80-7252-063-6.
- [8] Zákon č. 40/2009 Sb., trestní zákoník
- [9] *Strategie České republiky pro boj proti terorismu od r. 2013*. Praha: Ministerstvo vnitra České republiky, 2013. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/dokumenty-454055.aspx>
- [10] MIKA, Otakar J. *Teroristický útok nebezpečnými chemickými toxickými látkami na podzemní dráhu*. The Science for Population Protection, 2008, č. 0. Dostupné z: <http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/5/33.pdf>
- [11] MIKA, Otakar J a Jiří PATOČKA. *Ochrana před chemickým terorismem*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, Zdravotně sociální fakulta, 2007, 106 s. ISBN 978-80-7040-934-3.

- [12] MATOUŠEK, Jiří a Petr LINHART. *CBRN: Chemické zbraně*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005, 151 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 80-86634-71-X.
- [13] PRINC, Ivan. *Ochrana proti zbraním hromadného ničení* (studijní opora). Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, 2015. Projekt OPVK: Inovace a rozvoj výuky bezpečnosti se zaměřením na krizové řízení. CZ.1.07/2.2.00/28.0185
- [14] PATOČKA, Jiří. *Vojenská toxikologie*. Praha: Grada, 2004, 178 s. ISBN 80-247-0608-3.
- [15] STŘEDA, Ladislav, Bedřich UCHYTEL a Tomáš STŘEDA. *Chemické látky Seznamu 2 a 3 podle Úmluvy o zákazu chemických zbraní*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2006, 215 s. ISBN 80-86640-52-3.
- [16] Úmluva o zákazu vývoje, výroby, hromadění zásob a použití chemických zbraní a o jejich zničení. Dostupné z: [https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/zakaz-zbrani/Umluva\\_CW.pdf](https://www.sujb.cz/fileadmin/sujb/docs/zakaz-zbrani/Umluva_CW.pdf)
- [17] Zákon č. 19/1997 Sb., o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní
- [18] Vyhláška č. 208/2008 Sb., kterou se provádí zákon o některých opatřeních souvisejících se zákazem chemických zbraní
- [19] SVOBODOVÁ, Hana, a kol. *Průmysl a podnikání: Historie průmyslové výroby na území ČR do roku 1989*. Vybrané kapitoly ze socioekonomické geografie České republiky. Brno: Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity [online] 2013 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://is.muni.cz/do/rect/el/estud/pedf/js13/geograf/web/pages/05-prumysl-podnikani.html>.
- [20] SPOLANA a.s., Neratovice. *UNIPETROL DOPRAVA, s.r.o. Lach-Ner, s.r.o. Informace určené veřejnosti v zóně havarijního plánování*. Praha: Odbor životního prostředí a zemědělství, 2009. Dostupné z: <https://www.kr->

stredocesky.cz/documents/20994/138157/SPOLANA+a.s.+Neratovice?version=1.0

- [21] Spolchemie, a.s. [online]. [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.spolchemie.cz/cs/uvod/profil>
- [22] Synthesia, a. s. [online]. ©2011 [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <http://www.synthesia.eu/cze>
- [23] STŘEDA, Ladislav, Stanislav BRÁDKA a Markéta BLÁHOVÁ. *Nebezpečné chemické látky a ochrana proti nim*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2006, 239 s. ISBN 80-86640-63-9.
- [24] MAŠEK, Ivan, Otakar J MIKA a Miloš ZEMAN. *Prevence závažných průmyslových havárií*. Vyd. 1. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2006, 98 s. ISBN 80-214-3336-1.
- [25] HORÁK, Josef, Igor LINHART a Petr Klusoň. *Úvod do toxikologie a ekologie pro chemiky*. Vyd. 1. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, 2004, 188 s. ISBN 80-7080-548-X.
- [26] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Manual for the Classification and Prioritization of Risks due to Major Accidents in Process and Related Industries*. IAEA-TECDOC-727 (Rev.1). Vienna: IAEA, 1996. ISSN 1011-4289. Dostupné z: [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te\\_727r1\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_727r1_web.pdf)
- [27] LACINA, Petr, Otakar J. MIKA a Kateřina ŠEBKOVÁ. *Nebezpečné chemické látky a směsi*. Brno: Masarykova univerzita, Centrum pro výzkum toxických látek v prostředí, 2013. Edice RECETOX. ISBN 978-80-210-6475-1.
- [28] FLORUS, Stanislav. *Toxikologické aspekty chemických havárií*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2008, 68 s. ISBN 978-80-7394-106-2.
- [29] Kroupa, M. *Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek*. Praha: MV- generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2004. ISBN: 80-86640-23-X.



- [30] CAMEO Chemicals version 2.6. Database of Hazardous Materials. Dostupné z: <https://cameochemicals.noaa.gov/>
- [31] TOXNET. Hazardous Substances Data Bank. [Online] TOXNET – Toxicology Data Network U. S. National Library of Medicine. [cit. 2015-05-06]. Dostupné z: <http://toxnet.nlm.nih.gov/newtoxnet/hsdb.htm>
- [32] MIKA, Otakar a Petr LACINA. Toxikologické a zdravotní aspekty nebezpečných chemických látek. In: Ochrana obyvatelstva – zdravotní záchranářství 2016, 3. a 4. února 2016, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, Ostrava 2016, s. 69-73. ISBN 978-80-7385-171-2.
- [33] GREGOROVÁ, Renáta. *Možné zneužití nebezpečných chemických průmyslových toxických látek*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2011. 65 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Otakar Jiří Mika, CSc.
- [35] BARTLOVÁ, Ivana. *Vývoj v oblasti nebezpečných látek a přípravků*. Vyd. 2. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012, 69 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-112-5.
- [36] Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon)
- [37] Nařízení Evropského Parlamentu a Rady (ES) č. 1272/ 2008 ze dne 16. prosince 2008, o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, o změně a zrušení směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES a o změně nařízení (ES) č. 1907/2006. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32008R1272&from=en>
- [38] 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. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:02006R1907-20140410&from=EN>
- [39] TECHNOR. *Bezpečnostní tabulky.cz* [online]. ©2005-2015 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: <http://www.bezpecnostni-tabulky.cz/znaceni-latek-GHS-narizeni-CLP.html>

- [40] Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi (zákon o prevenci závažných havárií)
- [41] 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. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/PDF/?uri=CELEX:32012L0018&from=EN>
- [42] Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR). Dostupné z: [http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni\\_doprava/Nakladni\\_doprava/adr/ADR+2015+-+ke+sta%C5%BEen%C3%AD/ADR+2015.htm](http://www.mdcz.cz/cs/Silnicni_doprava/Nakladni_doprava/adr/ADR+2015+-+ke+sta%C5%BEen%C3%AD/ADR+2015.htm)
- [43] Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID). Dostupné z: [http://www.mdcz.cz/cs/Drazni\\_doprava/Preprava\\_nebezpecnych\\_veci/RID\\_predpis/](http://www.mdcz.cz/cs/Drazni_doprava/Preprava_nebezpecnych_veci/RID_predpis/)
- [44] Vyhláška č. 64/1987 Sb. ministra zahraničních věcí o Evropské dohodě o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR). Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/1987-64>
- [45] Dopravní informační systém DOK. Ministerstvo dopravy. Dostupné z: <http://cep.mdcz.cz/dok2/DokPub/dok.asp>
- [46] MIKA, Otakar J, Miloš ZEMAN a Lubomír POLÍVKA. *Základy ochrany před zbraněmi hromadného ničení*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2011. ISBN: 978-80-214-4263-4.
- [47] MATOUŠEK, Jiří, Otakar MIKA a Dušan VIČAR. *Nové hrozby terorismu: Chemický, biologický, radiologický a jaderný terorismus*. Brno: Univerzita obrany, 2005, 122 s. ISBN 80-7231-037-2.
- [48] ROZSYPAL, Tomáš, Emil HALÁMEK a Zbyněk KOBLIHA. Vysoce toxické chemické látky a možnosti jejich zneužití k sabotážním účelům. In: *Ochrana obyvatelstva – zdravotní záchranářství 2016*, 3. a 4. února 2016, Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, Ostrava 2016. ISBN 978-80-7385-171-2.

- [49] MIKA, Otakar J. Stručné posouzení nebezpečnosti vybraných chemických toxických látek. In: Konference MEKA, Brno, 2013. Dostupné z: [http://www.unbr.cz/Data/files/Konf%20MEKA%202013/p%20\\_mika.pdf](http://www.unbr.cz/Data/files/Konf%20MEKA%202013/p%20_mika.pdf)
- [50] MIKA, Otakar J. Konzultace. 3. 5. 2016
- [51] INTERNATIONAL ATOMIC ENERGY AGENCY. *Guidelines for integrated risk assessment and management in large industrial areas*. IAEA-TECDOC-994. Vienna: IAEA, 1998. ISSN 1011-4289. Dostupné z: [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te\\_994\\_prn.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/te_994_prn.pdf)
- [52] MIKA, Otakar J a Ivan MAŠEK. *Nebezpečí chemického terorismu a jeho následky*. Chemické listy, 2008, 102, s. 255-261.
- [53] TLP spol. s r.o. Rozex Alarm. [online]. ©1991–2016. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.tlp-emergency.com/rozex.html>
- [54] T-SOFT, a.s. TerEx [online]. ©2016. Praha. [cit. 2016-05-07]. Dostupné z: <http://www.tsoft.cz/terex-teroristicky-expert/>
- [55] ALOHA: Areal Locations of Hazardous Atmospheres [online]. U.S. Environmental Protection Agency and National Oceanic and Atmospheric Administration, 2006 [cit. 2016-05-02]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>
- [56] MIKA, Otakar J. a Milan ŘÍHA. *Ochrana obyvatelstva před následky použití zbraní hromadného ničení*. Horní Počernice: Námořní akademie ČR, s.r.o., 2011. 148 s. ISBN: 978-80-87103-31-9.
- [57] Mika O. J., Matoušek J.: *Hodnocení rizik souvisejících s použitím kapalného amoniaku*. Chemické listy, 2011, roč. 105, č. 7, s. 514-517. ISSN: 0009- 2770.
- [58] Statistik. W7917095-3354statNymburk2010.jpg [online]. 2010 [cit. 2016-05-06]. Dostupné z: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:W7917095-3354\\_stat\\_Nymburk2010.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:W7917095-3354_stat_Nymburk2010.jpg)
- [59] NOAA. Office of Response and Restoration. *Acute Exposure Guideline Levels (AEGs)*. Dostupné z: <http://response.restoration.noaa.gov/oil-and-chemical-spills/chemical-spills/resources/acute-exposure-guideline-levels-aegls.html>

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

AEGL	Acute Exposure Guideline Levels
BCHL	Bojová chemická látka
CBRN	Chemical, Biological, Radiological and Nuclear
CLP	Classification, Labelling, Packaging
GHS	Globálně harmonizovaný systém
IZS	Integrovaný záchranný systém
LC <sub>t50</sub>	Střední letální koncentrace
NAP	Národní akční plán
REACH	Registration, Evaluation, Authorization Chemicals
WMD	Weapon of mass destruction
Zagkks	Typ kotlového vozu
ZHN	Zbraně hromadného ničení

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obrázek 1: Chemický průmysl ČR [19] .....	21
Obrázek 2: Výstražné symboly [39] .....	31
Obrázek 3: Grafický výstup - TerEx .....	46
Obrázek 4: Grafický výstup - ALOHA .....	47
Obrázek 5: Kotlový vůz typu Zagks na kapalný chlór [58] .....	48
Obrázek 6: Grafický výstup - ALOHA .....	49

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka 1: Bojové chemické látky [11, 12].....	17
Tabulka 2: Nervově paralytické látky [11, 12, 13, 14] .....	17
Tabulka 3: Porovnání průmyslových toxických látek 1 [24, 26, 27, 28] .....	26
Tabulka 4: Porovnání průmyslových toxických látek 2 [23, 28, 29, 30, 31] .....	27
Tabulka 5: Množství průmyslových toxických látek [40] .....	32
Tabulka 6: Kemlerův kód [27].....	33
Tabulka 7: UN a Kemlerův kód [45] .....	33
Tabulka 8: Podmínky modelování – TerEx .....	42
Tabulka 9: Výsledky z programu TerEx .....	42
Tabulka 10: Podmínky modelování - ALOHA.....	44
Tabulka 11: Výsledky - ALOHA .....	44
Tabulka 12: Havarijní dosahy – proměnlivé množství .....	45
Tabulka 13: Podmínky modelování - TerEx.....	46
Tabulka 14: Podmínky modelování - ALOHA.....	47
Tabulka 15: Podmínky modelování - ALOHA.....	48
Tabulka 16: Význam skupenství.....	51

## SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: BEZPEČNOSTNÍ LIST AMONIAKU

PŘÍLOHA P II: TEREX

PŘÍLOHA P III: ALOHA

# PŘÍLOHA P I: BEZPEČNOSTNÍ LIST AMONIAKU

THE LINDE GROUP

Linde

## Bezpečnostní list Amoniak, (čpavek) bezvodý

Datum vytvoření : 28.01.2005  
Datum revize : 20.01.2014

Verze : 0.8

CZ / C

Číslo MSDS : 002  
Stránka 1 / 3

### 1 IDENTIFIKACE LÁTKY A SPOLEČNOSTI

#### 1.1 Identifikátor výrobku

Amoniak, (čpavek) bezvodý  
Číslo EEC (z EINECS): 231-635-3  
Číslo CAS: 7664-41-7  
Index-č.: 007-001-00-5  
Chemický vzorec: NH<sub>3</sub>  
Registrační číslo REACH: 01-2119488876-14-0060

#### 1.2 Příslušná určená použití látky

Průmyslové použití, použití pro výrobu hnojiv, ve farmaceutickém, textilním a chemickém průmyslu, chladičí medium, technologický plyn, tepelná úprava kovů – nitridace, zpracování plastů, ochrana dřeva.

#### 1.3 Podrobné údaje o dodavateli bezpečnostního listu

Linde Gas a.s., U Technoplynu 1324, 198 00 Praha 9,  
Tel.: 272 100 111

#### Telefonní číslo pro naléhavé situace:

Toxikologické informační středisko tel: +420 224 919 293,  
Linde Gas a.s. tel.: +420 731 608 608

### 2 IDENTIFIKACE NEBEZPEČNOSTI

#### 2.1 Klasifikace látky nebo směsi

##### Klasifikace podle nařízení (ES) 1272/2008/EG (CLP)

Press. Gas - Obsahuje plyn pod tlakem; při zahřívání může vybuchnout.

Flam. Gas 2 - Hořlavý plyn.

Acute tox. 3 - Toxický při vdechování.

Skin Corr. 1B - Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.

Aquatic Acute 1 - Vysoce toxický pro vodní organismy.

Aquatic Chronic 2 - Toxický pro vodní organismy s dlouhodobými účinky

EUH071 - Způsobuje poleptání dýchacích cest.

##### Klasifikace podle směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES

R10 | T; R23 | C; R34 | N; R50

R10 Hořlavý

R23 Toxický při vdechování

R34 Způsobuje poleptání

R50 Vysoce toxický pro vodní organismy.

#### 2.2 Prvky označení

- Výstražné symboly nebezpečnosti



- Signální slova

nebezpečí

- Věty o nebezpečnosti

H280 Obsahuje plyn pod tlakem; při zahřívání může vybuchnout.  
H221 Hořlavý plyn.  
H331 Toxický při vdechování.  
H314 Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.  
H400 Vysoce toxický pro vodní organismy.  
H411 Toxický pro vodní organismy s dlouhodobými účinky

EUH071

Způsobuje poleptání dýchacích cest

- Věty o bezpečném zacházení

#### Pokyny pro bezpečné zacházení pro prevenci

P210 Chraňte před teplem/jiskrami/otevřeným plamenem/horkými povrchy. - Zákaz kouření.

P280 Používejte ochranné rukavice/ochranný oděv/ochranné brýle/obličejový štít.

P260 Nevdechujte prach, dým, plyn, mlhu, páry, aerosoly.

P273 Zabraňte uvolnění do životního prostředí.

#### Pokyny pro bezpečné zacházení pro reakci

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

P381 Odstraňte všechny zdroje zapálení, můžete-li tak učinit bez rizika.

P303+P361+P353+P315 PŘI STYKU S KŮŽÍ: Omyjte velkým množstvím vody a mýdla. Okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.

P304+P340+P315 PŘI VDECHNUTÍ: Přeneste postiženého na čerstvý vzduch a ponechte jej v klidu v poloze usnadňující dýchání. Okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.

P305+P351+P338+P315 PŘI ZASAŽENÍ OČÍ: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vyjmout snadno. Pokračujte ve vyplachování. Okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.

#### Pokyny pro bezpečné zacházení pro skladování

P403 Skladujte na dobře větraném místě.

P405 Skladujte uzamčené.

#### Pokyny pro bezpečné zacházení pro odstraňování

#### 2.3 Další nebezpečnost

Zkapalněný plyn

### 3 SLOŽENÍ

#### Látka

Složky / nečistoty  
Amoniak, (čpavek) bezvodý

Číslo CAS: 7664-41-7

Index-č.: 007-001-00-5

Číslo EEC (z EINECS): 231-635-3

Registrační číslo REACH:

01-2119488876-14-0060

Neobsahuje žádné jiné složky nebo nečistoty, které ovlivňují klasifikaci produktu.

### 4 POKYNY PRO PRVNÍ POMOC

#### 4.1 Popis první pomoci

##### Všeobecné pokyny

Postiženého vždy dopravit na čerstvý vzduch s pomocí nezávislého dýchacího přístroje. Udržovat v klidu a teple. Pokud je postižený v bezvědomí, zajistit základní životní funkce (dýchání a srdeční



## Bezpečnostní list Amoniak, (čpavek) bezvodý

Datum vytvoření : 28.01.2005  
Datum revize : 20.01.2014

Verze : 0.8

CZ / C

Číslo MSDS : 002  
Stránka 2 / 3

činnost). Při zástavě dechu zahájit umělé dýchání, při zástavě srdce masáž srdce. Vždy přivolat lékaře.

### Inhalace

Pokud postižený není v bezvědomí, vypláchnout ústní a nosní dutinu vodou. Zajistit lékaře.

### Zasažení kůže

Může způsobit chemické popálení (poleptání) pokožky. Znečištěný oděv ihned odstranit a zasažené místo oplachovat proudem vody, nejlépe vlažné, po dobu 15 minut. Zajistit lékaře.

### Zasažení očí

Může způsobit chemické popálení rohovky s dočasnou poruchou vidění. Okamžitě vyplachovat zasažené oko proudem nejlépe vlažné vody směrem od vnitřního koutku oka ven tak, aby nebylo zasaženo druhé oko. Vyplachovat nejméně 15 minut, předtím vyndat kontaktní čočky. Zajistit lékařskou pomoc

### Požiti

Požiti není považováno za potenciální způsob expozice.

### 4.2 Nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky

Dráždí dýchací cesty. Může působit chemické popálení pokožky a rohovky (s dočasnou poruchou vidění)

4.3 Pokyn týkající se okamžité lékařské pomoci a zvláštního ošetření -

## 5 OPATŘENÍ PRO HAŠENÍ POŽÁRU

### 5.1 Hasiva

Mohou být použity jakékoli hasicí přístroje. Typ hasiva přizpůsobit látkám hořícím v okolí.

### 5.2 Zvláštní nebezpečnost vyplývající z látky nebo směsi

Kontejnery vystavené ohni mohou prasknout a vybuchnout.

### Rizikové výbušné výrobky

Pokud se vyskytuje v ohni, tepelným rozkladem mohou vznikat toxické nebo žravé výpary.

### 5.3 Pokyny pro hasiče

Je-li to možné, zastavte únik výrobku. Odstraňte kontejner z dosahu ohně nebo ho ochlaďte vodou z bezpečné vzdálenosti.

Používejte nezávislý dýchací přístroj a protichemicky ochranný oděv

## 6 OPATŘENÍ V PŘÍPADĚ NÁHODNÉHO ÚNIKU

### 6.1 Opatření na ochranu osob, ochranné prostředky a nouzové postupy

Evakuujte osoby z oblastí. Používejte nezávislý dýchací přístroj a protichemicky ochranný oděv. Zajistěte přiměřené větrání

### 6.2 Opatření na ochranu životního prostředí

Pokuste se zastavit uvolňování. Omezte odpařování rozprašováním mlhy nebo vody.

### 6.3 Metody a materiál pro omezení úniku a pro čištění

Oblast dobře větrejte. Oblast vystříkejte proudem vody. Zamořené zařízení nebo místa prúsaku omyjte velkým množstvím vody. Pokud jakákoliv rozlitá kapalina dokonale nevyschne, zamezte přístupu osob a zdrojů zažehnutí. Zamezte zmrázkům na podkladu.

## 7 ZACHÁZENÍ A SKLADOVÁNÍ

### 7.1 Opatření pro bezpečné zacházení

Používejte jen řádně specifikované zařízení, které je vhodné pro tento výrobek, jeho admisní tlak a teplotu. Při pochybnostech kontaktujte svého dodavatele plynu. Zamezte zpětnému proudění plynu do kontejneru. Zamezte zpětnému vsakování vody do

kontejneru. Skladujte mimo zdroje jiskření (včetně statických nábojů) Před plněním plynem zbavte systém vzduchu. Viz pokyny dodavatele pro manipulaci s láhvemi

Při práci nejist a nekouřit. Po práci si umýt ruce vodou a mýdlem

### 7.2 Podmínky pro bezpečné skladování látek a směsí včetně neslučitelných látek a směsí

Zajistěte láhve proti pádu. Uchovávejte kontejner při teplotě pod 50°C na dobře větraném místě. Uchovávejte odděleně od oksydujících plynů a ostatních látek podporujících hoření ve skladu.

## 8 OMEZOVÁNÍ EXPOZICE/OSOBNÍ OCHRANNÉ PROSTŘEDKY

### 8.1 Kontrolní parametry

Hodnotový typ	hodnota	Poznámky
TLV (ACGIH)	25 ppm	ACGIH 1995 - 1996
PEL	14 ppm	
NPK-P	36 ppm	

### 8.2 Omezování expozice

Chraňte oči, obličej a pokožku před zásahem plynu.

#### Individuální ochranná opatření

Ochrana dýchacích orgánů: Při zacházení s produktem nekouřit. Při práci mít v pohotovosti nezávislý dýchací přístroj pro případ nehody  
Ochrana očí: při připojování a odpojování tlakové nádoby používat ochranné brýle nebo obličejový štít.

Ochrana rukou: při připojování a odpojování tlakové nádoby používat ochranné rukavice.

Ochrana kůže: používat vhodný pracovní oděv a obuv s pevnou špičkou. Při práci nejezte a nekuřte. Po práci si umyjte ruce vodou a mýdlem.

## 9 FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI

### 9.1 Informace o základních fyzikálních a chemických vlastnostech

Vzhled / Barva: Bezbarvý plyn

Pach: Amoniakální

Molekulární hmotnost: 17 g/mol

Bod tavení: -77,7 °C

Bod varu: -33 °C

Kritická teplota: 132,4 °C

Teplota samovznícení: 630 °C

Mezní teplota vznícení: 15 %(obj) - 30 %(obj)

Relativní hustota, plyn: 0,6

Relativní hustota, kapalina: 0,7

Tlak páry 20 °C: 8,6 bar

Rozpustnost v mg/l vody: Hydrolyzá

### 9.2 Další data

Ačkoli k této látce existují údaje o hořlavosti, je obtížné ji ve vzduchu zapálit a je klasifikována jako nehořlavá.

## 10 STÁLOST A REAKTIVITA

### 10.1 Reaktivita

Může prudce reagovat s oksydujícími. Může prudce reagovat s kyselinami. Reaguje s vodou vytvářením korozivních zásad. Se vzduchem může tvořit výbušnou směs.

### 10.2 Chemická stabilita

Za normálních podmínek je látka stabilní

### 10.3 Možnost nebezpečných reakcí

HCl, Cl<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, SO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>

## Bezpečnostní list Amoniak, (čpavek) bezvodý

Datum vytvoření : 28.01.2005  
Datum revize : 20.01.2014

Verze : 0.8

CZ / C

Číslo MSDS : 002  
Stránka 3 / 3

### 10.4 Podmínky kterým je třeba zabránit

Zdroje vznícení, vysoká teplota, koncentrace v mezích výbušnosti.

### 10.5 Neslučitelné materiály

Okysličovačla, kyseliny, voda. Se vzduchem tvoří výbušnou směs

### 10.6 Nebezpečné produkty rozkladu

Pokud se vyskytuje v ohni, tepelným rozkladem mohou vznikat toxické nebo žíravé výpary – oxidy dusíku. Při teplotách nad 450C vzniká vysoce hořlavý vodík.

## 11 TOXIKOLOGICKÉ INFORMACE

### 11.1 Informace o toxikologických účincích

Inhalace velkého množství vede ke křečím průdušek, otoku hrtanu a tvorbě pseudomembrány. Může působit zánět až poleptání dýchacích cest a pokožky.  
LC50/1h (ppm) 4000 ppm

## 12 EKOLOGICKÉ INFORMACE

### 12.1 Toxicita

Vysoce toxický pro vodní organismy

### 12.2 Perzistence a rozložitelnost

Odbourává se

### 12.3 Bioakumulační potenciál -

### 12.4 Mobilita v půdě -

### 12.5 Výsledky posouzení PBT a vPvB -

### 12.6 Jiné nepříznivé účinky

Ve vodních ekologických systémech může působit změny pH.

## 13 POKYNY PRO ODSTRANOVÁNÍ

### 13.1 Metody nakládání s odpady

Nevypouštějte do míst, kde jeho akumulace může být nebezpečná. Nevypouštět do atmosféry. Potřebujete-li radu, obraťte se na dodavatele. Plyn lze odstraňovat adsorpcí do vody nebo kyseliny sírové.

Katalogové číslo odpadu 16 05 04\*

Platný právní předpis: zákon č. 185/2001 Sb., v platném znění

## 14 INFORMACE PRO PŘEPRAVU

### ADR/RID

Třída	2	Kód	2TC
-------	---	-----	-----

### Číslo UN a název příslušné dopravy

UN 1005 Amoniak, (čpavek), bezvodý

UN 1005 Ammonia, anhydrous

Nálepka	2,3, 8	Číslo rizika	268
---------	--------	--------------	-----

Pokyny pro balení P200

### IMDG

Třída	2.3
-------	-----

### Číslo UN a název příslušné dopravy

UN 1005 Ammonia, anhydrous

Nálepka	2,3, 8
---------	--------

Pokyny pro balení P200

EMS FC, SU

### IATA

Třída	2.3
-------	-----

### Číslo UN a název příslušné dopravy

UN 1005 Ammonia, anhydrous

Nálepka	2,3, 8
---------	--------

Pokyny pro balení P200

### Nebezpečnost pro životní prostředí

Vysoce toxický pro vodní organismy

### Zvláštní bezpečnostní opatření pro uživatele

Zajistěte, aby si řidič dopravního prostředku byl vědom možného nebezpečí nákladu a věděl co má dělat v případě nehody nebo nouze.

Před přepravou kontejnerů s výrobkem dbejte na to, aby byly dobře zajištěny a: ventil láhve byl uzavřen a dobře těsnil aby výstupní víčková matice nebo zátky (kde existuje) byla správně nasazena aby ochranné zařízení ventilu (pokud existuje) bylo správně nasazeno existuje přiměřené větrání. Soulad s příslušnými pokyny.

## 15 INFORMACE O PŘEDPÍSECH

### Na látku se vztahují následující české právní předpisy:

Zákon č. 356/2003 Sb. o chem. látkách a přípravcích v platném znění včetně platných vyhlášek a nařízení, zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví v platném znění včetně platných vyhlášek a nařízení, zákon č. 111/1994 Sb. o silniční dopravě v platném znění, včetně platných vyhlášek a nařízení zákon č. 185/2001 o odpadech v platném znění včetně platných vyhlášek a nařízení

### Na látku se vztahují následující české právní předpisy EU:

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1272/2008/ ES v platném znění

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1907/2006/ ES v platném znění

## 16 DALŠÍ INFORMACE

Zajistěte, aby byly dodržovány všechny národní / místní předpisy. Zajistěte, aby operátoři pochopili riziko toxicity. Uživatelé individuálních dýchacích přístrojů musejí být instruováni. Před použitím tohoto výrobku v jakémkoli novém procesu či pokusu proveďte důkladnou studii kompatibility a bezpečnosti materiálu

### Doporučení

Přestože přípravě tohoto dokumentu byla věnována příslušné péče, nemůže být přijata žádná odpovědnost za zranění nebo škodu způsobenou při jeho užití. Podrobnosti udávané v tomto dokumentu jsou v době předání do tisku pokládány za správné.

### Další informace

Hommel: Handbook of dangerous goods (Příručka nebezpečných druhů zboží)

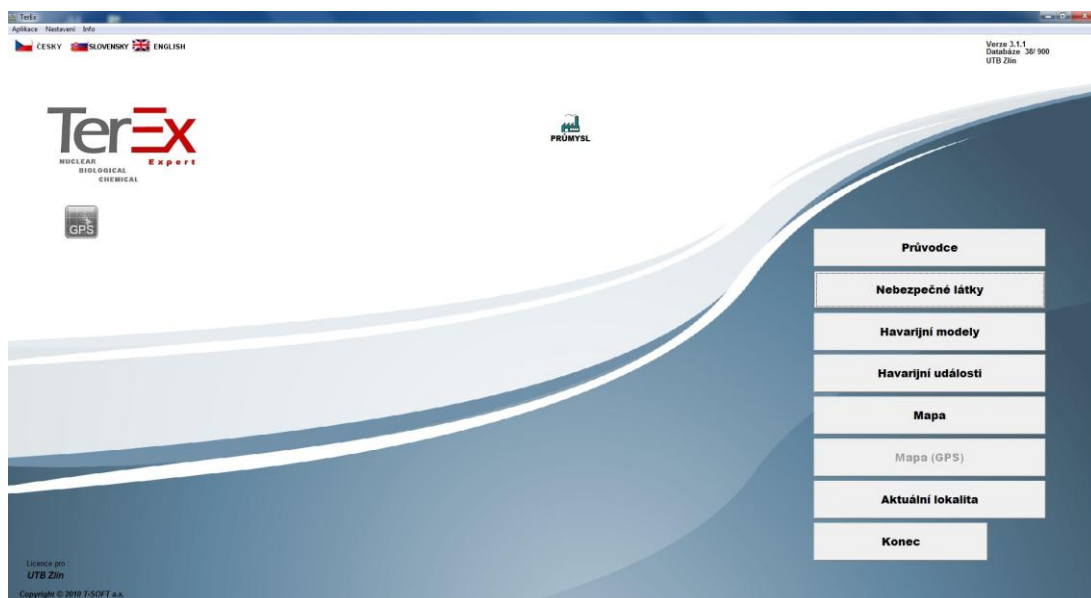
Kühn-Birett: Merkblätter gefährliche Arbeitsstoffe (Bulletin nebezpečných látek)

Bezpečnostní pokyny firmy LINDE

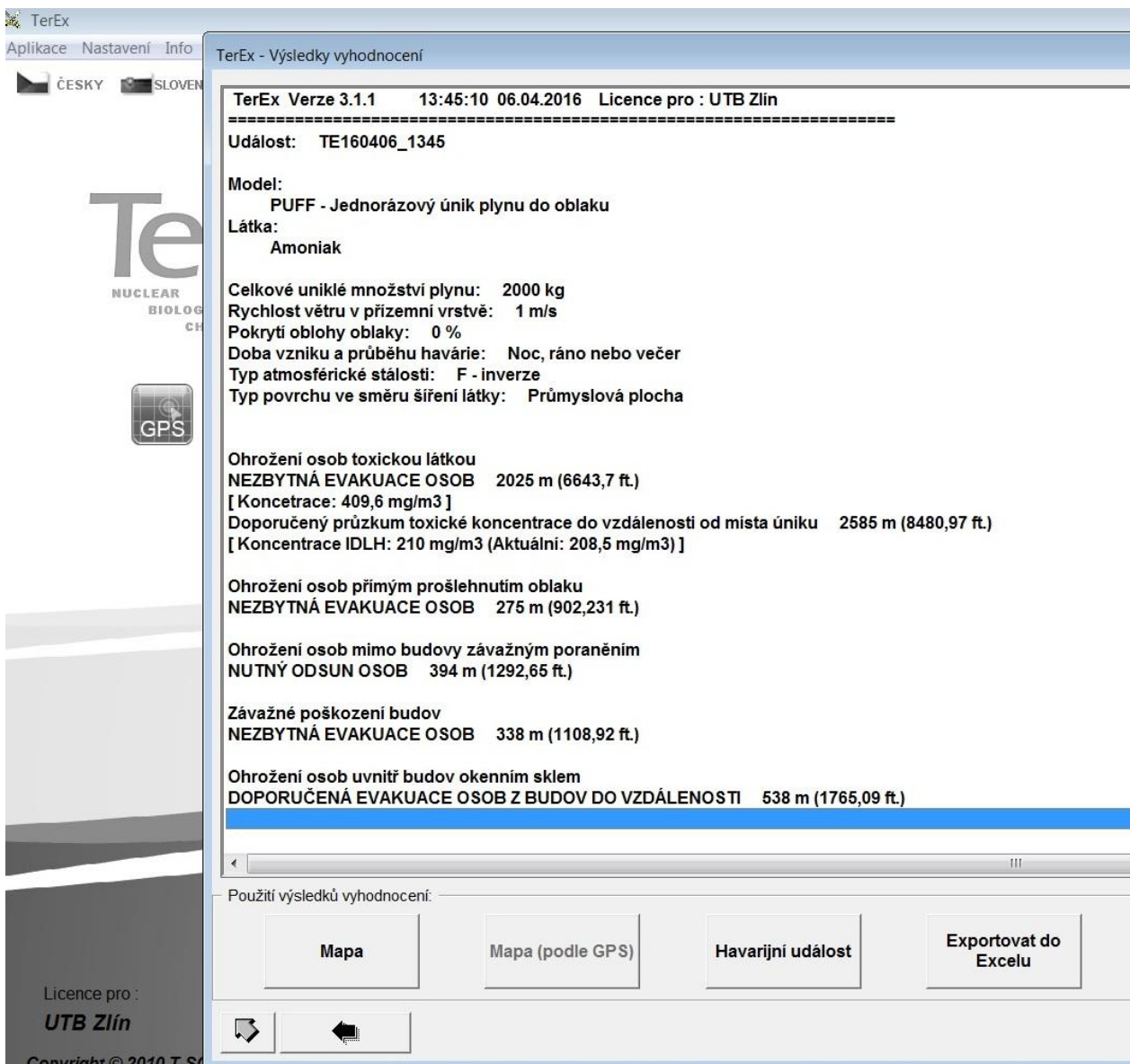
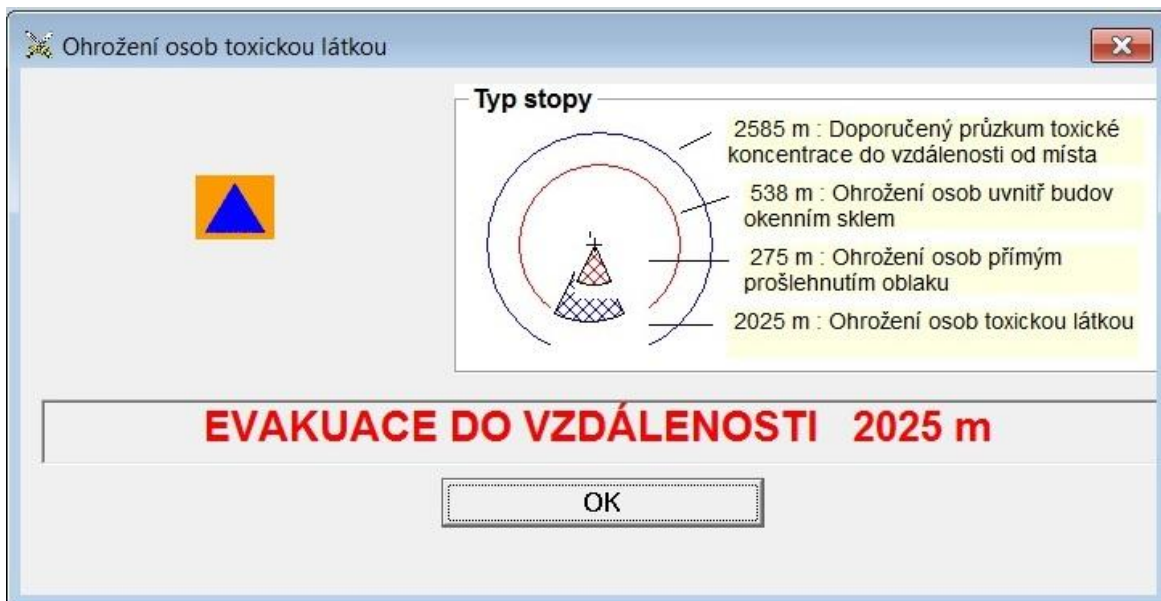
Konec dokumentu

## PŘÍLOHA P II: TEREX

Ukázka práce s modelovacím softwarem TerEx. První obrázek je úvodní stránkou programu. Na druhém obrázku jsou podmínky modelování pro již vybranou látku. Zbylé dva obrázky jsou výstupy z programu.

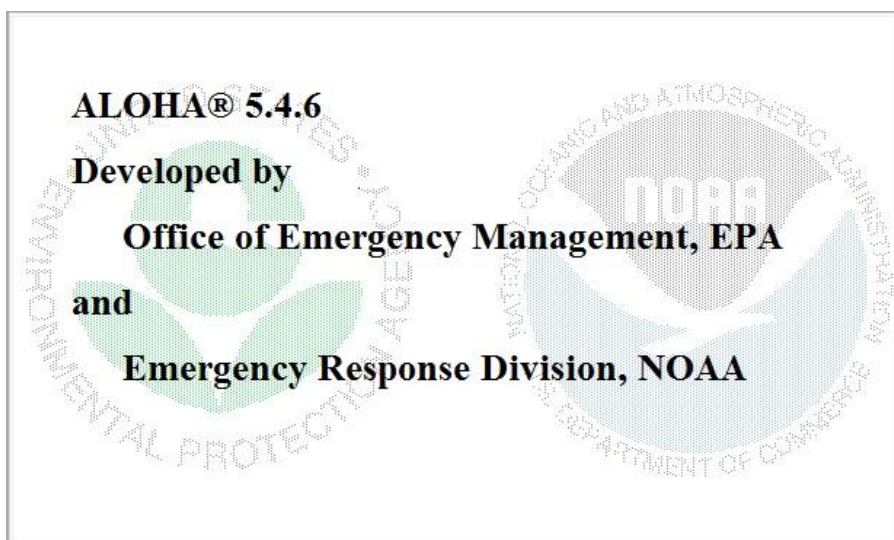


The screenshot shows the configuration window for a "PUFF" simulation. The window title is "TerEx - : PUFF - Jednorázový únik plynu do oblaku". The main parameters are: "Látka: Amoniak" (Ammonia), "Skupenství: Plyn" (Gas), and "Model: PUFF". The simulation type is set to "Jednorázový únik plynu do oblaku" (One-time gas release into the cloud). The total amount of gas released is 2000 kg (4409,17 lb). The wind speed in the ground layer is 1 m/s (3,28 ft/s). The cloud coverage is 0%. The time of occurrence is set to "Noc, ráno nebo večer" (Night, morning or evening). The surface type is "Průmyslová plocha" (Industrial area). At the bottom, there are buttons for "Základní" (Basic) and "Výpočet" (Calculate).



## PŘÍLOHA P III: ALOHA

Ukázka zadávání dat do modelovacího programu ALOHA při výpočtu havarijního dosahu chloru. První obrázek je úvodní stránkou programu ALOHA. Na dalších obrázcích jsou údaje o místě a čase, výběr uniklé látky, atmosférické podmínky, zdroj úniku, výběr koncentrace látky a konečně grafický a textový výstup.



Location Input

Enter full location name:  
Location is

Is location in a U.S. state or territory ?  
 In U.S.    Not in U.S.

Enter approximate elevation  
Elevation is   ft    m

Enter approximate location

	deg.	min.		
Latitude	<input type="text" value="50"/>	<input type="text" value="6.00"/>	<input checked="" type="radio"/> N	<input type="radio"/> S
Longitude	<input type="text" value="14"/>	<input type="text" value="26.0"/>	<input checked="" type="radio"/> E	<input type="radio"/> W

Foreign Location Input

Country name:

---

Offset from local STANDARD time to GMT:  hours  
(eastern hemisphere is a negative offset)

---

Is current model time standard or daylight savings time ?

Standard Time     Daylight Savings Time

Infiltration Building Parameters

Select building type or enter exchange parameter

Enclosed office building   

Single storied building

Double storied building

No. of air changes is  per hour

---

Select building surroundings   

Sheltered surroundings (trees, bushes, etc.)

Unsheltered surroundings

Date and Time Options

You can either use the computer's internal clock for the model's date and time, or set a constant date and time.

Use internal clock     Set a constant time

---

Input a constant date and time :

Month	Day	Year	Hour	Minute
<input type="text" value="6"/>	<input type="text" value="18"/>	<input type="text" value="2016"/>	<input type="text" value="3"/>	<input type="text" value="8"/>
(1 - 12)	(1 - 31)	(1900 - ...)	(0 - 23)	(0 - 59)

Chemical Information

View:  Pure Chemicals  
 Solutions



CARBON DIOXIDE  
CARBON DISULFIDE  
CARBON MONOXIDE  
CARBON TETRACHLORIDE  
CARBONYL FLUORIDE  
CARBONYL SULFIDE  
CHLORAMINE  
**CHLORINE**  
CHLORINE DIOXIDE  
CHLORINE PENTAFLUORIDE  
CHLORINE TRIFLUORIDE  
CHLOROACETONE  
CHLOROACETONITRILE

Select  
Cancel  
Add  
Modify  
Delete  
Help

Atmospheric Options

Wind Speed is :   knots  mph  meters/sec [Help](#)




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

Measurement Height above ground is: [Help](#)  
    OR  enter value :   feet  
 meters

---

Ground Roughness is : [Help](#)  
 Open Country OR  Input Roughness [Z0] :  
 Urban or Forest OR  Open Water

---

Select Cloud Cover : [Help](#)  
       
 complete cover  partly cloudy  clear OR  enter value :   
(0 - 10)

OK [Cancel](#)

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 :

      OR  enter value :  %  
(0 - 100)

wet  medium  dry

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

Calculation Options

Select the Spreading Algorithm for Downwind Dispersion:

Let ALOHA decide [select this if unsure]  
 Use Gaussian dispersion only  
 Use Heavy Gas dispersion only



Toxic Level of Concern

Select Toxic Level of Concern:

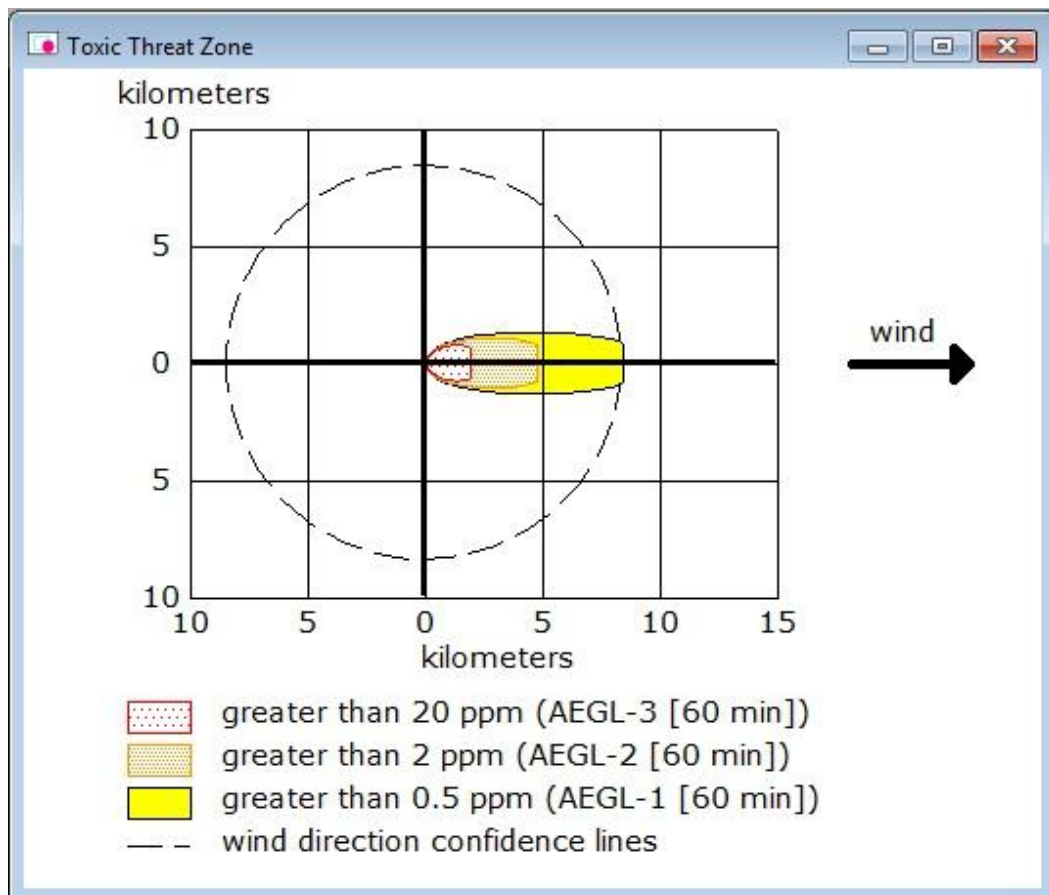
Red Threat Zone  
 LOC: **AEGL-3 (60 min): 20 ppm**

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



## Text Summary

## SITE DATA:

Location: PRAHA, CZECH  
Building Air Exchanges Per Hour: 0.37 (unsheltered single storied)  
Time: June 18, 2016 0308 hours ST (user specified)

## CHEMICAL DATA:

Chemical Name: CHLORINE  
CAS Number: 7782-50-5 Molecular Weight: 70.91 g/mol  
AEGL-1 (60 min): 0.5 ppm AEGL-2 (60 min): 2 ppm AEGL-3 (60 min): 20 ppm  
IDLH: 10 ppm  
Ambient Boiling Point: -34.6° C  
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm  
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

## ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)

Wind: 1 meters/second from 90° true at 3 meters  
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 0 tenths  
Air Temperature: 10° C Stability Class: F  
Inversion Height: 20 meters Relative Humidity: 70%

## SOURCE STRENGTH:

Direct Source: 2 tons Source Height: 0  
Release Duration: 1 minute  
Release Rate: 30.2 kilograms/sec  
Total Amount Released: 1,814 kilograms  
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.

## THREAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas  
Red : 1.9 kilometers --- (20 ppm = AEGL-3 [60 min])  
Orange: 4.7 kilometers --- (2 ppm = AEGL-2 [60 min])  
Yellow: 8.4 kilometers --- (0.5 ppm = AEGL-1 [60 min])