

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



**DIPLOMOVÁ
PRÁCE**

2018

**DANA
MÜLLEROVÁ**



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

**Modelace a analýza simulovaného úniku nebezpečné chemické
látky při její přepravě**

**Modeling and Analysis of Simulated Leakage of a Dangerous
Chemical Substance during its Transport**

Diplomová práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Civilní nouzové plánování – kombinovaná forma studia
Vedoucí práce: Ing. René Mildorf

Bc. Dana Müllerová

Kladno, květen 2018

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Dana Müllerová**
Studijní obor: Civilní nouzové plánování
Téma: **Modelace a analýza simulovaného úniku nebezpečné chemické látky při její přepravě**
Téma anglicky: Modeling and Analysis of Simulated Leakage of Dangerous Chemical during Transport

Zásady pro vypracování:

Předmětem diplomové práce bude popis simulované havárie spojené s únikem nebezpečné chemické látky a určení ohrožené oblasti pomocí modelací. Teoretická část zahrne popis vybrané chemické látky a její možnosti ohrožení pro okolní obyvatelstvo a životní prostředí. Dále budou shrnuty předpisy upravující přepravu nebezpečných věcí, se zaměřením na železnici. V praktické části budou vyhodnocena rizika, která plynou z nebezpečných vlastností chemické látky uniklé na při železniční nehodě na železničním nádraží v Černošicích. Pomocí softwarových nástrojů a jejich modelací se zhodnotí možné následky pro konkrétní oblast, kde hrozí největší nebezpečí a budou navržena vhodná opatření na ochranu obyvatelstva.

Seznam odborné literatury:

- [1] ČAPOUN, Tomáš, Chemické havárie, ed. 1., Praha: MV - Generální ředitelství hasičského záchranného sboru ČR, 2009, 149 s., ISBN 978-80-86640-64-8
- [2] BARTLOVÁ, Ivana, Vývoj v oblasti nebezpečných látek a přípravků, Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Spektrum. Modrá řada., 2012, ISBN 978-80-7385-112-5
- [3] VĚZNIKOVÁ, Hana, Transport nebezpečných látek a odpadů, Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Spektrum. Modrá řada., 2014, ISBN 978-80-248-3498-6

Vedoucí: Ing. René Mildorf
Konzultant: Ing. Martin Staněk

Zadání platné do: 20.08.2019


vedoucí katedry / pracoviště


děkan

V Kladně dne 02.10.2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem „Modelace a analýza simulovaného úniku nebezpečné chemické látky při její přepravě“ zpracovala samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Kladně dne 14. 5. 2018

.....

Bc. Dana Müllerová

Poděkování

Na tomto místě bych ráda poděkovala vedoucímu mé diplomové práce Ing. Renému Mildorfovi, za vstřícnost, odborné vedení a za všechny cenné rady a připomínky, které mi při zpracování této práce poskytl. Děkuji také Ing. Martinovi Staňkovi, za pomoc a odborné rady při práci v softwarových programech a zpracování diplomové práce.

Abstrakt

Diplomová práce na téma Modelace a analýza simulovaného úniku nebezpečné chemické látky při její přepravě se zabývá vyhodnocením rizik a následků při úniku chlóru z železniční cisterny na vlakovém nádraží Černošice. V teoretické části je popsána legislativa týkající se problematiky chemických látek a jejich přepravy. Dále jsou vylíčeny vybrané havárie spojené s únikem nebezpečné chemické látky, značení vozidel, vlastnosti a nebezpečí chlóru.

Cílem práce je vyhodnocení dopadů na okolní prostředí, která nastanou po úniku chlóru z železniční cisterny pomocí modelací v softwarových programech TerEx a Aloha. Následně jsou porovnány výsledky mezi oběma programy a porovnány z hlediska jejich dostupnosti a použitelnosti. Za spolupráce s Hasičským záchranným sborem hlavního města Prahy, stanicí Radotín (dále jen „HZS“) je popsán pravděpodobný postup u zásahu při takovéto mimořádné události a jsou navržena vhodná opatření na ochranu obyvatelstva.

Výsledky modelace jsou podrobně shrnuty v praktické části a zobrazeny na grafických a mapových podkladech. Stanovené hypotézy jsou v diskuzi rozebrány a následně potvrzeny. Závěrem lze konstatovat, že při komplikované nehodě popsané v závěrečné práci se většina sil a prostředků složek integrovaného záchranného systému nedostaví na místo zásahu včas, a to ani, když jsou dokonale připravené.

Klíčová slova

Nebezpečná chemická látka; řád RID; železniční havárie; chlór; hasičský záchranný sbor.

Abstract

The diploma thesis “Modelling and Analysis of Simulated Leakage of a Dangerous Chemical Substance during its Transport” evaluates the risks and consequences of chlorine leakage from a railway tank at the Černošice train station. The theoretical part describes the legislation on chemical substances and their transport. Next, it also focuses on selected accidents involving the leakage of dangerous chemical substances, transport vehicles marking and properties as well as dangers of chlorine.

The aim of the thesis is to evaluate environmental impacts of chlorine leakage from a tank car by modelling in TerEx and Aloha programs. Consequently, the results between the two programs are compared together with the programs’ availability and usability. In cooperation with the Radotín station of the Fire Rescue Service of Capital of Prague (“HZS”), the thesis describes the probable procedure during such an emergency operation and proposes appropriate measures to protect the population.

The practical part summarizes in detail the results of the modelling and displays them in graphic and map formats. The set hypotheses are analysed in the discussion and subsequently confirmed. In conclusion, I determined that during a complicated accident described in the thesis, most of the groups and organizations within the emergency services do not arrive in time – even if perfectly prepared.

Keywords:

Dangerous chemical substances; RID Regulation; rail accidents; chlorine; Fire Rescue Service.

Obsah

1 Úvod.....	9
2 Současný stav	11
2.1 Legislativa.....	11
2.2 Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí.....	14
2.2.1 Značení vozidel a nebezpečných chemických látek.....	19
2.3 Vybrané havárie s únikem nebezpečných látek	28
2.4 Chlór – UN kód 1017.....	31
2.4.1 Vlastnosti a nebezpečí chlóru.....	31
2.4.2 Opatření a první pomoc	32
3 Cíl práce a hypotézy	35
3.1 Hypotézy.....	35
4 Metodika	36
4.1 TerEx.....	36
4.1.1 Modely programu TerEx.....	37
4.2 Aloha	38
5 Výsledky.....	40
5.1 Černošice a jejich charakteristika	40
5.2 Simulovaná železniční nehoda s únikem chlóru	41
5.2.1 Vstupní informace k modelaci nehody v programu TerEx.....	42
5.2.2 Výsledky modelace v programu TerEx.....	43
5.2.3 Vstupní informace k modelaci nehody v programu Aloha.....	47

5.2.4	Výsledky modelace v programu Aloha	50
5.3	Vyhodnocení rizik plynoucích ze simulované nehody	55
5.4	Postup HZS při simulované železniční nehodě	57
6	Diskuze	62
6.1	Opatření na ochranu obyvatelstva	72
7	Závěr	75
8	Seznam použitých zkratk.....	76
9	Seznam použité literatury.....	77
10	Seznam použitých obrázků	82
11	Seznam použitých tabulek.....	83
12	Seznam Příloh	84

1 ÚVOD

Do styku s nebezpečnými chemickými látkami přicházíme každý den, často i bez našeho vědomí. Dnešní moderní svět by bez těchto látek ani nemohl fungovat. Avšak je třeba si dávat pozor a být připraveni na negativní účinky nebezpečných látek, které mohou způsobit nežádoucí mimořádné události a ohrozit tím do této chvíle nerušený stereotyp žití našich spoluobčanů.

Zvolené téma diplomové práce jsem si vybrala z důvodu toho, že považuji problematiku přepravy nebezpečných chemických látek jako ohrožující skutečnost každodenně se vyskytující, velice aktuální a dotýkající se každého z nás. Většina literatury, diplomových a jiných odborných prací se věnuje spíše přepravě nebezpečných látek na silnici uskutečňované nákladní automobilovou dopravou. Proto se v mé práci zaměřuji na jiný druh přepravy těchto látek, konkrétně na železniční přepravu, kterou se zabývá RID – Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí.

V teoretické části práce nejdříve popíšu legislativu a předpisy zabývající se touto problematikou. Dále se budu zabývat značením vozidel, pro která platí určitá pravidla, jestliže převážejí jakoukoliv nebezpečnou chemickou látku. Zmíním zde vybrané železniční havárie s únikem nebezpečných chemických látek (dále jen „NCHL“), které se v minulosti staly u nás i v zahraničí. Další důležitou podkapitolou bude popis vybrané NCHL, konkrétně chlóru. Zaměřím se na jeho vlastnosti, nebezpečí plynoucí pro obyvatelstvo při zásahu chlorem, první pomoc, opatření a bezpečné zacházení s touto látkou. V praktické části vyhodnotím pomocí softwarových nástrojů TerEx a Aloha dopady na okolní prostředí, které nastanou při úniku chlóru z železniční cisterny na vlakovém nádraží Černošice. Dalším cílem bude porovnání výsledků softwarových nástrojů, pomocí nichž bude simulována železniční

nehoda. Nakonec se pokusím navrhnout vhodná opatření na ochranu obyvatelstva za spolupráce s HZS, stanicí Radotín. Popíši zde pravděpodobný postup HZS na místě zásahu a v nejbližším okolí.

Rozhodnutí psát tímto směrem zaměřenou diplomovou práci se mě dotýká i z osobní stránky, protože jsem v Černošicích vyrůstala a momentálně zde pracuji. Vede tu velká železniční tepna, která je kromě aut hlavním spojením z Prahy do tohoto města. K dopravním nehodám s únikem NCHL dochází poměrně často, proto mě zajímá, jak jsou pro tuto situaci město a hasiči z okolí připraveni.

2 SOUČASNÝ STAV

2.1 Legislativa

Hlavním legislativním nástrojem řešícím nakládání s chemickými látkami je nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (**REACH**) o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky. Dalším důležitým předpisem je nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 (**CLP**) o klasifikaci, označování a balení látek a směsí. Nařízení CLP je v podstatě považováno za evropskou verzi Globálně harmonizovaného systému klasifikace a označování chemických látek (dále jen „GHS“). GHS vznikl v rámci Organizace spojených národů s cílem usnadnit celosvětový obchod a současně zajistit ochranu lidského zdraví a životního prostředí. Slouží pro identifikaci nebezpečných chemikálií a pro informování uživatelů o těchto nebezpečích prostřednictvím symbolů a vět na štítcích obalů a prostřednictvím bezpečnostních listů. Na obalech musí být uvedeny následující informace:

- ↳ Signální slovo - „nebezpečí“ je signální slovo označující závažnější kategorie nebezpečnosti;
- „varování“ je signální slovo označující méně závažné kategorie nebezpečnosti.
- ↳ Standardní věty o nebezpečnosti, tzv. H-věty – tyto věty jsou přiřazené dané třídě a kategorii nebezpečnosti, popisující povahu nebezpečnosti dané látky nebo směsi. H-věty pro fyzikální nebezpečnost začínají větou H200, o nebezpečnosti pro zdraví začínají větou H300 a pro životní prostředí větou H400.
- ↳ Pokyny pro bezpečné zacházení, tzv. P-věty – tyto věty popisují jedno nebo více doporučených opatření pro minimalizaci nebo prevenci

nepříznivých účinků způsobených expozicí danou nebezpečnou látkou nebo směsí v důsledku jejího používání či odstraňování. Dle nařízení GHS se používají různé typy pokynů, např. P101 – hlavní pokyn; P201 – prevence; P301 – reakce (v případě náhodného úniku nebo expozice); P401 – skladování [1].

- ↪ Označení výrobku – obchodní název směsi, chemický název nebezpečné látky nebo látek přítomných ve směsi, výstražné symboly, standardní věty o nebezpečnosti, pokyny pro bezpečné zacházení. Takto označené musí být obaly chemických látek a směsí na území ČR, kterým to stanovuje chemický zákon č. 350/2011 Sb. spolu s GHS.
- ↪ Informace o dodavateli – obchodní firma nebo název, sídlo a telefonní číslo, je-li dodavatelem právnická osoba. Je-li dodavatelem podnikající fyzická osoba, pak jsou potřeba údaje jako obchodní firma nebo jméno, popřípadě jména, příjmení, bydliště, místo podnikání, pokud se liší od bydliště, a telefonní číslo.
- ↪ Výstražné symboly nebezpečnosti – jsou složená grafická zobrazení (čtverec na vrchol postavený) obsahující grafický symbol a další grafické prvky, například orámování, vzor pozadí nebo barvu, jež mají sdělovat specifické informace o daném druhu nebezpečnosti látky. Symboly jsou doplněny slovním označením nebezpečnosti [1,2].



Obrázek 1 Výstražné symboly nebezpečnosti podle GHS [3]

V návaznosti na tyto předpisy má Česká republika svůj legislativní nástroj v podobě chemického zákona a vyhlášek.

- **Zákon č. 350/2011 Sb.**, o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon)

Tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropské unie, navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie a upravuje:

- ↪ práva a povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob při:
 - výrobě, klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování, uvádění na trh, používání, vývozu a dovozu chemických látek nebo látek obsažených ve směsích nebo předmětech,
 - klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování a uvádění na trh chemických směsí na území České republiky,
- ↪ správnou laboratorní praxi,
- ↪ působnost správních orgánů při zajišťování ochrany před škodlivými účinky látek a směsí.

Působnost zákona se vztahuje na látky, látky obsažené ve směsi nebo předmětu a směsi. Státní správu v oblasti uvádění látek nebo látek obsažených ve směsích a v předmětech na trh a v uvádění směsí na trh podle tohoto zákona vykonávají:

- ↪ Ministerstvo životního prostředí,
- ↪ Ministerstvo zdravotnictví,
- ↪ Ministerstvo průmyslu a obchodu,
- ↪ Česká inspekce životního prostředí,
- ↪ krajské hygienické stanice,
- ↪ celní úřady,
- ↪ Státní úřad inspekce práce,

↳ Ústřední kontrolní a zkušební ústav zemědělský [4].

- **Vyhláška č. 61/2013 Sb.**, o rozsahu informací poskytovaných o chemických směsích, které mají některé nebezpečné vlastnosti, a o detergentech
- **Vyhláška č. 162/2012 Sb.**, o tvorbě názvu nebezpečné látky v označení nebezpečné směsi
- **Vyhláška č. 163/2012 Sb.**, o zásadách správné laboratorní praxe
- **Vyhláška č. 402/2011 Sb.**, o hodnocení nebezpečných vlastností chemických látek a chemických směsí a balení a označování nebezpečných chemických směsí

V oblasti železniční přepravy jsou to následující zákon a vyhlášky.

- **Zákon č. 266/1994 Sb.**, o dráhách
- **Vyhláška č. 376/2006 Sb.**, o systému bezpečnosti provozování dráhy a drážní dopravy a postupech při vzniku mimořádných událostí na dráhách
- **Vyhláška č. 8/1985 Sb.**, vyhláška ministra zahraničních věcí o Úmluvě o mezinárodní železniční přepravě (COTIF)
Přípojkem C k této Úmluvě je Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí, který je popsán níže [2].

2.2 Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí

Pro přepravu nebezpečných látek jsou zavedeny mezinárodní dohody a také vnitrostátní předpisy, aby riziko spojené s přepravou NCHL bylo sníženo na minimum. Technické požadavky pro konkrétní druhy přepravy jsou však

velice rozdílné a jejich sjednocení do jednoho univerzálního předpisu nereálné. Proto jsou pro jednotlivé druhy přepravy nebezpečných látek zpracovány samostatné předpisy.

- **RID** (pro železniční přepravu) – Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (dále jen „RID“);
- **ADR** (pro silniční přepravu) – Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (dále jen „ADR“);
- **ADN** (pro říční přepravu) – Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných věcí po vnitrozemských vodních cestách;
- **ICAO, IATA** (pro leteckou dopravu) – Bezpečná přeprava nebezpečných věcí vzduchem;
- **IMDG Code** (pro námořní přepravu) – Mezinárodní předpis pro námořní přepravu nebezpečných věcí [2].

Mezi smluvní státy RID k 1. srpnu 2016 patří: *Albánie, Alžírsko, Arménie, Ázerbájdžán, Belgie, Bosna a Hercegovina, Bulharsko, Černá Hora, Česká republika, Dánsko, Estonsko, Finsko, Francie, Gruzie, Chorvatsko, Irán, Irsko, Itálie, Lichtenštejnsko, Litva, Lotyšsko, Lucembursko, Maďarsko, bývalá jugoslávská republika Makedonie, Maroko, Monako, Německo, Nizozemí, Norsko, Polsko, Portugalsko, Rakousko, Rumunsko, Řecko, Slovenská republika, Slovinsko, Spojené království, Srbsko, Španělsko, Švédsko, Švýcarsko, Tunisko, Turecko, Ukrajina.*

RID popisuje v jednotlivých kapitolách podrobně všechny třídy nebezpečnosti pro NCHL, které mohou být přepravovány po železnici. Jelikož se tato práce zabývá únikem chlóru, je zde popsána právě třída druhá, kam se chlór řadí.

↳ Třída 2 – Plyny

Název třídy 2 zahrnuje čisté plyny, směsi plynů, směsi jednoho nebo více plynů s jednou nebo více jinými látkami, jakož i předměty, které takové látky obsahují. Plyny jsou látky, které:

- při 50 °C mají tenzi par vyšší než 300 kPa (3 bary), nebo
- při 20 °C a standardním tlaku 101,3 kPa jsou zcela plynné.

Látky a předměty třídy 2 jsou rozděleny následovně:

- **Stlačený plyn:** plyn, který, je-li naplněn pod tlakem pro přepravu, je zcela plynný při teplotě – 50 °C; tato kategorie zahrnuje všechny plyny s kritickou teplotou – 50 °C nebo nižší;
- **zkapalněný plyn:** plyn, který, je-li naplněn pod tlakem pro přepravu, je částečně kapalný při teplotách nad – 50 °C;
- **hluboce zchlazený zkapalněný plyn:** plyn, který, je-li naplněn pro přepravu, je částečně zkapalněn v důsledku své nízké teploty;
- **rozpuštěný plyn:** plyn, který, je-li naplněn pod tlakem pro přepravu, je rozpuštěn v kapalném rozpouštědle;
- **aerosoly** a malé nádoby obsahující plyn (plynové kartuše);
- jiné předměty obsahující plyn pod tlakem;
- plyny, které nejsou pod tlakem, podléhající zvláštním předpisům (vzorky plynů);
- **chemické látky pod tlakem:** kapaliny, pasty nebo prášky natlakované s hnací látkou, která splňuje definici stlačeného nebo zkapalněného plynu a jejich směsí;
- **adsorbovaný plyn:** plyn, který je zabalen pro přepravu, adsorbován v tuhém porézním materiálu, s výsledným vnitřním tlakem nádoby nižším než 101,3 kPa při 20 °C a nižším než 300 kPa při 50 °C [5].

Látky a předměty (kromě aerosolů a chemických látek pod tlakem) třídy 2 jsou podle svých nebezpečných vlastností přiřazeny k jedné z následujících skupin:

A	dusivé
O	podporující hoření
F	hořlavé
T	toxické
TF	toxické, hořlavé
TC	toxické, žíravé
TO	toxické, podporující hoření
TFC	toxické, hořlavé, žíravé
TOC	toxické, podporující hoření, žíravé.

Jestliže podle těchto kritérií mají plyny nebo směsi plynů nebezpečné vlastnosti, které lze přiřadit více než jedné skupině, mají skupiny označené písmenem T přednost před všemi ostatními skupinami. Skupiny označené písmenem F mají přednost před skupinami označenými písmeny A nebo O. Chlóru je přiřazen klasifikační kód **2TOC** [5].

↳ **Písemné pokyny pro strojvedoucího**

Pro pomoc v krizových situacích, které mohou nastat během přepravy, je třeba, aby na stanovišti strojvedoucího na lehce přístupném místě, byly umístěny písemné pokyny v přesně stanovené formě. Tyto písemné pokyny musí dopravce dodat strojvedoucímu před nástupem jízdy v jazyce, který umí přečíst a kterému rozumí. Dopravce musí dbát na to, aby strojvedoucí písemným pokynům rozuměl a aby byl schopen tyto správně použít. Před započítím jízdy se musí strojvedoucí seznámit s písemnými pokyny kvůli detailům opatření, které je nutno provést v případě nehody nebo mimořádné události, s ohledem na informace o nebezpečných věcech naložených

ve vlakové soupravě, které mu byly poskytnuty dopravcem. Písemné pokyny by měly, pokud se týká jejich obsahu, odpovídat vzoru (viz Příloha 1) [5].

↳ **Požadavky na konstrukci a materiál cisteren**

Nádrže, jejich upevnění a jejich provozní a konstrukční výstroj musejí být konstruovány tak, aby odolaly bez ztráty svého obsahu statickým a dynamickým namáháním za normálních podmínek přepravy a předepsaným nejmenším namáháním. Cisternové vozy musí být konstruovány tak, aby při největší přípustné hmotnosti náplně odolávaly namáháním, která vznikají při železničním provozu. Nádrže musí být zkonstruovány a vyrobeny v souladu s požadavky norem, nebo s požadavky technických předpisů uznaných příslušným orgánem, podle kterých je určen materiál a tloušťka stěny stanovena s přihlédnutím k nejvyšším a nejnižším plnicím a provozním teplotám, avšak musí být dodrženy minimální požadavky. Cisterny určené pro některé nebezpečné látky musí být opatřeny doplňkovou ochranou, která může mít formu přídavné tloušťky nádrže (zvýšený výpočtový tlak) stanovené vzhledem k povaze nebezpečí, která představují dotyčné látky, nebo formu ochranného zařízení. Svary musí být odborně provedené a musí zaručit naprostou bezpečnost. Musí být provedena opatření chránící nádrže před nebezpečím deformace způsobené vnitřním podtlakem. Nádrže, kromě nádrží konstruovaných pro vybavení podtlakovými ventily musí odolat bez stálé deformace vnějšímu tlaku překračujícímu vnitřní tlak o nejméně 21 kPa (0,21 baru). Nádrže používané pouze pro přepravu tuhých látek (práškových nebo zrnitých) obalových skupin II nebo III, které během přepravy nezkapalňují, mohou být zkonstruovány pro nižší vnější tlak, avšak nejméně 5 kPa (0,05 baru). Podtlakové ventily musí být nastaveny tak, aby nastavený vyrovnávací tlak nepřevyšoval konstrukční podtlak cisterny. Nádrže, které nejsou konstruovány pro vybavení podtlakovými ventily, musí odolat bez stálé

deformace vnějším tlaku překračujícím vnitřní tlak o nejméně 40 kPa (0,4 baru) [5].

Nádrže musí být vyrobeny z vhodných kovových materiálů, které jsou odolné proti křehkému lomu a proti trhlinkové korozi při napětí v rozmezí teplot $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $+50\text{ }^{\circ}\text{C}$, pokud není u některé třídy předepsán jiný rozsah teplot. Materiály nádrží nebo jejich ochranných výstelek, které jsou ve styku s obsahem nádrže, nesmějí obsahovat látky náchylné k nebezpečné reakci s tímto obsahem, k vytváření nebezpečných látek nebo k podstatnému zeslabení materiálu. Pokud styk mezi přepravovanou látkou a materiálem použitým k výrobě nádrže způsobuje progresivní úbytek tloušťky stěn nádrže, musí být tato tloušťka při výrobě patřičně zvětšena. Pro svařované nádrže se používá jen materiálů dokonalé svařitelnosti, u nichž může být zaručena dostatečná vrubová houževnatost při okolní teplotě $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$, zejména ve svarech a v jejich okolí [5].

2.2.1 Značení vozidel a nebezpečných chemických látek

Způsob přepravy nebezpečného zboží po železnici lze rozdělit do tří základních skupin, která závisí na druhu přepravovaného zboží.

- Kusová přeprava v určených obalech;
- přeprava zboží v kontejnerech;
- přeprava nebezpečného zboží v kotlových vozech (cisternách).

Značení nebezpečných látek při kusové dopravě je zajištěno výstražnými značkami, které se umísťují na obaly. Pro označení kusových zásilek mají značky rozměr 10 x 10 cm. Podle výstražné značky se určí, v jaké třídě nebezpečnosti je přepravovaná látka zařazena a jaké nebezpečí představuje.

Kontejnery určené pro přepravu nebezpečného zboží se dělí na velké, střední, malé a nádržkové. Malé kontejnery jsou označeny stejnými výstražnými značkami jako obaly při kusové přepravě, tedy rozměry 10 x 10 cm. Velikost výstražných značek pro velké a nádržkové kontejnery o obsahu větším než 3 m³ je 25 x 25 cm [1].

Kotlový vůz je odborný název podle RID pro cisternové vozy. Obsahy běžných kotlových vozů se pohybují od 20 m³ do 63 m³. Na každé podélné straně kotlového vozu v místě tzv. vozové nápisové tabule musí být umístěna výstražná oranžová tabulka, o rozměrech 40 x 30 cm. Oranžová tabulka je černě orámovaná, podélně rozdělená čarou, identifikační čísla jsou vysoká 10 cm, tloušťka všech čar je 15 mm. V horní části tabule je uveden Kemlerův kód (číslo nebezpečnosti), v dolní části je uvedeno identifikační číslo (UN číslo). Kotlové vozy používané k přepravě nebezpečných stlačených nebo zkapalněných plynů musí být podle RID označeny oranžovým pruhem širokým 30 cm. Často bývá v oranžovém pruhu uveden název látky, pokud je kotlový vůz používán výhradně pro jednu látku, např. Chlor - Cl₂ kapalný. Použitý materiál pro značení vozů musí být takový, aby odolával povětrnostním vlivům a aby bylo označení trvalé. Použity mohou být tabule, samolepící fólie nebo nátěr [1].

↳ UN – systém (oranžová výstražná tabulka)

Nejvýznamnějším označením dopravních prostředků pro přepravu nebezpečných věcí po silnici a železnici jsou Kemlerův kód a UN kód. Tyto číselné kódy jsou součástí tzv. výstražné identifikační tabulky o rozměrech 40 x 30 cm oranžové barvy. Tabulka je černě orámovaná a podélně rozdělená. V horní polovině tabulky je uveden Kemlerův kód a ve spodní části je UN kód. Kemlerův kód značí pomocí dvojmístné nebo trojmístné kombinace znaků, hlavně číslic, nebezpečnost látky. První číslice označuje hlavní nebezpečí látky.

Druhá a třetí číslice označuje vedlejší nebezpečí, které je pro manipulaci, případně při nehodě, nutno znát. Pokud jsou číslice stejné, znamená to zvýšení hlavního nebezpečí [1,2].

Tabulka 1 Identifikační číslo nebezpečnosti – Kemlerův kód [1,2]

1	výbušné látky
2	vytváření plynů tlakem nebo chemickou reakcí
3	hořlavost kapalin (par) a plynů
4	hořlavost tuhých látek
5	oxidační (samovznětlivé) účinky – podporuje hoření
6	jedovatost, toxicita
7	radioaktivita
8	žravost
9	nebezpečí prudké spontánní reakce
0	bez významu
X	látka nesmí přijít do styku s vodou

UN kód je identifikační číslo nebezpečné látky nebo skupiny látek podobných vlastností, jejichž přeprava podléhá dohodám ADR a RID. Látkám je přidělen vždy čtyřmístný kód, který látku nebo skupinu látek jednoznačně identifikuje [1,2].

268
1017

Obrázek 2 Výstražná identifikační tabulka – chlór




↳ Výstražné značky

Vedle číselného značení UN-systémem se pro jednotlivé stupně nebezpečí používají grafické symboly, které jsou součástí výstražných značek. Výstražné značky informují o nebezpečných účincích látek a slouží k označování nebezpečných látek a zboží pouze při přepravě. Výstražné značky mají tvar čtverce postaveného na vrchol s rozměry 30 x 30 cm pro umístění na vozidlech. Toto značení je povinným doplňkem k tabulce UN-systému a musí jím být vybaveno každé vozidlo [1,2].

Tabulka 2 Třídy nebezpečnosti podle RID a ADR [1,2]

číslo třídy	název třídy	charakteristika	výstražná značka
1	výbušné látky a předměty	schopnost výbuchu nebo rozletu	
2	plyny	kritická teplota nižší než 50 °C nebo tenze par při 50 °C vyšší než 300 kPa	
3	hořlavé kapaliny	tuhé a roztavené látky s bodem vzplanutí nad 60 °C a nižším než 100 °C, které jsou přepravovány zahřáté	
4.1	hořlavé tuhé látky, samovolně se rozkládající látky a znečlivělé tuhé výbušné	bod tání vyšší než 20 °C nebo pastovité látky se schopností se vznítit nebo vyvolat vznícení	

	látky		
4.2	samozápalné látky	schopnost k samovolnému zapálení nebo zahřátí v důsledku reakce s kyslíkem	
4.3	látky, které ve styku s vodou vyvíjejí hořlavé plyny	schopnost vyvíjet při styku s vodou plyny, které se mohou vznítit nebo tvořit se vzduchem výbušné směsi	
5.1	látky podporující hoření	způsobení hoření nebo jeho podpora vlivem oxidačního účinku	
5.2	organické peroxidy	možnost samovolného exotermického rozkladu, obsah aktivního kyslíku nad 1%	
6.1	toxické látky	toxické účinky nebo uvolňování toxických látek	
6.2	infekční látky	obsah mikroorganismů schopných vyvolat onemocnění	

7	radioaktivní látky	aktivita vyšší než 70 kBq/kg	
8	žiravé látky	látky napadající svým chemickým účinkem tkáň, případně tvoří s vodou žiravé kapaliny	
9	jiné nebezpečné látky a předměty	jiné nebezpečí (prach, obsah PCB aj.)	

↳ Systém DIAMANT

Systém DIAMANT se především používá v USA a slouží k rychlému poskytnutí informací o nebezpečí přepravované látky. Označování nebezpečných látek se provádí etiketou ve tvaru čtverce postaveného na vrchol, který je rozdělen na čtyři čtvercová pole. Pole se liší barvou s různým významem a jsou zde uvedeny číslice od 0 do 4. Čím vyšší je číslice, tím větší je nebezpečnost dané látky. Modré pole charakterizuje toxicitu látky či nebezpečí poškození zdraví. Červené pole informuje o nebezpečí požáru, čili o hořlavosti dané látky. Žluté pole značí nebezpečí reaktivity či spontánních reakcí látky. Bílé pole uvádí další specifické nebezpečí [1,2].

Tabulka 3 Stupně nebezpečí systému DIAMANT [1,2]

4	Mimořádně nebezpečné. Zabránit jakémukoliv kontaktu s parami nebo kapalinou bez speciálních ochranných prostředků.
3	Velmi nebezpečné. Práce a pobyt v zamořeném území možný pouze v protichemickém ochranném obleku s dýchacím přístrojem.
2	Nebezpečné. Práce a pobyt v zamořeném území možný pouze s dýchacím přístrojem a v ochranném oděvu.
1	Málo nebezpečné. Doporučeno použití dýchacího přístroje.
0	Bez nebezpečí.
4	Extrémně lehce zápalný při všech teplotách.
3	Nebezpečí vznícení při normální teplotě.
2	Nebezpečí vznícení při ohřátí.
1	Nebezpečí vznícení při silném ohřátí.
0	Bez nebezpečí vznícení za obvyklých teplot.
4	Velké nebezpečí výbuchu. Vytvořit vnější a nebezpečnou zónu. Při požáru evakuovat nebezpečnou oblast.
3	Nebezpečí výbuchu při ohřátí, otřesu nebo nárazu. Vytvořit vnější a nebezpečnou zónu. Hasit pouze z bezpečné vzdálenosti.
2	Možnost prudké chemické reakce. Vytvořit vnější a nebezpečnou zónu. Hasit pouze z bezpečné vzdálenosti.
1	Při silném zahřátí nestabilní. Nutnost připojení bezpečnostních opatření.
0	Za normálních podmínek bez nebezpečí.
prázdné pole	K hašení lze použít vodu.
W	K hašení nesmí být použita voda. Nebezpečí spontánní reakce.
OXY	Látka působí jako silné oxidační činidlo.
COR	Korozivní (žiravé) účinky.
ALK	Silná zásada.

ACID	Silná kyselina.
------	-----------------



Obrázek 3 Systém DIAMANT – chlór [6]

↪ HAZCHEM kód

Tento systém se nejvíce používá ve Velké Británii. Není určen pro identifikaci látky, ale stanovuje pořadí opatření při zásahu. Dává návod na použití vhodných hasebních prostředků, možnosti snížení nebezpečí při úniku látky např. jejím zředěním vodou nebo ohrazením místa úniku s následnou neutralizací uniklé látky, informuje o potřebných opatřeních pro ochranu zasahujících a upozorňuje na potřebu evakuace civilních osob v ohrožené oblasti. HAZCHEM kód je tvořen jednou číslicí a skupinou písmen. Číslice charakterizuje doporučenou hasební látku při požáru a písmena možnosti snížení nebezpečí úniku látky a opatření k ochraně nasazených sil. Význam číslic v HAZCHEM kódu je následující: 1 – vodní proud; 2 – vodní mlha; 3 – pěna; 4 – prášek (suchá hasiva) [1,2].

Tabulka 4 Význam písmen v HAZCHEM kódu [1,2]

označení	pomocný význam	ochrana zasahujících	způsob nakládání s látkou
P	V	úplná ochrana	zředit
R		úplná ochrana	
S		dýchací přístroj	
T		dýchací přístroj	
[S]		dýchací přístroj	
[T]		dýchací přístroj pouze při požáru nebo rozkladu	
W	V	úplná ochrana	ohradit
X		úplná ochrana	
Y		dýchací přístroj	
Z		dýchací přístroj	
[Y]		dýchací přístroj	
[Z]		dýchací přístroj pouze při požáru nebo rozkladu	
E		zvážit evakuaci	

Význam pojmů v tabulce je následující: Označení „V“ znamená, že látka může prudce nebo výbušně reagovat vlivem horka nebo otřesu. Také pokud dojde ke styku s organickými materiály, hořlavými látkami nebo s vodou. Pod úplnou ochranou se značí protichemický oblek a izolační dýchací přístroj. Dýchací přístroj znamená použití dýchacího přístroje, ochranných rukavic a požárního ochranného přístroje. Zředění dovoluje látku se souhlasem provozovatele spláchnout velkým množstvím vody do kanalizace. Naopak při ohrazení je nutné všemi prostředky zabránit úniku látky do kanalizace nebo vodotečí.

HAZCHEM kód chlóru – **2XE**: při takovém označení je nutné při požáru použít vodní mlhu, složky integrovaného záchranného systému (dále jen „IZS“) musí použít úplnou ochranu, látka musí být ohrazena a je potřeba zvážit evakuaci obyvatelstva [1,2].

2.3 Vybrané havárie s únikem nebezpečných látek

- ↳ USA – v roce 1970 v oblasti Crescent City ve státě Illinois došlo k havárii vlaku se zkapalněným propanem. Následkem havárie bylo zničeno 70% průmyslové části města a 70 raněných.
- ↳ Česká republika – v roce 1978 v Kolíně došlo k úniku chlóru z železniční cisterny. Následkem bylo 5 mrtvých a 50 zraněných osob.
- ↳ Kanada – v roce 1979 ve městě Mississauga došlo k havárii a následnému výbuchu železniční soupravy. Uniklo zde 70 tun chlóru a bylo evakuováno 200 tisíc obyvatel.
- ↳ Rusko – v roce 1989 v oblasti Baškirie došlo k havárii v železniční dopravě a následnému úniku zemního plynu. Následkem havárie bylo 575 mrtvých, 700 těžce raněných a vznik rozsáhlých lesních požárů.
- ↳ USA – v roce 1992 v oblasti Duluth při havárii na železnici došlo k úniku aromatických látek, butadienu a propylenu. V historii USA se jedná o havárii s největším počtem evakuovaných obyvatel.
- ↳ USA – v roce 1992 v oblasti Superior došlo k havárii vlaku s únikem 80 000 litrů benzenu do řeky. Evakuováno bylo 25 tisíc osob.
- ↳ USA – v roce 1996 ve městě Alberton ve státě Montana při železniční havárii došlo k úniku přibližně 59 tun chlóru. Zasaženo bylo 350 osob, jedno úmrtí a přes 1 000 osob bylo evakuováno.
- ↳ Velká Británie – v roce 1999 ve městě Londýn došlo po srážce dvou vlaků k úniku a vznícení nafty. Na následky havárie zemřelo 70 lidí.

- ↳ USA – v roce 2002 ve městě Festus ve státě Missouri došlo k úniku chlóru v zařízení, odkud cisterny chlór převážely do jiných oblastí. Lékařskou pomoc vyhledalo 63 lidí a ošetřeni byli i tři zaměstnanci.
- ↳ USA – v roce 2005 v oblasti Graniteville došlo k úniku chlóru při srážce dvou vlaků. Při této havárii zemřelo 9 lidí, 250 jich bylo zasaženo nebezpečnou chemickou látkou a 5 400 osob bylo evakuováno.
- ↳ Ukrajina – v roce 2007 ve městě Lvov došlo k úniku oxidů fosforu při požáru vykolejeného vlaku převážejícího bílý fosfor. Následkem byla nutná evakuace u 815 obyvatel a hospitalizováno bylo 20 lidí [1,7].

Exploze zemního plynu v Baškirii (3. 6. 1989, Rusko)

Za kombinací dvou faktorů stála tato železniční tragédie. Podél železniční trati vedl plynovod, který byl lopatou rýpadla poškozen, a proto docházelo k úniku zemního plynu. V daném okamžiku se na trati míjely dva rychlíky a v ten moment se projevil druhý faktor. Jiskra z projíždějících rychlíků a vzduchová vlna vytvořená míjejícími se vlaky iniciovala výbuch nahromaděného plynu. Výbuch byl tak velkých rozměrů, že rozmetal obě soupravy, vyvrátil stromy do vzdálenosti několika kilometrů a zapálil okolní lesy. Následkem bylo 575 mrtvých vyproštěných z trosek vlaků a přes 1 000 cestujících utrpělo vážnější zranění [1].

Železniční havárie v Albertonu (11. 4. 1996, USA)

Ve státě Montana došlo k vykolejení 19 železničních vagonů, z nichž 6 obsahovalo nebezpečné chemikálie. Čtyři vagony převážely chlór, přičemž jeden z nich byl porušen a následoval únik přibližně 59 tun chlóru. Z dalších vagonů vytekla draselná sůl kyseliny p-hydroxybenzoové a chlorečnan sodný. Postiženo bylo nejméně 350 osob, jedno úmrtí a přes 1000 osob bylo

evakuováno. Státní silnice byla na 19 dní uzavřena a kamiony musely používat 200 mil dlouhou objížďku [7].

Únik chlóru ve Festusu (14. 8. 2002, USA)

Ve státě Missouri, konkrétně ve městě Festus, došlo k úniku 22 tun chlóru z železniční cisterny v zařízení DPC Enterprises. DPC Enterprises zásobuje nejbližší metropolitní město St. Louis chlórem ke komerčnímu a průmyslovému využití. Plyn unikal tři hodiny a příčinou byla prasklá hadice, která plyn přečerpává z cisterny do zásobníků. Následkem nehody vyhledalo 63 lidí lékařskou pomoc, včetně zaměstnanců zařízení a 3 lidé byli hospitalizováni. Část přenosové hadice byla vyrobená z nerezové oceli, která je náchylná ke korozi a vlivem chlóru došlo k jejímu oslabení. Podle odborníků by měla mít hadice vnitřní teflonovou vložku, která by byla zesílená vnější kovovou pletení. Tento materiál je odolný i vůči kapalnému chlóru [6].

Únik chlóru v Graniteville (6. 1. 2005, USA)

Jedná se o jednu z největších železničních tragédií s únikem nebezpečných látek v historii USA. Příčinou byla lidská chyba, kdy obsluha nasměrovala vlak převážející 42 nákladních vagónů a cisteren na odstavnou kolej, kde se v tu chvíli nacházel jiný nákladní vlak. Došlo ke srážce a následnému vykolejení obou lokomotiv. Srážka zapříčinila protržení jedné z cisteren, která obsahovala 90 tun chlóru. Na následky úniku toxického plynu zemřelo 9 lidí, 250 osob muselo být ošetřeno vzhledem k intoxikaci. Na dobu dvou týdnů bylo evakuováno 5 400 obyvatel, než se zcela okolí tragédie dekontaminovalo [1].

2.4 Chlór – UN kód 1017

Nachází široké uplatnění v chemickém průmyslu při výrobě hnojiv, získávání kovů z rud, rafinaci petroleje, a také jako účinný prostředek pro bělení prádla či papíru. Chlór se používá jako desinfekce k úpravě vody. V průmyslu tvoří důležitý produkt pro výrobu vinylchloridu, polyuretanů a polykarbonátů. Je součástí čisticích a desinfekčních prostředků a rozpouštědel. Ve velkém množství se používá v papírenském průmyslu [8,9,10].

2.4.1 Vlastnosti a nebezpečí chlóru

Chlór je jedovatý, žlutozelený, nehořlavý plyn, ostře štiplavého zápachu. Patří mezi silná oxidační činidla s korozivními účinky. Plyn je nedýchatelný a toxický, a již při malém množství silně dráždí ke kašli. Vysoké koncentrace plynného chlóru působí silně žíravě na pokožku, což může mít za následek zarudnutí pokožky až tvorbu puchýřů. Ve zkapalněném stavu je chlór světlá bezbarvá kapalina způsobující omrzliny při styku s kůží. Látka nehoří, ale podporuje hoření. Reaguje prudce a výbušně s mnoha látkami, včetně paliv. Může způsobit vznícení zápalných látek jakými je např. dřevo, papír, olej, oděvy, atd [8,9,10].

Při uvolňování plynu se tvoří velké množství studené mlhy a jedovaté směsi. Je 2,5 krát těžší než vzduch a šíří se při zemi, má vysokou kritickou teplotu, takže se snadno zkapalňuje i bez ochlazování. Organické látky mohou v plynném chlóru hořet a některé hořlavé látky tvoří s chlórem výbušné směsi, např. vodík [8,9,10].

Při otravě chlórem se dostavuje pálení očí, nosní a hrtanové sliznice, slzení, kašláním, zvracením, nevolnost, bronchitida, dýchací potíže, selhání srdce

a krevního oběhu, zástava dýchání. Při dlouhodobé inhalační expozici chlóru se může vyvinout chronická bronchitida a rozedma plic, snižuje se odolnost organismu proti běžným nemocem respiračního traktu. Plyn vyvolává těžké poleptání očí a podráždění kůže až tvorbu puchýřů. Kontakt s kapalinou může způsobit omrzliny. Při vysoké expozici může dojít ke vzniku toxického edému plic, a to i po delší době latence od nadýchání plynného chlóru [8,9,10].

↳ **Standardní věty o nebezpečnosti (H-věty)**

- *H270 – může způsobit nebo zesílit požár; oxidant*
- *H280 – obsahuje plyn pod tlakem; při zahřívání může vybuchnout*
- *H315 – dráždí kůži*
- *H319 – způsobuje vážné podráždění očí*
- *H330 – při vdechování může způsobit smrt*
- *H335 – může způsobit podráždění dýchacích cest*
- *H410 – vysoce toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky*

2.4.2 Opatření a první pomoc

Při úniku látky obecně pro zasahující složky platí, že používají přetlakový samostatný dýchací přístroj a protichemický ochranný oděv, specificky doporučený výrobcem. Uniklé látky se nedotýkají, ani po ní nechodí. Je důležité zabránit kontaktu se zápalnými látkami, kterými mohou být papír, dřevo či oleje. K omezení množství par a rozšíření se uniklého plynu se používají roztráštěné vodní proudy. Jestliže hoří nádrž, železniční vůz nebo nákladní cisterna, doporučuje se uzavřít oblast v okruhu 800 metrů ve všech směrech. V tabulce 5 je uvedeno podle databáze Medis Alarm, do jaké vzdálenosti se doporučuje provést počáteční izolaci a ochranná opatření [8,9,10].

Tabulka 5 Vzdálenosti izolace a ochranných opatření při velkém úniku [8]

UN 1017 - Chlór: velký únik

Přepravní nádoba	Izolace ve všech směrech (m)	Ochrana osob po směru větru ve dne			Ochrana osob po směru větru v noci		
		Slabý vítr (< 10 km/h)	Střední vítr (10 - 20 km/h)	Silný vítr (> 20 km/h)	Slabý vítr (< 10 km/h)	Střední vítr (10 - 20 km/h)	Silný vítr (> 20 km/h)
železniční cisterna	1000	9.9	6.4	5.1	11+	9	6.7
silniční cisterna nebo návěs	600	5.8	3.4	2.9	6.7	5	4.1
Multiple ton cylinders	300	2.1	1.3	1	4	2.4	1.3
více malých nádob	150	1.5	0.8	0.5	2.9	1.3	0.6

↳ **První pomoc**

Vedle okamžitého opuštění zamořené oblasti a ochrany dýchacích cest maskou je nutno dbát na minimalizaci pohybu zasaženého. Při velmi vážných problémech s dýcháním je nutno co nejdříve podat zasaženému kyslíkovou masku. Při potřísnění zkapalněným plynem nebo vodným roztokem chlóru je nutné svléci zasažený oděv a místa důkladně oplachovat vodou. Postiženého je třeba co nejrychleji předat k lékařskému ošetření. Základním terapeutickým opatřením je včasné zahájení inhalace kyslíku, tzv. oxygenoterapie. Při projevech silného podráždění horních cest dýchacích lze kyslík mísit s parami 5% mentolového lihu [8,9,10].

↳ **Pokyny pro bezpečné zacházení (P-věty)**

- P220 – uchovávejte/skladujte odděleně od oděvů /.../ hořlavých materiálů
- P244 – udržujte ventily i příslušenství čisté – bez olejů a maziv
- P260 – neodechněte prach, dým, plyn, mlhu, páry, aerosoly
- P261 – zamezte vdechování prachu, dýmu, plynu, mlhy, par, aerosolů
- P264 – po manipulaci důkladně omyjte ...
- P271 – používejte pouze venku nebo v dobře větraných prostorách
- P273 – zabraňte uvolnění do životního prostředí

- P280 – použijte ochranné rukavice, ochranný oděv, ochranné brýle, obličejový štít
- P284 – v případě nedostatečného větrání použijte vybavení pro ochranu dýchacích cest
- P304 + P340 – PŘI VDECHNUTÍ: přeneste osobu na čerstvý vzduch a ponechte ji v poloze usnadňující dýchání
- P305 + P351 + P338 – PŘI ZASAŽENÍ OČÍ: několik minut opatrně vyplachujte vodou; vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny
- P312 – necítíte-li se dobře, volejte toxikologické informační středisko, lékaře
- P362 + P364 – kontaminovaný oděv solékněte a před opětovným použitím vyperte
- P370 + P380 + P375 – v případě požáru: vyklid'te prostor; kvůli nebezpečí výbuchu haste z dostatečné vzdálenosti
- P376 – zastavte únik, můžete-li tak učinit bez rizika
- P403 + P233 – skladujte na dobře větraném místě; uchovávejte obal těsně uzavřený
- P405 – skladujte uzamčené
- P410 + P403 – chraňte před slunečním zářením; skladujte na dobře větraném místě [8,9,10]

3 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

Cílem této práce bude vyhodnocení dopadů na okolní prostředí, které nastanou při úniku chlóru z železniční cisterny na vlakovém nádraží Černošice. Dalším cílem bude porovnání výsledků plynoucích ze simulace železniční nehody pomocí softwarových nástrojů TerEx a Aloha. Za další budou navržena vhodná opatření na ochranu obyvatelstva za spolupráce s HZS, stanicí Radotín.

3.1 Hypotézy

- Hypotéza č. 1 – koncentrace chlóru při simulovaném úniku překročí hodnotu, která bezprostředně může ohrožovat obyvatelstvo na zdraví a životě.
- Hypotéza č. 2 – v případě nehody s únikem chlóru použitým při simulaci by evakuace všech obyvatel nemohla být provedena včas.
- Hypotéza č. 3 – mezi programy TerEx a Aloha je ve výsledcích okruh evakuace o více než 100 metrů rozdílný.
- Hypotéza č. 4 – Jednotka sboru dobrovolných hasičů Černošice-Mokropsy nemá dostatek osobních ochranných prostředků a vybavení pro případ nehody s únikem nebezpečné chemické látky.

4 METODIKA

Při zpracování této práce byla provedena analýza literárních zdrojů, kterými byly především různé knižní publikace zabývající se problematikou nebezpečných chemických látek, předpisy, zákony, webové stránky a vědecké články. Mezi důležité zdroje dat patřila například databáze chemických látek Medis Alarm, Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí a dopravní informační systém Ministerstva dopravy DOK.

Pro naplnění cílů praktické části této práce bylo využito softwarových nástrojů TerEx a Aloha, které umožňují namodelovat únik chlóru při železniční nehodě. Vstupní data a celkový scénář nehody se co nejvíce blížil reálným hodnotám, vycházejících z již v minulosti nastalých nehod. Dle portálu Českého hydrometeorologického ústavu byla zadána další potřebná data, jakými je například průměrná teplota v daném měsíci, kdy proběhla simulace. Vhodná opatření na ochranu obyvatelstva byla konzultována s velitelem čety HZS ze stanice Radotín a s operačním důstojníkem HZS Středočeského kraje. Dále byly použity informace z poplachového plánu a Bojového řádu jednotek požární ochrany.

4.1 TerEx

Software TerEx (Teroristický Expert) vyvinula společnost T-Soft a je určen pro rychlý odhad následků průmyslových havárií, úniků nebezpečných látek, teroristických útoků a následků útoků chemickými, biologickými a jadernými zbraněmi. Má rozsáhlé využití pro operativní jednotky Integrovaného záchranného systému jak přímo na místě, tak i v řídicím středisku. Předpověď následků je založena na konzervativní prognóze – výsledky odpovídají takovým podmínkám, při kterých dojde k maximálním možným následkům (nejhorší varianta). Tento program nabízí devět základních modelů

mimořádných událostí, které pokrývají různé typy havárií a teroristických útoků, a dále seznam nebezpečných látek, který při těchto událostech připadá v úvahu. TerEx má návaznost na geografický informační systém, takže výsledky je možno přímo zobrazovat v mapách. Základními zdroji informací v TerExu jsou:

- havarijní události, což jsou uložené datové zdroje o již řešených případech;
- havarijní modely, popisující chování a šíření látek;
- databáze nebezpečných látek, která obsahuje kompletní informaci o charakteru a vlastnostech látky nejen z hlediska ohrožujících vlivů.

Dále pak máme k dispozici výstupy:

- zákresy do mapových podkladů;
- grafy výsledků výpočtu;
- exporty a tisky výsledků výpočtů [11].

4.1.1 Modely programu TerEx

- **Nebezpečné chemické látky**
 - ↳ TOXI – dosah a tvar oblaku dle koncentrace toxické látky.
 - ↳ UVCE – působnost vzdušné rázové vlny, vyvolané detonací směsi látky se vzduchem.
 - ↳ PLUME – déletrvající únik plynu do oblaku, únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku, pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku.
 - ↳ PUFF – jednorázový únik plynu do oblaku, únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku.
 - ↳ FLASH FIRE – velikost prostoru ohrožení osob plamennou zónou (efekt Flash Fire, Jet Fire, Pool Fire).
- **Výbušné systémy**

↳ EXPLOSIVE – možné dopady detonace výbušných systémů, založených na kondenzované fázi, použité s cílem ohrožení okolí detonace.

- **Otravné látky** [12]

Pro modelaci železniční nehody v této práci byl využit zmíněný model PUFF.

4.2 Aloha

Nástroj ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) je nástroj pro modelování úniků nebezpečných (toxických, hořlavých, výbušných) látek do atmosféry. Na základě řady vstupních údajů a externích vlivů modeluje nebezpečnou zónu (Threat zone), kde nastává ohrožení vlastnostmi uniklé látky. Funkce programu je v mnohém totožná s programem TerEx, z čehož vyplývá i jeho nasazení v obdobných situacích. Od aktuální verze TerExu se odlišuje menším počtem látek v základní databázi, naopak z hlediska modelů šíření se jedná o velmi propracovaný a kvalitní nástroj. Možností zobrazit zákresy pouze v prostředí GIS systémů MAPLOT a ArcView se mohou zdát omezené, nicméně rozsah a možnosti numerických výsledků a výpočtů staví ALOHA na úroveň nástrojů vyšší kvality. Tato aplikace je na rozdíl od komerčního produktu TerEx šířena zdarma. Vyvinula ji americká agentura U.S. EPA (United States Environmental Protection Agency). Pro rozšíření základních vlastností programu jsou k dispozici zdarma další programy, kterými jsou databáze látek CAMEO a jednoduchý GIS prohlížeč MAPLOT, který umožňuje přenést grafické výstupy z programu na mapový podklad [13].

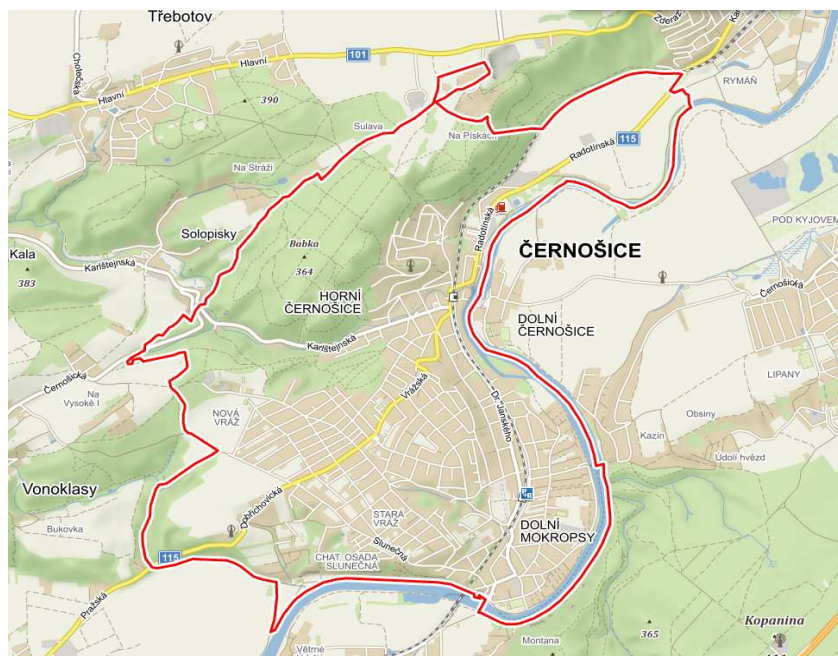
Program nám umožňuje zadat podrobnosti o skutečném nebo potenciálním uvolnění chemikálie a poté vytvoří odhady zón ohrožení pro různé typy nebezpečí. Nebezpečné zóny ohrožení se zobrazí na tzv. mřížce a následně

mohou být přeneseny do map v aplikaci MARPLOT, Esri's ArcMap, Google Earth a Google Maps. Kromě mřížky se výsledky zobrazují také v tabulce, která je rozdělena na tři barevně rozlišené nebezpečné zóny ohrožení. Červená zóna představuje nejhorší úroveň nebezpečí a přímé ohrožení zdraví osob. U oranžové a žluté zóny se nebezpečí v dané oblasti snižuje. Většinou zde dochází k varování, evakuaci a jiným ochranným opatřením [14].

5 VÝSLEDKY

5.1 Černošice a jejich charakteristika

Černošice se řadí mezi obce s rozšířenou působností nacházející se ve Středočeském kraji, v okrese Praha-Západ. Pod jejich působnost spadá 79 obcí. Město dnes tvoří tři části, konkrétně: Horní Černošice, Dolní Mokropsy a Vráž. Černošice dosahují 211 metrů nadmořské výšky a bydlí zde téměř 7 000 obyvatel. Od centra hlavního města Prahy leží přibližně 18 km jihozápadním směrem. Do hlavního města jezdí denně velký počet obyvatel, kteří využívají jak silniční, tak železniční dopravu. Po pozemní komunikaci zde vede silnice II. třídy 115, která prochází částí Praha-Radotín. Přes Černošice se line známý železniční koridor, trať 171, vedoucí od Berouna, přes Prahu až do Českého Brodu. Černošice mají dvě vlaková nádraží, která jsou dosti frekventována a ve velkém množství využívána obyvatelstvem města [15,16].



Obrázek 4 Mapa značící polohu Černošic [17]

5.2 Simulovaná železniční nehoda s únikem chlóru

Dne 6. 8. 2017 došlo k úniku chlóru z železniční cisterny na vlakovém nádraží Černošice. Šlo o výjimečnou situaci, kdy bylo zapotřebí odklonit jedoucí vlak do Spolany Neratovice na jinou trať. Železniční cisterna projížděla proto přes obce Černošice, Roztoky, Libčice nad Vltavou až do Neratovic. Z důvodu sesuvu svahu, nacházejícího se u nádraží nemohla železniční cisterna dále pokračovat v jízdě a byla nucena zastavit. Kvůli vandalům došlo k poškození a uvolnění ventilu na cisterně. Následně se z ventilu začala odpařovat a šířit do okolí nebezpečná chemická látka identifikovaná jako chlór. Stalo se tak v odpoledních hodinách, kdy na nádraží čekalo na vlak asi dvacet lidí.

Modelová situace je nyní vyhodnocena pomocí dvou programů, a to TerEx a Aloha. K modelaci je použita verze programu TerEx 3.1.1, která je dostupná v budově ČVUT na Fakultě biomedicínského inženýrství na katedře zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva. Po zadání vstupních dat jsou následující výsledky přeneseny do mapových podkladů i grafů a vyhodnoceny nebezpečné zóny.

5.2.1 Vstupní informace k modelaci nehody v programu TerEx

Tento program není náročný na množství potřebných dat pro výpočet výsledku. Jednoduché je také zadávání vstupních dat a je proto dobrou volbou pro rychlé předběžné zhodnocení nastalé mimořádné události.

- Model: PUFF - jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku;
- látka: chlór;
- teplota kapaliny v zařízení: 20 °C;
- celkové uniklé množství kapaliny: 12000 kg;
- rychlost větru v přízemní vrstvě: 4 m/s;
- pokrytí oblohy oblaky: 50 %;
- doba vzniku a průběhu havárie: den – léto;
- typ atmosférické stálosti: B – konvekce;
- typ povrchu ve směru šíření látky: obytná krajina.

The screenshot shows the TerEx software interface for a PUFF model simulation. The window title is "TerEx - : PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do ...". The main content area is divided into several sections:

- Látka: Chlór** (Substance: Chlorine)
- Skupenství: Kapalný plyn** (Phase: Gaseous liquid)
- Model: PUFF**
- Rychlost úniku kapalin ze zařízení** (Leakage rate from the device):
 - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku
 - Déletrvajícím únikem vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku
- Teplota kapaliny v zařízení** (Temperature of the liquid in the device):
 - 20 °C
 - 68.00 F
- Celkové uniklé množství kapaliny** (Total leaked amount of liquid):
 - 12000 kg
 - 26455.03 lb
- Rychlost větru v přízemní vrstvě** (Wind speed in the ground layer):
 - 4 m/s
 - 13.12 ft/s
- Pokrytí oblohy oblaky** (Cloud cover):
 - 50 %
- Charakter úniku kapaliny ze zařízení** (Character of liquid leakage from the device):
 - Sprejový efekt
- Doba vzniku a průběhu havárie** (Time of occurrence and course of the accident):
 - Noc, ráno nebo večer
 - Den - Léto
 - Den - Zima
 - Den - Jaro
 - Den - Podzim
- Typ povrchu ve směru šíření látky** (Type of surface in the direction of substance spread):
 - Rovina
 - Kultivovaná krajina
 - Průmyslová plocha
 - Zemědělská krajina
 - Obytná krajina

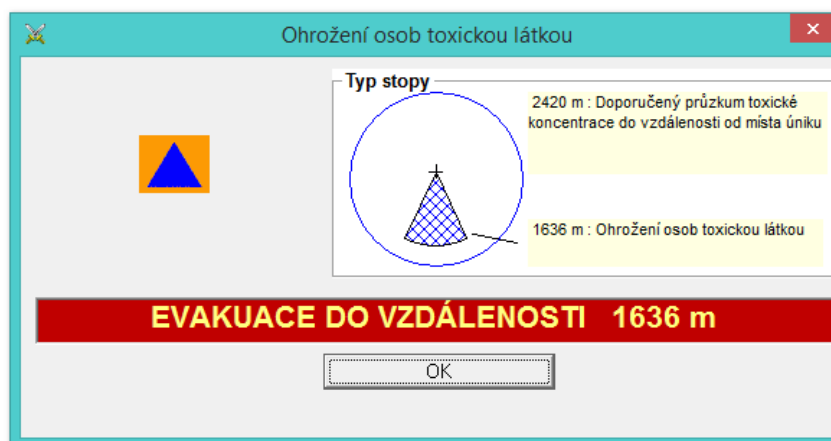
At the bottom of the window, there are navigation buttons: a back arrow, a left arrow, a "Základní" (Basic) button, and a "Výpočet" (Calculate) button with a laptop icon.

Obrázek 5 Vstupní data v programu TerEx [TerEx, verze 3.1.1]

5.2.2 Výsledky modelace v programu TerEx

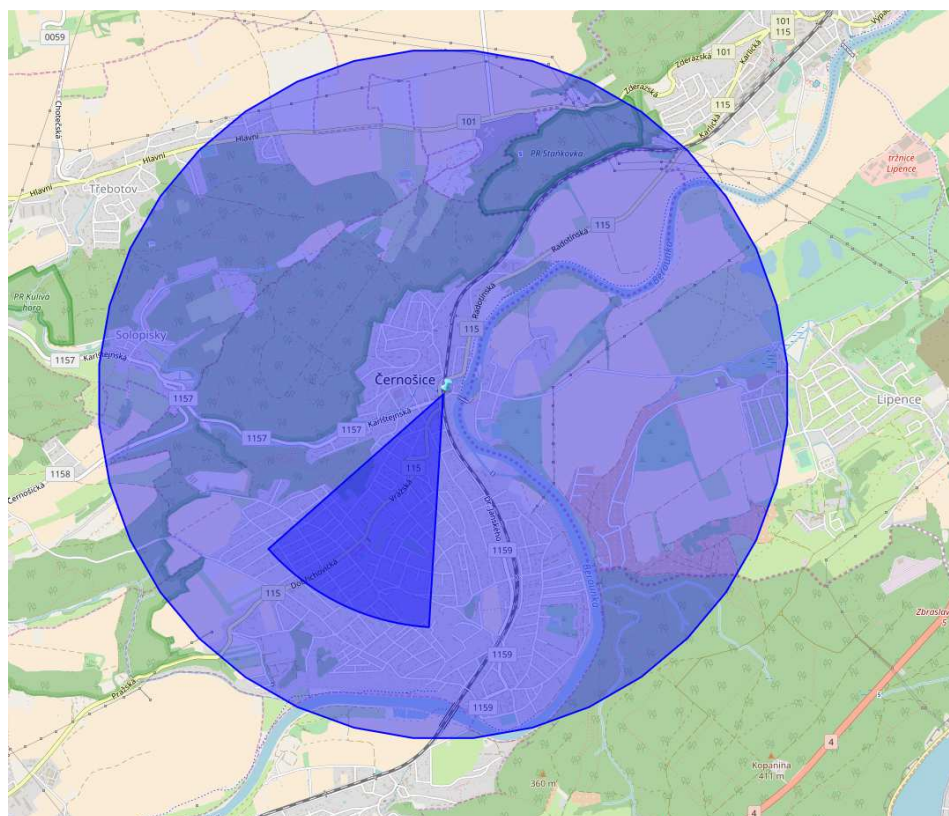
Výsledkem programu byla určena vzdálenost ohrožení osob toxickou látkou a nezbytná evakuace na vzdálenost 1636 m. Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku byl vypočten na 2420 m. Program TerEx stanovil koncentraci, kde je potřeba nezbytná evakuace osob na 82,17 mg/m³. Pro porovnání výsledků s programem Aloha byla koncentrace pomocí koeficientu přepočtu stanovena na 28,266 ppm. Koncentrace IDLH byla stanovena na 29 mg/m³, což vychází po přepočtu na 10 ppm. Stejná koncentrace IDLH vyjde ve výsledcích i v programu Aloha, viz níže. Vzorec, podle kterého bylo počítáno, je stanoven takto: $X_{\text{ppm}} = Y_{\text{mg/m}^3} * 24,45 / M$

$$28,266 = 82,17 * 24,45 / 70,91$$



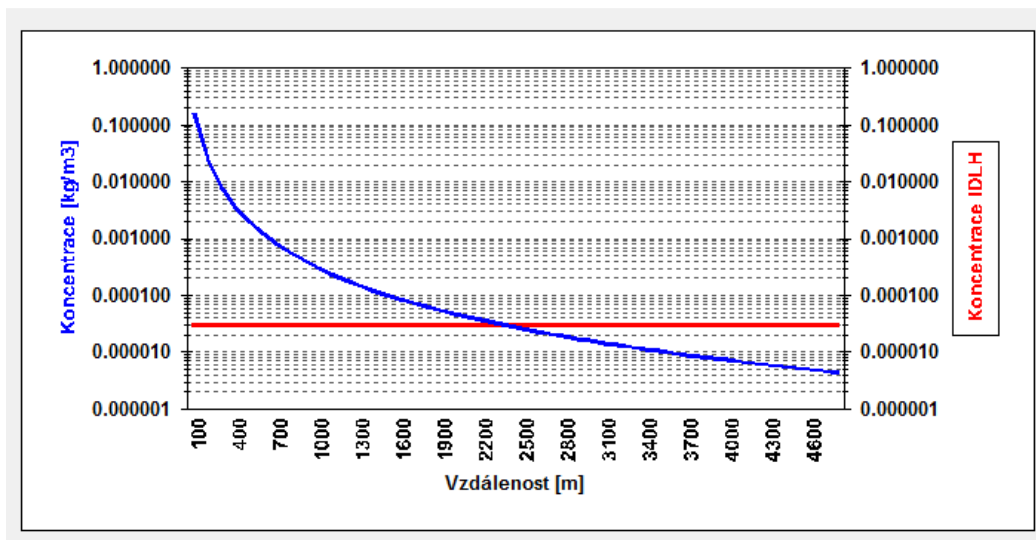
Obrázek 6 Výstupní data programu TerEx [TerEx, verze 3.1.1]

Na obrázku 7 jsou znázorněny výstupy z programu TerEx na mapovém podkladě. Tmavě modrá výseč značí nejvyšší koncentraci uniklého chlóru stanovenou na 28,266 ppm. V této oblasti hrozí vážné poškození zdraví nebo bezprostřední ohrožení života obyvatelstvu zde se nacházejícímu. Proto je zde nutná evakuace, která je programem stanovena do vzdálenosti 1636 m. Světle modrá plocha v kružnici znázorňuje oblast pro doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti 2420 m od místa úniku.



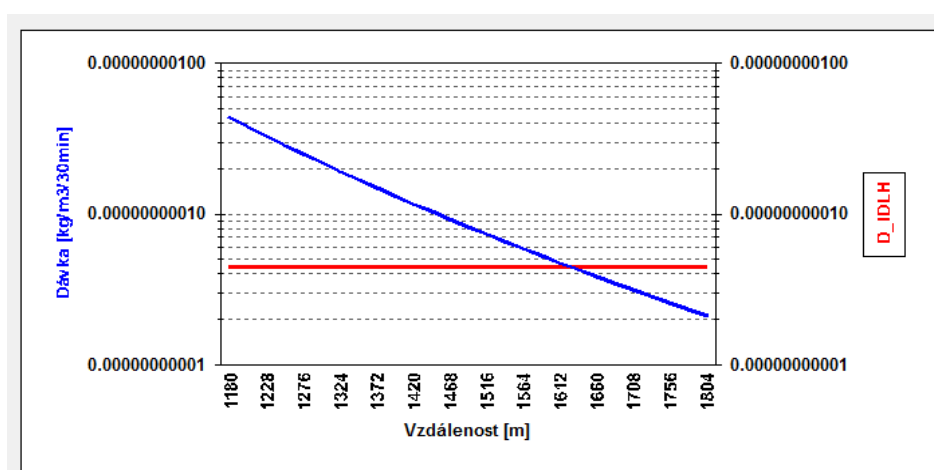
Obrázek 7 Toxické ohrožení ve výšcích na mapovém podkladě [TerEx, verze 3.1.1]

Na obrázku 8 je znázorněna závislost koncentrace uniklého chlóru na vzdálenosti od místa úniku. Tuto závislost značí modrá křivka. Křivka je vyjádřením toho, jak se s rostoucí vzdáleností mění účinek uniklého chlóru. Červená křivka je vyjádřením nejvyšší hladiny koncentrace chlóru, která je pro zdraví a život člověka bezprostředně nebezpečná, značená jako koncentrace IDLH. Z grafu vyplývá, že s rostoucí vzdáleností klesá koncentrace uniklé nebezpečné látky. V případě, že koncentrace chlóru klesne pod červenou křivku, jedná se o oblast, v níž je taková koncentrace chlóru, která není pro zdraví a život člověka nebezpečná. Taková koncentrace se v tomto případě nachází až ve vzdálenosti 2420 m od místa úniku.



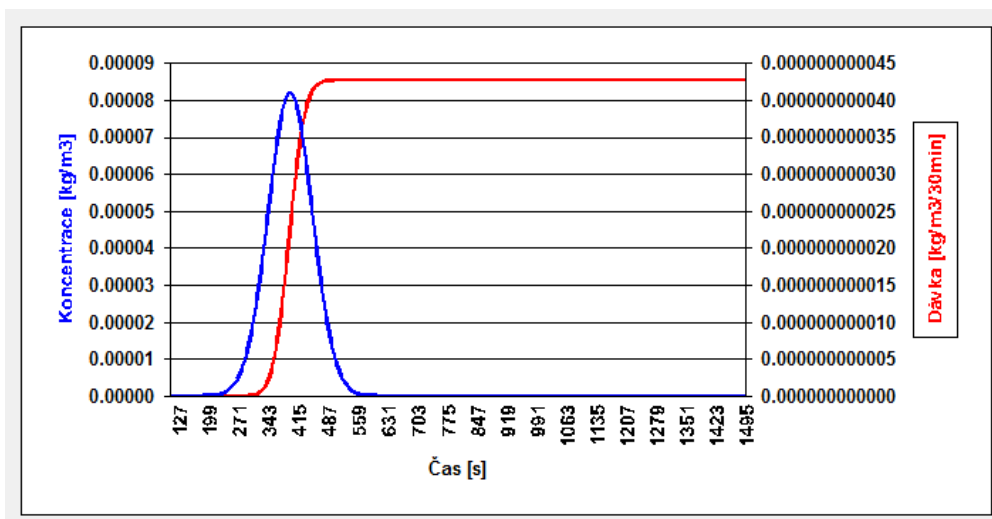
Obrázek 8 Závislost koncentrace nebezpečné látky na vzdálenosti od místa úniku [TerEx, verze 3.1.1]

Modrá křivka na obrázku 9 značí závislost dávky uniklého chlóru na vzdálenosti. Červená křivka je vyjádřením mezní hladiny koncentrace chlóru, označená jako D_IDLH, která bezprostředně ohrožuje lidské zdraví. Protnutí těchto dvou linií vyjadřuje vzdálenost, do které je nutné provedení bezprostřední evakuace osob, kterou program vyhodnotil do vzdálenosti 1636 m od místa úniku.



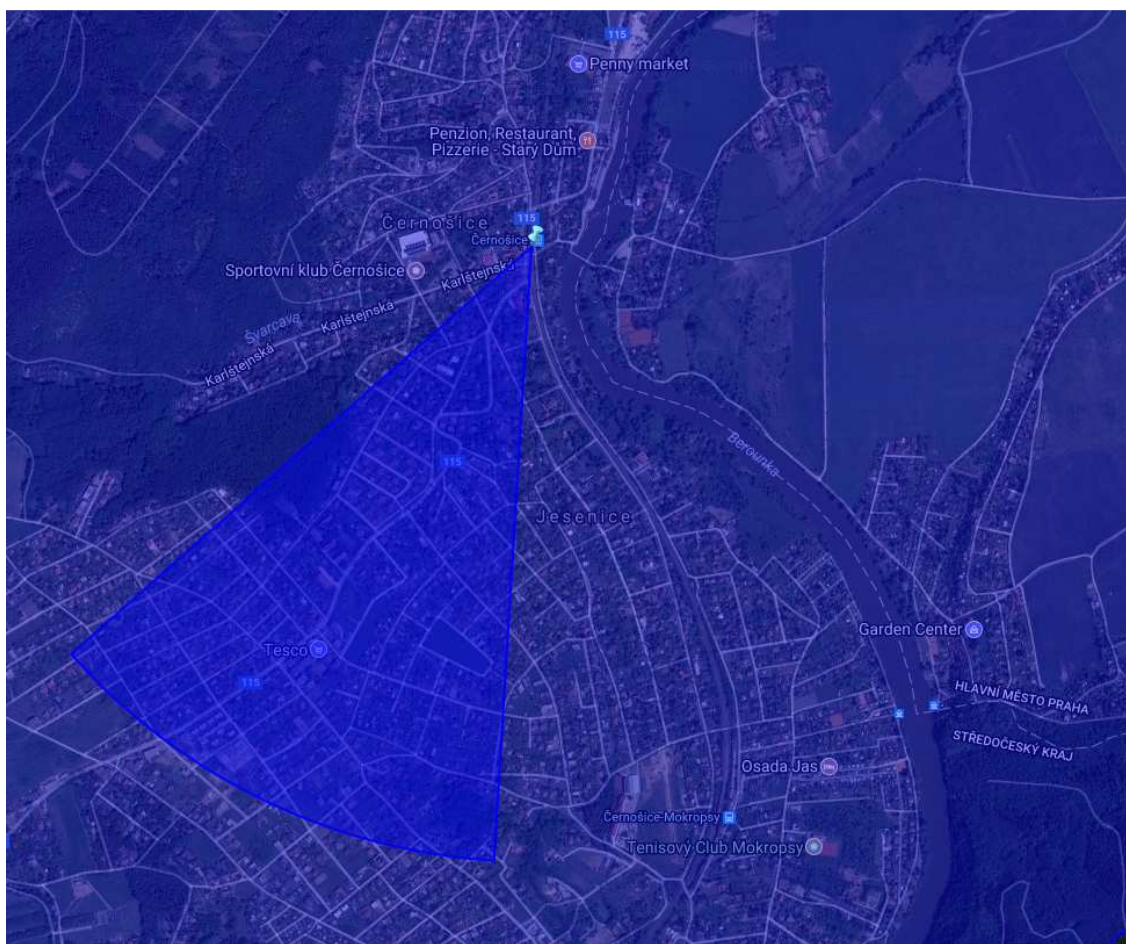
Obrázek 9 Závislost dávky nebezpečné látky na vzdálenosti [TerEx, verze 3.1.1]

Časová závislost koncentrace toxické látky a celkové dávky ve vzdálenosti nezbytné evakuace osob při úniku chlóru je znázorněna na obrázku 10. Maximální koncentrace chlóru činí přibližně $0,082 \text{ g/m}^3$. Této koncentraci bude dosaženo zhruba za 7 minut.



Obrázek 10 Časová závislost koncentrace toxické látky [TerEx, verze 3.1.1]

Obrázek 11 značí přibližnou zónu s nejvyšší koncentrací chlóru. Oblast zasahuje do hustě obydleného území, kudy prochází mimo jiné hlavní komunikace č. 115 vedoucí směrem do Dobřichovic. V nebezpečné zóně se nachází centrum Vráž, kde je na mapě vyznačen supermarket Tesco. Umístěna jsou tu zdravotnická zařízení, kde vykonávají služby praktičtí lékaři, dermatologové, oftalmologové, stomatologové a fyzioterapeuti. Jsou zde také budovy s kanceláři, různé obchůdky, oční optika a kavárna. Poblíž je umístěn domov s pečovatelskou službou a více restaurací. Relativně kousek od nádraží je zřízena mateřská školka, hotel Kazín a veterinární zařízení. V nebezpečné zóně se nachází spousta rodinných domů obyvatel obce.



Obrázek 11 Nebezpečná zóna s nejvyšší koncentrací uniklého chlóru [TerEx, verze 3.1.1]

5.2.3 Vstupní informace k modelaci nehody v programu Aloha

Aloha je z pohledu zadávání potřebného množství vstupních dat náročnějším programem, avšak výsledky jsou přesnější.

V menu *Site Data* byla zadána lokalita místa úniku nebezpečné chemické látky a specifikován čas a datum nehody. Dále bylo nutné zadat nadmořskou výšku, tzn. 211 m a GPS souřadnice v hodnotách 49,96 N a 14,32 E. Po zadání unikající chemické látky v menu *Chemical Data* bylo programem automaticky určeno CAS číslo, molekulární hmotnost a bod varu. Dále zóna ohrožení pro koncentraci látky v ovzduší s hodnotami AEGL-1: 0,5 ppm, AEGL-2: 2 ppm a AEGL-3: 20 ppm po dobu trvání 60 minut. Dále byla určena maximální

koncentrace toxické látky, které je schopen organismus se vystavit po dobu třiceti minut bez jakýchkoliv příznaků otravy a nezvratných účinků na zdraví jako IDLH: 10 ppm. V menu *Atmospheric Data* bylo zapotřebí upřesnit rychlost, směr větru a okolní teplotu. Rychlost větru byla 4 m/s a okolní teplota vzduchu byla stanovena na průměrnou hodnotu typickou pro toto období dle portálu Českého hydrometeorologického ústavu na 18°C. Dále upřesnit typ atmosférické stálosti, která byla ručně nastavena na konvekci – B, z důvodu sjednocení vstupních dat a následného porovnání s programem TerEx. Podle technické dokumentace vydané pro program Aloha je třídou B rozuměna mírně nestabilní atmosférická stálost.

<i>Wind Speed</i> at 10 meters (m s ⁻¹)	<i>Day</i>			<i>Night</i>	
	Solar Insolation			Cloud Cover	
	Strong	Moderate	Slight	>50%	<50%
<2	A	A - B	B	E	F
2 - 3	A - B	B	C	E	F
3 - 5	B	B - C	C	D	E
5 - 6	C	C - D	D	D	D
>6	C	D	D	D	D

Obrázek 12 Typy atmosférické stálosti [18]

Jako další byla určena členitost povrchu jako obydlená oblast. Zadána byla relativní vlhkost a pokrytí oblohy mraky na pět desetin. V menu *Source Strength* byly upřesněny parametry cisterny, z jak velkého otvoru uniká nebezpečná látka, množství a teplota přepravované látky v cisterně. Doba, za kterou unikne celkové množství, čili 12 tun chlóru z cisterny, byla stanovena programem na 27 minut. Chlór v cisterně je přepravován jako zkapalněný plyn pod tlakem a uniká z otvoru velikého o průměru 2 centimetry. Objem cisterny je 20 metrů krychlových a její velikost je 2x7 metrů. Teplota přepravované látky dosahuje 20°C, což je pro přepravu ideální.

SITE DATA:

Location: VLA KOVÉ NÁDRAŽÍ ČERNOŠICE, ČESKÁ REPUBLIKA

Building Air Exchanges Per Hour: 1 (user specified)

Time: August 6, 2017 1643 hours DST (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:

Wind: 4 meters/second from 30° true at 3 meters

Ground Roughness: urban or forest

Cloud Cover: 5 tenths

Air Temperature: 18° C

Stability Class: B (user override)

No Inversion Height

Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank

Non-flammable chemical is escaping from tank

Tank Diameter: 2 meters

Tank Length: 7 meters

Tank Volume: 20 cubic meters

Tank contains liquid

Internal Temperature: 20° C

Chemical Mass in Tank: 11,920 kilograms

Circular Opening Diameter: 2 centimeters

Opening is 0 meters from tank bottom

Release Duration: 27 minutes

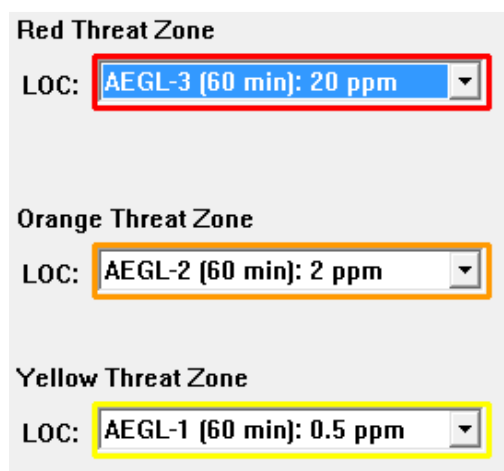
Max Average Sustained Release Rate: 466 kilograms/min

Total Amount Released: 11,920 kilograms

Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

5.2.4 Výsledky modelace v programu Aloha

Program Aloha počítá tři zóny ohrožení pro tři různé hodnoty koncentrace. Po specifikaci chemické látky, konkrétně chlóru, byly automaticky programem stanoveny koncentrace AEGL s hodnotami 20 ppm, 2 ppm a 0,5 ppm.



Obrázek 13 Tři zóny ohrožení s hodnotami AEGL [Aloha]

Nebezpečná zóna ohrožení s nejvyšší koncentrací chlóru s hodnotou 20 ppm byla vyhodnocena do vzdálenosti 1,4 kilometru. Zóna s koncentrací 2 ppm by dosahovala do vzdálenosti 4,6 km a nejméně nebezpečná zóna s koncentrací 0,5 ppm by se linula do vzdálenosti 9,2 km

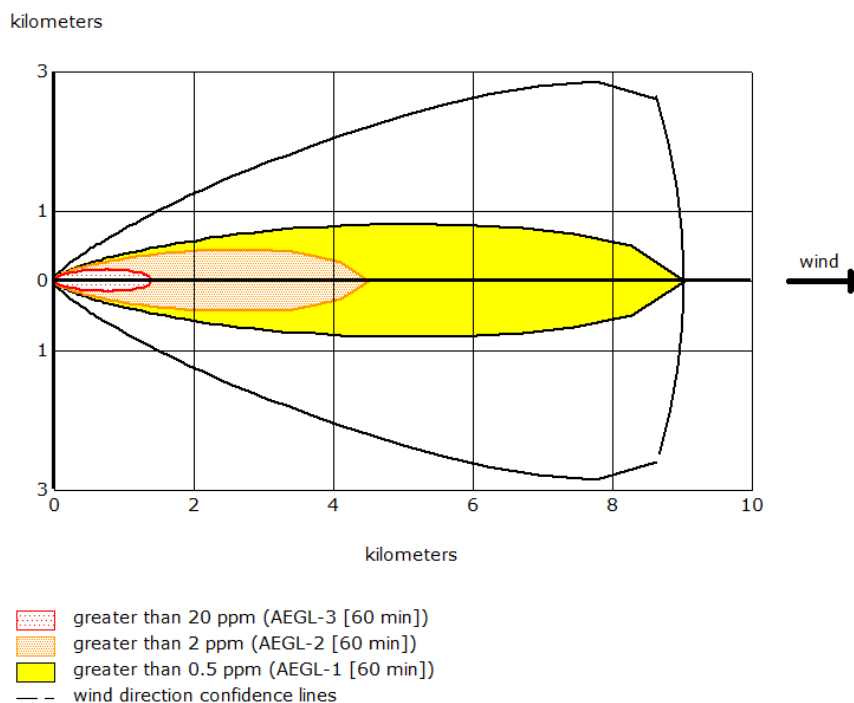
THREAT ZONE:

Model Run: Heavy Gas

Red: 1.4 kilometers --- (20 ppm = AEGL-3 [60 min])

Orange: 4.6 kilometers --- (2 ppm = AEGL-2 [60 min])

Yellow: 9.2 kilometers --- (0.5 ppm = AEGL-1 [60 min])



Obrázek 14 Grafické znázornění tří nebezpečných zón na mřížce [Aloha]

Na zóny ohrožení se dá pohlížet ze třech různých rovin pro možná rizika.

- ↳ Toxické ohrožení obyvatelstva;
- ↳ požární ohrožení (hořlavé výpary mraku);
- ↳ ohrožení explozí mraku.

Modelová situace s únikem chlóru se řadí mezi toxické ohrožení obyvatelstva, kde program Aloha nabízí využití hodnot AEGL nebo ERPG. Hodnoty AEGL vyjadřují působení toxické látky rozptýlené ve vzduchu, přičemž se zde rozlišují tři úrovně závažnosti účinků a různé časové úseky expozice. Měřit se dá na doby expozice od 10 minut až 8 hodin. V této modelaci je doba expozice 60 minut. Hodnoty ERPG jsou vztaženy pouze pro jednodinovou expozici s maximální koncentrací toxické látky a s domněním, že do této

hodnoty koncentrace by mohli být obyvatelé nechráněni. I zde se rozlišují tři úrovně závažnosti účinků [13].

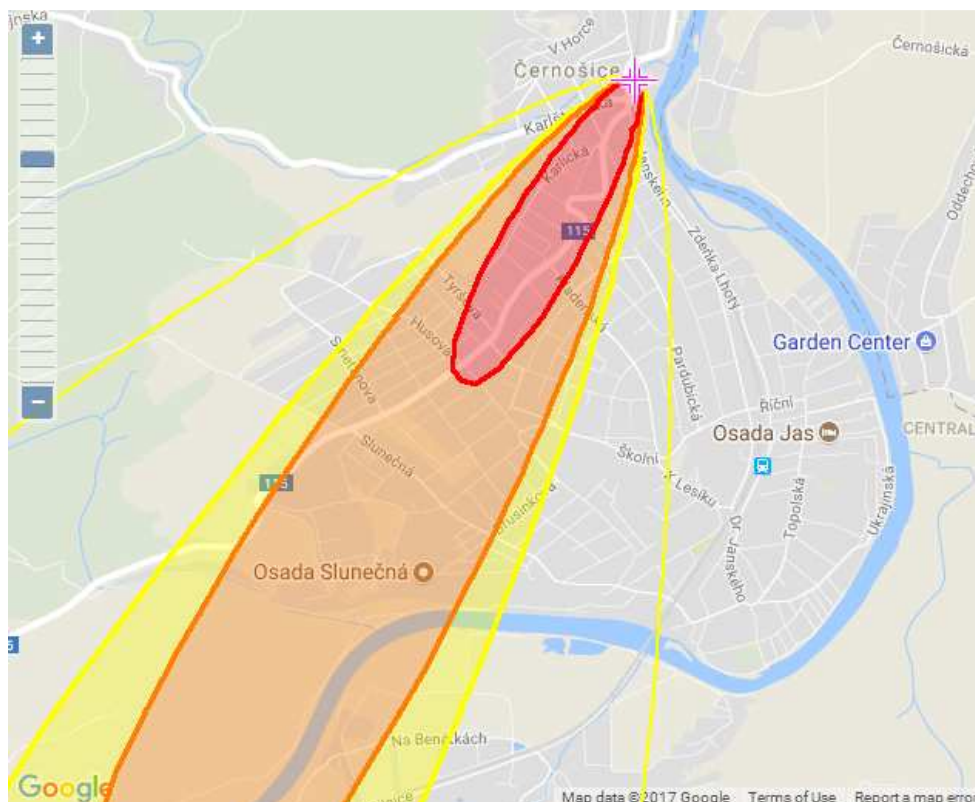
Databáze Medis Alarm uvádí orientační havarijní přípustné koncentrace a havarijní akční úrovně při úniku chlóru, které jsou uvedeny v tabulce 6.

Tabulka 6 Havarijní přípustné koncentrace a havarijní akční úrovně [8]

Havarijní přípustná koncentrace (ppm)		Havarijní akční úroveň (ppm)	
HPK - 10	HPK - 60	HAU - 20	HAU - 120
6	3	3	1

Havarijní přípustná koncentrace HPK–10, resp. HPK–60 je limitní koncentrace plynu, páry nebo aerosolu látky v ovzduší, které se mohou vystavit záchranáři při záchraně osob bez prostředků individuální ochrany po dobu 10 min, resp. 60 min. Havarijní akční úroveň HAU-20, resp. HAU-120 je limitní koncentrace plynu, páry nebo aerosolu látky v ovzduší, při které je nutné obyvatelstvo vyvést ze zamořeného prostoru do 20 min, resp. 120 min od zahájené inhalace [19].

Pomocí mapového nástroje Marplot byly vypočítané koncentrace toxické látky, včetně vyznačených zón ohrožení, přeneseny do mapy, kterou znázorňuje obrázek 15. Je zde vidět dosah nebezpečné zóny s nejvyšší koncentrací chlóru s hodnotou 20 ppm vyznačený červenou výsečí. Chlór by se v této koncentraci šířil po hlavní komunikaci číslo 115 vedoucí do Dobřichovic. Zóna s touto nejvyšší a nejnebezpečnější koncentrací by dosahovala přibližně k ulici Husova.



Obrázek 15 Výsledné zóny ohrožení na mapovém pozadí [Marplot]

Aby bylo možné interpretovat smysluplné výsledky, bylo zapotřebí sjednotit hodnoty koncentrací z obou softwarových programů. Ruční zadání hodnoty koncentrace umožňuje právě program Aloha. Na obrázku 16 je zobrazeno, jak se určitá specifikace zadání hodnoty dala provést.

Select Toxic Level of Concern:

Red Threat Zone

LOC:

ppm
 milligrams/cubic meter
 milligrams/liter
 grams/cubic meter

Obrázek 16 Ruční zadání hodnoty koncentrace látky [Aloha]

V tomto případě při koncentraci chlóru s hodnotou 28,266 ppm vyšla nebezpečná zóna v programu Aloha do vzdálenosti 1,2 km. Oproti předchozí modelaci s koncentrací 20 ppm, která byla automaticky programem pro nebezpečnou látku chlór takto nadefinována, se zóna ohrožení liší o 200 m.

Zbylé vzdálenosti zón ohrožení doporučené pro průzkum ohrožené oblasti zůstaly stejné.

THREAT ZONE:

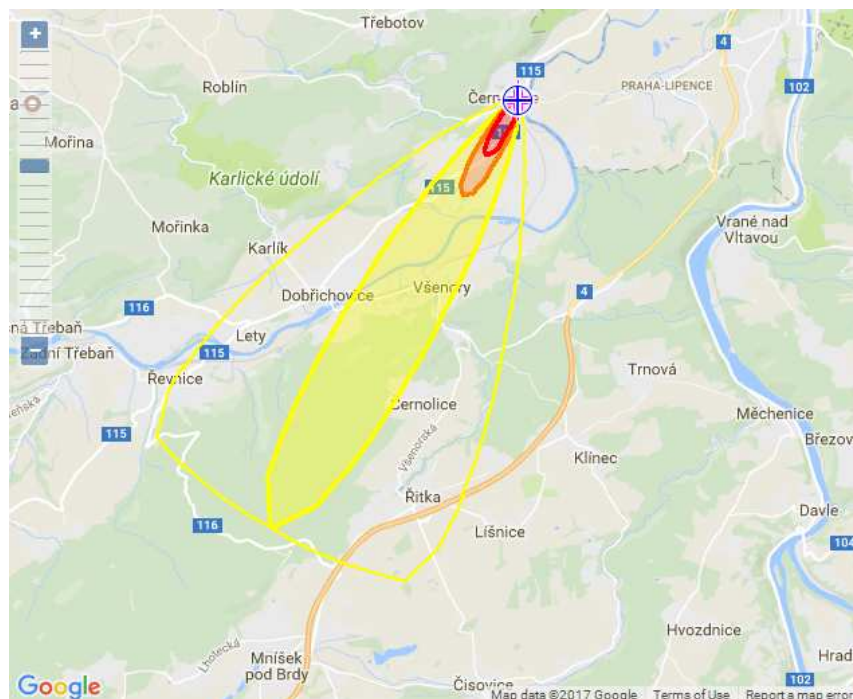
Model Run: Heavy Gas

Red: 1.2 kilometers --- (28.266 ppm)

Orange: 4.6 kilometers --- (2 ppm = AEGL-2 [60 min])

Yellow: 9.2 kilometers --- (0.5 ppm = AEGL-1 [60 min])

Na obrázku 17 jsou zobrazeny výsledky pro všechny tři zóny ohrožení. Nejvíce ohroženou oblastí s nejvyšší koncentrací chlóru zůstává část Horních Černošic a Vráže. Pokud by vanul vítr rychlostí 4m/s, jak bylo specifikováno ve vstupních datech, byla by malá koncentrace chlóru naměřitelná do více než 9 km. Z toho tudíž plyne, že by byly lehce postiženy i obce Všenory, Černolice, část Řevnic, Dobřichovic a Řitky. Při této koncentraci nejsou však obyvatelé ohroženi na životech.



Obrázek 17 Zóny ohrožení ve větším měřítku [Marplot]

5.3 Vyhodnocení rizik plynoucích ze simulované nehody

Vzhledem k tomu, že v simulaci byla vypočtena nebezpečná zóna s koncentrací chlóru 28,266 ppm zasahující dle programu TerEx do vzdálenosti přes 1,5 km, mohly by být zdravotní následky zcela fatální. Při takovéto koncentraci dochází během dvou minut ke křečovitému dýchání, zmodrání, nekoordinovanému pohybu, až k otoku plic. Z toho vyplývá, že akutně ohroženi na životech budou lidé čekající na nádraží, kteří se nachází v bezprostřední blízkosti od železniční cisterny a lidé přítomni v nejbližším okolí na venkovních prostranstvích. Koncentrace chlóru v nebezpečné zóně mnohonásobně překračuje hodnotu IDLH, která je stanovena na 10 ppm. Hodnota IDLH vyjadřuje nejvyšší hladinu koncentrace chlóru, která je pro zdraví a život člověka bezprostředně nebezpečná. Pokud takto vysoká koncentrace lidem nepřivodí smrtelné následky, mohou se u nich vyskytnout dlouhotrvající chronické obtíže s dýcháním a vzniknout může i astma. Při kontaktu se zkapalněným plynem může dojít ke vzniku omrzlin či podchlazení. Na zasaženém místě pokožky se mohou objevit puchýře, může nastat odumření tkáně a rozvinout se infekce. Samostatný plyn kůže dráždí a může ji popálit. Následkem bývá v některých případech jizva, která se již nikdy plně nezhojí. Při vysoké koncentraci, která nám v simulaci vyšla, může být ohrožen i zrak. Plyn dráždí oči už od koncentrace 1 ppm, tudíž při koncentraci dosahující více než 28 ppm může dojít k nezvratnému poškození očí a v nejhorších případech až ke slepotě. V zóně ohrožení, která by teoreticky dosahovala přes 4,5 km a o koncentraci 2 ppm by zdraví a život lidí bezprostředně ohroženo nebylo. Je však dáno, že při koncentraci 2 ppm lidé pociťují bolest hlavy, slabost, nevolnost, tlak a bolest na hrudi. Objektivně se příznaky vyznačují zarudnutím spojivek, kašlem a slzením. Tyto příznaky se objevují řádově už během 5-10 minut. V třetí zóně ohrožení, která dosahuje až na 9 km by byla naměřitelná koncentrace chlóru v hodnotě do 0,5 ppm.

Od této koncentrace může být plyn vnímán pod typickým zápachem, což by mohlo být bráno jako problém z hlediska vyvolání paniky u obyvatelstva a způsobeného chaosu. Při této koncentraci žádné ohrožení zdraví ale nehrozí [20].

Chlór se řadí mezi látky nebezpečné pro životní prostředí, jak poukazuje výstražný symbol nebezpečnosti. Standardní věta o nebezpečnosti H400 uvádí, že je chlór vysoce toxický pro vodní organismy. Podle databáze Medis-Alarm a bezpečnostního listu pro kapalný chlór by jako smrtelná koncentrace pro ryby stačilo přibližně 135 ppm. Téměř 100 metrů od vlakového nádraží protéká řeka Berounka. Zde by mohl být vodní tok ohrožen kontaminací kapalného chlóru, proto je nutné co nejrychleji únik zastavit a kontaminované prostředí vyčistit. Jelikož se kapalný chlór na vzduchu rychle odpařuje v plynnou fázi, myslím si, že nebezpečí kontaminace vodního toku kapalným chlórem se eliminuje na minimum. Ohrožena však může být okolní kanalizace a potrubí. Jako možné nebezpečí vidím v tom, že plyn je 2,5 krát těžší než vzduch a proto se bude šířit při zemi. Řeka se nachází pod úrovní nádraží, je v nižší nadmořské výšce a tudíž můžeme předpokládat, že plyn by se zde šířil a ohrožoval i tuto část okolí.

Ačkoliv je chlór samotný nehořlavý, tak jak uvádí výstražný symbol nebezpečnosti, patří mezi oxidační látky podporující hoření. Chlór je silné oxidační činidlo a s mnoha látkami, organickými a hořlavými materiály může dojít ke vznícení, hoření či k výbuchu. Pokud by byla železniční cisterna vystavena nadměrnému teplu, mohla by explodovat. Zahřátí způsobuje růst tlaku v nádrži a hrozí nebezpečí prasknutí, únik toxického a žíravého mraku páry a vytvoření tlakové vlny. Takovýto jev, kdy dochází k uvolnění vzkypělého obsahu zásobníku a jeho distribuce do okolí se současným hořením, se nazývá BLEVE. Proto je nutné cisternu chladit vodou. Na pozoru bychom měli být

z důvodu toho, že se necelých 900 metrů od nádraží nachází benzinová pumpa. Chlór reaguje prudce a výbušně také s palivy. Benzinová pumpa leží podél pozemní komunikace č. 115 Radotínská vedoucí směrem na Prahu. Podle výpočtů a směru větru se nachází na návětrné straně od místa úniku nebezpečné chemické látky, tudíž je pravděpodobnost výbuchu či jiné reakce méně pravděpodobná. Chlor reaguje téměř s každou organickou látkou obsahující vodík, nebo dusík. S koncentrovaným amoniakem tvoří vysoce výbušný chlorodusík. Právě v kapalném chloru jsou obvykle přítomna i malá množství chlorodusíku. Jelikož se v železniční cisterně převládá velký objem kapalného chlóru a dochází k odpařování v plynnou fázi, chlorodusík se ve zbývajícím kapalném chlóru může nakumulovat a může dojít k iniciaci a následnému výbuchu. Chlorodusík se odpařuje obtížněji a proto zůstává v kapalně fázi, kde se postupně koncentruje. Další organické látky, které mohou reagovat až explozivně s plynným, nebo kapalným chlorem jsou např. alkoholy, estery, oleje, rozpouštědla, silikonový olej a silikonová pryž [8,21].

5.4 Postup HZS při simulované železniční nehodě

Po nahlášení železniční nehody na čísle 112 operační důstojník krajského operačního a informačního střediska hasičského záchranného sboru (dále jen „KOPIS HZS“) Kladno zjišťuje místo události, označení cisterny, tudíž o jakou přepravovanou látku se jedná a směr šíření oblaku toxického plynu. Podle těchto informací je vyhlášen základním složkám IZS druhý stupeň poplachu. Operační důstojník dále informuje hasičský záchranný sbor Správy železniční dopravní cesty (dále jen „HZS SŽDC“) z Bohdalce. Na místo mimořádné události vyjíždí dle poplachového plánu Jednotky požární ochrany (dále jen „JPO“) ze stanice Praha-Radotín, Řevnice, Praha-Sokolská. Požadavek je vyslán i jednotkám SDH Černošice-Mokropsy, Dobřichovice, Choteč, Řevnice, Solopisky, Třebotov a Lety. Na místo se také dostavuje hlídka Policie ČR

a vozidla zdravotnické záchranné služby (dále jen „ZZS“). Přesnější specifikaci o uniklé nebezpečné látce poskytuje operačnímu důstojníkovi transportní informační a nehodový systém (dále jen „TRINS“). Na místo mimořádné události se jako první dostavuje HZS Praha-Radotín a zabezpečuje prvotní úkony. Velitel zásahu (dále jen „VZ“) vyhláší zvláštní stupeň poplachu, čili ten nejhorší. Podle poplachového plánu vyjíždějí na místo hasiči ze stanice Beroun, Praha-Smíchov, Jílové, Roztoky, Dobříš, Říčany a Kladno. Při nejvyšším stupni poplachu mohou být povolány i jiné složky, které nejsou uvedeny v poplachovém plánu. HZS postupují na základě poznatků z Metodických listů Bojového řádu jednotek požární ochrany - „Zásahy s unikem chlóru“ a „Činnost hasičů v nebezpečné zóně“. Po příjezdu HZS SŽDC přebírá velení zásahu velitel této jednotky a zřizuje štáb velitele zásahu. Štáb velitele zásahu zřizuje VZ při potřebě přenést některé dílčí činnosti na další příslušníky HZS, vedoucí složek IZS, zástupce právnických i fyzických osob. VZ vysílá průzkumnou skupinu v plné ochraně, tzn. v přetlakových protichemických oblecích (dále jen „OPCH“) k železniční cisterně s unikajícím chlórem. Členové průzkumné skupiny informují velitele zásahu o poškozeném ventilu na cisterně a uniklém chlóru. Předpokládané množství unikající látky je několik tun a jako plynná fáze se šíří při zemi jihozápadním směrem. Velké množství chlóru se nachází též v kapalně fázi mimo cisternu. Průzkumná skupina na místě zásahu měří několikrát přesahující nejvyšší přípustnou koncentraci chlóru. Na pomoc je povolána chemická laboratoř z Kamenice, která monitoruje pomocí měřicích přístrojů koncentraci chlóru v ovzduší a spolupracuje při stanovení nebezpečné zóny. Velitel zásahu poté nechává vytyčit nebezpečnou zónu 1 500m s uvážením na směr větru a zřizují se dekontaminační prostory.

Nebezpečná zóna je vymezený a jasně ohraničený prostor bezprostředního ohrožení života a zdraví osob nacházejících se na místě mimořádné události.

V prostoru nebezpečné zóny se zřizuje nástupní a dekontaminační prostor. Vytyčuje se při ohrožení nasazených sil a prostředků účinkem nebezpečné látky či jiných charakteristických nebezpečí. Jedná se o zónu, kde platí režimová opatření, tj. vystrojení ochrannými prostředky, stanovená doba pobytu včetně řízeného vstupu a výstupu z této zóny přes dekontaminační stanoviště. Tvar a velikost nebezpečné zóny ovlivňuje celkové množství nebezpečných látek a jejich uniklé množství do volného prostoru, členitost terénu či povětrnostní podmínky [22].

Nejdůležitějším úkolem hasičů je v tuto chvíli záchrana osob nacházejících se v bezprostředním ohrožení života, evakuace a varování osob z nebezpečné zóny a zastavení úniku nebezpečné látky. Lidé nacházející se na nádraží jsou silně intoxikováni unikající látkou a je potřeba je co nejrychleji přenést k ošetření a do péče ZZS. Na tomto místě průzkumná skupina v OPCH intoxikované vysvlékne, dekontaminuje a poté předává ZZS. Na druhou stranu od směru šíření oblaku plynu je zřízeno shromaždiště raněných, kam jsou intoxikovaní přinášeni. Shromaždiště raněných a nemocných se zřizuje u všech mimořádných událostí s vyšším počtem postižených. Musí být výrazně označeno, včetně vstupů, výstupů, jednotlivých sektorů a nejlépe i přístupových a odsunových tras [9]. Policie uzavírá pozemní komunikaci číslo 115, všechny okolní ulice v nebezpečné zóně a dále všechny přístupové a odsunové trasy složek IZS a dalších odborníků. VZ žádá přes operačního důstojníka generální stop vlaků a je tudíž zastaven provoz na trati mezi stanicemi Řevnice a Praha-Radotín. V týlovém prostoru chystají členové JPO materiál k utěsnění unikajícího chlóru z cisterny. Dále se chystají štítové proudnice, tzv. deflektory, kterými se bude zkrápět uniklý plyn. VZ si povolává přes operační středisko další jednotky, které jsou předurčené na likvidaci chemické látky. Jedná se o chemickou podporu HZS Spolana Neratovice, Synthos Kralupy, a.s., Paramo a.s. a další. Je potřeba také informovat Povodí

řeky, jelikož téměř 100 m od vlakového nádraží protéká řeka Berounka a potok Švarcava. Nad místem mimořádné události monitoruje vrtulník Policie ČR probíhající situaci a přes operační středisko předává informace složkám IZS.

HZS ve spolupráci s Policií ČR a Městskou policií Černošice informuje pomocí rozhlasů ve vozidlech okolní obyvatelstvo o ohrožení a mimořádné události. Především je důležité, aby se obyvatelé nepřibližovali k místu havárie, aby vyhledali úkryt ve vyšších patrech budov, uzavřeli a utěsnili okna, zapnuli sdělovací prostředky a připravili se na možnou evakuaci. Všichni obyvatelé nacházející se v nebezpečné zóně musí být evakuováni. Ideálním místem pro evakuaci se jeví fotbalové hřiště na Jílovišti, kde se začínají stavět stany nouzového přežití. Příslušníci dobrovolných hasičů pomáhají s evakuací a varují obyvatele na hranici nebezpečné zóny.

Událost dosahuje takových rozměrů, že je nutné svolat krizový štáb obce s rozšířenou působností (dále jen „ORP“) a řešit událost ze strategické úrovně. Při zasedání jsou přítomni kromě hejtmána Středočeského kraje a starosty ORP, také zástupce odboru životního prostředí, zástupce Povodí řeky a bezpečnostní poradce Českých drah. Jelikož se mimořádná událost odehrává na hranici s hlavním městem, musí být svolán i krizový štáb hlavního města Prahy. Při vysokých koncentracích chlóru a vzhledem k jeho oxidačním účinkům může dojít k poškození elektrického vedení nad tratí a v bezprostředním okolí. Proto jsou o spolupráci požádáni také havarijní služby, které mají za úkol odpojit nad tímto místem elektřinu.

Likvidace chlóru probíhá zkrápěním plynu pomocí deflektorů. Zbylý chlór v cisterně se přečerpá do přistavené nepoškozené železniční cisterny, která přijíždí po druhé koleji směrem od Prahy a kterou si zajišťuje SŽDC. Chemická laboratoř stále monitoruje a proměřuje koncentrace plynu a hasiči

se nadále střídají v zásahu. Návrat evakuovaných osob je možný po rozplynutí oblaku plynu a poté, co jsou koncentrace na nejnižší úrovni a neohrožují obyvatelstvo na životech a zdraví.

6 DISKUZE

Diplomová práce se zabývala simulovaným únikem chlóru z železniční cisterny na vlakovém nádraží v Černošicích. V teoretické části byla popsána legislativa týkající se nebezpečných chemických látek a železniční přepravy. Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí, jakožto hlavní předpis týkající se přepravy nebezpečných látek, byl popsán spolu s dalšími kapitolami dotýkajícími se tématu diplomové práce. Rozebrána byla třída 2, která značí plyny a kam spadá chlór. Kapitola se také věnovala písemným pokynům pro strojvedoucího a požadavkům na konstrukci a materiál cisteren. Další kapitoly se věnovaly značení vozidel, jakým byly výstražné značky, Kemler a UN kód, systém Diamant a Hazchem kód. Vybrané havárie s únikem nebezpečných látek byly kapitolou zmiňující železniční havárie, které se staly u nás i v zahraničí, a při kterých došlo k úniku nebezpečných chemických látek. Poslední teoretická kapitola se zabývala popisem chlóru, jeho využitím, nebezpečím pro okolí, opatřeními při jeho úniku a první pomocí. Byly zde vyjmenovány standardní věty o nebezpečnosti a pokyny pro bezpečné zacházení. Cílem práce bylo vyhodnocení dopadů na okolní prostředí, které by nastaly při úniku chlóru z železniční cisterny na vlakovém nádraží Černošice. Dalším cílem bylo porovnání výsledků plynoucích ze simulace železniční nehody pomocí softwarových nástrojů TerEx a Aloha. Dále byla navrhována vhodná opatření na ochranu obyvatelstva za spolupráce s HZS, stanicí Radotín. Byly stanoveny čtyři hypotézy a cílem této práce bylo jejich potvrzení či vyvrácení. V dalších kapitolách byly vyhodnoceny rizika plynoucí ze simulované nehody a postup HZS při takovéto mimořádné události.

Pro simulaci byly zvoleny softwarové programy TerEx a Aloha. Jedná se o poměrně rozdílné programy, a tudíž mě zajímalo jejich vzájemné porovnání ve vypočtených výsledcích a z hlediska použitelnosti. V TerExu byl

použit model PUFF - jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku. Po zadání potřebných vstupních dat byla programem určena vzdálenost ohrožení osob toxickou látkou a nezbytná evakuace na vzdálenost 1636 m. Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku byl vypočten na 2420 m. Koncentraci, při které je potřeba provést nezbytnou evakuaci osob, TerEx stanovil na 28,266 ppm. Maximální koncentrací toxické látky, které je schopen organismus se vystavit po dobu třiceti minut bez jakýchkoliv příznaků otravy a nezvratných účinků na zdraví je označována koncentrace IDLH, která byla stanovena hodnotou 10 ppm. Program Aloha počítá tři zóny ohrožení pro tři různé hodnoty koncentrace. Po specifikaci chemické látky, konkrétně chlóru, byly automaticky programem stanoveny koncentrace AEGL s hodnotami 20 ppm, 2 ppm a 0,5 ppm. Nebezpečná zóna ohrožení s nejvyšší koncentrací chlóru s hodnotou 20 ppm byla vyhodnocena do vzdálenosti 1,4 kilometru. Zóna s koncentrací 2 ppm by dosahovala do vzdálenosti 4,6 km a nejméně nebezpečná zóna s koncentrací 0,5 ppm by se linula do vzdálenosti 9,2 km. Hodnota IDLH byla vyhodnocena na 10 ppm, tzn. stejně jako u předchozího programu. V nebezpečné zóně ale hodnota koncentrace uniklé látky přesahuje téměř třikrát hodnotu IDLH, která bezprostředně může ohrožovat obyvatelstvo na zdraví a životě – hypotéza č. 1 (koncentrace chlóru při simulovaném úniku překročí hodnotu, která bezprostředně může ohrožovat obyvatelstvo na zdraví a životě) byla potvrzena. V Aloze jsou sice stanoveny automaticky po zadání konkrétní chemické látky tři zóny ohrožení pro různé koncentrace, avšak tento program umožňuje ruční nadefinování uniklé koncentrace. Pro srovnání výsledků s druhým programem toho bylo zapotřebí, protože naproti tomu TerEx ruční zadání hodnot neumožňuje a pracuje pouze se dvěma zónami ohrožení. Při upřesnění koncentrace chlóru na hodnotu 28,266 ppm vyšla nebezpečná zóna v programu Aloha do vzdálenosti 1,2 km. Při porovnání výsledků mezi těmito programy se tedy nebezpečná zóna s nejvyšší koncentrací uniklého chlóru liší o více než

400 metrů – hypotéza č. 3 (mezi programy TerEx a Aloha je ve výsledcích okruh evakuace o více než 100 metrů rozdílný) byla potvrzena. Odlišnost výsledků může být způsobena tím, že program Aloha vyžaduje zadání více parametrů, jak o nehodě, tak o meteorologických podmínkách a proto mohou mít parametry vliv na přesnější výsledek modelace. U programu TerEx je známo, že počítá hodnoty pro nejhorší možný průběh mimořádné události, což se i při této simulaci potvrdilo. Horší by podle mého názoru byl opačný průběh výpočtů, kdy by bylo obyvatelstvo více ohroženo pro podhodnocení vzdálenosti nebezpečné zóny. Z hlediska snadného použití a rychlé interpretace výsledků bych upřednostnila program TerEx. Tomuto programu stačí poměrně malé množství vstupních dat, které jsou většinou ihned k dispozici. Práce v programu probíhá v českém jazyce, což je pro většinu jedinců, úřadů a operačních středisek velkou výhodou. Naproti tomu je ale program placený a ne každý si může jeho pořízení dovolit. Aloha je možné zdarma stáhnout z webových stránek společnosti EPA, avšak k jejímu používání je nutná znalost anglického jazyka. Pro zobrazení výsledků nebezpečných zón je zapotřebí zadat větší množství vstupních dat, než je tomu u druhého programu. Oproti TerExu se navíc zadávají hodnoty, jakými jsou např. rychlost, směr větru a okolní teplota. Upřesňují se technické parametry železniční cisterny, z jak velkého otvoru uniká nebezpečná látka, množství a teplota přepravované látky v cisterně. I když je zadávání hodnot v programu Aloha složitější a déle trvá vyhodnocení, výsledky bývají přesnější.

Postup hasičů při simulované železniční nehodě byl stručně popsán v předchozí kapitole. Podle Bojového řádu jednotek požární ochrany by se měly při zásazích s únikem chlóru provádět zejména tyto činnosti:

- vyznačení předběžné hranice nebezpečné zóny ve vzdálenosti 30 metrů, hranice předběžné zóny se měřením upřesní na základě koncentrace

1 ppm; při činnostech v nebezpečné zóně používají jednotky protichemické ochranné prostředky v závislosti na naměřené koncentraci a na základě vnímání koncentrace.

Tabulka v Bojovém řádu JPO uvádí pro koncentraci chlóru 5-50 ppm jako doporučené ochranné prostředky pro zasahující složky izolační dýchací přístroj a zásahový oděv. Až při koncentraci nad 400 ppm je doporučen přetlakový protichemický oděv. Ačkoliv jsou v tabulce uváděny tato data, vždy se ve skutečnosti vysílá na průzkum nebezpečné zóny skupina oblečená do přetlakových protichemických obleků a izolačního dýchacího přístroje. Děje se tak mimo jiné z důvodu, že se nikdy nedá přesně předvídat uniklé množství nebezpečné látky a její koncentrace v ovzduší.

- Provádí se zejména záchrana a evakuace osob z nebezpečné zóny. Zachraňují se vždy osoby, které se nacházejí v přímo zasaženém prostoru a včas se varují, popř. evakuují osoby z prostoru, kde se předpokládá šíření chlóru. Evakuační cesty se volí tak, aby vedly mimo nebezpečnou zónu a aby navazovaly na dostatečně velký rozptylový prostor pro evakuované osoby, např. při evakuaci velkého počtu osob.
- Spolupráce s obcemi při informování obyvatelstva v místě předpokládaného šíření chlóru. Obyvatelstvu se doporučuje sdělit informaci: *„Došlo k úniku nebezpečné látky, nevycházejte na volné prostranství. Uzavěřete okna a dveře, přesuňte se do horních podlaží budovy. Ústa a nos si chraňte namočeným kapesníkem.“*. Pro varování a informování obyvatelstva lze využívat kromě sirén i vozidla s rozhlasovým zařízením. Osoby provádějící varování obyvatelstva v místě zásahu a v místě předpokládaného šíření musí být poučeny o nebezpečí a šíření chlóru a případně vybaveny ochrannými prostředky (minimálně ochrannou maskou s příslušným filtrem).

- Zabránění dalšímu úniku a rozšiřování plynné nebo kapalné fáze (pro utěsnění využít těsnicí vaky, klíny, tmely a další prostředky), utěsnění kanálových vpustí a vstupů do nízkopoložených prostor, dle možnosti odvětrání zasažených prostor.
- Sledování pohybu uniklé plynné nebo kapalné fáze a provádět monitorování okolních prostor (soustředit se především na nízkopoložené prostory, dle potřeby upravovat hranice nebezpečné zóny); s ohledem na pohyb mraku v závislosti na směru větru rozšířit po směru větru nebezpečnou zónu (za normálních podmínek se plyn bude šířit při zemi).
- Získávání a upřesňování informací, např. z příslušné dokumentace (přepravní listy, havarijní plány) a s využitím znalostí odborníků.

V případě úniku plynné fáze je potřeba pro ředění zajistit dostatečné zásobování vodou. Jelikož blízko nehody protéká řeka Berounka a potok Švarcava, nebyl by v zajištění vody podle velitele čtyři HZS ze stanice Radotín žádný problém. Navíc je v Radotínské ulici silná hydrantová síť vedená přivaděčem od Prahy. Dle Bojového řádu JPO se provádí zkrápění oblaku plynného chlóru roztráštěným vodním proudem, přičemž lze použít např. roztok uhličitanu sodného. Zředěný roztok chlóru ve vodě je možné po konzultaci s příslušným správcem kanalizační sítě odvádět do veřejné kanalizační sítě. V případě úniku zkapalněného plynu se nejdříve musí utěsnit místo úniku, využít těsnicí vaky, klíny, tmely. Pro utěsnění lze použít i navlhčenou tkaninu, protože vlivem nízké teploty chlóru dojde k přimrznutí vlhké tkaniny a snížení úniku. JPO se snaží zabránit dalšímu rozšiřování zkapalněného plynu, např. ohrazením sorpční textilií nebo hrází ze sypkého sorbentu. Hlavně se nedoporučuje zkrápět louže zkapalněného plynu, protože

voda způsobuje rychlejší odpařování. Je možné případně louži pokrýt vrstvou střední nebo lehké pěny, popřípadě polyethylenovou fólií nebo sorbentem.

Při únicích chlóru a při této modelaci železniční nehody by měly JPO počítat s následujícími komplikacemi uvedenými v Bojovém řádu JPO. Při kontaktu ochranného oděvu se zkapalněným chlórem může dojít k jeho poškození a materiál oděvu či rukavic může křehnout a lámat se. Poškozeny mohou být také technické prostředky a u zasahujících mohou vzniknout omrzliny či podchlazení. V případě úniku plynné fáze může docházet k rychlému pohybu toxického oblaku, především v závislosti na povětrnostních podmínkách. Typický zápach chlóru může vyvolat paniku mezi obyvatelstvem i v koncentracích nezpůsobujících poškození zdraví.

Ve skutečnosti by dle velitele čtyř HZS ze stanice Radotín byl průběh mimořádné události odlišný od předchozích teoretických postupů a výpočtů z použitých programů. Vzhledem k tomu, že je chlór 2,5 krát těžší než vzduch, šířil by se při zemi a pravděpodobně by se v tak vysoké koncentraci do horní části Černošic (Vráže) ani nerozšířil. Linul by se údolím do Všenor, Dobřichovic, Solopisků i do Mokropes, kde mají stanici dobrovolní hasiči. Za těchto okolností by Jednotka sboru dobrovolných hasičů Černošice-Mokropsy nemohla k mimořádné události vyjet, protože by se s nejvyšší pravděpodobností po pár minutách nacházela v nebezpečné zóně s vysokou koncentrací chlóru. Pokud by k nehodě vyjela, přijela by zřejmě na místo dříve než profesionální HZS a vůbec by se do té doby nevědělo, o jakou nebezpečnou látku se jedná. Dobrovolní hasiči všeobecně mají jen základní dýchací přístroje a nedisponují vybavením na jakékoliv nebezpečné chemické látky – hypotéza č. 4 (Jednotka sboru dobrovolných hasičů Černošice-Mokropsy nemá dostatek osobních ochranných prostředků a vybavení pro případ nehody s únikem nebezpečné chemické látky) byla potvrzena. To znamená, že by v případě výjezdu dobrovolných

hasičů Černošice-Mokropsy došlo k jejich silné intoxikaci chlórem a potřebovali by odbornou první pomoc. Další jednotky požární ochrany určené poplachovým plánem, které by v případě výjezdu na místo nehody byly zamořeny oblakem chlóru, by byly ze stanic Řevnice, Dobřichovice, Solopisky, Lety. Jako první by se k místu nehody dostavil do 10 minut z návětrné strany HZS ze stanice Radotín a zajišťoval by prvotní úkony. Jako prioritní by bylo zastavení úniku chlóru ucpáním otvoru, ze kterého látka uniká. V plném početním stavu by HZS ze stanice Radotín mohl být nasazen 30 minut, poté by se zřejmě dostavily na místo pražské hasičské posily ze stanic Smíchov, Krč, Modřany. Po tuto dobu by se však hasiči stačili zaobírat pouze zastavením úniku chlóru z železniční cisterny. Druhou prioritou by bylo varování a evakuace obyvatel nacházejících se v nebezpečné zóně. Jelikož by většina jednotek byla nucena použít objízdnu trasu, aby přijížděly na místo zásahu z opačné strany šíření se toxického plynu, varování a evakuace by se prováděla s velkým zpožděním, kdy už by většina obce byla pokryta oblakem chlóru. Z nebezpečné zóny je vždy potřeba při takovéto nehodě obyvatele evakuovat. V této situaci, kdy se chlór vypařuje a šíří velmi rychle, složky IZS jsou nuceni pro příjezd využít objízdnu trasy dlouhé přes dvacet kilometrů, včasná evakuace všech obyvatel by nemohla být provedena – hypotéza č. 2 (v případě nehody s únikem chlóru použitým při simulaci by evakuace všech obyvatel nemohla být provedena včas) byla potvrzena. Po příjezdu dalších složek IZS by bylo úkolem většiny hasičů a policie varovat obyvatele v nebezpečné zóně pomocí vozidel s tlampači. Obyvatelům, kteří se nestihli evakuovat, by byly doporučeny rozhlasem zásady, jak se chovat při haváriích s únikem nebezpečné chemické látky. Autor Kroupa uvádí tyto zásady ve 12-ti bodech.

- **Nepřibližovat se k místu havárie** – koncentrace nebezpečné chemické látky je nejvyšší a tudíž nejnebezpečnější v bezprostřední blízkosti

havárie. Bez ochrany dýchacích cest každé přiblížení, např. ze zvědavosti může zvyšovat ztráty nebo počet otrávených.

- **Vyhledat vhodný úkryt** – obyvatelé by se měli ukryt ve vyšších patrech budovy na závětrné straně ve směru šíření. Většina plynů je těžší než vzduch a šíří se při zemi, proto je nutné se vyhýbat sklepům a přízemním místnostem.
- **Místnost utěsnit** – ke snížení koncentrace proniklé nebezpečné látky pomůže okna utěsnit pomocí samolepících pásek nebo namočených závěsů apod. Důležité je vypnout a izolovat veškerou ventilaci v bytě, jakou jsou např. klimatizace, digestoře, větrací systémy, klíčové dírky.
- **Připravit si prostředky improvizované ochrany nebo prostředky individuální ochrany** – tyto slouží k ochraně dýchacích cest, obličeje a celého povrchu těla. Vhodné jsou např. pláštěnky, gumové holínky, gumové či kožené rukavice, kukla, šála, lyžařské brýle a jiné. Vše je nutné dokonale utěsnit, např. gumičkami. Dýchací cesty se doporučuje chránit pomocí tkanin namočených v roztoku pitné vody se sodou.
- **Provádět nebo se připravit na částečnou dekontaminaci** – je vhodné připravit si zásobu vody k omývání těla a borovou vodu k ošetření očí. Při kontaminaci je nutná výměna ošacení a osprchování celého těla.
- **Poslech rozhlasu a televize** – pokud zazní signál „všeobecná výstraha“, doporučuje se věnovat pozornost informacím o nastalé nehodě. Každá obec má svůj obvyklý způsob, jak tyto informace rozšířit směrem k obyvatelstvu.
- **Jednat klidně a s rozvahou** – hlavně nešířit poplašné a neověřené zprávy.
- **Netelefonovat a neblokovat tak síť** – aby nedocházelo k jejímu přetížení a výpadkům.
- **Respektovat pokyny a nařízení složek IZS** – složky IZS mají profesionální zkušenosti a jsou vyškolení.

- **Vyvarovat se větší fyzické námahy** – při větší zátěži může být rozdíl inhalovaného vzduchu s nebezpečnou chemickou látkou až šestinásobný oproti klidovému režimu. Použitelnost prostředků individuální a improvizované ochrany se při větší námaze snižuje.
- **Varování sousedů** – je vhodné ověřit, zda sousedé vědí o pokynech vyhlášených složkami IZS. Jedná se hlavně o starší, nevidomé a nemocné osoby.
- **Připravit se na evakuaci včetně přípravy evakuačního zavazadla** – je potřeba dodržovat obecné zásady evakuace. Je důležité zachovat klid a dle potřeby uklidňovat ty, co to potřebují. Dodržovat pokyny složek IZS, kteří organizují nebo zajišťují evakuaci. Opustit byt je možné jen na pokyn složek IZS. Uhasit otevřený oheň v topidlech a vypnout elektrické a plynové spotřebiče. Uzavřít hlavní přívody vody a plynu. Vložit dětem do kapsy oděvu cedulku se jménem a adresou. Vzít si s sebou domácí zvířata. Nezapomenout si vzít s sebou evakuační zavazadlo, uzamknout byt a dostavit se na určené evakuační místo. Pokud jsou použity vlastní vozidla, tak dodržovat pokyny složek IZS, které organizují nebo zajišťují evakuaci. Evakuační zavazadlo se skládá ze základních trvanlivých potravin v konzervách, pitné vody, předmětů denní potřeby, toaletních a hygienických potřeb, osobních dokladů, peněz, pojistných smluv, cenností, léků, náhradní obuvi, oděvů, pláštěnky, spacího pytle nebo přikrývky, zápalek a osvětlení.

Otázkou je, do jaké výšky by se ve skutečnosti chlór šířil. Pravděpodobně by se šířil při zemi a linul by se přilehlými údolími, ale ne vždy tomu tak může být. Při úniku chlóru v Otrokovicích se plyn šířil do třiceti metrů. Bylo však zimní období a plyn byl pod tlakem. V této práci došlo k úniku v letním období, při téměř dvaceti stupních Celsia a vál poměrně silný vítr 4 m/s. Tyto podmínky by byly příznivé pro rychlejší únik plynu a díky větru a silné zástavbě v místě

nehody by se mohl chlór o okolní budovy zvednout do výšky. Jelikož by se chlór poměrně rychle vypařoval, zřejmě po necelé hodině už by se plyn v Černošicích ani nevyskytoval. Do té doby by chemická laboratoř z Kamenice a jiné opěrné jednotky, např. z Kladna pravděpodobně nestihly ani přijet. Další síly a prostředky by byly potřeba na ochranná opatření v Dobřichovicích a ve Všenorech. HZS Řevnice by evakuoval obec Dobřichovice za pomoci dobrovolných hasičů přilehlých obcí. Rychlost větru by hnala oblak toxického plynu pryč z Černošic, a tudíž by se nebezpečná zóna sunula po směru šíření větru. Na hranicích nebezpečné zóny by dobrovolní hasiči v dýchacích maskách pomáhali s evakuací a varováním obyvatelstva. Při této havárii, kdy by byl vyhlášen zvláštní stupeň poplachu, by vyjely k pomoci téměř všechny jednotky požární ochrany ze Středočeského kraje a část Prahy. Pro evakuaci by nejvíce vyhovovala výše položená oblast nad přilehlými údolími. Velitel čtyř HZS ze stanice Radotín by navrhoval jako vhodné místo obec Jíloviště, kde by se např. na fotbalovém hřišti, stavěly stany nouzového přežití. Většina lidí by se však evakuovala samovolně k příbuzným či známým.

K podobné nehodě došlo v roce 2005 v Graniteville v USA, kdy po srážce železničních vagónů, došlo k úniku 90 tun chlóru. Zemřelo 9 lidí a 250 osob muselo být ošetřeno vzhledem k intoxikaci. Množství uniklého chlóru bylo při této nehodě několikrát převyšující, než při simulované nehodě v této závěrečné práci. Nicméně počtem evakuovaných osob si myslím mají obě nehody podobné následky. V Graniteville bylo evakuováno 5 400 obyvatel, což je počet odpovídající minimálnímu počtu zasažených v našem případě. Evakuace trvala dva týdny, než se vše dekontaminovalo. Těžko odhadovat, jak dlouhá by musela být evakuace v případě úniku chlóru na železničním nádraží v Černošicích. Únik chlóru ve Festusu v roce 2002 v USA potvrdil zákonitost, že je chlór těžší 2,5 krát než vzduch. V zařízení DPC Enterprises uniklo 22 tun tohoto plynu, ale jelikož se šířil při zemi, nedošlo k tak velkému

zamoření okolí a nehoda byla bez smrtelných následků. Železniční havárie v Albertonu, která se stala v roce 1996, si vyžádala pouze jedno úmrtí. K havárii došlo v městečku s malým počtem obyvatel a okolí také nebylo hustě osídlené. Přesto došlo k evakuaci více než 1000 osob a na více jak dva týdny byla uzavřena dopravně vytížená státní silnice. Uniklo asi pětkrát více chlóru, než v naší simulaci, a to se projevilo v trvalých následcích obyvatelstva. Federální agentura pro toxické látky a nemoci ve své studii zaznamenala trvalé oční a kožní problémy u zasažených lidí, také sníženou funkci plic u osob, které neměli žádné předchozí respirační problémy. V České republice roku 1973 na železniční stanici Kolín vybuchla odstavená cisterna Spolany Neratovice uchováající pravděpodobně kapalný chlór (nicméně druh plynu není dodnes zcela zřejmý, existují i domněnky, že se jednalo o některý z bojových plynů). Přibližně 3 tuny plynu unikly do ovzduší a zamořily i přilehlý objekt nádraží. 138 osob se přiotrávilo, 8 lidí následkům otravy podlehl [23]. O pět let později unikl chlór z železniční cisterny také v Kolíně. Následkem bylo 5 mrtvých a 50 zraněných osob. Bližší informace o nehodě nejsou k dohledání. V dopravním informačním systému DOK je zmínka o nehodě z roku 1998, kdy v železniční stanici Děčín unikl chlór. Jednalo se o cisternu převážející chlór z Maďarska do Německa. Intoxikována nebyla žádná osoba, došlo jen k zamoření půdy.

6.1 Opatření na ochranu obyvatelstva

Dle výsledků a konzultace s velitelem čtyř HZS ze stanice Radotín bych navrhovala provést při takovéto mimořádné události jako hlavní opatření evakuaci osob a poskytnutí první pomoci lidem nacházejícím se v nebezpečné zóně kontaminované chlórem. Dále by bylo nutné provádět dekontaminaci zasažených a zachraňovaných osob. Včasné varování obyvatelstva i v oblastech předpokládaného šíření nebezpečné látky by se řadilo mezi další důležitá

opatření. Obyvatelé by byli informováni o improvizovaném ukrytí a improvizované individuální ochraně. Byly by stanoveny a upřesněny objízdné trasy okolo nebezpečné zóny. Zapotřebí by bylo informovat orgány územní samosprávy a všechny dotčené subjekty zasažené mimořádnou událostí. Samozřejmostí by mělo být zastavení dalšího unikání chlóru a zabránění kontaminace okolního prostředí. Docházelo by k postupnému likvidování uniklé látky a monitoringu již uniklé a šířící se látky do okolních obcí.

V pokynu ERIC 2015 uvedeném v Medis-Alarmu jsou pro zasahující složky uvedeny následující **opatření při zásahu**: *„Nekouřit, odstranit potenciální zdroje zapálení. Varovat osoby v blízkosti, aby zůstaly vevnitř se zavřenými dveřmi a okny. Zastavit jakékoli větrání. Zvážit evakuaci lidí v bezprostředním nebezpečí. Zasadovat z návětrné strany. Obléci ochranné prostředky před vstupem do nebezpečné oblasti. Minimalizovat počet zasahujících osob v nebezpečné oblasti. Zabránit kontaktu s hořlavými látkami (např. palivo). Varovat osoby, aby opustily a znovu nevstupovaly do sklepů, kanálů nebo jiných uzavřených prostor.“*

Opatření při úniku látky: *„Pokud možno zastavit únik látky. Zachytit uniknuvší látku všemi dostupnými prostředky. Srážet nebo dispergovat mrak plynu roztříštěnými vodními proudy. Zabránit kontaktu roztříštěných vodních proudů s kapalným produktem. Neabsorbovat ani nepokrývat látku pilinami nebo jiným hořlavým materiálem. K zastavení úniku látky nepoužívat ucpávky z materiálů organické povahy, např. dřevo. Pokud látka pronikla do vodotečí nebo kanálů, informovat odpovědné orgány. Vyvětrat kanály a sklepy, pokud to není nebezpečné pro zasahující osoby nebo veřejnost. Pokud je potřebné snížit nebezpečí toxických par, pokrýt kapalně zbytky látky např. pěnou.“ [8]*

Osobám vážně zasaženým chlórem se dle Bojového řádu JPO před předáním k odbornému lékařskému ošetření poskytne první pomoc, kterou je:

- odnesení postiženého z místa zasažení a zajištění přívodu čerstvého vzduchu,
- uložení do stabilizované polohy a zabránění prochladnutí,
- v případě potřeby zahájení podpory dýchání pomocí dýchacího přístroje (z důvodu možnosti intoxikace zachránce neprovádět dýchání z úst do úst),
- při potřísnění kapalným plynem vysvléknutí zasaženého oděvu, přičemž je třeba minimalizovat riziko nadýchání při svlékání kontaminovaných částí oděvu,
- potřísněná místa důkladně oplachovat vodou po dobu 15 minut,
- předání zasaženého k lékařskému ošetření.

Doporučovala bych s touto problematikou seznámit blíže civilní obyvatelstvo, např. formou dnů otevřených dveří u složek IZS. Ve školní výuce se nedistancovat od prevence ochrany obyvatelstva a naopak na příkladech ze současnosti by bylo vhodné si připomínat chování v případě mimořádné události.

7 ZÁVĚR

K železničním nehodám dochází z důvodu mnoha faktorů, např., i když strojvůdci dodržují pravidla. Dle analýz vyplývá, že k únikům nebezpečných chemických látek nejvíce dochází právě na vlakových nádražích. Konkrétně na únik chlóru proběhlo v minulosti spousty prověřovacích cvičení za spolupráce složek IZS.

Cílem práce bylo vyhodnocení rizik, porovnání simulací ze dvou softwarových nástrojů, předpokládaný postup HZS a návrh opatření na ochranu obyvatelstva při modelaci úniku chlóru z železniční cisterny na vlakovém nádraží v Černošicích. V teoretické části byly shrnuty předpisy týkající se problematiky nebezpečných chemických látek. Dále bylo v práci popsáno značení vozidel, vybrané havárie s únikem nebezpečných látek a charakterizovány nebezpečné vlastnosti chlóru. V diplomové práci jsem si stanovila čtyři hypotézy, které byly postupně v diskuzi analyzovány a nakonec všechny potvrzeny.

Kdyby v Černošicích k takovéto mimořádné události skutečně došlo, mělo by to katastrofální následky pro tisíce osob. I když je HZS dostatečně proškolen a na nehodu vybaven, rychlost šíření se a toxicita chlóru by byla úspěšnější. Kvůli členitosti terénu a údolím, kam by se chlór šířil, by byl příjezd pro složky IZS komplikovaný a ochranná opatření by nemohla proběhnout včas. Je však potřeba mít na paměti, že i takováto nehoda rozebrána v závěrečné práci by mohla nastat a je vhodné být na ni připraveni.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

HZS	Hasičský záchranný sbor
NCHL	Nebezpečná chemická látka
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
CLP	Classification, Labelling and Packaging
GHS	Globálně harmonizovaný systém
RID	Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí
ADR	Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí
IZS	Integrovaný záchranný systém
KOPIS HZS	Krajské operační a informační středisko Hasičského záchranného sboru
HZS SŽDC	Hasičský záchranný sbor Správy železniční dopravní cesty
JPO	Jednotka požární ochrany
ZZS	Zdravotnická záchranná služba
TRINS	Transportní a informační nehodový systém
VZ	Velitel zásahu
OPCH	Přetlakový protichemický oblek
ORP	Obec s rozšířenou působností

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. ČAPOUN, Tomáš. *Chemické havárie*. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2009. ISBN 978-80-86640-64-8.
2. LACINA, Petr, Otakar J. MIKA a Kateřina ŠEBKOVÁ. *Nebezpečné chemické látky a směsi*. Brno: Masarykova univerzita, 2013. Recetox. ISBN 978-80-210-6475-1.
3. *Bezpečnostní inženýrství M. Jahoda* [online]. 2015 [cit. 2017-10-30]. Dostupné z: <http://docplayer.cz/23942582-Bezpecnostni-inzenyrstvi-m-jahoda.html>
4. *Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon)* [online]. 2011 [cit. 2018-01-28]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-350/zneni-20171201>
5. *RID 2017: Sdělení Ministerstva zahraničních věcí č. 20/2017 Sb.m.s. o přijetí změn Řádu pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID), který je přípojkem C k Úmluvě o mezinárodní železniční přepravě (COTIF)*. In: . Bern, 2017, číslo 20.
6. *FESTUS MISSOURI 2002 CHLORINE RELEASE ACCIDENT*. U.S. Chemical Safety and Hazard Investigation Board (CSB) report, 2003.
7. PROCHÁZKOVÁ, Dana. *Kritické vyhodnocení přepravy nebezpečných látek po pozemních komunikacích v ČR*. Praha: České vysoké učení technické v Praze, Fakulta dopravní, Ústav bezpečnostních technologií a inženýrství, 2014. ISBN 978-80-01-05599-1.
8. Databáze nebezpečných látek MEDIS-ALARM. *Medistyl, spol. s.r.o.* [online]. 2017 [cit. 2017-12-10]. Dostupné z: <https://www.medisalarm.cz/>
9. ŠTĚTINA, Jiří. *Zdravotnictví a integrovaný záchranný systém při hromadných neštěstích a katastrofách*. Praha: Grada, 2014. ISBN 978-80-247-4578-7.

10. *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Zásahy s únikem chloru*. Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky. Praha, 2011.
11. Ing. Jiří BARTA, RNDr. Ing. Tomáš LUDÍK. *TerEx – modelování a simulace* [online]. Brno: Univerzita obrany, 2012 [cit. 2017-09-28].
Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26278/mod_resource/content/1/Studijni_pomucka_TerEx.pdf
12. T-SOFT a.s. *Http://www.tsoft.cz/teroristicky-expert/* [online]. Praha, 2017 [cit. 2017-10-01]. Dostupné z: <http://www.tsoft.cz/teroristicky-expert/>
13. Ing. Jiří BARTA, RNDr. Ing. Tomáš LUDÍK. *ALOHA – modelování a simulace* [online]. Brno: Univerzita obrany, 2012 [cit. 2017-10-01].
Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/17735/mod_resource/content/1/Studijni_pomucka_Aloha.pdf
14. ALOHA Software. *United States Environmental Protection Agency* [online]. 2017 [cit. 2017-10-01]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>
15. Černošice. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2017 [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/%C4%8Cerno%C5%A1ice>
16. *Město Černošice* [online]. Galileo Corporation, 2017 [cit. 2017-10-21].
Dostupné z: <http://www.mestocernosice.cz/mesto/mesto-cernosice/historie-mesta/>
17. *Mapy.cz* [online]. 2017 [cit. 2017-10-21]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.3190359&y=49.9566975&z=14&lgn=1&source=muni&id=4235&q=%C4%8Derno%C5%A1ice>
18. Jones, R., W. Lehr, D. Simecek-Beatty, R. Michael Reynolds. 2013. ALOHA® (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) 5.4.4: *Technical*

Documentation. U. S. Dept. of Commerce, NOAA Technical Memorandum NOS OR&R 43. Seattle, WA: Emergency Response Division, NOAA. 96 pp.

19. Výkladový terminologický slovník některých pojmů používaných v analýze a hodnocení rizik pro účely zákona o prevenci závažných havárií [online]. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2016. 87 s. Dostupný z WWW: <<http://www.vubp.cz/images/soubory/prevence-zavaznych-havarii/metodiky/vykladovy-terminologicky-slovník-11-2016-final.pdf>>.
20. KROUPA, Miroslav. *Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek: příručka pro orgány státní správy, územní samosprávy, právnické osoby a podnikající fyzické osoby a obyvatelstvo*. Praha: Ministerstvo vnitra, generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2004. ISBN 80-86640-23-X.
21. VĚŽNÍKOVÁ, Hana. *Transport nebezpečných látek a odpadů*. VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ-TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA, 2014. ISBN 978-80-248-3498-6.
22. *Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Činnost hasičů v nebezpečné zóně*. Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky. Praha, 2017.
23. *Brodecká kronika* [online]. 2018 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://www.brodeckakronika.estranky.cz/clanky/1973.html>
24. BARTLOVÁ, Ivana. *Vývoj v oblasti nebezpečných látek a přípravků*. 2., rozš. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2012. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-112-5.
25. MAYER, Gerhard. *Přeprava nebezpečných věcí v praxi*. [1. vyd.]. Přeložil Stanislav HÁJEK. Wien: TÜV Österreich Akademie, 2005. ISBN 3-901942-03-3.

26. *Návrh doplňující směrnici rady 96/82/EC, o řízení nebezpečí závažných havárií s nebezpečnými látkami - tzv. SEVESO II direktivu pro Evropský parlament a Radu: (předložený komisi Evropské unie).* Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2002. ISBN 80-86634-00-0.
27. Alberton chlorine spill. *Missouliau* [online]. 1999, 9.12.1999 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: http://missouliau.com/alberton-chlorine-spill/article_63ddef02-0506-5e60-baaa-82163690c5b2.html
28. Dopravní informační systém DOK. *Ministerstvo dopravy ČR* [online]. 2018 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://cep.mdcr.cz/dok2/DokPub/dok.asp>
29. *Ochrana obyvatelstva v případě krizových situací a mimořádných událostí nevojenského charakteru.* Brno: Tribun EU, 2014. ISBN 978-80-263-0721-1.
30. ŠENOVSÝ, Michail. *Nebezpečné látky.* Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2004. ISBN 80-86634-47-7.
31. *Ochrana obyvatelstva v případě krizových situací a mimořádných událostí nevojenského charakteru.* Brno: Tribun EU, 2014. ISBN 978-80-263-0724-2.
32. SKŘEHOT, Petr. *Prevence nehod a havárií.* Česko: PINK PIG, 2009. ISBN 978-80-86973-34-0.
33. *Ochrana obyvatelstva a krizové řízení: skriptá.* Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2015. ISBN 978-80-86466-62-0.
34. *Krizové zákony: krizový zákon, integrovaný záchranný systém, hospodářská opatření pro krizové stavy, obnova území ; Hasičský záchranný sbor ; Požární ochrana : zákony, nařízení vlády, vyhlášky : redakční uzávěrka ..* Ostrava: Sagit, 2007-. ÚZ. ISBN 978-80-7488-071-1.
35. Cvičný únik chlóru ze železniční cisterny na malém nádraží. *HZS ČR* [online]. Praha, 2018 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/cvicny-unik-chloru-ze-zeleznicni-cisterny-na-malem-nadrazi.aspx>

36. PATOČKA, Jiří a Vladimír MĚRKA. Chlór nás příliš často děsí. *Biomedicína*. 2005, 5. ISSN 1212-4117.
37. Nebezpečné látky. *Krizport* [online]. 2018 [cit. 2018-03-11]. Dostupné z: <http://krizport.firebrno.cz/navody/nebezpecne-latky>
38. SOUŠEK, Radovan a Petr KOPČÁK. *Krizové řízení v železniční dopravě*. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2004. ISBN 80-86530-19-1.
39. SOUŠEK, Radovan. *Krizový management a doprava*. Pardubice: Institut Jana Pernera, 2005. ISBN 80-86530-18-3.
40. Zákon č. 239/2000 Sb. Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. *Zákony pro lidi* [online]. [cit. 2018-03-15]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239>
41. MARTÍNEK, Bohumír. *Ochrana člověka za mimořádných událostí: příručka pro učitele základních a středních škol*. Vyd. 2., opr. a rozš. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2003. ISBN 80-86640-08-6.

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Výstražné symboly nebezpečnosti podle GHS.....	12
Obrázek 2 Výstražná identifikační tabulka – chlór.....	21
Obrázek 3 Systém DIAMANT – chlór.....	26
Obrázek 4 Mapa značící polohu Černošic.....	39
Obrázek 5 Vstupní data v programu TerEx.....	41
Obrázek 6 Výstupní data programu TerEx.....	42
Obrázek 7 Toxické ohrožení ve výsečích na mapovém podkladě.....	43
Obrázek 8 Závislost koncentrace nebezpečné látky na vzdálenosti od místa úniku.....	44
Obrázek 9 Závislost dávky nebezpečné látky na vzdálenosti.....	44
Obrázek 10 Časová závislost koncentrace toxické látky.....	45
Obrázek 11 Nebezpečná zóna s nejvyšší koncentrací uniklého chlóru.....	46
Obrázek 12 Typy atmosférické stálosti.....	47
Obrázek 13 Tři zóny ohrožení s hodnotami AEGL.....	49
Obrázek 14 Grafické znázornění tří nebezpečných zón na mřížce.....	50
Obrázek 15 Výsledné zóny ohrožení na mapovém pozadí.....	51
Obrázek 16 Ruční zadání hodnoty koncentrace látky.....	52
Obrázek 17 Zóny ohrožení ve větším měřítku.....	53

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 Identifikační číslo nebezpečnosti – Kemlerův kód.....	21
Tabulka 2 Třídy nebezpečnosti podle RID a ADR.....	22
Tabulka 3 Stupně nebezpečí systému DIAMANT.....	25
Tabulka 4 Význam písmen v HAZCHEM kódu.....	27
Tabulka 5 Vzdálenosti izolace a ochranných opatření při velkém úniku.....	33
Tabulka 6 Havarijní přípustné koncentrace a havarijní akční úrovně.....	52

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Písemné pokyny	85
Příloha 2: Značení cisteren	89
Příloha 3: Bezpečnostní list - chlór	91

Příloha 1: Písemné pokyny










PÍSEMNÉ POKYNY PODLE RID













Činnosti v případě nehody nebo mimořádné události, při které jsou postiženy nebezpečné věci, nebo hrozí jejich poškození

V případě nehody nebo mimořádné události, k níž může dojít nebo která může vzniknout během přepravy, musí strojvedoucí učinit následující opatření, pokud jsou bezpečně a prakticky proveditelná:^a:

- zastavit jízdu vlaku/posunovacího dílu s ohledem na druh nebezpečí (např. požár, únik nákladu), lokalitu (např. tunel, obydlené území) a možná opatření záchranných složek (přístupnost, evakuace), popřípadě na vhodném místě po dohodě s provozovatelem železniční infrastruktury;
- hnací vozidlo vypnout dle návodu (ukončit provoz);
- vyloučit zápalné zdroje, zejména nekouřit, nepoužívat elektronické cigarety nebo podobné prostředky a nezapínat žádné elektrické zařízení;
- dbát na dodatečná upozornění, která jsou stanovena pro nebezpečí všech postižených věcí, v následující tabulce. Nebezpečí odpovídají číslům vzorů bezpečnostních značek a označení, které jsou věcem přiděleny během přepravy;
- informovat provozovatele železniční infrastruktury nebo zásahové jednotky a poskytnout jim co možno nejvíce informací o mimořádné události, nebo nehodě a o dotčených nebezpečných věcech, přitom je třeba dbát pokynů dopravce;
- uchovávat informace o dotčených nebezpečných věcech (popřípadě průvodní doklady) snadno přístupné pro zásahové jednotky při jejich příjezdu a mít je ihned k dispozici nebo zajistit, aby byly k dispozici, pokud je používána elektronická výměna dat (EDI);
- při opouštění hnacího vozidla obléknout předepsanou výstražnou vestu;
- popřípadě použít další ochranné pomůcky;
- vzdálit se z bezprostřední blízkosti nehody nebo mimořádné události, upozornit jiné osoby, aby se vzdálili a řídit se pokyny vedoucího zásahu (interní i externí);
- nevstupovat do vyteklych nebo vysypaných látek, ani se jich nedotýkat, a vyhnout se vdechnutí výparů, kouře, prachu a par zdržováním se na návětrné straně;
- svléknout všechno kontaminované oblečení a bezpečně jej zlikvidovat.

^a Je třeba dbát na platná nařízení, která vyplývají z železničně-právních nebo provozních předpisů.



Dodatečná upozornění pro strojvedoucího o nebezpečných vlastnostech nebezpečných věcí podle tříd a o opatřeních, která mají být přijata v závislosti na převládajících okolních podmínkách		
Bezpečnostní značky a velké bezpečnostní značky (Placards), identifikace nebezpečnosti	Charakteristiky nebezpečí	Dodatečná opatření
(1)	(2)	(3)
<p>Výbušné látky a předměty</p>  <p>1 1.5 1.6</p>	<p>Mohou mít řadu vlastností a účinků, jako jsou hromadný výbuch; rozlet úlomků; intenzivní oheň/tepelné záření; vytváření jasného světla, hlasitého hluku nebo kouře. Citlivé na otřesy a/nebo nárazy a/nebo teplo.</p>	<p>Chránit se, ale držet se co nejdále od oken.</p>
<p>Výbušné látky a předměty</p>  <p>1.4</p>	<p>Malé nebezpečí výbuchu a ohně.</p>	<p>Chránit se.</p>
<p>Hořlavé plyny</p>  <p>2.1</p>	<p>Nebezpečí ohně. Nebezpečí výbuchu. Mohou být pod tlakem. Nebezpečí udušení. Mohou způsobit popáleniny a/nebo omrzliny. Obsah může při zahřátí vybuchnout.</p>	<p>Chránit se. Vyhýbat se nízko položeným místům.</p>
<p>Nehořlavé, netoxické plyny</p>  <p>2.2</p>	<p>Nebezpečí udušení. Mohou být pod tlakem. Mohou způsobit omrzliny. Obsah může při zahřátí vybuchnout.</p>	<p>Chránit se. Vyhýbat se nízko položeným místům.</p>
<p>Toxické plyny</p>  <p>2.3</p>	<p>Nebezpečí otravy. Mohou být pod tlakem. Mohou způsobit popáleniny a/nebo omrzliny. Obsah může při zahřátí vybuchnout.</p>	<p>Chránit se. Vyhýbat se nízko položeným místům.</p>
<p>Hořlavé kapaliny</p>  <p>3</p>	<p>Nebezpečí ohně. Nebezpečí výbuchu. Obsah může při zahřátí vybuchnout.</p>	<p>Chránit se. Vyhýbat se nízko položeným místům.</p>
<p>Hořlavé tuhé látky, samovolně se rozkládající látky, polymerizující látky a znečítlivěné tuhé výbušné látky</p>  <p>4.1</p>	<p>Nebezpečí ohně. Hořlavé nebo zápalné, mohou být zapáleny teplem, jiskrami nebo plameny. Mohou obsahovat samovolně se rozkládající látky, které jsou náchylné k exotermickému rozkladu v případě přívodu tepla, styku s jinými látkami (jako jsou kyseliny, sloučeniny těžkých kovů nebo aminy), tření nebo otřesu. Toto může vést k vyvíjení škodlivých a hořlavých plynů nebo par., příp. k samovolnému zapálení. Obsah může při zahřátí vybuchnout. Nebezpečí výbuchu znečítlivěných výbušných látek při ztrátě znečítlivujícího prostředku.</p>	
<p>Samozápalné látky</p>  <p>4.2</p>	<p>Nebezpečí samovznícení, jsou-li kusy poškozeny, nebo jejich obsah vyteče nebo se vysype. Mohou prudce reagovat s vodou.</p>	
<p>Látky, které ve styku s vodou vyvíjejí hořlavé plyny</p>  <p>4.3</p>	<p>Nebezpečí ohně a výbuchu ve styku s vodou.</p>	

Dodatečná upozornění pro strojevedoucího o nebezpečných vlastnostech nebezpečných věcí podle tříd a o opatřeních, která mají být přijata v závislosti na převládajících okolních podmínkách		
Bezpečnostní značky a velké bezpečnostní značky (Placards), identifikace nebezpečnosti	Charakteristiky nebezpečí	Dodatečná opatření
(1)	(2)	(3)
Látky podporující hoření  5.1	Nebezpečí silné reakce, zapálení a výbuchu ve styku s hořlavinami a vznětlivými látkami.	
Organické peroxidy  5.2	Nebezpečí exotermického rozkladu při zvýšených teplotách, styku s jinými látkami (jako jsou kyseliny, sloučeniny těžkých kovů nebo aminy), při tření nebo ořesu. To může vést ke tvorbě plynů nebo par ohrožujících zdraví nebo hořlavých, příp. k samovolnému zapálení.	
Toxické látky  6.1	Nebezpečí otravy při vdechnutí, při styku s pokožkou nebo při požití. Nebezpečí pro vodní prostředí nebo kanalizační systém.	
Infekční látky  6.2	Nebezpečí infekce. Může u lidí nebo zvířat vyvolat těžká onemocnění. Nebezpečí pro vodní prostředí nebo kanalizační systém.	
Radioaktivní látky  7A  7B  7C  7D	Nebezpečí absorpce a vnějšího ozáření.	Omezit dobu expozice.
Štěpné látky  7E	Nebezpečí jaderné řetězové reakce.	
Žiravé látky  8	Nebezpečí popálenin účinkem žiraviny. Mohou prudce reagovat spolu vzájemně, s vodou a s jinými látkami. Uniklá látka může vyvíjet žiravé páry. Nebezpečí pro vodní prostředí nebo kanalizační systém.	
Různé nebezpečné látky a předměty  9  9A	Nebezpečí popálenin. Nebezpečí ohně. Nebezpečí výbuchu. Nebezpečí pro vodní prostředí nebo kanalizační systém.	

POZNÁMKA 1: U nebezpečných věcí s více nebezpečnými vlastnostmi a pro smíšené náklady se musí dodržet všechna odpovídající opatření.

POZNÁMKA 2: Dodatečná opatření uvedená ve sloupci (3) smějí být přizpůsobena tak, aby odrážela třídy nebezpečných věcí, které se mají přepravovat a jejich dopravní prostředky a aby případně doplňovaly stávající zadané národní úkoly.

Dodatečná upozornění pro strojvedoucího o nebezpečných vlastnostech nebezpečných věcí podle tříd a opatření, která mají být přijata v závislosti na převládajících okolních podmínkách

Označení a značky	Charakteristiky nebezpečí	Dodatečná opatření
(1)	(2)	(3)
Značka pro látky ohrožující životní prostředí 	Nebezpečí pro vodní prostředí nebo kanalizační systém	
Označení pro látky přepravované v zahřátém stavu 	Nebezpečí popálenin účinkem žáru.	Vyvarovat se kontaktu s horkými částmi vozu nebo kontejneru a s rozlitou nebo rozsypanou látkou.

Výbava pro osobní ochranu, která se musí nacházet na stanovišti strojvedoucího

Následující výbava^a se musí nacházet na stanovišti strojvedoucího:

- jedna přenosná svítilna;

pro strojvedoucího

- odpovídající výstražné oblečení.

^a Předepsanou výbavu je případně třeba doplnit dle stávajících národních předpisů.

Příloha 2: Značení cisteren





Označení kontejneru v kombinované dopravě.



Příloha 3: Bezpečnostní list - chlór

	BEZPEČNOSTNÍ LIST	Datum vydání:	14. 10. 2008
	dle (ES) 1907/2006	Datum revize:	25. 05. 2015
	CHLOR KAPALNÝ technický	Strana:	1 / 11

ODDÍL 1: Identifikace látky/směsi a společnosti/podniku

1.1 Identifikátor výrobku		
Název:	CHLOR KAPALNÝ technický	
Identifikační číslo:	017-001-00-7	
Registrační číslo:	01-2119486560-35-0011	
1.2 Příslušná určená použití látky nebo směsi a nedoporučená použití		
Určená použití:	Zejména pro výrobu chlorovaných polymerů, rozpouštědel, jako základní chemikálie v anorganické a organické chemii. Chlor se používá jako desinfekční prostředek pro desinfekci městských a průmyslových odpadních vod, potravinářských a zemědělských zařízení v papírenském průmyslu k bělení celulózy	
Nedoporučená použití:	neuveдена	
1.3 Podrobné údaje o dodavateli bezpečnostního listu		
Výrobce:	SPOLANA, a.s.	
Místo podnikání nebo sídlo:	ul. Práce 657, 277 11 Neratovice, Česká republika	
IČO:	451 47 787	
Telefon:	Tel: +420 315 662 555	Fax: +420 315 666 633
Odborně způsobilá osoba:	Tel: +420 315 662 555	Mail: reach@spolana.cz
1.4 Telefonní číslo pro naléhavé situace		
Klinika pracovního lékařství VFN a I. LF UK Toxikologické informační středisko Na Bojišti 1, 120 00, Praha 2		
Tel: 224 919 293, 224 915 402 E-mail: tis@vfn.cz		
Informace pouze pro zdravotní rizika – akutní otravy lidí a zvířat		

ODDÍL 2: Identifikace nebezpečnosti

Celková klasifikace látky:	Látka je klasifikována jako nebezpečná		
Nebezpečné účinky na zdraví:	Zraňující při nadýchání, popáleniny (poleptání) respiračního traktu, poleptání kůže, poleptání očí, poleptání vlhkých sliznic. Plyný chlór má silný dráždivý a dusivý účinek. Je nebezpečný vznikem edému plic, často po delší době latence po nadýchání plynného chloru. Kapalný chlór při styku s kůží způsobuje omrzliny.		
Nebezpečné účinky na životní prostředí:	Velmi nebezpečný pro životní prostředí, vysoce toxický pro vodní organismy.		
2.1 Klasifikace látky nebo směsi			
Klasifikace dle (ES) 1272/2008:	Kódy třídy a kategorie nebezpečnosti	Ox. Gas 1 Press. Gas Acute Tox. 3 Eye Irrit. 2 STOT SE 3 Skin Irrit. 2 Aquatic Acute 1	
	Kódy standardních vět o nebezpečnosti:	H270 H331 H319 H335 H315 H400	
2.2 Prvky označení			
Výstražný symbol nebezpečnosti			

	BEZPEČNOSTNÍ LIST dle (ES) 1907/2006 CHLOR KAPALNÝ technický	Datum vydání:	14. 10. 2008
		Datum revize:	25. 05. 2015
		Strana:	2 / 11

Signální slovo	Nebezpečí
Standardní věty o nebezpečnosti	H270 Může způsobit nebo zesílit požár; oxidant. H331 Toxický při vdechování. H319 Způsobuje vážné podráždění očí. H335 Může způsobit podráždění dýchacích cest. H315 Dráždí kůži. H400 Vysoce toxický pro vodní organismy.
Pokyny pro bezpečné zacházení	P403 Skladujte na dobře větraném místě. P308+P313 Při expozici nebo podezření na ni vyhledejte lékařskou pomoc. P314 Necítíte-li se dobře, vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření. P273 Zabraňte uvolnění do životního prostředí.
2.3 Další nebezpečnost	POZOR! Nepoužívejte společně s jinými výrobky. Může uvolňovat nebezpečné plyny (chlor).

ODDÍL 3: Složení/informace o složkách				
3.1 Látky				
Identifikátor hlavní složky:	Název	Chlor		
		Obsah: min. 99,5 % chloru		
	Identifikační číslo	Indexové číslo	CAS číslo	ES číslo
		017-001-00-7	7782-50-5	231-959-5
Identifikace nečistot přispívajících ke klasifikaci	Název			
	Identifikační číslo	Indexové číslo	CAS číslo	ES číslo

ODDÍL 4: Pokyny pro první pomoc	
4.1 Popis první pomoci	Při poskytování první pomoci je nutné zajistit především bezpečnost zachraňujícího i zachraňovaného! Obecné zásady poskytování první pomoci: Při stavech ohrožujících život je třeba přednostně provádět resuscitaci: - postižený nedýchá- je nutné okamžitě provádět umělé dýchání - zástava srdce- je nutné okamžitě zahájit nepřímou masáž srdce - bezvědomí- je nutné postiženého uložit do stabilizované polohy na boku
4.2 Nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky	Při nadýchání: Okamžitě přerušte expozici, dopravte postiženého na čerstvý vzduch (pozor na kontaminovaný oděv), zajistěte postiženého proti prochladnutí, zajistěte lékařské ošetření. Při styku s kůží: Odložte potřísněný oděv, omyjte postižené místo velkým množstvím pokud možno vlažné vody, pokud nedošlo k poškození (poranění) pokožky je možné použít i mýdlo, zajistěte lékařské ošetření. Při zasažení očí: Ihned vyplachujte oči proudem tekoucí vody, rozevřete oční víčka (třeba i násilím), popř. vyjměte kontaktní čočky, výplach provádějte nejméně 10 minut, zajistěte lékařské ošetření. Při požití: Neuvažuje se, vzhledem k vlastnostem je požití nepravděpodobné
4.3 Pokyny týkající se okamžité lékařské pomoci a zvláštního ošetření	Další podrobnosti o poskytnutí první pomoci, zejména ve vážnějších případech poškození zdraví, může ošetřující lékař konzultovat s Toxikologickým informačním střediskem

ODDÍL 5: Opatření pro hašení požáru	
5.1 Hasiva	

	BEZPEČNOSTNÍ LIST dle (ES) 1907/2006	Datum vydání:	14. 10. 2008
	CHLOR KAPALNÝ technický	Datum revize:	25. 05. 2015
		Strana:	3 / 11

	Vhodná hasiva:	<p>Hasicí média: Voda, voda ve formě vodní stěny. Velké požáry: Zaplavit jemnou vodní mlhou (sprchou). Při zdolávání požáru: Odstraňte nádoby z oblasti zasažené ohněm, jestliže to může být provedeno bez rizika. Ochlazujte nádoby vodní sprchou nebo mlhou, dokud nedojde k uhašení požáru. Nikdy se nezdržujte v pozici proti čelům tanků. Unikající chlor se snažte usměrnit do nejméně nebezpečného prostoru a likvidujte vodní mlhou. Pro požáry v nákladových nebo skladovacích prostorách: Vždy dodržujte následující upozornění: Na místě požáru nesmí být nepovolani lidé, izolujte nebezpečné místo a zakažte vstup. Použijte hasicí látky vhodné pro lokalizaci požáru, zabraňte jeho šíření. Ochlazujte nádoby vodní sprchou dokud není oheň uhašen.</p>
	Nevhodná hasiva:	Nepoužívat suché chemikálie, <i>při přepravě</i> oxid uhličitý nebo halogenované hasicí látky.
5.2	Zvláštní nebezpečnost vyplývající z látky nebo směsi	<p>Chlor je silné oxidační činidlo, kontakt se snadno oxidovatelnými, organickými nebo jinými hořlavými materiály může vést ke vznícení, prudkému hoření nebo explozi. Při vyšších teplotách (zejména v případě stop oleje, organických látek, vlhkosti nebo rzi) může dojít ke spontánní exotermní reakci charakteru hoření mezi železem a suchým chlorem. Proto musí být také v případě nebezpečí požáru nádoby s kapalným chlorem ihned odstraněny z prostoru požáru i z míst, kde by mohly být vystaveny sálavému teplu. Vodu aplikujte z chráněného místa nebo z bezpečné vzdálenosti. Vyhněte se nadýchání látek nebo produktů hoření. Stůjte na návětrné straně požáru a vyhýbejte se místům pod úrovní okolního terénu. Při tepelném rozkladu může docházet ke vzniku toxických a korozivních zplodin (zejména chlor, chlorovodík).</p>
5.3	Pokyny pro hasiče	Jako ochranné prostředky dýchacích cest při zásahu používat izolační dýchací přístroje. V případě potřeby vhodné ochranné obleky.

ODDÍL 6: Opatření v případě náhodného úniku

6.1	Opatření na ochranu osob, ochranné prostředky a nouzové postupy	V případě náhodného úniku by měla být již na počátku zajištěna evakuace potenciálně ohroženého prostoru. Kromě toho musí být zabráněno přímému kontaktu s chlorem, v případě emise chloru minimalizujte expozici osob vhodnou ochranou dýchacích cest. Nedotýkejte se materiálu, který unikl mimo obaly. Udržujte nepovolane osoby mimo zasaženou oblast. Izolujte nebezpečnou oblast a zakažte přístup. Uvědomte místní nouzové středisko (policie, hasiči). Při práci a po jejím skončení je, až do důkladného omytí mýdlem a teplou vodou, zakázáno jíst, pít a kouřit.
6.2	Opatření na ochranu životního prostředí	Vyčistit co nejrychleji kontaminovaný prostor. Zastavit únik, jestliže je to možné bez osobního rizika.
6.3	Metody a materiál pro omezení úniku a pro čištění	Redukujte množství par vodní mlhou. Snažte se zachytit stékající vodu tak, aby mohla být vhodně zneškodněna jako potenciálně nebezpečný odpad. Udržujte mimo oblastí s vodními zdroji a kanalizačními systémy.
6.4	Odkaz na jiné oddíly	Oddíl 8 a 13

ODDÍL 7: Zacházení a skladování

7.1	Opatření pro bezpečné zacházení	Zaměstnanci musí být vybaveni vhodnými osobními ochrannými pracovními prostředky. Práce s kapalným chlorem na pracovištích mohou vykonávat jen zaměstnanci dokonale seznámení s nebezpečnými vlastnostmi chloru.
7.2	Podmínky pro bezpečné skladování látek a směsí včetně neslučitelných látek a směsí	

	BEZPEČNOSTNÍ LIST dle (ES) 1907/2006	Datum vydání:	14. 10. 2008
	CHLOR KAPALNÝ technický	Datum revize:	25. 05. 2015
		Strana:	4 / 11

Kapalný chlor se skladuje ve skladech odpovídajících ustanovením ČSN 69 0012, kapitoly V - Nádoby na kapalný chlor. Pro skladování přepravních sudů a láhví na kapalný chlor platí ustanovení ČSN 07 8304, kapitola 9 - Skladování. Láhve se skladují ve svislé poloze tak, aby bylo možné je stabilně připevnit ke stojanům nebo ke zdi řetízky. Sudy musí být zajištěny proti samovolnému pohybu.

Při manipulaci je nutné se vyhnout prudkým nárazům. Shazování obalů z dopravních prostředků je zakázáno i při použití jakéhokoliv tlumičivého zařízení.

Suchý chlor nenapadá při běžných teplotách kovy, jako železo, měď, olovo a různé slitiny. Vlhký chlor působí na výše uvedené kovy korozivně a slučuje se s nimi na chloridy kovů s výjimkou tantalu. Nádoby s chlorem je nutné chránit před účinky tepla a slunečního záření.

Konstrukční materiály musí být voleny s ohledem na jejich vhodnost pro podmínky, za nichž je chlor přechováván. Plastické materiály by měly být vybrány s ohledem na jejich odolnost a dle působení externích vlivů (požadavky na mechanické vlastnosti).

Pro suchý chlor je jako obvyklý materiál používána uhlíková ocel. Pro kapalný chlor a chladný suchý plynný chlor se používá jemnozrná uhlíkatá ocel, která vykazuje při nízké teplotě vhodnou rázovou pevnost, protože musí být vzato v úvahu, že při snižování tlaku může být teplota až -34 °C.

Z hlediska reaktivity chloru s uhlíkatou ocelí při zvýšené teplotě nesmí být překročena teplota 120 °C, při vyšších teplotách (zejména v případě stop oleje, organických látek, vlhkosti nebo rzi) může dojít ke spontánní exotermní reakci charakteru hoření mezi železem a suchým chlorem. Jestliže se nelze vyhnout vysoké teplotě z procesních příčin, musí být použit speciální materiál (např. nikl, niklové slitiny nebo legovaná ocel). Za žádných okolností nesmí být použit zinek, titan a jejich slitiny pro chlor, neboť tyto kovy spontánně reagují se suchým chlorem.

Materiály pro vlhký plynný chlor. Vlhký plynný chlor reaguje snadno se všemi kovy s výjimkou titanu a tantalu. Velká pozornost musí být věnována použití titanu v podmínkách kontaktu s vlhkým chlorem, neboť nesmí dojít k poklesu minimálního obsahu vody pod 0,8 % hmotnostních, kdy již začíná oblast intenzivní korozí titanu chlorem. Jinými vhodnými materiály pro vlhký chlor jsou uhlíková ocel pokrytá gumou, smaltem, teflonem nebo speciální plasty.

7.3 Specifické konečné / specifická konečná použití

Kapalný chlor se plní do kovových tlakových nádob, které musí vyhovovat příslušným technickým normám ČSN 07 8304, 07 8305: láhve, sudy, železniční nádržkové vozy, kontejnery. Jejich barevné označení musí odpovídat ČSN 07 8508, 07 8509, 07 8510.

Je zakázáno plnit nádoby:

- u nichž prošla lhůta periodické zkoušky,
- kteřé nemají předepsané barevné a vyražené označení,
- kteřé mají poškozené nebo netěsné ventily a výstroj,
- jejichž povrch je poškozen (trhliny, silná korozí, patrná změna tvaru, prasklé obruče apod.),
- jimž chybí nebo u nichž nejsou dostatečně jasně předepsané barevné nátěry a nápisy podle ČSN 07 8509 nebo ČSN 07 8510, popř. jiných technických předpisů,
- láhve s poškozenou patkou nebo límcem tak, že tyto neplní svou funkci nebo se špatně nasazenou patkou,
- kteřé byly vyřazeny z provozu zkušebním orgánem, popř. organizací SOD (Vyhláška ČÚBP č. 21/79 Sb., ve znění pozdějších předpisů),
- u nichž byl zjištěn nebo je podezření, že obsahují jiný druh plynu, než pro který jsou určeny,
- jejichž znečištění vnějšího povrchu by mohlo znesnadnit plnění,
- kteřé nemají výstroj podle příslušných norem a předpisů.

ODDÍL 8: Omezování expozice /osobní ochranné prostředky

8.1 Kontrolní parametry

Expoziční limity podle Nařízení vlády č. 361/2007 Sb.:

Název látky (složky):	CAS	PEL mg/m ³	NPK-P mg/m ³	Poznámka
Chlor	7782-50-5	0,5	1,5	
Limitní hodnoty ukazatelů biologických testů (432/2003 Sb., příloha 2):		neuveďeny		
DNEL	neuveďeny			
PNEC	neuveďeny			

8.2 Omezování expozice

Doporučené monitorovací postupy: Nabídnutou koncentraci chlóru lze stanovit laboratorními analytickými metodami, multidetektorem plynů vybaveným selektivním čidlem pro tuto látku (např. Oldham, Auer, Drager apod.), případně detekčními trubicemi (Cl₂ – Auer, Drager apod.).

Omezování expozice pracovníků:

Technickými opatřeními je třeba zajistit, aby na stálých pracovištích nebyl překračován přípustný expoziční limit (PEL) pro chlor 0,5 mg/m³ (jako koncentrace průměrná celosměnová) a 1,5 mg/m³ (jako koncentrace nejvyšší přípustná krátkodobá).

Při práci s chlorem je zakázáno jíst, pít a kouřit. Po práci a při jejím přerušení je nutné umýt pokožku teplou vodou a mýdlem a ošetřit reparačním krémem.

Omezování expozice pracovníků

Ochrana dýchacích cest: Tam, kde nelze dodržet PEL nebo jde o práce havarijního charakteru, musí mít zaměstnanci k dispozici masku s filtrem pro kyselý plyn – ochrana proti chlóru a aerosolům, např. typ AVEC B-P3 (toto doporučení platí pro koncentrace do 5 ppm Cl₂ v prostorách s dostatečnou koncentrací kyslíku), nebo izolační dýchací přístroj.

Ochrana očí: Pracovníci jsou povinni při práci používat ochranné brýle nebo ochranný štít.

Ochrana rukou: Pomocí ochranných rukavic s následující specifikací:

Pracovní činnost	Materiál rukavic s ohledem na náročnost manipulací	Minimální tloušťka vrstvy	Doba průniku (minuty)
Běžná pracovní činnost bez možnosti potřísnění kapalinou	Kůže, Latex, PVC s ohledem na další vykonávané činnosti (manipulace s ovládacími prvky apod.)		Neuvádí se
Použití při likvidacích úniků a při haváriích	viz dále - tabulka ochranné obleky		viz dále

Použité ochranné rukavice musí splňovat podmínky směrnice EU 89/686/EHS a normy EN 374.

V tabulce jsou pro ilustraci uvedeny laboratorně zjištěné údaje fy KCL (katalogové hodnoty). Hodnoty platí pro uvedené typy ochranných rukavic. V případě použití jiných ekvivalentních typů je třeba údaje získat od jejich dodavatele.

Ochrana kůže: Pracovníci jsou povinni používat vhodný ochranný oděv (pracovní oděv, pryžová zástěra, pryžová obuv).

Pro případ havárie a nutnosti vstoupit do oblasti s neznámou koncentrací Cl₂ musí být zasahující vycvičen a vybaven izolačními dýchacími přístroji, speciálními přetlakovými ochrannými obleky odolnými proti působení chlóru (integrované ochranné boty, vícevrstvá ochrana rukou). Při zásahu je nutné se vyvarovat kontaktu s kapalným chlorem, neboť účinkem nízkých teplot mohou ochranné prostředky rychle ztratit svou ochrannou schopnost se všemi důsledky na zdraví zasahující osoby.

Pracovní činnost	Typ obleku	Materiál	Doba průniku (minuty)
Použití při likvidacích úniků a při haváriích	Trellechem SUPER CV Trellechem TSE	Speciálně konstruovaný materiál - kombinace Butylkaučuk a Viton	> 480 min
Použití při likvidacích úniků a při haváriích	DRAGER Tmaster PRO	-	-
Použití při likvidacích úniků a při haváriích	OPCH 90	PAD nebo PES tkanina oboustranně opryžovaná butylkaučukovou směsí se sníženou hořlavostí	OPCH-90 odpovídá požadavkům dle norem ČSN EN 340, 465 a 466

Pozn.: Ochranné obleky musí být pro toto speciální použití certifikovány (např. dle EN 943, EN 374, American standard NFPA 1991) V tabulce jsou pro ilustraci uvedeny laboratorně zjištěné údaje fy. Trelleborg; Drager; ECOprotect (katalogové hodnoty). Hodnoty platí pro uvedený typ ochranného obleku. V případě použití jiných ekvivalentních typů je třeba údaje získat od jejich dodavatele.

Přehled odolnosti ochranného protichemického oděvu OPCH-90 PO pro chlor:

	BEZPEČNOSTNÍ LIST dle (ES) 1907/2006	Datum vydání:	14. 10. 2008
	CHLOR KAPALNÝ technický	Datum revize:	25. 05. 2015
		Strana:	6 / 11

		třída odolnosti dle ČSN EN 465,466	odolnost v min. ODĚV	odolnost v min. RUKAVICE
	chlor	5	420	420
	chlor kapalný	1	15	15

Omezení expozice životního prostředí
Minimalizovat úniky, nevypouštět kontaminovanou vodu do kanalizace, vodních toků a půdy.

ODDÍL 9: Fyzikální a chemické vlastnosti

9.1	Informace o základních fyzikálních a chemických vlastnostech
Vzhled:	Chlor kapalný je oranžově žlutá, těžká olejovitá kapalina, pronikavého dusivého zápachu. Na vzduchu se rychle vypařuje na žlutozelený velmi nebezpečný plyn 2,5x těžší než vzduch.
Zápach:	
Prahová hodnota zápachu:	Informace není k dispozici
pH (při 20°C):	neuvádí se
Bod tání / bod tuhnutí (°C):	Informace není k dispozici
Počáteční bod varu a rozmezí bodu varu (°C):	-34,05
Bod vzplanutí (°C):	neuvádí se
Rychlost odpařování	Informace není k dispozici
Hořlavost:	neuvádí se
Meze výbušnosti nebo hořlavosti: horní mez (% obj.):	nevýbušný
dolní mez (% obj.):	nevýbušný
Tenze par (20 °C):	67,3 kPa
Hustota páry	2,48
Relativní hustota	- plyný chlor (101,3 kPa, 0 °C) 3,214 kg/m ³ - kapalný chlor (rovnovážný tlak 0,3664 MPa, 0 °C) 1470,6 kg/m ³
Rozpuštnost	ve vodě: 7,4 g/l (20 °C)
Rozdělovací koeficient: n-oktanol / voda:	neuvádí se
Teplota samovznícení:	Informace není k dispozici
Teplota rozkladu:	Informace není k dispozici
Viskozita:	neuvádí se
Výbušné vlastnosti:	nevýbušný
Oxidační vlastnosti:	silné oxidovadlo
9.2	Další informace
	- kritická teplota: 144,0 °C - kritický tlak: 7,71083 MPa
	Chlor je silné oxidační činidlo a může tvořit explozivní směsi s organickými a anorganickými látkami. Obecně je zápalnost a detonační limit srovnatelný s kyslíkatými látkami. Teplota samovznícení organických látek v chloru je obvykle o 200 °C níže než odpovídající hodnota ve vzduchu. Amoniak a některé další dusíkaté sloučeniny mohou tvořit s chlorem chlorodusík, velmi nestabilní explozivní sloučeninu, která detonuje velmi lehce v plynné i kapalně fázi. Obaly na kapalný chlor (železniční nádržkový vůz, sudy, láhve) mohou být poškozeny nebo mohou explodovat, jestliže jsou vystaveny nadměrnému teplu.

ODDÍL 10: Stálost a reaktivita

10.1	Reaktivita
	Silné oxidovadlo
10.2	Chemická stabilita
	Na vzduchu za normálních podmínek není chlor výbušný ani zápalný.
10.3	Možnost nebezpečných reakcí
	S vodíkem, fosforem, antimonem, arsenem, práškovou mědí, zahřátým sodíkem, methanolem, acetylenem a jinými uhlovodíky tvoří výbušné směsi, které vlivem tepla nebo slunečního záření mohou explodovat. Samovolně exploduje s křemíkovodíkem. S koncentrovaným čpavkem tvoří vysoce výbušný chlorodusík.
10.4	Podmínky, kterým je třeba zabránit
	Nevhodné podmínky skladování: Vyhnout se kontaktu s látkami s nebezpečnou chemickou reakcí. Nevystavovat teplu, nezahřívát, pozor na akumulaci nebezpečných plynů.
10.5	Neslučitelné materiály

	BEZPEČNOSTNÍ LIST dle (ES) 1907/2006	Datum vydání:	14. 10. 2008
	CHLOR KAPALNÝ technický	Datum revize:	25. 05. 2015
		Strana:	7 / 11

Chlor tvoří dvoj nebo vicesložkové výbušné plynné směsi s řadou chemických látek jako je např. vodík, amoniak, methan, methylchlorid a pod. Chlor reaguje téměř s každou organickou látkou obsahující vodík, nebo dusík. Chlorací reakce probíhají snadno, v některých případech i při pokojových teplotách a mohou mít i explozivní charakter. Mimo zahřátí mohou být reakce iniciovány i UV zářením nebo statickou elektřinou.

Organické látky, které mohou reagovat až explozivně s plynným, nebo kapalným chlorem jsou např. alkoholy, estery, oleje, rozpouštědla, silikonový olej a silikonová pryž. Platí to zvláště pro mazací oleje, tuky a čisticí prostředky.

V kapalném chloru jsou obvykle přítomna i malá množství chlorodusíku. Ke kumulaci chlorodusíku v kapalném chloru může dojít tehdy, pokud je odebírán nebo odpařován chlor z tlakové skladovací nebo přepravní nádoby o velkém objemu, protože chlorodusík se odpařuje obtížněji a tudíž zůstává v kapalně fázi a postupně se koncentruje. Stejným mechanismem může docházet k jeho kumulaci i v nevhodně konstruovaných odparkách kapalného chloru.

10.6 Nebezpečné produkty rozkladu

Produkty tepelného rozkladu: chlor.

ODDÍL 11: Toxikologické informace

11.1 Informace o toxikologických účincích

Akutní nepříznivé účinky na zdraví: Plynný chlor je těžší než vzduch a hromadí se při zemi, v jímkách, prohlubních apod. Je pro zdraví akutně vysoce nebezpečný. Má silný dráždivý účinek. Nemá prakticky významný chronický účinek - nedochází k jeho kumulaci v organismu. V závislosti na době působení a nabídnuté koncentraci zprvu jen dráždí, dráždění přechází v dušení a nelze vyloučit smrt při vysoké expozici. Nebezpečí spočívá v možnosti vzniku edému plic, často po delší době latence po nadýchání plynného chloru. Toto riziko zvyšuje fyzická práce a aktivní pohyb po expozici vysokým koncentracím.

Nadýchání: Nízké koncentrace (0,2-16 ppm) mohou způsobovat podráždění vlhkých tkání, záněty hrdla, záchvaty kašle a dušnost (30 ppm). Silná expozice může mít za následek poškození vlhkých tkání.

Inhalace koncentrace 500 ppm po dobu 5 minut může být pro člověka smrtelná a inhalace koncentrace 1000 ppm může skončit fatálně po několika hlubokých nadechnutích.

Expozice v pracovním prostředí mají za následek pálení v nose a ústech spojeným s častou krvácivostí z nosu, respiračními potížemi spojenými s kašláním. Kašel se obecně stupňuje ve

frekvenci vždy po 2-3 dnech a postižený vykašlává hlen, který zmizí většinou na konci periody 14 dnů. Poškození plic není obvykle permanentní, respirační potíže obvykle mizí během 72 hodin. Ve vysokých koncentracích může chlor působit dusivě. Jiné symptomy mohou zahrnovat kýchání, síňalost nebo červený obličej, slabost, chraptot, bolesti hlavy, závratě a obecně rozčilení a neklid. Masivní inhalace může způsobit smrt v důsledku srdeční zástavy.

Pokožka: Rozsah poškození závisí na koncentraci a délce trvání kontaktu. Vysoké koncentrace par mohou dráždit kůži a způsobovat pálení a záněty včetně tvorby puchýřků. Opakovaný nebo dlouhodobý kontakt může způsobit dermatitidy. Kontakt s kapalinou může způsobit popáleniny, zničení tkáně a omrzliny.

Oči: Může způsobit zarudnutí, bolest nebo zastřené vidění a slzení. Roztoky stříknuté do oka mohou způsobit těžké poleptání rohovky a poranění čočky.

Požítí: Požití kapalného chloru je vzhledem k fyzikálním vlastnostem velmi nepravděpodobné.

a) *Akutní toxicita*

LCLo = 2530 mg/m³/30 minut inhalačně - člověk

LCLo = 500 ppm/5 minut inhalačně - člověk

LC50 = 293 ppm/l hodina inhalačně - potkan

LC50 = 137 ppm/l hodina inhalačně - myš

LCLo = 800 ppm/30 minut inhalačně - pes

b) *Žiravost / dráždivost pro kůži*

Dráždí kůži

c) *Vážné poškození očí / podráždění očí*

Vážné poškození očí je klasifikováno

d) *Senzibilizace dýchacích cest / senzibilizace kůže*

Informace není k dispozici

e) *Mutagenita v zárodečných buňkách*

Informace není k dispozici

f) *Karcinogenita*

Informace není k dispozici

	BEZPEČNOSTNÍ LIST dle (ES) 1907/2006	Datum vydání:	14. 10. 2008
	CHLOR KAPALNÝ technický	Datum revize:	25. 05. 2015
		Strana:	8 / 11

















g)	Toxicita pro reprodukci Informace není k dispozici
h)	Toxicita pro specifické cílové orgány – jednorázová expozice Dráždí dýchací orgány
i)	Toxicita pro specifické cílové orgány – opakovaná expozice Opakované a dlouhotrvající expozice koncentracemi od 0,8 -1,0 ppm mohou způsobit permanentní ačkoli mírnou redukci plicních funkcí. Chronická expozice koncentracemi 5 ppm může mít za následek záněty sliznic nosu, nemoci průdušek a zvýšenou citlivost na respirační infekce. Může nastat poškození zubů.
j)	Nebezpečnost při vdechnutí Informace není k dispozici

ODDÍL 12: Ekologické informace	
12.1	Toxicita
	Ryby LC50 = 390 µg/l, 96 hodin, Orangethroat darter (Etheostoma spectabile)
	Řasy 50-1000 µg/l, 23 hodin, řasy, fytoplankton (Algae). FYTOTOXICITA: 20 µg/l, 96 dnů, (Growth) Water-milfoil (Myriophyllum spicatum)
	Bezobratlí: LC50 = 637,5 µg/l, 1 hodina, ústřice (Crassostrea gigas)
	Bakterie Informace není k dispozici
12.2	Perzistence a rozložitelnost Informace není k dispozici
12.3	Bioakumulační potenciál Informace není k dispozici
12.4	Mobilita v v půdě Informace není k dispozici
12.5	Výsledky posouzení PBT a vPvB Informace není k dispozici
12.6	Jiné nepříznivé účinky Akutně toxický pro vodní organismy (kategorie 1)

ODDÍL 13: Pokyny pro odstraňování	
13.1	Metody nakládání s odpady
	a) Vhodné metody pro odstraňování látky nebo přípravku a znečištěného obalu: Dodržovat všechny platné zákony a nařízení o odpadech a o ochraně ovzduší. Zbytky nesmějí být vypouštěny volně do ovzduší. Chlor lze likvidovat absorpcí ve vodném roztoku hydroxidu sodného (v nouzovém případě i jiných hydroxidů, se kterými chlor tvoří stabilní produkt). Zatřídění odpadu provádí jeho původce dle vlastností odpadu v době jeho vzniku. Prázdné obaly se recyklují. Cisterny použité k přepravě chloru se vrací výrobci. Likvidaci zbytků v cisternách a čištění cisteren zajišťuje výrobce.
	b) Fyzikální/chemické vlastnosti, které mohou ovlivnit způsob nakládání s odpady Vysoce toxický pro vodní organismy.
	c) Zamezení odstranění odpadů prostřednictvím kanalizace Informace není k dispozici
	d) Zvláštní bezpečnostní opatření pro doporučené nakládání s odpady <i>Česká republika:</i> Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů, Katalog odpadů (vyhláška č. 381/2001 Sb.) ve znění pozdějších předpisů. <i>Evropská unie:</i> Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2006/12/ES o odpadech

ODDÍL 14: Informace pro přepravu	
	UN 1017 CHLOR
14.1	UN číslo 1017
14.2	Náležitý název UN pro zásilku
	<i>Pozemní přeprava ADR</i> CHLOR

	BEZPEČNOSTNÍ LIST dle (ES) 1907/2006		Datum vydání:	14. 10. 2008
	CHLOR KAPALNÝ technický		Datum revize:	25. 05. 2015
			Strana:	9 / 11

	Železniční přeprava RID	CHLOR		
	Námoňní přeprava IMDG:	CHLORINE		
	Letecká přeprava ICAO/IATA:	Chlorine		
14.3	Třída/třídy nebezpečnosti pro přepravu			
	Pozemní přeprava ADR	Železniční přeprava RID	Námoňní přeprava IMDG:	Letecká přeprava ICAO/IATA:
	2	2	2	2
	Klasifikační kód			
	Pozemní přeprava ADR	Železniční přeprava RID	Námoňní přeprava IMDG:	Letecká přeprava ICAO/IATA:
	2TOC	2TOC	-	-
14.4	Obalová skupina			
	Pozemní přeprava ADR	Železniční přeprava RID	Námoňní přeprava IMDG:	Letecká přeprava ICAO/IATA:
	-	-	-	-
	Identifikační číslo nebezpečnosti:			
	Pozemní přeprava ADR	Železniční přeprava RID	Námoňní přeprava IMDG:	Letecká přeprava ICAO/IATA:
	265	265		
	Bezpečnostní značka			
	Pozemní přeprava ADR	Železniční přeprava RID	Námoňní přeprava IMDG:	Letecká přeprava ICAO/IATA:
				
				
				
				

	Poznámka			
	Pozemní přeprava ADR	Železniční přeprava RID	Námoňní přeprava IMDG:	Letecká přeprava ICAO/IATA:
	Limit ADR: 50 kg		Látka znečišťující moře: EmS:	PAO: CAO:
14.5	Nebezpečnost pro životní prostředí			
	Nebezpečná látka pro životní prostředí při přepravě.			
14.6	Zvláštní bezpečnostní opatření pro uživatele			
	Dodržujte všechny předepsané bezpečnostní pokyny. Toxický plyn.			
14.7	Hromadná přeprava podle přílohy II MARPOL 73/78 a předpisu IBC			
	Nepřepravuje se			

	BEZPEČNOSTNÍ LIST dle (ES) 1907/2006	Datum vydání:	14. 10. 2008
	CHLOR KAPALNÝ technický	Datum revize:	25. 05. 2015
		Strana:	10 / 11

ODDÍL 15: Informace o předpisech

15.1	Nařízení týkající se bezpečnosti, zdraví a životního prostředí / specifické právní předpisy týkající se látky nebo směsi Zákon 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, v platném znění Prováděcí předpisy k tomuto zákonu Zákon 102/2001 Sb., o obecné bezpečnosti výrobků, v platném znění Zákon 185/ 2001 Sb., o odpadech, v platném znění Viz. § 44a zákona č. 258/2000 Sb. Díl 8 odst. (6); (8); (9) a (10). Nařízení ES 1907/2006 (REACH) Nařízení ES 1272/2008 (CLP)
15.2	Posouzení chemické bezpečnosti Ano.

ODDÍL 16: Další informace

a)	Změny provedené v bezpečnostním listu v rámci revize Uvedení listu do souladu s platnou legislativou																				
b)	Klíč nebo legenda ke zkratkám <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>Ox. Gas 1</td><td>Oxidující plyny, kategorie 1</td></tr> <tr><td>Press. Gas</td><td>Plyny pod tlakem</td></tr> <tr><td>Acute Tox. 3</td><td>Akutní toxicita (inhalační), kategorie 3</td></tr> <tr><td>Eye Irrit. 2</td><td>Vážné poškození očí / podráždění očí, kategorie 2</td></tr> <tr><td>STOT SE 3</td><td>Toxicita pro specifické cílové orgány – jednorázová expozice, kategorie 3, podráždění dýchacích cest</td></tr> <tr><td>Skin Irrit. 2</td><td>Žiravost/dráždivost pro kůži, kategorie 2</td></tr> <tr><td>Aquatic Acute 1</td><td>Nebezpečný pro vodní prostředí – akutně, kategorie 1</td></tr> <tr><td>T</td><td>Toxický</td></tr> <tr><td>Xi</td><td>Dráždivý</td></tr> <tr><td>N</td><td>Nebezpečný pro životní prostředí</td></tr> </table>	Ox. Gas 1	Oxidující plyny, kategorie 1	Press. Gas	Plyny pod tlakem	Acute Tox. 3	Akutní toxicita (inhalační), kategorie 3	Eye Irrit. 2	Vážné poškození očí / podráždění očí, kategorie 2	STOT SE 3	Toxicita pro specifické cílové orgány – jednorázová expozice, kategorie 3, podráždění dýchacích cest	Skin Irrit. 2	Žiravost/dráždivost pro kůži, kategorie 2	Aquatic Acute 1	Nebezpečný pro vodní prostředí – akutně, kategorie 1	T	Toxický	Xi	Dráždivý	N	Nebezpečný pro životní prostředí
Ox. Gas 1	Oxidující plyny, kategorie 1																				
Press. Gas	Plyny pod tlakem																				
Acute Tox. 3	Akutní toxicita (inhalační), kategorie 3																				
Eye Irrit. 2	Vážné poškození očí / podráždění očí, kategorie 2																				
STOT SE 3	Toxicita pro specifické cílové orgány – jednorázová expozice, kategorie 3, podráždění dýchacích cest																				
Skin Irrit. 2	Žiravost/dráždivost pro kůži, kategorie 2																				
Aquatic Acute 1	Nebezpečný pro vodní prostředí – akutně, kategorie 1																				
T	Toxický																				
Xi	Dráždivý																				
N	Nebezpečný pro životní prostředí																				
c)	Důležité odkazy na literaturu a zdroje dat Původní bezpečnostní list výrobce																				
d)	Seznam příslušných standardních vět o nebezpečnosti a/nebo pokynů pro bezpečné zacházení <table border="1" style="width: 100%;"> <tr><td>H270</td><td>Může způsobit nebo zesílit požár; oxidant.</td></tr> <tr><td>H331</td><td>Toxický při vdechování.</td></tr> <tr><td>H319</td><td>Způsobuje vážné podráždění očí.</td></tr> <tr><td>H335</td><td>Může způsobit podráždění dýchacích cest.</td></tr> <tr><td>H315</td><td>Dráždí kůži.</td></tr> <tr><td>H400</td><td>Vysoce toxický pro vodní organismy.</td></tr> <tr><td>P403</td><td>Skladujte na dobře větraném místě.</td></tr> <tr><td>P308+P313</td><td>PŘI expozici nebo podezření na ni: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření</td></tr> <tr><td>P314</td><td>Necítíte-li se dobře, vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.</td></tr> <tr><td>P273</td><td>Zabraňte uvolnění do životního prostředí.</td></tr> </table>	H270	Může způsobit nebo zesílit požár; oxidant.	H331	Toxický při vdechování.	H319	Způsobuje vážné podráždění očí.	H335	Může způsobit podráždění dýchacích cest.	H315	Dráždí kůži.	H400	Vysoce toxický pro vodní organismy.	P403	Skladujte na dobře větraném místě.	P308+P313	PŘI expozici nebo podezření na ni: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření	P314	Necítíte-li se dobře, vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.	P273	Zabraňte uvolnění do životního prostředí.
H270	Může způsobit nebo zesílit požár; oxidant.																				
H331	Toxický při vdechování.																				
H319	Způsobuje vážné podráždění očí.																				
H335	Může způsobit podráždění dýchacích cest.																				
H315	Dráždí kůži.																				
H400	Vysoce toxický pro vodní organismy.																				
P403	Skladujte na dobře větraném místě.																				
P308+P313	PŘI expozici nebo podezření na ni: Vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření																				
P314	Necítíte-li se dobře, vyhledejte lékařskou pomoc/ošetření.																				
P273	Zabraňte uvolnění do životního prostředí.																				
e)	Pokyny pro školení Osoby, které nakládají s produktem, musí být poučeny o rizicích při manipulaci a o požadavcích na ochranu zdraví a životního prostředí (viz. příslušná ustanovení Zákoníku práce 262/2006 Sb. a Zákona o zajištění dalších podmínek bezpečnosti a ochrany zdraví při práci 309/2006 Sb.) Podle článku 35 Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 musí každý zaměstnavatel umožnit pracovníkům a jejich zástupcům přístup k informacím z bezpečnostního listu látek/přípravků, které pracovník používá nebo jejichž účinkům může být během své práce vystaven.																				
f)	Další informace																				

	BEZPEČNOSTNÍ LIST dle (ES) 1907/2006 CHLOR KAPALNÝ technický	Datum vydání:	14. 10. 2008
		Datum revize:	25. 05. 2015
		Strana:	11 / 11

Prohlášení: Bezpečnostní list byl vypracován v souladu s Nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006. Bezpečnostní list obsahuje údaje potřebné pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a ochrany životního prostředí. Uvedené údaje odpovídají současnému stavu vědomostí a zkušeností a jsou v souladu s platnými právními předpisy. Nemohou být považovány za záruku vhodnosti a použitelnosti výrobku pro konkrétní aplikaci. Za dodržování regionálních platných právních předpisů zodpovídá odběratel.