Mimořádné události vzniklé únikem nebezpečných chemických látek

Bc. Jakub Šiška

Diplomová práce
2020

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta logistiky a krizového řízení
Ústav ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2019/2020

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE
(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení:	**Bc. Jakub Šiška**
Osobní číslo:	**L18233**
Studijní program:	**N3953 Bezpečnost společnosti**
Studijní obor:	**Bezpečnost společnosti**
Forma studia:	**Prezenční**
Téma práce:	**Mimořádné události vzniklé únikem nebezpečných chemických látek**

Zásady pro vypracování

1. Proveďte literární rešerši dostupných zdrojů, včetně legislativy a definujte základní pojmy.
2. Vyberte a definujte možné úniky nebezpečných chemických látek.
3. Simulujte možný únik vybrané nebezpečné chemické látky v programech (Terex, Aloha a další).
4. Navrhněte opatření ke snížení četnosti a závažnosti dopadů havárií s únikem nebezpečných chemických látek.

Rozsah diplomové práce:
Rozsah příloh:
Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam doporučené literatury:

1. Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030. Praha: MV – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2014. ISBN 978-80-86466-50-7.
2. STŘEDA, Ladislav, Stanislav BRÁDKA a Markéta BLÁHOVÁ. Nebezpečné chemické látky a ochrana proti nim. Praha: Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2006. ISBN 80-86640-63-9.
3. LAMPTON, Christopher. Chemical accident. Brookfield, Conn.: Millbrook Press, c1994. ISBN 978-1562943165.
Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Strohmandl, Ph.D.**
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání diplomové práce: **1. listopadu 2019**
Termín odevzdání diplomové práce: **15. května 2020**

L.S.

doc. Ing. Zuzana Tučková, Ph.D.
děkanka

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2019

PROHLÁŠENÍ AUTORA
DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti, dne: 15. 5. 2020

Jméno a příjmení studenta: Bc. Jakub Šiška

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Na základě dostupné literatury je řešen únik nebezpečných chemických látek, jehož výsledkem je pak návrh patřičných opatření, která povedou k eliminaci opětovného úniku. Pro tyto potřeby jsem použil specializované softwary TerEx a ALOHA, pomocí kterých je vytvořena simulace reálně možného úniku. Po vyhodnocení výstupu jsem stanovil mnou doporučené postupy pro zvládnutí konkrétních dvou případů. V závěru jsou pak formulovány kroky, které povedou ke snížení nejen četnosti vzniku těchto úniků, ale i ke zmírnění jejích následků.

Klíčová slova: Mimořádná událost, Nebezpečná chemická látka, Únik, Havárie, Ochrana obyvatelstva, Chlor, Benzin

ABSTRACT

Based on the available literature, the leakage of hazardous chemical substances is solved, the result of which is the proposal of appropriate measures that will lead to the elimination of repeated leakage. For these needs, I used specialized software TerEx and ALOHA, which are used to create a simulation of a real possible leak. After evaluating the output, I set out my recommended procedures for handling two specific cases. In the end, steps are formulated that will lead not only to a reduction in the frequency of these leaks, but also to the mitigation of its consequences.Keywords: Emergency, Dangerous Chemical, Leakage, Accident, Population Protection, Chlorine, Petrol

Tímto bych rád vedoucímu mé diplomové práce, panu Ing. Janu Strohmandlovi, Ph.D., poděkoval za vedení, jeho svědomitý přístup, cenné rady a poznatky, za jeho trpělivost a čas který mi věnoval. Mé poděkování patří zároveň i mé rodině, a především pak mé přítelkyni za její pomoc a podporu.

Prohlašuji, že odevzdaná verze bakalářské/diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

OBSAH

ÚVOD **9**

I TEORETICKÁ ČÁST **10**

1 UVEDENÍ DO PROBLEMATIKY **11**

1.1 LEGISLATIVA 11

1.2 TERMINOLOGICKÝ SLOVNÍK 17

1.3 NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY 20

1.3.1 Fyzikálně chemické vlastností 20
1.3.2 Nebezpečné vlastnosti 21
1.3.3 Označování a balení nebezpečných chemických látek 22
1.4.1 Dělení mimořádných událostí 25
1.4.2 Účinky 26
1.4.3 Konkrétní příklady 26
1.4.4 Bojový řád pro jednotky Hasičského záchranného sboru 27
1.4.5 Soubor typových činností 27
1.4.6 Případy mimořádných událostí 28

1.5 DEKONTAMINACE 29

1.5.1 Technologické postupy 30
1.5.2 Dekontaminace osob 32

1.6 NAVAZUJÍCÍ ČINNOSTI 33

1.7 ÚKOLY V OBLASTI OCHRANY OBYVATELSTVA 34

1.7.1 Varování a vyrozumění 35
1.7.2 Evakuace 36
1.7.3 Nouzové přežití 37
1.7.4 Organizování a poskytování úkrytů 38
1.7.5 Individuální ochrana 38

2 CÍLE A METODOLOGIE **40**

2.1 POUŽITÉ VĚDECKÉ METODY 40

3 DÍLČÍ ZÁVĚR **42**

II PRAKTICKÁ ČÁST **43**

4 VÝBĚR ÚNIKU NEBEZPEČNÝCH LÁTEK **44**

4.1 MIMOŘÁDNÁ UDÁLOST S ÚNIKEM NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY 44

5 ÚNIK CHLÓRU ZE ZÁSOBNÍKU **48**

5.1 CHLÓR 48

5.2 ÚNIK CHLORU V NERATOVICÍCH 49

5.3 SIMULACE 50

5.4 SROVNÁNÍ TEREX A ALOHA 55

5.5 PRŮBĚH A ZVLÁDÁNÍ MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI 55

5.6 NÁVRH OPATŘENÍ 58
6 NEHODA CISTERNY PŘEPRAVUJÍCÍ BENZÍN 60
6.1 BENZÍN 60
6.2 DOPRAVNÍ NEHODA CISTERNY S OSOBNÍM AUTOMOBILEM 61
6.3 SIMULACE 61
6.4 SROVNÁNÍ TEREX A ALOHA 66
6.5 PRŮBĚH A ZVLÁDÁNÍ MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI 66
6.6 NÁVRH OPATŘENÍ 69
7 DISKUZE 71
ZÁVĚR 73
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 75
SEZNAM OBRÁZKŮ 79
SEZNAM TABULEK 80

ÚVOD

Mimořádné události, jevy, které společnost tyranizují již od pradávna. Spousta lidí nezná jejich přesnou definici, nezná jejich dělení, ale setkávají se s nimi dnes a denně. Rozsahem svých následků mohou být sice nepatrné, jako například menší autonehody, nebo ty velké třeba i v celosvětovém měřítku. A právě na ty větší se zaměřím ve své diplomové práci. V případě, že vznikají mimořádné události díky úniku nebezpečných chemických látek, je jejich nebezpečnost ještě více umocněna, a to v závislosti na tom, jaké vlastnosti má unikající látka. Jelikož se lidstvo vyvíjí, ve všech ohledech dochází k pokroku i modernizaci, je s tím spojeno právě i téma mimořádných událostí vzniklých únikem nebezpečných chemických látek. Dříve se nepoužívalo tolik takových látek, ale zároveň nebyla aktivní i tak přísná bezpečnostní opatření. Díky modernizaci se však modernizují i průmyslové závody, které jsou zdrojem drtivé většiny všech závažných úniků, a čím více takových podniků bude, tím bude celkové riziko větší. Vlivem toho musí zákonitě docházet k modernizaci přijatých opatření, ať už se jedná o postupy předepsané pro efektivní zvládání zásahu, využívání nejmodernější techniky, softwarů, tak i preventivních opatření, koordinací všech složek, informovaností obyvatelstva a dalších. Toto téma je pro naši společnost velmi důležité, jelikož jen a pouze dobrou připraveností v kombinaci se součinností se dá dosáhnout takových výsledků, které ve větší míře neohrozí nejen obyvatelstvo, ale i majetek, životní prostředí a další. Mou motivací při psaní této diplomové práce je nejen snaha něčeho dosáhnout na osobní úrovni, ale zároveň i posunout společnost dál v oblasti ochrany obyvatelstva právě před úniky nebezpečných chemických látek. Je spousta takových, které jsou svými vlastnostmi téměř neškodné, ale na druhou stranu je i spousta takových, kdy může mít pouhý chvilkový styk s nimi trvalé či dokonce smrtelné následky. A jak praví staré české přísloví: „Neštěstí nechodí po horách ale po lidech, a štěstí přeje připraveným.“

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 UVEDENÍ DO PROBLEMATIKY

Úvodem je potřeba si definovat teoretickou problematiku, která je řešena v této diplomové práci, a to ať už jednotlivé odborné termíny, či legislativu, které se práce týká.

1.1 Legislativa

Každá problematika má v českém zákoně své právní ukotvení a jinak tomu není ani u oblasti ochrany obyvatelstva. V této kapitole si tedy přiblížíme Ústavu České republiky, jakožto základní zákon České republiky, další důležité zákony a vyhlášky týkající se Integrovaného záchranného systému, mimořádných událostí nebo nebezpečných chemických látek

Ústava České republiky

Jedná se o základní zákon, tedy č.1/1993 Sb. Skládá se z preambule, po ní následuje osm hlav, které nám vytyčují rozdělení moci na výkonnou, zákonodárnou a soudní, dále pojednává o nejvyšším kontrolním úřadu, České národní bance, územní samosprávě a je ukončena přechodným a závěrečným ustanovením.

Česká národní rada se na tomto zákoně usnesla ve spojitosti se vznikem samostatného Českého státu dne 16. prosince 1992 a nabyla v platnost 1. ledna 1993.

Mimo jiné také pojednává o svrchovanosti, úctě k právům a svobodám člověka a občana (Zákon č. 1/1993 Sb.).

Listina základních práv a svobod

Usnesení č. 2/1993 Sb., pojednává o neporušitelnosti přirozených práv člověka, práv občana a svrchovanosti zákona. Stejně jako Ústava je rozdělena na hlavy, kdy v tomto případě jich je šest. Od obecných ustanovení, přes lidská práva a základní svobody, práva národnostních a etnických menšin, hospodářská, sociální a kulturní práva, právo na soudní a jinou právní ochranu a je zakončena společnými ustanoveními (Zákon č. 2/1993 Sb.).

Zákon o bezpečnosti České republiky

Zákon č. 110/1998 Sb., určuje základní povinnosti státu, jako je zajištění svrchovanosti a územní celistvosti České republiky, ochranu jejich demokratických základů a ochranu životů, zdraví a majetkových hodnot. V případě, že je ve značném rozsahu bezpečnost republiky ohrožena, může být na základě tohoto zákona vyhlášen nouzový stav, stav ohrožený státu nebo válečný stav. Jediný válečný stav se vyhlašuje na celé území naší

republiky, zbylé dva jsou vyhlašovány pouze na určitá území. Bezpečnost je u nás zajišťována ozbrojenými silami, které jsou doplňovány na základě branné povinnosti, ozbrojenými bezpečnostními sbory, záchrannými sbory a havarijními službami. Na této činnosti jsou také povinny se podílet státní orgány, orgány územních samosprávních celků, dále právnické a fyzické osoby (Zákon č. 110/1998 Sb.).

Zákon o integrovaném záchranném systému

Zákon č. 239/2000 Sb., vymezuje integrovaný záchranný systém, stanovuje jeho složky a jejich působnost, pokud zvláštní předpis nestanoví jinak, pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků, práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na mimořádné události, návazné záchranné a likvidační práce, ochranu obyvatelstva během krizových stavů (Zákon č. 239/2000 Sb.).

Zákon o krizovém řízení

V praxi používaný pod názvem „Krizový zákon“ s č. 240/2000 Sb., stanovuje působnost a pravomoc státních orgánů a územních samosprávných celků, právnických a fyzických osob, a to při přípravě na krizové situace, které ovšem nesouvisejí se zajišťováním obrany České republiky před vnějším napadením. Tento zákon zpracovává právní předpisy Evropské unie a upravuje určování a ochranu evropské kritické infrastruktury. Vymezuje základní pojmy jako krizové řízení, krizové situace, opatření a další, popisuje stav nebezpečí, orgány krizového řízení, jako vládu, ministerstva, Českou národní banku, orgány kraje a obce, další orgány s územní působností a různá obecná ustanovení (Zákon č. 240/2000 Sb.).

Zákon o hasičském záchranném sboru České republiky

Zákon č. 320/2015 Sb. (Zákon č. 320/2015 Sb.), před novelizací zákon č. 238/2000 Sb. (Zákon č. 238/2000 Sb.), pojednává o postavení a úkolech Hasičského záchranného sboru, jeho organizaci a řízení, základních povinnostech jeho příslušníků a zaměstnanců, jejich stejnokrojích, spolupráci, práci s informacemi, symboly sborů, nakládání s majetkem, o úhradě nákladů na zásah nebo o přestupcích.

Zákon o Policii ČR

Zákon č. 273/2008 Sb., se zabývá postavením a činnosti Policie České republiky, jejím řízením a organizací, povinnostmi, spoluprací, omezením osobní svobody,

zajišťováním bezpečnosti nebo například použitím donucovacích prostředků a zbraní (Zákon č. 273/2008 Sb.).

Zákon o zdravotnické záchranné službě

Zákon č. 374/2011 Sb., nám upravuje podmínky poskytování zdravotnické záchranné služby, práva a povinnosti poskytovatelů a poskytovatelů akutní lůžkové péče, připravenost poskytovatelů na řešení mimořádné události a krizové situace. Definuje nám traumatologický plán, organizaci, výjezdové základny, oprávnění členů výjezdových skupin nebo jejich působnost (Zákon č. 374/2011 Sb.).

Zákon o požární ochraně

Zákon č. 133/1985 Sb., má za cíl vytvořit podmínky pro efektivní ochranu obyvatelstva, jejich zdraví a majetku před požáry nebo poskytování pomoci při živelních pohromách či jiných mimořádných událostech. Dle tohoto zákona je zároveň každý občan povinen si počínat tak, aby svým chováním nezpůsobil vznik požáru nebo neohrozil zdraví jiných osob či zvířat, neohrozil jejich majetek a životní prostředí (Zákon č. 133/1985 Sb.).

Zákon o prevenci závažných havárií

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsi, ve znění pozdějších předpisů. Tento zákon stanovuje systém prevence proti závažným haváriím pro objekty, ve kterých je umístěna nebezpečná látka, s cílem snížit pravděpodobnost vzniku a omezit následky havárie na životech, zdraví lidí a zvířat, životního prostředí a majetku. Dále určuje povinnosti právnických nebo podnikajících osob, které přichází do kontaktu s nebezpečnou látkou, dále také působnost orgánů veřejné správy na úseku prevence závažných havárií způsobených nebezpečnými látkami. Nevztahuje se však na vojenské objekty, nebezpečí spojené s ionizačním zářením, na silniční, leteckou a vodní přepravu, přepravu nebezpečných látek v potrubí, geologické práce a jiné (Zákon 224/2015 Sb.).

Zákon o chemických látkách a chemických směsích

Zákon č. 350/2011 Sb., známý jako „Chemický zákon“ zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a upravuje tak práva a povinnosti právnických a fyzických osob, které se podílejí na výrobě, klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování, uvádění na trh, jejich používání, export a import (Zákon č. 350/2011 Sb.).

Zákon o silniční dopravě

Zákon č. 111/1994 Sb., upravuje podmínky pro provozování silniční dopravy. Konkrétně nás pak zajímá nejvíce třetí část o přepravě nebezpečných věcí v silniční dopravě.

To znamená, že při jejich přepravě může být ohrožena bezpečnost osob, zvířat, věcí či životního prostředí. Pro přepravce z toho plynou povinnosti, jako mít vyplněné průvodní doklady, dodržovat veškerá ustanovení, používat k balení a přepravě zásadně předepsané obaly, řádně je značit a evidovat, proškolit zainteresované osoby a další (Zákon č. 111/1994 Sb.).

Zákon o vodách

Zákon č. 254/2001 Sb., jinak také „Vodní zákon“, jehož účelem je mimo jiné chránit povrchové a podzemní vody, stanovuje podmínky pro využití vodních zdrojů v hospodářství a pro zachování nebo i zlepšení jakosti povrchových a podzemních vod. Snaží se tak snížit nepříznivé účinky povodní a sucha a tím tak zajistit bezpečnost vodních děl. Cílem tohoto zákona je také přispívat k zajišťování zásobování obyvatelstva pitnou vodou. Vodní zákon upravuje i využívání povrchových a podzemních vod, a to v zájmu zajištění trvale udržitelného užívání (Zákon č. 254/2001 Sb.).

Zákon o ochraně ovzduší

Zákon č. 201/2012 Sb., pojednává o předcházení znečišťování ovzduší a snižování úrovně znečištění tak, aby byla omezena rizika pro lidské zdraví, které z toho plynou, omezena a zároveň byla i snížena zátěž životního prostředí. Zákon zpracovává předpisy Evropské unie a upravuje tak přípustné úrovně znečištění, nástroje k jeho snížení, dále také práva a povinnosti osob a orgánů při ochraně ovzduší (Zákon č. 201/2012 Sb.).

Zákon o ochraně zemědělského půdního fondu

Zákon č. 334/1992 Sb., České národní rady řeší ochranu zemědělského půdního fondu. Jelikož je půda jako taková základním přírodním bohatstvím, které Česká republika vlastní, zároveň je také naprosto nenahraditelná, je potřeba ji patřičně chránit, zdokonalovat a účelně využívat (Zákon č. 334/1992 Sb.).

Atomový zákon

Jedná se o zákon č. 263/2016 Sb. Popisuje mírové využívání, radiační ochranu, nakládání s radioaktivním odpadem a vyhořelým jaderným palivem, stanovuje poplatky za ukládání radioaktivního odpadu, schvaluje některé výrobky v oblasti mírového využití, monitorování

radiační situace a zvládání mimořádných událostí, případně penalizuje přestupky (Zákon č. 263/2016 Sb.).

Vyhláška k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva

Vyhláška č. 380/2002 Sb., stanovuje postupy při zřizování zařízení civilní ochrany a při odborné přípravě jejich personálu. Dále také způsob informování právnických a fyzických osob o charakteru možného ohrožení, připravovaných opatřeních a způsobů jejich provedení. V této vyhlášce jsou také uvedeny technické, provozní a organizační zabezpečení jednotného systému varování a vyrozumění, způsob poskytování tísňových informací, provádění evakuace a jejího všestranného zabezpečení, rozsah kolektivní a individuální ochrany obyvatelstva či její územní plánování (Vyhláška č. 380/2002 Sb.).

Vyhláška o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému

Vyhláška č. 328/2001 Sb., vydaná ministerstvem vnitra nám popisuje zásady koordinace složek integrovaného záchranného systému při společném zásahu, zásady spolupráce operačních středisek, podrobnosti o úkolech těchto středisek, obsah dokumentace a způsob jejího vypracování nebo zásady způsobu krizové komunikace a spojení (Vyhláška č. 328/2001 Sb.).

Vyhláška o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany

Vyhláška ministerstva vnitra č. 247/2001 Sb., definující plošné pokrytí, barevné označení vozidel, vnitřní organizaci a vybavení jednotek požární ochrany, způsob zřizování, vnitřní organizace a vybavení jednotek, jejich akceschopnost, zásady velení a činnost při zásahu včetně příslušných zásad. Tato vyhláška se dále věnuje odborné způsobilosti, prokazováním oprávnění hasičů nebo i jejich stejnokroje a udělované medaile (Vyhláška č. 247/2001 Sb.).

Vyhláška o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování

Vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře. Určuje základní pojmy, výchozí hranice, postup při stanovení, náležitosti obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho strukturu a další (Vyhláška č. 247/2001 Sb.).

Směrnice SEVESI I, II a III

Tato směrnice byla přijata, a později ještě upravena a doplněna, jako reakce na havárii z roku 1976 s únikem nebezpečné chemické látky, a to ve formě doporučených bezpečnostních opatření. Konkrétně se jednalo o italské město Seveso, kde došlo k úniku zhruba dvou kil

dioxinu, tedy vysoce toxické látky, do ovzduší. Tyto dva kilogramy zamořily téměř dva tisíce hektarů půdy a otrávily 200 lidí (Kletz, 2001).

Směrnice Rady 82/501/EEC, tzv. SEVESO I direktiva, se dá stručně popsat jako stanovení předem daných postupů provozovatelů a správních orgánů v oblasti závažných průmyslových havárií, které musí být plněny. Konkrétně se jedná o oznamovací povinnost a bezpečnostní studii, povinnost vypracovat havarijní plány, povinnost poskytování informací a provádění kontrol (Original Seveso Directive 82/501/EEC, 1982).

Směrnice Rady 96/82/EC, tzv. SEVESO II direktiva, je konzistnější a jednodušší zpracování předchozí normy SEVESO I, kdy se například nerozlišuje výroba a skladování nebezpečných chemických látek, seznam těchto látek byl redukován na co nejmenší množství, byly přidány některé látky, upraveny kategorie nebezpečných látek nebo třeba i sčítání celkového množství nebezpečných chemických látek, které se v daném podniku používají a skladují. Zdůrazněna zde byla úloha kontrolních orgánů, podniky byly touto směrnicí povinny zavádět bezpečnostní management, různé kontroly a konkretizace přípravy havarijního plánu (COUNCIL DIRECTIVE 96/82/EC, 1996).

Na základě havárií v Rumunsku a Holandsku došlo k rozšíření normy SEVESO II, díky dalším studiím o karcinogenních látkách a látkách nebezpečných pro životní prostředí. Jedná se například o usnesení o bezpečném řízení těžebních činností, limituje a vylučuje některé články z předchozí normy, klasifikuje pyrotechnické látky a určuje nejen jejich limity, ale i limity například karcinogenních látek a podobně (Bartlová a Pešák, 2003).

Nařízení REACH

Jedná se o nařízení Evropské unie, které vešlo v platnost v roce 2007. Vztahuje se na látky importované na, nebo exportované z území členských států Evropské unie, jejichž hmotnost přesahuje jednu tunu. Název tohoto nařízení je odvozeno od anglických slov Registration, Evaluation a Authorisation of Chemicals. Česky pak tedy Registrace, Evaluace a Autorizace chemických látek. Cílem je zajištění ochrany lidského zdraví a životního prostředí, před riziky, která vyplývají z nebezpečných chemických látek. Nařízení tedy funguje tak, že stanovuje postupy pro shromažďování a hodnocení údajů o fyzikálně chemických vlastnostech látek (EU's REACH chemicals law begins life in Helsinki, 2007).

1.2 Terminologický slovník

V této kapitole si ujasníme a přiblížíme pojmy, které se budou vyskytovat v mé práci se zaměřením na mimořádné události vzniklé únikem nebezpečných chemických látek a potřebujeme tudíž znát jejich přesný výklad k lepšímu a komplexnějšímu pochopení celé problematiky.

Bezpečnost – Je definována jako stav, kdy je určitý systém schopen odolávat všem jak předvídatelným, tak i nepředvídatelným hrozbám, které mohou přijít z vnějšku nebo vnitřku daného systému.

Bezpečnostní opatření – Jedná se o ochranná opatření, jejímž cílem je zajistit bezpečnost systému, a to formou fyzické ochrany zařízení, informací, personální bezpečnosti a organizačních opatření.

Dopad – Pokud má nějaký čin nebo událost určitý následek, říkáme mu dopad

Evakuace – Souhrnná organizační a technická opatření zabezpečující přemístění osob, zvířat a majetku v pořadí podle priority, a to z míst, která jsou ohrožena mimořádnou událostí nebo krizovou situací do předurčených míst, kde bude o evakuované obyvatelstvo postaráno, kde budou mít zvířata ustájení, a majetek bude uskladněn.

Evakuační zavazadlo – Jedná se o příruční zavazadlo, batoh nebo kufřík, který balí v případě krátkodobého opuštění místa pobytu z důvodu ohrožení mimořádnou událostí nebo krizovým stavem. Obsahuje základní potraviny, hygienu, osobní doklady, osobní věci, důležité smlouvy, léky, přenosné rádio s náhradními bateriemi, náhradní oblečení, knihu a jiné.

Hasičský záchranný sbor ČR – Je definován jako bezpečnostní sbor, jehož primárním úkolem je záchrana lidských životů, zdraví obyvatel, životního prostředí, zvířat a majetku před následky mimořádných událostí a krizových situací. Tento sbor patří mezi základní složky integrovaného záchranného systému

Havárie – Mimořádná událost vzniklá v souvislosti například s technickou závadou, nepředepsaným nakládáním s nebezpečnými chemickými látkami, jejich přepravou, skladováním nebo používáním a další.

Hospodářská opatření pro krizové stavy – Jsou to organizační, materiální nebo finanční opatření pro krizové stavy. Zahrnují systém nouzového hospodářství, použití státních hmotných rezerv, výstavbu a údržbu infrastruktury a regulační opatření.

Chemická látka – Je definována jako chemický prvek nebo jeho sloučenina, a to včetně všech stabilizátorů a dalších látek, jejichž cílem je udržet požadované vlastnosti dané sloučeniny.

Individuální ochrana – Soubor organizačních a materiálních opatření, které mají chránit jednotlivce před následky mimořádných událostí s únikem radioaktivních, biologických nebo nebezpečných chemických látek. Cílem těchto prostředků je chránit dýchací cesty, oči a povrch těla.

Integrovaný záchranný systém – Systém koordinovaných postupů všech jeho složek, jak hlavních, tak i ostatních, při přípravě na mimořádné události a při prováděných záchranných a likvidačních prací.

Jednotky požární ochrany – Jde o organizovaný systém, který se skládá z odborně vyškolených osob, které mají k dispozici požární techniku a věcné prostředky požární ochrany. Mají stejný úkol jako HZS ČR, a to chránit lidské životy, jejich zdraví, zvířata a majetek před následky mimořádných událostí a krizových situací. Tyto jednotky mohou být zřizovány krajem, obcí nebo podnikem a děleny jsou dále také podle jejich schopnosti dané jednotky zahájit, plnit a provádět úkoly na místě zásahu.

Kolektivní ochrana – Soubor organizačních a materiálních opatření, jejichž cílem je na rozdíl od individuální ochrany, chránit větší skupiny osob před následky mimořádných událostí a krizových situací. Zejména se pak jedná o evakuaci ze zasažených míst a ukrytí evakuovaných v úkrytech. Ty se dělí na stálé, které jsou neustále připraveny k provozu, a improvizované, které jsou vytvářeny až v případě potřeby, a to v závislosti na charakteru mimořádné události.

Kritická infrastruktura – Jsou to takové prvky, jejichž narušení by mělo závažný dopad na bezpečnost státu, zabezpečení základních potřeb obyvatelstva, jejich zdraví či ekonomiku státu.

Krize – Je to situace, při které je funkce určitého systému, nebo jen jeho části, vážně narušena a je zde potřeba rozhodnutí a následného řešení.

Krizová situace – Mimořádná událost, při níž dochází k narušení kritické infrastruktury nebo vzniká jiné nebezpečí, při kterém je vyhlášen jeden z krizových stavů, a to stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu.

Likvidační práce – Činnost, která vede k odstranění následků způsobených mimořádnou událostí.

Mimořádná událost – Událost vzniklá důsledkem živelní pohromy, havárie, nezákonnou činností, ohrožením kritické infrastruktury, nákazou nebo ohrožením vnitřní bezpečnosti, která je řešena složkami integrovaného záchranného systému.

Následek – Jedná se o výsledek působících událostí na cíle.

Nebezpečí – Zdroj potencionálního poškození na životech, zdraví, majetku a podobně.

Nebezpečná chemická látka – Jde o chemickou látku nebo směs, která je svými fyzikálními a chemickými vlastnostmi nebezpečná pro zdraví nebo životní prostředí.

Ochrana obyvatelstva – Je definována jako plnění úkolů civilní ochrany při ozbrojeném konfliktu i mimo něj, hlavně pak vyrozumění, evakuace, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva a další opatření, která vedou k zajištění ochrany jak jich, tak jejich majetku.

Prevence – Prevence je chápána jako soubor opatření, která mají za cíl předcházet mimořádným událostem a krizovým situacím.

Připravenost – Jedná se o stav, kdy je určitý systém schopen adekvátně reagovat na případnou vzniklou mimořádnou událost či krizovou situaci, a usnadnit tak její zvládání.

Riziko – Možnost, že s nějakou pravděpodobností vznikne událost, která nás může nějakým způsobem ohrozit. Riziko je posuzováno pomocí analýzy rizik, která zkoumá pravděpodobnost jeho vzniku, jeho příčiny, důsledky a může navrhovat bezpečnostní opatření, která povedou ke snížení míry neboli závažnosti analyzovaného rizika.

Scénář (v oblasti závažných havárií) – Jde o předpokládaný, případně plánovaný rozvoj mimořádné události, či krizové situace. V případě taktického nebo prověřovacího cvičení o předem nasimulovaný a určený scénář a při reálné mimořádné události či krizovém stavu jde o předpokládaný rozvoj.

Státní hmotné rezervy – Jsou to státem vytvořené zásoby, v podobě materiálů, surovin, jídla a podobně, jejímž cílem je v případě ohrožení státu zajistit jeho obranyschopnost. Tyto rezervy rozdělujeme na hmotné, mobilizační, pohotovostní a humanitární.

Typová činnost složek IZS – Předem vypracovaná metodika, jejímž cílem je usnadnit zásah. Na komplikované mimořádné události jsou předem vypracovány doporučené postupy pro jejich lepší a efektivnější zvládání.

Záchranné práce – Činnost, která vede ke zmírnění následků, vzniklých mimořádnou událostí, která ohrožuje lidské životy, majetek a životní prostředí (Richter, 2018).

1.3 Nebezpečné chemické látky

Jelikož je tématem této diplomové práce mimořádná událost vzniklá právě únikem nebezpečné látky, je potřeba si je patřičně přiblížit. Jde o velice široký pojem, na světě je nespočet těchto látek a směsí a každá má rozdílné fyzikálně chemické vlastnosti, strukturu, jsou všechny jinak nebezpečné.

Velké množství nebezpečných chemických látek je každý den vyráběno a expedováno chemickým průmyslem. Tyto látky se tak, pro mnohé nevědomky, staly nedílnou součástí našeho každodenního života. Při jejich výrobě, zpracovávání, používání, skladování nebo při přepravě totiž dochází k velkému riziku vzniku nějaké havárie, právě s únikem nebezpečné látky. Platí tedy fakt, že čím více nebezpečných chemických látek je „v oběhu“, tím více osob může být ohrožených. Proto je tedy nutno při zacházení s těmito látkami dbát na zvýšená bezpečnostní opatření. To zahrnuje zejména označování a identifikaci dané nebezpečné látky.

1.3.1 Fyzikálně chemické vlastností

Doslova každá jedna látka je specifická svými vlastnostmi, ať už je její skupenství plynné, kapalné nebo snad pevné. Pokud chceme úspěšně předcházet únikům, nebo úniky lépe zvládat, je potřeba všechny tyto vlastnosti znát. Většina látek používaných v průmyslu jsou buďto kapalného nebo plynného skupenství, proto se budeme nadále zaobírat zejména těmi vlastnostmi, které s těmito skupenstvími souvisí, a zároveň jsou pro naši problematiku ty nejdůležitější.

Teplota varu – Je to teplota, při které je tlak nasycených kapalin v látce roven okolnímu tlaku prostředí. Za normálních okolností se za okolní tlak považuje ten atmosférický, tudíž 100kPa. Čím nižší pak tento tlak bude, tím nižší bude i teplota varu a naopak. S nižší teplotou varu je pravděpodobnější, že se utvoří výbušná směs.

Spalné teplo – Jedná se o množství tepla, které se uvolní dokonalým spálením látky. Znalost této vlastnosti je důležitá zejména při požáru, kdy se s její pomocí počítá požární zatížení daného objektu či prostoru.

Rozpustnost ve vodě – Každá látka či směs je ve vodě alespoň částečně rozpustná. V případě požáru a výbuchu je pak důležité, zdali je látka ve vodě rozpustná dokonale. Důležitost není jen u prevence, ale i při volbě hasebních látek. Pokud je hořící látka dokonale mísitelná

s vodou, dochází pak k ředění koncentrace hořlavých složek a tím se zamezuje dalšímu hoření.

Teplota vzplanutí – Je to takové množství par nad kapalinou, které při přiblížení plamene vzplane a po jeho oddálení opět uhasne. Tato teplota dělí kapaliny do čtyř tříd, kdy nejnebezpečnější je první třída s teplotou vzplanutí do 21°C a nejbezpečnější je čtvrtá, s teplotou vzplanutí přesahující 100°C.

Teplota hoření – Jedná se o nejnižší možnou teplotu, při které kapalina při svém zahřívání vyvine nad svým povrchem tolik par, že při přiblížení plamene bude hořet nejméně 5 vteřin.

Teplota vznícení – Jde o nejnižší teplotu povrchu, při které se vznítí. Opět se tyto látky dělí do několika tříd, v tomto případě konkrétně do šesti, kdy první třída je teplota nad 450 °C a šestá třída je rozmezí mezi 85-100 °C.

Koncentrační mez výbušnosti – Je to rozmezí koncentrací, mezi nimiž dochází při sloučení látky, ve většině případů se vzduchem, při iniciaci k výbuchu. Mez výbušnosti může být buďto dolní, kdy se jedná o minimální koncentraci, při které už může dojít k výbuchu, a k dolní, tedy maximální koncentraci, při které ještě může dojít k výbuchu. Tyto meze jsou závislé na počáteční teplotě, tlaku, tvaru či velikosti nádoby. Obecně tedy platí, že čím vyšší je tlak i teplota, tím se zvyšuje jak dolní, tak i horní mez výbušnosti.

1.3.2 Nebezpečné vlastnosti

Za nebezpečné chemické látky nebo směsi se považují ty, které mají jednu nebo více nebezpečných vlastností.

Výbušné – Mohou reagovat za vzniku světla a tepla i bez přístupu kyslíku za rychlého vývinu plynu nebo výbuchu.

Oxidující – Při styku s jinými látkami, a to zejména s hořlavými, dochází k velmi silné exotermické reakci.

Extrémně hořlavé – Látky, které mají v kapalném stavu teplotu vzplanutí nižší než 0°C a teplota varu nepřesahuje 35°C. V případě plynů se pak jedná o látky, které jsou při styku se vzduchem, za normální teploty, vznětlivé.

Toxické – Jsou to látky, které mohou po vniknutí do organismu způsobit akutní nebo chronické poškození zdraví, případně i smrt.

Žíravé – V případě že dojde ke kontaktu těchto látek se živou tkání, může dojít k jejímu poškození.

Dráždivé – Tyto látky sice nejsou žíravé, ale při delším či opakovaném kontaktu s kůží či sliznicí, může dojít k zánětu.

Karcinogenní – Při požití, vdechnutí či proniknutí přes kůži mohou vyvolávat zvýšenou četnost výskytu rakoviny.

Mutagenní – Při vdechnutí, požití či proniknutí přes kůži mohou vyvolat či zvýšit četnost genetických poškození.

Nebezpečné pro životní prostředí – Při kontaktu se životním prostředím mohou vyvolat okamžité či opožděné poškození (Bartlová, 2005).

1.3.3 Označování a balení nebezpečných chemických látek

Řádné označování a balení látek, a to jak při používání, tak i při skladování či přepravě nebo výrobě, má za cíl zajistit co největší míru bezpečnosti.

V případě balení je to řádné označování obalů pomocí chemických názvů, symbolů nebezpečnosti, H vět a P vět.

Co se bezpečné přepravy týče, tato problematika je stále aktuální a její podcenění by mohlo mít velmi vážné následky, ve formě poškození zdraví, ohrožení lidských životů, životního prostředí či ekonomiky. Aby se tato rizika co nejvíce snížila, je zapotřebí se řídit určitými pravidly, která jsou stanovena formou různých zákonů a mezinárodních předpisů. Ty se týkají jak přepravě po silnici, tak i po železnici, po vodě či vzduchem. V České republice je nejvíce využívanou formou dopravy právě ta silniční a železniční (Bartlová, 2005).

Pro silniční dopravu platí zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě (Zákon č. 111/1994 Sb.) a v oblasti přepravy po železnicích je to pak zákon č. 266/1994 Sb., o drahách (Zákon č. 266/1994 Sb.).

Každá chemická látka má určité vlastnosti, jak jsme si již popsali dříve. Na základě těchto vlastností se pak rozřazují do devíti tříd, právě na základě jejich nebezpečnosti.

- Třída 1 – Výbušné látky a předměty
- Třída 2 – Plyny

- Třída 3 – Hořlavé kapaliny
- Třída 4.1 – Hořlavé pevné látky
- Třída 4.2 – Samozápalné látky
- Třída 4.3 – Látky, které při styku s vodou vytvářejí hořlavé plyny
- Třída 5.1 – Látky podporující hoření
- Třída 5.2 – Organické peroxidy
- Třída 6.1 – Jedovaté látky
- Třída 6.2 – Infekční látky
- Třída 7 – Radioaktivní látky
- Třída 8 – Žíravé látky
- Třída 9 – Jiné nebezpečné látky a předměty

Pro rychlou identifikaci se u nás v České republice používá Kemler a UN kód. Jedná se o oranžovou tabulku, která je černě ohraničena a rozdělena na dva řádky.

V horní polovině se nachází Kemler kód, tedy dvoj případně trojciferné číslo, které může být na svém začátku doplněno o písmeno X. Tato číselná kombinace nám určuje, jak je daná látka nebezpečná. První číslice nám označuje hlavní nebezpečí, druhá a třetí pak vedlejší či dodatečné nebezpečí. V případě, že se u číselné kombinace nachází právě písmeno X, znamená to, že nebezpečná látka nesmí přijít do kontaktu s vodou, jinak by mohlo dojít k prudké například exotermické reakci. Jsou-li vedle sebe dvě stejná čísla, znamená to pak, že se dané nebezpečí tímto umocňuje. Nachází se vedle sebe například dvě šestky, jedná se o silně jedovatou látku.

Tabulka 1 – Číselný význam u Kemler kódu (Šenovský, 2007).

Číslo	Hlavní nebezpečí	Číslo	Vedlejší nebezpečí
0	Jako první se nepoužívá	0	Bez významu
1	Jako první se nepoužívá	1	Jako druhé se nepoužívá
2	Plyn	2	Nebezpečí úniku plynu pod tlakem
3	Hořlavá kapalina (lehce zápalná)	3	Hořlavost plynů a par
4	Hořlavá tuhá látka (lehce zápalná)	4	Jako druhá a třetí se nepoužívá
5	Vznětlivá látka podporující hoření	5	Vznětlivost, hoření podporující
6	Jedovatá nebo infekční látka	6	Jedovatost a nebezpečí infekce
7	Radioaktivní látka	7	Radioaktivita
8	Žíravá látka	8	Žíravé (leptavé účinky)
9	Ostatní nebezpečné látky	9	Nebezpečí prudké reakce za samovolného rozkladu

Jen pro příklad, třeba označení X 323 je pak hořlavá kapalina, která nebezpečně reaguje s vodou a vytváří hořlavé plyny.

Ve spodní polovině tabulky pak najdeme číselný kód, který je pro každou nebezpečnou látku unikátní, například benzín má číslo 1203, nafta 1204 a další.

Při přepravě tak musí být cisterny s nebezpečnými chemickými látkami patřičně označeny, a to tabulkou s Kemler a UN kódem na předním a zadním čele vozidla, dále jsou pak tyto tabulky na bocích cisteren, a to společně s bezpečnostní značkou. Toto platí jak při silniční, tak železniční přepravě. Přepravované stlačené či zkapalněné plyny v kotlových vozech, jinými slovy v cisternách, po železnici pak musí být označeny oranžovým, 30 cm širokým horizontálním pruhem na svém boku.

Mezi další formy označování nebezpečných chemických látek a jejich nebezpečných vlastností slouží například ve Spojených Státech Amerických forma DIAMANT. Jedná se o čtyři barevně odlišené pole. Tři barevná pole s čísly 0-4, která nám určují hlavní rizika při zacházení s látkou. Čím je číslo v daném čtverci vyšší, tím vyšší je i konkrétní riziko. Modrý čtverec udává zdravotní rizika, jako nutnost použití dýchacího přístroje, ochranné obleky, gumové holínky, případně upozorňuje na možnou nebezpečnou

chemickou reakci. Červený čtverec určuje požární nebezpečí, tedy vznícení, tvoření nebezpečných par, určuje hasební látky a postupy. Třetí, žlutý čtverec, nám poukazuje na reaktivnost, vysokou teplotu, tlak a možnost prudké chemické reakce. V posledním, bílém čtverci, se nachází údaj o možnosti hasit danou látku vodou. Buďto vodu jako hasební látku lze použít, nelze použít anebo se musí počítat s chemickou reakcí. V případě, že se v tomto čtverci objeví písmeno R, dochází při úniku látky také k úniku radioaktivního záření.

Kód HAZCHEM, používaný zejména ve Velké Británii, je tvořen ze tří částí. První část nám určuje, jaké hasivo by se při zásahu mělo zvolit. Druhá část tohoto kódu je tvořena dvěma písmeny na základě, kterých volíme ochranné prostředky před účinky nebezpečné chemické látky. Třetí část obsahuje pouze písmeno E, tedy že je nutné zvážit možnost evakuace zasažené oblasti (Šenovský, 2007).

1.4 Mimořádná událost

Mimořádné události jsou tu s námi již od nepaměti. Dříve to byly pouze ty, které byly způsobeny přírodou. Dnes ale výrazně převyšuje počet těch, které jsou způsobeny člověkem. Jak se tedy mimořádné události dělí a jaké mají dopady, si popíšeme níže.

1.4.1 Dělení mimořádných událostí

Mimořádné události dělíme na základě toho, jak vznikly. Buďto se jedná o působení přírodních sil, které mohou vést k seismické aktivitě, vulkanické činnosti, svahovým sesuvům, povodním, extrémním meteorologickým jevům jako větrné smršti, extrémní sucha či horka. V praxi se pak tedy jedná a sopečný výbuch, zemětřesení, sesuvy půdy, povodně, tsunami, vichřice, tornáda, sucha a další přírodní jevy, případně i jejich kombinace.

V opačném případě jsou pak mimořádné události zapříčiněné lidským faktorem neboli antropogenní, ať už úmyslné či neúmyslné. Může tedy dojít k selhání lidského faktoru nebo techniky. Tyto události jsou následovně zastoupeny formou požárů, výbuchů či únikem toxických látek do ovzduší. Ve většině případů ale dochází ke kombinaci těchto jevů.

Třetí kategorie vychází z předchozích dvou, tedy kombinace jak přírodních jevů, tak i zásahu člověka. Příkladem může být třeba únik nebezpečných chemických látek vlivem tsunami či povodní (Kumar Jha, 2009).

Často může být nejasný rozdíl mezi krizovou situací a mimořádnou událostí. Vysvětlení je ale poměrně jednoduché. V případě krizové situace se jedná o dlouhotrvající mimořádnou

událost s vysokým počtem zasahujících složek, při které může být vyhlášen jeden ze čtyř krizových stavů. Stav nebezpečí, vyhlašován na území kraje příslušným hejtmanem po dobu nejdéle třiceti dní při ohrožení života, zdraví, majetku nebo životního prostředí, jehož intenzita ale nedosahuje velkých rozměrů a je tudíž možné toto nebezpečí zvládnout běžnou činností. Nouzový stav je vládou České republiky vyhlašován na celém území státu po dobu maximálně třiceti dní, v případě živelních pohrom, ekologických nebo průmyslových havárií, které ve značné míře ohrožují životy, zdraví nebo majetek. Stav hrožení státu může být vyhlášen Parlamentem, po návrhu od vlády a to na, jakkoliv dlouhou dobu pro celé území státu. Je vyhlašován v případě bezprostředního ohrožení svrchovanosti státu nebo územní celistvosti. Posledním je válečný stav, který vyhlašuje Parlament na neomezeně dlouhou dobu pro celé území našeho státu v případě, že dojde k napadení České republiky, nebo je potřeba plnit mezinárodní smluvní závazky o společné obraně proti napadení (Krizové stavy, 2020).

1.4.2 Účinky

Působení výše popsaných jevů na životní prostředí, majetek a zdraví osob je nazýváno destruktivními účinky. Ty se dělí na fyzikální, tedy podle přenašeče energie (mechanické, tepelné, elektromagnetické), dále na chemické, tedy na základě chemických vlastností uniklých nebezpečných chemických látek a v poslední řadě na biologické, ty jsou prezentovány formou nákaz a epidemií.

Důležitým faktorem je intenzita těchto jevů, jejich kombinace a kumulace, vlastnosti zasažených cílů, jejich zranitelnost a další.

1.4.3 Konkrétní příklady

Pro lepší představu tedy popíšu jednu mimořádnou událost způsobenou přírodními jevy a jednu způsobenou lidským faktorem.

Z mimořádných událostí vzniklé přírodními jevy jsem vybral tu, dle mého, nejzávažnější, která nás na území našeho státu může potkat, a tou jsou povodně. Jedná se o dočasné zvýšení vodní hladiny ať už řek, nebo jiných povrchových vod, kdy hrozí vylití vody z koryta, zaplavení území vodou a způsobení škody. Může se také jednat o nedostatečně rychlý odtok z vody, například u přehrad, kdy se přitékající voda nemusí v určitých situacích stíhat odpouštět a tím pádem pak může dojít k vylití. V praxi je tedy povodeň způsobena dešťovými srážkami či náhlým a rychlým táním sněhu. Při povodních dochází k ohrožování

nejen životního prostředí, ale také majetku a lidských životů. V případě zvláštní povodně dochází k porušení vodních děl, ať už při stavbě či provozu.

Jako zástupce ze skupiny antropogenních mimořádných událostí, tedy těch způsobených člověkem, jsem vybral asi nejrozšířenější, a to požár. Ten může vznikat neopatrnou manipulací s otevřeným ohněm v blízkosti hořlavin, zkratem v elektrické síti, při samovznícení a u extrémně vysokých teplot. Požár lze definovat jako exotermickou reakci, při které dochází ke vzniku tepla a světla. Aby požár vznikl, musí být aktivní takzvaný trojúhelník hoření, tedy přítomnost kyslíku, hořlavé látky a zdroje zapálení. Pokud jedna z těchto tří věcí bude chybět, k požáru pak nemůže dojít. Zvýšené riziko požáru pak hrozí jednak v létě při extrémním suchu a horku, ale hlavně ve skladech či procesech s výskytem hořlavých látek, na čerpacích stanicích, ve skladech plastických hmot či pesticidů (Bartlová a Pešák, 2003).

1.4.4 Bojový řád pro jednotky Hasičského záchranného sboru

Bojový řád je souhrn mnoha pokynů, které vydal Generální ředitel Hasičského záchranného sboru České republiky, který obsahuje jednotlivé metodické listy, které slouží jednotkám požární ochrany ke zvládání mimořádných událostí. Je rozdělený do několika kapitol, na základě charakteru dané události. První částí jsou obecné zásady zaměřené především na operační řízení, další kapitolou je pak nebezpečí, která řeší a definuje jednotlivá nebezpečí, která mohou během zásahu složek nastat. Kapitola řízení je zaměřena na řízení zásahu, činnost a úkoly velitelů zásahu. Co se týká kapitoly požárních zásah, jsou zde uvedeny obecné zásady při činnostech vykonávaných při požárech. Dalšími kapitolami jsou součinnost, technický zásah, nebezpečné látky, dopravní nehody a ochrana obyvatelstva (Bojový řád, 2020).

1.4.5 Soubor typových činností

Typová činnost, vydaná Ministerstvem vnitra ve spolupráci s generálním ředitelstvím Hasičského záchranného sboru, obsahuje postup zasahujících složek integrovaného záchranného systému při záchranných a likvidačních pracích s ohledem na druh a charakter mimořádné události. Celkově je vydáno již 16 dokumentů (Dokumentace IZS, 2020).

1.4.6 Případy mimořádných událostí

Na území České republiky se udály stovky havárií s únikem nebezpečných látek, které svými vlastnostmi poškodily nejen životní prostředí, ale způsobily škody na majetku a zejména pak poškodily zdraví osob, ne-li dokonce i v několika případech smrt.

Jako jednu z nejzávažnějších havárií považujeme tu z roku 1974, kdy v důsledku úniku etylenu došlo k výbuchu v chemickém závodě v Záluží. Tento bezbarvý, hořlavý a nasládle vonící plyn způsobil ve večerních hodinách extrémní explozi, díky které na místě zemřelo 15 lidí, a další dva pak zemřeli v nemocnici na následky popálení. Celkově bylo zapotřebí poskytnout lékařskou péči pro 125 osob. Na likvidaci tohoto požáru se podílelo celkem přes 200 zasahujících hasičů. Tlaková vlna způsobila škody na objektech, které byly vzdáleny až jeden kilometr od epicentra (OBRAZEM: Před 40 lety došlo k nejtragičtější průmyslové nehodě, 2014).

K dalšímu masivnímu výbuchu došlo v roce 1984 v Semtíně, kde došlo k explozi ve skladu se střelným prachem, vlivem neopatrné manipulace s vysokozdvižným vozíkem. Ze skladu tehdy zbyla jen velká díra v zemi. V ten den ovšem nebyl sklad naplněn do maximální možné kapacity, takže následky tohoto výbuchu nebyly až tak devastující, jako tomu mohlo být při naplnění plné kapacity tohoto skladu. Tento výbuch zabil 5 lidí a dalších zhruba 200 jich poranil. Tlaková vlna byla tehdy tak silná, že napáchala škodu až ve vzdálenosti 20 kilometrů (Výbuch v Semtíně je nejtragičtější od roku 1984, 2011).

Chemopetrol Litvínov, to je místo, kde došlo v roce 1996 k úniku pohonných hmot a k následnému požáru, spojeným s několika výbuchy. Jeho následná likvidace zaměstnala na 1000 hasičů a zabrala celý jeden týden. Během zásahových a likvidačních prací se zranilo 36 hasičů a je jen zázrak, že při této nešťastné události nepřišel nikdo o život (1996: Chemopetrol v Litvínově zachvátil požár – průběh zásahu, 2010).

Jako poslední bych rád uvedl případ úniku chloru v Neratovicích, z roku 2002. Ten zde unikl vlivem rozsáhlých povodní, které zasáhly právě i areál skladu firmy Spolana, a.s. Neratovice. I přes předchozí snahu zaměstnanců o fixaci zásobníků došlo vlivem stoupající vody k pohybu těchto zásobníků, vznikly netěsnosti a plynný chlór se tak dostal do prostoru skladu a následně přes poškozený plášť i do ovzduší. Na základě tohoto úniku byl vyhlášen třetí stupeň chemického poplachu a na místo se sjelo několik jednotek hasičů. Jejich úkolem bylo utěsnit vnější plášť objektu, jelikož o situaci uvnitř neměli vůbec žádné informace. Další velký únik nastal asi o týden později, při přepouštění chlóru v novém skladu. Na tuto situaci

byly ale zasahující jednotky na místě připraveny a následky úniku tudíž nebyly tak katastrofální. Celá situace skončila tak, že byl všechen chlór z objektu odstraněn a zásobníky následně zkontrolovány (Bartlová a Pešák, 2003).

1.5 Dekontaminace

Většina nebezpečných chemických látek, které mohou uniknout, a dát tak vzniku mimořádné události, si žádají speciální postupy, pravidla nebo ochranu. Jedním z pravidel je i dekontaminace, tedy odstranění, nebo snížení nežádoucích látek z povrchů, které byly vystaveny nežádoucím účinkům této látky. Dále je pak také zapotřebí zlikvidovat odstraněný kontaminant. Samotná dekontaminace může být prováděna na všem živém i neživém, od osob, přes techniku, objekty, životní prostředí, nebo i potraviny či zvířata. Dekontaminace se může dělit podle několika hledisek, například podle druhu odstraňovaných kontaminovaných látek na chemickou detoxikaci, radiační dezaktivaci nebo biologickou dezinfekci. Dekontaminace může být prováděna několika způsoby, v závislosti na látce, kterou potřebujeme dekontaminovat. Rozhodující jsou její, nejen chemické vlastnosti, jako je například druh kontaminantu a jeho hustota, velikost zasažené plochy nebo prostoru, počtu zasažených a vystavených osob, technická vybavenost zasahujících jednotek, schopnost dekontaminačních stanovišť, pojmout patřičné množství osob, nebo techniky, nebo třeba i množství odpadních produktů, které jsou při dekontaminaci vyprodukovány. Po zvážení všech aspektů je zasahující chemickou službou, která zabezpečuje dekontaminaci, vybrána jedna z metod dekontaminace. Může jít buďto o fyzikální metodu, tedy různé vyklepávání, vytřepávání, omývání. Používání kartáčů, mechanické otírání či samovolné odpařování. Můžeme sem zařadit i výše zmíněné sorbenty, které na sebe kontaminanty navážou. Další metodou je chemická dekontaminace, kde je využito chemických reakcí a přeměn, které kontaminant rozloží, nebo zmírní jeho negativní vlastnosti pod přípustnou úroveň, kterou má každá látka jinou. Používá se zejména při dekontaminaci vodstva, a to pomocí bakterií, jež likvidují například ropné produkty, jako je nafta či benzín, které svým působením rozkládají a přeměňují. Nejvyužívanější metodou je však metoda kombinovaná, kdy se používá více dekontaminačních technik najednou, a tím se tak zefektivní celý proces. Podle zvolených kombinací různých metod lze pak dekontaminaci dělit na suchou a mokrou, rozdíl v nich je specifikovaný již v jejich názvu. V případě osob se jedná o hygienickou očistu, u zvířat jde o veterinární očistu, a pojem dekontaminace nám rozlišuje všechno ostatní, jako objekty, životní prostředí, oděvy a další. Dekontaminace může být dělena i z pohledu

dekontaminovaných osob. První je individuální způsob, kdy ji každá osoba provádí samostatně, s použitím individuálních či improvizovaných prostředků. Hromadná forma je prováděna protichemickými zařízeními, nebo ji provádí zasahující chemická služba, která je přítomná na místě každého zásahu, kde dochází k úniku nebezpečné chemické látky, kdy je využita speciální technika. Základem úspěchu je včasná dekontaminace za pomocí správně zvolených prostředků a technologií, jako například použití horké, nízkotlaké nebo vysokotlaké vody, rozpouštědel, emulzí, pěn, aerosolů a mnohých dalších. Každý subjekt procházející dekontaminací vyžaduje specifická pravidla a podmínky, k ní použité. U osob je nejdůležitější rychlost provedení, obzvlášť u zasažení nervově paralytickými látkami, jako jsou sarin, soman nebo tabun, kde do dvou minut přežívá většina zasažených, ale při době vystavení, která přesahuje deset minut, dochází k úmrtí drtivé většiny zasažených. Pokud jsou vystavené osoby alespoň minimálně chráněny ochrannými prostředky improvizované ochrany, mají podstatně větší šanci na přežití. Dekontaminace pak zahrnuje zejména výměnu kontaminovaného oděvu. V případech dekontaminace techniky, jsou používány dekontaminační linky, průjezdové rámy a další. Dochází zde k oplachu vozidel, ten ale produkuje mnohem větší množství odpadu, a i ten musí být následně zlikvidován. Životní prostředí či různé jsou zase specifické tím, že je potřeba použít velké množství dekontaminačních látek a tomu odpovídajících technologií. Potraviny jsou velmi snadno zasažitelné a možnosti jejich dekontaminace jsou, vzhledem k jejich nutné poživatelnosti, velmi omezené. Nejužívanější je dekontaminace tepelným zpracováním, protože například vroucí voda ničí velké množství bakterií. Pokud jsou potraviny balené, kdy je možnost dekontaminovat pouze obal dané potraviny, a samotná potravina tak zůstává nezasažená. U zvířat funguje srst jako pomyslná bariéra, která chrání kůži zvířat před negativními účinky nebezpečné chemické látky.

1.5.1 Technologické postupy

Různé kontaminanty vyžadují odlišné postupy. Jedním z nich je dekontaminace postřikem, což je jedna z nejpoužívanějších mokrých způsobů, kdy dochází k nanesení předem zvolené dekontaminační směsi na daný povrch, ta se nechá potřebnou dobu působit a poté je proveden oplach vodou. Pokud je touto metodou dekontaminována technika, je nejdříve proveden oplach vodou, která je nanášena na povrch pod tlakem, aby tak došlo k odstranění nečistot, jako je například bahno, a mohla tak být provedena o to důkladnější dekontaminace na všech plochách.

Otírání neboli omývání povrchů za pomocí kartáčů, hadrem či tampóny, které jsou namočené v předem zvolené ideální dekontaminační směsi a následně použity v kombinaci s oplachem vodou. Jedná se také o velmi účinný postup, který je ale ovšem velmi náročný jak časově, tak personálně. Proto je prioritně využíván především při individuální dekontaminaci nejen osob, ale i menších povrchů.

Následující postup dekontaminace je sice velice účinný a rychlý, ale velice náročný na své provedení. Jedná se o chemické čištění. Používá se zejména na čištění oděvů a textilů, zejména v chemických čistírnách, kdy je hlavní pointou celé dekontaminace extrakce neboli odstranění kontaminantu do použitého rozpouštědla.

Pokud dekontaminujeme větší množství lidí, plyne z toho i větší množství oděvů, které je potřeba zbavit kontaminantů. K tomuto účelu se používá praní za vysoké teploty, kdy jsou ale používány běžné prací prostředky s tím, že od běžného praní se liší nejen zmíněnou vysokou teplotou, ale i počtem cyklů, mácháním a odstřeďováním. Prací prášek může být případně nahrazen sodou.

Jedná-li se dekontaminaci pevných povrchů či materiálů, pak je nejefektivnější metodou použití tlakové vodní páry. Jde tedy o aplikaci proudu vodní páry, do které se jako příměs přidává v určitém poměru odmašťovadlo a detergent, tedy látka s čistícími vlastnostmi. Díky kombinaci mechanického oplachu, fyzikálního tlaku vody a chemickou směsí celého postřiku je tato metoda vysoce účinná a navíc, není potřeba následný oplach vodou.

V případě, že by se použitím běžné dekontaminační směsi mohly poškodit kontaminované předměty, je použita pěna, která je aplikována na povrch předmětů a po určité době, kdy dochází k působení pěny, dojde k oplachu vodou a pneumatickému odsátí. Předností je tedy šetrnost k dekontaminovaným povrchům.

Jak zde již bylo zmíněno, další možností dekontaminace je možnost použití sorbentů, které se využívají při haváriích s únikem kapalin. Jeli to ale možné, je využíváno primárně přečerpávání, které je umožněno i odlišnou hustotou obou kapalin. Jako sorbent je možné použít například běžně dostupnou rašelinu, písek, samotnou zeminu, nebo speciální sorbenty jako Spikleen, Ecosorb, Absodan nebo Kurol.

Při úniku kyselin dochází k provedení neutralizace s použitím například vápna, uhličitanů, případně vápna. U hydroxidů dochází primárně k přečerpání do nádrží a k následnému zředění vodou nebo kyselinou sírovou, a to postupně tak, aby vždy po přidaném množství

došlo k reakci s předchozí dávkou. Kontrola neutralizace je prováděna pomocí pH papírků (Kotinský a Hejdová, 2003).

1.5.2 Dekontaminace osob

O dekontaminaci většího počtu lidí rozhoduje na místě velitel zásahu. Jednotky Hasičského záchranného sboru jsou ale v těchto možnostech kvůli nedostatečnému vybavení značně omezeny. Pro případ potřeby dekontaminace většího počtu nejen osob, ale i ploch nebo techniky, se využívá spolupráce s Armádou České republiky. Využívají se buďto stacionární umývárny, nebo mobilní dekontaminační sprchy či improvizovaná stanoviště, která jsou postavena na hranici vytyčené nebezpečné zóny.

Celý prostor, kde dekontaminace osob probíhá, se nazývá dekontaminačním prostorem. Ten se dělí na svlékárnu, sprchu a oblékárnu. Dělí se také jinak, a to na nečistou část jako shromaždiště, svlékárnu, sklad kontaminovaných oděvů a umývárnu, a dále na čistou část, které je součástí sklad náhradních oděvů a obuvi, oblékárna, místo případné lékařské prohlídky a shromaždiště osob po dekontaminaci. Tyto dvě části musejí být bezpodmínečně odděleny a řádně označeny, aby se zamezilo rozšíření kontaminace. Kontrola se zde provádí měřením kontaminace.

Proces dekontaminace, kterým osoby prochází z kontaminovaného prostoru do bezpečí, podléhá přísným bezpečnostním opatřením a pravidly, která jsou specifická pro obě části. Ve svlékárně dochází k mytí rukou, výplachu úst, vyčištění všech dutin, svléknutí oděvu, obuvi či prádla a následného uložení do předem připravených pytlů či boxů. V umývárně je realizováno mytí teplou vodou, namydlení a následné osprchování. V oblékárně se osoby osuší poskytnutým ručníkem a obléknou si poskytnutý náhradní oděv.

Jednotky požární ochrany jsou zodpovědné za odběr a uložení kontaminovaných oděvů, uložení dokladů a cenností, poskytování náhradního oblečení a evidenci dekontaminovaných osob (Dekontaminace osob, 2014).

Pro tyto účely je využíváno buďto improvizovaných pracovišť sestavených ze žebříků, které spojují dvě přistavené hasičské cisterny a je vytvořena pomyslná brána, kterou osoby procházejí, nebo mobilní specializovaná pracoviště jako je například Stanoviště pro dekontaminaci osob SDO 1 a 2, či provizorní způsoby pro dekontaminaci zasahujících v případě, že zasahující jednotka není dostatečně vybavena.

Stanoviště dekontaminace osob, a to konkrétně provedení číslo 2, se liší dobou potřebnou k uvedení do pohotovostního stavu. Celá aktivace tohoto stanoviště zabere jednomu družstvu zhruba deset minut. Jedná se o dvounápravový přívěs s výklopnými bočními vraty. Pod každými vraty je uložena jedna část stanu, které jsou následně rozvinuty a tvoří pracovní prostor pro proces dekontaminace. V přední části je prostor pro obsluhu a zadní část je průchozí pro dekontaminaci obsluhy. Uprostřed celého stanoviště je prostor pro mokrou část dekontaminace, tedy sprchu. Součástí celého stanoviště je pochopitelně i jímka, která slouží k zachycení odpadní kontaminované vody.

Příkladem provizorního dekontaminačního stanoviště může být například stanoviště, které je sestaveno z běžně dostupného vybavení jednotek. Jedná se například o kombinaci rozdělovače, hadice C, proudnice, plachty, bedýnky, kartáče a dekontaminačního činidla. Celé stanoviště je sestaveno tak, že se rozdělovač připojí ke zdroji vody, z rozdělovače povede hadice typu C tak, že se vrátí zpět do rozdělovače a vytvoří tak pomyslné písmeno O, kdy bude otevřen pouze jeden odvod vody z rozdělovače. Celé se pak překryje plachtou a dojde k vytvoření improvizovaného bazénku. Pomocí další hadice s proudnicí se omývají osoby, které jsou kontaminovány. Dekontaminace pak probíhá manuálním nanesením dekontaminační směsi z bedýnky pomocí kartáče. Následuje oplach a dekontaminovaným osobám je následně poskytnuto náhradní oblečení, jsou zaevidovány a nasměrovány na místo shromažďování. Alternativou pro improvizovanou vanu může být použití čtyř žebříků, které se složí do čtverce. Ty ale nemusí být vždy k dispozici, proto se uvádí především varianta s použitím hadic (Zařízení pro dekontaminaci osob, 2014).

Dekontaminace techniky je prováděna buďto manuálním nástřikem proudnicí, nebo statickým průjezdovým nástřikovým rámem. Jedná se vždy o dva rámy postavené na trase, kudy budou projíždět vozidla z nebezpečné zóny, kdy jeden nanáší dekontaminační směs a druhý provádí oplach vozidel. Ta jsou po projetí zkontrolována na přítomnost kontaminantů, v případě negativního výsledku mohou opustit nebezpečnou zónu, pokud je ale výsledek pozitivní, je potřeba rámem projet ještě jednou, nebo přistoupit k mechanické dekontaminaci pomocí kartáčů, houbiček a hadříků (Dekontaminace techniky, 2014).

1.6 Navazující činnosti

Poté, co jsou dokončeny záchranné a likvidační práce na místě zásahu, nastoupí vyšetřovací tým, aby zjistil, jaké byly příčiny úniku, jaké měla celá mimořádná událost dopady jak na obyvatelstvo, zvířata, majetek či životní prostředí. Kompletní analýza není provedena

přímo na místě, zde je provedena fotodokumentace, odborný znalecký posudek, a především odběr vzorků z požářiště, který je následně převezen do laboratoře k dalšímu rozboru. Tento odběr musí být proveden podle předepsaných zásad. V případě neodborného odběru se může stát, že se vzorek znehodnotí a nebude tak mít požadovanou vypovídající hodnotu. Odběry vzorků by měly být prováděny s dostatečnými prostorovými odstupy a z různé hloubky, a to i ve vztahu k vytvořenému modelu šíření. Každý odebraný vzorek musí být řádně označen, se všemi patřičnými informacemi, důkladně uzavřen a převezen do analytické laboratoře. Mezi patřičné informace o vzorku je jeho účel, místo odebrání, jméno odběratele, typ, počet a velikost vzorků, datum, čas a další (Oddělení požárně technických expertiz, 2020).

Pokud je možné, že došlo k explozi v blízkosti objektů, je potřeba i posudek statika o tom, jak moc byl objekt zasažen přímo výbuchem nebo doprovodnou tlakovou vlnou. V případě, že bude objekt značně poškozený, bude nejspíše nevyhnutelné jeho úplné stržení nebo důkladná rekonstrukce. Pokud by statika objektu narušena nebyla, budou nutné pouze drobnější opravy jako výměny prasklých skel tlakovou vlnou.

1.7 Úkoly v oblasti ochrany obyvatelstva

Ochrana obyvatelstva se dá popsat jako soubor několika opatření, která se provádí bezprostředně před a v průběhu mimořádné události. Jejich cílem je co nejlépe ochránit lidské životy a zdraví, majetek, životní prostředí nebo kulturní hodnoty. V roce 1935 byla zřízena civilní protiletecká ochrana, která měla sloužit jako obrana proti leteckým útokům. Hlavním úkolem bylo zabezpečit pro obyvatelstvo dostatečný počet plynových masek a veřejných úkrytů. V období okupace připadly veškeré úkoly a řízení policii, která zabezpečovala součinnost jak požárních jednotek, tak i Červeného kříže. Tyto jednotky byly ale zanedlouho podřízeny říšským složkám. Po válečném období probíhala likvidace protiletecké ochrany. Při reorganizaci a přípravě proti zbraním hromadného ničení dostává organizace název Civilní obrana. To znamenalo masivní výstavbu stálých úkrytů a snahu o zabezpečení plošné ochrany obyvatelstva pomocí prostředků individuální ochrany. Vlivem modernizace, od roku 1990, je snaha o vytvoření spolehlivého systému ochrany obyvatelstva tak, jako tomu bylo ve vyspělých zemích. Tím se dostáváme do roku 2000, kdy byl chválen takzvaný krizový balíček zákonů, tedy ty nejdůležitější zákony definující ochranu obyvatelstva. Byla schválena první Koncepce ochrany obyvatelstva od roku 2006 s výhledem do roku 2015. V ní je dbán důraz na prohloubení znalostí veřejnosti

v oblasti ochrany obyvatelstva. Je zde také vymezena role Integrovaného záchranného systému, s potřebou vybavení jeho složek technikou a materiálem, pro lepší zvládání mimořádných událostí, včetně teroristických útoků s použitím zbraní hromadného ničení. Za použití finančních prostředků zvyšuje úroveň připravenosti pracovníků provádějících úkoly ochrany obyvatelstva, občanů a školní mládeže, stanovuje základní organizační a technická opatření ochrany obyvatelstva varováním, evakuací, ukrytím a nouzovým přežitím.

1.7.1 Varování a vyrozumění

Stejně jako všude ve světě, tak i u nás v České republice existuje každým dnem riziko vzniku mimořádných událostí a krizových stavů. Ty z našeho života nejde úplně odstranit, ale můžeme snížit jejich riziko a následky, pokud přijmeme a aplikujeme různá nejen bezpečnostní opatření. Jedním z mnoha takových opatření je právě včasné, a hlavně správné varování a vyrozumění, jak pro jednotlivé složky integrovaného záchranného systému, správní orgány nebo pro obyvatelstvo v zasažených oblastech. Pro tyto účely je na území našeho státu vybudován a provozován Jednotný systém varování a vyrozumění, za jehož provoz je zodpovědný Hasičský záchranný sbor.

Varování obyvatelstva můžeme chápat jako souhrn všech organizačních, informačních, technických a provozních opatření, která zabezpečují včasné podání varovné informace o aktuální hrozbě, která může být teprve ve svém zárodku, nebo je již plně aktivní. Tato informace může být zprostředkována buďto akusticky, verbálně či opticky. Jde o předem stanovený signál po jehož přijetí jsou neprodleně realizována ochranná opatření. Po tomto signálu dochází k předání informací mluveným slovem, tedy verbálně, či formou televize obyvatelstvu. Koncovým prvkem těchto signálů je právě Jednotný systém pro varování a vyrozumění.

Rozlišujeme tři druhy koncových signálů. Tím nejznámějším je, každou první středu v měsíci, ve 12 hodin, se opakující, zkušební tón. Jde o 140 sekund trvající stálý tón, který je na svém konci doplněn informací, že se jedná právě o tento tón a proběhla jeho zkouška. Druhým typem je všeobecná výstraha, kdy se jedná o jediný platný varovný signál pro varování obyvatelstva. Jde o 140 vteřin dlouhý, kolísavý tón, který je na svém konci opět opatřen jistou informací. V tomto případě jde ale o upřesnění daného nebezpečí a podání tísňových informací. Třetím tónem je tón požárního poplachu, který je určen

pro svolávání členů jednotky sboru dobrovolných hasičů. Signál je 60 vteřin dlouhý a ve své polovině je deseti vteřinovou pauzou rozdělený.

Co se vyrozumění týká, tak hlavním účelem je co nejrychleji zaktivovat osoby určené k řízení a provádění preventivních opatření nebo opatření k odstraňování následků. Konkrétně se pak jedná o složky Integrovaného záchranného systému, členy krizových štábů, významné státní instituce nebo například významné ohrožující objekty (Kratochvílová, 2005).

1.7.2 Evakuace

Jedná se o další z úkolů ochrany obyvatelstva, tentokrát ve formě odsunu osob, zvířat či majetku do míst, která nejsou charakterem dané mimořádné události či krizové situace nijak ohrožena. Je to takové opatření, které vchází v platnost v případě, že zasaženému obyvatelstvu nelze jinak efektivněji pomoci. Nařízené evakuaci podléhají všechny osoby, které se v dané oblasti nachází, vyjma těch zasahujících.

Evakuaci můžeme rozdělit z několika pohledů. Objektová evakuace se týká pouze jedné budovy či malého počtu obyvatel, kdežto plošná evakuace je vyklizení několika domů s velkým počtem obyvatel. V případě evakuace všeobecné se evakuují všichni bez rozdílu, kdežto u částečné to mohou být například jen děti a mládež, tělesně postižení a jejich doprovod. Z pohledu doby trvání je to krátkodobá, kdy se nerealizují opatření k zajištění nouzového ubytování, nebo dlouhodobá, při které je pro obyvatelstvo nachystáno náhradní ubytování, které jim poskytne azyl po celou dobu trvání této evakuace. Dále můžeme dělit na evakuaci řízenou příslušnými zasahujícími složkami, nebo samovolnou, u které se obyvatelstvo z vytyčeného území dostává samovolně.

Každá evakuace se řídí Plánem evakuace obyvatelstva. Jedná se o předem sepsaný dokument, který je součástí havarijního plánu kraje. Skládá se z textové a grafické části. Tento dokument vytyčuje evakuační zónu, tedy prostor, ze kterého se bude provádět evakuace. Dále shromažďovací místo, tedy místo, kde se budou osoby shromažďovat za účelem snadnějšího převezení do evakuačních středisek. Ty leží mimo ohroženou zónu a jsou určena k přechodnému místu pobytu. Osoby dále postupují do přijímacího střediska, kde dochází k jejich evidenci a následně jsou přesouvání, pokud nemají vlastní náhradní ubytování například u rodinných příslušníků, do míst pro nouzové ubytování, která jsou předem nasmlouvána. K těmto účelům může sloužit například tělocvična, sokolovna, škola či dobrovolně nabídnuté domácnosti občanů. Evakuovaní si z domu musí vzít evakuační

zavazadlo. K těmto účelům může sloužit cestovní taška, batoh a podobné. Jeho váha by neměla překračovat 25 kg a mělo by obsahovat osobní doklady, psací potřeby, léky a zdravotní potřeby, cennosti, sezónní oblečení, prostředky osobní hygieny, spací pytel, karimatku, deku, nafukovací lehátko, nádobí, kapesní nůž, základní potraviny na 2-3 dny včetně vody, svítilnu, baterky, zapalovač, rádio nebo třeba i knihu (Kratochvílová, 2005).

1.7.3 Nouzové přežití

Součástí hlavních opatření v případě ochrany obyvatelstva nesmíme zapomenout také na nouzové přežití obyvatelstva, které je zaměřeno především na jeho ubytování, zásobování potravinami, pitnou vodou, hygienickými potřebami a na poskytování základních služeb, jako je zdravotnická péče, nouzové dodávky energií a organizace humanitární pomoci.

Zavedená opatření, vedoucí k nouzovému přežití většinou navazují na předchozí evakuaci obyvatelstva ze zasažených oblastí a jsou plněna po celou dobu trvání mimořádné události či krizového stavu. U některých mimořádných událostí, jako jsou třeba nedostatek potravin, epidemie, epizootie, znečištění pitné vody a jiné, se úkoly nouzového přežití provádějí přímo na postiženém území.

Nouzové ubytování bude prioritně poskytováno v budovách a prostorech vlastněných obcí, městem či krajem. Jsou to tedy zejména školy, ubytovny, tělocvičny a další prostory, kde je i možné připravovat jídla a zabezpečovat jejich vydávání. Dále pak to mohou být ze soukromých objektů hotely, ubytovny a další.

V případě krizových stavů může být zavedena regulace spotřeby potravin pro obyvatelstvo, která by vedla ke zmírnění dopadů. Nouzové zásobování pitnou vodou je prováděno na celém území České republiky po dobu nezbytně nutnou a potřebnou k obnovení funkce běžného zásobování pitnou vodou. U nouzových zásob pitnou vodou je to 5 litrů vody na osobu na den po dobu prvních dvou dní. Od třetího dne se toto množství zvedá na 10 až 15 litrů pitné vody na osobu na den. Elektrická energie bude dodána na základě příslušného regulačního a vypínacího plánu na základě konkrétní situace. Plyn bude dodán v takovém množství, které postačí na vytopení prostor na minimální přípustnou teplotu. Dodávka tepla bude záviset na naléhavosti, zejména z hlediska potřeb zdravotnictví, potravinářství, školství a dalších.

Organizace humanitární pomoci slouží jako pomoc pro lidi v zasažených oblastech formou například materiální, duchovní, zdravotní, sociální a právní. Z toho tedy plyne, že je organizována za účelem zlepšení životních podmínek během nouzového přežití.

Během tohoto období jsou obyvatelé neustále informováni o aktuální situaci, a to pomocí médií, různých letáčků či pravidelných denních hlášení (Kratochvílová, 2005).

1.7.4 Organizování a poskytování úkrytů

Ukrytí se na území našeho státu zajišťuje formou stálých nebo improvizovaných úkrytů. Co se stálých týče, dnes už nejsou tak četné jako v minulosti, ale i tak ještě nějaké máme. Jedná se o trvalé ochranné prostory v podzemních částech staveb. Dělí se na tlakově odolné, tlakově neodolné a na ochranné systémy podzemních dopravních služeb.

Pro tlakově odolné úkryty platí, že musí být vybaveny vchody a nouzovými výlezy, protitlakovými komorami, protiplynové předsíně, prachovou komorou, filtroventilační komorou, zásobníkem vody, záchody, umývárnou a úsekem pro ukrývané. Pro úkryty bez tlakové odolnosti slouží stálé protiradiační úkryty.

Improvizované úkryty se realizují pro ochranu obyvatelstva před účinky světelného či tepelného záření, pronikavé radiace, kontaminace radioaktivním prachem a proti tlakovým účinkům zbraní hromadného ničení, a to v případě nouzového stavu, stavu ohrožení státu nebo při válečném stavu. Jsou to tedy vhodně upravené podzemní či nadzemní prostory, jako například budovy, sklepy a podobně. Navrhují se pro ty obyvatele, kterým není možné poskytnout stálé úkryty. Výběr vhodných objektů se provádí ještě za mírového stavu, jako preventivní opatření. Čím silnější jsou stěny úkrytu, tím je úkryt bezpečnější. Jejich aktivace musí proběhnout do pěti dnů od vydání příkazu (Kratochvílová, 2005).

1.7.5 Individuální ochrana

Během činnosti v prostředí s výskytem nebezpečných chemických látek může dojít ke kontaminaci osob, což znamená znečistění cizorodou nebezpečnou látkou. Jako ochrana před tímto negativním jevem se používají prostředky individuální ochrany. Ty dělíme na prostředky k ochraně dýchacích cest (filtrační či izolační masky) a povrchu těla (filtrační a izolační oděvy). Dále se dělí podle cílové skupiny na prostředky pro dospělé a prostředky pro děti.

Největším rizikem pro vstup kontaminantu do lidského těla je skrze dýchací cesty, jejichž ochranu tudíž považujeme za prioritní. K tomuto účelu používáme filtrační prostředky, jejichž účelem je přefiltrovat vdechovaný vzduch a do plic tak propustit jen nezávadný vzduch. Tyto přístroje dělíme na základě filtrovaných látek proti pevným částicím, proti plynům a proti párám. Konkrétně se pak tedy jedná o roušky, polomasky a ochranné masky.

Pro obyvatelstvo, zejména pak děti, slouží dětské vaky pro děti do 18 měsíců, dětské kazajky pro děti do čtyř let, dětské ochranné masky pro děti do desíti let a prostředky ochrany pro dospělé.

Pokud je v ovzduší škodlivina, kterou není schopen běžný filtr zachytit, nejsou-li filtry k dispozici, není známý typ škodliviny, je zapotřebí použití izolačního dýchacího přístroje. Ty se dělí na dva základní typy, a to podle zdroje vzduchu, který je distribuován buďto otevřeným nebo uzavřeným dýchacím okruhem.

Nejen dýchací cesty, ale i pokožku je potřeba chránit, a to pomocí ochranných oděvů. Tyto prostředky se dělí podle toho, jakou část těla chrání a proti jakým látkám ji chrání. Ze škodlivých faktorů jsou to mechanické vlivy, vysoké teploty, nízké teploty, radioaktivní látky, prach, toxické látky, kyseliny, zásady nebo například proti ropným produktům.

Nejvyšším stupněm ochrany jsou izolační ochranné oděvy, které oddělují organizmus od okolí a vytváří tak hermeticky uzavřený prostor. Bohužel neexistuje jeden univerzální oblek a na různé druhy látek je zapotřebí použití jiného ochranného izolačního oděvu. Délka pobytu v tomto obleku je stanovena snesitelností člověka. Všeobecně však platí, že oděv smí používat pouze zdravé osoby, které procházejí pravidelnými lékařskými prohlídkami, musí jim být umožněn dostatečný odpočinek, protože práce v těchto oblecích bývá velmi fyzicky i psychicky náročná a musí mít zavedený speciální pitný režim. Nejznámějším ochranným protichemickým oblekem je pak OPCH 70 a 90. Jde o žluté či zelené protichemické obleky s nutností mít autonomní uzavřený dýchací okruh (Kratochvílová, 2005).

2 CÍLE A METODOLOGIE

S úniky nebezpečných chemických látek se každým dnem setkávají jednotky požární ochrany po celém světě. Někdy jde o drobné a pro společnost nepatrné úniky, ale občas se jedná o úniky velkého množství látky, kdy dochází k ohrožení nejen osob a majetku, ale také životního prostředí či zvířat. A jelikož čelí pracovníci bezpečnostních sborů i v České republice těmto mimořádným událostem je potřeba, aby byly všechny potencionálně se podílející složky na zásahu o celé problematice informovány tak, aby byla likvidace havárie s únikem nebezpečných chemických látek o to snazší a efektivnější. Pokud nebudeme brát zřetel na rozsah vzniklé mimořádné události, tak právě připravenost zasahujících jednotek je klíčovým faktorem k jejímu úspěšnému zvládnutí.

Cílem této diplomové práce je navrhnout opatření, která povedou k eliminaci následků po úniku a ke snížení rizika opětovného úniku nebezpečné chemické látky.

Dílčí cíle práce jsou:

- zpracovat, modelovat a následně řešit úniky dvou nebezpečných chemických látek za pomocí softwarů TerEx a ALOHA,

- porovnat obě simulace a výsledky vyhodnotit,

- navrhnout opatření, ke snížení škod, vzniklých mimořádnou událostí.

2.1 Použité vědecké metody

Ve své diplomové práci jsem pro její zpracování použil následující metody:

Rešerše – Slouží k dokumentaci použité literatury a dalších zdrojů použitých pro teoretickou část.

Analýza – Využívána ke zpracovávání získaných dat do praktické části.

Syntéza – Použita v praktické části k návrhu možných řešení.

Dedukce – Použita pro vyvození závěrů z konkrétních případů.

Indukce – Využita pro stanovení obecných pravidel na základě konkrétních případů.

Simulace – Využita v praktické části pro vytvoření modelu šíření unikajících látek.

Modelování – Použito v praktické části při simulaci úniku nebezpečné chemické látky za pomoci softwarů TerEx a ALOHA.

3 DÍLČÍ ZÁVĚR

V předchozích kapitolách bylo podrobně definováno legislativní ukotvení mnou zkoumané problematiky, pro lepší přehlednost pak vysvětlení většiny odborných pojmů, které se problematiky mimořádných událostí vzniklých únikem nebezpečných chemických látek týkají. Východiskem, pro praktickou část mé diplomové práce je také oblast ochrany obyvatelstva, včetně varování a vyrozumění, evakuace, nouzového přežití, organizování a poskytování úkrytů, či prostředků individuální ochrany a činnosti s tím spojené. Blíže je také specifikována dekontaminace, které je vždy spojena se zásahem na nebezpečnou chemickou látku, která může kontaminovat nejen použitou techniku a prostředky, ale i osoby, majetek či životní prostředí.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

4 VÝBĚR ÚNIKU NEBEZPEČNÝCH LÁTEK

Tato kapitola se zaměřuje na výběr nebezpečných chemických látek, které ve své diplomové práci použiji jako ty, které uniknou. Vzhledem k faktu, že aktuálně bydlíme nedaleko Neratovic, jsem si pro svou práci vybral chlor unikající ze zásobníku ve firmě Spolana Neratovice. Druhým případem pak bude dopravní nehoda cisterny s osobním automobilem, kdy z cisterny unikne benzín.

4.1 Mimořádná událost s únikem nebezpečné chemické látky

Nejprve je potřeba si definovat, o jaký zásah se tedy přesně jedná. Jde o havárii s únikem takového množství nebezpečné chemické látky či směsi, jež se dostalo mimo kontrolu, které jsou svými fyzikálními a chemickými vlastnostmi nebezpečné, a ohrožují tak nejen životy, ale i zdraví osob, zvířat či životní prostředí. V takovém případě je nezbytně nutné, provést záchranné a likvidační práce. Únik nebezpečné chemické látky do okolí může být z obalů, nádob či zařízení, a to při jejich výrobě, zpracovávání, skladování a jejich přepravování.

Charakteristické znaky pro výskyt uniklé nebezpečné chemické látky, stejně jako úkoly a postup činností je přesně dán v Bojovém řádu jednotek požární ochrany, a to konkrétně v metodickém listu č. 1. Vypovídajícími charakterizujícími znaky o možné přítomnosti nebezpečných látek jsou například označená vozidla či přepravované obaly pomocí piktogramů, výstražné tabulky, velké skladovací prostory a technologická zařízení, zdravotní komplikace přítomných lidí, poškozené životní prostředí v blízkém okolí, případná specifická barva plamene, zápach, výbuchy, rychlost šíření, intenzita hoření, tvorba mlhy nebo například přítomnost tlakových lahví. Tím pádem je nutné při zásahu přijmout a aplikovat specifická bezpečnostní opatření pro zasahující složky nasazením speciálních ochranných protichemických prostředků a zapojením speciálních sil a dalších složek Integrovaného záchranného systému.

Z výše uvedených zvláštností a nutných opatření vyplývají úkoly a postupy činností zasahujících složek Integrovaného záchranného systému. Primárním cílem zasahujících je podniknutí takových opatření, která povedou k zamezení dalšího šíření unikající látky, dostání situace pod kontrolu a snaha co nejvíce omezit rozsah havárie. Nelze ovšem stanovit přesné postupy, nýbrž je pouze doporučit, jelikož schopnost zasahujících jednotek je značně omezena její vybaveností nejen ochrannými prostředky, ale i dalšími prostředky

pro manipulaci s nebezpečnými látkami (Bojový řád jednotek požární ochrany – taktické postupy zásahu, 2017).

Různé jednotky mají různou předurčenost, například na záchranné práce, na dekontaminaci, olejové havárie, čerpání vody, nouzové přežití obyvatel, práce ve výšce a nad volnou hloubkou, pod vodní hladinou, družstva na trhací práce či skupiny pro záchranu z jeskynních a podzemních prostorů (Aktuální dislokace a typ předurčenosti jednotek HZS ČR, 2020). V rámci těchto předurčeností je právě i námi potřebná předurčenost jednotek požární ochrany na havárie nebezpečných látek. To v praxi znamená, že jednotka s touto předurčeností je nejen speciálně vybavena, ale je i pravidelněji školena na havárie spojené s únikem nebezpečné chemické látky.

Činnosti spojené se zásahem začínají ne na místě, ale už při příjezdu na místo, kdy se jednotka přibližuje k havárii, pokud to situace dovolí, zásadně po směru větru kvůli tomu, aby se zbytečně nevystavovali jak zasahující, tak technika negativním vlivům unikající chemické látky a zároveň techniku ustavit tak, aby nebyla v bezprostředním nebezpečí. Zároveň je potřeba analyzovat místo úniku a zjišťovat přítomnost nebezpečných látek, ať už v podobě plynů, par či ionizujících záření. Primárním úkolem je zjištění, zda se opravdu jedná o havárii s únikem nebezpečné látky, provedení bezprostředních opatření a úkolů, které povedou k záchraně osob, zvířat a uzavření místa havárie. Pokud již není provedeno operačním střediskem, tak zajistit přivolání adekvátního počtu jednotek k charakteru havárie. V případě předurčené jednotky, jde o snížení bezprostředních rizik, omezení rozsahu havárie a spolupráci s dalšími zasahujícími složkami integrovaného záchranného systému nejen při zdolávání, ale i při vyšetřování a dokumentaci celé události. Dokud není zjištěno, o jakou nebezpečnou látku se přesně jedná, musí být podniknuta opatření jako dostatečný odstup od epicentra úniku, v obvyklé vzdálenosti 100 metrů, a to s ohledem na směr větru. Uzavřít celé místo zásahu, vytyčit jednotlivé zóny, jako nebezpečnou, případně bezpečnostní a vnější zónu, jejíž součástí bude týlový prostor pro přípravu zasahujících, nástupní prostor pro bezpečnostní pohovory, předání informací zasahujícím se vstupem do nebezpečné zóny a dekontaminační prostor, kterým budou všechny osoby a technika, vycházející nebo vyjíždějící ven procházet a podstupovat dekontaminaci. Definovat epicentrum úniku, nálezu nebo výskytu nebezpečné látky, vyloučit iniciační zdroje, používat ochranné prostředky nejvyššího stupně, provádět průzkum v co nejnižším počtu zasahujících, ovšem průzkumné skupinky musí tvořit vždy dva zasahující, dále je potřeba zřídit dekontaminační stanici pro zasahující a evakuované,

připravit hasební látky k zásahu a případně, pokud je to možné, zamezit dalšímu úniku nebezpečné látky. Samozřejmě je jedním z úkolů, pokusit se identifikovat nebezpečnou látku, zjistit o ní veškeré potřebné informace a dovolí-li situace, provést opatření na zachycení látky, nebo její případné odstranění, či dekontaminaci zdroje.

Při realizaci stanovených cílů musí velitel zásahu brát v potaz druh havárie, jako například samovolný únik, požár, emise plynů, dopravní nehodu a další. Mimo to pak i charakter nebezpečné látky, předpokládané již uniklé množství a množství látky, které ještě uniknout může. V potaz je potřeba brát i zasaženou plochu, rychlost úniku látek, zdroj iniciace, dobu, kterou stráví zasahující osoby v epicentru úniku, jestli jsou ohroženy povrchové či podzemní vody, hustotu osídlení a další faktory. Je nutné brát v potaz i to, že může dojít k nepředvídatelné změně celé situace a technika tím pádem musí být ustavena, aby se místo zásahu dalo co nejrychleji vyklidit. Pokud mají zasahující dostatečné množství informací o dané havárii, jako objem uniklých látek, rychlost a směr šíření větru či dostatečné meteorologické informace, mohou za použití různých simulačních softwarů, jako je například ROZEX Alarm, ALOHA, TerEx a další, provést simulaci, jejíž výstupem bude model dané havárie, který i já použiji ve své diplomové práci. Tento nasimulovaný model nám pomůže získat větší přehled o celé situaci, o jejím možném vývoji a rozsahu.

Při zásahu, kdy uniká nebezpečná látka, je potřeba brát na vědomí specifická rizika a komplikace, které mohou nastat tak, jako u všech ostatních zásahů. Může se jednat o nedostatek sil a prostředků na zvládání zásahu, nedostatečné označení nebezpečných látek a rizik z toho plynoucích, vzájemná reakce látek, která může nastat například při úniku jedné látky ze zásobníku, vedle kterého je umístěn jiný, změna meteorologické situace, jako například velmi rychlé šíření plynů či výparů, podcenění nebezpečí či nerespektování nařízených opatření obyvatelstvem, nedostatečná či neprofesionální koordinace a spolupráce zasahujících složek Integrovaného záchranného sytému (Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu, 2017).

Pro zamezení a zachycení dalšího šíření nebezpečných chemických látek po vodní hladině jsou používány norné stěny či sorpční hadi, které unikající plovoucí nebezpečnou látku nahromadí na jedno místo, pokud proud tekoucí vody není příliš silný, a následně za pomocí sorbentů jsou látky absorbovány, odejmuty a zlikvidovány. Na stejném principu funguje sorpce například olejů při dopravních nehodách, kdy je sypký materiál nasypaný na olejovou skvrnu, ta se nasaje na sorbent a její odstranění z vozovky je pak snazší (Sorbent, 2010). Pokud jde o plynné látky, které se mohou šířit jak při zemi, tudíž jsou těžší než vzduch,

tak mohou stoupat díky nižší hustotě, v porovnání se vzduchem. V těchto případech se na zamezení dalšího šíření používá například vodní mlhová clona, která je ale velmi náročná na množství použité vody a používá se tak především u venkovních staveb, průmyslových zařízení nebo staveb. Ta na sebe naváže molekuly unikajícího plynu, sráží se a v podobě například toxické vody odtéká k nejbližší kanalizaci. Tomu je ale potřeba zamezit v rámci kontaminace dalších zařízení. Používají se především kanalizační ucpávky a záchytné vany, a s jejich pomocí je toxická voda odčerpána.

5 ÚNIK CHLÓRU ZE ZÁSOBNÍKU

Pro svou diplomovou práci jsem si, po konzultaci s mým vedoucím, vybral dvě nebezpečné chemické látky. Jedna z nich, tedy chlór, který unikne ze zásobníku ve firmě Spolana Neratovice, která tuto látku používá i skladuje. Tato společnost, sídlící v obci Neratovice, zabírá rozlohu 260 hektarů a leží na řece Labi, severně od Prahy. V současnosti je zde zaměstnáno více než 700 zaměstnanců. Většina celkové produkce je exportována. Mimo jiné je zde vyráběn hydroxid sodný, kyselina chlorovodíková nebo sírová a od roku 2016 je Spolana součástí skupiny Unipetrol (Spolana, 2016).

5.1 Chlór

Chlór je vysoce reaktivní plyn, který je typický pro svůj štiplavý zápach. V průmyslu je nenahraditelný, používá se totiž na výrobu polyvinylchloridů a mnoha dalších organických či anorganických výrobků. Chlór se také uvolňuje do ovzduší, a to zejména při průmyslové produkci, při spalování paliv nebo při používání dezinfekcí či bělících prostředků. Nebezpečný je zejména schopností reagovat s vlhkostí, a tím se tak vytvoří chlorovodík. Ten může následně dráždit sliznici očí a dýchacích cest, a při jeho delším působení na organismus může docházet i k trvalému poškození. Chlór můžeme získávat třemi způsoby, a to buďto elektrolýzou, membránovým procesem nebo diafragmovým procesem, za použití chloridu sodného, známého také jako kuchyňská sůl. Vzhledem k jeho nebezpečným vlastnostem, zejména ve vztahu k osobám, došlo k velkému rozmachu jeho výroby v průběhu první světové války, kdy se používal nejen jako bojový plyn, ale s jeho pomocí byly vyráběny i další bojové látky, jako fosgen či yperit. Co se týká průmyslové výroby, s použitím chlóru, ta ve 20. století přesahovala produkci několika tisíců tun nejrůznějších produktů. S jejich rostoucím množstvím ovšem narůstala i ekologická zátěž, kterou tyto produkty čím dál tím více způsobovaly, a při takto masivní produkci hrozilo, že bude výroba spojena s katastrofálními následky na životní prostředí. Nejnebezpečnější je pak právě reakce chlóru s vodou nebo jejími párami, kdy vzniká velmi nebezpečný chlorovodík. Samotný chlór je již dnes však ne tak běžně používaný, a jsou pouze dvě chemičky, kde se s ním pracuje. Jedná se o Spolchemie v Ústí nad Labem a Spolana Neratovice, kterou mimo jiné použiji jako místo úniku chlóru ve své práci. Jeho nebezpečnost je umocněna i zastaralým procesem jeho výroby, kdy je použita amalgámová elektrolýza, která spotřebovává vysoké množství toxické rtuti. Chlór se do lidského těla dostává buďto znečištěným vzduchem, kontaminovanou vodou

nebo potravinami. Jeho vliv je pochopitelně závislý na jeho množství, koncentraci, či době a frekvenci expozice. Vdechování menšího množství negativně působí na dýchací soustavu a projevuje se kašlem a bolestí na hrudi. Dráždí kůži, oči a dýchací ústrojí. Vzduch s obsahem 0,5-1,0 % chlóru způsobuje rychlou smrt vyvolanou zejména vznikem chlorovodíku v dýchacím ústrojí. Právě proto se používal během první světové války (Arnika, 2014).

Chlór se při přepravě i skladování označuje piktogramy: vysoce toxický, ohrožující životní prostředí, hořlavý nebo jako plyn pod tlakem. Jeho Kemler kód je 265 a UN kód 1017. Během poskytování první pomoci je důležité zajistit bezpečnost zejména zasahujících. Pro postižené je pak důležité přerušení expozice, čerstvý vzduch, odstranění potřísněného oděvu, důkladné omytí a výplach očí proudem tekoucí vody nejméně deset minut. Co se hasebních postupů týče, je používána voda ve formě vodní stěny, zásobníky ochlazovat vodní mlhou. Zasahující hasiči musí používat prostředky pro ochranu dýchacích cest, jako jsou izolační dýchací přístroje, nebo speciální ochranné protichemické prostředky. Věty o nebezpečnosti v souvislosti s chlórem můžeme použít například: H270 Může způsobit nebo zesílit požár. H331 Toxický při vdechování. H319 Způsobuje vážné podráždění očí. H335 Může způsobit podráždění dýchacích cest. H315 Dráždí kůži nebo H400 Vysoce toxický pro vodní organismy. Pokyny pro nebezpečné zacházení jsou: 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 nebo P273 Zabraňte uvolnění do životního prostředí (Chlór kapalný, 2008).

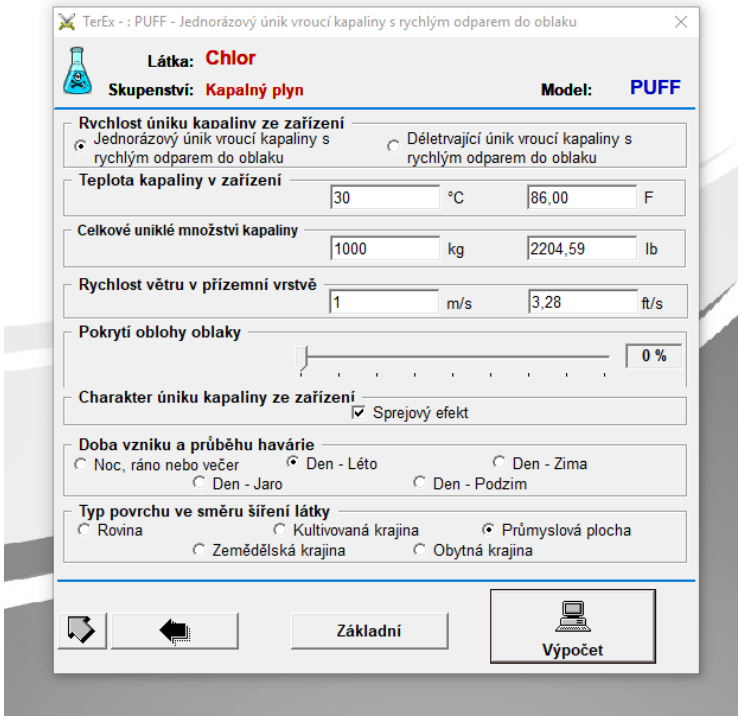
5.2 Únik chloru v Neratovicích

Mnou vybraná a simulovaná mimořádná událost s únikem nebezpečné chemické látky nastane v letním měsíci, během dne, za mírného větru a nízké oblačnosti. Při neopatrné manipulaci během oprav zásobníku s 85000 kg chloru, dojde k jeho postupnému úniku, a jelikož je vždy potřeba počítat s tou nejzávažnější možnou situací, tak v mé simulaci bude simulován postupný únik. Celá simulace proběhne dvakrát, jednou v softwaru TerEx a jednou v softwaru ALOHA. Na základě nasimulovaných výsledků jsem vytvořil porovnání, a následně si vybral TerEx pro další analýzu, vzhledem k drastičtějším následkům i lepší geografické přehlednosti jednotlivých výstupů.

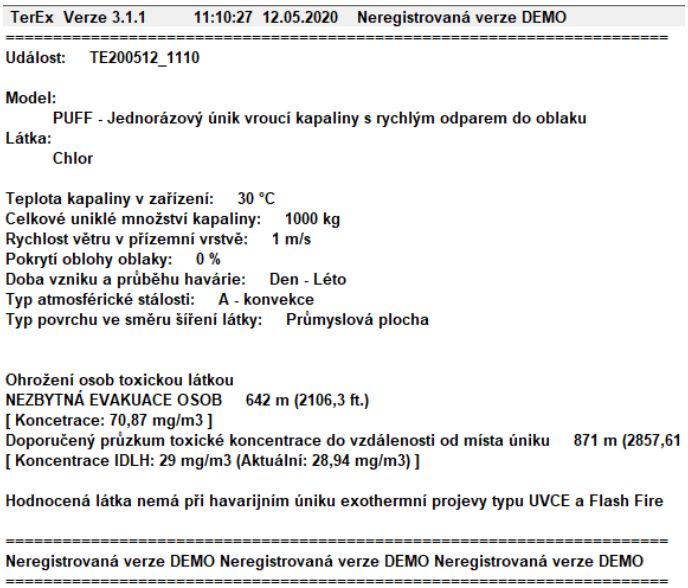
5.3 Simulace

Na níže přiložených obrázcích jsou vidět vstupní údaje pro simulaci a její následné výsledky. Jelikož v případě úniku chloru nedojde k jednorázovému úniku během jednoho okamžiku, jsou jednotlivé simulace závislé na uniklém množství, aby bylo zřetelnější, jaké množství způsobí, jaké škody a jaké zasáhne území.

13. 8. 2020 v 15:30 – 1 m/s; venku jasno a 23 °C; vítr východní



Obrázek 1- Vstupní data chlóru pro TerEx.



TerEx Verze 3.1.1 11:10:27 12.05.2020 Neregistrovaná verze DEMO

Událost: TE200512_1110

Model:
PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku
Látka:
Chlor

Teplota kapaliny v zařízení: 30 °C
Celkové uniklé množství kapaliny: 1000 kg
Rychlost větru v přízemní vrstvě: 1 m/s
Pokrytí oblohy oblaky: 0 %
Doba vzniku a průběhu havárie: Den - Léto
Typ atmosférické stálosti: A - konvekce
Typ povrchu ve směru šíření látky: Průmyslová plocha

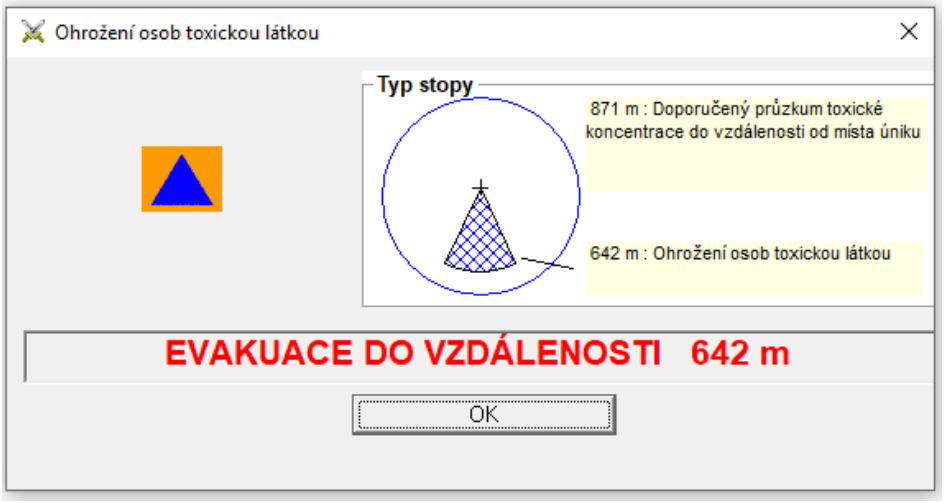
Ohrožení osob toxickou látkou
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 642 m (2106,3 ft.)
[Koncetrace: 70,87 mg/m3]
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 871 m (2857,61
[Koncentrace IDLH: 29 mg/m3 (Aktuální: 28,94 mg/m3)]

Hodnocená látka nemá při havarijním úniku exothermní projevy typu UVCE a Flash Fire

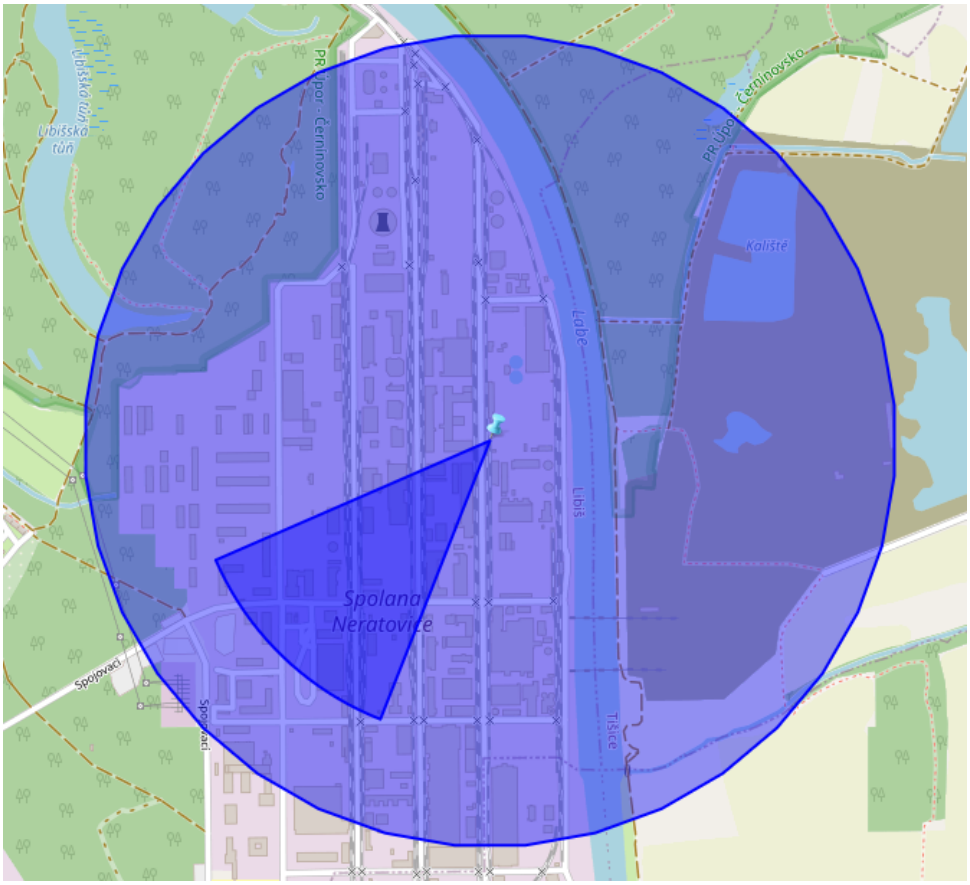
Neregistrovaná verze DEMO Neregistrovaná verze DEMO Neregistrovaná verze DEMO

Obrázek 2 - Souhrn vstupních dat chlóru.

Na začátku celého úniku, kdy dojde k úniku prvních 1000 kg z celkových 85000 kg, bude zasažena tato oblast. Jedná se, nutno podotknout zatím, pouze o areál firmy, což už ale při úniku většího množství chloru platit nebude. Tmavě modrá výseč nám zobrazuje plochu, ve které jsou osoby ohroženy toxicitou a světle modrá pak plochu, na které je doporučený průzkum toxické koncentrace.

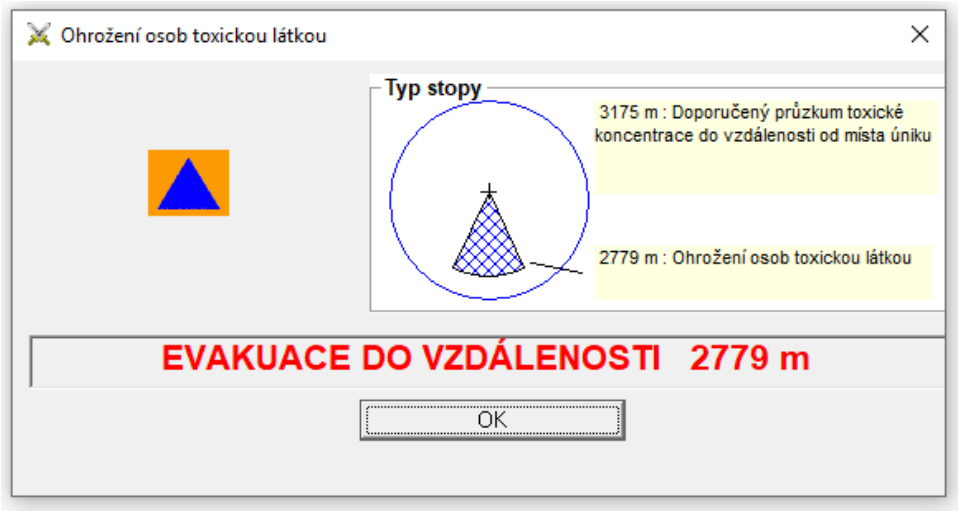


Obrázek 3 - Únik 1000 kg chlóru.

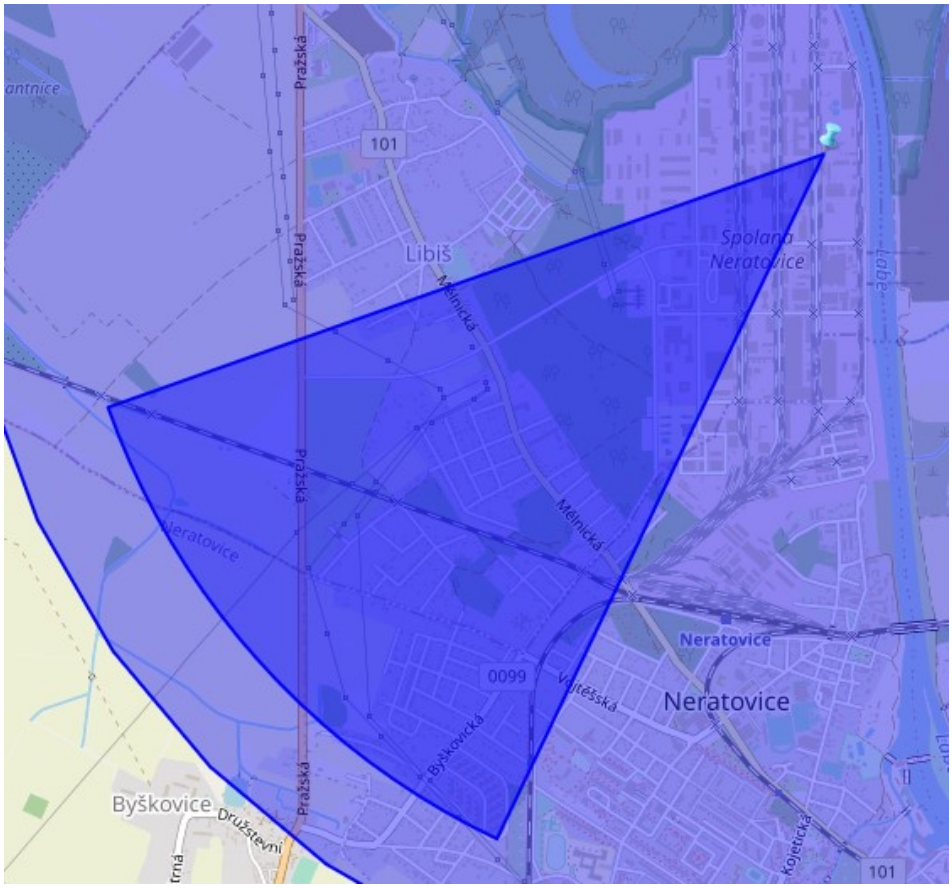


Obrázek 4 - Zasazení úniku 1000 kg chlóru do mapy.

Zhruba v polovině unikajícího množství (45000 kg) jsou toxicitou ohroženi už i obyvatelé obce Neratovice, kde chemička sídlí.

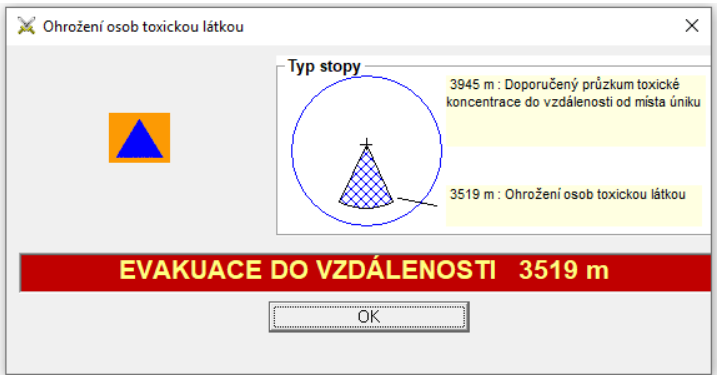


Obrázek 5 - Únik 45000 kg chlóru.

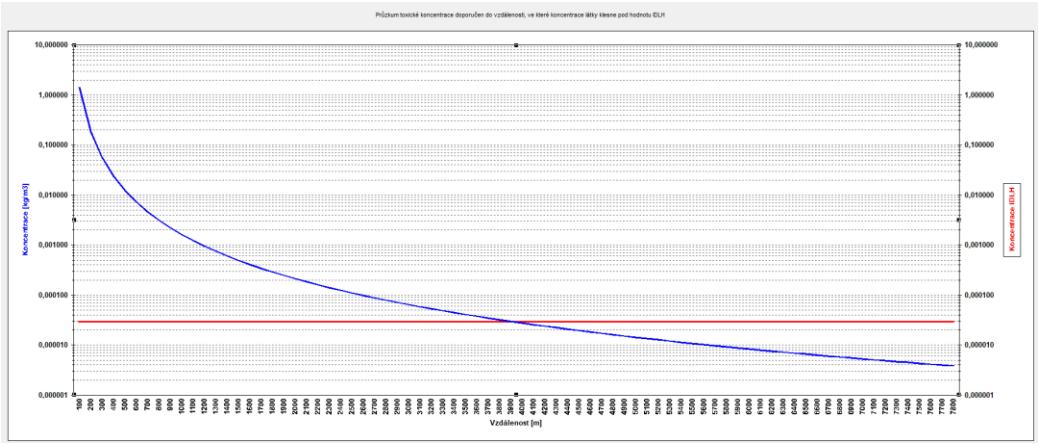


Obrázek 6 - Zasazení úniku 45000 kg chlóru do mapy.

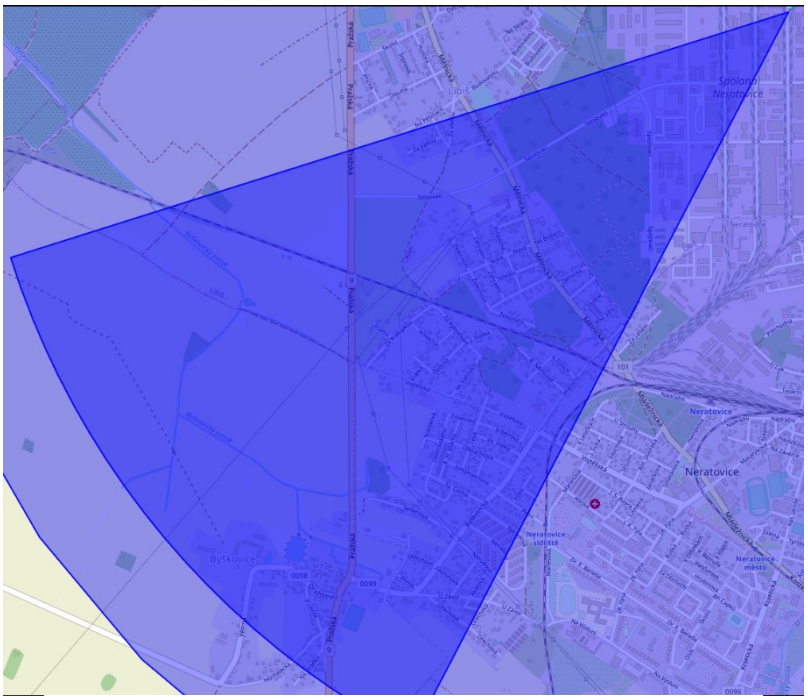
Finální výstup celé simulace, tedy únik kompletních 85000 kg chloru, pak zasáhne nejen Neratovice, ale už i okolní vesnice a přilehlá pole.



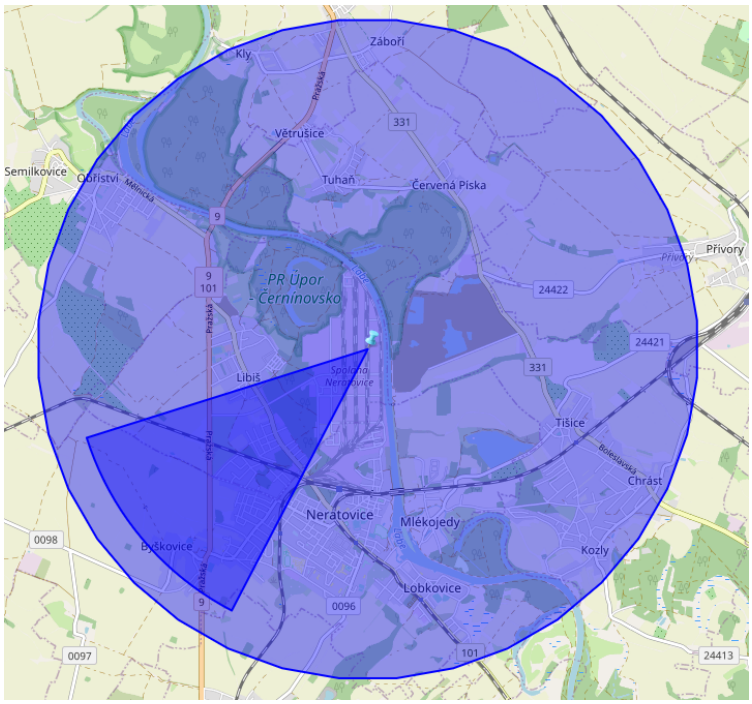
Obrázek 8 - Únik 85000 kg chlóru.



Obrázek 7 - Graf závislosti toxické koncentrace na vzdálenosti.



Obrázek 9 - Zasazení úniku 85000 kg chlóru do mapy.



Obrázek 10 - Oddálený pohled na celkový únik.

V následující tabulce jsou pak postupně udávány jednotlivé vzdálenosti, s ohledem na postupný únik.

Tabulka 2 – Přehled závislosti zasažené oblasti na uniklém množství chlóru.

Množství [kg]	Ohrožení toxicitou [m]	Průzkum toxicity [m]
1000	642	871
5000	1201	1505
10000	1559	1905
15000	1825	2195
25000	2211	2605
35000	2526	2915
45000	2779	3175
55000	2993	3405
65000	3203	3595
75000	3377	3775
85000	3519	3945

5.4 Srovnání TerEx a ALOHA

Následující tabulka porovnává jednotlivé výstupy z obou softwarů, kdy je pro nás primárním ukazatelem ohrožení osob toxicitou v závislosti na uniklé množství chloru.

Tabulka 3 – Porovnání nasimulovaných dat chlóru v TerExu a ALOZE.

Uniklé množství [kg]	TerEx [m]	ALOHA [m]
1000	642	750
5000	1201	1252
10000	1559	1541
15000	1825	1770
25000	2211	2092
35000	2526	2253
45000	2779	2494
55000	2993	2655
65000	3203	2816
75000	3377	2896
85000	3519	2977

Z této tabulky je tedy jasně patrné, že při úniku menšího množství má závažnější dopad nasimulovaný software ALOHA, kdežto při finálním celkovém množství je zase závažnější dopad simulován TerExem. Právě proto jsem se rozhodl ve své práci použít výsledky určené tímto softwarem, pro mé další postupy.

5.5 Průběh a zvládání mimořádné události

Dne 13. 8. 2020 je plánovaná renovace zásobníku chloru TK12.01A s celkovou kapacitou 85000 kg. Montážní dělníci ale vlivem neopatrné manipulace způsobí, že jeden z přepouštěcích ventilů sloužících pro přečerpávání chloru, nebude pevně uchycen a vlivem vysokého tlaku v zásobníku dojde k jeho úplnému oddělení. Tím vzniká velký otvor, kterým začíná chlor unikat do okolí. Povětrnostní situace je taková, že aktuálně foukající jižní vítr způsobí to, že se toxický oblak chloru bude šířit na město Neratovice. Pokud by byl vítr severní, zasažena by byla pouze okolní pole.

To, že dochází k úniku chloru, poznávají jednak sami montážní dělníci, ale i operační středisko společnosti Spolana Neratovice. Po celém areálu jsou rozmístěny detektory, zjišťující přítomnost směsí výbušných látek v ovzduší a detekují právě i únik nebezpečných chemických látek do ovzduší, a to buďto ze zásobníků, nebo i z přepravního potrubí. Tento systém plynové detekce pracuje nepřetržitě, celých 24 hodin denně a 7 dní v týdnu. Pokud dojde k naměření nežádoucích hodnot, je vyrozuměno operační středisko Spolany a zároveň i operační středisko hasičského záchranného sboru.

Při úniku chloru, tedy při vzniku závažné havárie, je aktivován varovný systém, který slouží jako varování a informování jak zaměstnanců, tak i obyvatel, kteří se nachází v zóně havarijního plánování. Tento postup je uložen ve vnitřním havarijním plánu společnosti Spolana Neratovice. V našem případě se jedná o únik toxického plynu, a bude zapotřebí tedy vyhlásit třetí stupeň chemického poplachu. Varování je prováděno pomocí varovného a informačního systému obyvatelstva, a to kolísavým tónem po dobu 140 vteřin a možným opakováním. Po zaznění tohoto tónu bude zveřejněna informace o charakteru celé události, a to, že se tedy jedná o únik chlóru ze zásobníku a s ohledem na aktuální jižní vítr bude s největší pravděpodobností zasažena jižní část města a přilehlé obce Libiš a Byškovice. Celá informace bude 3x opakována. Pro lepší a rychlejší reakci na vzniklou situaci má operační středisko Spolany umožněný vstup do jednotlivých varovných systémů okolních obcí, které se nachází v zóně havarijního plánování. Obyvatelé jsou poté i nadále informováni skrze systém jednotného varování a vyrozumění obyvatelstva o dalším vývoji situace.

Na místo zásahu jsou okamžitě přivolány všechny jednotky integrovaného záchranného systému. První je na místě pochopitelně Hasičský záchranný sbor podniku Spolana Neratovice. V závislosti na směru šíření velitel zásahu rozhoduje, že se bude k epicentru přistupovat ze severu tak, aby mohli zasahující hasiči postupovat po větru a nebyli tak vystavěni toxickému oblaku. Na místo zásahu následně přijíždí i hasičské jednotky z celého okresu Mělník, do jejichž územní působnosti spadají právě Neratovice, zejména pak chemická služba ze stanice Mělník.

Policie bude mít na starosti dopravní uzavírky, a to na základě simulace, na silnicích, které prochází místem šíření toxického oblaku. Konkrétně se pak bude jednat obousměrně o ulice Pražská, Mělnická, Mládežnická, Vojtěšská, Polní, U Závor a ulice Větrná. Policejní hlídky budou také v autech se zataženými okénky a bez odvětrávání projíždět vytyčenou zónou a pomocí megafonů na autech obyvatele informovat o tom, aby neotevírali okna,

nevycházeli ven a řídili se pokyny, které budou zveřejňovány pomocí systému jednotného varování a vyrozumění.

Mimo ně je na místo přivolána i zdravotnická záchranná služba, jelikož je chlor svými toxickými vlastnostmi velmi škodlivý, a bude tak potřeba poskytnout velké spoustě zasaženého obyvatelstva první pomoc a některé převést do nemocnice v Neratovicích, Mělníku, Roztokách a v Brandýse nad Labem. Všechny tyto nemocnice budou o vzniklé situaci informovány, bude u nich aktivovaný TRAUMA plán tak, aby byly připraveny na příjem velkého počtu raněných osob. Zároveň bude na místo přivolán i vrtulník, pro ty nejakutnější případy, pro přepravu do pražské nemocnice Motol, do Kralup nad Vltavou, Zdib, Brandýse nad Labem a Roztok. Jelikož je firma Spolana Neratovice obklopena s větší částí polem, která budou mimo výseč možného zasažení toxicitou, tak nebude ani problém s místem pro přistání vrtulníků.

Co se samotného zásahu týče, ten musí hasiči provádět s ochranou dýchacích cest, a to pomocí izolačního dýchacího přístroje. Hasiči zasahující v epicentru úniku použijí speciální protichemické ochranné obleky. Pro zmírnění následků úniku bude použita voda pro vytvoření vodní stěny, která na sebe naváže molekuly unikajícího chloru a ve formě roztoku pak bude padat na zem. Tam je ale zapotřebí, aby pak toxická voda neodtékala do kanalizace, takže budou použity kanalizační nafukovací ucpávky na všechny odtoky, které se ve zkrápěné oblasti nachází. Nahromaděnou kontaminovanou vodu je následně potřeba odčerpat do předem připravených nádob, které budou po skončení zásahu zlikvidovány specializovanou firmou Deconta, stejně tak jako kontaminovaná zemina. Stejně tak bude potřeba dekontaminovat i zasaženou techniku i prostředky použité u zásahu, které budou kontaminovány toxickou vodou.

Jelikož se bude toxický oblak postupně šířit vlivem působení větru, budou tak mít obyvatelé na vzdálenějších místech relativně více času na reakci, a tak se s rostoucí vzdáleností předpokládají klesající negativní dopady na obyvatelstvo, to ovšem za předpokladu, že budou všichni plnit vydaná doporučení svědomitě a zodpovědně. Oblast zasažená toxickým mrakem čítá zhruba 713 rodinných domů. Pokud bychom počítali, že v každém domě žije průměrně tříčlenná rodina, dostáváme se na číslo 2139 potencionálně ohrožených lidí, kteří v zasažené oblasti žijí, připočíst zároveň musíme i obyvatele pohybující se volně po ulici a zhruba polovinu z pěti set zaměstnanců. Celkově se pak tedy můžeme dostat až k počtu zhruba 2500 osob, které mohou být toxicitou ohroženy.

Obyvatelstvo ohrožené oblakem toxického chloru bude sice částečně chráněno vodní clonou, ale i tak bude zapotřebí podniknout nějaké aktivity vedoucí ke zvýšení úrovně jejich bezpečnosti. Primárním úkolem všech volně se pohybujících osob bude nalezení adekvátního úkrytu, ideálně nějakou vícepodlažní budovu a vybrat takovou místnost, která nejlépe nemá žádná okna a je ukryta ve středu stavby, případně se schovat na opačnou stranu, než odkud fouká vítr a blíží se tak tedy i toxický oblak. Ukrytí jako takové ale samo o sobě nestačí. Je potřeba zefektivnit jeho ochranné vlastnosti, a to kvůli tomu, aby chlór ve formě plynu nepronikl dovnitř. To tedy znamená utěsnění všech oken a dveří, ideálně za pomocí mokrého hadru pod práh, vypnout klimatizace či větrání. U dveří uvnitř budovy může dojít k průniku plynu skrze klíčovou dírku, takže i na to je potřeba myslet. Všechny informace budou každopádně několikrát opakovány, ať už pomocí systému hromadného varování a vyrozumění, nebo hlídkami zasahující policie. Pokud se někdo ocitne v zamořeném prostředí, musí se chránit pomocí individuálních prostředků ochrany, tedy těch, které si člověk dokáže vytvořit improvizovaně a svépomoci. Jedná se primárně o ochranu dýchacích cest a povrchu těla. Prostředky na tuto ochranu jsou uvedeny již v teoretické části a obyvatelé, kteří žijí v zónách havarijního plánování, jsou o možných situacích velmi dobře informovány, čímž se předchází ještě závažnějším následkům.

5.6 Návrh opatření

Jelikož se v tomto případě jedná o únik způsobený lidským faktorem, a to konkrétně chybou při nedodržení předepsaného pracovního postupu, je tedy logickým opatřením odborné proškolení pracovníků specializované firmy, která je na danou práci povolána. Dalším opatřením by mohl být dvoufázový ventil, kdy by dva na sobě nezávislé ventily umožnily výměnu buďto jednoho nebo druhého, aniž by došlo ke kontaktu. Hlavním opatřením je pak ale připravenost všech nejen jednotek integrovaného záchranného systému, ale i obyvatelstva, které v okolí žije. To dosáhneme pravidelnými cvičeními, informovaností, a především výbornou součinností zasahujících. Pro případ, že by únik nastal, mohou být po obvodu areálu chemičky Spolana Neratovice instalovány vysoké věže, na jejichž vrcholku by bylo umístěno zařízení vytvářející za pomocí vody vodní mlhu, jež by bylo ovládáno z operačního střediska tak, aby byla vodní clona zabraňující nežádoucímu šíření aktivována co nejdříve. S tím je ale spojena potřeba automatických kanalizačních klapek, které by rovněž byly ovládány operačním střediskem Spolany Neratovice tak, aby se toxická voda nedostávala do kanalizace, ale bylo možné ji ze silnic odčerpat a zlikvidovat ve spolupráci s odbornou firmou Deconta. Dalším z opatření

je pak instalace elektronických požárních signalizací, které budou fungovat nepřetržitě a budou propojeny jak s operačním střediskem firmy Spolana Neratovice, tak s operačním střediskem hasičského záchranného sboru Neratovice. Ruku v ruce se s tímto opatřením nesou i pravidelné revize těchto signalizací, stejně tak jako čidel, která jsou v areálu rozmístěna a měří koncentraci nebezpečných chemických látek v areálu. Tímto opatřením se zrychlí reakce složek integrovaného záchranného systému, jejichž dojezdový čas na místo zásahu musí být v případech úniku nebezpečných chemických látek co nejnižší, jelikož se v takových situacích zápasí nejen se samotnou látkou, ale i s časem. Včasné podniknutí kroků vedoucích k eliminaci, k ochraně obyvatelstva či životního prostředí tak zákonitě povedou ke zmírnění následků celé mimořádné události. Každé dva roky je prováděno taktické cvičení, jehož tématem bývá jaderná havárie jedné z našich dvou jaderných elektráren v Dukovanech nebo Temelíně. Pravidelné součinnostní cvičení, jak už taktické nebo prověřovací, sice logicky nesníží riziko vzniku, ale připraví zasahující složky na možné scénáře, které mohou v případě úniku nebezpečné chemické látky nastat. Každé cvičení bude bedlivě monitorováno a po jeho skončení vyhodnoceno. Díky tomu se zjistí, jaké byli slabiny zásahu a v rámci dalšího školení budou všichni zúčastnění informováni a poučeni proto, aby byl případný reálný zásah o to preciznější. Důkladně musí být cvičena jednotka hasičského záchranného sboru Spolana Neratovice, která sídlí v areálu chemičky a bude tak na místě úniku jako první. Mezi navržená technologická opatření pak spadá například úprava výrobních procesů tak, jako je tomu například na zimních stadionech, kde se přestává jako chladící médium používat amoniak, který je nahrazován halogenovým chladivem, které není tak nebezpečné. Pro případ, že by v určitých případech chlor nahradit nešel, bylo by řešením snížení kapacity zásobníků a vybudování většího množství zásobníků. Důsledkem toho bude, že pokud už případný únik nastane, jeho rozsah bude podstatně menší. To je sice spojeno s většími finančními náklady, ale bezpečnost musí být vždy na prvním místě. S tímto také úzce souvisí správné skladování nebezpečných chemických látek. Co se ochrany obyvatelstva týká, pro lepší informovanost obyvatelstva, které žije ve vnější zóně havarijního plánování, mohou být vytisknuty a pravidelně roznášeny informační prospekty, které by obsahovaly nejdůležitější informace o možných únicích, způsoby individuální ochrany a doporučené chování v případě úniku nebezpečné chemické látky do ovzduší. Hmatatelným výstupem veškerých opatření pak bude zpráva z taktického cvičení, která potvrdí, že všechna přijatá opatření vedla ke zmírnění následků mimořádné události.

6 NEHODA CISTERNY PŘEPRAVUJÍCÍ BENZÍN

Druhou uniklou látkou, bude benzín, u kterého dojde k jeho úniku při přepravě cisternou po silnici. Příčinou úniku bude dopravní nehoda cisterny přepravující benzín s osobním automobilem, který bude vyjíždět z vedlejší silnice, nedá přednost a dojde k dopravní nehodě.

6.1 Benzín

Benzín je kapalná látka ropného původu, která je používána primárně jako palivo pro zážehové vznětové motory. Alternativní formou použití benzínu může být použití jako ředidlo či rozpouštědlo. Benzín jako takový je získávaný v rafineriích, a to destilací ropy za přidání izooktanu, jehož účelem je zvýšení oktanového čísla, tedy čísla určujícího nám kvalitu daného benzínu. Dalšími aditivy, která jsou používána ve spojitosti s benzínem, jsou přípravky na zvýšení výkonu motoru a snížení emisí vznikajících jeho chodem. Benzín má nižší hustotu než voda, a proto může při svém úniku plout na vodní hladině. Tím pádem tedy voda nemůže být použita ani jako hasivo v případech, kdy dochází k hoření benzínu. Jedinou možností hašení ve spojitosti s vodou, je použití vodní mlhy. Jinak je používána hasební pěna. Teplota varu se pohybuje v rozmezí od 60 do 120°C. Čím více izooktanů, tedy čím kvalitnější benzín, tím je jeho teplota varu nižší. Jde o těkavou látku, tedy látku schopnou se samovolně odpařovat do ovzduší, která je kvůli svým aditivům těkavější než nafta či dokonce letecké palivo. Konkrétně u motorů, ovlivňuje těkavost okolní teplota a jsou tak diametrálně odlišné jeho vlastnosti při startu. Spousta z aditiv spadá do kategorie karcinogenní, a to z benzínu dělá látku, která tak může být nejen hořlavá, ale i karcinogenní. Dalším negativem, jsou jeho úniky do životního prostředí. Nejedná se o úniky z vozidel, nýbrž mimořádné události spojené s jeho únikem, kdy se do životního prostředí, a především do vody, dostane větší množství. Užíváním takto kontaminované vody se má předcházet pravidelnými a velmi přísnými kontrolami. Používáním benzínu v motorech ale dochází také ke znečišťování ovzduší díky výfukovým plynům, jako jsou například oxid uhličitý, oxidy dusíku nebo oxid uhelnatý. Jelikož je benzín hořlavá látka, kdy může být jako zdroj iniciace fungovat i statická elektřina, musí být pro převoz či skladování v menším množství použita ne PET lahev, ale kanystr (Benzín, 2018). Jako věty o nebezpečnosti, používané ve spojitosti s benzínem se používají například H224 Extrémně hořlavá kapalina a páry. H304 Při požití a vniknutí do dýchacích cest může způsobit smrt. H315 Dráždí kůži. H336 Může způsobit ospalost nebo závratě. Nebo například H411 Toxický pro vodní

organismy. Co se pokynů pro bezpečné zacházení týká, jde o věty P201 Před použitím si obstarejte speciální instrukce. P210 Chraňte před otevřeným plamenem a horkými povrchy. – Zákaz kouření. P273 Zabraňte uvolnění do životního prostředí. P403 Uchovávejte na dobře větraném místě, nebo třeba i P233 Uchovávejte obal těsně uzavřený. U první pomoci je nutné postiženým osobám v bezvědomí zprůchodnit dýchací cesty, ideálně v kombinaci se stabilizovanou polohou, ale nikdy nevyvolávat zvracení. Při vdechnutí je prioritou dostat postiženého na čerstvý vzduch a zajistit klid. Pokud máme kontaminovanou pokožku, je zapotřebí se ihned svléknout z kontaminovaného oděvu, provést důkladnou očistu pokožky a obléci čistý oděv. Při kontaktu s okem je potřeba, třebaže i násilně, vymýt důkladně oči čistou vodou po dobu minimálně patnácti minut. Pokud dojde k požití, je zapotřebí uvést postiženého do klidu, vypláchnout důkladně a několikrát ústa vodou a neprodleně vyhledat lékařskou pomoc. Pro zasahující jednotky je doporučeno použít ochranných prostředků dýchacích cest, jelikož při hoření benzínu dochází ke vzniku hustého, černého kouře, oxidů a spalin, jejich vdechování může mít i smrtelné následky. Zásobníky benzínu je potřeba chladit vodou, a při práci používat nejiskřivé nářadí, aby nedošlo k přeskočení jiskry, a tak iniciaci vzniku požáru či výbuchu (BEZOLOVNATÉ AUTOMOBILOVÉ BENZÍNY, 2000).

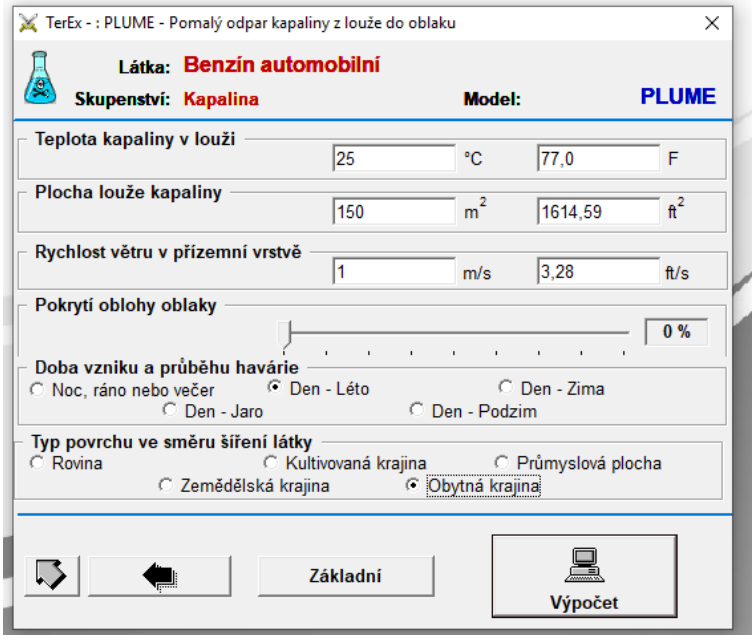
6.2 Dopravní nehoda cisterny s osobním automobilem

Jednoho letního dne, za jasné oblohy a mírného větru dojde k dopravní nehodě na nájezdu na obchvat města Slaného z ulice Dukelských hrdinů. Osobní automobil nezastaví na stopce, nedá přednost přijíždějícímu kamionu, dojde ke střetu, který způsobí porušení konstrukce cisterny a následný únik benzínu do okolí. Při mé mimořádné události tentokrát nedojde k výbuchu ani hoření, ale pro potřeby simulace jsem i tuto možnost nasimuloval a její následky zohledním ve způsobu zvládání mimořádné události.

6.3 Simulace

Přiložené obrázky nám slouží k vizualizaci výstupu ze softwaru TerEx, kdy dojde k vytečení obsahu cisterny, tedy 40000 litrů benzínu, a následnému odparu. Zohledněna je i hrozba ohrožení louže benzínu plamenem a následným požárem. Louže tak zaujímá plochu 150 m².

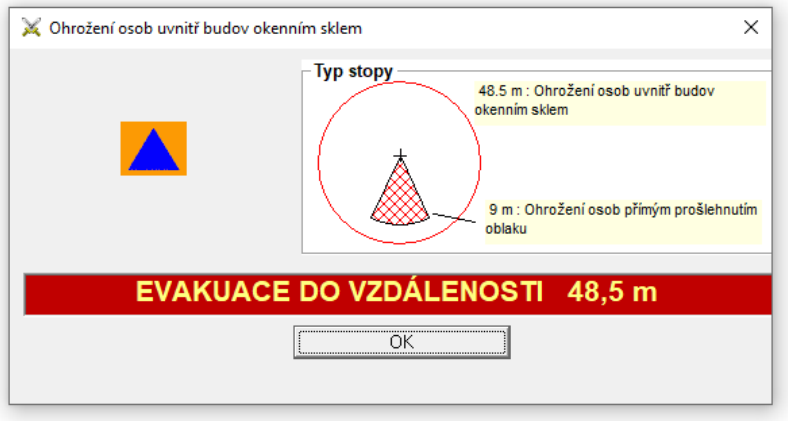
13. 8. 2020 v 15:30 – 1 m/s; venku jasno a 25 °C; vítr východní



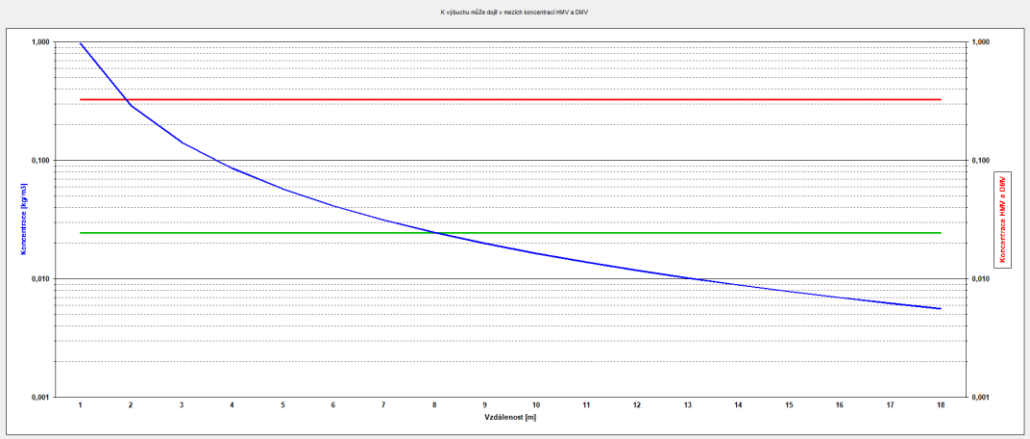
Obrázek 11 – Vstupní data benzínu.

```
TerEx  Verze 3.1.1        11:58:24  12.05.2020    Neregistrovaná verze DEMO
=========================================================================
Událost:    TE200512_1155

Model:
        PLUME - Pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku
Látka:
        Benzín automobilní

Teplota kapaliny v louži:     25 °C
Plocha louže kapaliny:     150 m2
Rychlost větru v přízemní vrstvě:     1 m/s
Pokrytí oblohy oblaky:     0 %
Doba vzniku a průběhu havárie:     Den - Léto
Typ atmosférické stálosti:     A - konvekce
Typ povrchu ve směru šíření látky:     Obytná krajina



Hodnocená látka nemá závažné toxické účinky na lidský organismus

Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB     9 m (29,5276 ft.)


Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním
NUTNÝ ODSUN OSOB     26,5 m (86,9423 ft.)

Závažné poškození budov
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB     18,5 m (60,6955 ft.)

Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem
DOPORUČENÁ EVAKUACE OSOB Z BUDOV DO VZDÁLENOSTI     48,5 m (159,121 ft.)

=========================================================================
Neregistrovaná verze DEMO Neregistrovaná verze DEMO Neregistrovaná verze DEMO
=========================================================================
```

Obrázek 12 – Souhrn vstupních dat benzínu.

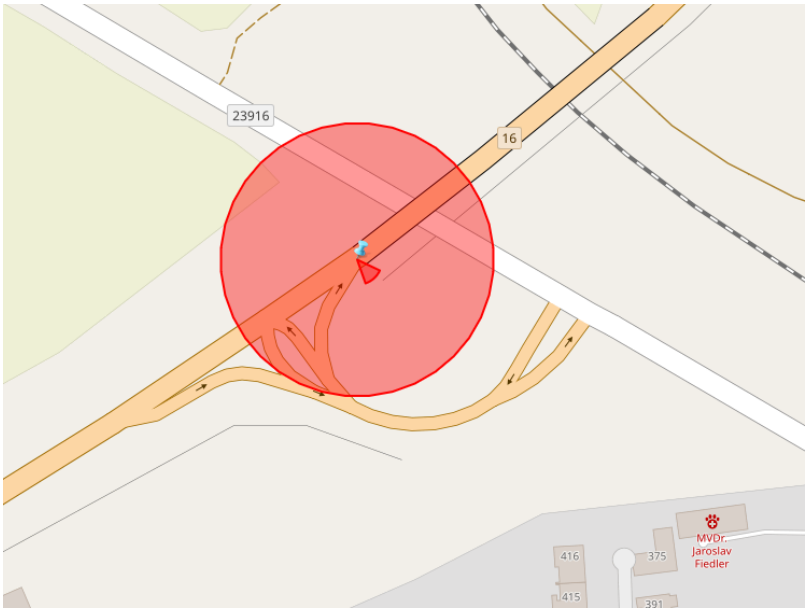


Obrázek 13 – Výstup na základě vstupních dat.



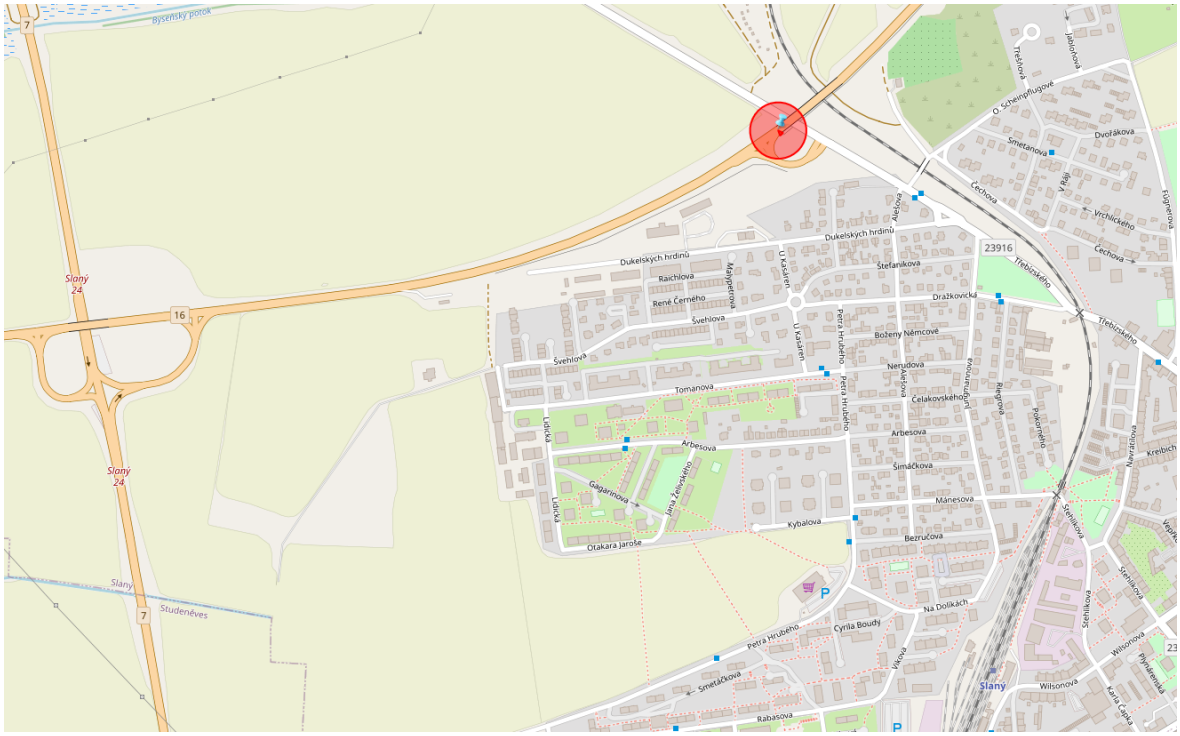
Obrázek 14 - Závislost koncentrace na vzdálenosti.

Předchozí informace a výstupy jsou následně zaneseny do mapy a vycentrovány na osudnou křižovatku.



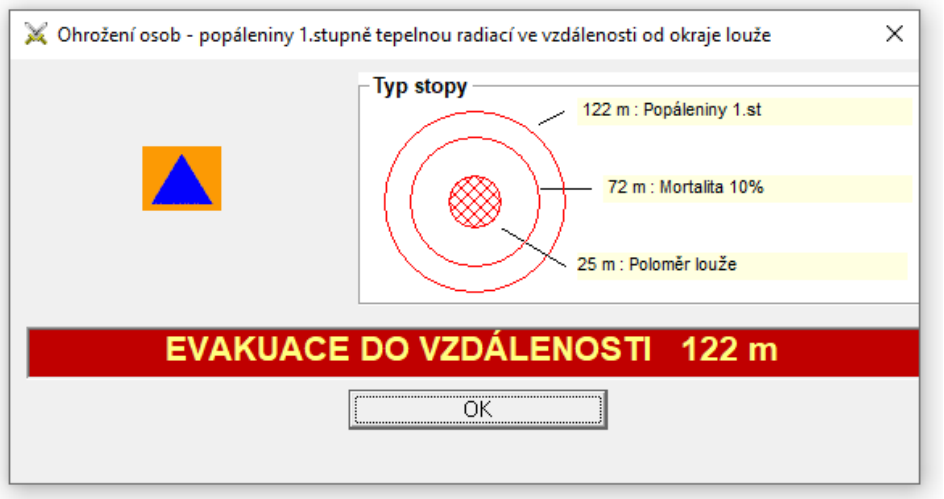
Obrázek 15 - Místo nehody zanesené do mapy.

Jelikož není událost, prozatím, tak rozsáhlá, je přiložen i vzdálenější pohled pro lepší orientaci.

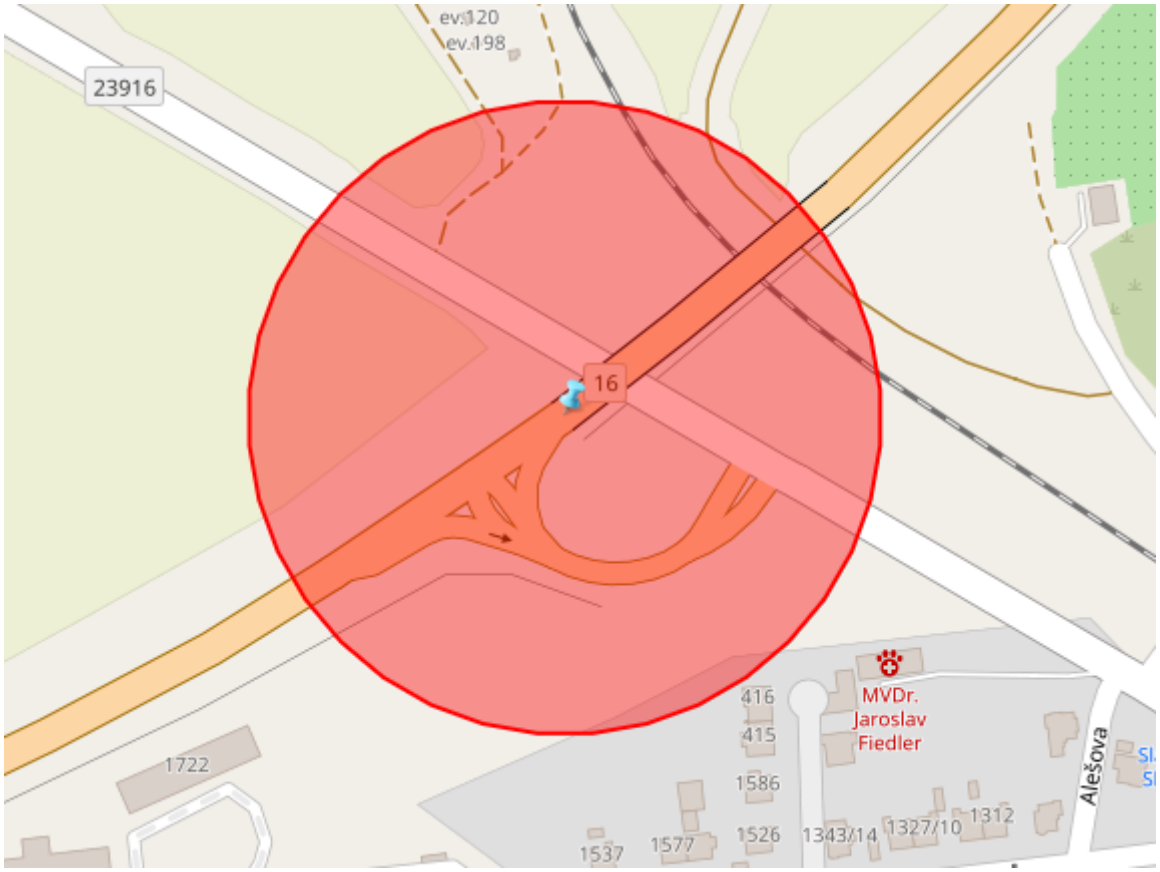


Obrázek 16 - Vzdálenější pohled na místo nehody.

Pokud by nastala situace, že dojde k iniciaci louže, mohl by nastat požár. Louže zaujímající 150 m², by měla v průměru 50 metrů. Pak by byly okolní automobily, budovy a lidé ohroženi výbuchem, s možnou hrozbou smrti či popálenin. Rozsah je vyobrazen v následujících výstupech.

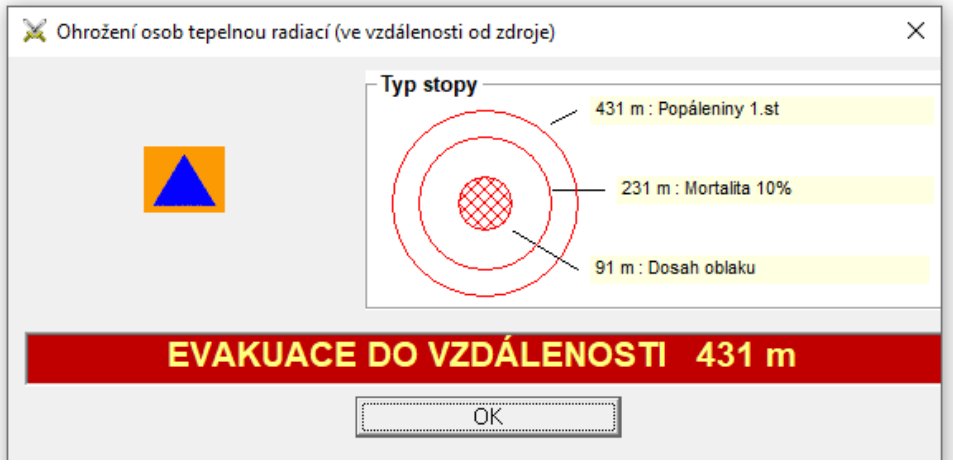


Obrázek 17 - Vzdálenosti spojené s iniciací louže benzínu.



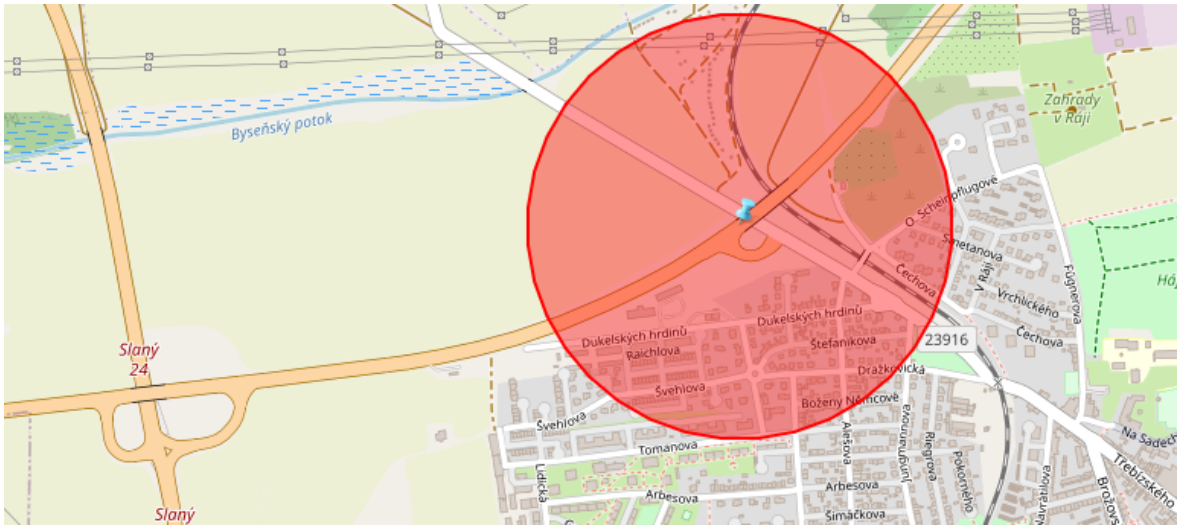
Obrázek 18 - Plocha zasažená hořením louže.

Pokud by při střetu osobního automobilu s cisternou došlo k výbuchu, bylo pro výpočet potřeba přepočítat 40000 litrů benzínu na kilogramy. Vzhledem k jeho hustotě se tedy jedná o 29000 kg benzínu v cisterně. Následky této nehody jsou opět vyobrazeny a přeneseny do mapy níže.



Obrázek 19 – Vzdálenosti spojené s výbuchem cisterny.

Celé zasažená oblast výbuchem by následně vypadala takto.



Obrázek 20 - Oblast zasažená následky výbuchu.

6.4 Srovnání TerEx a ALOHA

V následující tabulce můžeme vidět rozdílná výstupní data z obou softwarů. Zde se vzdálenosti moc nerozcházejí, ale i tak je rozdíl obou softwarů, při stejných vstupních datech, patrný. TerEx má i v tomto případě, stejně jako při předchozích simulacích, závažnější dopady.

Tabulka 4 - Porovnání výsledků simulací úniku benzínu v softwaru TerEx a ALOHA.

	TerEx [m]	Aloha [m]
Odpar benzínu	48,5	45,7
Hoření louže	122	100,5

6.5 Průběh a zvládání mimořádné události

Dne 13. 8. 2020 v odpoledních hodinách, přesněji v 15:30 přijalo operační středisko telefonát, kdy telefonující informuje o vzniku dopravní nehody na nájezdu na slánský obchvat, z ulice Třebízského. Poskytuje informace o charakteru celé události a operační technik na základě vytěžených informací vysílá na místo zásahu všechny složky integrovaného záchranného systému.

Jako první na místo přijíždí Hasičský záchranný sbor města Slaný, který začíná okamžitě celou situaci blíže analyzovat. Jelikož se jedná o dopravní nehodu více aut v kombinaci

s cisternou převážející právě benzín, hrozí na místě zásahu výbuch. Na základě zjištěných informací staví hasiči svá vozidla ve vzdálenosti úměrné hrozícímu nebezpečí. Přijíždějící policie mezitím zastavuje v místě nehody dopravu a následně ji i odklání po objízdných trasách tak, aby nevznikaly zbytečné kolony. Přijíždějící zdravotníci věnují svou pozornost především řidiči osobního automobilu, kterému je přivolán i vrtulník z pražské nemocnice Motol. Řidič cisterny vezoucí benzín vyvázl naštěstí, vzhledem k výše postavené kabině, jen s lehkými zraněními a řidič automobilu, který nestihl dobrzdit a naboural do cisterny zezadu, vyvázl se středně těžkými zraněními a odvezen byl stejně jako řidič kamionu záchrannou zdravotnickou službou do nemocnice Slaný.

Nedobrzdění osobního automobilu a jeho následný náraz do zadní části cisterny způsobil, že začal unikat přepravující se benzín. Jelikož je cesta na vrcholku mírného svahu, začal se benzín nejen roztékat po silnici, ale i po stráni skrze travnatý porost. Zasahující jednotky hasičů, s použitím speciálních ochranných prostředků, dýchacího přístroje a nejiskřivého nářadí se snaží pomocí nafukovacích ucpávek zacpat díru v cisterně, což se jim ale vlivem velkého poškození nedaří a postupně tak vytéká celý objem 40000 litrů benzínu do okolí, který zaujímá plochu zhruba 150 m². Jelikož je hloubka louže na povrchu vozovky příliš nízká a benzín stékající po stráni se začíná vsakovat do půdy, nelze tak při likvidaci následků použít čerpadla, pro přečerpání vyteklého benzínu do náhradní cisterny. V rámci odstraňování škod po dopravní nehodě se spolupracuje s Krajskou Správou a Údržbou Silnic Středočeského Kraje, díky které je zajištěn oborný odtah nejprve vozidel a následně i cisterny. Jelikož jsou jak automobily, tak i cisterna potřísněny vytečeným benzínem, jsou použity speciální fólie, kterými jsou automobily zabaleny hlavně v jejich podvozkové části, aby nedocházelo k menším únikům ve formě stékajících kapek. Hasičské jednotky v mezičase pracují na odstranění benzínu z vozovky, a to pomocí sorpčního materiálu, který se ve formě písku rozsypává na celou plochu zasažené silnice. Ten se následně nechá určitou dobu působit, naváže na sebe vyteklý benzín a pomocí smetáků a lopat je sejmut z vozovky už v pevné formě. Všechen sejmutý materiál se ukládá do předem připravených, speciálních nádob, které jsou pak odvezeny specializované firmě Deconta, která zabezpečuje jejich likvidaci. Stejně tak se děje i v případě hlíny, na kterou se sice nesype sorbent, ale vzhledem k tomu, že má hlína jisté sorpční účinky, je potřeba celý potřísněný svah vybagrovat a kontaminovanou hlínu zlikvidovat, opět pomocí specializované firmy Deconta. Po kompletním vyčištění vozovky bude vyrozuměna zasahující policie o tom, že je cesta

opět průjezdná, a uzavírky a omezení provozu tak mohou být zrušeny a provoz následně obnoven.

Jiné by to bylo v případě, že dojde vlivem jakékoliv iniciace ke vzniku požáru. Tím by došlo k situaci, že by se z vyteklé louže benzínu stala jedna velká hořící louže. Celý zásah by poté byl mnohem obtížnější, jelikož by se všichni tři řidiči ocitli v takzvaném „hořícím jezeru“, odkud by se jen těžko dostávali. Celý zásah by měl tedy nejen mnohem závažnější následky, ale i jeho průběh by byl náročnější. V případě bez hoření není potřeba použití žádných hasebních látek. V tomto případě by ale bylo nutné použití ne vody, která by mohla hořící benzín ještě i více rozšířit, ale použít hasební prášek nebo formu hasební pěny, kterou by se pokryl celý povrch hořící louže, tím se zamezilo přístupu vzduchu a bez něj pak hoření není možné. Vysoce rizikové je zde to, že k iniciaci nemusí dojít neprodleně během střetu osobního automobilu s cisternou, ale kdykoliv během přítomnosti jakéhokoliv množství benzínu. Pochopitelně, aktuálně přítomné množství benzínu ovlivní rozsah škod. A jelikož se hořením benzín spaluje, tak jeho následná sorpce nebude tak materiálně náročná, jelikož ho bude volně v okolí menší množství.

Nejdrastičtější by byla ale varianta, kdy by srážka cisterny s osobním automobilem způsobila výbuch. V tom případě už by byli mimořádnou situací postiženi i okolní obyvatelé. Ve vzdálenosti 91 metrů od epicentra výbuchu, kde nestojí žádné budovy, by mohla být narušena ocelová konstrukce, v mém případě tedy zejména svodidla. 181 metrů od epicentra mohou být volně se pohybující lidé zasaženi výbuchem, a mortalita neboli úmrtnost, se v této oblasti pohybuje okolo 50 %. Desetiprocentní mortalita by nastala v okruhu do 231 metrů. To je vzdálenost, ve které již stojí několik málo rodinných domků, jejich obyvatelé by byli tedy ohroženi, hrozila by jim smrt případně popáleniny prvního stupně. Ty hrozí všem volně se pohybujícím lidem až do vzdálenosti 431 metrů od epicentra. V této oblasti se nachází na osmdesát desítek rodinných domů a šest bytovek. Zásah by byl tedy podstatně náročnější nejen pro zasahující hasiče, ale celkově pro všechny zasahující složky integrovaného záchranného systému. Je zcela jisté, že by bylo celou mimořádnou události zasaženo mnohem větší množství slánských obyvatel. Vzhledem k velkému počtu raněných by bylo žádoucí použití metody START, tedy metody snadného třídění raněných na základě vážnosti jejich zranění a následné zajištění jejich transportu do volného zdravotnického zařízení a počet zasahujících by tak byl podstatně vyšší. Stejně tak by tomu bylo u jednotek hasičů, jejich počet by musel být také podstatně vyšší, vzhledem k možným menším požárům

a náročnějšímu zvládání celé situace. Větší zasažená plocha také vyžaduje více policejních uzavírek.

Je tedy naprosto jasné, že pouhé vytečení obsahu cisterny by bylo v porovnání s výbuchem relativně banální, kdežto výbuch samotný by celý zásah na mimořádnou událost zkomplikoval.

6.6 Návrh opatření

Vzhledem k všeobecně známému faktu, že dopravní nehodě vzniklé z nedbalosti, se dá předcházet jen a pouze respektováním pravidel silničního provozu, je velmi obtížné přijmout v této oblasti nějaká bezpečnostní opatření. Jedním z možných řešení, která by toto riziko mohla snížit, je změna dopravního značení, kdy by na výjezdu z vedlejší silnice byla místo značky Dej přednost v jízdě značka STOP, jejíž efekt by byl pravidelně kontrolován hlídkami policie stejně jako snížená maximální povolená rychlost, která je při průjezdu křižovatkou stanovena na 70 $km \cdot h^{-1}$. To by aspoň přinutilo řidiče vozidlo přinejmenším zastavit. Dalším z opatření je možnost připojovacího pruhu, který by nám ovšem řešil pouze polovinu všech možných případů, jelikož i tak by docházelo ke křížení jízdního pruhu. Případné vybudování podjezdu či nadjezdu, aby nebyl křížen ani jeden jízdní pruh a řidiči přijíždějící z vedlejší silnice se napojovali skrze připojovací pruh, by byl jednak finančně náročný, a pak ne všude se dá toto řešení zvolit. Únik benzínu z cisterny však nemusí být způsobený jen a pouze vlivem dopravní nehody, a proto je potřeba, aby byly cisterny pravidelně kontrolovány. Zároveň je potřeba, aby byly nejen cisterny, ale všechny dopravní prostředky přepravující nebezpečné chemické látky řádně označeny v závislosti na tom, jakou zemí zrovna projíždí. Protože pokud by v jakékoliv zemi platil jiný zákon o značení nebezpečných látek, je přepravce povinen ho respektovat a používat. Každý řidič dopravního prostředku přepravující nebezpečně chemické látky je povinen vést s sebou patřičnou dokumentaci, včetně bezpečnostního listu přepravované látky, a to vždy v jazyce daného přepravce. Pokud se jedná o mezinárodní dopravu, pak k tomuto jazyku přibývá i angličtina. Tyto dokumenty by měly být pravidelně kontrolovány hlídkami policie, stejně tak jako to, že údaje v dokumentech souhlasí s tím, co přepravují, včetně maximální povolené váhy automobilů přepravujících tyto látky.

Jistou formou opatření jsou i pravidelná cvičení a řádný výcvik zasahujících složek, zejména pak hasičů, kteří musí dodržovat přísná bezpečnostní opatření, právě kvůli možnému

výbuchu či hoření, které by mohlo být zapříčiněno neopatrnou manipulací nebo i nevhodně zvoleným vybavením.

7 DISKUZE

Vzhledem k tomu, že jsou v mé práci simulovány dva úniky nebezpečných chemických látek, chloru a benzinu, a vstupy použité pro vytvoření simulace jsou předem dány, mohou se tak od případného reálného úniku lišit. Proto jsem bral v potaz ty nejhorší možné scénáře. Reálný únik se může lišit jak množstvím uniklé nebezpečné chemické látky, tak směrem větru, jeho rychlostí, aktuální teplotou, zvoleným postupem zasahujících složek pro zvládnutí mimořádné události. Lišit se může i reakce obyvatelstva, může nastat panika, případně i personální selhání, jelikož jsou zainteresované osoby vystaveny velké nejen fyzické ale i psychické zátěži a bohužel, chybovat je lidské.

Přínosem této práce nejen pro mě, pro širokou veřejnost, ale i například pro složky integrovaného záchranného systému nebo společnost Spolana Neratovice, může být její výstup, jímž jsou navržená bezpečnostní opatření, která mají jednak eliminovat riziko vzniku, a případně pak minimalizovat následky potencionálního úniku. Pro porovnání jsem v této práci použil simulace ve dvou na sobě nezávislých softwarech. Jedná se o TerEx a ALOHU, které slouží k simulaci úniků nebezpečných chemických látek. I přes to, že byla mnou zadávaná klíčová data naprosto totožná, software ALOHA byl poněkud náročnější na množství a rozsah těchto dat. Na rozdíl od TerExu zde byla zadávaná jak přesná poloha mimořádné události, tak přesný tvar zásobníku, výška, ve které vznikl otvor a mnoho dalších. Následnou simulací jsem ale zjistil, že rozsah šíření toxického oblaku chloru, i potenciální výbuch benzínu, jsou jako nebezpečnější určeny softwarem TerEx. Ten totiž spočítal, že se jak oblak, tak případný výbuch dostane dál než v případě ALOHY. Pro zasahující složky je samozřejmě menší rozsah události lepší, ale v těchto případech je vždy potřeba počítat s tím horším scénářem, protože jedině tak můžeme situaci bezpečně zvládnout. Mých výstupů by mohli využít jak složky integrovaného záchranného systému, při zvládání podobných událostí, tak i Spolana Neratovice, která by se mohla řídit mnou navrženými opatřeními a v případě úniku například chloru, z jejich zásobníků, by byly následky tohoto úniku minimalizovány, stejně tak jako riziko jeho vzniku. Většina bezpečnostních opatření je sice finančně náročná, ale pokud je tu možnost si za peníze koupit větší bezpečí nejen pro sebe, ale i pro obyvatele v Neratovicích a přilehlých vesnicích, nemělo by snad ani mít smysl o tomto jakkoliv polemizovat. Co se opatření v případě dopravních nehod týká, tam je to z mého pohledu podstatně složitější, protože z většiny jsou zaviněny lidským faktorem, proti kterému se přijímají bezpečnostní opatření velmi složitě. Stejný případ je to bohužel i mnou navržených nadjezdů či podjezdů, které by zajistili to, že auta

napojující se do druhého směru, by nekřižovala cestu ostatním projíždějícím vozidlům, ale následně by se pak připojila pomocí připojovacího pruhu. Toto sice může být jistou formou řešení, které by vedlo ke snížení rizika vzniku dopravní nehody, ale je velmi finančně i prostorově náročné a ne na každé takové křižovatce je toto realizovatelné. Pokud bych se touto problematikou zabýval opakovaně, zapracoval bych do své práce i software Practis, s jehož pomocí by byl rozšířen rozsah mé práce a byla by hlouběji popsána součinnost zasahujících jednotek na místě zásahu.

Celou problematikou jsem se zabýval proto, že jsem chtěl rozšířit povědomí nejen obyvatelstva, ale celkově společnosti, o této problematice, se kterou se můžeme setkávat každý den a pouze správnými postupy, prevencí a reakcí můžeme snížit její následky.

ZÁVĚR

Tato diplomová práce je vyústěním mé několika měsíční práce, která byla zaměřena na problematiku mimořádných událostí vzniklých únikem nebezpečných chemických látek. Má práce splňuje mnou předem definované cíle práce. Konkrétněji pak byly definovány základní pojmy celé problematiky, legislativní ukotvení, definice nebezpečných látek, jejich možných úniků a ochrana obyvatelstva. To vše bylo součástí teoretické části mé práce. V té praktické už jsem přešel ke konkrétním, předem stanoveným úkolům, které tvořily hlavní osu mé práce, od kterých se vše odvíjelo. Přesněji šlo o simulaci dvou na sobě nezávislých mimořádných situací vzniklých únikem nebezpečné chemické látky, na základě, kterých jsem následně navrhnul konkrétní opatření, která dle mého názoru povedou ke snížení pravděpodobnosti jejich vzniku, a zároveň pak ke snížení dopadů mimořádné události nejen na obyvatelstvo, ale i na majetek či životní prostředí.

V prvním případě docházelo k úniku chloru v plynném skupenství, který je svými vlastnostmi toxický. Únik nastal v areálu chemičky Spolana Neratovice, tedy nedaleko od místa, kde nyní žiji, a proto jsem si tuto lokalitu vybral. Celkem došlo k úniku 85000 kilogramů chloru, který se ve formě toxického oblaku začal uvolňovat do ovzduší a zamořovat část města Neratovice a přilehlých obcí. Celkem došlo k zamoření velké oblasti, zahrnující 713 rodinných domů, a pokud v jedné domácnosti žijí tři lidé, jedná se tak o 2139 potencionálně ohrožených obyvatel. Toto číslo ale ani zdaleka není konečné. Jelikož se celá událost stala v 15:30, může být postiženo spousta chodců, nehledě na velké množství zaměstnanců Spolany Neratovice. Na zásahu se tak podílelo velké množství všech jednotek integrovaného záchranného systému, byl přivolán i vrtulník a následným vyšetřováním bylo konstatováno, že byl únik způsoben neopatrnou manipulací při renovaci přepouštěcích ventilů. Jeden z nich nebyl dostatečně pevně uchycen a vlivem vysokého tlaku v zásobníku tak došlo k jeho utržení. Přijatými opatřeními pro to, aby se situace již v budoucnu neopakovala, byly navrženy: kvalifikovaný personál, odborná firma provádějící renovace, pravidelná součinnostní cvičení, informovanost obyvatelstva a pro zmírnění následků pak věže schopné tvořit vodní mlhu a automatické kanalizační klapky.

V druhém případě se jednalo o dopravní nehodu cisterny převážející 40000 litrů benzínu, která byla zapříčiněna nedáním přednosti, kdy osobní automobil vyjíždějící z vedlejší silnice nedal přednost, vjel do křižovatky a cisterna jedoucí po hlavní silnici už nestihla reagovat, stejně tak jako další osobní automobil, jedoucí za cisternou, který celou situaci nedobrzdil

a zezadu vrazil do cisterny. Tím prorazil cisternu a obsah 40000 litrů benzínu začal vytékat na vozovku. Na místo zásahu tak byly přivolány všechny složky integrovaného záchranného systému, záchranářského vrtulníků z pražské nemocnice Motol. Benzín vyteklý na vozovce byl jednotkou hasičů ze Slaného pomocí sorbentu odstraněn, a jelikož se cesta nachází na mírně vyvýšeném místě, bylo zapotřebí vybagrovat i kontaminovanou hlínu, a i tu následně zlikvidovat specializovanou firmou Deconta. Co se mnou navržených opatření týká, jelikož se jedná o autonehodu zaviněnou z nedbalosti, je její předcházení složité. Opatřením, které by ale mohlo snížit riziko opětovného vzniku, může být například úprava dopravního značení, kdy místo značky Dej přednost v jízdě, bych použil značku STOP, na jejíž dodržování, stejně tak jako na sníženou maximální povolenou rychlost při průjezdu křižovatkou na 70 $km \cdot h^{-1}$, by pravidelně dohlížela policie a provinilce následně přísně trestala. Jistou formou opatření, která by ale byla jak finančně, tak i prostorově náročná, by byla možnost vybudování podjezdu, aby auta nemusela křížit silnici, nýbrž ji podjet a následně se pak připojit pomocí připojovacího pruhu. A co se dalších opatření týče, může být jistou formou opatření v rámci lepšího zvládání mimořádné situace také pravidelné součinnostní cvičení zasahujících složek.

Z celé má práce tedy plyne, že nebezpečí na nás číhá na každém rohu a jen připraveností a obezřetností se jim můžeme vyhnout. A jak jsem již psal v úvodu, „Štěstí přeje připraveným.“

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Aktuální dislokace a typ předurčenosti jednotek HZS ČR [online], 2019. Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR: GŘ HZS [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.hzscr.cz/soubor/11-01-2019-aktualni-dislokace-a-typ-predurcenosti-jednotek-hzs-cr-xlsx.aspx

Arnika: Chlór [online], 2014. Arnika [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://arnika.org/chlor

BARTLOVÁ, Ivana a Miloš PEŠÁK, 2003. Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 80-86634-30-2.

BARTLOVÁ, Ivana, 2005. Nebezpečné látky. 2. rozš. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 80-86634-59-3.

Benzín [online], 2018. Wikipedia [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://cs.wikipedia.org/wiki/Benzín

BEZOLOVNATÉ AUTOMOBILOVÉ BENZÍNY: Bezpečnostní list [online], 2000. Praha: ČEPRO [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.ceproas.cz/public/files/userfiles/Produkty_sluzby/Bezpecnostni_listy/BA_%C4%8CEPRO_REACH_CLP_23_3_2017.pdf

Bojový řád [online], 2020. Frýdek Místek: SOŠ PO a VOŠ PO [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.hasici-vzdelavani.cz/content/bojovy-rad

Bojový řád jednotek požární ochrany - taktické postupy zásahu: Zásah s přítomností nebezpečných látek [online], 2017. Ministerstvo vnitra – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky: Ministerstvo vnitra [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.hzscr.cz/soubor/8-l-l-ml-1-r-nebezpecne-latky-pdf.aspx

COUNCIL DIRECTIVE 96/82/EC: Seveso II [online], 1996. Luxembourg: European Parliament [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/HTML/?uri=CELEX:01996L0082-20120813&from=EN

Dekontaminace osob [online], 2014. Sdružení hasičů Čech, Moravy a Slezska [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.vzdelavani-dh.cz/publicCourse?id=61&head=136&subhead=386

Dekontaminace techniky [online], 2014. Sdružení hasičů Čech, Moravy a Slezska [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.vzdelavani-dh.cz/publicCourse?id=61&head=136&subhead=388

Dokumentace IZS [online], 2020. Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR: GŘ HZS [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.hzscr.cz/clanek/dokumentace-izs-587832.aspx

EU's REACH chemicals law begins life in Helsinki [online], 2007. Helsinki: EU Observer [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://euobserver.com/economic/24169

Chlór kapalný: Bezpečnostní list [online], 2008. Neratovice: Spolana Neratovice [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: http://www.spolana.cz/CZ/Produkty/Documents/BL_Chlor_%20kapalny_technicky_CZ.pdf

KLETZ, Trevor, 2001. Learning from Accidents. 3rd ed. Oxford U. K.: Gulf Professional. ISBN 978-0-7506-4883-7.

KOTINSKÝ, Petr a Jaroslava HEJDOVÁ, 2003. Dekontaminace v požární ochraně. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 80-86634-31-0.

KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše, 2005. Ochrana obyvatelstva. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 80-86634-70-1.

Krizové stavy [online], 2020. Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR: GŘ HZS [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.hzscr.cz/clanek/web-krizove-rizeni-a-cnp-krizove-stavy-krizove-stavy.aspx

KUMAR JHA, Madan, 2009. Natural and Anthropogenic Disasters: Vulnerability, Preparedness and Mitigation. West Bengal: Springer. ISBN 9048124972.

OBRAZEM: Před 40 lety došlo k nejtragičtější průmyslové nehodě [online], 2014. Most: VLTAVA LABE MEDIA [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://mostecky.denik.cz/zpravy_region/obrazem-pred-40-lety-doslo-k-nejtragictejsi-prumyslove-nehode-20140719.html

Oddělení požárně technických expertiz [online], 2020. Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR: GŘ HZS [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.hzscr.cz/clanek/pozarne-technicke-expertizy-oddeleni-pozarne-technickych-expertiz.aspx

Original Seveso Directive 82/501/EEC: Seveso I [online], 1982. Austria: Environmental Software and Services GmbH AUSTRIA [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.ess.co.at/HITERM/REGULATIONS/82-501-eec.html

RICHTER, Rostislav, 2018. Slovník pojmů krizového řízení. Praha: Ministerstvo vnitra, Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. ISBN 978-80-87544-91-4.

Sorbent [online], 2010. POŽÁRY.cz [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.pozary.cz/clanek/33997-sorbent/

Spolana: O nás [online], 2016. Neratovice: Spolana Neratovice [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.spolana.cz/CZ/ONas/Stranky/default.aspx

ŠENOVSKÝ, Michail, 2007. Nebezpečné látky II. 2., aktualiz. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-000-5.

Usnesení č. 2/1993 Sb. listina základních práv a svobod

Ústavní zákon č. 1/1993 Sb. ústava České republiky

Ústavní zákon č. 110/1998 Sb. o bezpečnosti ČR

Výbuch v Semtíně je nejtragičtější od roku 1984 [online], 2011. Pardubice: VLTAVA LABE MEDIA [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://pardubicky.denik.cz/zpravy_region/vybuch-chemicky-v-semtine-je-nejtragictejsi-od-rok.html

Vyhláška č. 226/2015 Sb. o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře

Vyhláška č. 247/2001 Sb. o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany

Vyhláška č. 328/2001 Sb. o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému

Vyhláška č. 380/2002 Sb. k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva

Zákon č. 111/1994 Sb. o silniční dopravě

Zákon č. 133/1985 Sb. o požární ochraně

Zákon č. 201/2012 Sb. o ochraně ovzduší

Zákon č. 224/2015 Sb. o prevenci závažných havárií

Zákon č. 238/2000 Sb. o Hasičském záchranném sboru ČR

Zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému

Zákon č. 240/2000 Sb. krizový zákon

Zákon č. 254/2001 Sb. vodní zákon

Zákon č. 263/2016 Sb. atomový zákon

Zákon č. 273/2008 Sb. o Policii ČR

Zákon č. 320/2015 Sb. o hasičském záchranném sboru

Zákon č. 334/1992 Sb. o ochraně zemědělského půdního fondu

Zákon č. 350/2011 Sb. chemický zákon

Zákon č. 374/2011 Sb. o zdravotnické záchranné službě

Zařízení pro dekontaminaci osob [online], 2014. Sdružení hasičů Čech, Moravy a Slezska [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.vzdelavani-dh.cz/publicCourse?id=61&head=136&subhead=387

1996: Chemopetrol v Litvínově zachvátil požár – průběh zásahu [online], 2010. POŽÁRY.cz [cit. 2020-06-02]. Dostupné z: https://www.pozary.cz/clanek/37184-1996-chemopetrol-v-litvinove-zachvatil-pozar-prubeh-zasahu/

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1- Vstupní data chlóru pro TerEx. 50
Obrázek 2 - Souhrn vstupních dat chlóru. 50
Obrázek 3 - Únik 1000 kg chlóru. 51
Obrázek 4 - Zasazení úniku 1000 kg chlóru do mapy. 51
Obrázek 5 - Únik 45000 kg chlóru. 52
Obrázek 6 - Zasazení úniku 45000 kg chlóru do mapy. 52
Obrázek 7 - Graf závislosti toxické koncentrace na vzdálenosti. 53
Obrázek 8 - Únik 85000 kg chlóru. 53
Obrázek 9 - Zasazení úniku 85000 kg chlóru do mapy. 53
Obrázek 10 - Oddálený pohled na celkový únik. 54
Obrázek 11 – Vstupní data benzínu. 62
Obrázek 12 – Souhrn vstupních dat benzínu. 62
Obrázek 13 – Výstup na základě vstupních dat. 63
Obrázek 14 - Závislost koncentrace na vzdálenosti. 63
Obrázek 15 - Místo nehody zanesené do mapy. 63
Obrázek 16 - Vzdálenější pohled na místo nehody. 64
Obrázek 17 - Vzdálenosti spojené s iniciací louže benzínu. 64
Obrázek 18 - Plocha zasažená hořením louže. 65
Obrázek 19 – Vzdálenosti spojené s výbuchem cisterny. 65
Obrázek 20 - Oblast zasažená následky výbuchu. 66

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 – Číselný význam u Kemler kódu (Šenovský, 2007). 24
Tabulka 2 – Přehled závislosti zasažené oblasti na uniklém množství chlóru. 54
Tabulka 3 – Porovnání nasimulovaných dat chlóru v TerExu a ALOZE. 55
Tabulka 4 - Porovnání výsledků simulací úniku benzínu v softwaru TerEx a ALOHA. 66