

Modelování havárie s únikem nebezpečné látky

Tomáš Řepka

Bakalářská práce
2021



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: 2020/2021

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Tomáš Řepka**
Osobní číslo: **L18014**
Studijní program: **B2825 Ochrana obyvatelstva**
Studijní obor: **Ochrana obyvatelstva**
Forma studia: **Prezenční**
Téma práce: **Modelování havárie s únikem nebezpečné látky**

Zásady pro vypracování

1. Na základě dostupných zdrojů zpracujte teoretickou část dané problematiky.
2. Vypracujte případovou studii u havárie s únikem nebezpečné látky pomocí zvolených softwarových nástrojů a porovnejte jejich vzájemné výstupy.
3. Na základě vypracované případové studie navrhněte případné změny a návrhy ke zlepšení stávajícího stavu v problematice havárie s únikem nebezpečné látky.

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

Seznam doporučené literatury:

1. **Bojový řád jednotek požární ochrany**. 2. vydání. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2018. svazků. ISBN 978-80-7385-197-2.
2. **POLÍVKA, Lubomír, MIKA, Otakar J. a SABOL, Jozef. Nebezpečné chemické látky a průmyslové havárie**. Vydání: první. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2017. 151 stran. ISBN 978-80-7251-467-0.
3. **VILÁŠEK, Josef, FIALA, Miloš a VONDRÁŠEK, David. Integrovaný záchranný systém ČR na počátku 21. století**. Vyd. 1. Praha: Karolinum, 2014. 189 s. ISBN 978-80-246-2477-8.

Další doporučená literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Ivan Princ**
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **1. prosince 2020**

Termín odevzdání bakalářské práce: **14. května 2021**

L.S.

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

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 2. prosince 2020

PROHLÁŠENÍ AUTORA BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

- bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému a dostupná k nahlédnutí;
- na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- 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 užit své dílo – bakalářskou 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 bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tj. k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti, dne: 14. 5. 2021

Jméno a příjmení studenta: Tomáš Řepka

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Bakalářská práce se zabývá modelováním havárie s únikem nebezpečných látek. Práce je rozdělena na dvě části, část teoretickou a část praktickou. V teoretické části jsou řešeny témata: havárie, předpisy vztahující se k chemickým látkám, nebezpečné látky, softwarové modelovací nástroje a integrovaný záchranný systém. V praktické části je sestaven scénář havárie a následně je podle něj modelováno v nástrojích TerEx a ALOHA. V závěru praktické části je dotazníkové šetření, jak se chovat při havárii s únikem nebezpečné chemické látky.

Klíčová slova: havárie, SW nástroj ALOHA, SW nástroj TerEx, chlor, modelování, nebezpečné látky, integrovaný záchranný systém

ABSTRACT

The bachelor's thesis deals with the modeling of an accident with leakage of dangerous substances. The work is divided into two parts, a theoretical part and a practical part. The theoretical part deals with the following topics: accidents, chemical regulations, dangerous substances, software modeling tools and an integrated rescue system. In the practical part, the accident scenario is compiled and then it is modeled according to it in the TerEx and ALOHA tools. At the end of the practical part is a questionnaire survey on how to behave in the event of an accident with a leak of a dangerous chemical substance.

Keywords: accident, SW tool ALOHA, SW tool TerEx, chlorine, modeling, dangerous substances, integrated rescue system

Rád bych poděkoval své rodině, která mi dala možnost studovat a během celého studia mě podporovala. Dále bych chtěl poděkovat všem svým přátelům a známým, kteří mě podporovali až ke zdárnému konci mého studia. V neposlední řadě bych chtěl poděkovat svému vedoucímu Ing. Ivanu Princovi za jeho drahocenný čas, jeho ochotu a odborné vedení.

Motto

„Co tě nezabije, to tě posílí.“

Friedrich Nietzsche

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

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	11
1 HAVÁRIE	12
1.1 NEJZNÁMĚJŠÍ HAVÁRIE	12
1.2 HAVÁRIE V ZAHRANIČÍ.....	13
1.3 HAVÁRIE V ČESKÉ REPUBLICE	15
2 PŘEDPISY VZTAHUJÍCÍ SE K CHEMICKÝM LÁTKÁM	18
3 EVROPSKÁ DOHODA O MEZINÁRODNÍ SILNIČNÍ PŘEPRAVĚ NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ	19
3.1 ZNAČENÍ PODLE EVROPSKÉ DOHODY (ACCORD DANGEREUSES ROUTE).....	20
3.2 ZNAČENÍ TLAKOVÝCH LAHVÍ	23
4 NEBEZPEČNÉ LÁTKY	26
4.1 CHLOR.....	26
4.2 OBALY S CHLOREM	27
5 SOFTWAREVÉ MODELOVACÍ NÁSTROJE	29
5.1 TERORISTICKÝ EXPERT	31
5.2 SOFTWAREVÁ SADA CAMEO.....	32
6 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM	34
6.1 STRUKTURA A ÚROVNĚ	34
6.2 ZÁSAH S ÚNIKEM CHLORU	36
7 CÍLE PRÁCE A POUŽITÉ METODY	37
II PRAKTICKÁ ČÁST	38
8 SCÉNÁŘ HAVÁRIE	39
8.1 LOKALITA	40
8.2 ÚDAJE PŘI VZNIKU HAVÁRIE.....	41
8.3 SCÉNÁŘ ŘEŠENÍ	42
9 MODELOVÁNÍ V NÁSTROJI ALOHA	45
9.1 PRÁCE V NÁSTROJI ALOHA	46
9.2 VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ.....	48
10 MODELOVÁNÍ V NÁSTROJI TEREX	50
10.1 PRÁCE V NÁSTROJI TEREX	50
10.2 VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ.....	51
11 POROVNÁNÍ SOFTWAREVÝCH NÁSTROJŮ	53
12 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ	55

12.1	VYHODNOCENÍ ODPOVĚDÍ.....	56
12.2	ZHODNOCENÍ.....	58
13	NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ SITUACE	59
	ZÁVĚR	60
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	61
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	66
	SEZNAM OBRÁZKŮ	68
	SEZNAM TABULEK.....	69
	SEZNAM PŘÍLOH.....	70

ÚVOD

Českou republiku, v oblasti přepravy, lze označit jako tranzitní zemi. To znamená, že přes toto území je přepravováno daleko více přepravního materiálu než v ostatních zemích. V případě silniční přepravy je to dáno také tím, že mýtné a náklady na palivo jsou oproti okolním státům nízké. Hustota kamionové přepravy je v Česku dlouhodobě vysoká. K hlavním důvodům patří vysoký podíl průmyslu na tuzemském hrubém domácím produktu, který je vyšší než ve většině zemí Evropské unie. Kvůli tomu jsou kladeny nároky k vysokým výkonům nákladní dopravy na silnicích. Díky vysoké účasti na silnicích se také zvyšuje riziko nehodovosti. To je nejčastěji zapříčiněno selháním lidského faktoru s kombinací technické závady, zhoršených meteorologických podmínek, špatným stavem vozovky apod. Účastníkem nehody mohou být také vozidla převážející nebezpečné látky a věci. Přeprava nebezpečných látek a věcí je ošetřena legislativními opatřeními.

Mezi nejzákladnější právní dokumenty patří Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (dohoda ADR). Veškerá legislativa v oblasti dohody ADR se podle požadavků na bezpečnost přepravy mění. Všechny dopravní prostředky převážející nebezpečné látky jsou označeny tzv. UN kódem (identifikační kód), Kemler kódem (nebezpečnost látky) a bývají doplněny výstražnými tabulkami. Obdobnými systémy jako Kemler, jsou systém Hazchem (Velká Británie) a systém Diamant (USA).

Označování tlakových lahví se řídí nařízením Evropského parlamentu a rady, ES č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek. Nařízení je ale známější pod názvem nařízení CLP.

Nebezpečné chemické látky jsou látky přírodní nebo syntetické, které svými chemickými, fyzikálními, biologickými a toxikologickými vlastnostmi mohou způsobit nebo způsobí ohrožení zdraví, života, majetku nebo životního prostředí.

Pro vymezení nebezpečné zóny a ohrožené zóny nám slouží softwarové modelovací nástroje. Díky jejím výstupům lze zjistit, které objekty evakuovat. V ČR se používají softwarové nástroje TerEx a ROZEX. V ostatních státech se používají jiné softwarové nástroje např. ALOHA (USA), NBC (Dánsko), HPAC (USA), NBC WARNING (Dánsko), WHAZAN (UK), DEGADIS (USA), FLUENT (USA), CFC (UK) a další.

Nástrojem pro řešení mimořádných událostí a také havárií je integrovaný záchranný systém. Tento systém je koordinovaný postup základních složek a také složek ostatních, sloužící k zvládnutí mimořádných událostí.

Mezi složky základní patří: Hasičský záchranný sbor ČR, jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany, poskytovatelé zdravotnické záchranné služby, Policie ČR. Mezi ostatní patří: vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil, ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory, ostatní záchranné sbory, orgány ochrany veřejného zdraví, havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby, zařízení civilní ochrany, neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 HAVÁRIE

Především je potřeba si na začátku definovat co je to havárie. Havárii lze definovat jako mimořádnou událost v souvislosti s provozem technických zařízení nebo budov, dále v souvislosti s nakládáním s nebezpečnými chemickými látkami a jejich následnou přepravou, anebo v souvislosti s nakládáním s chemickými odpady.

Pojem mimořádná událost je definován v zákoně č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. *“Mimořádnou událostí rozumíme, škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací“* (Česko, 2000).

Mezi příklady havárii lze zahrnout dopravní nehodu, při níž může dojít k úniku nebezpečné látky. Dopravní nehody lze rozdělit na nehody silniční, kolejové, lodní nebo letecké. Často také bývá pojem havárie spojen s průmyslovou výrobou, lze tyto havárie nazvat průmyslové a ty pak dále dělit na jaderné, chemické apod.

1.1 Nejznámější havárie

Mezi nejznámější havárie na světě, které jsou velmi zmiňovány patří:

Havárie v Sevesu

Dne 10. července 1976 v městě Sevesu (Itálie) dochází k přehřátí reaktoru a následnému výbuchu. Z továrny na výrobu herbicidů uniká do ovzduší 2 kg tetrachloridbenzodioxinu, následně tato látka kontaminuje plochu o rozloze 2000 hektarů. Na následky otravy onemocní stovky lidí a 100 000 otrávených zvířat je třeba utratit (*Havárie v Sevesu*, 2013).

Bhópálská havárie

Dne 3. listopadu 1984 v městě Bhópál (Indie) se do reaktoru dostává voda a následuje exploze reaktoru. Z továrny na výrobu pesticidů uniká do ovzduší 40 tun methyloxyanátu, kyanovodíku a dalších smrtících látek. Během pár dní umírá 8000 lidí a půl milionu lidí bylo zasaženo, na následky havárie umírají lidé dodnes (*Bhópál*, 2011).

Černobylská havárie

Dne 26. dubna 1986 v 1 hodinu 23 minut v Černobylské jaderné elektrárně V. I. Lenina (dnešní Ukrajina) dochází k přehřátí a následnému výbuchu čtvrtého reaktoru (*Den, kdy vybuchl Černobyl*, 2011).

Z reaktoru uniká radioaktivita 400krát vyšší než výbuch atomové bomby v Hirošimě, do ovzduší uniká radioaktivní Cesium. Během havárie zemře 31 lidí, počet ozářených lidí nešlo jednoznačně určit (*Den, kdy vybuchl Černobyl*, 2011).

Havárie ve Fukušimě

Dne 11. března 2011 v Daiiči (Japonsko), velké zemětřesení vytváří 15metrovou vlnu tsunami, která zablokuje napájení a chlazení tří bloku reaktoru jaderné elektrárny Fukušima. Všechna tři jádra se vlivem nedostatečného chlazení a následnému přehřívání, během 3 dnů z větší části roztavila. Nehoda byla ohodnocena na mezinárodní stupnici INES číslem 7, protože mezi čtvrtým až šestým dnem nehody došlo k vysokým radioaktivním únikům. Během této jaderné havárie nedošlo k žádným ztrátám na životech ani k žádným případům nemoci z ozáření, ale z okolí bylo preventivně evakuováno 100 000 lidí (*Fukushima Daiichi Accident*, 2020).

Mezi další lze zařadit havárii ropného tankeru Exxon Valdez, Kyštymská jaderná havárie, jaderná havárie Three Mile Island a mnoho jiných.

1.2 Havárie v zahraničí

Níže uvedené zahraniční havárie nejsou tak známé a hrozné jako např. havárie v Černobylu, Sevesu nebo Bhópálu ale jsou ukázkou, že havárie se v zahraničí dějí dnes a denně.

V Bulharsku explodoval vlak s plynem.

Dne 10. listopadu 2016 ve 4:42 SEČ dochází na nádraží obce Chitrino (severovýchod Bulharska) k vykoľejení a následnému výbuchu nákladního vlaku. Nákladní vlak převážel propan-butan a propen celkem v 19 cisternách. Po výbuchu bylo poškozeno nejméně 20 budov, 7 lidí zahynulo a dalších 29 utrpělo zranění (Novinky, 2016a).



Obrázek 1 - Havárie v Bulharsku (Novinky, 2016a).

V Mexiku explodovala chemička, okolí kontaminoval toxický dým.

Dne 21. dubna 2016 v přístavním městě Coatzacoalcos došlo k výbuchu a následnému požáru v nedaleké chemickém závodě, který vyráběl vinylchlorid. Při výbuchu přišli o život 3 lidé a dalších 130 utrpělo zranění. Po výbuchu následoval požár, který do ovzduší vypouštěl hutný dusivý kouř do vysoké výšky. Došlo i k úniku jedovatých plynů, tyto plyny kontaminovaly okolí a muselo být evakuováno přes 2000 lidí (Novinky, 2016b).



Obrázek 2 - Hořící chemička (Novinky, 2016b).

Trosky z korejské chemičky po výbuchu létaly na domy i auta.

Dne 20. října 2016 ve městě Kumi (jihovýchod Jižní Koreje) došlo k výbuchu a následnému požáru v nedalekém chemickém závodě, na vině havárie byl lidský faktor. K výbuchu došlo v prostoru, kde se uskladňovala krystalická kyselina ftalová na výrobu syntetického polystyrénu. Trosky po výbuchu létaly na nedaleké domy, auta a obchody (Novinky, 2016c).



Obrázek 3 - Hustý kouř z chemičky (Novinky, 2016c).

1.3 Havárie v České republice

Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR vydává každý rok dokument jménem Statistická ročenka. V tomto dokumentu jsou obsaženy statistiky činnosti zásahu jednotek požární ochrany v ČR, ale také další kapitoly jako prevence, mezinárodní spolupráce, psychologická služba a další. Níže v tabulkách jsou uvedeny statistiky týkající se havárií.

Druh události / rok	Počet událostí								
	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
úniky nebezpečných chemických látek celkem	5 693	5 883	5 550	5 630	5 809	6 377	6 242	5 916	5 300
z toho ropné produkty	4 653	4 904	4 572	4 616	4 644	5 235	5 218	4 991	4 407
technické havárie celkem	43 190	40 994	46 814	40 413	49 785	48 010	42 104	47 412	62 961
z toho technické havárie	19	25	26	37	844	29	10	21	19
technické pomoc	35 496	35 285	40 858	34 799	45 657	44 765	38 916	44 187	58 948
technologické pomoc	1 253	1 713	1 459	1 150	957	1 042	770	761	744
ostatní pomoci	6 425	3 971	4 474	4 427	2 327	2 174	2 408	2 443	3 250
radiační nehody a havárie	0	0	3	2	4	0	0	0	0

Obrázek 4 - Statistika havárií v ČR 2002-2010 (Lukeš, 2007, s. 4; 2011, s. 3).

Druh události / rok	Počet událostí								
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
úniky nebezpečných chemických látek celkem	5 285	5 106	5 253	6 161	6 693	6 698	7 304	7 687	7 798
z toho ropné produkty	4 251	3 990	4 107	4 793	4 675	4 923	5 190	5 487	5 687
technické havárie celkem	50 035	52 084	63 596	50 965	55 928	53 714	70 647	64 936	72 268
z toho technické havárie	17	13	4	9	7	6	7	7	1
technické pomoc	45 736	46 648	57 103	44 967	49 525	47 845	63 550	57 401	63 866
technologické pomoc	652	780	860	617	747	427	515	466	367
ostatní pomoci	3 630	4 643	5 629	5 372	5 649	5 436	6 575	7 062	8 034
radiační nehody a havárie	1	1	1	1	0	0	1	1	4

Obrázek 5 - Statistika havárií v ČR 2011-2019 (Nedělníková, 2020, s. 3; Lukeš, 2015, s. 3).

Z tabulek lze vyčíst, že počet havárií s únikem nebezpečných látek nám stále roste, je to dáno tím, že ČR je tranzitní zemí, proto tedy tolik havárií s únikem nebezpečných látek. Níže jsou uvedeny některé příklady havárií, které se staly v ČR.

V areálu na Sokolovsku unikl stlačený kyslík.

Dne 22. března 2017 v areálu Sokolovské uhelné u Vintířova, začal z tlakové nádrže unikat stlačený kyslík, celkový objem nádrže činil 3000 litrů. Při úniku plynu docházelo k tzv. Joulu-Thomsonovu jevu, stručně řečeno při úniku plynů se nádoba ochlazovala a okolí také. Největším nebezpečím však nebyl chlad, ale to že kyslík je silné oxidovadlo. Stačil by nějaký obyčejný iniciační zdroj (jiskra, statická elektřina) nebo kontakt s mastnotou či olejem a došlo by k masivní explozi. Prvním krokem hasičů byla evakuace zaměstnanců a vypnutí přívodů energie (Novinky, 2017a).

Dalším postupem bylo nasazení deflektorů k vytvoření vodní clony a ponechání nádrže ve stavu úniku, jelikož nebylo možné se k nádrži dostat a zamrzlé ventily uzavřít. Až po hodinách umožnil stav nádrže hasičům zavření všech ventilů. Při zásahu bylo spotřebováno mnoho vody na provoz deflektorů, voda byla zajišťována kyvadlovou dopravou (Novinky, 2017a).



Obrázek 6 - Unikající kyslík (Novinky, 2017a).

Na gynekologii ve Vinohradské nemocnici unikl formaldehyd.

Dne 13. března 2017 v pražské nemocnici Na Vinohradech došlo k úniku neznámé chemické látky. Na místo bylo přivoláno 5 jednotek hasičů, protože se počítalo s evakuací celé nemocnice. Po odběru vzorku neznámé chemické látky a jeho následné analýze bylo zjištěno, že se jedná o formaldehyd. Po následujícím šetření se ukázalo, že na gynekologickém oddělení se ve skříni rozbila láhev s formaldehydem (Novinky, 2017b).



Obrázek 7 - Zásah v nemocnici (Novinky, 2017b).

Do řeky Bečvy ve Valašském Meziříčí znovu unikla neznámá látka.

Dne 24. listopadu 2020 došlo mezi Valašským Meziříčím a Juřinkou k dalšímu úniku nebezpečné látky do řeky Bečvy. Při předešlém úniku šlo o nikl, tato situace vypadala podobně, na hladině se vytvářela pěna, ale po následné analýze vzorků se zjistilo, že ve vodě je zvýšené množství dusitanů. Při úniku došlo k velkému úhynu ryb (ČTK, 2020).



Obrázek 8 - Uhynulé ryby na řece Bečvě (Poláková, 2020).

Celkem došlo ke 4 únikům, které se staly:

- 20. září 2020,
 - nejzávažnější incident,
 - jednalo se o kyanidy,
- 27. října 2020,
 - zvýšený obsah niklu,
- 24. listopadu 2020,
 - zvýšený obsah dusitanů,
 - výše zmíněný únik,
- 2. prosince 2020,
 - neznámá látka.

2 PŘEDPISY VZTAHUJÍCÍ SE K CHEMICKÝM LÁTKÁM

Základní legislativní oporou k chemickým látkám je zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů známější pod pojmem chemický zákon. Tento zákon implementuje příslušné předpisy Evropské unie a upravuje:

- práva a povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob při výrobě, klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování, uvádění na trh, používání, vývozu a dovozu chemických látek a chemických směsí na území České republiky,
- správnou laboratorní praxi,
- působnost správních orgánů při zajišťování ochrany před škodlivými účinky látek a směsí (Česko, 2011).

Předpisy implementovány chemickým zákonem jsou:

- Nařízení ES č. 1907/2006 REACH (nařízení o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek),
- Nařízení ES č. 1272/2008 CLP (o klasifikaci, označování a balení látek a směsí),
- Nařízení ES č. 689/2008 o vývozu a dovozu nebezpečných látek,
- Nařízení ES č. 648/2004 o detergentech,
- Nařízení ES č. 440/2008 stanovující zkušební metody pro klasifikaci podle REACH,
- Nařízení ES č. 340/2008 o poplatcích ECHA podle nařízení REACH (Česko, 2011).

Předpisy a dohody upravující přepravu nebezpečných věcí:

- Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (ADR),
- Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí (RID),
- Přeprava nebezpečných věcí po vnitrozemských vodních cestách (ADN),
- Systém Diamant,
- Systém Hazchem,
- a další.

3 EVROPSKÁ DOHODA O MEZINÁRODNÍ SILNIČNÍ PŘEPRAVĚ NEBEZPEČNÝCH VĚCÍ

Po stanovení společných postupů a snížení rizik v přepravě byla vytvořena Evropská dohoda o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí, známější pod pojmem dohoda ADR (Accord Dangereuses Route). Dohoda se vztahuje na přepravy prováděné po území nejméně dvou smluvních stran (Novák, 2011, s. 176).

Samotná dohoda je stručná a pro čtenáře jednoduchá. Klíčový je článek 2., který říká, že kromě některých nadměrně nebezpečných věcí mohou být v silničních vozidlech přepravovány na mezinárodní úrovni i jiné nebezpečné věci, které splňují:

- podmínky stanovené v příloze A pro dotyčné zboží, zejména pokud jde o jeho balení a označení,
- podmínky stanovené v příloze B, zejména pokud jde o konstrukci, vybavení a provoz vozidla přepravujícího dotyčné zboží (UNECE, 2021).

Přílohy A a B byly od vstupu ADR v platnost pravidelně pozměňovány a aktualizovány. V důsledku změn, které vstoupily v platnost dne 1. ledna 2021, byla vydána revidovaná konsolidovaná verze jako dokument ECE / TRANS / 300, sv. I a II („ADR 2021“) (UNECE, 2021).

Struktura je v souladu se strukturou doporučení OSN o přepravě nebezpečných věcí. Struktura je tedy následující:

- Příloha A: Obecná ustanovení a ustanovení týkající se nebezpečných předmětů a látek.
 - Obecná ustanovení.
 - Klasifikace.
 - Seznam nebezpečného zboží, zvláštní ustanovení a výjimky týkající se omezeného a vyloučeného množství.
 - Balení a ustanovení o nádrži.
 - Zásilkové postupy (UNECE, 2021).

- Požadavky na konstrukci a zkoušení obalů, kontejnerů pro volně ložené látky (IBC), velkých obalů, nádrží a kontejnerů pro volně ložené látky.
- Ustanovení týkající se podmínek přepravy, nakládky, vykládky a manipulace.
- Příloha B: Ustanovení týkající se dopravního zařízení a přepravních operací.
 - Požadavky na osádky vozidel, vybavení, provoz a dokumentaci.
 - Požadavky na konstrukci a schvalování vozidel (UNECE, 2021).

Bez ohledu na přechodná opatření stanovená v ADR 2021, která umožňují soulad s určitými požadavky obsaženými v předchozích vydáních, jsou vydání ADR publikovaná Organizací spojených národů (UNECE, 2021).

3.1 Značení podle Evropské dohody (Accord Dangereuses Route)

Podle dohody ADR jsou nebezpečné věci a předměty, pro jejichž vlastnosti, kterými jsou hořlavost, žíravost, výbušnost a další, může být jejich přepravou ohrožena bezpečnost osob, majetku a životního prostředí. Vozidla přepravující nebezpečný náklad se označují pomocí výstražné tabulky a pomocí bezpečnostní značky. Tato vozidla, která přepravují nebezpečnou látku, musí mít vepředu a vzadu umístěnou výstražnou oranžovou tabuli. Rozměry tabule jsou 30x40 cm, vnější ohraničení je černé. Tabule je rozdělena na dvě poloviny, na polovinu horní obsahující Kemler kód označující hrozící nebezpečí a na polovinu dolní obsahující UN kód (identifikační číslo látky). UN kód je charakteristické čtyřčíslí, přiřazené dnes asi k 3000 látkám a jejich směsím (Požáry.cz, 2012a).



Obrázek 9 - Výstražná tabule (Požáry.cz, 2012a).

Pokud je přepravováno několik různých látek, je vozidlo označeno vpředu i vzadu čistou oranžovou tabulí stejných rozměrů, jako je uvedeno výše a na boku každé eventuální komory cisterny je samostatná oranžová tabule s Kemler a UN kódem a bezpečnostní značka (Požáry.cz, 2012a).

Tabulka 1 - Čísla pro označování výstražné tabule (Požáry.cz, 2012a).

Číslo	Charakteristika
2	Plynná látka (uvolňování plynů pod tlakem)
3	Hořlavá kapalina (hořlavost par kapalin a plynů)
4	Hořlavost pevných látek
5	Látka podporující hoření (oxidační účinky)
6	Jedovatá látka (toxicita)
7	Radioaktivní látka
8	Žíravá látka (leptavé účinky)
9	Samovolná reakce (nebezpečí prudké, bouřlivé reakce)
0	Dodatková číslice bez významu
X	Látka nesmí přijít do styku s vodou

V případě, že je nebezpečí větší (vyšší hořlavost, těkavost), číslice se zdvojí nebo ztrojí.

Bezpečnostní značka

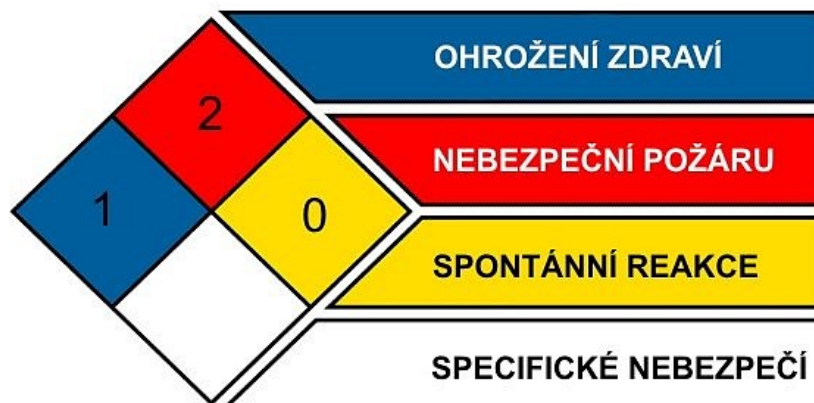
Nebezpečné zboží (látky, plyny, výbušniny a jiné nebezpečné látky a předměty) jsou jednotně mezinárodně v rámci OSN děleny do samostatných specifických tříd. Ty jsou označeny jednotlivými bezpečnostními tabulkami, které tvoří čtverec postavený na jeden vrchol (kosočtverec) o různé barvě podle třídy nebezpečnosti s piktogramem znázorňujícím nebezpečnost látky (Požáry.cz, 2012a).

Tabulka 2 - Třídy nebezpečnosti (Požáry.cz, 2012a).

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

System Diamant

System Diamant slouží k rychlému posouzení nebezpečí, avšak obrovskou nevýhodou je, že tento systém nedokáže identifikovat látku. System Diamant je obdobou k značení ADR, je používán ve Spojených státech amerických (Požáry.cz, 2012b).



Obrázek 10 - System Diamant (Požáry.cz, 2012b).

System Hazchem

System Hazchem je opět další obdobou k značení ADR, stejně jako systém Diamant nedokáže identifikovat nebezpečnou látku, proto bývá doplněn UN kódem dané látky. Hazchem informuje o opatřeních, která je při nehodě nutno přijmout. Používá se při vnitrostátní dopravě ve Velké Británii, Austrálii a Malajsii. Kód je tvořen jednou číslicí a skupinou písmen. Číslice označuje vhodnou hasební látku, první písmeno určuje stupeň ochrany zasahujících a provedení základních opatření na místě zásahu. Pokud je použito druhé písmeno, může to být pouze „E“, pak je nutné zvážit možnost evakuace (Požáry.cz, 2012b).



Obrázek 11 - Hazchem kód (Požáry.cz, 2012b).

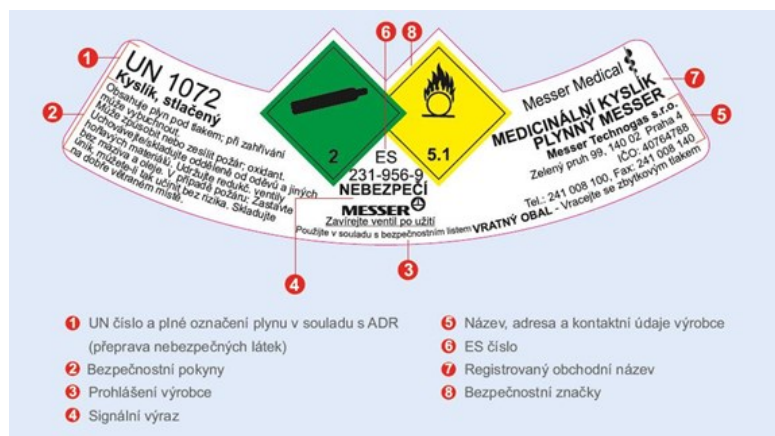
3.2 Značení tlakových lahví

Pokud se bavíme o označování tlakových lahví spadá tato oblast do už zmíněného nařízení Evropského parlamentu a Rady, ES č. 1272/2008, ze dne 16. prosince 2008, o klasifikaci, označování a balení látek, známější pod názvem nařízení CLP (classification, labelling and packaging of substances and mixtures). Tlaková láhev je tedy ve finále označena nálepkou, a ještě je barevně označena podle evropské normy ČSN EN 1089-3 (Messer, 2015).

Nálepka na tlakových lahvích

Nálepka je umístěna na hrdle tlakové láhve hned pod vrchlíkem a obsahuje:

- číslo UN, ES,
- standardní věty o nebezpečnosti podle CLP (H věty),
- pokyny pro bezpečné zacházení podle CLP (P věty),
- úplný název a popis plynu (složení) podle ADR,
- bezpečnostní značky podle ADR a CLP,
- název, adresu, telefonní čísla a další informace výrobce (Messer, 2015).

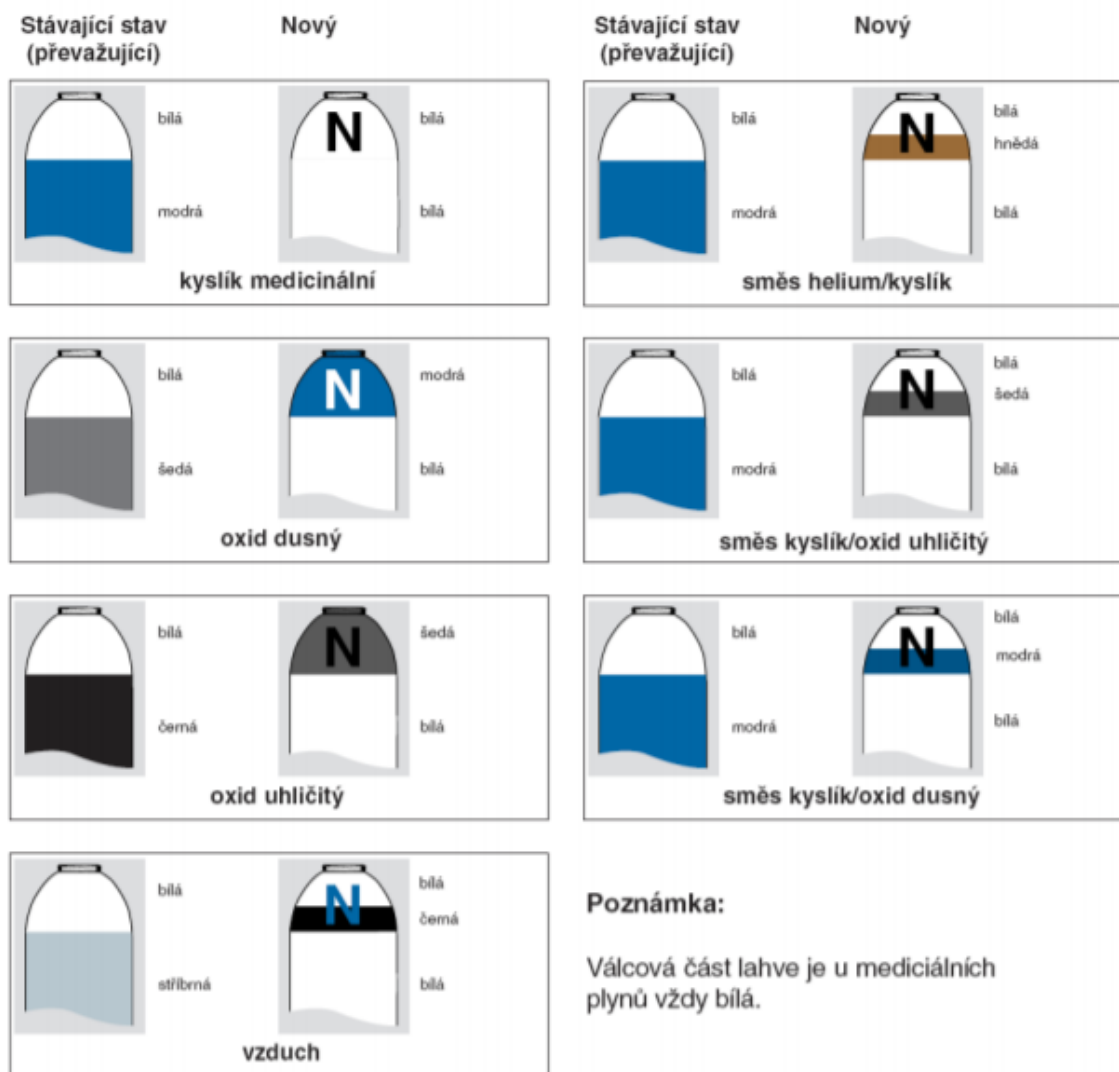


Obrázek 12 - Nálepka na tlakovou láhev (Messer, 2015).

Barevné značení tlakových lahví

Barevné značení se tedy řídí podle už výše zmíněné evropské normy ČSN EN 1089-3, která vešla v platnost v červnu roku 1998. Tato norma platí pro technické a medicínální plyny, výjimku tvoří láhve pro topný plyn a hasicí přístroje, u těchto látek se označuje pouze vrchlík tlakové láhve. Označení je provedeno na horní zaoblené části TL, tělo láhve a ochranný klobouček ventilu mohou být opatřeny barvou pro jiné účely (Messer, 2015).

Na horní zaoblené části může být písmeno N, které poukazuje na barevné značení podle nové normy. Písmeno N bylo používáno pouze v tzv. přechodném období v roce 2008. Pokud je válcová část označena bílou barvou, jde o značení plynů sloužících pro inhalaci a medicínální použití. Na válcové části tlakových lahví u ostatních plynů, může být ponechána původní barva, barva šedá nebo stejná barva, jakou je označena horní zaoblená část. Má-li plyn nebo plynná směs dvě nebezpečné vlastnosti, musí být v horní části zaoblení tlakové láhve zbarvena podle hlavního nebezpečí a dolní část zaoblení podle vedlejšího nebezpečí. Barevné značení je tedy následující: hořlavé plyny – červené; jedovaté a žíravé – žluté; oxidační – světle modré a inertní plyny – barva zelená. Rozdílně od barevného systému zvláštními barvami musí být označeny lahve: acetylén, kyslík, oxid dusný, argon, dusík, oxid uhličitý, helium a lahve na medicínální a inhalační plynné směsi obsahující kyslík (Janura, 2015).



Obrázek 13 - Čisté plyny a směsi pro medicínální účely (Rogowski, 2014).



Obrázek 14 - Zvláštní plyny (Rogowski, 2014).

4 NEBEZPEČNÉ LÁTKY

Chemické látky jsou látky (přírodní nebo syntetické), které svými chemickými, fyzikálními, biologickými a toxikologickými vlastnostmi mohou způsobit nebo způsobí ohrožení zdraví, života, majetku nebo životního prostředí (Polívka, Mika a Sabol, 2017, s. 9).

Nebezpečné látky lze rozdělit:

- podle skupenství: pevné, kapalné, plynné,
- podle úpravy pro dopravu skladování nebo používání: stlačený plyn, rozpuštěný plyn, zkapalněný plyn, koloidní roztok, tavenina, granulát apod.,
- podle hořlavosti: nehořlavé, hořlavé, lehce zápalné,
- podle explozivního účinku: výbušninu, trhavinu, třaskavinu,
- podle chemické reakce: zásadu, kyselinu, oxidační činidlo,
- podle účinku na lidský organismus: dusivé, dráždivé, žíravé, jedovaté, nervově paralytické, prudce jedovaté, infekční, radiační (Blažek, 2012, s. 53-54).

4.1 Chlor

Za normálních teplot a tlaku je chlor žlutozelený, štiplavě páchnoucí jedovatý plyn. Tvoří dvouatomové molekuly (Cl_2), z toho plyne že molární hmotnost této molekuly chloru je 71 g/mol, a proto je 2,5krát těžší než vzduch. Má bělicí účinky a je velmi reaktivní, nejčastěji tvoří sloučeniny s oxidačním číslem -I, ale vystupuje i v dalších oxidačních stavech. V kapalném stavu má vysoce korozivní účinky. Při teplotách pod 10 °C tvoří tuhé hydráty. Vody zbavený chlor je skladován v ocelových zásobnících v kapalném stavu. Nicméně doprava a skladování chloru jsou poměrně náročné, proto je cca 85 % produkce spotřebováváno v místě výroby (Lhotka, 2012, s. 123).

Využití

Chlór je hojně využívaná látka, využívá se především na výrobu kyseliny chlorovodíkové, PVC, polykarbonátů, epoxidových pryskyřic, chlorovaných rozpouštědel. Dále také ovšem jako chlorační činidlo při výrobě velké řady anorganických i organických sloučenin. Díky bělicím účinkům se používá jako bělicí činidlo a neposlední řadě ke sterilizaci vody (Sedmidubský, 2011, s. 50).

K ničení choroboplodných zárodků v chlorované vodě nedochází přímým působením chloru, ale vlivem volného kyslíku (atomární kyslík), který vzniká rozkladem kyseliny chlorné (HClO), vzniklé rozpouštěním chloru ve vodě (Sedmidubský, 2011, s. 50).

Působení na člověka

Je známo, že chlor se vyznačuje nežádoucími účinky, které se zdatně podepisují jak na dýchacích cestách, tak i na sliznici a očích. Tento plyn může člověk rozeznat již při nepatrné koncentraci. Za toxický jej lze prakticky pokládat v momentě, kdy jeho koncentrace vystoupá nad 1 ppm. V těchto případech se u otráveného jedince objevují následující příznaky: pálení očí, neúměrné slzení, nepříjemné dráždění nosní sliznice a bolesti hlavy. Standardně jej může potrápiti také kašel nebo problémy s dýcháním (Symptomy.cz, 2017).

Vyšší koncentrace chloru vyvolávají vzápětí podráždění dutiny nosní a hltanu. Lidé pociťují prudkou bolest na prsou a zvrací. Jasným příznakem otravy chlorem je i silný dráždivý kašel. Intoxikace tímto plynem se také projevuje zvýšenou tepovou frekvencí a vyšším krevním tlakem. Tento stav hned na to vystřídá náhlý pokles krevního tlaku. Člověku pak hrozí srdeční selhání. Klidně může mít i poruchu srdečního rytmu. Na první dotek je jeho kůže studená, bledá, vlhká a opocená. Dostane-li se tato látka do kontaktu s pokožkou, pak se na ní objeví vystouplá zarudlá místa. Vyrážky neskutečně pálí a svědí. Tento kožní problém se vyskytuje, buď v zasažené oblasti, anebo po celém těle. U silnějších otrav vyskočí na kůži nevzhledné puchýře. Při delším pobytu v prostorách kontaminovaných tímto plynem hrozí lidem velké nebezpečí. Může u nich dojít k propuknutí nemoci, jako je například rakovina močového měchýře či tlustého střeva. Jistá koncentrace chloru způsobuje ireverzibilní změny na houbovitém šedorůžovém orgánu, jež svým vzhledem velmi připomíná osobitý tvar křídel. Chlor zasahuje také jazyk a oči. Tyto projevy jsou velmi bolestivé. Za této situace již jedinci nezbývá moc času. Smrt pak u něj nastává záhy (Symptomy.cz, 2017).

4.2 Obaly s chlorem

Pro úpravny pitné vody se používají na balení chloru tlakové ocelové sudy s obsahem 500, 600 nebo 1000 kg. Pro malé úpravny veřejné bazény, koupaliště a aquaparky se používají tlakové ocelové láhve s obsahem 45, 60 nebo 65 kg (Eršil, 2009).

Chlorové lahve 45 kg:

- dříve nejrozšířenější chlorové lahve,
- obsah 45 kg kapalného chloru,
- stáří lahví 20 až 55 let,
- silnostěnné lahve, bežešvé tažené za studena,
- výška lahve cca 1,8 m,
- váha prázdné lahve cca 55 kg (Eršil, 2009).

Chlorové lahve 60 kg:

- novější velmi málo rozšířené chlorové lahve,
- obsah 60 kg kapalného chloru,
- stáří lahví 15 až 20 let,
- tenkostěnné lahve svařované,
- výška lahve cca 1,5 m,
- váha prázdné lahve cca 37 kg (Eršil, 2009).

Chlorové lahve 65 kg:

- nejnovější chlorové lahve,
- obsah 65 kg kapalného chloru,
- stáří používaných lahví v ČR do 15 let,
- tenkostěnné lahve svařované,
- výška lahve 1,1 m,
- průměr láhve 0,267 m,
- objem 54 l,
- prázdné lahve cca 28 kg (Eršil, 2009).

Při tvorbě scénáře, v praktické části, byly použity chlorové láhve s hmotností 65 kg.

5 SOFTWAREVÉ MODELOVACÍ NÁSTROJE

V dnešní době je již většina modelů dostupná v softwarové podobě. Všechny softwarové aplikace jsou postaveny na základních typech modelů úniku a rozptylových modelů, respektive na jejich fyzikálních rovnicích. Využití výpočetní techniky může uplatnění daného modelu v praxi výrazně rozšířit, a to na základě empirických zkušeností přenesených do příslušných algoritmů. Stejně tak ale nemusí být způsob zpracování algoritmů a jejich provázanost správná nebo uživatelské rozhraní přehledné. V takových případech může dojít k paradoxní situaci, kdy jednotlivé SW nástroje generují za stejných podmínek odlišné výstupy (Skřehot, 2009, s. 147).

Podle zkušeností s využíváním jednotlivých modelů lze modely rozdělit na:

- preferované modely:
 - jsou velmi snadno dostupné,
 - v praxi se používají nejčastěji,
 - mají však řadu omezených funkcí a nepřesností,
- doporučené modely:
 - jsou schopny do výpočtu zahrnout další vstupní data, a proto jsou tedy přesnější,
 - avšak na úkor velkého množství vstupních údajů jsou tedy složité a vyžadují zakoupení uživatelské licence.

Obecné dělení SW nástrojů:

- Screeningové modely.
- Jednoduché modely.
- Pokročilé modely.
- Specializované modely.

Screeningové a jednoduché modely

Tyto modely nevyžadují mnoho vstupních údajů, poskytují konzervativní výsledky tedy mírně nadhodnocují (Skřehot, 2009, s. 147-148).

Je to zdůvodněno především tím, že modely slouží pro rychlou aplikaci v terénu, kdy s ohledem na časové dispozice a možnosti uživatele není možné získat vstupní data (povětrnostní situaci). Tyto modely se proto musí spokojit pouze s odhady rychlosti větru, vlhkosti, stability atmosféry apod (Skřehot, 2009, s. 148).

Pokročilé modely

Často požadují kromě výkonného počítače také další externí digitální pracovní stanice. Modely totiž vyžadují rozsáhlá meteorologická data a data o koncentraci emisí, která získávají ze sítě externích stanic rozmístěných nad inkriminovanou oblastí. Modely také vyžadují informace o terénu, rozmístění překážek a jejich velikost. Do zástupců tohoto typu modelů lze zařadit ISC3, AERMOD, ALOHA, SAVE II, ADMS, (Skřehot, 2009, s. 148).

Specializované modely

Jsou často užívané pro předpověď rozptylu zvláštních materiálů či nebezpečných nákladů, jako jsou bojové chemické látky či biologické zbraně. Modely vyžadují zadávat hodnoty mnoha termodynamických veličin a podrobná meteorologická data. Do zástupců lze zařadit model SLAB či DEGADIS (Skřehot, 2009, s. 148).

Aby bylo možné různé softwarové nástroje vzájemně porovnávat, bylo derivováno 13 základních posuzovacích kritérií, které je možné využít i před samotným výběrem příslušného SW nástroje (Skřehot, 2009, s. 148).

Kritéria:

- uživatelská připravenost a vhodně navržené rozhraní (sdělovače, ovladače, barvy),
- požadavky na hardwarovou podporu,
- nároky na znalosti a dovednosti uživatele,
- cena SW nástroje a požadavky na další výdaje (např. přidružené instalace, výcvikové kurzy, manuály apod.),
- míra využitelnosti nástroje a schopnost modelovat daný rozptyl/znečištění,
- rozsah požadovaných vstupních údajů,
- schopnost modelu počítat ztrátu znečišťující látky mokrou a suchou depozicí,
- schopnost modelu zahrnout do výpočtů také příslušné chemické procesy probíhající v atmosféře (Skřehot, 2009, s. 148-149).

- schopnost modelu počítat různě dlouhé trvání úniku (jak časově krátké, tak i dlouhodobé úniky),
- velikost území, pro které model dokáže počítat koncentrace znečišťující látky (jako minimum se uvádí vzdálenost 1 až 5 km od zdroje),
- schopnost modelu zahrnout do výpočtu vliv charakteru okolního terénu (stavby, les, volnou krajinu apod.),
- formát výstupních informací, jejich srozumitelnost použitelnost pro případné další využití,
- rating modelu, zkušenosti s jejich použitím apod. (Skřehot, 2009, s. 149).

5.1 Teroristický expert

Softwarový nástroj teroristický expert známý pod pojmem TerEx, slouží pro rychlý odhad dopadů a následků působení nebezpečných látek nebo výbušných systémů, zejména při jejich zneužití. Nástroj je vytvořen s návazností na nástroj GIS. TerEx byl předurčen pro operativní použití jednotkami IZS během zásahu pro rychlé určení rozsahu ohrožení a realizaci následných opatření ochrany obyvatel. Nástroj poskytuje výsledky i při nedostatku přesných vstupních informací. Výsledky výpočtu jsou uspořádány poměrně jednoduše a srozumitelně, takže usnadňují rychlé rozhodování. Při samotném modelování je kromě výběru příslušné látky nutné zadat vstupní údaje a požadovaný model. Předpověď dopadů a následků je založena na konzervativní prognóze. V praxi to znamená, že výsledky odpovídají takovým podmínkám, při kterých dojde k maximálním možným dopadům a následkům na okolí (nejhorší varianta) (Skřehot, 2009, s. 155-157; T-SOFT, c2017).

Vstupní údaje pro TerEx jsou:

- celkové množství uniklé látky,
- střední rychlost větru v přízemní vrstvě,
- teplota vzduchu,
- typ převažujícího povrchu v prostoru potenciálního šíření oblaku,
- oblačná pokrývka v procentech,
- doba vzniku a průběh havárie (den, noc, roční doba) (T-SOFT, c2017).

Základní modely v TerExu jsou:

- BLEVE – ohrožení nádrže plošným požárem,
- DIOXIN – jednorázový únik dioxinu (tabelární model),
- EXPLOSIVE – nástražný výbušný systém,
- JET FIRE – déletrvající masivní únik plynu se zahořením,
- PLUME:
 - déletrvající únik plynu do oblaku,
 - déletrvající únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku,
 - pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku,
- POISON – otravná látka (tabelární model),
- POOL FIRE – hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny,
- PUFF:
 - jednorázový únik plynu do oblaku,
 - jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku,
- SPREAD – šíření prachových částic,
- SPREAD EXPLOS – šíření prachových částic explozí (T-SOFT, c2017).

5.2 Softwarová sada CAMEO

Softwarový nástroj ALOHA je součástí softwarové sady CAMEO. Sada CAMEO je soubor aplikací používaný k plánování mimořádné události v souvislosti s únikem nebezpečné látky. Softwarová sada byla vyvinuta Agenturou pro ochranu životního prostředí Spojených států (EPA) a Národním úřadem pro oceán a atmosféru (NOAA). Důvod vyvinutí bylo uznání Agenturou pro ochranu životního prostředí, že pracovníkům v nouzových situacích často brání nedostatek přesných informací o nebezpečných látkách. Navíc nouzovým plánovačům chyběl nástroj pro ukládání a snadné použití informací, které jsou pro nouzové plánování nezbytné (EPA, 2016).

Softwarová sada CAMEO obsahuje:

- CAMEO Data Manager, nástroj pro správu databází a informací,
- CAMEO Chemicals, datové listy chemických reakcí a nástroj pro predikci reaktivity,
- MARPLOT, mapovací aplikace pro reakce, plánování a místní provozní úkoly,
- ALOHA, prostorová umístění nebezpečných atmosfér.

Celý balíček CAMEO nebo některý z nástrojů lze snadno stáhnout v demo verzi na stránkách Agentury pro ochranu životního prostředí Spojených států (EPA, 2016).

ALOHA

Nástroj ALOHA, patřící mezi pokročilé modely, je považován za komplexní nástroj zaměřený na řešení specifických problémů spojených s rozptylem látek na malé vzdálenosti. Většina uživatelů od samého počátku vývoje nástroje pozitivně hodnotila, že ALOHA požaduje pouze takové vstupní údaje, které jsou buď snadno dostupné, anebo které lze odhadnout na základě znalostí o průběhu charakteru události. Tyto závěry lze jednoznačně potvrdit i na základě zkušeností získaných při použití tohoto nástroje při řešení nejrůznějších analýz rizik. Kromě přívětivého uživatelského rozhraní a dobře zpracované uživatelské příručky lze velmi dobře ohodnotit i kvalitu získaných výstupů. Jednak způsob, jakým jsou výsledky uživateli předloženy, tak i kvalitu vypočtených dat. To lze velmi dobře potvrdit i výpočty pro událost v Bhópálu, pro kterou právě ALOHA poskytla nejpřesnější a nejobsáhlejší výsledky. Z tohoto důvodu jsou často pro hodnocení výsledků z modelování rozptylu toxických plynů použity výstupy z nástroje ALOHA jako referenční hodnoty. Určitou nevýhodou nástroje je z uživatelského hlediska pouze to, že volně přístupná verze neumožňuje provádět export grafických výstupů do mapového podkladu (Skřehot, 2009, s. 161–162).

6 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM

Pojem integrovaný záchranný systém byl poprvé zaveden v souvislosti s vydáním zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému. Zákon vymezuje základní pojmy, složky integrovaného záchranného systému a jejich působnost, stanoví působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů samosprávy, práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na mimořádné události, při záchranných a likvidačních pracích a při ochraně obyvatelstva před a po dobu vyhlášení krizových stavů (Vilášek, 2014, s. 11).

Samotný pojem je třeba chápat jako koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací. Dále se setkáváme v zákoně o IZS s pojmy jako: mimořádná událost, záchranné práce, likvidační práce, ochrana obyvatelstva apod. Pojmy lze definovat následovně:

- **mimořádná událost** – škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činnostmi člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací,
- **záchranné práce** – činnost k odvrácení nebo omezení bezprostředního působení rizik vzniklých mimořádnou událostí, zejména ve vztahu k ohrožení života, zdraví, majetku nebo životního prostředí, a vedoucí k přerušení jejich příčin,
- **likvidační práce** – činnosti k odstranění následků způsobených mimořádnou událostí,
- **ochrana obyvatelstva** – plnění úkolů civilní ochrany, zejména varování, evakuace, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva a další opatření k zabezpečení ochrany jeho života, zdraví a majetku (Vilášek, 2014, s. 11-12).

Integrovaný záchranný systém se použije v přípravě na mimořádné události a při potřebě provádět současně záchranné a likvidační práce dvěma a více složkami IZS. Podílí se tedy na přípravě na mimořádné události, záchranně a likvidaci včetně dalších úkolů ochrany obyvatelstva (varování, evakuace, ukrytí a nouzové přežití) a tím z hlediska jeho působnosti překrývá celý rozsah ochrany obyvatelstva v užším smyslu (Vilášek, 2014, s. 12).

6.1 Struktura a úroveň

Integrovaný záchranný systém v současné podobě je právně vymezený, otevřený systém koordinace a spolupráce. V zákoně o integrovaném záchranném systému jsou stanoveny

základní a ostatní složky IZS, které jsou předurčeny k likvidaci mimořádných událostí, přírodních a antropogenních katastrof. Základní složky IZS fungují nepřetržitě a ostatní složky IZS fungují na požádání (Vilášek, 2014, s. 12).

Základní složky IZS:

- Hasičský záchranný sbor ČR,
- jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany,
- poskytovatelé zdravotnické záchranné služby,
- Policie ČR.

Ostatní složky IZS:

- vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil,
- ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory,
- ostatní záchranné sbory,
- orgány ochrany veřejného zdraví,
- havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby,
- zařízení civilní ochrany,
- neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím (Vilášek, 2014, s. 12-13).

Když zasahuje IZS, znamená to, že se na místě mimořádné události sejdou dvě a více složek IZS a je třeba společně řešit vzniklou situaci. Způsob řízení záchranných a likvidačních prací závisí především na druhu a rozsahu mimořádné události a také na počtu a druhu složek, podílejících se na těchto pracích (Vilášek, 2014, s. 13).

Obecně lze rozdělit způsob řízení do tří úrovní:

- **taktické**, je to především řízení velitelem zásahu v místě zásahu,
- **operační**, řízení především spojené s činností v operačních střediscích,
- **strategické**, při tomto druhu řízení se do záchranných a likvidačních prací angažují starosta obecního úřadu s rozšířenou působností, hejtman kraje nebo Ministerstvo vnitra (Vilášek, 2014, s. 13-14).

6.2 Zásah s únikem chloru

Při mimořádné události s únikem chloru, bude především prvním zasahujícím nejbližší místní JPO, která provede základní soubor taktických postupů a opatření dle Bojového řádu jednotek požární ochrany dle metodického listu 16 - únik chloru. Obsahem listu je charakteristika chloru, postupy činností a očekávané zvláštnosti. V části charakteristika jsou uvedeny fyzikálně-chemické vlastnosti chloru a poskytnutí první pomoci při zasažení. Mezi úkony první pomoci patří:

- vyvést postiženého z místa zasažení a zajistit přívod čerstvého vzduchu,
- uložit do stabilizované polohy a zabránit prochladnutí,
- v případě potřeby zahájit podporu dýchání (křísící přístroj),
- z důvodu možnosti intoxikace záchránce neprovádět dýchání z úst do úst,
- při potřísnění zkapalněným plynem nebo vodným roztokem chloru svléct oděv,
- při svlékání kontaminovaných částí oděvu minimalizovat riziko nadýchání,
- potřísněná místa důkladně oplachovat vodou (15 min),
- předat postiženého k lékařskému ošetření (Bojový řád jednotek požární ochrany, 2018).

Dílčí závěr

Byla zpracována teoretická část, která pojednávala o haváriích (českých i zahraničních). Byly zde uvedeny právní předpisy vztahující se k přepravě NL. Zejména dohoda ADR, nařízení CLP, nařízení REACH a chemický zákon. Zmíněny byly nebezpečné látky konkrétněji pak chlor. Poslední dvě kapitoly pojednávají o softwarových modelovacích nástrojích a o IZS jako prostředku pro řešení a likvidaci havárií.

7 CÍLE PRÁCE A POUŽITÉ METODY

Hlavní cíl

Hlavním cílem bakalářské práce je na základě zpracované případové studie havárie s únikem nebezpečné látky, pomocí softwarových nástrojů, navrhnout opatření ke zlepšení situace k problematice řešení havárie s únikem NL.

Ke splnění hlavního cíle byly stanoveny následující dílčí cíle:

- Vypracovat teoretickou část práce týkající se oblasti modelování havárie s únikem NL.
- Vypracovat případové studie v softwarových nástrojích TerEx a ALOHA, vymodelovat havárie a vyhodnotit výsledky úniku NL.
- Porovnat výsledky softwarových nástrojů ALOHA a TerEx.
- Zpracovat dotazníkové šetření na téma chování v případě havárie s únikem NL.

Ke splnění hlavního a dílčích cílů byly použity metody:

- **Komparace** je český ekvivalent latinského slova „comparare“, jehož význam je srovnávat. Na základě srovnání lze vyvozovat závěry o vlastnostech objektů nebo procesů. Předpokladem komparace je přesnost předcházejících metod, tedy pozorování, deskripce a klasifikace. Komparace je základní metodou hodnocení a srovnávací metody lze využít při získávání poznatků.
- **Modelování** je zjednodušený obraz skutečnosti. Je to aplikace různých modelů na řešení problematiky. V této práci používáme modelování v softwarových nástrojích.
- **Dotazníkové šetření** bylo provedeno do 100 respondentů.

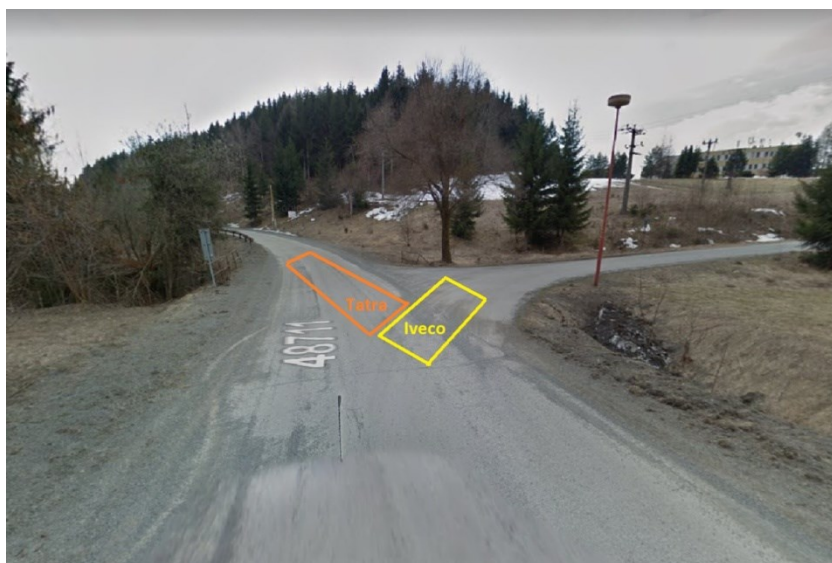
II. PRAKTICKÁ ČÁST

8 SCÉNÁŘ HAVÁRIE

Dne 1. 5. 2021 v 10:15 hod. v městě Karolinka došlo v křižovatce, tvořící ulice Vodárenská a silnice 48711, k dopravní nehodě dodávky Iveco Daily a nákladního vozu Tatra Phoenix s návěsem plným dřeva (kládovka). Dodávka Iveco Daily převážela 4 tlakové láhve s chlorem do nedaleké úpravny vod. Při srážce automobilů dochází k poškození jedné 65 kg tlakové láhve a dochází k úniku. Řidič dodávky je v bezvědomí a řidič Tatry je bez zranění. Během nehody nedošlo k úniku pohonných hmot. Příčinou dopravní nehody byla přetíženost návěsu, překročení rychlosti táhlým klesáním do města a špatná viditelnost řidiče nákladního vozu Tatra. Špatná viditelnost je dána vysokým vzrůstem stromů, přes které nejde vidět, kdo vjíždí do křižovatky. Mimořádnou událost ohlásil na tísňovou linku 112 řidič nákladního automobilu Tatra. Místo havárie (49.349718N, 18.231143E) se nachází nedaleko místního kostela, velké oblasti bytových domů a základní školy.



Obrázek 15 - Místo havárie (Ulice Vodárenská, 2021).



Obrázek 16 – Srážka vozidel (Ulice Vodárenská, 2021).

8.1 Lokalita

Město Karolinka leží ve Zlínském kraji, okrese Vsetín, 18 km východně od města Vsetína. Karolinka přímo sousedí (spojené silnicí 487) s městysem Nový Hrozenkov, obcí Velké Karlovice a nepřímo (sousedí katastrálně) pak s obcí Hutisko-Solanec a obcí Valašská Bystřice. Rozlohu města tvoří 4215 ha, na kterých žije 2529 obyvatel (1.1.2020).

Díky své zajímavé historii spojené se sklářskou výrobou, především spojené se jménem Salomon Reich, je město velmi hledanou destinací pro turisty. Ale také se zde nachází vodní nádrž Stanovnice a nádherná příroda okolo. Vzhledem k těmto zásadním informacím je nutno v případě plošné evakuace počítat i s hojným počtem turistů (*Karolinka*, 2021).

Iveco Daily

Konkrétně v této mimořádné události se jedná o užitkovou dodávku Iveco Daily typu 35C18. Dodávka má naftový motor o objemu 2998 cm³, provozní hmotnost 2,4 t, užitečnou hmotnost 1,1 t, objem nádrže 70 l. Rozměry vozidla jsou 7012 mm délka, 1996 mm šířka, 2955 mm výška (*Iveco Daily*, 2007).



Obrázek 17 - Iveco Daily (*Iveco Daily*, 2007).

Tatra

Konkrétně v této mimořádné události se jedná o nákladní automobil české značky Tatra Phoenix s návěsem NPD 35. Automobil je provedení 6x6, výkonem 300 kW, pohotovostní hmotnosti 9800 kg, objem nádrže 300 l, objem nádrže na AdBlue 45 l (Pavlůšek, 2012).

Parametry návěsu NPD 35 jsou celková hmotnost 27,7 t; pohotovostní hmotnost 7,3 t; maximální rychlost 80 km/h (*Návěs NPD 35*, c2021).

8.2 Údaje při vzniku havárie

Základní údaje:

- země: Česká republika,
- město: Karolinka,
- ulice: Vodárenská,
- datum: 1. 5. 2021,
- čas: 10:15 hod.,
- souřadnice: 49.349718 N, 18.231143 E,
- nadmořská výška: 483 m n. m.,
- druh události: dopravní nehoda s únikem nebezpečné látky,
- uniklá látka: chlor (poškozená tlaková láhev).

Meteorologické údaje při vzniku havárie:

- směr větru: sever,
- rychlost větru: 4 m/s,
- přízemní teplota vzduchu: 19 °C,
- relativní vlhkost vzduchu: 80 %,
- pokrytí oblohy oblačností: 4/10,
- třída stability atmosféry: D.

Všechny meteorologické údaje jsou totožné jako v minulém roce (1. 5. 2020).

Množství nebezpečných látek:

- chlor v tlakových lahvích: 260 kg (4x65 kg),
- nafta: 370 l,
 - Tatra Phoenix: 300 l,
 - Iveco Daily: 70 l,
- AdBlue: 45 l.

8.3 Scénář Řešení

Tabulka 3 - Scénář řešení (Barta, 2012, s. 9-10).

Pořadí	Název činnosti / opatření	Charakteristika činnosti / opatření	Provádí	Poznámka	
1	Přijetí hlášení o události	Dne 1. května v 10:17 hod. bylo přijato hlášení o dopravní nehodě 2 automobilů v ulici Vodárenská v Karolince. Došlo ke srážce dodávky a nákladního automobilu, řidič dodávky je v bezvědomí. Dodávka převážela tlakové láhve s chlorem, při srážce došlo k poškození jedné z tlakových lahví.	Operační informační středisko HZS Zlínského kraje	Událost ohlásil řidič nákladního automobilu.	
2	Aktivace zasahující jednotky	Aktivace zasahující jednotky v rámci vyhlášení I. stupně poplachu dle požárního poplachového plánu Zlínského kraje.	Operační informační středisko HZS Zlínského kraje	PČR ÚO Vsetín, ZZS Zlínského kraje, JPO Karolinka, JPO Halenkov, JPO Nový Hrozenkov	
3	a	Zhodnocení situace v místě havárie	Došlo ke srážce nákladního automobilu Tatra Phoenix a dodávky Iveco Daily. Přízemní teplota vzduchu je 19 °C, vítr fouká ze severu o rychlosti 4 m/s, relativní vlhkost vzduchu 80 %, oblačnost 4/10, stabilita atmosféry D, nadmořská výška je 483 m n. m. Ze slisované dodávky uniká chlor. K úniku pohonných hmot nedošlo. Řidič dodávky Iveco Daily je v bezvědomí. Vyhlášení II. stupně poplachu.	První zasahující jednotka na místě zásahu dle požárního poplachového plánu Zlínského kraje	JPO Karolinka

Tabulka 4 - Scénář řešení (Barta, 2012, s. 9-10).

Pořadí		Název činnosti / opatření	Charakteristika činnosti / opatření	Provádí	Poznámka
3	b	Zamezení šíření nebezpečných látek	Jednotka se převlíká do ochranných protichemických obleků a pomocí těsnících vaků zabezpečuje tlakovou láhev (Popřípadě mokrý kus látky, který na tlakové lahvi přimrzne.).	První zasahující jednotka na místě zásahu dle požárního poplachového plánu Zlínského kraje	Čas, kdy je únik chloru zastaven je 10:27 hod.
3	c	Průzkum aktuální situace v místě havárie	Předání zjištěných informací o havárii na operační středisko Zlínského kraje z důvodu potřeby vyhodnocení možného šíření uniklé nebezpečné látky.	První zasahující jednotka na místě zásahu dle požárního poplachového plánu Zlínského kraje	Pokud je na místě víc jednotek velí jednotka s právem přednostního velení.
4		Předání informace o havárii	Na základě výsledků průzkumu a následného zhodnocení situace jsou předány informace o havárii ostatním dotčeným subjektům. Vyhlášení III. stupně poplachu.	Operační informační středisko HZS Zlínského kraje	
5		Varování obyvatelstva v okolí havárie	Varování obyvatelstva zasaženého havárií a okolí havárie.	Operační informační středisko HZS Zlínského kraje	
6		Řešení vzniklé havárie	Soubor opatření vedoucí k zmírnění a likvidaci následků a dopadů havárie.	Všichni účastníci havárie	

Tabulka 5 - Scénář řešení (Barta, 2012, s. 9-10).

Pořadí	Název činnosti / opatření	Charakteristika činnosti / opatření	Provádí	Poznámka
7	a	Vypočítání	Pro vyhodnocení byl použit SW nástroj TerEx, do kterého byly zaneseny všechna potřebná data.	Operační informační středisko HZS Zlínského kraje
7	b	Vyhodnocení dosahu oblaku (šíření) nebezpečné látky	Po vyhodnocení v SW nástroji TerEx byly přijaty nezbytné bezpečnostní opatření.	
8		Ukončení řešení havárie	Ukončení činností přímo souvisejících s řešením havárie.	Zasahující jednotky požární ochrany
9		Obnovení postiženého území	Obnovení postiženého (poškozeného) území následky havárie.	Dotčení, subjekty

Poznámky

Velitel zásahu nebo operační a informační středisko vyhláší určitý stupeň poplachu (dle situace), tyto stupně poplachu jsou definovány ve vyhlášce Ministerstva vnitra č. 328/2001 Sb. o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému. Kde podmínky pro vyhlášení těchto stupňů jsou v hlavě čtvrté v paragrafech 21 až 24. Podmínky pro vyhlášení stupňů jsou následující:

- **První stupeň poplachu** je vyhlášen v případě, jsou-li ohroženy jednotlivé osoby, jednotlivý objekt nebo plocha území do 500 m².
- **Druhý stupeň poplachu** je vyhlášen v případě, je-li ohroženo nejvýše 100 osob, jednotlivý objekt nebo plocha území do 10000 m².
- **Třetí stupeň poplachu** je vyhlášen v případě, je-li ohroženo 100 až 1000 osob, jednotlivý objekt nebo plocha území do 1 km².
- **Zvláštní stupeň poplachu** je vyhlášen v případě, je-li ohroženo více jak 1000 osob, jednotlivý objekt nebo plocha území nad 1 km² (Česko, 2001).

9 MODELOVÁNÍ V NÁSTROJI ALOHA

Softwarový nástroj ALOHA je součástí softwarového balíčku CAMEO. Tento americký SW nástroj slouží k modelování rizik. Umožňuje zadat podrobnosti o skutečném nebo potenciálním uvolňování chemikálií a poté vygeneruje odhady zón ohrožení pro různé typy nebezpečí. ALOHA může modelovat mraky toxických plynů, mraky hořlavých plynů, BLEVE (exploze výparů vroucí kapaliny), tryskové požáry, požáry bazénů a exploze oblaků par. Odhady zóny ohrožení v SW nástroji ALOHA lze přenést do mapového nástroje, také ze sady CAMEO, MARPLOT. Všechny softwarové nástroje sady CAMEO (demo verze): CAMEO Data Manager, CAMEO Chemicals, MARPLOT, ALOHA, lze snadno stáhnout na stránkách EPA (EPA, 2016).

Vstupní údaje pro práci v SW nástroji ALOHA

Základní data:

- místo: ulice Vodárenská, Karolinka, Česká republika,
- datum: 1. 5. 2021,
- čas: 10:15 hod.,
- nadmořská výška: 483 m n. m.,
- stupeň výměny vzduchu v budovách: 2,
- GPS souřadnice: 49.349718 N, 18.231143 E,
- časové pásmo (GMT): -2.

Chemická data:

- chlor.

Meteorologická data:

- směr větru: sever,
- rychlost větru: 4 m/s,
- výška měření: 2 m,
- typ povrchu: město/les,
- oblačnost: 4 z 10,
- teplota vzduchu: 19 °C,

- třída stability atmosféry: D,
- inverze: neprobíhá,
- relativní vlhkost vzduchu: 80 %.

Data o zdroji:

- přímý únik (direct),
- dlouhotrvající,
- doba úniku: 12 minut,
- tok nebezpečné látky: 3,25 kg/min,
- výška úniku 0,4 m (ale u chloru není důležitá).

Data k vymezení zón:

- červená zóna: AEGL-3,
- oranžová zóna: AEGL-2,
- žlutá zóna: AEGL-1.

9.1 Práce v nástroji ALOHA

Po stažení a následné instalaci SW nástroje ALOHA lze přejít k samotnému modelování. Nejprve je třeba zadat základní data (site data), zde se zadává lokace, nadmořská výška, GPS souřadnice, časové pásmo, typ zasažených budov, čas a datum události. Po zadání základních dat zadáváme chemická data (chemical data). Stačí pouze jen nalézt a zvolit vybraný druh látky nebo směsi a všechny potřebná chemická data se vyplní sama. Další jsou data meteorologická (atmospheric data), zde se vyplňuje rychlost větru, směr větru, výška měření, typ povrchu, oblačnost, teplota vzduchu, třída stability atmosféry, vlhkost vzduchu a případná inverze. Poslední fází je zadání zdroje úniku, ty jsou čtyři:

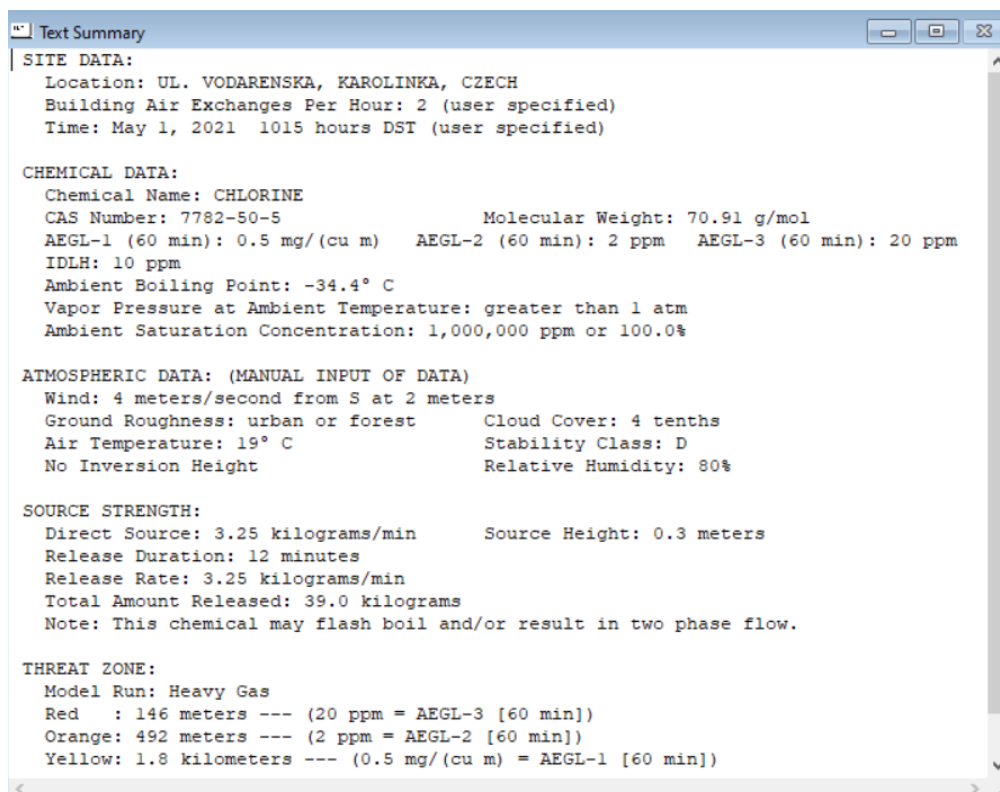
- přímý únik (direct),
- louže (puddle),
- nádrž (tank),
- produktovod (gas pipeline).

Po výběru zdroje vás SW nástroj navádí, pro scénář v této práci použijeme přímý únik (direct). Po výběru této varianty vybereme, v jakých hmotnostních nebo objemových jednotkách budeme množství zadávat. Dále zadáme, zda se jedná o jednorázový únik nebo o déletrvající. V našem případě došlo k poškození jedné 65 kg tlakové láhve, a proto zadáme únik déletrvající. Doplníme unikající množství a dobu úniku, a nakonec výšku z které nebezpečná látka uniká. Po zadání tohoto údaje jsou všechny údaje zaznamenány v textovém souboru. Je už jen potřeba zvolit položku zobrazit (display) a zvolit nebezpečnou zónu (threat zone). Po zvolení zadáme úrovně (LOC), v jakých jednotlivé zóny chceme.

Typy úrovní jsou:

- AEGL (Acute Exposure Guideline Levels),
- ERPG (Emergency Response Planning Guidelines),
- PAC (Protective Action Criteria for Chemicals),
- IDLH limit (Immediately Dangerous to Life and Health limits).

Po vybrání příslušných úrovní se vše zaznamená do textového souboru. Lze tedy pokračovat do systému MARPLOT, sloužícímu k zanesení modelu do mapových podkladů.



```
Text Summary
SITE DATA:
Location: UL. VODARENSKA, KAROLINKA, CZECH
Building Air Exchanges Per Hour: 2 (user specified)
Time: May 1, 2021 1015 hours DST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: CHLORINE
CAS Number: 7782-50-5 Molecular Weight: 70.91 g/mol
AEGL-1 (60 min): 0.5 mg/(cu m) AEGL-2 (60 min): 2 ppm AEGL-3 (60 min): 20 ppm
IDLH: 10 ppm
Ambient Boiling Point: -34.4° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 4 meters/second from S at 2 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 4 tenths
Air Temperature: 19° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 80%

SOURCE STRENGTH:
Direct Source: 3.25 kilograms/min Source Height: 0.3 meters
Release Duration: 12 minutes
Release Rate: 3.25 kilograms/min
Total Amount Released: 39.0 kilograms
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.

THREAT ZONE:
Model Run: Heavy Gas
Red : 146 meters --- (20 ppm = AEGL-3 [60 min])
Orange: 492 meters --- (2 ppm = AEGL-2 [60 min])
Yellow: 1.8 kilometers --- (0.5 mg/(cu m) = AEGL-1 [60 min])
```

Obrázek 18 - Textový soubor úniku chloru ALOHA (Vlastní).

Po přesunu do nástroje MARPLOT je potřeba zvolit správný typ mapy, najít a označit místo události. V našem případě zvolíme mapu digitální. Označení lze provést přidržetím levého tlačítka myši na místě události v mapě. Po označení místa už stačí jen kliknout na logo ALOHA a zvolit set source point a následně jsou nám do mapy zaneseny nebezpečné zóny.



Obrázek 19 - Zanesení do nástroje MARPLOT (Vlastní).

9.2 Výsledky modelování

Při zadání všech vstupních dat (údajů), SW nástroj ALOHA vymodeloval havárii. Chlor z tlakové láhve začal unikat 10:15 hod. a únik byl zastaven v čase 10:27 hod., kdy místní jednotka zatěsnila tlakovou láhev. Během 12 minut trvajícího úniku, došlo úniku 39 kilogramů chloru. Nebezpečné zóny byly vymezeny vzdáleností od místa úniku následovně: červená zóna 146 m (nebezpečná zóna), oranžová zóna 492 m (zóna ohrožení) a žlutá 1800 m (doporučený průzkum). Kromě hlavního scénáře úniku jsou vypracovány i další varianty jako 12minutový únik 2 tlakových lahví, 3 tlakových lahví a nejhorší varianta 12minutový únik 4 tlakových lahví. Všechny varianty a jejich výsledky jsou zaneseny v tabulce níže.

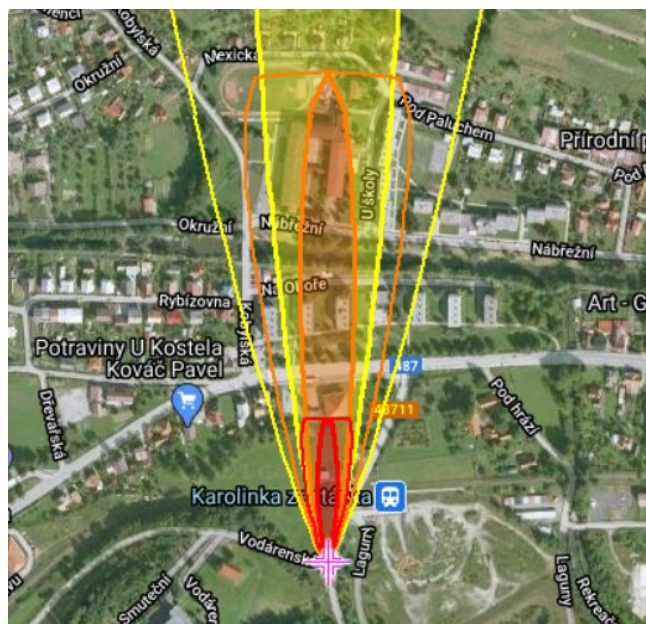
Tabulka 6 - Výsledky ALOHA (Vlastní).

Počet unikajících tlakových lahví	Uniklé množství chloru	Nebezpečná zóna do vzdálenosti	Ohrožení osob toxickou látkou	Doporučený průzkum
1	39 kg	146 m	492 m	1800 m
2	78 kg	210 m	708 m	2600 m
3	117 kg	259 m	875 m	3200 m
4	156 kg	302 m	1000 m	3700 m

Ohrožené objekty

Pro zjištění ohrožených osob je potřeba definovat zasažené domy, provozovny, ulice apod. A poté zjistit, nebo odhadnout, kolik se zde může nacházet osob. Při zapisování zasažených objektů, budeme především vypisovat ty v červené a oranžové zóně. Zasaženými objekty jsou:

- **ulice:** Mexická, Pod Paluchem, U Školy, Na Oboře, Nábřežní, Vsetínská,
 - ve zmíněných ulicích lze předpokládat pohyb **50 osob**,
- **železniční trať**,
- **bytové domy:** 3x bytové domy (Na Oboře), 4x bytové domy (U Školy),
 - bytové domy jsou konstrukčně stejné, jeden bytový dům obsahuje 16 bytů to znamená v jednom bytovém domě cca 40 osob při vynásobení 7 bytových domů získáme **280 osob**,
- **ZŠ a MŠ Karolinka**,
 - konstruována pro 500 žáků + personál a mateřská škola (**550 osob**),
- **farní kostel v Karolině**,
 - v čase havárie neprobíhá bohoslužba.



Obrázek 20 - Zasažené objekty ALOHA (Vlastní).

Po výsledném sečtení je ohroženo celkem **880 osob**. V nebezpečné zóně není žádný objekt, proto nebude potřeba plošná evakuace.

10 MODELOVÁNÍ V NÁSTROJI TEREX

Softwarový nástroj TerEx (teroristický expert) vyvinutý společností T-Soft, slouží pro rychlý odhad dopadů a následků působení nebezpečných látek nebo výbušných systémů, zejména při jejich zneužití. Při vymodelování je nástroj přizpůsoben na přenesení do mapových podkladů. Společně se softwarovým nástrojem ROZEX je nejpoužívanějším SW nástrojem v České republice. SW nástroj dokáže modelovat i při nedostatku některých informací (T-SOFT, c2017).

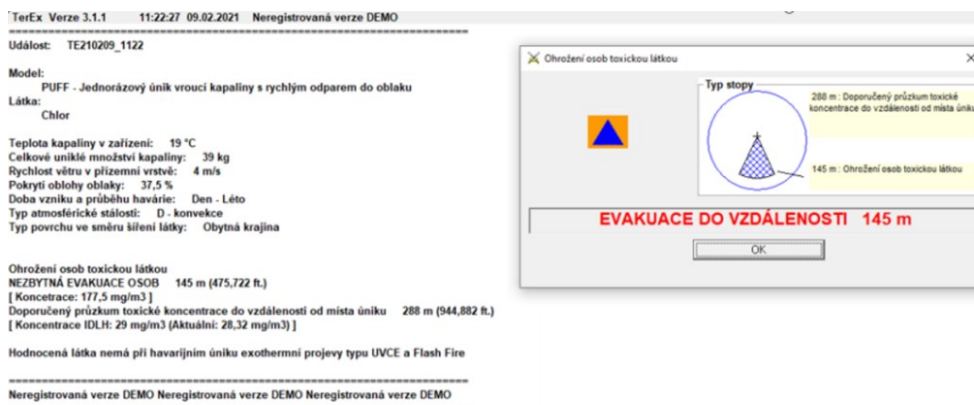
Vstupní údaje pro práci v SW nástroji TerEx

Základní data:

- látka: chlor,
- model: PUFF,
- teplota: 19 °C,
- uniklé množství: 39 kg,
- rychlost větru: 4 m/s,
- pokrytí oblohy oblaky: 37,5 %,
- doba vzniku: den – léto,
- typ povrchu ve směru šíření: obytná krajina.

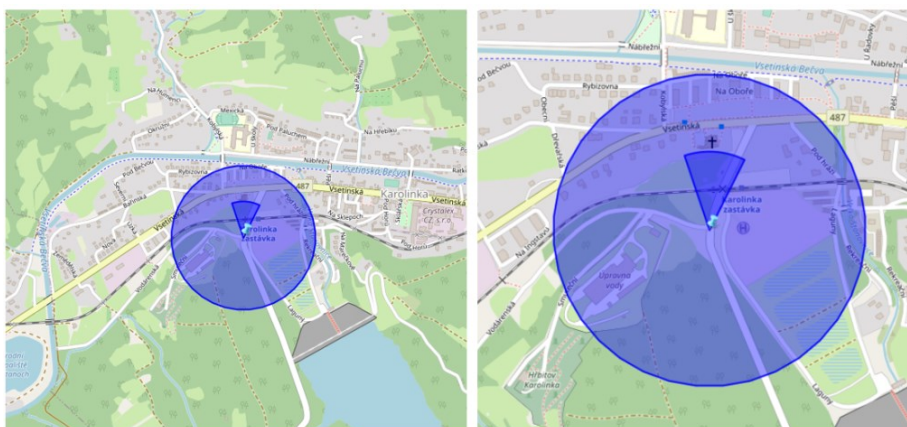
10.1 Práce v nástroji TerEx

Při otevření demo verze softwarového nástroje TerEx se zobrazí hlavní výběr s ikonami: průvodce, nebezpečné látky, havarijní modely, havarijní události, mapa, aktuální lokalita a konec. Prvním krokem je zvolení ikony nebezpečné látky, u látky je vždy napsáno skupenství a jeho UN kód, zvolíme příslušnou chemickou látku tedy chlor. Následně SW nástroj zobrazí modely úniku, zvolíme model PUFF. Po zvolení příslušného modelu se zobrazí poslední tabulka, kde je třeba zvolit typ úniku, byl zvolen jednorázový únik, protože neznáme tlak v tlakových lahvích. Dále zvolíme teplotu 19 °C, celkové uniklé množství 39 kg, rychlost větru 4 m/s, pokrytí oblohy oblaky 37,5 %, dobu vzniku den – léto a typ povrchu ve směru šíření obytná krajina. Klikneme na ikonu výpočet, následně jsou vypsány zadané údaje i údaje doplněné a vypočítané jednotlivé zóny. Některé údaje SW nástroj doplnil sám jako např. typ atmosférické stálosti (D – konvekce).



Obrázek 21 - Textový soubor úniku chloru TerEx (Vlastní).

Po výpočtu je ještě potřeba zanést vymodelované zóny do mapy. To provedeme kliknutím na ikonu mapy a je potřeba, buď ručně najít místo havárie, nebo zadat souřadnice.



Obrázek 22 - Zanesení do mapy TerEx (Vlastní).

10.2 Výsledky modelování

Při zadání všech vstupních dat (údajů), SW nástroj TerEx vymodeloval havárii. Zóna ohrožení osob toxickou látkou činí 145 m, doporučený průřez toxické koncentrace od místa úniku činí 288 m. Kromě hlavního scénáře úniku jsou vypracovány i další varianty jako únik 78 kg, 117 kg a 156 kg chloru.

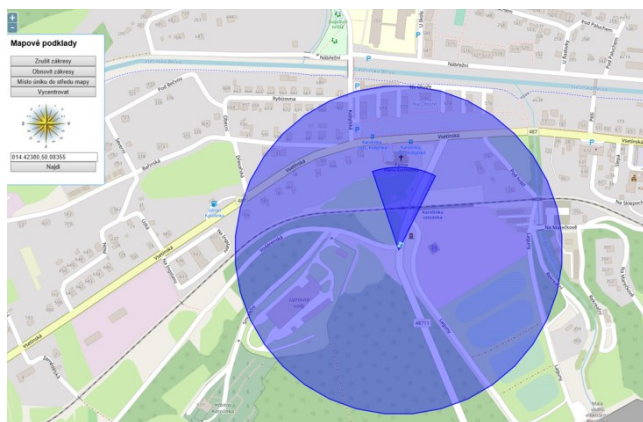
Tabulka 7 - Výsledky TerEx (Vlastní).

Počet unikajících tlakových lahví	Uniklé množství chloru	Zóna ohrožení osob toxickou látkou	Doporučený průřez
1	39 kg	145 m	288 m
2	78 kg	194 m	372 m
3	117 kg	230 m	432 m
4	156 kg	261 m	480 m

Ohrožené objekty

Pro zjištění ohrožených osob je potřeba definovat zasažené domy, provozovny, ulice apod. A poté zjistit nebo odhadnout kolik se zde může nacházet osob. Zasaženými objekty jsou budovy, ulice apod. v modré kruhové zóně. Zasaženými objekty jsou:

- **ulice:** Vodárenská, Smuteční, Laguny, Vsetínská, Na Oboře, Kobylská, Bařinská, Na Marečkově, Rekreační, Pod Hrází, Rybízovna,
 - ve zmíněných ulicích lze předpokládat pohyb **80 osob**,
- **železniční trať**,
- **bytové domy:** 5x bytové domy (Na Oboře),
 - bytové domy jsou konstrukčně stejné jeden bytový dům obsahuje 16 bytů to znamená v jednom bytovém domě cca 40 osob při vynásobení 5 bytových domů získáme **200 osob**,
- **rodinné domy:** 9x rodinných domů (Vsetínská), 5x rodinných domů (Bařinská), 3x rodinné domy (Pod Hrází), 2x rodinné domy (Rybízovna),
 - celkem 19 rodinných domů při vynásobení 3 získáme **57 osob**,
- **úpravna vody**,
 - **20 osob**,
- **farní kostel v Karolině**,
 - **v čase havárie neprobíhá bohoslužba.**

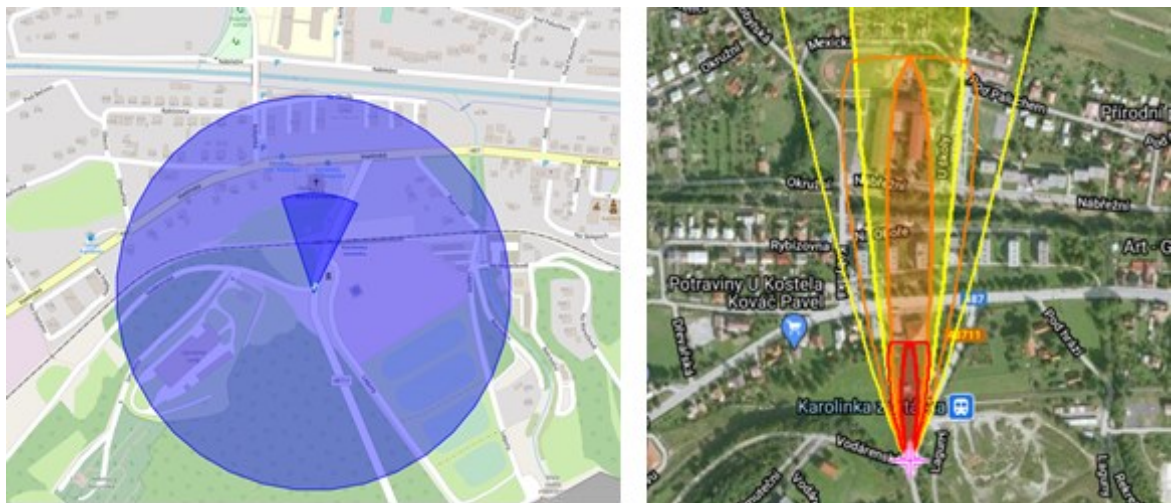


Obrázek 23 - Zasažené objekty TerEx (Vlastní).

Po výsledném sečtení je ohroženo celkem **357 osob**. V nebezpečné zóně není žádný objekt, proto nebude potřeba plošná evakuace.

11 POROVNÁNÍ SOFTWAREVÝCH NÁSTROJŮ

Mezi hlavní rozdíl SW nástrojů TerEx a ALOHA patří jejich původ. TerEx je český SW nástroj používaný u nás k vymezení zón, oproti tomu ALOHA je SW nástroj americký. Dalším zásadním rozdílem je počet vstupních údajů. Počet vstupních údajů v SW nástroji TerEx je minimální tzv. jsou to jen ty základní údaje (látka, množství, základní meteorologické údaje), pokud nejsou některé údaje doplněny i přesto SW nástroj TerEx modeluje. Oproti tomu SW nástroj ALOHA je mnohem složitějším, zde je potřeba vyplnit mnoho vstupních údajů a pokud některé nejsou vyplněny SW nástroj vás upozorní a nemodeluje. Avšak zjednodušení a zrychlení zadávání meteorologických údajů lze provést, pokud je v blízkosti havárie meteorologická měřící stanice. V SW nástroji ji zvolíme a všechny údaje se vyplní automaticky. Tím je ušetřeno velmi mnoho času při zadávání vstupních údajů. Poslední zaregistrovaný rozdíl je v zónách, SW nástroj TerEx vymezení 2 zóny a SW nástroj ALOHA 3 zóny. TerEx vymezuje zónu ohrožení toxickou látkou, zde se evakuuje, a zónu doporučeného průzkumu, ALOHA vymezuje nebezpečnou zónu (červená), zónu ohrožení toxickou látkou (oranžová) a zónu doporučeného průzkumu (žlutá). Kromě počtu zón je to ale taky jejich tvar, ALOHA modeluje kruhové vyseče a TerEx výsečovou zónu jen zónu ohrožení toxickou látkou a zóna doporučeného průzkumu je ve tvaru kruhu.



Obrázek 24 - Porovnání modelů TerEx a ALOHA (Vlastní).

Porovnání výsledků SW nástrojů

Porovnání zvolených SW nástrojů hlavního scénáře, tedy únik 39 kg chloru, najdeme v následující tabulce.

Tabulka 8 - Porovnání výsledků hlavního scénáře (Vlastní).

Počet poškozených tlakových lahví	Uniklé množství chloru	Ohrožení osob toxickou látkou		Doporučený průzkum		Ohrožené osoby	
		ALOHA	TerEx	ALOHA	TerEx	ALOHA	TerEx
1	39 kg	146-492 m	145 m	1800 m	288 m	880 osob	357 osob

Zóny ohrožení osob toxickou látkou jsou podobné, avšak zóny doporučeného průzkumu se liší. Počet ohrožených obyvatel se také liší, ale je to dáno především tím, že v SW nástroji ALOHA byla zasažena ZŠ a MŠ Karolinka (550 osob) a v SW nástroji TerEx nikoli. Porovnání zvolených SW nástrojů všech scénářů najdeme v následující tabulce.

Tabulka 9 - Porovnání výsledků všech scénářů (Vlastní).

Počet unikajících tlakových lahví	Uniklé množství chloru	Ohrožení osob toxickou látkou		Doporučený průzkum	
		ALOHA	TerEx	ALOHA	TerEx
1	39 kg	146-492 m	145 m	1800 m	288 m
2	78 kg	210-708 m	194 m	2600 m	372 m
3	117 kg	259-875 m	230 m	3200 m	432 m
4	156 kg	302-1000 m	261 m	3700 m	480 m

Na základě těchto výsledků byla dále provedena tato opatření:

- záchrana a evakuace osob nacházejících se v nebezpečné zóně mimořádné události,
- dekontaminace zachráněných osob (v prostoru již mimo zasaženou oblast),
- upřesnění rozsahu uzavření prostoru ohroženého vzniklou havárií včetně zajištění objízdnych tras,
- upřesněno varování obyvatelstva nacházející se v nebezpečné zóně nebo v potenciálně ohrožených oblastech v důsledku šíření uniklé nebezpečné látky,
- organizace ukrytí osob nacházejících se na volném prostranství v nebezpečné zóně,
- předání výsledku vyhodnocení nadřízeným orgánům a subjektům dotčených vzniklou havárií,
- zamezení dalšímu uniku nebezpečné látky,
- zabránění další kontaminaci okolního prostředí (např. vodních zdrojů),
- odvětrávání již kontaminovaných prostor,
- monitoring vývoje situace, resp. šíření nebezpečné látky (Prachař, 2020, s. 55-56).

12 DOTAZNÍKOVÉ ŠETŘENÍ

Na základě výstupů ze softwarových nástrojů TerEx a ALOHA bylo zjištěno, že není třeba plošná evakuace, protože v nebezpečné zóně se nenacházely obydlené objekty. Ale v zóně ohrožení bylo vymezeno mnoho obydlených objektů. Zde evakuace není nutná ale doporučená, preferuje se spíše ukrytí, zatěsnění větracích otvorů, zavření oken apod. Kvůli těmto důvodům je vypracováno krátké dotazníkové šetření, aby bylo zjištěno, kolik respondentů zná nebo má přehled, jak se chovat při havárii s únikem nebezpečné chemické látky. Protože je důležité, aby obyvatelé znali základní věci této problematiky, jelikož tyto informace pomáhají složkám IZS, které řeší danou mimořádnou událost, ale také mohou obyvatelům zachránit zdraví a v neposlední řadě to nejcennější – lidský život.

Struktura

Dotazník byl sestaven pomocí webové stránky Survio, která je přímo určena k dotazníkovému šetření. Název dotazníku byl zvolen „Chování v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek“. V dotazníkovém šetření bylo sestaveno 21 otázek, kde prvních 6 odpovědí charakterizuje respondenta. Dotazníkové šetření bylo zasláno 100 respondentům. Struktura celého dotazníku viz příloha III.

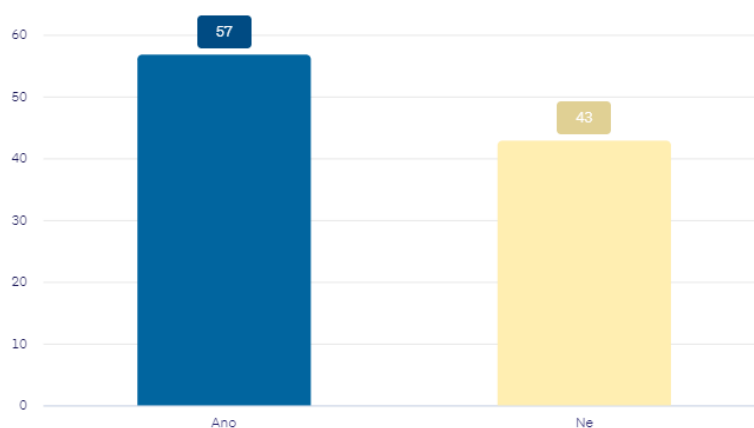


Obrázek 25 - Úvodní strana dotazníku (Vlastní).

12.1 Vyhodnocení odpovědí

Po první otázce bylo zjištěno, že ze 100 respondentů, bylo 55 mužů a 45 žen. Nejpočetnější věkovou kategorií byly osoby mezi 16-24 léty, celkem 70 osob, dalšími početnými skupinami byly osoby 25-34 let (13 osob), 45-54 let (7 osob), 35-44 let (4 osoby), méně než 15 let (4 osoby), 55-64 let (2 osoby). Naprostá většina pochází ze Zlínského kraje celkem 80 osob dále Moravskoslezský kraj (8 osob), Olomoucký kraj (3 osoby) a další. Větší polovina tedy 60 respondentů pochází z města Karolinka (místo, ve kterém byla modelována havárie). V rodinných domech bydlí 68 respondentů, v bytových domech 31 a 1 respondent zvolil odpověď jiná. Větší polovina (56 osob) je spojena se sborem dobrovolných hasičů obce. Převážná většina (87 osob) nezažila havárii s únikem nebezpečných chemických látek, chemickou havárii zažilo pouhých 13 respondentů. Na otázku, které z tísňových čísel by respondenti volali, bylo nejpočetnějším číslem 150 s celkovým počtem 62 respondentů, číslo 112 by volilo 33 respondentů. V otázce 9 a 10, znalost barev plynů, se ukázalo, že v případě chloru ví jen 45 respondentů, že má žlutozelenou barvu. V případě amoniaku (čpavku) to bylo lepší, 62 respondentů vědělo, že to je bezbarvá látka.

11. Dozvěděl/a jste se někdy informace o havárii s únikem nebezpečné chemické látky a jak se proti nim chránit?

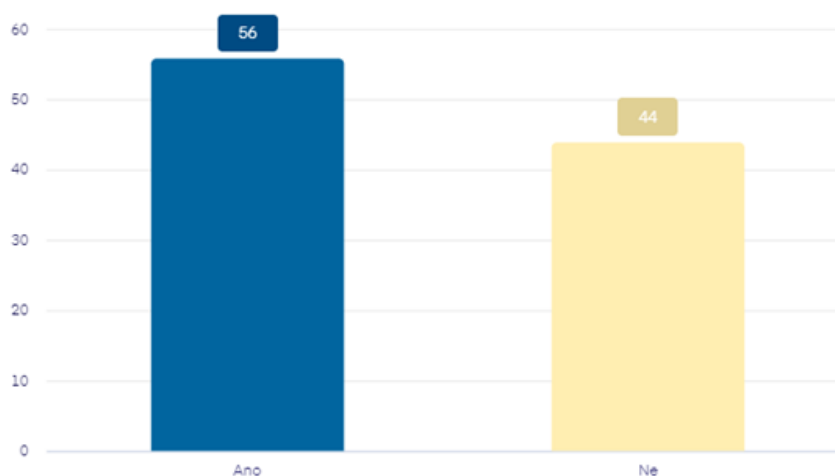


Obrázek 26 - Dotazník otázka č. 11 (Vlastní).

Informace o havárii s únikem nebezpečné chemické látky a jak se proti nim chránit vědělo 57 respondentů. V navazující otázce 12, kde jste získali tyto informace, se nejčastější odpovědí stala škola (střední, vysoká), druhou nejčastější odpovědí bylo v zaměstnání (v rámci BOZP), ale objevily se zde také odpovědi jako internet, kurzy a školení v rámci jednotek požární ochrany.

Při dotázání, co by si respondenti chránili prvotně před nebezpečnou chemickou látkou, odpověděla většina (91 osob), že by si chránili dýchací orgány, 8 by si prvotně chránilo povrch těla, ale našel se i jeden respondent, který by si chránil genitálie. Při dotázání na otázku, jestli ví respondenti, co jsou to prostředky improvizované ochrany, ukázalo znalost těchto prostředků 56 respondentů.

14. Víte, co to jsou prostředky improvizované ochrany?



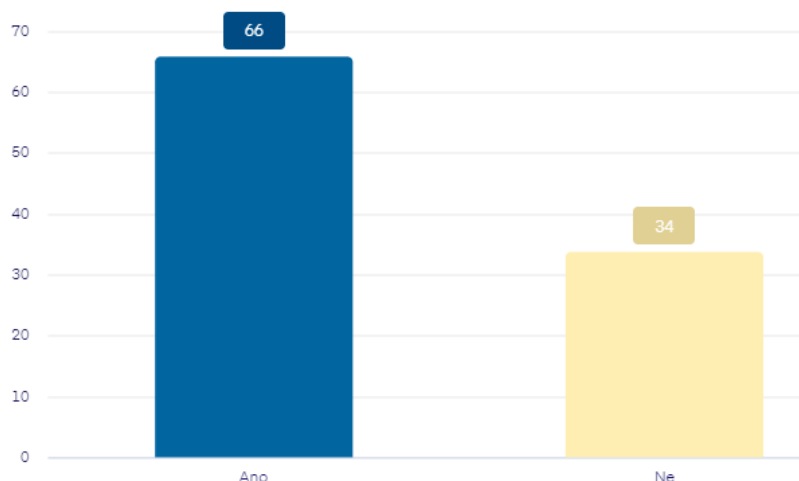
Obrázek 27 - Dotazník otázka č. 14 (Vlastní).

V otázce 15, navazující na předchozí otázku, jaké znají improvizované prostředky, se nejčastěji objevovali odpovědi jako šátky a mokré textilie na ochranu dýchacích cest. Dále se také vyskytovaly také různé typy oblečení k ochraně povrchu těla, dokonce někteří dokázali vypsat nejúčinnější improvizované prostředky, kterými jsou pláštěnka, gumové rukavice, gumové holínky. V případě ukrytí obyvatelstva v jejich obydlí, by se menší polovina (47 osob) ukryla ve vrchních patrech, což je správný postup. V dolních patrech by se ukrylo 32 respondentů a odpověď jiná zvolilo 21 respondentů. Na navazující otázku číslo 17, zdůvodněte, proč jste se ukryli zde (zvolená možnost otázka 16), zdůvodnilo svou odpověď, že většina chemických látek je těžší než vzduch, pouhých 20 respondentů. Zbylé odpovědi byly opačného názoru nebo byly spekulativní či byly nesmyslné např. „věřím že atomový úkryt mě ochrání“. Další otázka byla, které prostředky by respondenti použili prvotně k zatěsnění ventilačních otvorů, nejčastějším řešením bylo textil, který měl hodnotu 63 odpovědí, dále polyethylenová folie s 28 odpověďmi a lepicí páska s 23 odpověďmi. Při dotázání, které z těchto prostředků na zatěsnění mají respondenti doma k dispozici byly výsledky následující 87/100 má doma lepicí pásku, 62/100 má doma polyethylenovou fólii a 3/100 nemají žádný z těchto prostředků.

Po zatěsnění ventilačních otvorů by 65 respondentů volalo tísňovou linku (150, 112, apod.) a 35 respondentů by poslouchalo rozhlas, televizi nebo další informační prostředky.

Obsah evakuačního zavazadla zná 66/100 dotázaných. Což je dle mého názoru velmi žalostné číslo. Detailní zanesení výsledků lze najít v příloze III.

21. Víte, které základní věci má obsahovat evakuační zavazadlo?



Obrázek 28 - Dotazník otázka č. 21 (Vlastní).

12.2 Zhodnocení

Zhodnocení, jak se lidé mají chovat při haváriích s únikem nebezpečné chemické látky, dopadlo následovně. Zhruba polovina lidí zná nějaké základní informace k haváriím s únikem chemické látky. Což je dle mého názoru velmi žalostné. Základními informacemi se myslí, barvy amoniaku a chloru, znalost prostředků improvizované ochrany a místo ukrytí. Většinu těchto informací se dozívají ve škole a v práci, ale pořád je zde polovina lidí, kteří neznají tyto znalosti. V případě zatěsňování větracích otvorů, mají respondenti dostatek prostředků, ale po zatěsňování přichází neznalost, kdy 65 % respondentů volá tísňovou linku, místo, aby poslouchali, nebo sledovali sdělovací prostředky (televize, rozhlas, rádio). Dalším prohřeškem je to, že pouhých 66 % respondentů zná obsah evakuačního zavazadla. Tato problematika je aktuální a měla by se řešit, jelikož Česká republika je tranzitní zemí v přepravě nebezpečných chemických látek a havárie se stávají. Povědomost těchto znalostí zlehčuje řešení mimořádných událostí, ale především zachraňuje zdraví, a to nejcennější lidský život.

13 NÁVRHY NA ZLEPŠENÍ SITUACE

V případě návrhů na zlepšení situace je nutno začít od samotné nehody, tedy začít s preventivními návrhy k zamezení dopravní nehody a následnému úniku nebezpečných látek. Příčinou nehody bylo selhání lidského faktoru s kombinací špatného výhledu. Samotný lidský faktor je problematický, protože nelze ho úplně ošetřit. Kterýkoli pracovník může kdykoli selhat a nedodržet bezpečnostní předpisy (překročení rychlosti, přetížení návěsu). Lze ale ošetřit problém špatného výhledu, kdy stromy podél cesty brání výhledu do křižovatky. Řešením je tedy vykácení alespoň dvou set metrového úseku jehličnatých stromů podél cesty. Po vykácení dojde ke zvětšení zorné vzdálenosti do křižovatky, kde byla nasimulována nehoda. Čím větší je zorná vzdálenost tím dříve mohou řidiči obou vozidel zareagovat (snížit rychlost). V případě zachování zalesnění, lze po vykácení zvolit vhodné stromy, které nejsou husté a příliš vysoké. V případě, že už k havárii došlo je nutné, aby účastníci havárie věděli, jak se v takových případech mají chovat. Z výsledku dotazníkového šetření bylo zjištěno, že hodně lidí neví, jak se chovat v situacích havárie s únikem nebezpečné látky. Dle výsledků dotazníkového šetření by bylo nejlepším řešením poučit obyvatele, přes dobrovolné hasiče a v rámci vyučování ve škole. Tyto organizace sice už podávají informace k této problematice, ale dle výsledku je vidět, že jsou informace nedostatečné. Mělo by tedy dojít k nějakému zlepšení a sjednocení informací. Základní informace po sjednocení, lze vydávat v městském zpravodaji jako samostatnou stránku. Myslím si, že tento způsob by byl velmi efektivní. Po získání základních informací této problematiky, by si mohla každá domácnost pořídit jakýsi improvizovaný balíček k zatěsnění otvorů. Balíček, ve kterém by byly prostředky, kterými lze rychle zatěsnit větrací otvory a které lze použít i na jiné činnosti. Případný improvizovaný balíček by byl sestaven z 2 kusů malířské fólie (4x5 m), 1 kusu odlamovacího nože a krepovací pásky (20 m). Nůž slouží k případné úpravě fólie a odříznutí pásky. Cena všech zmíněných prostředků je 131 Kč. Výhodou je nízká pořizovací cena, rychlá aplikace a možnost použití prostředků na jiné účely např. malování bytu. K prostředkům by měl být doplněn nějaký obal (box), aby byly prostředky pohromadě. V případě bytových domů lze uvažovat o vyvěšení směrnice, jak se chovat v případě havárie s únikem nebezpečných látek. Směrnice by měla být jednostránková, tak jako požární poplachové směrnice. Návrh směrnic „Zásady chování v případě havárie s únikem nebezpečných látek“ a návrh improvizovaného balíčku k zatěsnění větracích otvorů viz příloha IV.

ZÁVĚR

Bakalářská práce byla zaměřena na problematiku havárie s únikem nebezpečných látek, konkrétněji na dopravní nehodu nákladního automobilu a dodávky, při které došlo k úniku nebezpečné látky (chloru). Hlavním cílem bakalářské práce bylo na základě zpracované případové studie havárie s únikem nebezpečné látky, pomocí softwarových nástrojů (ALOHA, TerEx), navrhnout opatření ke zlepšení situace v problematice řešení havárii s únikem NL.

Teoretická část bakalářské práce se zabývá tématem havárii, kde jsou uvedeny havárie u nás, ve světě a statistické údaje o nich. Také se zabývá předpisy vztahující se k přepravě nebezpečných látek a věcí, zejména dohodou o mezinárodní silniční přepravě nebezpečných věcí (dohoda ADR). Navazuje část označování tlakových lahví zejména podle nařízení Evropského parlamentu a Rady, ES č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek (nařízení CLP). Další částí je část nebezpečné látky, kde jsou popsány obecně a poté je zaměřeno na látku chlor, která je velmi nebezpečnou látkou. Důležitou částí práce jsou softwarové modelovací nástroje, zejména český SW nástroj TerEx a na SW sada CAMEO. Softwarová sada CAMEO obsahuje obdobný nástroj TerExu, a to je nástroj ALOHA. Závěrečná část teoretické části se zaměřuje na IZS, jako nástroj pro řešení mimořádných událostí a také havárii. Je zde též zmíněn metodický dokument Bojový řád jednotek požární ochrany. Tento dokument obsahuje metodické listy, které jsou rozděleny do kapitol podle písmen (D, L, N, O, P, Ř, S, T, Ob). V kapitole L je metodický list č. 16 s názvem únik chloru. V něm jsou všechny potřebné informace pro zásah s výskytem uniklého chloru. Praktická část bakalářské práce se zabývá v první řadě vytvořením scénáře dopravní nehody s únikem nebezpečné látky a předpokládaného postupu řešení vzniklé havárie. Následuje modelování úniku v SW nástroji ALOHA a TerEx. Výsledky modelování v obou SW nástrojích byly vzájemně porovnány a zhodnoceny. Další kapitolou v praktické části je dotazníkové šetření (100 respondentů), které ukázalo, jak jsou obyvatelé připraveni na havárie s únikem nebezpečných chemických látek. Doplnkovou částí bylo vytvoření, zpracování a analýza dat z dotazníkového šetření, která ukázala, jak jsou občané připraveni na chování během havárie s únikem nebezpečných chemických látek. V závěru práce jsou předloženy návrhy sloužící ke zlepšení situace.

Závěrem lze konstatovat, že vytyčený cíl bakalářské práce byl splněn.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

Knižní

1. BLAŽEK, Vladimír, Miroslav KELEMEN a Pavel NEČAS, 2012. Krizové scénáře. Bratislava: Akadémia Policajného zboru, 175 s. ISBN 9788080545383.
2. Bojový řád jednotek požární ochrany, 2018. 2. vydání. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. ISBN 978-80-7385-197-2.
3. LHOTKA, Miloslav, 2012. Úvod do anorganické technologie. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-841-2.
4. NOVÁK, Radek, 2011. Převážní, zásilkové a logistické služby. Praha: Wolters Kluwer Česká republika. ISBN 978-80-7357-735-3.
5. POLÍVKA, Lubomír, Otakar J. MIKA a Jozef SABOL, 2017. Nebezpečné chemické látky a průmyslové havárie. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze. ISBN 978-80-7251-467-0.
6. PRACHAŘ, David, 2020. Modelování havárie s únikem nebezpečných látek. Uher-ské Hradiště, 74 s. Bakalářská. UTB. Vedoucí práce Ing. Ivan Princ.
7. SEDMIDUBSKÝ, David, 2011. Základy chemie pro bakaláře. Praha: Vysoká škola chemicko-technologická v Praze. ISBN 978-80-7080-790-3.
8. SKŘEHOT, Petr a Jan BUMBA, 2009. Prevence nehod a havárií. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce. ISBN 978-80-86973-73-9.
9. VILÁŠEK, Josef, Miloš FIALA a David VONDRÁŠEK, 2014. Integrovaný záchranný systém ČR na počátku 21. století. Praha: Karolinum. ISBN 978-80-246-2477-8.

Internetová

10. BARTA, Jiří a Tomáš LUDÍK, 2012. ALOHA – modelování a simulace [online]. Brno: Univerzita obrany, 39 s. [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26279/mod_resource/content/1/Studijni_pomocka_Aloha.pdf
11. Bhópál, 2011. In: Televize seznam [online]. Praha: Seznam.cz [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.televizeseznam.cz/video/katastrofy/bhopal-nejvetsi-chemicka-katastrofa-v-dejinach-1984-188312>

12. ČESKO, 2000. Zákon č. 239/2000 Sb.: zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. Praha: Parlament ČR, číslo 239. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239>
13. ČESKO, 2001. Vyhláška č. 328/2001 Sb.: Vyhláška Ministerstva vnitra o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému. Praha: Parlament ČR, 127/2001, číslo 328. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-328>
14. ČESKO, 2011. Zákon č. 350/2011 Sb.: Zákon o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). Praha: Parlament České republiky, číslo 350. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-350>
15. ČTK, 2020. Do řeky Bečvy ve Valašském Meziříčí znovu unikla neznámá látka. Novinky.cz [online]. Valašské Meziříčí: Borgis [cit. 2020-12-08]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/krimi/clanek/do-reky-becvy-ve-valasskem-mezirici-znovu-unikla-neznama-latka-40343160>
16. Den, kdy vybuchl Černobyl, 2011. In: Televize seznam [online]. Praha: Seznam.cz [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.televizeznam.cz/video/slavedny/den-kdy-vybuchl-cernobyl-26-duben-150892>
17. EPA, 2016. What is the CAMEO software suite? EPA [online]. Washington, D.C.: EPA [cit. 2021-01-08]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/cameo/what-cameo-software-suite>
18. ERŠIL, Tomáš, 2009. Dodávky chloru a nové chlorové nádoby. DocPlayer [online]. DocPlayer [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/13124435-Dodavky-chloru-a-nove-chlorove-nadoby-ghc-invest-1.html>
19. Fukushima Daiichi Accident, 2020. World Nuclear Association [online]. Velká Británie: World Nuclear Association [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.world-nuclear.org/information-library/safety-and-security/safety-of-plants/fukushima-daiichi-accident.aspx>
20. Havárie v Sevesu - 1976, 2013. In: Televize seznam [online]. Praha: Seznam.cz [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.televizeznam.cz/video/katastrofy/havarie-v-sevesu-1976-188827>

21. Iveco Daily: Nová generace Iveco Daily, 2007. Auto.cz [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/nova-generace-iveco-daily-preladeno-o-stupnici-vyse-9537>
22. JANURA, Josef, 2015. Barevné označování tlakových lahví: Barevné značení. Hradec Králové [online]. Hradec Králové: Magistrát města Hradec Králové [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.hradeckralove.org/barevne-oznacovani-tlakovych-lahvi/d-55366>
23. Karolinka, 2021. Beskydy [online]. Beskydy [cit. 2021-01-20]. Dostupné z: <https://www.beskydy.cz/content/beskydy-karolinka.aspx>
24. LUKEŠ, Pavel a Vladimír VONÁSEK, 2007. Statistická ročenka 2006 Česká republika. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. Dostupné také z: <https://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky-hasicskeho-zachranneho-sboru-cr.aspx>
25. LUKEŠ, Pavel a Vladimír VONÁSEK, 2011. Statistická ročenka 2010 Česká republika. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. Dostupné také z: <https://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky-hasicskeho-zachranneho-sboru-cr.aspx>
26. LUKEŠ, Pavel a Vladimír VONÁSEK, 2015. Statistická ročenka 2014 Česká republika. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. Dostupné také z: <https://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky-hasicskeho-zachranneho-sboru-cr.aspx>
27. MESSER, 2015. Značení tlakových lahví. Messer [online]. Praha: Messer Technogas [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.messer.cz/znaceni-tlakovych-lahvi>
28. Návěs NPD 35, c2021. AGAMA [online]. Staré Město: AGAMA [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: <https://www.agama-as.cz/naves-npd-35>
29. NEDĚLNÍKOVÁ, Hana, 2020. Statistická ročenka 2019 Česká republika. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR. Dostupné také z: <https://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky-hasicskeho-zachranneho-sboru-cr.aspx>
30. NOVINKY, 2016a. V Bulharsku explodoval vlak s plynem. Novinky.cz [online]. Praha: Seznam.cz [cit. 2020-12-06]. Dostupné z:

- <https://www.novinky.cz/zahranicni/evropa/clanek/v-bulharsku-explodoval-vlak-s-plynem-vybuch-zlikvidoval-dvacet-domu-a-zabil-sedm-lidi-40017843>
31. NOVINKY, 2016b. V Mexiku explodovala chemička, okolí zamořil toxický dým. Novinky.cz [online]. Praha: Seznam.cz [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/zahranicni/amerika/clanek/v-mexiku-explodovala-chemicka-okoli-zamoril-toxicky-dym-348860>
32. NOVINKY, 2016c. Trosky z korejské chemičky po výbuchu létaly na domy i auta. Novinky.cz [online]. Praha: Seznam.cz [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/zahranicni/svet/clanek/trosky-z-korejske-chemicky-po-vybuchu-letaly-na-domy-i-auta-40012207>
33. NOVINKY, 2017a. V areálu na Sokolovsku unikl stlačený kyslík. Novinky.cz [online]. Praha: Seznam.cz [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/krimi/clanek/v-arealu-na-sokolovsku-unikal-stlaceny-kyslik-v-okoli-uderil-hluboky-mraz-40028202>
34. NOVINKY, 2017b. Na gynekologii ve vinohradské nemocnici unikl formaldehyd. Novinky.cz [online]. Praha: Seznam.cz [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.novinky.cz/krimi/clanek/na-gynekologii-ve-vinohradske-nemocnici-unikl-formaldehyd-40027272>
35. PAVLŮSEK, Ondřej, 2012. Tatra Phoenix: Technická data. Auto.cz [online]. Praha: CZECH NEWS CENTER [cit. 2021-01-23]. Dostupné z: <https://www.auto.cz/tatra-phoenix-technicka-data-rozsirena-galerie-a-vidoa-64001>
36. POLÁKOVÁ, Petra, 2020. Bečva po otravě. PŘEROVSKÝ DENÍK [online]. Přerov: VLTAVA LABE MEDIA [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: https://prerovsky.denik.cz/zpravy_region/kyanid-v-becve-skoda.html
37. POŽÁRY.CZ, 2012a. Kemler a UN. Požáry.cz [online]. Česká republika: Požáry.cz [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/50601-kemler-a-un-oznacovani-nebezpecnych-latek-pri-silnicni-preprave/>
38. POŽÁRY.CZ, 2012b. Hazchem a Diamant. Požáry.cz [online]. Česká republika: požáry.cz [cit. 2020-12-06]. Dostupné z: <https://www.pozary.cz/clanek/50602-hazchem-a-diamant-oznacovani-nebezpecnych-latek-pri-silnicni-preprave/>

39. ROGOWSKI, Jiří, 2014. Způsob označování prostor s tlakovými nádobami: Jednotka SDH obce. Hasiči vzdělávání [online]. Frýdek-Místek: SOŠ PO a VOŠ PO [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: https://www.hasici-vzdelavani.cz/repository/vzdelavani/jednotky_sdh_obci/F_ZOP_JSDHO_cervenec_2014/2_BOZP_petr_kupka/2.4_Oznaceni_nebezpeci.pdf
40. SYMPTOMY.CZ, 2017. Otrava chlorem. Symptomy [online]. Brno: Synetix [cit. 2021-01-04]. Dostupné z: <https://www.symptomy.cz/otrava-chlorem>
41. T-SOFT, c2017. TERoristický EXpert. T-SOFT [online]. Praha: T-SOFT [cit. 2021-01-08]. Dostupné z: <https://www.tsoft.cz/teroristicky-expert/>
42. Ulice Vodárenská, 2021. Google maps [online]. Google [cit. 2021-03-02]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps/place/756+05+Karolinka/@49.3499729,18.2296969,835m/data=!3m1!1e3!4m5!3m4!1s0x4714788789cea75f:0x1b9e2eefc972b4fc!8m2!3d49.3512763!4d18.2400737>
43. UNECE, 2021. About the ADR. UNECE [online]. Geneva: UNECE [cit. 2021-02-02]. Dostupné z: <https://unece.org/about-adr>
44. Vlastní.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ADR	Accord Dangers Route
AEGL	Acute Exposure Guideline Levels
BOZP	Bezpečnost a ochrana zdraví při práci
CLP	Classification, labelling and packaging of substances and mixtures
ČR	Česká republika
ECHA	Evropská agentura pro chemické látky
EPA	Environmental Protection Agency
ERPG	Emergency Response Planning Guidelines
ES	Evropský parlament a Rada
GIS	Geografický informační systém
GPS	Global Positioning System
HZS	Hasičský záchranný sbor
IDLH	Immediately Dangerous to Life and Health
INES	The International Nuclear Event Scale
IZS	Integrovaný záchranný systém
JPO	Jednotka požární ochrany
MŠ	Mateřská škola
NL	Nebezpečná látka
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration
OSN	Organizace spojených národů
PAC	Protective Action Criteria for Chemicals
PČR	Policie České republiky
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals
SEČ	Středoevropský čas

SW	Softwarový
TL	Tlaková láhev
ÚO	Územní odbor
ZŠ	Základní škola
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Havárie v Bulharsku (Novinky, 2016a).....	13
Obrázek 2 - Hořící chemička (Novinky, 2016b).	14
Obrázek 3 - Hustý kouř z chemičky (Novinky, 2016c).....	14
Obrázek 4 - Statistika havárii v ČR 2002-2010 (Lukeš, 2007, s. 4; 2011, s. 3).	15
Obrázek 5 - Statistika havárii v ČR 2011-2019 (Nedělníková, 2020, s. 3; Lukeš, 2015, s. 3).	15
Obrázek 6 - Unikající kyslík (Novinky, 2017a).	16
Obrázek 7 - Zásah v nemocnici (Novinky, 2017b).....	16
Obrázek 8 - Uhynulé ryby na řece Bečvě (Poláková, 2020).	17
Obrázek 9 - Výstražná tabule (Požáry.cz, 2012a).	20
Obrázek 10 - Systém Diamant (Požáry.cz, 2012b).....	22
Obrázek 11 - Hazchem kód (Požáry.cz, 2012b).	22
Obrázek 12 - Nálepka na tlakovou láhev (Messer, 2015).....	23
Obrázek 13 - Čisté plyny a směsi pro medicijnální účely (Rogowski, 2014).....	24
Obrázek 14 - Zvláštní plyny (Rogowski, 2014).	25
Obrázek 15 - Místo havárie (Ulice Vodárenská, 2021).	39
Obrázek 16 – Srážka vozidel (<i>Ulice Vodárenská</i> , 2021).....	39
Obrázek 17 - Iveco Daily (<i>Iveco Daily</i> , 2007).....	40
Obrázek 18 - Textový soubor úniku chloru ALOHA (Vlastní).....	47
Obrázek 19 - Zanesení do nástroje MARPLOT (Vlastní).	48
Obrázek 20 - Zasažené objekty ALOHA (Vlastní).	49
Obrázek 21 - Textový soubor úniku chloru TerEx (Vlastní).....	51
Obrázek 22 - Zanesení do mapy TerEx (Vlastní).	51
Obrázek 23 - Zasažené objekty TerEx (Vlastní).	52
Obrázek 24 - Porovnání modelů TerEx a ALOHA (Vlastní).	53
Obrázek 25 - Úvodní strana dotazníku (Vlastní).	55
Obrázek 26 - Dotazník otázka č. 11 (Vlastní).	56
Obrázek 27 - Dotazník otázka č. 14 (Vlastní).	57
Obrázek 28 - Dotazník otázka č. 21 (Vlastní).	58

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 - Čísla pro označování výstražné tabule (Požáry.cz, 2012a).	21
Tabulka 2 - Třídy nebezpečnosti (Požáry.cz, 2012a).	21
Tabulka 3 - Scénář řešení (Barta, 2012, s. 9-10).	42
Tabulka 3 - Scénář řešení (Barta, 2012, s. 9-10).	43
Tabulka 3 - Scénář řešení (Barta, 2012, s. 9-10).	44
Tabulka 4 - Výsledky ALOHA (Vlastní).	48
Tabulka 5 - Výsledky TerEx (Vlastní).	51
Tabulka 6 - Porovnání výsledků hlavního scénáře (Vlastní).....	54
Tabulka 7 - Porovnání výsledků všech scénářů.....	54

SEZNAM PŘÍLOH

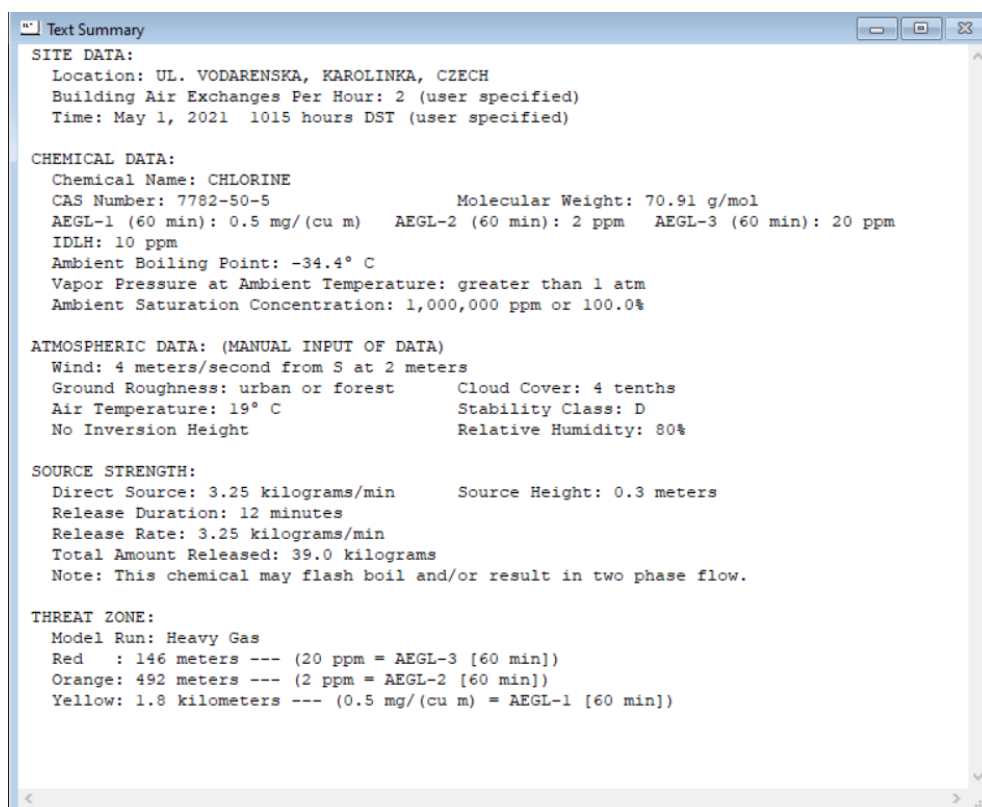
Příloha P I: Vstupní a výstupní data ALOHA

Příloha P II: Vstupní a výstupní data TerEx

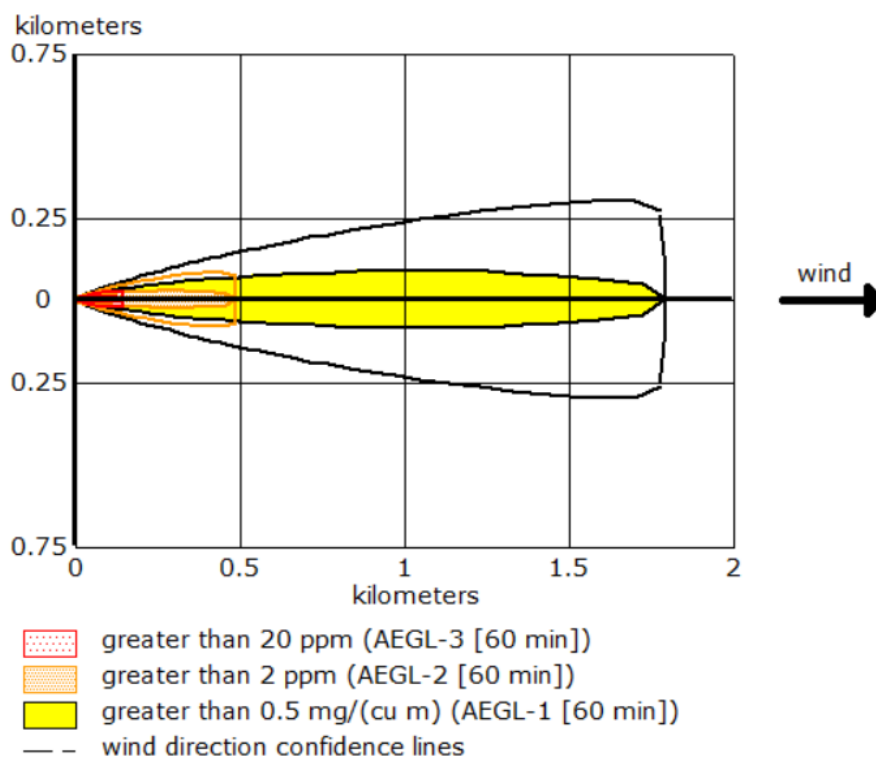
Příloha P III: Dotazníkové šetření

Příloha P IV: Balíček k zatěsnění a směrnice

PŘÍLOHA P I: VSTUPNÍ A VÝSTUPNÍ DATA ALOHA



1 - Vstupní a výstupní data (Vlastní).



2 - Vymodelovaná zóna (39 kg chloru) (Vlastní).

PŘÍLOHA P II: VSTUPNÍ A VÝSTUPNÍ DATA TEREX

TerEx - : PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku

Látka: Chlor
Skupenství: Kapalný plyn **Model: PUFF**

Rychlost úniku kapaliny ze zařízení
 Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku Déletrvajícím únikem vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku

Teplota kapaliny v zařízení: 19 °C 66,20 F

Celkové uniklé množství kapaliny: 39 kg 85,98 lb

Rychlost větru v přízemní vrstvě: 4 m/s 13,12 ft/s

Pokrytí oblohy oblaky: 37,5 %

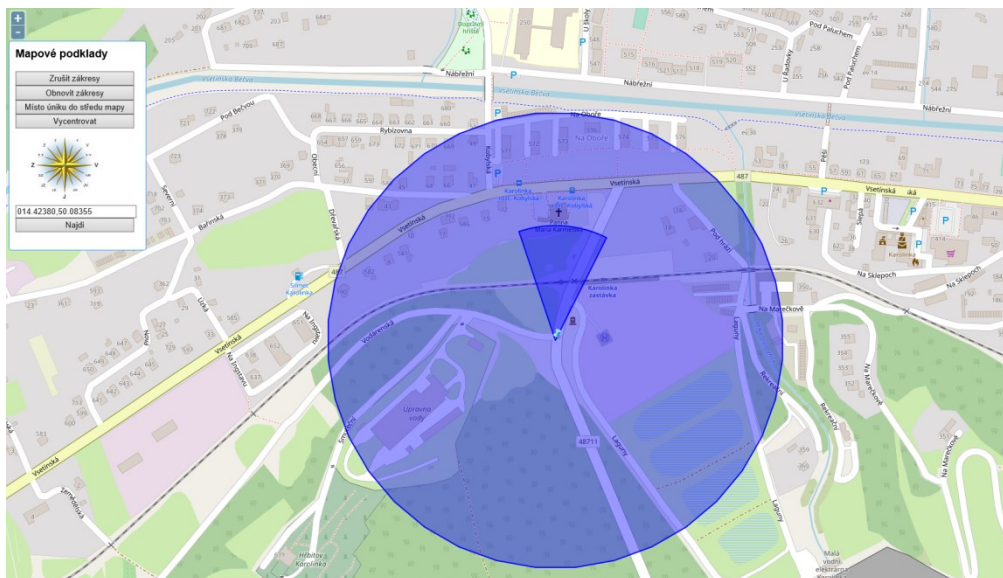
Charakter úniku kapaliny ze zařízení: Sprejový efekt

Doba vzniku a průběhu havárie: Noc, ráno nebo večer Den - Léto Den - Zima Den - Jaro Den - Podzim

Typ povrchu ve směru šíření látky: Rovina Kultivovaná krajina Průmyslová plocha Zemědělská krajina Obytná krajina

Základní Výpočet

3 - Vstupní data (Vlastní).



4 - Vymodelovaná zóna (Vlastní).

PŘÍLOHA P III: DOTAZNIKOVÉ ŠETŘENÍ

Chování v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek

1 Jakého jste pohlaví?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- Muž Žena

2 Kolik je vám let?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- Méně než 15 let 16-24 25-34 35-44 45-54 55-64 Nad 65 let

3 Z jakého kraje pocházíte?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- Zlínský kraj
 Jihomoravský kraj
 Moravskoslezský kraj
 Olomoucký kraj
 Kraj Vysočina
 Pardubický kraj
 Královéhradecký kraj
 Liberecký kraj
 Ústecký kraj
 Karlovarský kraj
 Plzeňský kraj
 Jihočeský kraj
 Středočeský kraj
 Hlavní město Praha

4 Bydlíte v městě Karolinka?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- Ano Ne

Chování v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek

5 V jakém typu bydlení žijete?

Nápověda k otázce: Vyberte jednu odpověď

- Bytový dům Rodinný dům
 Jiná...

6 Jste členem Vy nebo někdo z rodiny u Sboru dobrovolných hasičů obce?

Nápověda k otázce: Vyberte jednu odpověď

- Ano Ne

7 Zažil/a jste někdy havárii s únikem nebezpečné chemické látky?

Nápověda k otázce: Vyberte jednu odpověď

- Ano Ne

8 Které číslo byste v případě nebezpečné chemické havárie volal/a?

Nápověda k otázce: Vyberte jednu odpověď

- 112 150 155 158

9 Mezi nejvýznamnější chemické látky na území ČR patří chlor. Jakou má látka barvu?

Nápověda k otázce: Prosím o nevyhledávání?

- Bezbarvá látka Oranžovou barvu Žlutozelenou barvu Nevím

10 Mezi další nejvýznamnější chemické látky na území ČR patří amoniak (čpavek). Jakou má látka barvu?

Nápověda k otázce: Prosím o nevyhledávání?

- Bezbarvá látka Oranžovou barvu Žlutozelenou barvu Nevím

Chování v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek

11 Dozvěděl/a jste se někdy informace o havárii s únikem nebezpečné chemické látky a jak se proti nim chránit?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

Ano Ne

12 Pokud jste v předchozí otázce odpověděl/a ano, napište kde jste se informace získal/a?

13 Při ohrožení nebezpečnou chemickou látkou byste si chránil/a prvotně?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

Povrch těla Dýchací orgány Genitálie
 Jiná...

14 Víte, co to jsou prostředky improvizované ochrany?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

Ano Ne

15 Pokud jste na předchozí otázku odpověděl/a ano, napište, jaké znáte prostředky improvizované ochrany?

Chování v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek

16 Kde byste se ukryl/a v případě zasažení vašeho obydlí nebezpečnou chemickou látkou?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

- Ve vrchních patrech Ve sklepech, dolních patrech
 Jiná...

17 Svou předchozí odpověď zdůvodněte?

18 Při ukrytí před nebezpečnou chemickou látkou je nutno zatěsnit větrací otvory. Které z těchto prostředků by jste použil/a jako první?

Nápověda k otázce: *Všechny odpovědi jsou správné*

- Lepicí páska Polyethylenová fólie (potravinová fólie, malířská zakrývací fólie) Textil (namočený ručník, oblečení apod.)

19 Které z těchto prostředků máte aktuálně doma?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu nebo více odpovědí*

- Lepicí páska Polyethylenové fólie (potravinová fólie, malířská zakrývací fólie) Žádnou

20 Co byste udělal po zatěsnění všech větracích otvorů?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

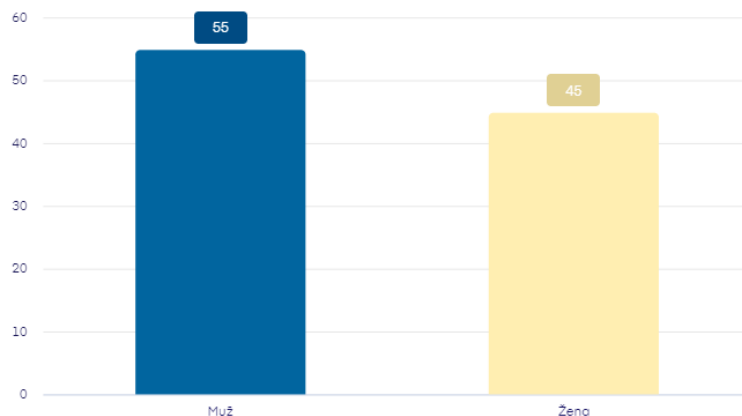
- Zavolat (112, 150, ...) Poslouchal rozhlas, televizi Zavolat rodině, známým
 Jiná...

21 Víte, které základní věci má obsahovat evakuační zavazadlo?

Nápověda k otázce: *Vyberte jednu odpověď*

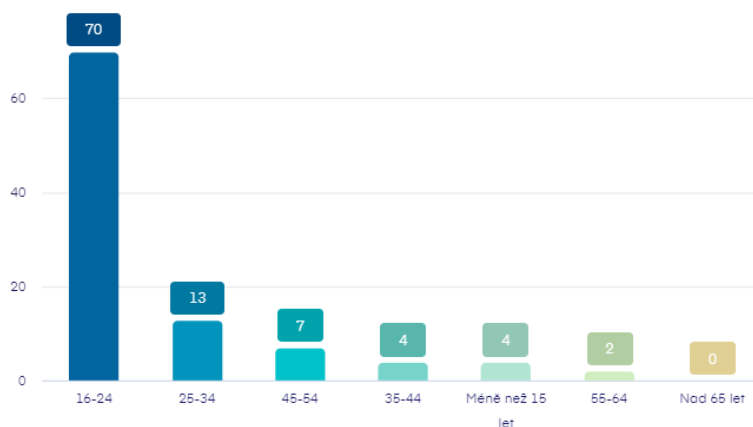
- Ano Ne

1. Jakého jste pohlaví?



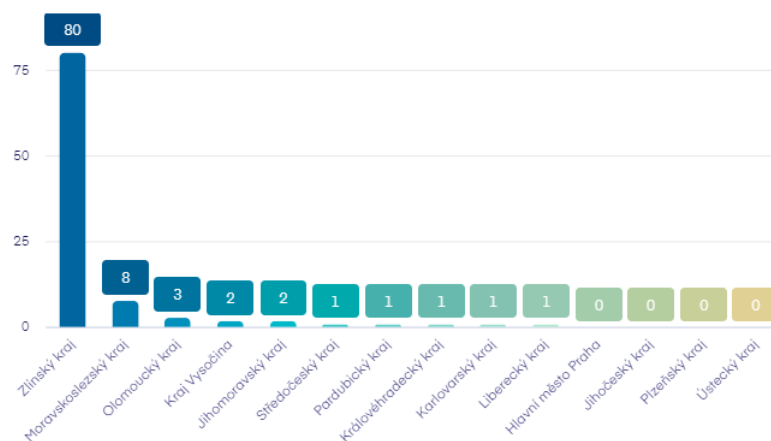
9 - Otázka č. 1 (Vlastní).

2. Kolik je vám let?



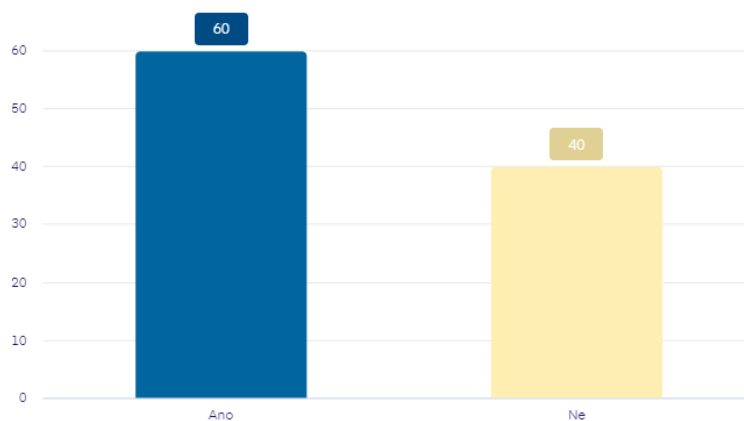
10 - Otázka č. 2 (Vlastní).

3. Z jakého kraje pocházíte?



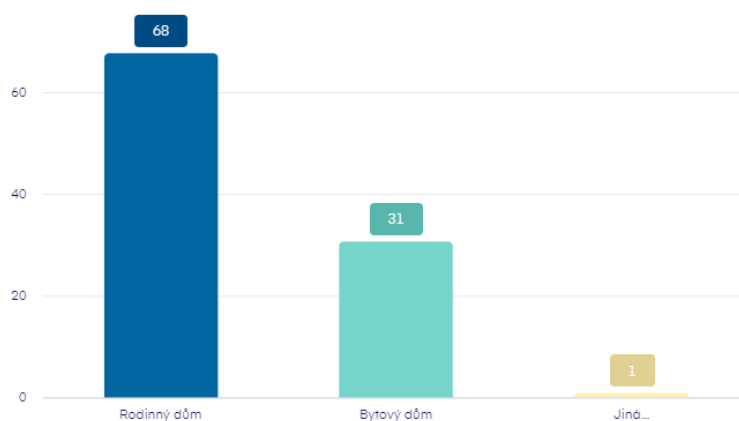
11 - Otázka č. 3 (Vlastní).

4. Bydlíte v městě Karolinka?



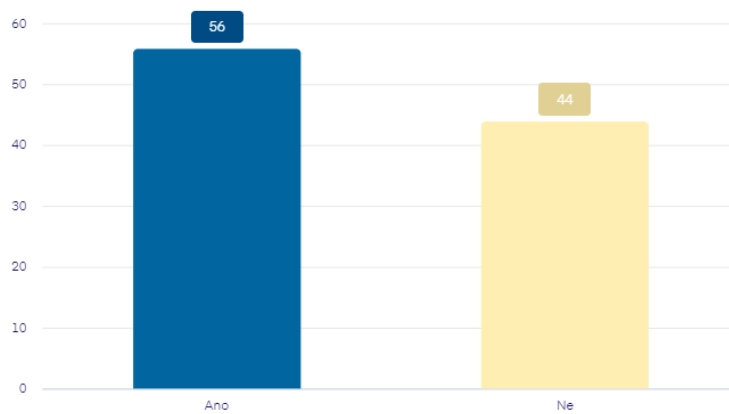
12 - Otázka č. 4 (Vlastní).

5. V jakém typu bydlení žijete?



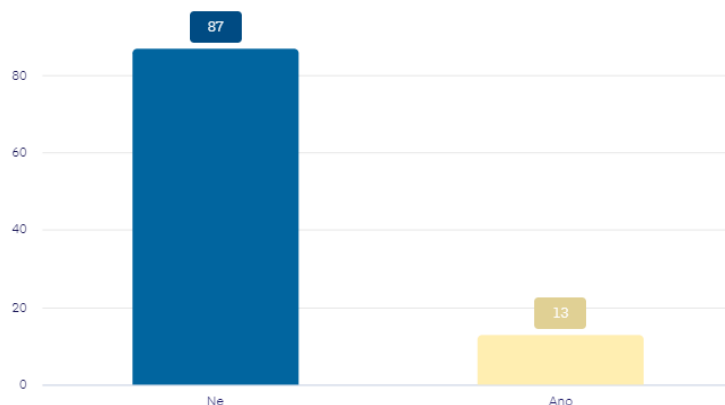
13 - Otázka č. 5 (Vlastní).

6. Jste členem Vy nebo někdo z rodiny u Sboru dobrovolných hasičů obce?



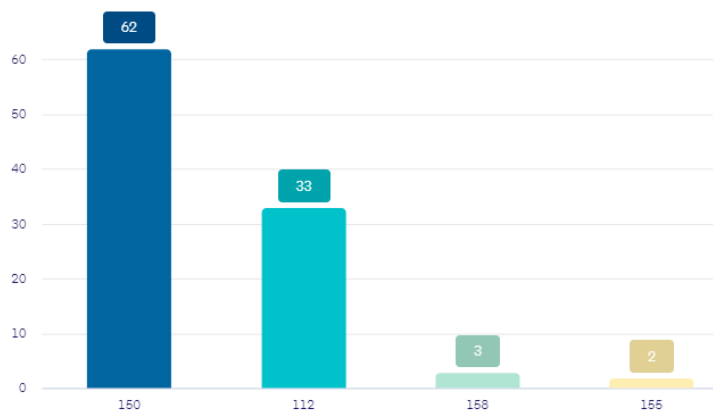
14 - Otázka č. 6 (Vlastní).

7. Zažil/a jste někdy havárii s únikem nebezpečné chemické látky?



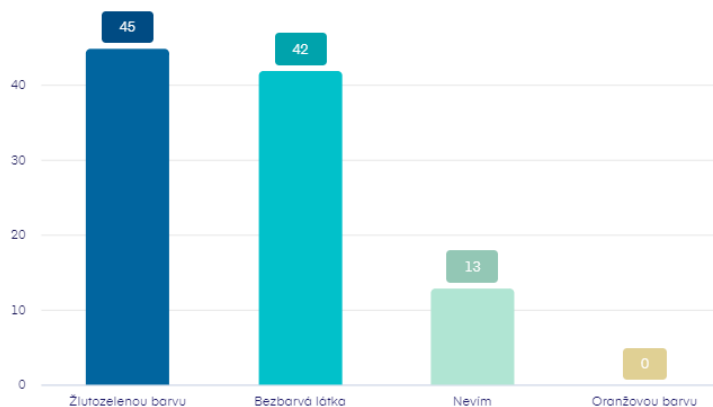
15 - Otázka č. 7 (Vlastní).

8. Které číslo byste v případě nebezpečné chemické havárie volal/a?



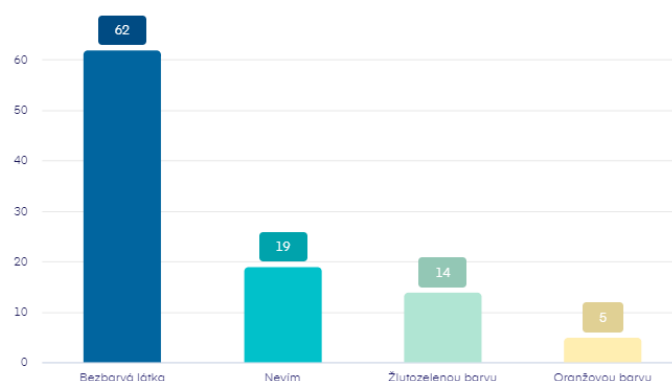
16 - Otázka č. 8 (Vlastní).

9. Mezi nejvýznamnější chemické látky na území ČR patří chlor. Jakou má látka barvu?



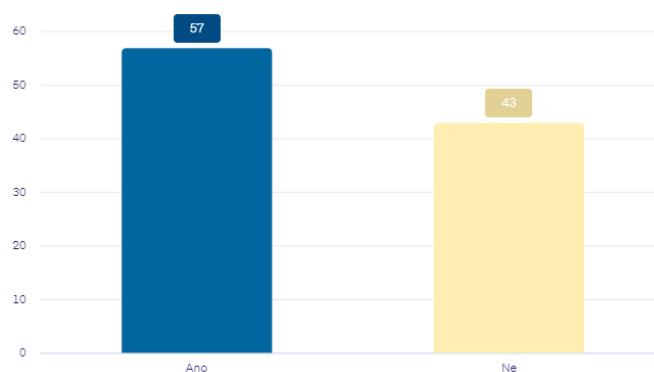
17 - Otázka č. 9 (Vlastní).

10. Mezi další nejvýznamnější chemické látky na území ČR patří amoniak (čpavek). Jakou má látka barvu?



18 - Otázka č. 10 (Vlastní).

11. Dozvěděl/a jste se někdy informace o havárii s únikem nebezpečné chemické látky a jak se proti nim chránit?



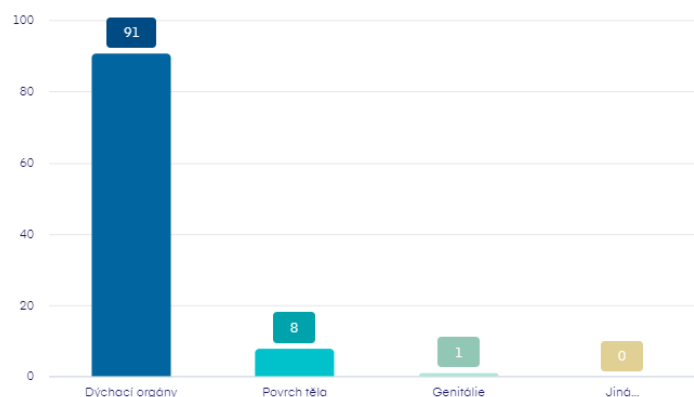
19 - Otázka č. 11 (Vlastní).

12. Pokud jste v předchozí otázce odpověděl/a ano, napište kde jste se informace získal/a?

ODPOVĚĎ	RESPONZÍ	PODÍL
	47	47%
Ve škole	4	4%
Ve škole	4	4%
Na střední škole	3	3%
Škola	3	3%
Ve škole	2	2%
Střední škola	2	2%
Internet	2	2%
U HZS a při školení zaměstnanců.	1	1%
V zaměstnání	1	1%

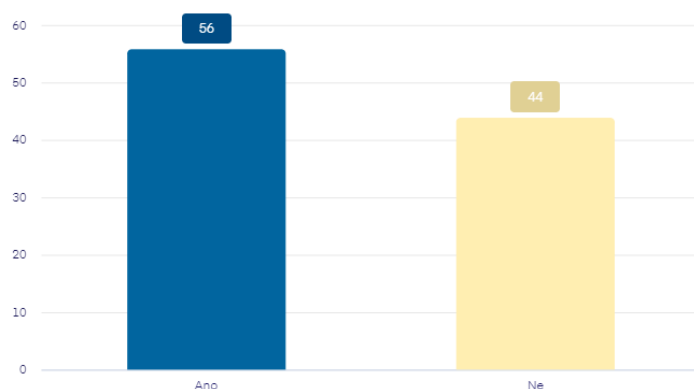
20 - Otázka č. 12 (Vlastní).

13. Při ohrožení nebezpečnou chemickou látkou byste si chránil/a prvotně?



21 - Otázka č. 13 (Vlastní).

14. Víte, co to jsou prostředky improvizované ochrany?



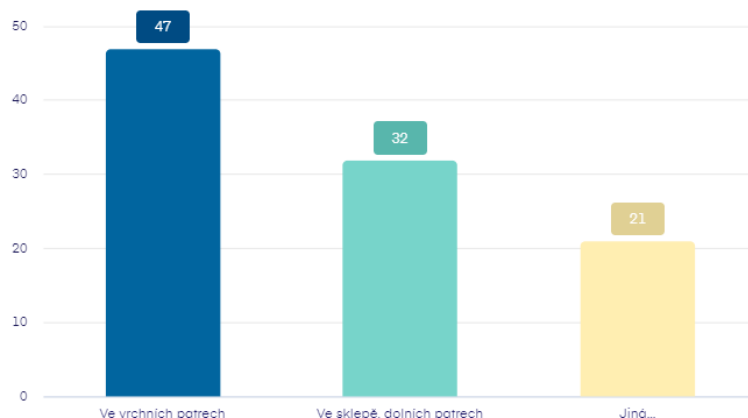
22 - Otázka č. 14 (Vlastní).

15. Pokud jste na předchozí otázku odpověděl/a ano, napište, jaké znáte prostředky improvizované ochrany?

ODPOVĚĎ	RESPONZÍ	PODÍL
	52	52%
Rukavice, potápěčské brýle	1	1%
Lýžařské nebo vodní brýle, šátek, pláštěnky, kanady, gumovky, rukavice, čepice, respirátor, šátek	1	1%
Plynová maska, respirátor, ochranné brýle, ochranný oblek	1	1%
Textilie namočené ve vodě, čepice, šála, brýle, zasaďte roztoky.	1	1%
Pláštěnka, gumové rukavice, šála, gumáky	1	1%
Šátek, mikina, tričko	1	1%
Zakrytí dýchacích cest, pláštěnka apod.	1	1%
šátek, rukavice, čepice ...	1	1%

23 - Otázka č. 15 (Vlastní).

16. Kde byste se ukryl/a v případě zasažení vašeho obydli nebezpečnou chemickou látkou?



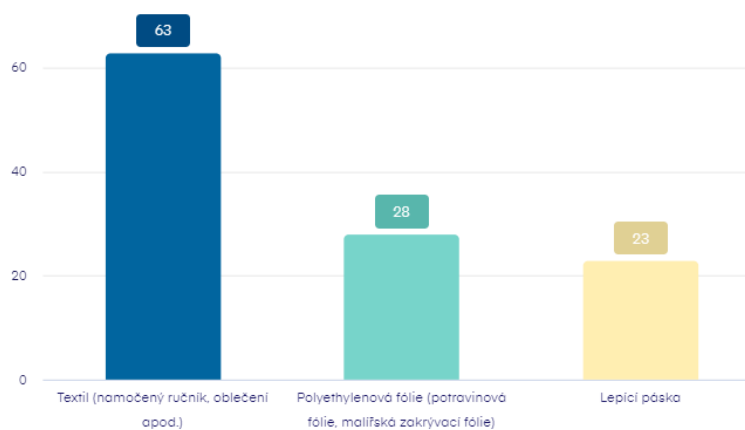
24 - Otázka č. 16 (Vlastní).

17. Svou předchozí odpověď zdůvodněte?

ODPOVĚĎ	RESPONZÍ	PODÍL
	41	41%
Chemická látka se drží při zemi	2	2%
Chemické látky jsou těžší než vzduch	1	1%
Záleží, o jakou látku se jedná, zda je lehčí nebo těžší než vzduch	1	1%
Dle mého tyto nebezpečné látky "klésnou dolu"	1	1%
Chemické látky se drží při zemi	1	1%
Plyn uniká nahoru	1	1%
Plyn se drží nahoře	1	1%
Mnoho nebezpečných látek je těžší než vzduch a drží se v přízemních prostorách	1	1%

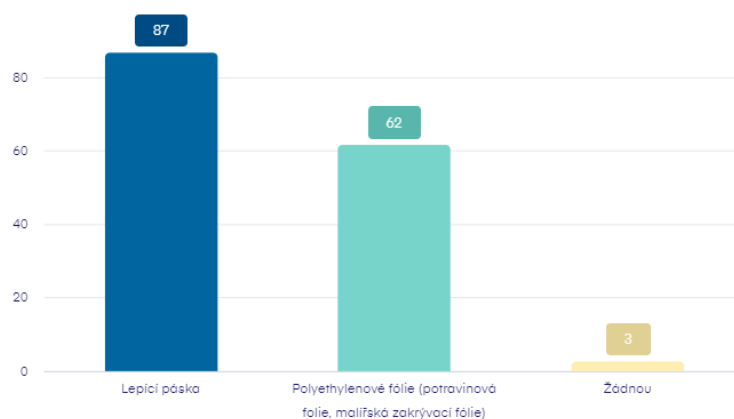
25 - Otázka č. 17 (Vlastní).

18. Při ukrytí před nebezpečnou chemickou látkou je nutno zatěsnit větrací otvory. Které z těchto prostředků by jste použil/a jako první?



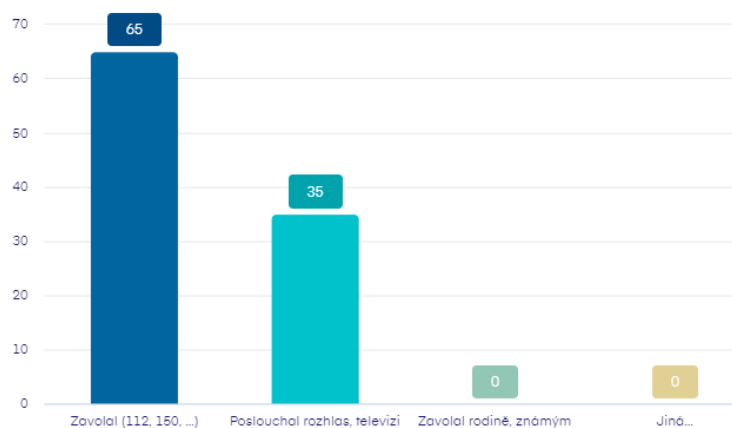
26 - Otázka č. 18 (Vlastní).

19. Které z těchto prostředků máte aktuálně doma?



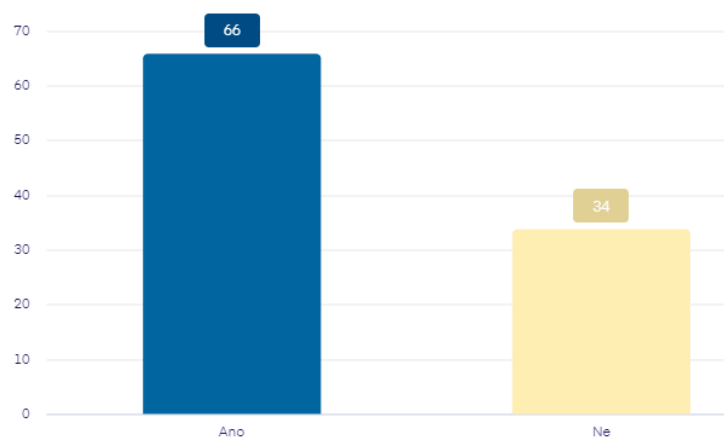
27 - Otázka č. 19 (Vlastní).

20. Co byste udělal po zatěsnění všech větracích otvorů?



28 - Otázka č. 20 (Vlastní).

21. Víte, které základní věci má obsahovat evakuační zavazadlo?



29 - Otázka č. 21 (Vlastní).

PŘÍLOHA P IV: IMPROVIZOVANÝ BALÍČEK A SMĚRNICE

Obsah improvizovaného balíčku:

- 1x odlamovací nůž (22 Kč),
- 2x zakrývací fólie (40 Kč),
- 1x kreповá páska (69 Kč),
- 1x box (80 Kč),
- **cena celkem: 211 Kč.**



30 - Improvizovaný balíček k zatěsnění (Vlastní).

Zásady chování v případě havárie s únikem nebezpečných látek

Zásady

1. nepřibližujte se k havárii a varujte ostatní,
2. pokud to jde opusťte nebezpečný prostor,
3. pokud to nejde, ukryjte se ve vyšších patrech budov a utěsněte všechny vstupní a větrací otvory (okno, klíčová dírka, klimatizace),
4. chraňte své dýchací orgány a povrch těla dostupnými prostředky improvizovanými ochrany, např. navlhčená rouška, kapesník přes ústa a nos,
5. poskytněte první pomoc zasaženým osobám,
6. sledujte televizi rozhlas nebo další sdělovací prostředky,
 - a. řiďte se pokyny záchranných složek,
7. při pálení a svědění pokožky opláchněte nebo otřete postižená místa za pomoci vody a vyměňte si oděv.

Prostředky improvizované ochrany

Základním principem improvizované ochrany je použití všech dostupných oděvů v domácnosti.

Zásady

- a) Celý povrch těla musí být zakryt,
- b) Prostředky co nejlépe utěsnit,
- c) Použít více vrstev oblečení.

Prostředky

- Hlava: čepice, šátek, šála, kukla,
- Obličej, oči: brýle (plavecké, lyžařské), mokrý šátek, šála, rouška nebo kukla,
- Povrch těla: nejvhodnější jsou dlouhé zimní kabáty, kombinézy, šustákové soupravy, pláštěnky ale lze použít jakékoli oblečení,
- Ruce: rukavice nejlépe pryžové,
- Nohy: nejvhodnější jsou pryžové nebo kožené vysoké boty.

Prostředky k utěsnění otvorů

Je potřeba utěsnit okna, dveře, klíčovou díрку, vypnou ventilaci a utěsnit další otvory.

Prostředky

- lepicí páska,
- polyetylenové fólie,
- závěsy, záclony nebo jiné textilie namočené ve vodě.

Zpracoval: Tomáš Řepka