

Ohrožení obyvatelstva při úniku nebezpečných chemických látek

Ondřej Zámorský

Bakalářská práce
2014



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: 2013/2014

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Ondřej Zámorský**

Osobní číslo: **L11069**

Studijní program: **B2825 Ochrana obyvatelstva**

Studijní obor: **Ochrana obyvatelstva**

Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Ohrožení obyvatelstva při úniku nebezpečných chemických látek**

Zásady pro vypracování:

- 1. Rozbor současného stavu, platné legislativy vztahující se k danému tématu**
- 2. Možnosti řešení opatření ochrany ohroženého obyvatelstva při chemické havárii**
- 3. Návrh opatření k ochraně obyvatelstva s využitím modelové situace úniku chemické látky ze stacionárního a mobilního zdroje**

Rozsah bakalářské práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

[1] VIČAR, Dušan a Radim VIČAR. Vybrané aspekty práva bezpečnosti a obrany České republiky. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013, 103 s. ISBN 978-80-7454-279-4.

[2] MIKA, Otakar J. Průmyslové havárie. Vyd. 1. Praha: Existencialia, 2003, 126 s. Řešení krizových situací. ISBN 80-725-4455-1.

[3] PROCHÁZKOVÁ, Dana. Nebezpečné chemické látky a chemické přípravky a průmyslové nehody. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2008, 418 s. ISBN 978-80-7251-275-1.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího bakalářské práce.

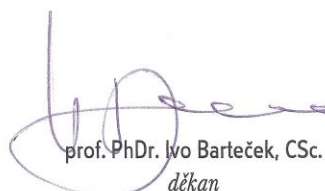
Vedoucí bakalářské práce: **doc. Ing. Ivan Mašek, CSc.**

Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání bakalářské práce: **21. února 2014**

Termín odevzdání bakalářské práce: **9. května 2014**

V Uherském Hradišti dne 21. února 2014


prof. PhDr. Ivo Barteček, CSc.
děkan




prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá ohrožením obyvatelstva při úniku nebezpečných chemických látek. Je rozdělena na dvě části, na teoretickou a praktickou. Teoretická část je věnována rozboru současného stavu, platné legislativy vztahující se k tématu, vysvětlení základních pojmů, klasifikace a značení nebezpečných chemických látek. Dále se zabývá opatřeními ochrany obyvatelstva a v konečném závěru je zmíněn Integrovaný záchranný systém. Praktická část je věnována modelové situaci v softwarovém programu TerEx, kdy se jedná o simulovaný únik ze stacionárního a mobilního zdroje a následné vyhodnocení nutných opatření a návrhů k ochraně obyvatelstva.

Klíčová slova: nebezpečná chemická látka, havárie, únik, ohrožení

ABSTRACT

This bachelor thesis is concerned with threats to the population in the case of release hazardous chemicals. Thesis is divided into two parts, theoretical and practical. The theoretical part is dedicated to the analysis of the current state, current legislation related to the topic, explaining basic concepts, classification and labeling of hazardous chemicals, discusses the measures of protection of the population and in the last part of the referred to the Integrated Rescue System. The practical part is devoted to modeling the situation in the software program TerEx when a simulated escape from stationary and mobile sources and subsequent evaluation of proposals and the necessary measures to protect the population.

Keywords: dangerous chemical accidents, leaks, threats

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval svému vedoucímu práce doc. Ing. Ivanu Maškovi, CSc. za svůj věnovaný čas, který mi věnoval při konzultacích a za cenné odborné rady, nápady.

Dále bych chtěl poděkovat Ing. Jakubu Rakovi, který mi umožnil přístup na softwarový program TerEx a za poskytnuté informace.


Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v archivu Fakulty logistiky a krizového řízení Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu 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);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti dne 2.5.2014.....


.....
podpis studenta/ky

OBSAH

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 OHROŽENÍ OBYVATELSTVA	11
1.1 PŘÍKLAD HAVÁRIE.....	11
2 ZÁKLADNÍ POJMY	13
3 LEGISLATIVA ČESKÉ REPUBLIKY	15
4 KLASIFIKACE NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK	17
4.1 OHROŽENÍ ŽIVOTA.....	18
4.1.1 Toxické (jedovaté) látky.....	18
4.1.2 Hořlavé látky.....	19
4.1.3 Výbušné látky.....	19
4.2 HLAVNÍ ZNAKY ÚNIKU NEBEZPEČNÝCH LÁTEK	20
5 BEZPEČNOSTNÍ ZNAČENÍ	21
5.1 STARÉ A NOVÉ VÝSTRAŽNÉ SYMBOLY A OZNAČENÍ.....	21
5.1.1 Staré výstražné symboly a označení.....	21
5.1.2 Nové výstražné symboly a označení	22
6 OPATŘENÍ OCHRANY OBYVATELSTVA	24
7 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM	27
7.1 ZÁKLADNÍ SLOŽKY IZS	27
7.2 OSTATNÍ SLOŽKY IZS	29
8 CÍL A METODY ZPRACOVÁNÍ	30
8.1 CÍL PRÁCE	30
8.2 METODY VYUŽÍVANÉ PŘI ZPRACOVÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE.....	30
II PRAKTICKÁ ČÁST	31
9 MODELOVÉ SITUACE HAVÁRIÍ	32
9.1 MODELOVACÍ SOFTWARE	32
9.1.1 Software TerEx	32
9.2 MODELOVÁ HAVÁRIE STACIONÁRNÍHO ZDROJE.....	32
9.2.1 Modelová situace úniku nebezpečné látky ze stacionárního zdroje.....	35
9.2.2 Nutná opatření	42
9.3 MODELOVÁ HAVÁRIE MOBILNÍHO ZDROJE.....	44
9.3.1 Modelová situace úniku nebezpečné látky z mobilního zdroje.....	45
9.3.2 Nutná opatření	50
10 NÁVRH OPATŘENÍ K OCHRANĚ OBYVATELSTVA	52
ZÁVĚR	54
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY	55

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK	59
SEZNAM OBRÁZKŮ	60
SEZNAM TABULEK.....	61
SEZNAM PŘÍLOH.....	62

ÚVOD

Je známo, že i před více než 2000 let před naším letopočtem byly nebezpečné látky, které ohrožují život zneužívány pro válečné a jiné účely. Tyto látky byly v hojné míře zneužívány pro politické účely a likvidaci nežádoucích, problémových osob.

V průběhu vývoje lidské společnosti a průmyslové činnosti, došlo k vývoji nových chemických látek pro potřeby člověka. Únik těchto látek napáchá nenávratné škody jak v přírodě, tak na samotném obyvatelstvu, které může být značně ovlivněno. Proto je dobré znát všechna možná nebezpečí a chování při vzniku mimořádné události. Zkušenosti z různých MU ukazují, že neznalost hlavních zásad chování obyvatelstva, jejich nedodržování může podstatně zvýšit ničivé následky. V dnešní době dochází k haváriím s únikem nebezpečné látky při výrobě, manipulaci, přepravě, skladování nebo při její likvidaci. Prevence těchto havárií je dána zlepšováním připravenosti Integrovaného záchranného systému, aby v době havárie věděli, jak mají postupovat a jednat.

Takovou závažnou havárií může být únik amoniaku ze zimního stadionu, v důsledku selhání obsluhy, techniky nebo nedodržování pravidel. Tento typ budov, bývá většinou postaven v centrech města, kde hrozí riziko většího počtu zasažených a ohrožených osob. Při převozu nebezpečných chemických látek dochází na silničních komunikacích k vážným haváriím, které bývají způsobeny jak vlivem meteorologických podmínek, technickým stavem vozidla, tak i selháním a zaviněním této havárie lidskou činností či chybou. Proto je nutná nezbytná znalost přepravujících látek, kdyby došlo k nečekanému úniku a správné značení pro rychlejší zásah.

Charakteristickým rysem havárie s únikem nebezpečné látky je fakt, že víme, že k ní může dojít, přichází zcela neočekávaně bez varování a zastihuje obyvatelstvo nepřipravené.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 OHROŽENÍ OBYVATELSTVA

K ohrožení obyvatelstva může dojít prakticky všude na území České republiky a nemusí se jednat jen o únik nebezpečné látky.

Druh události	Počet událostí					Podíl v % na celk. počtu
	2009	2010	2011	2012	2013	
požáry	19 681	17 296	20 511	19 908	16 563	14,8
dopravní nehody	19 004	18 053	17 061	18 910	19 023	16,9
živelní pohromy	5 240	-	-	-	-	-
úniky nebezpečných chemických látek celkem	5 916	5 300	5 285	5 106	5 253	4,7
z toho ropné produkty	4 991	4 407	4 251	3 990	4 107	3,7
technické havárie celkem	47 412	62 961	50 035	52 084	63 596	56,6
z toho technické havárie	21	19	17	13	4	0,0
technické pomoci	44 187	58 948	45 736	46 648	57 103	50,9
technologické pomoci	761	744	652	780	860	0,8
ostatní pomoci	2 443	3 250	3 630	4 643	5 629	5,0
radiační nehody a havárie	0	0	1	1	1	0,0
ostatní mimořádné události	10	2	6	67	8	0,0
plané poplachy	8 251	8 037	8 202	7 909	7 837	7,0
Celkem	105 514	111 649	101 101	103 985	112 281	100,0

Obr. 1. *Statistická ročenka zásahů JPO* [10]

K úniku může dojít prakticky kdekoli a kdykoli. Mimo stacionární zdroje např.: stadiony, továrny to mohou být i zdroje mobilní, které převáží látky silniční, železniční nebo vodní dopravou. K nejčastějším únikům dochází u mobilních zdrojů, avšak k největším únikům látky do okolí dochází u stacionárních zdrojů. Rozbory příčin uvádí, že k havárii dochází z důvodů selhání člověka (při výrobě, skladování nebo při přepravě), provozních opatření (opotrebování materiálu), vlivem přírodních jevů (např.: větru, zemětřesení, povodní aj.) nebo při teroristických útocích což není u nás tak běžné, jak ve světě.

Látky, které se při havárii uvolňují do prostředí, můžou být ve skupenství pevném, kapalném a plynném. Nejde jednoznačně určit, které skupenství je horší. Je to hodně ovlivněno samotnou situací a meteorologickými podmínkami. Avšak největší problém pro člověka představují plyny nebo páry, které jsou uvolněny a většinou bývají hořlavé, výbušné nebo toxické. [1, 31]

1.1 Příklad havárie

Z historie, ve které již došlo k nespočetně tragédiím, které vnikly s únikem nebezpečných chemických látek, je nám známo, že ať se jednalo o menší či větší únik, vždycky zanechala negativní dopady na životy, zdraví lidí, na přírodě a majetku.

Na území České republiky může nejčastěji dojít k úniku čpavku, který je hojně používán v chladicích zařízeních (zimní stadióny, pivovary, jatka) a chlóru, který se používá při úpravě vody (sportovní a rehabilitační centrum, v textilním a papírenském průmyslu).

Jako jednu z největších havárií na světě s únikem nebezpečné látky můžeme zařadit indic-kou továrnu v **Bhópálu**. K havárii došlo 3. prosince roku 1984 v chemičce na výrobu pes-ticidu, kde došlo k úniku methyloxyanátu (vysoce toxická látka), kyanovodíku a fosgenu. Sice byl vyhlášen poplach pro obyvatelstvo, ale mnoho lidí si myslelo, že jde „pouze“ o požár. Spěchali k továrně za účelem pomoci při hašení, nebo ze zvědavosti vyšli ze svých domů. V tu chvíli, ale už byl methyloxyanát v ovzduší ve velké míře, a to zapříčinilo ještě větší ztráty a onemocnění než kdyby věděli, co mají dělat. Při vyšetřování příčiny se zjistilo, že havárie byla zapříčiněna selháním lidského faktoru, podceněním přípravy a školení personálu, nedostatečným opatřením a neinformovaností obyvatelstva. Hlavními příznaky bylo pálení očí a sliznice, křeče, dýchavičnost, bolesti břicha a zvracení. Příčinou smrti bylo udušení, otok plic a oběhového systému. Všechno toto mělo za následek poškození zdraví desetitisíců a smrt tisíců lidí na místě havárie, v okruhu až 4 kilometrů. Ihned po katastrofě byla továrna zavřena a společnost, které patřila, ho ihned opustila. Zanechala tak obyvatele svému osudu. Dodnes na místě a v okolí umírají lidé a nikdo s tím nic nedělá.

Popis této havárie svědčí o tom, že havárie se v minulosti mohly vyskytnout a v budoucnosti tomu není jinak. Tím pádem je nelze podceňovat. [2, 32]

2 ZÁKLADNÍ POJMY

Vymezení základních pojmů problematiky při úniku nebezpečných chemických látek.

Ohrožení

Ohrožení můžeme definovat jako stav, při kterém dochází ke změně bezpečného stavu nějakým vlivem na stav nebezpečný, v jehož okolí mohou být ohroženi obyvatelé.

Havárie

Je mimořádná událost, kterou nelze žádným způsobem ovlivnit ani předejít k jejímu vzniku. Vzniká v souvislosti s provozem technických zařízení, zpracováním, výrobou, přepravou nebezpečných látek, nebo selháním lidského faktoru. Může vést k ohrožení života, zvířat, majetku a k nevratnému poškození životního prostředí. [13]

Hrozba

Libovolný subjekt, který svým působením může poškodit zájmy a hodnoty chráněné státem. Může se jednat o jev či událost, který vznikl za účelem poškození nebo zničení určité hodnoty. [14]

Riziko

Možnost, že dojde ke vzniku nežádoucích negativních událostí nebo skutečností, které mohou mít negativní vliv, dopad na společnost. Míra rizika se posuzuje na základě analýzy rizik. [1]

Mimořádná událost

Je to jakákoliv událost vyvolaná člověkem, přírodními vlivy, haváriemi, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují zásah IZS.[1]

Evakuace

Souhrn opatření k přesunu osob, zvířat, předmětů z místa vzniku havárie do míst, kde budou mimo ohrožení a bude jim poskytnuto náhradní ubytování, stravování. [15]

Nebezpečná chemická látka

Látky, které mají jednu nebo více nebezpečných vlastností. Vyskytují se ve všech skupenstvích (tj. pevné, kapalné, plynné) a svým únikem do prostředí mohou narušit životní prostředí a způsobit zdravotní problémy nebo smrt.

Havárie s unikem nebezpečných chemických látek

Je mimořádná, neovladatelná, neočekávaná událost. Může k ní dojít při převozu, při užívání objektu nebo zařízení, ve kterém je nebezpečná látka, vyráběna, skladována, zpracovávána a používána. A může způsobit nevratné škody a ztráty na životech. [2]

Nouzová situace

Je stav, který je vyhlášen na území České republiky při výskytu nehody, pohromy či havárie, v případě ohrožení životů, zdraví, majetkových hodnot, vnitřního pořádku a bezpečnosti. [16]

Ochrana obyvatelstva

Je plnění úkolů v oblasti plánování, organizování a výkonu činností za účelem předcházení vzniku, zajištění připravenosti na mimořádnou událost, krizovou situaci a jejich řešení.[17]

3 LEGISLATIVA ČESKÉ REPUBLIKY

V České republice jednotlivá ministerstva vydala mnoho různých zákonů, vyhlášek a nařízení, které by měly být dodržovány pro bezpečnost.

Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů. 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. [4]

Nařízení vlády č. 254/2006 Sb., o kontrole nebezpečných látek. Toto nařízení zapracovává příslušný předpis Evropských společností a upravuje způsob hodnocení bezpečnostního programu a bezpečnostní zprávy, obsah ročního plánu kontrol, informace o provedené kontrole a obsah výsledné zprávy. [5]

Vyhláška č. 255/2006 Sb., o rozsahu a způsobu zpracování hlášení o závažné havárii a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie. Vypracovává konečnou písemnou zprávu, hlášení o vzniku, dopadech závažné havárie. [6]

Zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky a o změně zákona č. 258/2000 Sb., o ochraně veřejného zdraví. Je to systém prevence, závažných havárií pro objekty a zařízení, v nichž je umístěna vybraná nebezpečná chemická látka nebo chemický přípravek s cílem snížit pravděpodobnost vzniku a omezit následky závažných havárií na zdraví a životy lidí, hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek v objektech a zařízeních a v jejich okolí. [7]

Vyhláška č. 402/2011 Sb., o hodnocení nebezpečných vlastností chemických látek a chemických směsí a balení a označování nebezpečných chemických směsí. Zapracovává příslušné předpisy Evropské unie a navazuje na přímo použitelné předpisy evropské unie a stanoví tak, obecné postupy pro hodnocení nebezpečných vlastností a směsí, výpočtové metody, obaly nebezpečných směsí určených k prodeji, směsí, kterou mohou představovat specifické vlastnosti na zdraví nebo životní prostředí, standardní věty určující rizikovitost a pokyny. [8]

Nařízení vlády č. 25/1999 Sb., kterým se stanoví postup hodnocení nebezpečnosti chemických látek a chemických přípravků, způsob jejich klasifikace a označování a vydává seznam dosud klasifikovaných nebezpečných chemických látek. [9]

Ústavní zákon 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky. Vláda může vyhlásit tento stav při živelních pohromách, ekologických a průmyslových haváriích, nehodách nebo jiném nebezpečí, které ve značném rozsahu ohrožují životy, zdraví nebo majetkové hodnoty anebo vnitřní bezpečnost. [11]

Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení. Tento zákon stanoví působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků a práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na krizové situace, které nesouvisejí se zajišťováním obrany České republiky před vnějším napadením, při jejich řešení, při ochraně kritické infrastruktury a odpovědnost za porušení těchto povinností. [12]

4 KLASIFIKACE NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK

Abychom dokázali tyto látky řádně označit, rozdělit podle nebezpečnosti, byla zavedena klasifikace nebezpečných látek. Všechny látky mají své vlastnosti a podle toho jsou rozříděny a zařazeny. Klasifikace je postup, při kterém se zjišťuje nebezpečnost chemické látky nebo přípravku a jeho zařazení do určité skupiny nebezpečnosti. [1]

Nebezpečné chemické látky nebo nebezpečné chemické přípravky jsou látky, které za podmínek stanovených zákonem o chemických látkách a přípravcích představují určité nebezpečí pro nás a naše okolí. Proto jsou dále klasifikovány dle platného zákona do patnácti tříd:

- **Výbušné** – jsou to látky pevné, kapalně, pastovité nebo gelovité, které exotermně reagují i bez přístupu kyslíku za rychlého vývinu plynů;
- **Oxidující** - při styku s jinými látkami vyvolávají vysoce exotermní reakci;
- **Extrémně hořlavé** – látky kapalně, které mají bod vzplanutí nižší než 0 °C a bod varu nižší než 35 °C nebo plyny, které mají vlastnost za normálních podmínek normálního (atmosférického) tlaku se samovznítit;
- **Vysoce hořlavé** – mohou se samovolně zahřívat a následně vznítit ve styku s ovzduším při normální pokojové teplotě bez dodání jakékoliv energie, pevné látky se mohou snadno zapálit po krátkém styku se zdrojem zapálení, v kapalném stavu mají bod vzplanutí nižší než 21 °C a nejsou extrémně hořlavé, chemické látky ve styku s vodou nebo vlhkým ovzduším uvolňují vysoce hořlavé plyny;
- **Hořlavé** – kapalně látky, které mají nízký bod vzplanutí, jejich bod vzplanutí je něco mezi od 21 °C do 55 °C;
- **Vysoce toxické, toxické** – i velmi malé množství může způsobit smrt, akutní nebo chronické poškození zdraví;
- **Zdraví škodlivé** – chemické látky, které při vdechnutí, požití, průnikem kůží mohou způsobit smrt nebo poškodit zdraví;
- **Žíravé** – chemická látka, která může zničit nebo nevratně poškodit jinou látku, se kterou přijde do styku (živá tkáň);
- **Dráždivé** - látky, které dráždí dýchací ústrojí a můžou působit i na kůži;
- **Senzibilizující** – látky zvyšující přecitlivělost;
- **Karcinogenní** – látky schopné vyvolat rakovinové bujení nebo zvýšit její výskyt;

- **Mutagenní** – mohou vyvolat nebo zvýšit výskyt dědičného genetického poškození;
- **Toxické pro reprodukci** – látky, které mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu nedědičných poškození potomků, poškození reprodukčních funkcí nebo schopností reprodukce muže nebo žen;
- **Nebezpečné pro životní prostředí** – látky, které se mohou projevit okamžitě nebo opožděně.

Samotná klasifikace nestačí, proto musí být tyto nebezpečné chemické látky patřičně baleny a označeny. [1,18]

4.1 Ohrožení života

Jak již bylo řečeno v předchozí kapitole, nebezpečné chemické látky jsou klasifikovány dle zákona č. 350/2011 Sb. Při nakládání právě s těmito látkami může dojít k nehodám, haváriím, které právě souvisí s uvolněním dané nebezpečné chemické látky. Největší škody napáchají ty nehody, havárie, ve kterých je vážně ohroženo okolí, život a zdraví člověka. Mezi nejčastější projevy při úniku těchto látek při havárii patří **toxicita, hořlavost a výbušnost**. Některé druhy látek mohou mít všechny tři projevy (například amoniak, kyanovodík). Proto je nutná nezbytná znalost a zkušenost zasahujících složek na místě zásahu. [2]

4.1.1 Toxické (jedovaté) látky

Věda, která se zabývá toxickými (jedovatými) látkami se nazývá toxikologie. Je to samostatný vědní obor, studující nepříznivé účinky těchto látek na živý organismus. Toxická látka je vysoce škodlivá a dokáže již v malých množstvích při jednorázové nebo opakované expozici vyvolat těžké poškození organismu nebo dokonce způsobit i smrt.

Toxické látky se na území České republiky skladují, přepravují a používají ve velkém měřítku k nejrůznějším účelům. Mezi nejčastějšími jsou amoniak, který se používá při chemické výrobě (například umělá hnojiva), avšak jeho hlavním využitím je plnění zásobníků chladících zařízení u zimních stadionů (mlékárny, jatka, potravinářství). Dalšími toxickými látkami, se kterými se u nás v hojné míře nakládá, jsou: chlór, sirouhlík, kyanovodík, fosgen, sulfan, formaldehyd, chlorovodík, fluorovodík a další. Při havárii zásobníku, dopravního prostředku či skladu při nepředstavitelných skladovaných množstvích znamená pro obyvatelstvo vážné nebezpečí. [2,18]

4.1.2 Hořlavé látky

Ze života je nám známo, že všechny látky nejsou hořlavé. Hoření je samo o sobě složitý fyzikálně-chemický proces, který uvolňuje energii, teplo a světlo. Během hoření látka mění svůj chemický charakter a produkuje přitom do okolí toxické látky.

Mezi hořlavé látky můžeme zařadit například: různé druhy motorové nafty, benzen, toluen, topné oleje, automobilový benzín, kyanovodík, sirouhlik, fosfor, metylalkohol, etylalkohol, acetaldehyd, aceton a jiné látky. [2]

U havárií je vysoká pravděpodobnost, že právě tím ničivým faktorem bude právě to nežádoucí hoření, které dokáže napáchat největší škody a zmařit nejvíce životů. Bod vzplanutí udává nejnižší teplotu, na kterou musí být hořlavá kapalina zahřátá, aby po přiblížení plamene došlo ke vznícení par. Podle bodu vzplanutí rozdělujeme hořlaviny do čtyř tříd. [18]

Tabulka 1. Rozdělení hořlavých kapalin do tříd nebezpečnosti

Třída nebezpečnosti	Bod vzplanutí	příklady
I. třída	do 21 °C	benzen, toluen, aceton
II. třída	nad 21 °C do 55 °C	petrolej, butanon
III. třída	nad 55 °C do 100 °C	cyklohexanol, pohonné oleje
IV. třída	nad 100 °C do 250 °C	lněný, kosmetický olej

4.1.3 Výbušné látky

Výbušné látky jsou ty, které spolu se vzduchem a vlivem iniciace snadno explodují. Výbuch může být způsoben ohřátím látky na vyšší teplotu, stykem s otevřeným ohněm, elektrickým výbojem, úderem blesku apod. Některé látky explodují i při styku s jinou nebezpečnou chemickou látkou.

*„K tomu, aby k výbuchu došlo, je nutné dosažení určité koncentrace plynů nebo par látky v ovzduší. Uvedenou vlastnost charakterizuje tzv. **oblast výbušnosti**, představující koncentrační rozpětí, ve kterém páry látky ve směsi se vzduchem vybuchují. Spodní hodnota koncentrace této oblasti se nazývá **dolní koncentrační hranice (mez) výbušnosti**, což je nejnižší koncentrace hořlavé látky ve směsi se vzduchem, kyslíkem či jiným oxidačním prostředkem, která je schopna při určité iniciační energii šířit plamen. Horní hodnota koncen-*

tračního rozpětí se nazývá **horní koncentrační hranice (mez) výbušnosti**, která představuje nejvyšší koncentraci hořlaviny ve směsi s oxidačním prostředkem, která je ještě výbušná“. [18]

Z toho vyplývá, že nejnebezpečnější látky jsou ty, které mají nejnižší dolní koncentrační hranici výbušnosti. Patří zde různé plyny (metan, svítiplyn, propan-butan, acetylén, vodík, oxid uhelnatý, aj). [2]

4.2 Hlavní znaky úniku nebezpečných látek

Jestliže dojde při havárii k úniku nebezpečné látky, je nutné vědět, o jakou látku jde. Pro obyvatelstvo na místě nehody, havárie je důležité umět rozpoznat přítomnost nebezpečné chemické látky a provést nezbytná opatření pro ochranu. K tomu nám pomáhá zkušenost a znalost označení.

Při takovém úniku se na místě havárie objevují známé charakteristické znaky. Podle těchto znaků, lze určit, o jakou látku může jít. Mezi nejvýraznější znaky patří neobvyklé obaly (tlakové láhve, balóny s kapalinami v koších, kanystry), různé viditelné projevy (mlha, vlhnutí ovzduší, při požáru neobvyklá barva plamene, zápach aj). Tyto znaky bývají často doprovázeny i akustickými jevy, jako výbuch, zvuk unikajícího plynu, praskání a pištění.[2]

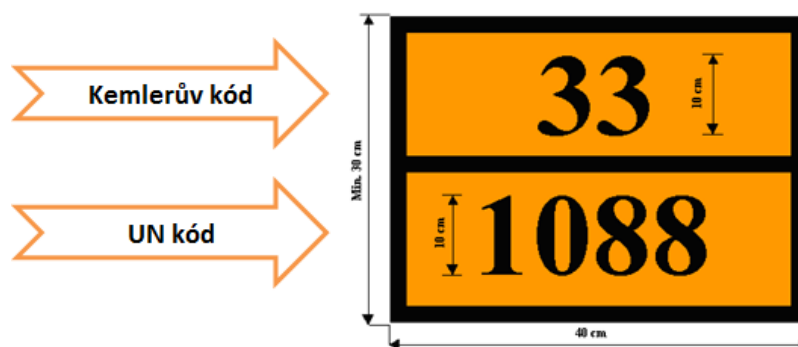
Tabulka 2. *Typický zápach některých toxických látek* [2]

Toxická látka	Zápach
Amoniak	Ostrý, štiplavý
Anilin	Rybi
Kyanovodík	Po hořkých mandlích
Chlór, formaldehyd	Štiplavý
Sírovodík	Po zkažených vejcích
Oxid dusíku	Dráždivý, ostrý
Oxid siřičitý	Štiplavý
Fenol	Sladký, štiplavý
Fosgen	Po plisni nebo po posečeném seně
Toluen	Ovocný, štiplavý
Sírouhlik	Po shnilém zeli

5 BEZPEČNOSTNÍ ZNAČENÍ

Dalším takovým důležitým znakem jak poznat, že se jedná o havárii s únikem nebezpečné chemické látky, jsou různé výstražné tabulky, symboly umístěné na nádržích, cisternách, zásobnících či skladech. [2]

Nejznámějším systémem, který se používá po celé Evropě v železniční, a silniční dopravě jsou oranžové výstražné tabulky. Tyto tabulky lze jednoduše rozpoznat, protože jsou umístěny na viditelném místě a jsou rozděleny na dvě poloviny – na Kemlerův kód, který značí třídu nebezpečnosti a UN-kód, který značí identifikační číslo.



Obr. 2. Dopravní značení nebezpečné látky [19]

5.1 Staré a nové výstražné symboly a označení

Při vstupu České republiky do EU musel vejít v platnost zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích. Tento zákon byl 1. 11. 2008 změněn na nový zákon č. 371/2008, který prošel mnoha změnami. [10]

5.1.1 Staré výstražné symboly a označení

Doposud byly používány kromě názvu, také výstražné symboly, které máme na obrázku a jsou klasifikovány pomocí S, R-vět. Klasifikace spočívá v zařazení látky do jedné z patnácti skupin a přiřazení k nim standardní věty typu S-věta, R-věta.

R-věty jsou standardní věty, které označují specifickou rizikovost nebezpečné látky. Začínají písmenem R, ke kterému jsou přiřazena patřičná čísla. Tato čísla jsou od písmena R

odděleny pomlčkou (např. R-46) pro oddělení formulací jednotlivých R-vět, nebo lomítkem, pro označení kombinované formulace.

S-věty jsou standardní pokyny pro bezpečné zacházení s látkou. Tvoří sérii čísel, kterým předchází písmeno S, které udává bezpečnostní opatření. Čísla jsou oddělena od písmena S, taktéž pomlčkou nebo lomítkem. [1]

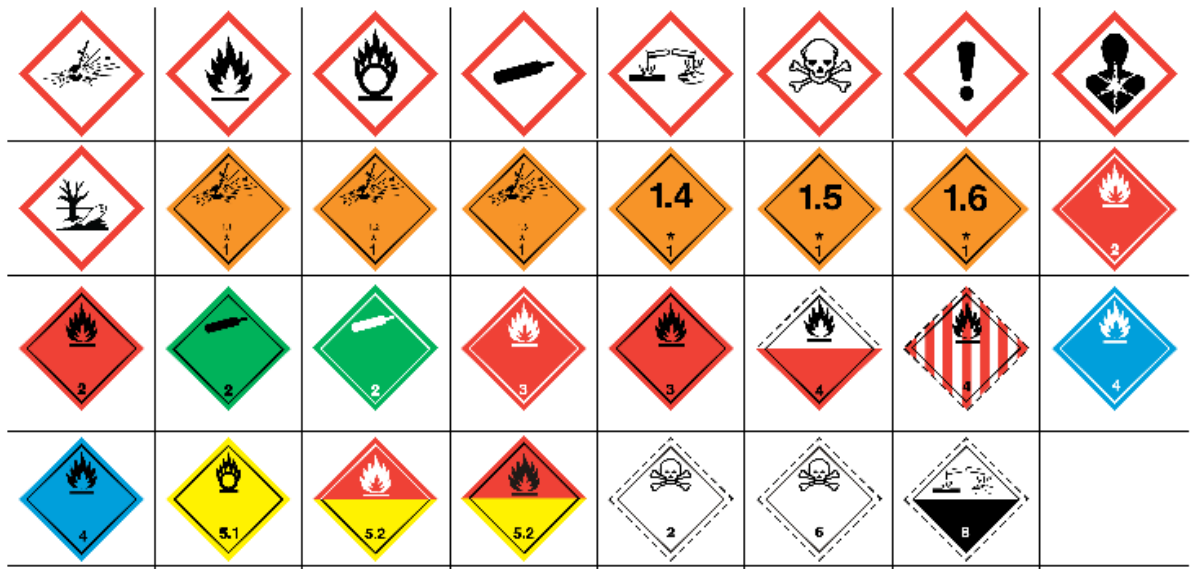
Výbušné	Oxidující	Extremně hořlavé	Vysoce hořlavé	R 10, Hořlavé	Vysoce toxické
 E	 O	 F+	 F	 F	 T+
Toxické	Zdraví škodlivé	Žíravé	Dráždivé	R-42, Senzibilizující	R-45, Karcinogenní 1.,2. kategorie
 T	 Xn	 C	 Xi	 Xi	 T
Karcinogenní 3. kategorie	R-46, Mutagenní 1.,2. kategorie	R-40, Mutagenní 3. kategorie	R- 60, Toxické pro reprodukci 1.,2. kategorie	Toxické pro reprodukci 3. kategorie	Nebezpečný pro životní prostředí
 Xn	 T	 Xn	 T	 Xn	 N

Obr. 3. Staré výstražné symboly na chemických výrobcích [19]

5.1.2 Nové výstražné symboly a označení

Největší změnou si prošly samotné symboly a R-věty, S-věty, které byly změněny. Např.: si prošel změnou samotný symbol, který je vložen v červeně orámovaném čtverci postavený

na roh. Dále už se nejedná o R, S- věty, ale o H, P-věty, které jsou jinak číslované a některé mají odlišný text a je jich víc. [20]



Obr. 4. Nové výstražné symboly na chemických výrobcích [21]

6 OPATŘENÍ OCHRANY OBYVATELSTVA

Poznatky z minulosti ohledně havárií ukazují, že neznalost zásad chování obyvatelstva může vést ke zvýšení jejich ničivých následků. Hlavním rysem havárie s únikem NCHL je, že nedokážeme určit, kdy k ní dojde, přichází náhle, bez varování a tudíž nás postihuje zcela nepřipravené.

Jestliže dojde k úniku těchto látek, je nezbytně nutné si uvědomit, že neohrožují pouze okolí v místě havárie, ale mohou být rozneseny ve směru větru do velkých vzdáleností. Většina těchto látek mají větší hustotu než vzduch, nebo tvoří mlhy (čpavek), které se drží při zemi a kopírují terén a tím následně zaplňují podzemní prostory (sklepy, kanalizace).

Pokud dojde k jakékoliv havárii a s ní spojený únik NL, nikdo, nikdy na ní není připravený a musí jednat v době, kdy je svědkem nebo je varován příslušnými orgány. V takovém případě musí vědět jak se v daný okamžik zachovat a jednat okamžitě. Při úniku chemické látky způsobené havárii by se měli obyvatelé řídit následujícími dvanácti pokyny: [1, 15, 22]

1) Nepřibližovat se k místu havárie

V místě vzniku havárie, bývá většinou koncentrace NCHL největší (nejnebezpečnější). Nejvyšší koncentrace bývá na závětrné straně a nejnižší na návětrné. Koncentrace klesá ve směru větru od místa havárie. Toto klesání je závislé na meteorologických podmínkách, na druhu a množství unikající látky. Zbytečné přibližování k havárii ze zvědavosti bez ochranných dýchacích prostředků, může vést ke zvýšení počtu otrávených.

2) Vyhledat úkryt

Většina NCHL je těžší než vzduch, proto klesá ke dnu. Díky tomu se mohou snadněji dostat do nižších podlaží budov (sklepy). Proto musíme hledat úkryt v místnostech, které jsou ve vyšších patrech. Látky lehčí než vzduch jsou většinou prchavé, v terénu tudíž málo stáje a je tedy málo pravděpodobné, že by pronikly do vyšších pater zavřenými nebo utěsněnými okny.

3) Utěsnit místnost

Okna místnosti pro ukrytí, utěsnit různými druhy samolepicích těsnících pásek, které zamezí průnik nebezpečné chemické látky do místností. Dále je možné snížit průnik látky okny do místností polyetylenovými fóliemi, lepicími páskami, záclonami i závěsy, namo-

čenými ve vodě nebo do roztoků pro improvizovanou ochranu. Nezbytné je rovněž vypnout a izolovat veškerou ventilaci v bytě (např.: klimatizaci, větrací systémy, topidla, digestoře) a také sebemenší otvory (klíčové dírky), kudy by se NL mohla dostat dovnitř.

4) Připravit si prostředky individuální ochrany

Při havárii je možné, že obyvatelé budou nuceni projít nebo nějakou dobu pobývat na místě úniky nebezpečné látky. Proto je nutné, aby si v tomto případě obyvatelé chránili povrch těla a dýchací cesty pomocí prostředků individuální ochrany nebo prostředků improvizované ochrany. Improvizovaná ochrana je chápána, jako využití vhodných druhů oblečení, které máme k dispozici, a kterými můžeme chránit důležité dýchací cesty a povrch těla. Prostředky improvizované ochrany jsou uvedeny v příloze 1.

5) Provádět nebo připravit se na částečnou dekontaminaci

V případě, kdy ke kontaminaci ještě nedošlo, je potřeba být připravený a nachystaný, kdyby bylo potřeba. Většinou, je vhodná příprava zásob vody k omývání celého těla a různých dezinfekčních nebo neutralizačních roztoků (borová voda). Jestliže dojde ke kontaminaci osob, je nutná celková sprcha a výměna oblečení. Dekontaminace se provádí u některých netěkavých nebezpečných látek a většinou je nezbytná u sloučenin, které bývají vytvořeny při požárech.

6) Poslech rozhlasu a televize

V celé České republice je od 1. 11. 2001 zaveden jeden varovný signál, kterému říkáme „**Všeobecná výstraha**“. Tato výstraha je zpuštěna, pokud je nutné varovat obyvatelstvo při hrozbě nebo vzniku mimořádných událostí. Je vyhlášena po dobu 140 sekund kolísavým tónem, který může být opakován třikrát za sebou v třiminutových intervalech. Po zaznění tónu je třeba věnovat pozornost mediální informacím, které následují. Tyto mediální informace poskytují podrobné informace o události a informují obyvatele, co mají dále dělat, jak postupovat, aby nedošlo ke zbytečným ztrátám na životech.

7) Jednat klidně a s rozvahou

V žádném případě nepodléhat panice a nezmatkovat! Nutné je poslouchat rozhlas a postupovat podle informací, které byly sděleny prostřednictvím mediálních informací. V případě nutnosti uklidňovat jedince, kteří propadli panice a šíří falešné, neověřené zprávy. Pokud je to nezbytně nutné, izolovat je od ostatních a počkat do příjezdu IZS.

8) Netelefonovat a neblokovat síť

Jestliže to není nezbytně nutné, nezahlcovat komunikační síť. Může totiž dojít k přetížení této sítě a následného nedovolání obyvatel kam potřebuje.

9) Respektovat pokyny a nařízení IZS

Všechny složky IZS jsou profesionálně vyškoleny a připraveny na tyto události. Pokyny, které vydávají, vycházejí ze zkušeností a je třeba je respektovat.

10) Vyvarovat se zbytečné fyzické zátěži

Při zbytečné fyzické námaze v zamořeném prostředí nebezpečnou chemickou látkou se zvyšuje příjem inhalovaného vzduchu do organismu. Při používání prostředků improvizované ochrany či individuální ochrany se při větší fyzické zátěži snižuje doba jejich používání. Rozdíl v příjmu inhalovaného vzduchu při pomalé chůzi a běhu může být až šestinásobný.

11) Varování sousedů

Informování nebo pomoc sousedům v okolí. Především starším, nevidomým a nemocným osobám.

12) Připravit se na evakuaci a příprava evakuačního zavazadla

Pokud nastala nějaká neodvratitelná situace, dávají složky IZS pokyn pro evakuaci. Většinou se na evakuaci musí připravit obyvatelé bydlící blízko nebo ve směru větru vzniklé havárie. Při úniku nebezpečné chemické látky je evakuace závislá na jejím uniklém druhu. Ne vždy k ní musí dojít, někdy stačí udělat to, co je popsáno v předchozích bodech. Většinou se provádí tam, kde může dojít k rozsáhlé kontaminaci prostředí, bytových částí a dekontaminace bude trvat delší dobu. Následný návrat domů lze předpokládat až po úplné dekontaminaci se souhlasem kontrolních orgánů. Se samotnou evakuací úzce souvisí i příprava evakuačního zavazadla. [1, 15, 22]

7 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM

Integrovaný záchranný systém tvoří spolu s několika složkami určitý celek, určitý systém vazeb, pravidel spolupráce, který plní úkoly na úseku vnitřní bezpečnosti státu. Řídí se zákonem č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému.

„IZS je určen pro koordinaci záchranných a likvidačních prací při MU, haváriích a živelných pohromách. Vznikl z potřeby každodenní činnosti záchranářů, zejména při složitých haváriích, nehodách a živelných pohromách, kdy je třeba organizovat společnou činnost všech, kdo mohou svými silami a prostředky, kompetencemi nebo jinými možnostmi přispět k provedení záchrany osob, zvířat, majetku nebo životního prostředí. Je to systém spolupráce a koordinace složek, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob při společném provádění záchranných a likvidačních prací.“ [3]

Zákon rozděluje IZS do dvou základních skupin:

- Složky základní
- Složky ostatní

7.1 Základní složky IZS

- Hasičský záchranný sbor České republiky (HZS)
- Jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany (JPO)
- Zdravotnická záchranná služba (ZZS)
- Policie České republiky (Policie ČR)

Základní složky jsou v neustále pohotovosti a připraveny na jakoukoliv ohlášenou, vzniklou situaci. Z toho důvodu jsou rozmístěny po celém území ČR, aby se na místo havárie dostaly v co nejkratší době.

HZS ČR

Hasičský záchranný sbor ČR je hlavním koordinátorem a páteří integrovaného záchranného systému. Je řízen podle zákona č. 238/2000 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky. Byl zřízen za účelem poskytování účinné pomoci, záchraně lidských životů, zdraví, majetku při vzniku havárií, požárů, teroristických útoků nebo mimořádných událostí, které mohou nastat. Zabezpečuje koordinovaný postup při provádění záchranných a likvidačních prací. [3]

HZS se v současnosti skládá z generálního ředitelství, které je součástí Ministerstva vnitra, dále 14 hasičských záchranných sborů krajů, Střední a vyšší odborná škola požární ochrany ve Frýdku Místku a Záchranný útvar HZS ČR.

Dále je součástí a spolupracuje se vzdělávacími, technickými a účelovými zařízeními. Jako jsou: Školní a výcvikové zařízení HZS ČR (ve Frýdku - Místku, Brně, Borovanech), Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, Technický ústav požární ochrany Praha a Skladovací a opravárenské zařízení HZS ČR. [3]

ZZS

Poskytuje odbornou přednemocniční neodkladnou péči na místě vzniku úrazu nebo náhlého onemocnění a následnou dopravu postiženého do nejbližšího zdravotního centra, kde o něj bude postaráno. ZZS zřizuje krajský úřad, který zodpovídá za její činnost. Tísňová linka má v České republice číslo 155. Zákon, kterým se řídí má č. 374/2011 Sb., o Zdravotnické záchranné službě. [3]

Policie ČR

Policie České republiky je výkonným orgánem státní moci v oblasti bezpečnosti občanů, ochrany majetku a veřejného pořádku. Je to jednotný ozbrojený bezpečnostní sbor. Byl zřízen, aby sloužil veřejnosti. Hlavním úkolem je chránit bezpečnost osob, majetku, dále pak chránit veřejný pořádek a předcházet trestné činnosti. Rovněž plní úkoly podle trestního řádu a další úkoly na úseku vnitřního pořádku, bezpečnosti podle zákona, předpisy Evropských společenství a mezinárodních smluv, které jsou součástí právního řádu České republiky. [3, 23]

11. srpna 2008 byl publikován zákon, č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky, který upravuje práva a povinnosti policistů, vymezuje jejich pravomoci a úkoly, jež mají plnit ve službě.

„Policie České republiky je podřízena ministerstvu vnitra. Tvoří ji policejní prezidium, útvary s celostátní působností, krajská ředitelství policie a útvary zřízené v rámci krajských ředitelství. Zákon zřizuje 14 krajských ředitelství policie. Jejich územní obvody se shodují s územními obvody 14 krajů České republiky“. [23]

Při své činnosti se řídí ústavními zákony a právními předpisy. Spolupracuje s dalšími složkami státní správy, dále s mezinárodními organizacemi, jakou jsou např.: Interpol, Euro pól a zahraniční bezpečnostní sbory.

7.2 Ostatní složky IZS

- Vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil (vojenské záchranné roty)
- Ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory (vězeňská služba, obecní policie)
- Záchranné sbory (Báňská, Vodní záchranná služba)
- Orgány ochrany veřejného zdraví (Ministerstvo zdravotnictví)
- Zařízení civilní ochrany
- Pohotovostní, havarijní, odborné a jiné služby
- Neziskové organizace a sdružení občanů, které můžeme využít při záchranných či likvidačních pracích [3]

8 CÍL A METODY ZPRACOVÁNÍ

8.1 Cíl práce

Cílem této bakalářské práce, je na základě rozboru konkrétních situací zhodnotit pravděpodobnosti ohrožení obyvatelstva při úniku nebezpečných chemických látek a pomocí modelové situace navrhnout opatření ke zvýšení účinnosti.

8.2 Metody využívané při zpracování bakalářské práce

Ve své práci využívám modelaci pracující s únikem nebezpečných chemických látek, dále interpretaci pro vysvětlení, objasnění a následné vyhodnocení celkové situace.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

9 MODELOVÉ SITUACE HAVÁRIÍ

Havárie s únikem NCHL jak při přepravě, skladování, výrobě nebo využití se v dnešní době nevyhneme. Nikdy nedokážeme předpovědět, zdali k ní dojde, ale je dobré být na ni připravený. Na vině jsou většinou lidé, ale ne vždy tomu tak je.

9.1 Modelovací software

Pro modelování havárií s únikem nebezpečných látek jsem si vybral softwarový program od společnosti T-Soft jménem TerEx.

9.1.1 Software TerEx

„Software TerEx je určen pro rychlý odhad následků havárií a teroristických nebo vojenských útoků. Má rozsáhlé využití pro jednotky IZS jak přímo na místě, tak i v operačním středisku. Je vhodný rovněž pro analýzy rizik při územním plánování, navrhování zástavby v okolí komunikací a výrobních závodů, pojišťovnictví apod. Program poskytuje výsledky i při nedostatku přesných vstupních informací. Podrobný výsledek odpovídá nejhorší variantě, která může vzniknout.“ [24]

Jeho výhodou je rychlé vyhodnocení havárie, které se nám zobrazí ve formě grafů, map, textů, se kterými můžeme následně dál pracovat a vytvářet plány nezbytné pro zásah IZS.

9.2 Modelová havárie stacionárního zdroje

Jako situaci na únik nebezpečné látky (amoniak) ze stacionárního zdroje jsem si vybral Zlínský stadion Lud'ka Čajky.

Charakteristika amoniaku

Amoniak neboli čpavek je jedna z nejrozšířenějších nebezpečných látek v ČR. Kvůli této látce musí jednotky HZS vyjíždět a zasahovat na místě havárie několikrát ročně. Tato látka vzniká v přírodě rozkladem organických zbytků, exkrementů a močí živočichů. Ve velkém množství se vyrábí a používá v průmyslu pro výrobu hnojiv, při zpracování kovů a v mrazárnách, potravinářství, na stadiónech jako chladicí médium.

Bezbarvá kapalina nebo velmi štiplavý plyn, který má toxické a výbušné vlastnosti. Tato látka velmi slině dráždí kůži, oči, dýchací cesty a poškozuje sliznici. Za normálních pod-

mínek je amoniak bezbarvý plyn o hustotě $0,77 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$ (o polovinu lehčí než vzduch). Při uvolnění plynu se tvoří velké množství studené mlhy a leptavé výbušné směsi, mlha je těžší než vzduch a může zatéct do nižších prostorů budov. Je dobře rozpustný ve vodě. Teplota varu je $-33 \text{ }^\circ\text{C}$ a teplota tání $-77,7 \text{ }^\circ\text{C}$. Za zvýšeného tlaku může být skladován v kapalně podobě. Reaguje s kyselinami za vzniku amonných solí.

Tabulka 3. *Vlastnosti amoniaku* [26, 28]

<i>Název</i>	<i>amoniak</i>
Chemický vzorec	NH_3
Bod tání	$-78 \text{ }^\circ\text{C}$
Bod varu	$-33 \text{ }^\circ\text{C}$
Kemler - kód	268
UN - kód	1005 (zkapalněný)
Číslo CAS	7664-41-7
Molekulová hmotnost	$17,04 \text{ g/mol}$
Hutnota par	$0,6 \text{ kg/m}^3$
Tenze par	$800 \text{ kPa/20 }^\circ\text{C}$

Pro lidský organismus je amoniak velmi silně dráždivý, dráždí oči, ústa, hltan, leptá sliznici a způsobuje kašel a dýchací potíže. Při vyšší koncentraci může dojít k zavodnění plic (edém) a způsobit vážné dýchací potíže nebo dokonce smrt. Při styku s lidskou tkání hrozí riziko omrznutí a při koncentraci ve vzduchu vyšší než 15 % je dokonce výbušný. Avšak při běžném úniku bývá koncentrace amoniaku velmi nízká, takže pro obyvatele skoro neškodná. Hlavním rysem při úniku je jeho typický zápach, který nás na únik upozorní. [25, 26, 27, 28]

První pomoc při zasažení amoniakem:

- vyvést postiženého z místa zasažení a zajistit přívod čerstvého vzduchu;
- uložit do stabilizované polohy a zabránit prochlazení;
- v případě potřeby zahájit podporu dýchání;
- odstranit potřísněný oděv;

- zasažené místo důkladně omývat vodou;
- zasažené oči promývat 10-15 minut;
- při první pomoci používat ochranné prostředky;
- předat postiženého k lékařskému ošetření.

Zimní stadión Zlín

Zimní stadion se v současnosti skládá ze dvou stadiónů a to ze stadionu Lud'ka Čajky a PSG arény. **PSG aréna** slouží spíše pro veřejnost nebo pro tréninkové účely. Koncem roku 2004 byl zahájen její provoz, kapacita čítá 529 diváku (z toho 429 sedících a 100 míst na stání). **Stadion Lud'ka Čajky** je hlavním stadionem, na kterém hraje domácí tým HC PSG Zlín. Provoz stadionu byl zahájen v roce 1957, kdy bylo postaveno pouze ledové kluziště, na kterém se hrálo a následovala dostavba tribuny, hlavní budovy. O pět let později byl zastřešen. V roce 1990 byl stadion přejmenován na počest tragicky zesnulého hokejisty Lud'ka Čajky, který při zápase v Košicích utrpěl smrtelné zranění, kdy narazil hlavou na mantinel, zlomil si krční páteř a přerušil míchu. V roce 2009 prošel Zlínský stadion značnou rekonstrukcí, kdy byla upravena ledová plocha, mantinely a systém chlazení, kdy se přešlo ze systému přímého chlazení na nepřímé (viz. Příloha 2). Momentální kapacita stadionu je 7 000 diváků, z toho je 4 525 míst na sezení a 2 475 míst na stání. [29, 30]

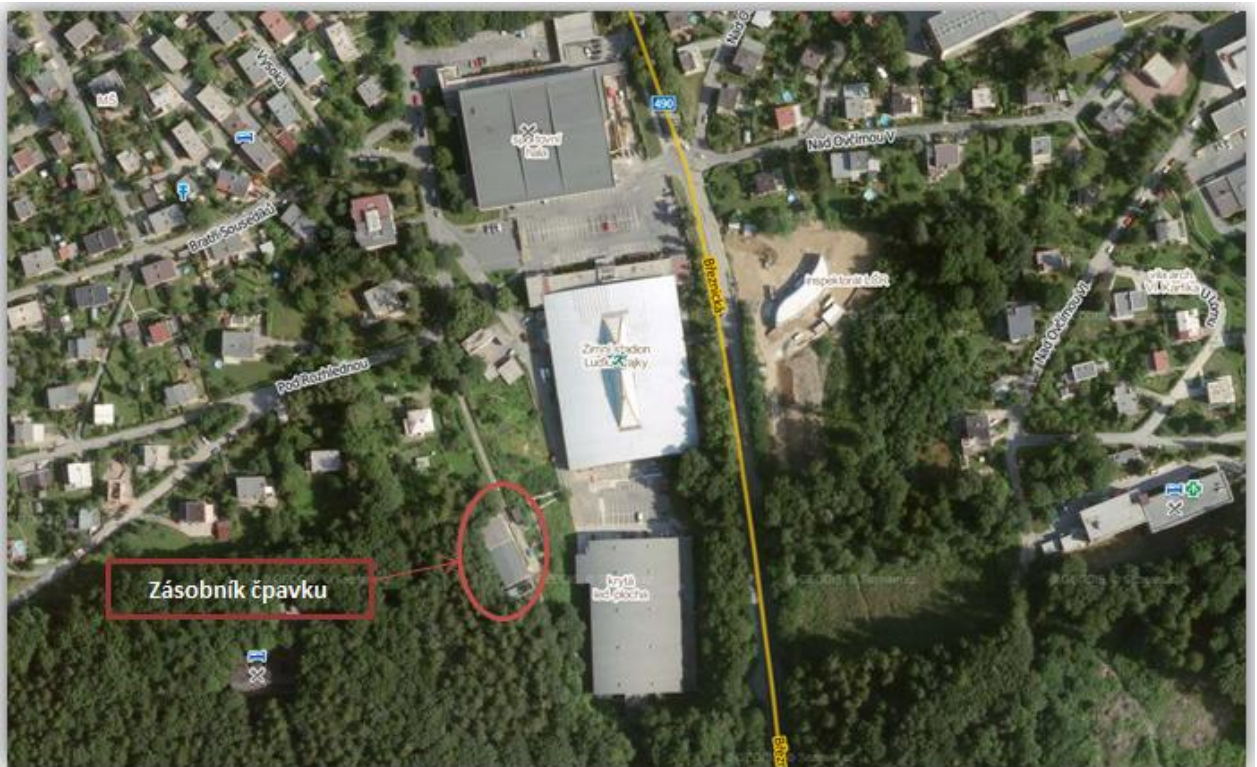
Informace o chladícím zařízení

Jak jsem již podotknul výše, zimní stadion ve Zlíně dříve používal systém přímého chlazení, které bylo značně nebezpečné pro své okolí, a proto bylo nutné, aby stadion měl dostatečné větrání. Obsah NH_3 , který proudil pod ledovou plochou, činil 6 500 kg, což bylo nepřijatelné. V roce 2009 prošel rekonstrukcí, která se týkala mnoha různých změn a oprav, ale tou nejdůležitější byla změna systému chlazení na nepřímé. Tím došlo ke snížení potřebného NH_3 na pouhých 860 kg a ke snížení většího úniku. [30]

Umístění zimního stadionu

Zimní stadion Lud'ka Čajky viz Obr. 5 je postaven na okraji města Zlína. Od stadionu směrem na sever se rozprostírá samotné město, na jihu to jsou husté lesy. Leží v nadmořské výšce 261 metrů nad mořem, což je výš než Zlín.

V blízkém okolí stadionu se nachází sportovní hala Euronics, obytné rodinné a činžovní domy, penzion, ubytovna, Inspektorát lesů ČR a Nemocnice Tomášov.




Obr. 5. Letecký pohled na zimní stadion

Tabulka 4. Adresa [29]

Ulice	Březnická 4068
Město a PSČ	Zlín, 760 01
GPS souřadnice	49°13'3.711"N, 17°39'35.450"E

9.2.1 Modelová situace úniku nebezpečné látky ze stacionárního zdroje

Jako modelovou situaci jsem si vybral déletrvajícím únik amoniaku ze stadionu, který může nastat při poškození ventilu, vedení či jiné závadě. Určil jsem maximální možný přetlak, který je 150 kPa, průměr únikového otvoru 0,1 metru a meteorologické údaje, které jsou nejčastěji se vyskytující na území Zlína.

 **Látka: Amoniak** **Model: PLUME**

Skupenství: Plyn

Rychlost úniku plynu ze zařízení

Jednorázový únik plynu do oblaku Déletrvajcí únik plynu do oblaku

Přetlak v havarovaném zařízení

kPa bar

Průměr únikového otvoru

m ft

Rychlost větru v přízemní vrstvě

m/s ft/s

Pokrytí oblohy oblaky

%

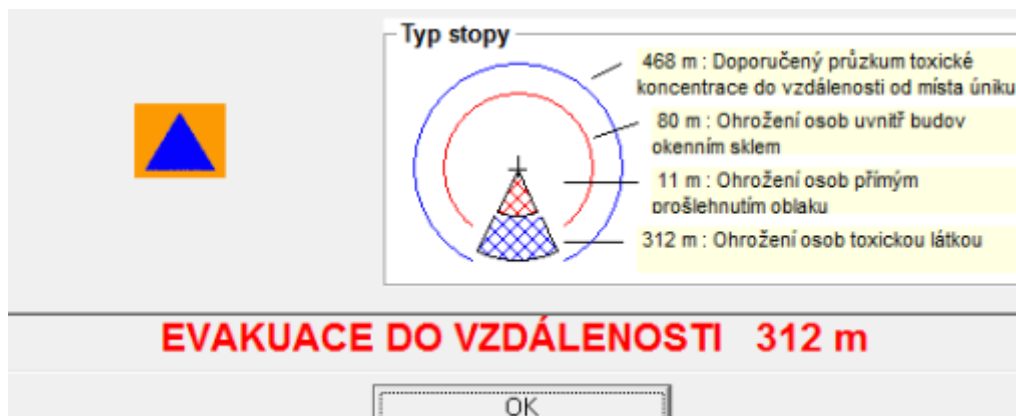
Doba vzniku a průběhu havárie

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

Obr. 6. Zadané údaje o havárii



Obr. 7. Stručný výsledek modelové situace

Po zadání všech výše uvedených informací o havárii, nám TerEx vyhodnotí, ukáže potřebné evakuační zóny, doporučený průřez a ohrožení osob.

Další, co nám softwarový program ukáže, je podrobnější soupis údajů, který nám o havárii řekne mnohem víc. Rozšíří se o grafy, pro přesnější posouzení toxického průzkumu, nezbytné evakuace, smrtelného ohrožení a oblasti výbuchu.

Model:

PLUME - Déletrvající únik plynu do oblaku

Látka:

Amoniak

Přetlak v havarovaném zařízení: 150,00 kPa

Průměr únikového otvoru: 0,1 m

Rychlost větru v přízemní vrstvě: 1,25 m/s

Pokrytí oblohy oblaky: 25 %

Doba vzniku a průběhu havárie: Den - Jaro

Typ atmosférické stálosti: A - konvekce

Typ povrchu ve směru šíření látky: Obytná krajina

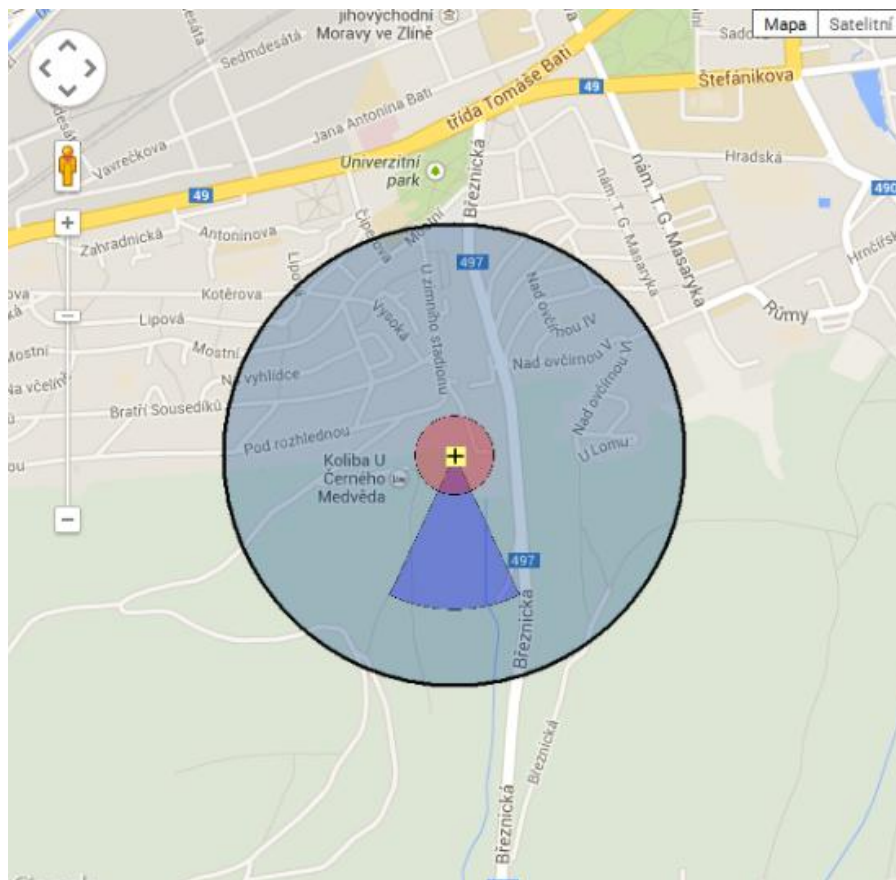
Ohrožení osob toxickou látkou**NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB** 312 m (1023,62 ft.)[Koncentrace IDLH: 210 mg/m³ (Aktuální: 209,2 mg/m³)]

Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 468 m (1535,43 ft.)

[Koncentrace: 96,52 mg/m³]**Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku****NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB** 11 m (36,0892 ft.)**Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním****NUTNÝ ODSUN OSOB** 45 m (147,638 ft.)**Závažné poškození budov****NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB** 31 m (101,706 ft.)**Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem****DOPORUČENÁ EVAKUACE OSOB Z BUDOV DO VZDÁLENOSTI** 80 m (262,467 ft.)

Obr. 8. Podrobný výsledek celé havárie

Podrobný výsledek celkové havárie z ptáčích perspektivy.



Obr. 9. Mapa celkového zasaženého území

Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku

- Nezbytná evakuace osob – 11 metrů

Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním

- Nutný odsun osob – 45 metrů

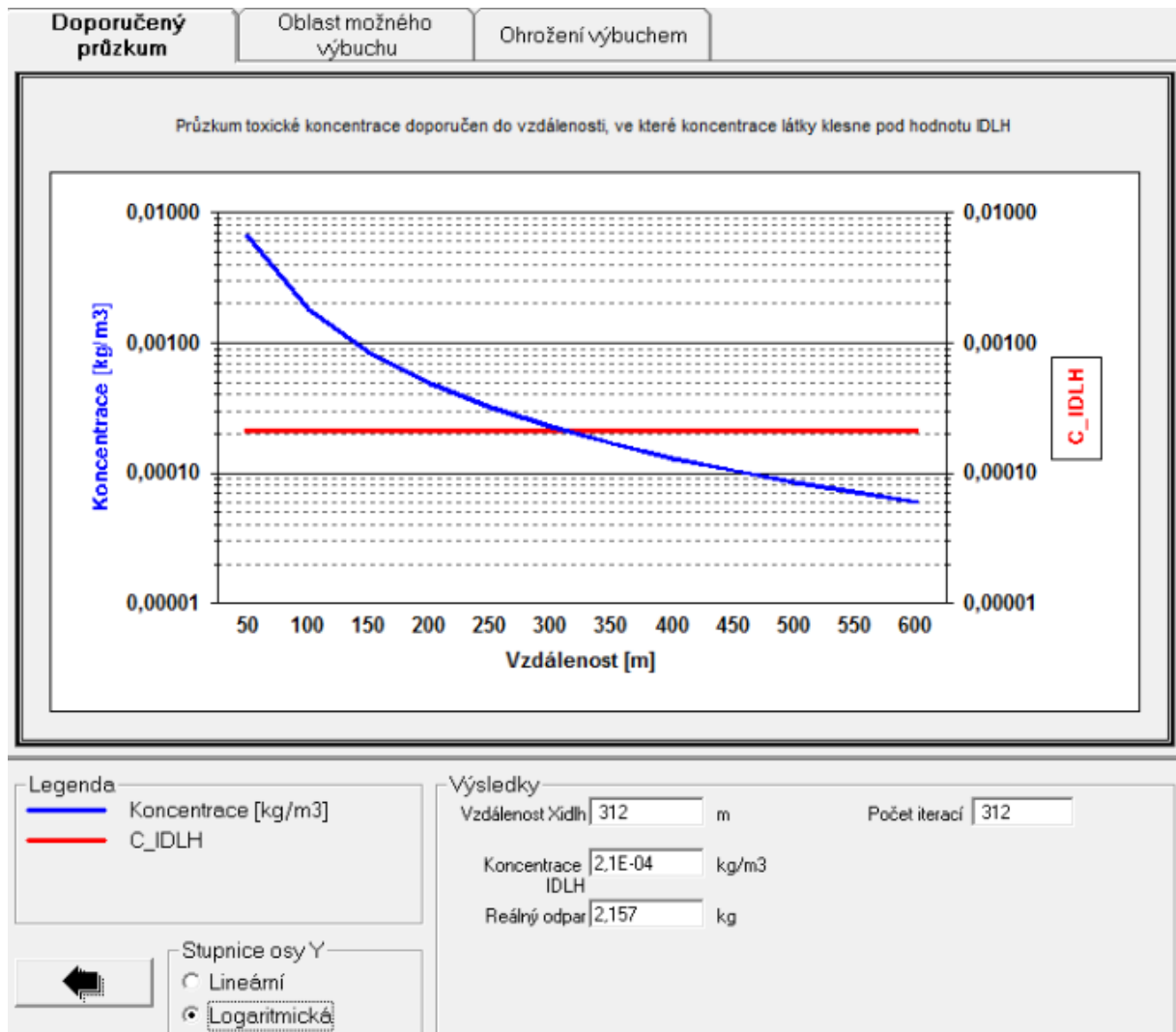
Závažné poškození budov

- Nezbytná evakuace osob – 31 metrů

Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem

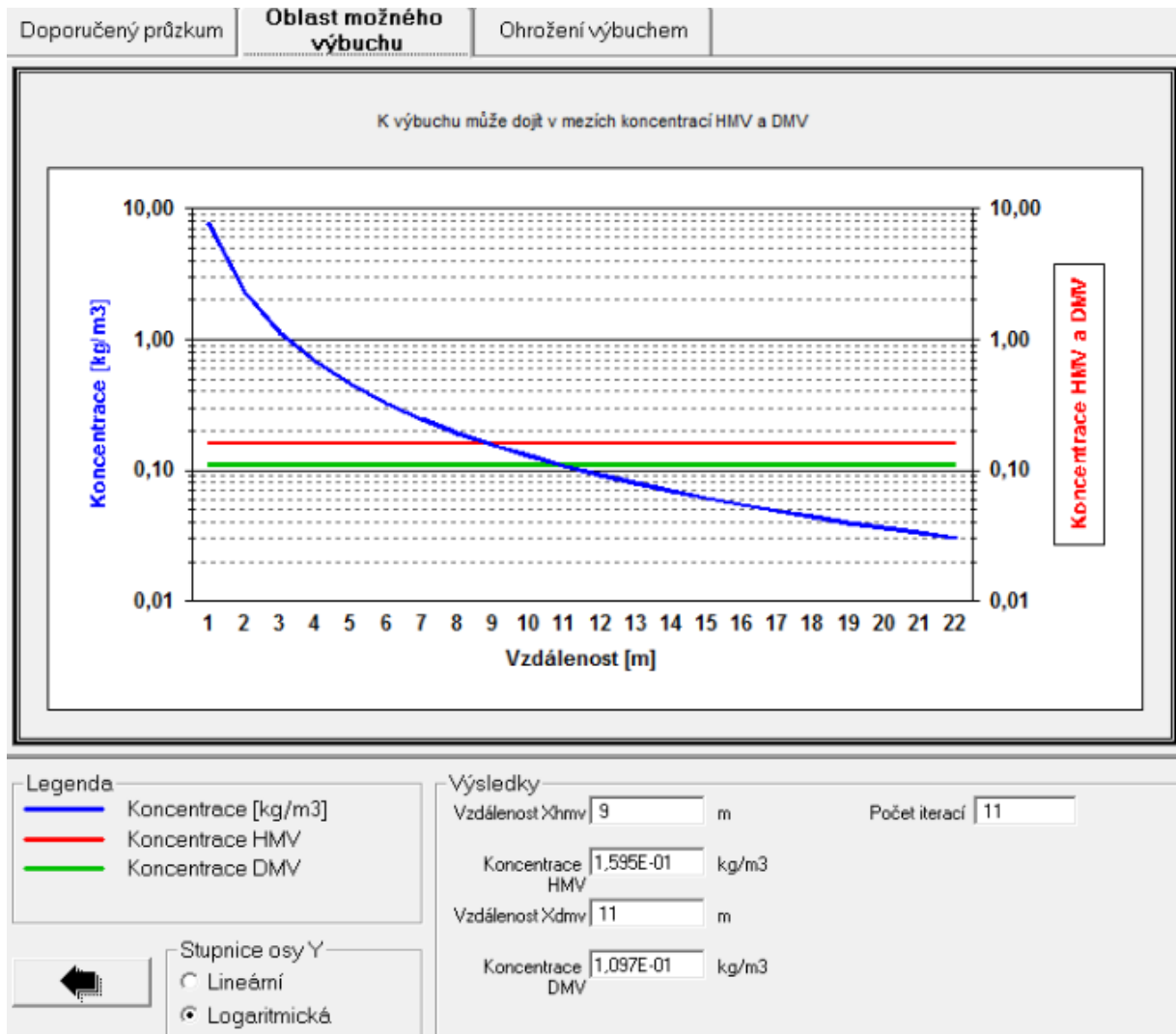
- Doporučená evakuace osob – 80 metrů

Doporučený průzkum pro IZS (vyznačen modrou křivkou) toxické koncentrace je do vzdálenosti 468 metrů. Vyznačená červená křivka nám značí **IDLH** (koncentrace ohrožující život, zdraví). Ve větší vzdálenosti je již koncentrace ohrožující život, zdraví pod červenou křivkou a tudíž by neměla být rizikem. Z toho vyplývá, že nutná evakuace je do vzdálenosti 312 metrů.



Obr. 10. Graf doporučeného průzkumu toxicity

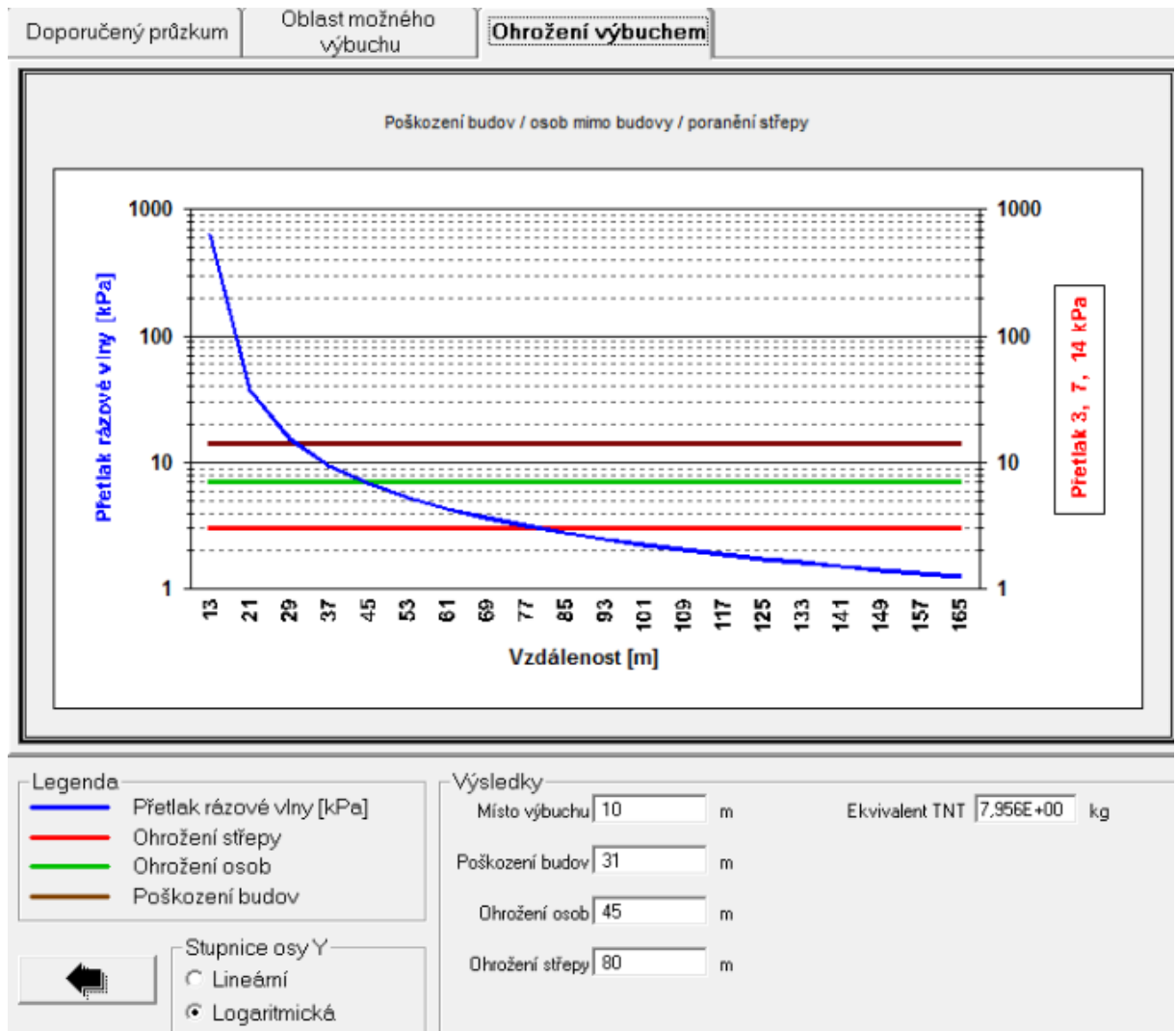
Výbuch může nastat v mezích koncentrací mezi horní mezí výbušnosti (HMV) a dolní mezí výbušnosti (DMV). Jedná se o vzdálenost v rozmezí od 9 metrů do 11 metrů.



Obr. 11. Graf možného výbuchu

Při výbuchu budou poškozeny budovy v okruhu 31 metrů. Jednalo by se o budovy postavené v blízkosti havárie - PSG arénu a samotný zlínský stadion.

Do vzdálenosti 45 metrů mohou být osoby vyskytující se v tomto okruhu ohroženy na zdraví a životech. Střeby, které se při výbuchu rozletí do všech stran, mohou ohrozit kolemjdoucí až do vzdálenosti 80 metrů.



Obr. 12. Graf ohrožení výbuchem

9.2.2 Nutná opatření

Jedná se o nezbytná opatření, která jsou vždy při vzniku havárie vyhlášena a musí být dodržována. Při vzniku havárie se můžeme nacházet venku nebo uvnitř a podle toho se musíme chovat a jednat. V každém případě operační a informační systém kraje spolu s IZS, provedou důležitá opatření, která si popíšeme níže.

Pokud je toho zapotřebí mají orgány krizového řízení za úkol:

- plán vyrozumění a varování obyvatelstva;
- poskytování tísňových informací;
- evakuace obyvatelstva;
- zřízení evakuačního střediska;
- dekontaminace osob, objektů, dopravních prostředků, terénu;
- monitorování situace;
- regulace pohybu osob a dopravních prostředků;
- zdravotnická pomoc;
- opatření k ochraně hospodářských zvířat;
- zajištění veřejného pořádku a bezpečnosti.

Plán vyrozumění a varování obyvatelstva

Prvotní je upozornění úniku prostřednictvím senzorů umístěných ve strojovně nebo zaměstnanci na vznik MU. Po upozornění je nutné okamžité ohlášení a předání informací krajskému operačnímu a informačnímu středisku Zlínského kraje o vzniku MU, které to následně ohlásí jednotkám HZS Zlínského kraje, zdravotnické záchranné službě, Policii, orgánům krizového řízení a dotčeným právníkům, fyzickým osobám. Ihned dojde k aktivaci elektronických sirén a informování obyvatelstva o vzniku MU. Následné předání hlavních informací lidem, kteří se nachází vně, v blízkosti zóny nebezpečí a vydání pokynů: co mají dělat, co se stalo, kde se stalo.

Evakuace

Z vymodelované situace v TerExu jsme mohli zjistit, že při dlouhodobém úniku amoniaku je nutná evakuace do vzdálenosti 312 metrů. Byla by provedena řízená plošná evakuace. Zdali by se jednalo o krátkodobou nebo dlouhodobou evakuaci, by se vidělo podle množství uniklé látky a meteorologických podmínek (déšť, vítr, mlha), které by panovaly.

Zdravotní péče a evakuační středisko

Na místě MU bude poskytnuta přednemocniční neodkladná péče, kterou zabezpečuje zdravotnická záchranná služba a v případě nutnosti převoz raněných do okolních nemocnic (Nemocnice ATLAS, Krajská nemocnice T. Bati, Zlínská poliklinika).

Evakuační středisko

Bude zřízeno v blízkosti havárie na bezpečném místě, kde nehrozí účinek nebezpečné látky. Bude zde poskytnut azyl pro obyvatele, kteří se museli neprodleně a rychle evakuovat ze svých domovů. Většinou se zřizuje v předem vytipovaném objektu, který musí splňovat určitá kritéria (školy, kina, divadla). Evakuovaní obyvatelé zde budou evidováni, informováni o situaci, bude jim poskytnuta zdravotní péče atd.

Udržování pořádku

Po celou dobu havárie bude Policie ČR a městská policie zajišťovat pořádek, aby se do blízkosti místa havárie úniku nedostaly nepovolené osoby, které by mohly zpomalovat činnost IZS.

Zřizuje uzávěrky silnic, podle potřeby, je to různé, vždy záleží na množství uniklé látky, meteorologických podmínkách, na hustotě provozu na pozemních komunikacích. Snaží se o to, aby jednotky HZS mohly jezdit sem a tam podle potřeby, aniž by byly zdržovány, jak uvnitř, tak venku.

9.3 Modelová havárie mobilního zdroje

Jako modelovou situaci úniku nebezpečné látky (chóru) jsem si vybral křižovatku kousek od Zlína.

Charakteristika chlóru

Chlór spolu s amoniakem patří v České republice k velmi často používaným látkám, které jsou velmi nebezpečné.

Je velice nebezpečný a agresivní plyn. Za normálních podmínek zelenožlutý nehořlavý, jedovatý plyn s charakteristicky štiplavým zápachem. Plynný chlór je těžší než vzduch. Silné oxidační činidlo s korozivními účinky. V nižší koncentraci dráždí oči, vyvolává dýchací potíže, kašel a křeče. Reaguje s mnoha anorganickými a organickými látkami, některé hořlavé látky mohou tvořit s chlórem výbušnou směs (vodík). Teplota varu u chlóru je -34 °C a teplota tání -101 °C . V průmyslu je hojně využíván např.: pro výrobu vinylchloridu, chloroformu a dále se používá k desinfekci vody, je součástí desinfekčních a čistících prostředků. Bývá skladován a přepravován zkapalněný v kontejnerech nebo v ocelových tlakových láhvích. [33, 34]

Tabulka 5. *Vlastnosti chlóru*

<i>Název</i>	<i>Chlór</i>
Chemický vzorec	Cl_2
Bod tání	-101 °C
Bod varu	-34 °C
Kemler - kód	263
UN - kód	1017 (zkapalněný)
Číslo CAS	7782-50-5
Molekulová hmotnost	70,90 g/mol
Hutnota par	$2,4\text{ kg/m}^3$
Tenze par	680 kPa/20 °C

Nadýchání plynu vede k podráždění nosu, silnému kašli, krvácení z nosu, bolest na hrudi, popálení očí, kůže. Opakovaná expozice může nenávratně poškodit plíce, zuby a vyvolat vyrážky, puchýře na kůži. Hrozí riziko plicního edému. První pomoc při zasažení chlórem je stejná, jako tomu bylo u amoniaku. [33, 34]

9.3.1 Modelová situace úniku nebezpečné látky z mobilního zdroje



Cisterna převážející láhve chlóru pro Zlínská koupaliště, jela směrem od Vizovic na Zlín. K havárii došlo na křižovatce (Obr. 13).



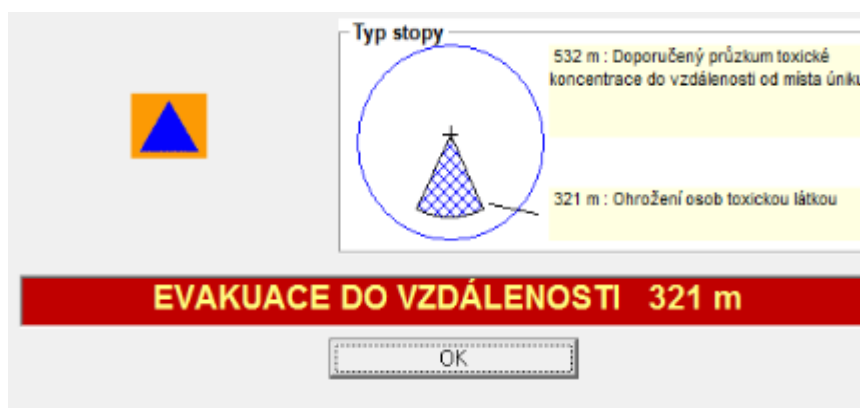
Obr. 13. Místo vzniku havárie

Chlór byl převážen v tlakových ocelových láhvích o hmotnosti 65 kilogramů.

Havárie byla způsobena nezodpovědným řidičem, který zkrížil cestu řidiči cisterny ze směru Příluky a ten musel ihned šlápnout na brzdy, díky tomu mu tři uvolněné láhve spadly na zem. Došlo k uvolnění ventilů láhve a úniku 195 kilogramů do okolí.

	Látka: Chlor	Model: PUFF
	Skupenství: Kapalný plyn	
Rychlost úniku kapalin ze zařízení		
<input checked="" type="radio"/> Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku		<input type="radio"/> Déletrvající únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku
Teplota kapaliny v zařízení		
	22 °C	71,60 F
Celkové uniklé množství kapaliny		
	195 kg	429,89 lb
Rychlost větru v přízemní vrstvě		
	2 m/s	6,56 ft/s
Pokrytí oblohy oblaky		
		37,5 %
Charakter úniku kapaliny ze zařízení		
	<input checked="" type="checkbox"/> Sprejový efekt	
Doba vzniku a průběhu havárie		
<input type="radio"/> Noc, ráno nebo večer	<input type="radio"/> Den - Léto	<input type="radio"/> Den - Zima
<input checked="" type="radio"/> Den - Jaro	<input type="radio"/> Den - Podzim	
Typ povrchu ve směru šíření látky		
<input type="radio"/> Rovina	<input type="radio"/> Kultivovaná krajina	<input type="radio"/> Průmyslová plocha
<input type="radio"/> Zemědělská krajina	<input checked="" type="radio"/> Obytná krajina	

Obr. 14. Zadané údaje o havárii



Obr. 15. Zóna ohrožení

Událost: TE140422_1220

Model:

PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku

Látka:

Chlor

Teplota kapaliny v zařízení: 22 °C

Celkové uniklé množství kapaliny: 195 kg

Rychlost větru v přízemní vrstvě: 2 m/s

Pokrytí oblohy oblaky: 37,5 %

Doba vzniku a průběhu havárie: Den - Jaro

Typ atmosférické stálosti: B - konvekce

Typ povrchu ve směru šíření látky: Obytná krajina

Ohrožení osob toxickou látkou

NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 321 m (1053,15 ft.)

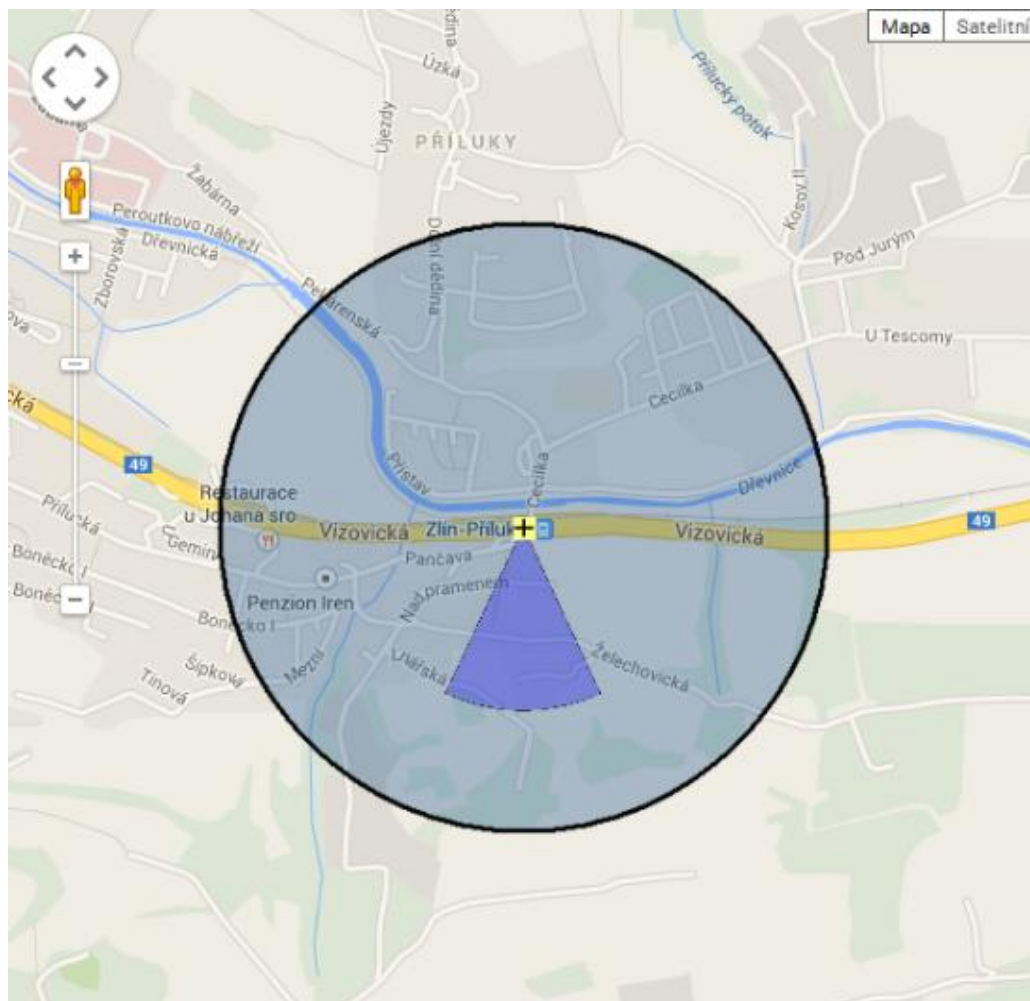
[Koncentrace: 111,8 mg/m³]

Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 532 m (1745,41 ft.)

[Koncentrace IDLH: 29 mg/m³ (Aktuální: 28,75 mg/m³)]

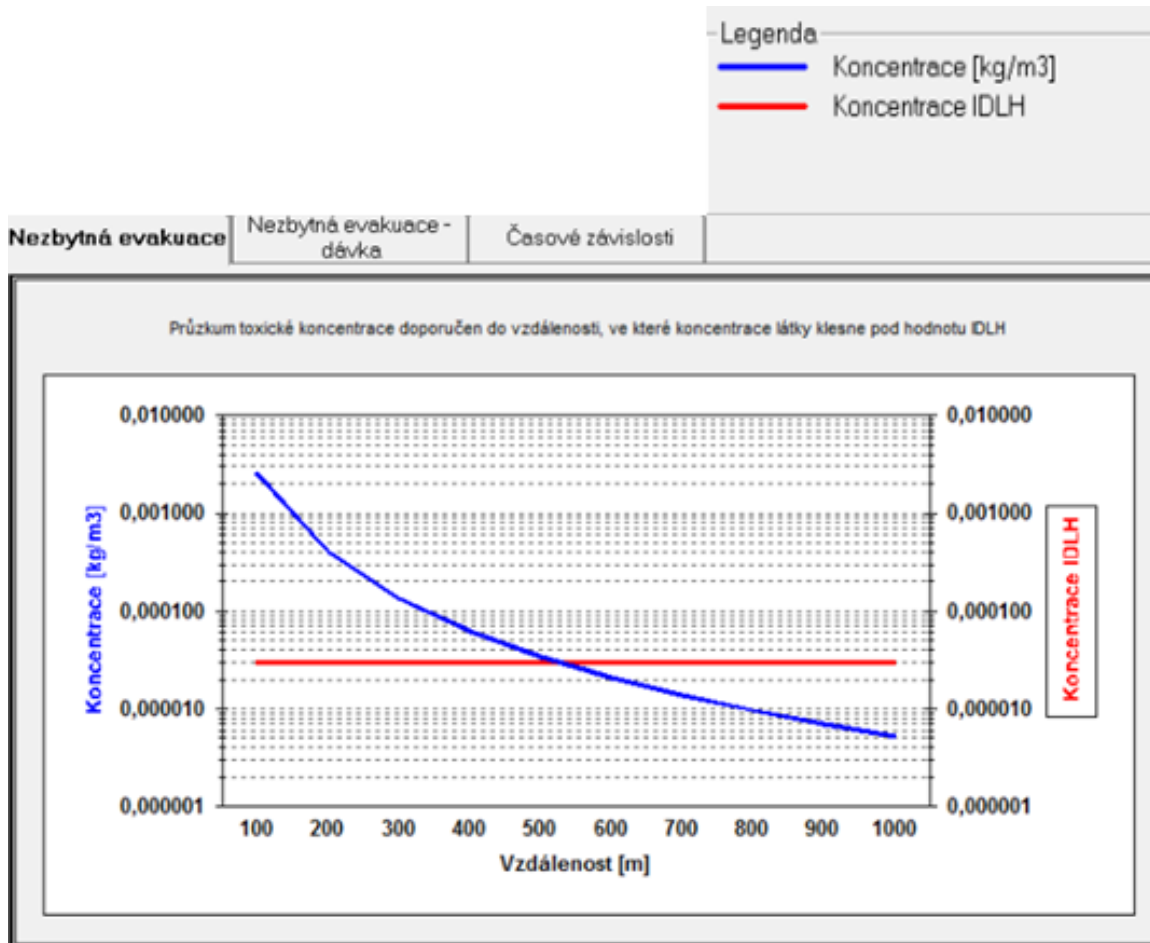
Hodnocená látka nemá při havarijním úniku exothermní projevy typu UVCE a Flash Fire

Obr. 16. *Detailně vyhodnocený popis havárie*

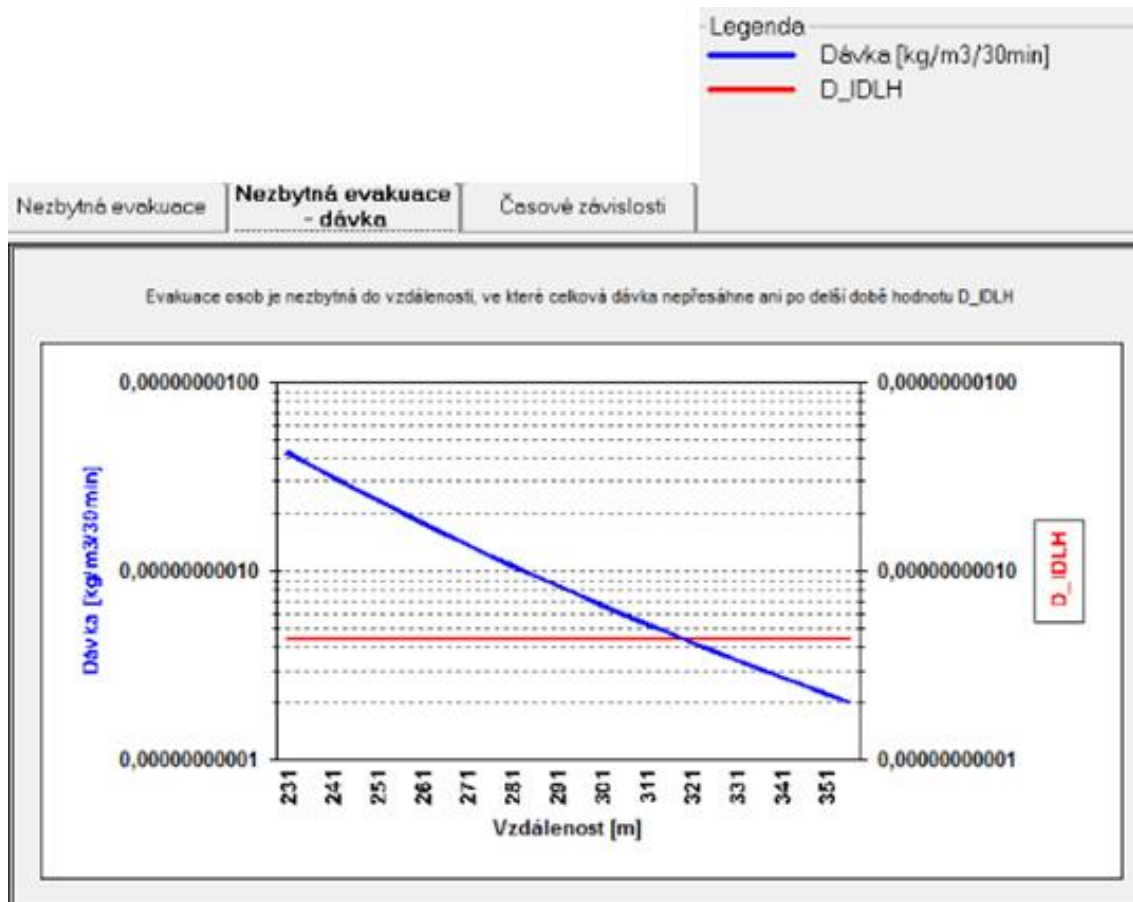


Obr. 17. Mapa celkového zasaženého území

Podle Obr. 18, 19 je nutná nezbytná evakuace do vzdálenosti 321 metrů, kdy modrá křivka nám znázorňuje závislost koncentrace látky od místa havárie a červená označuje koncentraci IDLH. Ve větší vzdálenosti je již koncentrace ohrožující život a zdraví pod červenou křivkou a tudíž by neměla být rizikem. Z toho vyplývá, že doporučený průzkum toxické koncentrace je do vzdálenosti 532 metrů od havárie.



Obr. 18. Graf nezbytné evakuace



Obr. 19. Graf nezbytné evakuace - dávka

9.3.2 Nutná opatření

Každé vozidlo, přepravující tyto látky by mělo být řádně označeno oranžovou reflexní tabulkou, podle které každý pozná, že se jedná o NCHL. Jestliže dojde k havárii takto označeného vozidla ihned se vzdálit z místa vzniku a najít si vhodný úkryt v nejbližším domě. Viz teoretická část A dále postupovat jako tomu bylo u úniku amoniaku ze zimního stadionu.

Činnost zasahujících jednotek na místě:

- zajistit místo a okolí havárie;
- vyproštění a poskytnutí první pomoc zraněným;
- zamezení dalšího úniku nebezpečné látky.

Nezbytná opatření:

- zvýraznění místa nehody pomocí výstražných zařízení, varovných světel, přenosných zábran a kuželů, vytyčovacích pásek nebo výstražných trojúhelníků;
- zvýšení bezpečnosti zasahujících jednotek reflexními vestami, regulace vstupů;
- zajištění místa nehody, dopravu omezit na co nejméně (řízení nebo odklon veškeré dopravy)

10 NÁVRH OPATŘENÍ K OCHRANĚ OBYVATELSTVA

Stacionární zdroj

Samotná změna opatření přišla změnou technologie chlazení, kdy se přešlo na moderní nepřímé chlazení. Tudiž už v zásobníku není potřeba takového množství amoniaku, jako tomu bylo v případě přímého a díky změně už neproudí amoniak pod ledovou plochou, pouze ve strojovně. Tím pravděpodobně došlo ke snížení vzniku havárie a ohrožení obyvatelstva přítomného na stadionu.

Opatření vedoucí k zabránění vzniku havárie může být zvýšení kvalifikace zaměstnanců, kteří mají na starosti celou strojovnu. Jak kontrolu chodu kompresorů, hladiny amoniaku, tlaku v zásobníku, kontrolu ucpávek čerpadel, elektronických zařízení a čidel, kontrolu měřících přístrojů atd. Dalším opatřením k ochraně obyvatelstva je cvičení jednotek HZS Zlínského kraje při simulovaném úniku, který se opakuje každých 5 let. Výrazně by snížilo možnost vzniku havárie provádění preventivních revizí, kontrol, údržby. A samozřejmě dodržování zásad, pravidel, které jsou v tomto prostoru nařízeny.

Mobilní zdroj

Jak už jsem se zmínil v modelové situaci, havárie mohou vzniknout nezodpovědným chováním řidičů, kterých je na silnici čím dál víc, dále hustým provozem na silnici, špatným stavem vozovky, technickou chybou, špatným značením, nepříznivými klimatickými změnami atd. Dalším opatřením k co nejmenším následkům a ochraně obyvatelstva je cvičení a školení jednotek HZS Zlínského kraje při různých simulovaných cvičeních. Jednotky zasahující na místě zásahu, by měly být vyškoleny pro tento typ havárie.

Nutné jsou preventivní revize, údržby, kontroly technického stavu převážejících automobilů, barelů, tlakových láhví, kontroly porušení uzávěrů, přepravních obalů nebo porušení bezpečnostních předpisů zdali se nachází v dobrém stavu a nemůže dojít k události, o které nestojíme. Nezbytná jsou také dobrá značení převážejících NL, pro lepší a rychlejší orientaci zasahujících jednotek, aby ihned poznaly, o jakou látku se jedná, a mohly podle toho reagovat. Ne vždy se shoduje výstražná tabulka s označením látky, která se převáží. V tomto případě by měla být firma finančně postižena a měla by ji být zakázána činnost v přepravě NCHL, aby k tomu už nikdy nedošlo. Tím by se snížil převoz neznačených lá-

tek. Nebylo by na škodu, kdyby NL doprovázel ještě jeden vůz, jako tomu je u velkotonážních nákladů, aby se předešlo případné kolizi.

ZÁVĚR

Zdolávání havárií s únikem nebezpečné chemické látky patří mezi nejsložitější zásahy, u kterých IZS zasahuje. Vždycky k haváriím s únikem nebezpečné látky docházelo a vždycky bude. Z modelových situací v softwarovém programu TerEx, si můžeme udělat úsudek, co dokáže napáchat malé množství uniklé látky, jak ze stacionárního zdroje (stadiónu), tak z mobilního zdroje (cisterny). Co by se stalo, kdyby došlo k větším, masivnějším únikům? Události tohoto typu se naštěstí nestávají tak často, proto je potřeba provádět různá cvičení, školení, simulované situace, revize, kontroly nebo dodržování zákonů. Vždy je dobré být na nečekanou událost připravený a vědět co v danou chvíli udělat. Nikdo, nikdy tomu nedokáže zabránit, ale můžeme díky prevenci snížit jejich účinky, dopady na obyvatelstvo a životní okolí.

Dříve k takovým nehodám docházelo častěji a to kvůli zastaralým technologiím nebo menšímu bezpečnostnímu zabezpečení, avšak v menší míře, protože chemické látky nebyly zdaleka tak nebezpečné pro lidi a okolí. Postupem času až do dnešního dne se rozvíjela technologie přepravy, skladování, využívání i bezpečnostní opatření. I když došlo k větší bezpečnosti, tak pozadu nezůstaly ani nebezpečné látky, které si taky prošly změnou. Neustále jich přibývá, vyrábí se nové nebezpečné, agresivní a jejich potřeba pro různé účely stále stoupá. Proto je třeba brát tuhle problematiku vážně a s respektem.

Závěrem chci říct, že nebezpečné chemické látky mají své vlastnosti, které negativně působí na životní prostředí a lidský organismus. Abychom docílili co nejmenší vznik havárii způsobené únikem ze stacionárních nebo mobilních zdrojů je potřeba se řídit pravidly a zákony, abychom eliminovali možná rizika vzniku na minimum.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] PROCHÁZKOVÁ, Dana. *Nebezpečné chemické látky a chemické přípravky a průmyslové nehody*. Vyd. 1. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2008, 418 s. ISBN 978-80-7251-275-1.
- [2] MIKA, Otakar J. *Průmyslové havárie*. Vyd. 1. Praha: Existencialia, 2003, 126 s. Řešení krizových situací. ISBN 80-725-4455-1.
- [3] VIČAR, Dušan a Radim VIČAR. *Vybrané aspekty práva bezpečnosti a obrany České republiky*. Vyd. 1. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2013, 103 s. ISBN 978-80-7454-279-4.
- [4] ČESKO. Zákon č. 350/2011 ze dne 27. října 2011 o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2011, Částka 122, s. 4353-4375.
- [5] ČESKO. Zákon č. 254/2006 ze dne 24. května 2006 o kontrole nebezpečných látek In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2006, Částka 82, s. 3058-3061
- [6] ČESKO. Zákon č. 255/2006 ze dne 22. května 2006 o rozsahu a způsobu zpracování hlášení o závažné havárii a konečné zprávy o vzniku a dopadech In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2006, Částka 82, s. 3062-3080
- [7] ČESKO. Zákon č. 59/2006 ze dne 2. února 2006 o prevenci závažných havárii způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2006, Částka 25, s. 842-869.
- [8] ČESKO. Zákon č. 402/2011 ze dne 8. prosince 2011 o hodnocení nebezpečných vlastností chemických látek a chemických směsí a balení a označení nebezpečných směsí In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2006, Částka 140, s. 5162-5263.
- [9] ČESKO. Zákon č. 25/1999 ze dne 16. prosince 1998, kterým se stanoví postup hodnocení nebezpečných chemických látek a chemických přípravků In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1999, Částka 11, s. 466-1010.
- [10] HZS ČR, statistické ročenky [online]. © 2013 [cit. 2014-02-15]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/statisticke-rocenky-hasicskeho-zachranneho-sboru-cr.aspx>

- [11] ČESKO. Zákon č. 110/1998 ze dne 22. dubna 1998 o bezpečnosti České republiky
In: *Sbírka zákonů České republiky*. 1998, Částka 39, s. 5386-5387.
- [12] ČESKO. Zákon č. 240/2000 ze dne 28. června 2000 o krizovém řízení a o změně
některých zákonů In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000, Částka 73, s. 3475-
3487.
- [13] *Ministerstvo Vnitra České Republiky, Závažná havárie* [online]. © 2014
[cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/zavazna-havarie.aspx>
- [14] Analýza hrozeb a rizik Olomouc, MAREŠ [online]. © 2012
[cit. 2014-02-20]. Dostupné z:
<http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:3SW8dkv6GOcJ:is.muni.cz/el/1423/jaro2012/BSS104/um/BSS104-P11-HaR.ppt+&cd=2&hl=cs&ct=clnk&gl=cz&client=firefox-a>
- [15] *Ministerstvo vnitra-generálního ředitelství HZS ČR, Modul E, MARTÍNEK, Bohumír, LINHART, Petr*, © 2006, s. 59-65 [cit. 2014-02-12]. Dostupné ze souboru PDF
- [16] *Ministerstvo Vnitra České Republiky, Nouzový stav* [online]. © 2014
[cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/nouzovy-stav.aspx>
- [17] *Ministerstvo Vnitra České Republiky, Ochrana obyvatelstva* [online]. © 2014
[cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/ochrana-obyvatelstva-589615.aspx>
- [18] *Fakulta tělesné výchovy a sportu, Nebezpečné látky*[online]. © 2012
[cit. 2014-02-12]. Dostupné z:
http://www.ftvs.cuni.cz/katedry/ktus/nebezpecne_chemicke_latky.doc
- [19] KUNOVJÁNKOVÁ, Andrea. *Dekontaminace po radiační havárii a úniku průmyslových škodlivin silami a prostředky HZS ČR* [online]. Zlín, 2013 [cit. 2014-04-23]. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, Vedoucí práce Dušan Vičar. Dostupné z: <http://dspace.k.utb.cz/handle/10563/24691>

- [20] *Státní zdravotní ústav*, Nařízení ES [online]. © 2011 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/pracovni-prostredi/navrh-narizeni-ghs-o-klasifikaci-a-oznacovani-latek-a-smesi-1>
- [21] *X-Company*, Silniční doprava [online]. © 2013 [cit. 2014-04-15]. Dostupné z: <http://x-company.eu/cz/x-logistics/3.transport/55.dohody-/>
- [22] *Ministerstvo Vnitra České Republiky*, Chování obyvatelstva [online]. © 2014 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/chovani-obyvatelstva-v-pripade-havarie-s-unikem-nebezpecnych-chemickych-latek.aspx>
- [23] *Policie České Republiky*, O nás [online]. © 2014 [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://www.policie.cz/clanek/o-nas-policie-ceske-republiky-policie-ceske-republiky.aspx>
- [24] (B4I), Bridge4Innovation [online]. © 2010 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.b4i.cz/zaostreno-na/projekt/laborator-krizoveho-rizeni-a-program-terex-1>
- [25] *Chemie*, Učebnice chemie [online]. © 2014 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://ucebnicechemie.wz.cz/index.php?sloucenina=amoniak>
- [26] *Hasičský záchranný sbor*, Nebezpečné chemické látky [online]. © 2014 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/docDetail.aspx?docid=21695194&doctype=ART&#cpavek>
- [27] *Gas Encyclopedia*, Amoniak [online]. © 2013 [cit. 2014-04-20]. Dostupné z: <http://encyclopedia.airliquide.com/encyclopedia.asp?GasID=2&LanguageID=17&CountryID=33>
- [28] *Ministerstvo vnitra*, Generální ředitelství HZS ČR [online]. © 2005 [cit. 2014-03-24]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/1-15-zasahy-amoniak-pdf.aspx
- [29] *PSG Zlín*, Archiv [online]. © 2014 [cit. 2014-04-30]. Dostupné z: <http://hokej.zlin.cz/zobraz.asp?t=stadion-l-cajky>

- [30] HANÁK, Jiří. *Vyhodnocení dopadu havárie s únikem amoniaku ze zimního stadionu ve Zlíně* [online]. Zlín, 2013 [cit. 2014-02-10]. Bakalářská práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta logistiky a krizového řízení, Vedoucí práce Danuše Ulčíková.
Dostupné z: <http://dspace.k.utb.cz/handle/10563/24991>
- [31] *Hasiči, Meziměstí* [online]. © 2014
[cit. 2014-03-26]. Dostupné z:
http://www.jsdh.mezimesti.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=71&Itemid=103
- [32] *Sedmá generace, Bhópál* [online]. © 2012
[cit. 2014-02-10]. Dostupné z: <http://www.sedmagerace.cz/text/detail/bhopal-katastrofa-pokracuje>
- [33] *Hasičský záchranný sbor, Nebezpečné chemické látky* [online]. © 2014
[cit. 2014-04-20]. Dostupné z:
<http://www.hzscr.cz/docDetail.aspx?docid=21695194&doctype=ART&#chlor>
- [34] *Ministerstvo vnitra, Generální ředitelství HZS ČR* [online]. © 2011
[cit. 2014-03-24]. Dostupné z: www.hzscr.cz/soubor/1-16-zasahy-chlor-pdf.aspx

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Tzv.	Takzvaně
Aj.	A jiné
NCHL	Nebezpečná chemická látka
NL	Nebezpečná látka
IZS	Integrovaný záchranný systém
ZZS	Zdravotnická záchranná služba
HZS	Hasičský záchranný sbor
MU	Mimořádná událost
Atd.	A tak dál
Např.	Například
Apod.	A podobně

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obr. 1. <i>Statistická ročenka zásahů JPO [10]</i>	11
Obr. 2. <i>Dopravní značení nebezpečné látky [19]</i>	21
Obr. 3. <i>Staré výstražné symboly na chemických výrobcích [19]</i>	22
Obr. 4. <i>Nové výstražné symboly na chemických výrobcích [21]</i>	23
Obr. 5. <i>Letecký pohled na zimní stadión</i>	35
Obr. 6. <i>Zadané údaje o havárii</i>	36
Obr. 7. <i>Stručný výsledek modelové situace</i>	36
Obr. 8. <i>Podrobný výsledek celé havárie</i>	37
Obr. 9. <i>Mapa celkového zasaženého území</i>	38
Obr. 10. <i>Graf doporučeného průzkumu toxicity</i>	39
Obr. 11. <i>Graf možného výbuchu</i>	40
Obr. 12. <i>Graf ohrožení výbuchem</i>	41
Obr. 13. <i>Místo vzniku havárie</i>	45
Obr. 14. <i>Zadané údaje o havárii</i>	46
Obr. 15. <i>Zóna ohrožení</i>	46
Obr. 16. <i>Detailně vyhodnocený popis havárie</i>	47
Obr. 17. <i>Mapa celkového zasaženého území</i>	48
Obr. 18. <i>Graf nezbytné evakuace</i>	49
Obr. 19. <i>Graf nezbytné evakuace - dávka</i>	50

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1. <i>Rozdělení hořlavých kapalin do tříd nebezpečnosti</i>	19
Tabulka 2. <i>Typický zápach některých toxických látek</i> [2].....	20
Tabulka 3. <i>Vlastnosti amoniaku</i> [26, 28].....	33
Tabulka 4. <i>Adresa</i> [29]	35
Tabulka 5. <i>Vlastnosti chlóru</i>	44

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1 : PROSTŘEDKY IMPROVIZOVANÉ OCHRANY

PŘÍLOHA 2 : SYSTÉM CHLAZENÍ ZIMNÍCH STADIÓNŮ

PŘÍLOHA 1 : PROSTŘEDKY IMPROVIZOVANÉ OCHRANY

Tam, kde nejsou k dispozici prostředky individuální ochrany (ochranné masky, oděvy, dětské vaky apod.) je nezbytné použít **prostředky improvizované ochrany**.

Hlava - k ochraně hlavy se většinou používají čepice, šátky a šály, ochranné přilby (motocyklové, pracovní, cyklistické, lyžařské). Aby byly chráněny vlasy, uši, čelo a krk.

Oči - k ochraně očí se používají brýle (potápěčské, plavecké, lyžařské a motocyklové). V případě, že nejsou takové brýle k dispozici, lze oči jednoduchým způsobem chránit přetažením průhledného igelitového sáčku přes hlavu a jeho stažením.

Ruce - chrání se pryžovými rukavicemi nebo koženými rukavicemi. Ochranný účinek je tím větší, čím je materiál silnější. Vhodnější jsou rukavice delší, neboť chrání zápěstí a částečně i předloktí. Pokud nejsou k dispozici rukavice, ovineme si ruce látkou, šátkem, silným igelitovým pytlíkem apod.

Nohy - pro ochranu nohou jsou nejvhodnější pryžové a kožené holínky, kozačky, kožené vysoké boty. Při ochraně nohou je nutno zajistit, aby mezi nohavicí a botou nezůstalo nechráněné místo. Při použití nízkých bot je vhodné zhotovit návleky z igelitových sáčků či tašek.

Tělo - K ochraně těla jsou nejvhodnější pláštěnky, bundy, kalhoty, kabáty, kombinézy. Použité oděvy je nutné utěsnit u krku, rukávů a nohavic. Netěsné zapínání a různé nežádoucí trhliny v oděvu je nutné přelepit lepicí páskou.

PŘÍLOHA 2 : SYSTÉM CHLAZENÍ ZIMNÍCH STADIÓNŮ

Chlazení ledových ploch na stadionech je prováděno pomocí strojního kompresorového chlazení. V naprosté většině se používá, jako chladilo bezvodý amoniak, který je ekologický nejlepší.

V dnešní době se uplatňují dvě technologie chlazení:

- **system přímého chlazení**
- **system nepřímého chlazení**

Systém přímého chlazení – kdy NH_3 je rozveden potrubím přímo v ledové ploše, které tvoří výparník chladicího zařízení. Tento druh chlazení můžeme najít u starých stadiónů, kde zůstala po rekonstrukci zachována ledová plocha. Tato technologie má své výhody a nevýhody. Výhodou je samotná jednoduchost zařízení. Nevýhodou je potřeba velké množství NH_3 a tím související možnost většího úniku do prostoru a ohrožení lidí. Proto je nutné, aby měl stadión dostatečné větrání.

Systém nepřímého chlazení - kdy NH_3 je použit pouze v primárním okruhu kompresorového chlazení ve strojovně. Samotné chlazení plochy probíhá průtokem nemrznoucí kapaliny (ethylen-glykol) v sekundárním okruhu. U této technologie je sníženo potřebné množství použitého amoniaku až o polovinu. Tento systém je sice pro zdraví osob bezpečnější a ekologičtější, ale méně účinný.

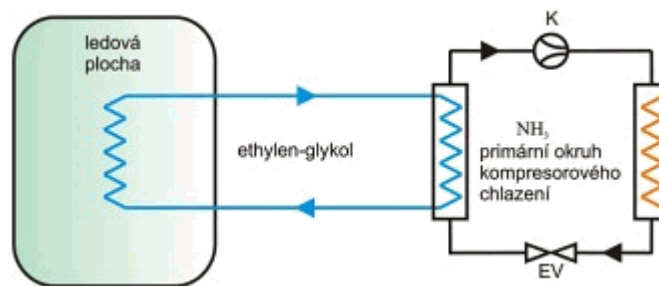


Schéma nepřímého chlazení