


Únik vybraných nebezpečných chemických látek a jejich účinky na lidský organismus

Bc. Lenka Švorčíková, DiS.

Diplomová práce
2022

 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: 2021/2022

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(projektu, uměleckého díla, uměleckého výkonu)

Jméno a příjmení: **Bc. Lenka Švorčíková, DiS.**
Osobní číslo: **L20168**
Studijní program: **N1032A020002 Bezpečnost společnosti**
Specializace: **Ochrana obyvatelstva**
Forma studia: **Kombinovaná**
Téma práce: **Únik vybraných nebezpečných chemických látek a jejich účinky na lidský organismus**

Zásady pro vypracování

1. Vypracujte literární rešerši úniku vybraných nebezpečných chemických látek a právní ukotvení týkající se nebezpečných chemických látek a jejich účinky na lidský organismus.
2. Popište vybrané chemické látky a jejich účinky na lidský organismus.
3. Modelujte únik vybraných nebezpečných chemických látek.
4. Vyhodnotte únik vybrané nebezpečné chemické látky a možná rizika na obyvatelstvo v zasažené oblasti.
5. Navrhněte opatření ke zvýšení úrovně ochrany obyvatelstva.

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

Seznam doporučené literatury:

1. MIKA, Otakar, J., POLÍVKA, Lubomír a Jozef SABOL. *Nebezpečné chemické látky a průmyslové havárie*. Praha. Policejní akademie České republiky. Katedra krizového řízení, 2017. ISBN 978-80-7251-467-0.
2. LEGIERSKÁ Petra, MARTÍNEK, Bohumír a ŘEHÁK David. *Ochrana obyvatelstva v kontextu aktuálních bezpečnostních hrozeb*. Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2019. ISBN 978-80-7385-220-7.
3. ASANTE-DUAH, KOFI, D. *Public health risk assesment for human exposure to chemicals*. Dordrecht, Netherlands: Springer, Second edition. 2017. ISBN 978-940-24-1039-6.

Další odborná literatura dle doporučení vedoucího diplomové práce.

Vedoucí diplomové práce: **Mgr. Ing. Eleonóra Benčíková, PhD., MPH, MHA**
Ústav ochrany obyvatelstva

Datum zadání diplomové práce: **1. prosince 2021**

Termín odevzdání diplomové práce: **6. května 2022**

L.S.

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

prof. Ing. Dušan Vičar, CSc.
ředitel ústavu

V Uherském Hradišti dne 1. prosince 2021

PROHLÁŠENÍ AUTORA DIPLOMOVÉ PRÁCE

Beru na vědomí, že:

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

Prohlašuji,

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

V Uherském Hradišti, dne: 5. 8. 2022

Jméno a příjmení studenta: Bc. Lenka Švorčíková, DiS.

.....
podpis studenta

ABSTRAKT

Diplomová práce na téma Únik vybraných nebezpečných chemických látek a jejich účinky na lidský organismus je zaměřena na negativní účiny amoniaku a ethylenglykolu a pomoci osobám zasažených toxickou látkou. V praktické části je představeno město Lanškroun. Zkoumaným objektem je zimní stadion Boží Modrého, způsoby chlazení ledové plochy, jeho připravenost na mimořádné události. Dále s využitím dostupných metod, jako je SWOT analýza organizace, softwarové nástroje Aloha a TerEx. Modelování úniku nebezpečných chemických látek, posloužilo k zjištění velikosti zamořeného okolí, ohrožení obyvatelstva, vytyčení nebezpečné zóny. Byla provedena analýza stromu poruch. Na základě zjištěných informací vypracován návrh na zvýšení úrovně ochrany návštěvníků zimního stadionu a vytvořen informační list a brožura, který by mohl být umístěn ke vstupu zimního stadionu a na webové stránky.

Klíčová slova: nebezpečná chemická látka, lidský organismus, SWOT analýza, ALOHA, TerEx, zimní stadion.

ABSTRACT

The thesis Leakage of selected dangerous chemical substances and their impact on human organism focuses on negative effects of ammonia and ethylene glycol and the help for people affected. The practical part includes an introduction of Lanškroun city. Followed by investigation of Boží Modrého ice arena which concerns with the ice ring cooling system and preparedness for incidents. Next part consists of usage of multiple analysis techniques mentioning SWOT, software tools Aloha and TerEx. Modelling the dangerous substance leakage provided possible pollution area, threats to inhabitants and demarcation of the danger zone. Malfunction tree was analysed which concluded into creating a proposition for enhancing the level of ice arena visitors' security and creating information sheet and brochure available for website or entrance display.

Keywords: dangerous chemical substance, human organism, SWOT analysis, ALOHA, TerEx, ice arena

Poděkování

Ráda bych touto cestou poděkovala paní Mgr. Ing. Eleonóře Benčíkové, PhD., MPH. MHA., za odborné vedení, poskytnutí cenných rad a času, který mi věnovala během zpracování diplomové práce. Další poděkování patří Ing. Jiřímu Černému za poskytnutí materiálů, odpovědí na mé otázky při zpracování diplomové práce. A své rodině za podporu během celého mého studia.

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

OBSAH

ÚVOD.....	10
CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY.....	11
I. TEORETICKÁ ČÁST.....	12
1 PRÁVNÍ PŘEDPISY A POMOC OSOBÁM ZASAŽENÝM NEBEZPEČNOU CHEMICKOU LÁTKOU	13
1.1 PRÁVNÍ PŘEDPISY	13
1.2 VÝVOJ LEGISLATIVY CHEMICKÝCH LÁTEK A PŘÍPRAVKŮ V EU	16
1.3 POMOC OSOBÁM PŘI ZASAŽENÍ NEBEZPEČNÝMI CHEMICKÝMI LÁTKAMI.....	16
1.4 PŘEDLÉKAŘSKÁ POMOC OSOBÁM ZASAŽENÝM TOXICKOU LÁTKOU.....	16
1.5 PRVOTNÍ ČINNOSTI VEDOUcí K OCHRANĚ OSOB NACHÁZEJÍCÍCH SE V KONTAMINOVANÉM PROSTORU VEŘEJNÉHO OBJEKTU	17
1.6 ZDRAVOTNICKÉ ZABEZPEČENÍ EVAKUACE.....	18
2 NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY	20
2.1. VLASTNOSTI CHEMICKÝCH LÁTEK.....	20
2.2 BRÁNY VSTUPU CHEMICKÝCH LÁTEK DO ORGANIZMU.....	20
2.3. TOXIKOLOGICKÉ VLASTNOSTI CHEMICKÝCH LÁTEK	21
2.4 LÁTKY VYKAZUJÍCÍ VLASTNOSTI NEBEZPEČNÉ PRO ZDRAVÍ	22
2.5 LÁTKY VYKAZUJÍCÍ SPECIFICKÉ ÚČINKY NA LIDSKÉ ZDRAVÍ	23
2.6 PŘEMĚNA CHEMICKÝCH LÁTEK V ORGANIZMU	23
2.7 VYLUČOVÁNÍ CHEMICKÝCH LÁTEK Z ORGANIZMU	23
2.8 ÚČINKY NEBEZPEČNÝCH CHEMICKÝCH LÁTEK NA LIDSKÝ ORGANISMUS.....	24
2.9 AKUTNÍ INHALAČNÍ POŠKOZENÍ CHEMICKÝMI LÁTKAMI.....	25
3 VYBRANÉ NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY A JEJICH ÚČINKY NA LIDSKÝ ORGANISMUS.....	26
3.1 AMONIAK NH ₃	26
3.2 AMONIAK A JEHO ÚČINKY NA ORGANISMUS	29
3.3 PRVNÍ POMOC PŘI ÚNIKU AMONIAKU	31
3.4. ETHYLENGLYKOL	31
3.4.1 STANDARTNÍ VĚTY O NEBEZPEČNOSTI	33
3.5 ETHYLENGLYKOL A JEHO ÚČINKY NA ORGANISMUS	33
3.6 LÉKAŘSKÁ PÉČE PŘI ÚNIKU ETHYLENGLYKOLU	34

4	DÍLČÍ ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI.....	36
II.	PRAKTICKÁ ČÁST	37
5	GEOGRAFICKÁ POLOHA MĚSTA LANŠKROUN.....	38
5.1	PŘÍRODNÍ VLIVY	39
5.2	TECHNOGENÍ VLIVY.....	39
6	ZIMNÍHO STADION BÓŽI MODRÉHO	42
6.1	POPIS ZIMNÍHO STADIONU.....	42
6.2	CHLAZENÍ ZIMNÍCH STADIONŮ	44
6.3	ZPŮSOB CHLAZENÍ LEDOVÉ PLOCHY	44
6.4	PŘÍČINY ÚNIKU NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY	46
6.5	STUPNĚ POPLACHŮ	46
6.6	STAV PŘIPRAVENOSTI ZIMNÍHO STADIONU NA MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI.....	47
6.6.1	PLÁN VYROZUMĚNÍ A CHOVÁNÍ OBYVATEL V PŘÍPADĚ ÚNIKU AMONIAKU	49
6.6.2	EVAKUACE	51
6.6.3	OCHRANNÉ POMŮCKY	52
6.7	ZÁSAH OBLUHY PŘI ÚNICÍCH ČPAVKU.....	53
6.7.1	VYZNAČENÍ HRANIC NEBEZPEČNÉ ZÓNY.....	55
6.7.2	ORGANIZACE MÍSTA ZÁSAHU.....	55
6.7.3	ZABEZPEČENÍ OCHRANY OSOB A PRACOVNÍKŮ	56
6.7.4	METODY A MATERIÁL PRO OMEZENÍ ÚNIKU.....	56
6.7.5	ŘÍZENÍ ČINNOSTI LIKVIDACE ČPAVKOVÉ HAVÁRIE.....	56
6.7.6	NÁSLEDNÁ OPATŘENÍ PRO ODSTRANĚNÍ HAVÁRIE	57
7	SWOT ANALÝZA.....	58
8	MODELOVÁNÍ NÁSLEDKŮ ÚNIKŮ NEBEZPEČNÝCH LÁTEK.....	64
8.1	PROGRAM ALOHA	64
8.2	PRÁCE S NÁSTROJI ALOHA	65
8.3	VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ	68
9	MODELOVÁ SITUACE ÚNIKU ETHYLENGLYKOLU	70
9.1	VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ	71
9.2	OPATŘENÍ NA OCHRANU OSOB A NOUZOVÉ POSTUPY	72
10	TEREX (TERORISTICKÝ EXPERT).....	73
10.1	PRÁCE S NÁSTROJI TEREX	73

10.2	VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ	75
11	MODELOVÁ SITUACE ÚNIKU ETHYLENGLYKOLU	80
11.1	VSTUPNÍ DATA PRO PRÁCI SE SW NÁSTROJI TEREX	80
11.2	VÝSLEDKY MODELOVÁNÍ	81
12	ANALÝZA STROMU PORUCHOVÝCH STAVŮ (FTA-FAUL TREE ANALYSIS).....	84
13	KOMPARACE MODELOVÁNÍ V PROGRAMU ALOHA A TEREX.....	87
14	NÁVRH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚROVNĚ OCHRANY OBYVATELSTVA.....	89
	ZÁVĚR	90
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	93
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	100
	SEZNAM OBRÁZKŮ	102
	SEZNAM TABULEK.....	104
	SEZNAM PŘÍLOH.....	105

ÚVOD

Nebezpečné chemické látky jsou předmětem diplomové práce a toxickým látkám se budu věnovat z pohledu účinků na lidský organismus a jejich úniku ze zimního stadionu Boží Modrého ve městě Lanškroun. Český národ jsme spjati s hokejem při soutěžích, nejvíce při Mistrovství světa nebo Olympijských hrách. S provozem ledové plochy a dalších prostor je důležité zajištění bezpečnosti sportoviště, zázemí pro hráče, hledištěm pro diváky, ledovou plochou a nejbližšího okolí zimního stadionu.

Technické zázemí (strojovna) zimního stadionu musí být ve vyhovujícím technickém stavu, který odpovídá současným normám a současné legislativě. Zimní stadion podstupuje v pravidelných intervalech bezpečnostním prohlídkám bezpečnostním technikem. V případě jakéhokoliv poškození na technickém stavu může dojít k nekontrolovanému úniku nebezpečné chemické látky ve strojovně nebo na dalších součástech chladicího zařízení zimního stadionu.

Nebezpečné chemické látky používané pro chlazení ledové plochy sebou nesou určitá rizika jak pro obsluhu tak návštěvníky zimního stadionu. Účinky uniklé toxické látky ve strojovně mohou vést ke zdravotní újmě obsluhy, při hokejovém zápase či tréninku může únik nebezpečné chemické látky ohrozit zdraví sportovců a dalších návštěvníků zimního stadionu a nejbližšího okolí.

V případě nepříznivých meteorologických podmínek nebezpečné chemické látky mohou být rozptýleny do okolí zimního stadionu a ohrozit obyvatele města Lanškroun, přilehlé obce a jejich okolí. Je žádoucí v tomto případě vhodnou, srozumitelnou formou informovat obyvatelstvo o úniku nebezpečné chemické látky a poskytnout pro obyvatelstvo zásady jak se chovat při úniku toxické látky, aby ochránily sami sebe a své blízké okolí před nežádoucími účinky uniklé nebezpečné substance na své zdraví.

Každý člověk v případě úniku nebezpečné chemické látky před příjezdem záchranných složek by měl vědět jak se chovat při expozici nebezpečné noxy, znát postupy první pomoci při zasažení očí, rukou a dalších částí lidského těla a minimalizovat účinky toxické látky na lidský organismus.

CÍL PRÁCE A POUŽITÉ METODY

Cíle diplomové práce jsou zaměřeny na zpracování literární rešerší úniku vybraných nebezpečných chemických látek. Dále jsou zpracovány úniky amoniaku a ethylenglykolu a jejich účinky na lidský organismus. Praktická část je zaměřena na modelování a vyhodnocení úniku amoniaku a ethylenglykolu s účinky na lidský organismus. Na základě vyhodnocení za pomoci SW Aloha a Terex jsem navrhla opatření ke zvýšení úrovně ochrany obyvatelstva v zasažené oblasti v okolí zimního stadionu. Použité metody, které byly použité ke zpracování diplomové práce jsou komparace, dedukce, empirické za pomoci softwaru ALOHA, TEREX.

CÍL DIPLOMOVÉ PRÁCE

Hlavním cílem diplomové práce je navržení opatření ke zvýšení úrovně ochrany obyvatelstva při úniku nebezpečných látek v zimním stadionu.

POUŽITÉ METODY PŘI ZPRACOVÁNÍ

Pro zpracování diplomové práce byly použity následující metody:

- *Analýza dokumentů* - Při zpracování teoretické části byla použita dostupná odborná literatura, platné právní předpisy, články a dostupné internetové zdroje. V praktické části při analýze současného stavu byly použity poskytnuté dokumenty správcem zimního stadionu Boží Modrého v Lanškrouně.
- *Analytické metody* - V praktické části byla použita SWOT analýza, která odhalila silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby připravenosti zimního stadionu v případě úniku nebezpečné chemické látky. Na výsledku analýzy byly navrženy opatření ke zvýšení bezpečnosti před únikem nebezpečné chemické látky.
Metoda FTA (Faul tree analysis), deduktivní metoda, která poskytla k odhalení cest, kterými se mohly v systému šířit poruchy a způsobit nežádoucí událost.
- *Modelování* - Byla modelována situace úniků vybraných nebezpečných chemických látek pomocí programu ALOHA a TerEx.
- *Syntéza* - Vyhodnocení možných rizik zasaženého obyvatelstva v exponované oblasti byla navržena opatření ke zvýšení úrovně ochrany obyvatelstva.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PRÁVNÍ PŘEDPISY A POMOC OSOBÁM ZASAŽENÝM NEBEZPEČNOU CHEMICKOU LÁTKOU

Český právní systém obsahuje právní normy o prevenci závažných havárií s únikem nebezpečných chemických látek a směsí a účinky na lidský organismus

1.1 Právní předpisy

V českém právním řádu se rozlišují následující typy právních předpisů:

- Ústava České republiky, Listina základních práv a svobod a ústavní zákony,
- zákony a zákonná opatření,
- nařízení,
- vyhlášky.

Právní úpravy problematiky nebezpečných chemických látek v ČR vycházejí ze směrnic Evropské unie, kde jsou označovány názvem SEVESO (Směrnice o řízení nebezpečí závažných havárií (při nichž jsou přítomny nebezpečné látky) (Polívka, 2017). Základním dokumentem v tomto směru jsou zákony o prevenci havárií, o integrovaném záchranném systému, o krizovém řízení a o chemických látkách a přípravcích. K nim náleží příslušné vládní nebo resortní prováděcí vyhlášky. Dále je zde uveden přehled závažných zákonů a vyhlášek s problematikou související.

Zákon č. 353/1999 Sb. o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky a o změně zákona č. 425/1990 Sb., o okresních úřadech, úpravě jejich působnosti a o některých dalších opatřeních s tím souvisejících, ve znění pozdějších předpisů (zákon o prevenci závažných havárií). Základní zákon, který řeší vše podstatné pro provozovatele i ohrožené obyvatelstvo pro případy jeho expozice nebezpečnými chemickými látkami.

Zákon stanoví systém prevence závažných havárií pro objekty a zařízení, v nichž je umístěna vybraná nebezpečná chemická látka nebo chemický přípravek v množství stejném nebo větším, než je množství uvedené v zákonu. Provozovateli je zde uloženo zhodnotit rizika závažné havárie včetně vyjádření rizik ohrožení života a zdraví občanů, hospodářských zvířat, životního prostředí a majetku. Je zde zaveden institut pojištění a informování veřejnosti. Lze předpokládat, že zákon bude trvale a průběžně novelizován

v závislosti na úpravách této problematiky v zemích Evropské unie (Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek, 2021).

Dále je uveden taxativní výčet zákazů výkonu některých prací s nebezpečnými chemickými látkami a náležitosti pro odbornou způsobilost a zvláštní odbornou způsobilost.

Nařízení vlády č. 361/2007 Sb., ve znění pozdějších předpisů, kterým se stanoví podmínky ochrany zdraví při práci, se věnuje rizikovým faktorům pracovních podmínek, jejich členění, metodám a způsobům jejich zjišťování a hygienickým limitům, dále způsobu hodnocení rizikových faktorů z hlediska ochrany zdraví zaměstnance (hodnocení zdravotního rizika), dále minimálnímu rozsah opatření k ochraně zdraví zaměstnance, a konečně podmínkám poskytování osobních ochranných pracovních prostředků a jejich údržbě při práci s olovem, chemickými látkami nebo směsmi, které se vstřebávají kůží nebo sliznicemi, a chemickými látkami, směsmi nebo prachem, které mají dráždivý účinek na kůži, karcinogeny, mutageny a látkami toxickými pro reprodukci, s azbestem, biologickými činiteli a v zátěži chladem nebo teplem (Nebezpečné chemické látky, 2015).

Vyhláška č. 428/2004 Sb. o získání odborné způsobilosti k nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a přípravky klasifikovanými jako vysoce toxické. Nařízení vlády č. 11/2002 Sb., ve znění pozdějších předpisů, kterým se stanoví vzhled a umístění značek a zavedení signálů. Vyhláška č. 48/1982 Sb., ve znění předpisů, kterou se stanoví základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení (zásady při práci s nebezpečnými látkami, bezpečnostní označení, seznámení pracovníků s účinky těchto látek, způsoby zacházení, ochrannými opatřeními, zásadami první pomoci, asanačními postupy a postupy při likvidaci poruch a havárií, dále zásady při skladování nebezpečných látek a při pracích s žiravinami (Nebezpečné chemické látky, 2015).

Předpis upravující podmínky pracovišť s výskytem chemických látek a směsí uvádí díl 8 nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a chemickými směsmi § 44a zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví (Česko, 2000).

Vyhláška č. 61/2013 Sb. o rozsahu informací poskytovaných o chemických směsích, které mají některé nebezpečné vlastnosti, a o detergentech (Česko, ©2013).

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH) (Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals) registrace, evaluace a autorizace

chemických látek - je zkratka pro novou chemickou politiku Evropské unie. REACH vstoupil v platnost 1. června 2007 a týká se látek vyráběných v EU nebo do ní dovážených v množství větším než 1 tuna ročně Nařízením Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 (REACH) ze dne 18. prosince 2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek a o zřízení Evropské agentury pro chemické látky od 1. 6. 2007. Příloha č. 1 k zákonu č. 350/2011 Sb., která uvádí minimální koncentrace nebezpečných látek obsažených ve směsi, které se berou v úvahu při klasifikaci směsí (Česko, 2011).

REACH je nařízení Evropské unie, které bylo přijato s cílem zlepšit ochranu lidského zdraví a životního prostředí v souvislosti s riziky, která mohou představovat chemické látky, a současně zvýšit konkurenceschopnost chemického průmyslu EU. Také podporuje alternativní metody hodnocení rizik látek za účelem snížení počtu zkoušek na zvířatech.

Nařízení REACH se v zásadě týká všech chemických látek; nejenom těch používaných v průmyslových procesech, nýbrž také látek používaných v každodenním životě, například v čisticích prostředcích, barvivech a rovněž v předmětech, jako je oděv, nábytek a elektrické spotřebiče. Toto nařízení má proto dopad na většinu společností v celé EU. Zastřešení problematiky nebezpečných látek Evropskou agenturou (Porozumět nařízení REACH, [b. r.]).

Nařízení CLP (Classification, Labelling and Packaging) je o klasifikaci, označování a balení (ES č. 1272/2008) vychází z globálně harmonizovaného systému (GHS) Organizace spojených národů a jeho účelem je zajistit vysokou úroveň ochrany zdraví a životního prostředí a také volný pohyb chemických látek směsí a předmětů. Nařízení CLP doplnilo směrnici o nebezpečných látkách (67/548/EHS), směrnici o nebezpečných přípravcích (1999/45/ES) a nařízením (ES) č. 1907/2006 (REACH) a od 1. června 2015 je jediným platným právním předpisem v EU pro klasifikaci a označování chemických látek a směsí. Jedním z hlavních cílů nařízení CLP je stanovit, zda látka nebo směs vykazuje vlastnosti, které vedou k tomu, že je klasifikována jako nebezpečná. V tomto kontextu je klasifikace výchozím bodem pro sdělení, že se jedná o látku nebezpečnou (Porozumět nařízení CLP, [b. r.]).

1.2 Vývoj legislativy chemických látek a přípravků v EU

Směrnice 67/548/EHS (Evropské hospodářské společenství) obsahuje povinnosti při uvádění chemických látek na trh (EINECS) Evropský seznam existujících obchodovaných chemických látek (European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances), zjišťování nebezpečných vlastností, označování (31 novel). Směrnice 1999/45/ES (Evropské společenství) obsahuje povinnosti při uvádění chemických přípravků na trh. Směrnice 76/769/EHS omezení při výrobě, používání a uvádění na trh některých chemických látek. Směrnice 91/155/EHS (ve znění 2001/58/ES) uvádí povinnost zpracování a formu bezpečnostních listů. Směrnice 79/831/EHS obsahuje požadavek notifikace nových chemických látek (ELINCS) European List of Notified Chemical Substances - registr chemických látek v EU. Nařízení Rady 793/93 uvádí koordinované hodnocení rizikovosti vybraných látek (Hrabal, 2018).

1.3 Pomoc osobám při zasažení nebezpečnými chemickými látkami

Při poskytování první pomoci je nutné zajistit především bezpečnost zachraňujícího i zachraňovaného. V každém případě se vyvarujeme chaotického jednání. Postižený by měl mít duševní i tělesný klid. Při poskytování první pomoci nesmí postižený prochladnout.

Každou situaci při zasažení nebezpečnou chemickou látkou je nutné posoudit s ohledem na vlastní bezpečnost a bezpečnost postiženého. Do zamořeného prostoru vstoupíme pouze tehdy, budeme mít odpovídající ochranu (izolační dýchací přístroj, masku s příslušným filtrem, jištění dalším pracovníkem apod.). Vždy, když se jedná o špatně větrané prostory, je třeba počítat s možností, že prostor je zamořený. Při manipulaci s potřísněným oděvem nebo jinými předměty je nutno se chránit odpovídajícími osobními ochrannými pracovními prostředky včetně rukavic. První pomoc by neměla být prováděna na místě, kde k nehodě došlo, pokud je nebezpečí kontaminace zachránce (Pelclová, ©[b. r.]).

1.4 Předlékařská pomoc osobám zasaženým toxickou látkou

Zásadním faktorem, který musí být dodržen při mimořádné události s únikem nebezpečné látky, je ochrana ohroženého obyvatelstva. Po přemístění postižené osoby mimo kontaminovaný prostor se na vhodném místě provede okamžitá dekontaminace: svléct vrchní část kontaminovaného oděvu, sundat brýle/kontaktní čočky, pokud je třeba provést výplach očí, nosu a úst a omýt povrch těla. Následně po přerušení expozice toxické látky

je třeba pravidelně kontrolovat stav postiženého. Při poruchách vědomí je třeba zjistit, zda postižený dostatečně dýchá. V případě, že nastala zástava dechu, je nutné provést umělé dýchání z úst do úst. Dále je třeba ihned reagovat podle zásad první pomoci na následující zdravotní příznaky postiženého: zástava srdce, obtížné dýchání, zmodrání, šok, slabý puls, bledost, křeče, hluboké bezvědomí se zvracením atd. Osoby v úkrytu pravděpodobně nebudou mít žádné léky a stěží bude přítomen lékař, který by správnou léčbu naordinoval. V prvních fázích úniku nebezpečné chemické látky nebude ani možnost aplikace antidot, jelikož toxická látka nebude ještě identifikována a antidota ani lékař, který je může aplikovat, nebudou přítomni (Navrátilová, 2014).

1.5 Prvotní činnosti vedoucí k ochraně osob nacházejících se v kontaminovaném prostoru veřejného objektu

Prvním příznakem naznačujícím přítomnost chemické látky v objektu, který bude zaznamenán návštěvníkem, bude buď hlášení o chemickém ohrožení objektu, jehož součástí budou informace o evakuaci ohrožených osob, nebo bude návštěvník přímo v dosahu toxické látky, kdy sám na sobě i na ostatních postižených osobách rozpozná příznaky otravy toxickou látkou. Hromadné zdravotní potíže osob se budou v případě kontaminace chemickou látkou vyznačovat následujícími příznaky: zvýšená produkce slin a sekretů spojená s dýchacími potížemi, zvracení, pocení, třes a křeče. Otrava nebezpečnou chemickou látkou se také může podobat např. srdečnímu infarktu, otravě alkoholem, případně také infekčnímu onemocnění. Obecné příznaky otrav se vyznačují vždy potížemi s dýcháním, celkovou slabostí a někdy i halucinacemi. Jestliže příznaky otravy jsou hromadného charakteru, bude se s největší pravděpodobností jednat o kontaminaci objektu toxickou látkou. Postižené osoby by se měly co nejrychleji přemístit z kontaminovaného prostoru a postupovat ve shodě s následujícími doporučeními. Okamžitá ochrana dýchacích cest i ostatních bran vstupu toxické látky do organismu. Tato činnost musí být provedena co nejrychleji. Návštěvníci objektu použijí k ochraně úst a nosu kapesník či jinou tkaninu a okamžitě se přemístí mimo kontaminovaný prostor. V zahraniční literatuře bývá občas uváděno, že jakékoliv použití improvizované ochrany zdržuje osoby v kontaminovaném prostoru, a proto se žádné improvizované prostředky nedoporučují. Větší důraz je kladen na okamžité opuštění prostoru než na ochranu dýchacích cest. V České republice je doporučeno co nejrychleji improvizovanou ochranu použít. Urychlené opuštění kontaminovaného prostoru. Při shledání závažných zdravotních symptomů, které signalizují přítomnost vysoce toxické látky, je nutno opustit kontaminovaný prostor co nejrychleji

i za cenu toho, že osoby nebudou zbytečně dlouho hledat improvizované prostředky k ochraně dýchacích cest (dýchací cesty si ochrání např. dýcháním přes rukáv) a ani se nebudou snažit zachránit ostatní jedince, kteří mohou ležet v bezvědomí v jejich blízkosti, pokud by záchrana byla časově náročná. Je třeba si uvědomit, že jakákoliv časová prodleva i fyzická námaha, která bude spojena se záchranou postižených osob, může vést ve svém důsledku k těžkým zdravotním komplikacím a případně i k úmrtí takzvaného zachránce. Otázkou zůstává problematika vytýčení kontaminovaného prostoru. V prvních okamžicích po rozptýlení kontaminantu nebude znám ani zdroj úniku, ani hranice nebezpečné zóny. Vytýčení zóny bude prováděno až přítomnými odborníky z řad záchranných týmů. Úkolem postižených osob tak bude v prvních chvílích řídit se pokyny zaměstnanců objektu, kteří budou řídit evakuaci, pokud nebudou jejich pokyny známy, přesunout se co nejdále z prostoru, který se jeví jako kontaminovaný a obsahující zdroj unikající toxické látky. V případě rozptýlu toxické látky ze vzduchotechnického systému lze považovat celý prostor klimatizovaného objektu za kontaminovaný (Navrátilová, 2014).

První lékařská pomoc je souborem specializovaných zdravotnických opatření ke snížení poškození zdraví osob účinky nebezpečných látek. Tuto poskytuje zdravotní záchranná služba, oddíly rychlé zdravotnické pomoci, zdravotnické jednotky dotčených resortů a určená stacionární zdravotnická zařízení (Navrátilová, ©2014).

1.6 Zdravotnické zabezpečení při evakuaci

Při ekologických haváriích se přistupuje k záchraně osob, které se bezprostředně nachází v zasaženém prostranství. Dále se mohou evakuovat zdejší lidé a domácí zvířectvo z prostoru kde se s velkou pravděpodobností bude šířit tato toxická látka. Záleží však na velikosti dopadů dané nehody. Krizový štáb přikročí k nezbytnému uzavření nebezpečné zóny. Zatarasí se ze všech stran příjezdové cesty. Na řadu přichází také včasná informovanost obyvatelstva (Otrava čpavkem, 2020).

V první řadě zahrnuje zabezpečení poskytování předlékařské zdravotnické pomoci, převozu do zdravotnických zařízení a zabezpečení hygienicko-epidemiologických opatření. Zajišťuje obec v součinnosti se Zdravotnickou záchrannou službou a s příslušným orgánem veřejné správy (Zásady provádění evakuace v Jihomoravském kraji, © 2020).

Základní zásadou první pomoci při zasažení nebezpečnou chemickou látkou je okamžité zamezení dalšího kontaktu zasažené osoby s touto látkou. Postiženým osobám se okamžitě

nasazuje ochranná maska nebo se dodávka vzduchu zajistí dýchacím přístrojem a provede se přemístění z místa zasažení do nezamořeného prostředí. Ochranné oděvy se přidělují podle věku postiženého. Od malých dětí po dospělé. V České republice jsou k dispozici dětské ochranné vaky DV-75 (0 – 1,5 roku), dětské ochranné kazajky DK – 88 (1,5 – 3 let), dětské ochranné masky DM – 1, CM – 3/3 h (1,5 – 18 let), ochranná maska pro dospělé CM - 3, CM - 4, CM - 5, CM – 6 a ochranný oděv (SOO – CO). Zahraniční prostředky individuální ochrany z provenience Izrael a Švédsko (dětský ochranný vak), od firem DRÄGER, SARI, AUER, PIRELLI jsou ochranné masky pro dospělé a ochranné oděvy, z Ruska ochranné masky pro dospělé (lícnice řady GP). Ochranné filtry je nutné volit podle druhu nebezpečné chemické látky. Na trhu jsou k dispozici také universální ochranné filtry. (Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek, ©2021).

Při známkách dušení se přemístění provádí vždy v leže nebo v polosedě. Pohyb zasažených osob se nedoporučuje. Po přemístění mimo kontaminovaný prostor se na vhodném místě provádí okamžité sejmutí oděvu, aby se zamezilo dalšímu vstřebávání látky, pokud je oděv nasycen nebezpečnou chemickou látkou. Následuje výplach očních spojivek, dekontaminace povrchu těla. Při poruchách vědomí je nezbytné zjistit, zda postižený dostatečně dýchá. V případě, že u postiženého nastala zástava dechu, je nutné provést uvolnění dýchacích cest při bezvědomí, transport v takzvané stabilizované (zotavovací) poloze, na boku se zakloněnou hlavou, směrem dopředu tak, aby zadní nosič mohl sledovat stav postiženého. Umělé dýchání z plic do plic je nutné zahájit ihned, nezačne-li postižená osoba po uvolnění dýchacích cest sama dýchat (Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek, ©2021).

2 NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY

S rozvojem civilizace souvisí neustále se zvyšující nároky na uspokojování potřeb obyvatel této planety. Dochází tak k vývoji stále nových technologických procesů a zařízení, zejména pak v oblasti chemického průmyslu, jehož nezbytnou součástí je ve většině případů nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a přípravky. Průmyslová činnost proto přináší kromě kladných aspektů technického pokroku také celou řadu negativních faktorů, např. dlouhodobé znečišťování životního prostředí, rizika závažných havárií. Následky závažných havárií mohou mít rozsáhlé nežádoucí účinky nejen na zdraví a životy lidí, ale životní prostředí a majetek. V současnosti podle údajů CAS (Chemical Abstract Service) známo přes 35 milionů chemických látek a používáno je jich přes 100 000 (Řehák, 2019).

V následujících řádcích je pojednáno o vlastnostech chemických látek, jakým způsobem mohou vstupovat do organismu a jakým způsobem mohou poškodit organismus.

2.1. Vlastnosti chemických látek

Chemické látky můžeme dělit podle různých hledisek, podle skupenství máme látky pevné, kapalné a plynné. Dále máme chemické látky původu přírodního a uměle vyrobené. Z fyzikálních vlastností chemických látek rozlišujeme barvu, lesk, hustotu, elektrickou a tepelnou vodivost, teplotu tání, teplotu varu, tvrdost, vůni a zápach (Obecná chemie, [b. r.]).

2.2 Brány vstupu chemických látek do organismu

Nejčastějšími vstupními branami chemických látek do organismu jsou dýchací cesty, kůže a zažívací trakt. Dýchací cesty představují největší a nejčastější bránu vstupu škodlivých látek do lidského těla. Část vdechnutých škodlivin se vydýchá zpět do ovzduší, část se zadrží v plicích. Množství vdechnutých škodlivin záleží na intenzitě fyzické práce. Se stoupajícím fyzickým výkonem se zvyšuje i množství vdechnutých škodlivin, a to v důsledku prohloubeného a zrychleného dýchání. Kůží se vstřebávají látky, které jsou současně rozpustné ve vodě i v tucích, aby překonaly kožní bariéru. Pokud nepočítáme akutní otravy z požití agresivních a vysoce toxických chemických látek (kyseliny, louhy), je vstřebávání chemických škodlivin ze zažívacího traktu nejmenší. Požitá látka se pak z organismu vylučují stolicí (Šplíchalová, 2020).

2. 3. Toxikologické vlastnosti chemických látek

Otec moderní toxikologie, Paracelsus, historicky prohlásil: „Jedem je pouze dávka“. Dávka látky je důležitým faktorem v toxikologii, protože má významný vztah k účinkům, které jednotlivec zažívá. V důsledku toho je dávka primárním prostředkem klasifikace toxicity chemické látky, protože odráží množství chemické látky, které byla postižená osoba vystavena. Dohromady každá látka může být toxická, pokud je podávána za určitých podmínek a v dané dávce.

LD50 (lethal dose) je běžný termín používaný v toxikologii, který označuje hmotnost testované látky na jednotku hmotnosti pokusného zvířete (Polívka, 2017), která vykazuje toxicitu tím, že zabije 50 % testované populace. Ve vědeckém výzkumu se ke stanovení toxicity obvykle používají krysy nebo jiné náhrady a údaje jsou extrapolovány pro použití u lidí (Smith, ©2021).

Ve skutečnosti je toxicita pro každý orgán jedinečná, protože každý orgán je sestavou tkání a každá tkáň je jedinečným seskupením buněk. V důsledku toho pod vlivem chemické toxické látky se každý orgán projeví různými chorobnými stavy (z toxicity), které závisí na strukturálních a funkčních charakteristikách přítomných buněk.

Obecně může expozice člověka chemickým složkám přítomným ve spotřebitelských produktech nebo v životním prostředí vyvolat několik nepříznivých účinků nebo specifických nemocí. To může mít za následek například vystavení člověka určitým chemikáliím onemocnění jako alergická reakce, anémie, úzkost, astma, slepota, bronchitida, různé rakoviny, kontaktní dermatitida, křeče, embryotoxicita, emfyzém, pneumonokonióza, srdeční onemocnění, hepatitida, obstrukční plicní nemoc, poškození paměti, nefritida a neuropatie. Ve skutečnosti jde o vystavení člověka chemikáliím a může způsobit různé vážné poškození zdraví nebo dokonce smrt, pokud dojde k požití dostatečně velká množství. Existují také chemikálie, které jsou primárním problémem, které mohou způsobit nepříznivé dopady, a to i při omezených expozicích (Kofi Asante-Duah, ©2017).

Stupeň a rozsah poškození organismu vyvolaný určitou chemickou látkou a rychlost, s jakou tyto funkční a morfologické poruchy probíhají, je závislý na mnoha různých faktorech. Fyzikální a chemické vlastnosti nebezpečných látek mají podstatný význam i při rozvoji vlastního patologického procesu v exponovaném organismu. Neméně důležitými faktory toxického účinku je množství chemické látky, tj. dávka, která působí

na organismus, nebo koncentrace chemické látky ve vnějším prostředí a doba působení (expozice) (Lacina, 2013).

Významným faktorem ovlivňujícím distribuci a metabolismus chemických látek v organismu, je brána vstupu. Má vliv na rychlost absorpce chemických látek a zasažení životně důležitých orgánů, na způsob a rychlost detoxikace chemických látek v organismu aj. (Lacina, 2013).

2.4 Látky vykazující vlastnosti nebezpečné pro zdraví

Zdraví člověka je ovlivňováno chemickými látkami a směsmi. Příloha č. 1 vyhlášky č. 402/2011 Sb. rozděluje nebezpečné chemické látky do čtyř základních skupin. Do první skupiny spadají látky vykazující fyzikálně chemické vlastnosti, do druhé skupiny látky vykazující vlastnosti nebezpečné pro zdraví, do třetí skupiny pak látky vykazující specifické účinky na zdraví a do čtvrté skupiny jsou zařazeny látky nebezpečné pro životní prostředí. Pro účely mé diplomové práce uvádím pouze druhou a třetí skupinu (Kutálková, ©2013).

Vysoce toxické – látka, která při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží ve velmi malých množstvích způsobuje smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví,

Toxické – látka, která při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží v malých množstvích způsobuje smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví,

Zdraví škodlivé – látka, která při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží může způsobit smrt nebo akutní nebo chronické poškození zdraví,

Žíravé – látka, která může zničit živé tkáně, pokud se s nimi dostane do styku,

Dráždivé – látka, která může při styku s kůží nebo sliznicí vyvolat zánět a nemá žíravé účinky,

Senzibilizující – látka, která může při vdechnutí, požití nebo při styku s kůží vyvolat přecitlivělost.

Vlastnosti uvedené výše se zpravidla projevují okamžitě po kontaktu s nebezpečnou chemickou látkou nebo po krátké době expozice látky na lidském zdraví (Kutálková, ©2013).

2.5 Látky vykazující specifické účinky na lidské zdraví

Pozdní účinky chemických látek škodlivých na lidské zdraví se projevují po dlouhé době expozice případně po jejím skončení. Časový odstup, tzv. stádium latence může trvat několik let nebo desítek let dokonce se mohou projevit, až v následujících generacích mezi ně patří látky (Chemické faktory, © 2016 - 2022).

Karcinogenní – látka, která svým působením může vyvolat zhoubné bujení (Karcinogenní, ©2022).

Mutagenní v zárodečných buňkách – látka způsobuje zvýšený výskyt mutací v populaci buněk nebo organismů. Mutací se rozumí trvalá změna množství nebo struktury genetického materiálu v buňce (Lacina, 2013).

Toxické pro reprodukci – látka způsobující poškození fertility (plodnosti) nebo vznik vývojových vad (Kutálková, ©2013).

2.6 Přeměna chemických látek v organismu

Transformace vstřebaných škodlivin probíhá v játrech, kde se oxidačně-redukčními reakcemi proměňují složité chemické látky na látky jednodušší, zároveň ve většině případů i méně toxické.

Některé škodliviny se mohou v organismu deponovat. Depozita škodlivin v těle mohou vznikat např. v tukové tkáni, ve které se ukládají látky rozpustné v tucích, např. chlorované deriváty. Dále se chemické látky mohou ukládat v kostech, kde se olovo zabudovává do struktur kosti místo vápníku nebo v krvi např. rtuť. Často se chemické škodliviny ukládají také v játrech, např. měď nebo kadmium, ve vlasech a nehtech, např. arzén nebo thalium, které se vážou na keratoproteiny obsažené v těchto strukturách (Šplíchalová, ©2020).

2.7 Vylučování chemických látek z organismu

Doba vylučování chemických škodlivin z organismu závisí na biologickém poločase ($TB \frac{1}{2}$) jednotlivých látek, tedy čase, za který se z těla vyloučí polovina vstřebaného množství škodliviny. Rozlišujeme chemické látky s krátkým, středně dlouhým a dlouhým biologickým poločasem.

- Látky s krátkým biologickým poločasem se vyloučí řádově za hodiny, zpravidla do 24 hodin. Do této skupiny patří např. organická rozpouštědla (TB ½ toluenu je 6 hod., TB ½ styrenu je 5 hod.).
- Chemické látky se středně dlouhým biologickým poločasem se vyloučí zpravidla za 1-3 dny, např. trichlorethylen.
- Látky s dlouhým biologickým poločasem se mohou vylučovat po celou řadu dní, týdnů, měsíců nebo dokonce i let, např. těžké kovy (TB ½ rtuti je měsíce, TB ½ olova je léta).

Cesty vylučování chemických látek z organismu závisí na jejich fyzikálně-chemických vlastnostech. Látky lipofilní (rozpuštěné v tucích) se vylučují žlučí zažívacím traktem, látky rozpustné ve vodě se vylučují ledvinami. Vylučování látek močí je nejčastější.

Účinky chemických látek a směsí a z toho plynoucí nebezpečí pro organismus závisí od jejich vlastností (Šplíchalová, ©2020).



Obrázek 1 Značení chemických látek a směsí

Zdroj: Značení chemických látek a směsí, ©2021

2.8 Účinky nebezpečných chemických látek na lidský organismus

Unikající látka může ohrozit nejen osoby nacházející se v bezprostředním kontaktu s místem úniku, ale i obyvatelstvo v okolí nehody. K ohrožení může dojít v důsledku některých fyzikálních, fyzikálně chemických, chemických a toxikologických vlastností unikající látky. Tyto vlastnosti tedy předurčují tzv. nebezpečné účinky látek.

Nebezpečná látka, která se při havárii uvolňuje do prostředí, může být ve skupenství pevném, kapalném i plynném. Největší nebezpečí přitom představují úniky látek plyných a dále těkavých kapalných látek. Páry a plyny mohou být hořlavé, mohou tvořit výbušné směsi se vzduchem nebo mohou člověka ohrožovat svými toxickými účinky. Na rozdíl od pevných látek či netěkavých kapalin, jejichž únik je většinou prostorově omezený, se mohou šířit ve směru větru až do obrovských vzdáleností. Proto je možné říci, že největší ohrožení pro člověka představuje únik plynů nebo par látek, které jsou hořlavé, výbušné nebo jedovaté či jinak škodlivé zdraví (MV-GŘ HZS ČR, ©2003).

2.9 Akutní inhalační poškození chemickými látkami

Akutní inhalační trauma vzniká obvykle při nehodách a zanedbání správných pracovních postupů. Postižené osoby se na pracovišti nadýchají akutně vzniklých dráždivých plynů, par a dýmů, které obsahují plodiny hoření různých, převážně organických látek. Tyto situace vznikají nejčastěji při požárech nebo transportu chemických látek.

Účinek závisí na řadě faktorů – především na typu látky, na kombinaci s dalšími látkami, na koncentraci látky v ovzduší, na délce expozice, dechové frekvenci, hloubce dechu i dalších faktorech.

Většina chemických látek působících akutní inhalační trauma má pouze lokální účinky a postihuje sliznice horních dýchacích cest a plíce. Dráždí také spojivky a vyvolává pálení v hrdle a v nosu, chrapot, pocit dušení, kašel, laryngospasmus, bronchospasmus, edém plic nebo chemickou pneumonitidu.

Nebezpečnost jednotlivých látek, pokud jde o účinky toxické i iritační včetně dráždění kůže, zohledňují přípustné expoziční limity (PEL) a nejvyšší přípustné koncentrace (NPK-P) chemických látek v ovzduší (Švábová, ©2015).

3 VYBRANÉ NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY A JEJICH ÚČINKY NA LIDSKÝ ORGANISMUS

Nebezpečné chemické látky používané v zimním stadionu v Lanškrouně jsou uvedeny v následujícím textu diplomové práce. Jedná se o amoniak a ethylenglykol, které se používají k chlazení ledové plochy.

3.1 Amoniak NH_3

Amoniak je výrazně charakterizován štiplavým zápachem, který může na jeho přítomnost upozornit. Odhad množství emisí do ovzduší lze učinit z jeho spotřeby v provozu, resp. z bilance dané technologie. Po stanovení jeho koncentrace ve vzduchu na výstupu z technologie jsou emise dány součinem této koncentrace a objemem vypuštěného vzduchu. K měření je možné použít analyzátory založené chemiluminiscenci (podobné jako pro stanovení NO_x) nebo lze po odebrání vzorku stanovení provést ve vodném roztoku laboratorně. (The Facts About Amonia, ©2021).

Popisovaná nebezpečná chemická látka je zásadní součástí neustávajícího biogeochemického cyklu. Tato látka vzniká v rámci rozkladného procesu organické hmoty. Ve vodních zdrojích a půdách s příznivými aerobními podmínkami se standardně mění na produkt v podobě kyseliny dusičné. Kromě ní tu je i rozpuštěný amoniak. Jistý druh sloučeniny potřebují rostliny ke svému růstu.

Jmenovaná látka se vytváří v lidském těle při důležitém metabolickém procesu tzv. dusíkatých látek. Na jejich rozvoj má velký vliv střevní bakterie. Tuto formu dusíkaté sloučeniny lze pokládat za vysoce jedovatou, zvláště pro všechny části nervového systému. V důležitém orgánu dochází její přeměně na roztok močoviny. Ten je vyloučen z těla ven. Pokud játra správně nepracují, může docházet ke zvyšování hladiny amoniaku v krvi. Důsledek toho dochází k závažnějšímu poškození mozku (Otrava čpavkem, ©2020).




V následující tabulce uvádím fyzikální vlastnosti čpavku, které jsem převzala z Bezpečnostního listu. Tabulka byla vytvořena pomocí programu Exel 2013.

Tabulka 1 Fyzikální vlastnosti čpavku

Fyzikální vlastnosti čpavku	
Chemický název	čpavek
Chemický vzorec	NH ₃
Molová hmotnost	17,03 g/mol
Teplota varu při tlaku 760 torrů	-33 °C
Bod tuhnutí	-77,7 °C
Bod vznícení	630 °C
Dolní mez výbušnosti	15 % objemu
Horní mez výbušnosti	28 % objemu
Kritický tlak (absolutní)	113 bar
Třída výbušnosti	P

Zdroj: Vlastní zpracování podle Bezpečnostního listu, ©2013

Amoniak (NH₃, číslo CAS 7664-41-7) je bezbarvý plyn s charakteristickým štiplavým zápachem. Amoniak, buď přímo, nebo nepřímo, je stavebním kamenem pro syntézu mnoha léčiv a používá se v mnoha komerčních čisticích prostředcích (Patočka a Kuca, ©2014).

	Látky a směsi korozivní pro kovy, kategorie 1 Žiravost pro kůži, kategorie 1A, 1B, 1C Vážné poškození očí, kategorie 1
	Akutní toxicita (orální, dermální, inhalační), kategorie 1, 2, 3
	Akutní toxicita (orální, dermální, inhalační), kategorie 4 Dráždivost pro kůži, kategorie 2 Podráždění očí, kategorie 2 Senzibilizace kůže, kategorie 1 Toxicita pro specifické cílové orgány jednorázová expozice, kategorie 3 Podráždění dýchacích cest. Narkotické účinky.

Obrázek 2 Symboly pro značení chemických látek a směsí podle CLP (Classification, Labelling and Packaging)

Zdroj: Nové symboly pro značení chemických látek a směsí, ©2015

Plynný amoniak je rozpustný ve vodě. Tento druh amoniaku se nazývá kapalný amoniak nebo volný amoniak. Jakmile se kapalný čpavek dostane na vzduch, rychle se změní na plyn. Ačkoliv je čpavek široce používán, je jak žíraví, tak nebezpečný. Amoniak se celosvětově vyrábí rychlým tempem. Celosvětová produkce čpavku pro rok 2012 se předpokládá na 198 milionů tun a setkat se s ním je možné na mnoha místech. Otrava amoniakem je poměrně běžná z důvodu výskytu v mnoha domácích a průmyslových čisticích prostředcích. (Patočka a Kuča, ©2014).

Limitní hodnoty expozice na pracovišti jsou PEL (přípustný expoziční limit) 14 mg.m^{-3} , může způsobit inhalační podráždění dýchacích cest při dlouhodobé expozici, NPK-P (nejvyšší přípustná koncentrace) 36 mg.m^{-3} může vést při krátkodobé a lokální expozici k podráždění dýchacích cest (Bezpečnostní list, ©2022).

V následující tabulce uvádím krátký výčet případů úniků čpavku v České republice. Úniky čpavku jsou shromážděny za krátký časový úsek z let 2010 – 2020. Z tabulky je vidět, že k úniku čpavku dochází často, který se neobejde bez evakuace osob nebo zraněných.

Tabulka 2 Úniky čpavku v ČR

Místo, datum	Látka	Evakuace	Důvod
Litvínov UNIPETROL 23.11. 2020	čpavek	2 zraněné osoby	únik v areálu podniku
Praha 6 zimní stadion 2010	čpavek	škola se 300 žáky	únik z hlavní nádrže
Krnov zimní stadion 26. 4. 2011	čpavek	20	únik v okolí ledové plochy (kanál)
Medlov 13. 1. 2014	čpavek	2 hasiči poleptáni	ze strojovny potravinářské firmy
Hradec Králové zimní stadion 13. 8. 2014	čpavek	19	hlavní přívod do objektu
Chomutov zimní stadion duben 2018	čpavek	116 (hotel)	závada ve strojovně
Příbram zimní stadion 9. 5. 2018	čpavek	35	porucha ventilu jednoho z čerpadel
Sušice 23. 5. 2018	čpavek	-	bývalá jatka (chladicí systém)
Třeboň pivovar 17. 10. 2020	čpavek	18	obtížně přístupné místo

Zdroj: vlastní zpracování, 2022

Příklady úniků čpavku v České republice jsem čerpala ze zásahů Hasičského záchranného sboru ČR a internetu.

3. 2 Amoniak a jeho účinky na organismus

Amoniak má silné dráždivé účinky na sliznice očí a dýchacích cest, může poškodit plicní tkáň i kůži. Způsobuje inhalační a povrchová zranění. Při vysokých koncentracích způsobuje poruchy centrálního nervového systému (CNS) (Urgentní medicína, ©2018). Toxicita amoniaku v CNS může způsobit otok mozku (hlavní příčina smrti spojená s akutní jaterní encefalopatií) (Albert, ©2007). Amoniak působí jako silný neurotoxin, který ovlivňuje různé biologické dráhy, jako je poškození energetického metabolismu, mitochondriální dysfunkce, dysregulace zánětlivé reakce a dysfunkce paměti (přispívá ke vzniku nebo progresi Alzheimerovy choroby (AD) (Adlimoghaddam, ©2016). Vyvolává

dráždivý kašel a křeče, které mohou vést až k udušení. Kapalný čpavek také způsobuje silné omrzliny, pálení, bolesti, poškození očí, sliznice nosu, hltanu i kůže. Omrzlé části potom mají bílou barvu. Polarita molekul má schopnost vytvářet vodíkové vazby, které způsobují rozpustnost amoniaku ve vodě. Tato vlastnost se využívá při likvidaci nehod s amoniakem (Urgentní medicína, ©2018). Koncentrace 7 mg.l^{-1} je smrtelná při vdechování po dobu 30 minut (Prvá předlékařská pomoc a neodkladná zdravotní péče, [b. r.]). Dráždění očí a nosních partií začíná již při 100 až 200 ppm, vyšší koncentrace mohou být nebezpečné pro centrální nervovou soustavu. Můžou vést také k zástavě dechu a mohou způsobit otok plic. Při požití může dojít k poleptání zažívacího traktu. Poté následuje toxická žloutenka a zánět ledvin. U těhotných žen může dojít ke krvácení z rodidel a následně k potratu. Po velké expozici oka zůstává rohovka průhlednou, avšak necitlivou a teprve za 7 až 10 dní se může zakalit a může se pak projevit katastrofální poškození oka pronikající do hloubky a vedoucí ke slepotě. Při uvolnění plynu se tvoří velké množství studené mlhy, která je těžší než vzduch. Vznikají leptavé a výbušné směsi, které se velmi dobře pojí se vzduchem. Ke vznícení může dojít působením vysoké teploty a silného zdroje energie (Urgentní medicína, ©2018).

Kazuistika: Plicní toxicita bezvodého amoniaku - Významné nebezpečí pro zemědělství

Muž ve věku osmdesát let profesí farmář byl náhodou vystaven bezvodému čpavku uvolněnému z nádrže na hnojivo s čpavkem. Pacient řídil traktor a hnojl pole čpavkem. Bylo porušeno potrubí z nádrže na čpavek a kabinu traktoru naplnil plyn. Neměl na sobě žádné ochranné pomůcky. Po odhadovaných 15–20 minutách vystavení bezvodému čpavku byl přemístěn na pohotovostní oddělení místní nemocnice. Při příjezdu mátl tepovou frekvencí 124 tepů za minutu, teplotou $95,5^\circ\text{F}$ to odpovídá $35,28^\circ\text{C}$, dechovou frekvencí 24 dechů za minutu a krevním tlakem 170/102 mmHg. Jeho jazyk byl edematózní a jeho rty, nosní sliznice a ústní sliznice byly erytematózní. Měl akutní respirační tíseň a auskultace plic prokázala výdechové sípání. Byla provedena endotracheální intubace. Pacient byl poté převezen na lékařskou jednotku intenzivní péče v University Medical Center v Lubbocku, TX. Jeho počáteční péče zahrnovala mechanickou ventilaci, intravenózní podávání tekutin a plicní péči. Byl léčen kortikoidy a empirickými antibiotiky. Měl intermitentní stanovou horečku, leukocytózu a hojnou tracheální sekreci. Jeho respirační stav se progresivně zhoršoval navzdory opatřením ochranné plicní ventilace. Z důvodu k neustupující hypoxémii a refrakternímu alveolárnímu edému podstoupil pacient bronchoskopii. Vstupní

bronchoskopické vyšetření odhalilo difuzní erytematózní tracheobronchiální sliznici, petechie, rozsáhlé opadávání bronchiální sliznice a obstrukci subsegmentálních bronchů. Pomocí terapeutického bronchoskopu s kryosondou byla z ucpaných průdušek odstraněna odlupovaná sliznice. Po zákroku se zlepšila jeho oxygenace a snížil se pozitivní tlak na konci výdechu. Dvanáctý den po přijetí byl extubován. Krátce po extubaci se u něj rozvinula dechová tíseň a vyžadovala si následnou reintubaci. Tracheostomie byla doporučena, ale jeho rodina se rozhodla pro komfortní opatření. Následně byl smrtelně extubován (Anhydrous ammonia pulmonary toxicity: A significant farming hazard, ©2017).

3.3 První pomoc při úniku amoniaku

První pomoc je zaměřená na příznaky. Následkem vdechování čpavku se dostávají prvotní příznaky. Jde zejména o zjevné podráždění dýchacích cest a očí. Někdy podráždění může přerůst popáleninový stav. Postižená osoba se více potí, pociťuje tíži na hrudi a má zarudlou kůži v obličeji. Dále se u ní může objevit slzení očí. Takového člověka trápí neustálý kašel, rýma či kýchání. Mimo zmíněných symptomů se lze obvykle setkat také s otokem hlasivek, respirační křečí hlasivek, bolestí na hrudi, zvýšenou dechovou frekvencí, poruchou rovnováhy, předčasnou únavou a ochablostí svalů. Uvedené příznaky lze ještě doplnit o záchvaty a špatně prokrvené končetiny. U závažných případů nastupuje ztráta vědomí, respirační poruchy dýchacího systému a náhlá smrt.

Při poskytnutí první pomoci by lidé neměli panikařit. V situacích ohrožující zdraví lidí by si měli lidé navzájem pomáhat. Při takovéto mimořádné události by se nemělo podceňovat hrozící riziko. Nejprve se přistupuje k záchraně lidského života, až pak se řeší majetek. Zasažená osoba by měla být přenesena na čerstvý vzduch. Pokud nedýchá, je zapotřebí ji nejprve nepolohovat a pak začít se samotnou resuscitací. Potřísněná kůže, oči či oblečení by se mělo opláchnout vodou. Toto očištění lze zvládnout klidně vodou z plastové lahve. Pokud jej má však člověk po ruce. Oplachování by se mělo provádět několik minut. Na místě je i přivolání záchranky (Otrava čpavkem, ©2020).

3.4 Ethylenglykol

Glykoly jsou dvoumocné alkoholy, kterých se užívá v průmyslu k rozpouštění celulózy, výrobě plastických hmot, k výrobě barev a hlavně nemrznoucí kapaliny do chladičů motorových vozidel. Hlavní součástí nemrznoucích směsí je ethylenglykol, který se používá ve formě 50 % roztoku. Jde o málo těkavou, vazkou kapalinu s vůní po hruškách

(Ševela, ©2011). Ethylenglykol je bezbarvá, čirá, viskózní kapalina nasládlé chuti bez zápachu. V závislosti na kvalitě může být mírně nasládlé chuti nebo bez chuti, bez zápachu či s příměsí technického oděru (AV EQUEN, 2022).



Obrázek 3 Výstražné symboly pro ethyleglykol

Zdroj: Bezpečnostní list, ©2020

Symboly uvedené na obrázku 3 označují chemické symboly nebezpečí pro ethylenglykol. Zkratka GHS (Globálně harmonizovaný systém), GHS07 je symbol pro dráždivé látky, GHS08 pro symbol látky nebezpečné pro zdraví.

Tabulka 3 uvádí vlastnosti ethylenglykolu, informace slouží k orientaci o nebezpečnosti látky. Tyto informace najdeme v Bezpečnostním listě k nebezpečné látce.

Tabulka 3 Vlastnosti ethylenglykolu

Vzorec	$C_2H_6O_2$
Molekulová váha	62,1
Bod varu, °F	387,1
Bod vzplanutí, °F	240
Bod ohně, °F	245
Bod mrazu, °F	8
Tlak par, mm Hg	0,12
Hustota, g/cc	1,11
Specifické teplo, BTU/lb-°F	0,58
Viskozita, cp	16,5
Index lomu	1,43

Zdroj: Ethylene Glycol Regeneration Plan, ©2013

3. 4. 1 Standartní věty o nebezpečnosti

Jedním ze základních údajů k identifikaci nebezpeční a rizik slouží standardní věty o nebezpečnosti (tzv. H věty). Nebezpečné přípravky musí mít v označení na etiketě **text standardní věty o nebezpečnosti** (tzv. H věty). Může, ale nemusí, být uveden i její kód (tj. např. H302). Na etiketách jednotlivých přípravků se lze setkat se **všemi H-větami**, které jsou v nařízení CLP z hlediska nebezpečnosti pro zdraví. Jejich význam je obdobný jako u H vět. Ethylenglykol je označen H302 Zdraví škodlivý při požití a H373 Může způsobit poškození orgánů, při prodloužené nebo opakované expozici může způsobit poškození orgánů (např. ledvin) (Standartní věty o nebezpečnosti, ©2016).

3. 5 Ethylenglykol a účinky na organismus

Příčinou otravy je požití látky zvané etylenglykol (ethylenglykol). Tato chuť sladká sloučenina se používá jako nemrznoucí chladicí kapalina pro automobily (Fridex) a má také bohaté využití v průmyslu. Její sladká chuť je důvodem otrav dětí a někteří lidé ji dokonce požijí ve snaze spáchat sebevraždu.

Samotný etylenglykol je jedovatý sám o sobě, ještě jedovatější jsou ale jeho metabolity, které z něj v našem těle začnou vznikat působením enzymů. Ethylenglykol se působením enzymu alkoholdehydrogenáza začne přeměňovat na toxický glykolaldehyd, který se přes další toxické sloučeniny mění až na kyselinu šťavelovou. Zdánlivě nadbytečné zaběhnutí do biochemie je ve skutečnosti velmi podstatné pro léčbu otravy.

Otrava etylenglykolem se u zasažených projevuje bolestmi hlavy, nevolností, zvracením, zmateností, poruchou vědomí, poruchami srdečního rytmu a mnohdy i smrtí. Důležitým problémem je kyselý charakter metabolických produktů ethylenglykolu se rozvojem metabolické acidózy. Kyselina šťavelová jakožto konečný produkt etylenglykolu v těle dává vznik krystalům v ledvinách a může způsobit jejich selhání. Vzhledem k příjemně sladké chuti ethylenglykolu, lze do něj při výrobě cíleně přidávat látky, po kterých jeho chuť zhořkne. Omezí se tím její požití dětmi (MUDr. Štefánek, ©2011).

Ethylenglykol se vstřebává v gastrointestinálním traktu v 100 %, inhalačně, v zanedbatelném množství kůže a lokálně kožní iritací (iridocyklitida). Po perorálním požití nejvyšší hladina v krvi za 1- 4 hodiny (Straževská, ©[b. r.]). Za letální dávku je považováno

množství 100 - 150 ml roztoku. Ethylenglykol je rychle distribuován do celkové tělesné vody, distribuční objem $0,5-0,8 \text{ l.kg}^{-3}$ tělesné hmotnosti. Asi 20 % požitá látka je vyloučeno v nezměněné formě a jen asi 1 % ve formě šťavelanů (Ševela, ©2011).

Klinické příznaky v první fázi jsou neurologické v 30 min. – 12 hod. po požití se dostavuje euforie, nauzea, zvracení event. hemateméza, nystagmus, ataxie, meningismus, křeče až kóma. V druhé fázi jsou příznaky kardiopulmonální v průběhu 12 – 24 hodin po požití. Dostavuje se tachykardie, dysrytmie, prodloužený QT interval (je známkou zvýšeného rizika vzniku maligní polymorfni komorové tachykardie) a plicní edém (otok plic) je označení pro nepříjemný a nebezpečný stav, kdy se v plicích objeví tekutina. Nejedná se o tekutinu vdechnutou, ale o krevní tekutinu, která se do plicních sklípků přefiltrovala z okolí (Plicní edém, ©2011), (syndrom akutní dechové nedostatečnosti (ARDS)). Ve třetí fázi jsou renální příznaky ve 24 hodinách, a po 72 hodinách po požití. Akutní renální selhání a útlum kostní dřeně. Čtvrtá fáze rekonvalescenční v 5 – 20 dnech po požití probíhá úprava renálních funkcí a porucha funkce nervů II, V, VII, VIII, IX, X, XII. V laboratorním nálezu je hladina ethylenglykolu osmolární gap, anion gap, metabolická acidosa, hypokalcemie, oxaltové krystaly v moči (již 4 -8 hodin po požití), dále urea, kreatinin, hyperkaliémie, myoglobin, kreatinkináza, leukocytóza (Straževská, ©[b. r.]).

3.6 Lékařská péče při úniku ethylenglykolu

Lékaři využívají získaných biochemických znalostí. Pomocí výše zmíněného enzymu alkoholdehydrogenázy je totiž v našem těle zpracováván i alkohol (chemicky zvaný etanol). Etanol je enzymem alkoholdehydrogenáza přeměněn na acetaldehyd (látka zodpovědná za kocovinu) a ten je jiným enzymem přeměněn na neškodnou kyselinu octovou, která se může dále zpracovávat. Navíc platí, že enzym alkoholdehydrogenáza přeměňuje ochotněji etanol než etylenglykol. Jednoduše řečeno, má-li enzym ve svém okolí dostatek molekul etanolu, přeměňuje je přednostně a molekuly etylenglykolu musí na přeměnu čekat. Když tedy člověku v nemocnici záměrně udržujeme hladinu etanolu v krvi těsně nad 1 promile (střední opilost), etylenglykol se nemůže přeměňovat na toxičtější produkty a postupně se v nezměněné formě vyloučí z těla ven (Ševela a Pavel, ©2011).

Základní léčbou otravy etylenglykolem je otráveného opít jakýmkoliv kvalitním tvrdým alkoholem obsahujícím nad 40 % etanolu.

Terapie je symptomatická v zajištění vitálních funkcí, korekce vnitřního prostředí, podává se NaHCO_3 , kalcium (nejlépe dle hladiny ionizovaného kalcia). Kauzální terapie spočívá ve výplachu žaludku do 1 hodiny po požití, podá se Fomepizol (4 metylpyrazolon), kompetitivní inhibitor alkoholdehydrogenázy. Při intravenózní aplikaci podáváme v jednorázové dávce (bolus) podáváme 10 ml 10 % etanolu v 5 % glukóze během 30 minut. Udržovací intravenózní dávka je 1 - 2 ml 10 % etanolu/kg tělesné hmotnosti a hodinu v infuzi 5 % glukózy. Při perorální aplikaci (podání ústy) je úvodní dávka $750 \text{ mg}\cdot\text{kg}^{-1}$, což odpovídá 2,5 ml 40 % destilátu/kg. Udržovací perorální dávka je 100 - 150 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}$ a hodinu (0,3 - 0,5 ml 40 % destilátu/kg a hodinu). Udržovací dávky alkoholu při současně prováděné hemodialýze musí být dvojnásobné. Nutné je monitorování hladiny alkoholu při poklesu pod 1 promile se musí zvýšit dávky podávaného etanolu. Současně s monitorováním hladin etanolu je nutné sledovat glykemii pro riziko etanolen indukované hypoglykemie (Ševela a Pavel, 2011). Intermitentní hemodialýza nejméně 6 – 8 hodin, odstranění methanolu a kyseliny mravenčí, korekce acidózy, pokračovat do poklesu hladiny na 0,2 promile či do úplné korekce acidózy, clearance i HD (hemodialýza) $500 \text{ ml}\cdot\text{h}^{-1}$ kontinuální techniky 60 – 70 $\text{ml}\cdot\text{min}^{-1}$. Thiamin 100 mg každých 6 hod. po dobu 48 hod., Pyridoxin 500 mg každých 6 hod. po dobu 48 hodin. Intermitentní hemodialýza, absolutní indikace při oční příznacích, hladina methanolu 0,5 promile, těžká metabolická acidóza, při přebytku báze (base excess)(-BE na 20), požití víc než $1 \text{ g}\cdot\text{kg}^{-1}$ metanolu (Straževská, [b. r.]). Možné je i použití dialyzačního přístroje, kterým necháme protékat krev otráveného (hadičkou z jeho těla do přístroje a pak jinou hadičkou zpět). V dialyzačním přístroji se jedovatý etylenglykol z krve odfiltruje. Léčba je tedy prakticky stejná jako u otravy metanolem, který se v těle taktéž přeměňuje pomocí alkoholdehydrogenázy (Štefánek, ©2011). Rekonvalescence spočívá v úpravě renálních funkcí, úpravně vědomí, kognitivních funkcí, odeznívání poruch mozkových nervů – okulomotorické nervy, postranní smíšený systém (Ridzoň a Pelclová, ©2015).

4 DÍLČÍ ZÁVĚR TEORETICKÉ ČÁSTI

Český právní systém obsahuje právní normy o prevenci závažných havárií s únikem nebezpečných chemických látek a směsí a účinky na lidský organismus. Právní úpravy problematiky nebezpečných chemických látek v ČR vycházejí ze směrnic Evropské unie, kde jsou označovány názvem SEVESO. Předpis upravující podmínky pracovišť s výskytem chemických látek a směsí díl 8 nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a chemickými směsmi §44a zákona č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví.

Při poskytování první pomoci je nutné zajistit především bezpečnost zachraňujícího i zachraňovaného. Vzniklou situaci je nutné vždy posuzovat s ohledem a vlastní bezpečnost a bezpečnost postiženého. Postižené osoby by se měly co nejrychleji přemístit z kontaminovaného prostoru a postupovat ve shodě s doporučenými. Použít improvizované ochranné prostředky dýchacích cest, aby se zabránilo vstupu toxických nox do organismu. Následky závažných havárií mohou mít rozsáhlé nežádoucí účinky nejen na zdraví a životy lidí, ale i životní prostředí a majetek. Po kontaktu s chemickou substancí se vlastnosti toxických nox projevují po krátké době expozice na lidský organismus.

Teoretická část diplomové práce byla zpracována z volně dostupných zdrojů, knižní a internetové podobě. Jednotlivé kapitoly byly sepsány tak, aby popisovaly problematiku úniku vybraných nebezpečných chemických látek a jejich účinky na lidský organismus.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 GEOGRAFICKÁ POLOHA MĚSTA LANŠKROUN

Město Lanškroun bylo založeno ve 13. století a jeho jméno Landeskrona - "Zemská koruna" zvýrazňovalo význam sídla na rozhraní Čech, Moravy a Slezska. Město Lanškroun se nachází v idylické krajině pod nejnižšími výběžky Orlických hor na 49°55' severní šířky a 16°37' východní délky v nadmořské výšce kolem 380 m. n. m. Dnešní Lanškroun je se svými 10 178 obyvateli rychle se rozvíjejícím moderním městem zaměřeným na budoucnost.



Znak



Vlajka

Obrázek 4 Symboly města

Zdroj: Znak a vlajka, ©2015

Lanškroun je městem elektroniky, strojírenství, papírenského průmyslu i městem středních škol, živé kultury a moderních sportovišť. Ač by se mohlo zdát, že městu žádné nebezpečí nehrozí, že jeho poklidný život nemůže být ničím narušen, není tomu tak. Městem protékají dva potoky, je zde rozvinutý průmysl i sportovní infrastruktura a městem vede několik silnic, včetně silnice I. třídy. Počasí v důsledku periodických globálních změn klimatu, nebo vlivem lidské činnosti je čím dál nevyzpytatelnější. Tyto faktory mohou vést ke vzniku mimořádných událostí, nebo krizových situací.

Přesto při důsledném dodržování všech předpisů a postupů nelze vyloučit jistou, byť malou míru rizika úniku, nebo výbuchu těchto látek.

Mnohá ohrožení (a jsou to ta častější) se obvykle projevují v menším rozsahu, a přestože mohou mít za následek škody na majetku, zdraví a dokonce i životech lidí, jsou řešitelná místními prostředky a silami integrovaného záchranného systému (Hampl, 2013).

V této části stručně uvádím předpokládané dopady jednotlivých ohrožení na vlastním území města Lanškroun. Omezují se pouze na přírodní vlivy a konkrétní zóny ohrožení nebezpečnými látkami.

5.1 Přírodní vlivy

Dlouhodobé inverze, dlouhodobá sucha se nepředpokládají, že by na území města způsobila mimořádnou událost. Dlouhodobá výrazná sucha mohou způsobit problémy, ale nepřerostla v krizovou situaci. **Rozsáhlé lesní požáry** v okolních lesních porostech se nepředpokládají ani takové intenzity, které by vyvolaly krizovou situaci pro město. **Povodně, záplavy, zvláštní povodně** v posledních desetiletí nasvědčovali, že povodně se budou opakovat častěji a s větší razancí. Zatímco vznik a průběh povodně vzniklé tání sněhové pokrývky nebo z dlouhotrvajících dešťových srážek člověk ovlivňuje menší měrou, povodně vzniklé táním sněhové pokrývky nebo z dlouhotrvajících dešťových srážek člověk ovlivňuje menší měrou, povodně vzniklé u přívalových srážek vznikají více méně lidskou činností. **Sněhová kalamita, námrazy, náledí, silné mrazy** mohou komplikovat dopravu vázanou na zásobování a zdravotnickou péči. **Vichřice, větrné smrště, bouřky a elektrické jevy v atmosféře** nemohou vyloučit vznik krizové situace. Účinky se mohou projevit na kterémkoliv místě ve městě. **Sesuvy půdy** se na území města docházejí, ale nepředpokládá se rozsah na úrovni krizové situace. **Zemětřesení** se nepředpokládá. Město neleží v seizmicky aktivním území. **Epidemie, epizootie, epyfitie** nemůžeme vyloučit zavlečení nákazy na území města. **Pád planetky, komety, meteoritu** je pravděpodobně malá. **Radiační havárie** by mohla nastat v případě rozsáhlé havárie jaderné elektrárny (Hampl, 2013).

5.2 Technogenní vlivy

V této části uvádím možné technologické a dopravní havárie s výronem toxických látek. Dopravní havárie s výronem toxických látek mohou vzniknout kdekoliv, protože automobily převážející nebezpečný náklad, již nemají stanovené dopravní trasy. Největší nebezpečí však hrozí v okolí silnice I. třídy č. 43 (ul. Nádražní, Lorencova alej, Komenského, Dobrovského).

Konkrétní zóny ohrožení jsou teoretické krajní případy, stanovené z tabulkových hodnot, obvykle významně přesahujících skutečný objem skladovaných nebezpečných látek. Informace jsem čerpala z publikace, kterou zpracovat zaměstnanec Městského úřadu odboru

Krizové řízení Ing. Hampl. Publikace byla vydána v roce 2013. Publikace uvádí provozy, které na svém pracovišti pracují s nebezpečnou chemickou látkou a jaké představují nebezpečí pro nejbližší okolí v případě úniku.



A
B
Obrázek 5 Firmy s chemickou látkou A) Agrochem, a.s., Lanškroun, B) AVX Czech Republic, s.r.o. Lanškroun)

Zdroj: Vlastní zpracování dle Hampl, 2013

Na obrázku 5 A) je vyznačen podnik **Agrochem, a.s., Lanškroun** – jehož ohrožující látkou jsou zplodiny hoření uskladněných agrochemikálií. Zóna ohrožení 200 m se dotýká rodinné zástavby a ulice Dvořákovy. Obrázek 5 B) znázorňuje podnik **AVX Czech Republic, s.r.o. Lanškroun** – jehož ohrožující látkou je především kyselina dusičná, zóna ohrožení činní 400 m kromě průmyslového areálu může při určitém směru a síle větru okrajově zasáhnout i rodinnou zástavbu a ulici Dvořákovu (Hampl, 2013).

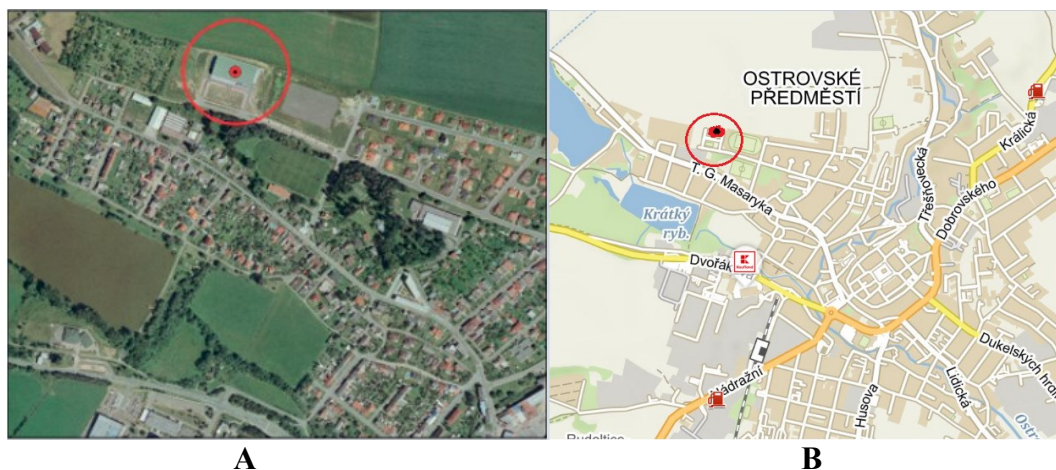


A
B
Obrázek 6 Firmy s chemickou látkou A) SCHOTT CR, s.r.o. Lanškroun, B) Játka Lanškroun, s.r.o.

Zdroj: Vlastní zpracování dle Hampl, 2013

Na obrázku 6 A) je zakreslen podnik **SCHOTT CR, s.r.o. Lanškroun**, jehož ohrožující látkou je především kyselina chlorovodíková, zóna ohrožení 200 m kromě průmyslového areálu může při určitém směru a síle větru zasáhnout část ulice Dvořákovy při výjezdu směrem na Ústí nad Orlicí. Obrázek 6 B) **Jatka Lanškroun, s.r.o.**, ohrožující látkou je amoniak. Zóna ohrožení 100 m zahrnuje průmyslové objekty a ulice Dukelských hrdinů a Sázavskou s jednou obytnou budovou (Hampl, 2013).

Na obrázku 7 A) a B) je zakreslena **Hala B. Modrého Lanškroun** s ohrožující látkou amoniak, se zónou ohrožení 100 m. Zahrnuje vlastní halu, parkoviště před halou, Free style park a menší část atletického stadiónu. Kromě amoniaku se na stadionu nachází ethylenglykol, sloužící k chlazení ledové plochy. Provozovatelem Haly B. Modrého je Správa městských sportovišť v čele s jednatelem společnosti Technických služeb Lanškroun, s. r. o. panem Markem Kořístkou, DiS.





Obrázek 7 Hala B. Modrého Lanškroun A) letecký pohled, B) pohled na mapu

Zdroj: Vlastní zpracování podle Hampl, 2013

Hala Boži Modrého je předmětem modelování nástroji ALOHA a TerEx v praktické části diplomové práce.

Legenda k obrázkům 5 – 7:

-  zóna ohrožení
-  podnik s nebezpečnou chemickou látkou

6 ZIMNÍ STADION BÓŽI MODRÉHO

V České republice je v současné době v provozu 174 zimních stadionů. Většina stadionů byla vybudována v období 60. až 80. letech minulého století. Během minulých let začala probíhat jejich částečná nebo úplná rekonstrukce. Některé byly nově zastřešeny, avšak většina provozů, máme na mysli chlazení a ledovou plochu, zůstala nedotčena. Některé doslova v havarijním stavu a to i s klasickým čpavkovým hospodářstvím, jež může v případě havárie napáchat škody na zdraví obyvatel žijících v bezprostřední blízkosti.

6.1 POPIS ZIMNÍHO STADIONU

Zimní stadion je postaven na okraji obce. Tabulka pod textem uvádí základní informace vztahující se ke stadionu. Hala Bóži Modrého umožňuje sportovní vyžití – bruslení (sportovní klub), hokejové zápasy a volné bruslení pro veřejnost a mimo zimní sezónu in-line bruslení.

Tabulka 4 Informace o stadionu

Název objektu	Adresa	Majitel	Kontakt
Hala Bóži Modrého	Za Střelnici 551, 563 01 Lanškroun,	Město Lanškroun	Vedoucí Ing. Jiří Černý
Kapacita stadionu	Rozměry ledové plochy	Provoz	Systém chlazení
653 osob	56 x 27 m	2005	nepřímý
Zdroje ohrožení	Množství	Negativní účinky	
čpavek	0,2 t	Viz kapitola 3 Charakteristika vybraných nebezpečných chemických látek	
ethylenglykol	2 t		

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

V okolí zimního stadionu se nachází zahrádkářská kolonie (západní strana), na jižní straně se nachází průmyslový objekt, na východní straně stojí lehkootletický stadion Romana Šebrleho a ze severní strany se rozléhá zemědělská půda (Zdroj: Vlastní zpracování, 2022). Obsah tabulky 4 jsem převzala z internetových stránek zimního stadionu Boži Modrého v Lanškrouně.

Zdůrazněný vstup do zimního stadionu, který je řešen jako předsazená modrá deska před stříbrnou fasádu. V modré desce jsou umístěny dveře hlavního vstupu a okno pokladny.



Obrázek 8 Sportovní hala

Zdroj: Sportovní hala B. Modrého, 2022

Umístění stadionu na okraj města bylo strategicky promyšleno ve spolupráci s občany z nejbližšího okolí stadionu. Přístup ke stadionu je zajištěn okružním parkovištěm kolem travnaté plochy, uprostřed kterého je možné konat další sportovní akce (Sportovní hala B. Modrého, ©2022).



Obrázek 9 Umístění stadionu B. Modrého ve městě

Zdroj: Mapy.cz, ©2022

Legenda k obrázku 11:

○ Hala Boži Modrého

6.2 CHLAZENÍ ZIMNÍCH STADIONŮ

Strojní kompresorové chlazení zajišťuje ve většině případů chlazení ledových ploch zimních stadionů v České republice.

Nejčastěji používaným chladivem je bezvodý amoniak NH_3 (čpavek), který se řadí k ekologicky nejšetrnějším chladivům. Pro lidský organismus je však jedovatý, při kontaktu s lidskou tkání hrozí riziko omrznutí a při koncentracích ve vzduchu větších než 15 % je dokonce výbušný.

V současné době se uplatňují dvě koncepce chlazení ledových ploch zimních stadionů.

V prvním případě je koncepce **přímého chlazení**, kdy chladivo čpavek NH_3 je rozváděn potrubím přímo pod ledovou plochou. Ledovou plochu tvoří výparník chladicího zařízení, někdy je proto tento systém nazýván systémem s přímým výparníkem. Tato koncepce je v dnešní době již minimálně používána a našli bychom ji u zastaralých zařízení. Nevýhodou je, velké množství chladiva, především možnost jeho úniku do prostor, kde se vyskytuje velké množství lidí. V těchto prostorech potom musí být zajištěno dostatečné větrání pro případ úniku čpavku. Naopak výhodou je jednoduchost a s tím související i vyšší účinnost chladicího systému. V druhém případě je koncepce **chlazení nepřímé**, kdy chladivo (čpavek), je použito pouze v primárním okruhu vlastního kompresorového chlazení, jež je umístěno ve strojovně. Chlazení vlastní ledové plochy je zajištěno průtokem nemrznoucí kapaliny (roztokem ethylenglykolu) v sekundárním okruhu. Potřebné množství chladiva (amoniaku) je v tomto případě potřeba třetinové množství než u systému přímého chlazení. Strojovna chlazení musí být vybavena systémem havarijní ventilace a svým provedením musí splňovat náležitosti, dle souvisejících norem a předpisů (Hanák, 2013).

6.3 ZPŮSOB CHLAZENÍ LEDOVÉ PLOCHY

Požadavkem zadavatele bylo vypracovat projekt chladicího zařízení pro chlazení ledové plochy tak, aby bylo možno zařízení provozovat v automatickém provozu. Chladicí zařízení slouží pro potřeby chladicího výkonu ledové plochy chladicím okruhem NH_3 . Způsob chlazení – nepřímé chlazení dle ČSN EN 378-1 (Technická zpráva, 2004), aby splňovalo bezpečnostní kritéria pro shromažďovací prostory. Zařízení je jištěné proti nepovoleným provozním stavům (Požárně bezpečnostní řešení stavby, 2003). Množství chladicího media

je 200 kg. Obsluha zimního stadionu je ve složení vedoucí zimního stadionu (správce), vedoucí strojovny chlazení a strojník (Technická zpráva, 2004).



Obrázek 10 Zásobník čpavku ve strojovně

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Obrázek 10 zobrazuje zásobník čpavku s označením názvu nebezpečné chemické látky a symboly nebezpečnosti, umístěný ve strojovně zimního stadionu a je umístěn asi 5 m nad podlahou. Z obrázku je vidět, jak složitá technologie to je. Je to osazeno ventily, měřidly tlaku.



Obrázek 11 Pístový kompresor GEA Grasso, typ RCU 810
(Reciprocating compressor units – pístový kompresor)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Zimní stadion v Lanškrouně je osazen dvěma pístovými kompresory podle evropské normy EN 810:1997. Chladicí výkon kompresorů je 2 x 212,7 kW při vypařovací teplotě -16°C a teplotě kondenzační $+35^{\circ}\text{C}$. Pístový kompresor byl instalován od společnosti GEA, která je jedním z největších světových dodavatelů systémů pro potravinářství, nápojový a farmaceutický průmysl. Jejich portfolio zahrnuje stroje a zařízení, procesní technologie, komponenty a komplexní služby (About us, ©2022).

6.4 PŘÍČINY ÚNIKU NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY

Jednou z příčin nehod, vedoucím k úniku nebezpečné chemické látky do okolí, může být havárie chemického provozu a zařízení. Historie ukazuje, že havárie spojené s únikem škodlivin nejsou ojedinělým jevem (Štětina, 2014).

Mezi možné příčiny havárie úniku čpavku může být:

- *Nesprávná obsluha* – spuštění kompresoru se zavřeným výtlačným ventilem, uzavření části chladicího potrubí, které je zcela zaplněno kapalinou, mokrý chod kompresoru, nadměrné dotahování armatur.
- *Tepelné a mechanické rázy v zařízení* – způsobené např. prudkými změnami teploty, místním vysokým ohřátím, proražením trubky při stavebních a údržbových činnostech, uražení části zařízení pádem předmětu nebo nárazem.
- *Stárnutí a přirozené opotřebení zařízení* – koroze.
- *Zásah nepovolené osoby.*
- *U deskových výměníků* – chybná zpětná montáž po jejich rozebrání (např. při čištění apod.) (Technická zpráva, 2004).

Lidský faktor hraje při haváriích chemických provozů jednu z klíčových úloh, neboť určuje vztah bezpečnostních a varovacích systémů, zajišťuje kontrolu technického stavu a stará se o organizačně a materiálně technické zajištění za účelem minimalizace následků v případě havárie (Štětina, 2014).

6.5 STUPNĚ POPLACHŮ

Rozdělení poplachů podle stupňů – podle rozsahu uvolněného čpavku

Z hlediska bezpečnosti osob a ohrožení okolí lze havarijní situaci chladicího zařízení rozdělit podle množství úniku čpavku na tři stupně. V celém systému chladicího zařízení je celkem 200 kg čpavku.

I. stupeň ohrožení

Únik čpavku do 50 litrů. Jedná se o únik lokalizovaný a likvidovatelný vlastními silami a je jím ohrožen pouze objekt strojovny chlazení.

II. stupeň ohrožení

Únik čpavku do 300 kg. Jedná se o únik ohrožující celý objekt provozovny. Místo výronu je totožné s I. stupněm.

III. stupeň ohrožení

Únik čpavku nad 300 kg. Jedná se o únik, který ohrožuje okolí objektu zimního stadionu (Havarijní plán, 2007).

Likvidaci havárie prvního stupně provede provozovatel vlastními silami. Likvidaci havárie druhého a třetího stupně ohrožení řídí havarijní komise v čele s odpovědným vedoucím, který určí povolání příslušných pracovníků (Havarijní plán, 2007).

Plán havarijních prací

Předseda havarijní komise podle zjištěných údajů vyhlásí stupeň ohrožení: viz rozdělení poplachů podle stupňů viz více v textu.

Cesty úniku chladiva

Při úniku čpavku může dojít k vytvoření čpavkové vody, kterou je nutné likvidovat. Tato čpavková voda bude soustředěna v havarijní jímce.

6.6 STAV PŘIPRAVENOSTI ZIMNÍHO STADIONU NA MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI

Zimní stadion a chladicí zařízení je projektováno, vyrobeno a uvedeno do provozu podle platných předpisů a norem. Provozování zařízení podléhá určitým pravidlům, které je nutno v průběhu celé životnosti chladicího zařízení dodržovat.

Povinnosti vedoucího zimního stadionu se odvozují od dodržování příslušných norem a předpisů, jsou, kromě povinností vedoucího zimního stadionu týkajících se organizace činnosti a administrativy, níže uvedeny i nejdůležitější základní požadavky na technologická chladicí zařízení tak jak mají být vybavena, uvedeny odkazy na tyto normy, především:

- ČSN 14 0647 „Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky“. Norma ve čtyřech dílech zahrnuje prakticky celou šíři požadavků při projektu, konstrukci, výrobě, montáži nebo instalaci, provozu, údržbě a likvidaci chladicích zařízení a spotřebičů ve vztahu k lokálnímu a globálnímu životnímu prostředí. Tato norma je určena k minimalizaci možných nebezpečí pro osoby, majetek a prostředí, které mohou způsobit chladicí zařízení a chladiva.
- ČSN 690012 „Tlakové nádoby stabilní“ určuje technická pravidla k jejich provozování.
- Vyhláška Českého úřadu bezpečnosti práce č. 48/82 „Základní požadavky k zajištění bezpečnosti práce a technických zařízení“, především první část třetí oddíl, druhá část sedmý oddíl, sedmá a osmá část. Týká se všeobecných požadavků bezpečnosti práce, výrobních a provozních budov, tlakových nádob a chladicích zařízení.
- Dalšími samostatnými předpisy se řídí např. revize elektrozařízení a hromosvodů, (ČSN 33 1500 „Revize elektrických zařízení“, požární ochrany, revize hygienické a životní prostředí).
- V neposlední řadě je nutné připomenout povinnosti vyplývající ze zákona č. 353/1999 Sb. o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami a chemickými přípravky (nutno dokladovat tzv. „Návrh na zařazení/nezařazení objektu/zařízení“ vč. Protokolárního záznamu).

Vedení zimního stadionu má za povinnost, kromě povinností spojených přímo s provozem zimního stadionu, tento stav v průběhu provozování zařízení kontrolovat a v původním stavu udržovat (Povinnosti vedoucích Zimních Stadionů, ©2012).

6. 6. 1 Plán vyrozumění a chování obyvatel v případě úniku amoniaku

Obyvatelé se mohou na řešení mimořádné události, resp. krizové situace účinně podílet svojí připraveností a informovaností.

Důležité je snažit se získat informace z oficiálních zdrojů, jako je rozhlas, televize, tisk, místní rozhlas, pojízdné rozhlasové vozy a megafony, vyhláška obecního úřadu, policie, hasiči. Informace o charakteru možného ohrožení, o připravených záchranných a likvidačních pracích a ochraně obyvatelstva poskytne příslušný obecní úřad, případně v místě pracoviště také zaměstnavatel.

Spolehlivým prostředkem varování obyvatel jsou varovné signály sirén, které se vyhláší při bezprostředním ohrožení mimořádnou událostí nebo při jejím nenadálém vzniku. Zvuk sirény, doplněný hlasovou relací, upozorňuje na nutnost ukrytí nebo opuštění ohroženého prostoru, dodržování určitých opatření.

V Lanškrouně je instalovaný vyrozumívací a informační systém, založený na dvou elektronických (tzv. „mluvících“) sirénách, doplněných soustavou lokálních hlásičů (obecní rozhlas). Jeho prostřednictvím je případná výstraha vyhlášována relací, sestávající ze zvukové znělky a vlastního hlášení, které se v rámci jedné relace třikrát opakuje.

V případě havárie spojené s nebezpečím výronu čpavku, jakož i při každém těžkém, hromadném nebo smrtelném úrazu, které při tom vznikly, se bezodkladně vyrozumí uvedené složky (Obecné zásady chování při mimořádné události, ©2015).

Webové stránky zimního stadionu informují návštěvníky o obsazenosti ledové plochy hokejisty (tréninky), volné bruslení pro veřejnost (rozvrh), ale zcela chybí informace jak se chovat na zimním stadionu v případě úniku nebezpečné chemické látky. Informace jsou vyvěšeny formou Požárního evakuačního řádu na zdi uvnitř zimního stadionu (Příloha I) a Grafická část evakuačního plánu 1. NP (Příloha II) jsou pořízeny vlastním mobilním telefonem (Sportovní hala B. Modrého, ©2019).

Informace pro tabulku 5 Kontakty jsem čerpala z Havarijního plánu zimního stadionu, který mi byl poskytnut k nahlédnutí správcem zimního stadionu panem Ing. Jiřím Černým.

Tabulka 5 Kontakty

Instituce	Kontakt
HZS ČR	150, 112
Policie ČR	158
ZZS	155
Odpovědný vedoucí	+420 604 872 778 Ing. Jiří Černý
Městská policie	156
OS štábu CO	950 585 111, 150, 112
Městský úřad Lanškroun	+420 465 385 111 spojovatelka
Odbor životního prostředí Ústní nad Orlicí	+420 736 472 683 Bc. Petra Juřinová
ČIŽP Hradec Králové hlášení havárií	731 405 205 (trvalá dosažitelnost)

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Pracovník, který zjistí poruchu nebo havárii na chladicím čpavkovém zařízení strojovny chlazení zimního stadionu v Lanškrouně, ihned ohlásí únik čpavku vedoucímu provozu, strojníkovi chladicího zařízení popřípadě jinému technickému pracovníkovi.

Dále zabezpečí odstavení celého zařízení z provozu a přerušení přívodu elektrické energie do strojovny předřazeným vypínačem (tzv. STOP tlačítko), umístěným před strojovnou chlazení. Nevypíná se nouzové osvětlení a havarijní větrání.

Povinností obsluhy chladicího zařízení je vypnout přívod elektrické energie do strojovny chlazení předřazeným vypínačem umístěným před strojovnou chlazení, uvede do chodu havarijní větrání a nouzové osvětlení, pokud nejsou automaticky spuštěny vyhodnocovací jednotkou detektoru úniku čpavku, v ohroženém prostoru. Zjištěné místo havárie, pokud je to možné, oddělí uzavřením nejbližších uzavíracích čpavkových ventilů před i za místem výronu čpavku.

Uniklý čpavek je nutné sprchovat vodou, popřípadě splachovat zředěnou kyselinou sírovou. Takto kontaminovaná čpavková voda musí být zadržena v havarijní jímce strojovny chlazení, odkud je potom po neutralizaci přečerpána kalovým čerpadlem do mobilní cisterny a odvezena na ČOV (Čistička odpadních vod), popřípadě po kontrole koncentrace, pokud tato vyhovuje předpisům, je jímka vypuštěna do kanalizace. Při těchto pracích na odstraňování havárie samozřejmě obsluha chladicího zařízení používá ochranné prostředky k tomu určené.

Povinnosti vedoucího zimního stadionu je podle rozsah výronu škodlivin vyhlásí chemický poplach v prostoru ústně všem přítomným zaměstnancům organizace a ostatním přítomným lidem vhodným způsobem (např. rozhlas v hale). Telefonicky uvědomí o vzniklé situaci odpovědného vedoucího (předsedu havarijní komise) a podle údajů strojníka jej uvědomí o stupni ohrožení. Dále telefonicky informuje o vzniklé situaci dle Plánu vyrozumění (Havarijní plán, 2007).

6. 6. 2 Evakuace

Únikové cesty určené pro evakuaci osob musí být navrženy tak, aby svým typem, počtem, polohou, kapacitou, dobou použitelnosti, technickým vybavením, konstrukčním a materiálovým provedením a ochranou proti kouři, teplu a zplodinám odpovídaly požadavkům této vyhlášky a českých technických norem uvedených ve Vyhlášce č. 23/2008 Sb. v příloze č. 1 části 1. Nouzovým osvětlením musí být vybavena chráněná úniková cesta a částečně chráněná úniková cesta, pokud nahrazuje chráněnou únikovou cestu (Česko, ©2008).

Únikové cesty ze strojovny chlazení – úniková cesta ze strojovny chlazení je přímo do venkovního prostoru přes plechová vrata strojovny chlazení.

Únikové cesty (Příloha P II. Grafická část evakuačního plánu) z přilehlého prostoru strojovny chlazení je dle označených únikových cest. Směr úniku od objektu zimního stadionu v Lanškrouně je volen vždy podle momentálně vzniklé situace a směru proudění větru. Určení únikových cest bude obyvatelstvu ohlašováno v okolí zimního stadionu zvláštním rozhlasovým zařízením na záchranných vozidlech požárního záchranného sboru a vozidlech Policie (Havarijní plán, 2007). Plán únikových cest ze zimního stadionu je vyvěšen u východu ze zimního stadionu u dveří u hlavního vchodu (Příloha P II. Grafická část evakuačního plánu 1. NP).

6. 6. 3 Ochranné pomůcky

Havárie s výronem amoniaku na chladicím zařízení si vyžaduje odborný přístup s patřičnou ochranou organismu s použitím ochranných pomůcek. Seznam ochranných pomůcek je uveden pod textem.

- Ochranné masky,
- filtry K (proti čpavkovým parám), účinnost filtru 50 minut při koncentraci 0,5 %,
- dýchací přístroj Saturn,
- gumový oblek s tepelnou izolací,
- gumové ochranné rukavice,
- holínky pro každého pracovníka,
- přiléhavé ochranné brýle,
- lékárnička vybavená dle ČSN EN 378 („První pomoc při úrazu čpavkem“).

Tabulka 6 Ochranné prostředky před expozicí NH₃

Koncentrace čpavku (ppm)	Doporučené ochranné prostředky
50 - 500	izolační dýchací přístroj vzduchový nebo filtrační dýchací přístroj a zásahový oděv, při záchraně osob viz HPK-10, HPK-60
500 - 5000	izolační dýchací přístroj vzduchový a protichemický ochranný oděv typu 3 nebo 4 (nepřetlakový, kapalinovzdorný), při záchraně osob viz HPK-10
nad 5000	izolační dýchací přístroj vzduchový a protichemický ochranný oděv typu 1a (přetlakový)

Zdroj: Vlastní zpracování dle Únik čpavku, ©2017

Všichni odpovědní pracovníci zimního stadionu v Lanškrouně musí být prokazatelně poučeni o tomto rozmístění a používání uvedených ochranných pomůcek. Vizuální kontrolu těchto pomůcek provádí vedoucí strojovny chlazení 1x za měsíc se zápisem do knihy, která je umístěna u ochranných pomůcek. V případě zjištění závady je nutno tuto pomůcku neprodleně odstranit a nahradit novou. (Havarijní plán, 2007).

6.7 ZÁSADY OBSLUHY PŘI ÚNIKU ČPAVKU

Obsluha při úniku čpavku má k dispozici technické zařízení v rámci strojovny a strojovna je vybavena je vybavena automatickou indikací úniku NH₃ se dvěma stupni citlivosti indikace. Při nižší zjištěné úrovni systém signalizuje únik, při vyšší zjištěné úrovni vypíná zařízení a zapíná havarijní ventilaci.

Strojovna je vybavena havarijním tlačítkem, jímž lze veškerý přívod elektrické energie do zařízení v případě potřeby vypnout. Havarijní tlačítko je umístěno na snadno přístupném místě a únikové cestě ze strojovny.

Strojovna je instalována nezávisle – rozumí se na jakýchkoliv jiných okruzích – havarijní větrání, které se dá uvést do činnosti havarijním tlačítkem. Havarijní ventilace a nouzové osvětlení strojovny je provedeno v nevybušném provedení dle ČSN 332320. Havarijní větrání je podtlakové s odváděcími otvory u stropu.

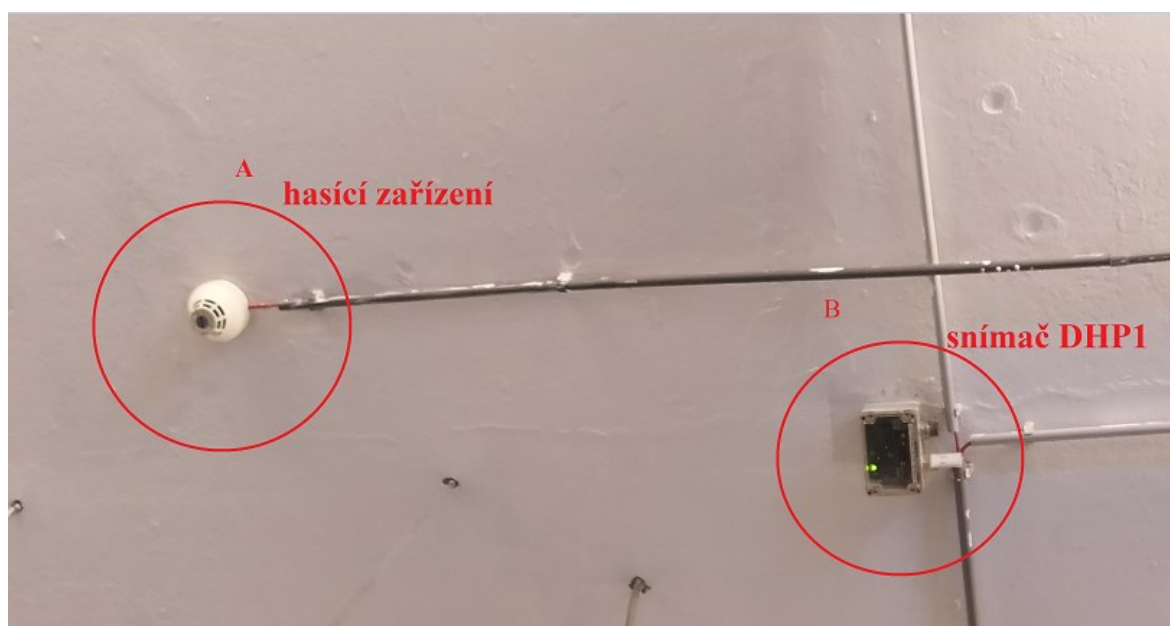


Obrázek 12 Vstup do strojovny

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Na dveřích do strojovny jsou umístěny výstražné tabulky, zakazující vstup nepovolaných osob a použití čpavku jako chladiva. Do strojovny zakazují přístup nepovolaným osobám a zákaz kouření a používání otevřeného ohně s výjimkou autorizovaných oprav zařízení.

Každý pracovník obsluhy je vybaven ochrannými pomůckami – ochranné rukavice a ochrana očí, ochranná maska s filtrem pro NH_3 . Ochranné pomůcky jsou umístěné na snadno přístupném místě mimo strojovnu, aby je bylo možno dosáhnout při úniku ze strojovny (Technická zpráva, 2004).



Obrázek 13 Senzory A) hasící zařízení, B) snímač DHP1

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Úroveň detekce úniku amoniaku je nastavena na 200 a 500 ppm. Snímač DHP1 (Detektor hořlavých plynů) obrázek 13 (B) je umístěn nad chladicími kompresory SAB 128. Kontrola provozuschopnosti požárně bezpečnostního zařízení (obrázek 13 (A) hasící zařízení) se provádí v souladu s právními předpisy a vyhláškou č. 221/2014 (246/2001) Sb. §7, s normativními požadavky a v souladu s dokumentací výrobce. Dle zákona a nařízení vlády č. 361/2007, technických norem a vyhlášek EN ČSN 378, upozorňuje provozovatele čpavkové technologie na povinnost provedení periodické revize, kalibrace detektorů úniku NH_3 jednou za 6 měsíců včetně funkčních zkoušek. (Obolecký, 2019).

Strojovna chlazení je vybavena prostředky protipožární ochrany. Zároveň se pro tyto prostory uvažuje jeden sněhový hasící přístroj na každých 50 m^2 půdorysné plochy, minimálně dva přístroje a poblíž těchto místností hydrant.

Prostředky požární ochrany jsou umístěny na dobře přístupném místě pro případ hašení požáru.



Obrázek 14 Umístění hasicích zařízení

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Snímek (obrázek 14 Umístění hasicích zařízení) byl pořízen u vstupu do kanceláře vedoucího stadionu. Hydrant, hasicí zařízení, Požární poplachová směrnice, Požární evakuační plán a označení místa s hasicími přístroji.

6. 7. 1 Vyznačení hranic nebezpečné zóny

Předběžné vyznačení hranice nebezpečné zóny ve vzdálenosti 15 metrů, hranice nebezpečné zóny se pomocí měření upřesní v úrovni koncentrace NPK-P, tj. cca 50 ppm, při činnostech v nebezpečné zóně používají jednotky osobní ochranné prostředky v závislosti na naměřené koncentraci (Únik čpavku, 2017). Zóna nebezpečná je stanovena na 100 m. Zahrnuje vlastní halu, parkoviště před halou, Free style park a menší část atletického stadiónu (Havarijní plán, 2007).

6. 7. 2 Organizace místa zásahu

V době příjezdu na místo zásahu se první jednotka přibližuje k místu havárie zpravidla po směru větru a směr větru neustále kontroluje, nezajíždí do bezprostřední blízkosti místa mimořádné události a zjišťuje přítomnost nebezpečných látek. Provádí opatření k záchraně

osob a zvířat a uzavírá místo havárie. Jednotka předurčená pro zásahy na havárie s nebezpečnými látkami dále provádí činnosti vedoucí ke snížení bezprostředních rizik, k omezení rozsahu havárie a spolupracuje s dalšími složkami IZS při vyšetření a zdokumentování události (Zásah s přítomností nebezpečných látek, 2017). Spolupráce s obcemi při informování obyvatelstva v místě předpokládaného šíření čpavku. Osoby provádějící varování obyvatelstva v místě zásahu a v místě předpokládaného šíření musí být poučeny o nebezpečí a šíření čpavku a případně vybaveny osobními ochrannými prostředky (minimálně obličejovou maskou s příslušným filtrem) (Únik čpavku, 2017).

6. 7. 3 Zabezpečení ochrany osob a pracovníků

Úniková cesta ze strojovny chlazení je přímo do venkovního prostoru přes plechová vrata strojovny chlazení. Únikové cesty z přilehlého prostoru strojovny chlazení je podle označených únikových cest (Havarijní plán, 2007). Záchrana a evakuace osob z nebezpečné zóny se provádí u osob nacházející se přímo v zasaženém prostoru a včas se varují, popř. evakuují osoby z prostoru, kde se předpokládá šíření čpavku. Evakuační cesty se volí tak, aby vedly mimo nebezpečnou zónu a aby navazovaly na dostatečně velký rozptylový prostor pro evakuované osoby, např. při evakuaci velkého počtu osob ze zimních stadionů. V místě zásahu se provádí průběžný monitoring úniku čpavku a jeho vyhodnocení. Stanovení koncentrace provádí laboratoře HZS ČR (Únik čpavku, 2017).

6. 7. 4 Metody a materiál pro omezení úniku

Při vytečení zkapalněného plynu dochází k rychlému odpařování bez účinné možnosti jeho ovlivnění. Musí se vytvořit vodní clona, která budete srážet unikající páry. Látka smíchaná s vodou se bezpečně odčerpá do uzavřených označených nádob a odvezte ke zneškodnění. Bude se postupovat v souladu s platnými právními předpisy zákon č. 185/2001 o odpadech v platném znění. V místě úniku se zvýší intenzita ventilace, zvláště jedná-li se o uzavřený prostor, a bude prováděna monitorace koncentrace plynu v ovzduší. Po zlikvidování úniku se omyjte kontaminovaný prostor vodou (Havarijní plán, 2007).

6. 7. 5 Řízení činnosti likvidace čpavkové havárie

Záchranné práce, případně zamezení úniku kapalného či plynného čpavku řídí v prvním okamžiku po zjištění havarijního úniku vedoucí strojník strojovny chlazení, nebo jeho zástupce společně tak, aby zamezili v co nejkratší době úniku a minimalizovali

tak množství uniklého čpavku. V dalším sledu je povinností vedoucího směny oznámit čpavkovou havárii Hasičskému záchrannému sboru a požádat o pomoc na telefonním čísle 150. Dále se oznamuje výjezd Policii na telefonním čísle 158 (Havarijní plán, 2007).

Dále jsou o úniku čpavku uvědoměni ostatní dle plánu vyrozumění a spojení. Tato vyrozumění provede osoba k tomu určená nebo i jiná osoba, kterou o to určená osoba požádá z důvodu nedostatku času spojeného s omezením havárie.

Po příchodu jednotlivých zodpovědných pracovníků je nutné s velitelem zasahující hasičské jednotky provést rozbor vzniklé situace a dohodnou další činnost v rámci likvidace havárie (výronu čpavku).

Velitelem a řídicí osobou zásahu a likvidace čpavkové havárie je zpravidla vedoucí strojovny chlazení, který řídí činnost komise a zasahující jednotky. Jedná se o řízení a další zabránění úniku čpavku do prostoru, záchrana případně ohrožených osob, vyklizení ohroženého prostoru a provádění asanačních prací s ohledem na ochranu zdraví, majetku, ochranu vod před znečištěním čpavkem a ropnými látkami uniklými ze zařízení při havárii (Havarijní plán, 2007).

6. 7. 6 Následná opatření po odstranění havárie

Havarijní komise provede kontrolu provedené likvidace zachycených látek. Vyhotoví protokol o havárii a provedou se patřičná opatření, aby k úniku čpavku v budoucnu nedošlo, a zhodnotí se provedený zásah. Protokol obsahuje údaje: místo a datum havárie, původce a příčinu havárie, rozsah havárie, výše škod a poškození, druh a množství uniklého produktu, postup při odstraňování havárie, součinnost s místními a vodohospodářskými orgány, způsob likvidace uniklých závadných látek, způsob uvedení zasaženého místa do původního stavu a další přijatá opatření (Havarijní plán, 2007).

7 SWOT ANALÝZA

SWOT analýza je velmi univerzální a jednou z nejpoužívanějších analytických technik vůbec a její využití v praxi je velmi široké. Primárně byla navrhována pro hodnocení celé organizace (pro strategické řízení a rozhodování), ale použít ji lze téměř na cokoli. Příkladem je třeba osobní hodnocení lidí při pracovním pohovoru. Je možné ji použít pro organizaci / podnik jako celek nebo pro jednotlivé oblasti, produkty nebo jiné záměry. Je také širší součástí řízení rizik, neboť postihuje klíčové zdroje rizik (hrozby), pomáhá si je uvědomit a případně nastavit protiopatření. Pro vnější faktory platí, že je zapotřebí předem jasně stanovit, co se za ně, s ohledem na analyzovaný problém nebo subjekt, považuje. Může to být okolí podniku nebo okolí jedné organizační jednotky.

Cílem analýzy je najít slabé stránky organizace, v čem je (nebo v které její části) je dobrá a v čem špatná. Stejně tak je důležité znát klíčové příležitosti a hrozby, které se nacházejí v okolí organizace. Cílem SWOT analýzy je identifikovat a následně omezit slabé stránky, podporovat silné stránky, hledat nové příležitosti a znát hrozby. Organizace by měla využívat příležitostí, které se nabízejí a umět předcházet hrozbám (Swot analýza, ©2022).

Tabulka 7 Swot analýza

	PŘÍZNIVÉ	NEPŘÍZNIVÉ
	S - SILNÉ STRÁNKY (S-STRENGTHS)	SLABÉ STRÁNKY (W-WEAKNESSES)
VNITŘNÍ PŮVOD	Menší množství chladicího média Pravidelná revize a údržba Automatické hasicí zařízení Čpavkové čidlo Havarijní ventilace Únikové cesty	Jedna příjezdová cesta Časté střídání zaměstnanců (brigádníků) Časté školení nově nastupujících zaměstnanců Absence skladu pro sportovní náčiní Nedostatek zaměstnanců Nedostatek informací o OOPP a poskytnutí první pomoci
	PŘÍLEŽITOSTI (O-OPPORTUNITY)	HROZBY (T-THREATS)
VNĚJŠÍ PŮVOD	Sportovní vyžití Zapůjčení sportovního vybavení Dlouhodobé zkušenosti obsluhy Spolupráce s IZS (současnot/budoucnost) Vyšší motivace pro mladé sportovce Finanční dostupnost	Únik chladicího média Zdravostní újma - úraz Únik propan-butanu z TL rolby Sabotáž Teroristický čin Pád střechy

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

STRATEGIE WT

Jako nejvhodnější strategie na základě SWOT analýzy se jeví strategie WT, tedy se zaměřením na slabé stránky a hrozby, protože je zde největší prostor pro zlepšení a investování finančních prostředků přinesou největší efekt na zlepšení bezpečnosti a připravenosti na možný únik a následné zdravotní újmy.

Ze SWOT analýzy vyplývají silné stránky zimního stadionu z hlediska bezpečnosti na vyšší úrovni vůči zimním stadionům postavených v 60. – 80. letech minulého století. Jedná se o množství chladicího média o 1/3. V případě úniku čpavku ve strojovně a při dosažení 200 ppm čpavku sepne čidlo, které hlídá koncentraci čpavku a odešle zprávu na mobilní telefon správci zimního stadionu a automaticky se zapne havarijní ventilace při snížení koncentrace uniklého čpavku ve strojovně mimo prostory strojovny zimního stadionu. Při požáru ve strojovně se automaticky zapne hasicí zařízení umístěné na stropě strojovny.

Ke slabým stránkám objektu přikládám jednu příjezdovou cestu. V případě mimořádné události (MU) s únikem čpavku by mohla nastat kolize přijíždějících záchranných složek. Obsluha zimního stadionu má tři zaměstnance a jednoho brigádníka, který se často střídá a tudíž správce zimního stadionu musí každého nového brigádníka proškolit. Vhodným nástrojem pro udržení brigádníka vidím ve finančním ohodnocení. Slabina organizace ještě spočívá v nedostatečných znalostech o OOPP a poskytnutí první pomoci.

U faktorů příležitostí nemůžeme ovlivnit jejich existenci, musíme je přijmout tak, jak jsou a snažit se s nimi pracovat. Musíme u nich počítat s časovou náročností, plánováním a spoluprací.

Provozovatel musí mít zpracované scénáře pro konkrétní MU, které by mohly být způsobené vlivem hrozeb, které jsou uvedené v tabulce 7 a tabulce 8.

SWOT ANALÝZA NUMERICKÁ

Tabulka 8 SWOT analýza numerická

	S - Silné stránky		W- Slabé stránky		O-Příležitosti		T- hrozby
S1	Menší množství chladicího média	W1	Jedna příjezdová cesta	O1	Sportovní využití	T1	Únik chladicího média
S2	Pravidelná revize a údržba	W2	Časté střídání zaměstnanců	O2	Zapůjčení sportovního vybavení	T2	Zdravotní újma - úraz
S3	Automatické hasicí zařízení	W3	Časté školení nových zaměstnanců	O3	Dlouhodobé zkušenosti obsluhy	T3	Únik propan-butanu z TL rolby
S4	Čpavkové čidlo	W4	Absence skladu pro sportovní náčiní	O4	Spolupráce s IZS současnost/ budoucnost	T4	Sabotáž
S5	Havarijní ventilace	W5	Nedostatek zaměstnanců	O5	Vyšší motivace pro mladé sportovce	T5	Teroristický čin
S6	Únikové cesty	W6	Nedostatek informací o OOPP a poskytnutí první pomoci	O6	Finanční dostupnost	T6	Pád střechy

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Tabulka je zpracována z dostupných zdrojů zimního stadionu a z rozhovoru se správcem zimního stadionu. Ke zpracování tabulky byl použit tabulkový editor Exel 2013.

NUMERICKÉ ZPRACOVÁNÍ SWOT ANALÝZY

Hodnocení pomocí porovnávací matice

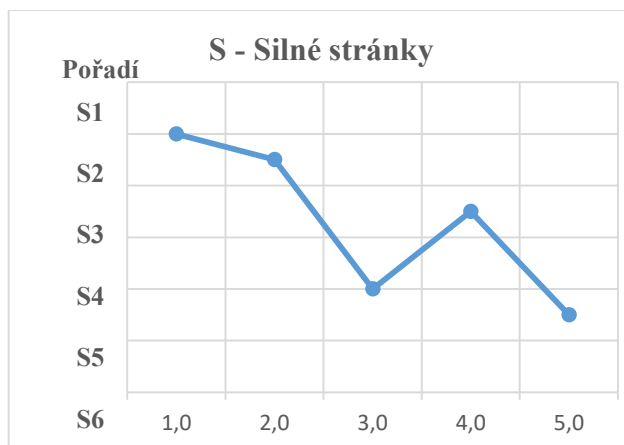
Při hodnocení jsem porovnávala, důležitost mezi jednotlivými znaky navzájem. Při hodnocen jsem použila tři stupně – 1 pro znak, který je důležitější než porovnávaný znak, 0 pro znak nejméně důležitý jak porovnávaný a stupeň 0,5 vyjadřuje, že hodnot dvou porovnávaných znaků je stejná.

Tabulka 9 Silné stránky

SILNÉ STRÁNKY	EXPERTI						Suma	Váhy
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	$\Sigma a(i, j)$	$v(i)$
S1	x	1	1	1	1	1	5,0	90
S2	0,5	x	1	1	1	1	4,5	81
S3	0,5	0	x	0	1	0,5	3,5	63
S4	0	0	0	x	1	1	2	36
S5	0,5	0	0	0	x	1	1,5	27
S6	0,5	0	0,5	0,5	0	x	1,5	27
Součet							18,0	324

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Matrice silných stránek ukazuje na které faktory zaměřit pozornost. Do úvahy přicházejí faktory s nejvyššími hodnotami. Mezi ně patří faktory S1 a S2 a dále S4, které dosáhly váhy nejvyšších hodnot. V případě, že faktory dosáhly nižších hodnot, považují se za zanedbatelné. V našem případě se jedná o faktory S4 – čpavkové čidlo, S5 – havarijní ventilace, S6 – únikové cesty. I přesto je důležité při řešení problematiky úniku nebezpečné chemické látky se zaměřit na tyto silné stránky.



Obrázek 15 Silné stránky

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

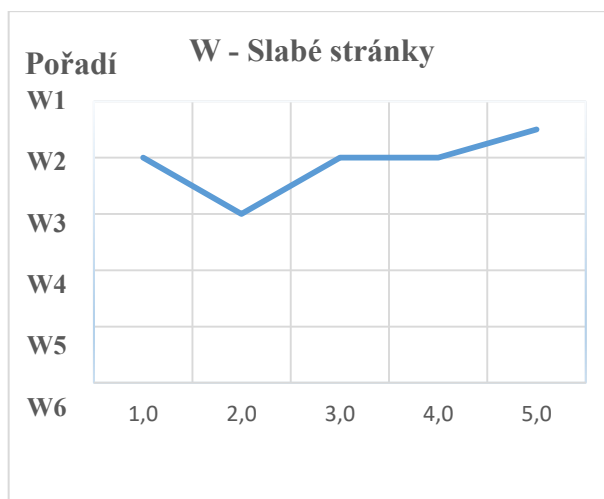
Obrázek 15 znázorňuje Silné stránky organizace, průběh hodnot, které jsme získaly z tabulky 9 Silné stránky. Faktory S1, S2 a S3 představují největší riziko (nejvyšší hodnoty) v případě úniku amoniaku a jeho negativní vliv na lidský organismus. Je třeba se těmto prvkům neustále věnovat, hlídat termíny revizí a údržby, aby nedošlo k úniku nebezpečné chemické látky a následnému poškození zdraví jak obsluhy, tak návštěvníků zimního stadionu.

Tabulka 10 Slabé stránky

SLABĚ STRÁNKY	EXPERTI						Suma	Váhy
	W1	W2	W3	W4	W5	W6	$\sum a(i, j)$	$v(i)$
W1	x	1	0,5	1	1	0,5	4,0	98
W2	0	x	0,5	1	1	0,5	3,0	74
W3	0,5	1	x	1	1	0,5	4,0	98
W4	1	1	0,5	x	0,5	1	4,0	98
W5	1	1	1	0,5	x	1	4,5	110
W6	1	1	1	1	1	X	5,0	122,5
Součet							24,5	600

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Podobně jako u silných stránek rozhodovací matice slabých stránek dokážeme určit faktory, u kterých je potřeba vynaložit potřebné úsilí na jejich minimalizaci. Vypočítané hodnoty ukazují, jaké slabé stránky daný zimní stadion má. Nejslabšími faktory (nejvyšší hodnoty) jsou W5 – nedostatek zaměstnanců a W6 – nedostatek informací o OOPP a poskytnutí první pomoci, následují W1 – jedna příjezdová cesta, W3 – časté školení nových zaměstnanců a W4 – absence skladu pro sportovní náčiní. Některé faktory se dají kladně ovlivnit, ale záleželo by na vedení Technických služeb, které spravují zimní stadion.



Obrázek 16 Slabé stránky

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Obrázek 16 Slabé stránky demonstruje průběh vypočítaných hodnot v tabulce 10. Nejvyšší vzrůst je zaznamenán u faktorů W5-nedostatek zaměstnanců a W6-nedostatek informací o OOPP a poskytnutí první pomoci. Nejvyšší pokles je u W2-časté střídání zaměstnanců. V případě nestability zaměstnanců, neznalosti informací poskytnutí první pomoci a o účincích při úniku nebezpečné chemické látky může vést ke zdravotní újmě obsluhy chladičového zařízení, hokejistů, bruslařů a návštěvníků zimního stadionu.

SWOT ANALÝZA - VZÁJEMNÉ VZTAHY

Tabulka 11 Swot analýza – vzájemné vztahy

		Vnitřní původ													VÝSLEDNÉ HODNOCENÍ	
		S - SILNÉ STRÁNKY						W - SLABÉ STRÁNKY						Součet hodnocení O, T/W		
		S1	S2	S3	S4	S5	S6	Součet hodnocení O,T/S	W1	W2	W3	W4	W5			W6
Klíčové vnější faktory	O1	4	4	4	4	4	4	24	1	1	1	2	3	1	9	33
	O2	5	4	4	4	4	5	26	1	1	1	5	3	1	12	38
	O3	1	5	4	5	5	4	24	1	2	3	1	2	4	13	37
	O4	2	2	4	4	4	5	21	5	2	2	1	4	5	19	40
	O5	1	2	1	2	3	3	12	2	1	1	4	3	3	14	26
	O6	0	2	2	0	2	3	9	1	1	2	5	5	1	15	24
	T1	-5	-5	-5	-5	-5	-4	-29	-4	-3	-4	-4	-5	-5	-25	-54
	T2	-3	-3	-2	1	1	1	-5	-3	-4	-5	-5	-5	-5	-27	-32
	T3	0	4	1	1	1	2	9	-2	0	0	0	0	-2	-4	5
	T4	-4	-4	-3	-4	-3	-2	-20	0	-3	-3	0	0	0	-6	-26
	T5	-4	0	0	0	0	-5	-9	-5	0	0	0	0	-5	-10	-19
T6	-4	-5	0	0	0	-5	-14	-3	0	0	0	-1	0	-4	-18	
Součet hodnocení S, W	X	-7	6	10	12	16	11	48	-6	-2	-2	9	9	-2	6	54
Váhy S a W		90	81	36	63	27	27	X	98	74	98	98	110	122	X	

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Vzájemné vztahy v tabulce 11 ukazují silné stránky, slabé stránky, příležitosti a hrozby. Jejich vzájemné vztahy. Dále váhy silných a slabých stránek zimního stadionu, kde se musí pracovat na minimalizaci faktorů. Výsledné hodnocení v tabulce ukazuje hodnoty kladné a záporné. Kladné hodnoty nám říkají, jakým způsobem se vedení zimního stadionu ubírá. Pravidelná revize a údržba chladicího zařízení probíhá v pravidelných časových intervalech a tím je zajištěna bezpečná funkce chladicího zařízení. Využití stadionu je maximální, hlavně přes zimní sezónu, kdy je ledová plocha obsazena hokejovými tréninky a zápasy a výukou pro školy a volné bruslení pro veřejnost. V průběhu letních měsíců je zimní stadion využíván v menší míře pro in-line bruslení. Záporné hodnoty jsou ve slabých stránkách a hrozbách. Největší hrozbou je únik chladicího média, zdravotní újma – úraz a sabotáž. Tyto faktory se dají ovlivnit lidskými silami, organizací a pozitivním pracovním prostředím.

8 MODELOVÁNÍ NÁSLEDKŮ ÚNIKŮ NEBEZPEČNÝCH LÁTEK

V následující části práce uvádím modelové situace úniku čpavku a ethylenglykolu ve strojovně v důsledku poruchy krátké trubky v horizontální válcové nádrži se čpavkem. K modelování jsem použila software ALOHA.

8.1 PROGRAM ALOHA

Nástroj ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) je nástroj pro modelování úniků nebezpečných (toxických, hořlavých, výbušných) látek do atmosféry. Na základě vstupních údajů a externích vlivů modeluje nebezpečnou zónu (Threat zone), kde nastává ohrožení vlastnostmi uniklé látky. Z hlediska modelů šíření se jedná o velmi propracovaný a kvalitní nástroj. Možnosti zobrazit nákresy pouze v prostředí GIS systémů MAPLOT a ArcView (pomocí transformace nástrojem ALOHA Arc Tools) se mohou zdát omezené, nicméně rozsah a možnosti numerických výsledků a výpočtů staví ALOHA na úroveň nástrojů vyšší kvality. Tato aplikace je šířena zdarma americkou organizací NOAA – National Ocean Service, Office of Response and Restoration (Národní oceánská služba, Úřad pro reakci a obnovu) a je vyvíjena přes 30 let. Pro rozšíření základních vlastností programu jsou k dispozici zdarma další programy od NOAA. Jsou to databáze látek CAMEO a jednoduchý GIS prohlížeč MAPLOT. Je to nástroj umožňující přenést grafické výstupy ALOHA (zákresy vypočítaných oblastí uniklých látek) na mapové pozadí.

Vstupní údaje pro práci v SW nástroji ALOHA

Základní data:

- místo: Za Střelnicí 551, Lanškroun, Česká republika,
- datum: 10. února, 2022 (zimní měsíc vybrán z důvodu nejvyšší vytíženosti ledové plochy, ledová plocha je v provozu od poloviny srpna do konce března)
- nadmořská výška: 375 m. n. m.
- GPS souřadnice: 49°55'06.49 N, 16°36'0103 E
- časové pásmo: -1.

Chemická data:

- amoniak.

Meteorologická data:

- směr větru: jihozápad,
- rychlost větru: 4 m/s,

- výška měření: 2 m,
- typ povrchu: otevřená krajina,
- oblačnost: 5 z 10,
- teplota vzduchu: 10 °C,
- třída stability atmosféry: D,
- inverze: neprobíhá,
- relativní vlhkost vzduchu: 50%.

Data o zdroji:

- přímý únik (direct),
- dlouhodobý,
- doba úniku 28 minut,
- tok nebezpečné látky: 2, 9 kg/min.,
- výška úniku: 5 m.

Data k vymezení zón:

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

8. 2 Práce s nástroji ALOHA

Program ALOHA je volně stažitelný z internetu. Po stažení programu můžeme přejít k modelování úniku nebezpečné chemické látky. V první řadě musíme zadat základní data (site data). Zde se zadává místo úniku, nadmořská výška, GPS souřadnice, časové pásmo, typ krajiny, čas a datum události. Po základních datech zadáváme chemická data (chemical data) o látce, kterou budeme modelovat. Stačí v seznamu najít příslušnou látku a chemická data se vyplní sama. Dalšími informacemi jsou meteorologická data (atmospheric data), vyplňuje se rychlost větru, v jaké výšce je rychlost měřena, teplota vzduchu, inverze, typ povrchu, oblačnost, třída stability atmosféry, relativní vlhkost vzduchu. A nakonec se zadá zdroj úniku, jsou čtyři:

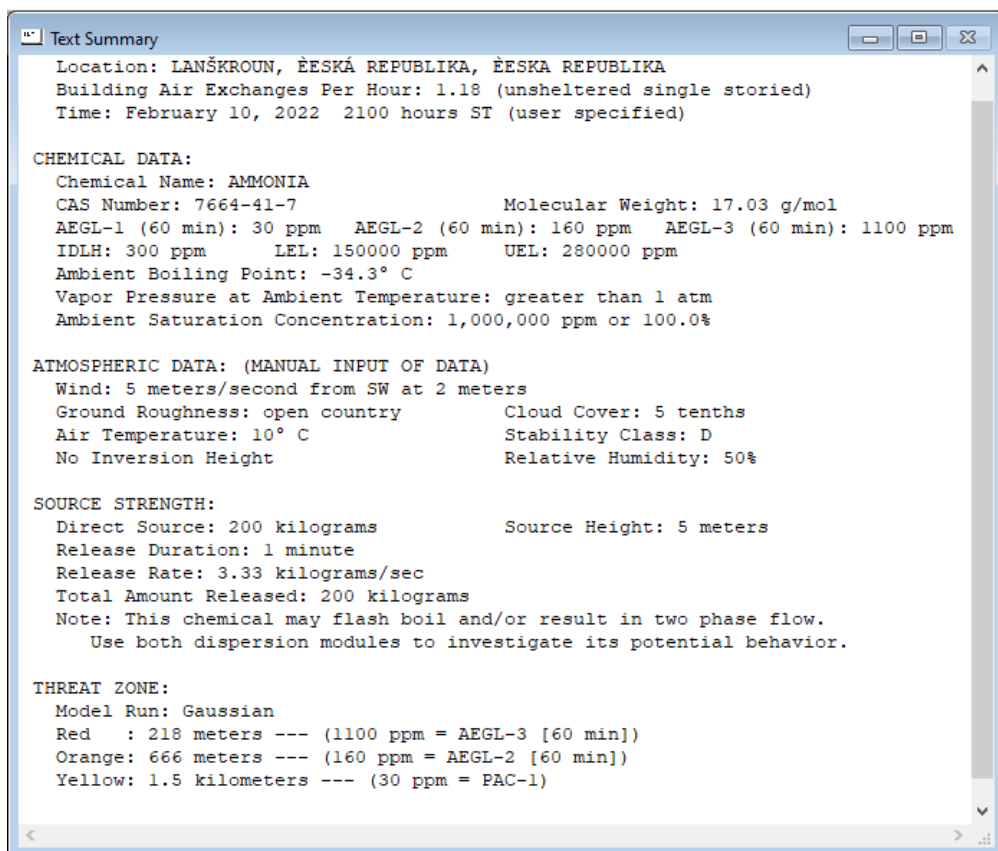
- přímý únik (direct),
- louže (puddle),
- nádrž (tank),
- produktovod (gas pipeline) (Software ALOHA, 2021).

Po výběru zdroje pokračujeme ve scénáři a použijeme přímý únik (direct). Dále zadáváme v jakých hmotnostních nebo objemových jednotkách budeme množství zadávat. Následuje možnost výběru pro jednorázový nebo déletrvající únik. V našem případě vybereme jednorázový únik 200 kg amoniaku v důsledku poruchy krátké trubky v horizontální válcové nádrži. Doplníme dobu trvání úniku a výšku, ve které nebezpečná chemická látka uniká. Po zadání všech potřebných informací jsou všechny údaje zaznamenány v textovém souboru. Nyní jen zvolíme položku zobrazit (display) a zvolíme nebezpečnou zónu (threat zone). Potom zadáme úrovně (LOC), v kterých zóny chceme zobrazit.

Typy úrovní:

- 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) (Software ALOHA, 2021).

Výběr typů úrovní je zaznamenáno do textového souboru.



```
Text Summary
Location: LANŠKROUN, ĚSKÁ REPUBLIKA, ĚSKÁ REPUBLIKA
Building Air Exchanges Per Hour: 1.18 (unsheltered single storied)
Time: February 10, 2022 2100 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: AMMONIA
CAS Number: 7664-41-7 Molecular Weight: 17.03 g/mol
AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm
IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm
Ambient Boiling Point: -34.3° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

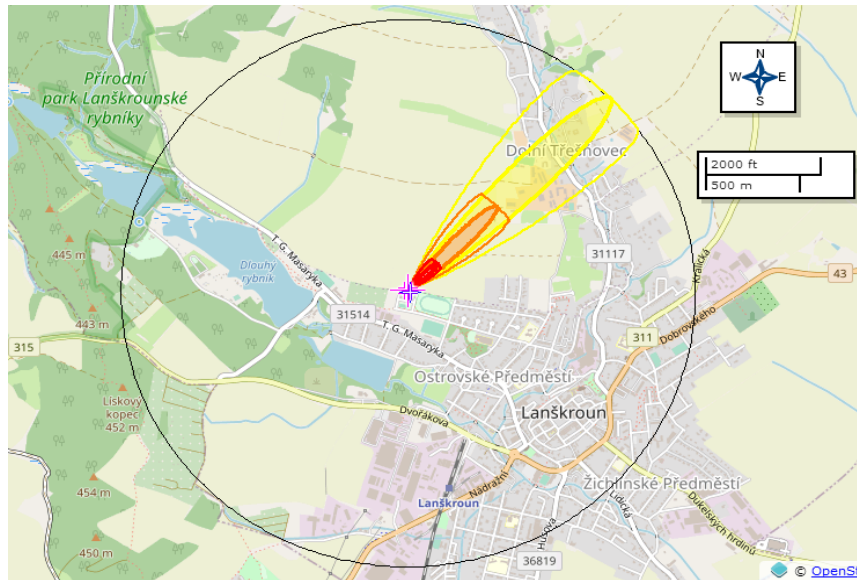
ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5 meters/second from SW at 2 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 10° C Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
Direct Source: 200 kilograms Source Height: 5 meters
Release Duration: 1 minute
Release Rate: 3.33 kilograms/sec
Total Amount Released: 200 kilograms
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.
Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.

THREAT ZONE:
Model Run: Gaussian
Red : 218 meters --- (1100 ppm = AEGL-3 [60 min])
Orange: 666 meters --- (160 ppm = AEGL-2 [60 min])
Yellow: 1.5 kilometers --- (30 ppm = PAC-1)
```

Obrázek 17 Textový soubor úniku amoniaku

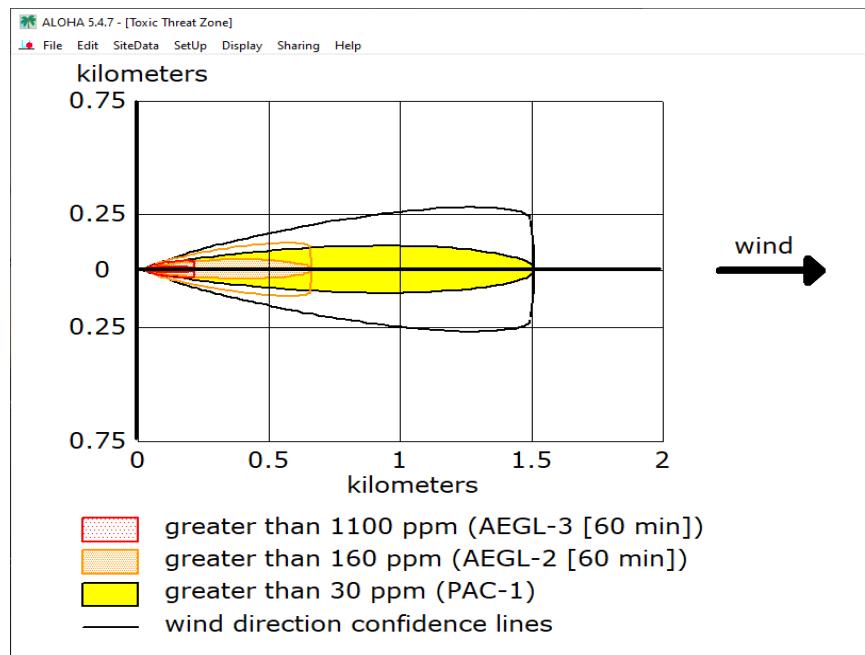
Nyní se může pokračovat do systému MARPLOT, který slouží k přenesení modelu do mapových podkladů. Vybereme mapu, která nám bude vyhovovat pro naše potřeby. V našem případě jsme vybrali mapu města s ulicemi (OpenStreet Map).



Obrázek 18 Přenos modelu do programu MARPLOT

Zdroj: Software ALOHA, 2021

Meteorologické podmínky byly reálné k datu, který je v zadávacím protokolu (Počasí, ©2022).



Obrázek 19 Zóny ohrožení

Zdroj: Software ALOHA, 2021

Obrázek pod textem uvádí zóny ohrožení. Výsledek udává vztah úrovní znepokojení ke koncentracím amoniaku. Barevné rozlišení znázorňuje vzdálenost a koncentraci nebezpečné chemické látky.

8.3 Výsledky modelování

Po zadání všech potřebných informací do softwaru ALOHA, software vymodeloval únik amoniaku. Dne 10. února 2022 v 21 hodin večer byl zjištěn únik amoniaku ve strojovně v důsledku poruchy krátké trubky v horizontální válcové nádrži. Únik byl zjištěn při dosažení koncentrace 200 ppm detektorem čpavku DHP1, celková uvolněná částka činila 200 kg čpavku. Zóny ohrožení (tabulka 12) byly vymezeny vzdálenosti od místa úniku čpavku od zdroje, koncentrace ve vzdálenosti, čase a směru větru.

Zóny ohrožení

Tabulka 12 Zóny ohrožení

Červená zóna	218 m	1100 PPM = AEGL-3 (60 min.)
Oranžová zóna	666 m	160 PPM = AEGL-2 (60 min.)
Žlutá zóna	1,5 km	30 PPM = PAC - 1

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Program ALOHA zobrazuje zóny ohrožení po dobu 60 minut od začátku události. V červené zóně 218 m od místa události, vypočítané hodnoty 1100 ppm, při této koncentraci NH_3 dochází k okamžitému dráždění, bolesti za hrudní kostí, žaludku, očí, zmatenosti, nevolnosti a bolesti hlavy. Oranžová zóna 666 m od místa úniku, vypočítané hodnoty 160 ppm, při této koncentraci dochází k dráždění očí a nosních partií. Při vyšší koncentraci než 200 ppm mohou být účinky amoniaku nebezpečné pro centrální nervový systém. Žlutá zóna zobrazena do vzdálenosti 1500 m od místa události s koncentrací 30 ppm je vnímána čichem a nemělo by dojít k poškození zdraví obyvatelstva v zasažené oblasti (Urgentní medicína, ©2018).

Ohrožené objekty a osoby

V programu MARPLOT software vyhodnotil únik čpavku, jak ukazuje obrázek 18. Pro zjištění ohrožení lidského zdraví je potřeba definovat zasažené objekty. Únik dosahuje do vzdálenosti 1,5 km do obce Dolní Třešňovec. Směrem, kterým je namodelován únik čpavku se nachází zemědělský podnik, Střední zemědělská škola, obchod s potravinami

a rodinné domy. Vzhledem k době kdy došlo, k úniku v zemědělském podniku se nenacházel žádný zaměstnanec, ale byl kontaktován ředitel podniku, který svolal zaměstnance, který vyhnal ze stájí hospodářská zvířata na nejbližší pastvu. K žádnému úhynu nedošlo. Obchod s potravinami je v době úniku zavřený, Střední zemědělská škola zavřená a obyvatelé rodinných domů byly informovány o úniku čpavku ze zimního stadionu, aby nevětrali a nevycházeli z domu. Bylo zasaženo cca 40 objektů se 160 osobami. Žlutá zóna zasahuje oblast, kterou jsem popsala v předchozí pasáži textu. Jedná se o koncentraci 30 ppm, která je v rozmezí 5 - 50 ppm je zde citelný zápach (citlivost je individuální, rychle vzniká tolerance). Oranžová zóna zasahuje do vzdálenosti 666 m a koncentrace uniklého čpavku dosahuje 160 ppm a koncentrace se blíží HPK-60 (200 ppm). Hodnoty z oranžové zóny neohrožují žádné objekty ani osoby, probíhá přes pole. Červená zóna dosahuje do vzdálenosti 218 m od místa úniku a představuje koncentraci 1100 ppm. V červené zóně dosahuje koncentrace HPK-10 (havarijní přípustná koncentrace pro záchranáře bez OOP po dobu 10 min). V době úniku čpavku bylo na zimním stadionu 40 osob. Probíhal hokejový trénink. Osoby byly vyvedené před zimní stadion na příjezdovou komunikaci, poskytnuta první pomoc, sundána hokejová výstroj, poskytnuty pokrývky pro zabránění prochladnutí, a následně byly kontaktovány rodinní příslušníci. Při záchraně osoby v místnosti zamořené čpavkovými parami je nutno použít ochranné masky se speciálním filtrem. V případě nedostatku ochranných masek přiložíme v nejkrajnějším případě na ústa šátek navlhčený 8 % octem. Místnost je nutno postříkat rozprašovačem s vodou (voda silně pohlcuje čpavek). V případě otravy čpavkem, postiženého ihned vyvést (vynést) na čerstvý vzduch přivolat lékaře. Nedýchá-li postižený zavést umělé dýchání. Při zasažení očí okamžitě vypláchneme oči proudem čisté vody. Poté provedeme výplach očí 2 % roztokem kyseliny citronové nebo 3 % borovou vodou po dobu 20 minut s přestávkami. Je-li čpavkem politý (nasáklý) oděv postiženého vyneseme, vyvedeme na čerstvý vzduch, necháme v poloze vleže, aby plyn nestoupal k obličejí. Oděv sundáme, nelze-li oděv sundat z postiženého, polijeme vodou z konve nebo z hadice, aby voda pohltila čpavek. Vypařování se zpomalí a zamezí se tak případnému omrznutí těla. V případě omrznutí dopravíme postiženého do teplé místnosti, ne však ihned a náhle, nýbrž postupně, např. přes předsíň. V malých dávkách podáme teplý čaj nebo oslazenou černou kávu. Postižené místo překryjeme sterilním krytím. Poraněného necháme v klidu a přivoláme lékaře (Havarijní plán, 2007).

Počet ohrožených osob bylo celkem 40. V nebezpečné zóně se nenacházel žádný objekt, proto nebyl důvod k plošné evakuaci. **Ve výsledku bylo ohroženo 200 osob.**

9 MODELOVÁ SITUACE ÚNIKU ETHYLENGLYKOLU

Vstupní údaje pro práci v softwarovém nástroji ALOHA: jsou totožná z daty při zadávání dat amoniaku.

Základní data:

- místo: Za Střelnicí 551, Lanškroun, Česká republika,
- datum: 10. února, 2022
- nadmořská výška: 375 m. n. m.
- GPS souřadnice: 49°55'06.49 N, 16°36'0103 E
- časové pásmo: -1.

Chemická data:

- ethylenglykol.

Meteorologická data:

- směr větru: jihozápad,
- rychlost větru: 4 m/s,
- výška měření: 2 m,
- typ povrchu: otevřená krajina,
- oblačnost: 5 z 10,
- teplota vzduchu: 10 °C,
- třída stability atmosféry: D,
- inverze: neprobíhá,
- relativní vlhkost vzduchu: 50 %.

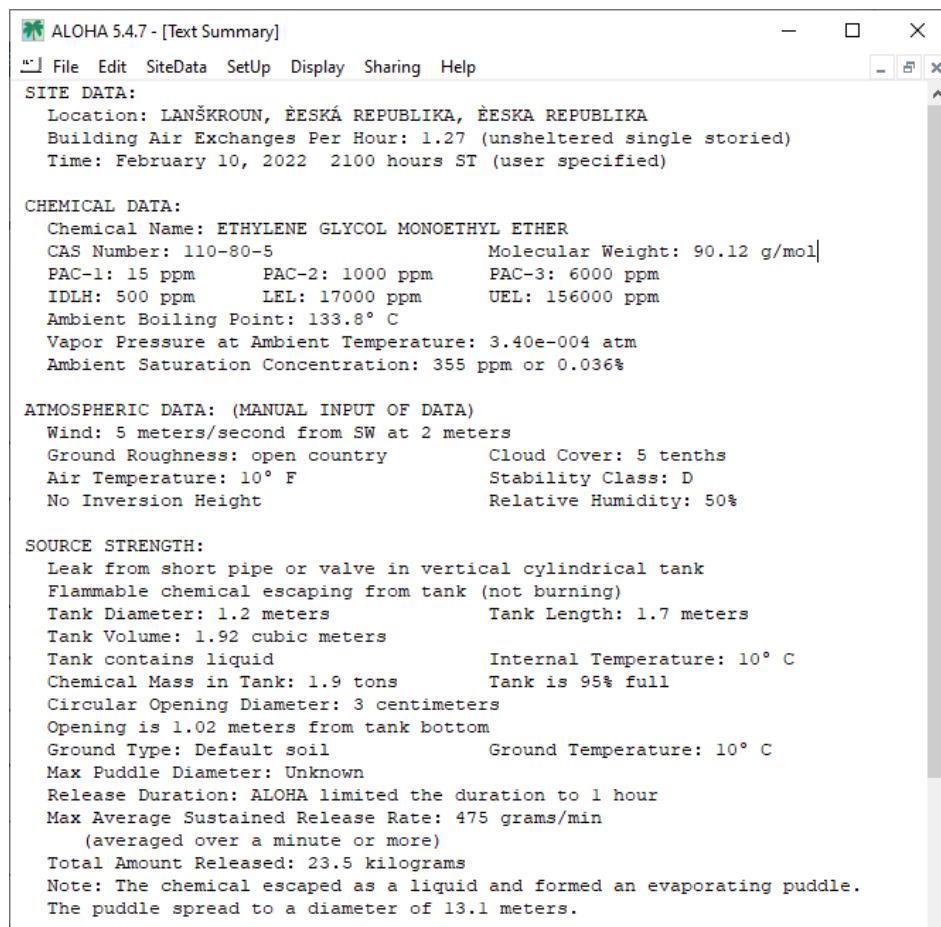
Data o zdroji:

- přímý únik (direct),
- dlouhodobý,
- doba úniku 28 minut,
- tok nebezpečné látky: 200 g/min.,
- výška úniku: 3 m.

Data k vymezení zón:

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

Práce v nástroji ALOHA je totožná jak jsem popsala v kapitole 8. 2., liší se chemickou látkou.



```
ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help
SITE DATA:
Location: LANŠKROUN, ĚESKÁ REPUBLIKA, ĚESKA REPUBLIKA
Building Air Exchanges Per Hour: 1.27 (unsheltered single storied)
Time: February 10, 2022 2100 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: ETHYLENE GLYCOL MONOETHYL ETHER
CAS Number: 110-80-5 Molecular Weight: 90.12 g/mol
PAC-1: 15 ppm PAC-2: 1000 ppm PAC-3: 6000 ppm
IDLH: 500 ppm LEL: 17000 ppm UEL: 156000 ppm
Ambient Boiling Point: 133.8° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: 3.40e-004 atm
Ambient Saturation Concentration: 355 ppm or 0.036%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 5 meters/second from SW at 2 meters
Ground Roughness: open country Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 10° F Stability Class: D
No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
Leak from short pipe or valve in vertical cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 1.2 meters Tank Length: 1.7 meters
Tank Volume: 1.92 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: 10° C
Chemical Mass in Tank: 1.9 tons Tank is 95% full
Circular Opening Diameter: 3 centimeters
Opening is 1.02 meters from tank bottom
Ground Type: Default soil Ground Temperature: 10° C
Max Puddle Diameter: Unknown
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 475 grams/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 23.5 kilograms
Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.
The puddle spread to a diameter of 13.1 meters.
```

Obrázek 20 Zadávací podmínky

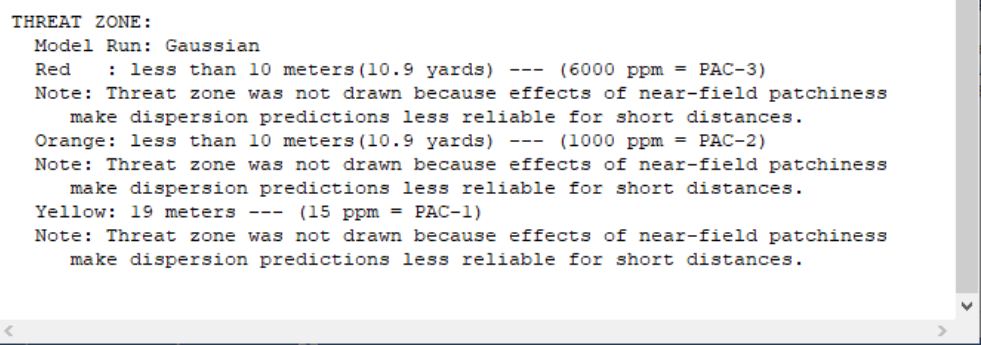
Zdroj: Software ALOHA, 2021

Některé vstupní údaje se shodují se zadanými informacemi při úniku čpavku, zejména se jedná o meteorologické údaje.

9.1 Výsledky modelování

Po zadání vstupních informací o úniku ethylenglykolu program vyhodnotil situaci odlišně od úniku amoniaku. Nezobrazil výsledky do mapy. Z obrázku 21 vyplývá, program ALOHA nezakreslil zóny ohrožení, protože efekty nerovnoměrnosti blízkého pole snižují spolehlivost předpovědi na krátké vzdálenosti.

Červená a žlutá zóna byla menší než 10 m a žlutá zóna 19 m.



```
THREAT ZONE:
Model Run: Gaussian
Red   : less than 10 meters(10.9 yards) --- (6000 ppm = PAC-3)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
      make dispersion predictions less reliable for short distances.
Orange: less than 10 meters(10.9 yards) --- (1000 ppm = PAC-2)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
      make dispersion predictions less reliable for short distances.
Yellow: 19 meters --- (15 ppm = PAC-1)
Note: Threat zone was not drawn because effects of near-field patchiness
      make dispersion predictions less reliable for short distances.
```

Obrázek 21 Zóny ohrožení

Zdroj: Software ALOHA, 2021

9.2 Opatření na ochranu osob a nouzové postupy

Zabránění v kontaktu s nebezpečnou chemickou látkou je docíleno použitím ochranných prostředků a adekvátními postupy. Musí být zabráněno přímému kontaktu s produktem. Je důležité správné použití osobních ochranných pomůcek. Pokud k úniku dojde v uzavřených prostorech, je třeba zabezpečit důkladné větrání a vypnout elektrický proud. Odstranit hořlavé látky (dřevo, papír, olej atd.) od uniklého materiálu. Odstranit všechny možné zdroje vznícení. Je zakázáno kouřit a manipulovat s otevřeným ohněm. Používat svítidla v nevybušném provedení a nejiskřící nářadí. Místo úniku označit (např. páskou, symboly nebezpečí) a izolovat. Zabránit vytékání kapaliny uzavřením nebo utěsněním místa úniku. Zabezpečit vstup nepovolaným osobám mimo zasaženou oblast. O havárii uvědomit místní nouzové středisko (police, hasiči) (Bezpečnostní list, ©2006).

Poskytnout postiženému při zhoršení zdravotních potíží duševní klid a zabránit prochlazení. Postižený nedýchá okamžitě zahájit umělé dýchání. U zástavy srdce zahájit nepřímou masáž srdce. V případě bezvědomí postiženého uložit a transportovat ve stabilizované poloze na boku. Při nadýchání okamžitě přerušit expozici a postiženého přenést na čerstvý vzduch, případně podávat kyslík. Při styku s kůží svléknout kontaminovaný oděv. Exponovaná místa na kůži opláchnout velkým množstvím vlažné vody. Zasažené oči vyplachovat při otevřených víčkách směrem od vnitřního koutku k vnějšímu mírným proudem pitné vody po dobu nejméně 15 minut. Po požití vyvolat zvracení. Pro poskytnutí odborné lékařské péče přivoláme lékaře (Bezpečnostní list Ethylenglykol, ©2013).

10 TEREX (TERORISTICKÝ EXPERT)

Program TerEx dokáže okamžitě vyhodnotit dopady úniků nebezpečných chemických a otravných látek nebo výskytu nástražného výbušného systému. Obsahuje rozsáhlou databázi nebezpečných látek, včetně charakteristik, popisu, zásad první pomoci, způsobu dekontaminace modeluje a simuluje krizové situace. Umožňuje rychlé rozhodnutí v případě krize. Pomáhá při plánování, výuce a cvičení. Program je určen pro podniky, vzdělávací instituce, samospráva a státní orgány, složky IZS. Aplikaci je možné rozšířit o libovolné množství a typy nebezpečných látek. Matematické modely lze přizpůsobit Vaší konkrétní aplikaci v praxi a zvoleným prioritám (TERoristický EXpert, ©2017).

Modely TerEx

Nebezpečné chemické látky

TOXI – dosah a tvar oblaku dle koncentrace toxické látky.

UVCE – působnost vzdušné rázové vlny, vyvolané detonací směsi látky se vzduchem.

PLUME – déletrvající únik plynu do oblaku, únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku, pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku.

PUFF – jednorázový únik plynu do oblaku, únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku.

FLASH FIRE – velikost prostoru ohrožení osob plamennou zónou (efekt Flash Fire, Jet Fire, Pool Fire).

Výbušné systémy

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

Otravné látky (TERoristický EXpert, ©2017).

10.1 PRÁCE S NÁSTROJÍ TEREX

Při otevření softwarového nástroje se nám otevře okno, ve kterém se nám na horní liště zobrazí tři možnosti výběru: události, nebezpečné látky a správa. Pod správnou najdeme havarijní modely. Pro naše potřeby vybereme PUFF - jednorázový únik vroucí kapky s rychlým odparem do oblaku. Pod ikonu události můžeme ukládat namodelované události. Ikona nebezpečné látky obsahuje seznam nebezpečných látek. Po kliknutí na vybranou nebezpečnou látku se zobrazí identifikace látky, klasifikace a značení, fyzikálně chemické vlastnosti a charakteristika. Vše si můžeme projít a vybrat potřebné informace. Pro odchod z okna klikneme v pravém horním rohu na zavřít. Modelovat událost začínáme pod ikonou události, klikneme na ikonu nová. Vyplníme havarijní model, v našem případě PUFF, název látky vybereme ze seznamu nebo vyplníme amoniak. Dále vložíme parametry havarijního modelu – uniklé množství 200 kg, teplota látky 10 °C, rychlost větru 5 m/s, zataženo 0 %, doba vzniku noc – ráno nebo večer a povrch rovina. Nakonec zvolíme ikonu vypočítat.

PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku

Vstupní parametry	
Látka	amoniak
Teplota látky	10 °C
Celkové množství uniklé kapaliny	200 kg
Rychlost větru v přízemní vrstvě	5 m/s
Pokrytí oblohy oblaky	0 %
Doba vzniku a průběhu havárie	Noc, ráno nebo večer
Typ atmosférické stálosti	Inverze
Typ povrchu ve směru šíření látky	Rovina

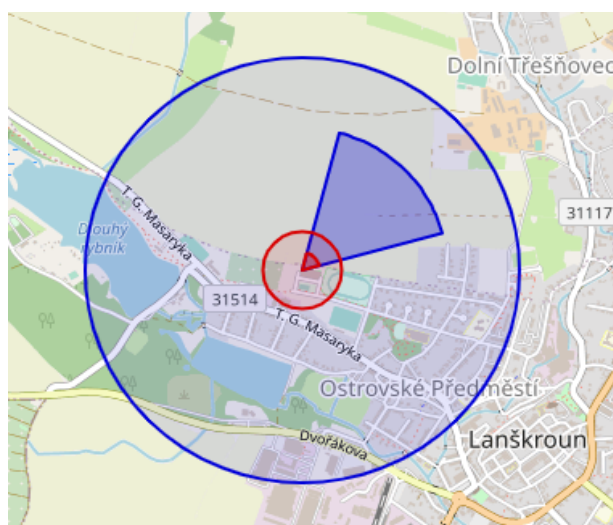
EVAKUACE DO VZDÁLENOSTI 555 m

Obrázek 22 Textový soubor úniku amoniaku

Zdroj: TerEx, ©2017

Po výpočtu je potřeba zanést vymodelované zóny do mapy. Klikneme do mapy na místo zájmu. V našem případě je to Zimní stadion Boži Modrého v Lanškrouně a na různých světových stran vybereme směr větru – jihozápad.

Z mapy vyčteme oblast, kterou amoniak při úniku ze strojovny chlazení zamořil. Nejvyšší koncentrace se dostáhlo v červené oblasti a to do 68 m od místa úniku.



Obrázek 23 Oblast doporučeného průzkumu toxické koncentrace

Zdroj: TerEx, ©2017

10.2 Výsledky modelování

Softwarový nástroj TerEx po zadání všech potřebných informací vymodeloval havárii. Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku činí 832 m, zjištěná koncentrace uniklého amoniaku činila $63,73 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$, pro zasažené osoby to znamená nepříjemný zápach, mírné dráždění nosu a nosohltanu a mírné zarudnutí nosohltanu. Zóna ohrožení toxickou látkou ve vzdálenosti 555 m činila $208,96 \text{ mg}\cdot\text{m}^{-3}$. Opatření pro osoby spočívá v uzavření a utěsnění oken, otvorů a řídit se pokyny z informačních zdrojů (rozhlas, rádio, televize). U zasaženého osob může vyvolat velmi silné dráždění a zarudnutí spojivek, nosohltanu, slzení, kýčání a zároveň je doporučenou vzdáleností pro evakuaci (Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek, ©2021).

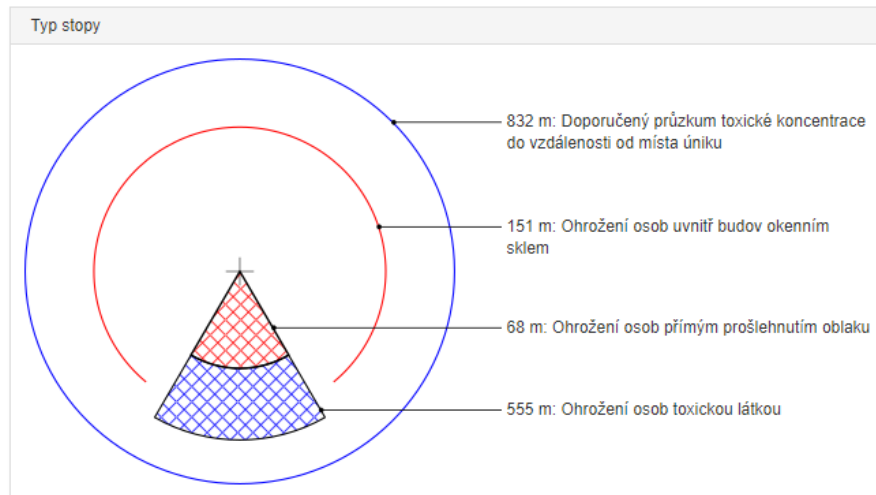
Výsledek výpočtu	
Ohrožení osob toxickou látkou	555 m [Koncentrace: 208,96 mg/m3]
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku	832 m [Koncentrace: 63,73 mg/m3]
Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku	68 m
Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním	107 m
Závažné poškození budov	90 m
Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem	151 m

Obrázek 24 Výsledek výpočtu

Zdroj: TerEx, ©2017

Vzdálenost 151 m je ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem, musí být poskytnuta pomoc při zasažení střepy, zástava krvácení, ošetření ran přiložením sterilního obvazu, gázy, protišoková opatření. Vzdušnost 68 m a ohrožení osob přímým prolehnutím oblaku a v případě popálenin je poskytnuta první pomoc při popáleninách (Pospíšil, ©2021).

Další výpočty v obrázku 24 ukazují vzdálenosti ohrožení osob toxickou látkou, doporučený průzkum toxické koncentrace a ohrožení osob.



Obrázek 25 Typ stopy

Zdroj: TerEx, ©2017

Program TerEx následně zobrazuje grafy, které nás informují o dalších nebezpečích pro obyvatelstvo a zaměstnance zimního stadionu.

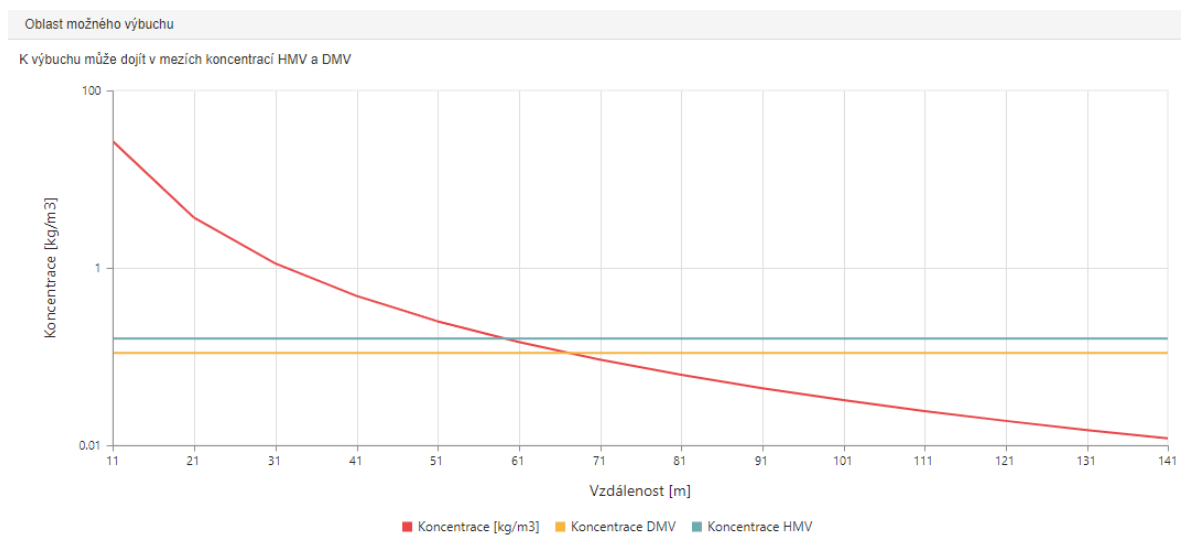


Obrázek 26 Doporučený průzkum

Zdroj: TerEx, ©2017

Obrázek 25 prezentuje závislost koncentrace látky (červená křivka) na vzdálenosti od epicentra. Žlutá přímka vyznačuje IDLH, neboli koncentraci bezprostředně ohrožující život a zdraví. Bod, v kterém se protíná koncentrace s přímkou IDLH označuje vzdálenost, do které musejí být lidé evakuováni, aby nedošlo k jejich ohrožení toxickými účinky látky. IDLH (Immediately Dangerous to Life or Health) je mezní koncentrace toxické látky ve vzduchu, pod kterou nedochází při třicetiminutové expozici k trvalým následkům na lidské zdraví (Horák a Kudlák, ©2007).

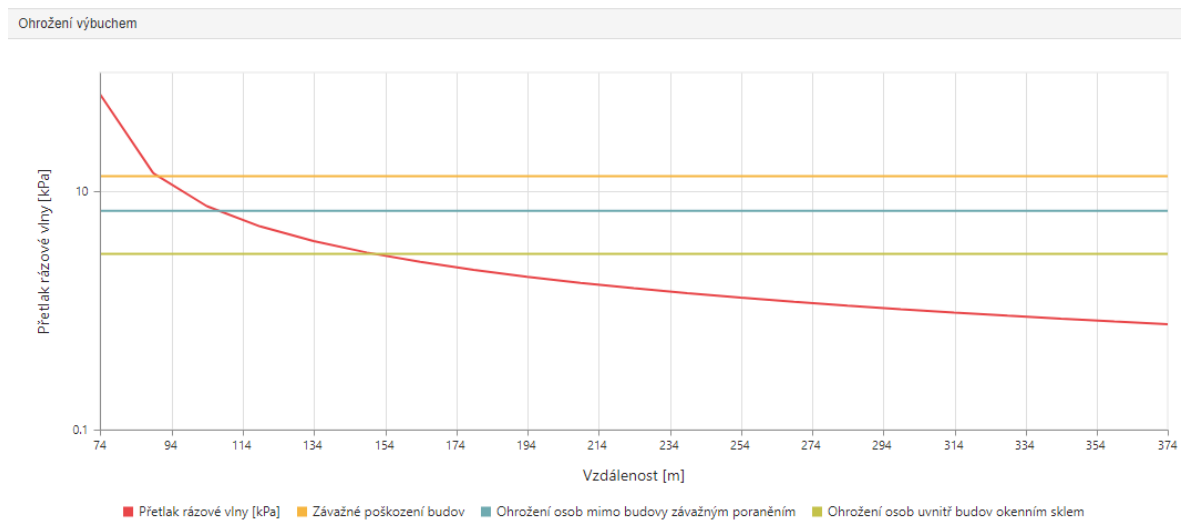
Doporučený průzkum toxické koncentrace programem TerEx stanoven na 832 m od místa úniku.



Obrázek 27 Možný výbuch

Zdroj: TerEx, ©2017

Obrázek 26 znázorňuje závislost koncentrace látky na vzdálenosti. Červená přímka označuje koncentraci horní meze výbušnosti, zelená přímka koncentraci dolní meze výbušnosti. To znamená, že v úseku, který začíná tam, kde protíná křivka koncentrace červenou přímkou a končí tam, kde protíná křivka koncentrace zelenou přímkou, bude mít směs látky se vzduchem tendenci vybuchnout.



Obrázek 28 Ohrožení výbuchem

Zdroj: TerEx, ©2017

Obrázek 27 představuje závislost přetlaku rázové vlny na vzdálenosti od epicentra výbuchu. Hnědá přímka: do této vzdálenosti budou pravděpodobně poškozeny budovy. Modrozelená přímka: do této vzdálenosti jsou ohroženy osoby mimo budovy přímým účinkem tlakové vlny. Zelená přímka: do této vzdálenosti mohou být vyražena okna budov, takže lidé by z nich měli být evakuováni.

Ohrožené objekty a osoby

Po namodelování události je potřeba zjistit počet zasažených budov, provozů, ulic apod. Zasaženými objekty jsou v modré oblasti:

- oblast okolí zimního stadionu: v době úniku se zde nikdo nepohyboval,
- část lehkootletického stadionu Romana Šebrleho: stadion se na noc zamyká,
- skatepark u zimního stadionu: na noc se zamyká,
- zahrádkářská kolonie: 0 osob,
- část zemědělské půdy: 0 osob,
- Krátký rybník: 0 osob,
- část Dlouhého rybníka: 0 osob,
- budovy v průmyslové zóně: nelze stanovit kolik osob je na pracovní směně,
- obchodní centrum a silnice č. 315 na ulici Dvořákova: nelze stanovit kolik osob se nachází v obchodě, ale vzhledem k době úniku se předpokládají minimum osob,
- ulice: T. G. Masaryka, F. Kafky, K. Čapka, P. Bezruče, Jilemnického, Rybniční, U Stadionu, Za Střelnicí, Sadová, Sokolská, Kežmarská, Maďarská, Italská,

Vančurova, U Papíren, E. Krásnohorské, Wolkerova, Mánesova, M. Alše, Česká, Kollárova: vypsané ulice se nachází v modré zóně, nachází se 122 rodinných domů se 4 osobami, 70 bytových domů o 20 osobách na bytový dům a 8 panelových domů o 1536 osobách.

- Pet Heroes Lanškroun, Dolní Třešňovec 17, Lanškroun: v době úniku se nacházelo 0 osob, 45 zvířat.

Ve výsledném součtu nám vyšlo celkem 2 164 ohrožených osob. Je to hrubý odhad, poněvadž jsem neměla k dispozici přesná data o počtu obyvatel žijící v oblasti zájmu.

11 MODELOVÁ SITUACE ÚNIKU ETHYLENGLYKOLU

Druhou nebezpečnou chemickou látkou, kterou SW TerEx modeloval, byl ethylenglykol. Pro diplomovou práci jsem použila ethylen se stejnými základními daty použité u amoniaku.

11.1 Vstupní údaje pro práci SW nástroji TerEx

BLEVE - Ohrožení nádrže plošným požárem

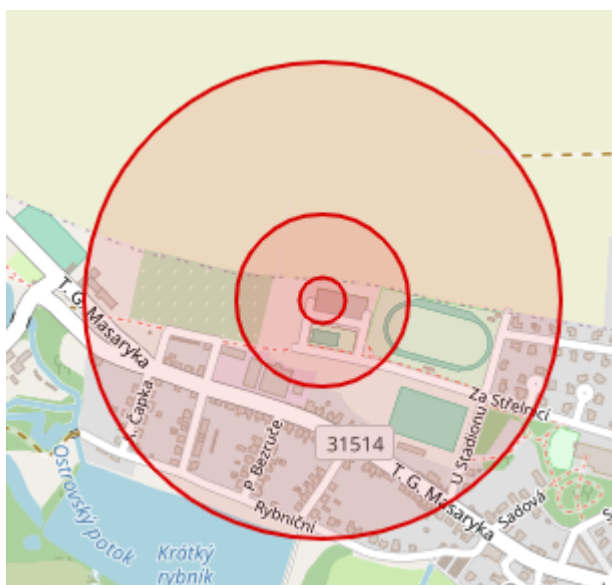
Vstupní parametry	
Látka	ethylen
Obsah zásobníku	2000 kg
Využití zásobníku	100 %

EVAKUACE DO VZDÁLENOSTI 366 m

Obrázek 29 Textový soubor úniku ethylenu

Zdroj: TerEx, ©2017

Po výpočtu zaneseme vypočtená data do mapy zájmu. V našem případě se jedná o Halu Bóži Modrého v Lanškrouně.



Obrázek 30 Zobrazení úniku ethylenu na mapě

Zdroj: TerEx, ©2017

Obrázek 29 zobrazuje únik ethylenglykolu na mapě, kde jsou uvedené koncentrace ethylenglykolu ve třech okruzích, kde jsou uvedené koncentrace uniklého ethylenu.

Empirické údaje o úniku ethylenglykolu ze zimního stadionu jsou uvedené 11. 2 Výsledky modelování.

11. 2 Výsledky modelování

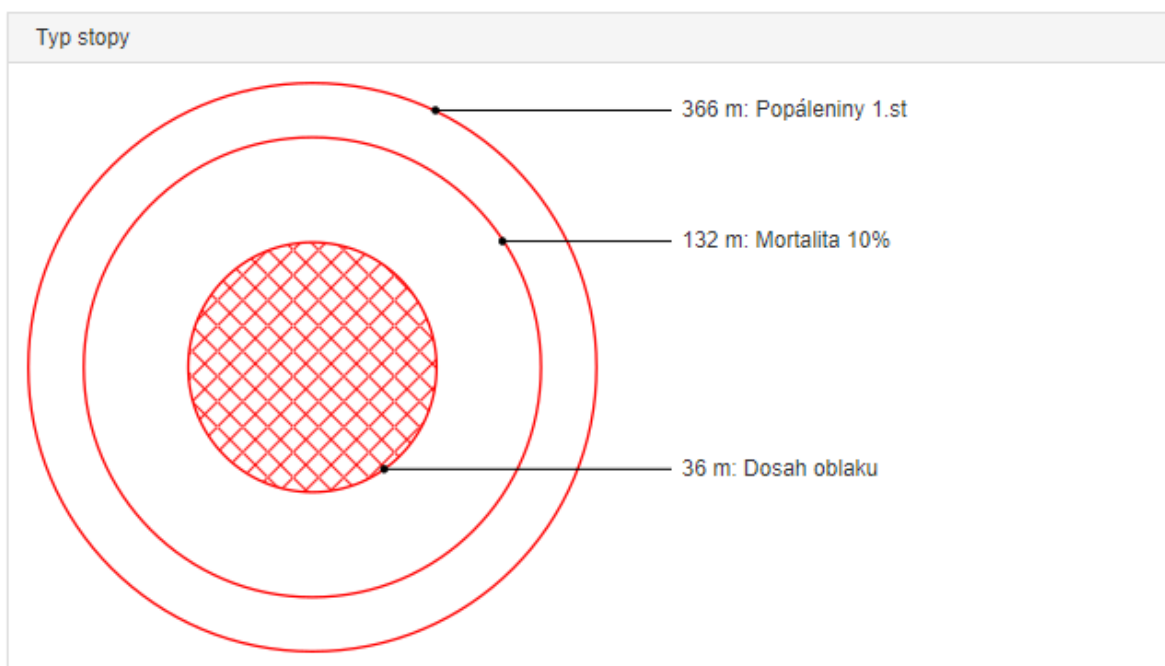
Software TerEx vypočítal ze zadaných údajů a informací ohrožení osob ve vzdálenostech, které jsou uvedené v obrázku 30.

Výsledek výpočtu	
Dosah oblaku	36 m
Trvání oblaku	5,67 s
Popáleniny 1.st	366 m
Mortalita 10%	132 m
Mortalita 50%	115 m
Zápal suchého dřeva	148 m
Narušení pevnosti oceli	90 m

Obrázek 31 Výsledky výpočtu úniku ethylenu

Zdroj: TerEx, ©2017

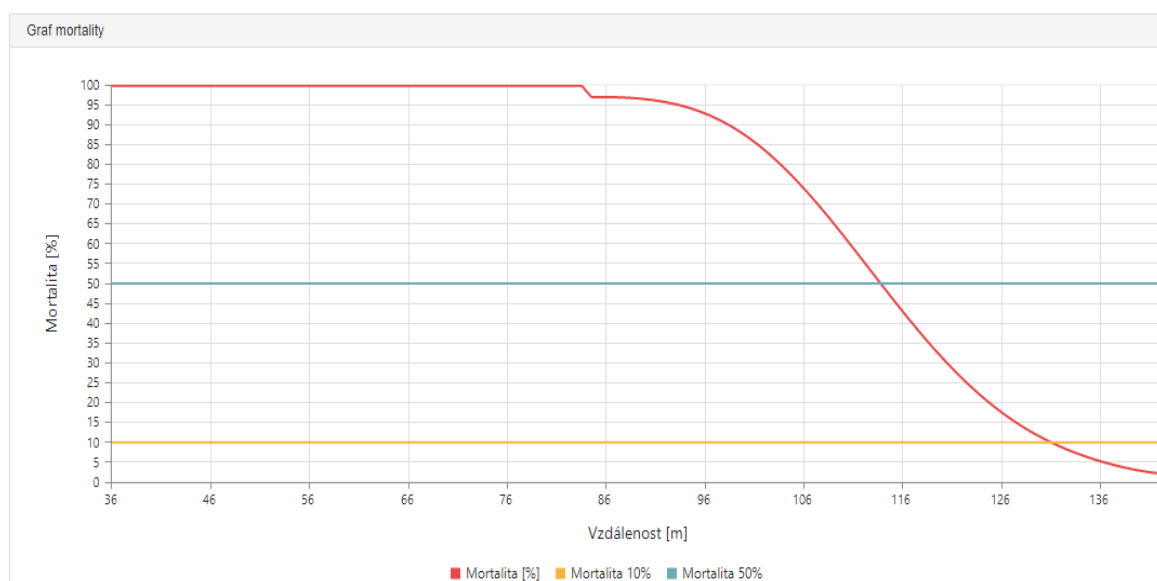
Následující vyhodnocení získané pomocí softwaru TerRex, jaké ohrožení osob může způsobit popáleniny I. stupně erytém – zčervenání (Ferko, Šubrt a Dědek, 2015), vzdálenost mezi mortalitou 10 % a 50 % není nějak široká.



Obrázek 32 Typ stopy

Zdroj: TerEx, ©2017

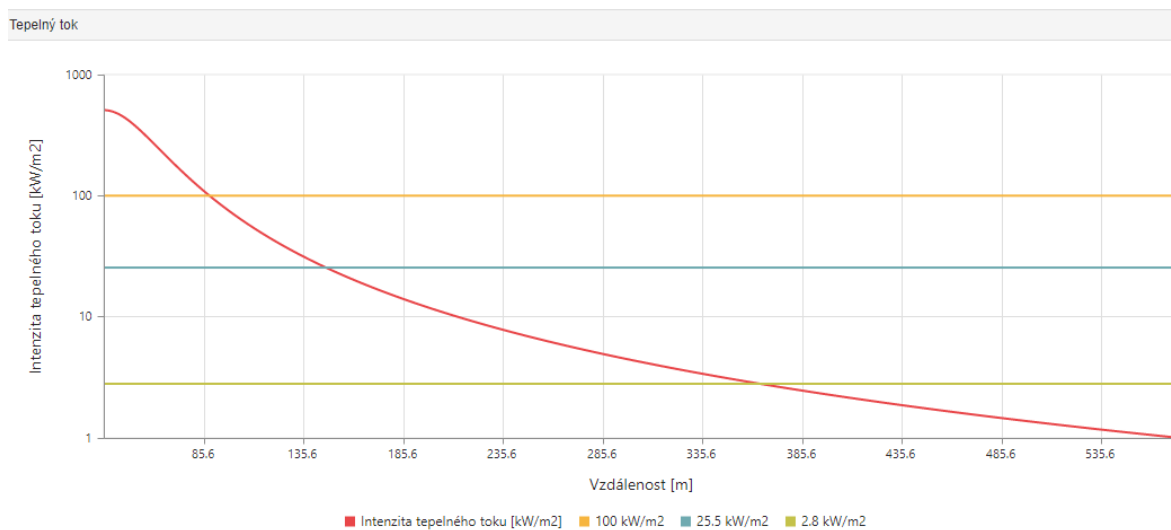
Postižení osob jak je znázorněno na obrázku 32 může vyústit v popáleniny I. stupně (erythém – zčervenání), první pomoc spočívá v technické první pomoci – přerušit kontakt s termickou noxou, vyproštění osoby ze zamořeného prostoru, zajištění horizontální polohy, krytí sterilním obvazem nebo speciální roušku a obličejovými maskami s chladivým účinkem (postiženého chránit před prochlazením), terapie spočívá v úlevě od bolesti (analgezie), popáleniny I. stupně se zpravidla zhojí do 2-3 týdnů spontánní epitelizací (hojení ran) (Ferko, Šubrta Dědek, 2015).



Obrázek 33 Mortalita

Zdroj: TerEx, ©2017

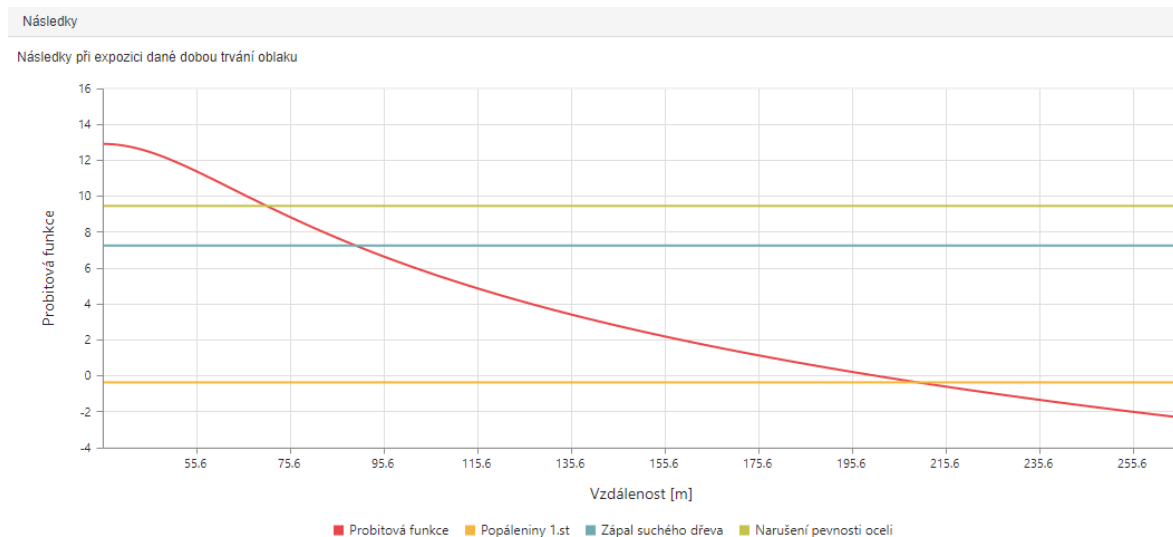
Obrázek 33 znázorňuje závislost úmrtnosti osob na vzdálenosti od epicentra v procentech.



Obrázek 34 Tepelný tok

Zdroj: TerEx, ©2017

Obrázek 34 prezentuje závislost tepelného toku na vzdálenosti od nádrže ethylenglykolu. Dále je zde uveden dosah oblaku a tepelný tok na povrchu oblaku.



Obrázek 35 Následky havárie úniku ethylenu

Zdroj: TerEx, ©2017

Obrázek 35 představuje následky klesající se vzdáleností od epicentra. Účinky tepelné radiace (mortalita, zápal dřeva, narušení oceli) jsou vyhodnocovány pomocí probitové funkce, která integruje působení tepelného toku ve zvoleném časovém intervalu.

Ohrožené objekty a osoby

Stejným způsobem byl proveden výpočet ohrožených objektů a počet osob v zasažené oblasti nebezpečnou chemickou látkou.

Zasaženými objekty jsou:

- oblast okolí zimního stadionu: v době úniku se zde nikdo nepohyboval, 0 osob,
- část lehkotletického stadionu Romana Šebrleho: stadion se na noc zamyká, 0 osob,
- skatepark u zimního stadionu: na noc se zamyká, 0 osob,
- zahrádkářská kolonie: 0 osob,
- část zemědělské půdy: 0 osob,
- Krátký rybník: 0 osob,
- Ulice: T. G. Masaryka, Franze Kafky, Karla Čapka, Petra Bezruče, Jilemnického, Rybniční, U stadionu, Kežmarská, Za Střelníci, celkem 90 rodinných domů. Předpokládá se na jeden rodinný dům 4 osoby.

Celkem 360 osob ve vyznačené oblasti.

12 ANALÝZA STROMU PORUCHOVÝCH STAVŮ (FTA-FAUL TREE ANALYSIS)

Metoda analýzy stromu poruchových stavů (FTA - Fault tree analysis) je postup založený na systematickém zpětném rozboru událostí za využití řetězce příčin, které mohou vést k vybrané vrcholové události. Metoda FTA je graficko-analytická popř. graficko-statistická metoda. Názorné zobrazení stromu poruch představuje rozvětvený graf s dohodnutou symbolikou a popisem. Hlavním cílem analýzy metodou stromu poruch je posoudit pravděpodobnost vrcholové události s využitím analytických nebo statistických metod. Proces dedukce určuje různé kombinace hardwarových a softwarových poruch a lidských chyb, které mohou způsobit výskyt specifikované nežádoucí události na vrcholu (Analýza stromu poruch, ©2016-2022).












Historie

Analýza stromu poruchových stavů byla vytvořena a poprvé použita H. A. Watsonem v roce 1962, který pracoval pro společnost Bell Laboratories na armádní zakázce. Jednalo se o startovací řídicí systém mezikontinentální balistické rakety Minuteman 1. Analýza byla efektivní, a proto byla o rok později aplikována na celý systém projektu rakety Minuteman 2. Ve veřejné (komerční) sféře byla poprvé analýza FTA použita společností Boeing v roce 1966, a to pro civilní letectví. Analýza FTA dokáže obsáhnout i složité systémy, používá se proto i v jaderné energetice, či v kosmonautice (Knop, ©2011).

Norma ČSN EN 61025

Analýza stromu poruchových stavů hodnotí poruchové stavy většinou technických zařízení, a to především zařízení, jejichž poruchy mohou mít fatální dopad na zdraví obyvatelstva či životní prostředí (letectví, jaderná energetika, atd.). Z tohoto a mnoha dalších důvodů bylo zapotřebí sjednotit postupy a terminologii této analýzy. Tak vznikla překladem evropské normy česká technická norma ČSN EN 61025. Předmětem této normy je popis FTA v podobě vymezení základních principů, popisu a vysvětlení příslušného matematického modelování, vztahů k dalším technikám modelování bezporuchovosti, popisu jednotlivých kroků při analyzování, identifikace aktivních členů, identifikace a popis používaných značek (Knop, ©2011).

Symboly analýzy FTA

Doporučená značka	Alternativní značka	Název a popis
		Blok s názvem nebo popisem vrcholové události (TOP jevu).
		Blok s názvem nebo popisem události (jevu), případně s uvedením pravděpodobnosti výskytu (pokud se to požaduje).
		Základní (primární) událost – událost, která se dále nedělí.
		Nerovně rozvíjená událost – událost, která není dále rozvíjena (zpravidla proto, že se to nepovažuje za nutné)
		Událost analyzovaná jinde – událost dále rozvíjená v jiném stromu poruch.
		Hradlo AND (a) – událost nastane pouze tehdy, když současně nastanou všechny vstupní události.
		Hradlo OR (nebo) – událost nastane tehdy, když nastane kterákoliv vstupní událost, nebo jejich libovolná kombinace.
		Zálohovaná struktura – událost nastane tehdy, jestliže nastane minimálně m z n vstupních událostí.

Obrázek 36 Symboly analýzy FTA

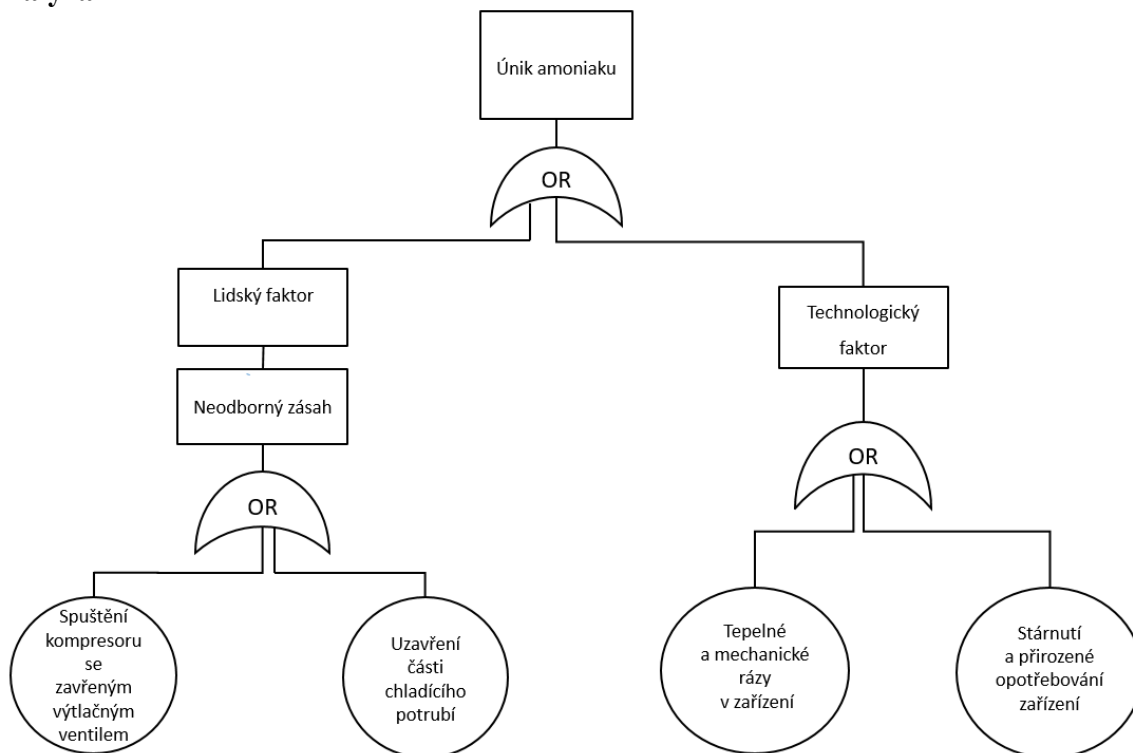
Zdroj: Řízení rizik, ©2022

Metoda FTA využívá pro své výpočty typy událostí a hradel (OR, AND a K/N), základní používané události (vrcholová událost (top event), normální událost (normal event) a základní událost (basic event), které jsou detailněji popsány v evropské normě ČSN EN 61025:2007 (01 0676) (Nožička, ©2016).

Pro případ havárie čpavkového chladicího zařízení na zimním stadionu se rozumí náhlý, nekontrolovaný únik části chladiva do prostoru strojovny nebo do venkovního prostoru. Za náhlý únik nelze považovat drobné úniky chladiva např. ucpávkami ventilů, netěsnostmi svárů, stejně jako odfuky pojistných ventilů zařízení. Mimořádné události většího rozsahu, např. rozsáhlé požáry, válečné události, při kterých by došlo k celkové destrukci zařízení nelze se proti nim zabezpečit (Havarijní plán, 2007).

Obrázek 37 uvádí hlavní možné příčiny havárie. Únik amoniaku mohl být vážným nebezpečím pro zimní stadion. Nejvážnějším ohrožením může být zdraví zaměstnanců, návštěvníků zimního stadionu a okolí zimního stadionu.

Analýza FTA



Obrázek 37 Strom poruchových stavů

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Strom poruchových stavů znázorňuje možné příčiny a faktory, které mohou vést k vrcholové události, v tomto případě úniku amoniaku. Termín havárie definuje ČSN 332320 jako takové porušení těsnosti a zpravidla i funkce zařízení, že zařízení musí být ihned odstaveno, popř. za použití ochranných a bezpečnostních opatření. Strojovna je vybavena havarijním tlačítkem, jímž lze veškerý přívod elektrické energie do zařízení v případě potřeby vypnut. Havarijní tlačítko je umístěno na snadno přístupném místě na únikové cestě ze strojovny. Strojovna je instalována nezávisle na jakýchkoliv jiných elektrických okruzích – havarijní větrání, které se dá uvést do činnosti havarijním tlačítkem. Havarijní ventilace a nouzové osvětlení strojovny je provedeno v nevybušném provedení (Technická zpráva, 2004).

13 KOMPARACE MODELOVÁNÍ V PROGRAMU ALOHA A TEREX

Porovnání výsledků modelování úniku amoniaku v programu Aloha a Terex je rozdílné již na první pohled. Práce v programu Aloha vůči Terexu je obtížnější a podrobnější. Program Aloha je v anglickém jazyce a může některým uživatelům činit potíže při pracování přičemž TerEx komunikuje v jazyku českém. Při zadávání základních informací v programu Aloha se prochází mnoha okny, do nichž vyplňujeme potřebné informace k modelování. V případě nevyplnění některé z dat, nás software upozorní a nemodeluje. Při zadávání meteorologických dat v softwaru zaklikneme příslušná data a softwarový nástroj vše vyplní automaticky. Další rozdíl mezi programy je v zakreslení do zón. Aloha vymezuje 3 zóny, červenou zónu jako nebezpečnou, oranžovou zónu ohrožení toxickou látkou a žlutou zónu doporučeného průzkumu. Výstup Aloha zobrazí na mapě a grafu. Program Terex je přehlednější a rychleji se dojde k výsledku. Výsledky jsou zobrazeny formou tabulek, kde najdeme všechny potřebné informace o úniku nebezpečné chemické látky, ohrožení osob, do jaké vzdálenosti musí být provedena evakuace. Tabulky, jsou přehledné a názorné. Program TerEx modeluje 2 zóny. Vymodeluje zónu ohrožení toxickou látkou, kde se evakuuje, a zónu doporučeného průzkumu. Ukázka tvarů výsečí je na následujícím obrázku.

**A****B**

Obrázek 38 Porovnání dvou SW nástrojů úniku NH₃ ze zimního stadionu
A) Aloha a B) TerEx

Zdroj: Aloha 2021, TerEx, ©2017

Obrázek 38 zobrazuje porovnání dvou SW nástrojů úniku NH₃ ze zimního stadionu, kde jsou znázorněné toxické noxy ve tvaru kruhu u SW Alohy a u SW TeRex ve tvaru výseče.

Porovnání výsledků softwarových nástrojů

Výsledky modelování u zvolených softwarových nástrojů, při úniku 200 kg amoniaku uvádí tabulka níže.

Tabulka 13 Porovnání výsledků modelování

Množství uniklého amoniaku	Vzdálenost ohrožení osob toxickou látkou		Doporučený průzkum		Počet ohrožených osob	
	ALOHA	TerEx	ALOHA	TerEx	ALOHA	TerEx
200 kg	1500 m	555 m	1500 m	832 m	200	2 164

Zdroj: Vlastní zpracování, 2022

Zóny ohrožení osob toxickou látkou jsou přibližné, doporučený průzkum se liší a počet ohrožených osob je také rozdílný. TerEx vyznačil urbanistickou část města, přičemž ALOHA nikoliv.

Provedená opatření na základě výsledků modelování úniku čpavku:

- záchrana a evakuace osob nacházejících se v nebezpečné zóně mimořádné události,
- v případě zasažení člověka nebezpečnou chemickou látkou, odstraní se ze zamořeného prostoru a poskytne se mu první pomoc,
- provede se zabezpečení proti dalšímu úniku nebezpečné látky,
- zajistí se uzavření příjezdové komunikace,
- čpavek z místa netěsnosti bude odvětrán.

První pomoc při úrazu čpavkem je ochrana života a zdraví osob, postižených čpavkem před příchodem lékaře a všech případech, kdy lékařská pomoc není rychle dosažitelná. Předlékařskou pomoc je nutno považovat za předběžné ošetření před ošetřením lékařským. Odchylný postup při provádění první pomoci je dovolen, nařídí-li to lékař (Havarijní plán, 2007).

14 NÁVRH OPATŘENÍ KE ZVÝŠENÍ ÚROVNĚ OCHRANY OBYVATELSTVA

Moderní doba vyžaduje vyspělou a spolehlivou technologii na provoz zimních stadionů. Požadavkem zadavatele bylo vypracovat projekt chladicího zařízení pro chlazení ledové plochy tak, aby bylo možno zařízení provozovat v automatickém provozu. V návrhu technologie bylo nepřímé chlazení ledové plochy, kdy množství amoniaku vůči přímému chlazení ledové plochy je mnohem menší a z toho vyplývá, že v případě úniku čpavku nebude zdraví obyvatelstva tolik ohroženo jako u přímého chlazení zimního stadionu. Ke zvýšení úrovně ochrany obyvatelstva je samotné chlazení ledové plochy, kdy čpavek byl nahrazen za ethylenglykol a v případě jeho úniku nebude zamořeno větší území a tudíž menší množství objektů a jejich obyvatelé.

K eliminaci rizika kladně přispívá čpavkové čidlo na stropu strojovny, které má dvě úrovně signalizace, 200 a 500 ppm. Ke zvýšení úrovně ochrany obyvatelstva a zkrácení doby dojezdu HZS, by bylo napojení varování na centrální pult HZS. V případě poruchy jakékoliv součásti chladicího zařízení např. při poruše ventilu dojde k automatickému zastavení chladicího zařízení.

Stálost pracovníků (brigádníků). Co nejmenší střídání brigádníků (spolehlivost). Mít kvalifikovaný personál, který je finančně motivován, protože pracovní doba je atypická vůči jiným profesím. Provozní doba stadionu je mnohdy do pozdních večerních hodin (22 hod.).

Zajistit častější preventivní servis a údržba zásobníků čpavku, ethylenglykolu, ventilů, kompresorů. Lepší zabezpečení vstupu do strojovny – čip, kód. Zvýšení zabezpečení vstupu do objektu. Zajištění u vstupních dveří elektronické karty pro zaměstnance. Zvýšení zabezpečení objektu proti vandalismu kamerovým systémem napojeným na centrální pult ostrahy (Městská policie). Pravidelné cvičení HZS Pardubického kraje simulace úniku nebezpečné chemické látky ze zimního stadionu v pravidelných pětiletých intervalech.

Webové stránky a vstup zimního stadionu zcela opomíjejí informace pro návštěvníky zimního stadionu v případě úniku nebezpečné chemické látky. Navrhla jsem informační list, který bude umístěn na webové stránky (Příloha III), vyvěšený na viditelném místě u vstupu na ledovou plochu. Dále brožuru (Příloha IV), kterou budou mít návštěvníci online na webových stránkách a k dispozici u vstupu na stadion. Varování veřejnosti před

bezprostředním nebezpečím za pomoci sms a v případě nevlastnění mobilního telefonu informovat nejbližší osobu respektive souseda na který je kontaktní telefonní číslo. Brožura bude vložena do poštovní schránky každé domácnosti v zasažené oblasti (rodinný dům, panelový dům). Informační list bude vyvěšen na dobře viditelném místě u vstupu do panelového domu. Uspořádat přednášky pro střední odborné učiliště a mateřskou školu s uzpůsobením věku posluchačů. Pro střední odborné učiliště formou přednášky, fotografie z cvičení záchranných složek při úniku nebezpečné chemické látky. U mateřské školy zábavnou formou ukázky jak se chovat při úniku nebezpečné chemické látky. Ukázky práce policie, hasičů, záchranářů.

ZÁVĚR

Diplomová práce se věnovala problematice úniku vybraných nebezpečných chemických látek a jejich účinky na lidský organismus z chlazení ledové plochy Haly Bóži Modrého v Lanškrouně. Cílem práce bylo navrhnout opatření ke zvýšení úrovně ochrany obyvatelstva před únikem a účinky nebezpečné chemické látky.

Analýza rizik byla provedena na základě přírodních a technogenních vlivů. Slabé a silné stránky organizace byly zjištěny prostřednictvím SWOT analýzy. Výstavbou zimního stadionu bylo dosaženo silných stránek organizace výběrem nepřímého chlazení. Množství čpavku vůči přímému způsobu chlazení ledové plochy je podstatně menší (v tomto případě 200 kg) než u přímého chlazení ledové plochy, kde se používá např. 6 000 kg čpavku.

Modelová situace úniku nebezpečných chemických látek ukázala, jak se amoniak a ethylenglykol chová. Program ALOHA a TerEx byly použity k modelování úniku nebezpečné chemické látky. Komparace výsledků modelování v programu ALOHA a TerEx ukázala rozdílnost výpočtů vzdálenosti úniku nox. Modelování v programu ALOHA vzhledem ke strategické poloze zimního stadionu a meteorologickým podmínkám únik toxické noxy zasáhl 1,5 km vzdálenou obec, která je řídko osídlena a dávka (koncentrace) uniklé látky se pohybovala na takové úrovni, která by neměla způsobit vážné zdravotní potíže tamního obyvatelstva. Software ALOHA omezil dobu trvající koncentraci na 60 minut. Při zobrazení v delším časovém horizontu jsem mohla získat větší představu o průběhu situace, která mohla být nápomocna jak pro zasahující složky tak pro samotné obyvatelé zasažené oblasti a lepší psychické zvládnutí situace. Program Terex namodeloval vzdálenosti o něco kratší než program ALOHA. Kritická zóna softwarem ALOHA uniklého ethylenglykoku nebyla zobrazena vzhledem k uniklému množství, tudíž k ohrožení obyvatelstva nedošlo a personál byl schopen uniklé množství likvidovat vlastními silami. Personál při likvidaci toxické substance použil předepsané ochranné prostředky. Použité fotografie v diplomové práci byly pořízeny vlastním mobilním telefonem se souhlasem správce zimního stadionu panem Ing. Jiřím Černým.

Navrhla jsem Informační list (Příloze III) pro návštěvníky zimního stadionu, který by mohl být umístěn na webové stránky a u vchodu na ledovou plochu Sportovní haly B. Modrého. Informační list jsem sestavila tak, aby uvedeným informacím porozuměla laická veřejnost, jednoduchou, jasnou a srozumitelnou formou. Na webových stránkách

a u vchodu do haly bude umístěna brožura (Příloha IV) s informacemi jak se chovat při úniku nebezpečné chemické látky.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

About us, 2022. *GEA* [online]. Německo: Gea [cit. 2022-04-07]. Dostupné z: <https://www.gea.com/en/company/about-us/index.jsp>.

ADLIMOGHADDAM, Aida, 2016. Ammonia as a Potential Neurotoxic Factor in Alzheimer's Disease. *Frontiers in Molecular Neuroscience* [online]. **9(57)**, 1-11 [cit. 2022-04-25]. Dostupné z: doi:doi.org/10.3389/fnmol.2016.00057.

Albrecht J., 2007. *12 Toxicita amoniaku v centrálním nervovém systému*. In: Lajtha A., Oja SS, Schousboe A., Saransaari P. (eds.) *Handbook of Neurochemistry and Molecular Neurobiology*. Springer, Boston, MA https://doi.org/10.1007/978-0-387-30373-4_12.

Analýza stromu poruch, Copyright © 2016 - 2022. *Znalostní systém prevence rizik v BOZP* [online]. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/prevence-rizik/rizika-a-nebezpeci/371-metody-hodnoceni-rizik>.

Anhydrous ammonia pulmonary toxicity: A significant farming hazard, 2017. *Kroniky Southwest Respiratory and Critical Care* [online]. Texas: The Department of Internal medicine at Texas Tech University Health Sciences Center in Lubbock, TX., **19(5)**, 35-38 [cit. 2022-03-15]. Dostupné z: doi:10.12746/swrccc.v5i19.385.

Bezpečnostní list, ©2012. TEAK Napouštěcí olej. Praha. Dostupné z: https://uloziste.primalex.cz/gallery/teak_napou%C5%A1t%C4%9Bc%C3%AD_olej.pdf

Bezpečnostní list Ethylenglykol, ©2013. Ostrava. Dostupné také z: https://www.mach-chemikalie.cz/images/download/old_file/91/ethylenglykol.pdf

Bezpečnostní list, ©2022. Amoniak. Verze: 2.1. Praha: Linde. BL č.: 000010021772. Dostupné z: https://www.linde-gas.cz/cs/images/Amoniak_tcm79-632304.pdf

Co je otrava ethylenglykolem?, [b. r]. *Netinbag.com* [online]. [cit. 2022-03-13]. Dostupné z: <https://www.netinbag.com/cs/health/what-is-ethylene-glycol-poisoning.html>.

Česko, 2000. Zákon č. 258/2000 Sb., Zákon o ochraně veřejného zdraví. In: *Sbírka zákonů České republiky*. [online]. [cit. 2022-04-16]. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-258?text=258%2F2000>.

Česko, 2011. Zákon č. 350/2011 Sb., Zákon o chemických látkách a chemických směsí a o změně některých zákonů (chemický zákon). In: *Sbírka zákonů České republiky*. [online]. [cit. 2022-02-16]. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-350>.

Česko, 2008. Vyhláška č. 23/2008 Sb., Vyhláška o technických podmínkách požární ochrany staveb. In: *Sbírka zákonů České republiky*. [online]. [cit. 2022-04-16]. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-23#p10>.

Česko, 2013. Vyhláška č. 61/2013 Sb. o rozsahu informací poskytovaných o chemických směsích, které mají některé nebezpečné vlastnosti, a o detergentech. In: *Sbírka zákonů České republiky*. Dostupné také z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2013-61>.

Ethylene Glycol Regeneration Plan: A Systematic Approach to Troubleshoot the Common Problems, 2013. *Journal of Chemical Engineering* [online]. **27**(1), 21.-26 [cit. 2022-02-02]. ISSN ISSN 2221-7436. Dostupné z: [doi:doi.org/10.3329/jce.v27i1.15853](https://doi.org/10.3329/jce.v27i1.15853).

FERKO, Alexander, Zdeněk ŠUBRT a Tomáš DĚDEK, 2015. *Chirurgie v kostce* [online]. 2. Praha: Grada [cit. 2022-04-06]. ISBN 978-80-247-9042-8. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/chirurgie-v-kostce-841935/#>.

HAMPL, Aleš, 2013. *Možná ohrožení a krizová opatření města Lanškroun*. Lanškroun.

HANÁK, Jiří, 2013. *Vyhodnocení dopadu havárie s únikem amoniaku ze zimního stadionu ve Zlíně* [online]. Uherské Hradiště [cit. 2022-03-26]. Dostupné z: <https://theses.cz/id/5k2c1n/>. Bakalářská práce (Bc.). Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.

Havarijní plán, 2007. Lanškroun.

HORÁK, Jan a Aleš KUDLÁK, 2007. Pomůcka: Pro využívání softwaru pro rychlý odhad následků havárií a teroristických útoků. České Budějovice. Dostupné také z: <https://docplayer.cz/41525929-Pomucka-pro-vyuzivani-softwaru-pro-rychly-odhad-nasledku-havarii-a-teroristicky-utoku.html>.

HRABAL, Ivan, 2018. *Toxikologie a legislativa ČR a EU I* [online]. In: Ústí nad Labem: Univerzita J. E. Purkyně [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: https://chemistry.ujep.cz/userfiles/files/Toxikologie_legislativa_CR_EU.pdf.

Chemické faktory: Účinky chemických látek a hodnocení rizik, © 2016 - 2022. Zsbozp znalostní systém prevence rizik v bozp [online]. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce [cit. 2022-04-05]. Dostupné z: <https://zsbozp.vubp.cz/pracovni-prostredi/rizikove-faktory/chemicke-faktory/243-chemicke-latky>.

Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek, 2021. *Ministerstvo vnitra České republiky* [online]. Praha: MV-generální ředitelství HZS ČR [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: <https://www.mvcr.cz/clanek/chovani-obyvatelstva-v-pripade-havarie-s-unikem-nebezpecnych-chemickych-latek.aspx>.

Immediately Dangerous To Life or Health (IDLH) Values, 2019. *Centers for Disease Control and Prevention* [online]. USA: U.S. Department of Health & Human Services [cit. 2022-03-22]. Dostupné z: https://www-cdc.gov.translate.googleusercontent.com/translate/g/translate?_x_tr_sl=en&_x_tr_tl=cs&_x_tr_hl=cs&_x_tr_pto=op,sc.

Karcinogenní, 2022. *Linkos* [online]. Praha: Nakladatelské a tiskové oddělení ČLS JEP [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://www.linkos.cz/slovnicek/kancerogen-karcinogen-kancerogenni-karcinogenni/>.

KOFI ASANTE-DUAH, 2017. *Public Health Risk Assessment for Human Exposure to Chemicals*. 00027. ISBN 9789402410372. Dostupné také z: <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=edsebk&an=1540960&scope=sie>.

KUTÁLKOVÁ, Zuzana, 2013. *Vymezení pojmu* [online]. Brno [cit. 2022-01-30]. Dostupné z: https://is.muni.cz/th/hl6hw/Diplomova_prace.pdf. Diplomová práce. Masarykova universita.

LACINA, Petr, 2013. *Nebezpečné chemické látky a směsi*. Brno: Masarykova universita. ISBN 978-80-210-6475-1.

Mapy.cz, 2022. <https://mapy.cz/letecka?x=16.6024727&y=49.9173302&z=15&l=0> [online]. Seznam: Seznam.cz [cit. 2022-05-05]. Dostupné z: <https://mapy.cz/letecka?x=16.6024727&y=49.9173302&z=15&l=0>

MV-GŘ HZS ČR. *Ochrana člověka za mimořádných událostí: Příručka pro učitele základních a středních škol*. Praha: Ministerstvo vnitra generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2003. Č. j. 12050/03-22 ze dne 4. 3. 2003 ISBN 80-86640-08-6.

NAVRÁTILOVÁ, Ladislava, 2014. OCHRANA OSOB PŘI ÚNIKU TOXICKÉ CHEMICKÉ LÁTKY VE VEŘEJNÉM OBJEKTU. *THE SCIENCE FOR POPULATION PROTECTION* [online]. 2013(4), 1-12 [cit. 2022-03-09]. ISSN ISSN 1803-635X. Dostupné z: <http://www.population-protection.eu/prilohy/casopis/17/125.pdf>.

Nebezpečné chemické látky, 2015. *Výzkumný ústav bezpečnosti práce, v. v. i.* [online]. Praha: Ministerstvo práce a sociálních věcí [cit. 2022-03-08]. Dostupné z: https://www.mpsv.cz/documents/20142/953327/Nebezpecne_chemicke_latky_vetsi_format.pdf/b676771c-9b9b-10c7-6d10-b8782a84a0bc.

Nové symboly pro značení chemických látek a směsí, 2015. *GUARD7* [online]. Guard7 [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: <https://www.guard7.cz/novinky/260-znaceni-chemickych-latek-a-smesi-od-1-dot-6-2015>.

NOŽIČKA, Jakub, 2016. Aplikace řešící spolehlivost systémů metodou stromu poruchových stavů (FTA) [online]. Liberec [cit. 2022-05-25]. Dostupné z: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/49738/V_03317_M.pdf?sequence=4.
Diplomová práce. TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI.

Obecná chemie, [b. r.]. *Chemické látky a jejich vlastnosti* [online]. [cit. 2022-03-14]. Dostupné z: <https://soslitovel.cz>.

Obecné zásady chování při mimořádné události, 2015. *MĚSTO LANŠKROUN* [online]. Lanškroun: Oddělení cestovního ruchu a veřejné informovanosti [cit. 2022-05-02]. Dostupné z: <https://www.lanskroun.eu/obecne-zasady-chovani-pri-mimoradne-udalosti/d-1225>.

OBOLECKÝ, Zdeněk, 2019. *Protokol*. Hlinsko.

Otrava čpavkem, 2020. *SYMPTOMY* [online]. Brno: Encyklopedie nemocí a jejich příznaků [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: <https://www.symptomy.cz/otrava-cpavkem>.

PATOCKA, Jiri a Kamil KUA, 2014. IRRITANT COMPOUNDS: RESPIRATORY IRRITANT GASES. *Military Medical Science Letters* [online]. 83(2), 73-82 [cit. 2022-03-12]. ISSN 0372-7025. Dostupné z: doi:10.31482/mmsl.2014.012.

PELCLOVÁ, Daniela, b. r. Zásady pro poskytování první pomoci při expozici chemickým látkám. *KHS JmK* [online]. Brno: KHS JmK [cit. 2022-02-08]. Dostupné z: https://www.khsbrno.cz/index.php?stav_menu=otravy.

Plicní edém, 2011. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK* [online]. Praha: Štefánek [cit. 2022-03-29]. Dostupné z: <https://www.stefajir.cz/plicni-edem>.

POLÍVKA, Lubomír, Otakar J. MIKA a Josef SABOL. *Nebezpečné chemické látky a průmyslové havárie*. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2017. ISBN 978-80-7251-467-0.

Porozumět nařízení CLP, b. r. *ECHA european chemicals agency* [online]. Finland: European Chemicals Agency [cit. 2022-03-11]. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/regulations/clp/understanding-clp>.

Porozumět nařízení REACH, b. r. *ECHA european chemicals agency* [online]. Finland: European Chemicals Agency [cit. 2022-03-11]. Dostupné z: <https://echa.europa.eu/cs/regulations/reach/understanding-reach>.

Povinnosti vedoucích Zimních Stadionů, 2012. *Sdružení zimních stadionů* [online]. Praha: Sdružení zimních stadionů [cit. 2022-04-26]. Dostupné z: <http://www.szs.cz/obsah/povinnosti-vedoucich-zimnich-stadionu>.

Požárně bezpečnostní řešení stavby, 2003. Třebíč.

RIDZONĚ, P. a D. PELCLOVÁ, 2015. [Intoxikace ethylenglykolem]. *Intoxikace ethylenglykolem* [online]. Praha: Klinika nemocí z povolání 1.LF UK a VFN Neurologické oddělení TN [cit. 2022-03-13]. Dostupné z: http://www.szu.cz/uploads/Vzdelavaci_akce/CHPPL/DPN_151014/3_Ridzon.pdf.

ŘEHÁK, David, Bohumil MARTÍNEK a Petra LEGIERSKÁ, 2019. *Ochrana obyvatelstva v kontextu aktuálních bezpečnostních hrozeb*. 2. rozšířené vydání. Ostrava: Sdružení požárního bezpečnostního inženýrství. ISBN 978-80-7385-220-7.

Řízení rizik, 2022. *Docplayer* [online]. DocPlayer.cz [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: <https://docplayer.cz/6608301-Rizeni-rizik-technologicka-rizika-zakladni-metody-jejich-odhadu-a-opatreni-k-jejich-prevenci-a-minimalizaci.html>.

SMITH, Yolanda, 2021. What is Toxicology?. *News medical life sciences* [online]. AZoNetwork: AZoNetwork [cit. 2022-02-01]. Dostupné z: <https://www.news-medical.net/health/What-is-Toxicology.aspx>.

Sportovní hala B. Modrého, 2019. *Sportovní hala B. Modrého* [online]. Lanškroun [cit. 2022-05-03]. Dostupné z: <http://www.zslan.cz/>.

Standardní věty o nebezpečnosti (tzv. H věty), 2016. *Státní zdravotní ústav* [online]. Praha: Státní zdravotní ústav [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: <http://www.szu.cz/tema/standardni-vety-o-nebezpecnosti-tzv-h-vety>.

STRAŽEVSKÁ, Eva, [b. r]. Otrava methanolem a ethylenglykolem. *AKTUALNE.CZ* [online]. Brno: Fakultní nemocnice Brno [cit. 2022-03-13]. Dostupné z: <https://www.akutne.cz/res/publikace/otrava-etanolem-a-etylenglykolem-eva-strazevska.pdf>.

ŠVELA, Kamil a Ševčík PAVEL, 2011. *Akutní intoxikace v intenzivní medicíně* [online]. 2. vydání. Praha: Grada [cit. 2022-04-02]. ISBN 978-80-247-7227-1. Dostupné z: <https://www.bookport.cz/e-kniha/akutni-intoxikace-a-lekova-poskozeni-v-intenzivni-medicine-837016/>.

ŠPLÍCHALOVÁ, MUDr. Anna, 2020. Chemické látky a směsi. *EVNI.profi.cz* [online]. Praha: Verlag Dashöfer [cit. 2022-03-11]. Dostupné z: <https://www.enviprofi.cz/33/chemicke-latky-a-smesi-uniqueidmRRWSbk196FNf8-jVUh4EIdaKU2cPzBGH-knTCzo2MACD-vMUnwPlw/>.

ŠTEFÁNEK, Jiří, 2011. Otrava etylenglykolem. *Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK* [online]. Praha: Medicína, nemoci, studium na 1. LF UK [cit. 2022-03-12]. Dostupné z: <https://www.stefajir.cz/otrava-etylenglykolem>.

ŠVÁBOVÁ, Květa, 2015. *Vybrané kapitoly z pracovního lékařství - díl 4* [online]. Praha: Institut postgraduálního vzdělávání ve zdravotnictví, s. 1-98 [cit. 2022-03-11]. ISBN

CZ.1.04/1.1.00/D3.00004. Dostupné z: <https://www.ipvz.cz/seznam-souboru/2358-vybrane-kapitoly-z-pracovniho-lekarstvi-dil-4.pdf>.

Technická zpráva, 2004. *Víceúčelová sportovní hala s ledovou plochou*. Lanškroun.

TERoristický EXpert, © 2017 T-SOFT. *T-soft* [online]. Praha: T-soft [cit. 2022-03-22]. Dostupné z: <https://www.tsoft.cz/teroristicky-expert/>.

The Facts About Ammonia, 2021. *NEW YORK STATE* [online]. New York State [cit. 2022-03-21]. Dostupné z: https://www.health.ny.gov/environmental/emergency/chemical_terrorism/ammonia_tech.htm.

KNOP, Jiří. 2011. *Určení kritičnosti základních událostí FTA*, [online], 2011. Liberec [cit. 2022-05-11]. Dostupné z: https://dspace.tul.cz/bitstream/handle/15240/10838/bc_20353.pdf?sequence=1. Bakalářská práce. TECHNICKÁ UNIVERZITA V LIBERCI.

Urgentní medicína [online], 2018. **21**(1) [cit. 2022-03-12]. ISSN 1212-1924.

Zásady provádění evakuace v Jihomoravském kraji, © 2020. *Krizport* [online]. Brno: MV-generální ředitelství HZS ČR [cit. 2022-03-09]. Dostupné z: www.krizport.cz/soubory/data/dokumenty/zasady-provadeni-evakuace-v-jihomoravskem-kraji.

Značení chemických látek a směsí, 2021. *CIVOP* [online]. Praha [cit. 2022-01-25]. Dostupné z: <https://www.civop.cz/var/files/070baed1f0-0180fa1bcaf57785f030467f4bf51e6d.jpg>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

ARDS	acute respiratory distress syndrome (syndrom akutní dechové nedostatečnosti)
-BE	Přebytek bazí (base excess)
CAS	Chemical Abstrakt Service
CLP	Classification, Labelling and Packaging) - klasifikace, označování a balení
CNS	centrální nervový systém
EHS	Evropské hospodářské společenství
EINECS	Evropský seznam existujících obchodovaných chemických látek (European Inventory of Existing Commercial Chemical Substances)
ELINCS	European List of Notified Chemical Substances - registr chemických látek v EU
FTA	analýza stromu poruchových stavů (Fault tree analysis)
GHS	globálně harmonizovaný systém
GIS	geografický informační systém
HD	hemodialýza
IZS	integrovaný záchranný systém
LD50	smrtelná dávka (lethal dose)
MU	mimořádná událost
NIOSH	National Institute for Occupational Safety & Health (Národní institut pro bezpečnost a ochranu zdraví při práci)
NOAA	National Ocean Service, Office of Response and Restoration (Národní oceánská služba, Úřad pro reakci a obnovu)

NPK – P	nejvyšší přípustná koncentrace
OSHA PEL	Správa bezpečnosti a ochrany zdraví při práci
OOPP	osobní ochranné pracovní prostředky
PEL	přípustný expoziční limit
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and restriction of CHemicals) registrace, evaluace a autorizace chemických látek
REL	hranice doporučená expozice je pracovní expoziční limit doporučený OSHA
SEVESO	Směrnice o řízení nebezpečí závažných havárií (při nichž jsou přítomny nebezpečné látky)
TB 1/2	Doba vylučování chemických škodlivin z organismu, závisí na biologickém poločase jednotlivých látek (z ang. time biological-biologický čas)
TL	tlaková láhev

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Značení chemických látek a směsí	24
Obrázek 2 Symboly pro značení chemických látek a směsí podle CLP (Classification, Labelling and Packaging).....	28
Obrázek 3 Výstražné symboly pro ethyleglykol.....	32
Obrázek 4 Symboly města.....	38
Obrázek 5 Firmy s chemickou látkou.....	40
Obrázek 6 Firmy s chemickou látkou	40
Obrázek 7 Hala B. Modrého Lanškroun	41
Obrázek 8 Sportovní hala	43
Obrázek 9 Umístění stadionu ve městě	43
Obrázek 10 Zásobník čpavku ve strojovně.....	45
Obrázek 11 Pístový kompresor GEA Grasso, typ RCU 810	45
Obrázek 12 Vstup do strojovny	53
Obrázek 13 Hasicí zařízení, detektor úniku amoniaku.....	54
Obrázek 14 Hasicí zařízení	55
Obrázek 15 Silné stránky.....	61
Obrázek 16 Slabé stránky.....	62
Obrázek 17 Textový soubor úniku amoniaku	66
Obrázek 18 Přenos modelu do programu MARPLOT	67
Obrázek 19 Toxické zóny ohrožení	67
Obrázek 20 Zadávací podmínky.....	71
Obrázek 21 Zóny ohrožení.....	72
Obrázek 22 Textový soubor úniku amoniaku	74
Obrázek 23 Oblast doporučeného průzkumu toxické koncentrace.....	75
Obrázek 24 Výsledek výpočtu.....	75
Obrázek 25 Typy stopy.....	76
Obrázek 26 Doporučený průzkum.....	76
Obrázek 27 Možný výbuch.....	77
Obrázek 28 Ohrožení výbuchem.....	78
Obrázek 29 Textový soubor úniku ethylenu	80
Obrázek 30 Zobrazení úniku ethylenu na mapě.....	80
Obrázek 31 Výsledky výpočtu úniku ethylenu.....	81

Obrázek 32 Typ stopy.....	81
Obrázek 33 Mortalita.....	82
Obrázek 34 Tepelný tok.....	82
Obrázek 35 Následky havárie úniku ethylenu	83
Obrázek 36 Symboly.....	85
Obrázek 37 Strom poruchových stavů.....	86
Obrázek 38 Porovnání dvou nástrojů úniku NH ₃ ze zimního stadionu A) Aloha a B) TerEx	87

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1 Fyzikální vlastnosti čpavku.....	26
Tabulka 2 Příklady úniku čpavku v ČR.....	28
Tabulka 3 Vlastnosti ethylenglykolu.....	31
Tabulka 4 Informace o stadionu	41
Tabulka 5 Kontakty.....	49
Tabulka 6 Doporučené ochranné prostředky před expozicí NH ₃	52
Tabulka 7 SWOT analýza	58
Tabulka 8 SWOT analýza numerická.....	59
Tabulka 9 Silné stránky	60
Tabulka 10 Váhy slabých stránek.....	61
Tabulka 11 SWOT analýza-vzájemné vztahy	62
Tabulka 12 Zóny ohrožení.....	67
Tabulka 13 Porovnání výsledků scénáře.....	86

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Požární evakuační plán

Příloha P II: Grafická část evakuačního plánu 1. NP

Příloha P III: Informační list

Příloha P IV: Brožura

PI: POŽÁRNÍ EVAKUAČNÍ PLÁN

POŽÁRNÍ EVAKUAČNÍ PLÁN

Technické služby, Lanškroun, s.r.o.
Zimní stadion

ORGANIZACE A MÍSTO ŘÍZENÍ EVAKUACE

- O nutnosti vyhlášení evakuace rozhodne odpovědný vedoucí. Popřípadě osoba, která zpozoruje požár.
- Evakuace bude řízena z kanceláře vedoucího a bude vyhlášena ústně.

OSOBY A PROSTŘEDKY URČENÉ K PROVÁDĚNÍ EVAKUACE

- Ostatní zaměstnanci zajistí evakuaci všech osob z ohroženého prostoru, zajistí otevíření všech dveří a zodpovídají za to, že jsou ohrožené prostory zcela opuštěny.
- Vypnutí el. proudu a plynu provede odpovědný vedoucí. Po příjezdu HZS informuje o vypnutí velitele zásahu.
- Zvláštní pozornost je potřeba věnovat osobám se sníženou schopností pohybu.

CESTY A ZPŮSOBY EVAKUACE OSOB, SHROMAŽĎOVACÍ MÍSTA

- Evakuace bude probíhat po nejbližší dostupné únikové cestě nebo schodišti, ve vyznačených směrech úniku, ven, na volné prostranství. Evakuace proběhne jako současná.
- Všechny osoby se po ukončení evakuace všech prostor shromáždí ke kontrole počtu osob na parkovišti před objektem.
- Kontrolu počtu evakuovaných osob provedou ostatní zaměstnanci.

ZPŮSOB ZAJIŠTĚNÍ PRVNÍ POMOCI

- Přivolání a poskytnutí první pomoci zajistí odpovědný vedoucí.
- Při poskytování první pomoci se postupuje dle pokynů operátora tísňové linky.
- Tísňová linka – lékařská záchranná služba: ☎ 155

V Lanškrouně dne 17.11.2017

Zpracoval: Jiří Tribula-OZO

Č. v kat. Z-OZO-26/2015

TRIMAS, s.r.o.

Jungmannova 11

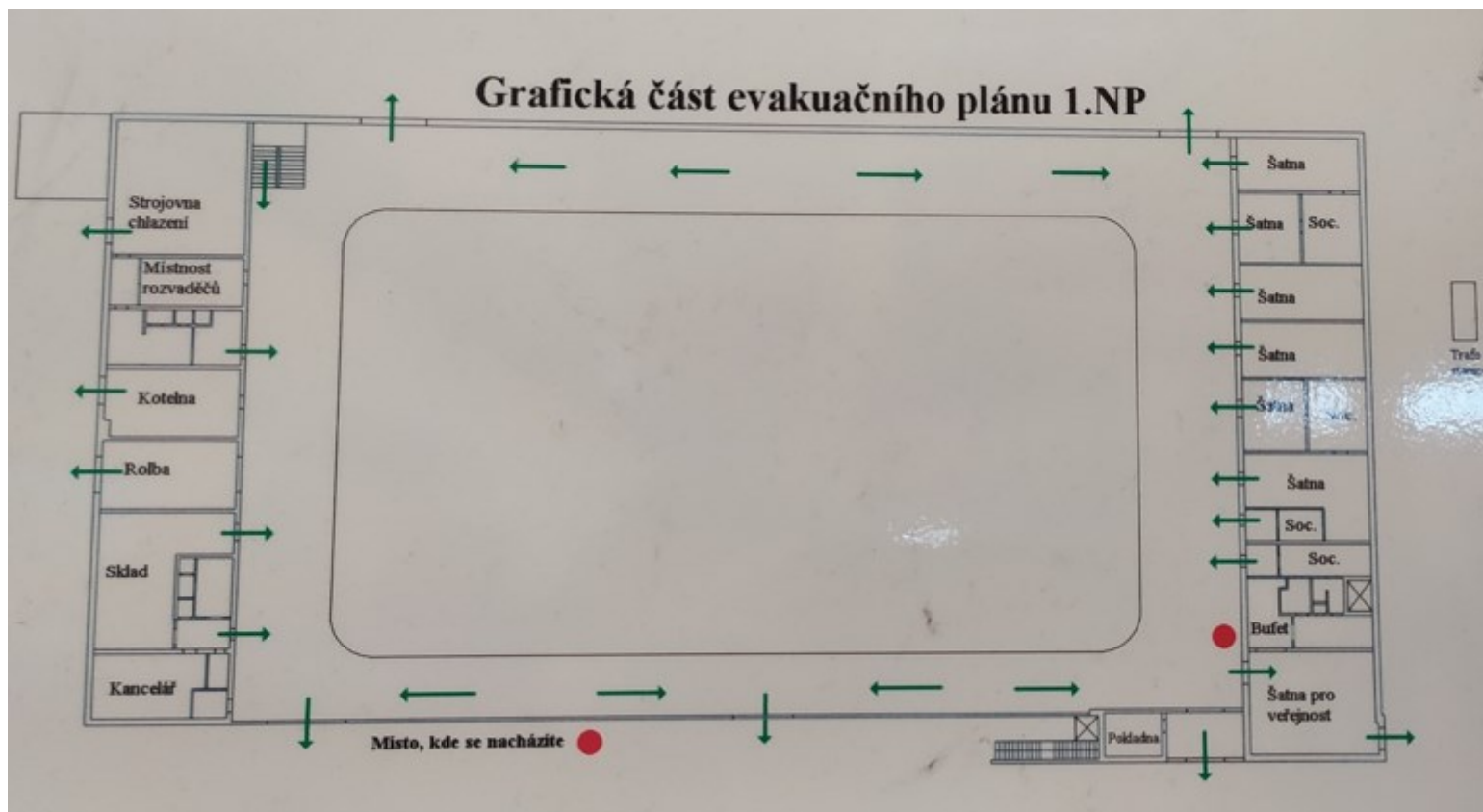
568 01 Lanškroun

IČ: 05392659 DIČ: CZ0539265

Schválil:

Požární evakuační plán musí být uložen na trvale dosažitelném místě. Přílohou je grafické znázornění směru únikových cest, které musí být umístěno na dobře viditelném a trvale přístupném místě v jednotlivých podlažích.

P II: GRAFICKÁ ČÁST EVAKUAČNÍHO PLÁNU 1. NP



Informační list

amoniak

V případě úniku nebezpečné chemické látky

1. Při úniku nebezpečné chemické látky se musíme chovat tak, aby nedošlo k poškození zdraví.
2. Respektovat pokyny organizátora.
3. Zachovat klid.



4. Použijte prostředky improvizované ochrany, zakryjte si dýchací cesty.



např. šála, kapesník, šátek

5. Neprodleně opusťte prostory zimního stadionu nejbližším východem a shromážděte se na shromážděti.



Úniková cesta



Únikový východ



Shromážděné osob

6. Počkejte na další pokyny.



Základní neodkladná resuscitace

POSTIŽENÝ

DÝCHÁ

Průběžně kontrolujeme dýchání

NEDÝCHÁ

Volat pomoc 112



Stlačovat hrudník
30x

2 záchranné vdechy

Pokračovat v KPR*



Použijte defibrilátor
je-li k dispozici

Použití defibrilátoru



Postupujte podle pokynů přístroje.



155



158



150



Tísňová linka

* kardiopulmonální resuscitace

PŘÍLOHA IV: BROŽURA

Symbyly města Lanškroun



Znak



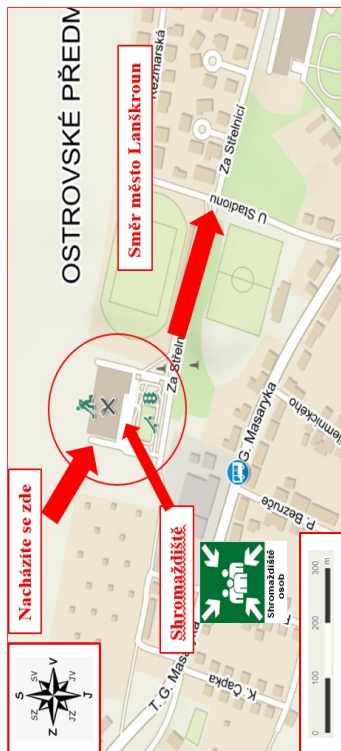
Vlajka

Zdroj:lanškroun.eu

Provozní doba stadionu

Ledová plocha je v provozu: od poloviny srpna do konce března.

Duben až srpen je in-line bruslení.



Informační list

V případě havárie úniku nebezpečné chemické látky.



Zdroj: Mapy.cz

Sportovní hala B. Modrého

Co dělat, když unikne nebezpečná chemická látka?

Při úniku nebezpečné chemické látky se musíme chovat tak, aby nedošlo k poškození zdraví.

Evakuační

Respektujte pokyny organizátora. Zachovejte klid.

Použijte prostředky improvizované ochrany, zakryjte si dýchací cesty (např. šála, kapesník, šátek).

Neprodlouženě opusťte prostory zimního stadionu nejbližším východem a shromažďujte se na shromaždišti.



Únikový východ



Úniková cesta



Shromaždiště osob

Počkejte na další pokyny.



Základní neodkladná resuscitace POSTIŽENÝ

DÝCHÁ

Průběžně kontrolujeme dýchání

NEDÝCHÁ

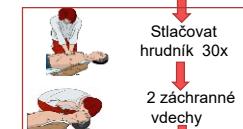
Volat pomoc 112

Stlačovat hrudník 30x

2 záchranné vdechy

Pokračovat v KPR*

Použijte defibrilátor je-li k dispozici



Použití defibrilátoru



Postupujte podle pokynů přístroje.

*kardiopulmonální resuscitace



Zdroj: pardubice.rozhlas.cz



155



158



150



Kontaktujte nás

Sportovní hala B. Modrého
Za Střelnici 551, 563 01
Lanškroun

tel.: 465 320 418 kancelář
mobil.: 604 872 778 Ing. Jiří Černý
e-mail: zs@tslan.cz