



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**

**PREVENCE ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ
ÚNIK NEBEZPEČNÉ LÁTKY ZE ZIMNÍHO STADIONU**

**PREVENTION OF SERIOUS ACCIDENTS
LEAK OF HAZARDOUS SUBSTANCES FROM THE WINTER STADIUM**

Diplomová práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Civilní nouzové plánování
Vedoucí práce: Ing. Michaela Melicharová

Petr Hrdlička

Kladno, květen 2017

Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Petr Hrdlička**
Studijní obor: Civilní nouzové plánování
Téma: **Prevence závažných havárií - únik nebezpečné látky ze zimního stadionu**
Téma anglicky: Prevention of Serious Accidents - Leak of Hazardous Substances from the Winter Stadium

Zásady pro vypracování:

Předmětem diplomové práce bude modelování úniku nebezpečné chemické látky z chladicího systému zimního stadionu pomocí softwarového nástroje, vypracování návrhu karet a dokumentace pro daný objekt. V teoretické části student obecně popíše problematiku prevence závažných chemických havárií, dále zde bude popsána charakteristika nebezpečné chemické látky používané v chladicím systému zimního stadionu, možné dopady na zdraví a životní prostředí v případě úniku této látky. V praktické části student vymodeluje možný únik nebezpečné chemické látky za pomoci softwarového nástroje. Bude provedena komparace výstupů ze softwarového nástroje. Součástí práce bude i SWOT analýza daného objektu při úniku nebezpečné chemické látky. Na základě zjištěných výsledků bude vypracován návrh karet a dokumentace, podle níž by proběhala reakce na případný únik nebezpečné chemické látky do prostředí, ochrana zaměstnanců a veřejnosti nacházejících se v prostorách zimního stadionu nebo v zóně účinků nebezpečné látky uniklé mimo zimní stadion.

Seznam odborné literatury:

- [1] ČAPOUN, Tomáš, Chemické havárie, ed. 1., Praha: MV - Generální ředitelství hasičského záchranného sboru ČR, 2009, 149 s., ISBN 978-80-86640-64-8
- [2] SKŘEHOT, Petr a kolektiv, Prevence nehod a havárií; 2. díl Mimořádné události a prevence nežádoucích následků., ed. 1., Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti a T-Soft, 2009, 591 s., ISBN 978-80-86973-73-9
- [3] HORÁK, Rudolf, Průvodce krizovým plánováním pro veřejnou správu: Prevence řešení mimořádných krizových situací, ed. 1., Praha: Linde, 2011, 456 s., ISBN 978-80-7201-827-7

Vedoucí: Ing. Michaela Melicharová

Zadání platné do: 20.08.2018

.....
vedoucí katedry / pracoviště

.....
děkan

V Kladně dne 12.12.2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem **Prevence závažných havárií – Únik nebezpečné látky ze zimního stadionu** vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

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

V Kladně dne 12.05.2017

.....
podpis

Poděkování

Rád bych poděkoval vedoucí mé diplomové práce paní Ing. Michaele Melicharové za odborné vedení, cenné rady, umožnění provedení modelací v programu TerEx, vstřícnost a věnovaný čas. Rovněž bych chtěl poděkovat Ing. Martině Ryšavé za odborné rady při zpracování částí zabývajících se prevencí závažných havárií. Poděkování také patří panu Milanu Novákovi, řediteli zimního stadionu Hvězda Praha za poskytnuté informace a přístup na zimní stadion.

Abstrakt

Diplomová práce je věnována otázce prevence závažných havárií. Pro snadnější pochopení souvislostí v práci byly jako první uvedeny vybrané základní pojmy vztahující se k prevenci závažných chemických havárií a další pojmy související s tématem této práce. Následuje shrnutí evropské a české legislativy související s prevencí závažných havárií. Je zde podrobně popsán platný zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. V práci je uveden současný stav prevence závažných chemických havárií v České republice, jako je například posouzení rizik, povinnosti provozovatelů objektů, ve kterých se nachází nebezpečná látka a modelování havarijních dopadů. V teoretické části je dále uvedena klasifikace nebezpečných látek a směsí, havarijní připravenost a ochrana obyvatelstva. Praktická část je zaměřena na modelaci uniklé nebezpečné látky, v tomto případě amoniaku. Únik pochází ze zimního stadionu nacházejícího se v Praze Vokovicích, respektive z chladicího zásobníku, v němž je amoniak uložen. Bylo provedeno zpracování SWOT analýzy objektu zimního stadionu. Poslední částí práce je vypracování návrhu havarijní dokumentace.

Podklady pro zpracování diplomové práce byly čerpány z dostupné literatury a internetových zdrojů. Jako podklad byly využity i konzultace s odborníky, kteří se zabývají prevencí závažných havárií.

Cílem práce bylo analyzovat a porovnat výsledky z provedených modelací úniku nebezpečné látky, tj. amoniaku z chladicího zařízení za pomoci softwarových nástrojů TerEx a ALOHA, provedení SWOT analýzy objektu zimního stadionu. Vzhledem ke skutečnosti, že v současné době má zimní stadion zpracován pro strojovnu chlazení jen „Návod při likvidaci havarijní situace (únik čpavku)“ byl vytvořen návrh havarijní dokumentace včetně havarijních karet, podle které by mohla probíhat reakce na únik nebezpečné chemické látky.

Klíčová slova

Prevence závažných havárií; amoniak; SW ALOHA; SW TerEx; SWOT analýza; bezpečnostní dokumentace.

Abstract

The thesis is dedicated to the issue of prevention of serious accidents. For the sake of better understanding of the thesis context, the author explains chosen basic terms concerning serious chemical accident accidents and other terms associated with the topic of this thesis first. The following section is a summary of the European and Czech legislation relating to the prevention of serious accidents. It thoroughly describes the current Act No. 224/2015 Coll. on prevention of serious accidents. The thesis describes the current condition of the prevention of serious chemical, accidents in the Czech Republic such as risks assessment, duties of operator of sites where hazardous substances are handled and modelling of accident impacts. The theoretical part includes classification of hazardous substances admixtures, accident response readiness and civil protection. The practical part is focused on modelling of hazardous substance' leaks (ammonia in this particular case) from the ice arena at Prague Vokovice, namely from an ammonia cooling storage tank. A SWOT analysis of the ice arena was carried out. The last section of the thesis is the preparation of draft emergency response documentation.

Source documents for the elaboration of the thesis were available literature and internet sources, consultations with experts dealing with prevention of serious accidents.

The objective of the thesis was to analyse and compare results of completed modelling of hazardous substances leak, namely ammonia from a cooling system using SW tools TerEx and ALOHA and the SWOT analysis of the ice arena. Given the fact that the ice arena has currently only an “Instruction for the Elimination of Emergency Situation (Ammonia Leak)” for the cooling system machine room, draft emergency documentation was developed including emergency cards that could be used as a basis for the response to leak of hazardous chemical.

Keywords

Prevention of serious accidents; ammonia; SW ALOHA; SW TerEx; SWOT analysis; safety documentation.

Obsah

1	ÚVOD	9
2	SOUČASNÝ STAV	10
2.1	ZÁKLADNÍ POJMY	10
2.2	EVROPSKÁ LEGISLATIVA.....	12
2.3	LEGISLATIVA ČESKÉ REPUBLIKY	13
2.3.1	Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií	14
2.3.2	Vyhláška č. 225/2015 Sb., o stanovení rozsahu bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu zařazeného do skupiny A, nebo skupiny B	15
2.3.3	Vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktury	16
2.3.4	Vyhláška č. 227/2015 Sb., o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku	16
2.3.5	Vyhláška č. 228/2015 Sb., o rozsahu zpracování informace veřejnosti, hlášení o vzniku závažné havárie a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie	17
2.3.6	Vyhláška č. 229/2015 Sb., o způsobu zpracování návrhu ročního plánu kontrol a náležitostech obsahu informace o výsledku kontroly a zprávy o kontrole	17
2.3.7	Související legislativa	17
2.3.8	Přehled hlavních změn vyvolaných Zákonem č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií	18
2.4	SOUČASNÝ STAV PREVENCE ZÁVAŽNÝCH CHEMICKÝCH HAVÁRIÍ V ČESKÉ REPUBLICE	19
2.4.1	Posouzení rizik	19
2.4.2	Nezařazení objektu	20
2.4.3	Zařazení objektu do skupiny A, nebo skupiny B	21
2.4.4	Povinnosti provozovatele objektu zařazeného do skupiny A	21
2.4.5	Povinnosti provozovatele objektu zařazeného do skupiny B.....	22
2.4.6	Výkon státní správy	24
2.4.7	Modelování havarijních dopadů	25
2.5	KLASIFIKACE NEBEZPEČNÝCH LÁTEK A SMĚSÍ	26
2.6	HAVARIJNÍ PLÁNOVÁNÍ	28
2.6.1	Analýza rizik.....	28
2.6.2	Havarijní plány	29
2.7	OCHRANA OBYVATELSTVA	30
2.8	AMONIAK	33
2.8.1	Fyzikální a chemické vlastnosti látky	33
2.8.2	Nepříznivé účinky na lidský organismus	35
2.8.3	První pomoc.....	35
2.8.4	Nejzávažnější nepříznivé účinky na životní prostředí.....	36

3	CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY	37
4	METODIKA	38
5	VÝSLEDKY	41
5.1	ZIMNÍ STADION.....	41
5.1.1	<i>Umístění stadionu.....</i>	42
5.1.2	<i>Chladicí zařízení stadionu</i>	42
5.2	ZVOLENÝ SCÉNÁŘ	43
5.2.1	<i>Modelování zvoleného scénáře pomocí programu ALOHA</i>	44
5.2.2	<i>Modelování zvoleného scénáře pomocí programu TerEx</i>	56
5.3	NÁVRH HAVARIJNÍ DOKUMENTACE	69
5.3.1	<i>Informativní část</i>	69
5.3.2	<i>Operativní část</i>	70
5.3.3	<i>Grafická část.....</i>	75
6	DISKUZE	78
6.1	INTERPRETACE VÝSLEDKŮ	79
6.2	SWOT ANALÝZA OBJEKTU	83
6.3	HAVARIJNÍ DOKUMENTACE	87
7	ZÁVĚR	89
8	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	90
9	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	91
10	SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ.....	97
11	SEZNAMU POUŽITÝCH TABULEK.....	99
12	SEZNAMU PŘÍLOH.....	100

1 ÚVOD

Člověk během svého bytí vynalezl nespočet chemických látek a směsí, které využívá ke své potřebě a činnostem. Používání těchto látek však znamená riziko, jak pro člověka samotného v podobě ohrožení života či zdraví, tak pro zvířata a v neposlední řadě i životní prostředí. Tato nebezpečí nám dokazují události z minulosti. Jednalo se například o havárie v Sevesu, Tolouse či Bhópálu. Je třeba si uvědomit, že se nejedná pouze o rizika spojená s výrobou, ale také s přepravou nebo skladováním. Z tohoto důvodu zde prevence zastává významnou roli jako prostředek pro snížení těchto případných rizik.

Použití bezvodého amoniaku v technologických zařízeních různého druhu není nic výjimečného. Obvykle se používá například v chladicích systémech zimních stadionů, pivovarů, mrazíren, mlékáren a na jatkách. Množství nebezpečné látky nacházející se v uvedených objektech nebývá malé. Vzhledem k tomu, že u amoniaku je limitem pro zařazení objektu do skupiny A 50 tun, a pro zařazení objektu do skupiny B minimálně 200 tun, nemusejí provozovatelé zpracovávat bezpečnostní dokumentaci. Mají povinnost zpracovat pouze protokol o nezařazení. Z toho však vyplývá, že objekty, ve kterých se nachází 50 tun a méně amoniaku, představují značné riziko z pohledu prevence závažných havárií, zejména nachází-li se většina těchto objektů v obydlených lokalitách.

I přes veškerou snahu kompetentních pracovníků a pozornosti věnované zařízením, ve kterém se nachází nebezpečná látka, není možné zaručit, že nedojde k nechtěnému úniku. Z těchto důvodů je důležité, aby i takovéto objekty měly zpracovanou havarijní dokumentaci a obyvatelé v nejbližším okolí těchto objektů byli informováni o možném riziku, které vyplývá z přítomnosti většího množství nebezpečné látky.

Cílem práce je zanalyzovat a porovnat výsledky z provedených modelací úniku nebezpečné látky – amoniaku z chladicího zařízení v pomoci softwarových nástrojů TerEx a ALOHA. Vybrány jsou zóny Ohrožení osob toxickou látkou (ERPG 3) a Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku (IDLH). Následně bude provedena SWOT analýza objektu zimního stadionu a vytvořen návrh havarijní dokumentace a havarijních karet. Tato havarijní dokumentace bude stanovovat postup v případě úniku nebezpečné chemické látky.

2 SOUČASNÝ STAV

2.1 Základní pojmy

Pro snadnější pochopení souvislostí v práci jsou uvedeny níže vybrané základní pojmy vztahující se k prevenci závažných chemických havárií a dalších pojmů souvisejících s tématem této práce.

Havárie – je mimořádná událost, resp. člověkem zapříčiněná nehoda či katastrofa, jež vedla ke zničení nebo poškození nějakého stroje, důležitého přístroje, budovy, technologického celku, lidského zdraví či života, k rozsáhlým ekologickým nebo hospodářským škodám apod. [1].

Nebezpečná látka – „je jakýkoliv chemický nebo biologický prostředek, který je nebezpečný zdraví, například látky nebo preparáty klasifikované jako velmi toxické, toxické, škodlivé, leptavé (žiravé), dráždivé, senzitivní (senzibilující), karcinogenní, mutagenní, teratogenní, patogenní, dusivé“ [2].

Nebezpečí – je definováno vlastností látky nebo fyzikálním stavem, který má schopnost způsobit škodu na životech, zdraví, majetku nebo životním prostředí. [3]

IDLH – (Immediately Dangerous to Life and Health) je maximální koncentrace látky v ovzduší, která ještě nevyvolává u 30 minut exponované populace nevratné zdravotní následky nebo smrt [4].

ERPG-3 – „Hodnota maximální koncentrace látky v ovzduší, o níž je možno se domnívat, že téměř všichni jednotlivci by mohli být nechráněni po dobu jedné hodiny, aniž by zakusili nebo se u nich vyvinuly účinky ohrožující zdraví nebo život“ [5].

Prevence – „Organizační a technická opatření nebo činnosti, jejichž cílem je předejít (závažné) havárii a vytvořit podmínky pro zajištění opatření na zmírnění dopadů možné (závažné) havárie a havarijní připravenosti. V širším měřítku je to soubor opatření pro snížení pravděpodobnosti výskytu pohromy / nehody / havárie / vzniku nouzové situace a popř. pro provádění opatření na zmírnění dopadů nežádoucí události před vznikem této

události. Opatření jsou pasivní (technická, organizační a výchova obyvatel) a aktivní (výstavba systémů, které snižují vznik mimořádné situace apod.)“ [5].

Mimořádná událost – je dle zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému *„škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací. Více obsažné výklady jsou pak v různých oblastech“ [5].*

Riziko – jedná se o veličinu nehmotnou (abstraktní) a kvantitativní, sekundárně (výpočtem, úvahou) odvozená od hrozby. Představuje možnost vzniku události (jevu) s výsledkem odchylným od předpokládaného cíle, a to s určitou objektivní matematickou nadějí či statistickou pravděpodobností. Je to tedy kvantifikovaná nejistota [6].

Závažná havárie – *„Pro účely zákona o prevenci závažných havárií se závažnou havárií rozumí mimořádná, částečně nebo zcela neovladatelná, časově a prostorově ohraničená událost, například závažný únik, požár nebo výbuch, která vznikla nebo jejíž vznik bezprostředně hrozí v souvislosti s užíváním objektu nebo zařízení, v němž je nebezpečná látka vyráběna, zpracovávána, používána, přepravována nebo skladována, a vedoucí k vážnému ohrožení nebo k vážnému dopadu na životy a zdraví lidí, hospodářských zvířat a životní prostředí nebo k újmě na majetku“ [5].*

Havarijní plán – dokument, v němž jsou uvedeny popisy činností a opatření prováděných při vzniku závažné havárie vedoucí ke zmírnění jejích dopadů

- a) uvnitř objektu nebo u zařízení – vnitřní havarijní plán;
- b) v okolí objektu nebo zařízení – vnější havarijní plán [7].

Zóna havarijního plánování – území v okolí objektu nebo zařízení, v němž krajský úřad, v jehož působnosti se nachází objekt nebo zařízení, uplatňuje požadavky havarijního plánování formou vnějšího havarijního plánu [7].

Chemická látka – „chemický prvek a jeho sloučeniny v přírodním stavu nebo získané výrobním procesem, včetně všech přídatných látek nutných k uchování jeho stability a všech nečistot vznikajících v použitém procesu, avšak s vyloučením všech rozpouštědel, která lze oddělit bez ovlivnění stability chemické látky nebo změny jejího složení“ [8].

Chemická směs – je směs nebo roztok složený ze dvou nebo více chemických látek [7].

2.2 Evropská legislativa

V uplynulých čtyřiceti letech došlo v chemickém i jaderném odvětví k mnoha haváriím. Na základě těchto skutečností země Evropské unie vytvořily legislativu určenou k prevenci a minimalizaci dopadů havárií s nebezpečnými chemickými látkami. Tato legislativa byla postupem času doplňována či upravena.

Havárie v Italském městě Sevesu (1976), byla hlavním podnětem pro vydání směrnice Evropského společenství 82/501/EEC vydané 24. července 1982. Směrnice nese po místě havárie název SEVESO I. Havárie měla za následek únik dioxinu (vysoce jedovatá látka) a s tím spojenou kontaminaci životního prostředí [19].

Směrnice si kladla za cíl vytvořit jednotnou legislativu týkající se preventivních opatření. V případě, že se v objektu nacházela nebezpečná látka v patřičném množství, měl provozovatel povinnost toto oznámit. Následně musel vytvořit bezpečnostní studii, zhotovit havarijní plány, zaměstnancům nacházejícím se v objektu sdělit informace o možných rizicích, tyto informace sdělit také příslušným orgánům, ale i občanům. Stát měl za povinnost dle této směrnice vykonávat kontroly plnění těchto povinností provozovateli [47].

Další směrnici, jež nahradila směrnici 82/501/EEC, byla směrnice Evropské rady 96/82/ES, o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek ze dne 9. prosince 1996. Směrnice je nazývána SEVESO II, a to z důvodu rozšíření působnosti směrnice na další průmyslová odvětví. Při zajišťování opatření plynoucích ze směrnice je nutné brát v úvahu umístění provozů vzhledem k obytným objektům, což bylo rozhodujícím faktorem zvyšujícím dopady havárií v Indickém Bhopalu a v Mexico City (1984). Na tuto skutečnost je v úvodu směrnice odkázáno [20].

Havárie v Enschede (2000), Baia Mare (2000) a Toulouse (2001), byly impulsem pro změnu této směrnice. Byla nahrazena směrnicí 2003/105/ES. V úvodu této směrnice je na tyto havárie také odkazováno. Změny ve směrnici se dotkly nejen odvětví postižených těmito haváriemi, ale také konkrétních látek a jejich množství považovaných za nebezpečné, či spolupráce při řešení havárií zasahujících na území více států [21].

V současnosti je v platnosti směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU takzvané SEVESO III. ze dne 4. července 2012 o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek a o změně a následném zrušení směrnice Rady 96/82/EU. Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/ES byla v Úředním věstníku Evropské unie publikována dne 24. července 2012. Směrnice uvádí pravidla pro prevenci závažných havárií, při nichž jsou přítomny nebezpečné látky, omezení jejich následků pro lidské zdraví a životní prostředí. Jsou zde také stanovena pravidla pro zajištění vysoké úrovně ochrany v celé Evropské unii [22].

2.3 Legislativa České republiky

Prevencí závažných chemických havárií se Česká republika, potažmo Československo, zabývá více jak 35 let. Již v roce 1981 byla v Československu vydána pomůcka civilní ochrany s označením CO-51-5 o nebezpečných průmyslových toxických látkách, čímž o několik měsíců předběhla i evropskou směrnicí SEVESO I. Přestože byla určena pro složky civilní ochrany, byla aplikována i na průmyslové objekty. Obsahovala celkem dvanáct hlavních průmyslových toxických látek. Rovněž obsahovala i požadavky na havarijní plán objektu. V roce 1989 následovala pomůcka civilní obrany č. 188: První pomoc při otravě průmyslovými chemickými škodlivinami. Prvním zákonem v oblasti prevence chemických havárií byl po dlouhých deseti letech zákon č. 353/1999 Sb. Následovalo jeho pozměnění zákonem 82/2004 Sb. a vydání úplného znění jako zákona č. 349/349/2004 Sb. Dalším zákonem v řadě byl zákon č. 59/2006 Sb. Tento zákon byl začátkem roku 2010 změněn zákonem č. 488/2009 Sb. [7].

Posledním vydaným zákonem je zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií vydaný 12. srpna 2015. V platnost vstoupil tento zákon 11. září 2015 a účinnost nabyl dne 1. října 2015.

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

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií byl vydán 12. srpna 2015, v platnost vstoupil 11. září 2015 a účinnost nabyl dne 1. října 2015.

V § 1 odstavci 1 zákona je odkázáno na směrnici Evropského parlamentu a Rady (2012/18/EU), z níž vychází, a je zde popsán účel a cíl zákona: „*Tento zákon zapracovává příslušný předpis Evropské unie a stanoví systém prevence závažných havárií pro objekty, ve kterých je umístěna nebezpečná látka, s cílem snížit pravděpodobnost vzniku a omezit následky závažných havárií na životy a zdraví lidí a zvířat, životní prostředí a majetek v těchto objektech a v jejich okolí*“ [9].

V zákoně jsou stanoveny povinnosti právnických a podnikajících fyzických osob, které vlastní, užívají nebo budou uvádět do užívání objekt nebo zařízení podle citovaného odstavce a působnost orgánů veřejné správy na úseku prevence závažných havárií [9].

K zákonu jsou v účinnosti následující právní předpisy:

- vyhláška č. 227/2015 Sb., o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku;
- vyhláška č. 228/2015 Sb., o rozsahu zpracování informace veřejnosti, hlášení o vzniku závažné havárie a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie;
- vyhláška č. 229/2015 Sb., o způsobu zpracování návrhu ročního plánu kontrol a náležitostech obsahu informace o výsledku kontroly a zprávy o kontrole;
- vyhláška č. 225/2015 Sb., o stanovení rozsahu bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu zařazeného do skupiny A, nebo skupiny B;
- vyhláška č. 226/2015 Sb., o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktury;
- zákon o prevenci závažných havárií mění zákon 61/2014 Sb., kterým se mění zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon), ve znění zákona č. 279/2013, a některé další zákony [10].

Ministerstvo životního prostředí na svých internetových stránkách také uveřejnilo metodické postupy (metodický pokyn a certifikované metodiky), určené především pro provozovatele objektů, na které se vztahují povinnosti podle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. Materiály podrobně popisují postupy zpracování dokumentů stanovených zmíněným zákonem [11].

§ 1 odstavec 3 zákona uvádí oblasti, nevztahující se k tomuto zákonu a řeší je vlastní předpisy:

- a) *„vojenské objekty a vojenská zařízení,*
- b) *nebezpečí spojená s ionizujícím zářením,*
- c) *silniční, drážní, leteckou a vodní přepravu vybraných nebezpečných látek mimo objekty, včetně dočasného skladování, nakládky a vykládky během přepravy,*
- d) *přepravu nebezpečných látek v potrubích, včetně souvisejících přečerpávacích, kompresních a předávacích stanic postavených mimo objekt v trase potrubí,*
- e) *geologické práce, hornickou činnost a činnost prováděnou hornickým způsobem v dolech, lomech nebo prostřednictvím vrtů, s výjimkou povrchových objektů chemické a termické úpravy a zušlechťování nerostů, skladování a ukládání materiálů na odkaliště, jsou-li v souvislosti s těmito činnostmi umístěny nebezpečné látky,*
- f) *průzkum a dobývání nerostů na moři, včetně uhlovodíků,*
- g) *skladování plynu v podzemních zásobnících v pobřežních vodách, a to jak na místech určených ke skladování, tak na místech, kde se rovněž provádí průzkum a dobývání nerostů, včetně uhlovodíků, s výjimkou pevninských podzemních zásobníků plynu v přirozených vrstvách, vodonosných vrstvách, solných kavernách a opuštěných dolech*
- h) *skládka odpadu, včetně podzemního skladování odpadu“ [9].*

2.3.2 Vyhláška č. 225/2015 Sb., o stanovení rozsahu bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu zařazeného do skupiny A, nebo skupiny B

Tato vyhláška k zákonu č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií vydaná Ministerstvem průmyslu a obchodu upravuje následující:

- požadavky na rozsah analýzy možností neoprávněných činností a provedení případného útoku na objekt;

- kategorie a povahu režimových opatření;
- požadavky na zajištění fyzické ostrahy;
- kategorie technických prostředků a jejich vymezení;
- způsob stanovení rozsahu bezpečnostních opatření přijímaných v objektu [12].

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

Tato vyhláška k zákonu č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií vydaná Ministerstvem vnitra upravuje následující:

- zásady pro vymezení zóny havarijního plánování a s tím související postup při jejím vymezení;
- strukturu a náležitosti obsahu vnějšího havarijního plánu [13].

2.3.4 Vyhláška č. 227/2015 Sb., o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku

Jedná se o vyhlášku Ministerstva životního prostředí, jejímž předmětem je úprava následujících náležitostí a kritérií:

- *„náležitosti obsahu posouzení rizik závažné havárie, rozsah posouzení rizik závažné havárie zpracovaného pro objekty zařazené do skupiny A, nebo do skupiny B a způsob jeho provedení,*
- *náležitosti obsahu bezpečnostního programu, bezpečnostní zprávy, zprávy o posouzení bezpečnostní zprávy a vnitřního havarijního plánu a jejich strukturu,*
- *náležitosti obsahu záznamu o provedeném přezkumu bezpečnostního programu,*
- *náležitosti obsahu podkladů pro stanovení zóny havarijního plánování a zpracování vnějšího havarijního plánu, jejich strukturu a způsob jejich zpracování,*
- *kritéria hodnocení návrhu bezpečnostní dokumentace a náležitosti obsahu posudku,*
- *povahu a okruh informací a dokumentů, které je zpracovatel posudku oprávněn požadovat pro účely posouzení návrhu bezpečnostní dokumentace“ [16].*

2.3.5 Vyhláška č. 228/2015 Sb., o rozsahu zpracování informace veřejnosti, hlášení o vzniku závažné havárie a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie

Jedná se taktéž o vyhlášku Ministerstva životního prostředí, která zapracovává příslušný předpis Evropské unie a jejímž předmětem je úprava následujících náležitostí:

- *„náležitosti obsahu informace o nebezpečí závažné havárie, včetně možného domino efektu, o preventivních bezpečnostních opatřeních a o žádoucím chování obyvatel v případě vzniku závažné havárie (dále jen „informace“) a rozsah, ve kterém se tato informace zpracovává pro objekty zařazené do skupiny A, a pro objekty zařazené do skupiny B,*
- *způsob poskytnutí informace zpracované pro objekt zařazený do skupiny B veřejnosti,*
- *náležitosti obsahu hlášení o vzniku závažné havárie a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie a způsob jejich zpracování“ [17].*

2.3.6 Vyhláška č. 229/2015 Sb., o způsobu zpracování návrhu ročního plánu kontrol a náležitostech obsahu informace o výsledku kontroly a zprávy o kontrole

Jde o vyhlášku Ministerstva životního prostředí, jejíž předmět upravuje:

- *způsob zpracování návrhu ročního plánu kontrol, způsob stanovení provádění termínů kontrol, kritéria hodnocení výsledků systematického posuzování nebezpečí závažné havárie a postup při projednávání návrhu ročního plánu kontrol a při jeho schvalování;*
- *náležitosti obsahu informace o výsledku kontroly, její strukturu a způsob jejího předložení české inspekci životního prostředí;*
- *náležitosti obsahu zprávy o kontrole, její strukturu a způsob jejího zpracování [18].*

2.3.7 Související legislativa

Stranou zákonů o prevenci závažných havárií stojí zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích, respektive jeho úplné znění v zákoně č. 440/2008 Sb., který zapracovává příslušné předpisy Evropské unie. Stanovuje práva a povinnosti osob při nakládání s chemickými látkami.

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

a) *„práva a povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob při*

1. výrobě, klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování, uvádění na trh, používání, vývozu a dovozu chemických látek nebo látek obsažených ve směsích nebo předmětech,

2. klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování a uvádění na trh chemických směsí na území České republiky,

b) *správnou laboratorní praxi,*

c) *působnost správních orgánů při zajišťování ochrany před škodlivými účinky látek a směsí“ [14].*

Jako další související legislativu lze uvést zákon č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě, který se zabývá přepravou nebezpečných látek. Jedná se zejména o jeho třetí část, která se zabývá přepravou nebezpečných věcí, látek a směsí v silniční dopravě. K tomuto zákonu je vydána prováděcí vyhláška č. 478/2000 Sb. [15].

Dále můžeme uvést zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému, zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně a vyhlášku Ministerstva životního prostředí č. 450/2005 sb., o náležitostech nakládání se závadnými látkami a náležitostech havarijního plánu, způsobu a rozsahu hlášení havárií, jejich zneškodňování a odstraňování jejich škodlivých následků.

2.3.8 Přehled hlavních změn vyvolaných Zákonem č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

Jedná se o změny oproti původnímu zákonu č. 59/2006 Sb. Jde především o:

- přizpůsobení se novému systému klasifikace chemických látek a směsí;
- rozšíření působnosti na podzemní zásobníky plynu;
- rozvinutí ustanovení o informování veřejnosti a zapojení dotčené veřejnosti;
- zpřehlednění právní úpravy kontroly dodržování ukládaných povinností;
- povinnosti provozovatelů;
- proces schvalování bezpečnostní dokumentace [27].

2.4 Současný stav prevence závažných chemických havárií v České republice

V České republice je otázka prevence závažných havárií, jak je popsáno výše, řešena legislativně. Česká legislativa vychází z mezinárodních smluv a příslušných dokumentů Evropské unie. Stranou závazných dokumentů a z nich plynoucích podmínek a požadavků existují ještě tzv. **systemy řízení bezpečnosti**, které v minulosti vyvinuli odborníci chemického průmyslu za účelem zvýšení bezpečnosti práce, prevence havárií a informování obyvatelstva. Plnění těchto systémů je zcela dobrovolné a záleží na vedení podniku [7].

Následující kapitoly popisují mimo zmíněných systémů řízení bezpečnosti také otázky posouzení rizik dle zákona č. 224/2015 Sb., zpracování Protokolu o nezařazení objektu, povinnosti provozovatelů objektů nebo zařízení zařazených do skupiny A, nebo B a softwarové nástroje pro modelování havárií.

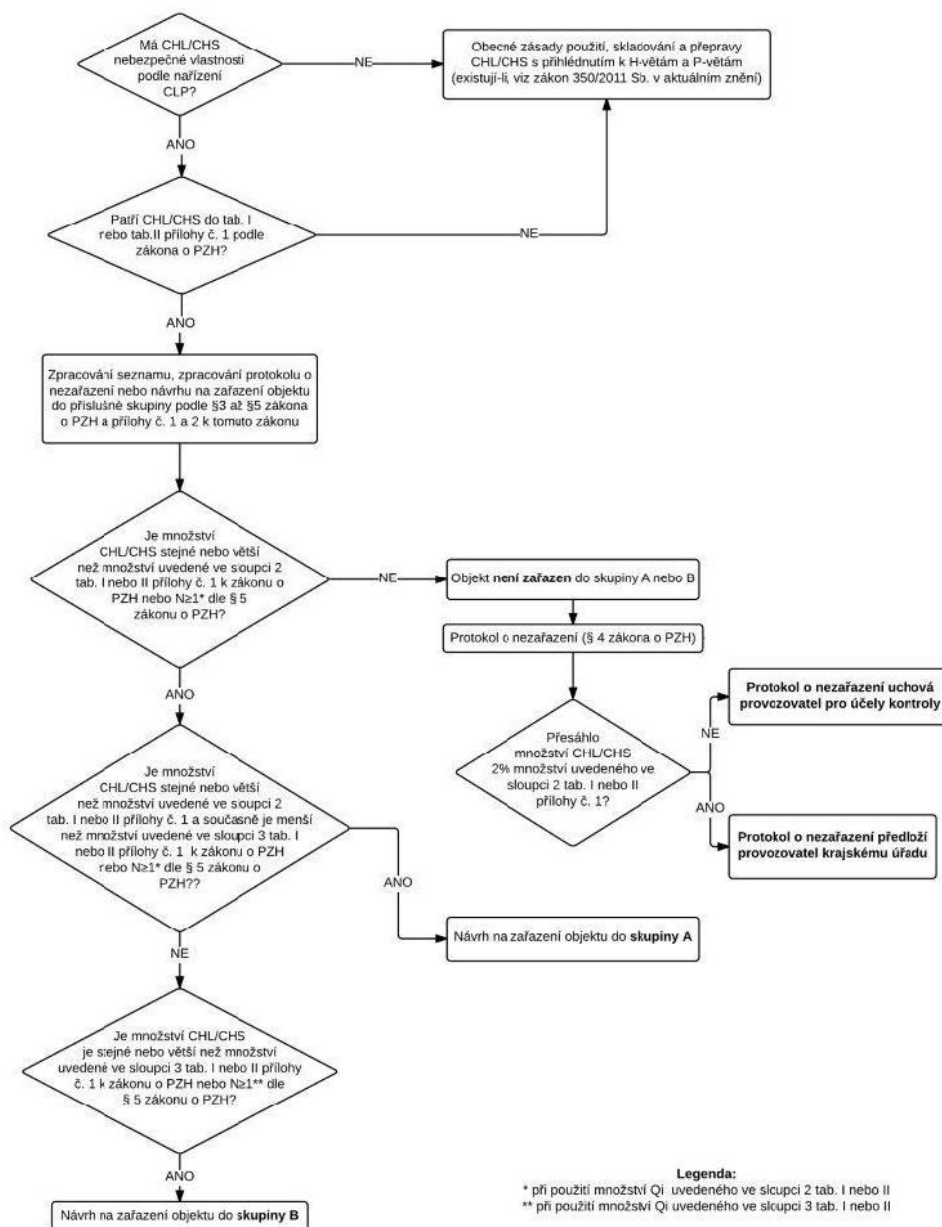
2.4.1 Posouzení rizik

Identifikace, analýza a hodnocení rizik je základem prevence závažných havárií. V zákoně je toto zakotveno v § 9 Posouzení rizik závažné havárie. Posouzení rizik zahrnuje tři části:

- identifikaci zdrojů rizik;
- analýzu rizik;
- hodnocení rizik.

Rozsah posouzení je uveden ve vyhlášce č. 227/2015 Sb., o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku. V § 2 vyhlášky jsou uvedeny náležitosti obsahu posouzení rizik závažné havárie, rozsah posouzení rizik závažné havárie zpracovaného pro objekty zařazené do skupiny A, nebo do skupiny B, a způsob jeho provedení. Způsob provedení posouzení rizik závažné havárie a jeho rozsah je stanoven v příloze č. 1 k této vyhlášce a podrobněji v certifikované metodice a metodickém pokynu [31].

Postup posouzení objektu s chemickou látkou nebo směsí dle zákona č. 224/2015 Sb. je uveden na obrázku 1.



Obr. 1 – Posouzení objektu s chemickou látkou nebo směsí dle zákona č. 224/2015 Sb. [27]

2.4.2 Nezařazení objektu

Pokud je množství nebezpečné látky nacházející se v objektu menší, než je množství uvedené v příloze č. 1 k zákonu o prevenci závažných havárií, v sloupci 2 tabulky I a II, a součet poměrných množství nebezpečných látek umístěných v objektu provedený podle vzorce. To vše za podmínek uvedených v příloze č. 1 k tomuto zákonu je menší než 1, je uživatel objektu povinen zpracovat „protokol o nezařazení“. Tento protokol o nezařazení si uživatel uchová pro účel kontroly [9].

Po každém zvýšení množství nebezpečné látky umístěné v objektu přesahující 10 % dosavadního množství nebezpečné látky umístěné v objektu nebo při umístění další nebezpečné látky v objektu, která nebyla dosud v seznamu uvedena, je uživatel objektu povinen zajistit aktualizaci protokolu o nezařazení [9].

2.4.3 Zařazení objektu do skupiny A, nebo skupiny B

V závislosti na tom, v jakých množstvích a jaké konkrétní nebezpečné látky jsou umístěny v objektu, je daný objekt zařazen do skupiny A, nebo B. Provozovatel objektu, nebo zařízení podle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií, je povinen vypracovat návrh na zařazení objektu do skupiny A, nebo B, po jehož posouzení vydá krajský úřad rozhodnutí o zařazení [7].

Návrh na zařazení obsahuje:

- a) *„identifikační údaje objektu a provozovatele,*
- b) *seznam,*
- c) *popis stávající nebo plánované činnosti provozovatele,*
- d) *popis a grafické znázornění okolí objektu,*
- e) *údaje o množství nebezpečných látek použitých při výpočtu součtu poměrných množství nebezpečných látek umístěných v objektu,*
- f) *popis výpočtu součtu poměrných množství nebezpečných látek umístěných v objektu,*
- g) *místo, datum a podpis fyzické osoby oprávněné jednat za provozovatele“ [9].*

2.4.4 Povinnosti provozovatele objektu zařazeného do skupiny A

Provozovatel objektu zařazeného do skupiny A podle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií, je na základě výsledků posouzení rizik závažné havárie povinen zpracovat bezpečnostní program.

Bezpečnostní program obsahuje:

- a) *„základní informace o objektu,*
- b) *posouzení rizik závažné havárie,*

- c) *popis zásad, cílů a politiky prevence závažných havárií,*
- d) *popis systému řízení bezpečnosti,*
- e) *závěrečné shrnutí“ [9].*

Do bezpečnostního programu musí provozovatel zahrnout preventivní bezpečnostní opatření vztahující se k možnému vzniku domino efektu, a to na základě rozhodnutí krajského úřadu.

Provozovatel má za povinnost do 60 dnů ode dne nabytí právní moci rozhodnutí krajského úřadu o schválení bezpečnostního programu sjednat pojištění odpovědnosti za škody vzniklé v důsledku závažné havárie. Výše limitu pojistného plnění musí odpovídat rozsahu možných následků závažné havárie. Dále je povinen tuto smlouvu (ověřenou kopii) předložit krajskému úřadu, a to do 30 dnů od jejího podpisu. Provozovatel musí prokazatelně seznámit své zaměstnance a jiné osoby, jenž se s jeho vědomím zdržuje v objektu, s bezpečnostním programem v nutném rozsahu. Provozovatel objektu zařazeného do skupiny A je rovněž povinen zpracovat plán fyzické ochrany. V tomto plánu vede následující bezpečnostní opatření:

- a) *„analýzu možností neoprávněných činností a provedení případného útoku na objekt,*
- b) *režimová opatření,*
- c) *fyzickou ostrahu,*
- d) *technické prostředky“ [9].*

Tento plán, případně jeho změny je provozovatel povinen zaslat krajskému úřadu a krajskému ředitelství Policie České republiky na vědomí do 3 měsíců od nabytí právní moci.

2.4.5 Povinnosti provozovatele objektu zařazeného do skupiny B

Provozovatel objektu zařazeného do skupiny B podle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií, je na základě výsledků posouzení rizik závažné havárie povinen zpracovat bezpečnostní zprávu.

Bezpečnostní zpráva obsahuje:

- a) *„základní informace o objektu,*
- b) *technický popis objektu,*
- c) *informace o složkách životního prostředí v okolí objektu,*
- d) *posouzení rizik závažné havárie,*
- e) *popis zásad, cílů a politiky prevence závažných havárií,*
- f) *popis systému řízení bezpečnosti,*
- g) *popis preventivních bezpečnostních opatření k omezení vzniku a následků závažné havárie,*
- h) *závěrečné shrnutí,*
- i) *jmenovitě uvedené právnické a fyzické osoby, které se podílely na vypracování bezpečnostní zprávy“ [9].*

Provozovatel objektu nebo zařízení je dále povinen zpracovat vnitřní havarijní plán, v němž jsou uvedena opatření, která se musí provést v případě vzniku závažné havárie.

Vnitřní havarijní plán obsahuje:

- a) *„jména, příjmení a funkční zařazení fyzických osob, které jsou provozovatelem pověřeny k realizaci preventivních bezpečnostních opatření,*
- b) *scénáře možných havárií, scénáře odezvy na možné havárie, scénáře řízení odezvy na možné havárie a matice odpovědnosti za jednotlivé fáze odezvy na možné havárie,*
- c) *popis možných následků závažné havárie,*
- d) *popis činností nutných ke zmírnění následků závažné havárie,*
- e) *přehled ochranných zásahových prostředků, se kterými provozovatel disponuje,*
- f) *způsob vyrozumění dotčených orgánů a varování osob,*
- g) *opatření pro výcvik a plán havarijních cvičení,*
- h) *opatření k podpoře zmírnění následků závažné havárie mimo objekt, při zohlednění dopravní a technické infrastruktury, sídelních útvarů, významných krajinných prvků, zvláště chráněných území a území soustavy NATURA 2000,*

- i) *přehled sil a prostředků složek integrovaného záchranného systému a dalších subjektů podílejících se na řešení závažné havárie“ [9].*

Provozovatel objektu je také povinen vypracovat a předložit krajskému úřadu a hasičskému záchrannému sboru kraje podklady pro stanovení zóny havarijního plánování a zpracování vnějšího havarijního plánu. Sjednat pojištění odpovědnosti za škody vzniklé v důsledku závažné havárie a zpracovat plán fyzické ochrany objektu je povinností i provozovatelů objektů zařazených do skupiny B. V neposlední řadě musí provozovatel prokazatelně seznámit své zaměstnance a jiné osoby, jenž se s jeho vědomím zdržuje v objektu s bezpečnostní zprávou v nutném rozsahu [9].

2.4.6 Výkon státní správy

Státní správu na úseku prevence závažných havárií v objektech nebo, v nichž je umístěna nebezpečná látka, vykonávají:

- a) *„ministerstvo,*
- b) *Ministerstvo vnitra,*
- c) *Český báňský úřad a obvodní báňské úřady,*
- d) *Česká inspekce životního prostředí,*
- e) *krajské úřady,*
- f) *Státní úřad inspekce práce a obvodní inspektoráty práce,*
- g) *hasičské záchranné sbory krajů,*
- h) *krajské hygienické stanice“ [9].*

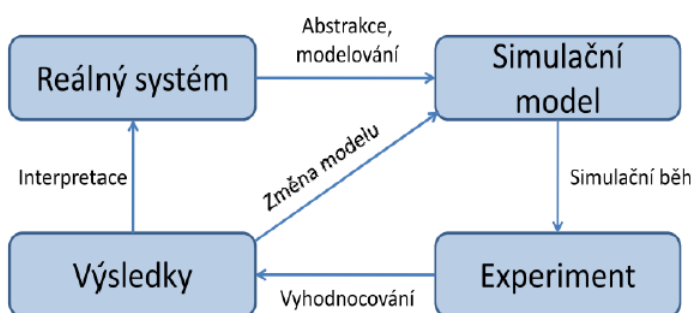
Uvedené orgány státní správy vykonávají například vrchní státní dozor na úseku státní správy, přezkoumávají správní rozhodnutí, jsou kontaktním místem pro oznamování závažné havárie, vedou evidenci smluv a pojištění odpovědnosti za škody vzniklé v důsledku závažné havárie, provádí kontroly u provozovatelů atd. Přesný výčet všech činností jednotlivých orgánů státní správy je uveden v zákoně č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií.

2.4.7 Modelování havarijních dopadů

K dispozici je mnoho různých softwarových nástrojů, jenž umožňují modelování závažných havárií se všemi vzniklými dopady. Modelovací programy mají většinou zapracované databáze nebezpečných chemických látek, včetně toxikologických a dalších charakteristik. Součástí programů jsou většinou i geografické informační systémy umožňující zobrazení výsledků modelování přímo do mapového podkladu. Většina softwarových nástrojů vychází z tzv. konzervativního přístupu. Výsledkem modelování jsou tedy nejhorší možné dopady havárie [14]. Vyplývá tedy z toho, že předpokládané dopady jsou často nadhodnocené. Pro příjem opatření k ochraně života a zdraví osob, zvířat, životního prostředí a majetku je tedy získána určitá rezerva. Výsledky modelování lze výhodně použít nejen neprodleně po vzniku mimořádné události, ale i při posuzování možnosti vzniku domino efektů či havarijním plánování [7].

Etapy modelování (viz obrázek 2):

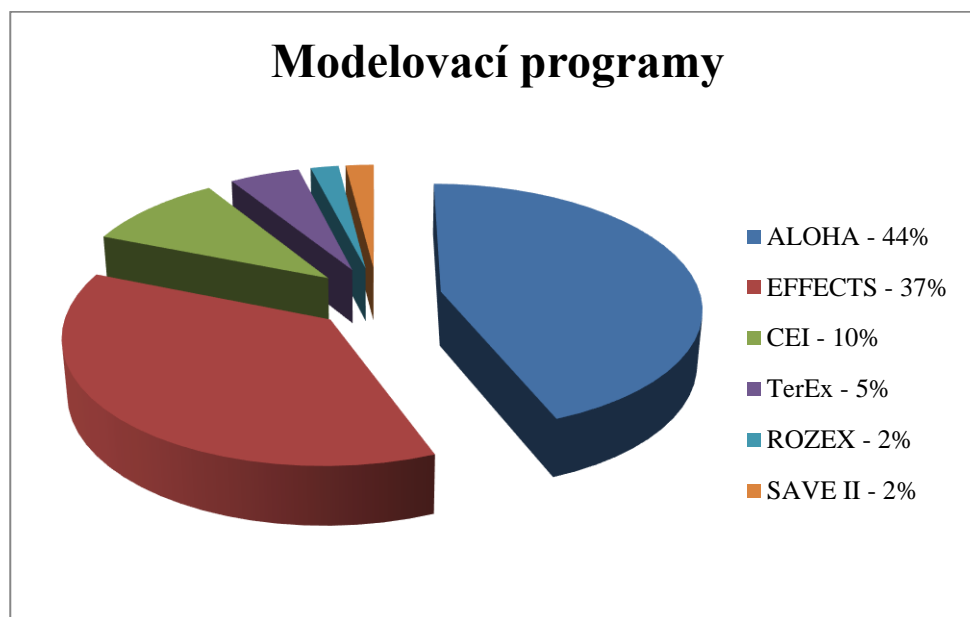
1. vytvoření abstraktního modelu – formování zjednodušeného popisu zkoumaného systému;
2. vytvoření simulačního modelu – zápis abstraktního modelu formou programu;
3. verifikace a validace – ověřování správnosti modelu;
4. simulace – experimentování se simulačním modelem;
5. analýza a interpretace výsledků [34].



Obr. 2 – Etapy modelování [34]

Nejčastěji používanými programy jsou ALOHA, EFFECTS, TerEx, CEI, SAVE II a ROZEX. Určitá část programů je volně k dispozici na internetu (např. ALOHA), jiné jsou komerčními produkty významných společností zabývajících se analýzou rizik (např. holandská společnost TNO – EFFECTSGIS, nebo česká společnost T-SOFT – TerEx).

Obrázek 3 znázorňuje procentuální vyjádření nejčastěji používaných programů v bezpečnostní dokumentaci v České republice [35]. V kapitole 4 Metodika jsou podrobněji popsány softwarové nástroje TerEx a ALOHA.



Obr. 3 – Nejčastěji používané modelovací programy při řešení analýzy rizik [35]

2.5 Klasifikace nebezpečných látek a směsí

Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon), který nahradil zákon 440/ 2008 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích. V závislosti na intenzitě nebezpečných vlastností rozděluje nebezpečné chemické látky a směsi do jednotlivých skupin nebezpečnosti. Jedná se o látky nebo směsi výbušné, oxidující, extrémně hořlavé, vysoce hořlavé, hořlavé, vysoce toxické, toxické, zdraví škodlivé, žíravé, dráždivé, senzibilizující, karcinogenní, mutagenní, toxické pro reprodukci, nebezpečné pro životní prostředí. Bližší specifikace těchto skupin je uvedena v citovaném zákoně [14].

Tento zákon též uvádí práva a povinnosti právnických osob a podnikajících fyzických osob. Jde o práva a povinnosti při výrobě, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování, uvádění na trh, používání, vývozu a dovozu chemických látek nebo látek obsažených ve směsích nebo předmětech, dále pak správnou laboratorní praxi a působnost správních orgánů při zajišťování ochrany před škodlivými účinky látek a směsí [28].

Pokyny pro označování a balení v souladu s nařízením CLP (ES) č. 1272/2008

Dokument je určen pro výrobce, dovozce, následné uživatele a distributory chemických látek a směsí. Jsou v něm obsaženy pokyny týkající se pravidel označování a balení látek a směsí stanovených v hlavě III a IV nařízení (ES) č. 1272/2008, ze dne 16. prosince 2008 (nařízení CLP), které vstoupilo v platnost dne 20. ledna 2009.

Povinnosti směsi klasifikovat, označovat a balit výhradně podle nařízení CLP platí bez výjimek od 1. 6. 2015 [29].

R a S věty byly nahrazeny standardními větami o nebezpečnosti H věty a pokyny pro bezpečné zacházení s chemickými látkami P věty [29].

Nařízení o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek REACH (ES) č. 1907/2006

Nařízení zahrnuje veškeré povinnosti registrace, hodnocení, povolování a omezování chemických látek a přípravků v rámci EU. Cílem je zajištění vysoké úrovně ochrany lidského zdraví a životního prostředí, volného pohybu látek samotných, obsažených v přípravcích nebo v předmětech a současně zvýšení konkurenceschopnosti a inovací. Nařízení vstoupilo v platnost dne 1. června 2007.

Do roku 2020 má zajistit, aby se na území evropského společenství vyráběly a dovážely pouze takové chemické látky a přípravky, u nichž jsou známy jejich nebezpečné vlastnosti, a dále aby se vyráběly, používaly a odstraňovaly bezpečným způsobem.

Oblast působnosti nařízení se týká všech látek, pokud nejsou z jeho působnosti výslovně vyňaty. Jde o rozsáhlý systém, který zahrnuje všechny látky bez ohledu na to, zda jsou vyráběny, dováženy, používány jako meziprodukty nebo uváděny na trh samostatně, v přípravcích nebo v předmětech.

Nařízení se netýká odpadů, radioaktivních látek, neizolovaných meziproduktů, potravin, látek, na které se nevztahuje celní dohled. Netýká se také přepravy nebezpečných látek samotných nebo obsažených v nebezpečných přípravcích [30].

2.6 Havarijní plánování

V průmyslové výrobě procházející značným rozvojem, je využíváno mnoho nebezpečných látek. Je tedy velkým zdrojem případného ohrožení. Je zde možnost vzniku mimořádné události způsobené lidskou činností, haváriemi nebo nehodami. Následkem toho je bezprostřední ohrožení zaměstnanců podniku, okolního obyvatelstva a v neposlední řadě i životního prostředí. Havarijní plán, jenž je součástí havarijní připravenosti, je využíván k preventivní přípravě a zvládnání mimořádných událostí za účelem ochrany života, zdraví, majetku a životního prostředí [33].

2.6.1 Analýza rizik

Velmi důležitou součástí havarijního plánování je bezesporu analýza rizik, která zahrnuje např. identifikaci klasifikace zdrojů rizika, určení priority rizikům a hodnocení těchto rizik. V případě, že se nepodaří riziko identifikovat, není možné ho ani analyzovat a připravit se na něj. Výsledky analýz poskytují možnost předejít vzniku havárie nebo tuto možnost snížit na co nejmenší riziko. K určení závažnosti a přijatelnosti pak slouží výsledek analýzy. Zdrojem rizika se pak stává každá situace, která má reálný předpoklad způsobit havárii. Jedná se např. o objekt nebo zařízení, ve kterém se nachází nebezpečná látka v dostatečném množství. Pro zjištění rizika a jeho popis je možné využít mnoha metod, přičemž každá metoda má své výhody i nevýhody [32].

Vnímání rizika ovlivňuje názor veřejnosti, přičemž každý jedinec toto riziko vnímá rozdílným způsobem. Můžeme říci, že riziko je často obyvatelstvem nesprávně posuzováno. Některá rizika jsou buď nadhodnocena, nebo jsou podceňována. Ke zdrojům rizika jsou stanoveny škály a frekvence jejich dopadů. Hodnocení rizik se zaměřuje převážně na ty zdroje rizika, které vyžadují nezbytná opatření. Efektivní hodnocení rizik pak umožňuje zaměřit naši pozornost na ta rizika, která mají nejpravděpodobnější negativní uplatnění [25].

Metody hodnocení rizik lze členit na kvalitativní a kvantitativní, dále je možné je rozdělit na tři kategorie: **deterministické** (kvantifikace následků havárie), **probabilistické** (pravděpodobnost nebo frekvence havárie) a kombinace deterministického a probabilistického přístupu. Při **kvalitativním hodnocení rizik** je pozornost zaměřena na identifikaci zdrojů rizika, analýzu příčin a jejich následků z hlediska na možné scénáře havárií. U kvantitativního hodnocení rizika hraje hlavní roli risk management, který

se zaměřuje převážně na pravděpodobnostní analýzu (určení četnosti, frekvence uvažovaných havarijních scénářů) a hodnocení dopadů [25].

Používané metody pro analýzu rizika jsou např.:

- Hazard and Operability Analysis (studie nebezpečí a provozuschopnosti);
- Check List Analysis (kontrolní seznam);
- Safety Audit/Review (bezpečnostní prohlídka);
- Analysis What – If (co se stane, když...);
- Event Tree Analysis (analýza stromu událostí);
- Cause-Consequence Analysis (analýza příčin a následků);
- Fault Tree Analysis (analýza stromu poruch) [2].

2.6.2 Havarijní plány

Hlavním výstupem havarijního plánování je havarijní plán, ve kterém jsou uvedeny opatření a postupy při havárii. Havarijní plánovací dokumenty se zpravidla zpracovávají pro určité vymezené území, areál podniku, území navazující na areál podniku, na kterém se mohou projevit následky mimořádné události, tzv. zóna havarijního plánování, respektive správní území orgánu veřejné správy [25].

Vnitřní havarijní plán

Provozovatel objektu zařazeného do skupiny B zpracuje vnitřní havarijní plán, ve kterém stanoví opatření přijímaná uvnitř objektu při vzniku závažné havárie za účelem zmírnění jejích následků na životy a zdraví lidí a zvířat, životní prostředí a majetek. Na základě rozhodnutí krajského úřadu zahrne provozovatel do plánu preventivní bezpečnostní opatření vztahující se k možnému vzniku domino efektu [9].

Vnitřní havarijní plán se skládá z informativní, operativní a grafické části.

Vnější havarijní plán

Provozovatel objektu zařazeného do skupiny B musí zpracovat podklady pro zpracování vnějšího havarijního plánu. Tyto podklady následně předloží krajskému úřadu a hasičskému záchrannému sboru kraje. Ten poté zpracuje samotný plán, který musí následně schválit hejtman kraje nebo starosta ORP.

Je složen z informační, operativní části a plánů konkrétních činností.

Zóna havarijního plánování

Jedná se o oblast, ve které se uplatňuje vnější havarijní plán. Je vymezena plochou ohraničenou vnější hranicí ZHP. Výjimkou je území, které má zpracovaný vnitřní havarijní plán. Tato zóna se stanovuje pro objekty zařazené do skupiny B a pro pracoviště IV. Kategorie jaderných zařízení. Zónu podrobněji stanovuje vyhláška č. 226/2015 Sb.

2.7 Ochrana obyvatelstva

Ochranou obyvatelstva při chemické havárii rozumíme: varování a vyrozumění, ukrytí, improvizovaná ochrana, detekce a monitorování chemické situace, dočasná evakuace, dekontaminace, vyhledávání a vyprošťování zasažených osob, zdravotnická pomoc, lokalizace a likvidace požáru, uzavření ohroženého a postiženého prostoru [36].

Pro přežití nebo zvládnutí jednotlivých mimořádných událostí ve svém bydlišti nebo pracovišti není stále připravenost obyvatelstva na požadované úrovni. Důležité jsou ve správnou chvíli poskytnuté informace, které mohou napomoci v potřebném rozsahu k ochraně životů, zdraví, majetku i životního prostředí, popřípadě zmírnit dopady události. Aby se lidé mohli chránit, je zapotřebí vytvářet jejich vědomosti, dovednosti a návyky. V prvních kritických momentech je třeba, aby se lidé spoléhali na svépomoc a vzájemnou pomoc, dokud se na místo zásahu nedostanou profesionální záchranáři. Tento kritický moment je často označován jako 10 minut (někdy 15) pro život [32].

Níže jsou uvedeny některé prostředky ochrany obyvatelstva:

Varování a vyrozumění

V ČR je pro tento účel vybudován jednotný systém varování a vyrozumění, který spravuje HZS ČR. Systém je tvořen sítí poplachových sirén, soustavou vyrozumívacích center, soustavou dálkového vyrozumění a soustavou místního vyrozumění. V případě hrozby nebo vzniku mimořádné události je obyvatelstvo varováno především prostřednictvím varovného signálu „Všeobecná výstraha“. Jedná se o kolísavý tón po dobu 140 sekund, který je doplněn o mluvenou tísňovou informaci. Obyvatelstvo může být následně informováno i sdělovacími prostředky (rozhlas, televize) [37].

Pro obyvatelstvo je doporučeno po vyhlášení varovného signálu zachování klidu a rozvahy. Je důležité začít neprodleně sledovat informace v hromadných sdělovacích prostředcích, dále pak řídit se pokyny od zasahujících složek nebo orgánů státní správy a samosprávy. V případě možnosti se ujistit, že jsou o situaci informováni i sousedé [38].

Ukrytí

Ukrytím v našem případě rozumíme opatření sloužící k ochraně obyvatelstva před účinky a následky chemických havárií. V mírové době se k ukrytí využívají vlastnosti obytných a jiných budov. Jedná se např. o místnosti nacházející se nejlépe ve vyšších patrech na odvrácené straně od zdroje ohrožení. Tyto místnosti by se měly utěsnit proti vniknutí nebezpečné látky. Ukrytí by mělo následovat ihned po varovném signálu „Všeobecná výstraha“ [39].

Evakuace

Evakuací se provádí přemístění osob, zvířat, předmětů kulturní hodnoty, technického zařízení, případně strojů a materiálu k zachování nutné výroby a nebezpečných látek z míst ohrožených mimořádnou událostí do míst, která slouží pro zajištění evakuovaného obyvatelstva. Evakuace zajišťuje i náhradní ubytování a stravování, ustájení zvířat a uskladnění věcí [40].

Po vyhlášení mimořádné situace se přistupuje k vyhlášení evakuace. Prostřednictvím hromadných informačních prostředků je obyvatelstvo vyrozuměno o vyhlášené evakuaci. nejúčinnějším ochranným opatřením je provedení včasné evakuace. Přednostně je možné provádět krátkodobou evakuaci před příchodem mraku nebezpečné látky [32].

Improvizovaná ochrana

Tato ochrana je využívána civilním obyvatelstvem k ochraně před účinky NCHL. Jde především o prostředky improvizované ochrany dýchacích cest, očí a povrchu těla. Je doporučována pláštěnka do deště, pryžové holínky a rukavice, dále pak vícevrstvé oblečení z materiálů, které umožňují po krátkou dobu ochránit před průnikem par a kapek. Ochrana je prováděna především při pohybu mimo budovy a úkryty, kdy hrozí nejvyšší nebezpečí vdechování chemických látek a jejich usazování na odkrytých částech těla.

Tuto ochranu lze využít jako nouzovou a dočasnou všude tam, kde došlo k nečekané situaci, a kde se nechráněné osoby ocitli v ohrožení života a zdraví kvůli nebezpečným škodlivinám, dále pak kdy tato událost nastala nenadále a ohrožené osoby jsou tak v rámci ochrany života nuceni reagovat improvizovaně [32].

Dekontaminace

Jedná se o soubor metod, postupů a prostředků k účinnému odstranění kontaminantů nebo jeho eliminace na akceptovatelnou úroveň a následnou likvidaci odstraněného kontaminantu. Dekontaminovat lze osoby, potraviny, techniku, objekty a životní prostředí.

Cílem je:

- snížit zdravotnické a nenávratné ztráty;
- zkrátit dobu nezbytného používání prostředků individuální ochrany;
- vytvořit podmínky pro obnovu normálního života v kontaminovaných oblastech;
- zabezpečení záchranných a neodkladných prací a asanací území [41].

2.8 Amoniak

Bezvodý amoniak, také tzv. čpavek, je s největší pravděpodobností nejvíce rozšířená nebezpečná látka využívaná v průmyslu. V České republice je bezvodý amoniak využíván v cca 155 zimních stadiónech a 600 velkokapacitních zařízení v potravinářském průmyslu. Amoniak je bezbarvá kapalina nebo plyn, jenž se projevuje štiplavým dráždivým zápachem. Jde o málo hořlavou látku. Při vyšších teplotách vzniká nebezpečí jeho vznícení. Bezpečnostní list je uveden v Příloze P1 [23].

2.8.1 Fyzikální a chemické vlastnosti látky

Za normálního tlaku a teploty se jedná o jedovatý bezbarvý plyn, který je lehčí než vzduch. Jeho forma může být plynná nebo kapalná. Je silně dráždivý, leptá oči, dýchací cesty, plíce a kůži. Může způsobit silné omrzliny [49].

Vzhled a skupenství:

- Pevné – nevyskytuje se;
- Kapalně – nejčastěji jako vodný roztok (25–29 %);
- Plynně – bezbarvý pronikavě štiplavý plyn.

Při uvolnění plynu se tvoří množství studené mlhy, která je těžší než vzduch. Vznikají leptavé a výbušné směsi, jenž se velmi dobře pojí se vzduchem. Ke vznícení může dojít působením vysoké teploty a silného zdroje energie [50]. Při úniku z míst, kde se nachází ve zkapalněném stavu, se amoniak prudce vypaří. Odejme teplo svému okolí a zkondenzuje atmosférická vlhkost. Je tedy z počátku vidět bílá mlha, která se drží při zemi. Za větrného počasí se rychle rozptýlí do okolí [24]. Fyzikální a chemické vlastnosti jsou uvedeny v následující tabulce 1. Na obrázku 4 jsou zobrazeny symboly nebezpečnosti amoniaku.



Obr. 4 – Symboly nebezpečnosti amoniaku [23]

Tab. 1 – Vlastnosti amoniaku [23]

Vlastnosti amoniaku	
skupenství	kapalné
barva	bezbarvý
zápach	štiplavý, charakteristický
hodnota pH	11,7 (silnější zásada)
bod varu (při atmosferickém tlaku)	-33,4 °C
bod tání / tuhnutí (-//-)	-77,8 °C
teplota samovznícení	630 °C
skupina vznícení	A
mezní teplota vznícení	15 % objemových – 30 % objemových
hořlavost	hořlavý
samozápalnost	není samozápalný
třída výbušnosti	P
skupina výbušnosti	IIA
tenze par (při 20 °C)	860 kPa
hustota par ke vzduchu (při 20 °C)	0,597 kg.m-3
rozpuštnost (při 20 °C)	ve vodě: 34 %

Přípustné hodnoty koncentrací škodlivin amoniaku jsou uvedeny v tabulce 2.

Hodnoty ERPG / EEPG amoniaku:

Tab. 2 – Přípustné hodnoty koncentrací škodlivin [25]

Koncentrací škodlivin			
	ERPG 1	ERPG 2	ERPG 3
mg/m ³	17	139	696
ppm	25	200	1000

ERPG 1 / EEPG 1 jedná se o maximální koncentraci ve vzduchu, kterou člověk snese po dobu jedné hodiny bez výrazných zdravotních změn,

ERPG 2 / EEPG 2 jedná se o maximální koncentraci ve vzduchu, kterou člověk snese po dobu jedné hodiny bez způsobení nevratných zdravotních změn nebo poškození imunity,

ERPG 3 / EEPG 3 jedná se o maximální koncentraci ve vzduchu, kterou člověk snese po dobu jedné hodiny bez toho, aby byl smrtelně ohrožený [25].

2.8.2 Nepříznivé účinky na lidský organismus

Amoniak působí dráždivě na oči, sliznici a nosní partie. V některých případech je možnost nebezpečí pro centrální nervovou soustavu. Při požití vzniká nebezpečí poleptání zažívacího traktu. Poté vzniká toxická žloutenka a zánět ledvin. Vdechnutí může způsobit leptání sliznice a vznik otoku (edému) plic. Vysoká koncentrace může způsobit zástavu dechu. V tomto případě jde většinou o zástavu přechodnou, ale ke smrti může dojít i velmi rychle. U těhotné ženy může vzniknout krvácení rodidel a v nejhorším případě dojít k potratu.

Po velké expozici oka zůstává rohovka průhlednou, avšak necitlivou. Až po 7 až 10 dnech může vzniknout zákal. Může se projevit i poškození oka, pronikající do hloubky a vedoucí ke slepotě [26]. Přehled vlivů amoniaku na lidský organismus je uveden v tabulce 3.

Tab. 3 – Amoniak a jeho vliv na lidský organismus [25]

Amoniak a jeho vliv na lidský organismus		
Objem % ve vzduchu	ppm	Vliv na lidský organismus
0,0005	5	zjistitelný čichem
0,005	20	snesitelný po delší dobu
0,005–0,02	50–200	bez vážného poškození zdraví max. 60 min. bez újmy na zdraví
0,03	300	po delší dobu těžko snesitelné, ale do 60 min. bez újmy na zdraví
0,05	500	IDLH - max. koncentrace, při níž může člověk opustit po 30 min. místnost, aniž by pocítil nutnost úniku nebo utrpěl újmu na zdraví
0,1	1000	nesnesitelná po delší době poškození dýchacích orgánů
0,2–0,3	2000–3000	vážné poškození oční rohovky a smrt do 30 min.
15–28	15000–28000	dolní a horní mez výbušnosti

2.8.3 První pomoc

Při zasažení je nutno dopravit postiženého na čerstvý vzduch. Následně se postiženému vypláchnou ústa a nos vodou. Postižená místa se ihned opláchnou. Je třeba odstranit kontaminovaný oděv a obuv. Jestliže postižený nedýchá, je nezbytné mu ihned poskytnout první pomoc. Při vzniku omrzlin se přimrzlé šatstvo neodstraňuje. Zasažené místo se netře, pouze se opláchnou vodou. Poleptaná, případně omrzlá místa je vhodné překrýt sterilním obvazem nebo čistou tkaninou. V případě zasažení očí se provede výplach pod tekoucí vlažnou vodou trvající minimálně 15 minut. Dojde-li k požití, nevyvolává se zvracení. Vždy je nutné zajistit lékařskou pomoc [26].

2.8.4 Nejzávažnější nepříznivé účinky na životní prostředí

Při úniku amoniaku může dojít k zamoření ovzduší do značné vzdálenosti od místa havárie. Dochází ke kontaminaci terénu i vod. Amoniak je rozpustný ve vodě, ale i při vysokém zředění vytváří leptavé směsi, nad kterými se uvolňují nebezpečné páry. Pro vodní organismy je vysoce toxický. Amoniak může také měnit hodnotu pH vodního prostředí. Termickým rozkladem vznikají oxidy dusíku [26].

3 CÍL PRÁCE A HYPOTÉZY

Předmětem diplomové práce je namodelování havárie s únikem nebezpečné látky, tj. amoniaku ze zimního stadionu pomocí softwarových nástrojů ALOHA a TerEx. Cílem práce je vytvoření analýzy provedených modelů a komparace jejich výsledků, dále pak zhotovení SWOT analýzy objektu. Na závěr je vypracován návrh havarijní dokumentace pro daný objekt.

Teoretická část se zabývá problematikou prevence závažných havárií, přičemž je okrajově zmíněno i havarijní plánování a ochrana obyvatelstva. Je zde také uvedena charakteristika amoniaku.

Praktická část je věnována vymodelování a vyhodnocení úniku amoniaku pomocí softwarového nástroje ALOHA a TerEx ve čtyřech variantách, a to 1500 kg, 3000 kg, 4500 kg a 6000 kg. Je zde provedena SWOT analýza objektu a zpracován návrh havarijní dokumentace.

Hypotéza 1: Budou všechny výsledné namodelované hodnoty ERPG 3 a IDLH ve čtyřech variantách, a to 1500 kg, 3000 kg, 4500 kg a 6000 kg u softwarových nástrojů TerEx a ALOHA rozdílné o více jak 10 %?

Hypotéza 2: Bude mít rozdíl naměřených hodnot ERPG 3 při úniku 1500 kg, 3000 kg, 4500 kg a 6000 kg mezi nástroji TerEx a ALOHA stejnou hodnotu (velikost)?

4 METODIKA

V práci jsou použity podklady z dostupných zdrojů. Těmito zdroji jsou myšleny prameny literární, internetové, rozhovory a v neposlední řadě se pak jedná o konzultace s osobami zabývajícími se problematikou prevence závažných havárií. Dále jsou v práci použity obecně známé vědecké metody. Jedná se o analýzu, konkrétně SWOT analýzu, modelování či komparaci. Literární a internetové podklady byly použity převážně pro zpracování teoretické části práce. Praktická část je zaměřena nejvíce na rozhovory a použití vědecky známých metod.

Metodika TerEx

Název TerEx znamená Teroristický expert a je zhotoven společností T-SOFT. Slouží k okamžité prognóze dopadů mimořádné události. Tato mimořádná událost může vzniknout například při úniku nebezpečných látek, teroristickém útoku chemickými, biologickými a jadernými zbraněmi. Lze jej použít i k stanovení nebezpečné zóny a způsobu šíření nebezpečné látky.

Využit tento nástroj mohou složky Integrovaného záchranného systému na místě mimořádné události, rovněž tak v řídicím středisku. Nespornou výhodou softwaru je poskytnutí výsledků i za předpokladu nedostatečných přesnějších vstupních informací. Softwarem jsou vygenerovány výsledky odpovídající maximálním možným následkům, tedy nejhorší variantě [42].

TerEx tvoří těchto devět základních modelů mimořádných událostí:

- model **ATP-45B**, sloužící pro predikci zasažené nebo ohrožené oblasti při použití otravné látky na určité území;
- model **DIOXIN** slouží k modelování jednorázového úniku – tabelární model;
- model **BLEVE** modeluje možné ohrožení nádrže plošným požárem;
- model **EXPLOSIV** stanoví odhad následků exploze nástražného výbušného systému;
- model **JET FIRE** (tryskový požár) poskytuje řešení situace při masivním úniku hořlavé tekutiny (kapaliny nebo plynu) pod tlakem z potrubí nebo z nádrže, která vede k požáru tohoto výronu;

- model **POISON** provede vyhodnocení dosahu a tvaru oblaku otravné látky, který se vytvoří po rozptýlení látky na daném území;
- model **POOL FIRE** zajistí výpočet intenzity mimořádné události při hoření látky, která se vypařuje z vrstvy kapaliny;
- model typu **PLUME** vygeneruje oblak, který vzniká při dlouhotrvajícím úniku látky do okolní atmosféry, přičemž jsou zde tři možnosti – déletrvající únik plynu, déletrvající únik vroucí kapaliny a pomalé vypařování kapaliny z louže;
- model typu **PUFF** provede modelaci rozptylu oblaku uvolněné látky při jejím jednorázovém úniku do okolní atmosféry. Tento model nabízí další dvě možnosti, a to jednorázový únik plynu do oblaku a jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku [43].

Program obsahuje přibližně 900 nebezpečných látek, které lze pro modelaci využít. Namodelované výsledky lze zobrazovat do map zvolených mapových serverů, například Google. Obrázek 5 ukazuje prostředí programu TerEx.



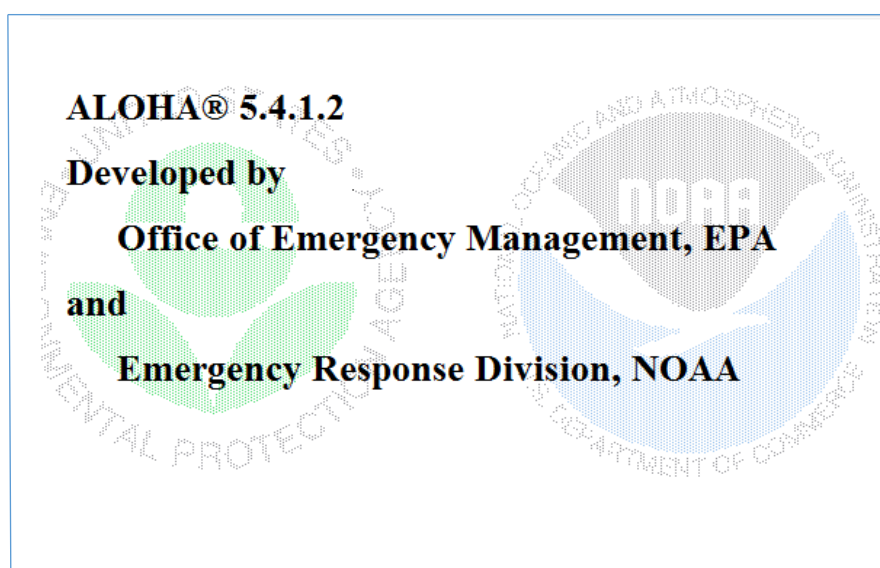
Obr. 5 – Prostředí programu TerEx (zdroj program TerEx)

Metodika ALOHA

Nástroj Areal Locations of Hazardous Atmospheres, zkráceně ALOHA, je program pro modelování úniků nebezpečných chemických látek do ovzduší určený pro krizové řízení a plánování. Jeho smyslem je odhad scénáře pro danou mimořádnou událost a určení rozptylu toxického oblaku v atmosféře. Na základě vstupních údajů a externích vlivů

zobrazuje ohroženou oblast (Threat Zone), což je oblast, kde rizika jako toxicita, hořlavost, tepelné záření či přetlak přesahují uživatelem stanovenou úroveň znepokojení (Level of Concen – LOC). Výsledkem jsou tabulky a grafy matematických výpočtů, které lze vizualizovat nástrojem MARPLOT, jež je, stejně jako ALOHA, součástí balíku CAMEO [34].

Součástí programu je i rozsáhlá databáze chemických látek, kterých je přibližně 900. Je volně přístupný na stránkách organizace EPA v anglické jazyce. Program má některá omezení, která mohou uživateli poskytnout nepřesné údaje. Nezahrnuje totiž do svých výpočtů chemické reakce, topografii či rozptýlené částice [43, 44]. Obrázek 6 definuje prostředí programu ALOHA.



Obr. 6 – Prostředí programu ALOHA (zdroj program ALOHA)

Analýza – Matice SWOT

Matice SWOT představuje koncepční rámec pro systematickou analýzu, který usnadňuje porovnání vnějších hrozeb a příležitostí s vnitřními silnými a slabými stránkami organizace, týmu či projektu [46].

Základ metody spočívá v klasifikaci a ohodnocení jednotlivých faktorů, které jsou rozděleny do 4 základních skupin. Vzájemnou interakcí faktorů silných a slabých stránek na jedné straně vůči příležitostem a nebezpečím na straně druhé lze získat nové kvalitativní informace, které charakterizují a hodnotí úroveň jejich vzájemného střetu [28].

5 VÝSLEDKY

5.1 Zimní stadion

V roce 1982 byl vybudován zimní stadion (Obrázek 7), a to pouze jako nekrytá ledová plocha, jejíž slavnostní uvedení do provozu bylo dne 1. 10. 1983. Při rekonstrukci, která byla po deseti letech od výstavby zimního stadionu (v roce 1992), bylo vybudováno zastřešení ledové plochy. Byly provedeny i další architektonické úpravy, které korespondují s dnešní podobou zimního stadionu. V říjnu 1992 byl tento zrekonstruovaný stadion uveden opět do provozu. Hala o výšce 12 m disponovala ledovou plochou o výměře 60 × 30 m. V zázemí stadionu bylo vybudováno 5 šaten, které byly standardně vybaveny. Stadion má kapacitu hlediště 800 diváků, přičemž 410 míst je k sezení. Během letní sezóny je stadion využíván i různými kulturními akcemi, jako jsou například koncerty. Při těchto kulturních akcích je pak kapacita stadionu, včetně prostoru ledové plochy, přibližně 3000 diváků. Objekt stadionu nabízí také restauraci, bar, fitness centrum a nechybí ani prodejna sportovních potřeb včetně servisu vybavení na lední sporty. Přilehlé parkoviště poskytuje 40 parkovacích míst. V západní části objektu je samotná strojovna s umístěným zásobníkem na amoniak, která pochází z roku 1992. Strojovna nebyla doposud nikdy rekonstruována.



Obr. 7 – Zimní stadion (zdroj vlastní)

5.1.1 Umístění stadionu

Stadion se nachází v souvisle zastavěném území městské části Praha – Vokovice, s převažující zástavbou bytových domů, kde s jižní částí stadionu sousedí rodinné domy. Základní škola a Gymnázium Duhovka se sportovištěm sousedí se zimním stadionem ze západní strany. Přibližně 80 m východním směrem od stadionu se nachází v ulici Na Dlouhém lánu poliklinika. Poblíž stadionu je také zahradnické centrum Chládek a sportovní klub Střešovice. GPS souřadnice zimního stadionu jsou 50.0958806N, 14.3640367E. Umístění stadionu je zobrazeno v mapě na obrázku 8.

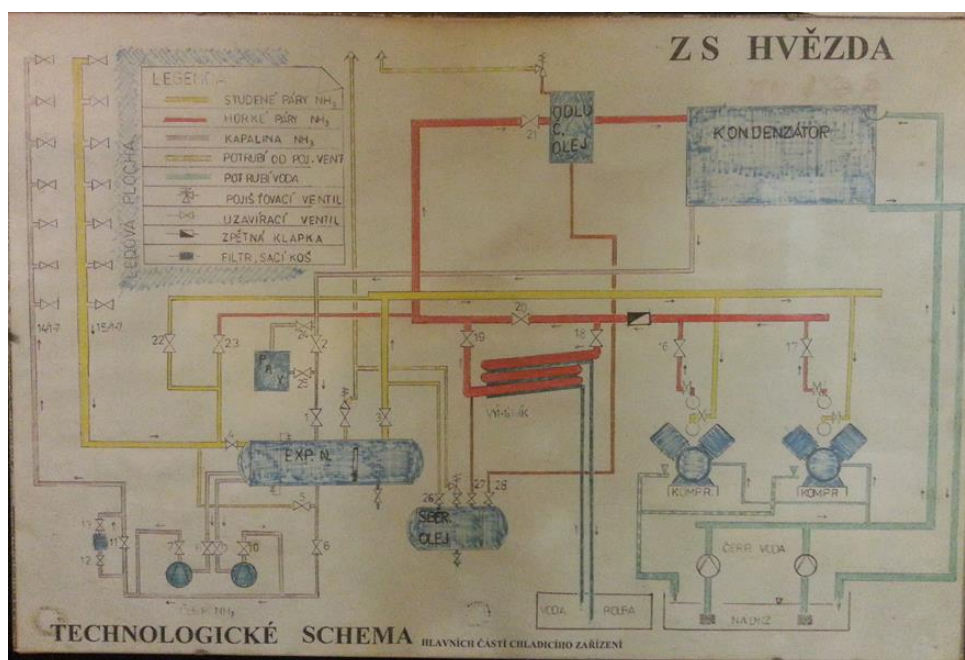


Obr. 8 – Situace s umístěním zimního stadionu (zdroj Mapy.cz)

5.1.2 Chladicí zařízení stadionu

K chlazení ledové plochy stadionu je využit tzv. „Přímý chladicí systém“. Tento systém je založen na rozvodu chladicího média – amoniaku potrubím uloženým v ledové ploše. Tímto způsobem dochází k ochlazení plochy. Tento systém má nevýhodu v tom, že je zapotřebí velkého množství chladiva (tisíce kg amoniaku). Hrozí tak možnost úniku chladicí látky do prostor stadionu, ve kterém se zdržuje velký počet osob (diváků), jsou-li brány v potaz stovky kilogramů chladicího média v potrubí ledové plochy a tisíce kilogramů v zásobníku. Hrozí tak únik, jak bylo popsáno výše do samotných prostor zimního stadionu, ale i do okolí stadionu.

Ve strojovně je umístěn jeden zásobník o kapacitě 10 m³, ve kterém se nachází chladicí roztok – amoniak. V tomto zásobníku se však nachází „jen“ 6 tun amoniaku. Není tedy využit v plné výši. Toto množství však může představovat v případě úniku látky nemalou hrozbu. Obrázek 9 znázorňuje schéma chladicí technologie zimního stadionu.



Obr. 9 – Technologie chladicího zařízení

Z uvedených informací je zřejmé, že na zimní stadion se nevztahují povinnosti plynoucí ze zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. Hranice stanovená pro amoniak je minimálně 50 tun. Zimní stadion tedy není zařazen ani do skupiny A, nebo skupiny B. Dle zákona č. 224/2015 Sb. musí však mít zpracován „protokol o nezařazení“.

5.2 Zvolený scénář

Jako scénář pro modelaci bylo zvoleno následující:

Při konání mezistátního zápasu v ledním hokeji dojde vinou obsluhy strojovny k poškození ventilu umístěného před samotným zásobníkem. Takovéto poškození ventilu vlivem obsluhy je vzhledem k jejím zkušenostem vysoce nepravděpodobné. Lidský faktor je ale nevyzpytatelný, a tudíž toto poškození nemůže být zcela vyloučeno.

Uniklé množství skladovaného amoniaku bylo zvoleno ve čtyřech variantách, a to 1500 kg, 3000 kg, 4500 kg a 6000 kg. To odpovídá procentuálním hodnotám 25 %, 50 %, 75 % a 100 % skladovaného množství amoniaku. Vstupní data pro modelaci jsou uvedena v tabulce 4.

Tab. 4 – Parametry pro modelaci

Látka	Amoniak
Typ zařízení	chladicí zásobník
Teplota látky v zásobníku	-10 °C
Celkové uniklé množství látky	1500 / 3000 / 4500 / 6000 kg
Rychlost větru ve výšce 3 m	3 m/s
Směr větru	severní (N)
Teplota vzduchu	5 °C
Atmosférická stálost	E
Relativní vlhkost	50%
Doba vzniku havárie	den
Typ povrchu ve směru šíření látky	obytná zástavba

5.2.1 Modelování zvoleného scénáře pomocí programu ALOHA

V této kapitole jsou uvedeny výsledky modelování v programu ALOHA po zadání jednotlivých parametrů uvedených v tabulce 4. Podrobnější popis práce s programem a postup zadávání parametrů je uveden v kapitole 6 Diskuze.

Textový výstup vygenerovaný programem ALOHA je uveden na obrázku 10 pro 6000 kg amoniaku, na obrázku 14 pro 4500 kg amoniaku, na obrázku 18 pro 3000 kg amoniaku a na obrázku 22 pro 1500 kg amoniaku.

Výsledky modelování úniku 6000 kg amoniaku

SITE DATA:

Location: ZIMNI STADION VOKOVICE, CESKA REPUBLIKA
Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
Time: January 13, 2017 0720 hours DST (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: -34.1° 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: 3 meters/second from N at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 5° C Stability Class: E
Inversion Height: 300 meters Relative Humidity: 50%

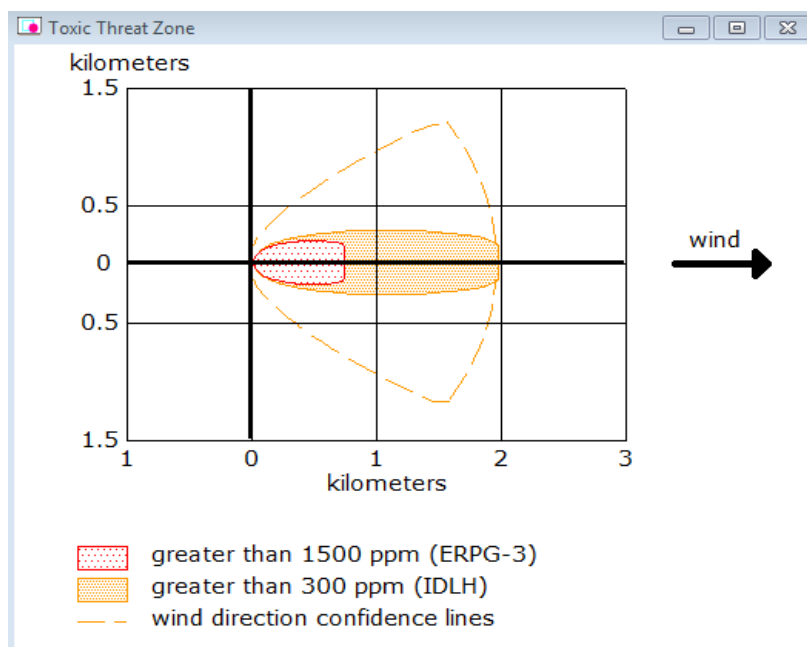
SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 1.6 meters Tank Length: 5 meters
Tank Volume: 10.1 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: -10° C
Chemical Mass in Tank: 6000 kilograms
Tank is 92% full
Circular Opening Diameter: 5 centimeters
Opening is 5 centimeters from tank bottom
Release Duration: 7 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 1,150 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 6,000 kilograms
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

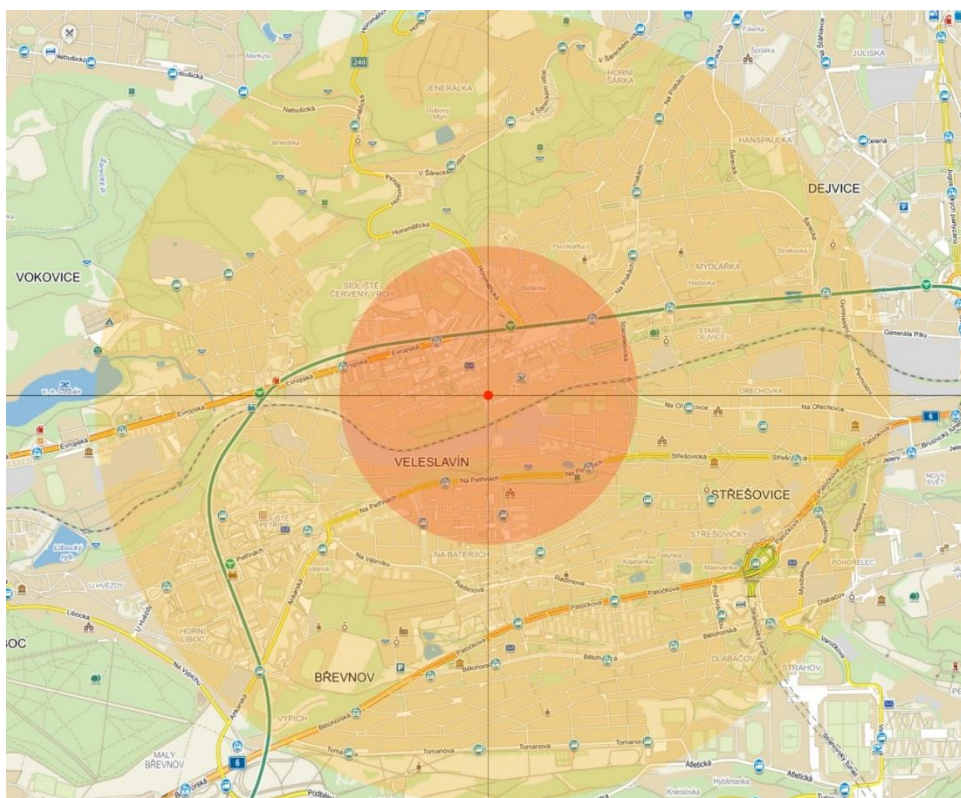
Model Run: Heavy Gas
Red : 743 meters --- (1500 ppm = ERPG-3)
Orange: 2.0 kilometers --- (300 ppm = IDLH)

Obr. 10 – Textový výstup vygenerovaný programem – 6000 kg amoniaku



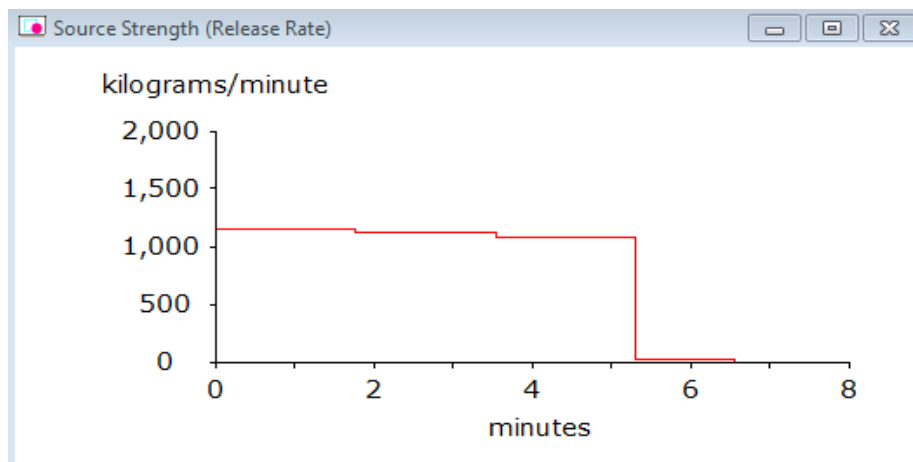
Obr. 11 – Rozptyl oblaku amoniaku – 6000 kg

Obrázek 11 znázorňuje výstup rozptylu oblaku amoniaku v grafické podobě. V tomto případě se jedná o simulaci úniku 6000 kg amoniaku při severním směru větru. Získaná informace plynoucí z tohoto grafického výstupu je vzdálenost (dosah) zraňujících koncentrací.



Obr. 12 – Zákres výstupu do mapového podkladu – 6000 kg amoniaku

Na obrázku 12 je vidět vložení grafického výstupu rozptylu oblaku amoniaku do mapy. Oranžový kruh znázorňuje oblast, ve které je doporučeno provést průzkum toxické koncentrace při úniku 6000 kg látky.



Obr. 13 – Model rychlosti – únik 6000 kg amoniaku z chladicího zásobníku

Obrázek 13 znázorňuje rychlost, jakou látka uniká z poškozeného chladicího zásobníku. Z grafu je patrné, že zásobník je zcela vyprázdněn za necelých 7 minut. V počátečních minutách dochází k největšímu úniku látky. V tomto případě jde o objem průtoku 1150 kg/min po dobu necelé 5,5 minuty. Následuje postupné snižování průtoku, až nastane úplné vyprázdnění celého obsahu zásobníku.

Výsledky modelování úniku 4500 kg tuny amoniaku

SITE DATA:

Location: ZIMNI STADION VOKOVICE, CESKA REPUBLIKA
Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
Time: January 13, 2017 0720 hours DST (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: -34.1° 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: 3 meters/second from N at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 5° C Stability Class: E
Inversion Height: 300 meters Relative Humidity: 50%

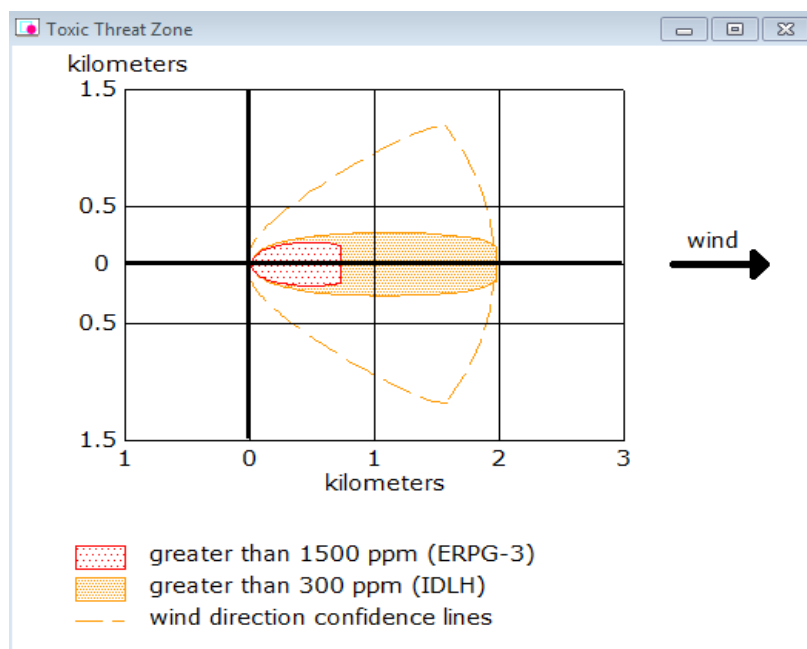
SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 1.6 meters Tank Length: 5 meters
Tank Volume: 10.1 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: -10° C
Chemical Mass in Tank: 4500 kilograms
Tank is 69% full
Circular Opening Diameter: 5 centimeters
Opening is 5 centimeters from tank bottom
Release Duration: 6 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 1,150 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 4,500 kilograms
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

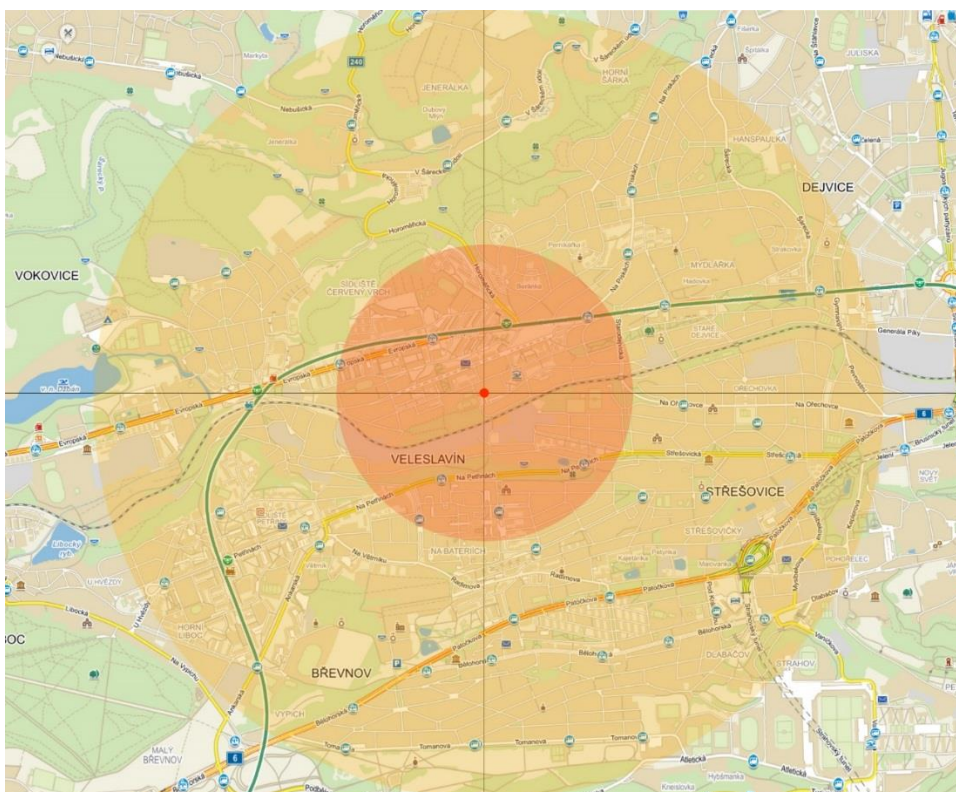
Model Run: Heavy Gas
Red : 736 meters --- (1500 ppm = ERPG-3)
Orange: 2.0 kilometers --- (300 ppm = IDLH)

Obr. 14 – Textový výstup vygenerovaný programem – 4500 kg amoniaku



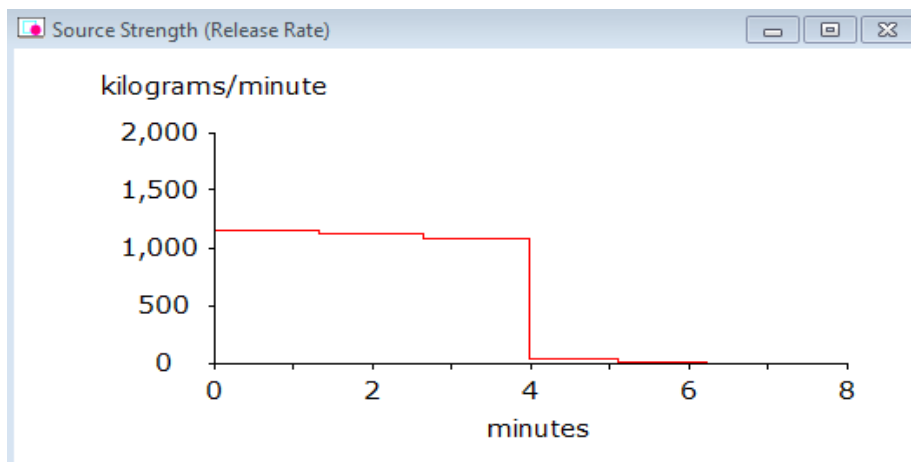
Obr. 15 – Rozptyl oblaku amoniaku – 4500 kg

Obrázek 15 znázorňuje výstup rozptylu oblaku amoniaku v grafické podobě. V tomto případě jde o simulaci úniku 4500 kg amoniaku při severním směru větru. Získaná informace, která vyplývá z tohoto grafického výstupu, je vzdálenost (dosah) zraňujících koncentrací.



Obr. 16 – Zákres výstupu do mapového podkladu – 4500 kg

Na obrázku 16 je zobrazeno vložení grafického výstupu rozptylu oblaku amoniaku do mapy. Oranžový kruh zobrazuje oblast, ve které je doporučeno provést průzkum toxické koncentrace při úniku 4500 kg látky.



Obr. 17 – Model rychlosti – únik 4500 kg amoniaku z chladicího zásobníku

Obrázek 17 ukazuje rychlost, jakou látka uniká z poškozeného chladicího zásobníku. Z grafu je zřejmé, že zásobník je za 6 minut zcela vyprázdněn. V počátečních minutách dochází k největšímu úniku látky. V tomto případě jde o objem průtoku 1150 kg/min po dobu 4 minut. Následuje postupné snižování průtoku, dokud nenastane úplné vyprázdnění celého obsahu zásobníku.

Výsledky modelování úniku 3000 kg amoniaku

SITE DATA:

Location: ZIMNI STADION VOKOVICE, CESKA REPUBLIKA
Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
Time: January 13, 2017 0720 hours DST (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: -34.1° 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: 3 meters/second from N at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 5° C Stability Class: E
Inversion Height: 300 meters Relative Humidity: 50%

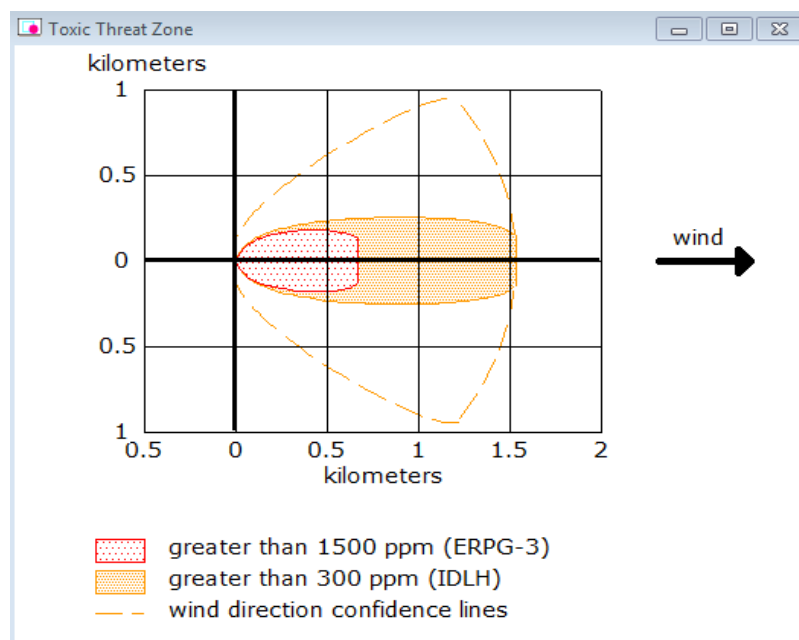
SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 1.6 meters Tank Length: 5 meters
Tank Volume: 10.1 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: -10° C
Chemical Mass in Tank: 3000 kilograms
Tank is 46% full
Circular Opening Diameter: 5 centimeters
Opening is 5 centimeters from tank bottom
Note: RAILCAR predicts a stationary cloud or 'mist pool' will form.
Model Run: traditional ALOHA tank
Release Duration: 4 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 1,140 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 2,980 kilograms
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

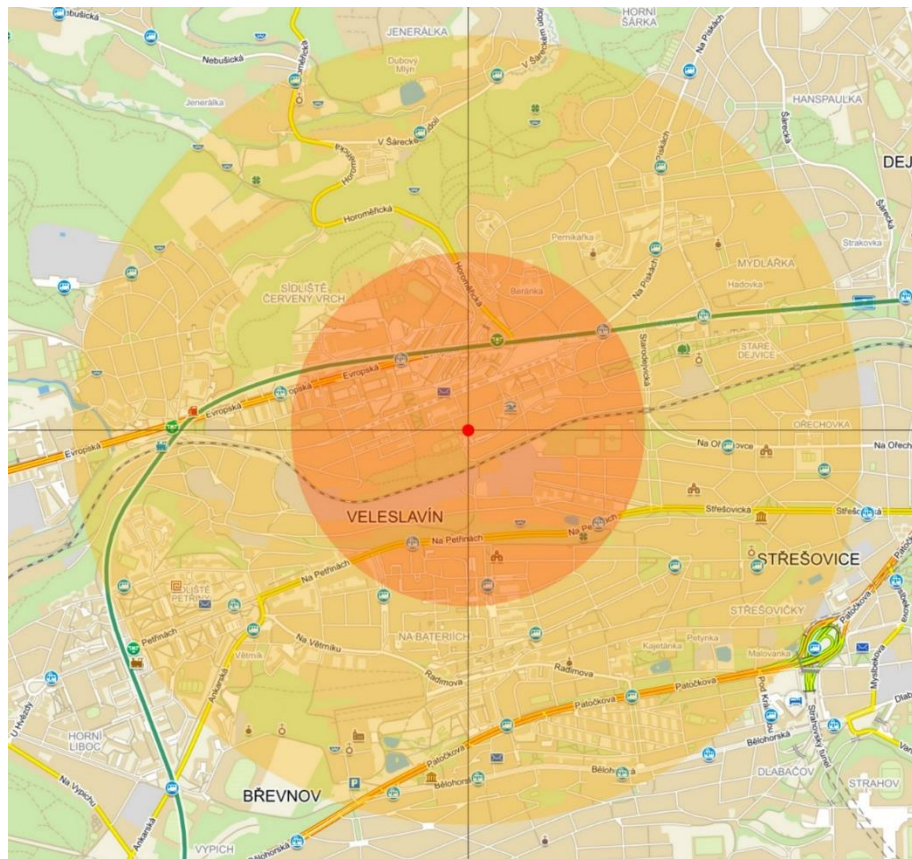
Model Run: Heavy Gas
Red : 673 meters --- (1500 ppm = ERPG-3)
Orange: 1.5 kilometers --- (300 ppm = IDLH)

Obr. 18 – Textový výstup vygenerovaný programem – 3000 kg amoniaku



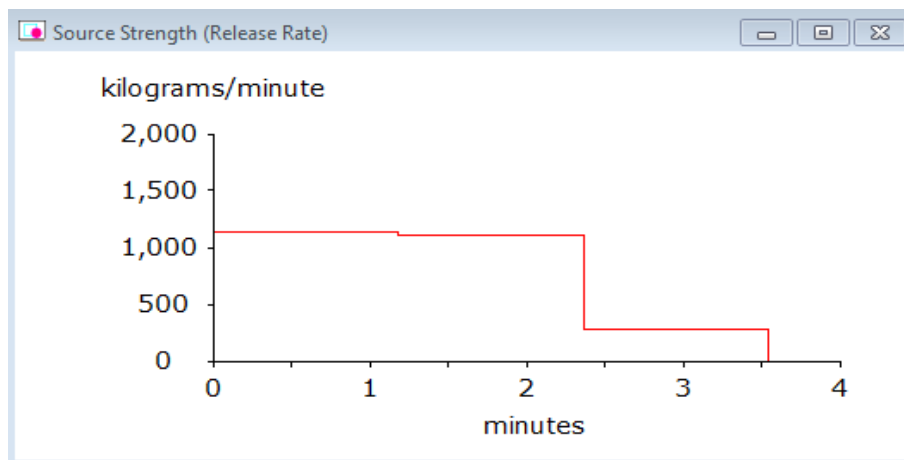
Obr. 19 – Rozptyl oblaku amoniaku – 3000 kg

Obrázek 19 znázorňuje výstup rozptylu oblaku amoniaku v grafické podobě. V tomto případě jde o simulaci úniku 3000 kg amoniaku při severním směru větru. Získaná informace plynoucí z tohoto grafického výstupu je vzdálenost zraňujících koncentrací.



Obr. 20 – Zákres výstupu do mapového podkladu – 3000 kg

Na obrázku 20 je vidět vložení grafického výstupu rozptylu oblaku amoniaku do mapy. Oranžový kruh znázorňuje oblast, ve které je doporučeno provést průzkum toxické koncentrace při úniku 3000 kg látky.



Obr. 21 – Model rychlosti – únik 3000 kg amoniaku z chladicího zásobníku

Obrázek 21 znázorňuje rychlost, jakou látka uniká z poškozeného chladicího zásobníku. Z grafu je patrné, že zásobník je zcela vyprázdněn za necelé 4 minuty. V počátečních minutách dochází k největšímu úniku látky. V tomto případě jde o objem průtoku 1140 kg/min po dobu 2,5 minuty. Následuje postupné snižování průtoku, až nastane úplné vyprázdnění celého obsahu zásobníku.

Výsledky modelování úniku 1500 kg amoniaku

SITE DATA:

Location: ZIMNI STADION VOKOVICE, CESKA REPUBLIKA
Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
Time: January 13, 2017 0720 hours DST (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: -34.1° 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: 3 meters/second from N at 10 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 5° C Stability Class: E
Inversion Height: 300 meters Relative Humidity: 50%

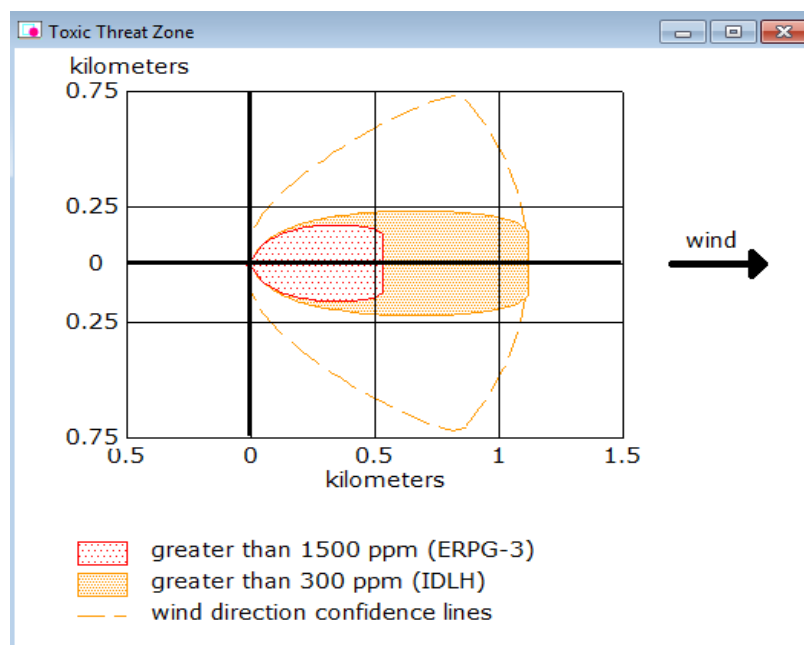
SOURCE STRENGTH:

Leak from hole in horizontal cylindrical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 1.6 meters Tank Length: 5 meters
Tank Volume: 10.1 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: -10° C
Chemical Mass in Tank: 1500 kilograms
Tank is 23% full
Circular Opening Diameter: 5 centimeters
Opening is 5 centimeters from tank bottom
Note: RAILCAR predicts a stationary cloud or 'mist pool' will form.
Model Run: traditional ALOHA tank
Release Duration: 2 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 1,120 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 1,470 kilograms
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:

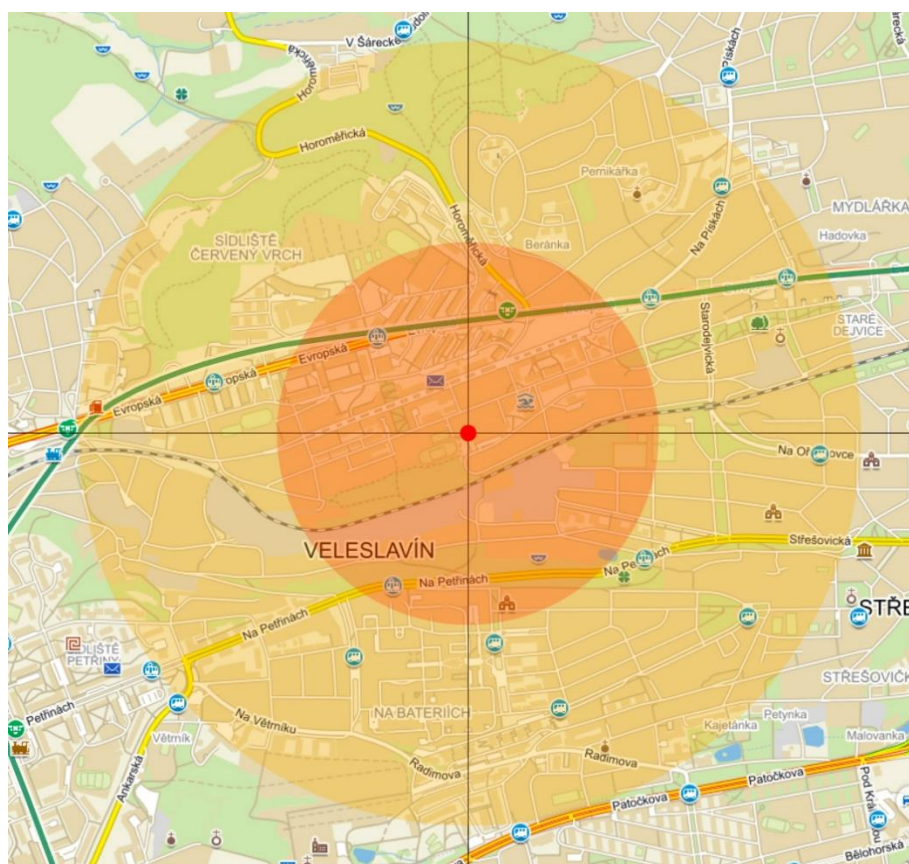
Model Run: Heavy Gas
Red : 537 meters --- (1500 ppm = ERPG-3)
Orange: 1.1 kilometers --- (300 ppm = IDLH)

Obr. 22 – Textový výstup vygenerovaný programem – 1500 kg amoniaku



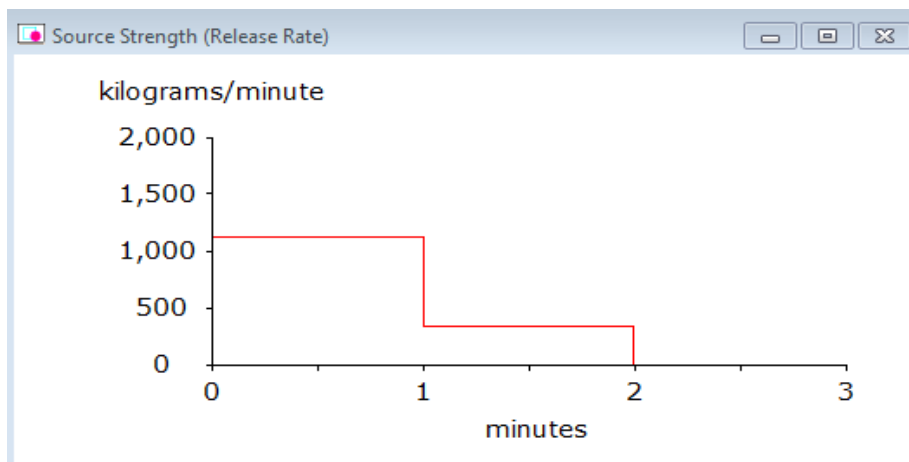
Obr. 23 – Rozptyl oblaku amoniaku – 1500 kg

Obrázek 23 znázorňuje výstup rozptylu oblaku amoniaku v grafické podobě. V tomto případě jde o simulaci úniku 1500 kg amoniaku při severním směru větru. Získaná informace plynoucí z tohoto grafického výstupu je vzdálenost zraňujících koncentrací.



Obr. 24 – Zákres výstupu do mapového podkladu – 1500 kg

Na obrázku 24 je vidět vložení grafického výstupu rozptylu oblaku amoniaku do mapy. Oranžový kruh znázorňuje oblast, ve které je doporučeno provést průzkum toxické koncentrace při úniku 1500 kg látky.



Obr. 25 – Model rychlosti – únik 1500 kg amoniaku z chladicího zásobníku

Obrázek 25 zobrazuje rychlost, kterou látka uniká z poškozeného chladicího zásobníku. Z grafu je vidět, že zásobník je zcela vyprázdněn za pouhé 2 minuty. V počátečních minutách dochází k největšímu úniku látky. V tomto případě jde o objem průtoku 1120 kg/min po dobu 1 minuty. Následuje postupné snižování průtoku, až nastane úplné vyprázdnění celého obsahu zásobníku.

5.2.2 Modelování zvoleného scénáře pomocí programu TerEx

Tato kapitola uvádí výsledky modelování v programu TerEx po zadání jednotlivých parametrů uvedených v tabulce 4 – Parametry pro modelaci. Podrobnější popis práce s programem a postup zadávání parametrů je uveden rovněž v kapitole 6 Diskuze.

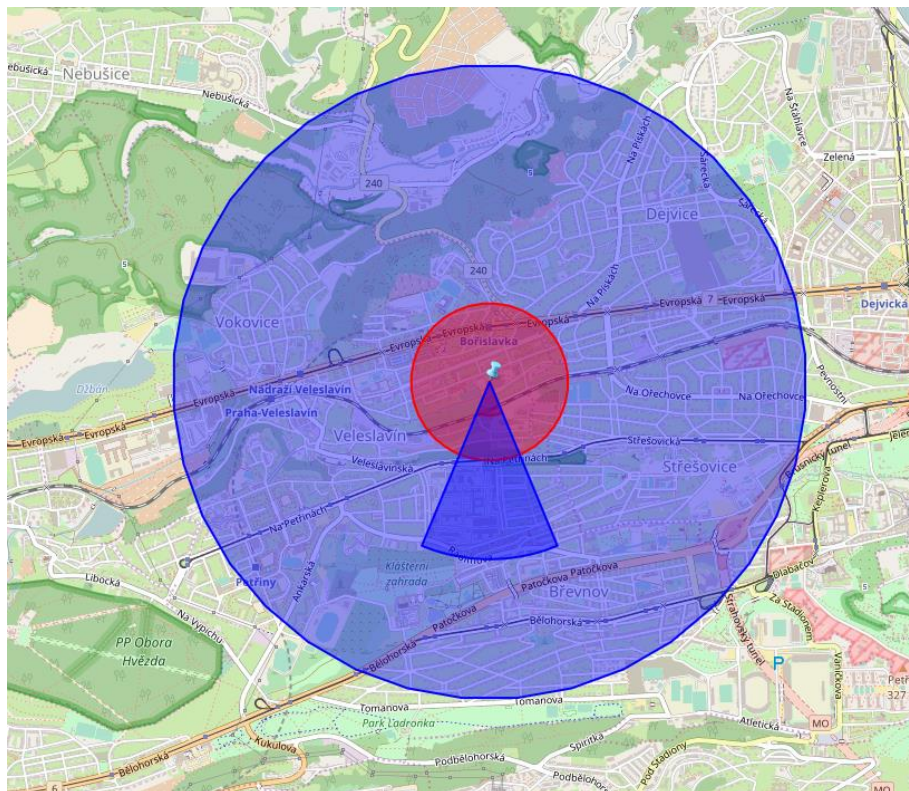
Textový výstup vygenerovaný programem TerEx je uveden v tabulce 5 pro 6000 kg amoniaku, v tabulce 6 pro 4500 kg amoniaku, v tabulce 7 pro 3000 kg amoniaku a v tabulce 8 pro 1500 kg amoniaku.

Výsledky modelování úniku 6000 kg amoniaku

Tab. 5 – Textový záznam modelace – 6000 kg

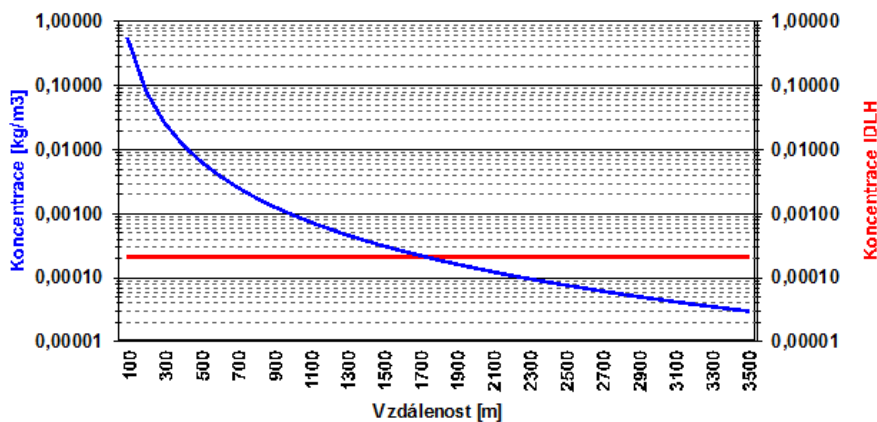
TerEx Verze 3.1.1	08:32:02 17.01.2017	Licence pro : T-SOFT a.s.
=====		
Událost: TE170117_0810		
Model:		
PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku		
Látka:		
Amoniak		
Teplota kapaliny v zařízení: 5 °C		
Celkové uniklé množství kapaliny: 6000 kg		
Rychlost větru v přízemní vrstvě: 3 m/s		
Pokrytí oblohy oblaky: 50 %		
Doba vzniku a průběhu havárie: Noc, ráno nebo večer		
Typ atmosférické stálosti: E - inverze		
Typ povrchu ve směru šíření látky: Obytná krajina		
Ohrožení osob toxickou látkou		
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 981 m (3218,5 ft.)		
[Koncetrace: 1,021 g/m3]		
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 1755 m (5757,87 ft.)		
[Koncetrace IDLH: 210 mg/m3 (Aktuální: 204,4 mg/m3)]		
Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku		
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 185 m (606,955 ft.)		
Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním		
NUTNÝ ODSUN OSOB 302 m (990,814 ft.)		
Závažné poškození budov		
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 251 m (823,491 ft.)		
Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem		
DOPORUČENÁ EVAKUACE OSOB Z BUDOV DO VZDÁLENOSTI 435 m (1427,17 ft.)		

Tabulka 5 uvádí vstupní parametry zvolené pro modelaci. V tomto případě 6000 kg látky (amoniaku). Tyto údaje se nachází v horní části tabulky. Ve spodní části tabulky jsou uvedeny jednotlivé zóny ohrožení, které jsou vygenerované programem. U každé z nich je uveden příslušný druh ohrožení se vzdáleností, do kterých jsou tato opatření doporučena.



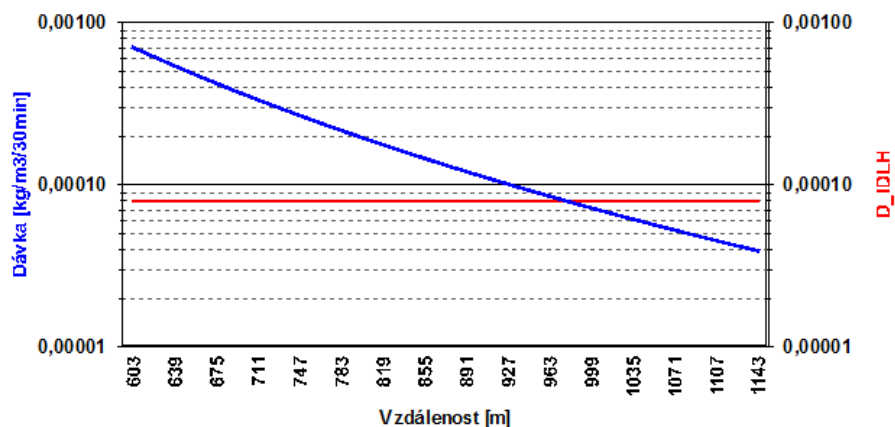
Obr. 26 – Rozsah úniku 6000 kg amoniaku – severní vítr

Na obrázku 26 je patrný rozsah úniku 6000 kg amoniaku při severním proudění větru. Oblast ohrožená toxickým plynem je znázorněna tmavě modrou výsečí. V tomto případě se jedná o vzdálenost 981 m od místa havárie. Červená kružnice vyznačuje území možného ohrožení osob rozbitým okenním sklem uvnitř budov. Doporučený průzkum toxické koncentrace je vyznačen modrým kruhem. Jedná se o oblast o poloměru 1755 m od místa havárie.



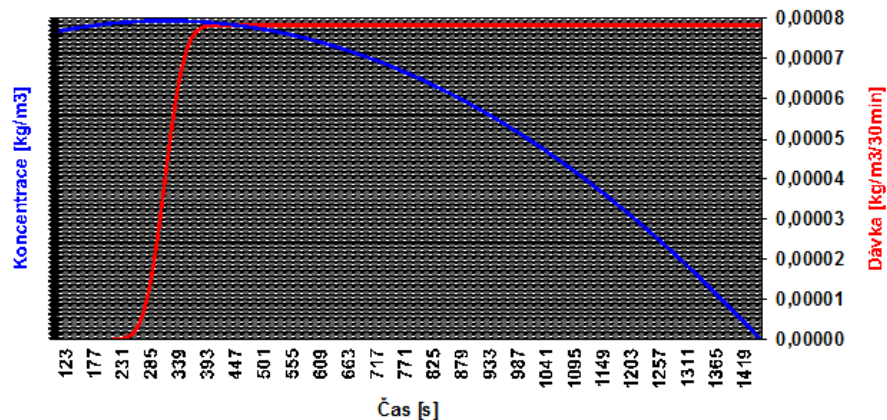
Obr. 27 – Doporučený průzkum toxické koncentrace – 6000 kg

Na obrázku 27 je znázorněn graf prezentující závislost koncentrace amoniaku (modrá křivka) na vzdálenosti od místa úniku. Červená křivka značí koncentraci IDLH, neboli koncentraci bezprostředně ohrožující život a zdraví. Průsečík těchto křivek určuje vzdálenost, do které by měl být proveden průzkum. Při úniku 6000 kg jde o vzdálenost 1755 m od místa úniku. Tato oblast je na obrázku 26 vykreslena jako světle modrá kružnice.



Obr. 28 – Nezbytná evakuace osob – 6000 kg

Na obrázku 28 je vidět graf znázorňující nezbytnou evakuaci osob. Dávku toxické látky znázorňuje křivka modré barvy. Dávku bezprostředně ohrožující životy a zdraví osob (D_{IDLH}) zobrazuje křivky barvy červené. V případě úniku 6000 kg je to vzdálenost 981 m od místa úniku. Tato oblast je na obrázku 26 vykreslena jako tmavě modrá výšeč.



Obr. 29 – Časová závislost – únik 6000 kg

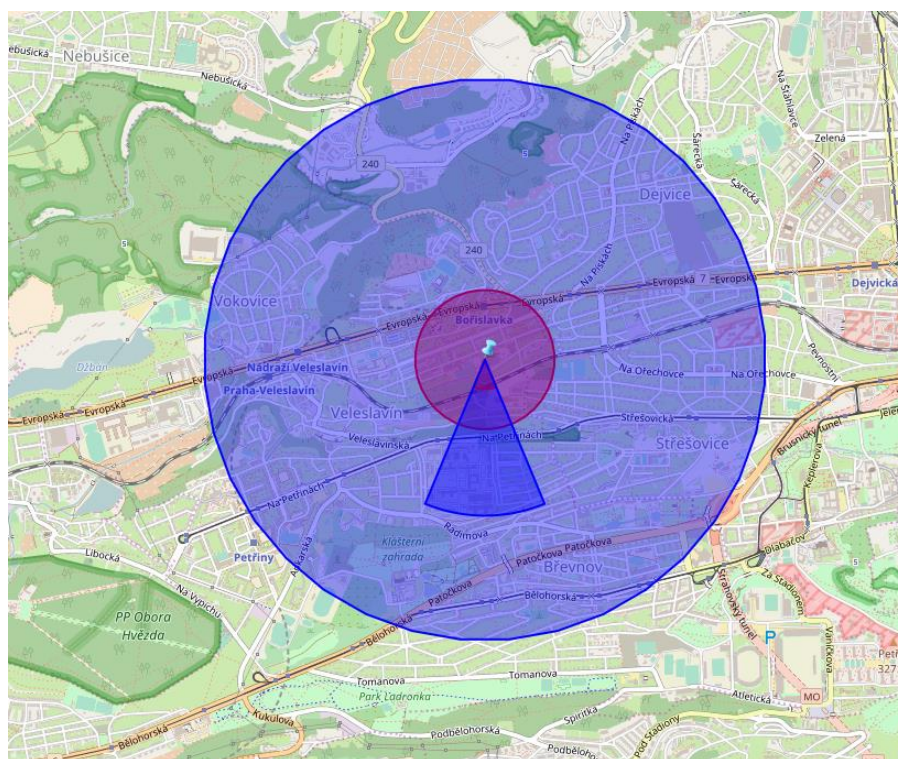
Na obrázku 29 vidíme časovou závislost koncentrace látky a celkovou dávku ve vzdálenosti nezbytné pro evakuaci. Koncentrace toxické látky kulminuje přibližně za 447 sekund, což lze vyčíst z místa průniku modré křivky s křivkou červenou.

Výsledky modelování úniku 4500 kg amoniaku

Tab. 6 – Textový záznam modelace – 4500 kg

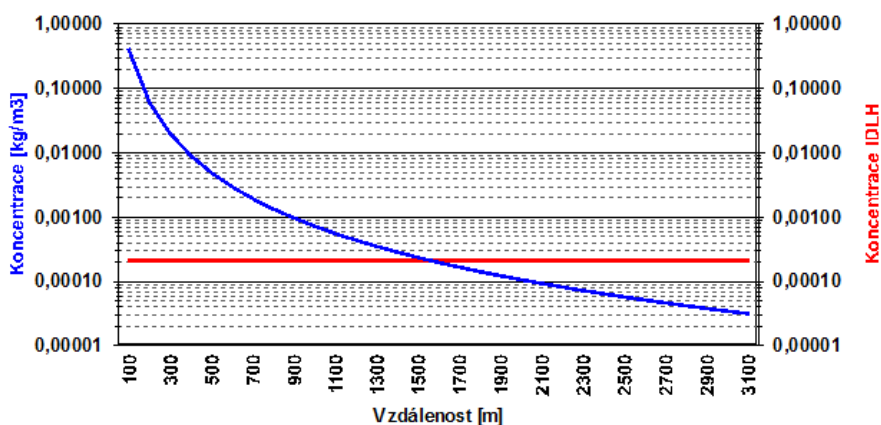
TerEx Verze 3.1.1	08:28:17 17.01.2017	Licence pro : T-SOFT a.s.
=====		
Událost: TE170117_0810		
Model:		
PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku		
Látka:		
Amoniak		
Teplota kapaliny v zařízení: 5 °C		
Celkové uniklé množství kapaliny: 4500 kg		
Rychlost větru v přízemní vrstvě: 3 m/s		
Pokrytí oblohy oblaky: 50 %		
Doba vzniku a průběhu havárie: Noc, ráno nebo večer		
Typ atmosférické stálosti: E - inverze		
Typ povrchu ve směru šíření látky: Obytná krajina		
Ohrožení osob toxickou látkou		
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 875 m (2870,74 ft.)		
[Koncentrace: 1,05 g/m ³]		
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 1575 m (5167,32 ft.)		
[Koncentrace IDLH: 210 mg/m ³ (Aktuální: 206,9 mg/m ³)]		
Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku		
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 165 m (541,339 ft.)		
Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním		
NUTNÝ ODSUN OSOB 271 m (889,108 ft.)		
Závažné poškození budov		
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 224 m (734,908 ft.)		
Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem		
DOPORUČENÁ EVAKUACE OSOB Z BUDOV DO VZDÁLENOSTI 391 m (1282,81 ft.)		

Tabulka 6 uvádí vstupní parametry zvolené pro modelaci. V tomto případě 4500 kg látky (amoniaku). Tyto údaje se nachází v horní části tabulky. Ve spodní části tabulky jsou uvedeny jednotlivé zóny ohrožení, vygenerované programem. U každé z nich je uveden příslušný druh ohrožení se vzdáleností, do kterých jsou tato opatření doporučena.



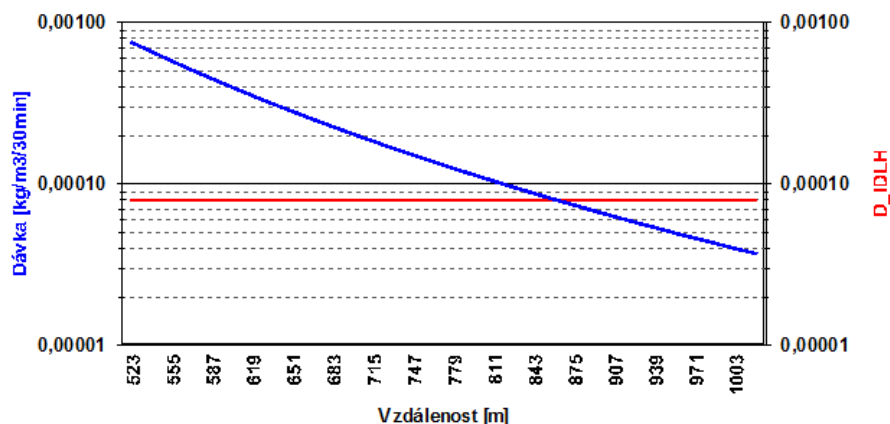
Obr. 30 – Rozsah úniku 4500 kg amoniaku – severní vítr

Na obrázku 30 je patrný rozsah úniku 4500 kg amoniaku při severním proudění větru. Oblast ohrožená toxickým plynem je znázorněna tmavě modrou výsečí. V tomto případě se jedná o vzdálenost 875 m od místa havárie. Červená kružnice vyznačuje území možného ohrožení osob rozbitým okenním sklem uvnitř budov. Doporučený průzkum toxické koncentrace je vyznačen modrým kruhem. Jedná se o oblast o poloměru 1575 m od místa havárie.



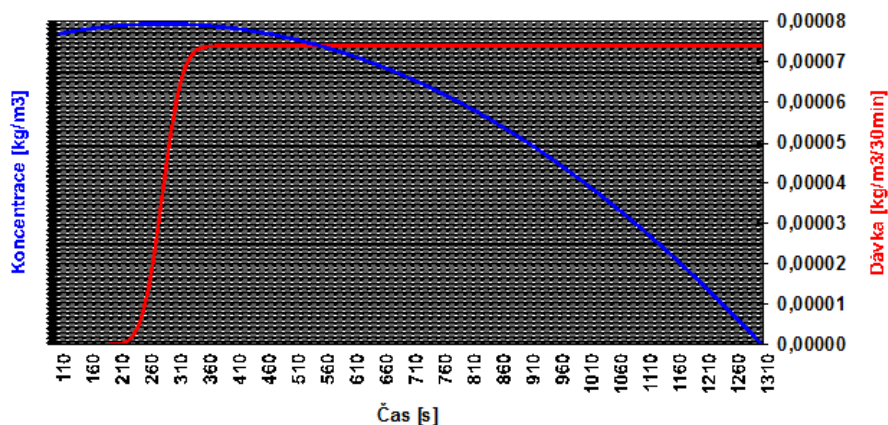
Obr. 31 – Doporučený průzkum toxické koncentrace – 4500 kg

Na obrázku 31 je znázorněn graf prezentující závislost koncentrace amoniaku (modrá křivka) na vzdálenosti od místa úniku. Červená křivka značí koncentraci IDLH neboli koncentraci bezprostředně ohrožující život a zdraví. Průsečík těchto křivek určuje vzdálenost, do které by měl být proveden průzkum. Při úniku 4500 kg jde o vzdálenost 1575 m od místa úniku. Tato oblast je na obrázku 30 vykreslena jako světle modrá kružnice.



Obr. 32 – Nezbytná evakuace osob – 4500 kg

Na obrázku 32 je vidět graf znázorňující nezbytnou evakuaci osob. Dávku toxické látky znázorňuje křivka modré barvy. Dávku bezprostředně ohrožující životy a zdraví osob (D_{IDLH}) zobrazuje křivka barvy červené. V případě úniku 4500 kg je to vzdálenost 875 m od místa úniku. Tato oblast je na obrázku 30 vykreslena jako tmavě modrá výšeč.



Obr. 33 – Časová závislost – únik 4500 kg

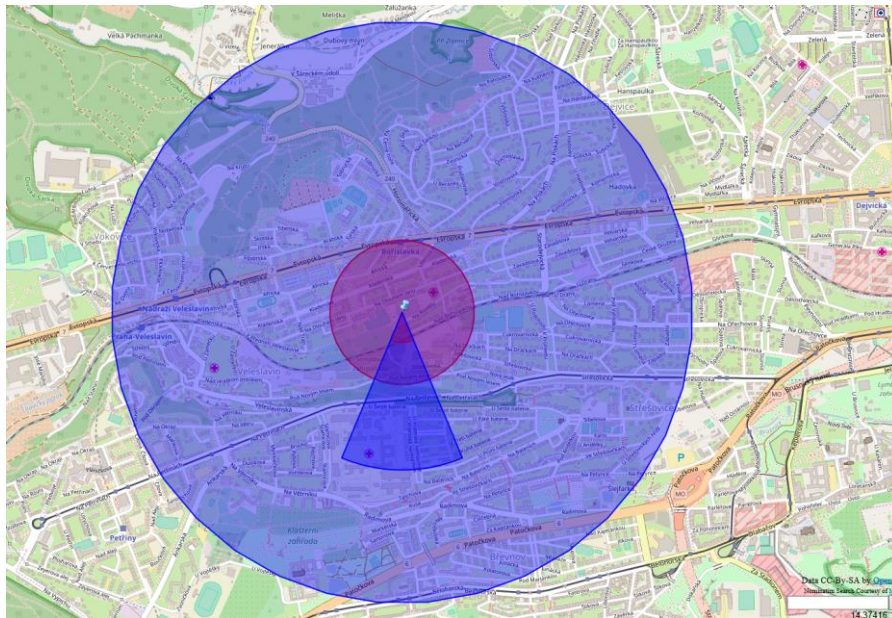
Na obrázku 33 vidíme časovou závislost koncentrace látky a celkovou dávku ve vzdálenosti nezbytnou pro evakuaci. Koncentrace toxické látky kulminuje přibližně za 550 sekund, což lze vyčíst z místa průniku modré křivky s křivkou červenou.

Výsledky modelování úniku 3000 lg amoniaku

Tab. 7 – Textový záznam modelace – 3000 kg

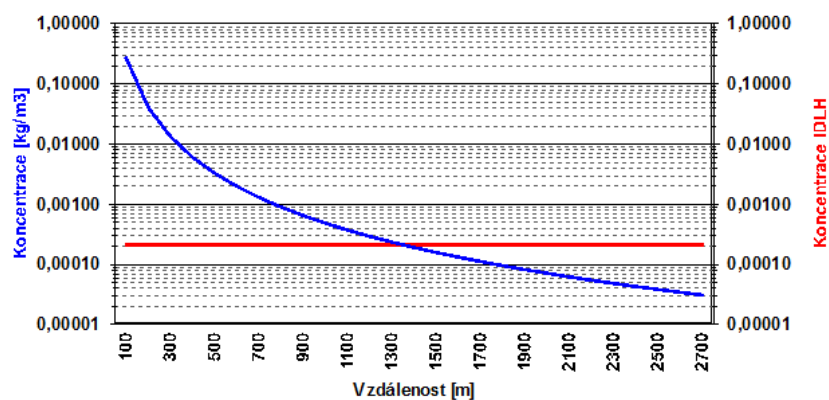
TerEx Verze 3.1.1	08:21:52 17.01.2017	Licence pro : T-SOFT a.s.
=====		
Událost: TE170117_0810		
Model:		
PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku		
Látka:		
Amoniak		
Teplota kapaliny v zařízení: 5 °C		
Celkové uniklé množství kapaliny: 3000 kg		
Rychlost větru v přízemní vrstvě: 3 m/s		
Pokrytí oblohy oblaky: 50 %		
Doba vzniku a průběhu havárie: Noc, ráno nebo večer		
Typ atmosférické stálosti: E - inverze		
Typ povrchu ve směru šíření látky: Obytná krajina		
Ohrožení osob toxickou látkou		
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 733 m (2404,86 ft.)		
[Koncetrace: 1,14 g/m3]		
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 1353 m (4438,98 ft.)		
[Koncetrace IDLH: 210 mg/m3 (Aktuální: 209,9 mg/m3)]		
Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku		
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 139 m (456,037 ft.)		
Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním		
NUTNÝ ODSUN OSOB 231 m (757,874 ft.)		
Závažné poškození budov		
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 190 m (623,36 ft.)		
Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem		
DOPORUČENÁ EVAKUACE OSOB Z BUDOV DO VZDÁLENOSTI 336 m (1102,36 ft.)		

Tabulka 7 uvádí vstupní parametry zvolené pro modelaci. V tomto případě 3000 kg látky (amoniaku). Tyto údaje se nachází v horní části tabulky. Ve spodní části tabulky jsou uvedeny jednotlivé zóny ohrožení, vygenerované programem. U každé z nich je uveden příslušný druh ohrožení se vzdáleností, do které jsou tato opatření doporučena.



Obr. 34 – Rozsah úniku 3000 kg amoniaku – severní vítr

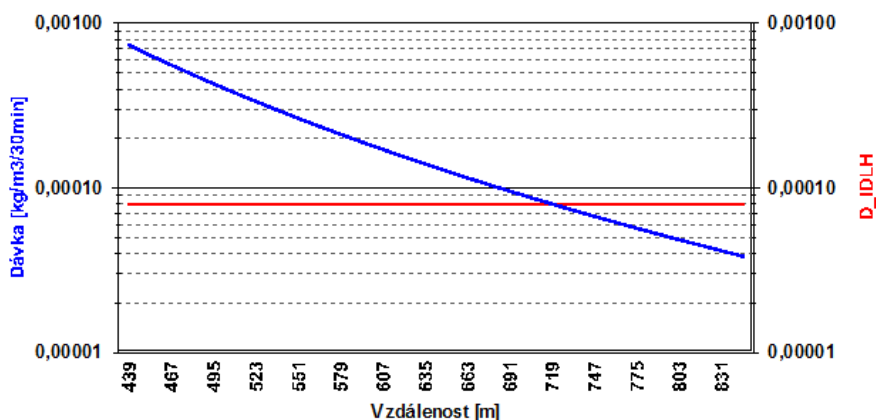
Na obrázku 34 je patrný rozsah úniku 3000 kg amoniaku při severním proudění větru. Oblast ohrožená toxickým plynem je znázorněna tmavě modrou výsečí. V tomto případě se jedná o vzdálenost 733 m od místa havárie. Červená kružnice vyznačuje území možného ohrožení osob rozbitým okenním sklem uvnitř budov. Doporučený průzkum toxické koncentrace je vyznačen modrým kruhem. Jedná se o oblast o poloměru 1353 m od místa havárie.



Obr. 35 – Doporučený průzkum toxické koncentrace – 3000 kg

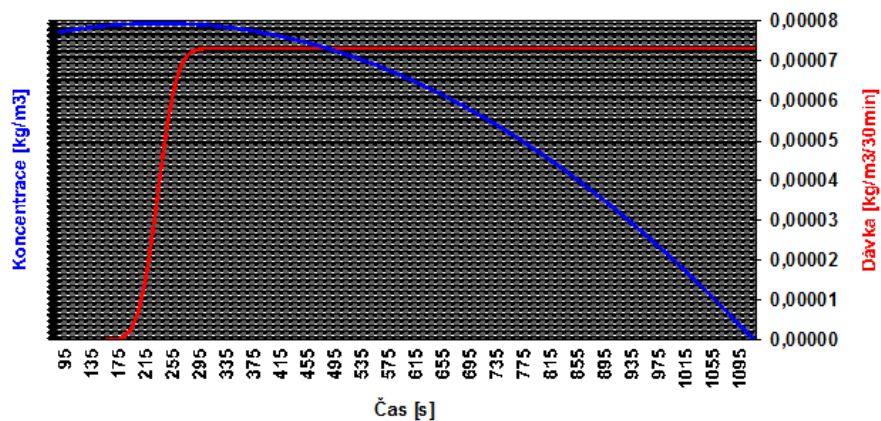
Na obrázku 35 je znázorněn graf prezentující závislost koncentrace amoniaku (modrá křivka) na vzdálenosti od místa úniku. Červená křivka značí koncentraci IDLH neboli koncentraci bezprostředně ohrožující život a zdraví. Průsečík těchto křivek určuje

vzdálenost, do které by měl být proveden průzkum. Při úniku 3000 kg jde o vzdálenost 1353 m od místa úniku. Tato oblast je na obrázku 34 vykreslena jako světle modrá kružnice.



Obr. 36 – Nezbytná evakuace osob – 3000 kg

Na obrázku 36 je uveden graf znázorňující nezbytnou evakuaci osob. Dávku toxické látky znázorňuje křivka modré barvy. Dávku bezprostředně ohrožující životy a zdraví osob (D_{IDLH}) zobrazuje křivka barvy červené. V případě úniku 3000 kg je to vzdálenost 733 m od místa úniku. Tato oblast je na obrázku 34 vykreslena jako tmavě modrá výšeč.



Obr. 37 – Časová závislost – únik 3000 kg

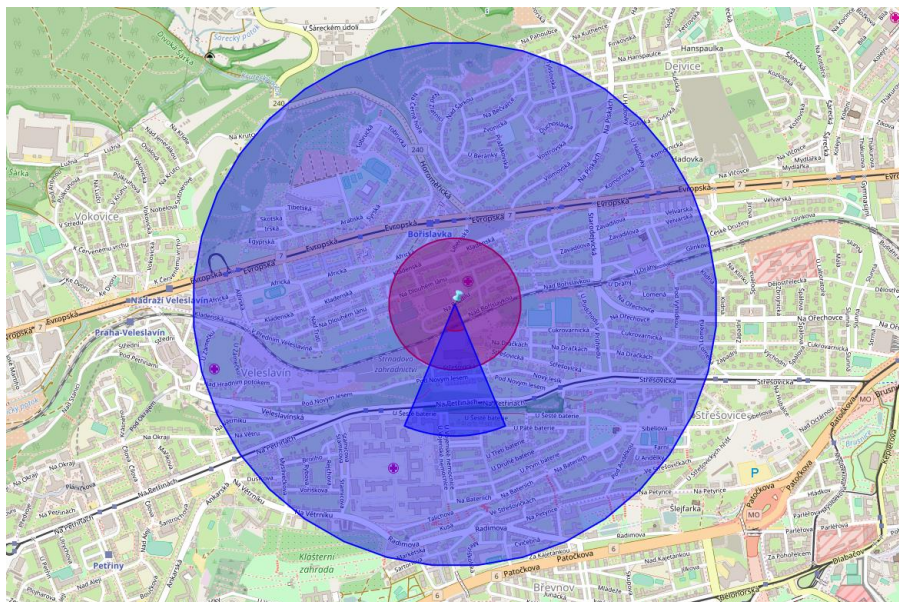
Na obrázku 37 vidíme časovou závislost koncentrace látky a celkovou dávku ve vzdálenosti nezbytnou pro evakuaci. Koncentrace toxické látky kulminuje přibližně za 485 sekund, což lze vyčíst z místa průniku modré křivky s křivkou červenou.

Výsledky modelování úniku 1500 kg amoniaku

Tab. 8 – Textový záznam modelace – 3000 kg

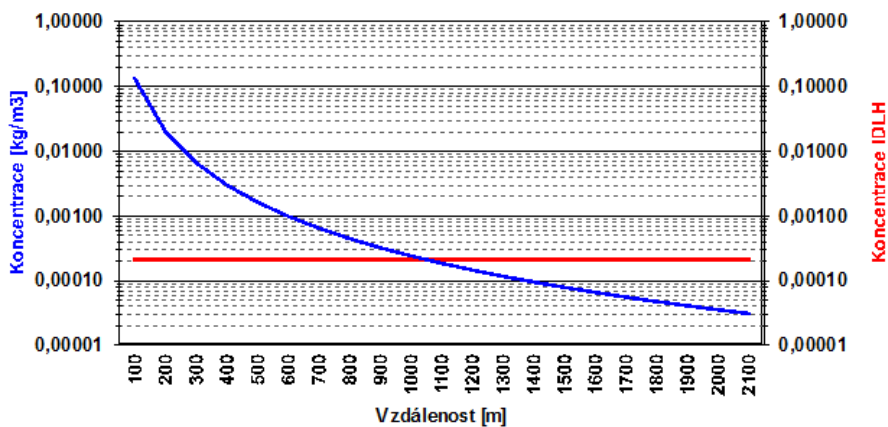
TerEx Verze 3.1.1	08:10:05 17.01.2017	Licence pro : T-SOFT a.s.
=====		
Událost: TE170117_0810		
Model:		
PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku		
Látka:		
Amoniak		
Teplota kapaliny v zařízení: 5 °C		
Celkové uniklé množství kapaliny: 1500 kg		
Rychlost větru v přízemní vrstvě: 3 m/s		
Pokrytí oblohy oblaky: 50 %		
Doba vzniku a průběhu havárie: Noc, ráno nebo večer		
Typ atmosférické stálosti: E - inverze		
Typ povrchu ve směru šíření látky: Obytná krajina		
Ohrožení osob toxickou látkou		
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 530 m (1738,85 ft.)		
[Koncetrace: 1,393 g/m3]		
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 1053 m (3454,72 ft.)		
[Koncetrace IDLH: 210 mg/m3 (Aktuální: 209,8 mg/m3)]		
Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku		
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 108 m (354,331 ft.)		
Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním		
NUTNÝ ODSUN OSOB 181 m (593,832 ft.)		
Závažné poškození budov		
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 149 m (488,845 ft.)		
Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem		
DOPORUČENÁ EVAKUACE OSOB Z BUDOV DO VZDÁLENOSTI 265 m (869,423 ft.)		

Tabulka 8 uvádí vstupní parametry zvolené pro modelaci. V tomto případě 1500 kg látky (amoniaku). Tyto údaje se nachází v horní části tabulky. Ve spodní části tabulky jsou uvedeny jednotlivé zóny ohrožení, vygenerované programem. U každé z nich je uveden příslušný druh ohrožení se vzdáleností, do kterých jsou tato opatření doporučena.



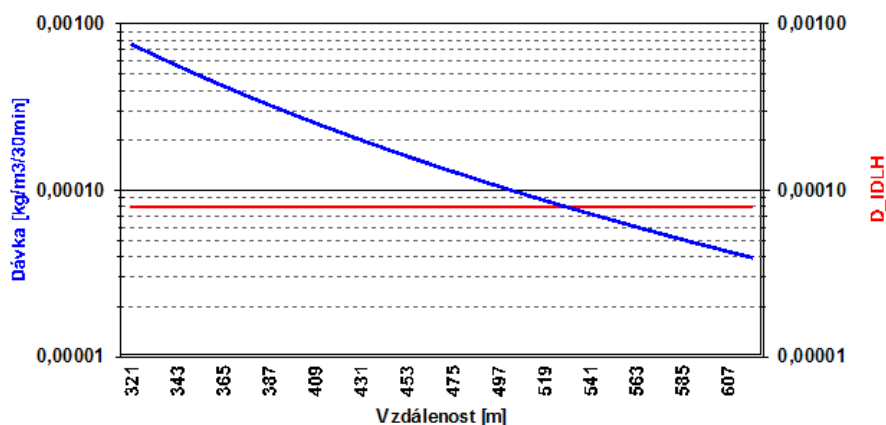
Obr. 38 – Rozsah úniku 1500 kg amoniaku – severní vítr

Na obrázku 38 je patrný rozsah úniku 1500 kg amoniaku při severním proudění větru. Oblast ohrožená toxickým plynem je znázorněna tmavě modrou výsečí. V tomto případě se jedná o vzdálenost 530 m od místa havárie. Červená kružnice vyznačuje území možného ohrožení osob rozbitým okenním sklem uvnitř budov. Doporučený průzkum toxické koncentrace je vyznačen modrým kruhem. Jedná se o oblast o poloměru 1053 m od místa havárie.



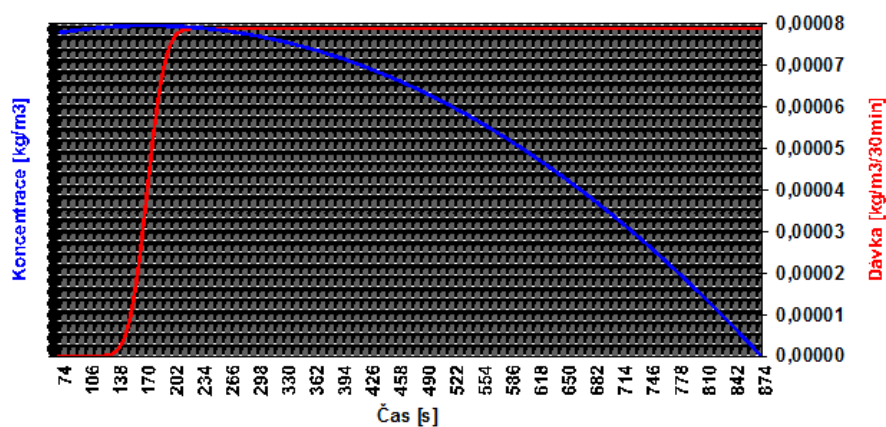
Obr. 39 – Doporučený průzkum toxické koncentrace – 1500 kg

Na obrázku 39 je znázorněn graf prezentující závislost koncentrace amoniaku (modrá křivka) na vzdálenosti od místa úniku. Červená křivka značí koncentraci IDLH neboli koncentraci bezprostředně ohrožující život a zdraví. Průsečík těchto křivek určuje vzdálenost, do které by měl být proveden průzkum. Při úniku 1500 kg jde o vzdálenost 1053 m od místa úniku. Tato oblast je na obrázku 38 vykreslena jako světle modrá kružnice.



Obr. 40 – Nezbytná evakuace osob – 1500 kg

Na obrázku 40 je vidět graf znázorňující nezbytnou evakuaci osob. Dávku toxické látky znázorňuje křivka modré barvy. Dávku bezprostředně ohrožující životy a zdraví osob (D_IDLH) zobrazuje křivka barvy červené. V případě úniku 1500 kg je to vzdálenost 530 m od místa úniku. Tato oblast je na obrázku 38 vykreslena jako tmavě modrá výšeč.



Obr. 41 – Časová závislost – únik 1500 kg

Na obrázku 41 vidíme časovou závislost koncentrace látky a celkovou dávku ve vzdálenosti nezbytnou pro evakuaci. Koncentrace toxické látky kulminuje přibližně za 234 sekund, což lze vyčíst z místa průniku modré křivky s křivkou červenou.

5.3 Návrh havarijní dokumentace

Navržená dokumentace je myšlena ve smyslu návodu pro likvidaci havarijní situace. Obsahem této dokumentace je část Informativní, ve které jsou vedeny obecné informace o objektu, provozovateli, personálu a technický popis chlazení nacházejícího se ve strojovně stadionu. Další částí této dokumentace je část Operativní, skládající se z možných scénářů havarijní situace a postupu při likvidaci havarijní situace. Jako poslední část této dokumentace, tj. část grafická, jsou zpracovány havarijní karty.

5.3.1 Informativní část

Identifikační údaje o objektu

Objekt: Zimní stadion – HC HVĚZDA PRAHA

Sídlo: Na Rozdílu 1, Praha 6 Dejvice, 160 06

Provozovatel: HC Hvězda Praha

Geografické umístění

Stadion se nachází v souvisle zastavěném území městské části Praha – Vokovice, s převažující zástavbou bytových domů, kde s jižní částí stadionu sousedí rodinné domy. Základní škola a Gymnázium Duhovka se sportovištěm sousedí se zimním stadionem ze západní strany. Přibližně 80 m východním směrem od stadionu se nachází v ulici Na Dlouhém lánu poliklinika. Poblíž stadionu je také zahradnické centrum Chládek a sportovní klub Střešovice. Vokovice se rozprostírají na ploše 3.53 km². Počet obyvatel přesahuje jedenáct tisíc. K tomuto číslu se dá přičíst nejméně dva tisíce osob přijíždějících za prací a do škol nacházejících se v této části Prahy.

Personální obsazení

Na provozu zimního stadionu se podílí 34 osob, z nichž jsou 4 osoby zodpovědné za chod strojovny ve směnném provozu.

Technický popis chladicího zařízení

K chlazení ledové plochy stadionu je využit tzv. „Přímý chladicí systém“. Tento systém je založen na rozvodu chladicího media – amoniaku potrubím uloženým v ledové ploše. Tímto způsobem dochází k ochlazení plochy. Tento systém má nevýhodu v tom, že je zapotřebí velkého množství chladiva (tisíce kg amoniaku). Ve strojovně je umístěn jeden zásobník o kapacitě 10 m³, ve kterém se nachází chladicí roztok. V tomto zásobníku se však nachází 6000 kg amoniaku.

Provádění dozoru

Jedná se o kontrolní činnost, při níž pověřený pracovník kontroluje stav chladicího zařízení. Druhy dozoru mohou být prováděny při těchto stavech zařízení:

- a) zařízení v provozu – jedná se o pravidelnou obchůzku prováděnou minimálně 1 x za hodinu; při této činnosti se kontroluje technický stav zařízení (těsnost), zapisují se provozní hodnoty na zařízení do Provozní knihy k tomu určené;
- b) provozní přestávka – jedná se o pravidelnou obchůzku prováděnou minimálně 1 x za 8 hodin; jedná se o stejnou činnost jako v případě zařízení v provozu rozšířenou o kontrolu elektrozařízení a stavu strojovny;
- c) mimo provoz – jedná se o pravidelnou obchůzku prováděnou 1 x týdně; jedná se o stejnou činnost jako v případě provozní přestávky.

V případě nutnosti opravy jakékoli části související s chladicím systémem, smí toto provádět pracovník pouze za asistence druhé osoby. Běžnou údržbu může obsluha provádět i v nepřítomnosti druhé osoby.

5.3.2 Operativní část

Scénář havarijních situací

Havarijní situaci týkající se ohrožení bezpečnosti osob nacházejících se buď v těsné blízkosti chladicího zařízení (strojovně) nebo jeho okolí, můžeme rozdělit přibližně do následujících stupňů:

- Havarijní stav zařízení způsobený špatným stavem jeho jednotlivých částí nebo strojů (kompresory, čerpadla na amoniak, uzavírací orgány, těsnící elementy atd.).
- Tato závada se projevuje pouze částečným únikem amoniaku do strojovny.
- Havarijní stav zařízení způsobený poruchou některé jeho části (tlakové nádoby, stroj, potrubí, armatura atd.) ve větším rozsahu.
- Havárie se projevuje značným výronem amoniaku v plynné nebo kapalně fázi.
- Totální havárie zařízení, jako je destrukce tlakových nádob, rozlomení ledové plochy, destrukce spojovacího potrubí atd.

Havárie se projeví téměř okamžitým únikem velkého množství plynného nebo kapalného amoniaku.

Na následujících stránkách jsou popsány zásady nutné k likvidaci havarijní situace. Jedná se o havarijní stupně 1 a 2.

Poučení: v případě likvidace havarijní situace je nutné vycházet z chování kapalného amoniaku při výronu z chladicího zařízení do okolí. Toto je blíže specifikováno v příloze č. 1 této havarijní dokumentace.

Postup likvidace havarijní situace

1. Dle havarijního stupně 1. – menší rozsah úniku

- zastavit jednotlivé kompresory, čerpadla, elektromotory;
- uzavření tlakových nádob, popřípadě předmětnou část zařízení, ze které dochází k úniku amoniaku;
- vyžaduje-li to situace, zajistit pokles přetlaku v netěsné části zařízení (odsátím, vypuštěním do vody apod.);
- oprava dotčeného zařízení a případných netěsností;
- provést odvětrání zasažených prostor;
- zhotovit zápis do Provozní knihy, ve kterém bude popsána nastalá situace a způsob jejího odstranění.

Při provádění prací používat předepsané ochranné pomůcky.

2. Dle havarijního stupně 2. – větší rozsah úniku

- okamžitě odstavit zařízení z provozu havarijním tlačítkem k tomu určenému;
- uzavřít dveře místnosti, ve které došlo k úniku za účelem zabránění šíření amoniaku do okolí, nespouštět ventilátory nebo v případě, že jsou zapnuty, zajistit okamžité vypnutí;
- přivolat pomoc;
- zmapovat velikost poškození, osoby musí použít ochranné pomůcky, masky případně dýchací přístroje;
- jestliže v zasažených místnostech zůstaly osoby, okamžitě zajistit jejich záchranu (přeprava na bezpečné místo, poskytnout první pomoc);
- za použití tlakové vody provádět intenzivní postřik v místnosti s unikajícím amoniakem, postřik provádět nejdříve do prostoru unikajícího amoniaku rozstříkem a až následně se soustředit na samotné místo výronu;
- uzavřít předmětnou část zařízení, ze které dochází k úniku, aby byla od ostatních částí zařízení bezpečně oddělena, probíhající únik amoniaku sledovat a pokusit se dalším intenzivním postřikem o zamezení jeho šíření do okolí;
- v případě úniku amoniaku z ledové plochy přerušit přívod zastavením čerpadel a pokračovat v jejím odsávání kompresorem, dále uzavřít nepoškozené sekce (armatury DN 50 a 65) v kanálu a pokračovat v odsávání pouze poškozené sekce;
- je-li to zapotřebí, zavolat příslušný HZS, ZZS a PČR;
- v případě, že dochází k úniku okny, dveřmi nebo vraty do okolí, provádět postřik těchto zdrojů šíření;
- pracovní činnost spojenou s odstraněním havarijního stavu ve strojovně nebo v rozvodném kanálu ledové plochy, provádět z prostor, do kterých je zajištěn přívod čerstvého vzduchu;
- všechny záchranné práce prováděné mimo objekt by měly být prováděny z návětrné strany, tak aby unikající amoniak neohrožoval zasahující osoby;
- dále je nutné řídit se dalšími dokumenty, jako jsou pokyny (směrnice) pro obsluhu chladicího zařízení, poplachové směrnice, požární řád atd.

Síly a prostředky pro likvidaci havárie

V případě havárie je možné využít prostředky umístěné v objektu, kterými jsou:

Hasicí prostředky

- suchý chemický prášek;
- vodní postřik;
- pěna.

Hasicí přístroje

Jedná se o přenosné hasicí přístroje, které jsou umístěny ve strojovně, kolem ledové plochy, ale i v kancelářských prostorách objektu dle zákona 133/1985 Sb., o požární ochraně a vyhlášky č. 246/2001 Sb., o požární prevenci.

Zvuková signalizace

- místní rozhlas.

Vyrozumění o havárii a předání informace

V případě havárie dojde k varování zaměstnanců a osob nacházejících se v objektu. Poplach je vyhlášen akustickým tónem vycházejícím z poplachových sirén umístěných uvnitř i vně objektu zimního stadionu doplněný o slovní hlášení. Jako první je o havárii automaticky vyrozuměn vedoucí zimního stadionu. Pokud se jedná o havárii 2. a 3. stupně, je provedeno telefonické vyrozumění OPIS HZS, ZZS, Policie ČR. Toto vyrozumění obsahuje informace o samotné havárii, případném ohrožení životů, zdraví, majetku a životního prostředí. O opatřeních k případnému varování a ochraně obyvatelstva nebo sdělení informací hromadným sdělovacím prostředkům rozhodne velitel zásahu.

Sdělení informací sdělovacím prostředkům a varování obyvatelstva proběhne cestou OPIS HZS.

Evakuace


Místem řízení evakuace je vrátnice nacházející se u hlavního vchodu. Ve vrátnici je umístěna ústředna EPS, telefon a ovládání místního rozhlasu. Do doby příjezdu jednotek HZS řídí evakuaci vedoucí zaměstnanec, v případě jeho nepřítomnosti pověřený zástupce.

Pro evakuaci je využit hlavní vchod do objektu. Směr úniku (úniková cesta) je vyznačen příslušnými značkami. V prostorech stadionu jsou vyvěšeny grafické plány úniku. Shromaždiště se nachází na přilehlém parkovišti, avšak s přihlédnutím na velikost úniku amoniaku a povětrnostní podmínky (směr větru).

Aktualizace havarijní dokumentace

Provádí se v pravidelných intervalech, a to minimálně jednou za rok. V případě, že dojde ke změnám v objektu, které mají vliv na bezpečnost, musí být havarijní dokumentace aktualizována v co nejkratším možném termínu. Za aktualizaci je odpovědný pověřený pracovník.

5.3.3 Grafická část

HAVARIJNÍ KARTA			1
Zimní stadion HC Hvězda Praha			
Únik amoniaku z chladicího zařízení			
Zdroj nebezpečí	Kapalný amoniak je skladován v ležatém ocelovém zásobníku o objemu 10 m ³ . Zásobník se umístěn ve strojovně a v současné době se v něm nachází 6000 kg látky.		
Nebezpečné vlastnosti	Toxický při vdechování. Způsobuje poleptání dýchacích cest. Hořlavá látka. Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí. Vysoce toxický pro vodní organismy.		
Pokyny pro první pomoc	Zasaženou osobu dopravit na čerstvý vzduch. Udržujeme v klidu a teple. Pokud je osoba v bezvědomí, zajistit základní životní funkce. Pokud osoba není v bezvědomí, vypláchnout ústa a nosní dutinu vodou. Přivolat lékaře. Při zasažení kůže ihned odstranit znečištěný oděv a zasažené místo omývat proudem vody. Při zasažení očí vyplachovat proudem vody.		
Koordinace zásahu	HZS - vysílá složky dle Poplachového plánu s návrhem techniky na "Únik NL". Velitel zásahu - stanovení taktiky zásahu, rozdělení činnosti.		
Činnost složek na místě			
Dozor nad chladicím	Činnosti zamezující úniku amoniaku v případě havárie.		
Vyrozumění	Vyrozumění vedení zimního stadionu. Vyrozumění orgánů státní správy a samosprávy o havárii		
Vedení zimního stadionu	Řízení záchranných a likvidačních prací do převzetí velitelem zásahu. Koordinace záchranných a likvidačních prací společně s velitelem zásahu		
HZS hlavního města Prahy	Varování obyvatelstva v zasažené zóně. Záchranné a likvidační práce. Monitorování.		
Policie ČR	Uzavírání ohroženého prostoru a regulace pohybu osob a dopravy. Varování obyvatelstva v ohrožené zóně.		
Zdravotnická záchranná služba	Zdravotnická pomoc zasaženým osobám a dle aktuální potřeby		
Ohrožené objekty	ZŠ a Gymnázium Duhovka, Poliklinika		
Odvolání opatření k ochraně obyvatelstva			
HZS hlavního města Prahy	Provádění monitorování koncentrací amoniaku s ohledem na životu nebezpečné koncentrace.		

HAVARIJNÍ KARTA

Zimní stadion HC Hvězda Praha Únik amoniaku z chladicího zařízení



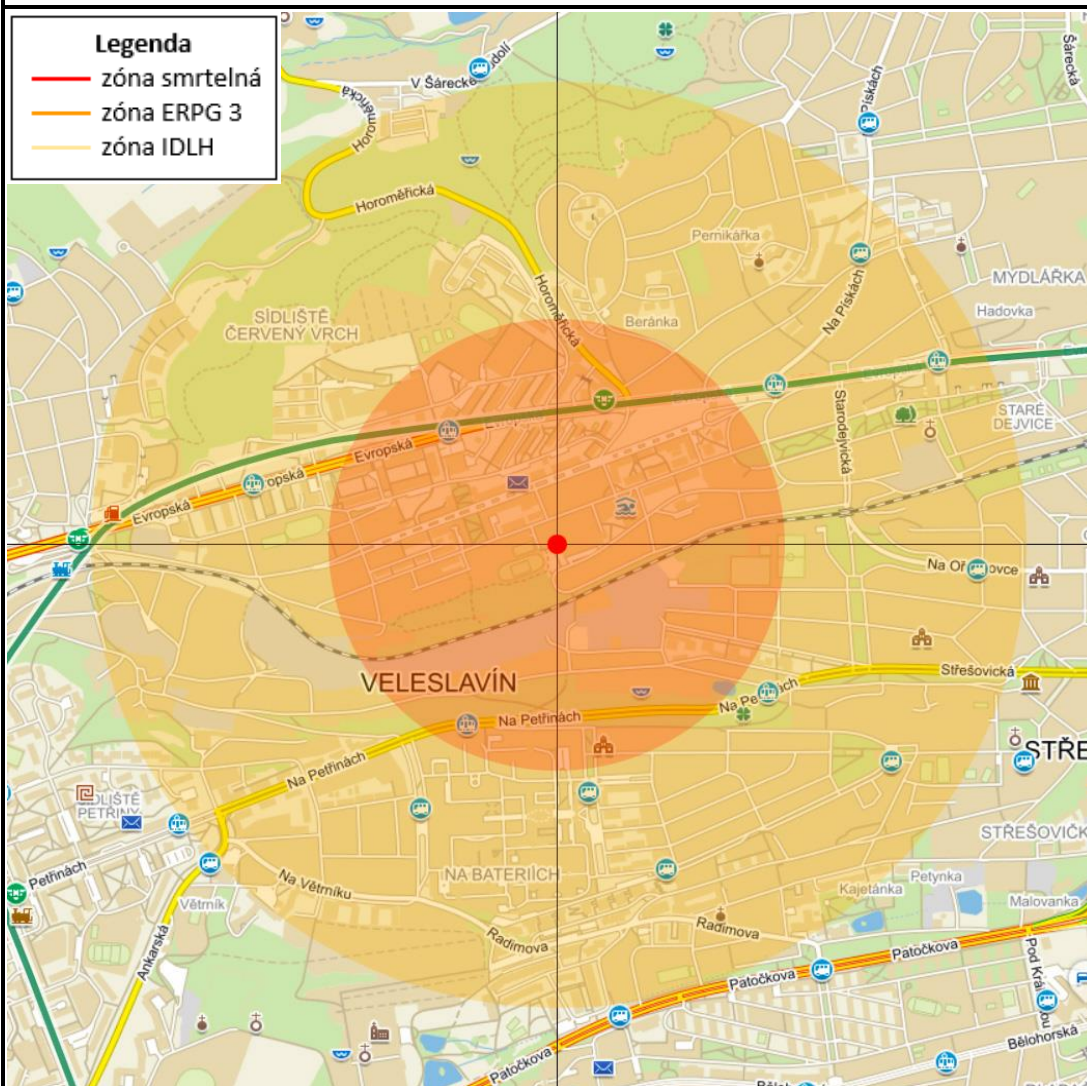
2

Relace pro varování obyvatelstva, zaměstnanců a návštěvníků zimního stadionu

"Pozor - mimořádná zpráva! Na zimním stadionu došlo v (čas) k úniku amoniaku. Ukryjte se a nevycházejte z budov, utěsňte prostory, kterými mohou škodliviny vnikat do obydlí. Dýchací cesty chraňte navlhčenou látkou. Dbejte pokynů zasahujících složek."

Odvolání opatření

"Vážení občané, věnujte prosím pozornost následující zprávě. Koncentrace amoniaku, který unikl na zimním stadionu, již není nebezpečná. Tímto jsou odvolána veškerá opatření k ochraně obyvatelstva. Děkujeme za vstřícnost a trpělivost."



Rozsah ohrožení	Při úniku 1500 kg	Poznámka
smrtelná zóna	38 m	ve všech směrech
zraňující zóna ERPG 3	537 m	ve všech směrech
max. koncentrace IDLH	1 100 m	ve všech směrech

CHOVÁNÍ KAPALNÉHO AMONIAKU PŘI JEHO VÝRONU Z CHLADICÍHO ZAŘÍZENÍ DO OKOLÍ

Množství okamžitě vypařeného čpavku při poklesu jeho přetlaku na tlak atmosférický

Parametr	Jednotka	Kondenzační strana		Vypařovací strana
Přetlak v části zařízení	bar	10,69	9,05	1,91
Odpovídající teplota čpavku na mezi sytosti	°C	30	25	-10
Množství okamžitě vypařeného amoniaku	m ³	0,218	0,201	0,079
z 1 kg kapaliny do volného prostoru	kg	0,241	0,222	0,087

Množství unikající kapaliny amoniaku do uzavřeného prostoru / množství okamžitě vypařeného amoniaku k vytvoření kritické koncentrace

Prostor	Parametr	Hmotnost kapaliny / množství vypařené z výše uvedených přetlaků		
Strojovna 10 x 14 x 5 m = 700 m ³ a) smrtící 0,5 % obj.	kg / kg	14,5 / 3,49	15,7 / 3,48	40 / 3,48
	kg / kg	406 / 97,85	440 / 97,68	1120 / 97,44
Krytá hala 35 000 m ³ smrtící 0,5 % obj.	kg / kg	72,5 / 17,47	78,5 / 17,43	200 / 17,4

Uvedené koncentrace mohou vzniknout pouze okamžitým výronem uvedených množství kapalného amoniaku, bez havarijního větrání příslušných prostorů.

Prostředí s koncentrací amoniaku ve vzduchu 0,5 % obj. je smrtelné při působení do 30 minut.

Prostředí s koncentrací nad 0,5 % usmrcuje okamžitě.

Prostředí s koncentrací amoniaku ve vzduchu 14–28 % obj. je výbušné.

6 DISKUZE

Diplomová práce se zabývá prevencí závažných havárií dle nového zákona č. 224/2015 Sb. a částečně i havarijním plánováním a ochranou obyvatelstva spojenou s únikem nebezpečné chemické látky.

Jak bylo již zmíněno v kapitole 5.1.2 Chladicí zařízení stadionu dle zákona o prevenci závažných havárií, je limitem pro zařazení objektu do skupiny A 50 tun amoniaku a pro zařazení objektu do skupiny B minimálně 200 tun amoniaku. Z toho tedy vyplývá, že objekty s menším množstvím než 50 tun nemají například povinnost zpracovávat havarijní dokumentaci. Vezmeme-li v úvahu, že nespočet zimních stadionů se nachází v hustě obydlených oblastech měst, představují tyto objekty dle mého názoru daleko větší riziko než objekty zařazené do skupiny A, nebo skupiny B nacházející se mimo obytné oblasti.

V případě zimního stadionu HC Hvězda se sice jedná pouze o 6 tun nebezpečné látky, ale jak je patrné z provedených modelací, tak plocha zasažená tímto únikem je značná. Jedná se o stoky metrů od místa úniku. Myslím si tedy, že by se v případě zařazení objektu nemělo vycházet pouze z množství nebezpečné látky v objektu, ale vzít v úvahu i geografické umístění a až na základě analýzy obou těchto faktorů zařazovat objekty. Vždyť objekt s menším množstvím nebezpečné látky umístěný v obydlené části představuje větší hrozbu než objekt s větším množstvím umístěný mimo obydlená místa.

Dle mého názoru by se tedy měla stávající legislativa zaměřit na nezařazené objekty dle zákona č. 224/2015 Sb. nacházející se v obydlených oblastech. Jednalo by se například o povinnost zpracovat havarijní dokumentaci. Zpracování dokumentace by mělo být na základě analytických metod, ať už se jedná o diskuze, výpočty nebo použití softvérových programů na modelování úniků nebezpečných látek.

6.1 Interpretace výsledků

Předmětem diskuze je porovnání výsledků vzešlých z provedených modelací úniku nebezpečné chemické látky – amoniaku. Pro modelaci byl použit softwarový nástroj TerEx a simulační rozptylový software ALOHA, přičemž TerEx byl referenčním programem. Parametry pro modelaci jsou uvedeny v tabulce 4 této práce.

Provedení modelací v programu TerEx probíhalo dle níže popsaného postupu.

Jako první bylo nutné zvolit, z čeho látka uniká. V tomto případě se jednalo o skladovací nádrž. Následoval výběr vhodného modelu pro modelaci, kterým byl zvolen model **PUFF**, provádějící modelaci rozptylu oblaku uvolněné látky při jejím jednorázovém úniku do okolní atmosféry. Následně byla ze seznamu nebezpečných látek, obsaženém v programu, vybrána látka, se kterou se následně prováděla modelace. Dále bylo nutné do programu zadat specifikaci lokality, tedy umístění zimního stadionu, a to vložением GPS souřadnic, meteorologické podmínky a množství uniklé látky. Konkrétně se jednalo o modelaci čtyř uniků amoniaku o rozdílném množství. Po tomto vložení již program spustí výpočet. Po provedení výpočtu se na obrazovce zobrazí obrázek se základním výstupem, který obsahuje jednotlivé zóny s udanou vzdáleností zón ohrožení. Po kliknutí na příslušné tlačítko se zobrazí již podrobný textový výstup. Dalším použitím určeného tlačítka se zobrazí zákres vygenerovaného úniku nebezpečné látky do mapových podkladů. Následně jsou zobrazeny i jednotlivé grafy, které znázorňují závislosti klíčových veličin modelu na vzdálenosti od epicentra, respektive na čase. Dávají nám tak názornou představu o tom, jak se mění účinek havárie na vzdálenosti a poskytují interpretaci vypočtených vzdáleností. Všechny výše uvedené výstupy mohou být vyexportovány do programu Excel. V tomto případě byly pro porovnání s programem ALOHA vybrány zóny Ohrožení osob toxickou látkou (ERPG 3) a Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku (IDLH).

Provedení modelací v programu ALOHA probíhalo dle níže popsaného postupu.

Jako první byla nutná instalace programu do počítače, program totiž neumožňuje práci v online prostředí. Dalším krokem byla specifikace lokality, nadmořské výšky v místě havárie, GPS souřadnic a časového pásma. Následně se určí typ zástavby a čas vzniku havárie. Poté se již zadávají atmosférické podmínky v místě havárie jako je rychlost větru,

směr větru, v jaké výšce nad zemí se provede měření, urbanistická zástavba, počasí a vlhkost. Následuje specifikace a zadání vybrané látky. Toto vše je prováděno z databáze látek, která je nedílnou součástí programu. Následně je nutné do programu vložit patřičné údaje týkající se skladovací nádrže, jako je rozměr či horizontální nebo vertikální poloha zásobníku. Následuje vložení teploty látky, množství látky nacházející se v zásobníku, velikost a poloha otvoru úniku. Po zadání všech těchto údajů můžeme uložit. Zobrazí se souhrnná tabulka se všemi zadanými údaji. Následně lze zobrazit grafické výstupy, jako je *Thread Zone* – model dosahu přízemních koncentrací látek nebo *Source Strength – Release Rate* – rychlost úniku látky ze zásobníku. Thread Zone lze rozdělit na tři možná rizika. V mém případě se jednalo o toxické ohrožení obyvatelstva, konkrétně ohrožení osob toxickou látkou (ERPG 3) a doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku (IDLH), stejně jako v programu TerEx, aby bylo možné tyto hodnoty v obou programech porovnat.

Skřehot ve své diplomové práci věnované modelování rozptylu toxických látek v atmosféře při průmyslových haváriích popisuje a porovnává vybrané SW nástroje určené k modelaci úniku nebezpečné látky. Popisuje zde mimo jiné i své poznatky s prováděním modelací v programech TerEx a ALOHA, které jsem ve své práci použil i já. Musím konstatovat, že se s jeho názorem zcela neztotožňuji. U programu ALOHA s ním souhlasím, že je snadno dostupný a generuje kvalitní výstupy. Nesouhlasím s ním však v otázce zadávání vstupních údajů, které hodnotí jako přehledné a snadné. Já naopak hodnotím toto jako obtížné. Pokud nemá člověk k dispozici uživatelskou příručku, je velmi obtížné zorientovat se v požadavcích na zadávání jednotlivých údajů. Co se týká programu TerEx, souhlasím s jeho názorem, že je program velmi jednoduchý a uživatel je veden jednotlivými dialogovými okny k provedení modelace téměř intuitivně. Jako návodů i zde můžeme využít zpracovanou uživatelskou příručku, navíc přímo v programu můžeme využít klávesy „Průvodce“. Nesouhlasím s jeho názorem, že program generuje nepřehledné grafické ztvárnění výstupů. Já naopak toto oceňuji [48].

Po mé vlastní zkušenosti s provedením modelace v obou výše uvedených programech, jednoznačně upřednostňuji nástroj TerEx. Je dle mého názoru jednodušší při zadávání vstupních údajů, a tedy vhodnější pro uživatele, který není specialistou v oboru chemie či havarijního plánování a neovládá v dostatečné míře anglický jazyk. Program ALOHA je volně dostupný pouze v anglickém jazyce.

Další část diskuze je věnována porovnání výsledků z provedených modelací. V tabulce 9 – Porovnání výsledků jsou shrnuty údaje ze všech provedených modelací.

Tab. 9 – Porovnání výsledků

Ohrožení osob nebezpečnou látkou – vzdálenost od místa úniku – ERPG 3				
Množství úniku	TerEx (m)	ALOHA (m)	ROZDÍL (m)	ROZDÍL (%)
Únik 1500 kg	530	537	7	1,3
Únik 3000 kg	733	673	60	8,1
Únik 4500 kg	875	736	139	15,9
Únik 6000 kg	981	743	238	24,3

Maximální koncentrace, která při expozici 30 minut nemá za následek trvalé poškození zdraví – vzdálenost od místa úniku – IDLH				
Množství úniku	TerEx (m)	ALOHA (m)	ROZDÍL (m)	ROZDÍL (%)
Únik 1500 kg	1053	1100	47	4,5
Únik 3000 kg	1353	1500	147	10,9
Únik 4500 kg	1575	2000	425	27
Únik 6000 kg	1755	2000	245	14

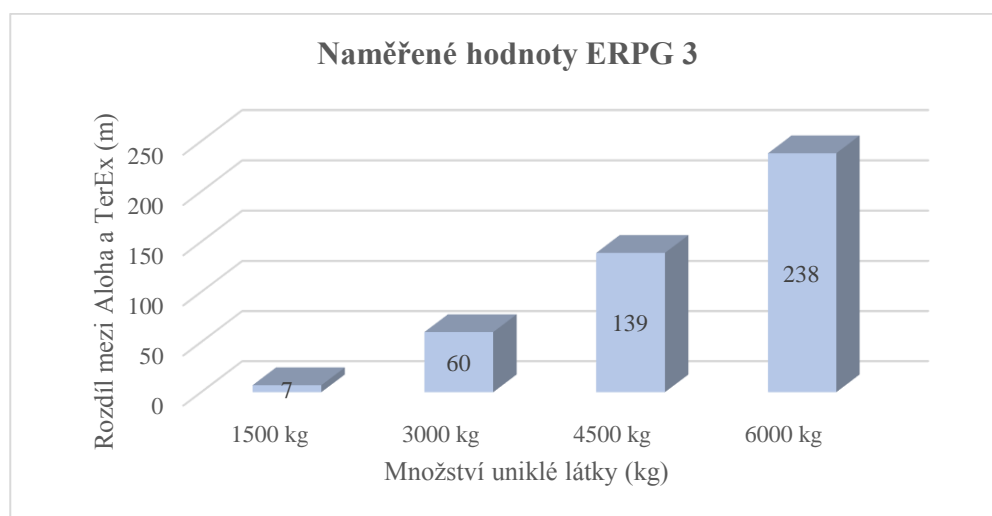
Je zajímavé, že při úniku 1500 kg byla namodelovaná vzdálenost úniku v programu TerEx u hodnoty ERPG 3, značící maximální koncentraci ve vzduchu, kterou člověk snese po dobu jedné hodiny, aniž by byl smrtelně ohrožený, jako jediná nižší než u programu ALOHA. Ve všech ostatních případech, tedy 3000, 4500 a 6000 kg byly namodelované vzdálenosti od míst úniku naopak vyšší oproti programu ALOHA. Co se týká hodnoty IDLH, značící maximální koncentraci, která při expozici 30 minut nezpůsobí trvalé poškození zdraví, tak zde byly naopak u všech modelovaných úniků vzdálenosti naměřené od místa úniku vyšší u programu ALOHA oproti programu TerEx.

V tabulce 9 jsou ve sloupci Rozdíl (%) uvedeny procentuální hodnoty rozdílu vzdáleností mezi jednotlivými programy. U hodnoty ERPG 3 úniku 1500 a 3000 kg je tento rozdíl po provedení výpočtu menší než 10 %. Jedná se o rozdíly 1,3 % a 8,1 %. Totéž se týká i hodnoty IDLH pro únik 1500 kg, kde je rozdíl 4,5 %. Ostatní vypočtené rozdíly u obou hodnot jsou vyšší než 10 %.

Na základě těchto výpočtů mohu konstatovat, že první stanovená hypotéza „Budou všechny výsledné namodelované hodnoty ERPG 3 a IDLH ve čtyřech variantách, a to 1500 kg, 3000 kg, 4500 kg a 6000 kg u softwarových nástrojů TerEx a ALOHA rozdílné o více jak 10 %?“, se tímto nepotvrdila. Z tabulky 9 je patrné, že u hodnoty ERPG 3 při úniku 1500 kg a 3000 kg, a u hodnoty IDLH při úniku 1500 kg je rozdíl menší než 10 %. Konkrétně se jedná o 1,3 %, 8,1 % a 4,5 %.

Odpověď na mnou stanovenou druhou hypotézu: „Bude mít rozdíl naměřených hodnot ERPG 3 při úniku 1500 kg, 3000 kg, 4500 kg a 6000 kg mezi nástroji TerEx a ALOHA stejnou hodnotu (velikost)?“ je pak možné vyčíst z níže uvedeného grafu (obrázek 42) a tabulky 9 – Porovnání výsledků. Tento graf znázorňuje vymodelované rozdíly mezi nástroji TerEx a ALOHA. Je patrné, že hodnoty mají rozdílnou velikost.

Na základě těchto výpočtů mohu konstatovat, že druhá stanovená hypotéza se nepotvrdila.



Obr. 42 – Rozdíl naměřených hodnot ERPG 3

Po provedeném porovnání výsledků modelací v jednotlivých programech je tedy k zamyšlení a případnému dalšímu možnému zkoumání, který z obou programů pracuje s nejhrošími možnými scénáři (matematickými vzorci) a je tedy konzervativnější.

6.2 SWOT analýza objektu

V průběhu zpracování práce jsem několikrát navštívil zimní stadion a posbíral potřebné informace pro možnost zpracování SWOT analýzy objektu (viz tabulka 10). Jednalo se nejen o rozhovory s vedením zimního stadionu, ale především s obsluhou strojovny, která mi poskytla podklady a technické údaje pro zpracování analýzy, ale i pro modelaci úniku nebezpečné látky.

Tab. 10 – SWOT analýza objektu

SWOT		POMOCNÉ (k dosažení cíle)	ŠKODLIVÉ (k dosažení cíle)
		S: silné stránky	W: slabé stránky
VNITŘNÍ (atributy organizace)	O: příležitosti	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zabezpečení objektu detektory ▪ zkušenosti obsluhy strojovny ▪ pravidelné revize zařízení ▪ dokumentace požární ochrany ▪ vybavení pro případ havárie ▪ pravidelné školení obsluhy ▪ dojezdová vzdálenost jednotek 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ zastaralá technologie strojovny ▪ lidský faktor ▪ nízké investice do obnovy technologií strojovny ▪ nedostatečná kontrola činnosti obsluhy strojovny ▪ špatné vztahy v organizaci
VNĚJŠÍ (atributy prostředí)	T: hrozby	<ul style="list-style-type: none"> ▪ stálý zájem návštěvníků ▪ podpora Úřadu městské části Praha 6 ▪ nové reklamní bannery ▪ dodavatelé doplňkových služeb 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ nevhodné umístění stadionu ▪ nedostatečné financování ▪ bezbariérový přístup do budovy ▪ špatný technický stav budovy ▪ havarijní plány – absence na MÚ Praha 6

Vnitřní analýza zimního stadionu identifikuje vnitřní slabé a silné stránky, kterými mohou být následující faktory:

SILNÉ STRÁNKY

Celý objekt zimního stadionu je zabezpečen detektory amoniaku, které monitorují prostor stadionu a strojovny po dobu 24 hodin. Tím jsou významně eliminována rizika ohrožení životů a zdraví osob nacházejících se v prostorách stadionu. Stadion je rovněž vybaven hasicími prostředky, jako je suchý chemický prášek, vodní postřik a pěna a hasicí přístroje pro případ havárie s únikem amoniaku. Obsluhu strojovny mají na starosti čtyři zkušení

dlouholetí pracovníci, kteří prochází v pravidelných intervalech školeními na obsluhu strojovny a zásadami pro případ úniku nebezpečné látky. Zároveň jsou pravidelně prováděny revize na všech zařízeních, které slouží k provozu a obsluze stadionu. Součástí prevence havárií na stadionu je rovněž zpracovaná **dokumentace** požární ochrany.

SLABÉ STRÁNKY

Mezi slabé stránky patří nedostatek financí a neochota vedení stadionu investovat do obnovy technologií strojovny. I přes veškerá opatření v podobě pravidelných revizí a údržby je nutno brát v úvahu i to, že technologie strojovny je zastaralá. Řízení strojovny je částečně závislé na lidském faktoru, který není neomylný. Tuto skutečnost podtrhuje nedostatečná kontrola činnosti obsluhy strojovny. Nemalým problémem tak mohou být i špatné vztahy mezi personálem a vedením v organizaci. Existují totiž rozdílné názory na řízení a provoz zimního stadionu, a tudíž není dána ucelená strategie jeho vývoje.

Vnější analýza zimního stadionu identifikuje příležitosti organizace a její hrozby. Ty jsou dány následujícími faktory:

PŘÍLEŽITOSTI

Zimní stadion je využíván celoročně. V zimě se stadion využívá k zimním sportům, především hokeji. Dále se zde pořádá bruslení pro širokou veřejnost. V letních měsících se zde pořádají koncerty. Díky těmto aktivitám se těší stadion stálým zájmem návštěvníků, kteří jsou pro jeho provoz určitým zdrojem příjmů. Vedení zimního stadionu získává na jeho provoz dotace od Úřadu městské části Prahy 6. Velkou příležitostí pro stadion je možnost rozšíření reklamních ploch a spolupráce s novými dodavateli doplňkových služeb.

HROZBY

Mezi největší hrozbu zimního stadionu patří nedostatek financí na jeho provoz. Dotace nejsou do budoucna každoročním zaručeným zdrojem. Ne příliš příznivá finanční situace nepřispívá ani špatnému technickému stavu budovy. Budova je zastaralá a nevyhovující, a to především po stránce její přístupu, není bezbariérová. Sběrem informací bylo zjištěno, že Městská část Praha 6 nemá vyhotovené havarijní plány pro případ havárie, zejména pak pro únik nebezpečných látek z chladicího zařízení zimního stadionu.

V následující tabulce 11 je proveden výpočet bilance jednotlivých faktorů SWOT analýzy. Ty byly ohodnoceny podle důležitosti. Každý z faktorů dostal ještě svoji váhu.

Tab. 11 – SWOT analýza – výpočet bilance

POPIS	VÁHA	HODNOCENÍ	VÝPOČET	SOUČET
SILNÉ STÁNKY				
Zabezpečení objektu detektory	0,3	5	1,5	
Zkušenosti obsluhy strojovny	0,05	3	0,15	
Pravidelné revize zařízení	0,15	4	0,6	
Dokumentace požární ochrany	0,05	3	0,15	
Vybavení pro případ havárie	0,15	4	0,6	
Pravidelné školení obsluhy strojovny	0,15	4	0,6	
Dojezdová vzdálenost jednotek HZS a ZZS	0,15	4	0,6	
Součet			4,2	4,2
SLABÉ STRÁNKY				
Zastaralá technologie strojovny	0,4	-4	-1,6	
Lidský faktor	0,1	-2	-0,2	
Nízké investice do obnovy technologií strojovny	0,2	-3	-0,6	
Nedostatečná kontrola činnosti obsluhy strojovny	0,1	-2	-0,2	
Špatné vztahy v organizaci	0,2	-3	-0,6	
Součet			-3,2	-3,2
PŘÍLEŽITOSTI				
Stálý zájem návštěvníků	0,3	3	0,9	
Podpora Úřadu městské části Praha 6	0,4	4	1,6	
Nové reklamní bannery	0,15	2	0,3	
Dodavatelé doplňkových služeb	0,15	2	0,3	
Součet			3,1	3,1
HROZBY				
Nevhodné umístění stadionu	0,3	-5	-1,5	
Nedostatečné financování	0,1	-2	-0,2	
Špatný technický stav budovy	0,2	-3	-0,6	
Havarijní plány – absence na MÚ Praha 6	0,3	-5	-1,5	
Součet			-3,8	-3,8
INTERNÍ			4,2 - 3,2	1
EXTERNÍ			3,1 - 3,8	-0,7
CELKEM			1 - 0,7	0,3

Bilance SWOT analýzy není příliš příznivá. Výsledek 0,3 znamená, že je třeba zapracovat na nové strategii provozování celého stadionu. Výstupem kompletní SWOT analýzy jsou jednotlivé strategie objektu zimního stadionu, které se snaží maximalizovat přednosti a minimalizovat nedostatky a hrozby. Jednotlivé strategie jsou bodově shrnuté v tabulce 12.

Tab. 12 – Strategie SWOT analýzy

SWOT		Interní analýza	
		S: silné stránky	W: slabé stránky
Externí analýza	O: příležitosti	Strategie SO <ul style="list-style-type: none"> ▪ zajistit větší bezpečnost pro návštěvníky ▪ zajistit i pocit větší bezpečnosti návštěvníků 	Strategie WO <ul style="list-style-type: none"> ▪ zajištění dostatečné kontroly činnosti obsluhy strojovny a prevence selhání lidského faktoru, aby bylo zamezeno úniku nebezpečné látky (amoniaku) z chladicího zařízení, a to s ohledem na nevhodné umístění stadionu – větší riziko, více škod
	T: hrozby	Strategie ST <ul style="list-style-type: none"> ▪ zajištění chybějící havarijní dokumentace ▪ rekonstrukce a modernizace budovy, zejména z pohledu požární bezpečnosti a přístupnosti do budovy 	Strategie WT <ul style="list-style-type: none"> ▪ navýšení příjmů finančních prostředků a úspora nákladů s cílem investice do obnovy zastaralých technologií strojovny

SO strategie

Pro tuto strategii je velmi důležitý zájem návštěvníků. Proto je nutné věnovat velké úsilí nejen jejich bezpečnosti, ale i jejich pocitu, že jsou v bezpečí a nehrozí jim žádná havárie či útok z externího prostředí, například v podobě teroristického činu. I přesto, že je objekt zimního stadionu vybaven detektory pro detekci amoniaku, je vhodné i nadále tuto bezpečnost posilovat. Krátká dojezdová vzdálenost jednotek HZS a ZZS poskytuje provozovateli tohoto stadionu poměrně rychlou možnost zásahu při úniku nebezpečné látky z chladicího zařízení.

ST strategie

V kombinaci s vybavením pro případ havárie je nutné pro stadion zajistit ještě chybějící havarijní dokumentaci, a to minimálně pro případ likvidace havarijní situace. Je třeba zpracovat možné scénáře těchto havarijních situací, postup jejich likvidace, dále pak postup a koordinaci zásahu v případě havárie. Z hlediska požární ochrany je objekt stadionu, včetně budovy, zajištěn dokumentací požární ochrany. Přesto ale zastaralá budova a její technický stav vyžadují rekonstrukci a modernizaci, zejména pak z pohledu požární bezpečnosti a přístupu do budovy.

WO strategie

Je nezbytné navýšení příjmu finanční prostředků. Jako jedna z možností se nabízí rozšíření pronájmu reklamních ploch a bannerů umístěných na stadionu. Pro tento účel je třeba oslovit silné partnery, kteří podporují sport v ČR, jako jsou například ŠKODA AUTO. Silní partneři jsou ochotni zaplatit víc peněz za reklamu než malý podnikatel z okolí stadionu. Dále je možno uvažovat o změně dodavatelů, kteří by poskytovali doplňkové služby na stadionu, např. maséři, dodavatelé občerstvení, ale i firmy, které poskytují servis, školení a revize. Získání dalších finančních prostředků a úspora některých nákladů by přinesla určité možnosti investice do obnovy zastaralých technologií strojovny. V tomto smyslu by bylo vhodné požádat o finanční příspěvek i Městskou část Praha 6.

WT strategie

Zimní stadion se nachází v souvisle zastavěném území městské části Praha – Vokovice, s převažující zástavbou bytových domů, kde s jižní částí stadionu sousedí rodinné domy a v bezprostřední blízkosti jsou školy a poliklinika. Vzhledem k možnosti úniku nebezpečné látky (amoniaku) z chladicího zařízení, je umístění stadionu nevhodné. Je proto třeba věnovat zvýšenou pozornost zajištění dostatečné kontroly činnosti obsluhy strojovny a prevence selhání lidského faktoru.

6.3 Havarijní dokumentace

Návrh havarijní dokumentace je myšlen ve smyslu návodu pro likvidaci havarijní situace. Obsahem této dokumentace je část Informativní, ve které jsou vedeny obecné informace o objektu, provozovateli, personálu a technický popis chlazení nacházejícího se ve strojovně stadionu. Další částí této dokumentace je část Operativní, skládající se z možných scénářů havarijní situace, postupu při likvidaci havarijní situace, postupu a koordinace zásahu v případě havárie. Součástí dokumentace je i návrh havarijních karet.

Myslím si, že návrh havarijní dokumentace a havarijní karty by mohl být pro objekt zimního stadionu přínosem, jelikož v současné době nemá zpracovanou žádnou takovou dokumentaci.

Možností, jak předejít možnému úniku velkého množství nebezpečné látky, je změna technologie chlazení ledové plochy na nepřímé dvouokruhové chlazení. V tomto případě se již nebezpečná látka nevyužívá pro chlazení samotné ledové plochy, ale pouze v chladicím okruhu strojovny. Množství nebezpečné látky je tedy sníženo. Oproti tisícům kg jde o stovky kg. Změna technologie však znamená velkou finanční investici, kterou v současné době občanské sdružení HC Hvězda Praha nemá.

7 ZÁVĚR

V této době, kdy se nebezpečné látky využívají stále více, je zapotřebí věnovat prevenci před úniky těchto nebezpečných látek zvýšenou pozornost. Vždyť mnoho objektů, ve kterých se tyto látky nacházejí, jsou velmi často umístěny v hustě osídlených lokalitách. Hrozí zde tak vysoké riziko ohrožení osob. Prioritou nás všech by tedy měla být ochrana osob, ale i majetku a životního prostředí.

Náplní diplomové práce bylo namodelování úniků nebezpečné látky – amoniaku z chladicího zařízení zimního stadionu v Praze Vokovicích pomocí vybraných softwarových nástrojů a následně porovnat výsledky z těchto modelací. Po porovnání těchto výsledků bylo možné odpovědět na stanovené hypotézy. První hypotéza „Budou všechny výsledné namodelované hodnoty ERPG 3 a IDLH ve čtyřech variantách, a to 1500 kg, 3000 kg, 4500 kg a 6000 kg u softwarových nástrojů TerEx a ALOHA rozdílné o více jak 10 %?“, se na základě těchto výpočtů nepotvrdila. Druhá stanovená hypotéza „Bude mít rozdíl naměřených hodnot ERPG 3 při úniku 1500 kg, 3000 kg, 4500 kg a 6000 kg mezi nástroji TerEx a ALOHA stejnou hodnotu (velikost)?“, se taktéž na základě výpočtů nepotvrdila.

Součástí práce bylo i provedení SWOT analýzy objektu. Z provedených výpočtů jednotlivých faktorů SWOT analýzy vyplývá, že celková bilance objektu není příliš příznivá. Z tohoto důvodu byly navrženy nové strategie, které by mohly vést k zvýšení bezpečnosti. Jedná se zejména o zajištění větších finančních prostředků, které by bylo možné využít k změně technologie chlazení. Zároveň však mohou říci, že současné zabezpečení objektu z hlediska připravenosti na případný úniku nebezpečné látky je na dobré úrovni.

Závěrem mohu konstatovat, že práci, zejména pak provedenou SWOT analýzu objektu, a zpracování návrhu nové strategie, by mohlo současné vedení zimního stadionu využít jako podklad pro zajištění zvýšené bezpečnosti v objektu, a tím k větší bezpečnosti návštěvníků a osob žijících v těsné blízkosti stadionu nacházejícího se v hustě obydlené městské části. Jako další součást práce byl zpracován návrh bezpečnostní dokumentace. Tento návrh bezpečnostní dokumentace by mohl být využit jako podklad pro zpracování chybějící bezpečnostní dokumentace.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ADR	Accord Dangereuses Route (Evropská dohoda o mezinárodní přepravě nebezpečných věcí)
ALOHA	Areal Locations of Hazardous Atmospheres
CLP	Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures (Klasifikace, označování a balení látek a směsí)
ČR	Česká republika
EHK OSN	Evropská hospodářská komise Organizace spojených národů
EPA	United States Environmental Protection Agency
ERPG	Maximální koncentraci ve vzduchu, kterou člověk snese po dobu jedné hodiny, bez toho, aby byl smrtelně ohrožený
EU	Evropská unie
GPS	Global Positioning System
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
IDLH	Maximální koncentraci, která při expozici 30 minut nemá za následek trvalé poškození zdraví
IZS	Integrovaný záchranný systém
MU	Mimořádná událost
REACH	Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals (nařízení o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek)
RID	International Rule for Transport of Dangerous Substances by Railway (Řád pro mezinárodní železniční přepravu nebezpečných věcí)
TerEx	Teroristický expert

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. PETRÁČKOVÁ, Věra; KRAUS, Jiří, a kol. *Akademický slovník cizích slov A-Ž*. Praha: Academia, 2000. 834 s. ISBN 80-200-0607-9.
2. ŠÍŠKA, Richard. *Prevence havárií způsobených nebezpečnými látkami*. Zlín 2009. Diplomová práce (Ing.). Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky. Vedoucí práce Vladislav Štefka.
3. BERNATÍK, Aleš; NEVRLÁ, Petra. *Vliv havárií na životní prostředí*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. ISBN 80-86634-46-9.
4. FOLWARCZNY, Libor; POKORNÝ, Jiří. *Evakuace osob*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006, 125 s. ISBN 80-86634-92-2.
5. VÝZKUMNÝ ÚSTAV BEZPEČNOSTI PRÁCE, v.v.i.. *Výkladový terminologický slovník některých pojmů používaných v analýze a hodnocení rizik pro účely zákona o prevenci závažných havárií*; In: vubp.cz. [online]. [cit. 18. 8. 2016]. Dostupné z: http://vubp.cz/images/soubory/prevence-zavaznych-havarii/metodiky/vykladovy-slovník-01_07_2010.pdf
6. BEZDĚKOVÁ, Lucie. *Prevence závažných chemických havárií v podmínkách malých a středních podniků*. Praha 2008. Bakalářská práce. Vysoká škola ekonomická v Praze. Fakulta podnikohospodářská. Vedoucí práce Emil Antušák.
7. SKŘEHOT, Petr a kolektiv. *Prevence nehod a havárií; 2. díl: Mimořádné události a prevence nežádoucích následků*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce a T-SOFT, 2009, 595 s., ISBN 978-80-86973-73-9.
8. MINISTERSTVO VNITRA ČESKÉ REPUBLIKY. *Chemická látka*; In: mvcr.cz [online]. [cit. 18. 8. 2016]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/chemicka-latka.aspx>
9. ZÁKON č. 224/2015 ze dne 12. srpna 2015 o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů, (zákon o prevenci závažných havárií). In Sběrka zákonů České republiky. 2015. Částka 93. S. 2762-2801.

10. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Právní rámec prevence závažných havárií*; In: mzp.cz [online]. [cit. 19. 8. 2016]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/pravni_ramec_havarii
11. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Metodické pokyny odboru environmentálních rizik*; In: mzp.cz [online]. [cit. 19. 8. 2016]. Dostupné z: http://www.mzp.cz/cz/metodicke_pokyny_odboru_enviro_rizik
12. MINISTERSTVO ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ ČESKÉ REPUBLIKY. *Vyhláška č. 225/2015 Sb.*; In: mzp.cz [online]. [cit. 19. 8. 2016]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pravni_ramec_havarii/\\$FILE/OER-vyhlaska_225-20150907.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/pravni_ramec_havarii/$FILE/OER-vyhlaska_225-20150907.pdf)
13. ZÁKONY PRO LIDI. *Vyhláška č. 226/2015 Sb.*; In: zakonyprolidi.cz [online]. [cit. 19. 8. 2016]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-226>
14. ZÁKON 350/2011 Sb. *Přehled právních předpisů*; In: Tretiruka.cz. [online]. [cit. 1. 9. 2016]. Dostupné z: <http://www.tretiruka.cz/prehled-predpisu/-Sb.0122-2011-350-2011.pdf>, s. 4353–4375.
15. ZÁKON č. 111/1994 Sb., o silniční dopravě. [online]. [cit. 1. 9. 2016]. Dostupné z: http://i.iinfo.cz/urs-att/p_111-94-112397473489381.htm
16. STŘEDOČESKÝ KRAJ – KRAJSKÝ ÚŘAD. *Vyhláška č. 227/2015 Sb.*; In: kr-stredocesky.cz [online]. [cit. 1. 9. 2016]. Dostupné z: <http://www.kr-stredocesky.cz/documents/20994/137375/Vyh1%C3%A1%C5%A1ka+M%C5%BDP+%C4%8D.+227-2015+Sb.%2C?version=1.0>
17. PORTÁL VEŘEJNÉ SPRÁVY. *Vyhláška č. 228/2015 Sb.*; In: portal.gov.cz [online]. [cit. 1. 9. 2016]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=84611&nr=228~2F2015&rpp=15#local-content>
18. PORTÁL VEŘEJNÉ SPRÁVY. *Vyhláška č. 228/2015 Sb.*; In: portal.gov.cz [online]. [cit. 1. 9. 2016]. Dostupné z: <https://portal.gov.cz/app/zakony/zakonPar.jsp?idBiblio=84612&nr=229~2F2015&rpp=15#local-content>

19. EUR-Lex. *Directive 82/501/EEC on the major-accident hazards of certain industrial activities*; In: eur-lex.europa.eu [online]. [cit. 13. 9. 2016]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31982L0501>
20. ČAPOUN, T., *Chemické havárie*. 1. vydání. Praha: MV – generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2009. ISBN 978-80-86640-64-8.
21. EURLEX. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/105/ES*; In: eurlex.cz [online]. [cit. 13. 9. 2016]. Dostupné z: <http://www.eurlex.cz/dokument.aspx?celex=32003L0105>
22. EUR-Lex. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU*; In: eur-lex.europa.eu [online]. [cit. 13. 9. 2016]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=celex%3A32012L0018>
23. LINDE GROUP. *Bezpečnostní list Amoniak, (čpavek) bezvodý*; In: linde-gas.cz. [online]. Dostupné z: [http://prodkatalog.linde-gas.cz/international/web/lg/cz/prodcatlgcz.nsf/RepositoryByAlias/BL-R717/\\$file/BL0002\(R717\).pdf](http://prodkatalog.linde-gas.cz/international/web/lg/cz/prodcatlgcz.nsf/RepositoryByAlias/BL-R717/$file/BL0002(R717).pdf)
24. MIKA, Jiří, Otakar; PATOČKA, Jiří. *Ochrana před chemickým terorismem*. 1. vyd. Jihočeská univerzita, České Budějovice, 2007, 106 s. ISBN 978-80-7040-934-3.
25. PUPÍKOVÁ, Pavlína. *Havarijní připravenost Nestlé Česko s.r.o., závodu Zora*. České Budějovice 2016. Diplomová práce (Ing.). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Zdravotně sociální fakulta. Vedoucí práce Jiří Patočka.
26. CHOCOVÁ, Lenka. *Neodkladná a následná opatření v případě úniku amoniaku – zpětná analýza minulých případů*. České Budějovice 2012. Diplomová práce. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Fakulta zdravotně sociální. Vedoucí práce Jiří Patočka.
27. VÝZKUMNÝ ÚSTAV BEZPEČNOSTI PRÁCE, v.v.i.. *Nový zákon o prevenci závažných havárií*; In: odpadoveforum.cz. [online]. [cit. 14. 9. 2016]. Dostupné z: <http://www.odpadoveforum.cz/TVIP2016/prispevky/212.pdf>
28. DĚDKOVÁ, Jaroslava, HONZÁKOVÁ, Iveta. *Základy marketingu*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2001. 176 s. ISBN 80-7083-433-1.

29. LACH:NER. *Označování nebezpečných chemických látek dle „CLP“*; In: lach-ner.com [online]. [cit. 19. 9. 2016]. Dostupné z: <http://www.lach-ner.com/oznacovani-nebezpecnych-chemicky-latek>
30. NAŘÍZENÍ REACH. *Pojem REACH*. In: Tretiruka.cz. [online]. [cit. 19. 9. 2016]. Dostupné z: <http://www.tretiruka.cz/chlp/narizeni-reach/>
31. VÝZKUMNÝ ÚSTAV BEZPEČNOSTI PRÁCE, v.v.i.. *Analýza a hodnocení rizik v posouzení rizik podle nového zákona o prevenci závažných havárií*; In: bozpinfo.cz. [online]. [cit. 19. 9. 2016]. Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/josra/josra-zavazne-havarie/ahr-podle-noveho-zakona-o-pzh.html>
32. JIRKA, Martin. *Havarijní připravenost a ochrana obyvatelstva v národním podniku Budějovický Budvar při úniku nebezpečných látek*. České Budějovice 2014. Diplomová práce (Ing.). Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích. Fakulta zdravotně sociální. Vedoucí práce Friedo Zolzer.
33. HORÁK, Rudolf; DANIELOVÁ, Lenka; KYSELÁK, Jan; NOVÁK, Ladislav. *Průvodce krizovým plánováním pro veřejnou správu: Prevence řešení mimořádných krizových situací*. Praha: Linde Praha, 2011, 456 s. ISBN 978-80-7201-827-7.
34. KUDLIČKA, Roman. *Postavení simulace a modelování v rámci záchranných a likvidačních prací*. Zlín 2013. Diplomová práce. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně. Fakulta aplikované informatiky. Vedoucí práce Martin Hromada.
35. Aktuální otázky prevence závažných havárií v ČR. *Výbrané programy pro modelování následků havárií*; In: Tretiruka.cz. [online]. [cit. 22. 9. 2016]. Dostupné z: <http://www.tretiruka.cz/news/aktualni-otazky-prevence-zavaznych-havarii-v-cr/>
36. MAŠEK, Ivan; MIKA, Jiří, Otakar; ZEMAN, Miloš. *Prevence závažných průmyslových havárií*. 1. vyd. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta chemická, 2006. 98 s. ISBN 80-214-3336-1.
37. HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY. *Varování obyvatelstva v České republice*; In: hzscr.cz. [online]. [cit. 27. 9. 2016]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/varovani-obyvatelstva-v-ceske-republice.aspx>

38. KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše. *Ochrana obyvatelstva*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005, 140 s. ISBN 8086634701.
39. HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY. *Varování obyvatelstva v České republice*; In: hzscr.cz. [online]. [cit. 27. 9. 2016]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/ukryti-obyvatelstva-v-ceske-republice.aspx?q=Y2hudW09MQ%3d%3d>
40. HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR ČESKÉ REPUBLIKY. *Varování obyvatelstva v České republice*; In: hzscr.cz. [online]. [cit. 27. 9. 2016]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/evakuace-obyvatelstva.aspx>
41. POŽÁRY.cz. *Dekontaminace osob, zvířat a materiálu*; In: pozary.cz. [online]. [cit. 27. 9. 2016]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/39787-dekontaminace-osob-zvirat-a-materialu/>
42. TerEx. *TerEx. Modelování a simulace (Studijní pomůcka pro předmět krizové scénáře)*. In: unob.cz. [online]. [cit. 27. 9. 2016]. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26278/mod_resource/content/1/Studijni_pomucka_TerEx.pdf
43. ALOHA: User's Manual. Washington: U. S. Environmental Protection Agency and National Oceanic and Atmospheric Administration, February 2007, 195 s. In: nepis.epa.gov[online]. [cit. 27.9.2016]. Dostupné z: <http://nepis.epa.gov>.
44. BERNARTÍK, A. *Prevence závažných havárií II*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. ISBN 80-86634-90-6.
45. HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR STŘEDOČESKÉHO KRAJE. *Únik čpavku na zimním stadionu v Hořovicích zaměstnal hasiče na dva dny*; In: hzscr.cz. [online]. [cit. 27. 9. 2016]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/unik-čpavku-na-zimnim-stadionu-v-horovicich-zamestnal-hasice-na-dva-dny.aspx>
46. KOTLER, Philip. *Marketing*. Praha: Grada, 2004. 855 s. ISBN 80-247-0513-3.
47. BARTLOVÁ, Ivana. *Prevence a připravenost na závažné havárie*. 1. vyd., Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2008, 47 s. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-049-4.

48. SKŘEHOT, Petr. *Modelování rozptylu toxických látek v atmosféře při průmyslových haváriích*. Praha 2008. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze. Přírodovědecká fakulta. Vedoucí práce Eva Tesařová.
49. GREENWOOD, Norman; EARNSHAW, Alan. *Chemie prvků*. 1. svazek. Praha: Informatorium Praha, 1993, 793 s. ISBN 80-85427-38-9.
50. WICHTERLOVÁ, Jana. *Chemie nebezpečných anorganických látek*. 1. vyd., Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2001, 63 s. ISBN 80-86111-92-X.

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

OBR. 1 – POSOUZENÍ OBJEKTU S CHEMICKOU LÁTKOU NEBO SMĚSÍ DLE ZÁKONA Č. 224/2015 SB. [27]	20
OBR. 2 – ETAPY MODELOVÁNÍ [34]	25
OBR. 3 – NEJČASTĚJI POUŽÍVANÉ MODELOVACÍ PROGRAMY PŘI ŘEŠENÍ ANALÝZY RIZIK [35]	26
OBR. 4 – SYMBOLY NEBEZPEČNOSTI AMONIAKU [23]	33
OBR. 5 – PROSTŘEDÍ PROGRAMU TEREX (ZDROJ PROGRAM TEREX)	39
OBR. 6 – PROSTŘEDÍ PROGRAMU ALOHA (ZDROJ PROGRAM ALOHA)	40
OBR. 7 – ZIMNÍ STADION (ZDROJ VLASTNÍ)	41
OBR. 8 – SITUACE S UMÍSTĚNÍM ZIMNÍHO STADIONU (ZDROJ MAPY.CZ)	42
OBR. 9 – TECHNOLOGIE CHLADICÍHO ZAŘÍZENÍ	43
OBR. 10 – TEXTOVÝ VÝSTUP VYGENEROVANÝ PROGRAMEM – 6000 KG AMONIAKU	45
OBR. 11 – ROZPTYL OBLAKU AMONIAKU – 6000 KG	46
OBR. 12 – ZÁKRES VÝSTUPU DO MAPOVÉHO PODKLADU – 6000 KG AMONIAKU	46
OBR. 13 – MODEL RYCHLOSTI – ÚNIK 6000 KG AMONIAKU Z CHLADICÍHO ZÁSOBNÍKU	47
OBR. 14 – TEXTOVÝ VÝSTUP VYGENEROVANÝ PROGRAMEM – 4500 KG AMONIAKU	48
OBR. 15 – ROZPTYL OBLAKU AMONIAKU – 4500 KG	49
OBR. 16 – ZÁKRES VÝSTUPU DO MAPOVÉHO PODKLADU – 4500 KG	49
OBR. 17 – MODEL RYCHLOSTI – ÚNIK 4500 KG AMONIAKU Z CHLADICÍHO ZÁSOBNÍKU	50
OBR. 18 – TEXTOVÝ VÝSTUP VYGENEROVANÝ PROGRAMEM – 3000 KG AMONIAKU	51
OBR. 19 – ROZPTYL OBLAKU AMONIAKU – 3000 KG	52
OBR. 20 – ZÁKRES VÝSTUPU DO MAPOVÉHO PODKLADU – 3000 KG	52
OBR. 21 – MODEL RYCHLOSTI – ÚNIK 3000 KG AMONIAKU Z CHLADICÍHO ZÁSOBNÍKU	53
OBR. 22 – TEXTOVÝ VÝSTUP VYGENEROVANÝ PROGRAMEM – 1500 KG AMONIAKU	54
OBR. 23 – ROZPTYL OBLAKU AMONIAKU – 1500 KG	55
OBR. 24 – ZÁKRES VÝSTUPU DO MAPOVÉHO PODKLADU – 1500 KG	55
OBR. 25 – MODEL RYCHLOSTI – ÚNIK 1500 KG AMONIAKU Z CHLADICÍHO ZÁSOBNÍKU	56
OBR. 26 – ROZSAH ÚNIKU 6000 KG AMONIAKU – SEVERNÍ VÍTR	58
OBR. 27 – DOPORUČENÝ PRŮZKUM TOXICKÉ KONCENTRACE – 6000 KG	58
OBR. 28 – NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB – 6000 KG	59
OBR. 29 – ČASOVÁ ZÁVISLOST – ÚNIK 6000 KG	59
OBR. 30 – ROZSAH ÚNIKU 4500 KG AMONIAKU – SEVERNÍ VÍTR	61
OBR. 31 – DOPORUČENÝ PRŮZKUM TOXICKÉ KONCENTRACE – 4500 KG	61
OBR. 32 – NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB – 4500 KG	62
OBR. 33 – ČASOVÁ ZÁVISLOST – ÚNIK 4500 KG	62
OBR. 34 – ROZSAH ÚNIKU 3000 KG AMONIAKU – SEVERNÍ VÍTR	64
OBR. 35 – DOPORUČENÝ PRŮZKUM TOXICKÉ KONCENTRACE – 3000 KG	64
OBR. 36 – NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB – 3000 KG	65
OBR. 37 – ČASOVÁ ZÁVISLOST – ÚNIK 3000 KG	65

OBR. 38 – ROZSAH ÚNIKU 1500 KG AMONIAKU – SEVERNÍ VÍTR	67
OBR. 39 – DOPORUČENÝ PRŮZKUM TOXICKÉ KONCENTRACE – 1500 KG	67
OBR. 40 – NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB – 1500 KG	68
OBR. 41 – ČASOVÁ ZÁVISLOST – ÚNIK 1500 KG	68
OBR. 42 – ROZDÍL NAMĚŘENÝCH HODNOT ERPG 3	82

11 SEZNAMU POUŽITÝCH TABULEK

TAB. 1 – VLASTNOSTI AMONIAKU [23]	34
TAB. 2 – PŘÍPUSTNÉ HODNOTY KONCENTRACÍ ŠKODLIVIN [25]	34
TAB. 3 – AMONIAK A JEHO VLIV NA LIDSKÝ ORGANISMUS [25]	35
TAB. 4 – PARAMETRY PRO MODELACI	44
TAB. 5 – TEXTOVÝ ZÁZNAM MODELACE – 6000 KG	57
TAB. 6 – TEXTOVÝ ZÁZNAM MODELACE – 4500 KG	60
TAB. 7 – TEXTOVÝ ZÁZNAM MODELACE – 3000 KG	63
TAB. 8 – TEXTOVÝ ZÁZNAM MODELACE – 3000 KG	66
TAB. 9 – POROVNÁNÍ VÝSLEDKŮ	81
TAB. 10 – SWOT ANALÝZA OBJEKTU	83
TAB. 11 – SWOT ANALÝZA – VÝPOČET BILANCE	85
TAB. 12 – STRATEGIE SWOT ANALÝZY	86

12 SEZNAMU PŘÍLOH

PŘÍLOHA 1 – BEZPEČNOSTNÍ LIST AMONIAKU

PŘÍLOHA 2 – LIMITNÍ KONCENTRACE EMISE AMONIAKU A JEHO VLIV NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ

PŘÍLOHA 3 – NÁVOD PŘI LIKVIDACI HAVARIJNÍ SITUACE (ÚNIK ČPAVKU) – STROJOVNA CHLAZENÍ

THE LINDE GROUP



Bezpečnostní list Amoniak, (čpavek) bezvodý

Datum vytvoření : 28.01.2005
Datum revize : 20.01.2014

Verze : 0.8

CZ / C

Číslo MSDS : 002
Stránka 1 / 3

1 IDENTIFIKACE LÁTKY A SPOLEČNOSTI

1.1 Identifikátor výrobku

Amoniak, (čpavek) bezvodý
Číslo EEC (z EINECS): 231-835-3
Číslo CAS: 7664-41-7
Index-č.: 007-001-00-5
Chemický vzorec: NH₃
Registrační číslo REACH: 01-2119488876-14-0060

1.2 Příslušná určená použití látky

Průmyslové použití, použití pro výrobu hnojiv, ve farmaceutickém, textilním a chemickém průmyslu, chladicí medium, technologický plyn, tepelná úprava kovů – nitridace, zpracování plastů, ochrana dřeva.

1.3 Podrobné údaje o dodavateli bezpečnostního listu

Linde Gas a.s., U Technoplynu 1324, 198 00 Praha 9,
Tel.: 272 100 111
Telefonní číslo pro naléhavé situace:
Toxikologické informační středisko tel: +420 224 919 293,
Linde Gas a.s. tel.: +420 731 608 608

2 IDENTIFIKACE NEBEZPEČNOSTI

2.1 Klasifikace látky nebo směsi

Klasifikace podle nařízení (ES) 1272/2008/EG (CLP)

Press. Gas - Obsahuje plyn pod tlakem; při zahřívání může vybuchnout.
Flam. Gas 2 - Hořlavý plyn.
Acute tox. 3 - Toxický při vdechování.
Skin Corr. 1B - Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.
Aquatic Acute 1 - Vysoce toxický pro vodní organismy.
Aquatic Chronic 2 - Toxický pro vodní organismy s dlouhodobými účinky
EUH071 - Způsobuje poleptání dýchacích cest.

Klasifikace podle směrnic 67/548/EHS a 1999/45/ES

R10 | T; R23 | C; R34 | N; R50
R10 Hořlavý
R23 Toxický při vdechování
R34 Způsobuje poleptání
R50 Vysoce toxický pro vodní organismy.

2.2 Prvky označení

- Výstražné symboly nebezpečnosti



- Signální slova

nebezpečí

- Věty o nebezpečnosti

H280 Obsahuje plyn pod tlakem; při zahřívání může vybuchnout.
H221 Hořlavý plyn.
H331 Toxický při vdechování.
H314 Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí.
H400 Vysoce toxický pro vodní organismy.
H411 Toxický pro vodní organismy s dlouhodobými účinky

EUH071

Způsobuje poleptání dýchacích cest

- Věty o bezpečném zacházení

Pokyny pro bezpečné zacházení pro prevenci

P210 Chraňte před teplem/jiskrami/otevřeným plamenem/horkými povrchy. - Zákaz kouření.
P280 Používejte ochranné rukavice/ochranný oděv/ochranné brýle/obličejový štít.
P260 Nevdechujte prach, dým, plyn, mlhu, páry, aerosoly.
P273 Zabraňte uvolnění do životního prostředí.

Pokyny pro bezpečné zacházení pro reakci

P377 Požár unikajícího plynu: Nehaste, nelze-li únik bezpečně zastavit.
P381 Odstraňte všechny zdroje zapálení, můžete-li tak učinit bez rizika.
P303+P361+P353+P315 PŘI STYKU S KŮŽÍ: Omyjte velkým množstvím vody a mýdla. Okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc/ošetení.
P304+P340+P315 PŘI VDECHNUTÍ: Přeneste postiženého na čerstvý vzduch a ponechte jej v klidu v poloze usnadňující dýchání. Okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc/ošetení.
P305+P351+P338+P315 PŘI ZASAŽENÍ OČÍ: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyměňte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny a pokud je lze vymout snadno. Pokračujte ve vyplachování. Okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc/ošetení.

Pokyny pro bezpečné zacházení pro skladování

P403 Skladujte na dobře větraném místě.
P405 Skladujte uzamčené.

Pokyny pro bezpečné zacházení pro odstraňování

2.3 Další nebezpečnost

Zkapalněný plyn

3 SLOŽENÍ

Látka

Složky / nečistoty

Amoniak, (čpavek) bezvodý
Číslo CAS: 7664-41-7
Index-č.: 007-001-00-5
Číslo EEC (z EINECS): 231-835-3
Registrační číslo REACH:
01-2119488876-14-0060

Neobsahuje žádné jiné složky nebo nečistoty, které ovlivňují klasifikaci produktu.

4 POKYNY PRO PRVNÍ POMOC

4.1 Popis první pomoci

Všeobecné pokyny

Postiženého vždy dopravit na čerstvý vzduch s pomocí nezávislého dýchacího přístroje. Udržovat v klidu a teple. Pokud je postižený v bezvědomí, zajistit základní životní funkce (dýchání a srdeční

Bezpečnostní list Amoniak, (čpavek) bezvodý

Datum vytvoření : 28.01.2005
Datum revize : 20.01.2014

Verze : 0.8

CZ / C

Číslo MSDS : 002
Stránka 2 / 3

činnost). Při zástavě dechu zahájít umělé dýchání, při zástavě srdce masáž srdce. Vždy přivolat lékaře.

Inhalace

Pokud postižený není v bezvědomí, vypláchnout ústní a nosní dutinu vodou. Zajistit lékaře.

Zasažení kůže

Může způsobit chemické popálení (poleptání) pokožky. Znečištěný oděv ihned odstranit a zasažené místo oplachovat proudem vody, nejlépe vlažné, po dobu 15 minut. Zajistit lékaře.

Zasažení očí

Může způsobit chemické popálení rohovky s dočasnou poruchou vidění. Okamžitě vyplachovat zasažené oko proudem nejlépe vlažné vody směrem od vnitřního koutku oka ven tak, aby nebylo zasaženo druhé oko. Vyplachovat nejméně 15 minut, předtím vymdat kontaktní čočky. Zajistit lékařskou pomoc

Požítí

Požítí není považováno za potenciální způsob expozice.

4.2 Nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky

Dráždí dýchací cesty. Může působit chemické popálení pokožky a rohovky (s dočasnou poruchou vidění)

4.3 Pokyn týkající se okamžité lékařské pomoci a zvláštního ošetření -

5 OPATŘENÍ PRO HAŠENÍ POŽÁRU

5.1 Hasiva

Mohou být použity jakékoli hasicí přístroje. Typ hasiva přizpůsobit látkám hořícím v okolí.

5.2 Zvláštní nebezpečnost vyplývající z látky nebo směsi

Kontejnery vystavené ohni mohou prasknout a vybuchnout.

Rizikové výbušné výrobky

Pokud se vyskytuje v ohni, tepelným rozkladem mohou vznikat toxické nebo žíravé výpary.

5.3 Pokyny pro hasiče

Je-li to možné, zastavte únik výrobku. Odstraňte kontejner z dosahu ohně nebo ho ochladte vodou z bezpečné vzdálenosti.

Používejte nezávislý dýchací přístroj a protichemicky ochranný oděv

6 OPATŘENÍ V PŘÍPADĚ NÁHODNÉHO ÚNIKU

6.1 Opatření na ochranu osob, ochranné prostředky a nouzové postupy

Evakuujte osoby z oblasti. Použijte nezávislý dýchací přístroj a protichemicky ochranný oděv. Zajistěte přiměřené větrání

6.2 Opatření na ochranu životního prostředí

Pokuste se zastavit uvolňování. Omezte odpařování rozprašováním mlhy nebo vody.

6.3 Metody a materiál pro omezení úniku a pro čištění

Oblast dobře větrejte. Oblast vystříkejte proudem vody. Zamořené zařízení nebo místa průsaku omyjte velkým množstvím vody. Pokud jakákoli rozlitá kapalina dokonale nevyschne, zamezte přístupu osob a zdrojů zažehnutí. Zamezte zmrakům na podkladu.

7 ZACHÁZENÍ A SKLADOVÁNÍ

7.1 Opatření pro bezpečné zacházení

Používejte jen řádně specifikované zařízení, které je vhodné pro tento výrobek, jeho admisní tlak a teplotu. Při pochybnostech kontaktujte svého dodavatele plynu. Zamezte zpětnému proudění plynu do kontejneru. Zamezte zpětnému vsakování vody do

kontejneru. Skladujte mimo zdroje jiskření (včetně statických nábojů) Před plněním plynem zbavte systém vzduchu. Viz pokyny dodavatele pro manipulaci s láhvemi

Při práci nejíst a nekouřit. Po práci si umýt ruce vodou a mýdlem

7.2 Podmínky pro bezpečné skladování látek a směsí včetně neslučitelných látek a směsí

Zajistěte láhve proti pádu. Uchovávejte kontejner při teplotě pod 50°C na dobře větraném místě. Uchovávejte oddělené od oksydujících plynů a ostatních látek podporujících hoření ve skladu.

8 OMEZOVÁNÍ EXPOZICE/OSOBNÍ OCHRANNÉ PROSTŘEDKY

8.1 Kontrolní parametry

Hodnotový typ	hodnota	Poznámky
TLV (ACGIH)	25 ppm	ACGIH 1995 - 1996
PEL	14 ppm	
NFK-P	38 ppm	

8.2 Omezování expozice

Chraňte oči, obličej a pokožku před zásahem plynu.

Individuální ochranná opatření

Ochrana dýchacích orgánů: Při zacházení s produktem nekouřit. Při práci mít v pohotovosti nezávislý dýchací přístroj pro případ nehody

Ochrana očí: při připojování a odpojování tlakové nádoby používat ochranné brýle nebo obličejový štít.

Ochrana rukou: při připojování a odpojování tlakové nádoby používat ochranné rukavice.

Ochrana kůže: používat vhodný pracovní oděv a obuv s pevnou špičkou. Při práci nejzte a nekouřte. Po práci si umyjte ruce vodou a mýdlem.

9 FYZIKÁLNÍ A CHEMICKÉ VLASTNOSTI

9.1 Informace o základních fyzikálních a chemických vlastnostech

Vzhled / Barva: Bezbarvý plyn

Pach: Amoniakální

Molekulární hmotnost: 17 g/mol

Bod tavení: -77,7 °C

Bod varu: -33 °C

Kritická teplota: 132,4 °C

Teplota samovznícení: 630 °C

Mezní teplota vznícení: 15 %(obj) - 30 %(obj)

Relativní hustota, plyn: 0,6

Relativní hustota, kapalina: 0,7

Tlak páry 20 °C: 8,6 bar

Rozpuštnost v mg/l vody: Hydrolyza

9.2 Další data

Ačkoli k této látce existují údaje o hořlavosti, je obtížné ji ve vzduchu zapálit a je klasifikována jako nehořlavá.

10 STÁLOST A REAKTIVITA

10.1 Reaktivita

Může prudce reagovat s oksydujícími. Může prudce reagovat s kyselinami. Reaguje s vodou vytvářením korozivních zásad. Se vzduchem může tvořit výbušnou směs.

10.2 Chemická stabilita

Za normálních podmínek je látka stabilní

10.3 Možnost nebezpečných reakcí

HCl, Cl₂, CO₂, SO₂, H₂

Bezpečnostní list Amoniak, (čpavek) bezvodý

Datum vytvoření : 28.01.2005
Datum revize : 20.01.2014

Verze : 0.8

CZ / C

Číslo MSDS : 002
Stránka 3 / 3

10.4 Podmínky kterým je třeba zabránit

Zdroje vznícení, vysoká teplota, koncentrace v mezích výbušnosti.

10.5 Neslučitelné materiály

Oxysoličováidla, kyseliny, voda. Se vzduchem tvoří výbušnou směs

10.6 Nebezpečné produkty rozkladu

Pokud se vyskytuje v ohni, tepelným rozkladem mohou vznikat toxické nebo žíravé výpary – oxidy dusíku. Při teplotách nad 450C vzniká vysoce hořlavý vodík.

11 TOXIKOLOGICKÉ INFORMACE**11.1 Informace o toxikologických účincích**

Inhalace velkého množství vede ke křečím průdušek, otoku hrtanu a tvorbě pseudomembrány. Může působit zánět až poleptání dýchacích cest a pokožky.

LC50/1h (ppm) 4000 ppm

12 EKOLOGICKÉ INFORMACE**12.1 Toxicita**

Vysoce toxický pro vodní organismy

12.2 Perzistence a rozložitelnost

Odbourává se

12.3 Bioakumulační potenciál -**12.4 Mobilita v půdě -****12.5 Výsledky posouzení PBT a vPvB -****12.6 Jiné nepříznivé účinky**

Ve vodních ekologických systémech může působit změny pH.

13 POKYNY PRO ODSTRANOVÁNÍ**13.1 Metody nakládání s odpady**

Nevypouštějte do míst, kde jeho akumulace může být nebezpečná. Nevypouštět do atmosféry. Potřebujete-li radu, obraťte se na dodavatele. Plyn lze odstraňovat adsorpcí do vody nebo kyseliny sírové.

Katalogové číslo odpadu 16 05 04*

Platný právní předpis: zákon č. 185/2001 Sb., v platném znění

14 INFORMACE PRO PŘEPRUVU**ADR/RID**

Třída	2	Kód	2TC
-------	---	-----	-----

Číslo UN a název příslušné dopravy

UN 1005 Amoniak, (čpavek), bezvodý

UN 1005 Ammonia, anhydrous

Nálepka	2.3, 8	Číslo rizika	288
---------	--------	--------------	-----

Pokyny pro balení	P200
-------------------	------

IMDG

Třída	2.3
-------	-----

Číslo UN a název příslušné dopravy

UN 1005 Ammonia, anhydrous

Nálepka	2.3, 8
---------	--------

Pokyny pro balení	P200
-------------------	------

EMS	FC, SU
-----	--------

IATA

Třída	2.3
-------	-----

Číslo UN a název příslušné dopravy

UN 1005 Ammonia, anhydrous

Nálepka	2.3, 8
---------	--------

Pokyny pro balení	P200
-------------------	------

Nebezpečnost pro životní prostředí

Vysoce toxický pro vodní organismy

Zvláštní bezpečnostní opatření pro uživatele

Zajistěte, aby si řidič dopravního prostředku byl vědom možného nebezpečí nákladu a věděl co má dělat v případě nehody nebo nouze.

Před přepravou kontejnerů s výrobkem dbejte na to, aby byly dobře zajistěny a: ventil láhve byl uzavřen a dobře těsnil aby výstupní víčková matice nebo zátky (kde existuje) byla správně nasazena aby ochranné zařízení ventilu (pokud existuje) bylo správně nasazeno existuje přiměřené větrání. Soulad s příslušnými pokyny.

15 INFORMACE O PŘEDPISÍCH**Na látku se vztahují následující české právní předpisy:**

Zákon č. 356/2003 Sb. o chem. látkách a přípravcích v platném znění včetně platných vyhlášek a nařízení, zákon č. 258/2000 Sb. o ochraně veřejného zdraví v platném znění včetně platných vyhlášek a nařízení, zákon č. 111/1994 Sb. o silniční dopravě v platném znění, včetně platných vyhlášek a nařízení zákon č. 185/2001 o odpadech v platném znění včetně platných vyhlášek a nařízení

Na látku se vztahují následující české právní předpisy EU:

Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1272/2008/ ES v platném znění
Nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1907/2006/ ES v platném znění

16 DALŠÍ INFORMACE

Zajistěte, aby byly dodržovány všechny národní / místní předpisy. Zajistěte, aby operátoři pochopili riziko toxicity. Uživatelé individuálních dýchacích přístrojů musejí být instruováni. Před použitím tohoto výrobku v jakémkoli novém procesu či pokusu proveďte důkladnou studii kompatibility a bezpečnosti materiálu

Doporučení

Přestože přípravě tohoto dokumentu byla věnována příslušná péče, nemůže být přijata žádná odpovědnost za zranění nebo škodu způsobenou při jeho užití. Podrobnosti udávané v tomto dokumentu jsou v době předání do tisku pokládány za správné.

Další informace

Hommel: Handbook of dangerous goods (Příručka nebezpečných druhů zboží)

Kühn-Birett: Merkblätter gefährliche Arbeitsstoffe (Bulletiny nebezpečných látek)

Bezpečnostní pokyny firmy LINDE

Konec dokumentu

Příloha 2 – Limitní koncentrace emise amoniaku a jeho vliv na životní prostředí

	Objektivní příznaky	Doba působení [minuty]	Koncentrace ppm
Vnímání čichem	Žádné	0,1 – 1	Od 0,02 do 30
Nepříjemný zápach, mírné dráždění nosu a nosohltanu	Mírné zarudnutí nosohltanu	2	50
Silné dráždění očí, nosu, nosohltanu	Zarudnutí spojivek a nosohltanu	120	100 – 200
Velmi silné dráždění nosohltanu	Zarudnutí spojivek, slzení, kýchání	60	200 – 300
Neúnosné dráždění očí, nosu, nosohltanu, bolesti za hrudní kosti	Silné zarudnutí nosu, nosohltanu, spojivek, slzení, kýchání, kašel	0,1	360
Okamžité dráždění, nevolnost, bolesti hlavy	Kýchání, kašel, slzení, zvýšení dýchání	0,1	360 – 500
Okamžité dráždění, bolesti za hrudní kosti, žaludku, očí, zmatenost a nevolnost, bolesti hlavy	Záchvaty kašle, zrudnutí v obličeji, pocení, krvácení z nosu, závratě, dušnost a nervové vzrušení	0,1	500 – 1000
	Výše uvedené příznaky a křeče, zástava vylučování moči, ohrožení života	30	1000
	Poruchy dýchání a krevního oběhu, ohrožení života	2-5	1730
	Poleptání horních cest dýchacích, otok plic, poruchy srdeční činnosti, poškození ledvin, perforace rohovky	do 30 – doba latence i několik hodin!	2450
	Udušení následkem otoku plic, zástava dýchání, smrt	do 10	5000

STROJOVNA CHLAZENÍ

NÁVOD PŘI LIKVIDACI HAVARIJNÍ SITUACE (ÚNIK ČPAVKU)

- 1) Při úniku čpavku musí obsluha použít masky, ev. dýchací přístroj.
- 2) Ihned přivolat min. druhou osobu.
- 3) Opatření (opravy) při úniku čpavku nesmí provádět obsluha bez zajištění druhou osobou.
- 4) Při silném úniku čpavku je nutno použít vodovodní hadici a postříkem likvidovat únik čpavku.
- 5) Zařízení musí být odstaveno.
- 6) Po odstranění závady provést důkladnou prohlídku a po prohlídce je možno uvést zařízení za účasti min. 2 osob do provozu.
- 7) Provést záznam do příslušné provozní knihy.



13. 4. 2004.

[Handwritten signature]