

# **Úloha složek Integrovaného záchranného systému při úniku nebezpečných chemických látek**

Bc. Kateřina Sklenářová

---

Diplomová práce  
2011



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta technologická  
Ústav chemie  
akademický rok: 2010/2011

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Kateřina SKLENÁŘOVÁ**  
Osobní číslo: **T10666**  
Studijní program: **N 2808 Chemie a technologie materiálů**  
Studijní obor: **Řízení technologických rizik**

Téma práce: **Úloha složek Integrovaného záchranného systému při úniku nebezpečných chemických látek**

Zásady pro vypracování:

### I. Teoretická část

Zhodnotit následky mimořádných událostí, při kterých došlo k úniku nebezpečných chemických látek v olomouckém kraji za posledních pár let, popsat studovanou lokalitu a uvést fyzikálně-chemické vlastnosti amoniaku i jeho negativní dopad. Zhodnotit havarijní dokumentaci technologického zařízení a popsat počítačové programy TerEx a Aloha.

### II. Praktická část

Provést analýzu možného ohrožení obyvatel v případě úniku amoniaku ze zimního stadionu a z cisterny při jeho dopravě, s použitím programů TerEx a Aloha zhodnotit dopady a následky. Dále navrhnout postup složek Integrovaného záchranného systému při chemické havárii, při evakuaci obyvatel a následné dekontaminaci a vytvořit návrh na záchranné a likvidační práce, varování obyvatel a případnou evakuaci.

### III. Cíl práce

Zhodnotit rizika úniku nebezpečných chemických látek v Olomouci, a to amoniaku (popř. jiných látek), a rozbor činností složek Integrovaného záchranného systému. Dále řešit úniky možné ze dvou zdrojů, ze zimního stadionu a z cisterny při jeho dopravě.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

- [1] Kroupa, M. Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek. Praha: MV-GŘ HZS, 2004. 46 s. ISBN 80-86640-23-X.
- [2] Procházková, D. Nebezpečné chemické látky a chemické přípravky a průmyslové nehody. Praha: Policejní akademie ČR, 2008. 418 s. ISBN 978-80-7251-275-1.
- [3] Kratochvílová, D., Smetana, M. Integrovaný záchranný systém a jeho složky. 1. vyd. Ostrava: Press system s.r.o., 2007. 134 s. ISBN 978-80-7368-337-5.
- [4] Šenovský, M., Adamec, V., Hanuška, Z. Integrovaný záchranný systém. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. 157 s. ISBN 80-86634-65-5.
- [5] Kroupa, M., Říha, M. Integrovaný záchranný systém. 3. vyd. Praha: Armex, 2008. 119 s. ISBN 978-80-86795-59-1.
- [6] Chaloupka, P., Říha, M. Krizové řízení a ochrana obyvatelstva. 1. vyd. Praha: Námořní akademie ČR, 2009. 129 s. ISBN 978-80-87103-18-0.
- [7] Statistika nehod a havárií do roku 2008. Praha: ČSTZ ve spol. s MV HZS ČR, 2009. 34 s. ISBN 978-80-86028-47-7.
- [8] Kroupa, M., Říha, M. Průmyslové havárie. 1. vyd. Praha: Armex, 2007. 169 s. ISBN 978-80-86795-49-2.
- [9] odborné časopisy jako Rescue, časopis 112 a jiné, sborníky z konferencí a seminářů k dané problematice
- [10] platná legislativa

Vedoucí diplomové práce:

**doc. Ing. Ivan Mašek, CSc.**

Ústav krizového řízení

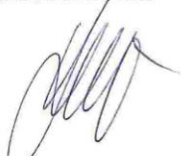
Datum zadání diplomové práce:

**14. února 2011**

Termín odevzdání diplomové práce:

**20. května 2011**

Ve Zlíně dne 14. února 2011



doc. Ing. Petr Hlaváček, CSc.  
*děkan*



prof. Ing. Antonín Klásek, DrSc.  
*ředitel ústavu*

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby <sup>1)</sup>;
- beru na vědomí, že diplomová práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen na příslušném ústavu Fakulty technologické UTB ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byla jsem seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3 <sup>2)</sup>;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 <sup>3)</sup> odst. 2 a 3 mohu užit své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

Ve Zlíně 3. 5. 2011



.....

<sup>1)</sup> zákon č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, § 47 Zveřejňování závěrečných prací:

(1) Vysoká škola nevdělečně zveřejňuje disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce, u kterých proběhla obhajoba, včetně posudků oponentů a výsledku obhajoby prostřednictvím databáze kvalifikačních prací, kterou spravuje. Způsob zveřejnění stanoví vnitřní předpis vysoké školy.

(2) Disertační, diplomové, bakalářské a rigorózní práce odevzdané uchazečem k obhajobě musí být též nejméně pět pracovních dnů před konáním obhajoby zveřejněny k nahlížení veřejnosti v místě určeném vnitřním předpisem vysoké školy nebo není-li tak určeno, v místě pracoviště vysoké školy, kde se má konat obhajoba práce. Každý si může ze zveřejněné práce pořizovat na své náklady výpisy, opisy nebo rozmnoženiny.

(3) Platí, že odevzdáním práce autor souhlasí se zveřejněním své práce podle tohoto zákona, bez ohledu na výsledek obhajoby.

<sup>2)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 35 odst. 3:

(3) Do práva autorského také nezasahuje škola nebo školské či vzdělávací zařízení, užije-li nikoli za účelem přímého nebo nepřímého hospodářského nebo obchodního prospěchu k výuce nebo k vlastní potřebě dílo vytvořené žákem nebo studentem ke splnění školních nebo studijních povinností vyplývajících z jeho právního vztahu ke škole nebo školskému či vzdělávacímu zařízení (školní dílo).

<sup>3)</sup> zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, § 60 Školní dílo:

(1) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení mají za obvyklých podmínek právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla (§ 35 odst. 3). Odpírá-li autor takového díla udělit svolení bez vážného důvodu, mohou se tyto osoby domáhat nahrazení chybějícího projevu jeho vůle u soudu. Ustanovení § 35 odst. 3 zůstává nedotčeno.

(2) Není-li sjednáno jinak, může autor školního díla své dílo užít či poskytnout jinému licenci, není-li to v rozporu s oprávněnými zájmy školy nebo školského či vzdělávacího zařízení.

(3) Škola nebo školské či vzdělávací zařízení jsou oprávněny požadovat, aby jim autor školního díla z výdělku jím dosaženého v souvislosti s užitím díla či poskytnutím licence podle odstavce 2 přiměřeně přispěl na úhradu nákladů, které na vytvoření díla vynaložily, a to podle okolností až do jejich skutečné výše; přitom se přihlídně k výši výdělku dosaženého školou nebo školským či vzdělávacím zařízením z užití školního díla podle odstavce 1.

## PODĚKOVÁNÍ

Touto cestou bych ráda poděkovala všem, kteří mi poskytli informace a materiály potřebné k dokončení diplomové práce, s laskavostí zodpověděli všechny mé dotazy týkající se daného tématu a za jejichž asistence mohla být pořízena veškerá fotodokumentace zde uvedená.

Děkuji Ing. Miroslavu Blažkovi, řediteli odboru operačního řízení HZS Olomouckého kraje; ppor. Ing. Pavlu Thinovi, veliteli HZS Olomouc; pprap. Jiřímu Šubovi a pprap. Ottu Hubáčkovi, technikům chemické služby HZS Olomouc; por. Ing. Jakubovi Bartlovi z oddělení Ochrany obyvatelstva a plánování HZS Přerov; por. Radku Buryánkovi, DiS. z oddělení chemické a technické služby HZS Přerov; Ivu Peštukovi, vedoucímu ZS Olomouc; Ivu Horákovi, vedoucímu ZS Prostějov a Magistrátu města Olomouc.

Mé poděkování dále patří doc. Ing. Ivanu Maškovi, CSc. za spolupráci při vedení diplomové práce.

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

## **ABSTRAKT**

Diplomová práce zhodnocuje rizika úniku amoniaku v Olomouci možné ze dvou zdrojů, zimního stadionu a z cisterny při jeho dopravě, pomocí softwarových programů TerEx a ALOHA. Součástí práce je rozbor činností složek integrovaného záchranného systému při jeho úniku. Výsledkem je návrh opatření ke zvýšení ochrany obyvatelstva, majetku a životního prostředí.

Klíčová slova: Amoniak, únik, Zimní stadion, cisterna, Integrovaný záchranný systém, Hasičský záchranný sbor, TerEx, ALOHA, Geografický informační systém

## **ABSTRACT**

Graduation theses appraises risks of ammonia release in Olomouc, especially the possible release from two sources – the ice-stadium and the tank during its transport, with the aid of software programmes like TerEx a ALOHA. The part of thesis attends to the analysis of activities of joint rescue service's units while the ammonia release. The result of thesis is draft of measures leads to the population, possession and environment protection increase.

Keywords: Amonia, Release, ice stadium, tank, Joint rescue service, Fire-brigade, TerEx, ALOHA, Geographic Information System

# OBSAH

<b>TEORETICKÁ ČÁST.....</b>	<b>11</b>
<b>1 POPIS STUDOVANÉ LOKALITY.....</b>	<b>12</b>
1.1 MĚSTO OLOMOUC .....	12
1.2 ZIMNÍ STADION OLOMOUC .....	13
1.2.1 Charakteristika zimního stadionu .....	13
1.2.1 Historie chlazení zimního stadionu .....	14
<b>2 VÝČET MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ .....</b>	<b>15</b>
2.1 MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI OLOMOUCKÉHO KRAJE.....	15
<b>3 AMONIAK.....</b>	<b>16</b>
3.1 FYZIKÁLNĚ-CHEMICKÉ VLASTNOSTI .....	16
3.2 NEBEZPEČÍ .....	17
3.3 OPATŘENÍ PŘI ÚNIKU LÁTKY .....	17
3.4 OSOBNÍ OCHRANA SLOŽEK IZS.....	17
3.5 PRVNÍ POMOC .....	18
<b>4 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM .....</b>	<b>19</b>
4.1 PRÁVNÍ PŘEDPISY .....	19
4.2 SLOŽKY INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU.....	20
4.3 KOORDINACE SLOŽEK INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU .....	21
4.3.1 Výkonné orgány na místě zásahu .....	21
4.3.2 Organizace a členění místa zásahu .....	21
4.3.3 Organizační a operační řízení.....	22
4.3.3.1 Operační a informační střediska IZS .....	22
4.3.3.2 Součinnost operačních středisek složek IZS.....	23
4.3.3.3 Řídící úrovně IZS při mimořádné události .....	23
4.4 DOKUMENTACE IZS .....	23
4.4.1 Havarijní plán kraje a vnější havarijní plán .....	24
<b>5 OCHRANA OBYVATELSTVA .....</b>	<b>25</b>
5.1 VAROVÁNÍ OBYVATELSTVA.....	25
5.2 VYROZUMĚNÍ .....	26
5.3 EVAKUACE .....	26
5.4 ZÁCHRANNÉ A LIKVIDAČNÍ PRÁCE.....	27
5.5 DEKONTAMINACE.....	27
<b>6 VYUŽITÍ SOFTWAREVÝCH PROGRAMŮ .....</b>	<b>29</b>



6.1	ROZEX ALARM.....	29
6.2	ALOHA.....	29
6.3	TEREX.....	30
6.4	GEOGRAFICKÝ INFORMAČNÍ SYSTÉM.....	30
<b>PRAKTICKÁ ČÁST .....</b>		<b>31</b>
<b>7</b>	<b>TECHNICKÉ ZÁZEMÍ ZIMNÍHO STADIONU.....</b>	<b>32</b>
7.1	CHLADIVO.....	32
7.2	FUNGOVÁNÍ CHLADICÍHO SYSTÉMU ZS .....	33
7.2.1	Nepřímý chladicí systém .....	35
7.3	ZAJIŠTĚNÍ BEZPEČNOSTI PROVOZU ZS .....	36
7.4	KRITICKÁ MÍSTA OHROŽENÍ BEZPEČNOSTI ZIMNÍHO STADIONU.....	37
<b>8</b>	<b>ODHAD NÁSLEDKŮ SCÉNÁŘŮ HAVÁRIÍ.....</b>	<b>38</b>
8.1	SCÉNÁŘ HAVÁRIE STACIONÁRNÍHO ZDROJE.....	38
8.1.1	Odhad následků modelem ALOHA .....	39
8.1.1.1	Vstupní data .....	40
8.1.1.2	Textový výstup.....	40
8.1.1.3	Grafický výstup.....	42
8.1.2	Odhad následků modelem TerEx .....	43
8.1.2.1	Vstupní data .....	44
8.1.2.2	Grafický výstup.....	44
8.2	SCÉNÁŘ HAVÁRIE MOBILNÍHO ZDROJE.....	47
8.2.1	Odhad následků modelem ALOHA .....	48
8.2.1.1	Vstupní data .....	48
8.2.1.2	Textový soubor .....	48
8.2.1.3	Grafický výstup.....	50
8.2.2	Odhad následků modelem TerEx .....	51
8.2.2.1	Vstupní data .....	51
8.2.2.2	Grafický výstup.....	51
<b>9</b>	<b>ŘEŠENÍ MODELOVANÉHO ÚNIKU AMONIAKU ZE ZIMNÍHO STADIONU .....</b>	<b>55</b>
9.1	ZNÁZORNĚNÍ NEBEZPEČNÉ ZÓNY MODELEM GIS.....	55
9.2	NÁVRH ŘEŠENÍ ÚNIKU ZE ZS .....	56
<b>10</b>	<b>ŘEŠENÍ MODELOVANÉHO ÚNIKU AMONIAKU Z CISTERNY PŘI JEHO PŘEPRAVĚ .....</b>	<b>59</b>
<b>11</b>	<b>PROSTŘEDKY HZS PŘI ÚNIKU NCHL.....</b>	<b>60</b>
11.1	PŘÍSTROJE NA DETEKCI.....	60
11.2	OCHRANNÉ ODĚVY .....	62
11.3	CHEMICKÝ KONTEJNER.....	63
<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>		<b>70</b>
<b>SEZNAM TABULEK.....</b>		<b>71</b>

<b>SEZNAM GRAFŮ .....</b>	<b>72</b>
<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>73</b>

## ÚVOD

Pro většinu obyvatel neorientujících a nepohybujících se v tomto oboru je pojem nebezpečné chemické látky vzdálený a představa rizika jejich nebezpečnosti ještě vzdálenější. Téměř nikdo nedokáže říct, jak se při vzniku nebezpečné chemické havárie chovat, co nebo kdo může být podnětem jejího spuštění, jak funguje organizovanost a koordinace složek, které mají co do činění s havárií a jejími následky, jak těmto následkům předejít nebo je odstranit. Existuje spousta otázek, na něž hledám odpovědi.

V místě, kde budu modelovat krizovou situaci, se nachází hned dva zdroje nebezpečí. Jsou jimi plavecký stadion s nebezpečím úniku chlóru a zimní stadion s nebezpečným zdrojem amoniaku, nacházející se v jeho blízkosti. V diplomové práci se zaměřím na amoniak, kapalný plyn, uchovávaný se v expanzní nádobě ve strojovně zimního stadionu. Kromě možného úniku z tohoto stacionárního zdroje zde existuje možnost úniku i ze zdroje mobilního a to z cisterny při jeho dopravě.

Jako nástroj modelování použiji softwarové programy TerEx a ALOHA sloužící ke znázornění rozsahu havárie. Programy využívají složky integrovaného záchranného systému, především však hasičský záchranný sbor kraje jako preventivní nástroj zjištění následků havárie nebo jako pomocný nástroj při dané mimořádné události. Dle rozsahu havárie bude rozebráno řešení činností složek integrovaného záchranného systému při úniku z obou zdrojů.

Cílem je odpovědět si na dané otázky a navrhnout řešení, které by bylo v souladu s legislativou i činnostmi jednotlivých složek integrovaného záchranného systému a přitom přinesly nový poznatek v podobě nedostatku v organizovanosti systému a koordinace nebo naopak ve formě bezchybného fungování systému.

## **I. TEORETICKÁ ČÁST**

## 1 POPIS STUDOVANÉ LOKALITY

Pro místo výzkumu diplomové práce jsem zvolila Olomoucký kraj se záměrem na lokalitu města Olomouc.

### 1.1 Město Olomouc

Olomouc, ležící v srdci Hané, je se svými 100 362 obyvateli šestým největším městem v České republice. Od ledna roku 2001 je Olomouc centrem Olomouckého kraje, který je vymezen pěti bývalými okresy: Olomouc, Prostějov, Přerov, Šumperk a Jeseník.

Díky své bohaté historii, starobylé univerzitě, kulturním tradicím, ale především centrální poloze v rámci Moravy, byla vždy atraktivním místem pro turisty, obchodníky a podnikatele.

Město, mající rozlohu 10 333 ha, z geografického hlediska leží ve východní části České republiky v široké protáhlé sníženině Hornomoravského úvalu na soutoku řek Moravy a Bystřice. Přírodní reliéf kraje je velice různorodý, v severní oblasti lze nalézt vrchoviny, pahorkatiny a horský masív Jeseníků s nejvyšší horou Moravy a Slezska, čímž je Praděd 1492 m n. m. Nadmořská výška ve středu města je 219 m n. m., může však dosáhnout maximální hodnoty v Olomouci a to 420 m n. m. v místě zvaném Svatý Kopeček, jenž se nachází ve vyvýšené poloze na okraji Nízkého Jeseníku. Klimatické podmínky jsou zde příjemné, bez extrémů, převládají směry větrů na severozápad a jihozápad, přičemž jejich průměrná rychlost se pohybuje kolem 2 – 5 m/s. Srážkově nejvydatnějším je měsíc červen 78,5 mm a v celkovém součtu za rok spadne kolem 550 – 700 mm srážek. Průměrné lednové teploty nejchladnějšího zimního měsíce činí -1 °C až -4 °C naopak průměrné červencové teploty kolem 20 °C.

Z hlediska dopravy osob a nákladů je pro Olomouc klíčová doprava silniční a železniční. Dopravní spojení Olomouce je s ohledem na její vnitrozemskou polohu vynikající. Nejvýznamnější uzly v silniční dopravě tvoří především dálnice D1 směr Brno pokračující na Prahu, dále trasa Olomouc – Vídeň a to přes rychlostní silnici R46 navazující dále na D2 a v neposlední řadě trasa Olomouc - Ostrava rychlostní silnicí R35 navazující na D47 (D1). Olomouc je i důležitým železničním uzlem, jehož hlavní nádraží se nachází v blízkosti centra města.

Co se týče chemického průmyslu, nacházejí se v olomouckém kraji tři společnosti. FARMAK, a. s. Olomouc zabývající se výrobou léčiv a chemických meziproduktů a specialit (thioderiváty, deriváty cukrů a ostatní, např. warfarin), dále PRECHEZA, a. s. Přerov, která je známá především výrobou kyseliny sírové a anorganických pigmentů, především titanové běloby (univerzální bílý pigment) a železitého pigmentu. Posledním představitelem chemického průmyslu pro olomoucký kraj jsou Velké Losiny ležící severně od města Šumperk, jež jsou známé svou výrobnou ručního papíru.

## 1.2 Zimní stadion Olomouc

Zimní stadion je zkoumaným objektem diplomové práce z hlediska jeho letitého praktického využití amoniaku, jež je zkoumán s důvodu své nebezpečnosti, ale využíván z důvodu dostupnosti, nejnižší ceně i výborné chladivosti. „V ČR státní norma ČSN 14 0646 - Bezpečnostní požadavky pro chladicí zařízení, povoluje použití amoniaku jako chladiva pro všechny typy zimních stadionů.“<sup>1</sup>

### 1.2.1 Charakteristika zimního stadionu

Zimní stadion („ZS“) Olomouc sídlící na ulici Hynaisova byl poprvé otevřen roku 1948. Od té doby zde proběhla řada drobných rekonstrukcí zázemí stadionu. Generální rekonstrukce je do budoucna plánována a to jako kompletní přebudování haly na moderní multifunkční arénu. O tom rozhoduje Statutární město Olomouc, jež je vlastníkem haly.

V době, kdy ještě stály dřevěné tribuny s kanceláři a ubytovnou a nad nimi nedokončená střecha, vypukl v hale požár způsobený kabátem zavěšeným nad teplometem v ubytovně. Oheň byl naštěstí včas zpozorován, čímž nedošlo k výrazným škodám ani újmě na zdraví.

Zimní stadion slouží ke sportovním aktivitám Hokejovému klubu Olomouc, krasobruslařům i veřejnosti a ke konání nejrůznějších společenských aktivit, k nimž patří zejména pěvecké i taneční vystoupení Alexandrovců - muzikálu na ledě Mrazík a nejrůznějších hudebních skupin z české i zahraniční scény.

---

<sup>1</sup> Taubr, V. *Technologie a provoz chladicích zařízení zimních stadionů*. Praha: SZS v ČR, 2003, str. 65

### 1.2.1 Historie chlazení zimního stadionu

Zpočátku se ke chlazení ZS používala vývěva neboli plynové čerpadlo k vypařování vody. Stadiony prošly řadou zkoušek využívání chemických prvků, z nichž prvním byl etylen a éter, který se neosvědčil z důvodu časté výbušnosti. Dalšími chladivy se pak staly ethylether, oxid uhličitý a roku 1867 se začalo uplatňovat využití amoniaku. Další rozvoj a použití chladících zařízení byl ovlivněn novými chladivy vzniklými halogenací uhlovodíků známých jako freony. Dosud jsou freony spolu s amoniakem nejužívanějšími zdroji chlazení.

## 2 VÝČET MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ

Dle Statistiky nehod a havárií od roku 2000 až dodnes dochází obecně nejčastěji k únikům zemního plynu, propan-butanu, LPG a ostatních plynů, mezi něž se řadí amoniak, chlorovodík, chlor, oxid uhelnatý, oxid uhličitý a další plyny.

Úniky jsou evidovány při požárech a také technických zásazích, kdy dochází k únikům plynů z potrubí, tlakových lahví i nádrží, uzavření plynu v bytech při závadách průtokových ohříváčů, při měření koncentrace plynu, asistenci plynářům při odborných pracích apod.

Příčinami vzniku nehod a nebezpečných havárií obecně bývá nejčastější samotná nedbalost člověka při nedodržení technologie, nesprávné obsluhy, omylu, zanedbání bezpečnostních předpisů, netolerování zákazu kouření nebo nesprávným používáním hořlavých plynů, používání otevřeného ohně k osvětlení, rozmrazování apod. Dle statistiky posledních pěti let lze považovat zanedbání bezpečnostních předpisů za nejčastější příčinu.

### 2.1 Mimořádné události olomouckého kraje

Nejnovější zpráva z oblasti chemických havárií olomouckého kraje je ze dne 28. 4. 2011 z oblasti Řimice, kdy se na rychlostní silnici R35 převrátilo vozidlo s cisternou převážející 15 m<sup>3</sup> nafty. Z převráceného vozidla uniklo 200 litrů nafty na komunikaci a hasiči tento únik likvidovali pomocí sorbentu. Jedná se o nejúčinnější metodu, jelikož sorbent je látka, která dokonale adsorbuje nebezpečnou kapalinu a již ji neuvolní. Poté musí být ekologicky zlikvidována.

Naopak nejznámější mimořádnou událostí z minulých let je zpráva ze 4. 3. 1996 z podniku FARMAK, a. s., kde došlo vlivem vylití kyseliny sírové do kanalizace s obsahem sirníků k uvolnění toxické směsi a tím došlo k usmrcení jedné osoby v objektu a jedné mimo objekt. Kyselina vytěsnila z přítomných sirníků sirovodík, následně byla neutralizována sodou a vytvořený oxid uhličitý vytlačil sirovodík do potrubí.



### 3 AMONIAK

Amoniak neboli azan, triviálním názvem čpavek, má chemický vzorec  $\text{NH}_3$ , je dobře rozpustný ve vodě a reaguje s kyselinami za vzniku amonné soli. V zemědělství patří k nejpoužívanějším hnojivům, plynný je využíván v chladiřnictví jako náhrada freonů, běžně se používá také v průmyslu. Nejčastěji je využíván k výrobě hnojiv, umělých hmot, výbušnin, farmaceutických výrobků, kaučuku a v petrochemii.

#### 3.1 Fyzikálně-chemické vlastnosti

Amoniak je bezbarvý plyn s poměrně nízkou hořlavostí, který je lehčí než vzduch. Je nepříjemný svým ostrým štiplavým zápachem, který již v malé koncentraci silně dráždí sliznice a se vzduchem tvoří leptavé výbušné směsi. V kapalně i plynné podobě silně dráždí a leptá oči, dýchací cesty, plíce a kůži. Vyvolává dušnost, dráždivý kašel až křeče, které při dýchání mohou vést až k udušení. Vdechování vyšších koncentrací může způsobit i smrt. Jako kapalný může vyvolat omrzliny.

Amoniak je zařazen podle klasifikace nebezpečnosti R větami jako R 10 – hořlavý, R 23 – toxický při vdechování, R 34 – způsobuje poleptání, R 50 – toxický pro vodní organismy. Podle nebezpečnosti pro životní prostředí S větami jako S 9 – uchovávejte obal na dobře větraném místě, S 16 – uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení – zákaz kouření, S 26 – při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc.

Název látky	ETW (ppm)	Ex	PEL (ppm)
Amoniak	50	(+)	20

*Tabulka č. 1 Identifikace látky*

Amoniak má dle výše uvedené tabulky PEL neboli přípustný expoziční limit 20 ppm, což značí nejvyšší přípustnou hodnotu vystavení zaměstnanců chemickým faktorem při práci. Tato hodnota se vztahuje na osmihodinovou pracovní dobu a 40hodinový pracovní týden, při kterém nesmí být tato koncentrace překročena. Zásahová toleranční hodnota (ETW) je o něco vyšší vzhledem k odbornosti pracovníků HZS specializované

na únik nebezpečných chemických látek. Nebezpečí výbuchu (Ex) hrozí pouze za zvláštních podmínek. Ppm (Parts per milion) znázorňuje poměr jedné milióntiny celku.

### 3.2 Nebezpečí

Při požáru se tvoří jedovaté nebo dráždivé plyny nebo páry, při styku s kapalnou fází způsobuje omrzliny a těžká poškození zraku. Plyn může být neviditelný, může vnikat do kanalizace či prostorů pod úrovní terénu nebo uzavřených prostor, kde vytěsňuje vzduch.

Při zahřátí nádoby s amoniakem se zvyšuje tlak, přičemž hrozí nebezpečí roztržení a náhlého uvolnění oblaku rozpínajících se jedovatých a hořlavých par, které se mohou zapálit a vybuchnout a šířit se spolu s tlakovou vlnou.

### 3.3 Opatření při úniku látky

V případě úniku látky je třeba v první řadě uzavřít místo úniku a zkontrolovat meze výbušnosti. Užívá se nejiskřících náradí a zařízení do prostředí s nebezpečím výbuchu, v případě oblaku plynu se sráží či rozptyluje vodní mlhou. Pokud látka pronikla do vodního toku nebo kanalizace, je třeba nejprve informovat příslušné úřady a větrat kanalizaci nebo prostory pod úrovní terénu, pokud tím nejsou ohroženi zasahující příslušníci nebo veřejnost.

Při úniku z havarovaného vozidla se nesmí užívat standardních technických prostředků na překládání látky do náhradního zařízení, důležitý je také zásah HZS ve směru větru nikoliv proti a nevstupovat do oblasti bez ochranného oděvu.

### 3.4 Osobní ochrana složek IZS

Osobní ochranou složek IZS je plynotěsný ochranný oděv proti chemickým látkám nebo tepelně izolační pracovní oděv proti chladu a hrubé textilní nebo kožené rukavice. V případě požáru je třeba se chránit proti sálavému teplu vodní stěnou nebo jinými ochrannými opatřeními např. štítem.

### 3.5 První pomoc

Při úniku amoniaku do prostoru je třeba vynést zasaženou osobu ze zamořeného prostoru, uložit do stabilizované polohy a uvolnit těsné části oděvu. Při zástavě dechu neprodleně zahájit umělé dýchání, doporučuje se inhalovat 1% roztok kyseliny octové nebo citrónové. Dalším důležitým krokem je sejmout potřísněný oděv, neprodleně opláchnout postižená místa na těle vodou a pokrýt sterilním obvazem. V případě omrzlin místa netřít, zasažené oči důkladně promývat vodou asi 10 až 15 minut a nenechat postiženého prochladnout. Při zasažení amoniakem lze lidský organismus chránit pomocí ochranné masky a oděvu pouze dočasně, jelikož amoniak má značně agresivní chování vůči gumě.

## 4 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM

„Integrovaným záchranným systémem („IZS“) se podle zákona č. 239/2000 Sb. rozumí koordinovaný postup jeho složek při přípravě na mimořádné události a při provádění záchranných a likvidačních prací.“<sup>2</sup>

### 4.1 Právní předpisy

Integrovaný záchranný systém vznikl z potřeby koordinace každodenní činnosti záchrannářů, zejména při složitých haváriích, nehodách a živelních pohromách, kdy je třeba organizovat společnou činnost všech, kdo mohou svými silami a prostředky, kompetencemi nebo jinými možnostmi přispět k provedení záchrany osob, zvířat, majetku nebo životního prostředí. Jedná se o systém spolupráce a koordinace složek, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob při společném provádění záchranných a likvidačních prací, přičemž každý má své povinnosti a řídí se určitými pravidly dané právními předpisy IZS.

Oblast IZS je zastřešena zákonem o IZS a jeho dvěma prováděcími vyhláškami a prováděcím nařízením vlády.

Základním právním předpisem je zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů. Řeší působnosti, oprávnění a povinnosti všech subjektů, které přicházejí do styku s přípravou na mimořádné události a při záchranných a likvidačních pracích a při ochraně obyvatelstva. Tato pravidla jsou platná i v případech, kdy je vyhlášen některý z tzv. krizových stavů na území postiženém mimořádnou událostí nebo na celou ČR a platí i za válečného stavu. Nevztahuje se ovšem na prevenci vzniku takových událostí nebo na činnosti spojené s obnovou území postiženého mimořádnou událostí.

Vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech integrovaného záchranného systému, ve znění vyhlášky č. 429/2003. Vyhláška se zabývá zejména koordinací záchranných

---

<sup>2</sup> Kratochvílová, D., Smetana, M. *Integrovaný záchranný systém a jeho složky*. 1. vyd. Ostrava: Press systém s.r.o., 2007, str. 5

ných a likvidačních prací, činností operačních středisek IZS a dokumentaci IZS. Vyhláška je také rozhodujícím předpisem pro územní havarijní plánování a pro vnější havarijní plány jaderných elektráren.

Druhou vyhláškou je č. 380/2002 Sb., k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva, která je zaměřena výhradně na oblast ochrany obyvatelstva, definuje činnosti jako je evakuace, varování, ukrytí a nouzové přežití obyvatelstva.

Nařízení vlády č. 463/2000 Sb., o stanovení pravidel zapojování do mezinárodních záchranných operací, poskytování a přijímání humanitární pomoci a náhrad výdajů vynakládaných právníckými osobami a podnikajícími fyzickými osobami na ochranu obyvatelstva, ve znění nařízení vlády č. 527/2002 Sb. Nařízení je využíváno především na poskytování humanitární pomoci a záchranné práce v zahraničí, které je prováděno záchrannými týmy ČR.

## 4.2 Složky integrovaného záchranného systému

Základními složkami IZS jsou Hasičský záchranný sbor České republiky, jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany, zdravotnická záchranná služba a Policie České republiky. Tyto složky zajišťují nepřetržitou pohotovost pro příjem ohlášení vzniku mimořádné události, její vyhodnocení a neodkladný zásah v místě mimořádné události. Za tímto účelem rozmístí své síly a prostředky po celém území ČR. Základní složky jsou schopny rychle a nepřetržitě zasahovat, mají celoplošnou působnost na území celého státu a obsluhují telefonní linku tísňového volání. Pokud má obec jednotku sboru dobrovolných hasičů, která je začleněna do plošného pokrytí území kraje, které se vydává jako nařízení kraje na základě zákona o požární ochraně, patří i tato jednotka mezi základní složky.

Ostatními složkami IZS jsou vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil Armády ČR, ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory jako např. městská policie, ostatní záchranné sbory, orgány ochrany veřejného zdraví, mezi něž se řadí hygienická stanice, havarijní, odborné, pohotovostní a jiné služby např. komunální a zařízení civilní ochrany. Důležitými ostatními složkami IZS jsou i neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím poskytující plánovanou pomoc na vyžádání. Možno uvést např. Horskou službu, Vodní záchrannou službu a jiné.

### 4.3 Koordinace složek integrovaného záchranného systému

Zařazením složky v IZS se nemění její právní subjektivita, způsob řízení organizace nebo způsob financování, musí se však podřídit zásadám koordinace při společném zásahu.

#### 4.3.1 Výkonné orgány na místě zásahu

„Za místo zásahu se považuje prostor, kde se mimořádná událost projevuje svými účinky nebo kde se projevy mimořádné události předpokládají.“<sup>3</sup> Koordinaci činnosti složek IZS na místě zásahu a řízení záchranných a likvidačních prací má ve své kompetenci velitel zásahu, kterým bývá zpravidla velitel jednotky požární ochrany. Velitel zásahu stanoví, jako nástroj koordinace složek IZS a svůj výkonný orgán (na místě zásahu), štáb velitele zásahu. Často postačuje náčelník štábu a člen štábu pro spojení. Ovšem v případě rozsáhlejší mimořádné události je zapotřebí i člena štábu pro tyl, analýzu situace na místě zásahu, člena pro nasazení sil a prostředků, zástupce složek IZS a pomocníky členů štábů.

Náčelník štábu odpovídá za veškerou činnost štábu. Navrhuje veliteli zásahu složení štábu, zastupuje velitele po dobu jeho nepřítomnosti a zajišťuje styk s veřejností na místě zásahu. Člen štábu pro spojení zabezpečuje koordinaci spojení mezi jednotkami a složkami IZS a spojení jednotek s příslušným operačním střediskem.

Člen štábu pro tyl organizuje materiální zabezpečení jednotek, včetně podmínek péče o hasiče a osoby poskytující osobní pomoc, evidenci výdajů a nákladů na zásah a poskytování neodkladné péče osobám postiženým mimořádnou událostí. Součinnost jednotek a složek IZS na místě zásahu organizuje člen štábu pro nasazení sil a prostředků, přičemž vede i jejich evidenci.

#### 4.3.2 Organizace a členění místa zásahu

„Vedle členění na úseky a sektory se místo zásahu v případě potřeby člení podle svého účelu.“<sup>4</sup> Může tak být vytyčen nástupní prostor, tylový prostor, prostor pro odpoči-

---

<sup>3</sup> Hanuška, Z., Dubský, M. *Integrovaný záchranný systém a požární ochrana*. Praha: GŘ HZS ČR, 2010, str. 16

nek jednotek, úložiště zraněných, heliport pro přistávání vrtulníků apod., neboť základním předpokladem úspěchu většiny velkých zásahů je udržení organizovanosti činnosti záchranářů.

V případech, kdy se při zásahu uvolňují některé nebezpečné látky, se používá další způsob členění místa zásahu na tak zvanou nebezpečnou zónu a vnější zónu. V nebezpečné zóně mohou pracovat jen záchranáři vybavení ochrannými prostředky, ve vnější zóně jsou organizovány další činnosti, zejména dekontaminace osob, které přicházejí nebo jsou přineseny z vnější zóny. Dle potřeby se provádí uzávěra vnější zóny před vstupem nepovolených osob. Nebezpečná zóna může být sektorem a mít svého velitele.

### 4.3.3 Organizační a operační řízení

Každá organizace při svém vnitřním chodu využívá hierarchicky strukturované oprávnění k rozhodování od vedoucího organizace po běžného dělníka nebo úředníka. Takové řízení je obvykle nazýváno organizačním řízením a je vyjádřeno organizačním řádem organizace nebo obdobným řídicím aktem. Jinak tomu není ani u záchranářských, vojenských, bezpečnostních a dalších organizací, současně ale musí stanovit mimořádné oprávnění k řízení při výkonu činností mimo vlastní organizaci a nazývá se operační. Mimořádné pravomoci získané při tomto řízení jsou často zakotveny v právních předpisech, protože jejich využívání je tak oprávněné i vůči fyzickým a právnickým osobám mimo organizace. „Prakticky každé použití IZS se děje v rámci operačního řízení a v právních předpisech jsou zakotvena oprávnění operačních středisek IZS, oprávnění velitele zásahu, starosty obce s rozšířenou působností, hejtmana kraje a Ministerstva vnitra při koordinaci záchranářských a likvidačních prací.“<sup>5</sup>

#### 4.3.3.1 Operační a informační střediska IZS

Začlenění do IZS lze jen obtížně realizovat beztoho, aniž by základní složka IZS neměla vlastní operační středisko, dispečink nebo tzv. stálou službu, které jsou schopny realizovat komunikaci s vnějším světem. Operační střediska základních složek IZS jsou

---

<sup>5</sup> Hanuška, Z., Dubský, M. *Integrovaný záchranný systém a požární ochrana*. Praha: GŘ HZS ČR, 2010, str. 15

schopny přijímat tzv. tísňová volání, přičemž číslo 112 je jednotné evropské číslo tísňového volání Hasičského záchranného sboru, pro Českou republiku číslo 150. Zdravotnické záchranné službě se dovoláme číslem 155 a číslo 158 pro Policii ČR.

Za účelem vzájemné komunikace mezi složkami zákon o IZS stanovuje funkci koordinujících operačně komunikačních prvků, kterými jsou operační a informační střediska IZS (dále jen „OPIS IZS“). Úlohu OPIS IZS vykonávají operační a informační střediska hasičských záchranných sborů krajů. Spolu s OPIS IZS jsou v krajských městech zřízena technická centra tísňového volání (TCTV) primárně určená k přijímání tísňového volání jednotného evropského čísla tísňového volání 112, která jsou tak technicky vybavena, že tato volání předávají všem základním složkám IZS.

#### **4.3.3.2 *Součinnost operačních středisek složek IZS***

Operační a informační středisko IZS povolává na žádost velitele zásahu k zásahu ostatní složky IZS. OPIS má mezi středisky koordinační roli, tedy může požadovat uveřejnění informací ve sdělovacích prostředcích, ovládá systémy varování a vyrozumění pro obyvatelstvo a je spojovým uzlem mezi místem zásahu a třetí řídicí úrovní IZS

#### **4.3.3.3 *Řídicí úrovně IZS při mimořádné události***

V závislosti na tom, kdo při zásahu při mimořádné události provádí vlastní koordinaci záchranných a likvidačních prací, se pojmově rozlišují tři úrovně řízení a to taktická (koordinuje velitel zásahu), operační (koordinuje OPIS IZS) a strategická (koordinuje starosta, hejtman kraje nebo Ministerstvo vnitra).

### **4.4 Dokumentace IZS**

Mezi dokumentace IZS se řadí především Havarijní plán kraje a vnější havarijní plán, dále pak Dohoda o poskytnutí pomoci, Dohody o plánované pomoci na vyžádání, Dokumentace o společných záchranných a likvidačních pracích a statistické přehledy, Dokumentace o společných školeních, instruktážích a cvičení složek, Typové činnosti složek při společném zásahu (jedná se o tzv. sjednocující standard složek IZS) a Územně příslušný poplachový plán, kterým je ústřední poplachový plán IZS nebo poplachový plán kraje.



#### 4.4.1 Havarijní plán kraje a vnější havarijní plán

Jejich základní struktura je shodná. Obsahují informativní část, kde je uveden popis území a analýza rizik, operativní část, která pojednává o konkrétně rozpracovaném poplachovém plánu IZS. Jednotlivé složky IZS mají v havarijních plánech vlastní operační plány konkrétních činností, a to zdravotnický traumatologický plán, veterinární pohotovostní plán, policejní plán ochrany veřejného pořádku apod. Nejdůležitější součástí havarijních plánů je analýza rizik, z jejichž výsledků by měly havarijní plány vycházet. Pro případ vzniku mimořádné události určitého druhu jsou zde naplánovaná opatření, která vznikají na základě Dohod o plánované pomoci na vyžádání, resp. Dohody o poskytnutí pomoci.

## 5 OCHRANA OBYVATELSTVA

Pojem ochrana obyvatelstva je často používán pro označení určitého sdruženého systému vztahů, vazeb a konkrétních opatření k ochraně obyvatelstva a jeho majetku v nejrůznějších situacích, kdy může dojít k jejich ohrožení, počínaje každodenními negativními událostmi, přes nejrůznější katastrofy a nouzové situace až po ozbrojený konflikt.

Mezi tyto formy ochrany patří varování, vyrozumění, evakuace, organizování a poskytování úkrytů, záchranné a likvidační práce a dekontaminace.

### 5.1 Varování obyvatelstva

„Varování je komplexní souhrn organizačních, technických a provozních opatření zabezpečujících včasné předání varovné informace o reálně hrozící nebo již vzniklé mimořádné události, vyžadující realizaci opatření na ochranu obyvatelstva.“<sup>6</sup>

Včasné a kvalifikované zahájení realizace ochranných opatření a včasné a správné předání varovných informací v případech ohrožení obyvatelstva může významným způsobem zamezit poškození zdraví, ztrátám na životech a materiálním škodám. Význam varovných informací je o to větší, jelikož zejména na začátku mimořádných událostí je činnost obyvatelstva ve velké míře realizována svépomocí nebo vzájemnou pomocí. Varování obyvatelstva je především úkolem státu, zastupovaného Hasičským záchranným sborem ČR, dále potom zaměstnavatelů vůči svým zaměstnancům, vedení škol vůči žákům a studentům, správy úřadů, nemocnic, ústavů a obdobných zařízení vůči svým klientům a podobně.

Varovný signál je legislativně stanoven vyhláškou Ministerstva vnitra ČR č. 380/2002 Sb. Je charakterizován kolísavým tónem v délce 140 sekund, který je opakovaně po dobu 4 sekund zapínán a na dobu 3 sekund vypínán. Ihned po ukončení signálu následuje verbální informace: Všeobecná výstraha, Nebezpečí zátopové vlny, Radiační havárie nebo Chemická havárie.

---

<sup>6</sup> Kroupa, M., Říha, M. *Ochrana obyvatelstva*. Praha: Armex publishing, 2006, str. 18

## 5.2 Vyrozumění

„Vyrozumění je komplexní souhrn organizačních, technických, provozních opatření zabezpečujících včasné předání informací o hrozící nebo již vzniklé mimořádné události složkám IZS, orgánům územní samosprávy a státní správy, právníkům osobám a podnikajícím fyzickým osobám podle havarijních nebo krizových plánů.“<sup>7</sup>

Pro vyrozumění lze využít telefonního spojení v pevných i mobilních sítích, rádiového spojení v sítích složek IZS a dalších zúčastněných organizací, osobních svolávacích přijímačů neboli pagerů či sirén pro svolání jednotek požární ochrany signálem „Požární poplach“ a řady dalších prostředků.

## 5.3 Evakuace

Evakuace je jedním ze základních prostředků ochrany obyvatelstva. Je souhrnem opatření zabezpečujících přemístění osob, hospodářského zvířectva a věcných prostředků z ohroženého prostoru na jiné území. Vyhláší se v případech, kdy již nelze zabezpečit ochranu obyvatelstva v ohroženém prostoru běžnými ochrannými prostředky proti nastalé mimořádné události.

Evakuace se člení na evakuaci objektovou a plošnou, která může být všeobecná či částečná. Všeobecná probíhá při živelních pohromách a průmyslových haváriích, kdežto částečná je pouze v některých případech vojenského ohrožení. Dle doby trvání rozlišujeme evakuaci krátkodobou a dlouhodobou. V případě krátkodobé není zabezpečeno náhradní ubytování, pouze v omezeném rozsahu jsou zajištěny deky a teplé nápoje. Naopak evakuace dlouhodobá je více jak denní pobyt v evakuačním středisku, v případě ztráty trvalého bydliště osob bez vlastního náhradního ubytování. Evakuačním střediskem je zařízení, kde jsou evakuované osoby shromažďovány a informovány.

Evakuované osoby musí být informovány o obsahu evakuačního zavazadla. Evakuační zavazadlo musí zpravidla obsahovat základní trvanlivé potraviny, pitnou vodu, osobní léky, toaletní a hygienické potřeby, náhradní oblečení a obutí, deku nebo spací pytel, osob-

---

<sup>7</sup> Kroupa, M., Říha, M. *Ochrana obyvatelstva*. Praha: Armex publishing, 2006, str. 21

ní doklady, peníze a cennosti, dokumenty k pojištění, svítilnu s rezervními bateriemi a malé rádio s rezervními bateriemi z důvodu spojení s mediálními informacemi o probíhající události.

#### **5.4 Záchranné a likvidační práce**

Záchranné práce zahrnují vyhledání osob, poskytnutí předlékařské první pomoci, lokalizaci požárů, vyhledávání a uvolňování zavalených a rozrušených úkrytů, vyhledávání a vyprošťování osob, uvedení nezraněných osob z narušeného prostoru, kontrolu úrovně zamoření, případně hygienickou očištění osob při zasažení nebezpečnými látkami a veterinární pomoc zasaženým zvířatům.

Při likvidačních pracích je třeba zneškodnit a odstranit ničivé prostředky, neodkladnou součástí je uvolnění důležitých komunikací a tím vytvoření průchodů a přejezdů a uvolňování cest složkám integrovaného záchranného systému. Složky IZS likvidují poruchy inženýrských a energetických sítí všeho druhu ohrožující osoby a bránící v záchraně osob. Součástí dalších neodkladných prací je dekontaminace, mezi níž patří dezaktivace, odmořování a dezinfekce dopravních a technických prostředků. Při ochraně obyvatel složky IZS zabezpečují poskytnutí nejnnutnější stravování a nouzového oděvu postiženým, ale i shromažďování, identifikaci a pohřbívání osob.

#### **5.5 Dekontaminace**

Dekontaminace je soubor postupů a prostředků k účinnému odstranění nebezpečné látky neboli kontaminantu. Vzhledem k tomu, že není možné kontaminant úplně odstranit, jelikož vždy zůstává zbytková kontaminace, rozumí se dekontaminací pouze snížení škodlivého účinku nebezpečné látky na takovou bezpečnou úroveň, která neohrožuje zdraví a život osob a zvířat a jeho likvidace.

Dekontaminace je také souhrnný název pro detoxikaci (odstraňování chemických kontaminantů), dezinfekci (zneškodňování patogenních mikroorganismů) a dezaktivaci (odstraňování radioaktivního kontaminantu).

Existují tři metody dekontaminace a to mechanické, fyzikální a chemické. Mechanické patří mezi neklasičtější způsob odstranění kontaminantu, jelikož se jedná o vyklepávání, vytřepávání, kartáčování, otírání, překrytí kontaminovaného povrchu izolačním mate-

riálem apod. V případě fyzikální dekontaminace je prováděno odpařování, omývání vhodnými směsmi, vodou či rozpouštědly. Nejčastěji jsou ovšem užívány kombinace výše uvedených metod jako například speciální očista tlakovou parou s přídavkem chemikálií.

## 6 VYUŽITÍ SOFTWAREVÝCH PROGRAMŮ

Při práci s nebezpečnými chemickými látkami užívají složky IZS (převážně pak HZS) různých softwarových nástrojů jako ROZEX Alarm, TEREX, ALOHA, EFFECTS, které slouží pomocí tvaru vzniklého oblaku k určení rozsahu havárie, určení evakuační zóny i prognózy rozsahu dopadů.

### 6.1 ROZEX Alarm

V případě ROZEX Alarm se jedná o aplikaci, která umožňuje efektivně modelovat úniky nebezpečných chemických látek, vytvářet prognózy havarijních projevů a rychle generovat potřebné informace pro zasahující složky IZS.

Jedná se o softwarový nástroj, který obsahuje rozsáhlou databázi cca 10 000 látek se všemi jejími charakteristikami. Program je určen převážně zásahovým složkám, které se bezprostředně podílejí na likvidaci vzniklé havárie spojené s únikem nebezpečné chemické látky. Lze jej využít i k modelování možných úniků nebezpečných látek a prognózování dopadů havarijních událostí.

Program nabízí celkem 19 variant havarijních scénářů úniků látek ze zařízení s následkem požáru, výbuchu nebo rozptylu toxické látky v atmosféře. Získané výsledky je možno vyexportovat do mapových podkladů Geografického informačního systému.

### 6.2 ALOHA

„ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) je počítačový program (softwarový produkt) určený pro modelování následků chemické havárie/nehody nebo pro účely havarijního plánování a výcviku v případě takové nehody.“<sup>8</sup>

Program byl vyvinut speciálně s požadavkem na jednoduchost obsluhy. Minimalizuje chyby obsluhy, ověřuje vstupní data a upozorní, pokud jsou údaje chybné. Má stejně jako ROZEX Alarm vlastní databázi nebezpečných chemických látek a jejich charakteristik

---

<sup>8</sup> Babinec, F. *Analýza rizik*. Opava: Slezská univerzita v Opavě, Mat. ústav v Opavě, 2007, str. 155

a to v počtu cca 900 látek. Stejně tak i výsledky programu ALOHA je možno vyexportovat do mapových podkladů Geografického informačního systému.

Nic není však bezchybné a i v případě vložení nejpřesnějších dat může být program nespolehlivý stejně jako jakýkoliv jiný model. Důvodem nespolehlivosti může být příliš slabá rychlost větru, stabilní atmosférické podmínky nebo naopak změny větru, vliv terénních překážek či koncentrační různorodost zejména v blízkosti zdroje úniku.

### 6.3 TerEx

Terex je nástroj určený pro rychlou prognózu dopadů a následků působení nebezpečných látek nebo výbušných systémů. Model byl vytvořen jako počítačový program s návazností na GIS pro přímé zobrazení výsledků v mapách. Program je určen pro provádění analýz, hodnocení rizik a zejména pro operativní použití jednotkami IZS během zásahu pro rychlé určení rozsahu ohrožení a realizaci následných opatření ochrany obyvatel. Oproti programu ALOHA si vystačí s minimem vstupních informací. Disponuje databází obsahující celkem 120 nebezpečných chemických látek.

### 6.4 Geografický informační systém

Geografický informační systém („GIS“) je nástroj, který používá a zpracovává údaje polohově vázané k povrchu Země. Je schopný pracovat s digitálními mapami i s popisnými databázemi, propojit prostorové (grafické) a popisné (negrafické) databázové údaje, vyhodnocovat požadavky, které kombinují klasické databázové dotazy s geografickými údaji, vyhledávat a analyzovat databázové údaje prvků a výsledky pak přehledně zobrazit ve formě mapových výstupů a sestav. Takto vytvořeným modelem lze pak v rámci krizové situace úniku amoniaku ze stadionu určit havarijní zóny.

## **II. PRAKTICKÁ ČÁST**



## 7 TECHNICKÉ ZÁZEMÍ ZIMNÍHO STADIONU

Nejdůležitější součástí z hlediska bezpečnosti zimního stadionu (obr. č. 1) je jeho technické zázemí.



*Obr. č. 1 Zimní stadion Olomouc*

### 7.1 Chladivo

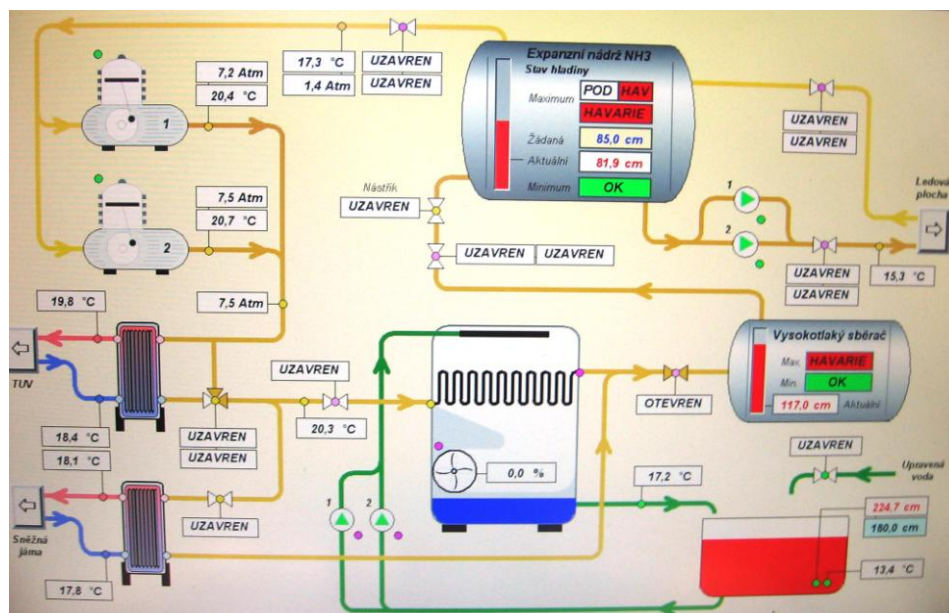
Pro chladicí zařízení na zimních stadionech dnešní pokrokové době nejvíce vyhovují chladiva R 717 – amoniak, užívaný pro tuto potřebu jako amoniak technický bezvodý v kapalném stavu, chlazený převážně na  $-25^{\circ}\text{C}$ , dále pak R 12 nebo R 134 b – freony. U freonu R 12 byl zjištěn závadný vliv na životní prostředí, z tohoto důvodu se stal náhradou freon R 134 b, který je ovšem ve srovnání s amoniakem méně užívaný zejména z důvodu jeho vyšší ceny.

Každé chladivo musí odpovídat podmínkám pro daný druh provozu, jimiž jsou dosažované teploty při požadovaném výkonu, přiměřené tlakové podmínky, dostatečná chladivost hmotová i objemová, bezpečnost a cenová dostupnost. Snahou stadionu ve spojení s magistrátem města Olomouce je co nejekonomičtější provoz a přitom bezpečný a technicky zvládnutelný. Proto volbou stadionu je již několik let právě amoniak a v rámci chystané rekonstrukce strojovny se ani do budoucna nepomýšlí na změnu ve formě freonů. Jen pro zajímavost, freon je v rámci Olomouckého kraje užíván na zimním stadionu v Přerově.

## 7.2 Fungování chladicího systému ZS

Provoz chladicích zařízení je kromě vybavení vlastními stroji a ostatními částmi zařízení podmíněn i pracovními látkami, se kterými každé chladicí zařízení pracuje. Jsou jimi chladiva, nositelé chladu, chladicí voda a mazací oleje. Chladivem je amoniak, který je nejrozšířenějším chladivem vůbec. Nositelem chladu jsou tzv. solanky. Jedná se o kapalné teplotněstabilní látky fungující při teplotách pod bodem mrazu. Nejčastěji se jedná o roztoky některých solí ve vodě (např. chlorid sodný), odtud název solanky. Solanka spolu s amoniakem sice zamezuje nebezpečí, ovšem přispívá k nižší a pomalejší chladivosti zařízení.

Pro chlazení ledové plochy je zde využíváno jednostupňové čpavkové chladicí zařízení s nucenou cirkulací chladiva. Chladivo se nachází v okruhu jako kapalina a pára. Všechna zařízení jsou potrubím spojována do jednoho chladicího okruhu, jehož fungování je znázorněno na obrázku č. 2.



Obr. č. 2 Chladicí okruh

Amoniak je uložen v expanzní nádobě, odtud ho pouze potřebné množství přechází do vysokotlakého sběrače (obr. č. 5). Na obrázcích č. 3 a č. 4 je zobrazena ještě původní expanzní nádoba uložená ve strojovně zimního stadionu Olomouc spolu s typem moderní expanzní nádoby v Prostějově.



*Obr. č. 3 Expanzní nádoba ZS Olomouc*



*Obr. č. 4 Expanzní nádoba ZS Prostějov*



*Obr. č. 5 Vysokotlaký sběrač s amoniakem*

Amoniak se za pomoci velkého množství tepla vypařuje a přechází z kapalného skupenství do plynného. Děje se tak v kompresorech (obr. č. 6), kde se kapalný amoniak se vzrůstající teplotou za přítomnosti tlaku zahřívá a uvolňuje páru, která se poté ochlazuje v kondenzátoru (obr. č. 7).



*Obr. č. 6 Kompresor*



*Obr. č. 7 Odpařovací kondenzátor*

### 7.2.1 Nepřímý chladicí systém

Zimní stadion Olomouc funguje momentálně na principu nepřímého chladicího systému. Jedná se o systém, kde mezi výparník neboli odpařovací kondenzátor a trubkový systém ledové plochy, je vložen další sekundární okruh s nositelem chladu např. již zmíněnou solankou. Ledovou plochu ochlazuje teprve tento sekundární nositel chladu, který je vychlazován primárním okruhem ve strojovně. Průchodem ledovou plochou se ohřívá a oteplený odevzdá takto získané teplo ve výparníku, kde se opět ochladí.

U strojovny se do budoucna počítá nejen s její novou rekonstrukcí, ale i přechodu na přímý chladicí systém. Tak je tomu na zimním stadionu v Prostějově, kde dochází k ochlazení přímo z primárního zdroje chladiva.

### 7.3 Zajištění bezpečnosti provozu ZS

Z důvodu špatného provozního stavu je do budoucna očekávána rekonstrukce uvnitř strojovny (obr. č. 8).



*Obr. č. 8 Strojovna Olomouc*

Z bezpečnostních důvodů jsou ve strojovně (obr. č. 9) a po celém zimním stadionu (obr. č. 10) rozmístěna čidla pro automatické zkrápění v případě úniku amoniaku i hašení požárů.

Při havárii jsou pomocí detektorů automaticky spuštěny havarijní ventilátory, které odsávají páry ze strojovny do ovzduší. Prostřednictvím signálního zařízení jsou o tomto stavu informováni strojníci, vrátný a vedoucí zimního stadionu.



*Obr. č. 9 Automatické zkrápění*



*Obr. č. 10 Čidlo na detekci čpavku ve strojovně*

#### **7.4 Kritická místa ohrožení bezpečnosti zimního stadionu**

Zimní stadion skrývá kritická místa ohrožení bezpečnosti, kdy se amoniak může dostat do ovzduší, kanalizace, případně podzemních a povrchových vod. Jsou jimi odpařovací kondenzátor, kde hrozí únik do ovzduší nad střechou strojovny, naopak u vysokotlakového i nízkotlakového sběrače hrozí únik čpavku na podlahu strojovny. Nejčastějším případem bývá prasknutí potrubního rozvodu chladiva v betonu ledové plochy. Únik amoniaku touto cestou byl zvolen pro řešení modelové situace.

## 8 ODHAD NÁSLEDKŮ SCÉNÁŘŮ HAVÁRIÍ

Odhad následků scénářů havárií úniků amoniaku ze stacionárního a mobilního zdroje je proveden pomocí programu ALOHA a TerEx.

### 8.1 Scénář havárie stacionárního zdroje

Místem havárie stacionárního zdroje úniku amoniaku je zimní stadion v Olomouci. Ačkoliv je technické zázemí stadionu podrobováno pravidelným revizím, nelze i tak vyloučit možnost úniku. Při dané modelové situaci dne 1. 4. 2011 v 11:11 hodin předpokládám únik ze dvou potrubních rozvodů v betonu (obr. č. 11 a č. 12) u ledové plochy s otvorem o průměru 3 cm. Čidla zaznamenají únik, spustí se systém samovolného zkrápění a k místu havárie jsou přivolány složky IZS. Je potřeba dostat se k potrubí nacházející se pod betonovou plochou na místě, kde je amoniak čichem vnímatelný. Jednotka HZS ve speciálních protichemických oblecích určí pomocí detektorů množství koncentrace a vytyčí havarijní zónu dle níže uvedených softwarových programů.



*Obr. č. 11 Prasklá část potrubí v betonové ploše*

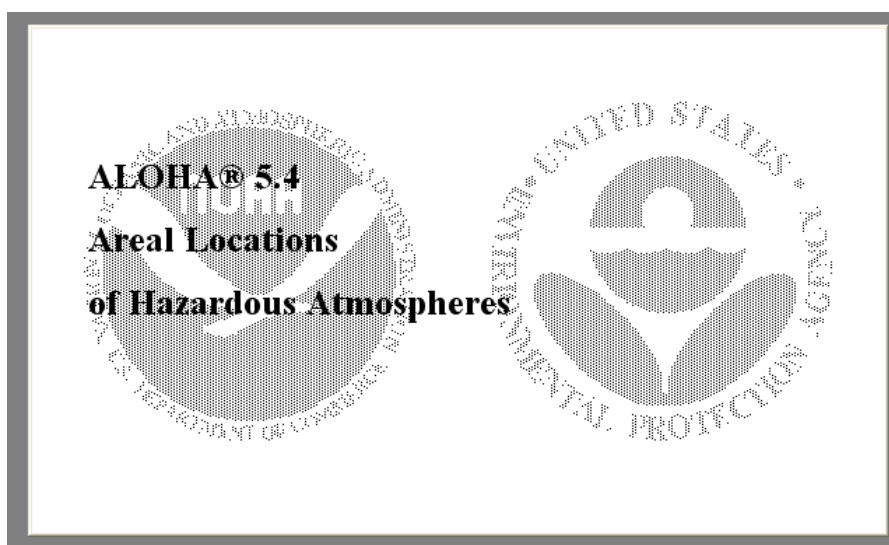


Obr. č. 12 Detailnější záběr potrubí

Expanzní nádoba skladovaného amoniaku je válcovitého tvaru nacházející se v horizontální poloze s průměrem 1.6 metrů a délce 5.5 metrů, její objem činí 38 kubických metrů. V samotné nádrži je uskladněno 10 tun zkapalněného plynu, naplněno maximálně do 37 %.

### 8.1.1 Odhad následků modelem ALOHA

ALOHA (obr. č. 13) modeluje rozptyl mraku plynu v ovzduší a výsledek je znázorněn do grafu, který v pohledu shora vykresluje plochu, kde se očekává koncentrace plynu nebezpečné úrovně nazývaná stopou mraku. Výsledky zakreslení v programu ALOHA jsou uvedeny v AEGL, což značí koncentraci nebezpečné látky ve vzduchu, která může způsobit zdravotní účinky ohrožující život nebo může dojít k smrti.



Obr. č. 13 Úvodní obrazovka po spuštění programu ALOHA



### 8.1.1.1 Vstupní data

Pro zjištění rozsahu havárie v programu ALOHA byly uvedeny údaje modelového příkladu a technické údaje amoniaku uvedené v tabulce č. 2.

<b>Charakteristika</b>	hořlavý, bezbarvý, čpavě páchnoucí plyn, dráždící silně oční sliznice, toxický
<b>Hustota par (k vzd.)</b>	0,597
<b>Hustota zkapalněného</b>	681,4 kg.m <sup>-3</sup> (při b.v.)
<b>Teplota tání/varu/vznícení</b>	-77,75 °C / -33,4 °C / 650 °C
<b>Mez výbušnosti (vzd.)</b>	dolní 15 % obj. - horní 28 % obj.
<b>Rozpustnost ve vodě</b>	32,2 % hmotn.
<b>Reaktivita</b>	vysoká rozpustnost ve vodě slabá zásada

Tabulka č. 2 Technické údaje amoniaku

### 8.1.1.2 Textový výstup

Po zadání všech uvedených vstupních údajů se vytvoří níže znázorněný textový výstup.

#### SITE DATA:

**Location:** OLOMOUC, CZECH REPUBLIC

**Building Air Exchanges Per Hour:** 0.65 (unsheltered single storied)

**Time:** April 1, 2011 1111 hours ST (user specified)

#### CHEMICAL DATA:

**Chemical Name:** AMMONIA      **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: 160000 ppm    UEL: 250000 ppm

**Ambient Boiling Point:** -33.9 °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 NW at 3 meters

**Ground Roughness:** urban or forest      **Cloud Cover:** 5 tenths

**Air Temperature:** 12 °C                      **Stability Class:** D

**No Inversion Height**                      **Relative Humidity:** 50 %

**SOURCE STRENGTH:**

Leak from hole in **horizontal cylindrical tank**

Flammable chemical escaping from tank (not burning)

**Tank Diameter:** 5.5 meters                      **Tank Length:** 1.6 meters

**Tank Volume:** 38.0 cubic meters

**Tank contains:** liquid                      **Internal Temperature:** -50° C

**Chemical Mass in Tank:** 10,000 kilograms

**Tank is 37% full**

**Circular Opening Diameter:** 6 centimeters

Opening is 0 meters from tank bottom

Ground Type: Concrete                      **Ground Temperature:** 12° C

Max Puddle Diameter: Unknown

**Release Duration:** ALOHA limited the duration to 1 hour

**Max Average Sustained Release Rate:** 110 kilograms/min

(averaged over a minute or more)

**Total Amount Released:** 5,719 kilograms

Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.

The puddle spread to a diameter of 25 meters.

### THREAT ZONE:

Model Run: Gaussian

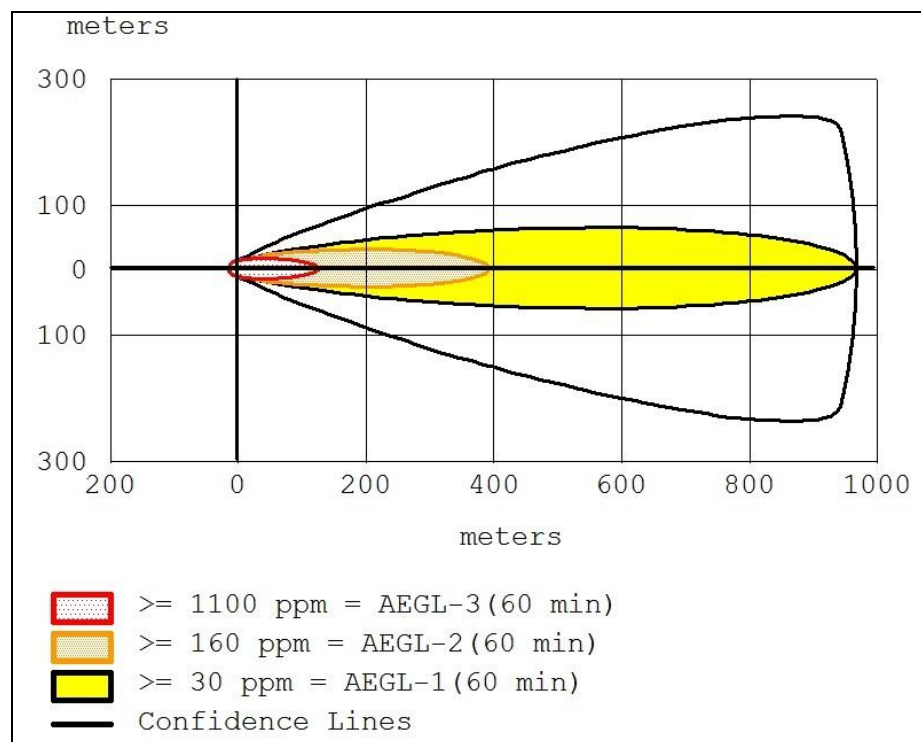
**Red** : 127 meters --- (1100 ppm = AEGL-3(60 min))

**Orange**: 393 meters --- (160 ppm = AEGL-2(60 min))

**Yellow**: 968 meters --- (30 ppm = AEGL-1(60 min))

#### 8.1.1.3 Grafický výstup

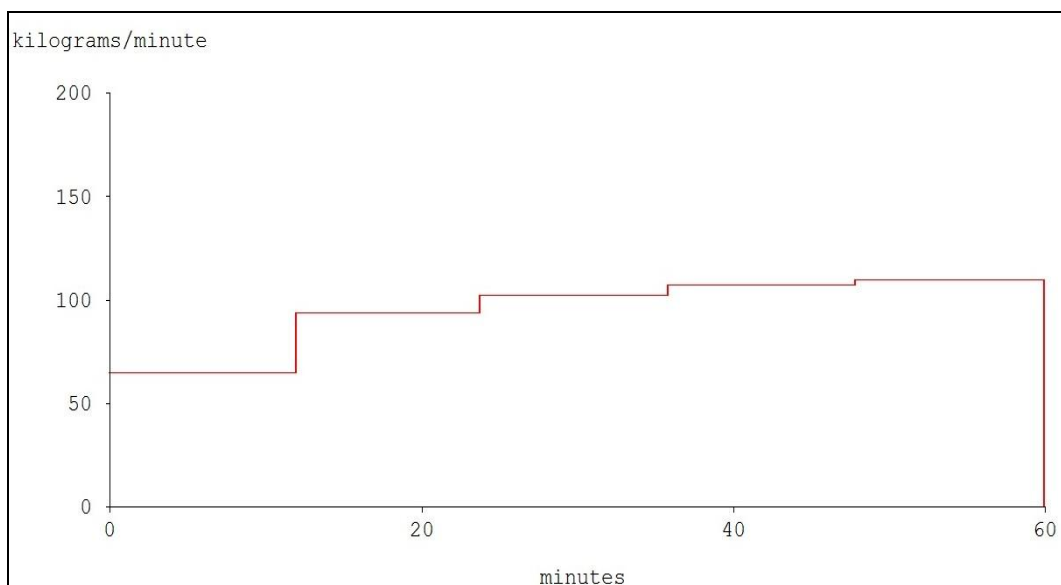
Výsledkem grafického výstupu modelování je odhad koncentrace uniklé toxické látky šířící se ve směru větru v závislosti na fyzikálních vlastnostech chemické látky a charakteru terénu.



Graf č. 1 Závislost ohrožení danou koncentrací na čase

Výsledkem je model stopy mraku zvaný footprint, který v pohledu shora znázorňuje plochu, kde se očekává koncentrace plynu nebezpečné úrovně. Nebezpečí ohrožení látkou v této koncentraci je uvedeno s přesností na hodinu. Jak již z grafu č. 1 vyplývá, rozsah

červené, nejzávažnější zóny, značí nejsilnější koncentraci 1 100 ppm. Zde mohou vstupovat pouze jednotky HZS s dýchacími přístroji a v protichemickém obleku a je třeba v tomto dosahu 127 m provést urychleně evakuaci. Oranžová zóna je v dosahu 393 m při koncentraci 160 ppm. V této oblasti se vyskytují jednotky HZS v dýchacích přístrojích a běžných zásahových oblecích. Zóna žlutá již neskrývá nebezpečí, objevují se pouze malé koncentrace 30 ppm, které již nejsou životu nebezpečné.

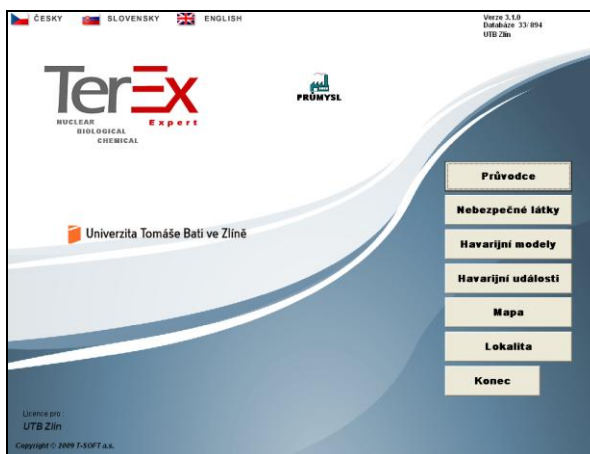


*Graf č. 2 Rychlost úniku amoniaku v závislosti na čase*

V grafu č. 2 je znázorněna rychlost úniku amoniaku v závislosti na čase. V tomto rozmezí 60 minut není brán zřetel na rychlý zásah jednotky HZS. Po hodině nepřetržitého úniku bez zásahu jednotky HZS vyteče přes 100 kg kapaliny.

### 8.1.2 Odhad následků modelem TerEx

Dalším možným modelem zpracování následků havárie je TerEx (obr. č. 14). Ve srovnání se softwarovým nástrojem ALOHA má dostačující řadu chemických látek, je jednodušší, méně náročný na vstupní data a přitom dostatečně spolehlivý. V programu je pracováno s jednotkou IDLH, která značí koncentraci bezprostředně nebezpečnou pro zdraví a život osob.



Obr. č. 14 Úvodní obrazovka programu TerEx

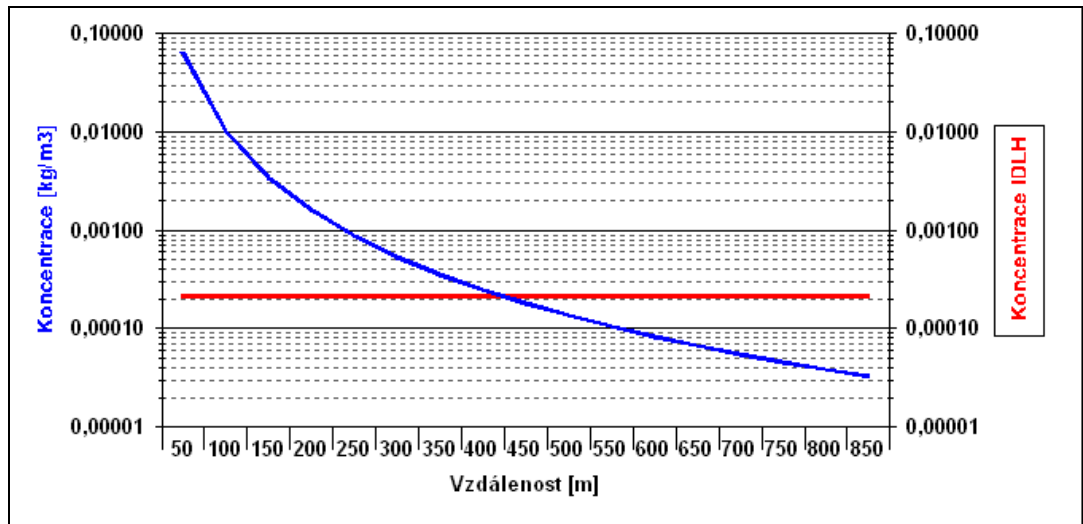
### 8.1.2.1 Vstupní data

Pro modelování následující havárie úniku ze zimního stadionu v Olomouci pro obměnu počítám s fiktivní situací rozsáhlé havárie, při které z velkého poloměru díry v potrubí došlo k úniku 1 000 kg amoniaku. Zbylé údaje zůstávají totožné s předchozím modelem ALOHA. Je známa rychlost 3 m/s, směr větru na severozápad a povrch ve formě obytné krajiny. U programu je postačující, že se jedná o den a jarní období s 50% oblačnou pokrývkou.

### 8.1.2.2 Grafický výstup

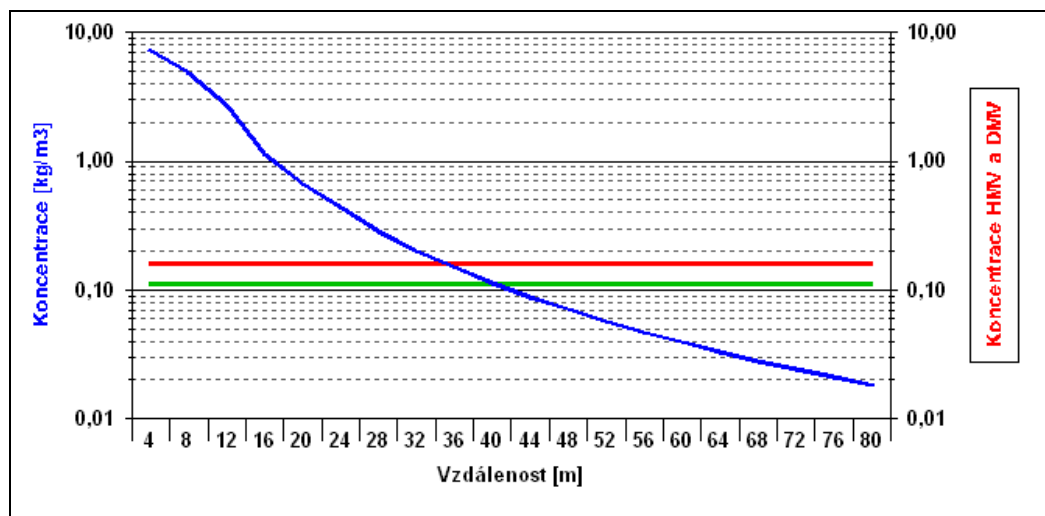
Grafickým výstupem v podobě následujících pěti grafů jsou znázorněny doporučený průřez, oblast možného výbuchu, ohrožení výbuchem, nezbytná evakuace a časové závislosti.

Graf č. 3 vypovídá o toxické koncentraci doporučené do vzdálenosti, ve které koncentrace látky klesne pod hodnotu IDLH. V tomto případě je doporučenou vzdáleností za daných podmínek 426 m.



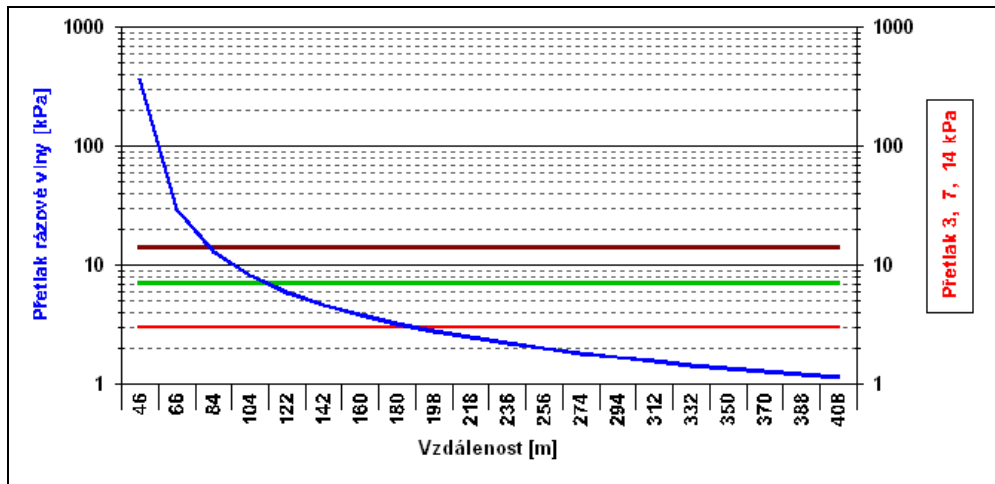
Graf č. 3 Doporučený průzkum vzdálenosti

Graf č. 4 pojednává o oblasti možného výbuchu, v jakých mezích koncentrací HMW a DMW může k výbuchu dojít. K výbuchu může dojít v mezích 36 m až 41 m.



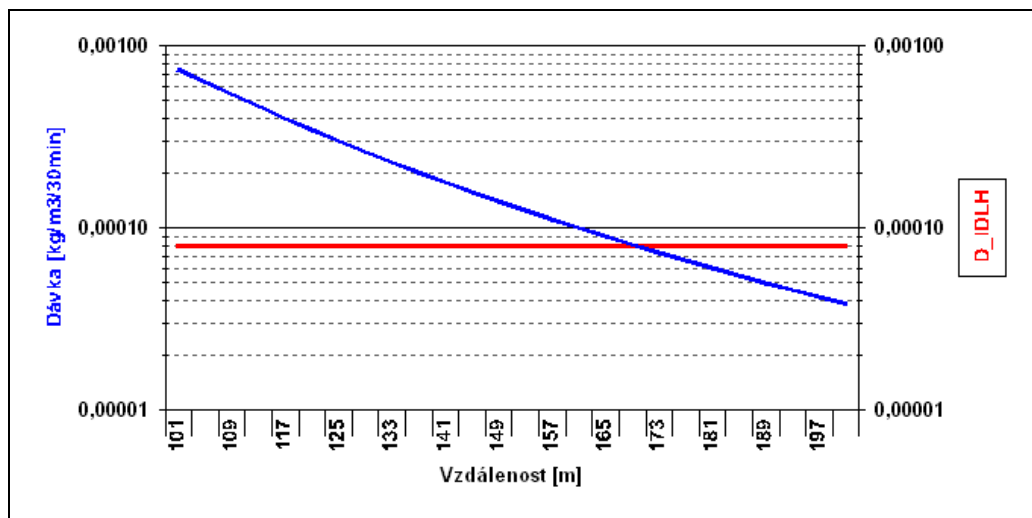
Graf č. 4 Oblast možného výbuchu

V grafu č. 5 je znázorněno ohrožení výbuchem. Vzdálenost 38,5 m značí místo možného výbuchu, ve vzdálenosti 82,5 m může dojít k poškození budov, při 112,5 m k ohrožení osob a v 189,5 m existuje nebezpečí ohrožení střepy.



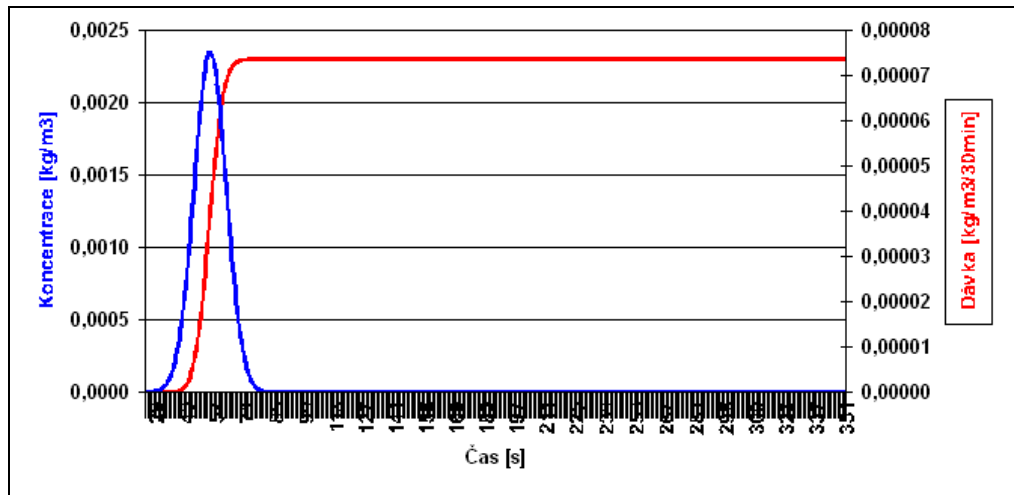
Graf č. 5 Ohrožení výbuchem vzniklé přetlakem v kPa

Nezbytná evakuace znázorněná do grafu č. 6 je nezbytná do vzdálenosti, ve které celková dávka nepřesáhne ani po delší době hodnotu  $D_{IDLH}$ . Touto vzdáleností je 173 m.



Graf č. 6 Nezbytná evakuace při dané dávce v  $kg/m^3/30 min$

V grafu č. 7 je uvedena závislost koncentrace amoniaku na čase a celkové dávky ve vzdálenosti nezbytné evakuace. Za čas 59 sec vyteče maximálně množství  $0,00235 kg/m^3$  amoniaku.



Graf č. 7 Časové závislosti

## 8.2 Scénář havárie mobilního zdroje

Modelovým případem je tentokrát mobilní zdroj v podobě vozidla s cisternou (obr. č. 15) označenou jako vozidlo převážející NCHL. Znakem je oranžová reflexní tabulka s Kemler kódem 268, který představuje jedovatý žravý plyn, a UN kódem 1005, jež je identifikačním číslem amoniaku.

Na dálnici D1 směrem na Brno na místě, jež má souřadnice  $49^{\circ}9'$  (sever) a  $16^{\circ}36'$  (východ) došlo k úniku amoniaku z převrácené cisterny vozidla. Na vině byla chyba řidiče a jeho nepřizpůsobení rychlosti vozidla stavu a povaze vozovky.



Obr. č. 15 Únik amoniaku z převrácené cisterny vozidla



### 8.2.1 Odhad následků modelem ALOHA

Stejně jako při havárii u stacionárního zdroje nebezpečí je odhad následků havárie mobilního zdroje na komunikaci řešen modelem ALOHA.

#### 8.2.1.1 Vstupní data

Při převrácení cisterny dojde k porušení ventilu a z díry o poloměru 7 cm začne unikat kapalným amoniakem, který se při okolní teplotě 15 °C začne ihned odpařovat a vytvářet oblak. Cisterna má průměr 2 m a délku 6.37 m, přičemž objem činí 20 m<sup>3</sup> při obsahu 18 000 litrů amoniaku.

#### 8.2.1.2 Textový soubor

##### SITE DATA:

**Location:** OLOMOUC, CZECH REPUBLIC

**Building Air Exchanges Per Hour:** 0.67 (unsheltered single storied)

**Time:** April 2, 2011 hours ST (user specified)

##### CHEMICAL DATA:

**Chemical Name:** AMMONIA      **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: 160000 ppm    UEL: 250000 ppm

**Ambient Boiling Point:** -33.9 °C

Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm

Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0 %

##### ATMOSPHERIC DATA:

**Wind:** 3 meters/second from NW at 3 meters

**Ground Roughness:** open country      **Cloud Cover:** 5 tenths

**Air Temperature:** 15 °C

**Stability Class:** C

**No Inversion Height**

**Relative Humidity:** 50 %

### **SOURCE STRENGTH:**

Leak from short pipe or valve in **horizontal cylindrical tank**

Flammable chemical escaping from tank (not burning)

**Tank Diameter:** 2 meters

**Tank Length:** 6.37 meters

**Tank Volume:** 20 cubic meters

**Tank contains liquid**

**Internal Temperature:** -50 °C

**Chemical Mass in Tank:** 12,639 kilograms

**Tank is 90 % full**

**Circular Opening Diameter:** 7 centimeters

Opening is 0.20 meters from tank bottom

Ground Type: Concrete

Ground Temperature: equal to ambient

Max Puddle Diameter: Unknown

**Release Duration:** ALOHA limited the duration to 1 hour

**Max Average Sustained Release Rate:** 150 kilograms/min

(averaged over a minute or more)

**Total Amount Released:** 7,834 kilograms

Note: The chemical escaped as a liquid and formed an evaporating puddle.

**The puddle spread to a diameter of 29 meters.**

### **THREAT ZONE:**

Model Run: Gaussian

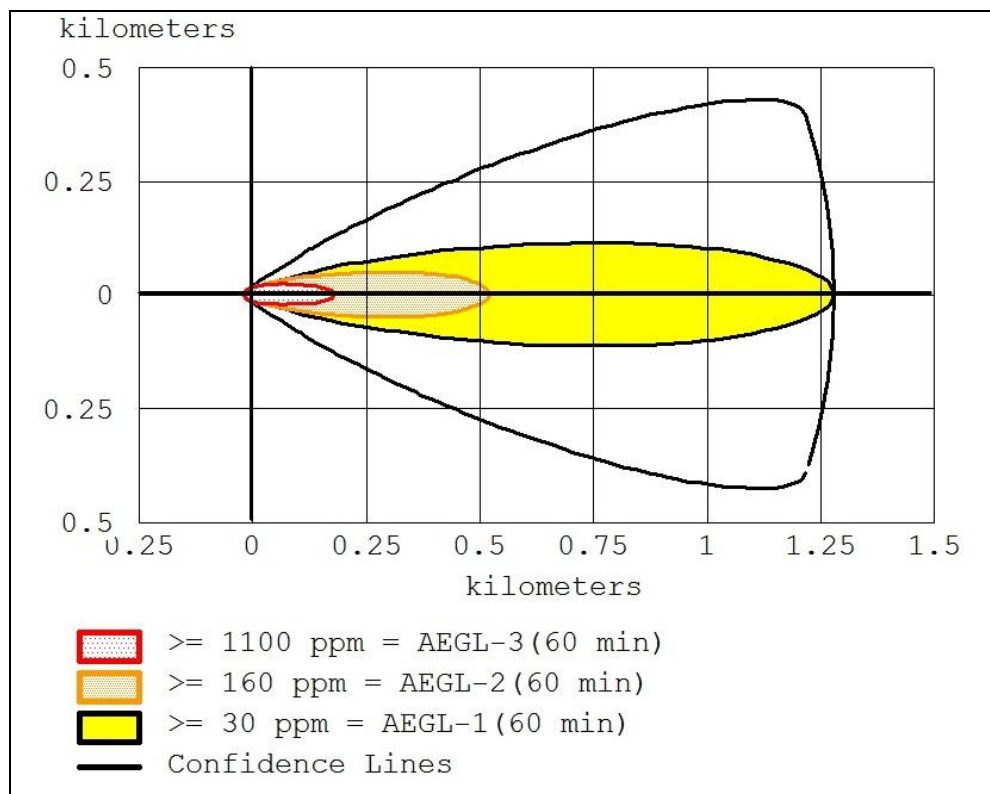
**Red** : 186 meters --- (1100 ppm = AEGL-3(60 min))

**Orange:** 526 meters --- (160 ppm = AEGL-2(60 min))

**Yellow:** 1.3 kilometers --- (30 ppm = AEGL-1(60 min))

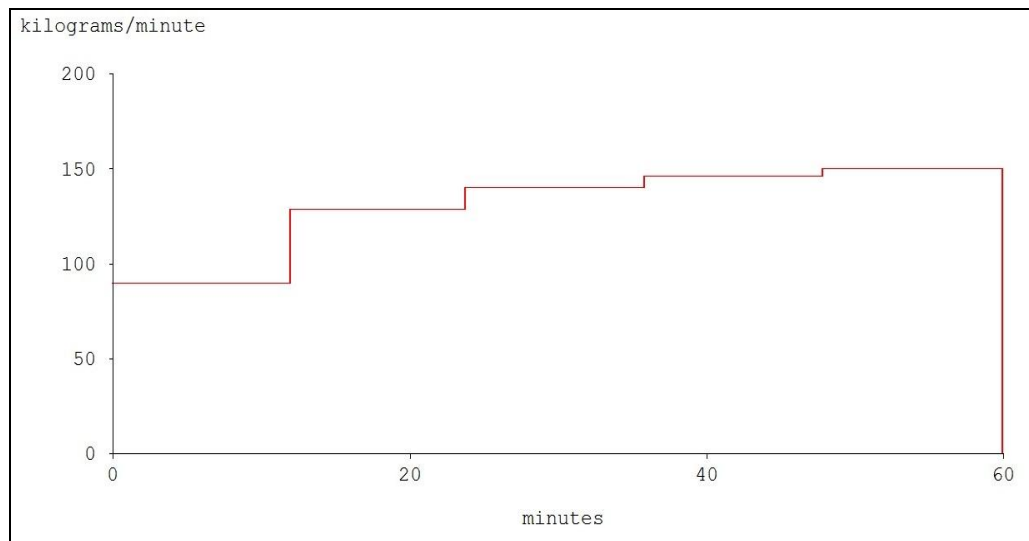
### 8.2.1.3 Grafický výstup

V porovnání s grafickým výstupem u předchozího příkladu zjišťují, že dané koncentrace uvedené v ppm na kilometry uvedené v grafu č. 8 jsou zcela shodné i v případě zvolení zcela odlišných průměrů otvorů úniku. Znatelný rozdíl je v rozsahu havárie. Nebezpečná zóna dosahuje do 186 m hodnotou 1 100 ppm. Střední, oranžově zbarvená zóna, obsahuje 160 ppm do 526 m a číchem zratelná ovšem neohrožující koncentrace 30 ppm znázorňuje nebezpečí do vzdálenosti až 1.3 km.



Graf č. 8 Závislost ohrožení danou koncentrací na čase

V tomto případě opět není brán zřetel na zásah jednotky HZS. Za pár minut vyteče z poškozeného ventilu téměř 80 kg amoniaku, za hodinu už přes 150 kg (graf č. 9).



Graf č. 9 Rychlost úniku amoniaku v závislosti na čase

## 8.2.2 Odhad následků modelem TerEx

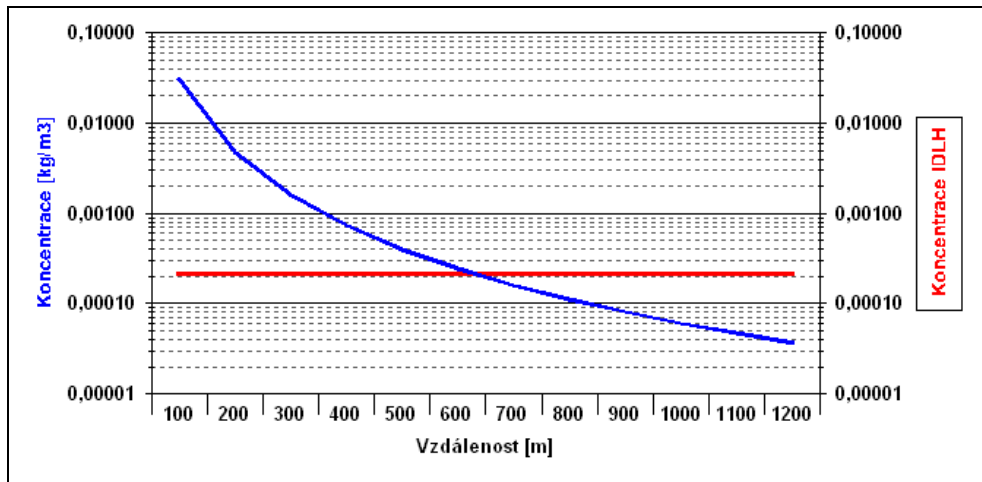
Odhad následků modelem TerEx pro znázornění úniku z mobilního zdroje.

### 8.2.2.1 Vstupní data

V tomto případě úniku je uvažován model cisterny, přičemž při silném nárazu cisterny došlo k protržení ventilu a dalším výstupům. Uvažovala jsem situaci 2 500 kg uniklého amoniaku.

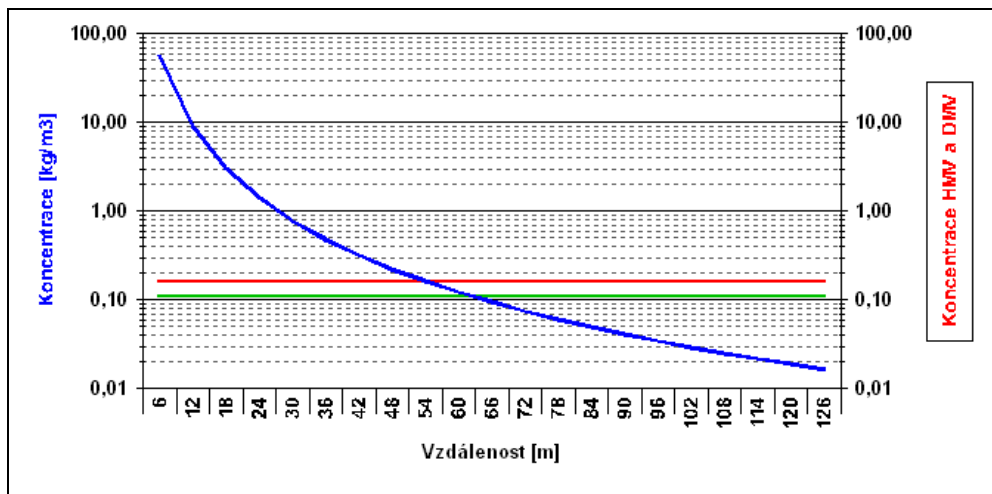
### 8.2.2.2 Grafický výstup

Graf č. 10 vyjadřuje, že doporučený průzkum vzdálenosti je 636 m při koncentraci 811.3 kg.



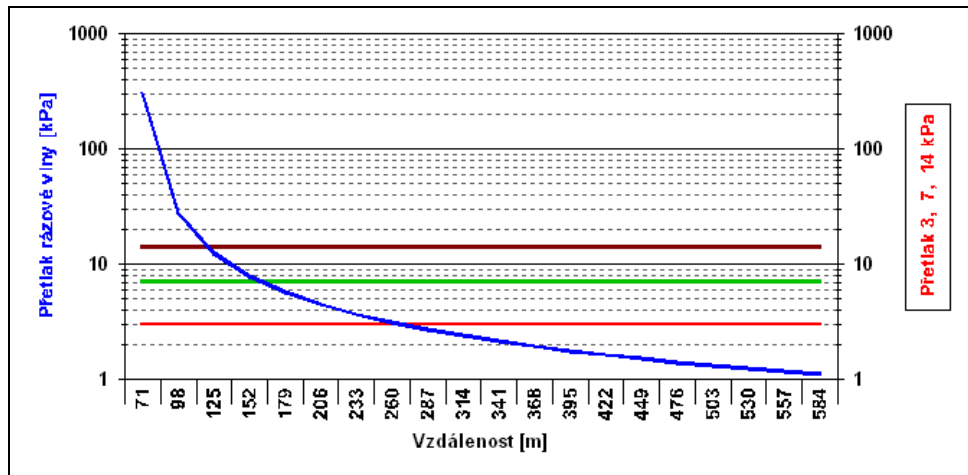
Graf č. 10 Doporučený průzkum

V ohledu na meze koncentrací HMW a DMW je tato vzdálenost oblasti možného výbuchu vymezena v prostoru 55 m až 63 m jak již z grafu č. 11 vyplývá.



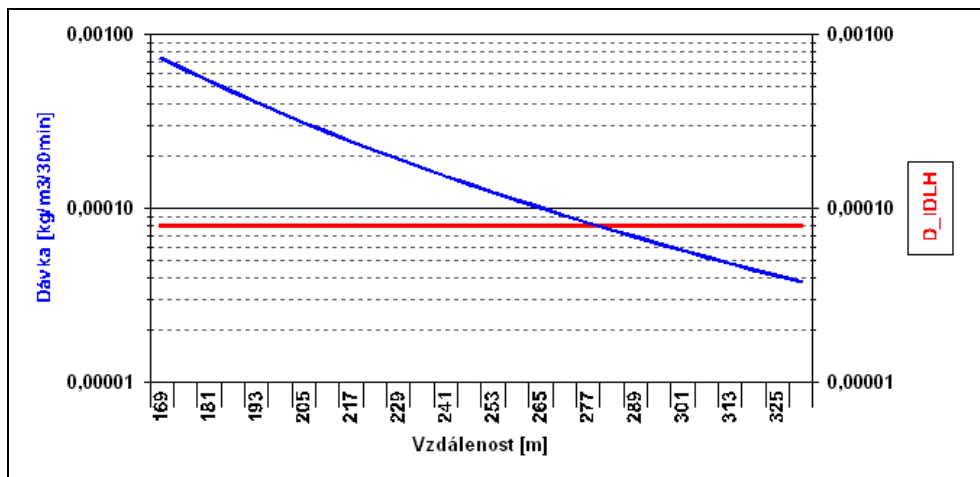
Graf č. 11 Oblast možného výbuchu

V závislosti na síle přetlaku v kPa hrozí místo výbuchu v 59 metrech, poškození budov ve 120 m, osoby jsou ohroženy ve vzdálenosti 162 m a ohroženy střepy až v 269 metrech.



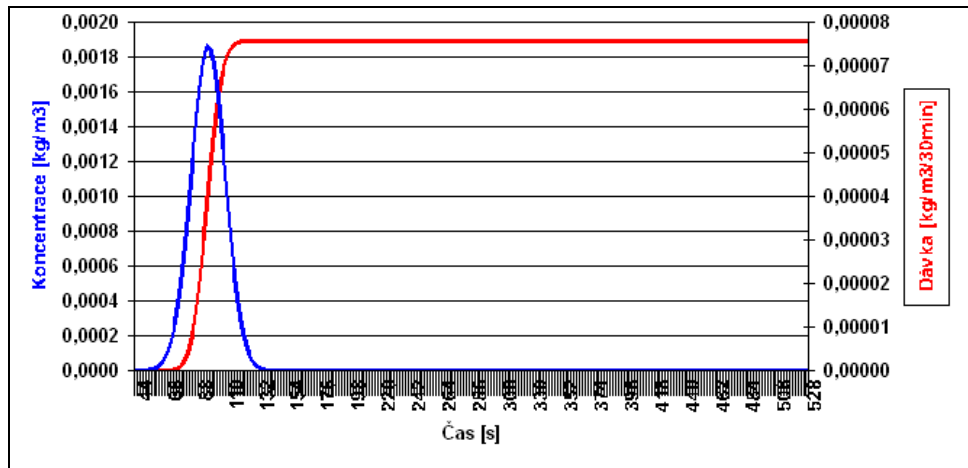
Graf č. 12 Ohrožení výbuchem

Provést v oblasti evakuaci je nutné v dosahu 283 m (graf č. 13).



Graf č. 13 Nezbytná evakuace

Graf č. 14 uvádí, že za 1,6 minut vyteče přes 0,0018649 kg/m<sup>3</sup> koncentrace.



Graf č. 14 Časové závislosti

## 9 ŘEŠENÍ MODELOVANÉHO ÚNIKU AMONIAKU ZE ZIMNÍHO STADIONU

Při modelované havárii úniku amoniaku z prasklého potrubí zimního stadionu dojde k samovolnému spuštění čidla na detekci amoniaku, tím je v první řadě přivolán HZS Olomouckého kraje a na základě posouzení rozsahu havárie i ostatní jednotky složky IZS.

### 9.1 Znázornění nebezpečné zóny modelem GIS

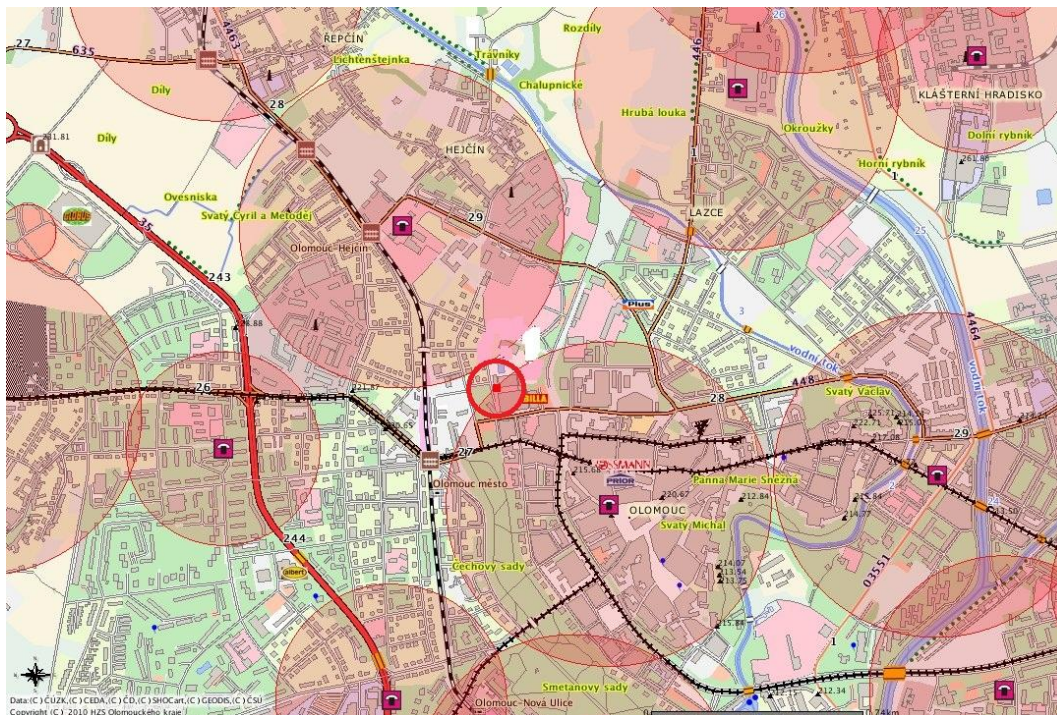
Na základě zjištěných výsledků pomocí softwarového programu ALOHA jsem stanovila oblast nebezpečné zóny (obr. č. 16), jež je v dosahu 127 m, kde mají přístup pouze jednotky HZS v protichemických ochranných oblecích.



Obr. č. 16 Přiblížení havarijní zóny zimního stadionu

Z hlediska vyrozumění obyvatelstva (obr. č. 17) je dle mého názoru nedostatek rozmístěných sirén právě v okolí zdroje nebezpečí. Z důvodu nedostatečného dosahu bych do jeho středu umístila další sirénu a další dvě do hustě osídlené oblasti obytných domů, kde dle mého názoru není zajištěna maximální informovanost obyvatel.

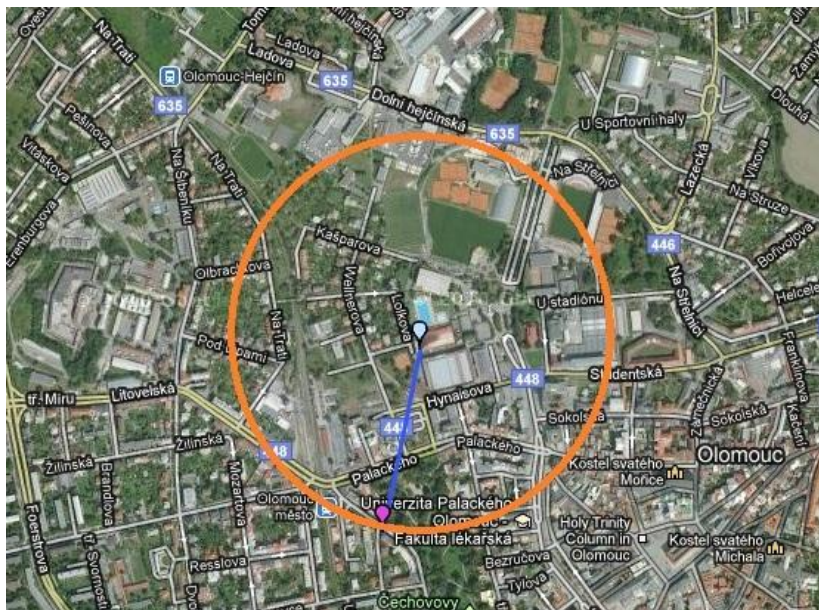




Obr. č. 17 Rozmístění sirén a jejich dosah

## 9.2 Návrh řešení úniku ze ZS

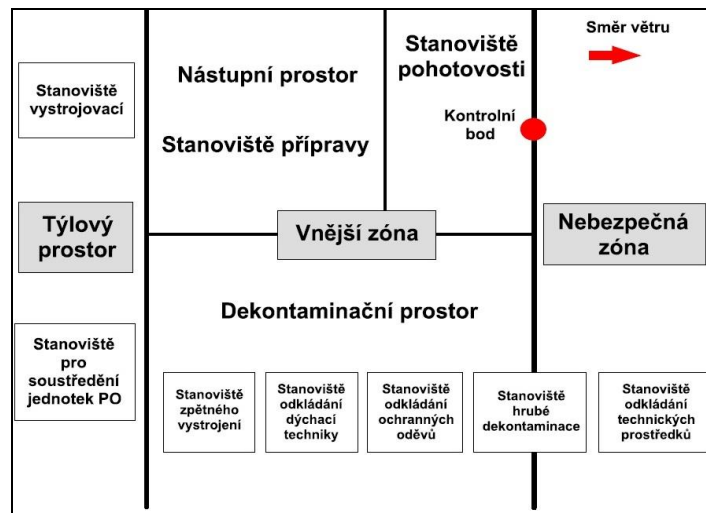
Na místo zásahu přijíždějí dva hasičské vozy se zásahovou i speciální technikou (chemický kontejner). Zaparkují svá vozidla na návětrné straně. Vzhledem k přímému šíření amoniaku ve směru větru, který vane severozápadně, navrhuji rozestavění vozidel a složek IZS mimo nebezpečnou i vnější zónu, jež je ve vzdálenosti do 393 m (obr. č. 18). Místem stání hasičských vozů navrhuji parkoviště u Palackého univerzity na ulici Palackého. Rozmístění zátaras a příslušníků Policie je provedeno podél vnějšího kruhu tak, aby nedošlo ke vniku nepovolaných osob na nebezpečné území. Z ohrožené oblasti je třeba provést krátkodobou evakuaci pomocí příslušníků HZS. Příslušné jednotky odvedou evakuované obyvatele mimo zónu nebezpečí, kde je o ně dále postaráno pověřenými pracovníky Magistrátu města Olomouc a jednotkami HZS.



Obr. č. 18 Znáznornění vnější zóny

Do nebezpečné zóny vstupují pouze jednotky HZS chránění ve speciálních oblecích OPCH – 90 teprve po zhodnocení situace prvotní průzkumné jednotky, která pomocí detektorů změřila obsah koncentrace v ovzduší. Poté neprodleně zahájí hašení plynného amoniaku pomocí vodní clony (deflektoru), která jej zkrápí na technickou vodu čpavkovou. Ta je dále zlikvidována pomocí sorbentu, který tekutinu nasaje a nepustí, a odložena do kontejneru pro likvidaci nebezpečných chemických látek.

Na závěr je třeba provést dekontaminaci prostředí i složek HZS. Na obrázku č. 19 jsou znázorněny zóny ohrožení spolu s dekontaminačním prostorem, který se skládá z nebezpečné zóny, kde se musejí zanechat veškeré technické prostředky. Ve vnější zóně oranžově znázorněné jsou odkládány ochranné oděvy a dýchací technika a i v této zóně je pohyb složek IZS bez zásahových ochranných oděvů zakázán. V týlovém prostoru jsou teprve soustředovány jednotlivé složky IZS včetně příslušníků Policie, Zdravotnické záchranné služby a HZS bez ochranných obleků a masek.



Obr. č. 19 Zóny ohrožení

## 10 ŘEŠENÍ MODELOVANÉHO ÚNIKU AMONIAKU Z CISTERNY PŘI JEHO PŘEPRAVĚ

Na základě výsledků získaných z programu ALOHA jsem znázornila do obr. č. 20 nebezpečnou 186 m a vnější zónu 526 m.



*Obr. č. 20 Znázornění nebezpečné a vnější zóny*

K místu havárie k hraničnímu pásmu vnější zóny dorazí HZS, Policie a Zdravotnická záchranná služba na návětrnou stranu s ohledem na povětrnostní podmínky a nebezpečí v místě zásahu. Při příjezdu jsou zprovozněna dostupná světelná výstražná zařízení na vozidlech a po příjezdu na místo určeny rozestavěny výstražné kužely. Důležité je rozestavění zásahových vozidel, kdy zásahová vozidla oddělují místo zásahu od okolního provozu a tím chrání zasahující osoby. Situace probíhá dále shodně jako u řešení úniku ze zimního stadionu. Převrácený kamion s cisternou je dále za pomoci odtahové a vyprošťovací služby za jistění vyprošťovacích vozidel vrácen zpět na kola.

## 11 PROSTŘEDKY HZS PŘI ÚNIKU NCHL

Všechna střediska IZS jsou mezi sebou propojena a koordinována pomocí operačních středisek, nejdůležitější úlohu však v tomto případě sehrává HZS (obr. č. 21).



*Obr. č. 21 Krajské ředitelství HZS Olomouc*

### 11.1 Přístroje na detekci

Pro stanovení hodnot koncentrace nebezpečné chemické látky slouží detektory. HZS Olomouc disponuje čtyřmi základními typy, z nichž nejstarší je Chemický průkazník CHP 71 (obr. č. 22) s průkazníkovými trubičkami od nejznámějšího výrobce DREGER s datem výroby 1971, který je ovšem dodnes spolehlivým a využívaným nástrojem měření. Přístroj nasává vzduch přes vstupní filtr, který ho zbaví hrubých nečistot a kyselých par. Vzduch dále proudí do průtokoměru a průkazníkových trubiček. V přístroji jsou čtyři místa pro průkazníkové trubičky, jedno je pro detekci nových druhů otravných látek. Po průchodu průkazníkovými trubičkami je vzduch nasáván čerpadlem a přes výstupní filtr odchází zpátky do atmosféry.



*Obr. č. 22 CHP 71*

Dalším, velmi užívaným detektorem, je GDA 2 (obr. č. 23), jež je nejmodernější zařízení dnešní doby. Na rozdíl od přístrojů uvedených níže je spolehlivější, jelikož určí nejen hodnotu koncentrace, ale i přesně definuje látku úniku. Oproti modelům Gas Alert Micro 5 (obr. č. 24) a Mini RAE 3000 (obr. č. 25) má jisté výhody. Gas Alert Micro 5 znamená přítomnost amoniaku, oxidu uhelnatého, kyslíku a současně je explozimetrem, jelikož měří koncentraci výbušných plynů. Nevýhodou je dysfunkce nerozpoznání jiných látek, u nichž je rozlišena pouze koncentrace a připočtena ke stávající nabídce výše uvedených tří látek. Nevýhodou GDA 2 je jeho neustálá potřeba pročišťování v napájecím zařízení.



*Obr. č. 23 GDA 2*



Obr. č. 24 Gas Alert Micro 5



Obr. č. 25 Mini RAE 3000

## 11.2 Ochranné oděvy

Chemické a záchranné jednotky HZS (tabulka č. 3) jsou vybaveni včetně klasického zásahového oděvu i speciálním protichemickým oděvem OPCH – 90 (obr. č. 26 a č. 27). Je určen k ochraně povrchu těla specialistů proti vysoce toxickým výparům a pro práci s agresivními kapalinami. Jeho vnitřní prostor je izolován od vnějšího prostředí, dýchání a filtrace jsou zabezpečovány dýchacím přístrojem vytvářející v kombinace přetlak, který maximálně chrání proti nebezpečným vnějším vlivům.

Koncentrace amoniaku (ppm)	Doporučené ochranné prostředky
50 - 500	dýchací přístroj a zásahový oděv
500 – 5000	dýchací přístroj a nepřetlakový protichemický oděv
nad 5000	dýchací přístroj a přetlakový protichemický oděv

Tabulka č. 3 Rozmezí koncentrací a doporučené ochranné prostředky



Obr. č. 26 Protichemický oděv OPCH-90



Obr. č. 27 Protichemický oděv OPCH-90

### 11.3 Chemický kontejner



Obr. č. 28 Chemický kontejner



Obr. č. 29 Deflektor

Chemický kontejner na obrázku č. 28 je běžně užíván při zásahu s nebezpečnými chemickými látkami. Nejpoužívanější součástí při úniku amoniaku je vodní clona neboli deflektor (obr. č. 29). Funguje na principu jemného rozprašování vody pomocí speciálních rozprašovacích trysek spolu s vysokým tlakem.



Jak již bylo řečeno, plynný amoniak v ovzduší je pomocí deflektoru zkrápěn, čímž vznikne čpavková voda technická. Jedná se o žíravou kapalinu pronikavého zápachu, silné zásadité reakce. Abychom ji zneutralizovali, je třeba použít kyselinu, nejlépe citrónovou, až v tomto okamžiku dojde k úplnému odstranění nebezpečí. Dle mého názoru je nejlepším řešením, bezprostředně před zkrápěním přidat kyselinu citrónovou do vody v deflektoru, čímž vyřešíme hned dva problémy najednou. Aplikována musí být těsně před zkrápěním z důvodu možnosti rozleptání deflektoru. Dalším, již propracovanějším způsobem, je možnost přívodu s kyselinou spojeným s deflektorem.

## ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo zhodnotit následky havárie a navrhnout řešení činností složek Integrovaného záchranného systému. Bylo provedeno znázornění rozsahu úniku ze zimního stadionu a z cisterny při jeho dopravě pomocí softwarových programů TerEx a ALOHA. Na základě těchto výsledků jsem provedla monitoring rizik na daném území, který spočívá ve vyrozumění obyvatelstva a jeho neustálého informování o aktuálním dění s cílem zabránit panice. Každá složka Integrovaného záchranného systému má při úniku nebezpečné chemické látky své místo a pomocí jednotlivých operačních středisek jsou koordinovány. Policie ČR dohlíží na ochranu obyvatel rozmístěním svých členů mimo havarijní zónu, pomocí zátaras zabraňuje vniknutí na území a dohlíží na odklon dopravy mimo dosah chemické havárie. V případě nutnosti dlouhodobé evakuace je obyvatelstvo přesunuto do provizorního ubytovacího zařízení určeného pro evakuaci. Při tomto úniku amoniaku se jedná o evakuaci krátkodobou, přičemž příslušníci Hasičského záchranného sboru zajišťují doprovod evakuovanému obyvatelstvu mimo havarijní zónu. V tomto případě dále Magistrát města Olomouce a Hasičský záchranný sbor dohlíží na zajištění kontejneru nouzového přežití pro obyvatelstvo, který obsahuje především základní potraviny, ošacení, spacáky a matrace. U havárie je přítomna i Zdravotnická záchranná služba v případě ohrožení na životech a zdraví člověka.

Pro konečnou likvidaci amoniaku roztroušeného v ovzduší a odstranění následků havárie používají příslušníci Hasičského záchranného sboru vodní clonu zvanou deflektor, která funguje na principu zkrápění plynného amoniaku v ovzduší na čpavkovou vodu technickou. Jelikož ale ani čpavková voda technická není tím nejlepším řešením z důvodu odstranění jen polovičního nebezpečí, byla navržena další možnost a tou je přidání slabého roztoku kyseliny citrónové. Kyselina musí být přidána těsně před procesem zkrápění havárie, v opačném případě by došlo k roztavení samotného deflektoru. V tomto případě lze odstranit tento malý nedostatek přívodem s tímto roztokem napojeným na deflektor, který by bylo možno aplikovat nejen těsně před procesem zkrápění.

Co se vyrozumění obyvatelstva týče, bylo navrženo, v rámci nedostatku v podobě rozmístění sirén a jejich dosahu, rozšířit počet sirén do oblastí hustě obydlených a to převážně v blízkosti zimního stadionu s cílem rozšířit doslech a informovanost. Dalším možným návrhem pro rozšíření informovanosti obyvatelstva obecně by byl informační leták vyvěšený na viditelných místech v okolí zdroje nebezpečí, obecních vývěškách a Magistrá-

tu města Olomouc, který odpoví obyvatelům na základní otázky, mezi něž patří obecné informace o amoniaku, jeho fyzikálně chemických vlastnostech, možnosti nebezpečí, ochrany, první pomoci a obsahu evakuačního zavazadla a jež je součástí Přílohy č. 1.

Závěrem bych ráda kladně zhodnotila fungování koordinace složek Integrovaného záchranného systému, který riskuje své životy pro záchranu druhých, využívá všech dostupných prostředků, které musí znát a ovládat, jelikož převážně při práci s nebezpečnými chemickými látkami není čas ani místo na dlouhé rozhodování.

## SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] **Babinec, F.** *Analýza rizik*. Opava: Slezská univerzita v Opavě, Matematický ústav v Opavě, **2007**. 203 s.
- [2] *Co dělat při mimořádné události: příručka pro obyvatele Olomouckého kraje*. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Ol., **2005**. 39 s. ISBN 80-244-1170-9.
- [3] **Hanuška, Z., Dubský, M.** *Integrovaný záchranný systém a požární ochrana*. 1. vyd. Praha: GŘ HZS ČR, **2010**. 44 s. ISBN 978-80-86640-59-4.
- [4] *Hasičský záchranný sbor České republiky*. Praha: MV GŘ HZS ČR, **2009**. 17 s. ISBN 987-80-86640-80-8.
- [5] *Havarijní plán Olomouckého kraje*
- [6] Raška, J. *Havarijní plán - výron čpavku NH<sub>3</sub>*. Prostějov: Domovní správa Prostějov, s.r.o.
- [7] **Chaloupka, P., Říha, M.** *Krizové řízení a ochrana obyvatelstva*. 1. vyd. Praha: Námořní akademie ČR, **2009**. 129 s. ISBN 978-80-87103-18-0.
- [8] Katalog typových činností integrovaného záchranného systému
- [9] **Kratochvílová, D., Smetana, M.** *Integrovaný záchranný systém a jeho složky*. 1. vyd. Ostrava: Press systém s.r.o., **2007**. 134 s. ISBN 978-80-7368-337-5.
- [10] **Kroupa, M.** *Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek*. Praha: MV-GŘ HZS, **2004**. 46 s. ISBN 80-86640-23-X.
- [11] **Kroupa, M., Říha, M.** *Integrovaný záchranný systém*. 3. vyd. Praha: Armex pub. s.r.o., **2008**. 119 s. ISBN 978-80-86795-59-1.
- [12] **Kroupa, M., Říha, M.** *Ochrana obyvatelstva*. 1. vyd. Praha: Armex pub., s. r. o., **2006**. 100 s. ISBN 80-86795-33-0.
- [13] **Kroupa, M., Říha, M.** *Průmyslové havárie*. 1. vyd. Praha: Armex pub., s. r. o., **2007**. 169 s. ISBN 978-80-86795-49-2.
- [14] **Procházková, D.** *Nebezpečné chemické látky a chemické přípravky a průmyslové nehody*. Praha: Policejní akademie ČR, **2008**. 418 s. ISBN 978-80-7251-275-1

- [15] *Statistika nehod a havárií do roku 2008*. Praha: ČSTZ ve spol. s MV HZS ČR, 2009. 34 s. ISBN 978-80-86028-47-7.
- [16] Šenovský, M., Adamec, V., Hanuška, Z. *Integrovaný záchranný systém*. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2005. 157 s. ISBN 80-86634-65-5.
- [17] Taubr, V. *Technologie a provoz chladicích zařízení zimních stadionů*. 2.vyd. Praha: SZS v ČR, 2003. 282 s.
- [18] **Zákon č. 356/2003 Sb., o chemických látkách a chemických přípravcích a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.**

### Elektronické zdroje

- [1] [http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/AEGL\\_3](http://ebozp.vubp.cz/wiki/index.php/AEGL_3) [on-line] [cit. 2011-04-05]
- [2] <http://www.farmak.cz/index.php?id=4&L=1%2CRSIRreport>[on-line] [cit. 2011-04-17]
- [3] <http://www.hzsol.cz/krajske-reditelstvi/izs-a-operacni-rizeni/odbor-kis/gis/>[on-line] [cit. 2011-04-02]
- [4] [http://militiae-caelestis.nabizi.cz/chemicky-prukaznik-chp-71-csla-acr-topstav\\_p44590/](http://militiae-caelestis.nabizi.cz/chemicky-prukaznik-chp-71-csla-acr-topstav_p44590/) [on-line] [cit. 2011-05-02]
- [5] <http://www.tlp-emergency.com/rozex.html> [on-line] [cit. 2011-03-20]
- [6] [http://www.vubp.cz/genesis/dp\\_modelovani-rozptylu-toxickych-latek-v-atmosfere-pri-prumyslovych-havariich\\_skrehot.pdf](http://www.vubp.cz/genesis/dp_modelovani-rozptylu-toxickych-latek-v-atmosfere-pri-prumyslovych-havariich_skrehot.pdf) [on-line] [cit. 2011-04-15]

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

IZS	Integrovaný záchranný systém
HZS	Hasičský záchranný sbor
GIS	Geografický informační systém
ZS	Zimní stadion
Ppm	Parts per milion
ŽP	Životní prostředí
ČR	Česká republika
SZS	Sdružení zimních stadionů
GŘ	Generální ředitelství
NCHL	Nebezpečná chemická látka

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

Obr. č. 1 Zimní stadion Olomouc .....	32
Obr. č. 2 Chladicí okruh.....	33
Obr. č. 3 Expanzní nádoba ZS Olomouc .....	34
Obr. č. 4 Expanzní nádoba ZS Prostějov .....	34
Obr. č. 5 Vysokotlaký sběrač s amoniakem.....	34
Obr. č. 6 Kompresor.....	35
Obr. č. 7 Odpařovací kondenzátor .....	35
Obr. č. 8 Strojovna Olomouc .....	36
Obr. č. 9 Automatické zkrápění .....	36
Obr. č. 10 Čidlo na detekci čpavku ve strojovně .....	37
Obr. č. 11 Prasklá část potrubí v betonové ploše.....	38
Obr. č. 12 Detailnější záběr potrubí .....	39
Obr. č. 13 Úvodní obrazovka po spuštění programu ALOHA .....	39
Obr. č. 14 Úvodní obrazovka programu TerEx .....	44
Obr. č. 15 Únik amoniaku z převrácené cisterny vozidla .....	47
Obr. č. 16 Přiblížení havarijní zóny zimního stadionu .....	55
Obr. č. 17 Rozmístění sirén a jejich dosah .....	56
Obr. č. 18 Znázornění vnější zóny .....	57
Obr. č. 19 Zóny ohrožení .....	58
Obr. č. 20 Znázornění nebezpečné a vnější zóny.....	59
Obr. č. 21 Krajské ředitelství HZS Olomouc.....	60
Obr. č. 22 CHP 71 .....	61
Obr. č. 23 GDA 2 .....	61
Obr. č. 24 Gas Alert Micro 5 .....	62
Obr. č. 25 Mini RAE 3000.....	62
Obr. č. 26 Protichemický oděv OPCH-90.....	63
Obr. č. 27 Protichemický oděv OPCH-90.....	63
Obr. č. 28 Chemický kontejner .....	63
Obr. č. 29 Deflektor .....	63

**SEZNAM TABULEK**

Tabulka č. 1 Identifikace látky.....	16
Tabulka č. 2 Technické údaje amoniaku.....	40
Tabulka č. 3 Rozmezí koncentrací a doporučené ochranné prostředky.....	62



**SEZNAM GRAFŮ**

Graf č. 1 Závislost ohrožení danou koncentrací na čase.....	42
Graf č. 2 Rychlost úniku amoniaku v závislosti na čase.....	43
Graf č. 3 Doporučený průzkum vzdálenosti .....	45
Graf č. 4 Oblast možného výbuchu.....	45
Graf č. 5 Ohrožení výbuchem vzniklé přetlakem v kPa .....	46
Graf č. 6 Nezbytná evakuace při dané dávce v kg/m <sup>3</sup> /30 min.....	46
Graf č. 7 Časové závislosti .....	47
Graf č. 8 Závislost ohrožení danou koncentrací na čase.....	50
Graf č. 9 Rychlost úniku amoniaku v závislosti na čase.....	51
Graf č. 10 Doporučený průzkum.....	52
Graf č. 11 Oblast možného výbuchu.....	52
Graf č. 12 Ohrožení výbuchem .....	53
Graf č. 13 Nezbytná evakuace .....	53
Graf č. 14 Časové závislosti .....	54

## SEZNAM PŘÍLOH

Příloha P I: Návrh informačního letáku Zimního stadionu Olomouc

## PŘÍLOHA P I:

### Návrh informačního letáku Zimního stadionu Olomouc



## ZIMNÍ STADION OLOMOUC

Tyto informace slouží široké veřejnosti za účelem větší informovanosti principu fungování zimního stadionu s nebezpečnou chemickou látkou. Tímto Vám sdělujeme, že pro dokonalé zajištění Vaší bezpečnosti prochází strojovna pravidelnými revizemi pod vedením vysoce kvalifikovaných specialistů a do budoucna se počítá s její maximální rekonstrukcí.

### Fyzikálně chemické vlastnosti amoniaku

- ❖ bezbarvý zásaditý plyn, silně čpící, štiplavý až dráždivý
- ❖ hořlavý, toxický při vdechování, způsobující poleptání

### Pokyny pro první pomoc

- ❖ Všeobecné pokyny
  - postiženého vyvést na čerstvý vzduch, udržovat jej v klidu a teple, při potížích přivolat lékaře
- ❖ Při nadýchání
  - v těžkých případech zajistit základní životní funkce
  - v lehčích případech výplach dutin vodou
- ❖ Při zasažení očí
  - oči od vnitřního k vnějšímu koutku vymývat proudem vody min 15 min
  - vyjmout kontaktní čočky, vyhledat očního lékaře
- ❖ Při styku s kůží
  - Potřísněný oděv odstranit
  - Zasažené místo důkladně omývat vodou bez mýdla min 15 min

### Opatření v případě náhodného úniku

- ❖ Bezpečnostní opatření na ochranu osob
  - Evakuovat a uzavřít prostor, použít nezávislý dýchací přístroj nebo masku s filtrem
- ❖ Doporučené metody čištění
  - Prostor vyvětrat, postříkovat vodou, dokud není zkapalněný plyn odpařen, předměty bezprostředního kontaktu opláchnout vodou

### Obsah evakuačního zavazadla

- ❖ základní trvanlivé potraviny, pitná voda, osobní léky, toaletní a hygienické potřeby, náhradní oblečení a obutí, deku nebo spací pytel, osobní doklady, peníze a cennosti, dokumenty k pojištění, svítilnu s rezervními bateriemi a malé rádio s rezervními bateriemi z důvodu spojení s mediálními informacemi o probíhající události.