

JIHOČESKÁ FAKULTA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH
ZDRAVOTNĚ SOCIÁLNÍ FAKULTA

***Modelová situace úniku amoniaku z průmyslových chladících
zařízení***

Bakalářská práce

Ing. Otakar J. Mika, CSc.
vedoucí práce

Růžena Mirandová
autor práce

2008

Abstract:

For my Bachelors' thesis I have chosen the topic „Ammonia release from industrial cooling systems“ as there is, at the present time, a constant threat of risk from consequential accidents in industrial cooling systems which dispose with the cooling medium – ammonia.

In the introduction of my thesis, I focused on the issue of the prevention of the ammonia release risks from the viewpoint of current precepts of law – with a view to compiling technical and operational documentation and ensuring qualifications of for device handling. The thesis also contains the characteristics and description of ammonia as a dangerous substance with concentration on its toxicity and possible toxic consequences on human beings (including inhabitants of the neighbourhood). Furthermore, I have also mentioned the means of protection which must be available to the cooling system attendants at the workplace.

In the practical part of my thesis, I compiled a scenario of ammonia release from the original cooling system of Madeta Pelhrimov plc and from their current modern system. I have demonstrated the suitability of the technical design of the cooling system regarding the possibilities and risks of the coolant – ammonia – release by the comparing of these scenarios.

For the purpose of achieving the objective of my thesis, I have used all the available technical data from company documentation and whilst processing the model situation of the largest and alternative ammonia release from the apparatus, I took from a model programme „MODEL RISK MANAGEMENT PROGRAMME AND PLAN FOR AMMONIA REFRIGERATION“ which was compiled in the USA.

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: „Modelová situace úniku amoniaku z průmyslových chladících zařízení“ vypracovala samostatně s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č.111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě, Zdravotně sociální fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejích internetových stránkách.

V Českých Budějovicích 16. května 2008

.....

Poděkování

Děkuji svému vedoucímu bakalářské práce panu Ing. Otakaru J. Mikovi, CSc. za poskytnutí cenných rad, materiálů a za čas věnovaný ke konzultaci problémů při vypracování této práce.

Též chci poděkovat panu Františku Nebesářovi – energetikovi akciové společnosti Madeta Pelhřimov, který mi poskytl technická data a obeznámil mne s provozem závodu.

OBSAH

Úvod.....	7
1 Současný stav.....	8
1.1 Využití chladicího média – amoniaku – v chladících zařízeních	8
1.1.1 Využití chladicího média – dřívější využití amoniaku v chladících zařízeních	11
1.1.2 Vlastnosti amoniaku	12
1.2 Průmyslová chladicí zařízení – současný stav	14
1.2.1 Průmyslová chladicí zařízení – z pohledu současných právních norem.	15
1.3 Prevence rizik úniku amoniaku z průmyslových chladících zařízení.....	16
1.3.1 Prevence rizik úniku amoniaku – vypracování technické dokumentace	16
1.3.2 Prevence rizik úniku amoniaku – vypracování provozní dokumentace.	17
1.3.3 Prevence rizik úniku amoniaku – odborná způsobilost obsluhy zařízení.....	17
1.3.4 Ochranné prostředky pro obsluhu chladicího zařízení	18
1.3.5 Provádění revizních prohlídek chladicího zařízení.....	19
1.4 Modelový plán největšího úniku amoniaku vypracovaný dle modelového programu USA „MODEL RISK MANAGEMENT PROGRAM AND PLAN FOR AMMONIA REFRIGERATION“	21
1.4.1 Povinný vstup	21
1.4.2 Množství amoniaku uvolněného v případě největšího úniku	23
1.4.3 Stanovení vzdálenosti dosahů toxického účinku uvolněného amoniaku v případě největšího úniku	23
1.4.4 Pasivní zmírňování účinku uvolněného amoniaku v případě největšího úniku	28
1.5 Alternativní (malé) úniky amoniaku	29
1.6 Definice dopadů uniklého amoniaku na obyvatelstvo	33
1.7 Definice dopadů účinku uniklého amoniaku na životní prostředí	33
1.8 Dokumentace vlastníků nebo provozovatelů při stanovení scénářů největšího a alternativního úniku amoniaku	34
1.9 Posouzení vhodnosti technických provedení průmyslových chladících zařízení s ohledem na možnosti a rizika úniku chladiva –amoniaku.....	35
1.9.1 Současné chladicí zařízení v závodě Madeta Pelhřimov	35
1.9.2 Scénář úniku amoniaku ze současného chladicího zařízení v závodě Madeta Pelhřimov - celkový únik.....	42
1.9.3 Původní chladicí zařízení v závodě Madeta ,a.s. Pelhřimov (před rokem 2000)	54
1.9.4 Scénář úniku amoniaku původního chladicího zařízení v závodě Madeta, a.s. Pelhřimov	55
2 Cíl práce a hypotéza.....	56
2.1 Cíl práce – posouzení vhodnosti technických provedení chladících zařízení s ohledem na možnosti a rizika úniku chladiva – amoniaku	56
2.2 Hypotéza	56
3 Metodika	58
3.1 Metodický postup.....	58
4 Výsledky	60

5	Diskuse.....	61
	Závěr	63
	Seznam použité literatury	
	Klíčová slova	
	Přílohy	

Úvod

V současné době se chladicí médium – amoniak – využívá v průmyslových chladicích zařízeních v různých podnicích. Tyto podniky jsou situované velmi často přímo v centru města, kde je vysoká koncentrace osob. Chladicí zařízení jsou již novějších typů, ale přesto není vyloučena možnost havárie. V případě úniku, může mít tato toxická látka zraňující až smrtelné účinky na obyvatele žijících v dosahu toxicity. Velmi často lidé nemají ani základní informace týkající se této případné možné chemické havárie a hlavně nejsou ani dostatečně informovaní o způsobu ochrany v případě této havárie.

Důležitý je také postoj vedení provozovatele chladicího zařízení s amoniakem k problematice zajištění nejen bezpečnostního, ale i organizačního charakteru k ochraně zasažených nebo ohrožených osob. (Např. zda-li má vypracovaný havarijní plán objektu).

K případné havárii tohoto chladicího zařízení může dojít nejen z technických důvodů nebo selháním lidského faktoru, ale i při teroristickém útoku, jejichž počet se v posledních letech neustále zvyšuje.

Bezpečnostní rizika lze snížit správnou volbou typu a úrovní zabezpečení těchto zařízení. Při případném možném úniku amoniaku z těchto chladicích zařízení hraje velkou roli množství uniklé náplně na velikost okruhu zamoření území a tím i dopadu toxických účinků na životy a zdraví obyvatelstva.

Současným trendem je snižování náplně – amoniaku – nebo volit takový typ chladicího zařízení, kde je amoniak nahrazován jiným, bezpečnějším chladicím médiem – např. CO₂.

1 Současný stav

1.1 Využití chladicího média – amoniaku – v chladících zařízeních

Amonik je nejrozšířenějším chladivem ve velkokapacitních chladících zařízeních, především v potravinářském průmyslu a na zimních stadionech.¹

Vedoucí pracovníci mnoha průmyslových podniků, kde jsou využívána chladicí zařízení s chladicím médiem – amoniak, jsou převážně strojního zaměření, často nemají dostatečné znalosti o problematice úniku nebezpečných látek, v tomto případě – amoniaku. Proto je potřeba zvýšit u těchto pracovníků odborné znalosti i v této problematice.

Úniky amoniaku s možností ohrožení lidí byly zaznamenány v poslední době například :

Únik amoniaku v pivovaru Malý Rohozec

Ve středu 17. ledna 2007 ve 12:25 hod. přijalo operační středisko HZS LK žádost o pomoc při úniku chladírenského média v pivovaru Malý Rohozec. Na místo byly vyslány jednotka HZS LK stanic Turnov, Semily, Liberec a dobrovolní hasiči z Turnova se čtyřmi automobilovými cisternami a s protiplynovým a chemickým kontejnerem.

Při příjezdu na místo události hasiči zjistili, že došlo k netěsnosti ventilu u potrubí s amoniakem a k následnému úniku amoniaku do provozu pivovaru. Hasiči v přetlakových protichemických oblecích utěsnili ventil a změřili koncentraci amoniaku v ovzduší. Venku nepřekročila naměřená hodnota nebezpečnou hranici. Hasiči nasadili uvnitř pivovaru přetlakovou ventilaci, která amoniak přirozeně odvětrala z budovy. Venku hasiči připravili dvě vodní clony, které srážely uniklý amoniak, aby se nerozšířil do okolí. V půl druhé byly na místo události povolány další dvě jednotky SDH obcí

¹ BARTLOVÁ I., PEŠÁK M.: Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií II. SPBI Spektrum, Ostrava 2003, 138 s., ISBN 80-86634-30-2

Všeň a Hrubá Skála. Na místo události se dostavili i zástupci odboru životního prostředí a informována byla také starostka města Turnova. V půl čtvrté bylo předáno místo zásahu zástupci pivovaru, který zajistí asanační práce v provozu.

Při události byl zraněn jeden zaměstnanec pivovaru, který se nadýchal uniklého amoniaku a údajně utrpěl i poleptání končetin. Muže převzala na místě k ošetření zdravotnická záchranná služba.²

Roudnický masokombinát

Ve středu 12. dubna 2007 unikl amoniak z rozvodu výměníku. Byl zasažen prostor chladírny a bourárny hovězího masa. Čtyři zaměstnanci firmy se látky nadýchali, dva z nich musela odvézt záchranná služba. Zaměstnanci ještě před příjezdem záchranářů zavřeli ventil a dalšímu úniku tak zamezili. Vzniklý mrak amoniaku hasiči odvětrali a zlikvidovali za pomoci zkrápění vodou.³

Zimní stadion Znojmo

Téměř jedenáct hodin bojovali hasiči s nebezpečným amoniakem, který unikal v noci z 27. na 28. května 2007, ze zadní části zimního stadionu ve Znojmě. Únik látky ohlásil jeden ze zaměstnanců arény. Na místo dorazili specialisté na chemické látky z Brna, hasiči ze Znojma a výjezdová laboratoř z Tišnova.

Z místa policisté evakuovali dvě rodiny, které bydlí v bezprostřední blízkosti stadionu. Příčinou úniku amoniaku byla technická závada. Při přepouštění amoniaku

² Únik čpavku v pivovaru Malý Rohozec, [online] Hasičský záchranný sbor Libereckého kraje, 18.1.2007, URL: <<http://www.hzslk.cz/index.php?menu=95&detailarchivnizpravy=1&idarchivnizpravy=448&backurl=/95-archiv.html?posun=120>>

³ KUBELKA TOMÁŠ, Z roudnického masokombinátu unikl čpavek, čtyři lidé zraněni. [online] DENÍK.CZ, 12.4.2007, URL: <http://brnensky.denik.cz/z_domova/20070412_roudnice_unik_cpavek.html>

z nádrže do chladících trubek, které jsou umístěny pod plochou stadionu, došlo před prvním ventilem na vývodu z nádrže k poškození těsnění a následně k úniku amoniaku.⁴

Obr.č.1 - ČTK/Václav Šálek, Speciální protichemická jednotka z Brna



Zimní stadion Zlín

Dne 25. května 2006 v 07:54 hod. došlo k úniku amoniaku na zimním stadionu ve Zlíně. Na místo vyjela jednotka profesionálních hasičů ze Zlína. Po příjezdu na místo bylo zjištěno, že uvnitř zimního stadionu došlo u sportovní plochy k úniku amoniaku.

V tomto období mimo hlavní sezonu provozu zimního stadionu se každoročně provádí čištění chladicího systému. Po celou dobu chlazení dochází totiž k usazování nečistot a provozních olejů z kompresorů, které se musí odstranit.

Dva pracovníci prováděli technickou údržbu a servis chladicího systému ledové plochy. V šachtách vedení amoniaku pod ledovou plochou zjistili netěsnost jednoho ventilu, když odpouštěli amoniak při tzv. odolejování vedení. Při servisu měli u sebe ochranné masky, které také použili, a proto nebyli zraněni. Při úniku amoniaku byl spuštěn bezpečnostní systém sprchování a vodou byl amoniak srážen na zem šachty.

⁴ RUBEŠOVÁ D. Čpavek vyklidil okolí znojemského zimního stadionu.[online], ZNOJEMSKÝ DENÍK, číslo 11 – ročník XVI.,28. 5. 2007, URL:<<http://znojemsky.denik.cz>>

Unikající amoniak se dostal do hlavního sálu zimního stadionu, který byl částečně zamořen. Několik zaměstnanců opustilo své pracoviště a museli vyjít mimo budovu stadionu.

Hasiči v dýchacích přístrojích prohlédli místo úniku a po celou dobu zásahu měřili koncentraci amoniaku. Celý stadion byl otevřen a postupně odvětrán přes velké únikové východy. Při úniku a zásahu nebyl nikdo zraněn.

Množství uniklého amoniaku nemohlo ohrozit obyvatele okolních domů a představovalo jen lokální a krátkodobé riziko uvnitř zimního stadionu.

Je na místě připomenout také správnou reakci zaměstnanců zimního stadionu, kteří učinili všechna hlavní bezpečnostní opatření okamžitě po zjištění úniku a před příjezdem hasičů. Mezi tato opatření počítáme uzavření hlavního přívodu amoniaku z chladicí stanice do stadionu, použití ochranných masek, spuštění skrápěcího systému a evakuaci zaměstnanců.⁵

1.1.1 *Využití chladicího média – dřívější využití amoniaku v chladicích zařízeních*

Dříve se amoniak v horší jakosti (velké procento vody) používal v zemědělství, kam byl dopravován v cisternách a používal se jako dusíkaté hnojivo (postřikem). V domácích ledničkách se používalo absorpční chladicí zařízení, s pracovním médiem dvojice amoniak – voda. V takovém zařízení byly náplně velmi malé (pouze několik dekagramů amoniaku) a prakticky nikoho neohrožovaly.

Velká průmyslová chladicí zařízení se vyráběla u nás dříve také i absorpční, ale tato výroba byla po roce 1947 převedena do SSSR. Pro velkou energetickou náročnost není u nás používána.

⁵ MITÁČEK, I. Na zimním stadiónu unikl čpavek.[online], Katastrofy.com, 25.5.2006
URL:<<http://www.katastrofy.com/scripts/index.php>>

1.1.2 Vlastnosti amoniaku

Chemický název látky / obchodní název přípravku: amoniak bezvodý

Amoniak - základní charakteristika nebezpečné chemické látky: má silné dráždivé účinky na sliznice očí a dýchacích cest, může poškodit plicní tkáň. Při vysokých koncentracích způsobuje poruchy centrální nervové soustavy. Inhalační a povrchová zasažení, možný vznik třaskavé směsi i kontaminace terénu a vod.

Nejzávažnějším nepříznivým účinkem amoniaku na životní prostředí je jeho schopnost měnit hodnotu pH vodního prostředí.

Fyzikální a chemické vlastnosti:

Skupenství při 25° C, normálního tlaku (101.325 kPa): plynné

Barva: bezbarvý plyn

Zápach: štiplavý po čpavku

Teplota tání: -77,7° C

Teplota varu: -33,4° C

Bod vzplanutí: 650° C

Hořlavost: přestože jsou stanoveny hodnoty hořlavosti, lze se vzduchem jen obtížně zapálit

Meze výbušnosti: horní mez: 28% objemových - dolní mez: 15% objemových

Tenze par (při 20° C) : 860 kPa

Hustota par ke vzduchu (při 20° C): 0,597 kg.m⁻³

Rozpustnost (při 20°C) – ve vodě: 34%

Samozápalnost: není samozápalný⁶

Jak uvádí MARHOLD, J.: „Podle některých údajů je amoniak cítit již od koncentrace 1 ppm, podle jiných teprve od 50 ppm, většinou se však dnes udává koncentrace 5 ppm. Pro delší pobyt je přijatelná koncentrace 20 až 100 ppm, vzhledem k rychlému návyku lze dobře vydržet hodinu v koncentraci 300 až 500 ppm. Půlhodinový pobyt v koncentraci 2 500 ppm je už životu nebezpečný a koncentrace přes 5 000 ppm rychle usmrcuje. Koncentrace vyšší než 10 000 ppm poškozují již kůži, a jsou tedy nebezpečné i tehdy, když jsou dýchací orgány chráněny.

Vysoké koncentrace amoniaku způsobují zástavu dechu. Nejčastěji je to zástava přechodná, může však dojít i k velmi rychlé smrti. Hlavním nebezpečím je při delším pobytu ve vyšších koncentracích možnost vzniku edému plic. Po velké expozici zůstává rohovka průhlednou, avšak necitlivou a teprve za 7 až 10 dní se může zakalit a může se pak i dále projevit katastrofální poškození oka, pronikající do hloubky a vedoucí ke slepotě.

Celkové účinky po vstřebání mají při inhalační expozici jen podružný význam. Je možnost dráždění ústředního nervstva až křečí, mohou být poškozeny ledviny, u žen může dojít ke krvácení z rodidel, u těhotných k potratu.⁷

Amoniak je zařazen podle klasifikace nebezpečnosti R – větami:

R 10 – hořlavý

R 23 – toxický při vdechování

R 34 – způsobuje poleptání

⁶

Bezpečnostní list společnosti Chemopetrol a.s. – viz.příloha č.2

⁷

MARHOLD, J.: Přehled průmyslové toxikologie, Anorganické látky, Avicenum, Praha 1980

R 50 – toxický pro vodní organismy

Podle nebezpečnosti pro životní prostředí S – větami:

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 vodu a okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc

S 36/ 37/ 39 - používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít

S 45 - v případě nehody nebo necítíte-li se dobře okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc, (je-li možno, ukažte toto označení)

S 61 - zabraňte uvolnění do životního prostředí⁸

1.2 Průmyslová chladicí zařízení – současný stav

V dnešní době jsou nejen ve městech, ale i na vesnicích provozována různá průmyslová zařízení, kde je využíván jako chladicí médium amoniak. Využívají se například v potravinářství – v mlékárnách, mrazárnách, pivovarech, sodovkárnách, jatkách, v prodejnách potravin, atd. Ve velkých klimatizačních zařízeních, zimních stadionech, a jiné.

Tato zařízení se mnohdy provozují v centru města, kde je vysoká koncentrace osob. V současnosti se používají převážně průmyslová zařízení kompresorová, která mají často velké náplně chladicího média – hlavně amoniaku. (Od několika set kilogramů do desítek tisíc kilogramů). Např. Pivovar Popovice – 23 tun, Mrazírny Litoměřice – 27 tun, Prazdroj Plzeň – 30 tun, zimní stadion Přerov – 300 kg). Tyto objekty však

⁸ SKÁCEL, A. Hodnocení zdravotních rizik expozicí chlóru a amoniaku. Protokol č. 131304 o autorizovaném hodnocení zdravotních rizik, Ostrava, Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, 2004

nespadají pod dikci zákona č.59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií ve smyslu jejich zařazení do skupiny A. Pro zařazení objektu nebo zařízení do kategorie A – provozovatelé s menšími zádržemi nebezpečných chemických látek a přípravků – je až od množství 50 tun amoniaku.⁹

1.2.1 Průmyslová chladicí zařízení – z pohledu současných právních norem

Jak je uvedeno ve vyhlášce č.392/2003 Sb., o bezpečnosti provozu technických zařízení a o požadavcích na vyhrazená technická zařízení tlaková, zdvihací a plynová při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem, chladicí zařízení jako celek není vyhrazeným technickým zařízením.¹⁰ Mezi vyhrazená technická zařízení patří pouze tlakové nádoby a elektroinstalace. Na těchto zařízeních se provádí revize dle platné české technické normy ČSN-EN 378-2 revizními technikami s příslušným oprávněním. (Dále jen ČSN-EN 378-2).¹¹

Projekce, montáž, jednotlivé aparáty a dodávky dílů chladicích zařízení musí být provedeny v souladu se zákonem č. 22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů.¹²

Podle nařízení vlády č. 26/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na tlaková zařízení (český ekvivalent Směrnice Evropského parlamentu a Rady 97/23/EC), kterým se stanoví technické požadavky na tlaková zařízení, se provádí posouzení shody průmyslových chladicích zařízení dle příslušných modulů. Toto vykonává výrobce, při

⁹ MIKA, O., VIK, M., KELNAR, L. Rozšířené a závažné zdroje rizik. [online] Odborný časopis 112, 2004, č.9. URL: <http://www.mvcr.cz/2003/casopisy/112/0409/mika_info.html>

¹⁰ Vyhláška č.392/2003 Sb., o bezpečnosti provozu technických zařízení a o požadavcích na vyhrazená technická zařízení tlaková, zdvihací a plynová při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem [9.září 2003]

¹¹ Česká technická norma ČSN EN 378-2; Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – část 2: Konstrukce, výroba, zkoušení, značení a dokumentace [listopad 2000]

¹² Zákon č.22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů [24.ledna 1997]

řazení do určitých modulů autorizovaná osoba.¹³ Jí přísluší před uvedením do provozu vystavit prohlášení o shodě-tzv.certifikát. (Viz.příloha č.1). Vzhledem k nebezpečnosti amoniaku, velikosti průmyslových zařízení a přítomnosti tlakových nádob je posouzení shody autorizovanou osobou nezbytné.

Dílčí certifikát tlakové nádoby dle Evropské směrnice 97/23/EC se vydá před uvedením do provozu na zařízení jako celek. Projektová a předávací dokumentace je nedílnou součástí zařízení. Před uvedením do provozu musí mít provozovatel k dispozici instrukční příručku zpracovanou v souladu s ČSN EN 378–2, havarijní plán úniku chladiva v souladu se zákonem č. 239/2000Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.¹⁴ Musí mít také vypracovanou dokumentaci o ochraně před výbuchem, v souladu s nařízením vlády č.406/2004 Sb. o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu a ostatními interními předpisy.¹⁵

1.3 Prevence rizik úniku amoniaku z průmyslových chladících zařízení

1.3.1 Prevence rizik úniku amoniaku – vypracování technické dokumentace

Prevence rizik se musí řešit již při zadání vypracování technické dokumentace. Je přitom nutno se řídit procesem schvalování dle platných předpisů.^{10,11}

Před uvedením tlakového zařízení na trh zajišťuje výrobce posouzení shody s požadavky technických předpisů každého zařízení v závislosti na kategorii daného tlakového zařízení podle nařízení vlády č. 26/2003 Sb.¹¹ Dále je nutno vystavení certifikátu, bez kterého nesmí být zařízení uvedeno do provozu. Certifikát vyhotovuje notifikovaná osoba, která vydáním certifikátu osvědčí, že výrobek nebo činnosti s výrobou související jsou v souladu s technickými požadavky na výrobky. Musí být

¹³ Nařízení vlády č.26/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na tlaková zařízení [9.prosince 2002]

¹⁴ Zákon č. 239/2000Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů [28.června 2000]

¹⁵ Nařízení vlády č.406/2004 Sb. o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu [2.června 2004]

provedena též výchozí revize vyhrazených technických zařízení (tlakové nádoby, elektroinstalace) revizním technikem.

1.3.2 *Prevence rizik úniku amoniaku – vypracování provozní dokumentace*

Před uvedením do provozu musí být vypracovaná provozní dokumentace (certifikáty, instrukční příručka, provozní deník) a musí být provedeny revize vyhrazených zařízení. Veškerou dokumentaci musí mít k dispozici provozovatel.

1.3.3 *Prevence rizik úniku amoniaku – odborná způsobilost obsluhy zařízení*

Obsluha chladicího zařízení musí být řádně proškolená a přezkoušena ze svých znalostí ke způsobilosti obsluhovatele zařízení - bezpečnostních předpisů, zvláště ČSN-EN 378-1¹⁶, ČSN EN 378-2, ČSN EN 378-3¹⁷, ČSN EN 378-4 - provozu a obsluhy zařízení¹⁸, ČSN 690012 –obsluha tlakových nádob¹⁹, havarijný plán úniku chladiva, používání dýchacích přístrojů, opatření k zamezení výbuchu dle nařízení vlády č.406/2004 Sb., o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu.¹⁵ Obsluha se musí podrobit lékařské prohlídce k zjištění způsobilosti práce v prostředí s mírnou koncentrací amoniaku, práce s dýchacími přístroji a ochrannou maskou.

Každé chladicí zařízení má instrukční příručku pro provoz chladicího zařízení vypracovanou v souladu s ČSN EN 378-3. Vstupy do strojoven musí být označeny výstražnými tabulkami a upozorněním, které sděluje, že do strojovny nesmí vstupovat neoprávněné osoby. Obsluha i osoby odpovědné za provoz se musí řídit podle této příručky.

¹⁶ Česká technická norma ČSN EN 378-1; Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – část 1: Základní požadavky, definice, třídění a kritéria volby [duben 2001]

¹⁷ Česká technická norma ČSN EN 378-3; Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – část 3: Instalační místo a ochrana osob [listopad 2000]

¹⁸ Česká technická norma ČSN EN 378-4; Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – část 4: Provoz, údržba, oprava a rekuperace [listopad 2000]

¹⁹ Československá státní norma ČSN 690012; Tlakové nádoby stabilní, provozní požadavky [leden 1986]

Ve strojovně a v místnostech kde se nachází aparáty, potrubí, iniciační zdroje (přímotopné spotřebiče), se nesmí kouřit a vstupovat s otevřeným ohněm.

Elektroinstalační zařízení je provedeno do „prostředí normálního“ – detektory chladiva musí být nastaveny podle ČSN EN 378-3 na maximální hodnotu 500 ppm (380mg/m^3). V případě zvýšení koncentrace chladiva v prostoru nad tuto mez, se musí automaticky vypnout elektrické zařízení a detektory uvedou do činnosti poplašné zařízení. Zapnou se havarijní ventilátory a osvětlení, které jsou konstruovány „do výbuchu.“ Páry čpavku jsou lehčí než vzduch, proto se havarijní ventilátory umísťují u stropu.

1.3.4 *Ochranné prostředky pro obsluhu chladícího zařízení*

- Zařízení pro zjišťování přítomnosti čpavku v ovzduší (kyselina solná, nebo detekční trubičky)
- Lékárnička se zdravotnickými potřebami pro poskytnutí první pomoci. Ve vybavení nesmí chybět: vinný ocet 8%, kyselina boritá 3%, sterilní parafinový olej, kyselina citronová 2% (v uzavřené stříkací lahvi s balónkem), fyziologický roztok ve složení: 8,5g NaCl, 0,2g CaCl_2 , 0,1g NaHCO_2 na 1000g vody (v uzavřené stříkací lahvi s balónkem), vata, sterilní mul, obinadlo hydrofilní a obinadlo elastické - široké 5 až 10cm a dlouhé 5 až 10m. /lékárnička – 1 kus ve velínu strojovny a 1 kus na vrátnici/
- Ochranné masky celoobličejové se dvěma filtry typu „K“ – každý pracovník velínu
- Pryžové rukavice – každý pracovník velínu
- Těsně přiléhavé ochranné brýle – každý pracovník velínu
- Plexi štít – každý pracovník, ochranná přilba – každý pracovník

Prostředky pro případ nouzových situací - například dýchací přístroje, ochranné obleky, holinky, pokrývky hlavy s širokým okrajem, sprcha k použití (v případě zasažení chladivem).

Rozmístění hasících přístrojů a jiných prostředků nejsou do tohoto seznamu zahrnuty.

Seznam prostředků pro nouzové situace musí být schválen hasičským sborem, v souladu s ČSN EN 378-3.

1.3.5 Provádění revizních prohlídek chladicího zařízení

Jak uvádí nařízení vlády č.378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí - § 4, odst.2: *„Zařízení musí být vybaveno provozní dokumentací. Následná kontrola musí být prováděna nejméně jednou za 12 měsíců v rozsahu stanoveném místním provozním předpisem, nestanoví-li zvláštní právní předpis, popřípadě průvodní dokumentace nebo normované hodnoty rozsah a četnost následných kontrol jinak.“*²⁰

Podle ČSN EN 378-2 (příloha C,D) se revizní prohlídka chladicího zařízení jako celku musí provádět nejméně 1x ročně (revizní technik může lhůty zkrátit).

- Provozní revize tlakových nádob se musí provádět minimálně 1x za dva roky.
- Měření síly stěn tlakových nádob a potrubí ultrazvukem minimálně 1x za 5 let.
- Revize pojišťovacích ventilů 1x za rok.
- Kalibrace tlakoměrů, tlakových převodníků a teploměrů 1x za 2 roky.
- Zkoušky tlakoměrů vynulováním 1x za 3 měsíce.
- Revize tlakových nádob dýchacích přístrojů 1x za 5 roků.
- Revize přístrojové techniky dýchacích přístrojů 1x za 4 roky.

²⁰

Nařízení vlády č.378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí - § 4, odst.2 [12.září 2001]

- Výměna vzduchové náplně dýchacích přístrojů 1x za rok.
- Prohlídka ochranných prostředků dýchacích orgánů 1x měsíčně.
- Revize tlakových nádob se musí provádět alespoň 1x za 2 roky.
- Prověřování funkce havarijních ventilátorů a nouzového osvětlení 1x za 3 měsíce.
- Revize elektroinstalace se provádí dle platných norem.

Servis a periodické kontroly funkčnosti detekce úniku chladiva se smluvně zajišťuje u odborné firmy.

Vnitřní revize a tlakové zkoušky se provádí pouze při generální opravě, přemístění expanzní nádoby a výjimečně v dalších případech dle ČSN.

Roční kontrola chladicího zařízení odbornou osobou (v souladu s ČSN EN 378 1-4):

1. Kontrola těsnosti chladicího zařízení
 - kontrola bezpečnostních zařízení, jejich nastavení – ochranné a řídicí prvky kompresorů včetně kalibrace transmitrů tlaku, poplašná zařízení, signalizace nouzových situací, prověření funkce měření a regulace, havarijního větrání a osvětlení.
2. Kontrolní prohlídka z hlediska koroze – provozovatel zajistí přístup k měřeným stěnám s izolací (u starších typů zařízení)
3. Kontrola provozní dokumentace chladicího zařízení
 - instrukční příručky pro provoz
 - havarijní plán úniku chladiva
 - zápisy o plnění a vypouštění chladiva
 - seznamy osobních ochranných prostředků
 - prostředků pro bezpečnost osob používaných při údržbě
 - certifikátů
 - zkoušek komponentů zařízení nutné k provozování
 - revizní zprávy elektroinstalace, hromosvodů, hasících přístrojů, aj.
4. Kontrola způsobilosti obsluhy chladicího zařízení
 - školení zaměstnanců – první pomoc při zásahu chladivem
 - zdravotní způsobilost
5. Kontrola prostor mimo strojovnu, kde je umístěno chladicí zařízení – splnění bezpečnostních požadavků
6. Celkové posouzení provozní bezpečnosti včetně stanovení závad a termínů jejich odstranění
7. Prověření funkčnosti hladinových, regulátorů provozních hodnot

Rozsah ročních prohlídek je dán ČSN EN 378-2, zejména přílohou „C“. (Revizní technik může lhůty zkrátit). O této roční kontrole se vypracuje písemná zpráva, která je předána provozovateli.

Pracovník vykonávající prohlídku (revizní technik) může navrhnout pro zachování provozu takové provizorní zapojení, která nejsou v rozporu s platnými ČSN-EN. Toto však musí být uvedeno ve zprávě o prohlídce. Nelze nařídit taková provizorní opatření, při kterých by byla ohrožena bezpečnost osob, věcí, porušeny platné normy a předpisy. Revizní orgán má právo na spolupráci s Inspektorátem bezpečnosti práce, hrozí-li akutní nebezpečí ze špatného stavu zařízení nebo jeho částí a dát provozovateli písemně návrh na zastavení provozu. Provoz může být obnoven po odstranění závady.

O provedení prohlídky se vypracuje zpráva. V této zprávě se podrobně zaznamená výsledek prohlídky a případné návrhy na úpravu nebo opravu s udáním lhůty, do kdy se má náprava učinit. Ve zprávě musí být uvedeny rovněž podrobné pokyny pro přechodnou úpravu a obsluhu, jestliže se tohoto řešení použije. Dále se ve zprávě uvede stav a uložení osobních a ochranných pomůcek, zejména dýchacích přístrojů, aj.

Pravidelné provádění prohlídek musí zajistit provozovatel chladicího zařízení ve stanovených lhůtách. (Viz.str. 19-20). Provozovatel musí vyjít reviznímu technikovi vstříc při provádění prohlídky, přitom nesmí revizního technika ovlivňovat. Reviznímu technikovi musí být umožněn vstup do všech prostorů podléhajících prohlídce a musí mu být k dispozici veškeré dostupné podklady o chladícím zařízení. Uživatel musí revizního technika seznámit se všemi nedostatky, vadami, zvláštními jevy, které se při provozu vyskytly.

1.4 Modelový plán největšího úniku amoniaku vypracovaný dle modelového programu USA „MODEL RISK MANAGEMENT PROGRAM AND PLAN FOR AMMONIA REFRIGERATION“

1.4.1 Povinný vstup

Množství (kg) v případě největšího úniku by mělo být stanoveno následovně:

- Pro látky v nádobě, největší množství obsažené ve sběrné nádobě

- Pro látky v potrubí

Pro chladicí systémy s amoniakem jsou očekávaným místem největšího úniku (únik celkového množství amoniaku najednou) tlakové sběrné nádoby.

Ve většině částí chladicího systému je amoniak pod tlakem jako kapalina, množství M je zcela uvolněno za dobu 10 minut. Toto je nejpravděpodobnějším předpokladem pro případy největšího úniku v chladicích systémech podle modelového programu MODEL RISK MANAGEMENT PROGRAM AND PLAN FOR AMMONIA REFRIGERATION.²¹

Rychlost větru/třída stability atmosféry:

Při modelování největšího úniku amoniaku je kalkulováno s rychlostí větru 1,5 m/s a třídou stability F (tato stabilita se řadí mezi velmi stabilní podmínky- inverzi, rychlost větru 1,5 m/s ve výšce 10 m, teplota 25°C, oblačnost – zataženo 70% oblohy, vlhkost vzduchu 76 %).²² Jestliže se neprokáže, že místní meteorologická data ukazují vyšší rychlost větru nebo méně stabilní počasí, může být tato rychlost větru použita. *Koncový bod toxicity* pro amoniak je 200 ppm (0,14 mg/l). Pozn. Koncový bod toxicity je konečná hranice toxického účinku amoniaku při koncentraci 200 ppm. „Tato koncentrace byla publikována Americkou asociací pro průmyslovou hygienu (AIHA) a je to maximální koncentrace ve vzduchu, při které se předpokládá, že skoro všechny osoby jí mohou být vystaveny až po dobu jedné hodiny, aniž by došlo k vývoji nevyléčitelných či jiných vážných zdravotních následků nebo symptomů, které by mohly zhoršit schopnost přijmout ochranná opatření.“²¹

²¹ SCIENCE APPLICATIONS INTERNATIONAL CORPORATION RESTON, VA: MODEL RISK MANAGEMENT PROGRAM AND PLAN FOR AMMONIA REFRIGERATION [May 1996]

²² FOLWARCZNY L., POKORNÝ J.: Evakuace osob, SPBI Spektrum, Ostrava 2006, ISBN: 80-86634-92-2

1.4.2 Množství amoniaku uvolněného v případě největšího úniku

Předpokládejme největší hmotnost M (kg) amoniaku, která je zkapalněna pod tlakem v jakékoli nádobě chladicího systému. Pro většinu systémů bude tato nádoba vysokotlaká nádrž s typickým tlakem v rozmezí do 1 600 kPa, u chladicích zařízení se vzduchovými kondenzátory do 2 200 kPa.

Nízkotlaké nádoby mají maximální provozní přetlak do 1 300 kPa. Vysokotlaké nádoby mají maximální provozní přetlak do 1 600 kPa.

Hmotnost M by měla zahrnovat veškerý kapalný amoniak v potrubí spojeném s nádobou a v jakékoli jiné nádobě, která může vytéci přímo do potrubí spojeného s nádobou. Dále maximální množství amoniaku, které by mohlo být v nádobě kdykoliv, nejen v době normálního provozu. I s touto situací by se mělo kalkulovat.

Například, jestliže je nádoba používána ke skladování části nebo všeho amoniaku, zatímco zbytek systému je opravován, pak množství M by mělo zahrnovat veškerou hmotnost amoniaku, která je v této době v nádobě.

1.4.3 Stanovení vzdálenosti dosahů toxického účinku uvolněného amoniaku v případě největšího úniku

Podle hmotnosti celkového množství uvolněného amoniaku M , najdeme v tabulce č.1 ve sloupci „Celkové uvolněné množství amoniaku“ odpovídající vzdálenost ke koncovým bodům toxicity pro městské a venkovské oblasti. Pokud není množství uniklého amoniaku shodné s uvolněným množstvím uvedeném v tabulce, přikloníme se vždy k nejbližší vyšší uvedené hmotnosti.

Tabulka č.1 – Předpokládaná vzdálenost ke koncovému bodu toxicity

Celkové uvolněné množství amoniaku M (kg)	Předpokládaná vzdálenost ke koncovému bodu toxicity (m)	
	venkovská	město
500	950	640
750	1 130	750
1 000	1 300	870
1 500	1 560	1 050
2 000	1 800	1 200
2 500	1 980	1 350
3 000	2 190	1 470
3 500	2 340	1 560
4 000	2 520	1 680
4 500	2 670	1 770
5 000	2 850	1 860
7 500	3 450	2 250
10 000	3 990	2 580
12 500	4 500	2 850
15 000	4 920	3 120
17 500	5 340	3 360
20 000	5 730	3 570
22 500	6 090	3 780
25 000	6 420	3 960
30 000	7 080	4 320
35 000	7 680	4 650
40 000	8 220	4 980
45 000	8 730	5 250

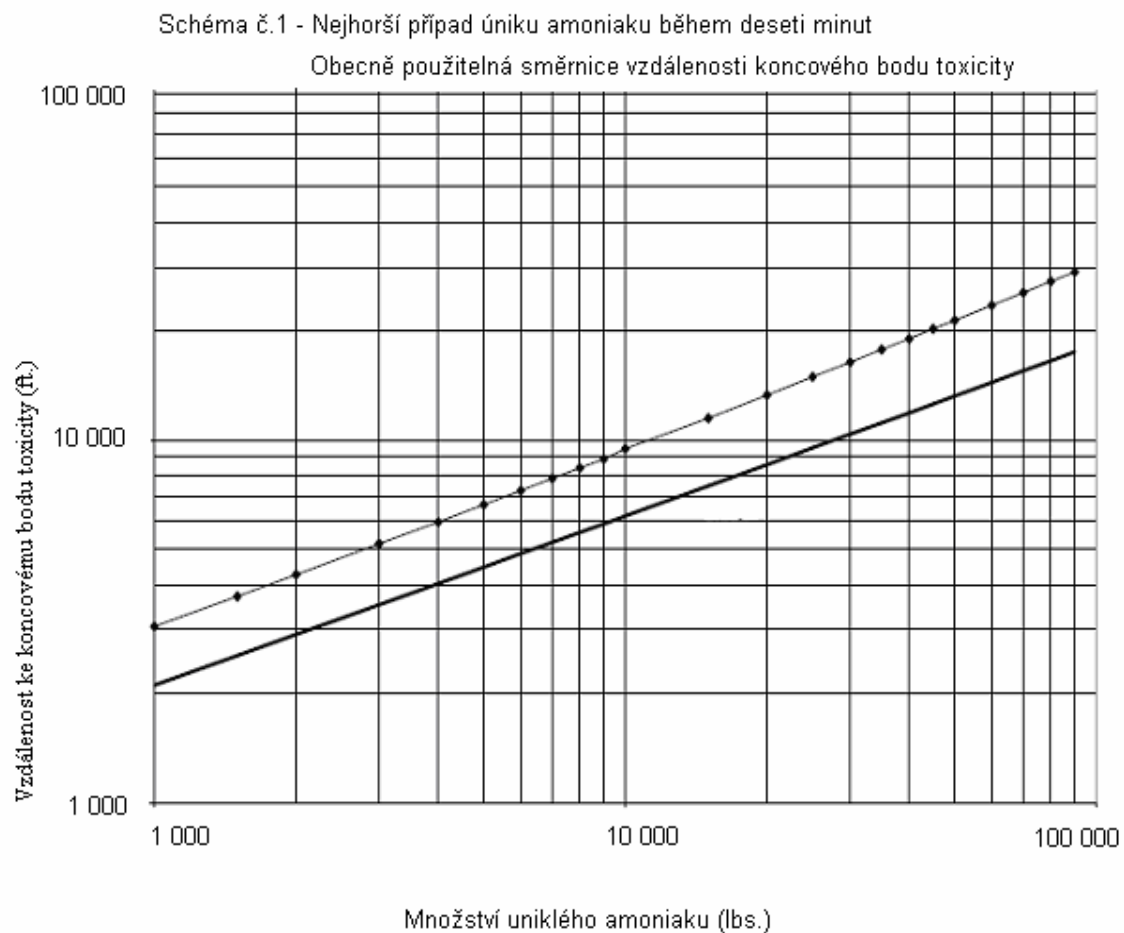
Převzato z MODEL RISK MANAGEMENT PROGRAM AND PLAN FOR AMMONIA REFRIGERATION [21]

K rozhodnutí, zda příslušná oblast je venkovská, nebo městská, použijeme následující návod. Jestliže 50% krajiny v okruhu 1,6 km může být popsáno tak, jak je označeno níže, pak oblast může být klasifikována jako městská:

- a) Těžký průmysl (výrobní závody, 3-5 patrové budovy, rovné střechy, tráva a stromy zřídka)
- b) Lehký, až středně těžký průmysl (koleje, garáže, skladiště, průmyslové parky, menší stavby, 1-3 patrové budovy, rovné střechy, omezené zatravněné a zalesněné plochy)
- c) Obchodní zástavba (úřady a byty, hotely, rovné střechy, omezené zatravněné a zalesněné plochy)
- d) Obytná zástavba (rodinné domy blízko u sebe, 2-patrové budovy a méně, omezené travnaté plochy a několik starých stromů).

Pokud se nehodí žádný z výše uvedených, oblast by měla být klasifikována jako venkovská.

Schéma č.1 reprezentuje tabulku č.1 v grafické formě²⁰



Pozn. Schéma bylo v originále popsáno v anglickém jazyce, sama jsem udělala překlad do českého jazyka

Tabulka č.2 - Modelování základních projevů průmyslových havárií Ing. František Dittrich, CSc., Dr. Zdeněk Čejka²³

Pásmo ohrožení	Přetlak na čele vlny Dp (kPa)	Účinek
Minimální Dp < 10 kPa	0,5 5,0 - 15,0 7	žádná poškození vytlučená okna 50 % vytlučených oken
Mírné Dp = 10 - 30 kPa	5,0 - 20 VII.14 X.30 15 14 - 21 20 - 30	zničení oken, poškození lehkých staveb, poranění osob poletujícím sklem poškození obložení z vlnitého azbestu, oceli, hliníku, dřevěného obložení, poškození hlavních spojů částečné rozrušení staveb, lehčí poškození organismu povalení stojících osob rozbití betonových nebo škvárobetonových stěnových nevyztužených panelů síly 200-300 mm značné rozrušení městských staveb
Střední Dp = 30 - 100 kPa	34 48 - 55 60 - 70 100	nebezpečí prasknutí ušních bubínků rozrušení cihlových nevyztužených stěn síly 200-300 mm rozrušení železobetonových staveb úplné rozbití staveb s výjimkou železobetonových staveb odolných zemětřesení, 50 % prasknutí ušních bubínků
Silné Dp > 100 kPa	50 - 250 150 - 200 200 - 300	poboření kamenných, cihlových a dřevěných budov, převrácení železničních vozů, poškození elektrické sítě smrt organismů, rozrušení staveb odolných proti zemětřesení rozrušení ocelových mostů

²³ DITTRICH, F., ČEJKA, Z. Modelování základních projevů průmyslových havárií, TLP s.r.o., Praha, Česká republika [online]
URL:<<http://www.spbi.hgf.vsb.cz/html/clan17.htm>>

1.4.4 Pasivní zmírňování účinku uvolněného amoniaku v případě největšího úniku

Směrnice pro tabulku č.1 byla připravena za předpokladu, že nedochází k žádnému pasivnímu zmírňování. Na první pohled se může zdát, že to je vysoce pesimistický předpoklad, protože v mnoha chladících systémech nejhorší únik nastane z nádoby, která je například uvnitř kompresorové místnosti.

Nicméně není jednoduché prokázat, že typická budova s kompresory a nádobami uvnitř, opravdu zmírní následky úniku, který nastane. Pro mnoho budov by náhlý únik obsahu vysokotlaké nádoby mohl způsobit tlaky, kterým by neodolala typická strusková cihla, nebo železobeton. Tudíž může být obtížné dokázat, že případ nejhoršího úniku může být zmírněn konstrukcí budovy.

V některých zařízeních (například v potravinářských provozech) může být požadován chladnější amoniak (pod -15°C). Když nastane výron toho amoniaku, vylije se jako kapalina na podlahu a asi v průběhu 10 minut nebo i déle se bude odpařovat mnohem nižší intenzitou, než odpovídá výronu z vysokotlakého sběrače.

Navíc se tyto nízkoteplotní nádoby umísťují většinou uvnitř budov a je pravděpodobné, že by toto dále snížilo účinnou míru úniku do ovzduší vně provozní budovy chladícího zařízení.

V okruzích chladícího zařízení existuje i pára amoniaku za různých teplot a tlaků. Dojde-li k porušení parního prostoru (např. vysokotlakého sběrače amoniaku), vznikne bouřlivý proud unikající páry amoniaku (pára má nižší hustotu než vzduch). Při dané velikosti otvoru a daném tlaku bude míra hmotnosti úniku mnohem nižší než v případě kapalného amoniaku. Takže je nepravděpodobné, že by únik ve formě páry mohl představovat nejhorší případ.

Nejhorší scénáře pro úniky amoniaku zahrnují katastrofické poruchy sběračů kapalného amoniaku pod tlakem. Bývají to hlavně vysokotlaké sběrače. V těchto

případech jsou větrání a možnosti úniku ven neefektivní ve zmírnění počátečního tlakového impulsu a počáteční objem je dán parametry budovy.

Náhlé úniky uvnitř budovy mohou mít za následek tvorbu tlaků vyšších než atmosférický anebo snížení tlaku, které následuje smíchání amoniaku se vzduchem a následným ochlazením při vypařování. Rozdíl tlaků může způsobit i destrukci budovy.

Náhlé úniky uvnitř budov se dějí ve dvou krocích. Expanze amoniaku a stlačení vzduchu v místnosti v prvním kroku, smíchání amoniaku se vzduchem v místnosti ve druhém kroku.

Pro informativní posouzení těchto událostí nám slouží tabulka č.3

Tabulka č.3 - Předpokládané podmínky náhlého výronu amoniaku uvnitř budovy

1.fáze: Expanze/ stlačování			2.fáze: Směšování	
Φ (m ³ /kg)	T ₁ (K)	P ₁ (kPa)	T ₁ (K)	P ₁ (kPa)
0,5	250	165	232	145
1,0	246	137	223	113
2,0	244	124	215	094
5,0	241	109	208	082
10,0	241	105	203	076
20,0	240	103	252	088
50,0	240	102	285	096

(MODEL RISK MANAGEMENT PROGRAM AND PLAN FOR AMMONIA REFRIGERATION)

Pozn. Původní tabulka byla uvedena v anglickém jazyce a v anglosaských jednotkách. Byla přeložena do českého jazyka a jednotek SI.

- Φ objem místnosti na jednotku hmotnosti skladovaného amoniaku
- P₁ absolutní tlak v místnosti na konci prvního, druhého kroku
- T₁ teplota vzduch na konci prvního, druhého kroku

1.5 Alternativní (malé) úniky amoniaku

Alternativní úniky jsou mnohem pravděpodobnější než náhlý únik celkového množství amoniaku. (Jedná se většinou o menší úniky chladiva – nejčastěji z potrubí).

Je možno si představit celou řadu alternativních scénářů, z nichž pravděpodobně jsou nejčastější tyto:

1. Únik z přepouštěcích hadic v důsledku trhlin nebo náhlého rozpojení hadice
2. Únik z technologického potrubí v důsledku porušení přírub, spojů, svárů, ventilů, výpustí nebo odběrných míst
3. Únik z technologických nádob nebo čerpadel vlivem trhlin, porušení těsnění, vypouštění, odběru chladicího média nebo závady na zátce
4. Přeplnění nádoby, překročení přetlaku a únik přes pojistné ventily, pojistné membrány
5. Nekvalifikované zacházení s nádobami

Je samozřejmé, že existuje mnoho dalších pravděpodobných scénářů. Logicky je možno usoudit, že pro mnoho scénářů představuje účinný ekvivalent únik z malého otvoru o průměru 0,635 cm²¹. Jedná se zejména o prasknutí těsnění nebo průsak těsnění čerpadla. Proto jedním takovým pravděpodobným scénářem by mohl být výron čpavku za podmínek vysokotlakého sběrače kapalného chladiva přes tryskový otvor 0,635 cm. Pak by mohla být jako typickou označena intenzita výronu 0,75 kg/s (45 kg/min.). /Vypočtená hodnota zjištěna podle Bernoulliho rovnice/.²¹

Scénář je nutno modelovat za určitých meteorologických podmínek dané lokality, tzn. že se musí uvažovat se dvěma meteorologickými situacemi – neutrální klimatické podmínky (třída stability D) a kritické klimatické podmínky (třída stability F).²⁴

²⁴ RMP EPA GUIDANCE: Environmental Protection and Emergency Response, Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office (1999). RMP Series Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis. 550-B-99-009

V případě alternativního úniku se dle modelového plánu USA bere v úvahu třída stability D a rychlost větru 3m/s. (V případě největšího úniku byla použita třída stability F).

Vlastník nebo provozovatel může provést vlastní modelování sám, jsou zde však dvě významná hlediska, které musí vzít v úvahu:

- správné charakterizování podmínek pro zdroj (např. intenzita výronu, teplota, hustota, aj.)
- volba správného modelu rozptylu

Není bohužel možno popsat do nejmenších podrobností obě tato hlediska, se kterými je nutno kalkulovat.

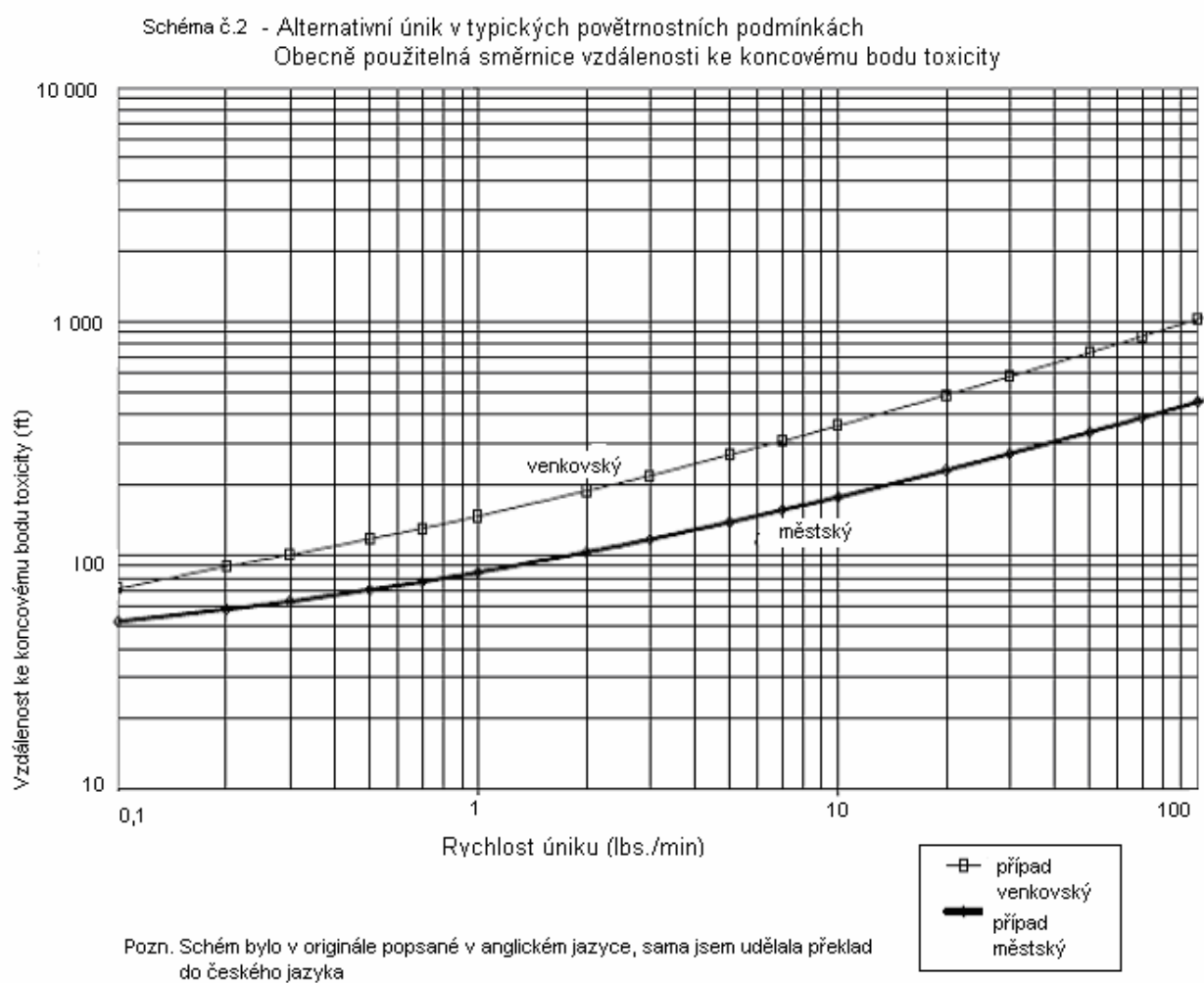
Tabulka č.4 – Předpokládaná vzdálenost ke koncovému bodu toxicity

Uvolněno množství amoniaku [kg/min]	Vzdálenost koncového bodu toxicity [m] od zdroje	
	venkov	město
0,05	20	15
0,1	27	20
0,15	30	19
0,25	35	20
0,35	39	24
0,5	45	25
1,0	57	30
1,5	66	36
2,5	80	40
3,5	90	50
5,0	110	55
10,0	150	70
15,0	180	80
25,0	220	100
35,0	260	120
50,0	310	140

75,0	380	160
100,0	590	280
150,0	740	350
250,0	980	460

(MODEL RISK MANAGEMENT PROGRAM AND PLAN FOR AMMONIA REFRIGERATION)

Pozn.: Tabulka byla v anglickém jazyce, v anglosaských jednotkách. Byla přeložena do českého jazyka a přepočítána na SI jednotky.



Vysvětlivky anglosaských jednotek: ft (foot) - stopa = 0,3048 m

lb (libra) = 0,454 kg

1.6 Definice dopadů uniklého amoniaku na obyvatelstvo

Pro oba scénáře (případ nejhoršího úniku a alternativní) musí vlastník, nebo provozovatel odhadnout 2 důležitá čísla - počet osob v kruhu, jehož střed tvoří bod úniku a poloměr je vzdálenost k vypočítaným koncovým bodům toxicity, jak bylo již popsáno.

Počet obyvatel musí zahrnovat bydlící obyvatelstvo. Musí se vést v patrnost i přítomnost škol, nemocnic, věznic, veřejných rekreačních oblastí, stadionů a hlavních obchodních a průmyslových zařízení. K odhadu počtu obyvatelstva musí být použity nejnovější údaje.

Posouzení definice dopadů by měla určit komise odborníků, která určí zařazení chladicího zařízení dle ČSN EN 378 -1.

1.7 Definice dopadů účinku uniklého amoniaku na životní prostředí

Vlastník, nebo provozovatel musí vyjmenovat všechny rezervace, chráněná území a objekty, které se nachází v okruzích vzdáleností podle tabulky č.1. (str.24)

Nebezpečný je únik amoniaku v přírodě do vodních toků. Má neomezenou mísitelnost ve vodě a rozpustnost 540g/l vody²⁵. Je jedním z nejprudších jedů pro ryby, poškozují především nervovou soustavu a mimořádně nebezpečný je v chladnějších obdobích, kdy má největší rozpustnost.

Zasažené ryby jsou:

- neklidné, bouřlivě reagují na otřesy a světelné popudy
- ploutve jsou křečovitě natažené a chvějí se
- připojují se poruchy rovnováhy

²⁵ Amoniak, Integrovaný registr znečišťování, [online],24.4.2008
URL: <www.irz.cz/latky/amoniak>

- dostavuje se krváčení ze žaber
- dochází k úhynu s roztaženými ploutvemi a široce rozevřenými skřelemi a tlamou

1.8 Dokumentace vlastníků nebo provozovatelů při stanovení scénářů největšího a alternativního úniku amoniaku

Vlastník nebo provozovatel musí sledovat následující:

- a) Pro scénář nejhoršího případu úniku, pasporty nádob v souladu s ČSN 690010, projektovou dokumentaci chladicího zařízení, projekt budovy, ve které je chladicí zařízení umístěno.²⁶

V případě nových chladících zařízení, dokumentace o projektování a provedení chladicího zařízení v souladu s Nařízením vlády č. 26/2003 Sb.

Pro scénáře alternativního úniku musí být ukázán popis scénáře, použité předpoklady a parametry a odůvodnění jejich výběru. Předpoklady zahrnují použití administrativních kontrol a jakékoli zmírňování na uvolněném množství a rychlosti. Může být odkázáno na kapitolu 1.6, jestliže tam byl uvedený scénář použit.

- b) Dokumentace o odhadnutém uvolněném množství, rychlosti úniku a době trvání úniku.

- c) Použitá metodika k určení vzdáleností ke koncovým bodům toxicity (je dostatečné odkázat se na tento modulový plán)

- d) Údaje identifikující potenciálně postiženou populaci a životní prostředí

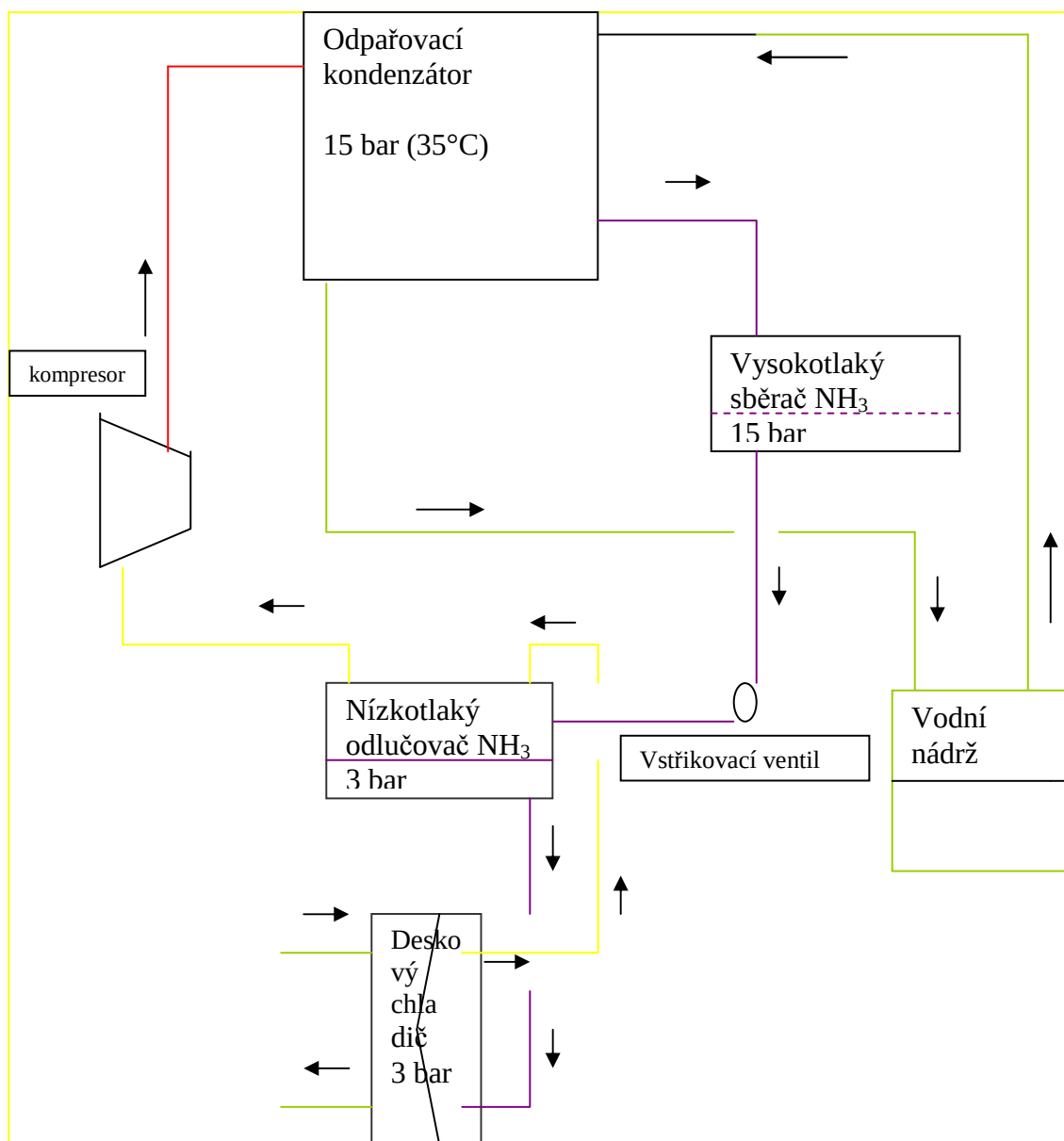
²⁶ Československá státní norma ČSN 690010; Tlakové nádoby stabilní, technická pravidla, výpočet pevnosti, klenutá dna nádob

1.9.1 Současné chladicí zařízení v závodě Madeta Pelhřimov

- umístění chladicího zařízení.....třída C
- způsob chlazení.....přímý-chlazení skladů
nepřímý-chlazení ledové vody
- použité chladivo.....čpavek - celková náplň 2 000 kg
- číselné označení.....R 717 – NH₃
- skupina chladiva.....L2
- bezpečnostní skupina.....B2

Pro porovnání dosahu toxických účinků amoniaku při úniku z chladicího zařízení jsem zvolila zařízení v závodě Madeta, a.s. Pelhřimov. Zde byla provedena výměna chladicích zařízení – z původního zastaralého zařízení o maximální náplni 3 500 kg amoniaku na současné moderní chladicí zařízení o maximální náplni 2 000 kg amoniaku. Přestože došlo k tomuto výraznému snížení náplně, nedošlo ke snížení chladicího výkonu – naopak, zvýšil se zhruba o jednu třetinu. (Z důvodu instalace deskových chladičů disponujících velkou teplotsměnnou plochou při malém množství amoniaku).

Schéma č.3 - Zjednodušené schéma současného chladicího zařízení v Madetě, a.s.
Pelhřimov ; (Převzato z firemní dokumentace)



Legenda:

- žlutá - páry čpavku za nízkého tlaku
- červená - přehřáté páry čpavku
- fialová - kapalný čpavek
- zelená - voda

V deskových chladičích dochází k ochlazování technologické vody z $+8^{\circ}\text{C}$ na $+2^{\circ}\text{C}$ kapalným amoniakem, který teče samospádem do chladičů. Směsi par a kapaliny (mokrě páry) přichází do odlučovačů čpavku, kde změnou proudění se kapalina usazuje na hladině, do sacího potrubí ke kompresorům přichází sytá pára. Kompresory vytlačují z nízkého tlaku cca 300 kPa na tlak kondenzační, až 1 500 kPa přehřáté páry cca 90°C . Přehřáté páry přichází do kondenzátorů, kde se ochladí a kondenzují. (Po registru trubek stéká chladicí voda, které se odebírá teplo vzduchem proudícím pomocí ventilátoru proti směru stékání vody. Odebíráním tepla se část vody odpaří a zbývající vodě se snižuje teplota. Amoniak jako kapalina se shromažďuje ve vysokotlakém sběrači, odkud je přes vstřikovací ventily doplňován do nízkotlakých odlučovačů. (Schéma bylo vypracované firmou ER – servis, s.r.o., České Budějovice).

Obr.č.2 - Vysokotlaký sběrač amoniaku 2 000 litrů



Vysokotlaký sběrač – 2 000 litrů byl i ve starém zařízení. Osadil se novými pojišťovacími ventily.

Kompresory SABROE řady SMC – každý kompresor je vybaven řídicím počítačem UNISAB. Mezi kompresory je zajištěna komunikace, kde zapínání kompresorů a jejich regulace výkonu je řízena automaticky. Kompresor při dosažení maximálně nastaveného provozního tlaku snižuje výkon nebo se automaticky vypne.

Obr.č.3 - Kompresory SABROE SMC 2 kusy, vzadu starý kompresor ČKD NF, ponechaný jako rezerva – pouze na ruční provoz (pouze při poruše nového zařízení)



Obr.č. 4 - Řídící jednotka UNISAB kompresoru SABROE – pro automatický provoz



Obr.č. 5 - Budova strojovny, s 2 kusy odpařovacích kondenzátorů na střeše



Obr.č. 6 - Deskový chladič vody v bloku s odlučovačem amoniaku



Deskové chladiče s odlučovači mají velkou teplotsměnnou plochu, přes malé rozměry a malou náplň chladiva mají velký chladicí výkon. Jsou spojeny s odlučovači chladiva. (Bezpečnostní prvky jsou od firmy DANFOSS).

Obr.č. 7 - Uzavírací ventily



Armatury – uzavírací ventily jsou zavařené přímo do potrubí, tím se zmenšilo riziko alternativních úniků (prasklá těsnění)

1.9.2 Scénář úniku amoniaku ze současného chladicího zařízení v závodě Madeta Pelhřimov - celkový únik

Alternativa celkového úniku amoniaku je velmi vysoce nepravděpodobná, ale přesto by k ní mohlo dojít. Nastala by v případě, pokud by veškerá náplň amoniaku byla shromážděna ve vysokotlakém sběrači a došlo k havárii tohoto sběrače.

Sběrač je umístěn uvnitř strojovny a při celkovém úniku náplně tudíž nelze předpokládat s pasivním zmírněním.

Volný prostor strojovny: 640 m³

Celková náplň amoniaku: 2 000 kg

$$\Phi = 640:2000 = 0,32$$

Při použití tabulky č.3 (na straně 29) by při celkovém úniku ve strojovně vznikl v prvním kroku přetlak – tlaková vlna větší než 0,7 MPa.

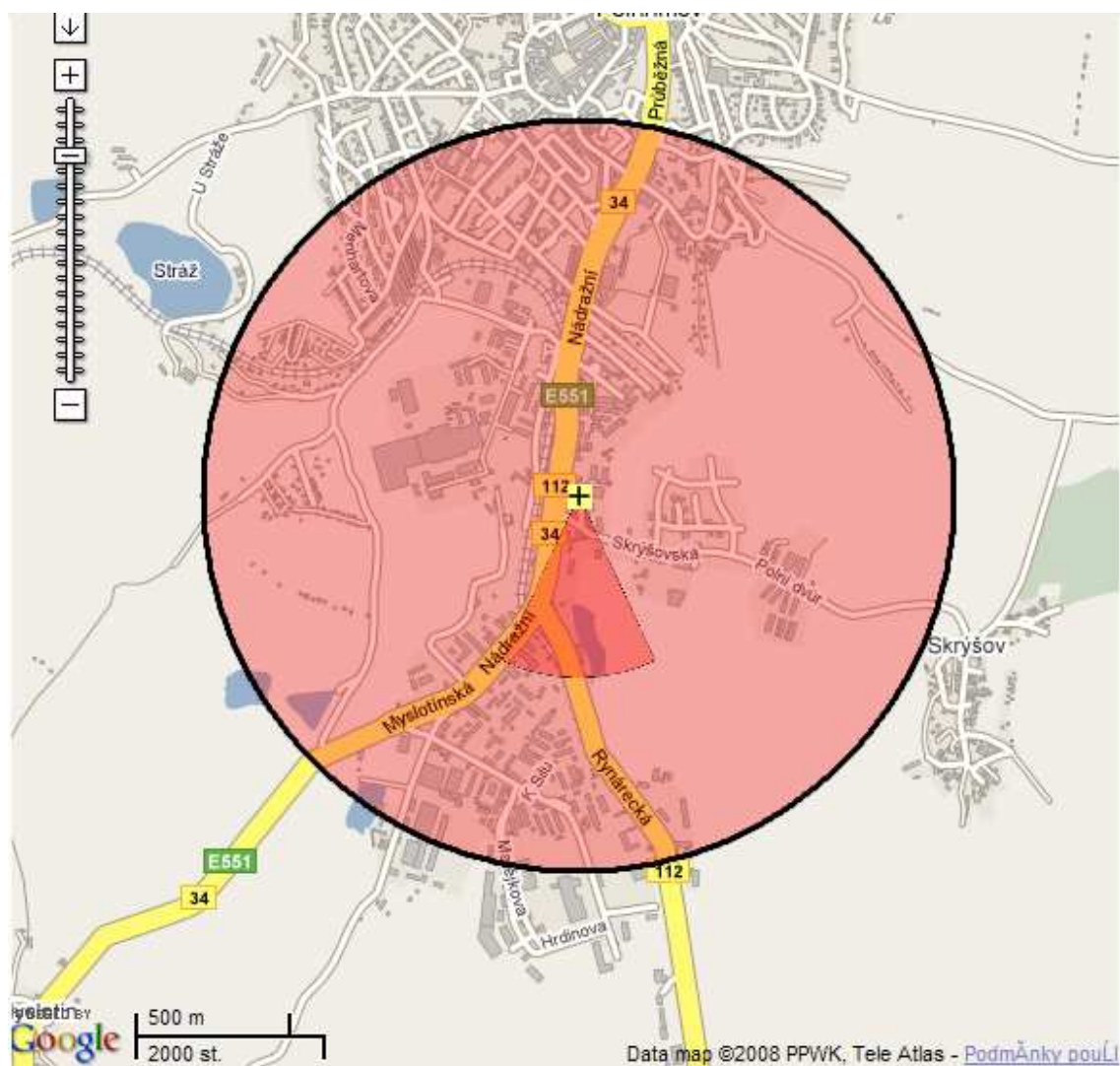
Následkem této tlakové vlny by popraskaly okenní tabulky, pravděpodobně by došlo i k narušení celé budovy strojovny a amoniak by unikl do volného prostoru. Při použití tabulky č.1. (strana 24) pro celkový únik činí krajní body toxicity 200 ppm pro městské prostředí 1 200 m (pro ostatní prostředí 1 800m).

Provozovna závodu Madeta Pelhřimov je situována v místě, kde poblíž není žádná obytná zástavba. Nachází se zde pouze silniční komunikace přibližně 100m od závodu. V současné době má závod 150 zaměstnanců.

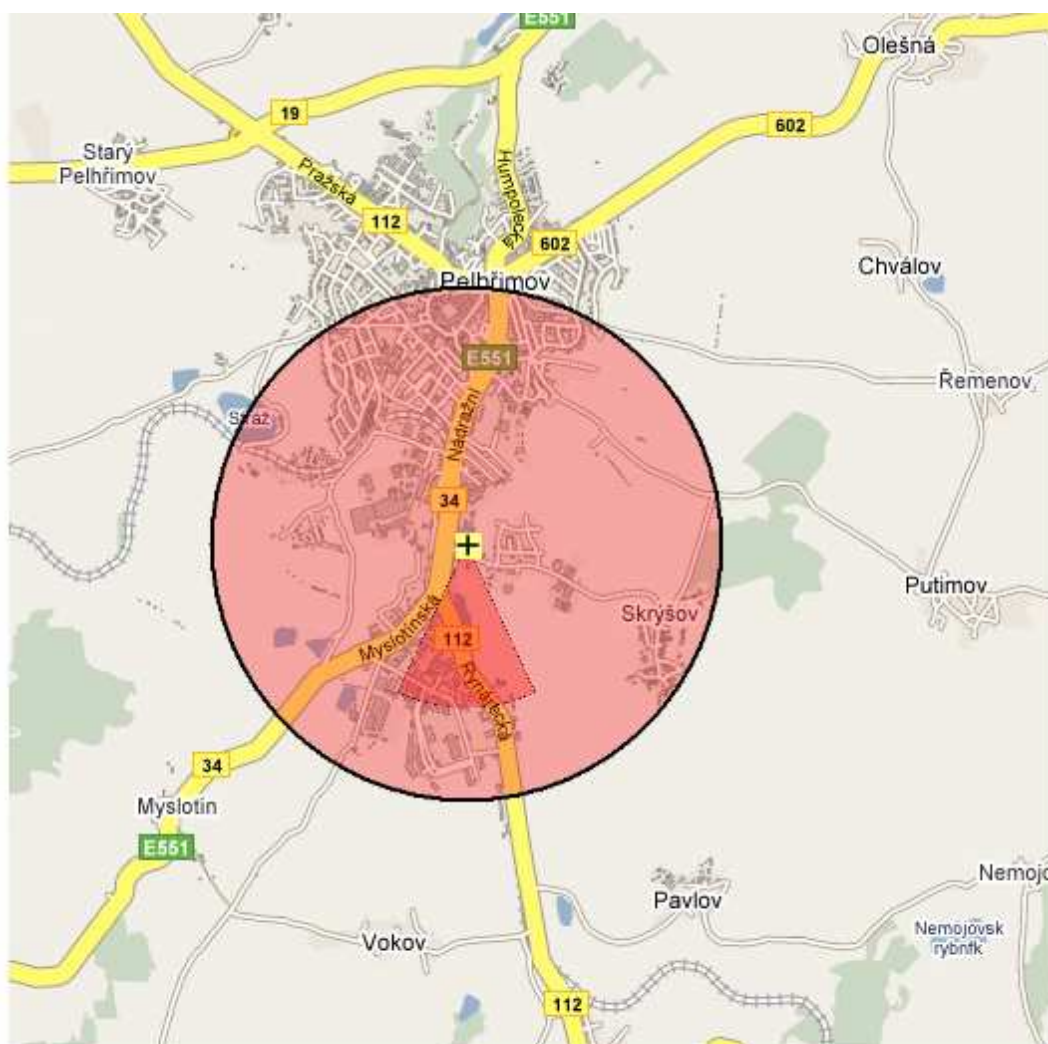
Dle modulového programu Terex pro náhlý únik kapalného amoniaku 2 000 kg ze sběrače, teplota amoniaku 35°C, tlak 1 600 kPa, je ohrožení přímým prošlehnutím oblaku stanovena vzdálenost do 180 metrů. Vzhledem k vytvoření tlakové vlny náhlým únikem nastane destrukce stavby. Skutečné následky tlakové vlny musí posoudit statik. (tabulka č.2 uvedená na str.27). Proto nelze počítat s podstatným pasivním zmírněním ohrožení osob uzavřením havarovaného sběrače v místnosti strojovny.

Bezprostředně přímým prošlehnutím oblaku amoniaku je ohrožen strojník chladicího zařízení. V přímém ohrožení je nutno kalkulovat i s ostatními zaměstnanci – 150 lidí a s lidmi nacházejícími se v době havárie na přilehlé silniční komunikaci, proto by se musela v této mimořádné události neodkladně uzavřít. Při alternativním úniku amoniaku je bezprostředně ohrožen pouze strojník chladicího zařízení.

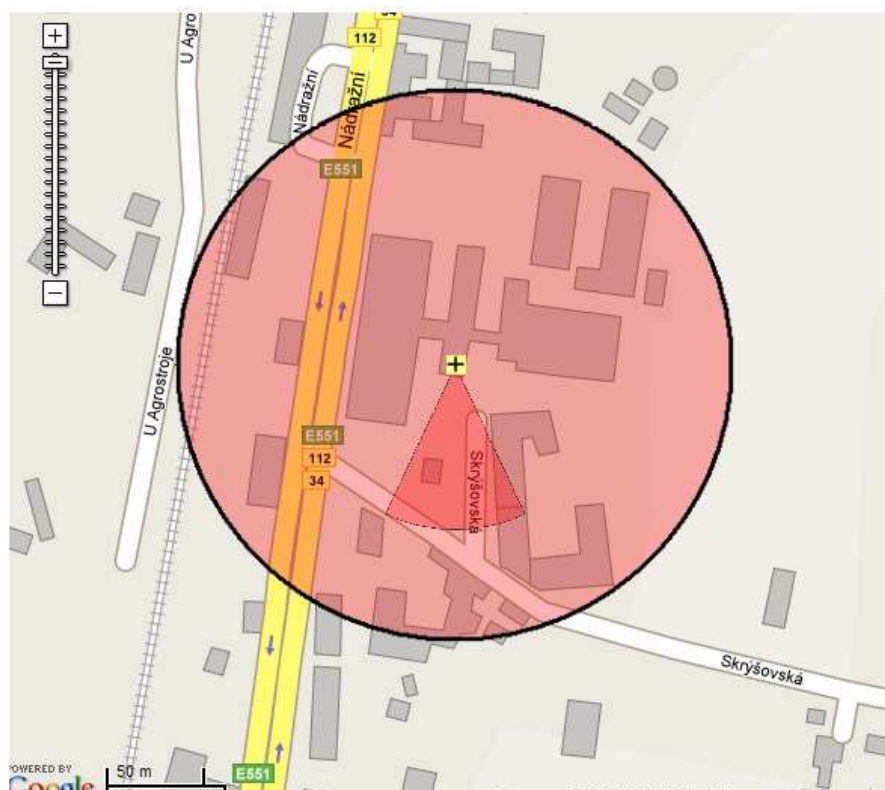
Mapa č.1 - okruh 1 200m (největší únik u nového zařízení)



Mapa č.2 - okruh 1 560 m u původního zařízení (největší únik)



Mapa č.3 - okruh 140 m při alternativních únicích obou zařízení



Scénář úniku amoniaku ze současného chladicího zařízení v závodě Madeta, a.s. Pelhřimov-alternativní únik:

Jak je uvedeno na str. 24, je možno počítat s největším alternativním únikem 0,75 kg/s. Pro tento účel je vypracován v závodě Madeta Pelhřimov teoretický scénář koncentrace úniku (s předpokladem konstantní koncentrace amoniaku v celém prostoru). Tento scénář by mohl být určitě i užitečnou informací i pro reálné stavy. Z této firemní dokumentace mi bylo umožněno zveřejnění výpočtů koncentrace amoniaku na čase, které si nechala firma vypracovat. Z důvodu utajení podnikového know-how, jsem nemohla uveřejnit autora těchto výpočtů.

Závislost koncentrace amoniaku na čase v případě úniku:

- rychlost úniku: v_1 (kg/s)

- rychlost výměny vzduchu: v_2 (m^3/s)
- objem místnosti: V
- hmotnost amoniaku v zařízení: m_0
- hmotnost uniklého amoniaku v místnosti: m

Předpoklad výpočtu: shodná koncentrace NH_3 ve všech částech místnosti.

Rovnice:

$$dm = v_1 dt - \frac{m}{V} v_2 dt$$

Řešení pro závislost hmotnosti amoniaku v místnosti na čase ve tvaru: (v případě, že rychlost úniku v_1 je konstantní)

$$m = \frac{v_1}{v_2} V (1 - e^{-\frac{v_2}{V} t})$$

Hmotnostní koncentrace $c_m = \frac{m}{V}$ (v kg/m^3):

$$c_m = \frac{v_1}{v_2} (1 - e^{-\frac{v_2}{V} t})$$

Za předpokladu, že prostor není hermeticky uzavřen, tak parciální tlak NH_3 může dosáhnout pouze hodnoty atmosférického tlaku $p_{atm} = 101\,325 \text{ Pa}$. Maximální hodnoty

hmotnosti a hmotnostní koncentrace NH_3 v prostoru mohou tedy být: $m_{\max} = \frac{p_{atm} VM}{1000RT}$

a $c_{\max} = \frac{p_{atm} M}{1000RT}$. Po úniku veškerého amoniaku ze zařízení v čase $t_1 = \frac{m_0}{v_1}$ začne

hmotnost klesat dle rovnice: $m = m_{\max} e^{\frac{-v_2(t-t_1)}{V}}$ a hmotnostní koncentrace dle rovnice

$$c_m = c_{\max} e^{\frac{-v_2(t-t_1)}{V}}.$$

Parciální tlak (v Pa):

$$p_{NH_3} = \frac{nRT}{V} = \frac{mRT}{MV} = \frac{1000c_m RT}{M} = \frac{1000 \cdot 8,31 \cdot 293 \cdot c_m}{17} = 1,43 \cdot 10^5 \cdot c_m \quad (\text{pro } 20^\circ\text{C})$$

Objemová koncentrace (v %): $\frac{p_{NH_3}}{p_{atm}} 100\%$, kde $p_{atm} = 101\,325\text{ Pa}$

R (plynová konstanta) = $8,31447\text{ J}\cdot\text{K}^{-1}\cdot\text{mol}^{-1}$

T (termodynamická teplota) – udává se ve stupních Kelvina [K]. Vzorec pro převod teploty ve stupních Celsia na termodynamickou teplotu vypadá takto:

$$T = t + 273,15\text{ K}$$

Pokud máme v místnosti teplotu 20° C , znamená to, že termodynamická teplota bude:

$$T = 20 + 273,15\text{ K}$$

$$T = 293,15\text{ K}$$

V závodě Madeta, a.s. uvažovali o tom, nechat si namontovat ještě jeden ventilátor a tím snížit koncentraci případného uniklého amoniaku. Proto si firma nechala vypracovat výpočet koncentrace uniklého amoniaku při využívání jednoho ventilátoru a při využívání dvou ventilátorů. Výsledky pak porovnali a bylo zjištěno, že namontování ještě druhého ventilátoru by nepřinesl téměř žádný efekt. Koncentrace uniklého amoniaku se od sebe moc nelišily.

Ve strojovně je 1 kus havarijní ventilátor o výkonu $0,86\text{ m}^3/\text{s}$:

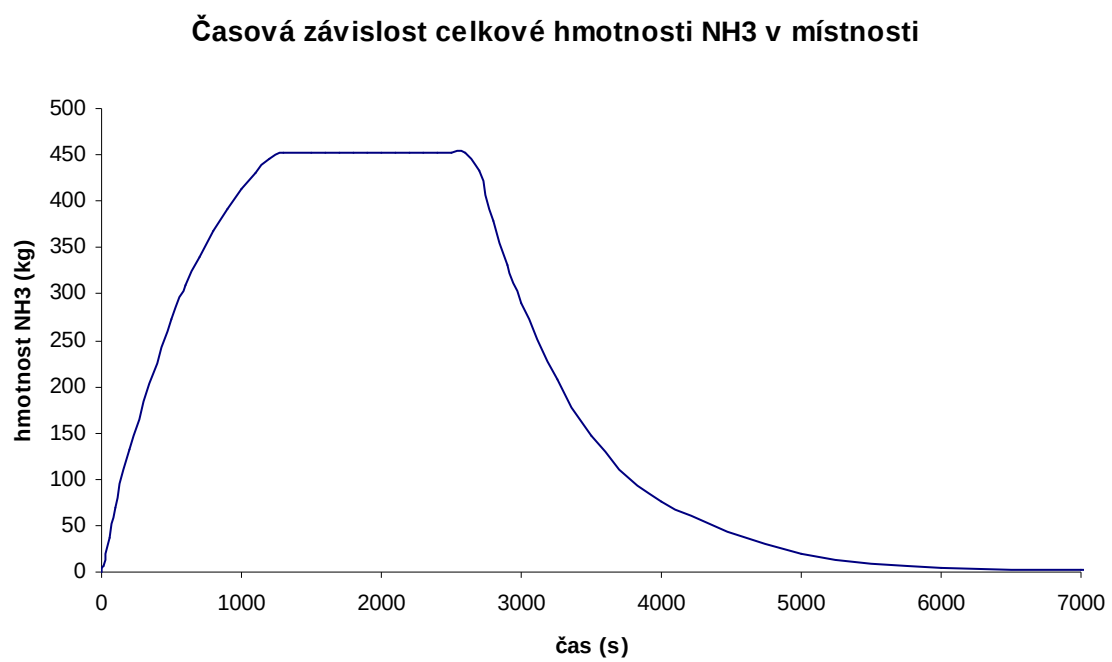
➤ Rychlost úniku: $45\text{ kg}/\text{min} = 0,75\text{ kg}/\text{s}$

- Objem prostoru: 640 m³
- Rychlost ventilace: 0,86 m³/s
- atmosférický tlak: 101,325 kPa

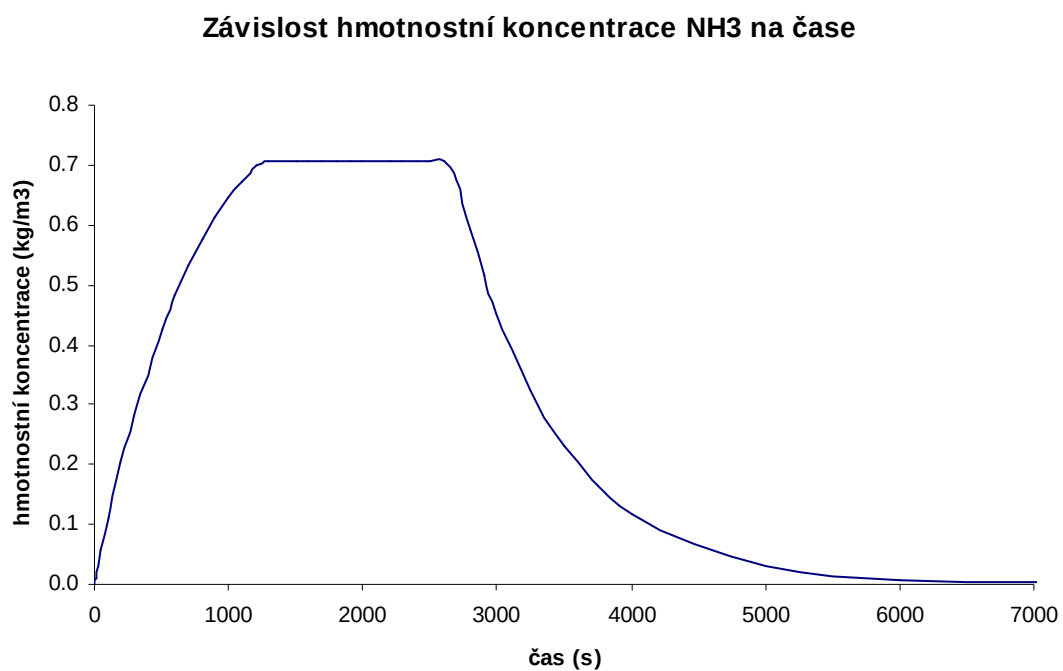
Tabulka č.5

čas (s)	hmotnost NH ₃ (kg)	hmotn.koncentrace NH ₃ (kg/m ³)	parcialní tlak NH ₃ (kPa)	objemová koncentrace %
1	0,75	0,0012	0,168	0,17
5	3,74	0,0058	0,836	0,83
10	7,45	0,0116	1,667	1,65
50	36,27	0,0567	8,116	8,01
100	70,18	0,1097	15,705	15,50
200	131,53	0,2055	29,436	29,05
500	273,07	0,4267	61,110	60,31
1000	412,54	0,6446	92,322	91,11
1500	452,80	0,7075	101,325	100,00
2000	452,80	0,7075	101,325	100,00
3000	289,32	0,4521	64,747	63,90
4000	75,47	0,1179	16,890	16,67
6000	5,14	0,0080	1,149	1,13
8000	0,35	0,0005	0,078	0,08

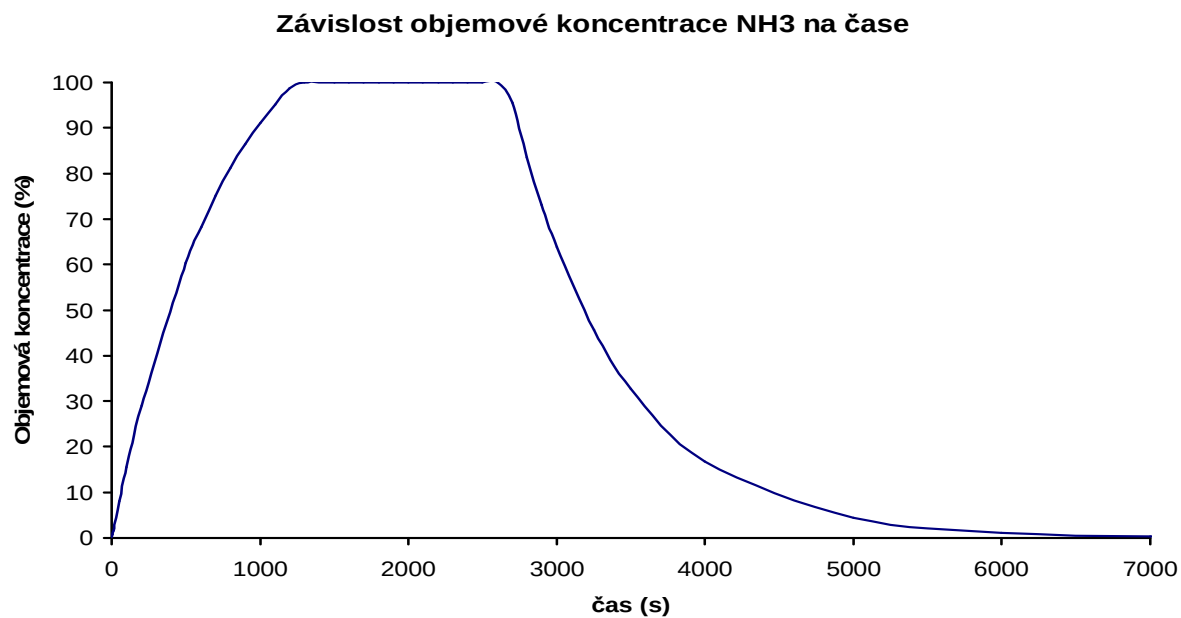
Graf č. 1



Graf č. 2



Graf č. 3



Při namontování dalšího havarijního ventilátoru a stejném výkonu:

Rychlost úniku: 45 kg/min = 0,75 kg/s

Objem prostoru: 640 m³

Rychlost ventilace: 2 x 0,86 m³/s

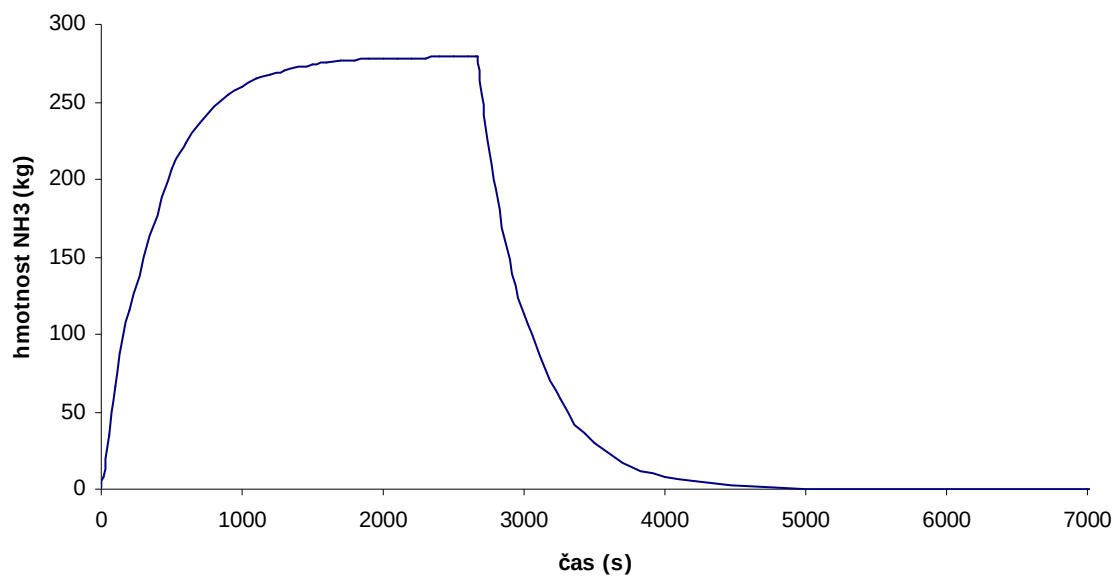
atmosferický tlak: 101,325 kPa

Tabulka č.6

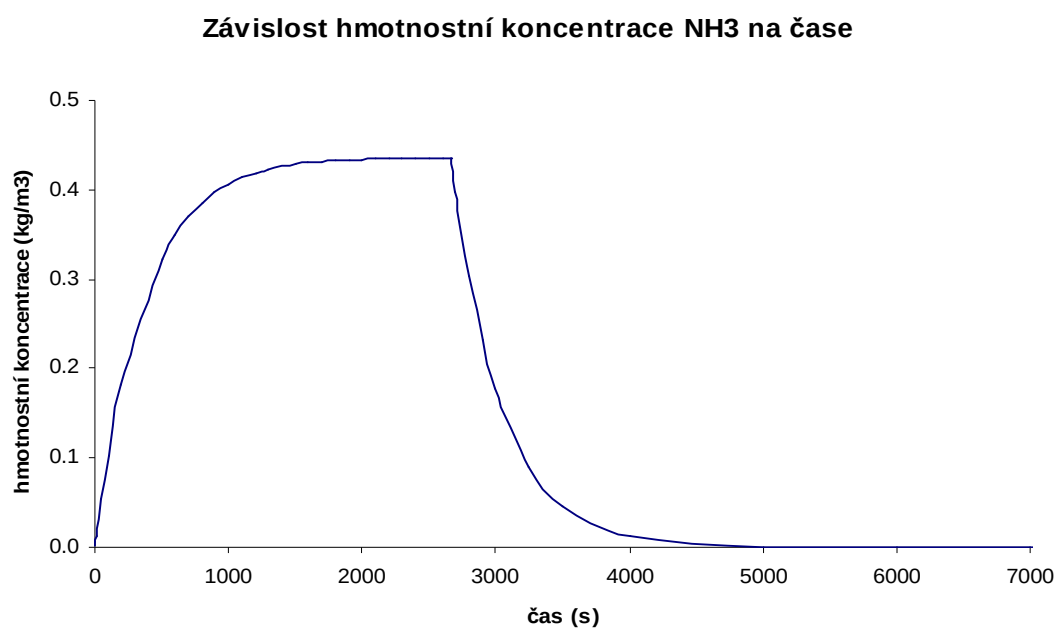
čas (s)	hmotnost NH ₃ (kg)	hmotnostní koncentrace NH ₃ (kg/m ³)	parciální tlak NH ₃ (kPa)	objemová koncentrace %
1	0,75	0,0012	0,168	0,17
5	3,72	0,0058	0,834	0,82
10	7,40	0,0116	1,656	1,63
50	35,09	0,0548	7,853	7,75
100	65,77	0,1028	14,718	14,53
200	116,04	0,1813	25,967	25,63
500	206,27	0,3223	46,161	45,56
1 000	260,08	0,4064	58,203	57,44
1 500	274,12	0,4283	61,344	60,54
2 000	277,78	0,4340	62,164	61,35
3 000	113,41	0,1772	25,379	25,05
4 000	7,72	0,0121	1,727	1,70
6 000	0,04	0,0001	0,008	0,01
8 000	0,00	0,0000	0,000	0,00

Graf č. 4

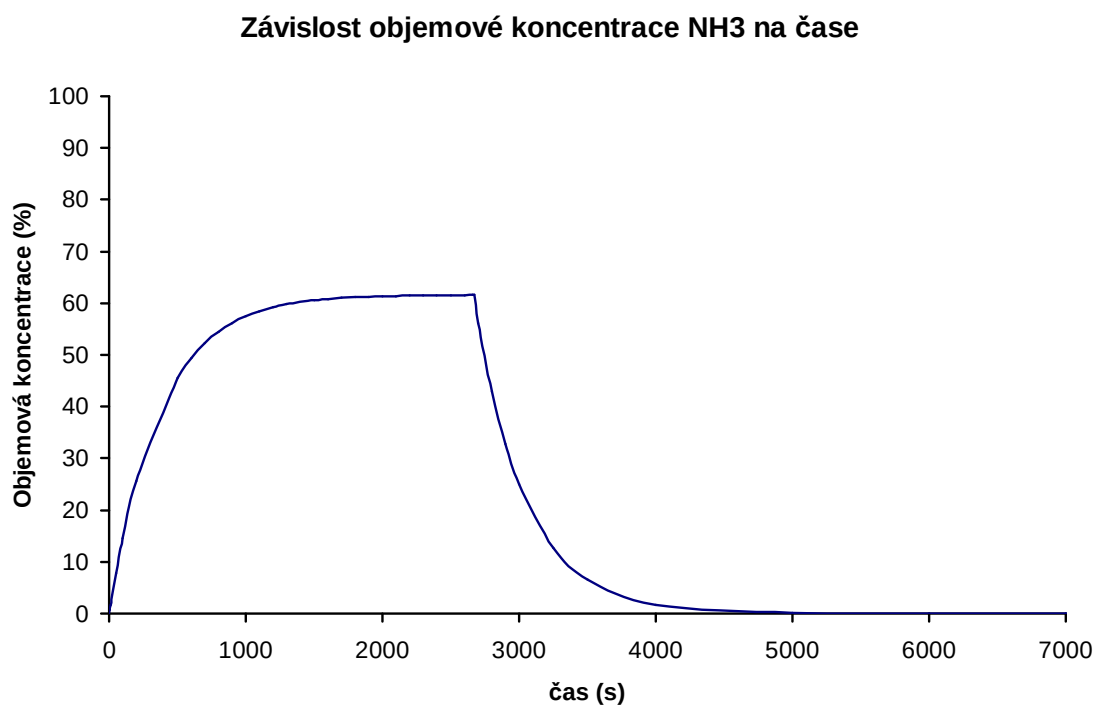
Časová závislost celkové hmotnosti NH₃ v místnosti



Graf č.5



Graf č.6



Shrnutí a aktualizace:

Vlastník nebo provozovatel musí shrnout a aktualizovat analýzu jednou za určené období, které si sám stanoví ve vnitropodnikové normě. Platná česká legislativa toto nestanovuje. V případě větších změn, kdy dojde ke změně vzdáleností ke koncovým bodům toxicity, je nezbytné příslušnou analýzu zcela přepracovat.

1.9.3 *Původní chladicí zařízení v závodě Madeta ,a.s. Pelhřimov (před rokem 2000)*

Původní chladicí zařízení -před rokem 2000 (Obr.č.3):

Pístové kompresory řady NF ČKD Choceň, které vyžadovaly stálou obsluhu, konstruované na ruční provoz, závislé převážně na lidském faktoru:

- Sprchový kondenzátor - ČKD Choceň – ochlazování sprchující vodou, která se ochlazovala pouze přirozeně okolním vzduchem. To mělo za následek poměrně vysoké tlaky v kondenzační části zařízení v letních obdobích.
- Otevřené výparníky – registr chladících trubek ponořený ve vodní lázni, který byl napojen na odlučovač chladiva – velká náplň chladiva.
- Zastaralé a často nespolehlivé bezpečnostní a regulační prvky, často nespolehlivé – provoz ze značné části závislý na lidském faktoru.
- Vysokotlaký sběrač chladiva – zkapalněné chladivo z kondenzátorů se shromažďuje ve vysokotlakém sběrači, odkud se doplňuje chladivo přes regulační ventily do odlučovačů deskových chladičů.

U zastaralého původního chladicího zařízení činila maximální náplň 3 500 kg amoniaku.

1.9.4 *Scénář úniku amoniaku původního chladícího zařízení v závodě Madeta, a.s. Pelhřimov*

Při celkovém úniku z tohoto chladícího zařízení by (s použitím tabulky č.1 na str.24) pro celkový únik činily krajní body toxicity 200 ppm pro městské prostředí 1 560 m.

Při alternativním úniku činí krajní body toxicity 140 m. (Viz.vyznačený okruh tohoto dosahu na mapě – str. 46)

2 Cíl práce a hypotéza

2.1 Cíl práce – posouzení vhodnosti technických provedení chladících zařízení s ohledem na možnosti a rizika úniku chladiva – amoniaku

Cílem této práce je posouzení vhodnosti technického provedení průmyslových chladících zařízení s ohledem na možnosti a rizika úniku chladicího média – amoniaku.

Zároveň je zde poukázáno i na to, jak je nebezpečné používat zastaralá chladicí zařízení s velkou náplní amoniaku – ať již z důvodu zastaralého zařízení anebo z důvodu selhání lidského činitele. Je důležité konstatovat, že identifikace, klasifikace a prioritizace rizik představuje otázku zásadního významu.

V této práci je též upozorněno na skutečnost, že podle naší legislativy je stanovena limitní hodnota amoniaku pro zařazení objektu nebo zařízení do kategorie A, až od množství 50 tun. Toto množství je stanoveno Zákonem o prevenci závažných havárií č.59/2006 Sb. Toto limitní množství je převzato z direktivy Evropské unie známé jako SEVESO II (1996). Tzn.že stejným způsobem je toto stanoveno i v ostatních zemích EU.²⁷

2.2 Hypotéza

Při úniku amoniaku z průmyslových chladících zařízení, ať již způsobeném technickými příčinami nebo selháním lidského činitele (případně teroristickým útokem), je velice důležitý rozsah této havárie a její dopady na životy a zdraví osob, hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek. Čím větší je náplň chladicího média (amoniaku), tím je závažnější rozsah havárie v důsledku většího okruhu dosahu toxických účinků uniklého amoniaku. Dost často se poblíž průmyslových závodů, kde se toto chladicí médium používá, nachází obytná zástavba, silnice, úřady, popř. školy, aj. Hrozí zde nebezpečí ztrát na lidských životech, respektive poškození zdraví obyvatel,

²⁷ MAŠEK I., MIKA O., ZEMAN M.: Prevence závažných průmyslových havárií. Vysoké učení technické v Brně, Brno 2006

nacházejících se v zóně dosahu působení toxického účinku uniklého amoniaku. Závažné dopady jsou zpravidla také na životní prostředí a majetek.

Podle mého názoru by se v dnešní době měla používat již jen moderní chladicí zařízení s minimálním množstvím amoniaku aby se snížilo riziko havárie a také při případném úniku i dosah účinků toxického působení amoniaku.

Řada menších podnikatelských subjektů, které mají tzv. „podlimitní“ množství této nebezpečné chemické látky, z hlediska zákona č.59/2006 Sb., mohou představovat reálný zdroj rizika. (Podlimitní množství amoniaku je do 50 tun a objekt disponující tímto množstvím chladiva se nezařazuje do skupiny A). V řadě našich průmyslových podnicích, ale i zimních stadionech se nachází toto „podlimitní množství“, které by při případném úniku mohlo ohrozit životy a zdraví obyvatel a proto nemůžeme tato případná nebezpečí podceňovat a musíme se zabývat i těmito menšími náplněmi chladicího média.

3 Metodika

3.1 Metodický postup

Na základě získaných informací a technických dat zde byly zhodnoceny možnosti minimalizace rizik úniku amoniaku z průmyslových chladících zařízení vypracováním modelové situace úniku amoniaku s použitím modelového programu vypracovaného v USA „MODEL RISK MANAGEMENT PROGRAM AND PLAN FOR AMMONIA REFRIGERATION“ a s tím souvisejících preventivních opatření dodavatelů, provozovatelů a státních orgánů v návaznosti na platné normy, vyhlášky a nařízení vlády.

Zajímavé je, že se v tomto americkém modelovém plánu, na rozdíl od jiných využívaných metod analýzy rizik nebezpečných chemických látek, které vyhodnocují úniky na volném prostranství, nepředpokládají pasivní zmirňování zděných překážek (zařízení v budově) a nezmiňují se ani o tlakových vlnách, s těmito situacemi také kalkuluje. Tento americký modelový plán je vhodnou metodou pro stanovení úniku amoniaku. Podle tohoto kritéria byl zpracován případný největší a alternativní únik amoniaku v podniku Madeta Pelhřimov. Kompetentní zástupci tohoto podniku poskytli pro vypracování těchto úniků technické a technologické údaje a také vlastní fotografie vybraných technických zařízení a některých technologických prvků. Tento průmyslový podnik byl pro práci vybrán záměrně, protože původní chladicí zařízení mělo větší náplň chladicího média (3 500 kg amoniaku) a výměnou za nový typ chladicího zařízení s menším množstvím náplně (2 000 kg amoniaku), se snížilo riziko úniku amoniaku a také i dosah toxického působení na obyvatele – došlo ke zmenšení okruhu úniku tohoto dosahu (z 1 560 m na 1 200 m, což je snížení o 23,08%). V práci jsou doloženy mapy s okruhy toxického dosahu uniklého amoniaku u původního starého chladicího zařízení a současného nového moderního zařízení s menším množstvím chladicího média – amoniaku.

Tabulky byly přepočteny na jednotky SI, protože původní hodnoty byly uvedeny v anglosaských jednotkách. Také text byl přeložen z anglického jazyka do jazyka českého.

4 Výsledky

Při realizaci chladících zařízení je hlavním cílem výrobců minimalizace bezpečnostních rizik malou náplní chladiva, automatizací provozu, použití spolehlivých bezpečnostních a regulačních prvků. To vše se v Madetě Pelhřimov podařilo. Provoz zařízení není plně závislý na lidském faktoru, při nesprávném zásahu obsluhy při provozu počítač na kompresoru signalizuje výstrahu, nebo se automaticky vypne. Je instalována signalizace úniku chladiva, provádí se kontroly, revize a zkoušky, servis odbornou firmou v souladu s instrukční příručkou a příslušnými ČSN-EN. Havárie vzniklá celkovým náhlým únikem chladiva je velmi málo pravděpodobná. Je možná pouze teroristickým útokem, nebo nepředvídatelnou živelnou pohromou. Důslednou kontrolou a revizemi se minimalizuje i větší alternativní únik (velmi málo pravděpodobný). Případné malé alternativní úniky je obsluha schopna odstranit sama.

V mé práci jsem na modelových situacích úniku amoniaku názorně ukázala rozsahy úniku této nebezpečné chemické látky u původního zařízení s větší náplní chladiva a u současného zařízení, které disponuje menším obsahem. Tyto rozsahy se prokazatelně liší a z toho vyplývá, že jednoznačně bezpečnější je využití nového chladícího zařízení s menší množstvím náplně a s moderními automatickými prvky tohoto zařízení, které již není zcela závislé na provozu obsluhy.

Rozsahy úniku amoniaku ke koncovému bodu toxicity 200 ppm u původní zařízení - 1 560 m a rozsah úniku u současného moderního zařízení - 1200m. Čili poloměr okruhu tohoto úniku se modernizací snížil o 360 m. Mapy s těmito okruhy jsou vyznačeny na str. 44, 45 a 46. V přímém ohrožení na životech by bylo při výbuchu 150 lidí – zaměstnanců provozovny Madeta Pelhřimov a.s. a lidé, pohybující se po přilehlé komunikaci.

5 Diskuse

Chladicí zařízení, zde instalovaná, jsou většinou moderní, ale i tak obsahují velká množství amoniaku. Přitom tyto objekty nespádají pod dikci zákona o prevenci závažných havárií ve smyslu jejich zařazení do skupiny A. Limitní hodnota amoniaku pro zařazení objektu nebo zařízení do kategorie A (provozovatelé s menšími zádržemi nebezpečných chemických látek a přípravků) je až od množství 50 tun amoniaku.

Pro identifikaci a kvantifikaci rizika se používá řada metod, které se navzájem liší. Využívají se i softwarové nástroje, které jsou založeny na fyzikálních modelech, které jsou jednodušší či složitější, což pochopitelně předurčuje lepší či horší správnost a spolehlivost výsledků. Současná česká legislativa neuvádí jmenovitě, jaké metody analýzy rizika je nutno použít, jejich výběr značně závisí na charakteru podniku, provozovaných technologiích, druhu a množství používaných nebezpečných chemických látek a přípravků atd. V České republice se využívá relativní metoda analýzy rizika Mezinárodní agentury pro atomovou energii IAEA-TECDOC 727 (International Atomic Energy Agency). Základní limity množství nebezpečných látek v ČR jsou dány v zákoně č.59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií. Tyto limitní hodnoty množství nebezpečných chemických látek ovšem postihují jen největší zdroje rizik a nezahrnou tak menší zařízení, které za určitých podmínek mohou rovněž představovat významná rizika závažné havárie. Nutno však důrazně upozornit, že limitní množství nebezpečných látek je důsledně převzato z direktivy EU, známé jako SEVESO II (1996). Jinými slovy to znamená, že stejným způsobem je to stanoveno i v okolních zemích.

Současné využívané modelové plány vyhodnocují úniky na volném prostranství a nepředpokládají pasivní zmirňování zděných překážek (zařízení v budově), nezmiňují se ani o tlakových vlnách. Z tohoto důvodu jsem zvolila ke své práci modelový program „MODEL RISK MANAGEMENT PROGRAM AND PLAN FOR AMMONIA REFRIGERATION“, který se právě i těmito problémy zabývá a tudíž je podle mne

nejvhodnějším pro vypracování modulové situace úniku amoniaku z průmyslových chladících zařízení.

Myslím si, že nebezpečí průmyslových havárií se nesmí ani v dnešní době podceňovat a je nutné zabývat se některými významnými otázkami, jako např.:

- Jaké nebezpečí představuje chladící zařízení provozovatele pro obyvatelstvo, žijící v dosahu havarijních účinků amoniaku? (Zraňujících až smrtelných účinky toxického oblaku amoniaku)
- Jsou občané žijící nebo pracující v dosahu toxického oblaku amoniaku informováni o možné chemické havárii a hlavně o doporučených způsobech ochrany v případě této havárie?
- Jaká bezpečnostní opatření organizačního a technického charakteru k ochraně ohrožených a nebo zasažených osob přijalo a realizovalo vedení provozovatele s amoniakem?
- Má vedení provozovatele zpracován havarijní plán objektu nebo havarijní kartu nebezpečného zařízení?
- Jaké nástroje mají k dispozici vedoucí manažeři provozovatele a krizoví manažeři krajských, obecních a místních úřadů k modelování havarijních dopadů?

Závěr

Dohled nad volbou umístění, provádění projektu, montáží, uvedení do provozu chladicího zařízení jsou děje nevratné, proto v prevenci rizik nejdůležitější. Proto jsem věnovala právě realizačním pracím velkou pozornost. Zanedbatelná nejsou ani pochybení lidského faktoru a tudíž i využívání moderních chladicích zařízení s malým množstvím náplně je z důvodu prevence závažných chemických havárií velmi důležité.

Právo na život a jeho ochranu je jedním ze základních lidských práv, což je deklarováno v Ústavě České republiky. Právě z tohoto důvodu by se měli provozovatelé závodů disponujících s nebezpečnými chemickými látkami zamyslet nad tím, jaká preventivní opatření realizují pro zabránění možné havárii.

Nejzávažnější důsledky havárií jsou oběti na lidských životech, poškození lidského zdraví a závažné dopady jsou zpravidla také na životní prostředí a majetek.

Seznam použité literatury:

Knížní literatura:

BARTLOVÁ I., PEŠÁK M.: Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií II. SPBI Spektrum, Ostrava 2003, 138 s., ISBN 80-86634-30-2

FOLWARCZNY L., POKORNÝ J.: Evakuace osob, SPBI Spektrum, Ostrava 2006, ISBN 80-86634-92-2

MARHOLD, J.: Přehled průmyslové toxikologie, Anorganické látky, Avicenum, Praha 1980

MAŠEK I., MIKA O., ZEMAN M.: Prevence závažných průmyslových havárií. Vysoké učení technické v Brně, Brno 2006

RMP EPA GUIDANCE: Environmental Protection and Emergency Response, Chemical Emergency Preparedness and Prevention Office (1999). RMP Series Risk Management Program Guidance for Offsite Consequence Analysis. 550-B-99-009

SCIENCE APPLICATIONS INTERNATIONAL CORPORATION, VA: MODEL RISK MANAGEMENT PROGRAM AND PLAN FOR AMMONIA REFRIGERATION [May 1996]

SKÁCEL, A.: Hodnocení zdravotních rizik expozicí chlóru a amoniaku. Protokol č. 131304 o autorizovaném hodnocení zdravotních rizik, Ostrava, Zdravotní ústav se sídlem v Ostravě, 2004

ZAPLETALOVÁ-BARTLOVÁ I., BALOG K.: Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií. SPBI Spektrum, Ostrava 1998, 193 s., ISBN 80-86111-07

Internetové zdroje:

Amoniak, Integrovaný registr znečišťování, [online], 24.4.2008
URL: <<http://www.irz.cz/latky/amoniak>>

BERNATÍK A., Metody hodnocení rizik závažných havárií v podmínkách nezařazených zdrojů rizik. Odborný časopis 112, 2005, č.12.

URL: <<http://www.mvcr.cz/casopisy/112/2005/prosinec/bernatik.html>>

DITTRICH, F., ČEJKA, Z. Modelování základních projevů průmyslových havárií, TLP s.r.o., Praha, Česká republika [online]

URL: <<http://www.spbi.hgf.vsb.cz/html/clan17.htm>>

MIKA, O., VIK, M., KELNAR, L. Rozšíření a závažné zdroje rizik. [online] Odborný časopis 112, 2004, č.9.

URL: <http://www.mvcr.cz/2003/casopisy/112/0409/mika_info.html>

MITÁČEK I., Na zimním stadionu unikl čpavek. [online] 25.5.2006

URL: <<http://www.katastrofy.com/scripts/index.php>>

RUBEŠOVÁ D., Čpavek vyklidil okolí znojemského zimního stadionu. [online], ZNOJEMSKÝ DENÍK, číslo 11 – ročník XVI. 28.5.2007

URL: <<http://znojemsky.denik.cz>>

Únik čpavku v pivovaru Malý Rohozec, [online] Hasičský záchranný sbor Libereckého kraje, 18.1.2007

URL: <<http://www.hzslk.cz/index.php?menu=95&detailarchivnizpravy=1&idarchivnizpravy=448&backurl=/95-archiv.html?posun=120>>

Legislativa:

Česká technická norma ČSN EN 378-1; Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – část 1: Základní požadavky, definice, třídění a kritéria volby [duben 2001]

Česká technická norma ČSN EN 378-2; Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – část 2: Konstrukce, výroba, zkoušení, značení a dokumentace [listopad 2000]

Česká technická norma ČSN EN 378-3; Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – část 3: Instalační místo a ochrana osob [listopad 2000]

Česká technická norma ČSN EN 378-4; Chladicí zařízení a tepelná čerpadla – Bezpečnostní a environmentální požadavky – část 4: Provoz, údržba, oprava a rekuperace [listopad 2000]

Československá státní norma ČSN 690010; Tlakové nádoby stabilní, technická pravidla, výpočet pevnosti, klenutá dna nádob

Československá státní norma ČSN 690012; Tlakové nádoby stabilní, provozní požadavky [leden 1986]

Nařízení vlády č.26/2003 Sb., kterým se stanoví technické požadavky na tlaková zařízení [9.prosince 2002]

Nařízení vlády č.378/2001 Sb., kterým se stanoví bližší požadavky na bezpečný provoz a používání strojů, technických zařízení, přístrojů a nářadí - § 4, odst.2 [12.září 2001]

Nařízení vlády č.406/2004 Sb. o bližších požadavcích na zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci v prostředí s nebezpečím výbuchu [2.června 2004]

Vyhláška č.392/2003 Sb., o bezpečnosti provozu technických zařízení a o požadavcích na vyhrazená technická zařízení tlaková, zdvihací a plynová při hornické činnosti a činnosti prováděné hornickým způsobem [9.září 2003]

Zákon č.22/1997 Sb. o technických požadavcích na výrobky a o změně a doplnění některých zákonů [24.ledna 1997]

Zákon č.59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií [11.března 2006]

Zákon č. 239/2000Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů [28.června 2000]

Klíčová slova

Alternativní únik

Chladící médium

Koncentrace

Koncový bod toxicity

Kontaminace

Nejhorší únik

Riziko

Toxicita



CERTIFICATE

Quality-System
for Pressure Equipment Manufacturer
according to Directive 97/23/EC

Certificate-No.: 04 202 2 440 05 30277

**Name and address of
manufacturer:**

GEA Grasso Products BV
Postfach 343
NL-5201 AH 's-Hertogenbosch

It is hereby certified, that the manufacturer had introduced and applies a quality system according to Directive 97/23/EC. The manufacturer is authorized, to affix the following sign to those equipments he produced in the range of validity of this QA-system:

CE 0044

Audited according to Directive 97/23/EC:

QS-System (Modul H1)

Audit report No.:

2066 5914

Scope:

**Assembly of compressor units according to
PED/97/23/EC and manufacturing of components for
the industrial cool technology acc. to AD 2000**

Production facility:

GEA Grasso Products BV
Postfach 343
NL-5201 AH 's-Hertogenbosch

Duisburg, 01.03.2005
Sk/Kw



TUV CERT Certification Body
for Pressure Equipment of
RWTUV Systems GmbH

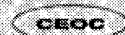
CE Pm

Notified Body, Ident No: 0044

RWTUV Systems GmbH
Ein Unternehmen der
TUV NORD Gruppe
Langemarkstr. 20
45141 Essen

Tel. ++49-203-304229
Fax ++49-203-304247
e-mail Rainer.Kuschewski@rwtuv.de

Member of



Cooperation in the field of pressure equipment control

Příloha č.2 – Bezpečnostní list

BEZPEČNOSTNÍ LIST Podle vyhlášky č. 231/2004 Sb.	
Datum vydání:	1.11.1999
Datum revize:	1.5.2004
	Revize:02
1	Identifikace látky nebo přípravku a výrobce nebo dovozce 1.1 Chemický název látky / obchodní název přípravku: amoniak bezvodý Číslo CAS: 7664-41-7 Číslo ES / EINECS: 231-635-3 Další název látky: R-717 čpavek bezvodý 1.2 Použití: jako chladicí plyn, technologický plyn 1.3 Identifikace výrobce Jméno nebo obchodní jméno: CHEMOPETROL a.s. Místo podnikání nebo sídlo: 436 70 Litvínov, Česká republika Identifikační číslo (IČO): 25003887 Telefon: 476 161 111 Fax: 476 163 690 1.4 Nouzové telefonní číslo: Toxikologické informační středisko, Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2, telefon 24 hodin / den – 224 919 293 TEGAPLYN spol. s r.o. 272 706 374
2	Informace o složení látky nebo přípravku Výrobek obsahuje tyto nebezpečné látky: Chemický název: amoniak bezvodý, T: toxická, C: žíravá, N: nebezpečná pro životní prostředí Obsah v %: > 99,8 Číslo CAS: 7664-41-7 Číslo ES/EINECS: 231-635-3 Výstražný symbol nebezpečnosti: T, N R-věta: 10-23-34-50 S-věta: (1/2-)9-16-26-36 / 37 / 39-45-61
3	Údaje o nebezpečnosti látky nebo přípravku Nejzávažnější nepříznivé účinky na zdraví člověka při používání látky / přípravku: působí žíravě na oči, dýchací orgány a kůži, jedovatý při vdechování. Nejzávažnější nepříznivé účinky na životní prostředí při používání látky / přípravku: může změnit hodnotu pH vodního prostředí. Možné nesprávné použití látky / přípravku: - Další údaje: -
4	Pokyny pro první pomoc 4.1 Všeobecné pokyny: postiženého dopravit s pomocí nezávislého dýchacího přístroje na čerstvý vzduch. Udržovat v teple a klidu. Privolat lékaře. 4.2 Při nadýchání: Při zástavě dechu použít umělé dýchání. 4.3 Při styku s kůží: způsobuje poleptání kůže. Omývat nejméně 15 minut vodou. 4.4 Při zasažení očí: oči ihned vymývat nejméně 15 minut vodou. 4.5 Při požití: není považováno za možný způsob expozice 4.6 Další údaje: -
5	Opatření pro hasební zásah 5.1 Vhodná hasiva: lze použít všechna hasiva, tříštěná voda, sněhový hasicí přístroj. 5.2 Nevhodná hasiva: - 5.3 Zvláštní nebezpečí: působením ohně může dojít k explozi tlakové nádoby. 5.4 Zvláštní ochranné prostředky pro hasiče: nezávislý dýchací přístroj a protichemický oděv. 5.5 Další údaje: působením ohně dochází k termickému rozkladu a toxické a žíravé látky - oxid dusnatý, oxid dusičitý.
6	Opatření v případě náhodného úniku 6.1 Bezpečnostní opatření pro ochranu osob: vyklidit prostor. Použít nezávislý dýchací přístroj. Zajistit dostatečné větrání. 6.2 Bezpečnostní opatření pro ochranu životního prostředí: pokusit se zastavit únik plynu. Páry srážet vodní mlhou nebo tříštěnou vodou. Zamezit vniknutí do kanalizace a vodních toků. 6.3 Doporučené metody čištění a zneškodnění: prostor vyvětrat. Evakuovat osoby, odstranit hořlavé předměty a zdroje zapálení. Prostor postříkovat vodou, dokud není zkapalněný plyn odpařen. Předměty které přišly do styku s plynem a okolí úniku plynu opláchnout dostatečně vodou. 6.4 Další údaje:
7	Pokyny pro zacházení a skladování 7.1 Pokyny pro zacházení: použít pouze zařízení určené pro tento výrobek pro daný tlak a teplotu. Zamezit zpětnému proudění plynu do nádoby. Zamezit vniknutí

7.2	vody do nádoby. Neumísťovat do blízkosti zdroj zapálení, zamezit vzniku elektrostatického náboje. Před zavedením plynu do zařízení odvdzdušnit. Pokyny pro skladování: nádobu zajistit proti pádu. Skladovat na dobře větraném místě při teplotě nižší než 50°C. Skladovat odděleně od oxidujících plynů a ostatních oxidujících látek.
8	Kontrola expozice a ochrana osob
8.1	Technická opatření: zamezit úniku plynu zajištěním těsnosti zařízení.
8.2	Kontrolní parametry: NPK-P průměrná 20 mg.m ⁻³ , NPK-P mezní 40 mg.m ⁻³
8.3	Osobní ochranné prostředky Ochrana dýchacích orgánů: při zacházení s produktem nekouřit. Při práci mít v pohotovosti nezávislý dýchací přístroj. Ochrana očí: při manipulaci (připojování a odpojování nádoby) použít ochranné brýle. Ochrana rukou: použít ochranné pracovní rukavice. Ochrana kůže: použít vhodný pracovní oděv
8.4	Další údaje: při manipulaci s nádobou použít vhodnou pracovní obuv s pevnou špičkou. Při práci nejezte a nekuřte. Po práci si umyjte ruce vodou a mýdlem.
9	Fyzikální a chemické vlastnosti Skupenství (při 25 °C, norm. tlaku): plynné Barva: bezbarvý plyn Zápach (vůně): štiplavý po čpavku Hodnota pH: - Teplota (rozmezí teplot) tání: -77,7 °C Teplota (rozmezí teplot) varu: - 33,4 °C Bod vzplanutí (°C): 650 °C Hořlavost: přestože jsou stanoveny hodnoty hořlavosti, lze se vzduchem jen obtížně zapálit Samozápalnost: není samozápalný Meze výbušnosti: horní mez (% obj.): 28 dolní mez (% obj.): 15 Oxidační vlastnosti: nejsou stanoveny Tenze par (při 20 °C): 8,6 bar Hustota (při 20 °C): relativní hustota (vzduch = 1): 0,597 Rozpustnost (při 20 °C) - ve vodě: 34% - v tucích (včetně specifikace oleje): není stanovena Rozdělovací koeficient a-oktanol / voda: není stanoven Další údaje: rozpustnost v ostatních látkách - v 95% alkoholu při 20°C 15 %, při 30°C 11 %, v ethanolu při 0°C 20 %, při 25°C 10 %, v methanolu při 25°C 16 %. Rovněž je rozpustný v chloroformu a etheru. Molární hmotnost: 17,03 Teplota vznícení: 650 °C Teplotní třída: T1 Skupina výbušnosti: II A Mezní bezpečnostní spára: 3,17 mm Výhřevnost: 31,3 MJ/kg
10	Stabilita a reaktivita Podmínky, za nichž je výrobek stabilní: za normálních podmínek stabilní. Podmínky, kterých je nutno se vyvarovat: může reagovat s oxidujícími látkami a kyselinami. Látky a materiály, s nimi. výrobek nesmí přijít do styku: - Nebezpečné rozkladné produkty: působením ohně dochází k tvorbě toxických a žíravých oxidů dusíku. Další údaje: -
11	Toxikologické informace Akutní toxicita: netoxický - LD₅₀, orálně, potkan (mg/kg): nestanovena - LD₅₀, dermálně, potkan nebo králík (mg/kg): nestanovena - LC₅₀, inhalačně, potkan, pro aerosoly nebo částice (mg/kg): nestanovena - LC₅₀, inhalačně, potkan, pro plyny a páry (mg/kg): 7338 S vodou tvoří žíravé louhy. Se vzduchem tvoří výbušné směsi. Subchronická – chronická toxicita: není známa Senzibilizace: není známa Karcinogenita: nestanovena Mutagenita: nestanovena Toxicita pro reprodukci: nestanovena Zkušenosti u člověka: tekutina i plyn dráždí velmi silně až těžce, leptají oči, dýchací cesty, plíce a kůži. Křeč nebo edem glottis může vést k udušení. Nadýchání vysoké koncentrace plynu může vést k náhlé smrti. Po styku s tekutinou těžké omrzliny. Pálení, bolesti a poškození očí, sliznice nosu a hltanu i kůže. Omrzlé části těla mají bílou barvu. Dráždivý kašel velmi úporný, dušnost. Krátkodobý účinek: koncentrace 0,25% par ve vzduchu je nebezpečná při vdechování po dobu 30 min. Provedení zkoušek na zvířatech: nebyly provedeny Další údaje: -
12	Ekologické informace Akutní toxicita pro vodní organismy: LC₅₀, 96 hod., ryby (mg/kg): 0,3 EC₅₀, 48 hod., dafnie (mg/kg): 60 ve 25 hod.

	IC₅₀, 72 hod., řasy (mg/kg): nestanovena Rozložitelnost: nestanovena Toxicita pro ostatní prostředí: může změnit hodnotu pH vodního prostředí Další údaje: nesmí proniknout ve velkém množství do spodní vody, vodotečí a do kanalizace. CHSK: nestanovena BSK5: nestanovena Další údaje: -																																																																			
13	Informace o zneškodňování Způsoby zneškodňování látky / přípravku: nevypouštět do atmosféry. Zbytky plynu mohou být likvidovány v roztoku kyseliny sírové. Způsoby zneškodňování kontaminovaného obalu: zajišťuje výrobce. Nádobu inertizovat proplachem inertním plynem. Další údaje:																																																																			
14	<table><tr><td>Informace pro přepravu</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><u>Pozemní přeprava</u></td><td>Třída: 2</td><td>Číslo / písmeno:</td><td>2TC</td></tr><tr><td>ADR/RID</td><td></td><td>Číslo UN: 1005</td><td>amoniak bezvodý (čpavek)</td></tr><tr><td>Výstražná tabule:</td><td colspan="3">2.3: jedovaté plyny; 8: žíravé látky</td></tr><tr><td>Poznámka:</td><td colspan="3">je povoleno přepravovat pouze vozidly, jejichž nákladový prostor je oddělený od kabiny řidiče. Dbát na předpisy pro dopravu nebezpečných látek ADR/RID.</td></tr><tr><td><u>Vnitrozemská vodní přeprava</u></td><td>Třída:</td><td>Číslo / písmeno:</td><td></td></tr><tr><td>ADN/ADNR</td><td></td><td>Kategorie:</td><td></td></tr><tr><td><u>Námořní přeprava</u></td><td>Třída: 2</td><td>Číslo UN: 1005</td><td>Typ obalu:</td></tr><tr><td>MDG</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Látka znečišťující moře:</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Technický název:</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td><u>Letecká přeprava</u></td><td>Třída: 2.3</td><td>Číslo UN: 1005</td><td>Typ obalu: PAXF CAO 200</td></tr><tr><td>ICAO/IATA</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Technický název:</td><td colspan="3">amoniak, bezvodý</td></tr><tr><td>Poznámka:</td><td></td><td></td><td></td></tr><tr><td>Další údaje: -</td><td></td><td></td><td></td></tr></table>				Informace pro přepravu				<u>Pozemní přeprava</u>	Třída: 2	Číslo / písmeno:	2TC	ADR/RID		Číslo UN: 1005	amoniak bezvodý (čpavek)	Výstražná tabule:	2.3: jedovaté plyny; 8: žíravé látky			Poznámka:	je povoleno přepravovat pouze vozidly, jejichž nákladový prostor je oddělený od kabiny řidiče. Dbát na předpisy pro dopravu nebezpečných látek ADR/RID.			<u>Vnitrozemská vodní přeprava</u>	Třída:	Číslo / písmeno:		ADN/ADNR		Kategorie:		<u>Námořní přeprava</u>	Třída: 2	Číslo UN: 1005	Typ obalu:	MDG				Látka znečišťující moře:				Technický název:				<u>Letecká přeprava</u>	Třída: 2.3	Číslo UN: 1005	Typ obalu: PAXF CAO 200	ICAO/IATA				Technický název:	amoniak, bezvodý			Poznámka:				Další údaje: -			
Informace pro přepravu																																																																				
<u>Pozemní přeprava</u>	Třída: 2	Číslo / písmeno:	2TC																																																																	
ADR/RID		Číslo UN: 1005	amoniak bezvodý (čpavek)																																																																	
Výstražná tabule:	2.3: jedovaté plyny; 8: žíravé látky																																																																			
Poznámka:	je povoleno přepravovat pouze vozidly, jejichž nákladový prostor je oddělený od kabiny řidiče. Dbát na předpisy pro dopravu nebezpečných látek ADR/RID.																																																																			
<u>Vnitrozemská vodní přeprava</u>	Třída:	Číslo / písmeno:																																																																		
ADN/ADNR		Kategorie:																																																																		
<u>Námořní přeprava</u>	Třída: 2	Číslo UN: 1005	Typ obalu:																																																																	
MDG																																																																				
Látka znečišťující moře:																																																																				
Technický název:																																																																				
<u>Letecká přeprava</u>	Třída: 2.3	Číslo UN: 1005	Typ obalu: PAXF CAO 200																																																																	
ICAO/IATA																																																																				
Technický název:	amoniak, bezvodý																																																																			
Poznámka:																																																																				
Další údaje: -																																																																				
15	Informace o právních předpisech Právní předpisy, které se vztahují na látku / přípravek: zákon č. 356/2003 Sb., vyhl. č. 64/1987Sb. (ADR), zákon č. 20/1966 Sb. vč. změn, zákon č. 65/1965 Sb. ve znění nařízení vlády č. 108/1994 Sb. Označení látky / přípravku podle zákona č.356/2002 Sb.: T: toxická, C: žíravá, N: nebezpečná pro životní prostředí Symbol nebezpečí: T, N Nebezpečné látky: amoniak R-věty (úplné znění): R 10 Hořlavý R 23 Toxický při vdechování R 34 Působuje poleptání R 50 Vysoce toxický pro vodní organismy S-věty (úplné znění): (S 1/2 Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí) 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 S 36 / 37 / 39 Používejte vhodný ochranný oděv, ochranné rukavice a ochranné brýle nebo obličejový štít. S 45 V případě nehody nebo necítíte-li se dobře okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc, (je-li možno, ukažte toto označení) S 61 Zabraňte uvolnění do životního prostředí Pokyny pro případ nehody ČSN 07 8304 Tlakové nádoby na plyny. Provozní pravidla.																																																																			
16	Další informace Bezpečnostní list obsahuje údaje potřebné pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci a ochrany životního prostředí. Uvedené údaje odpovídají současnému stavu vědomostí a zkušeností a jsou v souladu s platnými právními předpisy. Je nutno se přesvědčit, zda pracovníci jsou proškoleni pro práci s nebezpečnými chemickými látkami a přípravky, ochrannými pomůckami, v bezpečnosti práce a požární ochraně. Údaje se týkají pouze konkrétního materiálu a nemohou být považovány za specifikaci záruky nebo jakosti a nemusí platit při jeho použití v kombinaci s jinými materiály nebo v libovolném procesu.																																																																			

Příznaky zasažení, postup při první pomoci a fyzikálně chemické vlastnosti

Subjektivní příznaky	objektivní příznaky	Doba působení minuty	Koncentrace ppm
Vnímání čichem		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 až 200
Velmi silné dráždění	Zarudnutí spojivek, nosohltanu, slzení, kýchání	60	200 až 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, zvýšené dýchání	0,1	360 - 500
Okamžité dráždění, bolesti: za hrudní kostí, 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
Postup při první pomoci	Dle zákona č. 239/2000 Sb. § 24, odst.1, písm.b) Postup při provádění první pomoci Při záchraně postižené osoby v místnosti zamořené čpavkovými parami je nutností použití ochranné masky s filtrem „K“, nebo dýchacího přístroje. Při nedostatku ochranných masek při nízké koncentraci čpavku je možno použít šátek navlhčený 8% octem, přiložený na ústa . Místnost je nutno ihned postříkat vodou, nejlépe rozprašovačem (voda		

silně pohlcuje čpavek).

Z podlahy se čpavek dle možností odstraní proudem vody.

Při otravě čpavkem

V případě otravy čpavkem se musí postižená osoba dopravit na čerstvý vzduch a přivolat lékaře. Jestliže postižený nedýchá, uvolní se mu oděv a provede umělé dýchání.

Postižený se uloží v teple a třením končetin se vyvolá oběh krve.

Při čpavku v očích

Okamžitě se vymyjí oči po násilném otevření očních víček proudem čisté vody, nebo ponořením hlavy do nádoby s čistou vodou. Poté provádíme přerušované oční výplachy 2% roztokem kyseliny citrónové, nebo 3% borovou vodou, popř. fyziolog. Roztokem z uzavř. stříkácí lahve a gumovým balónkem. To provádíme po 20 sekundách se stejně dlouhou přestávkou po dobu 5 až 20 minut.

Netřeme a nedráždíme oči.

Obvážeme poraněné oko jednoduchým obvazem a vyhledáme lékařskou pomoc.

Je-li čpavkem politý – nasáklý oděv tak, že čpavek proniká na pokožku:

- a – vyvedeme, nebo vyneseme postiženého na čerstvý vzduch
- b – zjistíme nejdříve, zda nejsou postiženy oči
- c – necháme postiženého ležet na zádech, aby plyn nestoupal k obličeji a nebyl vdechován
- d – svlékneme z postiženého šatstvo – není-li to možné, polijeme šaty vodou (hadicí nebo konví) tak, aby voda pohltila čpavek, vypařování se zpomalí a zamezí se tak omrzlinám.
- E – ošetřujeme pokožku

Při omrznutí

Jestliže se kapalný čpavek dostane do přímého styku s pokožkou, nastává výlučně jen omrznutí. Zmrznutí jakékoliv části těla omezuje oběh krve.

Přirozené obnovení oběhu je doprovázeno rudnutím a otékáním.

Postup při provádění první pomoci je tento:

- a – dopravíme postiženého do teplé místnosti, ne však náhle do přehřáté, ale postupně, např.

přes předsín

- b – netřeme postiženou část těla, je však dovolená lehká masáž kolem postižené plochy, např.

šetrné hnětení ručníkem namočeném v studené vodě, nebo poklepáváním konečky prstů

	nebo malíkovou hranou ruky, aby se zajistil dobrý oběh krve a zabránilo otékání. c – podáváme teplý čaj nebo slazenou černou kávu, ne však ve větším množství. d – pokryjeme postižené místo sterilním mulem, pak zabalíme vatou a zavážeme pružným obinadlem, aby obvaz neklouzal, jako u spáleniny 1.stupně. Toto opatření mírní bolest, která je vyvolána především následkem otékání a tím vyvíjejícího se tlaku na nervy a současně omezuje tvorbu puchýřků a zabraňuje příp. i infekci.
--	--