

ČÁST II.

Posouzení rizik závažné havárie

DANSGAS s.r.o.

OBSAH:

1	IDENTIFIKACE ZDROJŮ RIZIKA.....	3
1.1	PŘEHLED NEBEZPEČNÝCH LÁTEK V OBJEKTU.....	3
1.2	IDENTIFIKACE ZDROJŮ RIZIK A VÝBĚR ZDROJŮ RIZIK PRO PODROBNOU AR	7
1.3	POPIS VYBRANÝCH ZDROJŮ RIZIKA A MAPOVÉ ZOBRAZENÍ JEJICH UMÍSTĚNÍ V OBJEKTU	14
2	ANALÝZA RIZIKA	18
2.1	IDENTIFIKACE MOŽNÝCH SITUACÍ A PŘÍČIN (PODMÍNEK), KTERÉ MOHOU VÉST K INICIAČNÍ UDÁLOSTI ZH, IDENTIFIKACE INICIAČNÍCH UDÁLOSTÍ A MOŽNÝCH SCÉNÁŘŮ ROZVOJE ZH.....	18
2.1.1	<i>Přehled možných situací a příčin (podmínek) uvnitř objektu, které mohou způsobit poškození lidského zdraví, ŽP a majetku, včetně uvážení nebezpečných chemických reakcí</i>	<i>19</i>
2.1.2	<i>Přehled možných situací a příčin (podmínek) vně objektu, které mohou způsobit poškození lidského zdraví, ŽP a majetku.....</i>	<i>22</i>
2.1.3	<i>Systematická komplexní identifikace příčin a popis iniciačních událostí možných scénářů.....</i>	<i>24</i>
2.1.4	<i>Popis identifikovaných scénářů „závažných havárií“.....</i>	<i>28</i>
2.2	ODHAD NÁSLEDKŮ IDENTIFIKOVANÝCH SCÉNÁŘŮ ZH NA ŽIVOTY A ZDRAVÍ LIDÍ A ZVÍŘAT, ŽP A MAJETEK	45
2.2.1	<i>Určení kritérií a limitních hodnot pro odhad následků identifikovaných scénářů závažných havárií.....</i>	<i>47</i>
2.2.2	<i>Odhady následků identifikovaných scénářů na životy a zdraví lidí</i>	<i>51</i>
2.2.3	<i>Následky na ŽP, zvířata a majetek</i>	<i>68</i>
2.2.4	<i>Grafické znázornění dosahu zvolených limitních hodnot identifikovaných scénářů ZH.....</i>	<i>69</i>
2.3	ODHAD VÝSLEDNÉ ROČNÍ FREKVENCE ZH	69
2.4	STANOVENÍ MÍRY SKUPINOVÉHO RIZIKA VÝSLEDNÝCH SCÉNÁŘŮ ZH	72
2.5	VÝSLEDKY A POSTUP POSOUZENÍ VLIVU (SPOLEHLIVOSTI A CHYBOVÁNÍ) LIDSKÉHO ČINITELE	73
3.	HODNOCENÍ RIZIK	85
3.1	HODNOCENÍ PŘIJATELNOSTI RIZIKA ZÁVAŽNÝCH HAVÁRIÍ	85
3.2	CELKOVÉ HODNOCENÍ RIZIKA OBJEKTU	86
3.2.1	<i>Bezpečnostní technická a organizační opatření</i>	<i>86</i>
4.	SEZNAM INFORMAČNÍCH ZDROJŮ A METODIK POUŽITÝCH PŘI ANALÝZE RIZIKA A JEJICH POPIS.....	88
5.	POUŽITÁ DOKUMENTACE A LITERATURA.....	89

1 Identifikace zdrojů rizika

1.1 Přehled nebezpečných látek v objektu

V areálu společnosti DANSGAS s.r.o. jsou skladovány ve dvou úložištích dle Protokolu o zařazení následující zkapalněné plyny:

látka	množství v tunách	klasifikace látky ^{*)}	klasifikace látky ^{**)}	fyzikální forma látky
Propan	18,1 tun	270-704-2	č. 18	Plynná
Propan-butan	20,6 tun	270-704-2	č. 18	Plynná
LPG	12,2 tun	270-704-2	č. 18	Plynná

^{*)} Látky a směsi, včetně výbušných, se klasifikují podle nařízení (ES) č. 1272/2008, ve znění pozdějších předpisů

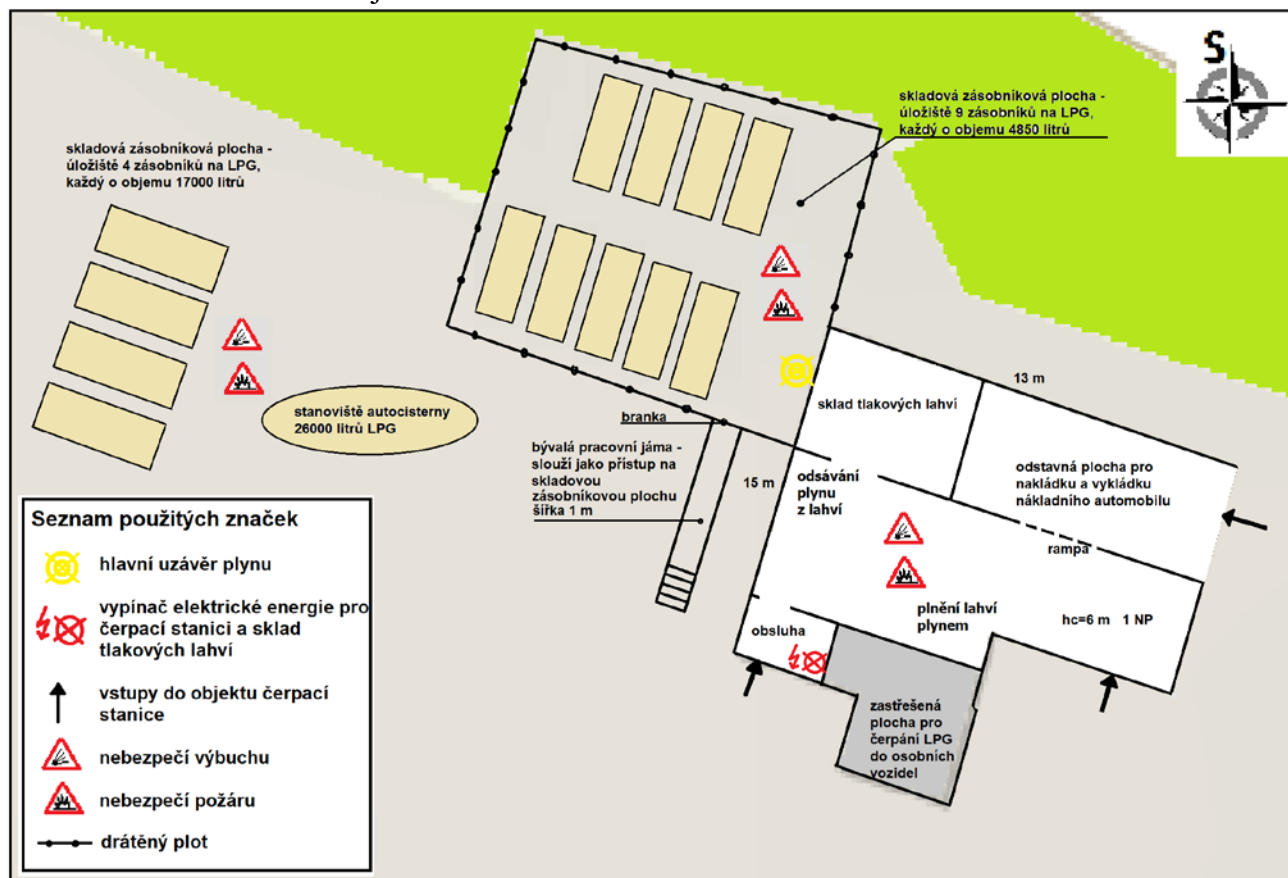
^{**)} Klasifikace látky dle tabulky I, II zákona č. 224/2015 Sb., ve znění pozdějších předpisů

Poznámka: Pro potřeby Protokolu byla použita dle informace provozovatele pouze přibližná bilance:

- LPG = 8t velké úložiště + 2 x 2,1t malé úložiště (ČS LPG) = 12,2t
- PROPAN = 2 x 8t velké úložiště + 1 x 2,1t malé úložiště = 18,1t
- PB = 1 x 8t velké úložiště + 6 x 2,1t malé úložiště = 20,6t

Společnost DANSGAS s.r.o. má ve zmíněném ovalovaném areálu 2 odlišná úložiště + další informace uvedené níže:

1. **Úložiště č. 1 s plnírnou PB a čerpací stanicí LPG** pro max. 10 zásobníků o kapacitě 10x4,85 m³ určené pro skladování LPG pro výrobu tepla a pohon motorů. **V současné době se provozuje 9 zásobníků, tj. 9 x 4,85 m³ + 1 zásobník je rezervován pro odčerpání PB z vadných PB lahví přes zásobník 2,75 m³, a z tohoto zásobníku se vratný PB vrací do zvoleného zásobníku.** Zásobníky č. 1, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10 jsou určené pro propan, butan a jejich směsi určené pro výrobu tepla ^{*)}(§45/1/f) a jsou tak i označeny, technologicky propojeny s výdejním místem přes měřidlo napojené na CU, **nejsou technologicky propojeny s ČS LP.** Zásobníky č. 6 a 7 jsou určené pro LPG pro pohon motorů ^{*)}(§45/1/e) a jsou technologicky propojeny s čerpací stanicí LPG. Poznámka: *Zákon č. 353/ Sb. 203 o spotřební dani. Čerpací stanice LPG s plnírnou tlakových lahví, skladem tlakových lahví- max. 60 ks lahví o objemu 33 litrů, 600 ks lahví o objemu 10 litrů, 100 ks lahví o objemu 21ltry.
2. **Úložiště č. 2 LPG pro velkoobchod** je tvořeno celkem 4 zásobníky o objemu 17 m³ (tj. celkem 4x 17 m³), které slouží k uskladnění LPG pro pohon motorů a pro výrobu tepla určené k prodeji do velkoobchodní sítě. Označení zásobníků odpovídá jejich účelu použití. Zásobník č. 2 je určen pro skladování LPG pro pohon motorů - §45/1/e. Zásobníky č. 1, 3, 4 jsou určené pro skladování propanu, butanu a jejich směsi pro výrobu tepla - §45/1/f. Technické řešení úložiště LPG pro velkoobchod není technologicky propojeno s plnírnou PB a čerpací stanicí LPG. Z úložiště LPG pro velkoobchod je LPG ze zásobníků přepravováno vlastní cisternou společnosti DANSGAS s.r.o.
3. Na ploše areálu je stanoviště mobilní autocisterny- 26.000 litrů LPG.
4. Laminátová montovaná hala- 2 ks tlakových lahví o objemu 33 kg LPG pro temperaci.

Obrázek 1-1: Umístění zdrojů rizika v areálu DANSGAS s.r.o.**a) Aktualizovaný seznam NL v objektu**

V areálu společnosti DANSGAS s.r.o. jsou skladovány ve dvou úložištích extrémně hořlavé (kategorie 1) zkapalněné plyny propan, butan a jejich směsi. Propan-butan (PB/LPG) je směs propanu a butanu. Podíl propanu a butanu ve směsi je závislý na ročním období (na teplotě). V létě je složení směsi cca 40% propanu a 60% butanu. Zimní směs je charakteristická vyšším podílem propanu, je to 60% propanu a 40% butanu. V plynné fázi je LPG bezbarvý a v přírodním stavu je bez zápachu, typický zápach je mu dodáván odorací. Vybrané vlastnosti propanu a butanu jsou uvedeny v následující tabulce 1-1.

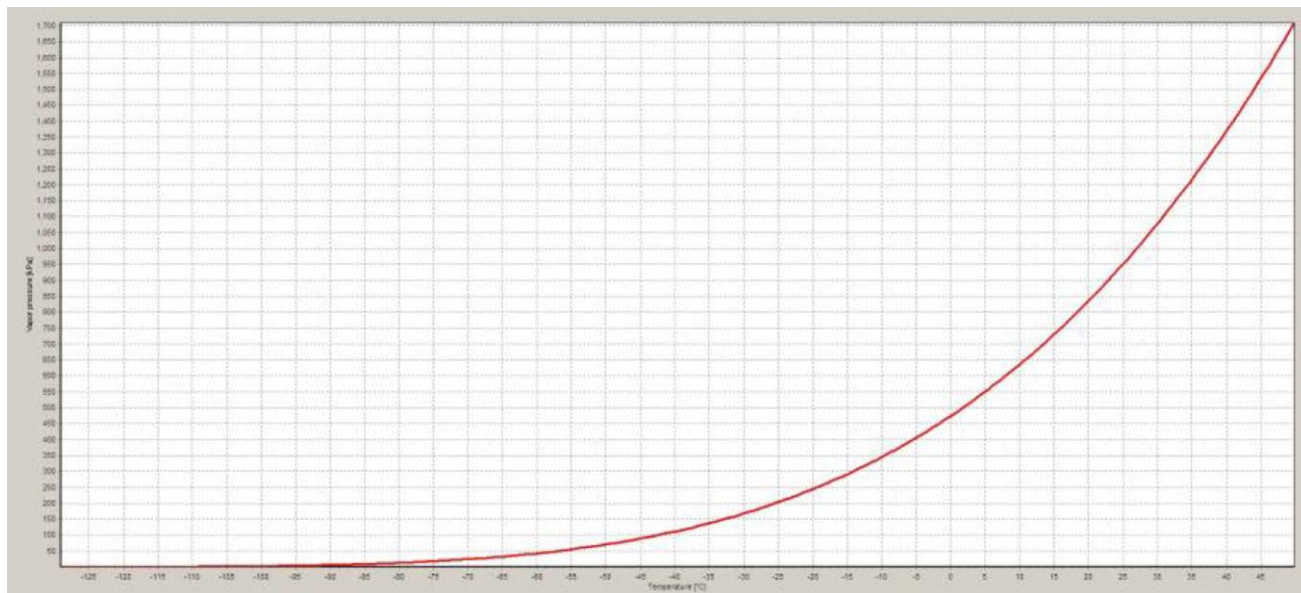
Tabulka 1-1: Základní vlastnosti propanu a butanu

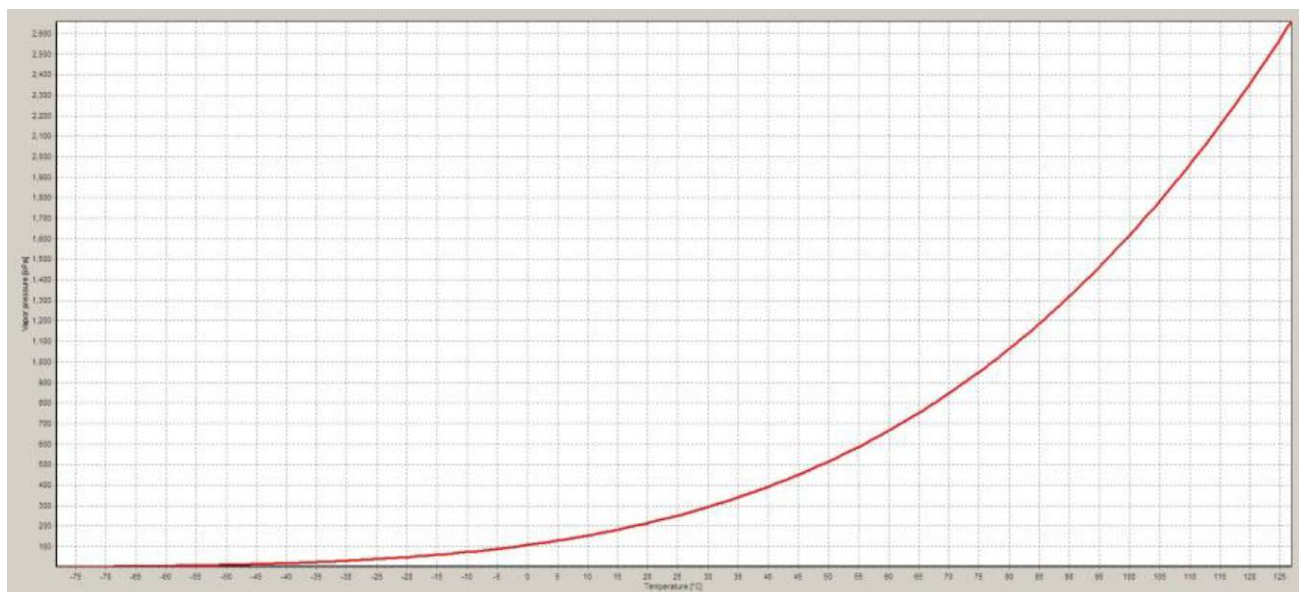
Obchodní název	-	Propan	Butan
CAS	-	74-98-6	106-97-9
EINECS	-	200-827-9	200-827-7
IUPAC	-	Propan	Butan
RID – třída / číslo	-	2 / 2f	2 / 2f
ADR – třída / číslo	-	2 / 2f	2 / 2f
Kemler kód	-	23	23
UN kód	-	1978	1011
Chemický vzorec	-	C_3H_8 $CH_3-CH_2-CH_3$	C_4H_{10} $CH_3-CH_2-CH_2-CH_3$
Stupeň čistoty	%	90	90
Nejdůležitější příměsi	-	i-butan, n-butan, propen	propan, i-butan
Molekulová hmotnost	$g \cdot mol^{-1}$	44,096	58,120
Hustota kapalně fáze při 15°C	kg/l	0,508	0,585
Hustota kapalně fáze při 20°C	kg/l	0,498	0,578
Hustota plyn. fáze při 0°C, 0,1MPa	$kg \cdot m^{-3}$	2,019	2,590
Měrný objem kap. fáze 15°C	l/kg	1,972	1,710
Hutnost/vzduch=1	-	1,562	2,091

Výparné teplo	kJ.kg^{-1}	444,050	387,791
Bod varu	$^{\circ}\text{C}$	-42,6	-0,5
Bod tání	$^{\circ}\text{C}$	-190,16	-134,96
Kritická teplota	$^{\circ}\text{C}$	96,74	152,04
Kritický tlak	MPa	4,256	3,800
Kritický objem	$\text{cm}^3.\text{kmol}^{-1}$	200	255
Objem plynu odpařením 1kg kap. fáze při 0°C , 0,1MPa	m^3	0,496	0,368
Objem plynu odpařením 1kg kap. fáze při 20°C , 0,1MPa	m^3	0,553	0,395
Objemový poměr (l) / (g)		264	223
Spalné teplo	MJ.kmol^{-1}	2 221,5	2 880,4
Výhřevnost	MJ.kmol^{-1}	2 045,6	2 660,5
Meze výbušnosti	obj. %	2,12 – 9,35	1,86 – 8,41
Zápalná teplota	$^{\circ}\text{C}$	510 - 580	475 – 550
Bod vzplanutí	$^{\circ}\text{C}$	-104	-74
Bod vznícení	$^{\circ}\text{C}$	480	420
NFPA klasifikace	-		
-zdravotní faktor N_H :		1	1
-hořlavost N_F :		4	4
-reaktivita N_R :		0	0

Látka splňuje kritéria pro klasifikaci jako nebezpečná podle nařízení (ES) č. 1272/2008 CLP z hlediska fyzikálně-chemických vlastností, ale nesplňuje kritéria pro klasifikaci jako nebezpečná látka pro lidské zdraví nebo životní prostředí, není karcinogenní, mutagenní ani toxický pro reprodukci (CMR) a není také persistentní, bioakumulativní a toxický (PBT) ani vysoce persistentní a vysoce bioakumulativní (vPvB).

Závislost tenze par propanu na teplotě



Závislost tenze par butanu na teplotě

Za normálních podmínek je LPG (směs propanu a butanu) v plynném skupenství, snadno jej lze převést do kapalného skupenství, kde zaujímá pouze 1/260 plynného objemu. Distribuuje se v tlakových láhvích nebo se dodává zkapalněný do zásobníků a čerpacích stanic. V případě úniku paliva se rychle vypaří. Na rozdíl od benzínu a nafty nehrozí kontaminace půdních a vodních zdrojů. V tabulce 1-2 je uveden upřesněný seznam zařízení se zkapalněnými plyny při 85% plnění, hustotě kapalné fáze při 20°C.

Tabulka 1-2: Seznam zařízení (zásobníky), které obsahují NL

Poř. č.	Zařízení	NL	Klasifikace dle ES č. 1272/2008	Množství NL [kg]
1	7 zásobníků č. 1, 2, 4, 5, č. 8, 9, 10 (plnění 85%) v úložišti č. 1	Propan, butan	Flam. Gas 1; H 220 Extrémně hořlavý plyn GHS02 nebezpečí, H280, GHS04 : (Liquefied gas)	7x2218= 15 526 kg
2	Zásobník č. 3 v úložišti č. 1	Propan	Flam. Gas 1; H 220 Extrémně hořlavý plyn; GHS02 nebezpečí, H280, GHS04; (Liquefied gas)	1x2053 kg
3	Zásobníky č. 6, 7 (plnění 85%) v úložišti č. 1 pro ČS LPG; armatury:DN32 kapalná fáze do ČS; DN20 plynná fáze do zásobníku	LPG	Flam. Gas 1; H 220 Extrémně hořlavý plyn; GHS02 nebezpečí, H280, GHS04 : (Liquefied gas)	2x2218= 4 436 kg
4	Zásobníky č. 1 a č. 2 (plnění 85%) v úložišti č. 2	Propan	Flam. Gas 1; H 220 Extrémně hořlavý plyn; GHS02 nebezpečí, H280, GHS04 : (Liquefied gas)	2x7196,1=14 392 kg
5	Zásobník č. 3 (plnění 85%) v úložišti č. 2	LPG	Flam. Gas 1; H 220 Extrémně hořlavý plyn; GHS02 nebezpečí, H280, GHS04 : (Liquefied gas)	7 774,1 kg
6	Zásobník č. 4 (plnění 85%) v úložišti č. 2	Propan, butan	Flam. Gas 1; H 220 Extrémně hořlavý plyn; ; GHS02 nebezpečí, H280, GHS04 : (Liquefied gas)	7 774,1 kg
7	Sklad PB lahví pro prodej: tlakové nádoby s náplní 2, 5, 10 a 33 kg	Propan, butan	Flam. Gas 1; H 220 Extrémně hořlavý plyn; GHS02 nebezpečí, H280, GHS04 : (Liquefied gas)	1000 kg
8	Laminátová hala 2x 33 kg PB	Propan, butan	Flam. Gas 1; H 220 Extrémně hořlavý plyn; GHS02 nebezpečí, H280, GHS04 : (Liquefied gas)	66 kg
Celkem skladované zkapalněné plyny (kg)				53 021 kg
9	Mobilní AC 26 m ³ Cisternová AC	P/PB/ LPG	Flam. Gas 1; H 220 Extrémně hořlavý plyn; GHS02 nebezpečí, H280,	*11 057 - 13427 kg

Návěsová AC	GHS04 : (Liquefied gas)	**10 520 kg
-------------	-------------------------	-------------

Poznámka: * Údaje o množství převáženého zkapalněného plynu v AC dle druhu na výrobním štítku.

** Údaje o množství převáženého zkapalněného plynu v návěsové AC na výrobním štítku.

b) Bezpečnostní listy

Viz : [Bezpečnostní listy](#)

1.2 Identifikace zdrojů rizik a výběr zdrojů rizik pro podrobnou AR

a) Popis použitých metod, odkaz na literární zdroje

Identifikace zdrojů rizik a výběr ZR byli provedeny podle zásad uváděných v metodice TNO (CPR 18E-Guidelines for Quantitative Risk Assessment, „Purple Book“, Committee for Prevention of Disasters, Haag, 1999) + Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.1-Module C, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Centre for External Safety the Netherlands, 2009).

b) Přehled jednotlivých zařízení s uvedením druhu a množství NL

V prostorech provozovatele jsou umístěna následující skladovací, provozní a přepravní zařízení obsahující NL. Zásobníky v úložišti č. 1 jsou umístěny v havarijní jímce. Seznam posuzovaných jednotek byl zpracován ve spolupráci se zástupci objednatele – viz Tabulka 1-3. NL se skladují při teplotě okolí.

Tabulka 1-3: Zásobníky v úložištích č. 1 a č. 2

č.	Označení zdroje rizika	Zařízení	NL	Množství NL [kg]
1	Z1a-g	7 zásobníků č. 1,2,4, 5, č. 8, 9, 10 (plnění 85%) v úložišti č. 1 7 x 2218 kg	Propan, butan	15 526
2	Z2	Zásobník č. 3 v úložišti č. 1	Propan	2053
3	Z3	Zásobníky č. 6, 7 (plnění 85%) v úložišti č. 1 pro ČS LPG; 2 x 2218 kg armatury:DN32 kapalná fáze do ČS; DN20 plyná fáze do zásobníku	LPG	4 436
4	Z4	Zásobníky č. 1 a č. 2 (plnění 85%) v úložišti č. 2 2 x 7196 kg	Propan	14 392
5	Z5	Zásobník č. 3 (plnění 85%) v úložišti č. 2	LPG	7 774
6	Z6	Zásobník č. 4 (plnění 85%) v úložišti č. 2	Propan, butan	7 774
7	Z7	Sklad PB lahví pro prodej: tlakové nádoby s náplní 2, 5, 10 a 33 kg	Propan, butan	1000
8	Z8	Laminátová hala 2 x 33 kg PB	Propan, butan	66 kg
9	Z9	Mobilní AC 26 m ³ - Cisternová AC - Návěsová AC	P/PB/LPG	*11 057 - 13427 **10 520

Poznámka: Pro rozvoz zkapalněných plynů k zákazníkům je od 03-2021 používána i nová návěsová (kontejnerová) cisterna 26 m³.

Poznámka: * Údaje o množství převáženého zkapalněného plynu v AC dle druhu na výrobním štítku.

** Údaje o množství převáženého zkapalněného plynu v návěsové AC na výrobním štítku.

Části zařízení, ve kterých probíhá technologická manipulace s NL:

Z bezpečnostního hlediska jsou zdrojem místního rizika i následující provozní technologická zařízení a objekty viz Tabulka 1-4.

Tabulka 1-4: Provozní technologická zařízení v DANSGAS s.r.o.

Označení zdroje rizika	Název zařízení	Charakteristika provozních podmínek	Poznámka
V1	*Čerpací stanice LPG	T=okolí, výkon komp. ČS Q min. 5dm ³ /min.; Q max. 50 dm ³ /min, trvalá obsluha, CENTRÁL STOP tlačítko u stojanu. Doba trvání úniku max. 1 min, tzn. únik do cca 26,9 kg LPG.	Místní zdroj rizika
V2	**Plnírna tlakových lahví	T=okolí, DN 20 s hadicí osazenou rychloupínací plnicí pistolí; trvalá obsluha, centrální STOP tlačítko pro odstavení plnění. Zpětná kapalná fáze vede obchvatem rozvodem DN 20 přes zpětný ventil do sběrného potrubí DN 20 a přes ventil kapalně fáze zpět do zásobníků. Doba trvání úniku v extrému odhadnuta na max. 20 sekund, tj. max. únik 100 kg LPG. Dále viz Poznámka **	Místní zdroj rizika
V3	***Stáčecí stanoviště autocisteren	T=okolí, čerpadlo průtok plynu 40 – 200 kg/min, tlak 2-25 bar. Obsluha řidičem s rychlým odstavením čerpadla. dále viz Poznámka ***	Zdroj rizika ZH

Poznámky:

- ***Čerpací stanice včetně kompresorovny (detaily viz OS č. 13 – Čerpací stanice LPG)**

Výkon komp. ČS Q min. 5dm³/min.; Q max. 50 dm³/min. Max. provozní přetlak: 1,56 MPa, Propouštěcí přetlak: 1,1 – 1,4 MPa, Provozní teplota: -20/40°C, Příkon čerpací stanice: 3,5 kW. El. zařízení jsou v Ex provedení.

- ****Plnírna tlakových lahví (detaily viz OS č. 17 – Plírna PB)**

Provozní médium: propan, butan a jejich směsi. Velikost plněných nádob: max. 33 kg. Instalovaný příkon: 4,8 kW. Tlaková nádoba – objem: 7 x 4850 l. Čerpací agregát: TBH 317/1-R/GP-M. Přepouštěcí ventil: BV 1. Plnicí váha: typ TM 100.C. Pojistný přetlak rozvodu: 1,8 MPa. Přepouštěcí přetlak: 1,2 – 1,6 MPa. Provozní teplota: -20 / 40°C. El. zařízení jsou v Ex provedení.

- *****Stáčecí stanoviště autocisteren – plnění zásobníků (detaily viz OS č. 19 Stáčecí řád AC)**

Plnění zásobníků z autocisterny se provádí čerpadlem AC přes plnicí hrdlo ventilem, který je opatřen automatickým zpětným ventilem. Plnění zásobníku se sleduje přes hmotnostní průtokoměr AC a na stavoznaku zásobníku. Čerpadlo průtok plynu 40 – 200 kg/min, 90 – 450 l/ min; tlak 2-25 bar. Hadice DN32 na bubnu 60 m.

c) Výběr zdrojů rizika pro podrobnou AR, seznam vybraných zdrojů rizika

Výběr zdrojů rizika byl proveden podle zásad uváděných v metodice TNO (CPR 18E-Guidelines for Quantitative Risk Assessment, „Purple Book“, Committee for Prevention of Disasters, Haag, 1999) + Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.1-Module C, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Centre for External Safety the Netherlands, 2009) výpočtem indikačního čísla A pro látky hořlavé uváděné již dříve v Tabulkách 1-2, 1-3 a 1-4, popř. i tzv. selektivního čísla S^F pro vybrané zdroje rizika, kde vypočtené indikační číslo A ≥ 1.

Pro indikaci a výběr rizikových zařízení, které nejvíce přispívají k riziku, byla použita, tzv. selektivní indexová metoda dle Purple Book (**dále PB**). Vlastní postup lze charakterizovat takto:

- 1) Objekt/podnik se rozdělí na nezávislá zařízení.

2) Nebezpečnost každého zařízení se stanoví na základě množství látky, provozních podmínek a vlastností nebezpečných látek.

3) Vypočte se **Indikační číslo A**, které vyjadřuje míru skutečné nebezpečnosti zařízení.

4) Nebezpečnost zařízení se stanovuje pro množinu bodů v okolí objektu na úrovni plotu podniku, nejbližších cizích subjektů, obytné zóny apod. (je-li to aktuální, např. při kumulaci řady objektů, míst výskytu osob apod. v blízkosti plotu).

5) Nebezpečnost zařízení na jistou vzdálenost se stanoví na základě známého indikačního čísla **A** a vzdálenosti mezi posuzovaným bodem a zařízením.

6) Míra nebezpečí pro okolní subjekty se dle vzdálenosti vyhodnotí výpočtem hodnoty **selektivního čísla S^F** dle vztahu 2.5 v kapitole 2.3.3 uváděné v CPR 18E Guidelines for Quantitative Risk Assessment –Purple Book /7/.

7) Jednotky/zařízení jejichž relativní hodnoty selektivního čísla S^F jsou zpravidla ≥ 1 se podrobují kvantitativní analýze QRA.

Pro následnou detailní kvantitativní analýzu rizika (QRA) jsou pak vybírány jen ty zdroje rizika v DANSGAS s.r.o., jejichž selektivní číslo S^F je pro nejbližší lokality s výskytem obyvatelstva, apod. větší než 1.

Poznámky k použitému postupu:

V návaznosti na tabulky vstupních údajů 1-3 a 1-4 byly pro hodnocená zařízení stanoveny hodnoty indikačního čísla A pro látky hořlavé. Tím je posouzena míra nebezpečnosti zařízení. Lze konstatovat, že je-li hodnota indikačního čísla A = 1, může jednotka ohrozit okolí ve vzdálenosti do 100 metrů.

Upřesnění použití metodiky prioritizace rizik pro zařízení DANSGAS s.r.o.:

Výpočet selektivního čísla S^F pro sérii zvolených bodů po 50 m podél 550 m plotu areálu pro všechny zdroje rizika není prezentován, neboť zařízení DANSGAS s.r.o. jsou koncentrována při severní straně plotu areálu, avšak nejsou v blízkém kontaktu s naprostou většinou okolních subjektů, a proto rozhodná bude vzdálenost cizích subjektů od konkrétního zdroje rizika z fy DANSGAS s.r.o., resp. vůči objektům a zařízením jiných subjektů v okolí – viz níže Obrázek 1-2, popř. detaily viz:

- [Blížejší okolí areálu DANSGAS s.r.o.jpg](#),
- [Detail okolí areálu DANSGAS s.r.o.jpg](#), apod.

Obrázek 1-2: Umístění zdrojů rizika v areálu DANSGAS s.r.o. vůči bližšímu okolí



Aktuálnost rizika byla posuzována i pro administrativní objekt DANSGAS s.r.o. s ubytovnou uvnitř areálu u východního plotu. Výsledky vyhodnocení rizika skladovacích zařízení viz Tabulka 1-5.

Tabulka 1-5: Výsledky vyhodnocení skladovacích zařízení DANSGAS s.r.o. indexovou metodou Purple Book

Druh rizikového zařízení	Označení	Faktor			Množství NL	Limit	Ind. číslo
	zdroje	O1	O2	O3	Q (kg)	G (kg)	A ^F
Procesní úložiště č. 1							
Zásobník PB v úložišti č. 1	Z1	0,1	1	10	2 218	10000	0,222
Zásobník propanu v úložišti č. 1	Z2	0,1	1	10	2 053	10000	0,205
Zásobník LPG v úložišti č. 1	Z3	0,1	1	10	2 218	10000	0,222
Úložiště č. 1 celkem 10 zásobníků	-	0,1	1	10	22 015	10000	2,202
Skladovací zásobníky v úložišti č. 2							
Zásobník propanu v úložišti č. 2	Z4	0,1	1	10	7 196	10000	0,720
Zásobník LPG v úložišti č. 2	Z5	0,1	1	10	7 774	10000	0,777
Zásobník PB v úložišti č. 2	Z6	0,1	1	10	7 774	10000	0,777
Úložiště č. 2 – celkem 4 zásobníky		0,1	1	10	29 940	10000	2,994
Sklad PB lahví pro prodej							
Láhev 2 kg	Z7-2	0,1	1	10	2	10000	0,000
Láhev 5 kg	Z7-5	0,1	1	10	5	10000	0,001
Láhev 10 kg	Z7-10	0,1	1	10	10	10000	0,001
Láhev 33 kg	Z7-33	0,1	1	10	33	10000	0,003
Sklad PB lahví celkem	Z7	0,1	1	10	1 000	10000	0,100
Laminátová hala							
	Z8	1	1	10	66	10000	0,066
Mobilní autocisterna na stanovišti v areálu							
	Z9	0,1	1	10	11 448	10000	1,145

Poznámka: Množství NL v AC bylo určeno propočtem jako střed $26\,000 \times 0,85 \times (2 \times 0,498 + 2 \times 0,538) / 4 = 11\,448$ kg.

Závěr:

- Vypočtené indikační číslo **A** pro jednotlivé skladové zásobníky je menší než 1.
- Vypočtené indikační číslo **A** pro mobilní AC na určeném stanovišti v areálu je větší než 1, tzn. v rámci QRA provést vyhodnocení možných následků.
- Úložiště č. 1 a č. 2 jako celek však představují kumulované riziko $A > 1$, pokud by došlo k iniciaci zkapařených plynů v úložišti DOMINO efektem, i když adekvátní iniciační zdroj zde není. Přesto bylo doporučeno detailnější vyhodnocení následků hypotetického úniku media ze zásobníku versus iniciace par do VCE, BLEVE, apod., tj. efekty, které by mohly vést k narušení integrity dalších zásobníků.
- Větraný sklad PB je minoritním zdrojem rizika, obdobně i laminátová hala s 66 kg PB.

Tabulka 1-6: Výsledky vyhodnocení provozních technologických zařízení DANSGAS s.r.o. indexovou metodou Purple Book

Druh rizikového provozního technologického zařízení	Označení	Faktor			Množství NL	Limit	Ind. číslo
	zdroje	O1	O2	O3	Q (kg)	G (kg)	A ^F
Provozní technologická zařízení							
Čerpací stanice LPG	V1	1	1	10	27	10000	0,027
Plnírna tlakových lahví	V2	1	0,1	10	100	10000	0,010
Stáčecí a plnicí stanoviště AC	V3	1	1	10	11448	10000	11,448

Závěr:

1. Provozní technologická zařízení (ČS LPG, Plnírna lahví) jsou minoritním zdrojem rizika. Lze je odstavit ihned STOP tlačítkem. El. zařízení jsou v Ex provedení.
2. Hlavním zdrojem rizika je mobilní AC v pozici stáčení/plnění u úložiště č. 2., tzn. v rámci QRA provést bližší AR a vyhodnocení možných následků.

Tabulka 1-7: Vyhodnocené hlavní zdroje rizika v areálu DANSGAS s.r.o.

Zařízení	Zdroj rizika	O1	O2	O3	Q (kg)	G (kg)	A ^F
Zásobník PB v úložišti č. 1	Z1	0,1	1	10	2 218	10000	0,222
Zásobník propanu v úložišti č. 1	Z2	0,1	1	10	2 053	10000	0,205
Zásobník LPG v úložišti č. 1	Z3	0,1	1	10	2 218	10000	0,222
Zásobník propanu v úložišti č. 2	Z4	0,1	1	10	7 196	10000	0,720
Zásobník LPG v úložišti č. 2	Z5	0,1	1	10	7 774	10000	0,777
Zásobník PB v úložišti č. 2	Z6	0,1	1	10	7 774	10000	0,777
Naplněná autocisterna v areálu	Z9	0,1	1	10	11 448	10000	1,145
Stáčecí stanoviště AC- fáze plnění/čerpání	V3	1	1	10	11 448	10000	11,448

Shrnutí výsledků selektivní metody dle Tabulek 1-5 až 1-7:

- 1) Jednotlivé zásobníky v procesním úložišti č. 1 mají indikační číslo $A^F < 1$ (cca $A = 0,205$, $A = 0,222$). Ohrožující potenciál pro vnější okolí má úložiště č. 1 pouze jako celek (tzn. 10 zásobníků, kdy indikační číslo $A^F > 1$).
- 2) Jednotlivé skladovací zásobníky v úložišti č. 2 jsou charakterizovány indikačním číslem $A^F < 1$ ($A = 0,720$, $A = 0,777$). Jako celek má úložiště č. 2 ohrožující potenciál $A^F > 1$.
- 3) Mobilní autocisterna na vyhrazeném stanovišti v areálu naplněná na „maximum“ při krátkodobém stání (cca 0,5 h) je charakterizována indikačním číslem $A^F > 1$ ($A = 1,145$).
- 4) Mobilní autocisterna během procesu stáčení nebo plnění je charakterizována indikačním číslem $A^F > 1$ ($A = 11,448$).
- 5) Ostatní potenciální zdroje rizika jako čerpací stanice LPG, sklad PB lahví, PB láhve v laminátové hale mají dle metodiky Purple Book minoritní potenciál vzniku ZH pro vnější okolí, neboť $A^F \ll 1$.

Pro bližší vyhodnocení závažnosti zdrojů rizika z areálu DANSGAS s.r.o. byly provedeny výpočty selektivních čísel S^F pro 16 vytipovaných objektů/míst v širším okolí areálu DANSGAS s.r.o. – viz Obrázek 1-3.

Detaily umístění potenciálně ohrožených objektů viz:

[Potenciálně ohrožené objekty 1-16 v širším okolí areálu DANSGAS s.r.o..jpg](#)

Tabulka 1-9: Vypočtené hodnoty selektivních čísel S^F pro jednotlivé zdroje rizika a potenciálně ohrožené objekty č. 1-16.

Zařízení	Zdroj rizika	Vypočtené hodnoty selektivního čísla SF pro látky hořlavé v místech č. 1-16															
		1	2	3	4	5	6	7	8	10	9	11	12	13	14	15	16
Zásobník PB v úložišti č. 1	Z1	0,77	0,98	0,72	0,39	0,19	0,08	0,10	0,01	0,15	0,89	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Zásobník propanu v úložišti č. 1	Z2	0,71	0,90	0,67	0,36	0,36	0,07	0,09	0,01	0,14	0,82	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Zásobník LPG v úložišti č. 1	Z3	0,72	0,98	0,72	0,19	0,19	0,08	0,10	0,01	0,15	0,89	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01
Zásobník propanu v úložišti č. 2	Z4	3,89	1,89	1,26	0,62	0,62	0,46	0,44	0,03	0,42	1,46	0,17	0,01	0,01	0,00	0,03	0,04
Zásobník LPG v úložišti č. 2	Z5	4,20	2,04	1,36	0,67	0,67	0,50	0,47	0,03	0,45	1,58	0,18	0,01	0,01	0,00	0,03	0,04
Zásobník PB v úložišti č. 2	Z6	4,20	2,04	1,36	0,67	0,54	0,50	0,47	0,03	0,45	1,58	0,18	0,01	0,01	0,00	0,03	0,04
Autocisterna v areálu	Z9	6,18	1,68	1,22	0,79	1,38	1,05	0,51	0,04	1,08	3,20	0,27	0,01	0,01	0,01	0,05	0,07
Stáčení stanoviště AC-plnění/čerpání	V3	61,82	16,8	12,2	7,93	13,78	10,48	5,09	0,36	10,79	31,99	3,83	0,08	0,12	0,06	0,45	0,73

Závěry:

- 1.) Severně a SZ situovaná veřejná čerpací stanice PHM (objekt č. 1) je hypoteticky ohrožena při velkém úniku PB či LPG ze zásobníků v úložišti č. 1, dále při úniku propanu, PB či LPG ze zásobníků v úložišti č. 2 nebo z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání při J a JV větru.
- 2.) Nejblíže severně situovaný přízemní dům – deklarovaný jako autoservis (objekt č. 2) je hypoteticky ohrožen při velkém úniku PB či LPG ze zásobníků v úložišti č. 1, dále při úniku propanu, PB či LPG ze zásobníků v úložišti č. 2 nebo z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání (při JZ a J větru).
- 3.) Nejblíže patrový dům - deklarovaný jako autoservis na SV (objekt č. 3) je hypoteticky ohrožen při velkém úniku propanu, PB či LPG ze zásobníků v úložišti č. 2 nebo z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání (při JZ a J větru).
- 4.) Druhý nejblíže dům na SV (objekt č. 4) je hypoteticky ohrožen pouze při velkém úniku propanu, PB či LPG z mobilní autocisterny při jejím stáčení/čerpání (při JZ větru).
- 5.) Nejblíže úsek silnice do Žandova (objekt č. 5) na SZ, popř. S je hypoteticky ohrožen při velkém úniku propanu, PB či LPG z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání (při JV a J větru).
- 6.) Nejblíže úsek žel. tratě ČD Česká Lípa-Děčín (objekt č. 6) západním směrem je hypoteticky ohrožen při velkém úniku propanu, PB či LPG z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání (při V větru).
- 7.) Nejblíže SZ řadová obytná zástavba (objekt č. 7) je hypoteticky ohrožena pouze při velkém úniku propanu, PB či LPG z mobilní autocisterny při jejím stáčení/čerpání (při JV větru).
- 8.) Nejblíže J až JV stěna neprovozovaného kamenolomu (objekt č. 10) je hypoteticky ohrožena při velkém úniku propanu, PB či LPG z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání (při SZ větru).
- 9.) Administrativní objekt DANSGAS s.r.o. na východní straně areálu je hypoteticky ohrožen při úniku propanu, PB či LPG ze zásobníků v úložišti č. 2 nebo z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání při SZ a Z větru).
- 10.) Řeka Ploučnice (objekt č. 11) + osamělý domek v Z až JZ sektoru jsou hypoteticky ohroženy pouze při velkém úniku propanu, PB či LPG z mobilní autocisterny při jejím stáčení/čerpání (při S až SV větru).

- 11.) Ostatní vytipované objekty č. 12-16 nejsou ohroženy jakýmkoliv zdrojem rizika z areálu DANSGAS s.r.o.
- 12.) Obecně nebudou hypoteticky ohroženy objekty ve vzdálenosti větší než 230 m od potenciálně největšího zdroje rizika, tj. AC ve fázi stáčení/čerpání.

V návaznosti na výše uváděné závěry z prioritizace **bylo doporučeno pro finální QRA** (kvantitativní analýzu rizik) **vyhodnotit:**

- ***Možné efekty havarijního úniku zkapalněných plynů pro mobilní autocisternu, jak na vyhrazeném stanovišti, tak i během procesu jejího stáčení/plnění v pozici u úložiště č. 2, tzn. zdroje rizika Z9 a V3.***
- ***Dále zásobníky v úložišti č. 1 (zdroje rizika Z1 a Z3), č. 2 (zdroje rizika Z4, Z5 a Z6), které svými potenciálními účinky mohou mít efekty na bližší okolí, popř. způsobit DOMINO efekt v areálu.***

1.3 Popis vybraných zdrojů rizika a mapové zobrazení jejich umístění v objektu

Popis vybraných zdrojů rizika

I. Úložiště č. 1 s plnírnou PB a čerpací stanicí LPG zkolaudováno na celkem 10 zásobníků o kapacitě 10x4,85 m³ určené pro skladování LPG pro výrobu tepla a pohon motorů. Zásobníky č. 1, 2, 3, 4, 5, 8-10 jsou určené pro propan, butan a jejich směsi určené pro výrobu tepla (§45/1/f) a jsou tak i označeny, technologicky propojeny s výdejním místem přes měřidlo napojené na CU. Zásobníky č. 6 a 7 jsou určené pro LPG pro pohon motorů (§45/1/e) a jsou technologicky propojeny s čerpací stanicí LPG.

Základní technické hodnoty zásobníků v úložišti č.1:

Počet: nově 10 ks, Objem zásobníku: 4850 l (4900 l). Průměr zásobníku: 1,25 m; Délka: 3,95 m. Max. plnění zásobníku: 85%. Max. provozní přetlak: 1,56 MPa; Propouštěcí přetlak: 1,1 – 1,4 MPa; Provozní teplota: -20/40°C. Příruby: -příruba v čele nádrže DN125; **-spodní vývod kapalná fáze DN25;** -sdužená armatura 3/4" = 1,905 cm; odběr kapalně fáze 3/4"=1,905 cm. Ventily: GOK plnicí ventil 1 3/4"=4,445 cm; pojistný ventil 1"=2,54 cm.

Jeden zásobník slouží ke zpětnému stáčení PB z PB lahví (stočený PB se vrací do provozních zásobníků), popř. může být využit havarijně pro přečerpání směsi při odstavení některého zásobníku.

Popis zařízení ČS LPG:

Výstupní tekutá fáze PB (uvažovaná hustota LPG: 538 kg/m³) se odebírá ze spodního otvoru zásobníku, od kulového kohoutu DN 32 vede rozvod DN 32,20 do čerpací jednotky TBH 317/1-R/GP-M a výdejního stojanu ADAST TCM 141/07-4506 s uzávěrem KK DN 20. Výstupní kapalná fáze vede od stojanu od uzávěru KK DN 15 s rozvodem DN 15,20 napojená na obchvat BYPASS, na rozvodu od čerpací jednotky osazený trojcestný ventil s manometrem 0-2,5MPa, přepouštěcím ventilem 3,1 F vede rozvod DN 20 přes sduženou armaturu do zásobníku. Čerpací stanice je umístěna v oploceném prostoru, vybavená výstražnými tabulkami dle ČSN 018013, CENTRÁL STOP tlačítkem u stojanu a rozvaděče.

Bezpečnostní opatření:

Obsluha provede kontrolu zařízení před uvedením do provozu a upozorní obsluhu navazujících zařízení o zahájení provozu. Stanoví provoz zásobníku, na kterém otevře uzávěry na výstupu kapalně fáze, vracení kapalně a plynné fáze. U výdejního stojanu provede vizuální kontrolu pistole a stojanu a připraví jej k čerpání propan – butanu do tlakové nádrže auta.

Denní kontrola:

- obsluha jednou za 8 hodin kontroluje stav hladiny propan – butanu v zásobníku hladinoměrem;

- v případě hladiny v nádrži blíží se k 20 % objemu se kontrola provádí ve zkrácených termínech max. po čtyřech hodinách;
- maximální hladina v nádrži je 85 % jejího objemu;
- minimální hladina v nádrži je 20 % jejího objemu;
- obsluha provozuje zásobníky takto: otevřený výstup do čerpadla a vracení kapalná a plynná fáze do nádrže;
- zásobník mimo provoz musí být uzavřen na straně plynné i kapalná fáze.

Provozní pokyny:

1. Jednou ze základních povinností obsluhy je kromě vlastní obsluhy zařízení i povinnost řídit pohyb vozidel ve vymezeném prostoru ČS LPG. Obsluha provádí kontrolu přistavení vozidla k plnění jeho nádrže LPG, napojení na hrdlo zásobní nádrže, které musí být vyvedeno vně vozidla a zkontroluje typ plnicí koncovky na vozidle. Při kontrole sleduje vizuálně stav plnicího hrdla, zda není nahodilý únik plynu z vozidla, stanoví použití přímého napojení hadice na hrdlo nebo použití redukce pro jednotlivé typy zařízení ve vozidle.

2. Provede kontrolu napojení hadice, spustí tlačítkem na stojanu čerpadlo kapalného plynu. Na základě signalizace a uzavření přívodu omezovačem v nádrži vozidla, zabezpečujícím dodržení naplnění nádrže na 80 %, vypne ruční ovládání. Po ukončení výdeje LPG odpojí obsluha pistoli do plnicí koncovky, zavěsí zpět do držáku a přesvědčí se o těsnosti zpětného ventilu plnicího hrdla vozidla. V případě nebezpečného úniku tlačítkem STOP vypne obsluha elektroinstalaci čerpací stanice LPG a vozidlo odtlačí na místo, kde případný únik a šíření LPG nemůže způsobit ohrožení.

II. Úložiště č. 2 LPG pro velkoobchod je tvořeno celkem 4 zásobníky o objemu 17 m³ (tj. celkem 4x 17 m³). Tyto 4 zásobníky slouží k uskladnění LPG pro pohon motorů a pro výrobu tepla určené k prodeji do velkoobchodní sítě. Zásobník č. 3 je určen pro skladování LPG pro pohon motorů - §45/1/e (uvažovaná hustota LPG při 25°C: 538 kg/m³). Zásobníky č. 1, 2, 4 jsou určené pro skladování propanu (uvažovaná hustota propanu při 25°C: 498 kg/m³), butanu (uvažovaná hustota butanu 25°C: 578 kg/m³) a jejich směsí pro výrobu tepla - §45/1/f. Technické řešení úložiště LPG pro velkoobchod není technologicky propojeno s plnírnou PB a čerpací stanicí LPG. Z úložiště LPG pro velkoobchod je LPG ze zásobníků přepravováno vlastními cisternami DANSGAS s.r.o.

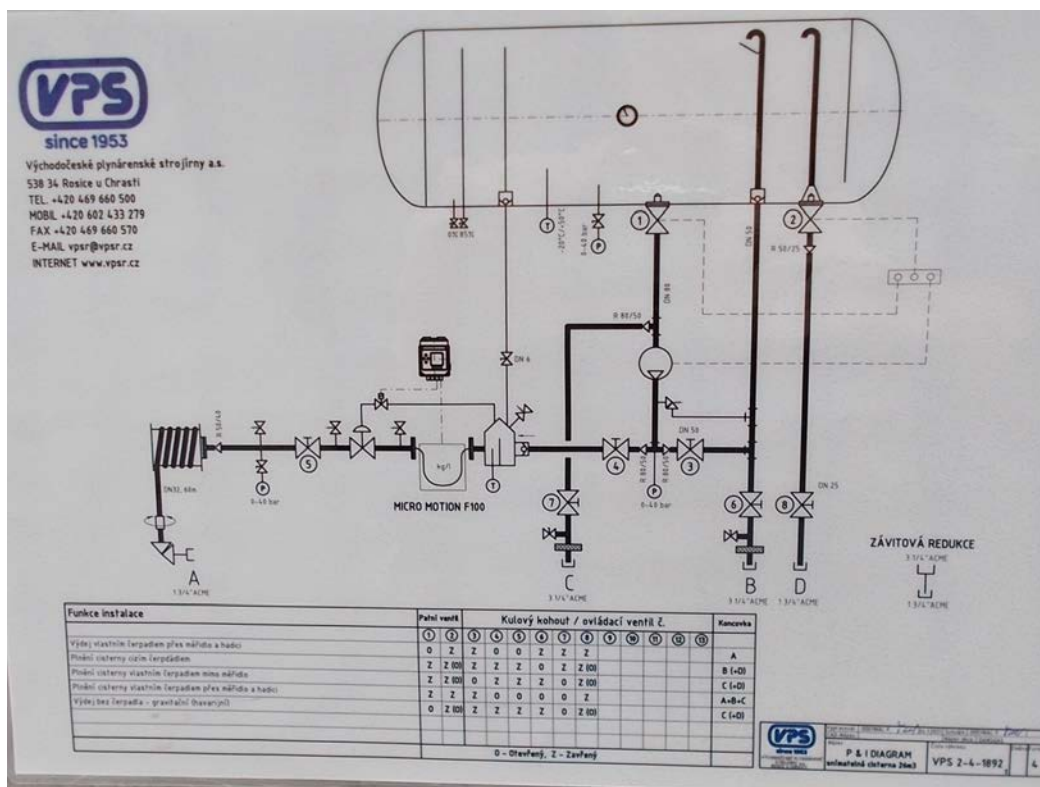
Údaje k zásobníku 17 m³: Průměr zásobníku: 1,6 m; Délka: 8,46 m. Max. plnění zásobníku: 85%; Max. provozní přetlak: 1,56 MPa; Propouštěcí přetlak: 1,1 – 1,4 MPa; Provozní teplota: -20/40°C. Příruby: příruba v čele nádrže DN500; **odběr kapalná fáze DN32**; odběr plynná fáze DN25. Ventily: - plnicí ventil DN32; - pojistný ventil DN25; odkalovací ventil DN25.

III. Na ploše areálu je stanoviště mobilní autocisterny- 26.000 litrů LPG a místo stáčení při úložišti č. 2.

Množství NL při 25°C v AC bylo určeno propočtem jako střed 26 000 x 0,85 x (2x 0,498+2x 0,538)/4 = 11 448 kg. Plnění zásobníků z autocisterny se provádí čerpadlem AC přes plnicí hrdlo/ventilem, který je opatřen automatickým zpětným ventilem. Plnění zásobníku se sleduje přes hmotnostní průtokoměr AC a na stavoznaku zásobníku. Čerpadlo průtok plynu 40 – 200 kg/min, 90 – 450 l/ min; tlak 2-25 bar. Hadice DN32 na bubnu 60 m. Doba zdržení naplněné AC na stanovišti cca 0,25 h.

Vybavení AC dokumentují Obrázky 4-13 až 4-15 uváděné v kap. 4, Část I BP DANSGAS s.r.o., resp. následující Obrázky 1-4 a 1-5.

Obrázek 1-4: Technologické schéma AC a funkce instalace



Obrázek 1-5: Instrukce pro výdej plynu z AC přes měřidlo a hadici DN32

INSTRUKCE

Operace : výdej plynu přes měřidlo a hadici

1. Připojit hadici k nádrži zákazníka
2. Spustit hydraulický okruh podvozku
3. Otevřít patní ventil (č.1 na pneumatické jednotce)
4. Otevřít kulové kohouty č.4 a č.5
5. Spustit hydraulický okruh čerpadla plynu (č.3 na pneumatické jednotce)
6. Pomalu spustit čerpadlo plynu za pomoci ručního 2-cestného kulového kohoutu hydrauliky (nachází se u čerpadla plynu)
7. Velikost průtoku ovládat pomocí ručního 2-cestného kulového kohoutu hydrauliky (doporučený průtok plynu do 280 l/min, od 30% hladiny kapaliny v nádrži autocisterny do 200 l/min)

DŮLEŽITÉ :

V případě rozdílu tlaků v nádrži autocisterny a za patním ventilem kapalné fáze je nutné počkat několik minut na vyrovnání tlaků do rozdílu kolem 2 barů.

DOPORUČUJE SE :

Snížit otáčky čerpadla plynu při výdeji :

- směsi s malým přetlakem v nádrži autocisterny
- hladiny kapaliny menší než 30%
- v noci

pomocí ručního 2-cestného kulového kohoutu hydrauliky.

VPS © 2021

Východočeská plynárenská strojírna a.s.
Rosice u Chrásti, 538 34 Česká republika
Tel.: +420 469 660 500, Fax: +420 469 660 570
www.vpsr.cz

Bezpečnostní opatření:

V případě, že obsluha autocisterny zjistí závadu, která snižuje bezpečnost zařízení nebo průběh stáčení, nesmí stáčení zahájit. V případě probíhajícího stáčení musí činnost okamžitě ukončit. Na závadu musí okamžitě upozornit ředitele společnosti, popř. i odběratele.

Poznámka: Ředitel kontroluje průběh stáčení pomocí kamerového systému a na případnou anomálii během stáčení ihned reaguje.

V případě poruchy nebo havárie se obsluha řídí provozními a bezpečnostními předpisy a havarijním plánem autocisterny.

ZÁSADY PRO ODČERPÁVÁNÍ A ODSTRANĚNÍ LPG ZE ZÁSObNÍKŮ

V době odčerpávání a odstranění LPG ze zásobníků nesmí být v okruhu 15 m hořlavé materiály, otevřený oheň, rozžhavené předměty s teplotou vyšší než 300°C nebo jiné zdroje zapálení.

Před zahájením prací se provede požární zabezpečení dle požárního plánu, upozorní se Hasičská jednotka. Práce se provádí za těchto podmínek:

- jsou k dispozici pokyny pro odtlačování a naplnění zásobníků;
- o zamýšlené činnosti byla informována jednotka požární ochrany;
- jsou vytyčena místa, na kterých může dojít k úniku plynu, tato místa jsou vyznačena výstražnými tabulemi s informací „Zákaz vstupu nepovolaným osobám“, „Zákaz kouření a vstupu s otevřeným ohněm“;
- k přímému použití jsou připraveny minimálně dva ruční hasicí přístroje sněhové s náplní nejméně 6 kg.

Frekvence stáčení v rámci úložišť společnosti DANSGAS s.r.o.:

Frekvence navážení zkapalněných plynů AC do úložiště 4 x 17m³ za rok 2020 celkem 32x

Frekvence odvozu zkapalněných plynů AC z úložiště 4 x 17m³ za rok 2020 celkem 139x

Frekvence navážení zkapalněných plynů AC do úložiště 9 x 4,85m³ za rok = 2020 celkem 172 závozu.

Poznámka:

V roce 2021 bude dle sdělení firmy frekvence odvozu a závozu v úložišti 4 x 17m³ vyšší o cca 30%, tzn.:

- Frekvence navážení zkapalněných plynů AC do úložiště 4 x 17m³ za rok 2021 cca 42x

- Frekvence odvozu zkapalněných plynů AC z úložiště 4 x 17m³ za rok 2021 celkem 181x.

Mapové zobrazení

Skladovací zařízení zkapalněných plynů fy DANSGAS s.r.o. – viz Tabulka 1-7 mohou být zdrojem rizika pro okolí, viz: Obrázek 1-3, proto byly elektronicky změřeny vzdálenosti k dotčeným cizím subjektům, viz: Tabulka 1-8.

Detaily mapových podkladů viz el. verze:

[-Detail areálu DANSGAS s.r.o.jpg](#)

[-Širší okolí zdrojů rizika DANSGAS s.r.o.jpg](#)

[-Potenciálně ohrožené objekty 1-16 v širším okolí areálu DANSGAS s.r.o..jpg.](#)

2 Analýza rizika

2.1 Identifikace možných situací a příčin (podmínek), které mohou vést k iniciační události ZH, identifikace iniciačních událostí a možných scénářů rozvoje ZH

Zdrojem rizika mohou být:

- 1) všechna provozní zařízení s extrémně hořlavými plyny/kapalinami při zvýšené teplotě a tlaku,
- 2) skladovací zásobníky, AC,
- 3) vlastní technologické procesy během stáčení z AC do zásobníků a plnění AC ze zásobníků,
- 4) doprava a manipulace na místech stáčení a čerpání,
- 5) údržba a provoz technologických, dopravních a regulačních zařízení,
- 6) nedostatky v činnosti organizace,
- 7) nedostatky způsobené zaměstnanci (lidský faktor),
- 8) živelné události,
- 9) sabotáže nebo teroristické činy.

Hlavní rizikové faktory pracovních činností v DANSGAS s.r.o. vyplývají:

- z povahy a druhu zdrojů rizika, tj. především specifik skladování, stáčení zkapalněných plynů, jejich čerpání, provoz ČS LPG a plnění PB lahví,
- stavebních charakteristik provozních a skladovacích objektů,
- technických charakteristik jednotlivých technologických operací,
- z charakteru práce s vlivem lidského činitele,
- dopravních a manipulačních specifik v areálu v souvislosti s provozem AC atd.

V podmínkách DANSGAS s.r.o. představuje největší nebezpečí únik zkapalněných plynů ze skladovacích nebo provozních zařízení. V závislosti na charakteru havárie může být výron zkapalněného plynu do atmosféry buď kontrolovaný nebo nekontrolovaný.

V případě kontrolovaného výronu zkapalněného plynu, výron plynu probíhá zpravidla přes pojišťovací ventil, stabilní asanační zařízení (např. hořák, případně jinou vhodnou technologii v objektu), apod.

K nekontrolovanému výronu může dojít při částečné nebo úplné závadě technologického zařízení, systému ochrany a nebo porušení integrity, potrubí nebo vlastních zásobníků. Tyto děje mohou být iniciovány mechanicky nebo požáry, které sekundárně naruší integritu technologického zařízení nebo zásobníků.

Při tom mohou probíhat:

- krátkodobé nebo pokračující výrony NL do atmosféry
- požáry v objektech, kde hrozí expozice dalších zařízení
- jednorázové nebo mnohočetné nízkoteplotní výrony NL ze zasažených zařízení
- migrace hořlavého a výbušného mraku do vnějšího okolí

Riziko spojené s jednotlivými situacemi nebo technickým – technologickým postupem vychází z kombinace prvků:

- závažnost škody,
- četnost a doba trvání ohrožení osob (obsluhy apod.),
- technické a lidské faktory – uvědomění si možných rizik, osoby kvalifikované,
- schopnost osob uvědomovat si možná pracovní a technická rizika.

Osoby, které obsluhují zařízení, jsou seznámeny s možnými riziky, jakož i s prevencí těmto rizikům předcházet v rámci periodického školení.

Lidské faktory

- Vzájemné působení mezi osobami.
- Psychologické hledisko.
- Znalost obsluhovat dané zařízení.
- Tendence k odchýlení od stanovených zásad pro obsluhu, údržbu lahví k dopravě plynů. V plné míře splněna kvalifikace obsluh a školení a seznámení s provozním řádem pro manipulace s lahvemi na plyn, které zahrnují i prevenci rizik.
- Pracovní postup pro obsluhu a údržbu je stanoven v Provozním řádu, selhání lidského faktoru nelze zcela vyloučit, bude však kladen důraz včetně kontroly na dodržování stanovených pracovních postupů.
- Porušení zásad bude posuzováno jako porušení zákona č. 262/2006 Sb., zákoník práce.

Technická rizika

- **Selhání uzavírací armatury: možnost vzniku požáru, ohrožení obsluhy.**

Eliminace: před zahájením prací kontrola obsluhy.

- **Teplota nad stanovené povolené parametry: výbuch, roztržení lahví, ohrožení obsluhy.**

Eliminace: Skladování lahví je v prostoru, kde není zdroj tepla, který by mohl mít za příčinu zvýšení provozní teploty prostředí.

- **Poškozené hadice k dopravě plynu: nebezpečí výbuchu, požár, ohrožení obsluh.**

Eliminace: před zahájením prací kontrola obsluhy.

- **Pád lahví při špatné manipulaci: možný úraz obsluhy, deformace lahví.**

Eliminace: lahve jsou ukládány na stanovené místo, zajištěny řetízkem, zvýšená opatrnost ze strany obsluhy při manipulaci – toto riziko nelze zcela eliminovat a je závislé na lidském faktoru.

Pracovní rizika

- **Nekvalifikována obsluha: nebezpečí vzniku úrazu nebo výbuchu láhve.**

Eliminace: obsluha písemně pověřena a seznámena s předpisy, s provozním řádem, včetně platných svářečských průkazů.

Realizovaná preventivní opatření k eliminaci nepředvídatelných rizik:

Areál DANSGAS s.r.o. je monitorován kamerovým systémem s možností záznamu na harddisk počítače. V areálu je umístěna řada kamer pro sledování vjezdu, pracovišť a vnitřních prostor areálu. Kamerový systém je vyveden do PC sítě společnosti s možností sledování na počítačích zapojených v této síti. Je-li zjištěna jakákoliv anomálie v chodu areálu, okamžitě je situace řešena ředitelem společnosti, který neustále sleduje aktuální situaci na monitorech z kamerového systému. **Každá anomálie během provozu vede k okamžitému přerušení technologického postupu.** Vzniklá situace se vždy řeší okamžitým přerušením stáčení/odběru zkapalněného plynu, odstraněním příčin vzniklé anomálie apod. ve smyslu pokynů v Provozním řádu.

2.1.1 Přehled možných situací a příčin (podmínek) uvnitř objektu, které mohou způsobit poškození lidského zdraví, ŽP a majetku, včetně uvážení nebezpečných chemických reakcí

Běžné manipulace se zkapalněnými plyny:

- Stáčení zkapalněných plynů z automobilních cisteren do zásobníků. Stáčí se pomocí vlastního čerpadla AC přes hmotnostní průtokoměr do zásobníku. Jde o rutinní, ověřené a mnohokrát opakované postupy.
- Stáčení zkapalněných plynů ze zásobníků do mobilní AC pomocí přetlaku a vlastního čerpadla AC. Jde o rutinní, ověřené a mnohokrát opakované postupy.
- Skladování a provozní manipulace se zkapalněnými plyny.
- Čerpací stanice LPG. Jde o rutinní, ověřené a mnohokrát opakované postupy.
- Plnění PB lahví. Jde o rutinní, ověřené a mnohokrát opakované postupy.
- Odčerpávání PB z tlakových lahví. Jde o rutinní, ověřené a mnohokrát opakované postupy.

- Přeprava zkapalněných plynů po komunikacích v areálu DANSGAS s.r.o.

Veškeré manipulace s nebezpečnými látkami jsou prováděny dle určených směrnic a norem.

Riziková zařízení a rizikové činnosti v DANSGAS s.r.o. lze charakterizovat podle následujících obecně platných kategorií – viz Tabulky 2-1 až 2-3.

Tabulka 2-1: Riziko plynoucích z technologických podmínek (změny tlaku, teploty)

Příčiny	Důsledky	Minimalizace
Přetlakování, přehřátí, koroze, mechanické poškození, vada materiálu, dynamické namáhání (např. vibrace).	Únik zkapalněných plynů, rozptýl plynů, požár, popř. exploze.	1. Dodržováním provozních parametrů dle předepsaných hodnot, zdrojem těchto dat jsou technologické limity strojně technologická schémata, provozní řád. 2. Prováděním periodické inspekce zařízení dle provozního manuálu. 3. Včasným vyhledáváním a nápravnými kroky v případě zjištění netěsnosti. 4. Dodržováním bezpečnostních předpisů a pracovních instrukcí, povolení na práci, mechanické a elektrické zajištění zařízení. 5. Periodickou kontrolou pojišťovacích ventilů (inspekce). 6. Periodickou kontrolou zařízení, podvozků, signalizace, zabezpečovacích systémů.. 7. Dodržováním projektové dokumentace při změnách a inovacích.

Tabulka 2-2: Riziko plynoucích z přítomnosti nebezpečných látek

Příčiny	Důsledky	Minimalizace
Koroze, porucha armatury, propojovací hadice, lidské selhání.	Rozptýl plynů do ovzduší, možnost vzniku požáru, popř. exploze oblaku par.	V případě nebezpečného úniku vypne obsluha čerpadlo AC. Při provozu ČS LPG tlačítkem STOP odpojit elektroinstalaci čerpací stanice LPG a vozidlo odtlačit na místo, kde únik a šíření LPG nemůže způsobit ohrožení

Přehled rizikových činností s možným vlivem na ŽP, resp., které mohou být potenciálním zdrojem znečišťování ovzduší, vody a půdy nebo jsou zdrojem odpadů je uveden v Tabulce 2-3.

Posouzení možného vlivu na ŽP bylo provedeno na základě BL, provozní dokumentace a realizovaných preventivních opatření.

Tabulka 2-3: Určení a posouzení rizika objektů a zařízení v areálu DANSGAS s.r.o. s možným vlivem na ŽP

Rizikové činnosti:	Znečištění ovzduší	Znečištění vody	Znečištění půdy	Odpady
Příjem a skladování zkapalněných plynů	*Ano-zápach	ne	ne	ne
Stáčení zkapalněných plynů do AC	*Ano-zápach	ne	ne	ne
ČS LPG a plnění PB lahví	*Ano-zápach	ne	ne	ne

*Při provozovaných činnostech dochází k velmi malému úniku emisí odorizovaného zkapalněného plynu při odpojování hadic, plnění PB lahví apod. v rámci povolených limitů.

Znečištění půdy a vody NL lze vlivem vybavení objektů a pracovišť vyloučit z následujících důvodů:

1. Veškerá manipulace se zkapalněnými plyny probíhá na místech k tomu určených. Zkapalněné plyny jsou za normálních teplotních podmínek plynné, a proto je kontaminace půdy a

spodních vod vyloučena. Propan a PB směsi nejsou ve smyslu přílohy 1 vodního zákona č. 254/2001 Sb. považovány za nebezpečné závadné látky.

2. V souladu s odstavcem 2 Přílohy IX k nařízení REACH není nutné provádět studii bioakumulace PB směsi ve vodním prostředí, a rovněž tak se nepředpokládá sorpce produktu na sediment nebo půdu. Látka má nízký potenciál bioakumulace, jelikož tato kategorie má rozdělovací koeficient log oktanolu nižší než 3, nepředstavuje riziko sekundární otravy a navíc tato látka není klasifikována jako látka toxická.
3. Pokud by došlo k havárii AC při přepravě NL po komunikacích uvnitř areálu s únikem PHM a uniklá NM by se dostala do dešťové kanalizace, byla by tato látka separována v přepadové jímce nebo v rámci BČOV.

Nakládání s nebezpečnými látkami

Osoby, které manipulují s NL, vyžadují zvláštní výcvik pro způsobilost k nakládání s nebezpečnými chemickými látkami a jejich přípravky dle zákona č. 350/2011 Sb., ve znění pozdějších předpisů.

Zajištění bezpečnosti v jednotlivých fázích činnosti:

Bezpečnost v jednotlivých fázích činnosti při stáčení NL je zajišťována technicko-organizačními pravidly a nařízeními, které jsou stanoveny v provozním řádu, organizačních směrnících a pracovních instrukcích. Pokud by došlo k havarijnímu úniku NL (PHM) z vozidel, lze tuto havárii řešit vhodným způsobem přímo na zpevněné ploše. Při dodržování schválených postupů lze možný vliv na kontaminaci půd PHM z vozidel označit z hlediska významnosti jako málo významný.

Nebezpečné situace uvnitř podniku a příčiny úniku nebezpečných látek ze zařízení

Příčiny úniku nebezpečných látek z přepravních zařízení mohou být následující:

- Únik obsahu zařízení v důsledku „otevřené“ trasy do vnějšího okolí

Tento nežádoucí proces může být výsledkem chyby obsluhy zařízení (např. nedovřený ventil, přeplnění zařízení, netěsné potrubí, porušená hadice apod.) nebo nesprávné funkce zařízení (např. pojišťovacího ventilu) apod.

- Únik obsahu zařízení v důsledku ztráty těsnosti, způsobené např. nedodržením projektovaných parametrů, nebo úpravou či opravou příslušných zařízení, korozí apod.

Tato situace může být zapříčiněná již při vlastní konstrukci daného typu zařízení (např. použití špatně specifikovaných materiálů, chyba při svařování, seřízení, usazení apod.) a nezjištění tohoto stavu před spuštěním provozu, jako důsledek špatné kontroly testovacího procesu. Další příčinou může být špatný monitoring počínajícího pozvolného narušení zařízení, které může vyústit ve výrazné poškození. Takovým příkladem mohou být malé trhliny nebo netěsnosti těsnění ventilů, přírub, hadic, ale i vnitřní a vnější koroze, eroze, únava materiálu, vibrační efekty apod.

- Únik obsahu zařízení v důsledku významných procesních odchylek od provozních nebo projektových limitů. Jedná se především o odchylky, které způsobí poškození zařízení vlivem:

-Nadměrného přetlaku v zařízení

Nadměrný přetlak vzniklý v daném zařízení může být v omezené míře důsledkem přetlaku dopravního čerpadla (až 25 bar), nebo zvýšené teploty v zařízení, fyzikálně nebo mechanicky indukovaných sil či napětí (např. z důvodů expanze při změně fyzikálního stavu, tepelné expanze uzavřené kapaliny apod.).

-Vysoké teploty kovu (způsobující ztrátu pevnosti)

Jedná se i o případy např. požáru pod zařízením, lokálního přehřátí apod.

-Anomální nečistoty

Akumulované nečistoty mohou urychlit korozi, chemický atak těsnění, ucpávek, prasknutí následkem koroze pod napětím, zatuhnutí v potrubních trasách, zkrěhnutí apod.

-Únik obsahu zařízení v důsledku ztráty těsnosti způsobené externí událostí

V důsledku těchto příčin může dojít k úniku celého obsahu zařízení nebo jen jeho části přičemž současně může dojít v některých případech při úniku extrémně hořlavé i k vytvoření dostatečné iniciační energie potřebné k vzniku požáru či exploze.

Výsledek identifikace možných situací a příčin havárie:

- 1) Při skladování, stáčení zkapalněných plynů, provozu ČS LPG, plnění PB lahví se neuplatňují exotermní chemické reakce! Vždy však záleží na zkušenostech obsluhy, jak vyhodnotí odchylky od normálního provozu a včas eliminuje možný únik plynu pomocí STOP tlačítka.
- 2) Možnosti kontaktu s nekompatibilními látkami jsou eliminovány, skladují se pouze zkapalněné plyny a jejich směsi dle dodacích listů a postupem dle provozního řádu.
- 3) Ve skladovacích nádržích se může objevit jen povolený druh zkapalněného plynu. Technické řešení propojení zásobníků je řešeno tak, že jsou technologicky oddělené a není možné, aby došlo k propojení se zásobníky k ukládání LPG dle §45/1/e a naopak.
- 4) V případě havárie na zařízení obsluha odstaví zařízení z provozu, vypne el. proud, uzavře HUP a uzávěry na rozvodu vstupu a výstupu do zásobníků.

2.1.2 Přehled možných situací a příčin (podmínek) vně objektu, které mohou způsobit poškození lidského zdraví, ŽP a majetku

Vlivem možných situací nacházejících se mimo areál DANSGAS s.r.o. jsou v tomto případě označeny zdroje rizika, které se nacházejí mimo hranice analyzovaného zařízení/objektu, které však mají potenciál způsobit havárii na analyzovaném zařízení nebo objektu.

Tyto vnější příčiny mohou mít charakter přírodních jevů (většinou bez možnosti ovlivnění lidským faktorem) anebo jsou důsledkem úmyslné či neúmyslné lidské činnosti ve vnějším okolí. Jednotlivé možnosti a jejich vliv na bezpečný provoz analyzovaného zařízení jsou uvedeny a posouzeny v následujících Tabulkách 2-4 a 2-5.

Tabulka 2-4: Možné vnější zdroje rizika přírodního původu

Přírodní zdroje rizika (ZR)	Možné důsledky	Poznámka
Srážková činnost. Děšť, příchlové deště, kroupy, sněh.	Většinou bez výrazných následků na provozní činnost. Možnost sesuvů svahů; zatékání do objektů, vlhkost může způsobovat urychlení koroze stavebních konstrukcí, stabilitu skladovaného materiálu	Příchlové deště neměly na objekty a zařízení DANSGAS s.r.o. po dobu provozování dosud vliv, a proto se nepředpokládá jejich vliv. Zápaly jsou vyloučeny. Areál DANSGAS s.r.o. je na vyvýšeném místě.
Vítr	Extrémní projevy mohou způsobit poškození nebo zřícení částí budov na skladovaný materiál	Možnost exploze nebo požáru tímto vlivem je nepravděpodobná
Atmosférická teplota	Může mít vliv, neboť cyklické střídání teplot může vést k pnutí a namáhání technologického zařízení, jehož důsledkem může být únik media.	Možnost exploze nebo požáru tímto vlivem je nepravděpodobná
Atmosférický tlak	Bez vlivu	
Sluneční záření	Může mít vliv na zvýšení tlaku v zásobnících.	Možnost exploze nebo požáru tímto vlivem je nepravděpodobná
Atmosférická vlhkost, (mlha, mráz)	Může způsobovat urychlení vnější koroze kovových částí objektů.	
Bouřková činnost (úder blesku)	Při zvlášť nepříznivých okolnostech (např. závada ochranné bleskosvodu, mimořádně silný výboj apod.) by mohlo dojít k požáru a následné explozi objektu	Exploze je málo pravděpodobná pro zařízení/objekty. Reálné je nebezpečí pro požár objektu
Vliv podzemních vod	Bez vlivu (nebo je výskyt vyloučen)	
Stav podloží, petrografie a stratigrafie, atd.	V místě lokality jsou tyto vlivy zmapovány.	Tyto vlivy dosud neměly na objekty a zařízení DANSGAS s.r.o. po dobu

		provozování vliv, a proto se nepředpokládá jejich vliv.
Seismicita	V místě lokality jsou tyto vlivy vyloučeny	
Aktivní geodynamické jevy (sesuvy, laviny atd.)	Výskyt vyloučen	
Povrchová eroze	Bez vlivu	
Vulkanická činnost	Výskyt vyloučen	
Účinky zemské a vodní flory a fauny lokality	Bez vlivu. Výjimečně by mohl výskyt hlodavců, kun a zajíců způsobit havárii elektrorozvodů.	
Vesmírná tělesa (např. pád meteoritu)	Poškození nebo zničení objektu dopadem tělesa a následnou explozí a požárem.	Extrémně nepravděpodobné

Tabulka 2-5: Možné vnější zdroje rizika způsobené lidskou činností

Lidská činnost	Důsledek	Poznámka
Exploze nebo požár v okolí DANSGAS s.r.o.	Poškození nebo znemožnění používání technologického zařízení, stavebních konstrukcí objektů	V okolí DANSGAS s.r.o. nejsou adekvátní zdroje tohoto rizika. Velmi málo pravděpodobné
Rozlet fragmentů (trosek zařízení, objektu po explozi)	Zasažení okolních objektů z havárie z objektů a zařízení okolních firem. Zasažení nekrytých osob	V okolí není adekvátní zdroj rizika. Velmi málo pravděpodobné
Myslivecká činnost	Iniciace extrémně hořlavého materiálu střelou	Odstřel zvěře v areálu není z bezpečnostních důvodů povolen ani není důvodný.
Požár v okolí areálu	Možnost přenosu požáru na skladovací zásobníky, apod.	Velmi málo pravděpodobné.
Únik toxické nebo radioaktivní látky	Možnost ohrožení obsluhy v areálu z havárie v okolí toxickou látkou.	V okolí není adekvátní zdroj rizika. Na trati ČD se přepravuje amoniak a chlor pouze 1x měsíčně. Málo pravděpodobné.
Pád letadla	Poškození nebo úplné zničení objektů.	Velmi nepravděpodobné
Náraz kamionu při neopatrné manipulaci	Poškození objektu nebo zařízení	V areálu je omezena rychlost. Málo pravděpodobné.
Vliv silniční dopravy nebo události při ní	Únik přepravovaných medií z havarovaného dopravního prostředku	Málo pravděpodobné.
Vliv dálkových potrubních tras VTL plynovodů nebo událostí v nich	Únik přepravovaných medií z potrubní trasy. Areálem prochází podzemní vedení VTL zemního plynu DN500.	Málo pravděpodobné.
Vliv dálkových přenosových el. sítí	Při úniku zkapalněných plynů může el. výboj iniciovat oblak plynů.	Dráty vysokonapětového rozvodu 22 kV na sloupech za valem cca 20-44 m od úložišť jsou ve výši cca 12 m. Málo pravděpodobné.
Vliv hospodářských nebo vojenských objektů nebo událostí v nich	Není znám zdroj ohrožující analyzovaný areál	Společnost Sauer Žandov a.s. (cca 40 zaměstnanců, kompresory) a strojírenská firma Herbinger.
Důsledky těžby surovin nebo staré důlní činnosti	Známý zdrojem, který by mohl ohrozit areál DANSGAS s.r.o. je kamenolom.	Kamenolom je mimo provoz. Málo pravděpodobné.
Terorismus, kriminální činnost	Poškození nebo zničení objektů, zařízení s možnou následnou explozí a požárem.	Velmi málo pravděpodobné, neboť areál je trvale střežen.

Externí události způsobující vznik netěsnosti na zařízeních DANSGAS s.r.o. mohou hypoteticky zahrnovat:

- poškození nárazem (např. neopatrná manipulace s AC nebo porušení předpisů při přepravě nadměrného nákladu, při práci se stavebními mechanismy – jeřábem, rypadlem apod., náraz dopravního prostředku, pád letadla apod.),

- poškození v důsledku geologických nebo klimatických faktorů,
- poškození vlivem výbušných efektů v okolí zařízení (BLEVE, VCE-Vapour Cloud Explosion, IE - vnitřní výbuch) jako jsou přetlaková vlna, rozlet fragmentů po iniciaci uvnitř areálu nebo vně areálu od drátů VN na sloupech ve výšce cca 12 m.
- Poškození v důsledku úmyslného činu (terorismu).

V důsledku těchto příčin může dojít k úniku celého obsahu zařízení nebo jen jeho části a zpravidla dojde i současně k vytvoření dostatečné iniciační energie potřebné k vzniku požáru či exploze v případě unikající hořlavé či výbušné nebezpečné látky. Do této kategorie patří činy vedené za účelem úmyslného poškození cizí věci, krádeže apod. – neodborný zásah do celistvosti (navrtání obalů nádrží, potrubí apod.) poškození bezpečnostních ochranných prvků. Dále jsou to různé formy úmyslného poškození zařízení za účelem vzniku závažné havárie – navedení dopravní a jiné techniky, pumový útok, diverzní činnost apod.

Ovlivnění okolní činnosti:

Zdrojem rizika vzniku závažné havárie s možným vlivem na provoz DANSGAS s.r.o. může být:

- Nákladní doprava na železniční trati Česká Lípa – Benešov nad Ploučnicí,
- Silniční přeprava.

Žádná další potenciální specifická ohrožení kromě možného teroristického útoku se nepředpokládají.

Tabulka 2-6: Dopravní činnost v okolí DANSGAS s.r.o.

Silniční doprava	silnice II. tř. 262
	čerpací stanice pohonných hmot PASOIL Žandov ve vzdálenosti 66 m
Železniční doprava	železniční trať Česká Lípa – Děčín ve vzdálenosti cca 103-141 m (z hlediska bezpečnosti může mít vliv pouze přeprava zkapalněných plynů amoniaku a chloru). Frekvence jejich přepravy je dle sdělení cca 1x měsíčně, tj. 1 ŽL cisterna.
Letecká doprava	nejdou známé výškové limity pro přelety

2.1.3 Systematická komplexní identifikace příčin a popis iniciačních událostí možných scénářů

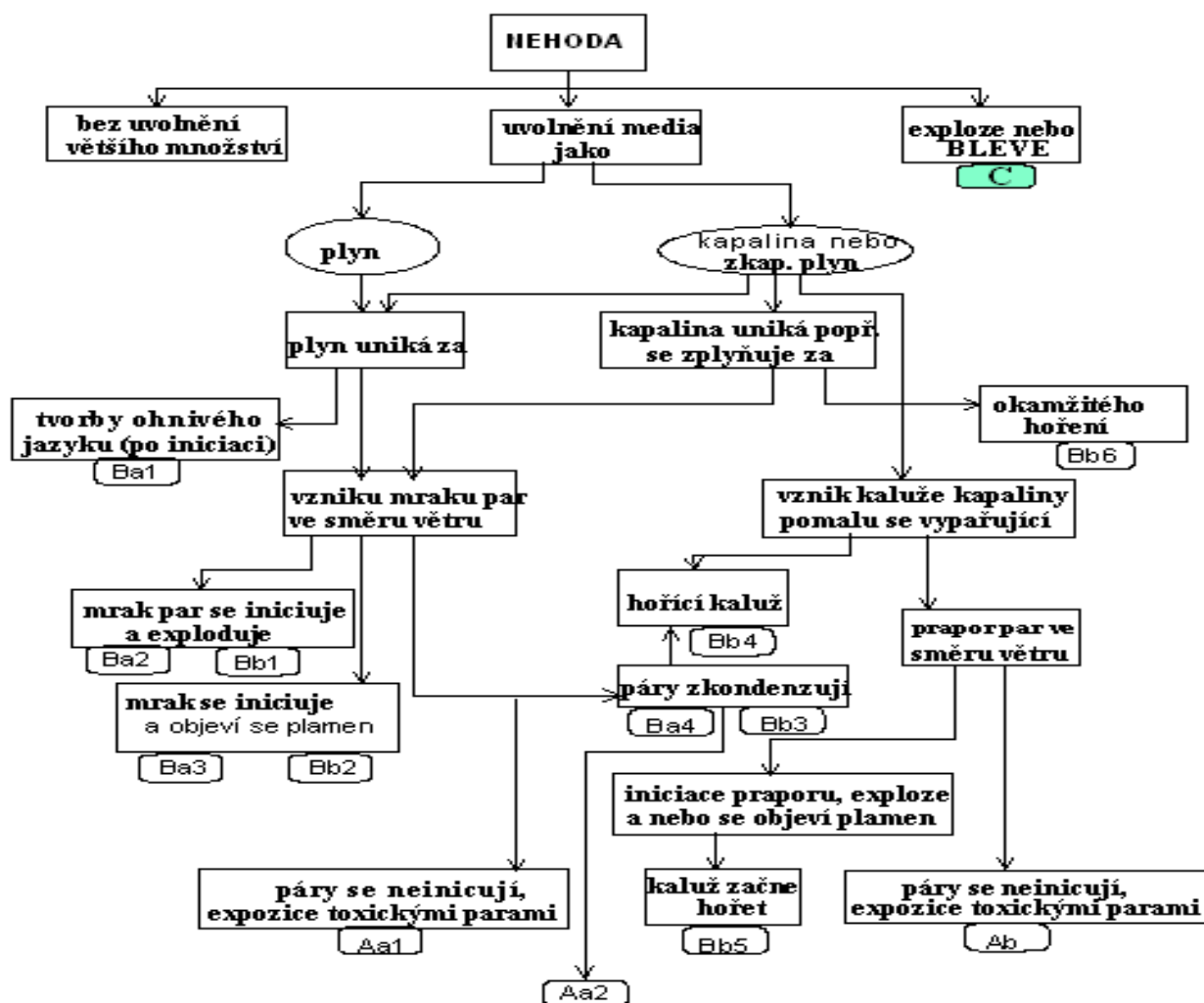
Ke komplexní identifikaci příčin a popisu iniciačních událostí možných scénářů byly využity podklady firmy DANSGAS s.r.o., prohlídka areálu, zařízení a údaje sdělené ředitelem firmy DANSGAS s.r.o. při pracovních schůzkách.

Tabulka 2-7: Rozbor a segmentace rizikových situací v DANSGAS s.r.o.

Ozn. pro BP	Riziková situace	Zdroj číslo	Rizikový faktor (zdroj nebezpečí)	Poznámka	Možnost vzniku ZH
1	Únik zkapalněného plynu z trasy AC-zásobník	1	pád jeřábu, břemene	poškození hadice/potrubí	ano
		2	závada hadice, potrubí	trhlina na hadici, potrubí	ano
		3	destrukce potrubí AC	poškození potrubí	nereálné
		4	netěsnost na armatuře, spoji, hadici, měření	příruba, šroubení hadice	ne
		5	teroristický čin	zničení potrubí	ano
		6	prasknutí spoje potrubí na zásobníku	únik látky	ano
		7	přeplnění nádrže	výtok obsahu	ano
		8	deformace podstavce zásobníku	poškození zásobníku	ano
		9	prasklina na plášti	díra v nádrži	ano
2	Únik zkapalněného plynu z AC	1	netěsný plášť cisterny	plášť, svár, spoj	ano
		2	netěsná armatura, spoj	příruba, šroubení hadice	ne
		3	pád letadla	proražení pláště nárazem	ano
		4	projíždějící vozidlo	proražení pláště nárazem	ne
		5	náhlé poškozená pneu AC	proražení převrácením nebo nárazem	ne

Ozn. pro BP	Riziková situace	Zdroj číslo	Rizikový faktor (zdroj nebezpečí)	Poznámka	Možnost vzniku ZH
		6	teroristický čin	proražení pláště, otevření armatury	ano
		7	překážka v areálu	proražení následkem převrácení nebo nárazem	ne
3	Únik zkapalněného plynu ze skladovacího zásobníku	1	poškození potrubní trasy pádem předmětu	vznik praskliny	ano
		2	trhlina na zásobníku	plášť, svár	ano
		3	destrukce zásobníku	Pádem letadla, apod.	ano
		4	netěsnost na přírubě, spoji	Příruba, šroubení	ne
		5	teroristický čin	proražení pláště zásobníku, potrubí, zlomení potrubí,	ano
		6	netěsnost na armatuře, měření	příruba, šroubení hadice	ne
4	Potrubí do ČS LPG	1	poškození trasy pádem předmětu - deformací	vznik praskliny	ano
		2	trhlina v potrubí	plášť, svár	ne
		3	destrukce potrubí/hadice	nárazem vozidla	ne
		4	netěsnost na přírubě, spoji	příruba, šroubení	ne
		5	teroristický čin	proražení pláště potrubí, zlomení potrubí,	ano
		6	netěsnost na armatuře, měření	příruba, šroubení ucpávka, těleso	ne
5	Potrubí v sekci zpětného stáčení PB z lahví pomocí kompresoru	1	poškození trasy pádem předmětu - deformací	vznik praskliny	ano
		2	trhlina v potrubí/hadici	plášť, svár	ne
		3	destrukce potrubí	nárazem vozidla	nereálné
		4	netěsnost na přírubě, spoji	příruba, šroubení	ne
		5	teroristický čin	proražení pláště potrubí, zlomení potrubí,	ano
		6	netěsnost na armatuře, měření	příruba, šroubení ucpávka, těleso	ne

Vzhledem ke skladování zkapalněných plynů vycházíme z představy, že pro analýzu rizik možné havárie na zařízeních DANSGAS s.r.o. je účelné rozlišovat z hlediska možných následků tyto zobecněné scénáře nehod, viz: Obrázek 2-1. Dále můžeme rozlišovat kontinuální únik – viz Obrázek 2-2, popř. fatální okamžitý únik zkapalněného plynu – viz Obrázek 2-3.

Obrázek 2-1: Vývojový strom událostí při úniku zkapalněných plynů v DANSGAS s.r.o.

Poznámka: BLEVE - Boiling Liquid Expanding Vapour Explosion

V souladu s filosofií Obrázku 2-1 můžeme rozlišovat 3 hlavní nehodové scénáře:

- NL unikne v nejpříznivější variantě v podlimitním množství a nehodový scénář není završen terminací do požáru, exploze, apod. – únik bez následků
- NL se uvolní jako plyn nebo odpařující se kapalina a odvětvují se další možné scénáře havárie
- Nejhorší variantou je exploze zařízení nebo BLEVE (s rozlišením „studené“ a „horké“)

Ad b) V případě uvolnění plynu rozlišovat čtyři alternativy s iniciací + scénář bez iniciace Aa1 – viz: Obrázek 2-2:

Scénáře s iniciací:

- Plynný mrak se ihned po uvolnění iniciuje a objeví se plamen – scénář Ba1.
- Plynný mrak hořlaviny se šíří ve směru větru a po iniciaci exploduje – scénář Ba2, Bb1.
- Plynný mrak hořlaviny se šíří ve směru větru a po iniciaci se objeví plamen – scénář Ba3, Bb2.
- Plynný mrak hořlaviny se šíří ve směru větru, páry hořlaviny zkondenzují a vytvoří se kaluž, která po iniciaci začne hořet – scénář Bb4. V podmínkách DANSGAS s.r.o. je tento scénář nereálný.

scénář Ba1)

- Okamžitě po úniku par zkapalněného plynu ze zásobníku/potrubí se mrak par iniciuje a zařízení začne hořet JET fire.

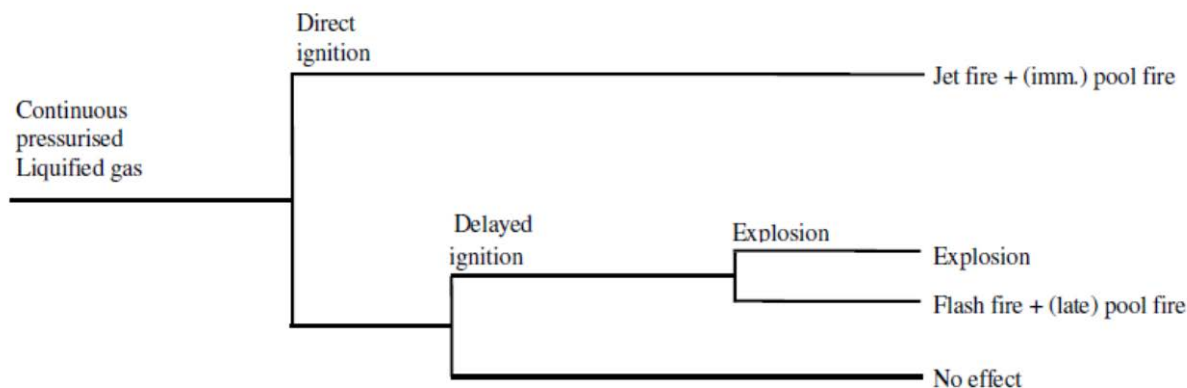
scénář Ba2)

Po úniku zkapalněného plynu se plyný mrak šíří ve směru přízemního větru a po iniciaci v prostoru zásobníku, procesního aparátu nebo v blízkém okolí exploduje, přičemž je atakováno explozí jak bezprostřední okolí, tak případně i primární zařízení.

scénář Bb1)

Po úniku zkapalněného plynu se plyný mrak šíří ve směru přízemního větru a po iniciaci v prostoru zásobníku, procesního aparátu nebo v blízkém okolí mrak vyhoří (flash fire), popř. hoří kaluž (pool fire).

Obrázek 2-2: Strom událostí pro kontinuální únik zkapalněného plynu v podmínkách DANSGAS s.r.o.



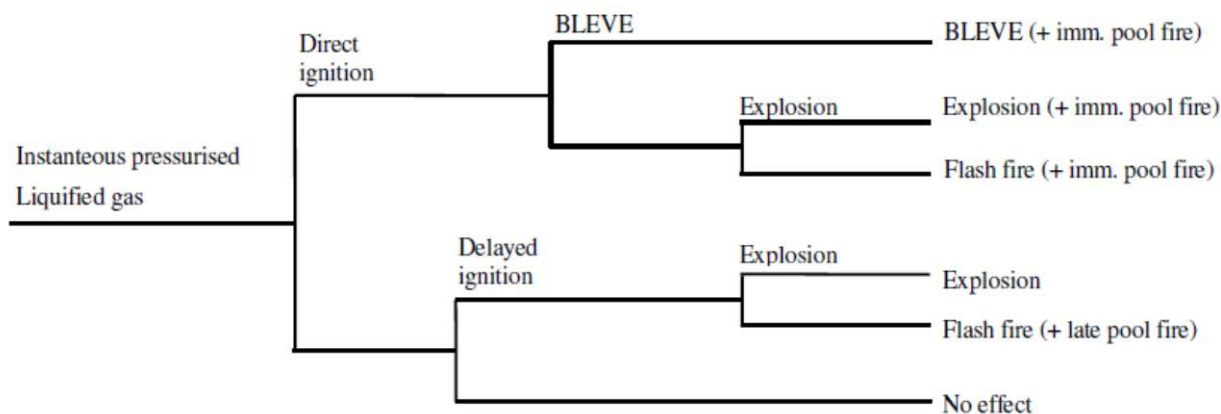
scénář Ba3, Bb2)

Při úniku NL ve formě kapaliny může být vývoj následných událostí abstrahován následujícími alternativami:

- Látka se uvolní ve formě kapaliny, zplyňuje se za vzniku mraku par (např. butan, LPG) a po iniciaci mrak vyhoří (Ba3).
- Látka se uvolní ve formě kapaliny, zplyňuje se, dojde k iniciaci vlečky a zahoření v prostoru primárního zařízení (Bb2).

ad c) Uniklá látka ve formě plynu graduje do BLEVE nebo exploduje přímo zařízení - (varianta C) – viz Obrázek 2-3.

Obrázek 2-3: Strom událostí pro okamžitý únik zkapalněného plynu



Předpokládá se, že k tzv. „horkému BLEVE“ stacionární nádrže dochází v důsledku externího ohřevu obsahu nádrže. Podmínky, ve kterých se vyskytuje BLEVE se v tomto případě liší od podmínek skladování. U stacionárních nádrží se předpokládá, že výsledný tlak pro BLEVE je roven $1,21 \times$ otevírací tlak (absolutně) pojistného ventilu. Pokud není přítomen žádný pojistný ventil, předpokládá se porucha při dosažení zkušebního tlaku. Pro vozy LPG železničních nádrží se

předpokládá porucha při 20,5 bar absolutně. Pro LPG silniční cisterny se předpokládá selhání při tlaku 24.5 bar absolutně (viz Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.1-Module C, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Centre for External Safety the Netherlands, 2009, modul B, kap. 3.3.6). Hmotnost zapojená do BLEVE je rovná parní fázi + 3 × flash frakce při poruše tlakem.

Poznámka:

- V návaznosti se dle manuálu v kap. 3.4.5 předpokládá, že u podzemních nádrží LPG, efekt BLEVE nemůže nastat.
- Pro silniční cisterny se horká BLEVE v RBMII nepředpokládá (kap. 3.3.6), protože rizika selhání v důsledku požáru pod nádrží jsou zanedbatelná ve srovnání se studeným BLEVE v důsledku nárazu-kolize AC.

2.1.4 Popis identifikovaných scénářů „závažných havárií“

Po provedené prioritizaci zdrojů rizika v areálu DANSGAS s.r.o. s využitím rozboru rizikových situací a jejich segmentace v areálu DANSGAS s.r.o. bylo doporučeno pro finální QRA (kvantitativní analýzu rizik) vyhodnotit možné havarijní efekty:

- pro mobilní autocisternu jak na vyhrazeném stanovišti, tak i během procesu jejího stáčení/plnění v pozici u úložiště č. 2 (**tzv. zdroje rizika Z9 a V3**)
- dále úniky medií ze zásobníků v úložišti č. 1 (**zdroje rizika Z1 a Z3**), č. 2 (**zdroje rizika Z4, Z5 a Z6**), které svými potenciálními účinky mohou mít největší efekty na bližší okolí.

Mohutnost výronu nebezpečných plynů závisí na typu havárie a určuje se podle množství látky, které uniklo do atmosféry za jednotku času. V tomto případě mají největší rychlost vstupu do atmosféry zkapalněné plyny a nízko vroucí kapalné látky v pořadí propan, PB směsi, butan. Při porušení zásobníků nebezpečných plynů uložených pod tlakem je možno celý proces rozložit do tří period:

- Bouřlivý, téměř mžikový odpar vlivem rozdílného tlaku nasycených par nebezpečného plynu, objemu a parciálního tlaku ve vzduchu.
- Nestálé kolísavé odpařování, které je charakterizováno prudkým poklesem rychlosti odpařování.
- Stacionární odpařování, jehož délka závisí na druhu plynu, na jeho množství a na vnějších podmínkách. Tato perioda může trvat i několik desítek minut.

V prvním okamžiku výronu zkapalněných plynů dvoufázovým výtokem se tvoří sprejovým efektem aerosol ve formě těžkých oblaků (u propanu se uvádí při 25°C cca 38% podíl aerosolu), které vlivem gravitace a reakce se vzdušnou vlhkostí klesají na povrch. Hranice oblaku jsou v prvním okamžiku zřetelné, oblak má velkou optickou hustotu a až po několika minutách se stane průhledným. Teplota v oblaku je nižší než v okolním prostředí. Uvažujeme-li jeho velkou hustotu, pak je základním faktorem určujícím pohyb oblaku par gravitace a rychlost větru. V této etapě lze jen obtížně určit ihned povahu a směr pohybu oblaku. Množství látky přecházející do prvotního oblaku flash odparem zpravidla převyšuje 10 – 20%.

Kvantitativními ukazateli následků havárií doprovázených výronem nebezpečných plynů jsou následující ukazatele chemického zamoření objektů a prostředí:

- Rádus zamořeného území a plocha území dle směru větru,
- rychlost větru (= rychlost šíření oblaku),
- teplota, vlhkost, atmosférická stabilita, atd.,
- zastavenost, překážky v šíření oblaku,
- hloubka a plocha zóny zamoření krajiny,
- hloubka šíření oblaku.

K ukazatelům stupně nebezpečnosti patří:

- ztráty na životech v zónách šíření

- množství zamořených objektů
- doba zamoření

V případě DANSGAS s.r.o. k základním ukazatelům charakterizujícím zamoření hořlavými výbušnými plyny patří:

- směr větru a délka zamoření v místě poruchy, během níž existuje akutní možnost iniciace kompaktního mraku vnějším iniciačním zdrojem do požáru nebo exploze
- doba postupu oblaku k hranici, kde už nehrozí jeho iniciace (zpravidla pod dolní mezí výbušnosti).

Tyto kvantitativní ukazatele jsou prvotními informačními údaji v prognózách vývoje havarijní situace.

Zvláštnosti šíření nebezpečných plynů a par v podmínkách městské nebo průmyslové zástavby jsou těsně spjaté s místním klimatem, vlastnostmi látek a s podmínkami jejich skladování. V případě poruchy pláště zásobníku se stlačeným nebo zkapalněným plynem vedou v počátečním stadiu hlavně gravitační faktory k tomu, že šíření oblaku bude nejprve určováno základním reliéfem krajiny. Následkem odtoku těžkých plynů a par do nižších míst vznikají v těchto místech lokálně vysoké koncentrace schopné se okolními iniciačními zdroji iniciovat do požáru nebo exploze. Šíření oblaku bude záviset na struktuře zástavby a krajiny, které ovlivňují svým členěním rychlost a směr pohybu vzdušných hmot. Oblak NL se bude šířit dobře podél velkých dopravních tras a širokých komunikací ve směru větru. V noční době je možné zatékání NL do středu zástavby společně s pohybujícími se masami velmi chladného vzduchu. V případech souhlasného směru šíření oblaku NL se směrem dopravních tras se hloubka šíření určuje jako pro otevřenou krajinu. V případě šíření oblaku obytnou nebo průmyslovou zónou se postupuje podle modelu pro lesní krajinu.

Obsluha zařízení může být v extrému „vyražena“ (pomine-li efekty iniciace do požáru nebo exploze) jen je-li bezprostředně přítomna na místě úniku a unik zkapalněného plynu je tak masivní, že obsluha podchlazením nebo z důvodu nedýchatelnosti ztratí mobilitu (tzn., není schopna samostatného úniku).

Tabulka 2-8: Doba šíření masivního oblaku hořlavého a výbušného plynu podle rychlosti větru

Rychlost větru (m/s)	Vzdálenost (m)	Čas (min)
1	500	8
	1 000	16
	2 000	32
3	500	3
	1 000	6
	2 000	12
5	500	2
	1 000	4
	2 000	8

Čím vyšší je rychlost větru, tím rychleji dojde k účinnějšímu odventilování mraku hořlavého a výbušného plynu v zamořeném prostoru, a proto nebude dosaženo stabilní efektivní koncentrace nebezpečného plynu v intervalu DMV a HMV.

Stabilitní a rychlostně členěná větrná růžice (období 1. 1. 2011 – 31. 12. 2020) je uvedena na str. 28 BP DANSGAS - Část 1. V níže uvedené tabulce uvádíme celkovou větrnou růžici včetně rychlostí a četnosti větrů/bezvětří v %.

Tabulka 2-9: Celková větrná růžice včetně rychlostí a četnosti větrů/bezvětří v %.

Celková růžice										
m.s ⁻¹	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	CALM	součet
1,7	14.47	3.92	16.41	16.68	7.89	5.05	3.71	11.60	11.50	91.23
5	0.73	0.64	0.19	1.13	0.10	1.07	1.22	3.68	0.00	8.76
11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
součet	15.20	4.56	16.60	17.81	8.00	6.12	4.93	15.28	11.50	100.00

Z uvedené tabulky plyne, že v lokalitě Žandov (N 50° 42,49787', E 14° 23,75256') zcela převládá (N, E, SE a NW) vítr o rychlosti 1,7 m/s (91,23% při zápočtu bezvětří 11,5%), vítr 5 m/s (8,76%). Výskyt větru vyšší rychlosti 11 m/s je v lokalitě minimální (0,01%).

Možnosti ohrožení lokalit dle prioritizace rizika při směrech větru:

1. Při J a JV větru - S a SZ situovaná veřejná čerpací stanice PHM PASOIL Žandov (objekt č. 1, hustota cca 7,6 osob/h; v daný okamžik výskyt max. 3osob) je hypoteticky ohrožena při velkém úniku PB či LPG ze zásobníků v úložišti č. 1, dále při úniku propanu, PB či LPG ze zásobníků v úložišti č. 2 nebo z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání.
2. Při JZ a J větru - nejbližší severně situovaný přízemní dům – nefunkční autoservis (objekt č. 2) je hypoteticky ohrožen při velkém úniku PB či LPG ze zásobníků v úložišti č. 1, dále při úniku propanu, PB či LPG ze zásobníků v úložišti č. 2 nebo z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání.
3. Při JZ a J větru - nejbližší patrový dům, resp. nefunkční autoservis na SV (objekt č. 3) je hypoteticky ohrožen při velkém úniku propanu, PB či LPG ze zásobníků v úložišti č. 2 nebo z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání.
4. Při JZ větru - druhý nejbližší dům na SV (objekt č. 4) je hypoteticky ohrožen pouze při velkém úniku propanu, PB či LPG z mobilní autocisterny při jejím stáčení/čerpání.
5. Při JV a J větru - nejbližší úsek silnice do Žandova (objekt č. 5) na SZ, popř. S je hypoteticky ohrožen při velkém úniku propanu, PB či LPG z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání.
6. Při V větru - nejbližší úsek žel. tratě ČD Česká Lípa-Děčín (objekt č. 6) západním směrem je hypoteticky ohrožen při velkém úniku propanu, PB či LPG z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání.
7. Při JV větru - nejbližší SZ řadová obytná zástavba (objekt č. 7) je hypoteticky ohrožena pouze při velkém úniku propanu, PB či LPG z mobilní autocisterny při jejím stáčení/čerpání.
8. Při SZ větru nejbližší J až JV stěna neprovozovaného kamenolomu (objekt č. 10, 0-osob) je hypoteticky ohrožena při velkém úniku propanu, PB či LPG z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání.
9. Při SZ a Z větru - administrativní objekt DANSGAS s.r.o. na východní straně areálu je hypoteticky ohrožen při úniku propanu, PB či LPG ze zásobníků v úložišti č. 2 nebo z mobilní autocisterny na stanovišti v areálu a při jejím stáčení/čerpání.
10. Při S až SV větru - řeka Ploučnice (objekt č. 11) + osamělý domek v Z až JZ sektoru jsou hypoteticky ohroženy pouze při velkém úniku propanu, PB či LPG z mobilní autocisterny při jejím stáčení/čerpání.

V následujících Tabulkách 2-10 až 2-24 jsou pomocí stromu událostí predikovány očekávané možné průběhy fatálních i provozně nejzávažnějších poruch zařízení po provedené prioritizaci, označeny jednotlivé scénáře, možné očekávané následky poruch (viz jejich vyhodnocení v kap. 2.2) a vyhodnocena jejich pravděpodobnost. Frekvence hlavních stanovených iniciačních událostí byly zjištěny na základě generických dat uváděných v literatuře [7,8] metodou ETA, popř. odhadnuty na základě rozboru výskytu stávajících provozních nehod na zařízeních jiných LPG provozovatelů.

Metoda ETA (Event Tree Analysis) zahrnuje následující fáze:

- identifikaci iniciační události
- identifikaci bezpečnostních funkcí a určení výsledků
- konstrukci stromu událostí
- klasifikaci výsledků
- určení pravděpodobnosti
- kvantifikaci výsledků (následků)

- validaci (ověření) na historických událostech

Dle metodiky uvedené v literatuře Quantitative Risk Assessment CPR 18E, Committee for the Prevention of Disasters, Haag, 1999 se do kvantitativní analýzy rizika zahrnují pouze ty události, které významně přispívají ke společenskému a individuálnímu riziku, tj. pouze havarijní události s frekvencí výskytu vyšší než 10^{-8} /rok.

Odhad pravděpodobnosti pro jednotlivé události byl proveden s využitím databází (4,7,8,11). Nejzávažnější scénáře s popisem možných terminálních efektů jsou přehledně uvedeny v tabulce 2-10.

Tabulka 2-10: Nejzávažnější vyhodnocená riziková zařízení a popis možných projevů nejzávažnějších havarijních stavů v DANSGAS s.r.o.

Označení rizikového zařízení	Identifikace rizikového zařízení a popis možného fatálního úniku nebezpečné látky	Specifikace druhu ohrožení okolí
Z9	Naplněná autocisterna krátkodobě (0,25 h) na vyhrazeném stanovišti v areálu s 11,448 t zkapalněného plynu 0,85 MPa.	1. Okamžitý fatální únik LPG z AC v areálu. Scénář Z9-1. Migrace oblaku, po iniciaci BLEVE, Flash Fire, VCE 2. Kontinuální únik LPG z AC v areálu. Scénáře Z9-2A-C. Fire jet (Pool fire), Flash Fire, VCE
V3	Autocisterna s 11,448 t zkapalněného plynu 0,85 MPa ve stáčišti č. 2. Čerpadlo průtok plynu 40 – 200 kg/min, 90 – 450 l/min; tlak 2-25 bar. Hadice DN32 na bubnu 60 m. Ruptura hadice DN32, časově ohraničený únik zkapalněného plynu u provozovatele max. rychlostí 160 kg/min.	Nepravděpodobný okamžitý fatální únik z AC – scénář V3-1 (obdobu scénáře Z9-1). Scénáře V3-2a-d - Časově ohraničený kontinuální únik vysoce hořlavého zkapalněného plynu v areálu z hadice DN32. Jet Fire (Pool fire), migrace oblaku, po iniciaci VCE, Flash Fire
Z1	Zásobník PB v úložišti č. 1 ($V=4,85\text{m}^3$) Rozměry zásobníku 1,25 m x 3,95 m. Max. plnění zásobníku: 85%. $Q=2218$ kg. PB. Max. provozní přetlak: 1,56 MPa; Propouštěcí přetlak: 1,1 – 1,4 MPa. Spodní vývod kapalná fáze DN25. Únik trhlinou nebo otvorem DN25.	Okamžitý, popř. časově ohraničený únik vysoce hořlavého zkapalněného PB ze zásobníku /potrubí do okolí. BLEVE, migrace oblaku, po iniciaci Flash Fire nebo VCE.
Z3	Zásobník LPG v úložišti č. 1 ($V=4,85\text{m}^3$) Rozměry zásobníku 1,25 m x 3,95 m. Max. plnění zásobníku: 85%. $Q=2218$ kg LPG. Max. provozní přetlak: 1,56 MPa; Propouštěcí přetlak: 1,1 – 1,4 MPa. Spodní vývod kapalná fáze DN25. Únik trhlinou nebo otvorem DN25.	Okamžitý, popř. časově ohraničený kontinuální únik vysoce hořlavého zkapalněného LPG ze zásobníku /potrubí do okolí. BLEVE, migrace oblaku, po iniciaci Flash Fire nebo VCE.
Z4	Zásobník propanu v úložišti č. 2, ($V=17\text{m}^3$) Rozměry zásobníku 1,6 m x 8,46 m. Max. plnění zásobníku: 85%. $Q=7196$ kg propanu. Max. provozní přetlak: 1,56 MPa; Propouštěcí přetlak: 1,1 – 1,4 MPa. Spodní vývod kapalná fáze DN32. Únik trhlinou nebo otvorem DN32.	Okamžitý, popř. časově ohraničený kontinuální únik vysoce hořlavého zkapalněného propanu ze zásobníku /potrubí do okolí. BLEVE, Jet fire, migrace oblaku, po iniciaci Flash Fire nebo VCE.
Z5	Zásobník LPG v úložišti č. 2, ($V=17\text{m}^3$) Rozměry zásobníku 1,6 m x 8,46 m. Max. plnění zásobníku: 85%. $Q=7774$ kg LPG. Max. provozní přetlak: 1,56 MPa; Propouštěcí přetlak: 1,1 – 1,4 MPa. Spodní vývod kapalná fáze DN32. Únik trhlinou nebo otvorem DN32.	Okamžitý, popř. časově ohraničený kontinuální únik vysoce hořlavého zkapalněného LPG ze zásobníku /potrubí do okolí. BLEVE, Jet fire, migrace oblaku, po iniciaci Flash Fire nebo VCE.
Z6	Zásobník butanu nebo PB v úložišti č. 2, ($V=17\text{m}^3$) Rozměry zásobníku 1,6 m x 8,46 m. Max. plnění zásobníku: 85%. $Q=7774$ kg PB. Max. provozní přetlak: 1,56 MPa; Propouštěcí přetlak: 1,1 – 1,4 MPa. Spodní vývod kapalná fáze DN32. Únik trhlinou nebo otvorem DN32.	Okamžitý, popř. časově ohraničený kontinuální únik vysoce hořlavého zkapalněného LPG ze zásobníku /potrubí do okolí. BLEVE, Jet fire, migrace oblaku, po iniciaci Flash Fire nebo VCE.

Poznámka:

Dle BEVI modul C, str. 28/130 vnitřní domino efekty nejsou výslovně zahrnuty do QRA. Interní domino efekty se vyskytují, pokud selhání jedné instalace obsahující nebezpečnou látku vede k selhání jiné instalace obsahující nebezpečnou látku. Příkladem je výskyt horkého BLEVE skladovacího zařízení v důsledku tryskového požáru nebo požáru záchytné jímky.

Pro frekvenci okamžitého úniku ze silniční cisterny $V = 26 \text{ m}^3$ vlivem katastrofické události lze použít údaj pro okamžitý únik při procesu stáčení, tj. $f = 5 \times 10^{-7}$ /rok (publikace BEVI, modul C, str. 56) pouze s výhradou, neboť nejde o stacionární zdroj a není zohledněna frekvence odjezdů AC a doba zdržení AC 0,25 h na vyhrazeném stanovišti před odjezdem, popř. ve stáčišti během jejího stáčení/plnění. V tomto případě lze využít údaj dle Tab. 51 (viz BEVI, str. 59 modul C), tzn. frekvenci $5,8 \times 10^{-10}$ h.

Jsou provozovány 2 stáčení pozice na betonových plochách:

- Úložiště č. 1 zásobníky $4,85 \text{ m}^3$. Frekvence navážení zkapalněných plynů AC do úložiště $9 \times 4,85 \text{ m}^3$ za rok = 2020 celkem 172 závozu. Stáčí se rychlostí 160 kg/min, tj. $2100/160 = 13$ min; operativně lze uvažovat dobu stáčení v rozmezí 15 – 30 minut.
- Úložiště č. 2 – zásobníky 17 m^3 . Frekvence navážení zkapalněných plynů AC do úložiště $4 \times 17 \text{ m}^3$ za rok 2021 cca 42x. Stáčí se rychlostí 160 kg/min, tj. $10500/160 = 65$ min; operativně lze uvažovat dobu stáčení v rozmezí 60 – 90 minut. Frekvence odvozu zkapalněných plynů AC z úložiště $4 \times 17 \text{ m}^3$ za rok 2021 celkem 181x (předpoklad). Stáčí se rychlostí 160 kg/min, tj. $10500/160 = 65$ min; operativně lze uvažovat dobu zpětného stáčení v rozmezí 60 – 120 minut.

Rozvaha:

1. Zohledníme-li frekvence odjezdů AC k zákazníkovi (181x rok) a dobu zdržení AC 0,25 h, pak pro okamžité uvolnění celého obsahu dle Tab. 51 (viz BEVI, str. 59 modul C) při frekvenci $5,8 \times 10^{-10}$ h je výsledná frekvence okamžitého úniku z AC na vyhrazeném stanovišti $f_1 = 2,6245 \cdot 10^{-8}$ rok.

2. V úložišti č. 2 se stáčí celkem $42+181=223$ x/rok, tzn. při průměrné době stáčení 1,25 h je celková doba stáčení $223 \times 1,25 = 278,75$ h, pak pro okamžité uvolnění celého obsahu dle Tab. 51 (viz BEVI, str. 59 modul C) při frekvenci $5,8 \times 10^{-10}$ h je výsledná frekvence okamžitého úniku $f_2 = 1,617 \cdot 10^{-7}$ rok.

3. Uvažuje-li, že v úložišti č. 1 se stáčí 172x/rok, tzn. při průměrné době stáčení 0,375 h je celková doba stáčení $172 \times 0,375 = 64,5$ h, pak pro okamžité uvolnění celého obsahu dle Tab. 51 (viz BEVI, str. 59 modul C) při frekvenci $5,8 \times 10^{-10}$ h je výsledná frekvence okamžitého úniku $f_3 = 3,741 \cdot 10^{-8}$ rok.

4. Při stáčení LPG do/nebo z autocisterny (rychlostí 2,666 kg/s = 160 kg/min) provozovatelem je kontinuální dvoustupňový dohled. Přítomnost obsluhy je zaručena postupem. Obsluha/řidič má možnost okamžitě stisknout nouzové tlačítko, který zastaví operaci stáčení a zavírá ventily. Limity únikových scénářů pro stáčení z AC jsou uvedeny v tabulce 2-11.

Tabulka 2-11: Scénáře s nepřetržitou přítomností řidiče AC/obsluhy při stáčení

Scénář LOC	Systémová reakce	Následná pravděpodobnost	Průtok	Trvání úniku
Prasknutí hadice	Zásah obsluhy	0,9	2,666 kg/s	10 s
Prasknutí hadice	Bez zásahu	0,1	2,666 kg/s	120 s
Netěsnost hadice cca 10% průtoku	Zásah obsluhy	0,9	0,266 kg/s	120 s
Netěsnost hadice cca 10% průtoku	Bez zásahu	0,1	0,266 kg/s	600 s

Poznámka: Varovný příklad nedodržování předpisů a používání neschváleného nářadí (Prevence nehod a havárií 2. díl, kap. 4 Havárie a Nehody: Petr Skřehot, Vilém Sluka, Jan Bumba, Pavel Kučina).

Příkladem může být událost, která se stala v nejmenované rafinerii v Německu 23. dubna 2004. K nově zrekonstruovanému přečerpávacímu zařízení byla přistavena automobilová cisterna, aby načerpala LPG. Její řidič byl zkušený a již mnohokrát zde LPG přečerpával. Je obvyklé, že si autocisternu k plnicímu rameni napojuje řidič sám, neboť má pro tuto činnost dostatečnou kvalifikaci. Tak se stalo i v tomto případě. Po napojení plnicího ramene a kontrole napojení bylo zahájeno přečerpávání LPG. V okamžiku, kdy bylo do autocisterny přečerpáno plných 15 tun LPG, došlo ke spontánnímu odtržení přečerpávacího ramene od příruby na autocisterně a k úniku LPG.

Bezpečnostní systém plnicího zařízení zafungoval bezvadně a bezprostředně po odtržení ramene automaticky zastavil přívod LPG do plnicího zařízení. I přes to uniklo cca 20 litrů (tj. 10 kg) LPG, který se však anomálně okamžitě vznítil (nastal jev Flash Fire). Řidič vozidla byl ohněm zasažen a utrpěl závažné popáleniny, na jejichž následky po několika dnech v nemocnici zemřel.

Vyšetřování uskutečněné po nehodě ukázalo, že příčinou úniku LPG byla materiálová porucha na spojovacím šroubení. Jak se později ukázalo, ta vznikla dlouhodobou špatnou manipulací s převlečnou maticí spojovacího šroubení a její nedostatečnou údržbou a čištěním. Namísto používání speciálního ručního klíče si řidič pro dotahování převlečné matice zvykl používat kladivo, čímž si usnadňoval práci. Díky tomuto násilnému způsobu manipulace s převlečnou maticí došlo k odírání závitu a postupné změně jeho profilu z původně lichoběžníkového na trojúhelníkový.

Vzniklá nekompatibilita profilů závitového spojení vedla k tomu, že spojení mezi autocisternou a přečerpávacím ramenem bylo extrémně slabé a drželo de facto jen na velmi malé ploše závitu. Seběmenší zachvění při přečerpávání LPG pak stačilo k tomu, aby se závit utrhla a došlo k úniku LPG.

5. Vzhledem k tomu, že pravděpodobnost přímé iniciace zkapalněných vysoce hořlavých plynů (LPG, propan, butan) závisí na jejich množství, které unikne, pak i frekvence závisí na skladovaném množství. **Jestliže pravděpodobnost okamžitého úniku u fixních zásobníků se rovná 5×10^{-7} /rok, pak následná pravděpodobnost BLEVE dle BEVI modul C se rovná $0,7 \times 0,7 \times 10^{-7}$ /rok pro obsah větší než deset tun; $0,5 \times 0,7 \times 10^{-7}$ /rok pro obsah mezi 1 až 10 tunami a $0,2 \times 0,7 \times 10^{-7}$ /rok pro obsah méně než jedna tuna.** Vynechání scénáře BLEVE znamená, že zbývající frekvence pro odtokové výstupy se rovná $(1 - 0,49) \times 5 \times 10^{-7} = 2,5 \times 10^{-7}$ /rok pro obsah větší než deset tun, $(1 - 0,35) \times 5 \times 10^{-7} = 3,25 \times 10^{-7}$ ročně pro obsah mezi jednou a deset tun a $(1 - 0,14) \times 5 \times 10^{-7} = 4,3 \times 10^{-7}$ /rok pro uniklé množství menší než jedna tuna. BLEVE scénář se nepředpokládá u podzemních zásobníků LPG.

6. Pravděpodobnost iniciace LPG viz Tabulka 2-12 - zdroj /10/ + (BEVI, Tab. 7 a Tab. 8, modul B).

Tabulka 2-12: Pravděpodobnost iniciace LPG

Typ zařízení	Kontinuální únik	Okamžitý únik	Pravděpodobnost přímé iniciace	Pravděpodobnost opožděné iniciace
Stacionární	< 10 kg/s 10 – 100 kg/s >100 kg/s	< 1000 kg 1000 – 10 000kg >10 000 kg	0,2 0,5 0,7	0,8 0,5 0,3
Autocisterna	Ano -	- Ano	0,1 0,4	1-0,1=0,9 1-0,4=0,6

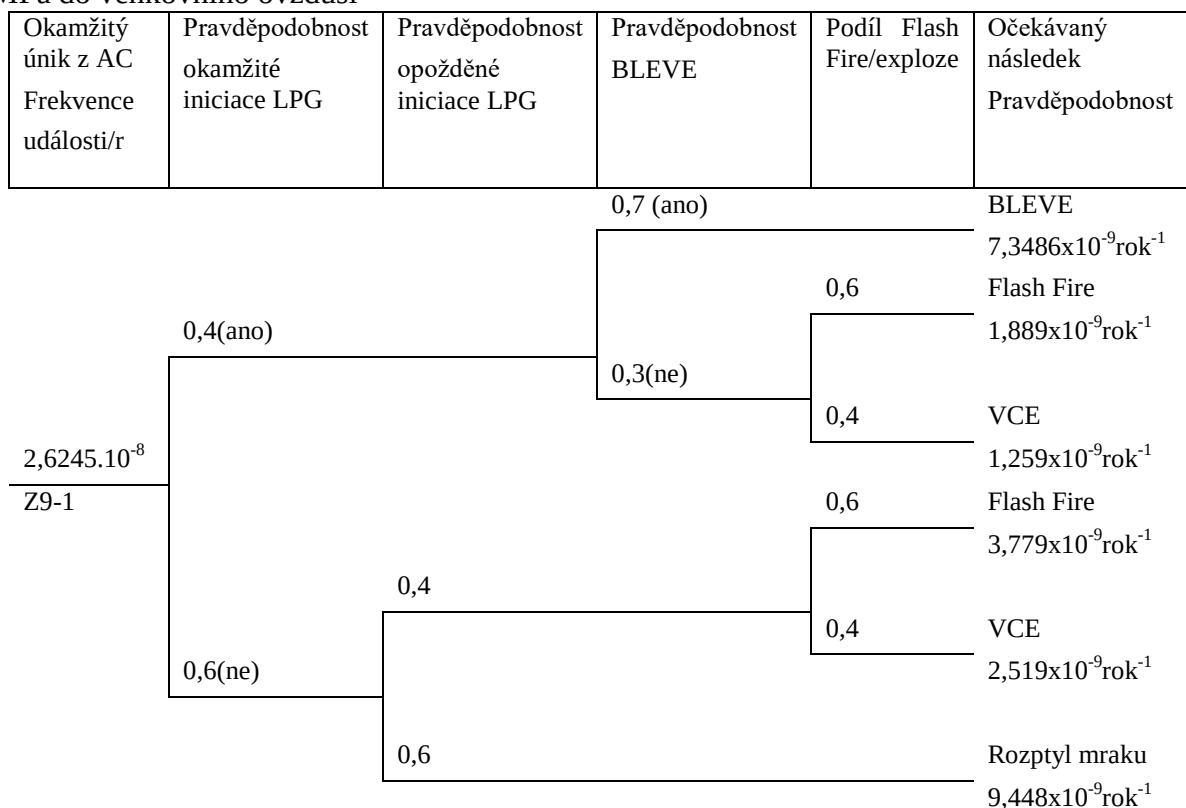
7. Vliv přítomnosti a funkce zpětného ventilu při ruptuře plnicí hadice

Tabulka 2-13: Vliv funkce zpětného ventilu při ruptuře hadice

LOC	Systémová reakce	Následná pravděpodobnost	Rychlost úniku	Doba úniku
Ruptura hadice	Zpětný ventil zavře	0,94	2,666 kg/s	5 s
Ruptura hadice	Zpětný ventil chybí nebo vadný	0,06	2,666 kg/s	1800 s

A) Stromy událostí pro dobu zdržení AC (0,25 h) na vyhrazeném stanovišti v areálu**- Okamžitý (fatální) únik z AC na vyhrazeném stanovišti**

Tabulka 2-14: Strom událostí pro fatální havárii Z9-1 – okamžitý (fatální) únik zkapalněného plynu z AC – ruptura obalu cisterny na vyhrazeném stanovišti v areálu s 11,448 t zkapalněného plynu 0,85 MPa do venkovního ovzduší

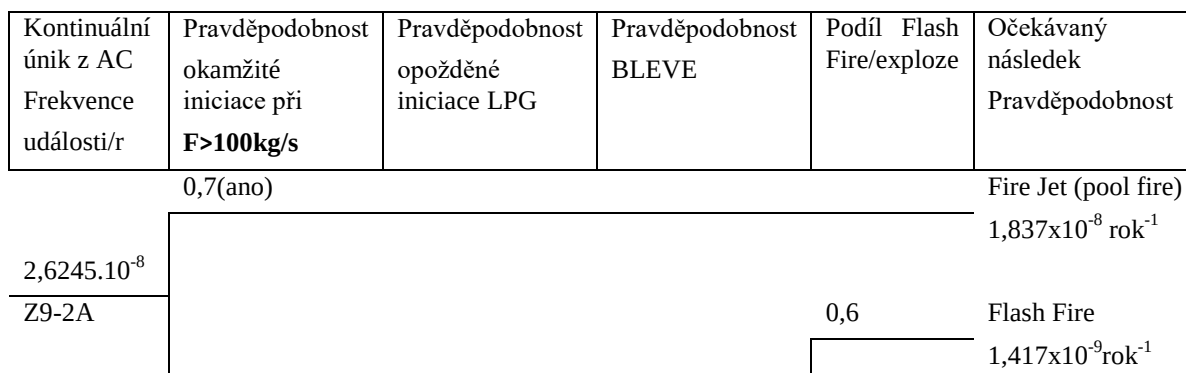


Pravděpodobnost okamžité iniciace pro látku kategorie 0 extrémně hořlavý zkapalněný plyn byla pro AC na vyhrazeném stanovišti v případě okamžitého úniku NL odhadnuta na 0,4, viz Tab. 8 na str. 20 a Tab. 9 na str. 20, pravděpodobnost BLEVE jako stabilní zásobník na 0,7 dle příručky Reference Manual Bevi Risk Assessment Module B, verze 3. 2. RIVM Netherlands 2009. Pravděpodobnost opožděné iniciace pro přítomnost obsluhy podle doporučení v Tab. 11 na str. 22 Bevi příručky na 0,4.

- Kontinuální fatální úniky LPG z AC na vyhrazeném stanovišti

Následující tabulky 2-15 až 2-17 uvádějí stromy událostí pro kontinuální úniky LPG (scénáře Z9-2) z hlediska rychlosti úniku (dáno ekvivalentním průřezem trhliny).

Tabulka 2-15: Strom událostí pro kontinuální únik ($F > 100 \text{ kg/s}$) zkapalněného plynu z AC na vyhrazeném stanovišti – scénář Z9-2A



0,3(ne)	0,3	0,4	VCE
			$0,9448 \times 10^{-9} \text{rok}^{-1}$
	0,7		Rozptyl mraku
			$5,511 \times 10^{-9} \text{rok}^{-1}$

Pravděpodobnost okamžité iniciace pro látku kategorie 0 extrémně hořlavý zkapalněný plyn byla pro AC na vyhrazeném stanovišti v případě kontinuálního úniku NL ($F > 100 \text{kg/s}$) odhadnuta konzervativně jako pro stacionární zařízení, tj. na 0,7, viz Tab. 7 na str. 19 a Tab. 11 na str. 22 příručky Reference Manual Bevi Risk Assessment Module B, verze 3. 2. RIVM Netherlands 2009. Pravděpodobnost opožděné iniciace pro přítomnost obsluhy podle doporučení v Tab. 11 na str. 22 Bevi příručky na 0,3.

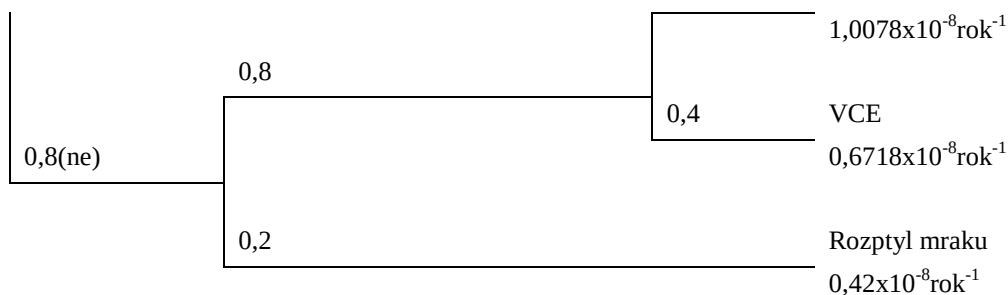
Tabulka 2-16: Strom událostí pro kontinuální únik ($F=10-100 \text{kg/s}$) zkapalněného plynu z AC na vyhrazeném stanovišti – scénář Z9-2B

Kontinuální únik z AC Frekvence události/r	Pravděpodobnost okamžité iniciace při $F=10-100 \text{kg/s}$	Pravděpodobnost opožděné iniciace LPG	Pravděpodobnost BLEVE	Podíl Flash Fire/exploze	Očekávaný následek Pravděpodobnost
$2,6245 \cdot 10^{-8}$ Z9-2B	0,5(ano)				Fire Jet (pool fire) $1,312 \times 10^{-8} \text{rok}^{-1}$
	0,5(ne)			0,6	Flash Fire $0,3937 \times 10^{-8} \text{rok}^{-1}$
				0,4	VCE $0,2624 \times 10^{-8} \text{rok}^{-1}$
		0,5			Rozptyl mraku $0,656 \times 10^{-8} \text{rok}^{-1}$

Pravděpodobnost okamžité iniciace pro látku kategorie 0 extrémně hořlavý zkapalněný plyn byla pro AC na vyhrazeném stanovišti v případě kontinuálního úniku NL ($F=10-100 \text{kg/s}$) odhadnuta na 0,5, viz Tab. 7 na str. 19 a Tab. 11 na str. 22 příručky Reference Manual Bevi Risk Assessment Module B, verze 3. 2. RIVM Netherlands 2009. Pravděpodobnost opožděné iniciace pro přítomnost obsluhy podle doporučení v Tab. 11 na str. 22 Bevi příručky na 0,5.

Tabulka 2-17: Strom událostí pro kontinuální únik ($F < 10 \text{kg/s}$) zkapalněného plynu z AC na vyhrazeném stanovišti – scénář Z9-2C

Kontinuální únik z AC Frekvence události/r	Pravděpodobnost okamžité iniciace LPG při $F < 10 \text{kg/s}$	Pravděpodobnost opožděné iniciace LPG	Pravděpodobnost BLEVE	Podíl Flash Fire/exploze	Očekávaný následek Pravděpodobnost
$2,6245 \cdot 10^{-8}$ Z9-2C	0,2(ano)				Fire Jet (pool fire) $0,5249 \times 10^{-8} \text{rok}^{-1}$
				0,6	Flash Fire



Pravděpodobnost okamžité iniciace pro látku kategorie 0 extrémně hořlavý zkapalněný plyn byla pro AC na vyhrazeném stanovišti v případě kontinuálního úniku NL ($F=10-100\text{kg/s}$) odhadnuta na 0,2 viz Tab.7 na str. 19 a Tab. 11 na str. 22 příručky Reference Manual Bevi Risk Assessment Module B, verze 3.2. RIVM Netherlands 2009. Pravděpodobnost opožděné iniciace pro přítomnost obsluhy podle doporučení v Tab. č. 11 na str. 22 Bevi příručky na 0,8.

B) Stromy událostí pro únik LPG z hadice DN32 během stáčení AC v úložišti č. 2

Rekapitulace z Tabulky 2-10

V3	Autocisterna s 11,448 t zkapalněného plynu 0,85 MPa ve stáčišti č. 2. Čerpadlo průtok plynu 40 – 200 kg/min, 90 – 450 l/ min; tlak 2-25 bar. Hadice DN32 na bubnu 60 m. Ruptura hadice DN32, časově ohraničený únik zkapalněného plynu u provozovatele max. rychlostí 160 kg/min.	Nepravděpodobný okamžitý fatální únik z AC – scénář V3-1 (obdoba scénáře Z9-1). Scénáře V3-2 - Časově ohraničený únik vysoce hořlavého zkapalněného plynu v areálu z hadice DN32. Jet Fire, migrace oblaku, po iniciaci Flash Fire.
----	---	---

-V úložišti č. 2 se stáčí celkem $42+181=223$ x/rok, tzn. při průměrné době stáčení 1,25 h je celková doba stáčení $223 \times 1,25 = 278,75$ h, pak pro okamžité uvolnění celého obsahu dle Tab. 51 (viz BEVI, str. 59 modul C) při frekvenci $5,8 \times 10^{-10}$ h je výsledná frekvence okamžitého úniku $f_2 = 1,617 \cdot 10^{-7}$ rok.

-Při stáčení LPG do/nebo z autocisterny (rychlostí $2,666 \text{ kg/s} = 160 \text{ kg/min}$) provozovatelem je kontinuální dvoustupňový dohled (ŘS + řidič). Přítomnost obsluhy je zaručena postupem. Obsluha/řidič má možnost okamžitě stisknout nouzové tlačítko, který zastaví operaci stáčení a zavírá ventily. Časové limity únikových scénářů pro stáčení z AC jsou uvedeny v tabulce 2-11.

Po bližším rozlišení s využitím Tabulky 2-11 jsou aktuální pro úniky z hadice DN32 následující scénáře označené V3-2a až V3-2d:

- Scénář V3-2a - Prasknutí hadice DN32 se zásahem obsluhy, tj. 10 s trvajícím únik LPG rychlostí 2,666 kg/s.
- Scénář V3-2b - Prasknutí hadice DN32 bez rychlého zásahu obsluhy, tj. 120 s trvajícím únik LPG rychlostí 2,666 kg/s.
- Scénář V3-2c – Netěsnost hadice DN32 na rovni cca 10% průtoku se zásahem obsluhy, tj. 120 s trvajícím únik LPG rychlostí 0,2666 kg/s.
- Scénář V3-2d – Netěsnost hadice DN32 na rovni cca 10% průtoku bez rychlého zásahu obsluhy, tj. 600 s trvajícím únik LPG rychlostí 0,2666 kg/s.

Možné fyzikální efekty těchto provozních scénářů jsou uvedeny v Tabulce 2-18.

Tabulka 2-18: Strom událostí pro časově ohraničený únik zkapalněného plynu z hadice DN 32 AC ve stáčišti č. 2 – scénáře V3-2 (resp. V3-2a až V3-2d)

Únik z hadice DN32 AC Frekvence události/r	Pravděpodobnost okamžité iniciace LPG při $F \leq 2,666 \text{ kg/s}$	Pravděpodobnost opožděné iniciace LPG	Pravděpodobnost zásahu obsluhy	Podíl Flash Fire/exploze	Očekávaný následek Pravděpodobnost
1,617x10 ⁻⁷ V3-2	0,2(ano)				Fire Jet (pool fire) 3,234x10 ⁻⁸ rok ⁻¹
	0,8(ne)		0,9		Flash Fire 9,314x10 ⁻⁸ rok ⁻¹
		0,8	0,1		VCE 1,034x10 ⁻⁸ rok ⁻¹
		0,2			Rozptýl mraku 2,587x10 ⁻⁸ rok ⁻¹

Pravděpodobnost okamžité iniciace pro látku kategorie 0 extrémně hořlavý zkapalněný plyn je pro AC na vyhrazeném stanovišti v případě kontinuálního úniku NL ($F \leq 2,666 \text{ kg/s}$) odhadnuta na 0,2 viz Tab. 7 na str. 19 a Tab. 11 na str. 22 příručky Reference Manual Bevi Risk Assessment Module B, verze 3. 2. RIVM Netherlands 2009. Pravděpodobnost opožděné iniciace pro přítomnost obsluhy podle doporučení v Tab. 11 na str. 22 Bevi příručky na 0,8. Pravděpodobnost zásahu obsluhy dle tabulky 2-11 s nepřetržitou přítomností řidiče je 0,9.

C) Stromy událostí pro 17 m³ zásobníky v úložišti č. 2

Rekapitulace z Tabulky 2-10

Z4	Zásobník propanu v úložišti č. 2 ($V=17 \text{ m}^3$), 2ks. Rozměry zásobníku 1,6 m x 8,46 m. Max. plnění zásobníku: 85%. $Q=7196 \text{ kg}$ propanu. Max. provozní tlak: 1,56 MPa; Propouštěcí tlak: 1,1 – 1,4 MPa. Spodní vývod kapalná fáze DN32. Únik trhlinou nebo otvorem DN32.	Okamžitý, popř. časově ohraničený kontinuální únik vysoce hořlavého zkapalněného propanu ze zásobníku /potrubí do okolí. BLEVE, Jet fire, migrace oblaku, po iniciaci Flash Fire nebo VCE.
Z5	Zásobník LPG v úložišti č. 2, ($V=17 \text{ m}^3$), 1ks. Rozměry zásobníku 1,6 m x 8,46 m. Max. plnění zásobníku: 85%. $Q=7774 \text{ kg}$ LPG. Max. provozní tlak: 1,56 MPa; Propouštěcí tlak: 1,1 – 1,4 MPa. Spodní vývod kapalná fáze DN32. Únik trhlinou nebo otvorem DN32.	Okamžitý, popř. časově ohraničený kontinuální únik vysoce hořlavého zkapalněného LPG ze zásobníku/potrubí do okolí. BLEVE, Jet fire, migrace oblaku, po iniciaci Flash Fire nebo VCE.
Z6	Zásobník butanu nebo PB v úložišti č. 2, ($V=17 \text{ m}^3$), 1ks. Rozměry zásobníku 1,6 m x 8,46 m. Max. plnění zásobníku: 85%. $Q=7774 \text{ kg}$ PB. Max. provozní tlak: 1,56 MPa; Propouštěcí tlak: 1,1 – 1,4 MPa. Spodní vývod kapalná fáze DN32. Únik trhlinou nebo otvorem DN32.	Okamžitý, popř. časově ohraničený kontinuální únik vysoce hořlavého zkapalněného LPG ze zásobníku/potrubí do okolí. BLEVE, Jet fire, migrace oblaku, po iniciaci Flash Fire nebo VCE.

Poznámka:

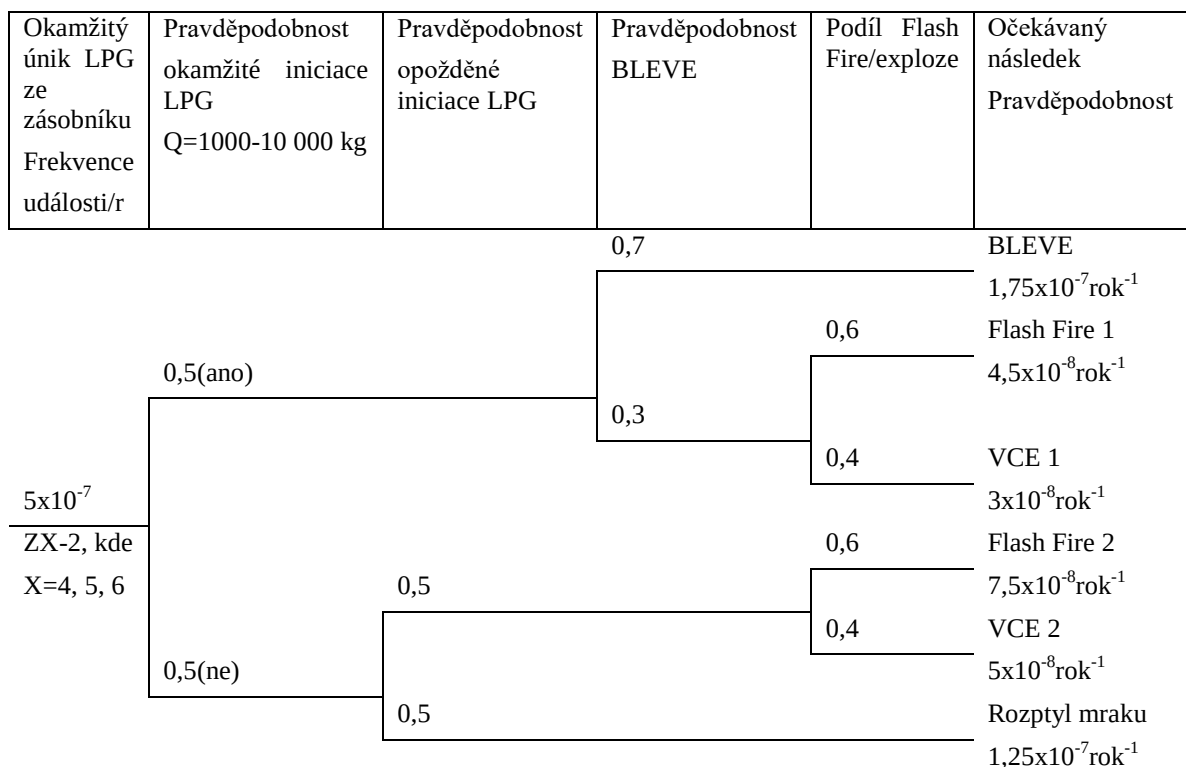
Je uvažován vliv konstrukce zásobníku, jeho odolnost proti korozi, vliv typu uložení zásobníku a bezpečnostní výstroj zásobníku (měření tlaku, teploty, hladiny, pojistná armatura a vybavení dálkovými armaturami).

V úložišti č. 2 musíme rozlišovat okamžité (fatální) úniky ze zásobníku v závislosti na množství uvolněného zkapalněného plynu a časově ohraničené kontinuální úniky s rozlišením pro těžavější propan a směsi PB/LPG z potrubní trasy DN32.

Následující vygenerované stromy událostí jsou platné pro zdroje rizika označené Z4, Z5 a Z6:

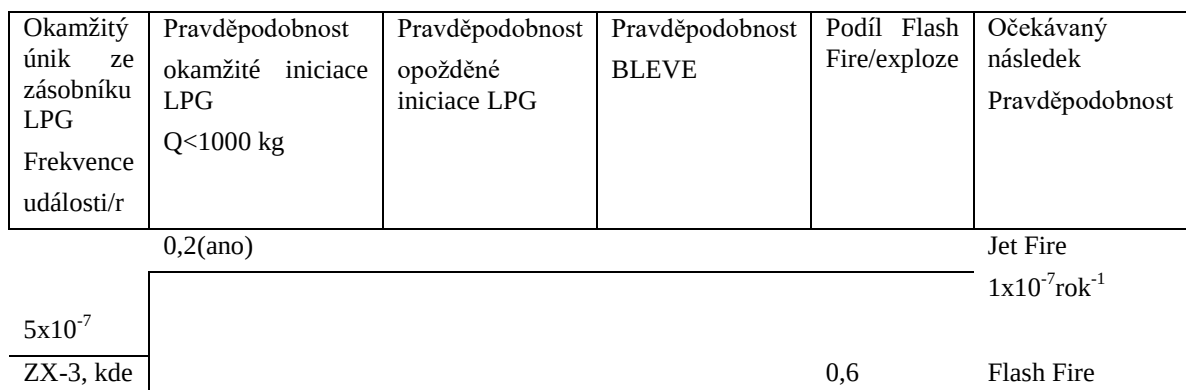
Ca) Okamžité úniky propanu, butanu, směsi PB (obecně LPG) ze 17m³ zásobníku dle uniklého množství

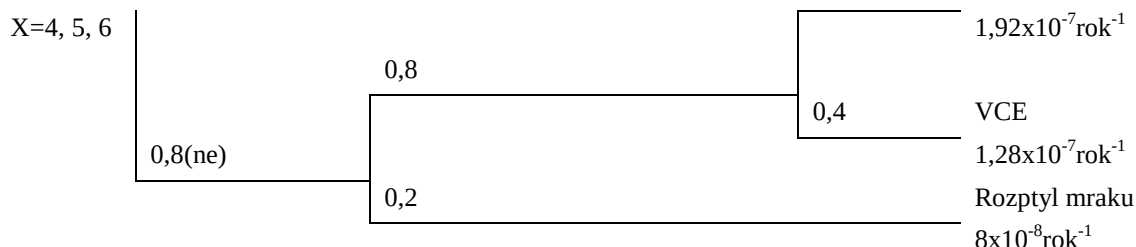
Tabulka 2-19: Strom událostí pro okamžitý únik celého množství ($Q = 7196-7774$ kg) LPG z plného stabilního zásobníku 17 m³ v úložišti č. 2 – scénář ZX-2 (X=4, 5, 6)



Pravděpodobnost okamžité iniciace pro látku kategorie 0 extrémně hořlavý zkapalněný plyn je pro stabilní zdroj rizika (zásobník) v případě okamžitého úniku NL odhadnuta na 0,5, viz Tab. 7 na str. 19 a Tab. 9 na str. 20 příručky Reference Manual Bevi Risk Assessment Module B, verze 3. 2. RIVM Netherlands 2009. Pravděpodobnost opožděné iniciace pro přítomnost obsluhy podle doporučení v Tab. 11 na str. 22 Bevi příručky odhadnuta na 1-0,5=0,5.

Tabulka 2-20: Strom událostí pro okamžitý únik ($Q < 1000$ kg) zkapalněného plynu z min. naplněného stabilního zásobníku 17 m³ v úložišti č. 2 – scénář ZX-3 (X=4, 5, 6)





Uvolněné množství LPG je podlimitní, tzn. scénář BLEVE lze vyřadit. Pravděpodobnost okamžité iniciace pro látku kategorie 0 extrémně hořlavý zkapalněný plyn je pro stabilní zdroj rizika (zásobník) v případě okamžitého úniku NL (méně než 1000 kg) odhadnuta na 0,2, viz Tab. 7 na str. 19 a Tab. 9 na str. 20 příručky Reference Manual Bevi Risk Assessment Module B, verze 3. 2. RIVM Netherlands 2009. Pravděpodobnost opožděné iniciace pro přítomnost obsluhy podle doporučení v Tab. 11 na str. 22 Bevi příručky odhadnuta na 1-0,2=0,8.

Cb) Kontinuální únik propanu, butanu směsí PB (obecně LPG) trhlinou nebo otvorem DN32 v úložišti č. 2

Pro frekvenci kontinuálního úniku trhlinou nebo otvorem z potrubní trasy/příruby DN32 v úložišti č. 2 byl použit doporučený údaj $f = 5 \times 10^{-7} \text{ rok}^{-1}$ (viz publikace Purple Book, str. 3.3). Vzhledem ke kamerovému dohledu, přítomnosti zaměstnanců byla max. doba zásahu odhadnuta na cca 5 minut.

Tabulka 2-21: Strom událostí pro kontinuální časově ohraničený únik (5 minut) LPG otvorem/trhlinou DN32 ze stabilního zásobníku 17 m^3 v úložišti č. 2 – scénář ZX-4 (X=4, 5, 6)

Kontinuální 5 minutový únik ze zásobníku LPG Frekvence události/r	Pravděpodobnost okamžité iniciace LPG	Pravděpodobnost opožděné iniciace LPG	Podíl Flash Fire/exploze	Očekávaný následek Pravděpodobnost
5×10^{-7} ZX-4, kde X=4, 5, 6	0,2(ano)			Jet Fire (+Pool Fire) $1 \times 10^{-7} \text{ rok}^{-1}$
	0,8(ne)	0,8	0,6	Flash Fire (+Pool Fire) $1,92 \times 10^{-7} \text{ rok}^{-1}$
		0,2	0,4	VCE $1,28 \times 10^{-7} \text{ rok}^{-1}$
				Rozptyl mraku $8 \times 10^{-8} \text{ rok}^{-1}$

Pravděpodobnost okamžité iniciace pro látku kategorie 0 extrémně hořlavý zkapalněný plyn pro stabilní zdroj rizika (zásobník) byla odhadnuta na 0,2, viz Tab. 7 na str. 19 a Tab. 9 na str. 20 příručky Reference Manual Bevi Risk Assessment Module B, verze 3. 2. RIVM Netherlands 2009. Pravděpodobnost opožděné iniciace pro přítomnost obsluhy podle doporučení v Tab. 11 na str. 22 Bevi příručky odhadnuta na 1-0,2=0,8.

D) Stromy událostí pro 4,85 m³ zásobníky v úložišti č. 1

Rekapitulace z Tab. 2-10

Z1	Zásobník PB nebo propanu v úložišti č. 1, (V=4,85m ³), 1ks. Rozměry zásobníku 1,25 m x 3,95 m. Max. plnění zásobníku: 85%. Q=2053 kg (propan).-2218 kg. PB. Max. provozní přetlak: 1,56 MPa; Propouštěcí přetlak: 1,1 – 1,4 MPa. Spodní vývod kapalná fáze DN25. Únik trhlinou nebo otvorem DN25.	Okamžitý, popř. časově ohraničený únik vysoce hořlavého zkapalněného PB ze zásobníku /potrubí do okolí. BLEVE, migrace oblaku, po iniciaci Flash Fire nebo VCE.
Z3	Zásobník LPG v úložišti č. 1 (V=4,85m ³), 9 ks. Rozměry zásobníku 1,25 m x 3,95 m. Max. plnění zásobníku: 85%. Q=2218 kg LPG. Max. provozní přetlak: 1,56 MPa; Propouštěcí přetlak: 1,1 – 1,4 MPa. Spodní vývod kapalná fáze DN25. Únik trhlinou nebo otvorem DN25.	Okamžitý, popř. časově ohraničený kontinuální únik vysoce hořlavého zkapalněného LPG ze zásobníku /potrubí do okolí. BLEVE, migrace oblaku, po iniciaci Flash Fire nebo VCE.

Poznámka:

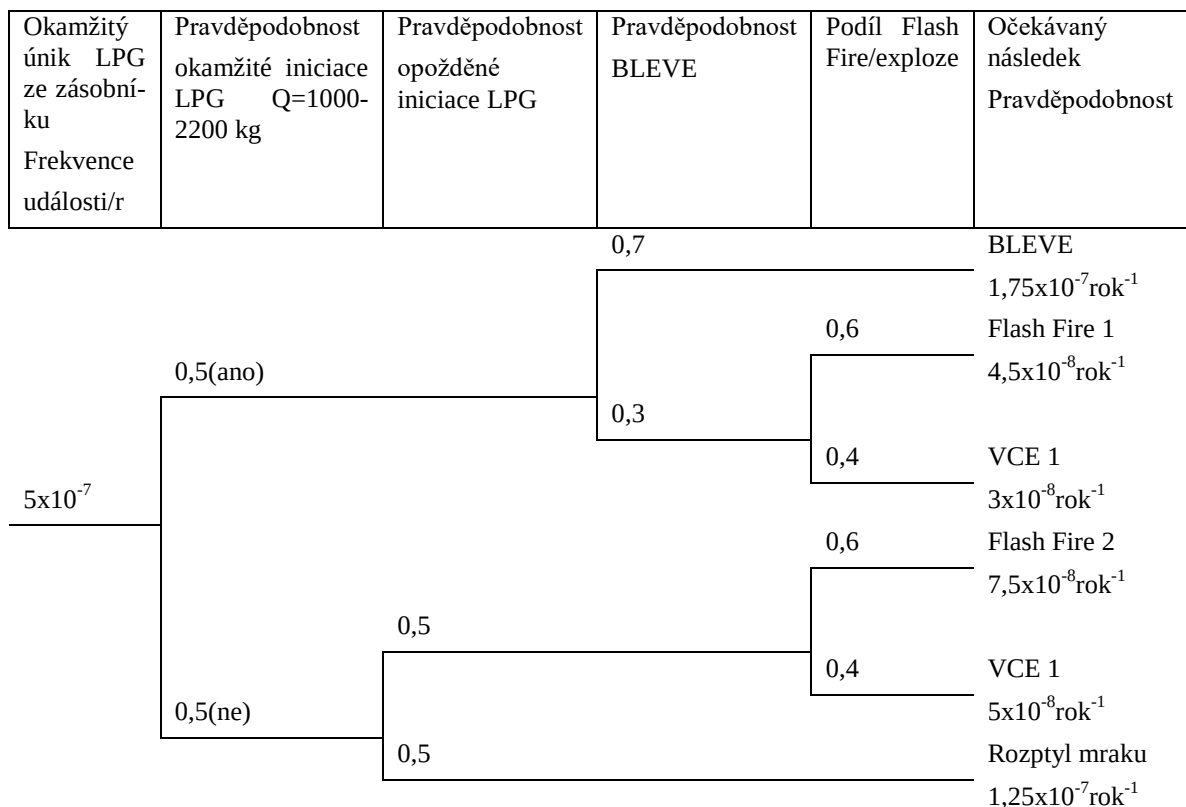
Je uvažován vliv konstrukce zásobníku, jeho odolnost proti korozi, vliv typu uložení zásobníku a bezpečnostní výstroj zásobníku (měření tlaku, teploty, hladiny, pojistná armatura a vybavení dálkovými armaturami).

V úložišti č. 1 musíme rozlišovat okamžité (fatální) úniky ze zásobníku v závislosti na množství uvolněného zkapalněného plynu a časově ohraničené kontinuální úniky s rozlišením pro těkavější propan a méně těkavý butan z potrubní trasy DN25.

Následující vygenerované stromy událostí jsou platné pro zdroje rizika označené Z1 a Z3.

Da) Okamžitý únik propanu, butanu směsí PB (obecně LPG) ze 4,85 m³ zásobníku

Tabulka 2-22: Strom událostí pro okamžitý únik (Q=2053-2218 kg) zkapalněného plynu ze stabilního zásobníku 4,85 m³ v úložišti č. 1 – scénáře pro zdroje Z1 a Z3

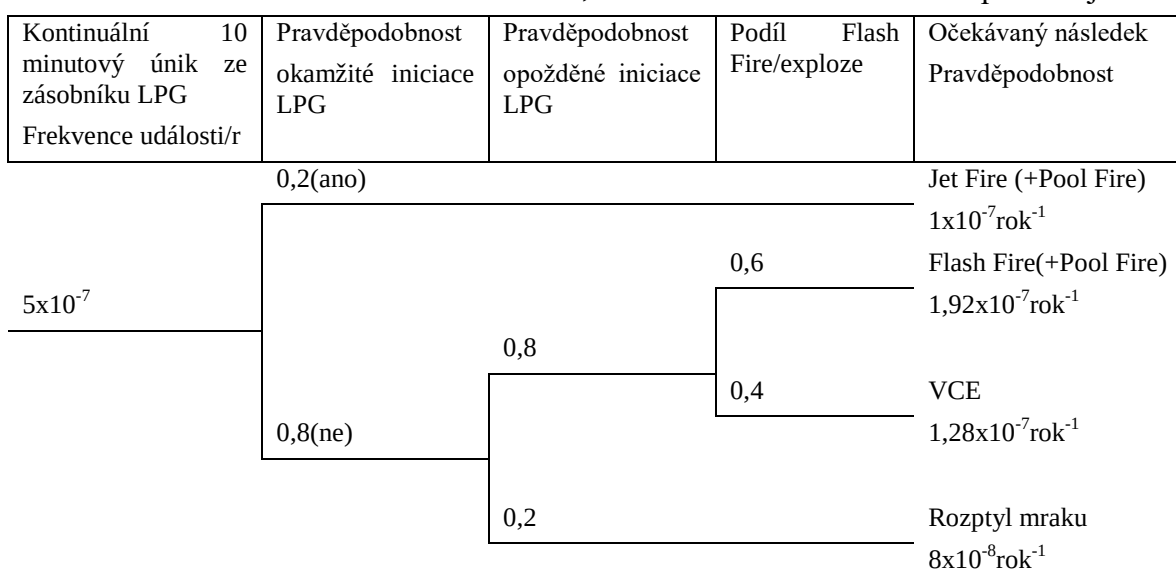


Uvolněné množství LPG je hraniční, tzn., realizace plného scénáře BLEVE je málo pravděpodobná. Pravděpodobnost okamžité iniciace pro látku kategorie 0 extrémně hořlavý zkapalněný plyn je pro stabilní zdroj rizika (zásobník) v případě okamžitého úniku NL odhadnuta na 0,5, viz Tab. 7 na str. 19 a Tab. 9 na str. 20 příručky Reference Manual Bevi Risk Assessment Module B, verze 3. 2. RIVM Netherlands 2009. Pravděpodobnost opožděné iniciace pro přítomnost obsluhy podle doporučení v Tab. 11 na str. 22 Bevi příručky na $1-0,5=0,5$.

Db) Kontinuální únik propanu, butanu, směsí PB (obecně LPG) trhlinou nebo otvorem DN25 v úložišti č. 1

Pro frekvenci kontinuálního úniku trhlinou nebo otvorem z potrubní trasy/příruby DN25 v úložišti č. 1 byl použit doporučený údaj $f = 5 \times 10^{-7} \text{ rok}^{-1}$ (viz publikace Purple Book, str. 3.3). Vzhledem ke kamerovému dohledu, přítomnosti zaměstnanců byla max. doba úniku odhadnuta na cca 10 minut.

Tabulka 2-23: Strom událostí pro kontinuální časově ohraničený únik (5 minut) LPG otvorem/trhlinou DN25 ze stabilního zásobníku $4,85 \text{ m}^3$ v úložišti č. 1 – scénáře pro zdroje Z1 a Z2



Pravděpodobnost okamžité iniciace pro látku kategorie 0 extrémně hořlavý zkapalněný plyn byla pro stabilní zdroj rizika (zásobník) odhadnuta na 0,2, viz Tab. 7 na str. 19 a Tab. 9 na str. 20 příručky Reference Manual Bevi Risk Assessment Module B, verze 3. 2. RIVM Netherlands 2009. Pravděpodobnost opožděné iniciace pro přítomnost obsluhy podle doporučení v Tab. 11 na str. 22 Bevi příručky odhadnuta na $1-0,2=0,8$.

Souhrnný seznam havarijních scénářů v DANSGAS s.r.o. na základě Tabulek 2-14 až 2-23 je shrnut v Tabulce 2-24.

Tabulka 2-24: Souhrnný seznam havarijních scénářů v DANSGAS s.r.o. dle ETA

Rizikové zařízení	Koncový stav	Popis možného nejzávažnějšího havarijního scénáře	Frekvence
			(rok^{-1})
Z9 – AC na vyhrazeném stanovišti – okamžitý únik	Z9-1a	Okamžitý fatální únik LPG z AC po ruptuře do vnějšího okolí s terminací do BLEVE	7,3486E-9
	Z9-1b	Okamžitý fatální únik LPG z AC do vnějšího okolí s vyhořením oblaku Flash fire 1	1,889E-9
	Z9-1c	Okamžitý fatální únik LPG z AC do vnějšího okolí s iniciací oblaku do exploze VCE	1,259E-9
	Z9-1d	Okamžitý fatální únik LPG z AC do vnějšího okolí , migrace oblaku s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire 2	3,779E-9
	Z9-1e	Okamžitý fatální únik LPG z AC do vnějšího okolí , migrace oblaku	2,519E-9

		s opožděnou iniciací do exploze VCE 2	
Z9 – AC na vyhrazeném stanovišti – kontinuální únik	Z9-2A-1	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti $F > 100 \text{ kg/s}$ do vnějšího prostředí s okamžitou iniciací do Fire Jetu	1,837E-8
	Z9-2A-2	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti $F > 100 \text{ kg/s}$ do vnějšího prostředí s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	1,417E-9
	Z9-2A-3	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti $F > 100 \text{ kg/s}$ do vnějšího prostředí s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	0,9448E-9
	Z9-2B-1	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti $F = 10\text{--}100 \text{ kg/s}$ do vnějšího prostředí s okamžitou iniciací do Fire Jetu	1,312E-8
	Z9-2B-2	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti $F = 10\text{--}100 \text{ kg/s}$ do vnějšího prostředí s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	0,3937E-8
	Z9-2B-3	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti $F = 10\text{--}100 \text{ kg/s}$ do vnějšího prostředí s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	0,2624E-8
	Z9-2C-1	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti $F < 10 \text{ kg/s}$ do vnějšího prostředí s okamžitou iniciací do Fire Jetu	0,5249E-8
	Z9-2C-2	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti $F < 10 \text{ kg/s}$ do vnějšího prostředí s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	1,007E-8
	Z9-2C-3	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti $F < 10 \text{ kg/s}$ do vnějšího prostředí s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	0,6718E-8
DN32 V3 Úniky z hadice během stáčení AC	V3-1	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu z AC při stáčení ve stáčišti – obdoba scénáře Z9-1	$\leq 1\text{E-}8$
	V3-2(a-d)	Kontinuální časově ohraničený únik zkapalněného plynu po ruptuře hadice DN32 při stáčení AC s okamžitou iniciací do Fire Jetu	3,234E-8
		Kontinuální časově ohraničený únik zkapalněného plynu po ruptuře hadice DN32 při stáčení AC s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	9,314E-8
		Kontinuální časově ohraničený únik zkapalněného plynu po ruptuře hadice DN32 při stáčení AC s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	1,034E-8
ZX-2 (X=4, 5, 6) – zásobníky 17 m ³ v úložišti č.2. Únik Q=1000-10 000 kg	ZX-1a	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=7196\text{--}7774 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací do BLEVE	1,75E-7
	ZX-1b	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=7196\text{--}7774 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s vyhořením oblaku Flash fire 1	4,5E-8
	ZX-1c	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=7196\text{--}7774 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací oblaku do exploze VCE 1	3E-8
	ZX-1d	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=7196\text{--}7774 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire 2	7,5E-8
	ZX-1e	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=7196\text{--}7774 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací do exploze VCE 2	5E-8
	ZX-2a	Okamžitý únik zkapalněného plynu ($Q < 1000 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací do Fire Jetu	1E-7
ZX-3 (X=4, 5, 6) – zásobníky 17 m ³ v úložišti č.2. Únik Q < 1000-	ZX-2b	Okamžitý únik zkapalněného plynu ($Q < 1000 \text{ kg}$) z min. naplněného 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	1,92E-7

	ZX-2c	Okamžitý únik zkapalněného plynu ($Q < 1000$ kg) z min. naplněného 17 m^3 zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	$1,28\text{E-}7$
ZX-4 (X=4, 5, 6) – zásobníky 17 m^3 v úložišti č. 2. Kontinuální úniky	ZX-3a	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem/trhlinou DN32 ze stabilního zásobníku 17 m^3 v úložišti č. 2 s okamžitou iniciací do Fire Jetu	$1\text{E-}7$
	ZX-3b	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem/trhlinou DN32 ze stabilního zásobníku 17 m^3 v úložišti č. 2 s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	$1,92\text{E-}7$
	ZX-3c	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem/trhlinou DN32 ze stabilního zásobníku 17 m^3 v úložišti č. 2 s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	$1,28\text{E-}7$
Z1,Z2 Zásobníky $4,85 \text{ m}^3$ v úložišti č. 1 – Okamžité úniky	Z1,Z2-1	Okamžitý únik zkapalněného plynu ($Q=2053\text{--}2218$ kg) ze $4,85 \text{ m}^3$ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací do BLEVE	$1,75\text{E-}7$
	Z1,Z2-2	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=2053\text{--}2218$ kg) ze $4,85 \text{ m}^3$ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s vyhořením oblaku Flash fire 1	$4,5\text{E-}8$
	Z1,Z2-3	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=2053\text{--}2218$ kg) ze $4,85 \text{ m}^3$ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací oblaku do exploze VCE 1	$3\text{E-}8$
	Z1,Z2-4	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=2053\text{--}2218$ kg) ze $4,85 \text{ m}^3$ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire 2	$7,5\text{E-}8$
	Z1,Z2-5	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=2053\text{--}2218$ kg) ze $4,85 \text{ m}^3$ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací do exploze VCE 2	$5\text{E-}8$
Z1,Z2 Zásobníky $4,85 \text{ m}^3$ v úložišti č. 1 – Kontinuální úniky	Z1,Z2 - A	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem/trhlinou DN25 ze stabilního zásobníku $4,85 \text{ m}^3$ v úložišti č. 1 s okamžitou iniciací do Fire Jetu	$1\text{E-}7$
	Z1,Z2 - B	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem/trhlinou DN25 ze stabilního zásobníku $4,85 \text{ m}^3$ v úložišti č. 1 s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	$1,92\text{E-}7$
	Z1,Z2 - C	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem/trhlinou DN25 ze stabilního zásobníku $4,85 \text{ m}^3$ v úložišti č. 1 s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	$1,28\text{E-}7$

Poznámka: Žlutě vyznačené scénáře byly následně vyřazeny.

Zhodnocení:

- Odhadované četnosti havárií v DANSGAS s.r.o. jsou obecně velmi nízké a korespondují u profilových zařízení s dosud bez havarijním průběhem a obvyklým standardem v zemích EU.
- Nejvyšších hodnot četnosti možné havárie (v řádu 10^{-7} - 10^{-8} /rok) dosahují zařízení v úložišti č. 1 a úložišti č. 2, které při normálním provozu představují vzhledem k odstupovým vzdálenostem a maloobjemovým zásobníkům LPG jisté nebezpečí pro obyvatelstvo vně areálu DANSGAS s.r.o.
- Z tohoto rozboru však nelze usuzovat, kdy k takto identifikovaným scénářům dojde. Platí zde zákony pravděpodobnosti, tzn. za jistých okolností, podmínek a souhře kauzálních faktorů může událost nastat a rozvinout se do havárie kdykoliv nebo nenastane vůbec během fyzické existence objektu nebo zařízení.

Stanovení odhadu pravděpodobnosti reprezentativních scénářů možných havárií

Dle metodiky uvedené v literatuře Quantitative Risk Assessment CPR 18E, Committee for the Prevention of Disasters, Haag, 1999 se do kvantitativní analýzy rizika zahrnují pouze ty události, které významně přispívají ke společenskému a individuálnímu riziku, tj. pouze havarijní události s frekvencí výskytu vyšší než 1.10^{-8} /rok.

V následujících Tabulce 2-25 jsou s použitím výše uváděné usance a Tabulky 2-24 shrnuty reprezentativní havarijní koncové scénáře s frekvencí výskytu vyšší než 1.10^{-8} /rok, které mají potenciál ZH pro vnější okolí.

Tabulka 2-25: Seznam nejpravděpodobnějších reprezentativních havarijních scénářů

Rizikové zařízení	Koncový stav	Popis možného nejzávažnějšího havarijního scénáře	Frekvence
			(rok ⁻¹)
Z9 – AC na vyhrazeném stanovišti – kontinuální únik	Z9-2A-1	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti $F > 100 \text{ kg/s}$ do vnějšího prostředí s okamžitou iniciací do Fire Jetu	1,837E-8
	Z9-2B-1	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti $F = 10\text{--}100 \text{ kg/s}$ do vnějšího prostředí s okamžitou iniciací do Fire Jetu	1,312E-8
V3 Úniky z tlakové hadice DN32 během stáčení AC	V3-2(a-d)	Kontinuální časově ohraničený únik zkapalněného plynu po ruptuře hadice DN32 při stáčení AC s okamžitou iniciací do Fire Jetu	3,234E-8
		Kontinuální časově ohraničený únik zkapalněného plynu po ruptuře hadice DN32 při stáčení AC s s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	9,314E-8
		Kontinuální časově ohraničený únik zkapalněného plynu po ruptuře hadice DN32 při stáčení AC s s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	1,034E-8
ZX-1 (X=4,5,6) – zásobníky 17 m ³ v úložišti č.2. Únik Q=7196-7774 kg	ZX-1a	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q = 7196\text{--}7774 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací do BLEVE	1,75E-7
	ZX-1b	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q = 7196\text{--}7774 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s vyhořením oblaku Flash fire 1	4,5E-8
	ZX-1c	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q = 7196\text{--}7774 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací oblaku do exploze VCE 1	3E-8
	ZX-1d	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q = 7196\text{--}7774 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire 2	7,5E-8
	ZX-1e	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q = 7196\text{--}7774 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací do exploze VCE 2	5E-8
ZX-2 (X=4,5,6) – zásobníky 17 m ³ v úložišti č.2. Únik Q<1000-kg	ZX-2a	Okamžitý únik zkapalněného plynu ($Q < 1000 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací do Fire Jetu	1E-7
	ZX-2b	Okamžitý únik zkapalněného plynu ($Q < 1000 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	1,92E-7
	ZX-2c	Okamžitý únik zkapalněného plynu ($Q < 1000 \text{ kg}$) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	1,28E-7
ZX-3 (X=4,5,6) – zásobníky 17	ZX-3a	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1. ventilem DN32 ze stabilního zásobníku 17m ³ v úložišti č. 2 s okamžitou iniciací do Fire Jetu	1E-7

m ³ v úložišti č.2. Kontinuální úniky	ZX-3b	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1. ventilem DN32 ze stabilního zásobníku 17m ³ v úložišti č. 2 s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	1,92E-7
	ZX-3c	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1.ventilem DN32 ze stabilního zásobníku 17m ³ v úložišti č. 2 s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	1,28E-7
Z1,Z2 Zásobníky 4,85m ³ v úložišti č. 1 Okamžité úniky	Z1,Z2-1	Okamžitý únik zkapalněného plynu (Q=2053-2218 kg) ze 4,85 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací do BLEVE	1,75E-7
	Z1,Z2-2	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=2053-2218 kg) ze 4,85 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s vyhořením oblaku Flash fire 1	4,5E-8
	Z1,Z2-3	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=2053-2218 kg) ze 4,85 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací oblaku do exploze VCE 1	3E-8
	Z1,Z2-4	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=2053-2218 kg) ze 4,85 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí , migrace oblaku s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire 2	7,5E-8
	Z1,Z2-5	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=2053-2218 kg) ze 4,85 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací do exploze VCE 2	5E-8
Z1,Z2 Zásobníky 4,85m ³ v úložišti č. 1 Kontinuální úniky	Z1,Z2 - A	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1. ventilem DN25 ze stabilního zásobníku 4,85m ³ v úložišti č. 1 s okamžitou iniciací do Fire Jetu	1E-7
	Z1,Z2 - B	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1. ventilem DN25 ze stabilního zásobníku 4,85m ³ v úložišti č. 1 s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	1,92E-7
	Z1,Z2 - C	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1. ventilem DN25 ze stabilního zásobníku 4,85m ³ v úložišti č. 1 s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	1,28E-7

Omezující podmínky realizace havarijních scénářů:

- 1) Při skladování LPG se neuplatňují exotermní či jiné nebezpečné chemické reakce!
- 2) V úložištích č. 1 a č. 2 není přítomen iniciační zdroj. Elektrická zařízení jsou v Ex-provedení.
- 3) Množství uniklého LPG v oblaku schopné přejít do efektivní exploze musí být ve volném prostoru zpravidla vyšší než 2000 kg.
- 4) V případě anomálie spojené s únikem LPG dojde vždy k okamžitému zásahu obsluhy + ŘS kontroluje provoz pomocí kamerového systému a zasahuje při každé anomálii (dvoustupňový dohled).
- 5) Při posuzování reálnosti reprezentativních havarijních scénářů uvedených v Tabulce 2-25 je nutné uvažovat, že některé z havarijních scénářů se mohou uplatnit pouze v případě nešťastné souhry dílčích iniciačních událostí, příznivého směru větru, apod., které pak vedou k rozvoji výsledného havarijního scénáře, popř. k eskalaci havárie.

2.2 Odhad následků identifikovaných scénářů ZH na životy a zdraví lidí a zvířat, ŽP a majetek

Postup kvantitativního řešení odhadu následků reprezentativních scénářů ZH spočívá v realizaci následujících kroků:

- výběr havarijních scénářů pro modelování (viz předchozí kapitoly),
- výběr vhodné metody kvantitativní analýzy následků,
- aplikace kvantitativní metody,

- provedení kvalitativního výpočtu následků a posouzení možných vyhodnocených následků,
- prezentace výsledků, finální zhodnocení a závěry.

Výběr havarijních scénářů byl proveden z hlediska očekávaných možných následků pro okolí, tj. byly zohledněny stěžejní finální havarijní scénáře uvedené v Tabulce 2-14 až 2-24. Tyto koncové scénáře představují v konečném důsledku nejzávažnější možné havarijní scénáře s následky na zdraví, život obsluhy a majetek v areálu, popř. mohou být v omezené míře potenciální hrozbou pro nejbližší okolí analyzovaného objektu.

Poznámka: Meteo podmínky mají velký vliv na možné následky z havárie zařízení DANSGAS s.r.o. pro vnější okolí. Lokalizace DANSGAS s.r.o. vůči vnějšímu okolí je velmi příznivá, neboť obydlené severně situované zóny jsou v 90° výseči (sektoru) kolem zdroje rizika, tzn., vliv bude mít při migraci případného mraku LPG především jižní vítr (četnost 8%) v menší míře pak JV (17,81%) a JZ (6,12%) vítr. Větry ostatních směrů jsou pro severně situované obydlené zóny z hlediska rozptylu LPG a následků příznivé, a pro jejich větší vzdálenost ohrožení nehrozí.

Odhad následků byl proveden s použitím kvalitativních a kvantitativních metod (matematických modelů), které slouží k odhadnutí zón účinků jednotlivých havarijních scénářů. Na základě stanovení rozsahu havárie, přítomnosti osob v místě havárie a dalších kritérií lze odhadnout v případě LPG oběti na lidských životech, následky na majetku.

Hustotu zaměstnanců a cizích osob v areálu v pracovní době lze odhadnout na 6 osob/ha, v noci 1 osoba/ha. Místem největší kumulace jiných osob vně areálu je čerpací stanice LPG. Průměrný výskyt osob: 7,6 osoby/h v denní dobu, resp. v daný okamžik výskyt max. 3 osob. Po 22 h – 0 osob. V širším okolí areálu DANSGAS s.r.o. lze hustotu osídlení odhadnout na cca 90 osob, přičemž počet nekrytých osob v denní dobu odhadnout na 1 osobu/ha, noc 0 osob/ha.

Elektronicky odměřené nejmenší vzdálenosti objektů a zařízení v areálu od rizikových zařízení jsou uvedeny přehledně v Tabulce 2-26.

Tabulka 2-26: Nejmenší el. odečtené vzdálenosti objektů a zařízení v areálu od zdrojů rizika Z1, Z2, Z4, Z5, Z6, Z9 a V3

Objekt/místo	Číslo objektu na mapě	Reprezentativní zdroje rizika Z1, Z2, Z4, Z5, Z6, Z9 a V3						
		Z1	Z2	Z4	Z5	Z6	Z9	V3
Čerpací stanice	1	66	66	57	57	57	76	76
Nejbl. dům (autoservis)	2	61	61	72,5	72,5	72,5	88	88
Nejbl. patrový dům (autoservis)	3	67,5	67,5	83	83	83	98	98
2. nejbližší dům	4	83	83	105	105	105	113	113
Nejbl. silnice do Žandova	5	106	106	95,5	95,5	95,5	94	94
Nejbl. trať ČD	6	141	141	116	116	116	103	103
Nejbližší řadová obytná zástavba	7	130	130	118	118	118	131	131
Areál Sauer Žandov a.s.	8	301	301	289	289	289	316	316
Stěna kamenolomu	10	113	113	120	120	120	102	102
Administrativní objekt Dansgas s.r.o.	*9	63	63	79	79	79	71	71
Řeka Ploučnice	11	174	174	161,5	161,5	161,5	144	144
Železniční stanice Žandov	12	523	523	511	511	511	520	520
Herbinger Žandov s.r.o.	13	429	429	438	438	438	457	457
Náměstí TGM Žandov	14	543	543	563	563	563	576	576
Dolní Police (1. dům)	15	314	314	287	287	287	294	294
Police Žandov (1. dům)	16	246	246	260	260	260	250	250

*Administrativní objekt DANSGAS s.r.o. - objekt č. 9

Detaily umístění okolních objektů/míst – viz mapa [Potenciálně ohrožené objekty 1-16 v širším okolí areálu DANSGAS s.r.o..jpg](#)

2.2.1 Určení kritérií a limitních hodnot pro odhad následků identifikovaných scénářů závažných havárií

Pro matematické modelování příslušných havárií bylo třeba určit kritéria, na základě kterých jsou následně vyhodnocovány možné následky z havárie zařízení DANSGAS s.r.o. V případě DANSGAS s.r.o. se jedná především o následky havárie způsobené:

- Především případnou iniciací oblaku hořlavých výbušných par do exploze VCE, která je charakterizována především tlakovými projevy.
- Dále sálavým teplem hořícího materiálu: BLEVE, Fire Jet, vyhořením oblaku (Flash Fire), popř. kaluže LPG, tzn. Pool Fire.

Odhad následků exploze

Je nutné rozlišovat explozi ohraničeného oblaku směsi hořlavých par, plynu nebo aerosolu (uvnitř objektů nebo zařízení – vnitřní exploze IE) nebo volného neohraničeného oblaku směsi hořlavých par, plynu nebo aerosolu – Vapour Cloud Explosion (VCE) se vzduchem po iniciaci.

Předpokladem realizace exploze je:

- Rychlost hoření je při explozi dostatečně vysoká pro vznik významného přetlaku na čele vzdušné rázové vlny (VRV).
- K dosažení ničivých přetlaků v expandujícím oblaku je potřeba určitých aspoň částečných ohraničení (stěn) či jiných geometrických překážek.

Exploze volného oblaku plynu nebo par na volném prostranství mimo objekt je kromě toho podmíněna (vedle přítomnosti iniciačního zdroje) přítomností minimálně 1-2 t, popř. i více tun látky (schopné výbuchu) v mezích výbušnosti (tj. H_{LV} - D_{LV}). Není-li tato podmínka splněna, dochází po iniciaci oblaku pouze k explozivnímu hoření a efektu Flash Fire – viz havárie účinkem sálavého tepla.

Využití energie oblaku do exploze je zpravidla dle literatury /1,14/ 2 až 10% podle faktorů ovlivňujících explozi. Vlastní vyhodnocení účinků vzdušné rázové vlny (VRV) je založeno na metodě tritového ekvivalentu.

Hodnota maximálního přetlaku na čele vzdušné rázové vlny (VRV) vyvolané explozí pozemní polokulové nálože TNT může být vypočtena podle vztahu:

$$\Delta p = 93,2xZ^{-1} + 383xZ^{-2} + 1275xZ^{-3} \text{ (kPa), kde:}$$

Δp je přetlak vzdušné rázové vlny,

R je radiální vzdálenost v m od epicentra,

$Z = R/W^{1/3}$ je tzv. redukováná vzdálenost,

W je korigovaná hmotnost nálože s platností v rozmezí Z [2 až 200] m. $\text{kg}^{-1/3}$.

Při odhadu smrtelných následků na osoby v případě exploze se používají následující hodnoty přetlaku, kterým odpovídá pravděpodobnost úmrtí osob [12]:

Tabulka 2-27: Hodnoty přetlaku výbuchové vlny pro určení podílu zemřelých osob

Max. přetlak výbuchové vlny [kPa]	Pravděpodobnost úmrtí osob	
	uvnitř objektů v domech	vně domů či objektů
> 30	1	1
30 až 10	0,025	0
< 10	0	0

Tyto údaje přetlaků vzdušné rázové vlny (VRV) znamenají, že v oblasti zasažené, např. tlakovou vlnou o přetlaku větším než 30 kPa budou usmrceni všichni lidé uvnitř i vně objektů. Při hodnotě přetlaku menším než 10 kPa pak nedojde k žádnému úmrtí. V rozmezí hodnot 10 až 30 kPa se

uvažuje, že dojde k úmrtí cca 2,5% osob, nacházejících se uvnitř objektů zásahem zdiva, konstrukcí apod., přičemž pravděpodobně nedojde k úmrtí osob ve volném terénu.

Pro odhad následků na majetku je možné použít empiricky zjištěné hodnoty přetlaku výbuchové vlny pro poškození budov, které jsou uváděny v materiálech TNO (Green Book) a dalších materiálech, např. EML (Estimate Maximum Loss), která byla vyvinutá ve Velké Británii pro potřeby pojišťoven. Oblasti poškození jsou rozděleny do čtyř zón poškození podle velikosti přetlaku v dané vzdálenosti od místa výbuchu podle následující tabulky 2-28.

Tabulka 2-28: Hodnoty přetlaku VRV pro určení rozsahu poškození budov

Zóna	Úroveň poškození budov	Stručná charakteristika	Přetlak [kPa]
A	totální destrukce	Budovy jsou poškozeny tak, že nemohou být rekonstruovány, ale musí být znovu postaveny	> 83
B	těžké poškození	Řada nosných konstrukčních a stavebních prvků je narušena a částečně zborcená. Zdi, které nejsou zbořeny, jsou významně poškozeny a popraskány; zbývající části musí být zbourány.	> 35
C	střední poškození	Budovy jsou použitelné, ale zdi jsou značně popraskané; nosné konstrukční prvky jsou narušeny; poškozeny jsou i vnitřní stěny a střešní krytina.	> 17
D	malé poškození	Rozbitá okna a dveře, vznik mírných prasklin ve zdech a konstrukčních prvcích; částečné zničení střešní krytiny.	> 3,5

Hodnotu 17 kPa lze zároveň brát obecně jako hraniční hodnotu, která může způsobit vznik možných kumulativních a synergických účinků v okolí havarovaného objektu.

Tabulka 2-29: Účinky vzdušné rázové vlny (VRV) při explozi – detaily

Přetlak vlny (kPa)	Účinek tlakové vlny
0,14	Nepříjemný zvuk (137 dB, jestliže je nízká frekvence 10 –15 Hz)
0,21	Občasné prasknutí velkých skleněných ploch
0,28	Silný hluk (143 dB), silný třesk rozbitého skla
0,7	Rozbití malých skleněných oken
1,04	Typický přetlak pro rozbití skla
2,07	Bezpečná vzdálenost před letícími úlomky, 10% skleněných oken rozbito
5	Přijatelná zdravotní mez pro člověka (výskyt reversibilního poškození sluchu)
3,5-6,9	Velká i malá okna obvykle rozbita, občasné poranění létajícími střepy
6,9	Částečné poškození budov a jejich dočasná neobyvatelnost
6,9-13,8	Poškození asbestového, Al, ocelového, dřevěného obložení budov, poškození a posunutí spojů lehkých staveb
13,8	Částečné rozrušení stěn a střech domů
15	Povalení stojících osob
17,3	50% destrukce cihlových stěn domů
20,7	Těžké stroje (1,5 t) v průmyslových budovách lehce poškozeny
20,7-27,6	Neukotvené stavební ocelové panely zničeny, ruptura skladovacích nádrží
34,5	Dřevěné sloupy praskají, těžké stroje (20 t) v budovách lehce poškozeny
34,5-48,3	Téměř úplná destrukce cihlových domů
48,3-55,2	Cihlové nevyztužené panely 20-30 cm ustříženy nebo zlomeny
62,1	Nákladní vagóny úplně demolovány
70	Pravděpodobná totální destrukce staveb, těžké stroje (3,5 t) přemístěny a těžce poškozeny, těžké stroje nad 6 t vydrží
100	Úplné rozbití staveb s výjimkou ŽB odolných zemětřesení
150-200	Okamžitá smrt organismů, rozrušení i odolných staveb
200-300	Rozrušení ocelových mostů, vznik kráterů

Poznámka:

Mezní hodnoty přetlaku jsou přepočteny z anglosaských jednotek (psig) a jsou zaokrouhleny.

Na základě této tabulky lze stanovit následující pásma ohrožení:

- **2,1 kPa** bezpečné pásmo bez ohrožení letícími úlomky skla

- **5 kPa** bezpečná zdravotní mez pro člověka
- **10 kPa** pásmo mírného ohrožení (škody na skleněných plochách, poranění osob letícími skleněnými střepy, apod.)
- **30 kPa** pásmo středního ohrožení (vážné poškození budov, strojů, zdraví osob)
- **100 kPa** pásmo totální destrukce průmyslových staveb

Dopady havárie spojené s explozí jsou pro účely možného vyhodnocení vymezeny pro následující hodnotící parametry:

- **Iniciační vzdálenost (L_{DMV})** – Maximální vzdálenost ve směru větru od místa úniku ve které lze ještě iniciovat oblak na dolní mezi výbušnosti (DMV).
- **Vzdálenost epicentra (L_E)** – Maximální vzdálenost od místa úniku, ve které se může nacházet epicentrum exploze s maximálními účinky VRV na úrovni stechiometrické koncentrace.
- **Poloměr přetlaku 100kPa (R_1)** – Vzdálenost od předpokládaného epicentra exploze v místě, kde hodnota přetlaku VRV dosáhne 100kPa (úplné rozbití staveb) – pásmo totální destrukce a usmrcení osob.
- **Poloměr přetlaku 30 kPa (R_2)** – Vzdálenost od předpokládaného epicentra exploze v místě, kde hodnota přetlaku VRV dosáhne cca 30 kPa – pásmo středního ohrožení s poškozením budov a vážného poranění osob).
- **Poloměr přetlaku 10 kPa ($R_{poranění}$)** – Vzdálenost od předpokládaného epicentra exploze v místě kde hodnota přetlaku VRV dosáhne cca 10 kPa (poškození okolních staveb je malého rozsahu, výskyt lehkého poranění osob je možný).
- **Poloměr přetlaku 5 kPa (R_0)** – Vzdálenost od předpokládaného epicentra exploze v místě kde hodnota přetlaku VRV dosáhne cca 5 kPa.

Odhad účinků sálavého tepla z požáru

Účinkem sálavého tepla z hoření organické kapaliny nebo jejich par dochází ke změně pevnosti materiálu jak mateřského zařízení, které je původcem primárního úniku hořlaviny, tak ke změně struktury stavebních plastových, ocelových a betonových prvků v okolí dosahu účinků sálavého tepla. V této kategorii jsou zahrnuty havárie s emisí, radiací tepla a patří sem havárie typu:

- BLEVE
- Plošný požár (Pool Fire) kaluže rozlité hořlaviny
- Požár (Fire) zásobníku, objektu atd.
- Jet fire (únik plynu, páry hořlavé látky a její iniciace do tryskavého požáru)

Pravděpodobnost, že osoby zemřou v důsledku působení tepelného toku je vypočtena na základě použití probitové funkce. V případě požárů má probitová funkce tvar [12]:

$$Pr = -36,38 + 2,56 \ln(Q^{4/3} \times t), \text{ kde}$$

Q – intenzita tepelného toku v místě zasažení (kW/m^2)

t – doba expozice (s)

Podle práce [11] se v případě požárů uvažuje doba expozice osob daným tepelným tokem 20 sekund a předpokládá se, že lidé během této doby stačí utéci na bezpečné místo. Při výpočtech je však nutné brát do úvahy, že osoby jsou chráněny minimálně oděvem, který snižuje pravděpodobnost smrti. K vyjádření této skutečnosti se používá korekční faktor 0,14 [12].

Účinky sálavého tepla lze podle odborné literatury klasifikovat podle nominální úrovně sálavého tepla do následujících kategorií možných následků – viz Tabulka 2-30.

Tabulka 2-30: Účinky sálavého tepla na osoby, zařízení apod.

Úroveň sálavého tepla v kW/m^2	Možné účinky sálavého tepla při dané úrovni na osoby, zařízení apod.
1,6	Bezpečná vzdálenost pro nechráněné osoby
9,5	Po pocitu bolesti (práh bolesti) vznikají popáleniny 2. stupně během 20 s
12,5	Minimální energie k řízené iniciaci dřeva a tavení plastů během 15-30 min expozice
25	Minimální energie k neřízenému zapálení dřeva
37,5	Poškození výrobního zařízení během 15-30 min expozice
16,5	Během 1 minuty - smrt 50% nechráněných osob
100	Při účinku po dobu 15 minut následuje destrukce oceli

V případě požáru hořlavých kapalin nebo jejich par do Flash fire, apod. se předpokládá smrt všech osob nalézajících se uvnitř požáru nebo ve vzdálenostech od místa požáru, kde dosažená úroveň tepelného toku je vyšší než 35 kW/m^2 . Pro osoby nalézající se ve vzdálenostech, kde intenzita tepelného toku je menší než 35 kW/m^2 je rozhodující hodnota tepelného toku a doba trvání expozice.

Pro odhad následků na majetku lze použít kritické hodnoty tepelného toku, uvedené v práci [11] a [12], které způsobí vzplanutí nebo poškození materiálu vystaveného danému tepelnému toku. Hodnoty pro vybrané materiály jsou uvedeny v následující tabulce 2-31.

Tabulka 2-31: Hodnoty intenzity kritického tepelného toku pro některé materiály

Materiál	Kritická intenzita tepelného toku [$\text{kW}\cdot\text{m}^{-2}$]
Ocel	100
Dřevo, plasty, textil	15 - 35
Sklo	4

Hodnoty kritického tepelného toku uvedené v tabulce 2-31 je nutné chápat jako obecné charakteristiky platné pro delší dobu expozice (minimálně 15–30 minut). Se zvyšující hodnotou tepelného toku se doba kritické expozice zkracuje. Intenzita tepelného toku $8 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$ je maximální hranice, která by ještě neměla způsobit poškození většiny technologických zařízení, (vznik synergických a kumulativních jevů), tj. na procesních zařízeních, tlakových i atmosférických zásobnících, čerpacích stanicích apod. Pokud jsou tato zařízení chráněná proti tepelnému toku, např. izolací, zkráplením, protipožární zástěnou apod. je jako maximální hodnota uváděna intenzita tepelného toku $32 \text{ kW}\cdot\text{m}^{-2}$.

Pro dopady havárie spojené s účinkem sálavého tepla z požáru kaluže jsou vymezeny následující hodnotící parametry:

- Destrukce ocelových konstrukcí tepelným tokem 100 kW po dobu 15 minut (R_D).
- Závažné poškození okolního výrobního zařízení tepelným tokem $37,5 \text{ kW/m}^2$ (R_Z) během 15 - 30 minut.
- Usmrcení, resp. 50% mortalita osob v okolí účinků sálavého tepla na úrovni $16,5 \text{ kW/m}^2$ během 1 minuty (R_{50} pro osoby).
- Vznik sekundárních požárů dřevěných staveb a tavení plastů vlivem účinků sálavého tepla $12,5 \text{ kW/m}^2$ během 15-30 minut ($R_{\text{dřevo}}$).
- Možnost vzniku popálenin 2. stupně během 20 s vlivem účinků sálavého tepla $9,5 \text{ kW}$.
- Bezpečná vzdálenost (R_B) s úrovní tepelného toku $1,6 \text{ kW/m}^2$ pro nechráněné osoby.

Speciálním případem účinků sálavého tepla je Fire Jet, který má obvykle krátké trvání 60-180 sekund a převážně místní účinky. Krátký čas trvání Fire Jetu zpravidla nepostačuje k ohrožení ocelových zásobníků a zařízení účinkem sálavého tepla.

V případě DANSGAS s.r.o. jsou pro tento případ uvažovány následující hodnotící parametry:

- Závažné poškození okolního výrobního zařízení tepelným tokem $37,5 \text{ kW/m}^2$ (R_Z)
- Usmrcení, resp. 50% mortalita osob v okolí účinků Fire Jetu na úrovni $16,5 \text{ kW/m}^2$ během 1 minuty (R_{50} pro osoby)

- Vznik sekundárních požárů dřevěných staveb a tavení plastů vlivem účinků sálavého tepla $12,5 \text{ kW/m}^2$ během 15-30 minut ($R_{\text{dřevo}}$)
- Možnost vzniku popálenin 2. stupně během 20 s vlivem účinků sálavého tepla $9,5 \text{ kW/m}^2$
- Bezpečná vzdálenost (R_B) s úrovní trvalého tepelného toku $1,6 \text{ kW/m}^2$ pro nechráněné osoby

Posouzení rizikových činností s možným vlivem na ŽP

Škody na ŽP (do půdy, vody) únikem medií v areálu DANSGAS s.r.o. se nepředpokládají, protože problematika úniků LPG nesplňuje kritéria pro klasifikaci LPG jako nebezpečné látky pro lidské zdraví nebo životní prostředí, není karcinogenní, mutagenní ani toxický pro reprodukci (CMR) a není také persistentní, bioakumulativní a toxický (PBT) ani vysoce persistentní či vysoce bioakumulativní (vPvB).

2.2.2 Odhady následků identifikovaných scénářů na životy a zdraví lidí

Kvantitativní vyhodnocení možných následků hypotetických havárií v DANSGAS s.r.o. bylo provedeno pro nejzávažnější možné scénáře uváděné v Tabulce 2-25 s pravděpodobností větší než $1 \cdot 10^{-8}$ události/rok. Průměrnou hustotu osob v areálu (v pracovní době) lze odhadnout na 6 osob/ha, v noci 1 osoba/ha (dva zaměstnanci na ubytovně). Hustoty cizích osob v areálu i okolí jsou konkretizovány pro jednotlivé scénáře.

2.2.2.1 Vyhodnocení havarijních scénářů na autocisterně na vyhrazeném stanovišti

Rekapitulace modelových nejpravděpodobnějších havarijních scénářů AC na vyhrazeném stanovišti

Rizikové zařízení	Koncový stav	Popis možného nejzávažnějšího havarijního scénáře	Frekvence (rok^{-1})
Z9 – AC na vyhrazeném stanovišti – kontinuální únik	Z9-2A-1	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti $F > 100 \text{ kg/s}$ do vnějšího prostředí s okamžitou iniciací do Fire Jetu	$1,837\text{E}-8$
	Z9-2B-1	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti $F = 10-100 \text{ kg/s}$ do vnějšího prostředí s okamžitou iniciací do Fire Jetu	$1,312\text{E}-8$

V návaznosti na Tabulku 2-12 v této části BP byl uvažován Fire Jet LPG na autocisterně pro úniky LPG rychlostí 100 kg/s, 50 kg/s, 10 kg/s a 1 kg/s.

Výsledky vyhodnocení efektů Fire JET s použitím metodiky CPQRA /1/ jsou uvedeny v Tabulce 2-32.

Tabulka 2-32: Odhad následků FIRE JET LPG (autocisterna 26 m^3 na vyhrazeném stanovišti)

Rychlost úniku LPG m (kg/s)	100	50	10	1
Trvání úniku (s)	60	60	60	60
Délka plamene L (m)	91	64,3	28,5	9,1
Pološířka plamene (m)	22,8	16,1	7,2	2,3
Radiační teplo Q_R (kW)	1623650	665000	133000	13300
Dosah 50% úmrtnosti $16,5 \text{ kW/m}^2$ během 60 s r (m)	85,1	61,5	28,8	9,8
Závažné poškození okolního zařízení $37,5 \text{ kW/m}^2$	52,2	37,5	17,2	5,7
Zapálení dřeva, tavení plastů $12,5 \text{ kW/m}^2$	88,5	63,5	29,3	9,7
Popáleniny 2. stupně během 20s $9,5 \text{ kW/m}^2$	92	72	33,4	11
Bezpečná vzdálenost pro $1,6 \text{ kW/m}^2$ od centrální linie Jetu R_B (m)	232	167	78	26
Zasažená plocha S (ha)	0,326	0,165	0,0161	0,00164

Průměrná hustota osob v areálu je pro denní dobu odhadnuta na 6 osob/ha. V sektoru ohrožení na volné ploše se může pohybovat max. 1 osoba/ha, pro noční dobu je uvažováno 0 osob na volné ploše.

Tabulka 2-33: Počet fatálně zraněných osob na zasažené ploše

Následek	Celková	Zasažená	Počet zasažených	Počet	Počet fatálně
----------	---------	----------	------------------	-------	---------------

	zasažená plocha (ha)	plocha mimo podnik (ha)	osob uvnitř areálu den / noc	zasažených osob vně areálu Den / noc	zraněných osob
100%	0,326	0	0-1 / 0	0 / 0	0
fatálních	0,165	0	0 / 0	0 / 0	0
poranění	0,0161	0	0 / 0	0 / 0	0
	0,00164	0	0 / 0	0 / 0	0
Závěr: Pravděpodobně nedojde k fatálnímu zranění osob v areálu.					

Komentář:

V zasaženém okolí se nenachází cizí podnik se zaměstnanci. Plamen nedosáhne k veřejné čerpací stanici PHM, která je navíc pod horizontem osy případného Fire Jetu. V okolí areálu nedojde ke ztrátám na lidských životech efektem Fire Jet.

2.2.2.2 Vyhodnocení havarijních scénářů úniku LPG z tlakové hadice DN32 ve stáčišti

Rekapitulace:

V3 Úniky z tlakové hadice DN32 během stáčení AC	V3-2(a-d)	Kontinuální časově ohraničený únik zkapalněného plynu po ruptuře hadice DN32 při stáčení AC s okamžitou iniciací do Fire Jetu	3,234E-8
		Kontinuální časově ohraničený únik zkapalněného plynu po ruptuře hadice DN32 při stáčení AC s s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	9,314E-8
		Kontinuální časově ohraničený únik zkapalněného plynu po ruptuře hadice DN32 při stáčení AC s s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	1,034E-8

Jsou uvažovány následující úniky z hadice DN32:

- Scénář V3-2a - Prasknutí hadice DN32 se zásahem obsluhy, tj. 10 s trvajícím únikem LPG rychlostí 2,666 kg/s.
- Scénář V3-2b - Prasknutí hadice DN32 bez rychlého zásahu obsluhy, tj. 120 s trvajícím únikem LPG rychlostí 2,666 kg/s.
- Scénář V3-2c – Netěsnost hadice DN32 na rovní cca 10% průtoku se zásahem obsluhy, tj. 120 s trvajícím únikem LPG rychlostí 0,2666 kg/s.
- Scénář V3-2d – Netěsnost hadice DN32 na rovní cca 10% průtoku bez rychlého zásahu obsluhy, tj. 600 s trvajícím únikem LPG rychlostí 0,2666 kg/s.

Tabulka 2-34: Odhad následků FIRE JET LPG – kontrolované úniky z hadice DN32

Scénář úniku	V3-2a	V3-2b	V3-2c	V3-2d
Rychlost úniku LPG m (kg/s)	2,66	2,66	0,2666	0,2666
Trvání úniku (s)	10	120	120	600
Délka plamene L (m)	14,8	14,8	4,7	4,7
Pološířka plamene (m)	3,7	3,7	1,2	1,2
Radiační teplo Q_R (kW)	35378	35378	3546	3538
Dosah 50% úmrtnosti 16,5 kW/m ² během 60 s r (m)	-*	20,4	6,9	13,2
Závažné poškození okolního zařízení 37,5 kW/m ²	-*	8,3	2,75	2,75
Zapálení dřeva, tavení plastů 12,5 kW/m ²	-*	14,1	4,6	4,6
Popáleniny 2. stupně během 20s 9,5 kW/ m ²	-*	16	5,3	5,3
Bezpečná vzdálenost pro 1,6 kW/ m ² od centrální linie Jetu R_B (m)	37	38	12,5	12,5
Zasažená plocha S (ha)	0,0086	0,0086	0,0009	0,0009
Závěr: Nedojde k fatálním zraněním osob v areálu efektem Fire Jet.				

Poznámka: -* Vzhledem ke krátké době trvání účinku nelze účinky Fire Jetu vyhodnotit

Závěr:

Nedojde ke ztrátám na lidských životech v areálu při uvažovaných scénářích V3-2(a-d) s prasknutím hadice.

Tabulka 2-35: Odhad následků Flash Fire – kontrolované úniky z hadice DN32 s opožděnou iniciací

Scénář úniku	V3-2a	V3-2b	V3-2c	V3-2d
Rychlost úniku LPG m (kg/s)	2,66	2,66	0,2666	0,2666
Trvání úniku (s)	10	120	120	600
Množství uniklého LPG (kg)	26,6	320	32	160
Teplota okolí (°C)	25	25	25	25
Teoretický dosah koncentrace na HMV /9,6%/ (m)	-	<11	-	<10
Teoretický dosah koncentrace na DMV /21 000ppm/ (m)	-	42	-	11
Závažné efekty Flash fire	Nelze vyhodnotit	Nelze vyhodnotit	Nelze vyhodnotit	Nelze vyhodnotit
Závěr: Nedojde k fatálním zraněním osob v areálu efektem Flash fire.				

Závěr:

Vzhledem ke krátké době trvání účinku, koncentračním fluktuacím nelze účinky Flash fire obecně vyhodnotit. Při uvažovaných scénářích V3-2(a-d) s prasknutím hadice s opožděnou iniciací a terminací do Flash Fire nedojde ke ztrátám na lidských životech.

Tabulka 2-36: Odhad následků exploze (VCE) – kontrolované úniky z hadice DN32 s opožděnou iniciací

Scénář úniku	V3-2a	V3-2b	V3-2c	V3-2d
Rychlost úniku LPG m (kg/s)	2,66	2,66	0,2666	0,2666
Trvání úniku (s)	10	120	120	600
Množství uniklého LPG (kg)	26,6	320	32	160
Teplota okolí (°C)	25	25	25	25
Rychlost větru v (m/s)	1,7	1,7	1,7	1,7
Destrukce objektů při 8 psi = 55,16 kPa L_D (m)	-	-	-	-
Pravděpodobné vážné poranění při 3,5 psi = 24,1 kPa; L_P (m)	-	43	-	13
Rozbití skla při 1 psi = 6,9 kPa; L_{sklo} (m)		72		29
Závažné efekty VCE	Nelze vyhodnotit	Poranění osob	Nelze vyhodnotit	Poranění osob
Závěr: Nedojde k fatálním zraněním osob v areálu explozí efektem VCE při uvažovaných scénářích V3-2(a-d).				

Závěr:

Účinky exploze oblaku VCE (v daném případě spíše explosivní hoření) spojené s poraněním osob po opožděné iniciaci se mohou projevit při 2 minutovém úniku LPG plným průřezem DN32, popř. po 10 minutovém úniku trhlinou na úrovni 10% DN32. Při uvažovaných scénářích V3-2(a-d) s prasknutím hadice s opožděnou iniciací a terminací do explosivního hoření VCE nedojde ke ztrátám na lidských životech v areálu, popř. za jeho plotem.

2.2.2.3 Vyhodnocení havarijních scénářů masivního okamžitého úniku LPG v úložišti č. 2

Zásobník 17 m³, množství LPG v zásobníku Q= 7196-7774 kg. Je uvažována iniciace uniklého LPG (jiskrou, plamenem), přestože **v úložišti č. 2 není iniciační zdroj a elektrická zařízení jsou v Ex provedení.**

Rekapitulace:

ZX-1 (X=4,5,6) – zásobníky 17 m ³ v úložišti č.2. Únik LPG Q=7196- 7774 kg	ZX-1a	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=7196-7774 kg) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací do BLEVE	2,45E-7
	ZX-1b	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=7196-7774 kg) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s vyhořením oblaku Flash fire 1	6,3E-8
	ZX-1c	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=7196-7774 kg) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací oblaku do exploze VCE 1	4,2E-8
	ZX-1d	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=7196-7774 kg) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire 2	2,7E-8
	ZX-1e	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=7196-7774 kg) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací do exploze VCE 2	1,8E-8

Tabulka 2-37: Odhad následků BLEVE pro okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=7196-7774 kg) ze 17 m³ zásobníku, frekvence 2,45x10⁻⁷/rok, scénář ZX-1a

Možným iniciačním zdrojem po masivním výronu oblaku LPG je el. vedení 22kV, které je v dosahu iniciační hemisféry.

Druh látky		propan	butan
Množství látky	M (kg)	7 196	7 774
Objem zásobníku	V (m ³)	17	17
Tlak v zásobníku	P (bar)	8,2	8,2
Teplota v zásobníku	Tz (°C)	25	25
Průměr fireballu	D_{max} (m)	116,2	119,1
Trvání fireballu	t BLEVE (s)	8,3	8,5
Výška středu fireballu	H BLEVE (m)	87,1	89,4
Průměr iniciační hemisféry	D_{inic} (m)	151,0	154,9
Výhřevnost látky	Hc (kJ/kg)	46 390	45 776
Povrchem emitovaná energie	E (kW/m ²)	237,1	235,6
Dosah 50% úmrtnosti 16,5 kW/m ² během 60 s R50 (m) /		176/*	179/*
Dosah závažného poškození okolního zařízení 37,5 kW/m ² během 15 - 30 minutové expozice Rz (m)		118/*	121/*
Dosah možného zapálení dřeva, tavení plastů během 15-30 min vlivem 12,5 kW/m ² Rdřevo (m)		200/*	204/*
Dosah 9,5 kW/m ² pro vznik popálenin 2. stupně během 20s Rpopálení (m)		228*	233/*
Bezpečná vzdálenost na úrovni 1,6 kW/m ² Rb (m)		530	540
Při použití probitové funkce pro účinky sálavého tepla fireballu během jeho trvání cca 8,3 s ::			
Dosah 100% úmrtnosti 55,5 kW/m ² během 8,3 s R100 (m)		98,2	100,5
Dosah 50% úmrtnosti 44 kW/m ² během 8,3 s R50 (m)		109	112
Dosah 1% úmrtnosti při 35,1 kW/m ² během 8,3 expozice R01 (m)		122	125

Poznámka: -* Vzhledem ke krátké době trvání účinku BLEVE 8,3 až 8,5 s nelze účinky sálavého tepla spolehlivěji predikovat v obvyklých tabelovaných časových intervalech.

Závěry: Vzhledem ke krátké době trvání účinku BLEVE cca 8,3 – 8,5 s byl proveden odhad dosahu účinků sálavého tepla s fatálními účinky na nechráněné osoby pro tuto dobu trvání fireballu s použitím probitové funkce s následujícími výsledky:

- 100% úmrtnost 55,5 kW/m² během 8,3 s v okruhu 98,2 – 100,5 m (cca 99,35 m)
- 50% úmrtnost 44 kW/m² během 8,3 s v okruhu 109 -112 m (110,5 m)
- 1% úmrtnost 35,1 kW/m² během 8,3 s v okruhu 122-125 m (123,5 m)

Grafické zobrazení dosahu účinků BLEVE viz [Pásma úmrtnosti R01, R50 a R100 efektu BLEVE 17m3 zásobník LPG.jpg](#).

Při odhadech následků je však nutné brát v úvahu, že osoby jsou chráněny minimálně oděvem, tzn. aplikace korekčního faktoru 0,14 [12]. Rovněž osoby v budovách, vozidlech nebudou fatálními účinky krátkodobého sálavého tepla zasaženy.

Průměrný počet návštěvníků v areálu za den (osoby + vozidla): maximálně 50 osob a 50 vozidel/12 h, tj. 4,166 cizích osob/h, resp. při zohlednění režimu ČS LPG, plnirny PB, apod. v daný okamžik max. 2 cizí osoby v areálu. Místem největší kumulace jiných osob vně areálu je čerpací stanice PHM PASOIL. Průměrný výskyt osob: 7,6 osoby/h v denní dobu, resp. při zohlednění režimu ČS PASOIL max. 3 osoby v daný okamžik, po odečtení obsluhy uvnitř objektu ČS PHM mohou být zasaženy 2 nechráněné osoby. Po 22 h – 0 osob. Průměrnou hustotu osob na volné ploše vně areálu v nejbližším okolí kolem čerpací stanice PASOIL Žandov a nejbližší zástavbě lze odhadnout na max. 2 osoby v denní dobu, v noci 0 osob. Osoby ve vozidlech na komunikacích, vagonech ČD jsou chráněné před krátkodobými účinky sálavého tepla.

Tabulka 2-38: Počet fatálně zraněných osob na zasažené ploše vlivem BLEVE - fireballu

Následek	Celková zasažená plocha (ha)	Zasažená plocha mimo podnik (ha)	Počet zasažených externích osob uvnitř areálu den / noc	Počet zasažených osob vně areálu Den / noc	Počet fatálně zraněných osob Den / noc
100% úmrtnost	3,1	1,68	2/0	2/0	4/0
50% úmrtnost	3,836-3,1=0,736	0,736	0	2/0	2/0
1% úmrtnost	4,79-3,836=0,954	0,954	0	0/0	0/0
Závěr: Na zasažené ploše může dojít k fatálnímu zranění max. 6 cizích osob.					

Poznámka: *Korekční faktor 0,14 (ochrana oděvem před sálavým teplem) nebyl použit. Pokud by byl použit, odhad následků by byl snížen na úmrtí cca 1 osoby.

Závěr: Na zasažené ploše může dojít vlivem BLEVE efektu k fatálnímu zranění max. 6 cizích osob v denní dobu, v noci 0 osob. V okruhu cca 100 m může vlivem BLEVE dojít tavení a zahoření plastů.

Tabulka 2-39: Odhad následků pro okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=7196-7774$ kg/min) ze 17 m³ zásobníku s vyhořením oblaku Flash Fire 1/Pool fire, frekvence $6,3 \times 10^{-8}$ /rok, scénář ZX-1b

Omezující podmínky: V úložišti č. 2 není iniciační zdroj a elektrická zařízení jsou v Ex provedení.

Druh látky		propan	butan
Množství látky	M (kg)	7 196	7 774
Objem zásobníku	V (m ³)	17	17
Tlak v zásobníku	P (bar)	8,2	8,2
Teplota v zásobníku	Tz (°C)	25	25
Dosah 50% úmrtnosti 16,5 kW/m ² během 60 s R50 (m) /		59	58,7
Dosah závažného poškození okolního zařízení 37,5 kW/m ² během 15 - 30 minutové expozice Rz (m)		39,8	39,6
Dosah možného zapálení dřeva, tavení plastů během 15-30 min vlivem 12,5 kW/m ² Rdřevo (m)		67,5	66,8

Dosah pro hoření dřeva 25 kW/m ² (m)	48,4	48,1
Bezpečná vzdálenost na úrovni 1,6 kW/m ² Rb (m)	180	179
100% fatálních poranění: -Cizí osoby v areálu den/noc -Mimo areál den/noc	1/0 0/0	1/0 0/0

Poznámka: Je uvažován po fatálním úniku ze 17 m³ zásobníku krátkodobý vznik kaluže (cca 500 m²), flash odpar LPG + odpar z kaluže s následnou iniciací (iniciační zdroj není znám). Modelováno s použitím metodiky CPQRA /1/ pro hraniční hodnoty účinku sálavého tepla. Dobu okamžitého vyhoření oblaku a Pool fire nelze specifikovat, patrně bude delší než u BLEVE.

Závěry:

- V areálu DANSGAS lze v denní dobu následkem tohoto scénáře očekávat fatální poranění 1 cizí osoby (zákazníka) na volné ploše před ČS LPG.

- Místem největší kumulace jiných osob vně areálu je čerpací stanice 65 m vzdálená ČS PASOIL Žandov. Průměrný okamžitý výskyt osob zde lze odhadnout na max. 3 osoby s obsluhou, tzn. na ploše před ČS lze uvažovat v pracovní době s max. 2 osobami (po 22 h – 0 osob). Ztráty na životech následkem tohoto scénáře se zde nepředpokládají. V prostoru ČS PASOIL by mohlo následkem sálavého tepla dojít k poškození plastových prvků skeletu objektu, nelze vyloučit popálení osob sálavým teplem na úrovni 2. stupně, pokud by byly na volné ploše.

- V širším okolí lze hustotu nekrytých osob v denní dobu odhadnout na 1 osobu/ha, noc 0 osob/ha. Ke ztrátám na životech v širším okolí nedojde. Osoby na volné ploše by pocíťovaly krátkodobě teplo.

Tabulka 2-40: Odhad následků pro okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=7196-7774 kg) ze 17 m³ zásobníku s explozí VCE 1, frekvence 4,2x10⁻⁸/rok, scénář ZX-1c

Omezující podmínky: V úložišti č. 2 není iniciační zdroj a elektrická zařízení jsou v Ex provedení.

Korelační model TNO	Propan	Butan
	VCE 1	VCE 1
Výtěžkový faktor pro VRV	0,1	0,1
Množství látky v oblaku m (kg)	7196	7774
Energetický potenciál v oblaku E (J)	3,34E+08	3,56E+08
TNT ekvivalent (kg)	72,41	77,19
Poloměry maximálního poškození :		
Poloměr těžkého poškození budov a zařízení R1 (m)	9,7	9,9
Poloměr opravitelného poškození budov a fasád R2 (m)	19,3	19,7
Poloměr zranění létajícími skleněnými střepy R3 (m)	48,3	49,3
Poloměr pro poškození 10% skleněných tabulí R4 (m)	128,8	131,6
Odhad fatálních poranění cizích osob: počet den / noc	1 / 0	1 / 0

Poznámka: Výpočet okamžité exploze VCE 1 po fatálním úniku LPG ze 17 m³ zásobníku byl proveden korelačním modelem TNO. Exploze bude spojena i s tepelnými účinky vyhořením oblaku.

Závěr:

Při uvažovaném scénáři ZX-1c s okamžitým fatálním únikem LPG ze 17 m³ zásobníku a terminací do exploze VCE-1 může dojít pravděpodobně ke ztrátám na lidských životech v areálu (**odhad 1 cizí osoba u ČS LPG - 30 m**) a k poškození majetku v areálu. Lze očekávat poranění nekrytých osob na volné ploše v areálu (létajícími střepy), poškození skleněných tabulí za plotem v 65 m vzdálené ČS PASOIL, 80 m vzdáleném objektu nefunkčního autoservisu a nejbližší zástavbě v okruhu cca 132 m.

Tabulka 2-41: Odhad následků pro okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=7196-7774$ kg) ze 17 m^3 zásobníku s opožděnou iniciací oblaku Flash Fire 2, frekvence $2,7 \times 10^{-8}$ /rok, scénář ZX-1d

	Propan	Propan	Butan	Butan
Množství látky (kg)	7 196	7 196	7 774	7 774
Teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)	25	-5	25	-5
Rychlost větru (m/s)	1,7	1,7	1,7	1,7
Třída stability	C	C	C	C/inverze
Dosah oblaku na DMV (m)	352	335	356	338
Plocha oblaku (ha)				
-celková	4,01	3,978	5,56	5,69
-mimo areál	4,01-1,8=2,21	2,18	3,78	3,89
100% fatálních poranění:				
-Cizí osoby v areálu den/noc	1/0	1/0	1/0	1/0
-Mimo areál den/noc	2+4/0	2+4/0	2+7/0	2+8/0
Celkem fatálních poranění den/noc	7/0	7/0	10/0	11/0

Poznámka: Opožděná iniciace migrujícího oblaku může být způsobena vně areálu vozidly na silnici 262, zdroji v ČS PASOIL Žandov, apod.

Závěr:

1. Místem největší kumulace jiných osob vně areálu je čerpací stanice PHM PASOIL. Průměrný výskyt nekrytých osob lze odhadnout v daný okamžik na max. 2 osoby (po 22 h – 0 osob). Průměrnou hustotu osob na volné ploše vně areálu v nejbližším okolí kolem čerpací stanice PASOIL Žandov a nejbližší zástavbě lze odhadnout na max. 2 osoby v denní dobu, v noci 0 osob. Osoby ve vozidlech na komunikacích, vagonech ČD jsou chráněné před krátkodobými účinky sálavého tepla.

2. Maximální odhad fatálních poranění nekrytých osob vlivem sálavého tepla je podle meteo podmínek a druhu uniklé NL cca 7 – 11 osob v denní dobu, v noci 0 - osob. Pravděpodobnost tohoto scénáře je pro sumarizované aktuální směry větru:

- jižní vítr $P_1 = 2,7 \times 10^{-8} \times 0,08 = 2,16 \times 10^{-9}$ /rok

- jihovýchodní vítr $P_2 = 2,7 \times 10^{-8} \times 0,1781 = 4,8 \times 10^{-9}$ /rok

- jihozápadní vítr: $P_3 = 2,7 \times 10^{-8} \times 0,0612 = 1,65 \times 10^{-9}$ /rok

3. Ilustrativní zobrazení dosahu oblaku na DMV pro propan (ALOHA), viz: [Scenář ZX-1d Dosah mraku propanu na DMV ze 17m3 zásobníku s vyhořením FF2.jpg](#).

Tabulka 2-42: Odhad následků exploze VCE 2 pro okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=7196-7774$ kg) ze 17 m^3 zásobníku s opožděnou iniciací, frekvence $1,8 \times 10^{-8}$ /rok, scénář ZX-1e

	Propan	Propan	Butan	Butan
Množství látky (kg)	7 196	7 196	7 774	7 774
Teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)	25	-5	25	-5
Rychlost větru (m/s)	1,7	1,7	1,7	1,7
Destrukce objektů při 8 psi = 55,16 kPa L_D (m)	ne	ne	ne	ne
Pravděpodobné vážné poranění při 3,5 psi = 24,1 kPa; L_p (m)	380	362	408	390
Rozbití skla při 1 psi = 6,9 kPa; L_{sklo} (m)	463	449	494	478
Závažné efekty VCE	Možné vážné poranění osob	Možné vážné poranění osob	Možné vážné poranění osob	Možné vážné poranění osob
Počet poraněných osob	2-3			

Poznámka: V lokalitě převládá třída stability „F“ velmi stabilní a „D“ neutrální podmínky. Vliv stability ovzduší na VCE apod. je u LPG nevýznamný.

Závěr:

Při uvažovaném scénáři ZX-1e s okamžitým fatálním únikem LPG ze 17 m³ zásobníku a opožděnou iniciací neohraňovaného oblaku LPG s explozí VCE-2 může dojít k vážnému poranění 2-3 nekrytých osob v prostoru epicentra (např. v ČS PHM PASOIL) za plotem areálu. Nelze vyloučit usmrcení 1 osoby. Hodnoty tlaku na úrovni více než 30 kPa (usmrcení osob) a více než 55 kPa (destrukce objektů) by nemělo být dosaženo.

2.2.2.4 Vyhodnocení havarijních scénářů okamžitého úniku LPG Q<1000kg ze 17 m³ zásobníku v úložišti č. 2

Je uvažována iniciace (neznámým iniciačním zdrojem) okamžitě uniklého LPG v množství cca 1000 kg během 1 minuty ze 17 m³ nenaplněného zásobníku po ruptuře pláště. V úložišti č. 2 není iniciační zdroj a elektrická zařízení jsou v Ex provedení.

Rekapitulace:

ZX-2 (X=4,5,6) – zásobníky 17 m ³ v úložišti č.2. Únik Q<1000-kg	ZX-2a	Okamžitý únik zkapalněného plynu (Q<1000 kg) z min. naplněného 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací do Fire Jetu	1E-7
	ZX-2b	Okamžitý únik zkapalněného plynu (Q<1000 kg) z min. naplněného 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	1,92E-7
	ZX-2c	Okamžitý únik zkapalněného plynu (Q<1000 kg) z min. naplněného 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	1,28E-7

Výsledky vyhodnocení efektů Fire JET s použitím metodiky CPQRA /1/ jsou uvedeny v Tabulce 2-43.

Tabulka 2-43: Odhad následků FIRE JET LPG okamžitého úniku LPG z trhliny v zásobníku 17 m³ frekvence 1xE-8/rok, scénář ZX-2a

Scénář úniku	Propan	Butan
Rychlost úniku LPG m (kg/s)	16,7	16,7
Trvání úniku (s)	60	60
Délka plamene L (m)	37,2	37,2
Pološířka plamene (m)	9,3	9,3
Radiační teplo Q _R (kW)	271150	267561
Dosah 50% úmrtnosti 16,5 kW/m ² během 60 s r (m)	36,7	36,7
Závažné poškození okolního zařízení 37,5 kW/m ²	22,1	22
Zapálení dřeva, tavení plastů 12,5 kW/m ²	37,5	37,2
Popáleniny 2. stupně během 20s 9,5 kW/ m ²	42,6	42,5
Bezpečná vzdálenost pro 1,6 kW/ m ² od centrální linie Jetu R _B (m)	99	98
Zasažená plocha S (ha)	0,0543	0,0543

Závěr: V zasaženém okolí se nenachází cizí podnik se zaměstnanci. Plamen nedosáhne k veřejné čerpací stanici PHM, která je navíc cca 30 m pod horizontem osy případného Fire Jetu. V okolí areálu nedojde ke ztrátám na lidských životech efektem Fire Jet. V areálu úmrtí max. 1 cizí osoby na volné ploše. Materiální škody sálavým teplem závisí na orientaci Jetu vůči dotčeným objektům/zařízením.

Tabulka 2-44: Odhad následků Flash Fire/Poolfire okamžitého úniku 1000 kg LPG z trhliny v min. naplněném zásobníku 17 m³ frekvence 1,92E-7/rok, scénář ZX-2b

Je uvažován 1000 kg fatální okamžitý únik LPG ze 17 m³ zásobníku s případným krátkodobým vznikem kaluže (do 200 m²), flash odpar LPG + odpar z kaluže. Modelováno s použitím metodiky CPQRA /1/ pro hraniční hodnoty účinku sálavého tepla.

Omezující podmínky: V úložišti č. 2 není iniciační zdroj a elektrická zařízení jsou v Ex provedení.

Druh látky	propan	butan
Množství uniklé látky M (kg)	1000	1000
Objem zásobníku V (m ³)	17	17
Tlak v zásobníku P (bar)	8,2	8,2
Teplota okolí Tz (°C)	25	25
Dosah 50% úmrtnosti 16,5 kW/m ² během 60 s R50 (m) /	38,5	38,2
Dosah závažného poškození okolního zařízení 37,5 kW/m ² během 15 - 30 minutové expozice Rz (m)	*26	*25,8
Dosah možného zapálení dřeva, tavení plastů během 15-30 min vlivem 12,5 kW/m ² Rdřevo (m)	*44	*43,6
Dosah pro hoření dřeva 25 kW/m ² (m)	*31,5	*31
Bezpečná vzdálenost na úrovni 1,6 kW/m ² Rb (m)	117	116
100% fatálních poranění: -Cizí osoby v areálu den/noc -Mimo areál den/noc	0/0 0/0	0/0 0/0

Poznámka: Hodnoty označené * nesplňují požadovanou dobu tepelné expozice 15-30 minut, a proto jsou pouze orientační.

Závěry:

- V areálu DANSGAS nejsou v denní ani noční dobu předpokládány fatální následky tohoto scénáře, nelze vyloučit popálení osob sálavým teplem na úrovni 2. stupně, pokud by osoby byly na volné ploše v dosahu tabelovaných účinků sálavého tepla.
- Ztráty na životech následkem tohoto scénáře se pro malý dosah účinků sálavého tepla nepředpokládají ani v prostoru ČS PASOIL.

Tabulka 2-45: Odhad následků exploze VCE pro okamžitý fatální únik 1000 kg LPG z trhliny v min. naplněném zásobníku 17 m³ s opožděnou iniciací frekvence 1,28E-7/rok, scénář ZX-2c

	Propan	Propan	Butan	Butan
Množství látky (kg)	1000	1000	1000	1000
Teplota vzduchu (°C)	25	-5	25	-5
Rychlost větru (m/s)	1,7	1,7	1,7	1,7
Třída stability	C/F	C/F	C/F	C/F
Destrukce objektů při 8 psi = 55,16 kPa L _D (m)	ne	ne	ne	ne
Pravděpodobné vážné poranění při 3,5 psi = 24,1 kPa; L _P (m)	134 0,736ha	126 0,653ha	145 0,758	133 0,696ha
Rozbití skla při 1 psi = 6,9 kPa; L _{sklo} (m)	188	184	199	478
Závažné efekty VCE	Možné vážné poranění osob	Možné vážné poranění osob	Možné vážné poranění osob	Možné vážné poranění osob

Poznámka: V lokalitě převládá třída stability „F“ velmi stabilní a „D“ neutrální podmínky. Vliv stability ovzduší na VCE apod. je u LPG nevýznamný.

Závěr:

Při uvažovaném scénáři ZX-2c s okamžitým fatálním únikem 1000 kg LPG ze 17 m³ zásobníku a opožděnou iniciací oblaku do exploze VCE může dojít k vážnému poranění 1-2 nekrytých osob v areálu a za plotem areálu (ČS PHM PASOIL). K destrukci objektů nedojde.

2.2.2.5 Vyhodnocení havarijních scénářů kontinuálního úniku otvorem DN32 ze stabilního zásobníku 17m³ v úložišti č. 2

Rekapitulace:

ZX-3 (X=4,5,6) – zásobníky 17 m ³ v úložišti č.2. Kontinuální úniky	ZX-3a	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem DN32 za 1. ventilem stabilního zásobníku 17m ³ v úložišti č. 2 s okamžitou iniciací do Fire Jetu	1E-7
	ZX-3b	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem DN32 za 1. ventilem stabilního zásobníku 17m ³ v úložišti č. 2 s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	1,92E-7
	ZX-3c	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem DN32 za 1. ventilem stabilního zásobníku 17m ³ v úložišti č. 2 s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	1,28E-7

Výsledky vyhodnocení efektů Fire JET pro teploty +25oC a -5°C s použitím metodiky CPQRA /1/ jsou uvedeny v Tabulce 2-46.

Tabulka 2-46: Odhad následků FIRE JET LPG kontinuálního 5 minutového úniku LPG otvorem DN32 za 1. ventilem zásobníku 17 m³, frekvence 1xE-7/rok, scénář ZX-3a

Scénář úniku	Propan	Propan	Butan	Butan
Teplota zásobníku (°C)	25	-5	25	-5
Max. rychlost hoření (kg/s)	5,75	3,15	2	0,545
Trvání úniku (min)	5	5	5	5
Délka plamene L (m)	13	12	12	9
Dosah úmrtnosti 10 kW/m ² během 60 s R (m)	20	16	13	<10
Popáleniny 2. stupně během 60s 5 kW/ m ²	29	24	19	13
Pocit bolesti pro 2 kW/ m ² během 60 s R _B (m)	45	37	31	19

Závěr: V zasaženém okolí se nenachází cizí osoby nebo cizí podnik se zaměstnanci. V okolí areálu nedojde ke ztrátám na lidských životech efektem Fire Jet.

Tabulka 2-47: Odhad následků Flash Fire/Poolfire kontinuálního 5 minutového úniku LPG z potrubí otvorem DN32 za 1. ventilem zásobníku 17 m³, frekvence 1,92xE-7/rok, scénář ZX-3b

Druh látky	propan	propan	butan	butan
Rychlost úniku F (kg/min)	342	188	120	30,7
Teplota zásobníku Tz (°C)	25	-5	25	-5
Dosah 50% úmrtnosti 16,5 kW/m ² během 60 s R50 (m) /	42,7	27,6	38,3	17,6
Dosah závažného poškození okolního zařízení 37,5 kW/m ² během 15 - 30 minutové expozice Rz (m)	*28,8	*18,6	*25,8	*11,9
Dosah možného zapálení dřeva, tavení plastů během 15-30 min vlivem 12,5 kW/m ² Rdřevo (m)	*48,8	*31,5	*43,6	*20,2
Dosah pro hoření dřeva 25 kW/m ² (m)	*35	*22,6	*31,3	*14,5
Bezpečná vzdálenost na úrovni 1,6 kW/m ² Rb (m)	130	84	116	54
100% fatálních poranění: -Cizí osoby v areálu den/noc -Mimo areál den/noc	**1/0 0/0	0/0 0/0	**1/0 0/0	0/0 0/0

Poznámka: Hodnoty označené * nesplňují požadovanou dobu tepelné expozice 15-30 minut, a proto jsou pouze orientační.

- Je uvažován 5 minutový kontinuální únik propanu a butanu LPG při teplotách $+25^{\circ}\text{C}$ a -5°C z DN32 za 1. ventilem ze 17 m^3 zásobníku s případným krátkodobým vznikem kaluže (Pool fire), tzn. flash odpar LPG + odpar z kaluže + iniciace. Modelováno s použitím programu ALOHA a metodiky CPQRA /1/ pro hraniční hodnoty účinku sálavého tepla.

- Omezující podmínky: V úložišti č. 2 není iniciační zdroj a elektrická zařízení jsou v Ex provedení.

Závěry:

- **V areálu DANSGAS nelze v denní dobu při teplotě okolí 25°C vyloučit fatální následky tohoto scénáře pro 1 cizí osobu na volné ploše před ČS LPG, popř. popálení osob sálavým teplem na úrovni 2. stupně, pokud by byly na volné ploše. Rychlost úniku LPG z DN32 klesá rapidně s teplotou.

- Ztráty na životech následkem tohoto scénáře se pro malý dosah účinků sálavého tepla nepředpokládají za plotem v prostoru ČS PASOIL.

Tabulka 2-48: Odhad následků kontinuálního 5 minutového úniku LPG otvorem DN32 za 1. ventilem zásobníku 17 m^3 s terminací do exploze VCE, frekvence $1,28 \times 10^{-7}$ /rok, scénář ZX-3c

	Propan	Propan	Butan	Butan
Množství uniklé látky (kg)	1710	940	600	153,5
Teplota vzduchu/zásobníku ($^{\circ}\text{C}$)	25	-5	25	-5
Rychlost větru (m/s)	1,7	1,7	1,7	1,7
Třída stability	C/F	C/F	C/F	C/F
Dosah na oblaku na DMV (m)	91	45	39	18
Destrukce objektů při 8 psi = 55,16 kPa L_D (m)	ne	ne	ne	ne
Pravděpodobné vážné poranění při 3,5 psi = 24,1 kPa; L_p (m)	74 0,2324ha	51 0,1335ha	42 0,0825	16 0,0216ha
Rozbití skla při 1 psi = 6,9 kPa; L_{sklo} (m)	110	81	199	478
Závažné efekty VCE	Možné vážné poranění osob v areálu	Možné poranění osob v areálu	Možné poranění osob v areálu	Poranění osob v areálu málo pravděpodobné

Poznámka: V lokalitě převládá třída stability „F“ velmi stabilní a „D“ neutrální podmínky. Vliv stability ovzduší na VCE, apod. je u LPG nevýznamný.

Závěr:

Při uvažovaném scénáři ZX-3c s 5 minutovým kontinuálním únikem LPG otvorem DN32 za 1. ventilem 17 m^3 zásobníku s terminací VCE může dojít k ojedinělému poranění 1-2 nekrytých osob v areálu. K destrukci objektů a úmrtí osob nedojde. Poranění osob za plotem areálu se nepředpokládá.

2.2.2.6 Vyhodnocení okamžitého úniku LPG ($Q=1000-2200\text{ kg}$) ze $4,85\text{ m}^3$ zásobníku v úložišti č. 1

Rekapitulace:

Z1,Z2 Zásobníky $4,85\text{ m}^3$ v úložišti č. 1 Okamžité úniky	Z1,Z2-1	Okamžitý únik zkapalněného plynu ($Q=2053-2218\text{ kg}$) ze $4,85\text{ m}^3$ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací do BLEVE	$1,75\text{E}-7$
	Z1,Z2-2	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=2053-2218\text{ kg}$) ze $4,85\text{ m}^3$ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s vyhořením oblaku Flash fire 1	$4,5\text{E}-8$
	Z1,Z2-3	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=2053-2218\text{ kg}$) ze $4,85\text{ m}^3$ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací oblaku do exploze VCE 1	$3\text{E}-8$
	Z1,Z2-4	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=2053-2218\text{ kg}$) ze $4,85\text{ m}^3$ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire 2	$7,5\text{E}-8$
	Z1,Z2-5	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=2053-2218\text{ kg}$) ze $4,85\text{ m}^3$ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku	$5\text{E}-8$

		s opožděnou iniciací do exploze VCE 2	
--	--	---------------------------------------	--

Tabulka 2-49: Odhad následků BLEVE pro okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=2053-2218$ kg) ze $4,85 \text{ m}^3$ zásobníku, frekvence $1,75 \times 10^{-7}/\text{rok}$, scénář Z1,Z2-1

Druh látky	propan	butan
Množství látky M (kg)	2053	2 218
Objem zásobníku V (m^3)	4,85	4,85
Tlak v zásobníku P (bar)	8,2	8,2
Teplota v zásobníku Tz ($^{\circ}\text{C}$)	25	25
Průměr fireballu Dmax (m)	77,3	79,3
Trvání fireballu t BLEVE (s)	6,0	6,1
Výška středu fireballu H BLEVE (m)	58,0	59,4
Průměr iniciační hemisféry Dinic (m)	100,5	103,0
Výhřevnost látky Hc (kJ/kg)	46 390	45 776
Povrchem emitovaná energie E (kW/m^2)	211,8	210,5
Dosah 50% úmrtnosti $16,5 \text{ kW}/\text{m}^2$ během 60 s R50 (m) /	112,5/*	115/*
Dosah závažného poškození okolního zařízení $37,5 \text{ kW}/\text{m}^2$ během 15 - 30 minutové expozice Rz (m)	76/*	77,7/*
Dosah možného zapálení dřeva, tavení plastů během 15-30 min vlivem $12,5 \text{ kW}/\text{m}^2$ Rdřevo (m)	128,6/*	131/*
Dosah $9,5 \text{ kW}/\text{m}^2$ pro vznik popálenin 2. stupně během 20s Rpopálení (m)	146*	149,5/*
Bezpečná vzdálenost na úrovni $1,6 \text{ kW}/\text{m}^2$ Rb (m)	340	350
Při použití probitové funkce pro účinky sálavého tepla fireballu během jeho trvání cca 6 s::		
Dosah 100% úmrtnosti $60,1 \text{ kW}/\text{m}^2$ během 6 s R100 (m)	60,7	62
Dosah 50% úmrtnosti $47,9 \text{ kW}/\text{m}^2$ během 6 s R50 (m)	67,8	69,2
Dosah 1% úmrtnosti při $38,1 \text{ kW}/\text{m}^2$ během 6 expozice R01 (m)	75,6	77,1

Poznámka: -* Vzhledem ke krátké době trvání účinku BLEVE 6 až 6,1s nelze účinky sálavého tepla spolehlivěji predikovat v obvyklých tabelovaných časových intervalech, a proto musí být použita probitová funkce.

Závěry: Vzhledem ke krátké době trvání účinku BLEVE cca 6 – 6,1 s byl proveden odhad dosahu účinků sálavého tepla s fatálními účinky na nechráněné osoby pro tuto dobu trvání fireballu s použitím probitové funkce s následujícími výsledky:

- 100% úmrtnost $60,1 \text{ kW}/\text{m}^2$ během 6 s v okruhu 60,7 – 62 m (cca 61,35 m)
- 50% úmrtnost $47,9 \text{ kW}/\text{m}^2$ během 6 s v okruhu 67,8 -69,2 m (68,5 m)
- 1% úmrtnost $38,1 \text{ kW}/\text{m}^2$ během 6 s v okruhu 75,6 – 77,1 m (76,35 m)

Grafické zobrazení dosahu účinků BLEVE, viz: [Pásma R01, R50 a R100 úmrtnosti sálavým teplem efektu BLEVE 4,85 m3 zásobník.jpg](#)

Při odhadech následků je však nutné brát v úvahu, že osoby jsou chráněny minimálně oděvem, který snižuje pravděpodobnost smrti. K vyjádření této skutečnosti se používá korekční faktor 0,14 [12]. Rovněž osoby v budovách, vozidlech nebudou fatálními účinky krátkodobého sálavého tepla zasaženy.

Průměrný počet návštěvníků v areálu za den (osoby + vozidla): maximálně 50 osob a 50 vozidel/12 h, tj. 4,166 cizích osob/h, resp. při zohlednění režimu ČS LPG, plnirny PB, apod. v daný okamžik max. 2 cizí osoby v areálu. Místem největší kumulace jiných osob vně areálu je čerpací stanice PHM PASOIL. Průměrný výskyt osob: 7,6 osoby/h v denní dobu, resp. při zohlednění režimu ČS PASOIL max. 3 osoby v daný okamžik, po odečtení obsluhy uvnitř objektu ČS mohou být zasaženy 2

nechráněné osoby. Po 22 h – 0 osob. Průměrnou hustotu osob na volné ploše vně areálu v nejbližším okolí kolem čerpací stanice PASOIL Žandov a nejbližší zástavbě lze odhadnout na max. 2 osoby v denní dobu, v noci 0 osob. Osoby ve vozidlech na komunikacích, vagonech ČD jsou chráněné před krátkodobými účinky sálavého tepla. Odhad fatálních poranění vlivem BLEVE viz následující Tabulka 2-50.

Tabulka 2-50: Počet fatálně zraněných osob na zasažené ploše vlivem BLEVE - 4,85 m³ zásobník, frekvence 1,75x10⁻⁷/rok, scénář Z1,Z2-1

Následek	Celková zasažená plocha (ha)	Zasažená plocha mimo podnik (ha)	Počet zasažených externích osob uvnitř areálu den / noc	Počet zasažených osob vně areálu Den / noc	Počet fatálně zraněných cizích osob Den / noc
100% úmrtnost	1,138	0,5	2/0	0/0	2/0
50% úmrtnost	1,47-1,138=0,33	0,15	0	1/0	1/0
1% úmrtnost	1,83-1,47=0,36	0,24	0	0/0	0/0
Závěr: Na zasažené ploše může dojít k fatálnímu zranění max. 3 cizích osob.					

Poznámka:

*Korekční faktor 0,14 (ochrana oděvem před sálavým teplem) nebyl použit. Pokud by byl použit, odhad následků by byl snížen na úmrtí cca 1 osoby.

Závěr: Na zasažené ploše může dojít vlivem BLEVE efektu k fatálnímu zranění max. 3 cizích osob v denní dobu, v noci 0 osob. Okolní zařízení může být poškozeno sálavým teplem – tavení plastů.

Tabulka 2-51: Odhad následků pro okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ((Q=2053-2218 kg) ze 4,85 m³ zásobníku s vyhořením oblaku Flash Fire 1/Pool fire, frekvence 4,5x10⁻⁸/rok, scénář Z1,Z2-2

Omezující podmínky: V úložišti č. 1 není iniciační zdroj a elektrická zařízení jsou v Ex provedení.

Druh látky	propan	butan
Množství látky M (kg)	2053	2218
Objem zásobníku V (m ³)	4,85	4,85
Tlak v zásobníku P (bar)	8,2	8,2
Teplota okolí To (°C)	25 /stab. F/	-5 /stab. D/
Dosah možného usmrcení osob 10,0 kW/m ² během 60 s R (m)/ plocha v ha	18/ 0,0254	20 /0, 0314
Doba hoření /oblak + kaluž/ (min)	8	8
Popáleniny 2. Stupně během 60 s vlivem 5,0 kW/m ² R (m) /plocha v ha	27/ 0,0572	31 / 0,0754
Dosah účinků tepla vnímaného jako bolest 2 kW/m ² během 60 s R (m)/ plocha v ha	45/ 0,1589	50 / 0,19625
Počet atálních poranění:		
-Cizí osoby v areálu den/noc	1/0	1/0
-Mimo areál den/noc	0/0	0/0

Poznámka:

Po fatálním úniku propanu nebo butanu ze 4,85 m³ zásobníku je uvažován vznik krátkodobé kaluže, flash odpar LPG + odpar z kaluže + iniciace. Modelováno pro teploty okolí +25°C a -5°C s použitím programu ALOHA pro účinky sálavého tepla a kontrolními výpočty dle metodiky CPQRA /1/ pro hraniční hodnoty účinku sálavého tepla.

Závěry:

- V areálu DANSGAS lze v denní dobu následkem scénáře Flash fire 1 očekávat fatální poranění max. 1 cizí osoby (zákazníka) na volné ploše před ČS LPG. V noci 0 osob.
- V prostoru ČS PASOIL a širším okolí ke ztrátám na životech nedojde.

- Kabely a plasty v úložišti č. 1 mohou být poškozeny sálavým teplem hořením kaluže LPG (Pool Fire).

Tabulka 2-52: Odhad následků pro okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=2053-2218$ kg) ze $4,8\text{ m}^3$ zásobníku s explozí VCE 1, frekvence 3×10^{-8} /rok, scénář Z1,Z2-3

Omezující podmínky: V úložišti č. 1 není iniciační zdroj a elektrická zařízení jsou v Ex provedení.

Korelační model TNO	Propan	Butan
	VCE 1	VCE 1
Výtěžkový faktor pro VRV	0,1	0,1
Množství látky v oblaku m (kg)	2053	2218
Energetický potenciál v oblaku E (J)	95238670	101531168
TNT ekvivalent (kg)	20,66	22,02
Poloměry maximálního poškození :		
Poloměr těžkého poškození budov a zařízení R1 (m)	6,4	6,5
Poloměr opravitelného poškození budov a fasád R2 (m)	12,7	13,0
Poloměr zranění létajícími skleněnými střepy R3 (m)	31,8	32,5
Poloměr pro poškození 10% skleněných tabulí R4 (m)	84,8	86,6
Odhad fatálních poranění cizích osob: počet den / noc	1 / 0	1 / 0

Poznámka: Výpočet okamžité exploze VCE 1 po fatálním úniku propanu nebo butanu ze $4,85\text{ m}^3$ zásobníku byl proveden korelačním modelem TNO. Exploze bude spojena i s tepelnými účinky vyhořením oblaku.

Závěr:

Při uvažovaném scénáři Z1,Z2-3 s okamžitým fatálním únikem LPG ze $4,85\text{ m}^3$ zásobníku a terminací do exploze VCE-1 může pravděpodobně ke ztrátám na lidských životech v areálu (**odhad 1 cizí osoba u ČS LPG**, $L=15$ m) a k závažnému poškození zařízení v úložišti č. 1 a k opravitelnému poškození objektu ČS LPG a Plnírny PB v areálu. Lze očekávat poranění nekrytých osob na volné ploše v areálu (létajícími střepy), poškození skleněných tabulí za plotem v 65-67 m vzdálené ČS PASOIL, 80 m vzdáleném objektu nefunkčního autoservisu.

Tabulka 2-53: Odhad následků pro okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=2053-2218$ kg) ze $4,85\text{ m}^3$ zásobníku s opožděnou iniciací oblaku Flash Fire 2, frekvence $7,5 \times 10^{-8}$ /rok, scénář Z1,Z2-4

	Propan	Propan	Butan	Butan
Množství látky (kg)	2053	2053	2218	2218
Teplota vzduchu (°C)	25	-5	25	-5
Rychlost větru (m/s)	1,7	1,7	1,7	1,7
Třída stability	F	D	D	D
Dosah oblaku na DMV (m)	201	181	210	199
Plocha oblaku (ha)	1,51	1,19	1,89	1,313
100% fatálních poranění:				
-Cizí osoby v areálu den/noc	1/0	1/0	1/0	1/0
-Mimo areál den/noc	1/0	1/0	1/0	1/0
Celkem fatálních poranění cizích osob den/noc	2/0	2/0	2/0	2/0

Poznámka: Opožděná iniciace migrujícího oblaku může být způsobena vně areálu vozidly na silnici č. 262, popř. zdroji v ČS PASOIL Žandov, apod.

Závěr: Maximální odhad fatálních poranění nekrytých osob vlivem sálavého tepla je podle meteo podmínek a druhu uniklé NL cca 2 osoby v denní dobu, v noci 0 - osob. Pravděpodobnost tohoto scénáře je pro sumarizované aktuální směry větru:

- jižní vítr $P_1 = 7,5 \times 10^{-8} \times 0,08 = 6 \times 10^{-9} / \text{rok}$
- jihovýchodní vítr $P_2 = 7,5 \times 10^{-8} \times 0,1781 = 1,336 \times 10^{-8} / \text{rok}$
- jihozápadní vítr: $P_3 = 7,5 \times 10^{-8} \times 0,0612 = 4,59 \times 10^{-9} / \text{rok}$

3. Ilustrativní zobrazení max. dosahu oblaku na DMV pro LPG (ALOHA), viz: [.](#)

Tabulka 2-54: Odhad následků exploze VCE 2 pro okamžitý fatální únik zkapalněného plynu ($Q=2053-2218 \text{ kg}$) ze $4,85 \text{ m}^3$ zásobníku s opožděnou iniciací, frekvence $5\text{E}-8/\text{rok}$, scénář Z1,Z2-5

	Propan	Propan	Butan	Butan
Množství látky (kg)	2053	2053	2218	2218
Teplota vzduchu ($^{\circ}\text{C}$)	25	-5	25	-5
Rychlost větru (m/s)	1,7	1,7	1,7	1,7
Třída stability	F	D	D	D
Destrukce objektů při 8 psi = 55,16 kPa L_D (m)	ne	ne	ne	ne
Pravděpodobné vážné poranění při 3,5 psi = 24,1 kPa; L_p (m)	211	194	224	214
Rozbití skla při 1 psi = 6,9 kPa; L_{sklo} (m)	271	259	287	278
Závažné efekty VCE	Možné vážné poranění osob	Možné vážné poranění osob	Možné vážné poranění osob	Možné vážné poranění osob

Poznámka: V lokalitě převládá třída stability „F“ velmi stabilní a „D“ neutrální podmínky. Vliv stability ovzduší na VCE 2 apod. je u LPG relativně malý.

Závěr:

Při uvažovaném scénáři Z1,Z2-5 pro okamžitý fatální únik LPG ze $4,85 \text{ m}^3$ zásobníku s opožděnou iniciací oblaku do exploze VCE-2 může dojít k vážnému poranění 2-3 nekrytých osob v prostoru epicentra (např. v ČS PHM PASOIL) za plotem areálu.

2.2.2.7 Vyhodnocení kontinuálního úniku LPG otvorem DN32 ze $4,85 \text{ m}^3$ zásobníku v úložišti č. 1

Rekapitulace:

Z1,Z2 Zásobníky $4,85 \text{ m}^3$ v úložišti č. 1. Kontinuální úniky	Z1,Z2 - A	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1. ventilem DN25 ze stabilního zásobníku $4,85 \text{ m}^3$ v úložišti č. 1 s okamžitou iniciací do Fire Jetu	1E-7
	Z1,Z2 - B	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1.ventilem DN25 ze stabilního zásobníku $4,85 \text{ m}^3$ v úložišti č. 1 s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	1,92E-7
	Z1,Z2 - C	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1. ventilem DN25 ze stabilního zásobníku $4,85 \text{ m}^3$ v úložišti č. 1 s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	1,28E-7

Výsledky vyhodnocení efektů Fire JET pro teploty $+25^{\circ}\text{C}$ a -5°C s použitím ALOHA modelu jsou uvedeny v Tabulce 2-55. Omezující podmínky: V úložišti č. 1 není iniciační zdroj a elektrická zařízení jsou v Ex provedení.

Tabulka 2-55: Odhad následků FIRE JET LPG kontinuálního 5 minutového úniku LPG otvorem DN25 ze zásobníku $4,85 \text{ m}^3$, frekvence $1\text{xE}-7/\text{rok}$, scénář Z1,Z2-A

Scénář úniku	Propan	Propan	Butan	Butan
Teplota zásobníku ($^{\circ}\text{C}$)	25	-5	25	-5

Max. rychlost hoření (kg/s)	3,517	1,917	1,22	0,3317
Trvání úniku (min)	5	5	5	5
Délka plamene L (m)	10	9	9	7
Dosah úmrtnosti 10 kW/m ² během 60 s r (m)	16	13	10	<10
Popáleniny 2. stupně během 60s 5 kW/ m ²	23	19	15	10
Pocit bolesti pro 2 kW/ m ² během 60 s R _B (m)	35	29	24	16

Závěr:

- Pokud by přesto došlo iniciaci Jetu LPG neznámým iniciačním zdrojem, pak v areálu mohou být zasaženy pouze osoby v okolí úložiště č. 1 a ČS LPG – viz obrázek pro maximální dosah Fire Jetu propanu: [Propan Fire Jet DN25 zásobník 4,85 m³ - 25 stupňů.jpg](#). Tepelnými účinky z Fire Jetu by mohlo být zasaženo i technologické zařízení Plnírny PB a ČS LPG DANSGAS s.r.o.
- Okolí areálu a silnice je výškově cca 30 m pod osou Fire Jetu. Nedojde ke ztrátám na lidských životech a materiálním škodám na cizím majetku v okolí.

Tabulka 2-56: Odhad následků Flash Fire/Poolfire kontinuálního 5 minutového úniku LPG z potrubí otvorem DN25 ze zásobníku 4,85 m³, frekvence 1,92xE-7/rok, scénář Z1,Z2 - B

- Je uvažován 5 minutový kontinuální únik propanu a butanu LPG při teplotách +25°C a -5°C z DN25 za 1. ventilem 4,85 m³ zásobníku s případným krátkodobým vznikem kaluže (Pool fire), tzn. flash odpar LPG + odpar z kaluže + iniciace. Modelováno s použitím programu ALOHA

- Omezující podmínky: V úložišti č. 1 není iniciační zdroj a elektrická zařízení jsou v Ex provedení.

Druh látky	propan	propan	butan	butan
Rychlost úniku F (kg/min)	209	115	72,9	18,7
Celkové uniklé množství za 5 minut M (kg)	1045	575	365	93,5
Teplota zásobníku Tz (°C)	25	-5	25	-5
Rychlost větru (m/s)	1,7	1,7	1,7	1,7
Třída stability	B	B	B	B
Dosah oblaku na DMV R _{DMV} (m) /	48	33	27	12
Fatálních poranění:				
-Cizí osoby v areálu den/noc	1/0	1/0	0/0	0/0
-Mimo areál den/noc	0/0	0/0	0/0	0/0

Poznámka: Vzhledem k malému dosahu oblaku a množství uniklého LPG nelze efekt Flash Fire ve volném prostředí precizovat formou tabelovaných účinků sálavého tepla.

Závěry:

- V areálu DANSGAS nejsou v denní ani noční dobu předpokládány fatální následky tohoto scénáře, nelze vyloučit popálení osob sálavým teplem na úrovni 2. stupně, pokud by došlo k iniciaci neohrazeného oblaku s vyhořením na volné ploše před ČS LPG, popř. v prostoru Plírný PB.
- Ztráty na životech následkem tohoto scénáře při vyhoření oblaku jsou možné u osob, které by se nacházely v epicentru oblaku propanu (odhad max. 1 osoba).

Tabulka 2-57: Odhad následků kontinuálního 5 minutového úniku LPG otvorem DN25 ze zásobníku 4,85 m³ s terminací do exploze VCE, frekvence 1,28xE-7/rok, scénář Z1,Z2 – C

	Propan	Propan	Butan	Butan
Množství uniklé látky (kg)	1045	575	365	93,5
Teplota vzduchu/zásobníku (°C)	25	-5	25	-5
Rychlost větru (m/s)	1,7	1,7	1,7	1,7

Třída stability	B	B	B	B
Dosah na oblaku na DMV (m)	48	33	27	12
Destrukce objektů při 8 psi = 55,16 kPa L_D (m)	ne	ne	ne	ne
Dosah pravděpodobného vážného poranění při 3,5 psi = 24,1 kPa; L_p (m)	53	32	27	14
Rozbití skla při 1 psi = 6,9 kPa; L_{sklo} (m)	84	61	51	32
Závažné efekty VCE	Možné vážné poranění osob v areálu	Možné poranění osob v areálu	Možné poranění osob v areálu	Poranění osob v areálu málo pravděpodobné

Závěr:

Při uvažovaném scénáři Z1,Z2 - C s 5 minutovým kontinuálním únikem LPG otvorem DN25 ze 4,85 m³ zásobníku s terminací VCE může dojít k vážnému poranění 1-2 nekrytých osob v areálu. Materiální škody s následným požárem jsou možné na objektu Plnírny PB. K totální destrukci objektů a úmrtí osob pro přetlaky nižší než 30 kPa patrně nedojde. Poranění osob za plotem areálu se nepředpokládá.

2.2.2.8 Zhodnocení možnosti přenosu následků havárie na vlastní sousední objekty a zařízení

Elektronicky odměřené nejmenší vzdálenosti objektů a zařízení v areálu od rizikových zařízení jsou uvedeny přehledně v Tabulce 2-58. Tato tabulka současně uvádí zhodnocení možnosti přenosu následků z dříve vyhodnocených havárií na vlastní sousední objekty a zařízení. Odhad následků lokálních reprezentativních scénářů havárií uvádí Tabulka 2-59.

Tabulka 2-58: Nejmenší vzdálenosti objektů a zařízení v areálu od vlastních rizikových zařízení

Zdroj rizika	Způsob ohrožení	Potenciálně ohrožený objekt, zařízení	Vzdálenost objektu, zařízení od zdroje rizika (m)	Možnost ohrožení zdrojem rizika
Mobilní AC na vyhrazeném stanovišti	Fire Jet, dosah 5,7m až 52 m po dobu až 60s	Úložiště č. 1	24	Ano
		Úložiště č. 2	18	Ano
		Čerpací stanice LPG	26	Ano
		Plnírna PB	25	Ano
Mobilní AC ve stáčišti při stáčení prasknutí hadice DN32	Fire Jet, Flash Fire (FF), VCE	Úložiště č. 1	12 - 20	Ne
		Úložiště č. 2	6	Ne
		Čerpací stanice LPG	23	Ne
		Plnírna PB	16	Ne
Zásobníky 4,85 m ³ v úložišti č. 1	BLEVE, FF1, VCE1, FF2, VCE2	AC	12-20	Ne
		Úložiště č. 2	14 - 22,5	Ne
		Čerpací stanice LPG	14	Ano (VCE1)
		Plnírna PB	5 - 16	Ano(VCE1)
Zásobníky v17 m ³ úložišti č. 2	BLEVE, FF1, VCE1, FJ	AC	18	Ano (FF1, VCE1, FJ)
		Čerpací stanice LPG	32,5	Ano (FF1, FJ)
		Plnírna PB	25,5	Ano (FF1, FJ)
		Úložiště č. 1	14 - 23	Ano

Závěr:

K poškození vlastního zařízení DANSGAS s.r.o. může dojít při fatálním průběhu havárie. Riziková zařízení v areálu DANSGAS s.r.o. se mohou vzájemně ovlivnit především v případě dlouhodobých účinků sálavého tepla, v menší míře mohou vzniknout škody na zařízení vlivem exploze VCE, FJ či BLEVE.

Tabulka 2-59: Odhad následků lokálních reprezentativních scénářů havárií v areálu DANSGAS s.r.o.

Odhad možných následků pro jednotlivé reprezentativní scénáře
--

Havarijní scénář	Zaměstnanci počet úmrtí	Cizí osoby uvnitř i vně areálu počet úmrtí	Rozsah škod v areálu	Škody na cizím majetku	Škody na ŽP	Ostatní škody
Odhad možných následků z havárie AC na vyhrazeném stanovišti :						
Z9-2A-1 Z9-2B-1 Fire Jet	0–1	0	Malé až střední poškození zařízení	0	0	Ztráty na surovině
Odhad možných následků kontrolované havárie spojené s prasknutím hadice DN32 při stáčení AC:						
V3-2a až V32d FJ, FF, VCE	0	0	Malé nebo nevýznamné poškození kabeláže	0	0	0
Odhad možných následků havárie v úložišti č. 1 (10 ks zásobníků 4,85 m ³):						
Z1,Z2-1BLEVE	1-2	3	Střední	PASOIL/malé	0	Ztráty na surovině a omezení provozu
Z1,Z2-2 FF1	1	1 v areálu	Střední až velké	PASOIL/malé		
Z1,Z2-3 VCE1	1	1 v areálu	Střední	PASOIL/malé		
Z1,Z2-4 FF2	1	2	Malé	PASOIL/malé		
Z1,Z2-5 VCE2	0	0	Malé	PASOIL/malé		
Z1,Z2-A FJ	0	0	Malé	0		
Z1,Z2-B FF	1	1v areálu	Malé	0		
Z1,Z2-C VCE	0	0	Malé	0		
Odhad možných následků havárie v úložišti č. 2 (4 ks zásobníků 17 m ³):						
ZX-1a BLEVE	1-2	6	Střední až velké	PASOIL/malé	0	Ztráty na surovině a omezení provozu
ZX-1b FF1	1	1areál+0	Střední až velké	PASOIL/malé	0	
ZX-1c VCE1	1	1areál+0	Střední	PASOIL/malé	0	
ZX-1d FF2	1	1areál+ 6-10	Střední	PASOIL/malé	0	
ZX-1e VCE2	0	0	Střední	PASOIL/malé	0	
ZX-2a FJ	1	1areál	Malé	0	0	
ZX-2b FF	0	0	Malé až střední	PASOIL/malé	0	
ZX-2c VCE	0	0	Malé	0	0	
ZX-3a FJ	1	0	Malé	0	0	
ZX-3b FF	1	1areál	Malé	0	0	
ZX-3c VCE	0	0	Malé	0	0	

Výrobní objekty ostatních cizích subjektů, vozidla na silnici č. 262 apod., přeprava po železniční trati Česká Lípa-Děčín nebudou účinky eventuální havárie z areálu DANSGAS s.r.o. pro krátké teoreticky exponované úseky vážněji zasaženy. Škody na objektech občanské zástavby v širším okolí do 500 m mohou být v případě fatální havárie výjimečně povahy popraskání okenních tabulí.

Závažnost možných následků jednotlivých iniciačních dějů v objektech a zařízeních DANSGAS s.r.o. se může vzhledem k umístění zpravidla týkat:

- V denní době 1-3 osob v areálu DANSGAS s.r.o., a dle místa iniciace 1-10 osob v prostoru ČS PHM PASOIL Žandov a přilehlém okolí při jižním, JV a JZ směru větru.
- V noční době 1 osoby v areálu DANSGAS s.r.o., 0 osob v okolí areálu.
- Výsledný efekt havárie může mít buď lokální charakter v objektu, nebo se následky mohou projevit za plotem areálu.
- Zdrojem rizika může být i vliv lidského faktoru.

2.2.3 Následky na ŽP, zvířata a majetek

Při provozovaných činnostech v DANSGAS s.r.o. dochází k emisím v rámci platné legislativy. Poškození ovzduší vzniklou havárií by bylo krátkodobé zplodinami hoření. Použití indexové metody H&V index v případě DANSGAS s.r.o. nemá odborný smysl (viz níže).

Znečištění půdy a vody NL lze vlivem realizované činnosti, vybavení objektů a pracovišť vyloučit z následujících důvodů:

- a) Veškerá manipulace se zkapalněnými plyny probíhá na místech k tomu určených. Zkapalněné plyny jsou za normálních teplotních podmínek plynné, a proto je kontaminace půdy a spodních vod vyloučena. Propan a PB směsi nejsou ve smyslu přílohy 1 vodního zákona č. 254/2001 Sb. považovány za nebezpečné závadné látky.
- b) V souladu s odstavcem 2 Přílohy IX k nařízení REACH není nutné provádět studii bioakumulace PB směsi ve vodním prostředí, a rovněž tak se nepředpokládá sorpce produktu na sediment nebo půdu. Látka má nízký potenciál bioakumulace, jelikož tato kategorie má rozdělovací koeficient log oktanolu nižší než 3, nepředstavuje riziko sekundární otravy a navíc tato látka není klasifikována jako látka toxická.
- c) Pokud by došlo k havárii AC při přepravě NL po komunikacích uvnitř areálu s únikem PHM a uniklá NM by se dostala do dešťové kanalizace, byla by tato látka separována v přepadové jímce nebo v rámci BČOV.

Vzhledem ke krátkému dosahu možných účinků havárií ze zařízení DANSGAS s.r.o. nedojde k závažným škodám na zvířatech a majetku cizích subjektů vně areálu. Vnější zemědělské plochy v okolí rovněž nebudou následky možné havárie ohroženy.

2.2.4 Grafické znázornění dosahu zvolených limitních hodnot identifikovaných scénářů ZH

Dosahy možných hypotetických havárií byly uvedeny v předchozí kapitole 2.2.2 v tabulkách, popř. tam, kde to bylo hodné zřetele, bylo použito i grafické znázornění dosahu.

2.3 Odhad výsledné roční frekvence ZH

a) Zobrazení popsanych scénářů závažných havárií pomocí stromu událostí

Grafické znázornění popsanych scénářů závažných havárií pomocí stromu událostí bylo uvedeno v kapitolách 2.1.3 a 2.1.4. Souhrn scénářů je uveden v Tabulce 2-25: Seznam nejpravděpodobnějších reprezentativních havarijních scénářů.

b) Určení výsledných scénářů závažných havárií a jejich frekvencí

V následující Tabulce 2-60 jsou shrnuty zjištěné frekvence nejpravděpodobnějších scénářů s přihlédnutím k počtu zařízení stejného typu a směrové četnosti větru k realizaci nejhoršího scénáře.

Lokalizace DANSGAS s.r.o. vůči vnějšímu okolí je velmi příznivá, neboť obydlené severně situované zóny jsou v 90° výseči (sektoru) kolem zdroje rizika, tzn., vliv bude mít při migraci případného mraku LPG především jižní vítr (četnost 0,08) v menší míře pak JV (četnost 0,1781) a JZ (četnost 0,0612) vítr. Větry ostatních směrů jsou pro severně situované obydlené zóny z hlediska rozptylu LPG a následků příznivé, tj. nepředstavují nebezpečí.

Tabulka 2-60: Seznam nejpravděpodobnějších havarijních scénářů v DANSGAS s.r.o.

Koncový stav	Popis možného nejzávažnějšího havarijního scénáře	Frekvence pro zařízení (rok ⁻¹)	Frekvence pro 2 nebo více zařízení (rok ⁻¹)	Četnost zohlednitel-ného větru	Výsledná frekvence (rok ⁻¹)
Z9-2A-1	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti F>100kg/s do vnějšího prostředí s okamžitou iniciací do Fire Jetu	1,837E-8	-	-	1,837E-8
Z9-2B-1	Kontinuální únik zkapalněného plynu z AC rychlosti F=10-100kg/s do vnějšího prostředí s okamžitou iniciací do Fire Jetu	1,312E-8	-	-	1,312E-8
V3-2(a-d)	Kontinuální časově ohraničený únik zkapalněného plynu po ruptuře hadice DN32 při stáčení AC s okamžitou iniciací do Fire Jetu	3,234E-8	-	-	3,234E-8
	Kontinuální časově ohraničený únik zkapalněného plynu po ruptuře hadice DN32 při stáčení AC s s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	9,314E-8	-	J – 0,08 JV– 0,1781 JZ- 0,0612	7,451E-9 1,659E-8 5,7E-9
	Kontinuální časově ohraničený únik zkapalněného plynu po ruptuře hadice DN32 při stáčení AC s s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	1,034E-8	-	J – 0,08 JV– 0,1781 JZ- 0,0612	8,272E-10 1,841E-9 6,328E-10
ZX-1a	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=7196-7774 kg) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací do BLEVE	1,75E-7	3,5E-7 2 plné zás.	-	3,5E-7
ZX-1b	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=7196-7774 kg) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s vyhořením oblaku Flash fire 1	4,5E-8	9E-8 2 plné	-	9E-8
ZX-1c	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=7196-7774 kg) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací oblaku do exploze VCE 1	3E-8	6E-8 2 plné zás.	-	6E-8
ZX-1d	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu(Q=7196-7774kg) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire 2	7,5E-8	1,5E-7 2 zás. plné	J – 0,08 JV– 0,1781 JZ- 0,0612	1,2E-8 2,67-8 9,18E-9
ZX-1e	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=7196-7774 kg) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací do exploze VCE 2	5E-8	1E-7 2 zás. plné	J – 0,08 JV– 0,1781 JZ- 0,0612	8E-9 1,425E-9 6,12E-9
ZX-2a	Okamžitý únik zkapalněného plynu (Q<1000 kg) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací do Fire Jetu	1E-7	-	-	1E-7
ZX-2b	Okamžitý únik zkapalněného plynu (Q<1000 kg) ze 17 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	1,92E-7	3,81E-7 2 zás. plné	J – 0,08 JV– 0,1781 JZ- 0,0612	3,048E-8 6,786E-8 2,331E-8
ZX-2c	Okamžitý únik zkapalněného plynu (Q<1000 kg) ze 17 m ³ zásobníku po	1,28E-7	2,56E-7	J – 0,08 JV– 0,1781	2,048E-8 4,56E-8

	ruptuře do vnějšího okolí s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE			JZ- 0,0612	1,567E-8
ZX-3a	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1. ventilem DN32 ze stabilního zásobníku 17m ³ v úložišti č. 2 s okamžitou iniciací do Fire Jetu	1E-7	4E-7 4 zás.	-	4E-7
ZX-3b	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1. ventilem DN32 ze stabilního zásobníku 17m ³ v úložišti č. 2 s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	1,92E-7	7,68E-7 4 zás.	J – 0,08 JV– 0,1781 JZ- 0,0612	6,144E-8 1,368E-7 4,7E-8
ZX-3c	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1.ventilem DN32 ze stabilního zásobníku 17m ³ v úložišti č. 2 s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	1,28E-7	5,12E-7 4 zás.	J – 0,08 JV– 0,1781 JZ- 0,0612	4,096E-8 9,119E-8 3,133E-8
Z1,Z2-1	Okamžitý únik zkapalněného plynu (Q=2053-2218 kg) ze 4,85 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací do BLEVE	1,75E-7	8,75E-7 5 plných zás.	-	8,75E-7
Z1,Z2-2	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=2053-2218 kg) ze 4,85 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s vyhořením oblaku Flash fire 1	4,5E-8	2,25E-7 5 plných zás.	-	2,25E-7
Z1,Z2-3	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=2053-2218 kg) ze 4,85 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí s iniciací oblaku do exploze VCE 1	3E-8	1,5E-7 5 plných zás.	-	1,5E-7
Z1,Z2-4	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=2053-2218 kg) ze 4,85 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire 2	7,5E-8	3,75E-7 5. plných zás.	J – 0,08 JV– 0,1781 JZ- 0,0612	
Z1,Z2-5	Okamžitý fatální únik zkapalněného plynu (Q=2053-2218 kg) ze 4,85 m ³ zásobníku po ruptuře do vnějšího okolí, migrace oblaku s opožděnou iniciací do exploze VCE 2	5E-8	2,5E-7 5 plných zás.	J – 0,08 JV– 0,1781 JZ- 0,0612	3E-8 6,678E-8 2,295E-8
Z1,Z2 - A	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1. ventilem DN25 ze stabilního zásobníku 4,85m ³ v úložišti č. 1 s okamžitou iniciací do Fire Jetu	1E-7	1E-6 10 zás.	-	1E-6
Z1,Z2 - B	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1. ventilem DN25 ze stabilního zásobníku 4,85m ³ v úložišti č. 1 s opožděnou iniciací a vyhořením oblaku Flash Fire	1,92E-7	1,92E-6 10 zás.	J – 0,08 JV– 0,1781 JZ- 0,0612	1536E-7 3,419E-7 1,175E-7
Z1,Z2 - C	Kontinuální 5 minutový únik zkapalněného plynu otvorem za 1. ventilem DN25 ze stabilního zásobníku 4,85m ³ v úložišti č. 1 s opožděnou iniciací a explozí oblaku VCE	1,28E-7	1,28E-6 10 zás.	J – 0,08 JV– 0,1781 JZ- 0,0612	1,024E-7 2,279E-7 7,834E-8

2.4 Stanovení míry skupinového rizika výsledných scénářů ZH

Přehled číselného vyjádření složek rizika (frekvence a následků) pro identifikované scénáře závažných havárií ve tvaru

$$R = F_h \cdot N,$$

kde:

R – míra skupinového rizika scénáře závažné havárie (počet usmrcených osob za rok),

F_h – zjištěná roční frekvence scénáře závažné havárie,

N – odhad počtu usmrcených osob.

Tabulka 2-61: Stanovení míry rizika

Scénář	Frekvence pro 1 zařízení (rok ⁻¹)	Frekvence pro 2 nebo více zařízení	Směr větru	Četnost větru	Odhad počtu úmrtí na zasaženém území	Míra rizika R
		(rok ⁻¹)			N (osob)	
Z9-2A-1 FJ	1,84E-08	0,00E+00			0	0,00E+00
Z9-2B-1 FJ	1,31E-08	0,00E+00			0	0,00E+00
V3-2(a-d) FJ	3,23E-08	0,00E+00			0	0,00E+00
V3-2(a-d) FF	9,31E-08	0,00E+00	J	8,00E-02	0	0,00E+00
			JV	1,78E-01	0	0,00E+00
			JZ	6,12E-02	0	0,00E+00
V3-2(a-d) VCE	1,03E-08	0,00E+00	J	8,00E-02	0	0,00E+00
			JV	1,78E-01	0	0,00E+00
			JZ	6,12E-02	0	0,00E+00
ZX-1a BLEVE	1,75E-07	3,50E-07			6	2,10E-06
ZX-1b FF1	4,50E-08	9,00E-08			1	9,00E-08
ZX-1c VCE1	3,00E-08	6,00E-08			1	6,00E-08
ZX-1d FF2	7,50E-08	1,50E-07	J	8,00E-02	10	1,20E-07
		1,50E-07	JV	1,78E-01	11	2,94E-07
		1,50E-07	JZ	6,12E-02	7	6,43E-08
ZX-1e VCE2	5,00E-08	1,00E-07	J	8,00E-02	0	0,00E+00
		1,00E-07	JV	1,78E-01	1	1,78E-08
		1,00E-07	JZ	6,12E-02	0	0,00E+00
ZX-2a FJ	1,00E-07	0,00E+00			0	0,00E+00
ZX-2b FF	1,92E-07	3,81E-07	J	8,00E-02	0	0,00E+00
		3,81E-07	JV	1,78E-01	0	0,00E+00
		3,81E-07	JZ	6,12E-02	0	0,00E+00
ZX-2c VCE	1,28E-07	2,65E-07	J	8,00E-02	0	0,00E+00
		2,65E-07	JV	1,78E-01	0	0,00E+00
		2,65E-07	JZ	6,12E-02	0	0,00E+00
ZX-3a FJ	1,00E-07	4,00E-07			0	0,00E+00
ZX-3b FF	1,92E-07	7,68E-07	J	8,00E-02	1	6,14E-08
		7,68E-07	JV	1,78E-01	1	1,37E-07
		7,68E-07	JZ	6,12E-02	1	4,70E-08
ZX-3c VCE	1,28E-07	5,12E-07	J	8,00E-02	0	0,00E+00
		5,12E-07	JV	1,78E-01	0	0,00E+00

		5,12E-07	JZ	6,12E-02	0	0,00E+00
Z1,Z2-1 BLEVE	1,75E-07	8,75E-07			3	2,63E-06
Z1,Z2-2 FF1	4,50E-08	2,25E-07			1	2,25E-07
Z1,Z2-3 VCE1	3,00E-08	1,50E-07			1	1,50E-07
Z1,Z2-4 FF2	7,50E-08	3,75E-07	J	8,00E-02	2	6,00E-08
		3,75E-07	JV	1,78E-01	2	1,34E-07
		3,75E-07	JZ	6,12E-02	2	4,59E-08
Z1,Z2-5 VCE2	5,00E-08	2,50E-07	J	8,00E-02	0	0,00E+00
		2,50E-07	JV	1,78E-01	0	0,00E+00
		2,50E-07	JZ	6,12E-02	0	0,00E+00
Z1,Z2 - A FJ	1,00E-07	1,00E-06			0	0,00E+00
Z1,Z2 - B FF	1,92E-07	1,92E-06	J	8,00E-02	1	1,54E-07
		1,92E-06	JV	1,78E-01	1	3,42E-07
		1,92E-06	JZ	6,12E-02	1	1,18E-07
Z1,Z2 - C VCE	1,28E-07	1,28E-06	J	8,00E-02	0	0,00E+00
		1,28E-06	JV	1,78E-01	0	0,00E+00
		1,28E-06	JZ	6,12E-02	0	0,00E+00

Závěr:

- Účinky fatální havárie může být smrtelně zasaženo max. 0 – 11 cizích osob uvnitř a vně areálu DANSGAS s.r.o.
- Střední míra úmrtí (SMÚ) = $6,84 \cdot 10^{-6}$ úmrtí/rok
- Průměrné individuální riziko (PIR) = $SMÚ/Q_R = 6,84 \cdot 10^{-8}$ /rok

2.5 Výsledky a postup posouzení vlivu (spolehlivosti a chybování) lidského činitele

Informace uvedené v této kapitole vycházejí z příslušné podnikové dokumentace, popisů a hodnocení reálného, aktuálního stavu v podniku a z výsledků analýz a aplikace vybraných metodických postupů ke zjištění stavu komponent spolehlivosti a možnosti selhání lidského činitele v určených částech (objektech nebo zařízeních) podniku. V DANSGAS s.r.o. dle vlastní analýzy zahrnuje lidský faktor:

- Vzájemné působení mezi osobami.
- Psychologické hledisko.
- Znalost obsluhovat dané zařízení.
- Tendence k odchýlení od stanovených zásad pro obsluhu, údržbu lahví k dopravě plynů.
- V plné míře splněna kvalifikace obsluh a školení a seznámení s provozním řádem pro stáčení LPG, skladování LPG, obsluhu ČS LPG, plnění lahví a manipulace s lahvemi v Plnění PB, které zahrnují i prevenci rizik.
- Pracovní postup pro obsluhu a údržbu je stanoven v Provozním řádu, selhání lidského faktoru nelze zcela vyloučit, bude však kladen důraz včetně kontroly na dodržování stanovených pracovních postupů.
- Porušení zásad bude posuzováno jako porušení zákona č. 262/2006 Sb., zákoník práce

V rámci hodnocení a analýz rizik byly stanoveny a určeny v podniku provozy a činnosti, v nichž existuje potenciál vzniku závažné havárie s možnými následky uvnitř areálu. Následně bylo provedeno také hodnocení stavu komponent spolehlivosti a možnosti chybování lidského činitele.

Určenými provozy jsou:

1. Úložiště č. 1 a č. 2 pro skladování zkapalněných vysoce hořlavých plynů včetně stáčení/plnění AC.
2. ČS LPG a Plnírna PB.

Potenciální příčinou nebo ovlivňujícím faktorem iniciačních událostí a rozvoje lokální závažné havárie může být vzhledem k časté manipulaci s vysoce hořlavými zkapalněnými plyny selhání a chybování lidského činitele při výkonu některých pracovních funkcí.

Během stáčení LPG do úložišť č. 1 a č. 2 nebo zpětném plnění AC ohrožení vnějšího okolí vzhledem k přísným předpisům zpravidla nehrozí, neboť jde o několikastupňový, dobře kontrolovaný sled pracovních činností. Obdobná je situace na pracovištích ČS LPG a Plnírny PB.

Potenciální možnosti vzniku a průběhu závažné havárie v DANSGAS s.r.o. s možným podílem lidského činitele na jejich vzniku nebo eskalaci jsou charakterizovány jako velmi nepravděpodobné havárie (ani nebyly zaznamenány), neboť jejich realizace by vyžadovala mnohastupňovou eskalaci a naprosté selhání člověka, kontrolních mechanismů, apod. s pravděpodobností menší než $1 \cdot 10^{-8}$ události/rok, a proto se takovéto nehody neposuzují. Nejpravděpodobnější varianty iniciačních událostí a následků byly uvedeny v předchozích kapitolách s podrobným hodnocením a analýzou rizik. Nežádoucí průběh těchto rizikových činností s přechodem do koncových scénářů závažné havárie může být ovlivněn, případně zapříčiněn selháním lidského činitele na určených pracovních funkcích.

– **a) Identifikace kritických pracovních pozic**

Na základě posouzení systému člověk-technologie a hodnocení možného působení člověka jako iniciačního nebo eskalujícího činitele vzniku a rozvoje modelované závažné havárie se jeví jako významné zejména následující pracovní pozice (funkce):

1. Obsluha zařízení – řidič AC, obsluha (zásobníků, Plnírny PB, ČS LPG).
2. Ředitel společnosti (organizuje, monitoruje a kontroluje veškeré pracovní činnosti v areálu).
3. Revizní technik, pracovníci údržby (zámečník, instalatér, elektrikář)

- **b) Analýza úkolů a činnosti na kritických pracovních pozicích**

Obsluha zařízení:

	Předpokládaná pracovní činnost
1	Příjem, skladování, manipulace se zkapalněnými vysoce hořlavými plyny (obecně LPG) v souladu s předpisy.
2	Čerpání a stáčení LPG, manipulace s tlakovými nádobami v souladu s předpisy. Musí být dodrženo stáčení místo určené projektem, dodrženy bezpečnostní vzdálenosti, zajištění AC proti rozjezdu, provést požadované značení a rozmístění značek, připojit zemnicí drát, lanko dálkového uzavírání hydraulických ventilů AC, dodržet 10 minut mezi napojením uzemnění a zahájením stáčení, případné otvory, vstupy do kanalizace utěsněny, hasící přístroje na AC uvedeny do pohotovosti. Vizualní kontrola stáčeního zařízení, zásobníku, armatur, pokud je nalezena závada, netěsnost, nefunkčnost stavoznaku nebo tlakoměru, poškození uzemnění nezahajovat stáčení. Zkontrolovat % naplnění zásobníku a vnitřní tlak plynu. Z ochranného pásma vykazat neoprávněné osoby, zákaz provádění činností, které by mohly ohrozit bezpečnost stáčení. Napojit stáčení hadici na plnicí hrdlo a pootevřením koncového ventilu hadice zkontrolovat těsnost připojení. Při odvíjení hadice dbát o to, aby nemohlo dojít k porušení hadice ostrými předměty nebo jejím zlomením. Rozvinutá hadice nesmí zasahovat do jízdního profilu vozovky. Otevřít bezpečnostní a provozní uzávěry na potrubní trase LPG z nádrže autocisterny do plněného zásobníku. Po kontrole nastavené cesty spustit čerpadlo a zahájit stáčení. Při plnění AC zapnuta výstražná světla, sledovat plnění zásobníku na stavoznaku a počítadle vydaného množství, kontrolovat tlak za čerpadlem a v zásobníku. Max. plnění 85% nesmí být překročeno. Po naplnění zásobníku otevřít přepouštěcí ventil, vypnout čerpadlo a uzavřít provozní a bezp. ventily AC. Odpojit stáčení hadici, zaslepit ji a zpětně navinout na buben AC. Uzavřít plnicí hrdlo zásobníku a zkontrolovat těsnost. Odpojit a uložit zemnicí drát AC. Odstranit zábrany, značky a klíny kola, hasící přístroje uvést do přepravní polohy, zkontrolovat pozice výdejních armatur, uzavřít armaturní skříň AC.
3	Během stáčení/plnění obsluha neustále přítomna u zařízení. Pokud obsluha autocisterny zjistí závadu,

	která snižuje bezpečnost zařízení nebo průběh stáčení, nesmí stáčení zahájit, v případě probíhajícího stáčení musí činnost okamžitě ukončit.
4	Kontrolovat průběh stáčení.
5	Kontrolovat prostor stáčení z hlediska přítomnosti cizích osob, kouření, používání otevřeného ohně a jiných nebezpečných manipulací.
6	Používat přidělené osobní ochranné prostředky.
7	Spolupracovat s obsluhou tlakových zařízení. Hlásit zjištěné nedostatky řediteli společnosti..
8	V případě poruchy nebo havárie se obsluha řídí provozními a bezpečnostními předpisy a havarijním plánem autocisterny
9	Odpovídá za dodržování požární prevence na pracovišti.
10	Udržuje svěřené zařízení v bezvadném stavu, provádí drobné opravy a údržbu se souhlasem přímého nadřízeného.
11	Plní další pokyny nadřízeného, které souvisí s tímto pracovním zařízením.

Ředitel společnosti:

	Předpokládaná pracovní činnost
1	Organizuje, kontroluje a řídí provoz na směně, rozhoduje o přidělování práce podřízeným zaměstnancům
2	Dbá na řádné dodržování pracovní doby a přejímání směn na pracovišti. Dbá na nejhospodárnější a nejúčelnější organizaci práce
3	Kontroluje a odpovídá za dodržování technologických postupů v souladu s předpisy, používání ochranných pomůcek, povoleného pracovního nářadí, apod.
4	Zodpovídá za řádné hospodaření se surovinami, obaly, DHIM, režijním materiálem a vzniklými odpady. Je povinen hlásit jednateři vzniklé škody a zajistit sepsání protokolů.
5	Nárokuje podle okamžité situace materiálové zásobování - suroviny, obaly. Odpovídá za evidenci a příjem surovin, odpovídá za stav tlakových nádob a jejich platné revize.
6	Kontroluje a odpovídá za řádné vedení prvotní evidence a předává jednateři podklady pro inventury a uzávěrky.
7	Podává hlášení jednateři o vzniklých pracovních úrazech a jiných mimořádných událostech.
8	Zajišťuje udržování trvalého pořádku, dbá na udržování čistoty provozního zařízení a třídění případných odpadů.
9	Zajišťuje provádění preventivní údržby provozního zařízení a jeho správnou obsluhu. Zabezpečuje doplnění technického materiálu.
10	Zajišťuje prostřednictvím údržby odstranění vzniklých závad, odpovídá za odstavení a vyčištění zařízení, stanovení bezpečných postupů prací a za převzetí po provedené opravě. Hlásí jednateři odchylky bránící v provozu.
11	Spolupracuje při instalaci nových tlakových nádob, potrubních systémů, MaR, nových postupů apod. s externími firmami. Zaškoluje obsluhu. Zajišťuje odstranění závad.
12	Řídí se organizačními směrnici a příručkami souvisejícími s výkonem funkce.
13	Dbá na řádné hospodaření s energiemi a materiály.

Revizní technik, údržba

Odpovídá za:

- prevenci, kontrolu a řádnou opravu a údržbu tlakových nádob, procesního strojního nebo elektrického zařízení a impulsních tras MaR
- provádění běžných oprav, preventivních oprav, specifikuje objednávky náhradních dílů,
- obsluhuje vyhrazená zařízení dle vzniklé potřeby,
- zaznamenává všechny závady, které se vyskytnou na zařízení a
- zajišťuje a identifikuje příčiny poruchy,

- odpovídá za seřizování provozního zařízení dle daných technologických a technických parametrů,
- provádí drobné technické úpravy strojního zařízení pro zlepšení pracovních podmínek dle požadavků,
- vedení provozní knihy tlakových nádob, apod.

- c) Příčiny selhání lidského činitele na kritických pracovních pozicích a důsledky tohoto selhání

Obsluha zařízení, revizní technik, údržba

- Odpovídá za řádnou obsluhu svěřených zařízení, za plnění úkolů dle provozních předpisů a pokynů nadřízeného.
- Odpovídá za řádné předání a převzetí pracoviště.
- Veškeré změny na pracovišti hlásí řediteli společnosti (ŘS).

V rámci hodnocení možnosti chyb a selhání člověka a příčin těchto selhání v souvislosti s pracovní funkcí obsluha zařízení, apod. v hodnocené části provozu a identifikací kritických míst byl určen jako realistický (za určitých okolností) vznik některých situací při manipulacích s AC a tlakovými nádobami v úložištích, kontrole procesu čerpání a stáčení LPG. Pracovník obsluhy musí provést poměrně rozsáhlou a systematickou kontrolu stavu zařízení před zahájením stáčení, kontrolu zařízení a jeho zabezpečení na stáčecím stanovišti určeném projektem, kontroluje vlastní průběh stáčení a plnění zásobníku, kontrolu stavu tras, atd. Pokud je vše v pořádku, může být zahájeno stáčení LPG do zásobníku, popř. zpětné stáčení do AC, apod. Revizní technik musí provést kontrolu stavu zařízení a ověřit jeho správnou funkci min. v určených lhůtách dle platných nařízení ČSN EN, apod.

Možná selhání a chybování člověka:

- Nedodržení bezpečnostní vzdálenosti, nezajištění AC proti rozjezdu klíny.
- Neprovádění kontroly, popř. nedodržování předpisů o stáčení AC do zásobníků.
- Neprovádění kontroly technického stavu zařízení, stáčecí hadice, potrubních tras.
- Nepřipojení nebo nefunkční připojení zemnicího drátu.
- Nedodržení 10 minut mezi napojením uzemnění a zahájením stáčení.
- V ochranném pásmu jsou neoprávněné osoby, popř. prováděny činnosti, které by mohly ohrozit bezpečnost stáčení.
- Informace o změně stavu skladovaného LPG není úplná.
- Provádění neautorizovaných a neschválených prací
-

Příčiny chyb:

- a) Příčiny chyb (výcvik) – pracovní postupy nejsou dostatečně procvičeny a zvládnuty.
- b) Příčiny chyb (faktory pracovního prostředí) – špatný přístup k zařízení, déšť, sníh, chlad, horko.
- c) Příčiny chyb (úroveň řízení) – nedůsledné vyžadování plnění pracovních povinností.
- d) Nedostatky v systému výcviku a ověřování způsobilosti pracovníků obsluhy.
- e) Skladba pracovního týmu (řidič-obsluha zásobníků) s ohledem na požadované vlastnosti, dovednosti a zkušenosti není optimální.
- f) Při hodnocení podmínek pracovní činnosti obsluhy nelze v současné době zjistit eventuální přetíženost konkrétních pracovníků pracovními úkoly. Hrozí však nepochybně monotonie, fyzická únava, spontánní reakce na dané pracovní prostředí, apod..

Závěry:

Jako hlavní příčina možných chyb bylo určeno vynechání nebo neúplné provedení kontroly tlakových zásobníků, stáčecí hadice, potrubního zařízení nebo neověření hladiny LPG, tlaku par v zásobníku. Možná nedbalost pracovníků obsluhy, která vyplývá z nedostatečné kontroly ze strany

ŘS v případě jeho zaneprázdnění jinými činnostmi. Ostatní potenciální příčiny jsou velice nepravděpodobné, nebo mohou mít až charakter úmyslné sabotáže.

Ředitel společnosti (ŘS)

V rámci hodnocení možnosti chyb a selhání a jejich příčin v souvislosti s pracovní funkcí ředitel společnosti se ukazují jako významné některé situace, které mohou nastat v rámci kontroly stáčení a skladování LPG, při nezbytných manipulacích na stáčecí ploše, řízení provozu pomocí kamerového dozoru, apod. Jedná se o kontinuitu sledování systému procesních úkonů obsluhy při stáčení z AC do zásobníků, kontrolu dodržování schválených technologických postupů a kontrolu stavu technologického zařízení.

V rámci identifikace a analýz možných chyb a selhání LČ na dané pracovní funkci - byly určeny jako nejpravděpodobnější:

- Nedostatečná kontrola stáčení AC ze strany ŘS kamerovým dozorem v případě jeho zaneprázdnění jinými činnostmi (naléhavý telefon, jednání se zákazníkem v době stáčení, apod.).
- Neověření řádného technického stavu zařízení po provedené opravě nebo údržbě.
- Neověření nebo přecenění fyzických dispozic podřízeného pracovníka k provedení daného pracovního úkonu.

Prekursorem uvedených chyb může být souběžná nedbalost ze strany obsluhy, údržby, apod. nad dodržováním technologické kázně, protože ostatní v úvahu přicházející primární příčiny se nejeví jako zásadní. Vedle obecných preventivních opatření, která povolují plnění zásobníků pouze při dosažení určité volné kapacity (resp. při poklesu pod stanovenou mez) lze v této souvislosti dále uvést:

- 1) Kritická místa z hlediska možného selhání člověka byla vedením DANSGAS s.r.o. identifikována, jsou známa a na základě toho jsou stanoveny preventivně přesné postupy řešení situace.
- 2) Pracovníci obsluhy musí být seznamováni s informacemi o riziku při nedodržení schválených postupů (s využitím AR v BP DANSGAS s.r.o.) mimo jiné také formou možných následků při vzniku havarijní situace. Seznámení pak stvrzovat svým podpisem.
- 3) Organizovat trvale nácviky a řešení havarijních a mimořádných situací.

Závěry:

Při vyšetřování poruch, nehod a havárií, včetně havárií bez následků musí vedoucí pracovníci vždy zjistit skutečné příčiny jejich vzniku a průběhu také s ohledem na selhání a chybování lidského činitele. Kontroluje pověřený jednatel.

Při analýze příčin selhání LČ v podmínkách DANSGAS s.r.o. se zjistilo, že mohou být generovány spíše souběhem nešťastných událostí než skutečným selháním nebo chybováním člověka.

-d) Realizovaná a plánovaná preventivní opatření pro eliminaci výskytu chybování lidského činitele

Nejpravděpodobnější varianty iniciačních událostí a následků jsou uvedeny v kap. 2.1, 2.2.

Z vyhodnocení vyplynulo, že závažně ohrožena po fatální havárii při skladování/stáčení LPG, vzhledem k dosahu efektivních koncentrací LPG na DMV může být cca 30 m pod úrovní areálu umístěná veřejná ČS PASOIL Žandov a přilehlá okolní zástavba při J, JV a JZ směru větru (cca 90° sektor ze zdrojů rizika). Dosahy rozptylu migrujícího mraku LPG pro propan i butan pro ostatní směry větru jsou situovány buď do neobydlených částí v okolí areálu anebo přesahují nepatrně, kde mohou být zasaženy pouze nahodile se vyskytující osoby.

Každá anomálie v provozní činnosti během stáčení, apod. vede k okamžitému přerušení technologického postupu, aby nedošlo k výronu LPG. Pro trvalý monitoring činností v areálu je instalován rozsáhlý kamerový systém, kterým ředitel společnosti sleduje a kontroluje průběh prací při stáčení/plnění AC, provoz ČS LPG, Plnírny PB, monitoruje stav u brány a sleduje pohyb osob

v areálu na monitorech. Není-li přítomen, pak sleduje průběh prací na mobilním telefonu. Provozní anomálie se vždy řeší okamžitým přerušáním technologického procesu, odstraněním příčin vzniklé anomálie, apod. ve smyslu pokynů v Provozním řádu apod. Ředitel společnosti je zodpovědný za ekonomický a bezpečný provoz zařízení, neboť navíc působí jako revizní technik v daném profesním oboru.

Při řádném provozování stáčení AC do úložišť č. 1 a č. 2 a ostatních činností (ČS LPG, Plnírna PB) je vznik havarijních situací ve smyslu z. 224/2015 Sb. velmi nepravděpodobný a ohrožení vnitřního a vnějšího okolí je jen hypotetické. Potenciální možnosti vzniku a průběhu místní havárie s dopadem uvnitř areálu, skladů podniku s možným podílem lidského činitele na jejich vzniku jsou však vedoucími pracovníky stále sledovány.

Vedle obecných preventivních opatření, uvedených již dříve lze v souvislosti s hodnocenými pracovními pozicemi uvést:

- Vyžaduje se odpovídající zkušenost dotčené osoby a zaškolení obsluhy (obsluha je zaškolována s dostatečným předstihem a dostatečně dlouhou dobu vždy za přítomnosti zkušeného pracovníka). Pokud má ŘS jistotu o dostatečné úrovni zaškolení, provede se přezkoušení pracovníka a jeho zařazení na pracovní pozici.
- Pro obsluhu jsou nařízené příslušné OOP (oblečení, respirátor, chrániče sluchu atd.) a jejich používání je přísně vyžadováno.

1) Systém výběru na pracovní funkce a posuzování způsobilosti

• *Základní požadavky*

Obecně platí, že na posuzované pracovní funkce se vyžaduje odpovídající vzdělání, zkušenost a zaškolení s tím, že lidé jsou zaškolováni s dostatečným předstihem a dostatečně dlouhou dobu za trvalé přítomnosti zkušeného pracovníka. Pokud získá ŘS jistotu o dostatečné úrovni zaškolení, je provedeno přezkoušení pracovníka a jeho zařazení na danou pozici. Jsou vyžadovány specializované odborné teoretické znalosti v oboru i značné speciální dovednosti. Nezbytným předpokladem pro výkon pracovní funkce je znalost právních a ostatních předpisů k zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Proto je součástí systému vzdělávání a výcviku zaměstnanců příprava zaměstnanců v oblasti práce s chemickými látkami dle platné legislativy, bezpečnosti a hygieny práce podle norem řady ISO a dalších.

V případě, že zaměstnanec nesplňuje kvalifikační požadavky nutné pro výkon pracovní funkce, nemůže tuto funkci vykonávat nebo ŘS stanoví termínovaný postup pro splnění příslušných požadavků a zaměstnanec zatím nesmí vykonávat tu část funkce, pro jejíž vykonávání je požadavek stanoven.

• *Zajištění personálního rozvoje*

K zajištění personálního rozvoje podniku je stanoven následující postup:

- Evidence interních a externích lidských zdrojů
- Zmapování potřeb těchto skupin lidí (stávajících i budoucích zaměstnanců)
- Interní a externí získávání lidí
- Vypracování profesních nároků na prioritní a funkční pracovní místa
- Posuzování, výběr a přijímání zaměstnanců
- Hodnocení zaměstnanců
- Postupné zvyšování kvalifikace zaměstnanců
- Uvolňování zaměstnanců

Dokumentace pracovní funkce

Základním předpokladem pro personální rozvoj podniku je posouzení potřeby přijímat nové zaměstnance nebo využít současný disponibilní potenciál lidských zdrojů s ohledem na kvalitu pracovníků. Podkladem pro takové posouzení je dokumentace pracovní funkce, kde jsou jednoznačně stanoveny požadavky na odborné vzdělání, praxi a další speciální kvalifikaci zaměstnance.

Dokumentace pracovní funkce obsahuje:

- Charakteristiku, kvalifikační požadavky a personální údaje,
- Zařazení pracovní funkce,
- Stanovení souhrnu pracovních činností, práv a povinností, kterými se zaměstnanec na dané pracovní funkci řídí,
- Převzetí odpovědnosti,
- Stanovení činností, odpovědností a pravomocí v systému řízení BOZP a PZH,
- Prokazování způsobilosti zaměstnance na dané pracovní funkci,
- Evidenci a vedení záznamů o požadovaných a absolvovaných školeních a výcviku zaměstnanců,
- Plánování periodických školení,
- Odstraňování disproporce mezi stanovenými kvalifikačními požadavky na pracovní funkci a skutečným vzděláním, dovednostmi a znalostmi zaměstnance na dané pracovní funkci.

Popis pracovní funkce

V popise pracovní funkce musí být vedle pracovní náplně jednoznačně stanoveny mimo jiné:

- Odpovědnosti a pravomoci pracovní funkce,
- Činnosti, odpovědnosti a pravomoci funkce autorizované osoby pro nakládání s nebezpečnými látkami a přípravky,
- Jakou funkci v systému řízení příslušná pracovní funkce vykonává,
- Jakou pracovní funkci příslušná funkce zastupuje.

Posuzování zdravotní způsobilosti zaměstnanců

- zajišťuje smluvní lékař preventivní péče při pravidelných kontrolách.

Povinnosti firmy z pozice zaměstnavatele

Firma jako zaměstnavatel je povinen zajistit výkon preventivní lékařské péče. Jednatel a ŘS mají za povinnost zajistit, kontrolovat a evidovat závěry lékaře při posouzení zdravotní způsobilosti zaměstnance při nástupu na práci (vstupní), při návrhu na přeražení ze zdravotních důvodů a při změně nebo ukončení práce (výstupní).

Povinnosti zaměstnance

Každý zaměstnanec podniku je povinen podrobit se předepsaným lékařským prohlídkám, včetně nutných odborných vyšetření a diagnostických zkoušek (odběr biologického materiálu). Preventivního lékaře určuje zaměstnavatel. K nástupní i následné preventivní lékařské prohlídce musí mít zaměstnanec svou osobní zdravotní kartu.

Povinností provozovatele je mimo jiné

Poskytnout potřebné údaje k posouzení zdravotní způsobilosti k práci nebo ke vlivu práce a pracovních podmínek na zdravotní stav zaměstnanců.

- Zajistit v případě nutnosti vyšetření a studie přesahující rámec běžných šetření zdravotního stavu.

- Zpracovat seznam pracovníků pro preventivní lékařské prohlídky s vyznačením čísla skupin podle prováděné práce a pracovních podmínek.
- Odevzdat dle pokynů vedoucího provozu určenému preventivnímu lékaři Seznamy pracovníků, kteří půjdou na preventivní lékařskou prohlídku v následujícím roce. V případě změn v průběhu roku je nutné seznamy aktualizovat a o změnách informovat lékaře. Bez kladného posudku o zdravotní způsobilosti k práci z preventivní lékařské prohlídky nelze dovolit zaměstnanci zahájení nebo pokračování v práci.
- Průběžně sledovat pracovní podmínky, které by mohly ovlivnit zdraví pracovníků.

Povinnosti lékaře

Povinností praktických lékařů mimo jiné je spolupráce s vedením při hodnocení vztahu pracovních podmínek k výsledkům zdravotních vyšetření. Náplní preventivní lékařské prohlídky pracovníků provozů je mimo jiné:

- Interní vyšetření (krev, moč, krevní tlak atd.)
- Orientační vyšetření smyslů a neurologické (sluch, zrak, potíže se závratěmi, celkový dojem)
- Edukační pohovor (v případě zdravotních potíží, např. vysoká hladina cholesterolu, vysoký krevní tlak, závratě atd.).

2.) Školení, výchova, vzdělávání a zaškolování

Systém vzdělávání a výcviku je tvořen následujícími provázanými subsystemy:

- Identifikace potřeb vzdělávání a výcviku
- Plánování a příprava vzdělávání a výcviku
- Vzdělávání a výcvik zaměstnanců
- Hodnocení vzdělávacích akcí
- Neplánované vzdělávání a výcvik

Identifikace potřeb vzdělávání a výcviku

Cílem identifikace potřeb vzdělávání a výcviku je zjistit skutečnou potřebu v oblasti odborné přípravy zaměstnanců podniku. Základní formou identifikace potřeb výcviku a vzdělávání je pravidelné hodnocení výkonu zaměstnance, pravidelně prováděné každý rok.

Vzdělávání a výcvik zaměstnanců je kromě plánovaných vzdělávacích akcí zabezpečován i neplánovanými vzdělávacími aktivitami, které vyplývají z aktuálních potřeb podniku nebo zaměstnanců. Zaměstnanci jsou do vzdělávacích a výcvikových akcí zařazováni vedením společnosti. Záznamy o absolvování vzdělávací a výcvikové akce jsou vedeny v dokumentaci pracovní funkce.

Kurzy odborné způsobilosti

Kurzy odborné způsobilosti jsou zákonem stanovené kurzy, které musí zaměstnanec vykonat, aby mu bylo vydáno (povoleno) oprávnění k vykonávání určité činnosti související s pracovní funkcí (např. řidič ADR, revizní technik, apod.). Povinnost získání oprávnění je stanovena dokumentací pracovní funkce.

Odborné kurzy

Cílem odborných kurzů je rozvoj odborných znalostí a dovedností zaměstnanců, předávat zaměstnancům aktuální informace z oblasti legislativy, technologie, výpočetní techniky, provozu, údržby.

Neplánované vzdělávání a výcvik

Za neplánovaný výcvik a vzdělávání jsou považovány následující vzdělávací akce:

- Neplánované odborné kurzy

- Adaptační proces nových zaměstnanců

Neplánovanou odbornou přípravou se rozumí krátkodobé kurzy, na které jsou zaměstnanci vysíláni na základě aktuální nabídky externích dodavatelů. Cílem neplánovaných odborných kurzů je zvýšit nebo rozšířit odbornou připravenost zaměstnance k zastávané nebo plánované pracovní funkci.

Adaptační proces nových zaměstnanců

Adaptační proces nových zaměstnanců je souhrn aktivit, jejichž cílem je formálně připravit nového zaměstnance k výkonu pracovní funkce, uvést jej do podnikové praxe a seznámit jej s jeho podmínkami výkonu pracovní funkce. Adaptační proces je zajišťován ve třech etapách:

- Nástupní školení
- Instruktaž na pracovišti
- Hodnocení adaptačního procesu nového zaměstnance

Hodnocení adaptačního procesu nového zaměstnance probíhá po uplynutí druhého měsíce trvání pracovního poměru formou řízeného rozhovoru s cílem zjistit míru naplnění očekávání zaměstnance a potřeby nového zaměstnance nutné k výkonu pracovní funkce. Hodnocení provádí ŘS písemnou formou.

Nástupní školení

Nástupní školení organizačně zajišťuje vedení. Obsahem nástupního školení je:

- Seznámení s historií podniku, předmětem provozu, strategií, a organizační strukturou,
- Vstupní školení z bezpečnosti, PZH, PO a ochrany zdraví při práci dle příslušné podnikové směrnice.
- Speciální odborné školení pro práci s nebezpečnými látkami.

Instruktaž na pracovišti provádí výhradně bezprostředně nadřízený pracovník. Cílem zácviku je seznámit nového zaměstnance s pracovištěm, kde bude pracovní funkci vykonávat, s ostatními pracovníky, s pracovními úkoly, které bude plnit, s právy a povinnostmi zaměstnance a organizací práce útvaru. Součástí instruktaže na pracovišti je seznámení se základy bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, s nebezpečím havárií a ochranou životního prostředí v místě výkonu pracovní funkce. Zaměstnanec je proškolen z požární ochrany dle osnovy školení pro zaměstnance.

Hodnocení adaptačního procesu nového zaměstnance probíhá po uplynutí druhého měsíce trvání pracovního poměru nového zaměstnance, formou řízeného rozhovoru s cílem zjistit míru naplnění očekávání zaměstnance a potřeby nového zaměstnance nutné k výkonu pracovní funkce. Hodnocení provádí ŘS písemnou formou.

Kontrola a aktualizace kvalifikačních požadavků

Vedoucí pracovníci DANSGAS s.r.o. zodpovídají za aktuálnost kvalifikačních požadavků příslušných podřízených funkcí s ohledem jak na změny v organizaci, tak s ohledem na vzrůstající požadavky na odbornost. Kontrola plnění ustanovení této směrnice se provádí v rámci interních provere. Jejich neplnění je důvodem pro uložení opatření k nápravě a prevenci.

3.) Problematika pracovních podmínek a pracovního prostředí

Vedení si uvědomuje význam pracovních podmínek a úrovně pracovního prostředí na spolehlivost člověka při výkonu pracovních pozic s velkou odpovědností (např. funkce řidič ADR, obsluha tlakových zařízení, revizní technik, apod.) a následky případných selhání doprovázeném často časovým a jiným tlakem. ŘS má za povinnost sledovat parametry pracovního prostředí a pracovních podmínek v souvislosti s možným ovlivněním spolehlivosti lidského činitele a případné nedostatky operativně řešit. Řadoví pracovníci mají povinnost upozorňovat na nedostatky v bezpečnosti a hygieně práce. ŘS musí na tyto připomínky jednotlivých pracovníků reagovat a zavést opatření k postupnému zlepšování parametrů pracovního prostředí.

Závěry:

- Problematika faktorů pracovního prostředí v podniku je řešena v rámci plnění povinností podle zákoníku práce v platném znění (tj. provést požadované hodnocení pracovních rizik). V rámci hodnocení těchto rizik jsou všichni zaměstnanci podniku seznámeni s riziky, která je ohrožují. Pracovní prostředí je kontrolováno, včetně měření parametrů vybraných faktorů.
- Realizovaný systém práce v DANSGAS s.r.o. odpovídá požadavkům zákoníku práce v posledním znění. Činnost v rámci některých hodnocených pracovních pozic (funkcí) lze charakterizovat jako psychicky i fyzicky zatěžující, ovšem s dostatečnou variabilitou jednotlivých pracovních úkonů.
- Případné symptomy zhoršování pracovního klimatu (např. konflikty mezi pracovníky, jednotliví pracovníci narušující klidnou pracovní atmosféru atd.) na pracovištích jsou řešeny na pracovních poradách a v případě nutnosti ŘS.

4.) Problematika komunikace v podniku, percepce a sdělování rizik

V rámci podniku jsou vytvořeny a udržovány postupy:

- Interní komunikace mezi ŘS a zaměstnanci každodenním pracovním kontaktem,
- Přijímání, dokumentování a odezva na zásadní podněty, otázky a obavy od externích zainteresovaných stran,
- Informování o stavu PZH a dopadech spojených s činnostmi a službami podniku.

Každá komunikace má svoje specifika, zvláště při krizových situacích, které lze charakterizovat vlastnostmi jako: aktuálnost, pravdivost, jednoznačnost, závažnost, závaznost, odpovědnost, rozhodnost, adresnost, citlivost a vstřícnost.

Cíle komunikování uvnitř i mimo podnik jsou následující:

- Předávat informace a hlášení.
- Udržovat komunikační vztahy se zainteresovanými stranami a respektovat jejich názory a obavy.
- Využívat poznatky ze zpětné vazby a z analýz případů.
- Vytvářet a zlepšovat image podniku.

Nástrojem komunikace jsou osobní jednání mezi jednotlivci nebo skupinami, písemná sdělení nebo protokolární dokumentace, společně sdílené databáze a informační systémy, jednostranná komunikace prostřednictvím médií.

Formy komunikace uvnitř firmy:

- informace v rámci řízení
- školení
- zprávy, podklady pro přezkoumání
- tabule, vývěsky

Formy komunikace vně podniku:

- zákonná hlášení státní správě
- informace místní samosprávě
- výroční zpráva
- propagační tiskoviny
- semináře, konference
- příspěvky v odborných časopisech
- média
- pracovní setkání s představiteli státní a místní správy

- informace poskytované zaměstnanci podniku a jejich rodinnými příslušníky

Externí komunikace

Vytváří vztahy firmy se zainteresovanými stranami a vnějšími složkami. Vnější komunikování slouží ke zviditelnění podniku, k vysvětlování aktivit a problémů, k omluvě za negativní dopady při mimořádných událostech, k prezentaci politiky a profilu, k prosazování podnikatelských aktivit. Vnější komunikování zajišťuje výměnu informací s vnějším prostředím zejména v oblastech podnikatelské aktivity, PZH, odpovědné chování vůči veřejnosti a životnímu prostředí.

Krizová komunikace

Jedná se o vnitřní a vnější komunikování v situacích, které mohou ohrozit životy a zdraví lidí v podniku i v jeho okolí, které mohou ohrozit kvalitu přírodních složek životního prostředí.

5.) Havarijní výcvik

Pro omezení dopadu a rozsahu případných vnějších či vnitřních průmyslových havárií, kdy následkem požáru, výbuchu, poruchy technického zařízení či havárie dojde ke vzniku škody, se organizuje protihavarijní výcvik. Každý zaměstnanec společnosti i externí pracovník, který zjistí vznik požáru nebo výbuchu je povinen:

- jestliže zpozoruje požár, použít k jeho uhašení všechny dostupné prostředky,
- jestliže zjevně nestačí fyzicky sám požár zlikvidovat či lokalizovat neprodleně přivolat HZS, apod., o takové události informovat svého nejbližšího nadřízeného,
- na havárii upozornit své spolupracovníky,
- dbát pokynů velitele zásahu,
- plnit příkazy vedoucího směny.

❖ Protihavarijní výcvik

Podstata protihavarijního výcviku spočívá v simulování mimořádných situací (havárií), které jsou proškoleny a přezkušovány v rámci pravidelných školení o bezpečnosti práce a požární ochraně. Cílem výcviku je nacvičování rychlých a účinných způsobů činností vedoucích ke zmírnění důsledků havárií a minimalizaci příp. škod nebo újmy na zdraví pracovníků závodu a obyvatelstva regionu při úniku nebezpečných látek, ověření způsobu vyhlášení požárního poplachu a přivolání pomoci, ověřování úplnosti a správnosti požárního evakuačního plánu, znalost rozmístění protihavarijních prostředků.

Podle druhu se dělí při výcviku průmyslové havárie v podniku na:

- Havárie spojené s únikem nebezpečných látek v areálu DANSGAS s.r.o.;
- Havárie vyplývající z vlastní povahy provozovaných činností ve společnosti a z rizika používaných ostatních nebezpečných látek (únik NL, BLEVE, požár, Fire Jet, exploze VCE, Flash Fire);

Výcviku se zúčastňují pracovníci DANSGAS s.r.o. dle jejich pracovního zařazení a podle předem určených povinností uvedených v bezpečnostním programu, provozních předpisech nebo v požárním řádu. Rozsah spolupráce s HZS nebo jinými složkami v podniku je určen programem a náplní jednotlivých cvičení.

Protihavarijní výcvik se provádí dle vzniklé potřeby na základě rozhodnutí jednatele nebo ŘS.

6.) Vyšetřování nehod a havárií

Hlášení a šetření mimořádných událostí

V areálu platí povinnost pracovníků hlásit všechny mimořádné události dle ustanovení příslušných směrnic. Pro šetření mimořádné události – havárie jsou postupy stanoveny:

- Pro závažné havárie zákonem č. 224/2015 Sb. a jeho vyhláškami.

- Pro technická zařízení a technologické anomálie spolupráce s IBP, ITI, apod.

Všechny mimořádné události jsou evidovány písemně (tj. je zaznamenán čas, místo, průběh, ohlašovatel, činnosti a opatření atd.). Tyto údaje slouží k následnému šetření a komunikaci. Jedná se o komisionální šetření, vypracování zprávy včetně návrhů opatření a jejich kontroly.

Určení příčin mimořádných událostí (MÚ)

-Stanovení příčin vzniku mimořádných událostí musí předcházet objektivní posouzení dodržení či porušení provozních technologických, bezpečnostních a požárních předpisů, českých norem, řídicích a organizačních norem podniku, pracovního řádu apod.

-Při stanovování příčin se zjišťuje porušení nebo nerespektování předpisů, které mají vliv na vznik události všech zaměstnanců na všech stupních pracovního procesu. Je nezbytné odůvodnit stanovenou verzi a vyloučit ostatní možné verze vzniku.

-V případě, že není příčina jednoznačně zjištěna, je nutno uvést možné verze na základě zjištěných poznatků (ohledání místa, výpovědi svědků, výsledky technických zkoumání, odborná vyjádření apod.).

-Zvláštní důraz je kladen na řádné vyšetření primárních příčin vzniku mimořádné události v souvislosti se selháním nebo chybováním lidského činitele. Vyšetřování podle dosavadních zkušeností probíhá důsledně s důrazem na zjištění skutečné příčiny vzniku. S výsledky vyšetřování jsou seznámeni všichni pracovníci, jichž se týká.

-V případě zjištění, že příčinou vzniku mimořádné události bylo hrubé zanedbání nebo porušení předpisů konkrétními pracovníky je toto řešeno odpovídajícím způsobem (osobní postihy, přerazení na jiné pracoviště atd.).

-Každá zpráva o vyšetření události obsahuje informace o přijatých opatřeních a po projednání v poradě vedení se případ od případu projednává i na úrovni provozů a celého podniku.

3. Hodnocení rizik

3.1 Hodnocení přijatelnosti rizika závažných havárií

Skupinové riziko scénáře závažné havárie pro okolí hodnoceného objektu se považuje za přijatelné, jestliže platí: $F_h < F_p$,

kde pro F_p platí vztah: $F_p = 1.10^{-3} / N^2$,

kde

F_p - přijatelná roční frekvence závažné havárie,

N – odhad počtu usmrcených osob.

Aby bylo riziko dané havárie hodnoceno jako přijatelné, musí být součin její frekvence (F) a druhé mocniny následků (N^2) menší nebo rovný hodnotě 10^{-3} ($F \times N^2 \leq 10^{-3}$).

V následující Tabulce 3-1 jsou uvedeny a hodnoceny scénáře, kde odhad počtu fatálních zranění je min. 1 osoba a více.

Tabulka 3-1: Hodnocení přijatelnosti rizika ZH v DANSGAS s.r.o.

Scénář	Frekvence pro 1 zařízení (rok ⁻¹)	Frekvence pro 2 nebo více zařízení	Směr větru	Četnost větru	Odhad počtu úmrtí na zasaženém území	$F_p \times N^2$	Hodnocení přijatelnosti $F_p \times N^2 \leq 10^{-3}$
		(rok ⁻¹)			N (osob)		
ZX-1a BLEVE	1,75E-07	3,50E-07			6	1,26E-05	přijatelné
ZX-1b FF1	4,50E-08	9,00E-08			1	9,00E-08	přijatelné
ZX-1c VCE1	3,00E-08	6,00E-08			1	6,00E-08	přijatelné
ZX-1d FF2	7,50E-08	1,50E-07	J	8,00E-02	10	1,20E-06	přijatelné
		1,50E-07	JV	1,78E-01	11	3,23E-06	přijatelné
		1,50E-07	JZ	6,12E-02	7	4,50E-07	přijatelné
ZX-1e VCE2	5,00E-08	1,00E-07	J	8,00E-02	0	-	
		1,00E-07	JV	1,78E-01	1	1,00E-07	přijatelné
		1,00E-07	JZ	6,12E-02	0	-	-
ZX-3b FF	1,92E-07	7,68E-07	J	8,00E-02	1	6,14E-08	přijatelné
		7,68E-07	JV	1,78E-01	1	1,37E-07	přijatelné
		7,68E-07	JZ	6,12E-02	1	4,70E-08	přijatelné
Z1,Z2-1 BLEVE	1,75E-07	8,75E-07			3	7,88E-06	přijatelné
Z1,Z2-2 FF1	4,50E-08	2,25E-07			1	2,25E-07	přijatelné
Z1,Z2-3 VCE1	3,00E-08	1,50E-07			1	1,50E-07	přijatelné
Z1,Z2-4 FF2	7,50E-08	3,75E-07	J	8,00E-02	2	1,20E-07	přijatelné
		3,75E-07	JV	1,78E-01	2	2,67E-07	přijatelné
		3,75E-07	JZ	6,12E-02	2	9,18E-08	přijatelné
Z1,Z2 - B FF	1,92E-07	1,92E-06	J	8,00E-02	1	1,54E-07	přijatelné
		1,92E-06	JV	1,78E-01	1	3,42E-07	přijatelné
		1,92E-06	JZ	6,12E-02	1	1,18E-07	přijatelné

Závěr:

Grafické znázornění skupinového rizika nebylo použito, neboť míra rizika $R (=N \times F_p)$ leží spolehlivě v intervalu $2,1 \times 10^{-6}$ až 9×10^{-8} události/rok. Skupinové riziko ohrožení vnějšího okolí je hodnoceno vzhledem k extrémní nepravděpodobnosti realizace fatálních scénářů jako přijatelné, není potřebné stanovovat další organizační a technická opatření ke snížení tohoto rizika, termíny jejich realizace apod. Riziko vůči vlastním zaměstnancům je rovněž přijatelné.

3.2 Celkové hodnocení rizika objektu

Provoz zařízení DANSGAS s.r.o. je založen na skladování a distribuci zkapalněných vysoce hořlavých plynů typu LPG. Vedle této hlavní činnosti je v areálu provozována vlastní ČS LPG a Plnírna PB.

Vyhodnoceným efektům a směrovému působení větru byly přidruženy zóny dosahu rozptýlu migrujícího mraku LPG pro propan i butan s odhadem pravděpodobnosti a možné fyzikální následky na zdraví a životech. Výsledkem tohoto postupu je, že závažně ohrožena po fatální havárii při skladování/stáčení LPG, vzhledem k dosahu efektivních koncentrací LPG na DMV, může být cca 70 m vzdálená, pod úrovní areálu umístěná veřejná ČS PASOIL Žandov a přilehlá okolní zástavba při J, JV a JZ směru větru (cca 90° sektor ze zdrojů rizika). Dosahy rozptýlu migrujícího mraku LPG pro propan i butan pro ostatní směry větru jsou situovány buď do neobydlených částí v okolí areálu anebo přesahují nepatrně, kde mohou být zasaženy pouze nahodile se vyskytující osoby.

Každá anomálie v provozní činnosti během stáčení, apod. vede k okamžitému přerušení technologického postupu, aby nedošlo k výronu LPG. Pro trvalý monitoring činností v areálu je instalován rozsáhlý kamerový systém, kterým ředitel společnosti sleduje a kontroluje průběh prací při stáčení/plnění AC, provoz ČS LPG, Plnírny PB, monitoruje stav u brány a sleduje pohyb osob v areálu. Provozní anomálie se vždy řeší okamžitým přerušením technologického procesu, odstraněním příčin vzniklé anomálie, apod. ve smyslu pokynů v Provozním řádu apod. Ředitel společnosti je zodpovědný za ekonomický a bezpečný provoz zařízení, neboť navíc působí jako revizní technik v daném profesním oboru.

Analýza rizika splnila všechna kritéria a požadavky vyplývající ze zákona č. 224/2015 Sb. a prováděcí vyhlášky 227/2015 Sb., tj. byly odhadnuty následky a četnosti jednotlivých havárií (probíhajících podle stanovených scénářů) a bylo zhodnoceno riziko. Lze konstatovat následující:

- Vzhledem k výhodnému umístění areálu může dojít k ohrožení vnějšího okolí následky havárie z areálu DANSGAS s.r.o. prakticky výhradně ve směru J, JV a JZ směrů větru, tzn. při krajně nepravděpodobném fatálním účinku havárie z areálu DANSGAS s.r.o. může být smrtelně zasaženo max. 0 – 11 cizích osob uvnitř a vně areálu DANSGAS s.r.o., a proto v návaznosti na hodnocení přijatelnosti rizika je riziko ohrožení vnějšího okolí **hodnoceno jako přijatelné** a není potřebné stanovovat další organizační a technická opatření ke snížení tohoto rizika.
- Střední míra úmrtí ($SMÚ$) = $6,84 \cdot 10^{-6}$ úmrtí/rok.
- Kritérium přijatelnosti individuálního rizika pro obyvatelstvo v okolí existujícího zařízení podle holandského přístupu lze vyjádřit: 10^{-5} /rok. V případě DANSGAS s.r.o. je průměrné individuální riziko úmrtí osob vně areálu (PIR) = $SMÚ/Q_R = 6,84 \cdot 10^{-8}$ /rok. Individuální riziko úmrtí osob vně areálu je proto hodnoceno jako velmi nízké.
- Areál DANSGAS s.r.o. představuje pro okolní občanskou zástavbu, místa kumulovaného výskytu osob, hospodářská zvířata, apod. velmi malé riziko s následkem smrti, vzniku velkých materiálních škod apod. **Skupinové riziko je proto hodnoceno jako přijatelné.**

3.2.1 Bezpečnostní technická a organizační opatření

V areálu DANSGAS s.r.o. nebyly vyhodnoceny nepřijatelné zdroje rizika, a proto nemusí být přijímána další nápravná opatření, vytvářen plán realizace speciálních opatření na snížení nepřijatelného rizika a systém kontroly plnění tohoto plánu. Provozovatel navíc sám v současné době

provádí rozsáhlou výměnu skladovacích nádrží 4,85 m³, potrubních systémů, apod., provádí pravidelné revize zařízení. Pokud by byla rozšiřována kapacita úložišť, lze doporučit podzemní instalaci nádrží LPG, kde efekt BLEVE nemůže nastat.

Areál DANSGAS s.r.o. je monitorován kamerovým systémem s možností záznamu na harddisk počítače. Kamerový systém je vyveden do PC sítě společnosti s možností sledování na počítačích zapojených v této síti a na mobilním telefonu ŘS. Provozní anomálie v areálu DANSGAS s.r.o. se vždy řeší okamžitým přerušením technologického procesu, odstraněním příčin vzniklé anomálie, apod. ve smyslu pokynů v Provozním řádu apod. Ředitel společnosti je zodpovědný za ekonomický a bezpečný provoz zařízení a navíc působí jako uznávaný revizní technik v daném profesním oboru.

Bezpečnostní opatření k zastavení rozvoje závažné havárie lze formulovat do následujících zásad:

- ***Dodržovat bezpečnostní předpisy a pracovat jen podle schválených a bezpečných postupů,***
- ***odstraňovat zdroje možného vznícení,***
- ***nevystavovat zařízení působení elektrického proudu nebo působení sálavých zdrojů tepla,***
- ***při vzniku havárie ihned varovat všechny osoby a cizí subjekty v okolí,***
- ***hoří-li náklad na motorovém vozidle, apod. – ihned použít vhodný přenosný hasicí přístroj,***
- ***hoří-li vozidlo - použít všechny dostupné vhodné hasicí prostředky s cílem zabránit přenosu požáru a snažit se přesunout vozidlo do otevřeného prostoru mimo ČS LPG, Plnírnu PB a úložišť č. 1 a č. 2,***
- ***provádět předepsané revize a kontroly zařízení,***
- ***používat pouze schválené pracovní nástroje, osobní a ochranné pracovní prostředky.***

Veškeré manipulační plochy jsou zpevněné, zabezpečené proti úniku do dešťové kanalizace.

Požadavky na trvalé snižování rizika vzniku ZH a omezení možných následků jsou v DANSGAS s.r.o. řešeny pravidelnou revizí zařízení, 2 stupňovou kontrolou průběhu čerpání/stáčení z AC, denní vizuální kontrolou zařízení + kamerový systém, logistickými opatřeními uvnitř areálu. V praxi je množství skladovaných vysoce hořlavých zkapalněných plynů zpravidla pod projektovou obložeností.

Opatření organizačního charakteru zahrnují:

- Provádění pravidelných provozních prohlídek, kontrol, zkoušek a revizí a řádné vedení řízené dokumentace.
- Zajišťování údržby a oprav v potřebném rozsahu s dodržováním stanovených bezpečných postupů.
- Pravidelná školení pracovníků v oblasti bezpečnosti práce, vedení průkazných záznamů o přezkoušení, včetně činností při havarijních situacích.
- Řádné vedení provozních záznamů (evidence poruch a závad a způsob jejich řešení, evidence provozních stavů zařízení, apod.).

4. Seznam informačních zdrojů a metodik použitých při analýze rizika a jejich popis

Použité informační zdroje a metodiky jsou uvedeny buď přímo v textu anebo v seznamu použité literatury. Nebyly použity nepublikované metodiky. Identifikace, prioritizace a ocenění nejzávažnějších zdrojů rizika pro účely analýzy a hodnocení rizika v rámci zákona 224/2015 Sb. byla provedena podle zásad uváděných v metodice TNO (CPR 18E - Guidelines for Quantitative Risk Assessment, „Purple Book“, Committee for Prevention of Disasters, Haag, 1999) + Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.1-Module C, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Centre for External Safety the Netherlands, 2009) výpočtem tzv. selektivního čísla S^F pro látky hořlavé.

K určení scénářů havárií byla použita analýza metodou ETA. Takto byly identifikovány možné iniciační události, označeny jednotlivé scénáře a predikovány obecně možné následky stěžejních havarijních událostí.

Pro matematické modelování příslušných havárií byla určena hodnotící kritéria a na základě nich pak následně vyhodnocovány možné fyzikální následky.

Vyhodnoceným efektům a směrovému působení větru byly přidruženy zóny dosahu rozptylu migrujícího mraku LPG pro propan i butan s odhadem pravděpodobnosti a možných následků na zdraví a životech.

Výsledkem tohoto postupu bylo, že závažně ohrožena po fatální havárii při skladování/stáčení LPG, vzhledem k dosahu efektivních koncentrací LPG na DMV, může být cca 70 m vzdálená, pod úrovní areálu umístěná veřejná ČS PASOIL Žandov a přilehlá okolní zástavba při J, JV a JZ směru větru (cca 90° sektor ze zdrojů rizika).

Dosahy rozptylu migrujícího mraku LPG pro propan i butan pro ostatní směry větru jsou situovány buď do neobydlených částí v okolí areálu anebo přesahují nepatrně, kde mohou být zasaženy pouze nahodile se vyskytující osoby.

5. Použitá dokumentace a literatura

Kromě dokumentace a literatury, která již byla uvedena v jednotlivých kapitolách, bylo čerpáno z následujících pramenů:

- 1) Guidelines for Chemical Process Quantitative Risk Analysis, N. Y., 1989.
- 2) Emergency Response Guidebook, N. Y., 2000.
- 3) Kletz T.: Learning from accidents, 1994.
- 4) Guidelines for Process Equipment Reliability Data, N. Y., 1989.
- 5) Bruce E. Poling, John M. Prausnitz, John p. ÓConnell: The Properties of Gases and Liquids, 5. edice, McGraw-Hill, 2000.
- 6) Gilbert F. Kinney, Kenneth J. Graham: Explosive shocks in air.
- 7) Guidelines for Quantitative Risk Assessment, CPR 18E, Committee for the Prevention of Disasters, Den Haag, 1999.
- 8) Reference Manual Bevi Risk Assessments version 3.1-Module C, National Institute of Public Health and the Environment (RIVM), Centre for External Safety the Netherlands, 2009.
- 9) J. Damec: Protivýbuchová prevence.
- 10) ZHU Changlonga, JIANG Junchenga, YUAN Xiongjun: Study on ignition probability of flammable materials after leakage accidents, International Symposium on Safety Science and Technology 2012
- 11) Dokumentace TNO: Green, Yellow, Red, Purple Book.
- 12) Lees, F. P.: Loss Prevention, 2005, 2006.
- 13) Výpočetní programy autora AR.
- 14) Methods for calculation of physical effects, Chapter 7 a 8, TNO, Nizozemí.
- 15) Podklady předané zpracovateli firmou DANSGAS s.r.o.
- 16) Metodický pokyn odboru environmentálních rizik MŽP pro hodnocení možnosti vzniku kumulativních a synergických účinků závažné havárie. Internet (<http://www.vubp.cz/oppzh>): Kostra metodologie podrobného hodnocení rizika závažné havárie pro zpracování bezpečnostní zprávy.
- 17) Coulson and Richardson's: Chemical Engineering Design, Elsevier, 4. vydání, 2005.
- 18) Metodické pokyny VÚBP a MŽP.
- 19) E. J. Bernechea, J. Arnaldos Viger: Safety Science 51 (2013) 49–62.