



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

**Likvidace úniku propylenu v areálu
Synthomer a.s. v Sokolově**

**Liquidation of leakage of propylene in
Synthomer a.s. in Sokolov**

Diplomová práce

Studijní program: Civilní nouzové plánování

Autor diplomové práce: Bc. Michal Zubanič

Vedoucí diplomové práce: Ing. Martin Tomášek, MBA

Kladno 2021



ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Zubanič** Jméno: **Michal** Osobní číslo: **492539**
Fakulta: **Fakulta biomedicínského inženýrství**
Garantující katedra: **Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**
Studijní program: **Civilní nouzové plánování**

II. ÚDAJE K DIPLOMOVÉ PRÁCI

Název diplomové práce:

Likvidace úniku propylenu v areálu Synthomer a.s. v Sokolově

Název diplomové práce anglicky:

Liquidation of Leakage of Propylene in Synthomer a.s. in Sokolov

Pokyny pro vypracování:

Předmětem diplomové práce bude analýza úniku propylenu z provozu společnosti Synthomer a.s. v Sokolově. Teoretická část práce se bude zabývat současným stavem dané problematiky, kdy budou popsány vlastnosti propylenu a jeho skladování v návaznosti na stávající bezpečnostní opatření. Dále zde budou popsány možnosti ohrožení pro okolní obyvatelstvo a životní prostředí. Praktická část práce bude zaměřena na analýzu rizik areálu. Pomocí softwarových nástrojů, které budou použity v praktické části práce, bude vymodelován možný únik propylenu z areálu a analyzován jeho dopad na okolní obyvatelstvo a životní prostředí. Na základě provedených analýz a jejich výsledků budou navržena preventivní opatření ke snížení rizik a postupy, které přispějí k efektivnímu řešení mimořádných událostí s únikem propylenu z areálu.

Seznam doporučené literatury:

- [1] BARTLOVÁ, Ivana, BALOG, Karol, Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií, ed. 2., Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, ISBN 978-80-7385-005-0
- [2] SMETANA, Marek, KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše, KRATOCHVÍLOVÁ, Danuše ml., Havarijní plánování: varování, evakuace, poplachové plány, povodňové plány, Brno: Computer Press, 2010, 166 s., ISBN 978-80-251-2989-0
- [3] ŠENOVSÝ, Michail, BALOG, Karol, HANUŠKA, Zdeněk, ŠENOVSÝ, Pavel, Nebezpečné látky II, Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007, ISBN 978-80-7385-000-5

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

Ing. Martin Tomášek, MBA

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **21.09.2020**

Platnost zadání diplomové práce: **18.09.2022**


prof. MUDr. Leoš Navrátil, CSc., MBA, dr.h.c.
podpis vedoucí(ho) katedry


prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA
podpis děkana(ky)

III. PŘEVZETÍ ZADÁNÍ

Student(ka) bere na vědomí, že je povinnen(a) vypracovat diplomovou práci samostatně, bez cizí pomoci, s výjimkou poskytnutých konzultací. Seznam použité literatury, jiných pramenů a jmen konzultantů je třeba uvést v diplomové práci.

20. 4. 2021

Datum převzetí zadání

[Handwritten Signature]

Podpis studenta(ky)

PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Likvidace úniku propylenu v areálu Synthomer a.s. v Sokolově vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

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

V Sokolově dne 24.03.2021

Bc. Michal Zubanič

PODĚKOVÁNÍ

Tímto děkuji Ing. Martinu Tomáškoví, MBA za odborné vedení mé diplomové práce. Dále bych chtěl poděkovat vedoucím pracovníkům podniku Synthomer a.s. za poskytnutí informací a pomoc při zpracování této práce.

ABSTRAKT

Práce analyzuje nastavení systému bezpečnostních předpisů a krizového řízení ve společnosti Synthomer a.s. z pohledu možného úniku propylenu ze skladového hospodářství podniku. Za využití softwarového programu popisuje dvě reálné provozní varianty úniku masivního množství nebezpečné látky. Predikuje následky havárie pro nejbližší okolí chemického podniku. Výsledek modelace ověřuje hypotézu softwarového nástroje, jako efektivního doplňku moderního krizového managementu.

Klíčová slova

Krizové řízení; Havarijní plán; Skladové hospodářství; Chemická výroba; Propylen; Modelování krizových situací; Únik nebezpečných látek.

ABSTRACT

The thesis analyses the setting of the safety regulations system and crisis management in the enterprise Synthomer a.s. in view of the possible leakage of propylene from its warehouse. Using the software program, it describes two real operational options of the leakage of massive amount of a hazardous substance. The thesis also predicts the consequences in case of an incident for the immediate vicinity of this chemical enterprise. The result of the crisis situation model verifies the hypothesis of the software program as an effective complement to modern crisis management.

Keywords

Crisis management; Emergency plan; Warehouse management systém; Chemical Production, Propylene; Crisis situation model; Leakage of hazardous substances.

Obsah

1	Úvod.....	11
2	Cíle práce a metodika	13
2.1	Cíle práce	13
2.2	Metodika	14
3	Bezpečnost a krizové řízení chemického průmyslu.....	16
3.1	Chemický průmysl jako zdroj rizik	16
3.2	Chemický průmysl ČR z pohledu bezpečnosti.....	17
3.3	Dopady havárií a katastrof chemické výroby	18
3.3.1	Únik toxických látek	19
3.3.2	Toxikologické aspekty požárů chemické výroby	20
3.3.3	Nebezpečné jevy při chemických haváriích.....	20
3.3.4	Příčiny chemických havárií.....	21
3.3.5	Chemické havárie v ČR.....	21
3.4	Charakteristika propylenu	22
3.4.1	Základní fyzikální a chemické vlastnosti propylenu	23
3.4.2	Využití propylenu v chemickém průmyslu a specifika jeho skladování.....	24
3.4.3	První pomoc při ohrožení propylenem.....	24
3.4.4	Hašení požáru propylenu	25
3.5	Krizové řízení.....	25
3.5.1	Vymezení vybraných pojmů z oblasti krizového řízení.....	26
3.5.2	Krizová komunikace	27
3.5.3	Prostředky krizové komunikace	28

3.6	Právní úprava a vybrané dokumenty krizového řízení v ČR.....	29
3.6.1	Zákony, vyhlášky a nařízení vlády krizového řízení ČR.....	29
3.6.2	Koncepční dokumenty krizového řízení ČR.....	31
3.6.3	Interní akty krizového řízení	32
3.6.4	Havarijní plánování	32
3.6.5	Vnitřní havarijní plán chemického zařízení	34
3.7	Integrovaný záchranný systém.....	35
3.7.1	Složky IZS.....	36
3.7.2	Řízení IZS	37
3.8	Jednotky HZS u právnických a podnikajících fyzických osob	39
3.8.1	Vznik podnikových HZS.....	39
3.8.2	Organizace a odborná příprava v podnikových jednotkách HZS	40
3.9	Modelování šíření toxikologických látek	41
4	Synthomer a.s.	43
4.1	Historie podniku.....	44
4.2	Vznik podnikového hasičského sboru	45
4.3	Situační analýza skladového hospodářství propylenu	46
4.3.1	PS-11 - Sklad a stáčení propylenu	48
4.3.2	PS-24 - Rozptylový komín.....	48
4.3.3	Stáčení propylenu.....	49
4.3.4	Skład propylenu	50
4.3.5	Expedice.....	51
4.3.6	Odpadní látky a způsob jejich likvidace.....	52

4.4	Kontrola skladového hospodářství PP	54
4.4.1	Kontrola zařízení	54
4.4.2	Kontrolní činnost obsluhy	55
4.4.3	Měřicí přístroje	56
4.4.4	Systém detekce poruchových a havarijních stavů	57
4.4.5	Indikace úniku a výronů propylenu	58
5	Modelování	62
5.1	Modelování výbuchu propylenu	63
5.1.1	Situační analýza případu	63
5.1.2	Vstupní data případu	63
5.1.3	Výstupy modelace	66
5.1.4	Mapový zakres	69
5.2	Modelování šíření úniku propylenu	69
5.2.1	Situační analýza případu	70
5.2.2	Vstupní data případu	70
5.2.3	Výstupy modelace	71
5.2.4	Mapový zakres	72
6	Diskuze	74
7	Závěr	77
8	Seznam použitých zkratk	79
9	Seznam použité literatury	81
10	Seznam použitých obrázků	88
11	Seznam použitých tabulek	89
12	Seznam Příloh	90

1 ÚVOD

Ve vyspělém industriálním světě, jehož součástí je i průmyslová výroba chemických sloučenin, je předcházení havárií a ochrana veřejného zdraví a hodnot, nedílnou součástí kvalitní manažerské strategie. Odborně zpracované plány krizového řízení představují nástroj k překonávání krizových stavů a minimalizaci možných dopadů nenadálých provozních situací. Zahrnují postupy od fáze jejich rozpoznání, přes jejich zvládnutí, až po odstranění vzniklých následků. K modelování bezpečnostních rizik je dnes již velmi efektivně využívána výpočetní technika.

Předložená práce rozebírá vnitropodnikové dokumenty bezpečnostní strategie společnosti Synthomer a.s., které slouží jako interní opatření pro zvládnutí krizových událostí. Záměrem podrobné analýzy těchto postupů, je získat ucelené poznatky o tom, zda jsou uvedené nástroje krizového plánu společnosti Synthomer a.s. nastaveny komplexně tak, aby v maximální možné míře reflektovaly specifika průmyslové výroby chemikálií, i možná rizika a ohrožení, která mohou při výrobě a manipulaci v podnikovém provozu nastat.

Popis strategických krizových dokumentů sleduje čistě technická opatření, vedoucí k prevenci a kontrole podnikových procesů, na jejichž základě poté bude do systému krizové strategie podniku implementován další doplněk – **softwarový nástroj** pro predikce ohrožení únikem propylenu, který umožní simulovat variace úniku propylenu, s ohledem na konkrétní situační dispozice provozu. Softwarová simulace napomůže přesnější koordinaci záchranných složek při nenadálé situaci a umožní predikovat širší aspekty dopadů rizika pro obyvatelstvo a životní prostředí, které tyto události doprovází.

Ambicí autora práce je implementace softwarového nástroje do procesů krizového řízení společnosti Synthomer a. s., s cílem prokázat pozitivní přínos počítačové modelace, jako sofistikovaného doplňku, na zvýšení úrovně

bezpečnosti a ochrany, před rizikovými událostmi propylenového provozu šetřené společnosti.

Téma diplomové práce z oblasti bezpečnostních opatření ochrany obyvatel, životního prostředí a majetku, je autorovi profesně blízké, jelikož je jako hasič zaměstnán již 21 let. V této profesi dokonce posledních 3 roky vykonává funkci velitele hasičské stanice šetřeného podniku, společnosti Synthomer a.s. Tématu práce se profesně věnuje a zjištěné výsledky mohou sloužit jako podklad pro další praktická profesní opatření v rámci jeho služebního zařazení, které je spjato s ochranou obyvatel a majetku.

2 CÍLE PRÁCE A METODIKA

Hlavním cílem diplomové práce je efektivní implementace **softwarového (SW) nástroje do interních bezpečnostních prostředků společnosti Synthomer a.s.**

Stanoveného cíle bude dosaženo na základě využití predikce počítačové simulace. Případové simulace mohou optimálně doplnit dokumentaci podnikových procesů při úniku propylenu a zvýšit tak efektivitu bezpečnostních opatření podniku. Práce si klade za cíl prověřit hypotézu **optimálního nastavení současné strategie krizového plánu** ve společnosti Synthomer a.s., výrobce průmyslových chemických sloučenin, pro případ provozního úniku propylenu.

2.1 Cíle práce

Ke splnění hlavního cíle práce, návrhu SW nástroje pro simulaci úniku propylenu, je třeba v několika dílčích cílech zhodnotit nastavení stávajícího systému krizového řízení, interně vydaných krizových strategických dokumentů, metodických podpor a ověřit jejich soulad s platnou legislativou oblasti.

Pro zdárné pochopení nastavení interních bezpečnostních předpisů, bude důležité popsat **vlastnosti a specifika vyráběné chemické látky – propylenu**, jeho **skladování a bezpečnostní zacházení** při manipulaci. Dále se práce bude zabývat **platnou legislativou**, která řeší bezpečnostní opatření při výrobě, skladování a manipulaci s nebezpečnými látkami, s ohledem na ochranu zdraví, životního prostředí a majetku. Nutné bude definovat možná **ohrožení a následky havárií** úniku nebezpečných látek. Možné důsledky chemických havárií slouží jako podklady pro opatření **krizových plánů**, jejichž úloha v krizovém řízení bude vysvětlena dále v teoretické části práce, která se opírá o prameny odborné literatury.

Teoretická část se dotkne také problematiky jednotek HZS podniku, formování jejich organizace a odborné přípravy. Závěr této části práce popíše princip využití počítačových programů, využívaných pro simulaci chemických havárií.

Praktická část práce v úvodu krátce představí **šetřený podnik v základních datech**. Poté, se zvláštním ohledem na bezpečnostní úskalí, popíše **podstatu provozu propylenové jednotky**. Následně bude analyticky rozebrána interní **bezpečnostní dokumentace** propylenové jednotky společnosti Synthomer a.s. Cílem analýzy bude **posoudit komplexnost a připravenost bezpečnostní dokumentace** z pohledu efektivní prevence k minimalizaci ohrožení obyvatel i prostředí.

Zjištěné závěry budou využity jako vstupní data kritérií pro optimální implementaci **SW nástroje**, který by měl jako sofistikovaný prostředek prevence, synergicky doplnit stávající bezpečnostní strategii šetřeného podniku.

Závěr práce pak přinese odpověď na otázky, zda je navrhovaná podpora SW nástroje efektivním doplňkem krizové strategie podniku, zda jsou modely predikce SW nástroje reálným přínosem pro krizové strategické plány šetřené společnosti a zda je opodstatněné, zařadit jej jako sofistikovaný prostředek, do praktického využití pro simulaci v oblasti prevence krizového řízení.

2.2 Metodika

Hlavní cíl práce bude rozdělen do několika dílčích cílů. Prvotním úkolem bude **analýza interních strategických dokumentů krizového řízení a metodických provozních předpisů**, vztahujících se k oblasti bezpečnosti práce. Cílem analýzy je ověřit komplexní nastavení systému bezpečnostního plánu šetřeného podniku.

K návrhu SW nástroje bude využito **explanace výsledků** předchozí analýzy a praktických zkušeností autora práce v oblasti krizového řízení, jako vstupních podkladů, pro **modelování** situační simulace reálného úniku propylenu v šetřeném podniku. Cílem modelování je zjistit rozsah a možné následky havárie propylenu v provozních podmínkách.

K ověření závěrečné hypotézy bude využito **komparace zjištěných výsledků analýzy strategických dokumentů a kritérií optimálního výběru modelačních funkcí SW nástroje**, sloužícího pro predikci následků rizikových situací při úniku propylenu v provozu skladového hospodářství společnosti Synthomer a.s.

3 BEZPEČNOST A KRIZOVÉ ŘÍZENÍ CHEMICKÉHO PRŮMYSLU

Vědecko-technický rozvoj společnosti je katalyzátorem pokroku lidské společnosti. Chemický průmysl se jako součást hospodářství začal rozvíjet v 18. století a odborné literatuře je definován jako: „ ... soubor výrobních oborů připravujících substance nových vlastností ze surovin pocházejících převážně z těžebního průmyslu modifikací jejich chemické struktury“ (Kassa a kol., 2006).

3.1 Chemický průmysl jako zdroj rizik

Vznik chemického průmyslu v prvopočátku souvisel s rozvojem průmyslu textilního. Prvotním impulsem bylo hledání metod urychlení bělení textilu. S postupnými objevy chemických látek a jejich vlastností byly tyto poznatky využívány pro modernizaci stávajících výrobních procesů s cílem získat konkurenční výhodu a ekonomický profit. S bouřlivým rozvojem chemického průmyslu v první polovině 19. století, kdy se podařilo vyvinout např. výrobu silných výbušnin jako nitrocelulóza, nitroglycerin a dynamit, již dochází i ke konfrontaci chemické výroby a jejích negativních externalit na okolí. Vedlejší vlivy chemického průmyslu nesouvisí jen se zhoršením životního prostředí bezprostředního okolí výrobního podniku, ale zejména s nebezpečím chemických havárií (Bubíková, 2013).

Chemický průmysl působí na životní prostředí **přímo**, vypouštěním odpadních látek do ovzduší a vody. **Nepřímo** poté vlivem své produkce a jejího použití a také při jejím odstranění v podobě odpadu. Z pohledu objemu znečišťujících látek vypouštěných do ovzduší je chemický průmysl až na pomyslném třetím místě za energetikou a hutnictvím. Patří mu však **první místo z pohledu toxicity a nebezpečnosti odpadních produktů** (PwC, 2018).

3.2 Chemický průmysl ČR z pohledu bezpečnosti

První průmyslové podniky s chemickou výrobou začaly v českých zemích vznikat od poloviny 19. století. Starší typy závodů jsou strategicky situovány u větších vodních toků v rovinném terénu. Dnešní nové technologie podniků nejsou již na vodní toky vázány. První subjekt chemické výroby - Spolek pro chemickou a hutní výrobu v Ústí nad Labem, byl založený v roce 1856 a stal se technickou inspirací pro další chemické podniky, jako Synthesia Pardubice, Spolana Neratovice, Chemické závody Sokolov (nyní Synthomer a.s.), MCHZ Hrušov či Tonaso Neštětice. V současnosti je v ČR chemický průmysl reprezentován přibližně 55 výrobními subjekty, které jsou rozmístěny po celém území ČR. Nejvyšší koncentrace chemické výroby je soustředěna v severozápadních Čechách, v oblasti vymezené prostorem Českého středohoří a Krušných hor a dále podél toku Labe. Na Moravě charakterizuje chemický průmysl spojnice Ostrava – Brno. Ve zbytku území republiky je chemická výroba rozmístěna nerovnoměrně a bez významnějších subjektů. (Kassa a kol., 2006).

Havarijní nebezpečnost chemických provozů je determinována řadou provozních i obecných faktorů. Tvoří je:

- množství surovin vstupujících do technologického procesu;
- typ a množství meziproduktů výroby;
- typ a množství produktů výroby;
- konfigurace terénu v okolí závodu;
- seizmická aktivita oblasti;
- meteorologické podmínky lokality;
- přítomnost velké vodoteče;
- vzdálenost podniku od obytných center (Kassa a kol. 2006).

3.3 Dopady havárií a katastrof chemické výroby

Zuzák a Königová (2009) definují **havárii jako situaci vznikající uvnitř podniku a související s jeho činností**. Uvádějí, že jsou důsledkem selhání lidského faktoru nebo technologického zařízení. Havárie zahrnují i navazující události, které souvisejí s výrobou podniku. Příkladem související události je například havárie kamionu, převážející chemické suroviny nebo hotové chemické výrobky.

Oproti tomu **katastrofy jsou důsledkem vnějšího působení přírodních vlivů** na podnik. Zdrojem jsou oheň, voda, sesuvy půdy, seizmické poruchy, vítr, sněhové kalamity apod. Následky havárií a katastrof jsou primárně zasažení lidé, kterým hrozí až ohrožení na životě. Dále je poškozeno životní prostředí, kde dochází k disbalanci přirozeného výskytu látek. Následkem poškození dojde ke změně skladby nebo úhynu živočišných a rostlinných druhů, změně přírodních podmínek oblasti (Černobylská havárie) a v konečném pořadí i majetku (Zuzák, Königová, 2009).

V souvislosti s havárií chemického podniku upadá i jeho image. Důsledky havárie, ať jsou následkem přírodních katastrof nebo lidského selhání, jsou veřejností obecně silně vnímány a mohou mít fatální dopad na další podnikovou výrobu. Podnik se tak může dostat do **procesních problémů**. Ve vleku špatné image, spojené s havárií nebo katastrofou, může nastat odliv poptávky, což vede k eskalaci hospodářských problémů a vybočení z normálu. Problémy přitahují nechtěnou mediální pozornost a výrobní podnik se tak dostává do hlubších multiplikačních problémů (Rais, 2007). Berlandi (2000) definuje podnikovou krizi jako **zlom v kontinuálním vývoji** podniku v důsledku ohrožení jeho dominantních cílů.

Shrivastava (1994) dělí příčiny krize podle zdroje. Zdroje krize mohou pocházet zevně podnikového prostředí, jako následek souhry negativních příčin. Vnitřní příčiny krize pramení ze špatného vedení a plánování. Všímá si také příčin podnikových krizí, které dělí na technickoekonomické nebo organizačně sociální.

Pro zmírnění následků havárií a katastrof podnik vypracovává strategický dokument, který se opírá o platnou legislativu oblasti a zohledňuje specifika výroby a varianty případných ohrožení, přičemž sleduje prevenci předcházení takových událostí (Smetana a kol., 2010).

3.3.1 Únik toxických látek

Rozlišujeme únik toxických látek **dvojího** druhu. V **prvním** případě je únik surovin, meziproductů a produktů spojen se zavedenou technologií. Únik může nastat po destrukci potrubí nebo zásobníku. Ve **druhém** případě je únik důsledkem nahodilé situace – požáru, povodně či jiné živelné síly, při které unikají látky, vzniklé chemickou přeměnou látek používaných v technologickém procesu. Tato hlediska musí být zapracována do havarijních plánů strategie krizového řízení podniku. Odlišnosti bezpečnostních postupů se odvíjí od fyzikálních vlastností používaných látek a jejich toxicity. Predikce následků havárie je výsledkem poloempirických vztahů, které na bázi přijatelné přesnosti, umožňují simulovat situace a data o velikosti zamořené plochy, jejím tvaru, prostorové dispozici, pravděpodobné koncentraci v korelaci se zdrojem úniku, časovým horizontem události. Modelování situace bere v potaz vstupní data známých charakteristik chemických látek, jako jsou bod varu, hustota par, chemická reaktivita apod. (Kassa a kol., 2006).

3.3.2 Toxikologické aspekty požárů chemické výroby

Závažnými aspekty požáru, a to nejen chemických podniků, nejsou jen tepelné účinky ohně a přímé ohrožení popálením nebo škody na majetku, ale zejména plynné zplodiny, emitované z požářiště. Složení a koncentrace zplodin procesu hoření je závislá na druhu hořícího materiálu, teplotě hoření, kyslíkové bilanci a povětrnostních podmínkách lokace. Teplota hoření ovlivňuje vznik druhu škodlivin, neboť s jejím zvyšováním vstupují do procesu hoření více odolné materiály a celkově tak dochází k mixu emitovaných zplodin. S úbytkem kyslíku roste toxicita zplodin hoření. Dle obsahu kyslíku lze rozlišit **tři typy hoření**. Prvním typem je **oxidace hořlaviny** na konečné oxidační produkty při nadbytku kyslíku, druhým typem je **nedokonalé spalování** při nedostatku kyslíku a třetím typem je tzv. **suchá destilace**, tedy přeměna hořlaviny na plynné produkty bez přístupu kyslíku (Kassa a kol., 2006).

3.3.3 Nebezpečné jevy při chemických haváriích

Při chemické havárii dochází k úniku bezpečných látek v různém skupenství do atmosféry. Důsledkem úniku plynné látky je vytvoření oblaku par. Chování a následná likvidace oblaku je závislá na stavu povětrnostních podmínek a charakteru uniklých látek. Predikci lokalizace oblaku a jeho chování ovlivňuje molekulová hmotnost uniklé látky. V reálu pak mohou nastat tři druhy situací. Pokud je vznikající plyn těžší než vzduch, má snahu držet se při zemi a kopíruje terén. V případě, že nebezpečná zplodina má podobnou hustotu jako vzduch, přemisťuje se společně s jeho prouděním. Pokud je vznikající plyn lehčí než vzduch, má snahu stoupat vzhůru (Čapoun, 2009).

3.3.4 Příčiny chemických havárií

V obecné rovině lze příčiny chemických havárií rozdělit na havárie **úmyslné a neúmyslné**. Havárie **úmyslné** jsou způsobené lidmi. U těch neúmyslných hraje lidský faktor také významnou roli, většinou se jedná o souhru procesních náhod. Chemické havárie jsou spojeny s únikem nebezpečných látek do okolí a dle jejich chemické povahy poté dopady ovlivňují následné aspekty událostí (Kassa a kol., 2006).

V případě **úmyslného použití** chemických látek, připadá v úvahu zejména válečný konflikt, terorismus či sabotáž. **Neúmyslné havárie** lze pozorovat v souvislostech živelných pohrom, procesního zacházení, transportu, skladování, únavy materiálu nebo materiálů, nevhodně zvolených k zacházení s nebezpečnými látkami (Kassa a kol., 2006).

3.3.5 Chemické havárie v ČR

Chemické havárie, vzniklé z různorodých příčin, patří do průmyslové historie ČR.

Spolana Neratovice.

V roce 1968 docházelo ve společnosti Spolana Neratovice při výrobě perchlorfenolu, suroviny pro výrobu herbicidů, k úniku jedovatého dioxinu, který vznikal jako vedlejší produkt výroby. V šedesátých letech nebyly zkoumány, ani popsány, důsledky působení dioxinu na lidský organismus. Zhruba 80 zaměstnanců společnosti v důsledku otrávení dioxinem vážně onemocnělo. Dle sdružení Arnika zamořila Spolana Neratovice obrovské množství budov, půdu, podzemní vody i vzduch. Riziko zamoření okolí přetrvává dodnes, i když některé z budov byly zality betonovým sarkofágem. Přívalové deště mohou dioxiny vyplavit a zapříčinit tak znovu chemickou

kontaminaci okolí, obzvlášť v souvislosti s blízkostí budov a řeky Labe (Český rozhlas, 2002).

Semtín

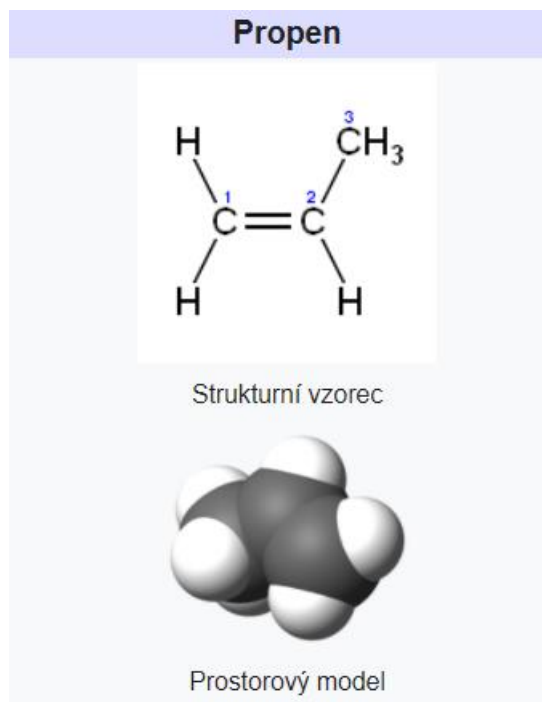
V semtínské továrně došlo v roce 1984 k výbuchu střelného prachu. Jako příčina havárie byla stanovena nepozornost zaměstnance při manipulaci s vozíkem, na kterém byl střelný prach převážen. Výbuch způsobila jiskra, která vznikla třením hrany vozíku o nákladovou rampu. Po továrně zbyl jen kráter. Následná tlaková vlna zabila pět lidí a na dvě stě jich zranila. Materiální škody zasáhly stavby ve 20 km vzdáleném okolí (Pardubický deník, 2020).

Lučební závody Draslovka Kolín

Počátkem roku 2006 došlo na řece Labi k velké ekologické havárii, způsobené únikem kyanidu společnosti Lučební závody Draslovka Kolín. Havárii způsobila závada v detoxikační jámě odpadních vod. Kontaminace 80 km toku říčních vod způsobila masivní úhyn ryb a živočichů v okolí řeky. Díky vazbě na dýchací enzymy představují kyanidy nebezpečí pro všechny kyslík dýchající organismy. Po tragické události společnost zpřísnila kontrolu výrobního procesu a vybudovala novou čistírnu odpadních vod (Arnika, 2006).

3.4 Charakteristika propylenu

Propylen je bezbarvý, lehce zápalný plyn, který je v plynném stavu těžší než vzduch. Díky tomu se může hromadit v níže položených místech a vytvářet tak se vzduchem výbušnou směs. Jeho sumární vzorec je C_3H_6 , systematický název je propen (Unipetrol, 2001). Strukturní vzorec a prostorový model propylenu je znázorněn na obrázku 1.



Obrázek 1 Strukturální vzorec a prostorový model propylenu. (Wikipedia, 2020).

3.4.1 Základní fyzikální a chemické vlastnosti propylenu

Skupenství (při 20 °C): kapalina.

Barva: bezbarvý.

Zápach: charakteristický uhlovodíkový.

Hustota při 15 °C: 510 až 520 kg/m³.

Rozmezí teplot varu: -45 až -50 °C.

Relativní hustota par: cca 2 (vzduch =1).

Rozpustnost ve vodě: nepatrná.

Tlak par při 20 °C: max. 1,1 MPa.

Bod vzplanutí: < -40 °C.

Koncentrační meze výbušnosti: spodní: 2,0 % (V/V) horní: 10,3 % (V/V).

Bod tuhnutí: < -40 °C.

Bod hoření: < -40 °C.

Teplota vznícení: cca 455 až 465 °C.

Kritický tlak: cca 3,7 Mpa.

Spalné teplo: cca 50 MJ/kg.

Propylen je za normálních podmínek chemicky stabilní (Unipetrol, 2001).

3.4.2 Využití propylenu v chemickém průmyslu a specifika jeho skladování

Propylen se používá jako surovina pro další zpracování v chemickém průmyslu, na výrobu polypropylenu a oxoalkoholů (změkčovadla do PVC, rozpouštědla). Uplatňuje se při výrobě kyseliny akrylové a akrylátů, propylenoxidu, kumenu (Unipetrol, 2001).

Propylen se skladuje v nádržích zhotovených z nízkochladové oceli, ochlazených pod bod varu propylenu, nebo pod tlakem v tlakových nádobách (Unipetrol, 2020). Při vypuštění do prostoru, za běžného atmosférického tlaku, nastává vypařování varem při teplotách až -45 °C, proto při styku látky s pokožkou hrozí vznik omrzlin. Propylenové páry při vyšší koncentraci působí narkoticky, způsobují bolesti hlavy, žaludeční nevolnost, dráždí oči a dýchací cesty (Unipetrol, 2001).

3.4.3 První pomoc při ohrožení propylenem

Při vdechnutí je nutné zajistit přísun čerstvého vzduchu. Důležitě je nenechat postiženého chodit a zajistit mu tělesný klid. Při kontaktu s kůží místo dobře umýt mýdlem a vodou. Při vzniku omrzlin nepoužívat na postižená místa masti,

omrzliny překrýt sterilní gázou a přivolat lékaře. Při požití propylenu dát pít vodu a nevyvolávat zvracení. Při zásahu a podráždění očí, nebo vniknutí do dýchacích cest, je nutná okamžitá lékařská pomoc (Unipetrol, 2001).

3.4.4 Hašení požáru propylenu

Vhodným hasivem je vzduchová hasící pěna, hasící prášek, CO₂. Nevhodným hasivem je voda (H₂O). Páry propylenu tvoří se vzduchem výbušnou směs a hoří čadivým plamenem, se současným uvolňováním oxidu uhelnatého (CO). Při výkonu hašení je nutný zásahový oděv pro zabránění zasažení kůže, izolační dýchací přístroj s maskou pro ochranu očí a dýchacích cest. Vždy je nutné ohraničit prostor požáru a zabránit dalšímu úniku látky do kanalizace a půdy. K likvidaci propylenu následně použít metodu vsakování do porézního materiálu, nebo dle možností látku odčerpat, následně zlikvidovat dle platné legislativy (Unipetrol, 2001).

3.5 Krizové řízení

Cílem krizového řízení je zajistit vnitřní i vnější bezpečnost státu, výrobních provozů a ochránit lidské životy a majetek. Rizika plynoucí z průmyslových havárií představují specifickou oblast. Chemické havárie a katastrofy mohou eskalovat do rozsáhlých škod na majetku a životním prostředí, výrazně poškodit národní hospodářství a také zasáhnout životy obyvatel. Pro chemické provozy představují hrozbu i živelné pohromy jako je zemětřesení, povodně, sesuvy půdy či silné poryvy větru při bouřkách. Ostatně povodňové události posledních let ukázaly, že ani Česko není ušetřeno rozsáhlých živelných pohrom. Krizové řízení představuje komplexní systém opatření, prostřednictvím kterého subjekt reaguje na možný vznik mimořádného ohrožení, s cílem minimalizovat následky nebezpečných událostí (Vaníček a kol., 2006).

3.5.1 Vymezení vybraných pojmů z oblasti krizového řízení

Krizové řízení je souhrn řídicích činností orgánů krizového řízení zaměřených na:

- analýzu a vyhodnocení bezpečnostních rizik;
- plánování;
- organizování realizaci;
- kontrolu činností prováděných, v souvislosti s přípravou na krizové situace;
- kontrolu činností prováděných v souvislosti s ochranou kritické infrastruktury (Sadílek a kol., 2019).

Krizovým plánem rozumíme plánovací dokument, obsahující věcná a územní opatření a postupy řešení, pro případ vzniku krizových situací na daném prostoru (Sadílek a kol., 2019).

Krizové opatření je technické opatření pro řešení krizové situace, směřující k odstranění jejích následků, včetně opatření, zasahujících do práv a povinností osob (Krajšek a kol., 2002).

Krizová situace je mimořádná událost podle zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému. Při krizové situaci může být vyhlášen:

- stav nebezpečí;
- nouzový stav;
- stav ohrožení státu, krizový stav;
- válečný stav.

Za **riziko** je označovaná pravděpodobná možnost vzniku nežádoucí nebezpečné situace. Jeho vznik je odůvodnitelný a vyvěrá z konkrétních hrozeb i závěrů simulovaných modelů sofistikovaných nástrojů (Sadílek a kol., 2019).

Hrozbou chápeme jakýkoliv fenomén s potenciálem poškodit bezpečnostní zájmy (Sadílek a kol., 2019).

Mezi **bezpečnostní zájmy** patří ochrana životních zájmů státu a jeho občanů. Dále strategické zájmy, sloužící k zajištění společenského rozvoje a prosperity ČR (Sadílek a kol., 2019).

Integrovaný záchranný systém (IZS) je systém pro koordinovanou podporu součinnosti ozbrojených sil, bezpečnostních sborů a záchranných složek, při provádění záchranných a likvidačních zásahů (Sadílek a kol., 2019).

3.5.2 Krizová komunikace

Krizovou komunikací je obecně chápána **výměna informací** mezi osobami odpovědnými za řízení procesů mimořádných událostí a jejich posloupnou logickou organizací. Krizová komunikace tvoří velmi podstatnou součást krizového řízení a je vymezena z několika rovin:

- komunikace interní, uvnitř organizace;
- komunikace externí, tedy vnější vztahy např. k obyvatelstvu;
- komunikace příslušníků zasahujících složek s jednotlivci a skupinami, myšlená jako komunikace zdravotníků se zraněnými, nebo přihlížejícími apod. (Vymětal, 2009).

Správně nastavený komunikační plán mimořádných událostí ovlivňuje zvládnutí situace a následný rozsah dopadů a škod. Mezi další faktory, které ovlivňují průběh a následky mimořádných událostí, patří také úroveň percepce účastníků, povaha jednotlivců, cit pro hodnocení závažnosti situace a konečně také osobní odvaha k odpovědnosti. Krizová situace vzbuzuje zvědavost i další

negativní sociální jevy. Velitelé mimořádných událostí musí být pro tyto okolnosti školeni (Krajšek a kol., 2002).

Podoba krizové komunikace prošla díky technickému pokroku dynamickým rozvojem a odráží současný globální svět, ekonomickou vyspělost společnosti a její kulturní, zdravotní a bezpečnostní preference. Významným aspektem je **sdílení moci a odpovědnosti** mezi vládou a angažovanou veřejností, s cílem co nejširšího propojení. Efektivní komunikace rizik zahrnuje:

- zvyšování povědomí o hodnocení rizik, podepřených odbornými odhady a výpočty pravděpodobnosti;
- posilování důvěry v instituce, které poskytují informace;
- harmonizaci diverzifikovaných zájmů jednotlivců, komunit a ekonomických subjektů (Vymětal, 2009).

Krizová komunikace je **obousměrný proces**, od odpovědných autorit k veřejnosti a zpět, založený na správných, vhodných a přesných informacích, respektujících oprávněná alternativní rizika. Vychází z kvalifikovaného odhadu potřeb a skutečných možností pro vztahy s médii. Podporou je **tvorba cílů a strategických dokumentů** pro komunikaci, při formulaci jasných a stručných informací pro klíčové cílové skupiny, s ohledem na očekávanou zpětnou vazbu veřejnosti (Krajšek a kol., 2002).

3.5.3 Prostředky krizové komunikace

Úspěšnost sdělení, směrem k cílové skupině v rizikových situacích, je silně závislá na zvoleném informačním kanálu. V oblasti krizového řízení se pro zveřejňování krizových informací využívají:

- informační telefonní linky, SMS zprávy;

- internetové stránky;
- tiskové zprávy s přehledy základních skutečností;
- mediální rozhovory, setkání s vlivnou osobou nebo malou skupinou;
- plakáty, letáky (Vymětal, 2009).

3.6 Právní úprava a vybrané dokumenty krizového řízení v ČR

Právní úprava pro krizové události, které mohou mít různorodé příčiny, je samozřejmě součástí legislativního systému vyspělého státu.

Legislativu, týkající se krizového řízení, můžeme rozdělit do tří oblastí. První oblast představují **zákony, vyhlášky a nařízení vlády**. Druhou oblastí jsou **koncepční dokumenty**. Ve třetí, legislativní oblasti, je krizové řízení vymezováno **interními akty řízení** dotčeného subjektu (Sadílek a kol., 2019).

3.6.1 Zákony, vyhlášky a nařízení vlády krizového řízení ČR

Nejvyšším právním zákonem jsou **ústavní zákony**, zejména tedy **Ústava České republiky – zákon č. 1/1993 Sb.**, která stanovuje základní principy koordinace výkonu státních složek, a ve které je mimo jiné zakotvena i ochrana přírody, jako nedílná součást dobré správy státu (Zákon č. 1/1993 Sb., Ústava ČR).

Druhým ústavním zákonem dotčené oblasti je **zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky**, který zajišťuje svrchovanost a územní celistvost ČR a stanovuje ochranu jejích demokratických základů, ochranu životů, majetkových hodnot a zdraví, jako základní povinnost státu (Zákon č. 110/1997 Sb. o bezpečnosti České republiky).

Nutné je zmínit i zásadní normu o krizovém řízení a změně některých zákonů č. 240/2000 **krizový zákon** dále nařízení vlády č. 462/2000 Sb. a také nařízení

vlády č. 432/2010 Sb., o kritériích pro určení prvků kritické infrastruktury. Tyto normy tvoří páteř krizového řízení a jsou výchozími prameny pro další legislativu (Nařízení vlády 462/2000 Sb., o krizovém řízení a změně některých zákonů).

Mezi ně patří zákon č. 239/2000 Sb., o **integrovaném záchranném systému** a změně některých zákonů, který stanoví složky IZS a jejich působnost, pravomoc a povinnosti při přípravě na mimořádné události a při záchranných a likvidačních pracích, ochraně obyvatelstva před a po dobu vyhlášení krizových stavů. Dále zákon č. 133/1985 Sb., České národní rady o **požární ochraně**, jehož účelem je vytvořit podmínky pro účinnou ochranu života a zdraví občanů a majetku před požáry, při živelných pohromách a jiných mimořádných událostech (zákon č. 133/1985 Sb., České národní rady o požární ochraně).

Podrobné postupy a pravidla prevence závažných havárií, způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi, jsou stanoveny v zákoně č. 224/2015 Sb. Norma stanoví **system prevence** závažných havárií pro objekty, ve kterých je umístěna nebezpečná látka, s cílem snížit pravděpodobnost vzniku a omezit následky závažných havárií na životy a zdraví lidí a zvířat a životního prostředí. (Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi). A konečně zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů, tzv. **chemický zákon**. Tento zákon upravuje práva a povinnosti právnických a podnikajících fyzických osob při výrobě, používání, vývozu a dovozu chemických látek, nebo látek obsažených ve směsích nebo předmětech. Definiuje klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, balení, označování a uvádění chemických látek na trh v ČR. Dále upravuje správnou laboratorní praxi a působnost správních orgánů, působících při zajišťování ochrany před škodlivými účinky látek a směsí (Zákon

č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů).

3.6.2 Koncepční dokumenty krizového řízení ČR

Hodnotový a právní rámec koncepčních dokumentů krizového řízení vychází z platné legislativy ústavních a dalších navazujících zákonů, mezinárodních závazků ČR, tedy zejména těch, týkajících se bezpečnosti a členství ČR v těchto organizacích, jako je Organizace Severoatlantické smlouvy (NATO), Evropské unii (EU), Organizaci spojených národů (OSN) nebo Organizaci pro bezpečnost a spolupráci v Evropě (OBSE) (Sadílek a kol., 2019).

Základním koncepčním dokumentem bezpečnostní politiky ČR je **Bezpečnostní strategie České republiky**, na kterou navazují další strategie a koncepce. Tento dokument zpracovává Kancelář prezidenta a Parlament ČR ve spolupráci s bezpečnostní komunitou ČR, která zahrnuje státní i nestátní sféry. Dokument je nástrojem pro zajišťování bezpečnosti ČR a zahrnuje hodnoty, zájmy, přístupy, ambice a postoje státu při výkonu této úlohy (Vláda České republiky, 2015).

Navazujícím dokumentem je **Obranná strategie ČR**, která vymezuje přístup vlády ČR k zajišťování obrany ČR a naplňování úkolů ozbrojených sil. Představuje tak základní zadání pro proces plánování v této oblasti (Ministerstvo obrany ČR, 2017).

Mezi další důležité koncepční dokumenty náleží **Koncepce ochrany obyvatelstva do roku 2020 s výhledem do roku 2030** a **Analýza hrozeb pro Českou republiku 2015**. Dále pak lze ještě zmínit **Usnesení vlády č. 461 k základnímu systému ochrany občanů ČR před vysoce rizikovými**

biologickými agens a toxiny v resortu zdravotnictví a Usnesení vlády ČR č. 63 o Systému vyhlášení stupňů ohrožení terorismem (Sadílek a kol., 2019).

3.6.3 Interní akty krizového řízení

Kromě obecně závazného právního rámce se veřejná správa a organizace řídí rovněž svými vnitřními předpisy, které upravují jejich interní organizaci a postupy. Tyto předpisy jsou zpracované pro konkrétní situace a podmínky. Interní akty nejsou pramenem práva, mají **zásadní interní charakter** a organizace je vydávají pro své podřízené složky, pro něž jsou závazné. Interní akty řízení konkretizují oprávnění a povinnosti uvedené v právních předpisech, upravují tak specifické postupy pro zajištění bezpečnosti v rámci krizového řízení organizace. Mohou mít podobu interního normativního aktu, interní normativní směrnice, interního předpisu, interního pokynu apod. (Sadílek a kol., 2019).

3.6.4 Havarijní plánování

Pro havarijní plánování platí stejná pravidla a zákonitosti, jako pro ostatní typy plánování. Cílem je vytvořit funkční plán pro případ vzniku mimořádné události. Pro sestavení havarijního plánu je nutné uplatnit systémový přístup. Ten spočívá v posloupnosti procesu, kdy nejdříve je třeba analyzovat organizaci v rámci jejích procesů a následně pochopit možné souvislosti (Smetana a kol., 2010).

Havarijní plány (HP) se dělí na **vnější** havarijní plány a **vnitřní** havarijní plány. **Vnější havarijní plány** zpracovává Hasičská záchranný sbor (HZS) kraje pro územní zóny havarijního plánování. HP jsou zpracovávány dle specifického druhu subjektu (HP pro jaderná zařízení, chemickou výrobu atd.).

HP je rozdělen do tří částí:

- část informační;
- část operativní;
- plány konkrétních činností (Smetana a kol., 2010).

Informační část HP obsahuje obecnou charakteristiku druhu zařízení, nebo pracoviště, charakteristiku území včetně demografie, geografie, klimatologie a infrastruktury. Dále zahrnuje výčet obcí včetně počtu obyvatel, výsledky analýz a možných následků pro obyvatelstvo, zvířata a životní prostředí. Součástí je systém klasifikace nebezpečí a popis struktury organizace havarijní připravenosti a systém vyrozumění a varování a synergické vazby na další složky záchranného systému, které mají oprávnění k zásahu. Nedílnou součástí je také způsob předávání informací (Smetana a kol., 2010).

Operativní část obsahuje úkoly dotčených subjektů, způsob jejich koordinace, kritéria pro vyhlášení krizového stavu a způsob zabezpečení informačních toků při procesu řízení likvidace (Smetana a kol., 2010).

Plány konkrétních činností zahrnují metody vyrozumění a varování obyvatelstva, záchranné a likvidační práce, postup při ukrytí a evakuaci obyvatelstva, metody dekontaminace oblasti, regulaci pohybu osob a vozidel, traumatologický plán, regulaci distribuce potravin a pomocných prostředků, opatření k zajištění veřejného pořádku a komunikační kanály (Smetana a kol., 2010).

Vnitřní HP obsahují přijímaná opatření dle konkrétního objektu či areálu závodu při vzniku mimořádné události. Stanoví přípravu na havárii, uvádí přehled sil a prostředků, kterým organizace disponuje a přináší výčet možných následků a synergických efektů, se kterými je nutné v případě havárie počítat.

Vnitřní HP zpracovává certifikovaný držitel oprávnění a zajišťuje jej provozovatel objektu (Smetana a kol., 2010).

3.6.5 Vnitřní havarijní plán chemického zařízení

Pro chemická zařízení platí na základě zákona č. 59/2006 Sb., (zákon o prevenci závažných havárií) zpracování specifických dokumentů, které vyhotovují provozovatelé chemického zařízení. Rozsah dokumentů je závislý na zařazení objektu do skupin A, B nebo jeho nezařazení (v tomto případě je zpracován protokol o nezařazení). **Návrh na zařazení objektu** do skupin předkládá provozovatel příslušnému krajskému úřadu, který vydá příslušné rozhodnutí (Smetana a kol., 2010).

Součástí návrhu musí být:

- **Analýza a hodnocení rizik závažné havárie**, jenž identifikuje zdroje a rizika závažné havárie, udává scénáře událostí a jejich příčin, odhad dopadů na životy lidí a zvířat, životní prostředí i majetek.
- **Bezpečnostní program prevence závažné havárie**, kde jsou uvedeny zásady prevence, struktura systému řízení bezpečnosti. Zahrnuje i opatření, vztahující se k možnému domino efektu nebezpečné události.
- **Plán fyzické ochrany objektu**, který obsahuje analýzu možností neoprávněných zásahů, nebo útoku na chemické zařízení, režimová opatření, způsob ostrahy zařízení, bezpečností technická opatření k zajištění.
- **Vnitřní havarijní plán (VHP)**, jehož náležitosti upravuje zákon o prevenci závažných havárií a dále vyhláška č. 256/2006 Sb., o

podrobnostech systému prevence závažných havárií. VHP stanoví způsob zajištění havarijní připravenosti. VHP obsahuje konkrétní zodpovědné osoby, které jsou provozovatelem pověřeny k výkonu bezpečnostních opatření, dopady závažných havárií, scénáře možných provozních havárií, výčet disponibilních ochranných prostředků, způsoby komunikace (Smetana a kol., 2010).

3.7 Integrovaný záchranný systém

Pod pojmem integrovaný záchranný systém rozumíme koordinovaný postup bezpečnostních a záchranných složek při zvládnání mimořádných událostí a likvidačních prací (§ 2, písm. a) zákona č. 239/2000 Sb. o IZS). V praktické rovině lze IZS definovat jako efektivní koordinovanou spolupráci složek při společném provádění záchranných a likvidačních prací a při přípravě na mimořádné události (Zákon č. 239/2000 Sb., o IZS).

Počátky budování záchranného systému byly položeny po druhé světové válce, s cílem lépe chránit obyvatelstvo. Základem původního systému byly dobrovolnické organizace, které se postupem času profesionalizovaly. Snahy vnést do záchrany životů organizaci a logický systém pravidel, vyústily v roce 2000 do vzniku IZS. Jeho základy lze vysledovat již v roce 1993. Oficiálně v ČR existuje od roku 2001 na základě právního předpisu zákona č. 239/2000 Sb. (Smetana a kol., 2010).

U zrodu systému byly zvažovány dvě varianty. Prvním vzorem byla Skandinávie, kde je tento systém záchranné organizace jednotný. Druhou variantou je báze jednotlivých specializovaných složek systému, které spolu komplexně tvoří profesionální záchranný systém, pro zvládnání mimořádných situací (Sadílek, 2019).

3.7.1 Složky IZS

Hlavním koordinátorem IZS je Hasičský záchranný sbor ČR. Složky, které tvoří IZS, se dělí na **základní a ostatní**. **Základní složky** tvoří:

- Hasičský záchranný sbor ČR;
- jednotky požární ochrany, zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany;
- Policie ČR;
- poskytované zdravotnické záchranné služby, ZZS, letecká ZZS (Sadílek, 2019).

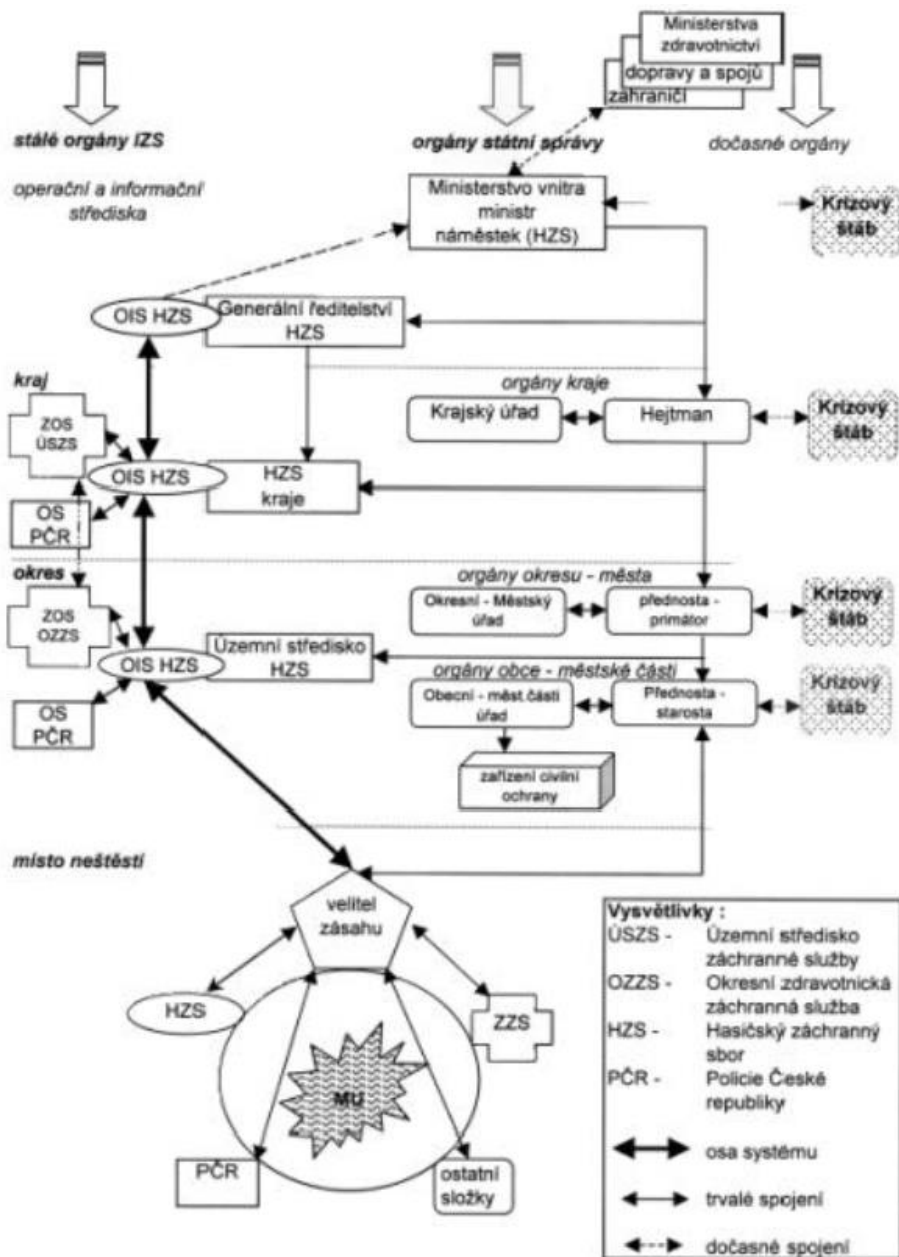
Ostatní složky IZS tvoří:

- vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil;
- obecná, městská policie;
- ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory;
- ostatní záchranné sbory;
- orgány ochrany veřejného zdraví, včetně poskytovatelů akutní lůžkové péče s urgentním příjmem;
- jiné havarijní pohotovostní odborné služby, jako je Horská služba, Vodní záchranná služba ČČK, Skalní záchranná služba ČČK apod.;
- zařízení civilní ochrany;
- spolupracující neziskové organizace a sdružení občanů, využitelné k záchranným a likvidačním pracím;
- tísňové linky (Sadílek, 2019).

3.7.2 Řízení IZS

Řízení IZS, jehož schéma zobrazuje obrázek 2, probíhá dle velmi silné funkční liniově štábní struktury, kdy vedoucí orgán deleguje část rozhodovací pravomoci na strukturní jednotky se štábním charakterem. Stálými orgány pro koordinaci složek IZS jsou operační a informační střediska (OPIS) IZS, kam jsou svedeny linky tísňového volání 112 a 150. Tato střediska tvoří:

- Operační střediska HZS krajů;
- Operační a informační středisko MV – generálního ředitelství HZS ČR (Sadílek 2019).



Obrázek 2 Struktura řízení IZS (Lékařská fakulta Masarykova univerzita, 2001).

Řízení IZS se provádí příkazy velitele zásahu. Pokud složky IZS provádějí koordinaci záchranných a likvidačních prací, řídí se pokyny:

- starosty obce s rozšířenou působností;
- hejtmana kraje;

- v Praze primátora hlavního města Prahy;
- Ministerstva vnitra (Šenovský, 2007).

V souladu se zákonem č. 239/2000 Sb., nesou odpovědnost za organizaci a řízení ochrany obyvatelstva a plnění úkolů v rámci svých kompetencí, při řešení následků mimořádných událostí, ministerstva a jiné ústřední správní úřady, záchranné sbory kraje, hejtman, obecní úřad, starosta obce, právnické osoby a podnikající fyzické osoby, kterým vymezuje úkoly k ochraně jejich zaměstnanců § 132a) Zákoníku práce (Šenovský, 2007).

3.8 Jednotky HZS u právnických a podnikajících fyzických osob

Základním úkolem Hasičského záchranného sboru (HZS) ČR, je chránit životy a zdraví obyvatel, životní prostředí, zvířata a majetek před požáry a jinými mimořádnými událostmi, a při krizových situacích. Přetransformoval se na základě zákona č. 238/2000 Sb., o hasičském záchranném sboru dne 1. ledna roku 1995 ze Sboru požární ochrany. Současnou podobu má struktura HZS od 1. ledna roku 2001, díky provedené reorganizaci HZS (Šenovský, 2007).

3.8.1 Vznik jednotek HZS

Požární ochrana ČR je řešena zákonem č. 133/1985 Sb., o požární ochraně (PO), nicméně dynamický rozvoj průmyslových zón a existence velkých průmyslových podniků, vyžaduje řešit nebezpečí, plynoucí z jejich činnosti, i na nižší a cílenější úrovni. Tato skutečnost si žádá legislativně vymezit zřízení podnikových hasičských záchranných sborů. Zákon o PO řeší, za jakých podmínek a jakým způsobem, musí podnikající osoba zabezpečit zdraví svých zaměstnanců i bezpečnost okolí. Povinnosti, kterými se musí právnické osoby

řídít, dále specifikuje vyhláška MV č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany (Zákon č. 133/1985 Sb., o PO).

3.8.2 Organizace a odborná příprava jednotek HZS podniku

Základní početní stav a úroveň vybavení jednotky HZS podniku požární technikou, vychází z výsledků posouzení požárního nebezpečí nebo dokumentace zdolávání požárů, vypracovaných dle specifik podnikové výroby a z vyhlášky MV č. 247/2001 Sb. Podle těchto předpisů může HZS kraje dále určit vedle jednotky HZS podniku zřízení jednotky sboru dobrovolných hasičů podniku. Jednotka HZS podniku se zřizuje zřizovací listinou, ta může být nahrazena smlouvou o zřízení společné jednotky podle § 69 a) zákona o PO, pokud není zřízena podle § 67 a § 68 zákona o PO. Zrušení jednotky PO podniku je možné pouze se souhlasem HZS kraje. U dvou nebo více krajů, pro které je jednotka zřízena, si HZS kraje musí vyžádat souhlas generálního ředitelství HZS ČR (Šenovský, 2007).

Jednotka HZS podniku je složena ze zaměstnanců podnikající osoby, kteří pro výkon tohoto zaměstnání musí absolvovat základní odbornou přípravu, aby následně pro svou funkci získali požadovanou odbornou způsobilost. Odborná příprava zahrnuje teoretické školení a praktický výcvik, jehož součástí je i tělesný výcvik. Odbornou přípravu řídí, organizují a ověřují velitelé jednotek v rámci periodické odborné přípravy. O výsledcích ověření odborné přípravy se vyhotoví protokol. Po této přípravě následuje zkouška odborné způsobilosti. Základní odbornou přípravou zaměstnanců podniků, vykonávajících samostatnou službu při zdolávání požáru, je nástupní odborný výcvik u jednotky, u které slouží, a to dle osnov ministerstva vnitra, v rozsahu 40 pracovních hodin (Šenovský, 2007).

3.9 Modelování šíření toxikologických látek

V oblasti modelování úniku nebezpečných látek při chemických haváriích existuje mnoho modelovacích SW nástrojů. Speciálně programované nástroje nejsou volně dostupné a investice do pořízení programu se pohybuje v cenové hladině až několika stovek tisíc, dle sofistikovanosti SW. Každý z těchto SW programů má svá specifika a jejich modifikace jsou tvořené „na míru“, dle zadání potřeb průmyslových podniků a jejich provozních podmínek, lokací podnikové výroby a používaných technologií. SW nástroje pro simulaci úniku toxikologických látek využívají predikce variant situací, přizpůsobených reálným podmínkám. Výstupem simulace je ověřený matematický model (Bernatik a kol., 2008).

Obecně lze modely rozdělit na modely výtoku, vypařování, rozptylu, požárů, výbuchů, zranitelnosti. Jedním z volně dostupných SW nástrojů, pro modelování a odhad následků průmyslových havárií s únikem nebezpečných látek pro nekomerční využití, je počítačový program ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres). Funkce programu ALOHA dokážou, na základě řady vstupních údajů a externích vlivů, modelovat nebezpečnou zónu, kde nastává ohrožení vlastnostmi uniklé látky (Barta, Ludík, 2012).

Základem modelování SW nástrojů je vytvoření scénáře mimořádné události dle zadání a charakteristiky průmyslové výroby podniku. Zadány jsou základní parametry mimořádné události, jako meteorologické údaje (teplota, rychlost a směr větru, nadmořská výška, relativní vlhkost vzduchu, oblačnost, roční období), místo havárie, druh havarovaného zařízení, druh havárie, čas vzniku havárie. Model poté zpracovaná data prezentuje v přehledném výstupu, ve kterém jsou zpracovány zadané parametry scénáře. V řešení jsou zahrnuty aktivované zasahující jednotky PO, předávání informací o havárii, způsob

varování obyvatelstva v okolí, vypočítání a vyhodnocení dosahu úniku, ukončení řešení havárie a obnovení postiženého území (Barta, Ludík, 2012).

Počítačový program ALOHA dokáže na základě reálně zadaných parametrů velmi efektivně predikovat rozptyl toxických mraků, průběh a koncentraci chemického uvolňování nebezpečných látek, ale i scénáře požárů anebo výbuchů. Program je navržen tak, aby velmi přesně a rychle simuloval úroveň nebezpečí a následných hrozeb. Tyto modelace poté slouží jako studijní podklady pro analytické zpracovávání dokumentů krizového řízení. Nejnovější verze programu ALOHA jsou navrhovány na základě křížové kontroly vstupů mnoha skutečných havárií, které minimalizují chyby a včas varují uživatele. Výstup simulace předpovídá, jak rychle chemikálie unikají a predikuje měnící se koncentrace látek v čase a v podmínkách. Modelové scénáře pracují s konkrétními vlastnostmi zadaných látek a zohledňují i prostorové podmínky výrobní destinace. V závislosti na scénářích vyhodnocují průběh uvolňování, hodnoty toxicity, hořlavosti, termálního záření, přetlaků, výpary, tryskové požáry. Program dokáže modelovat i atmosférickou disperzi chemických úniků na vodní hladině (ENERGY.GOV, nedat.).

Sofistikované uživatelské prostředí programu ALOHA je navrženo tak, aby se nástroj snadno a intuitivně ovládal. Každé okno obsahuje dialogovou nápovědu. Výstupy simulací lze vytisknout v mnoha grafických, textových i mapových podobách (EPA, 2020).

4 SYNTHOMER a.s.

Společnost Synthomer a.s. je tvořena celosvětovou sítí poboček a firem, jejímž vlastníkem je nadnárodní výrobní společnost Synthomer, se sídlem v Londýně, ve Velké Británii. Produkce pobočky v Sokolově je zaměřena na výrobu monomerický akrylátů, avšak výrobní podniky společnosti jsou rozesety po celém světě. Výroba konglomerátu zahrnuje velmi široké spektrum produktů, jako jsou koberce, lepidla, chemické sloučeniny a činidla i obaly (Pokorný, 2016).

Název:	Synthomer a.s
Adresa:	Tovární 2093, 356 01 Sokolov
IČO:	00011771
Statutární zástupce	Richard Aktinson
Charakter výroby:	Chemický průmysl

Společnost Synthomer a. s. patří mezi významné regionální zaměstnavatele Sokolovska. Zaměstnává cca 370 zaměstnanců, některé na velmi úzce specializovaných pozicích. Společnost Synthomer a.s. představuje moderní a bezpečné podnik, který striktně dodržuje legislativní normy a technické předpisy, upravující pro oblast chemické výroby. V oblasti bezpečnostních a technologických procesů chemické výroby má zavedeny kontrolní systémy řízení, zaměřené na zvyšování bezpečnosti a ochrany zdraví a životního prostředí, všech činností spojených s podnikáním, v souladu s dobrovolným Programem odpovědného podnikání v chemii. Nastavení podnikového kontroingu opravňuje společnost užívat loga Responsible Care^{®1} (od roku 1996), systému environmentálního managementu dle ČSN ISO 14001 (rok 1997).

¹ Celosvětová iniciativa chemického průmyslu v oblasti životního prostředí, zdraví a bezpečnosti.

Společnost je rovněž certifikována na shodu s ČSN ISO 50001 Systém energetického managementu (rok 2016). Od roku 2007 je společnost členem Systému prevence závažných havárií dle zákona č. 224/2015 Sb., způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi SEVESO II (Synthomer, 2018).

4.1 Historie podniku

Historické počátky společnosti Synthomer a.s. mají spojitost s Hindenburgovým programem² a tehdejší potřebou zajistit výrobu surovin pro výrobu třaskavin a střeliva německého státu v 1. světové válce. Tehdejší chemický podnik měl zajistit zvýšení kapacity produkce CaC_2 a CaCN_2 pro závod v Blumau u Vídně, který vyráběl kyselinu dusičnou, jež se využívala k výrobě bezdýmného střelného prachu. Jedním ze strategických důvodů, jež hrály roli v umístění chemické výroby v sokolovském regionu, byla blízká dostupnost energetických surovin pro provoz, tedy zásoby hnědého uhlí z dolů Jiří. Druhým důvodem byly velmi levné pozemky zátopové oblasti řeky Ohře.

Po 1. světové válce se změnila strukturální preference hospodářství a výroba sokolovské chemičky byla nově orientována na výrobu karbidu, jako prostředku ke svícení. Reakcí karbidu s vodou vzniká hořlavý acetylen, který sloužil jako zdroj (dissousplyn) v lampách, tzv. karbidkách. V době okupace Československa se chemický průmysl prakticky zastavil a po skončení druhé světové války musela zastaralá fabrika projít rozsáhlou obnovou. Dne 12. května 1949 byl závod předán do rukou českých zaměstnanců, kterým se poté podařilo 28. května obnovit provoz výroby vápna a karbidu vápničku. V červenci 1949 byla

² Německý program totální mobilizace z roku 1916

chemička oficiálně přejmenována na Chemické závody Sokolov, se sídlem v Sokolově (Pokorný, 2016).

V roce 1969, v rámci hledání nových ekonomických příležitostí, byla v chemičce zahájena výroba akrylátových disperzí. Impulsem k výstavbě výroby kyseliny akrylové a jejích esterů v roce 1980, byl úspěšný kontrakt s firmou Mitsubishi. První jednotka kyseliny akrylové a jejích esterů (metyl-, etyl-, n-butyl- a 2-ethylhexyl akrylát), byla uvedena do provozu na začátku roku 1984. Akrylátová výroba je součástí výrobní technologie společnosti Synthomer a.s. dodnes (Pokorný, 2016).

Po sametové revoluci získala chemičku v privatizaci společnost Eastman Chemical Company a od 1. 10. 2011 tak nesla obchodní název Eastman Sokolov. Ve své výrobní historii společnost ještě několikrát změnila svého majitele. Obchodní název Synthomer a. s. nese společnost od roku 2015, kdy se stala divizí stejnojmenné chemické nadnárodní korporace (Pokorný, 2016).

4.2 Vznik podnikového hasičského sboru

Požární útvar (dobové označení podnikových hasičských sborů) tehdejší chemičky byl ustaven v roce 1917. Byl nevýrobní součástí podniku a tvořili jej tzv. dobrovolní hasiči, tedy běžní zaměstnanci z výrobních provozů, kteří tuto činnost vykonávali mimo své pracovní zařazení a za symbolickou odměnu. Z požárního útvaru se později stali profesionální požárníci, s potřebným zázemím a technikou. Označení „hasiči“, bylo v roce 1945 přejmenováno na „požárníci“. Původní organizace požárního sboru měla spolkový charakter, v čele sboru stál starosta – velitel (Pokorný, 2016).

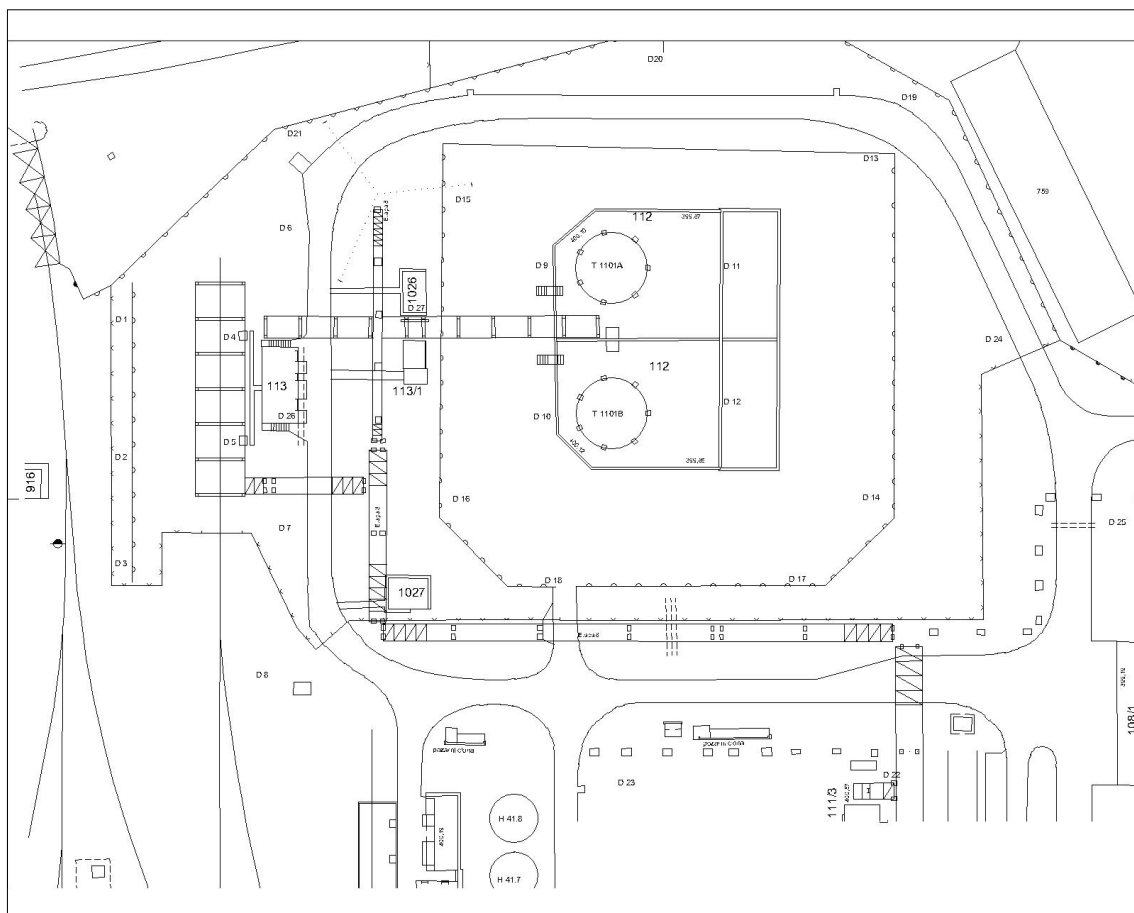
Stále modernější chemické technologie kladly stále vyšší nároky na bezpečnostní zajištění výroby. S technologickým postupem se zvyšovala

úroveň výcviku i vybavení, ale stále se jednalo o dobrovolnou činnost. Uvnitř sboru se profilovali specializovaní technici, zajišťující preventivní činnost v podobě požární dokumentace, školení a kontroly, pro které se vžilo označení tzv. „suchý hasič“ (Pokorný, 2016).

V souvislosti s najeťím nového výrobního programu kyseliny akrylátové a jejích akrylů, razantně stouply nároky na požární opatření výroby. Organická technologie akrylátů se vyznačuje množstvím plynů a nebezpečných par. Proto vedle dobrovolného požárního sboru vznikla profesionální jednotka Závodního požárního útvaru (ZPU) ve správě mateřského závodu. Nutnost sladit součinnost ZPU s profesionální jednotkou města znamenala i technicky vybavit ZPU profesionální technikou, tedy novými vozy, vysokozdviznou plošinou a novým objektem uvnitř podniku. Paralelní existence dobrovolného sboru a profesionálního ZPU vytvářela napětí mezi oběma bezpečnostními složkami. Tuto situaci vyřešila Hlavní požární správa a Ministerstvo vnitra, začleněním požárního útvaru chemičky v roce 1996 do struktur HZS ČR. Tato implantace je v rámci organizačního uspořádání zachována dodnes (Pokorný, 2016).

4.3 Situační analýza skladového hospodářství propylenu

Skladové hospodářství propylenu (PP) je umístěno na severní straně areálu výroby KA I na ploše zhruba ohraničené řekou Ohří, železniční vlečkou do areálu a vlastním výrobním objektem. Situační plán skladového hospodářství PP znázorňuje obrázek 3. Ve skladovém hospodářství PP jsou celkem 2 skladovací zásobníky, které slouží ke skladování propylenu (Místní provozní řád SHPP kompresorové stanice PP).



Obrázek 3 Schéma skladového hospodářství PP (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Zařízení skladového hospodářství PP je součástí výroby KA I a zajišťuje stáčení propylenu z železničních cisteren, skladování stočeného propylenu v zásobnících a výdej propylenu do HVO (U-100 a 2U-100). Z hlediska projektu je skladové hospodářství členěno do provozních souborů (PS) a stavebních objektů (SO):

- PS-11 - Sklad a stáčení propylenu;
- PS-24 - Rozptylový komín;
- SO-112 - Sklad propylenu;
- SO-113, SO-113/1 - Čerpací stanice propylenu;

- SO-124 - Potrubní most;
- SO-1026 - Čerpací stanice PP;
- SO-1027 - Velín PS-11 (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Vstup propylenu do jednotky skladového hospodářství probíhá prostřednictvím provozního souboru PS 11. Propylen je do závodu dodáván pomocí železničních cisteren. Zařízení skladu umožňuje plynulý výdej propylenu do výrobního procesu. Vzhledem k charakteru média je celý areál skladu propylenu oplocen a vstupní místa jsou uzamčena. Celý areál je monitorován kamerovým systémem (Technologický reglement Synthomer a.s.).

4.3.1 PS-11 - Sklad a stáčení propylenu

Provozní soubor PS 11 je určen pro skladování propylenu pro výrobu kyseliny akrylové. Propylen je skladován ve dvou nadzemních kulových zásobnících. Jeden zásobník má obsah á 1 000 m³ při okolní teplotě (pod tlakem). Dále se provozní soubor skládá z čerpacích stanic pro stáčení a výdej propylenu, potrubních rozvodů a podružného velínu (Místní provozní řád SHPP kompresorové stanice PP).

4.3.2 PS-24 - Rozptylový komín

Součástí skladu propylenu je rozptylový komín, na který jsou přivedeny technologické odplyny ze stáčení a skladování. Účelem rozptylového komínu je zředit propylenové odplyny dusíkem a parou tak, aby nedošlo ke vzniku výbušné koncentrace propylenu se vzduchem (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Hlavní strojní zařízení tvoří rozptylový komín, což je ocelové potrubí DN 400 o výšce 32 m, umístěné v konstrukci na konci potrubního mostu PS-15, 8. etapa

v prostoru SO-112. V koruně komínu je umístěn rozptylovací parní věnec, do kterého je po vnější straně komínu vedena potrubím DN 150 pára. Pára je odebírána z rozvodu pro parní clony v PS-11 z PS-15. Funkce parní clony je zobrazena na obrázku Přílohy 2 této práce. Rozptylování odplynů je zajišťováno stálou poměrovou regulací průtoku odplyn - pára, která reguluje průtok v poměru 1:2 dávkováním páry do koruny komína. Maximální průtok páry je 5 000 kg/hod. (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Mezi vlastní komín a přívodní potrubí odplynů je vřazen odpařovač propylenu, který má zajistit zplynění propylenu v případě, že by došlo ke vniknutí kapalně fáze do odplynového systému (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Trvalá inertizace rozptylového komínu je zajištěna přiváděním stálého průtoku N₂ (10 m³/hod.) do odplynového potrubí na rozptylový komín, tento průtok je ručně nastavený a měřený místním průtokoměrem, navíc je zde umístěn analyzátor kyslíku, který při zvýšení hodnoty kyslíku v odplynovém potrubí nad 2%, automaticky otevře přívod dusíku do tohoto potrubí a tím zajistí nevybušnou koncentraci (Technologický reglement Synthomer a.s.).

4.3.3 Stáčení propylenu

Propylen je dodáván do závodu v železničních cisternách o obsahu 50 až 100 m³. Stáčení propylenu je umístěné na samostatné koleji. Cisterny s PP se stácejí v prostoru objektu SO-113 - Čerpací stanice propylenu. Stáčení se provádí dvěma „stáčecími rameny“, která jsou umístěná na stojanech stáčecích míst na koleji č. 9a. Stáčecí čerpadla propylenu P-1101 A, B jsou součástí uzavřeného objektu čerpací stanice, výškově pod úrovní koleje vlečky pro dodržení nátokové výšky na čerpadlo. V objektu čerpací stanice je dále umístěn

kompresor K-1101 spolu s odparkou propylenu E-1101 a rozvodnou požární vody a páry (Rozvody propylenu na jednotce U-100 na KAI).

Po stočení kapalného PP pomocí stáčecích čerpadel P-1101A, B, které je signalizováno výpadkem čerpadla na nedostatek kapaliny v sacím potrubí, přichází na řadu odparka PP, která je určena k dokonalému vyprázdnění kapalného PP z cisteren. Zbytkový kapalný PP, který není možno odčerpát pomocí P-1101A, B, (300 až 500 l PP) je samospádem odveden do odpařovák propylenu E-1101. Jako topné médium je použita nízkotlaká pára. Po naplnění odparky E-1101 dojde k vytlačení PP tlakem vroucí kapaliny do kulového zásobníku PP. Tento proces nátoky kapalného zbytkového propylenu od E-1101 a následné vytlačování kapalné fáze se opakuje tak dlouho, dokud nejsou železniční cisterny zcela zbaveny zbytkového kapalného PP (Rozvody propylenu na jednotce U-100 na KAI).

Po skončení sekvence odstranění zbytkového PP je do chodu uveden kompresor K-1101, který odsává páry propylenu z vnitřního prostoru železničních cisteren. K odsávání par dochází přes odpařovák E-1101 a kapalnou větev stáčení PP. Kompresor je zajištěn proti vniknutí kapalného PP (Rozvody propylenu na jednotce U-100 na KAI).

4.3.4 Sklad propylenu

Propylen se stáčí do dvou kulových zásobníků, které jsou vzdáleny 40 m od stáčení. Zásobníky jsou umístěny v mělké betonové jámce, spádované do havarijní jámky. Vzdálenost mezi zásobníky je na průměr nádrže, okraj mělké jámky od zásobníku je vzdálen 3 m. Jámka je uprostřed předělána, aby PP nemohl zatékat pod sousední zásobník. Havarijní jámka je vzdálena na průměr nádrže východním směrem, tj. po směru převládajících větrů. Ve vzdálenosti 20 m od okraje jámek na západní, jižní a východní straně, jsou postaveny nízké betonové

zídka s parními clonami (sekce I, II, III) k ochraně závodu při úniku většího množství PP. Ve vzdálenosti 10 m od koleje vlečky je v délce 50 m podél stáčecích míst umístěna zídka s parní clonou (sekce IV), pro oddělení vlečky od stáčení propylenu. Účelem zídek je zachytit eventuální výron plynného PP, zabránit jeho proniknutí do nebezpečných míst vzdálených od objektu skladu a stáčení. Parní clona, zobrazená na obrázku Přílohy 3 této práce, má rozptýlit plynný propylen do ovzduší a snížit jeho koncentraci pod spodní mez výbušnosti (Místní provozní řád SHPP kompresorové stanice PP).

4.3.5 Expedice

Z kulových zásobníků je propylen vydáván do provozů výroben kyseliny akrylové (U-100, 2U-100) výdejovými čerpadly. Výdejová čerpadla P-11101 A, B jsou umístěna v čerpací stanici SO-1026, která je situována do prostoru mezi skladové zásobníky a objekt čerpací stanice SO-113 do vzdálenosti 22,5 m od okraje havarijní jímky zásobníků. Čerpací stanice SO-1026 je otevřená, zastřešená ocelová konstrukce, ve směru ke kulovým zásobníkům vyzděná cihlami. Přístup pro obsluhu je ze západního směru z příjezdové komunikace po betonovém chodníku (Rozvody propylenu na jednotce U-100 na KAI).

Výstupy kapalného propylenu ze zásobníků jsou situovány do spodního víka a jsou osazeny bezpečnostními rychlouzávěry. Ostatní potrubní vstupy a výstupy jsou zavedeny do vrchlíku kulového zásobníku. Vstupy kapalného propylenu jsou zajištěny zpětnými ventily. Do výdejové čerpací stanice SO-1026 je přivedeno sací potrubí propylenu DN 65. V případě nutnosti úplného vyčerpání zásobníků (revize), se propylen odčerpá ze zásobníku na minimální čerpatelnou hladinu a nečerpatelný zbytek se odplyní přes rozptylový komín do atmosféry (Rozvody propylenu na jednotce U-100 na KAI).

Potrubní rozvody ve skladu jsou jednak vnitřní (stáčení propylenu SO-113), jednak venkovní SO-112, SO-113/1, potrubní most 124. Potrubní rozvody jsou

z uhlíkové oceli, kromě potrubí požární vody a páry od filtrů a ventilů se servopohony, které jsou z nerez oceli. Venkovní potrubní rozvod je veden po mostech z betonových panelů a navazuje na SO-113 na PS-15 (Rozvody propylenu na jednotce U-100 na KAI).

Vnější nadzemní rozvody, nátokové potrubí z kulových zásobníků na výdejevá čerpadla je vedeno pod panelovým mostem a potrubí umístěná na mostě SO-124 je opatřeno skrápěcí trubkou (Rozvody propylenu na jednotce U-100 na KAI).

Každý z kulových zásobníků je opatřen dvěma pojišťovacími ventily DN 150 a jedním pojišťovacím ventilem DN 100, které mají uvolnění do atmosféry. Otevírací tlak všech pojišťovacích ventilů je 1,1 MPaG. Dlouhé úseky potrubí jsou opatřeny pojišťovacími ventily, které se uvolňují do sběrného potrubí odplynů na komín (Rozvody propylenu na jednotce U-100 na KAI).

Teplota v zásobnících je měřena jak na spodní části zásobníku (kapalná fáze), tak v horní části zásobníku (plynná fáze) a pomocí multispotového teploměru. Dále je teplota snímána v prostoru spodní části zásobníku (vně). Při dosažení maximální přípustné teploty vně zásobníku (+ 70 °C), což je signalizováno v B-1 (centrální velín), jsou spuštěny sprchy na kulový zásobník. Pro snížení absorpce sluneční energie jsou kulové zásobníky opatřeny ochranným nátěrem. Maximální plnění zásobníku T-1101 je 85% objemu podle ČSN 650205. Využitelný skladovací objem je tedy celkem 1700 m³, tj. cca 875,5 t propylenu (20°C, $\rho = 0,515 \text{ t/m}^3$) (Rozvody propylenu na jednotce U-100 na KAI).

4.3.6 Odpadní látky a způsob jejich likvidace

Ve skladovém hospodářství propylenu dochází ke vzniku plynných a kapalných odpadů. Mezi plynné odpady patří propylen, dusík a pára. K únikům plynného propylenu do atmosféry dochází při rozpojování potrubí po

ukončení stáčení, odebrání vzorků, případně odkalování zásobníků. V tomto případě je propylen samovolně rozptýlen do atmosféry. Opačným případem je rozptýlení propylenu na rozptylovém komíně, kde dochází k rozptýlení propylenu párou v poměru 1:2. Tímto způsobem jsou likvidovány úniky propylenu způsobené náhlým uvolněním pojišťovacích ventilů na potrubních úsecích, nebo odplynováním potrubí a ramen při stáčení PP, přejíždění čerpadel, nebo prováděním revizí a tlakových zkoušek zásobníku. (max. únik PP 0,35 kg/s, tj. 1 200 kg/hod) (Likvidace pachových exhalací v P5).

Dalším možným místem uniku plynného propylenu do atmosféry jsou pojišťovací ventily na kulových zásobnících, které jsou vyústěny přímo do atmosféry. Při odlehčení pojišťovacích ventilů může dojít k úniku max. 4,75 - 16 kg/s plynného propylenu. V tomto případě se jedná o havarijní stav na zásobnících, ke kterému dochází při zvýšení tlaku v zásobnících nad 1,1 MPaG (Likvidace pachových exhalací v P5).

Tabulka 1 - Přehled a bilance úniků PP likvidovaných rozptylovým komínem (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Druh úniku	v kg		
	za 1 s	za jedno stáčení	za rok
Stáčení PP	-	1,85	786
Revize zásobníků (1x revize)	-	-	< 8 000
Pojišťovací ventily na potrubí	0,33	-	-

Na rozptylový komín je mimo páry a odplynu PP zaveden také dusík, který se používá k trvalé inertizaci rozptylového komína v množství 10 m³/h (87600 m³/rok). Dále se dusík používá k inertizaci zařízení po opravách, údržbě a revizi zásobníků. Pára i dusík jsou pro životní prostředí nezávadné (Likvidace pachových exhalací v P5).

Mezi kapalné odpady, vznikající ve skladovém hospodářství PP, patří zejména dešťová voda v množství 1070 m³/rok a požární voda v množství

400 m³/rok. Srážková voda je jímána v havarijních jímkách, ze kterých je odčerpávána potrubím do terénu vyspádovaného směrem k Ohři, kde se mimo betonové plochy volně vsakuje do terénu. Požární voda vzniká při pravidelných zkouškách požárních sprch a při chlazení kulových zásobníků. Vody neobsahují žádné závadné látky (Likvidace pachových exhalací v P5).

4.4 Kontrola skladového hospodářství PP

Činnosti prováděné ve skladovém hospodářství (SH) PP směřují k zabezpečení bezporuchového chodu skladů, příjmu surovin a výdeji surovin. Bezporuchový chod SH je spojen s pravidelnou kontrolní činností obsluhy, obsluhou strojů (zejména čerpadel) a zařízení ve skladech umístěných, pravidelnou kontrolou tras, otopů, přístrojů, stavu v zásobnících, stavu odpadních vod, bezpečnostních opatření apod. (Požární prevence).

4.4.1 Kontrola zařízení

Skład propylenu nemá vlastní trvalou obsluhu, je obsluhován dvěma pracovníky, kteří vedle skladu propylenu provádějí obsluhu skladu alkoholu PS-9. Tito dva pracovníci jsou podřízeni mistrovi SH, v případě jeho nepřítomnosti mistrovi KA I. Na ranní směně řídí skladové hospodářství mistr SH (Vnější havarijní plán Synthomer a.s.).

Obsluha skladového hospodářství je povinna v předepsaných časových intervalech docházet do areálu skladu propylenu a těmito pochůzkami zajišťovat bezpečný provoz a kontrolu chodu celého skladu. Obsluha řídí a hodnotí provoz zařízení podle provozních předpisů, pracovních instrukcí a dalších interních příkazů, které vydává vedoucí výroby, nebo předává směnový mistr. Při kontrole je obsluha povinna současně v předepsaných intervalech zapisovat do provozního záznamu předepsané hodnoty. Podpisy předávajícího a přijímajícího jsou potvrzením předání a převzetí směny. V době od 22:00 do 6:00 není obsluha

SH přítomna. V této době provádí kontrolní činnost obsluha jednotky oxidace (U-100) (Vnější havarijní plán Synthomer a.s.).

4.4.2 Kontrolní činnost obsluhy

Kontrolu chodu točivých strojů provádí obsluha za provozu, při najíždění, sjíždění a vždy po zjištění mimořádné situace na zařízení průběžně, nejméně však 1x za 4 hodiny. Kontroluje se zejména: chvění, hlučnost (nebo neobvyklé nepravidelné zvuky), zatížení provozním médiem (u čerpadel kontrola tlaku na sání a výtlaku, příp. teploty oleje a funkce chladicího okruhu), teploty elektromotorů, ucpávek, ložisek (dotykem), průtoky a další parametry pomocných médií, stav ucpávek, těsnost odpouštěcích ventilů, těsnost zátek, těsnost měřících přístrojů, množství olejové náplně a ostatní údaje a parametry, dle druhu zařízení, a dále obsluha provádí vizuální kontrolu mechanického stavu zařízení (Havarijní předpis pro činnost směnového mistra, operátora a obsluhy oxidace při vývodu PP na KAI).

Kontrolu stavu ostatního zařízení provádí obsluha průběžně, v době pravidelných pochůzek. Kontroluje zrakem všechna zařízení viditelná z úrovně terénu nebo z míst jako jsou plošiny, žebříky, kde obsluha provádí jinou činnost (zapisování provozních údajů atd.). Kontroluje těsnost, celkový stav a funkci zařízení, těsnost ucpávek regulačních a ostatních armatur, chvění, povrchovou teplotu, omrzání či orosení povrchů. Porovnává, zda zjištěný stav odpovídá obvyklým, očekávaným, přípustným, příp. předepsaným provozním stavům. Dále obsluha kontroluje stav izolací, stav upevnění a závěsů, nastavení armatur atd. Obsluha vždy současně kontroluje veškeré údaje kontrolních a měřících míst a přístrojů a v předepsaných časových intervalech provádí předepsané záznamy. Obsluha kontrolu provádí průběžně, nejméně však jednou za 4 hodiny (Havarijní předpis pro činnost směnového mistra, operátora a obsluhy oxidace při vývodu PP na KAI).

Podrobnou kontrolu těsnosti zařízení a celkového stavu vizuální prohlídkou provádí obsluha za účelem zjištění stavu veškerého zařízení. Kontroluje zejména celkový stav tlakových nádob, zásobníků, potrubního propojení a ostatního zařízení z hlediska těsnosti, předepsaného vybavení a funkce. Obsluha tuto kontrolu provádí jedenkrát za den, na odpolední směně a vždy po živelných událostech (vichřice, bouřka, průtrž mračen atd.). Tyto kontroly pochůzkou provádí jeden z dvojice pracovníků obsluhy skladu PP, při provádění pochůzek se mohou oba pracovníci střídat. Závady zjištěné při kontrolách se zapisují do knihy hlášení. O závadách se zároveň informuje mistr SH (Havarijní předpis pro činnost směnového mistra, operátora a obsluhy oxidace při vývodu PP na KAI).

4.4.3 Měřicí přístroje

Všechna měřící místa přístrojů měření a regulace (MaR) sledují a kontrolují hodnoty a dále je vzájemně srovnávají a vyhodnocují průběžně pracovníci směny SH. Nejdůležitější údaje MaR průběžně kontroluje obsluha centrálního velínu, ostatní hodnoty přístrojů MaR jsou kontrolovány v předepsaných intervalech pochůzkou pracovníky SH. Veškeré přenosy měření ve SH propylenu jsou zavedeny buď do DCS v SO 102, nebo do rozvaděče 1MAR11003 umístěného v SO 102 (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Nastavení alarmů a blokáci zásobníků je uvedeno v technologické metodice dodavatele zařízení a sledují se hodnoty hladiny zásobníků PP v % a jeho celkový objem. V systému jsou poté nastaveny kritické hodnoty, při kterých je spuštěna blokáce zařízení jako ochrana proti přeplnění (Technologický reglement Synthomer a.s.).

4.4.4 Systém detekce poruchových a havarijních stavů

Vzhledem k tomu, že pracovní činnost ve skladu propylenu nemá charakter chemické výroby, tedy při ní nevznikají chemickou reakcí produkty ani meziprodukty a při procesu skladování nedochází ke změně chemických vlastností skladovaného média, omezuje se analytická kontrola pouze na vstupní kontrolu propylenu z železničních cisteren. Výsledek analýzy je srovnáván vždy s deklarovanými hodnotami v atestu. Tuto kontrolu vykonává podniková laboratoř (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Kromě správného a přesného provádění všech manipulací a důsledné kontroly zařízení, odečítání měřících přístrojů a kontroly funkce signalizačního a blokovacího zařízení, je velmi důležité domýšlení příčin a vzájemných souvislostí všech pozorovaných jevů. Systém kontroly tak umožňuje včas zjistit rozpor např. mezi údaji dvou přístrojů, stanovit příčinu (poruchu), která mohla způsobit zdánlivě nelogický údaj, po zjištění neobvyklé hodnoty při odečtu přístroje domyslet následující kontroly na jiném měřícím přístroji či zařízení, logickým postupem odhalit příčiny a možné následky trendů měřených hodnot (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Povinností obsluhy je včas a s přehledem likvidovat drobné poruchy či netěsnosti, aby nedošlo ke vzniku havarijních stavů. O rizikových či předhavarijních stavech je nutné včas informovat směnového mistra (Havarijní předpis pro činnost směnového mistra, operátora a obsluhy oxidace při vývodu PP na KAI).

Dojde-li k havárii, je nutné rozhodně, klidně a rychle provést nutná opatření ve smyslu havarijního předpisu pro činnost obsluhy při úniku a výronu propylenu a požárního řádu, zejména:

- omezit její rozsah;
- ihned ohlásit směnovému mistrovi stav a stupeň nebezpečí;

- zabránit iniciaci (Havarijní předpis pro činnost směnového mistra; operátora a obsluhy oxidace při vývodu PP na KAI).

4.4.5 Indikace úniku a výronů propylenu

Úniky nebo výrony propylenu může zjistit obsluha nebo údržba svými smysly – vizuálně, podle ojínění nebo mlhy, případně čichem, podle zápachu. V prostoru stáčení skladu propylenu a čerpacích stanic je rozmístěno 27 stabilních analyzátorů, určených pro sledování koncentrace propylenu v ovzduší, a indikací dosažení 10% a 50% spodní meze výbušnosti směsi propylenu se vzduchem. Při dosažení 10% spodní meze výbušnosti se uvádí automaticky do provozu světelná i zvuková signalizace. Při dosažení 50% spodní meze výbušnosti se rovněž uvádí do chodu světelná i zvuková signalizace (odlišný způsob signalizace) v obou velínech a dále houkačka umístěná v PS-11 (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Při signalizaci překročení 50% spodní meze výbušnosti v prostoru stáčení propylenu (analyzátorů 1AA11001,2,3), se uvádí automaticky do provozu parní clona sekce IV v prostoru stáčení. Při zkoušení a kalibraci těchto detektorů je ručně zablokován vstup páry do parní clony (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Ovládání ostatních parních clon (sekce I - III) a sirény je dálkově z velínu KAI, PS 11 a na mostu PS 10, kde o jejich použití rozhoduje směnový mistr. V centrálním velínu jsou trvale indikovány překročení nastavených mezí všech analyzátorů, každé překročení obou úrovní meze výbušnosti je v centrálním velínu zaznamenáno v systému DCS (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Řídicím střediskem technologického provozu i střediskem pro vyhlášení propylenového poplachu je centrální velín. Do tohoto velínu jsou soustředěny všechny důležité a rozhodující údaje o průběhu výroby a síť spojení pro příjem zpráv o vzniklých poruchách nebo haváriích zařízení. Směnový mistr rozhoduje

o dalším postupu. Pro zabezpečení co nejrychlejšího spojení pro příjem zprávy při vzniku havárie ve skladu propylenu a vydání potřebných pokynů, je vybudován přesný systém činností směnového mistra, který při zjištění výronu PP posoudí vzniklou situaci, provede vlastní provozní zásahy z centrálního velínu, vedoucí k odstranění závady nebo omezení rozsahu nebezpečí (chlazení, parní clony, sjetí výroby v hlavním výrobním objektu). Podle rozsahu poruchy, ve smyslu havarijních předpisů "Propylenového poplachu" vyhlásí příslušný stupeň propylenového poplachu a řídí činnost k omezení výronu. Dle vzniklé situace sleduje mrak a řídí činnost k jeho likvidaci, přičemž spolupracuje s velitelem HZS kraje a dalšími složkami, které se účastní likvidace výronu, nebo jeho následků. Směnový mistr zároveň po dohodě s velitelem zásahu i odvolává propylenový poplach. Propylenový poplach se odvolává až po úplné likvidaci havárie nebo poruchy, po sanaci terénu od propylenu a po provedení kontroly úrovně koncentrace propylenu v ovzduší (Technologický reglement Synthomer a.s.).

K zajištění požární bezpečnosti je vymezeno ochranné pásmo a pásmo ohrožení. Ochranné pásmo vymezuje prostor, kde se manipuluje s propylenem, nebo kde se propylen zpracovává. Do tohoto pásma je přísný zákaz vstupu nepovolaným osobám, zákaz výjezdu a průjezdu všech vozidel. V tomto prostoru platí přísný zákaz kouření a manipulace s otevřeným ohněm, nošení zápalek a zapalovačů a jiných zdrojů iniciace (jiskřící nářadí, obleky a předměty s možností vzniku statické elektřiny apod.). V prostoru ochranného pásma je zákaz nošení telefonu a chytrého příslušenství, a to i ve vypnutém stavu. Vjezd vozidel je povolován jen na základě jednorázového písemného povolení vedoucího SH (Podklady pro stanovení zóny havarijního plánování).

Pásmo ohrožení - vymezuje prostor, který navazuje na ochranné pásmo a který může být při havárii zařízení v ochranném pásmu ohrožení. Zároveň

však může, při nedodržení platných bezpečnostních opatření a požárního řádu, v tomto pásmu dojít ke zpětnému ohrožení bezpečnosti zařízení v ochranném pásmu. V pásmu ohrožení se musí dodržovat pracovní a bezpečnostní předpisy a požární řád, platný pro pracoviště, která se v pásmu ohrožení nacházejí (Podklady pro stanovení zóny havarijního plánování).

Veškerá činnost, vykonávaná na skladovém hospodářství PP, musí být prováděna v souladu s vnitřními bezpečnostními předpisy společnosti Synthomer, a.s., které jsou v souladu se souvisejícími právními bezpečnostními předpisy (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Vnitřní interní akty stanovují systémy, principy, zásady a postupy při zajišťování bezpečnosti a ochrany zdraví při práci (BOZP), zahrnující školení zaměstnanců, poskytování ochranných pomůcek, vyhledávání a hodnocení rizik atd. Vedoucí pracovníci provozu, v rámci svých běžných pracovních činností, provádí kontroly zařízení i vykonávaných činností z hlediska bezpečnosti práce a prevence rizik. V rámci svých kompetencí realizují nebo navrhují změny vedoucí k zajištění BOZP (Technologický reglement Synthomer a.s.).

Propylen se ve skladovém hospodářství vyskytuje jako kapalina při bodu varu, která je ve skladovacích zásobnících v rovnovážném stavu s parami propylenu. Hlavní riziko při skladování a manipulaci s propylenem je dáno nahromaděním značného objemu par jeho výbuchem mimořádně nebezpečných koncentrací se vzduchem. Zvláštností uhlovodíkových plynů je velmi nízká spodní mez výbušnosti a vysoké spalné teplo, které by v případě požáru nebo výbuchu uvolnilo relativně velkou energii.

Další zvláštností je to, že jde o plyny těžší než vzduch a proto v případech výronu zůstávají při zemi, ve formě hořlavého (a v oblasti směsi se vzduchem výbušného) oblaku, který se šíří terénem, podobně jako vysoká vrstva kapaliny.

Nebezpečnější je výron v kapalné formě, protože odpařením kapaliny vzniká mnohonásobně větší množství plynu. Výron může být způsoben netěsností, chybnou manipulací nebo poškozením tanků, nádob, potrubí či jiného strojního zařízení. Pokud uniká propylen jako kapalina, začne se ihned po uvolnění tlaku prudce odpařovat (vařit). Při dostatečném přísunu tepla z okolí se zkapalněný propylen po výtoku odpaří. Je-li výron tak velký, že je z okolí nestačí přivést dost tepla k odpaření, odtéká propylen z místa výronu též jako kapalina. Spotřebou tepla se okolí výronu prudce ochlazuje, což vede ke kondenzaci vzdušné vlhkosti vzduchu na mlhu, dochází k omrzání místa úniku. Větší výron je proto často dobře viditelný jako oblak bílé mlhy při zemi.

Přítomnost unikajícího propylenu lze obecně zjistit:

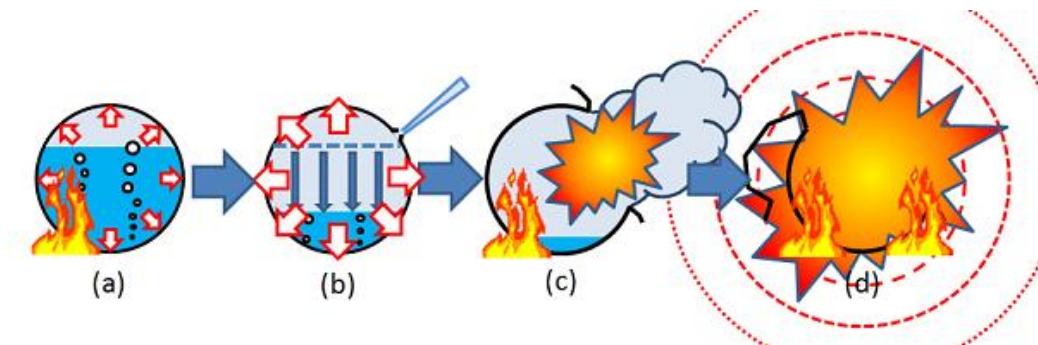
- podle signalizace automatických detektorů;
- čichem podle charakteristického zápachu;
- zrakem, větší únik obvykle jako bílou mlhu, menší únik podle odlišného lomu světla (jev podobný míhání vzduchu, který lze pozorovat např. při teplém počasí nad silnicí).

S ohledem na velké objemy skladového propylenu musí být dodržována veškerá opatření nutná k zabránění havarijních stavů.

5 MODELOVÁNÍ

K úniku propylenu v provozu dochází nejčastěji při jeho přečerpávání z cisterny do kulového zásobníku, kde podstatnou roli hraje lidský faktor. Pomocí SW programu ALOHA budou modelovány dvě provozní situace.

V prvním případě bude simulován **únik propylenu a jeho výbuch** tzv. jev BLEVE(BOILING LIQUID EXPANDING VAPOR EXPLOSION), který je zobrazen na obrázku 4. Zde je znázorněn výbuch páry ve varu, jako důsledku rozpínivosti kapaliny.



Obrázek 4 Mechanismus jevu BLEVE (Industrial Health and Safety, 2020).

Jev BLEVE vzniká při náhlé ruptuře nádoby v důsledku jejího přetlakování. V nádobě, která je naplněná zčásti hořlavou kapalinou s parním prostorem (např. zkapalněný plyn pod tlakem, s teplotou této kapaliny vyšší, než její normální, atmosférický, bod varu), následkem působením tepla (požáru nebo plamene), dochází souběžně k odpařování kapaliny a zahřívání par a nárůstu tlaku, a také ke změně pevnosti materiálu této nádoby. Průběžné odtlakování pojišťovacím ventilem je nedostačující. V určitém okamžiku dojde k tlakové destrukci nádoby a mžikovému odpařování kapaliny. Výbuch vytvoří tlakovou vlnu a do okolí jsou vymrštěné fragmenty nádoby. Nastane bezprostřední vznícení expandující

směsi hořlaviny se vzduchem, tedy intenzivnímu spalování, které vytvoří ohňovou kouli.

Ve druhém případě bude modelováno **šíření propylenu v lokaci** působiště výrobního podniku.

5.1 Modelování výbuchu propylenu

Pro modelování jsou použita následující vstupní data a sousled událostí, který vychází z praktických zkušeností autora práce.

5.1.1 Situační analýza případu

Pro potřeby modelace případu bylo pracováno s provozní situací, kdy k úniku propylenu došlo špatným napojením stáčecí hadice na stáčecí ventil a po otevření kulového ventilu se poškodila ovládací páka, která nešla uzavřít. Tím došlo k nekontrolovatelnému úniku plynného propylenu přes naplno otevřený kulový ventil. Unikající propylen vytvořil výbušnou koncentraci do vzdálenosti přibližně 20 metrů. K iniciaci požáru došlo souběhem okolností, od teplého motoru vozidla mistra, který přijel místo zkontrolovat. Po iniciaci výbušné koncentrace propylenu se vzduchem došlo k výbuchu o průměru přibližně 50 metrů a unikající propylen dále hořel. Na místě unikající hořící propylen ohřívá kapalný propylen uvnitř železniční cisterny, ohřev vede k jevu BLEVE.

5.1.2 Vstupní data případu

Do vstupních dat programu ALOHA bylo pro modelaci zadáno:

Nadmořská výška lokace: 400 m. n. m.

Záložce „Building type“ zvolena možnost s hodnotou 1.

Identifikace látky: PROPYLENE Veškeré vlastnosti látky jsou uvedeny v databázi CAMEO Chemicals, která je součástí programu. Látku Propylen obsahuje i databáze NL v programu ALOHA.

Atmosférická data, která se přenášejí i do zprávy o zásahu:

- Rychlost větru 6 m/s, východní, měřeno ve výšce 3 metry nad zemí;
- Okolí je městské nebo lesní;
- V den havárie zvoleno zataženo;
- Teplota vzduchu stanovena na 8 °C;
- Třídu stability zvolena na hodnotě „D“;
- Počasí bylo bez inverze, vlhkost 50%.

Údaje o zdroji:

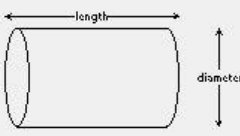
Propylen se dováží v železničních cisternách. Potřebné údaje o zdroji pro modelaci byly vyhledány v Katalogu železničních nákladních vozů ČD Cargo, a.s. Jak odpovídající typ vozu dle katalogu byl v ALOHA vybrán válcový zásobník, s parametry - výška válce 2,9 m a délku válce 14,93 m. Program ALOHA vypočetl objem 98,6 m³, výstup výpočtu programu je na obrázku 5.

Tank Size and Orientation

Select tank type and orientation:

Horizontal cylinder Vertical cylinder Sphere

Enter two of three values:


 diameter feet meters
 length liters cu meters
 volume

OK Cancel Help

Obrázek 5 Výstup ALOHA - údaje o cisterně (ALOHA a vlastní zpracování).

Nádrž cisterny obsahuje látku v kapalném skupenství, která je skladována při okolní teplotě. Dle karty zásahu je uvažováno, že při začátku stáčení byla cisterna 100 % naplněná.

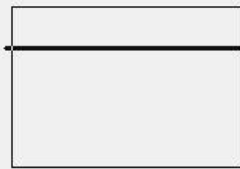
Liquid Mass or Volume

Enter the mass in the tank OR volume of the liquid

The mass in the tank is: pounds tons(2,000 lbs) kilograms

OR

Enter liquid level OR volume


 The liquid volume is: gallons cubic feet liters cubic meters
 % full by volume

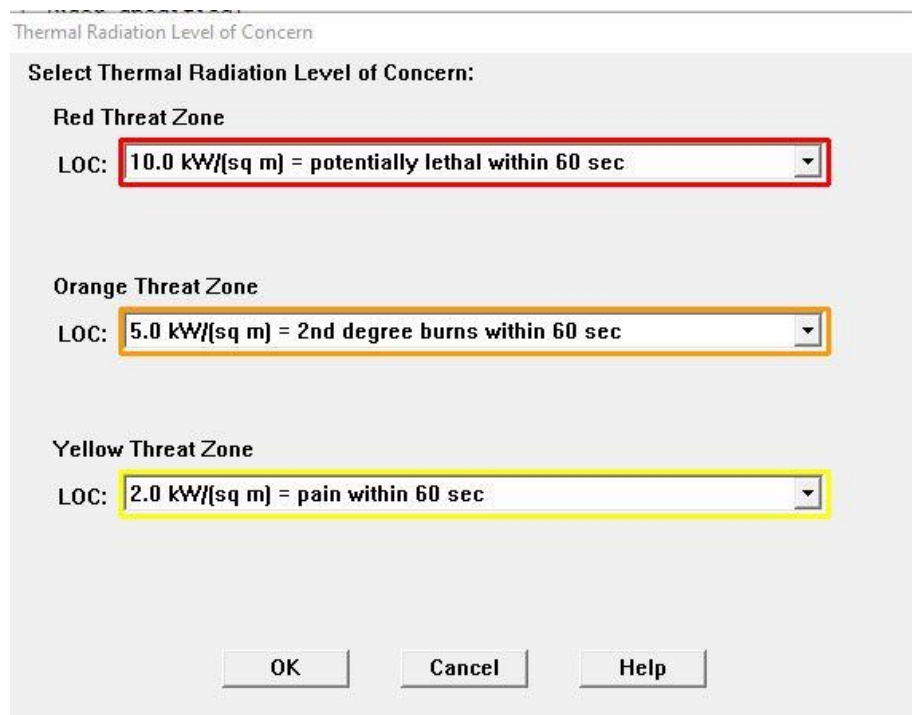
OK Cancel Help

Obrázek 6 Výstup ALOHA - výpočet množství látky (ALOHA a vlastní zpracování).

5.1.3 Výstupy modelace

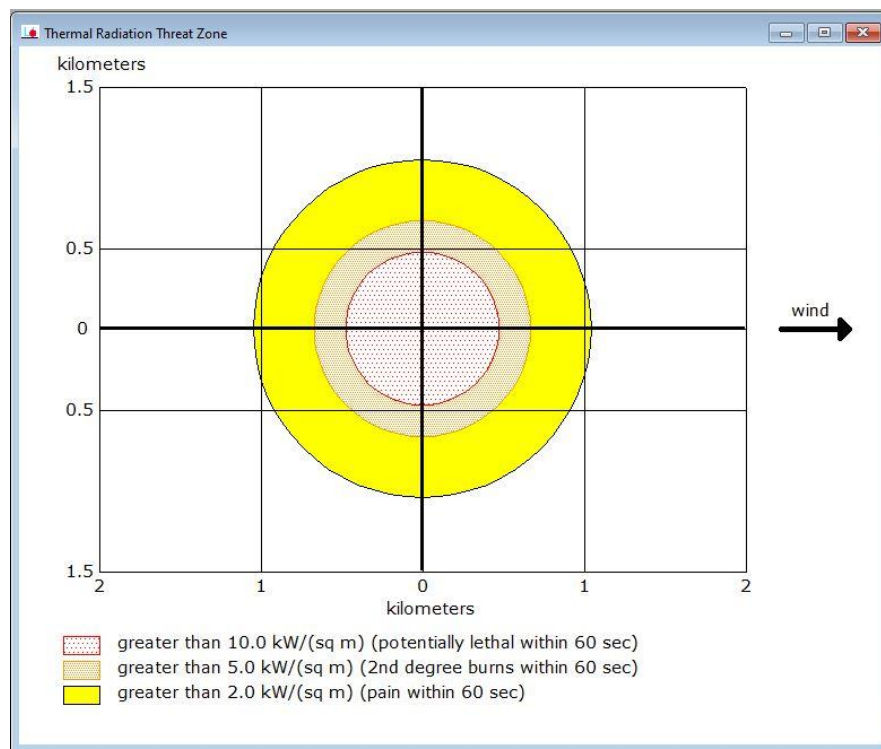
Od otevření ventilu do vzniku jevu BLEVE byl ventil otevřený 47 minut. Stáčení cisterny trvá 240 minut. Původní objem kapalného propylenu činil 98,6 m³. V době vzniku jevu BLEVE tedy bylo v cisterně 79,5 m³ propylenu, což představuje 80,6 % celkového množství a tedy 19,1 m³ propylenu bylo odčerpáno. Zbytek objemu tvořil propylen v plynném skupenství. Výpočet objemu propylenu v cisterně je znázorněn na obrázku 6.

V dalším kroku simulace byla zvolena možnost úniku veškeré kapaliny naráz. V hlavním menu v záložce „Display“ zvolileno „Threatzone“. Software ALOHA nabízí modelaci tří úrovní zón ohrožení tepelnou radiací, zobrazeno na obrázku 7.



Obrázek 7 Výstup ALOHA - 3 úrovně zóny (ALOHA a vlastní zpracování).

Nabídnuté hodnoty byly ponechány. Výsledkem modelování je grafický a textový výstup. V grafickém výstupu obrázku 7 jsou znázorněny příslušné zóny ohraničené hodnotou tepelného záření. Červená zóna znázorňuje oblast, kde tepelné záření dosahuje hodnot 10 kW/m² a více, které při délce působení 60-ti sekund může přivodit smrt člověka. V oblasti ohraničené oranžovou barvou, se tepelná radiace pohybuje v rozmezí hodnot 5 až 10 kW/m², což při působení po dobu 60-ti sekund způsobí na nechráněných částech lidského těla popáleniny 2. stupně. V zóně vybarvené žlutou barvou, dosahuje tepelná radiace hodnot 2 až 5 kW/m², což při působení po dobu delší než 60 sekund může způsobovat silnou bolest.



Obrázek 8 Grafický výstup ALOHA (ALOHA a vlastní zpracování).

Velikost těchto zón závisí na okolí, přítomnosti a rozmístění budov nebo hustém porostu. Tyto okolnosti mohou tepelný tok výrazně snižovat. V grafickém výstupu na obrázku 8 je znázorněna velikost a tvar těchto zón, které nejsou ovlivněny okolím.

Textový výstup Programu ALOHA, zobrazený na obrázku 9, shrnuje veškerá data, použítá k modelaci. Souběžně obsahuje výpočet přesné hranice ohrožení tepelnou radiací. Červená zóna zasahuje do vzdálenosti 473 m, oranžová zóna do 668 m a žlutá zóna do vzdálenosti 1000 m od cisterny.

```
ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help
| SITE DATA:
  Location: SOKOLOV, CZECH REPUBLIC
  Building Air Exchanges Per Hour: 1 (user specified)
  Time: April 23, 2018 0748 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: PROPYLENE
  CAS Number: 115-7-1 Molecular Weight: 42.08 g/mol
  PAC-1: 1500 ppm PAC-2: 2800 ppm PAC-3: 17000 ppm
  LEL: 21500 ppm UEL: 112000 ppm
  Ambient Boiling Point: -48.7° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
  Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 6 meters/second from E at 3 meters
  Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 10 tenths
  Air Temperature: 8° C Stability Class: D
  No Inversion Height Relative Humidity: 50%

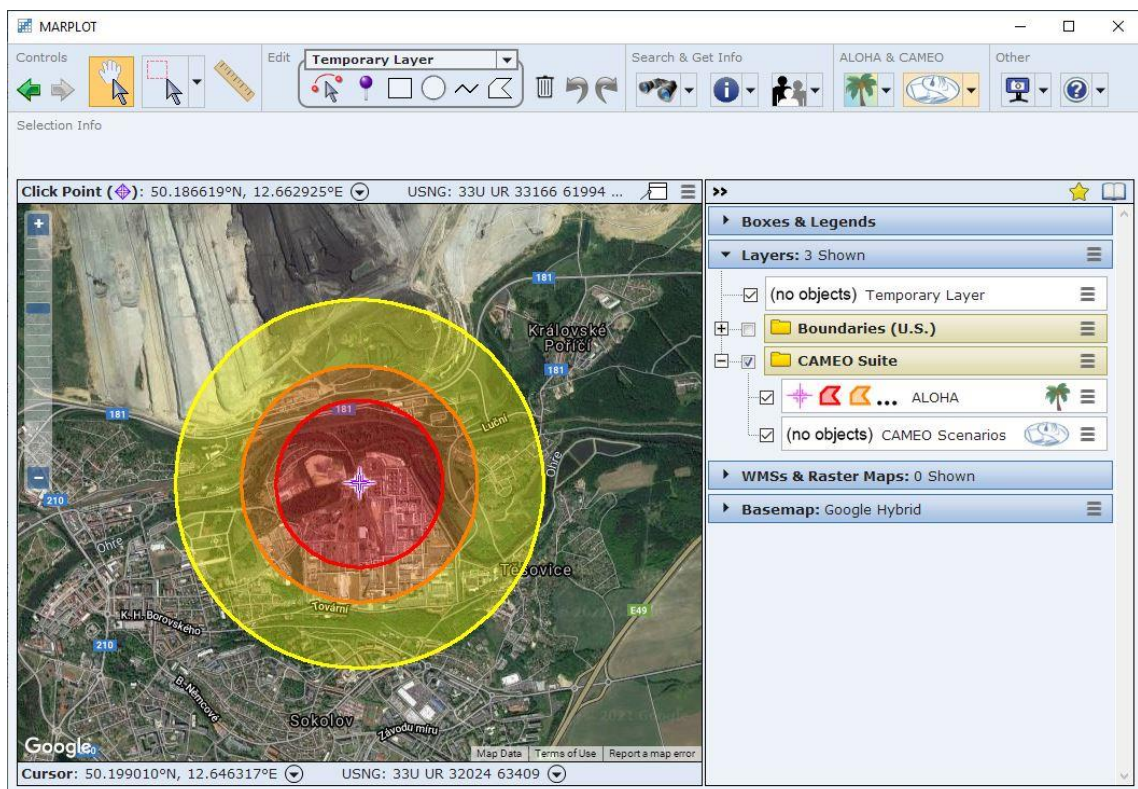
SOURCE STRENGTH:
  BLEVE of flammable liquid in horizontal cylindrical tank
  Tank Diameter: 2.9 meters Tank Length: 14.93 meters
  Tank Volume: 98.6 cubic meters
  Tank contains liquid
  Internal Storage Temperature: 8° C
  Chemical Mass in Tank: 47.1 tons Tank is 81% full
  Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%
  Fireball Diameter: 203 meters Burn Duration: 13 seconds

THREAT ZONE:
  Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
  Red : 473 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
  Orange: 668 meters --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
  Yellow: 1.0 kilometers --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
```

Obrázek 9 Textový výstup ALOHA (ALOHA a vlastní zpracování).

5.1.4 Mapový zákres

Areál společnosti Synthomer a.s. je rovinný a oplocený. Šíření tepla po výbuchu cisterny, tak jak je modelováno výstupem programu ALOHA, by nebylo nijak extrémně ovlivněno. Na obrázku 10 jsou výsledky modelování výbuchu propylenu zasazeny do mapového podkladu lokace výrobního podniku. Z výsledku jsou jasně patrné následky a rozsah havárie.



Obrázek 10 Mapový zákres modelování výbuchu (MARPLOT a vlastní zpracování)

5.2 Modelování šíření úniku propylenu

V případě modelování šíření propylenu při úniku z kulového zásobníku nebylo předpokládán BLEVE efekt, nýbrž nebezpečný mrak uniklé látky,

ohrožující obyvatele okolních sídel. Modelace sleduje průběh šíření, zamořování okolí výrobního podniku nebezpečnou látkou.

5.2.1 Situační analýza případu

Simulace předpokládá únik propylenu z kulového zásobníku může dojít v případě defektu kolínka na potrubí. Uzavírací rychloventil je umístěn až za sérií přírub, ze kterých uniká propylen. Šíření není jak zastavit a dochází k nekontrolovatelnému úniku plynného propylenu. Nebezpečnou koncentraci propylenu detekuje čidlo, dojde ke spuštění parní clony, ale koncentrace látky v ovzduší je stále sycena z defektu na potrubí.

5.2.2 Vstupní data případu

Vstupní data pro modelaci případu jsou uvedena na výstupu z programu ALOHA na obrázku 11:


```

ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help
SITE DATA:
  Location: SOKOLOV, CZECH REPUBLIC
  Building Air Exchanges Per Hour: 0.44 (sheltered single storied)
  Time: December 30, 2020 1547 hours ST (using computer's clock)

CHEMICAL DATA:
  Chemical Name: PROPYLENE
  CAS Number: 115-7-1
  Molecular Weight: 42.08 g/mol
  PAC-1: 1500 ppm PAC-2: 2800 ppm PAC-3: 17000 ppm
  LEL: 21500 ppm UEL: 112000 ppm
  Ambient Boiling Point: -48.7° C
  Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
  Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
  Wind: 3 meters/second from w at 3 meters
  Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
  Air Temperature: 20° C Stability Class: D
  No Inversion Height Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
  Leak from short pipe or valve in spherical tank
  Flammable chemical escaping from tank (not burning)
  Tank Diameter: 12.4 meters Tank Volume: 1000 cubic meters
  Tank contains liquid Internal Temperature: 20° C
  Chemical Mass in Tank: 413 tons Tank is 72% full
  Circular Opening Diameter: 10 centimeters
  Opening is 2 centimeters from tank bottom
  Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
  Max Average Sustained Release Rate: 3,780 kilograms/min
  (averaged over a minute or more)
  Total Amount Released: 219,759 kilograms
  Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE: (GAUSSIAN SELECTED)
  Model Run: Gaussian
  Red : 144 meters --- (17000 ppm = PAC-3)
  Orange: 362 meters --- (2800 ppm = PAC-2)
  Yellow: 500 meters --- (1500 ppm = PAC-1)

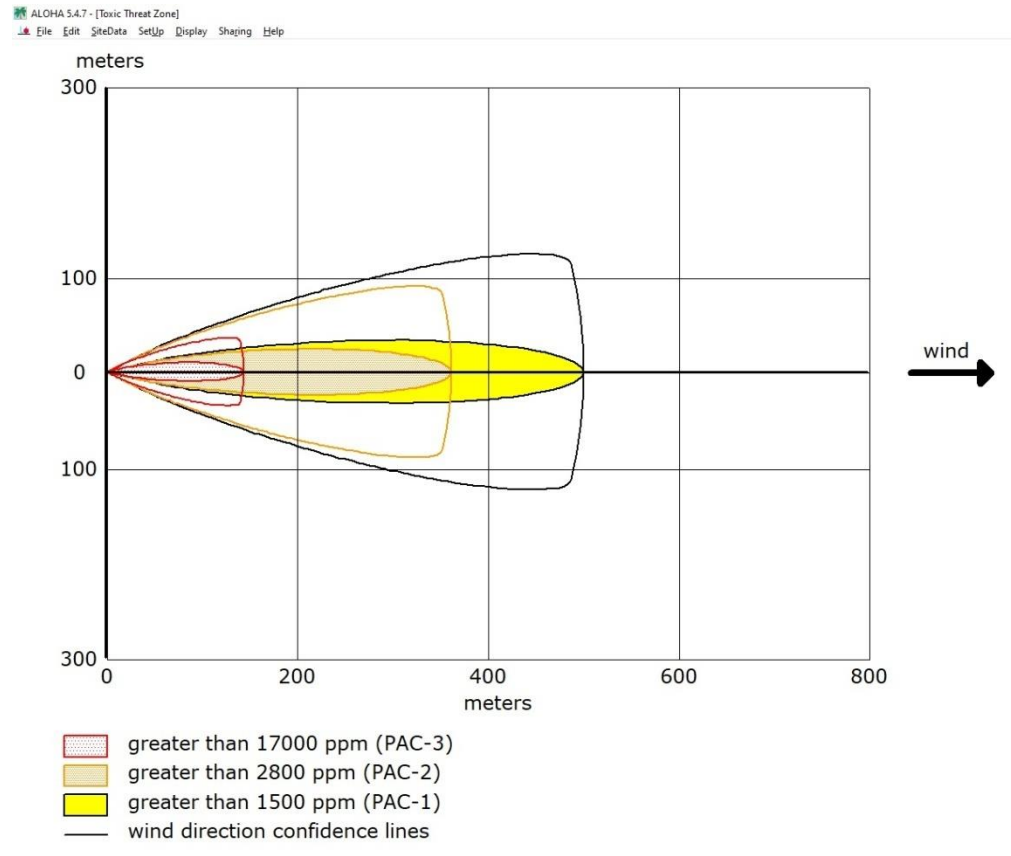
```

Obrázek 11 Vstupní data pro šíření propylenu (ALOHA a vlastní zpracování).

5.2.3 Výstupy modelace

Únik propylenu z kulového zásobníku v množství 430 t vytvoří mrak, který je vlivem větru zanášen nad obydlenou oblast v sousedství výrobního podniku. Program ALOHA na obrázku 12 simuluje směr, pohyb

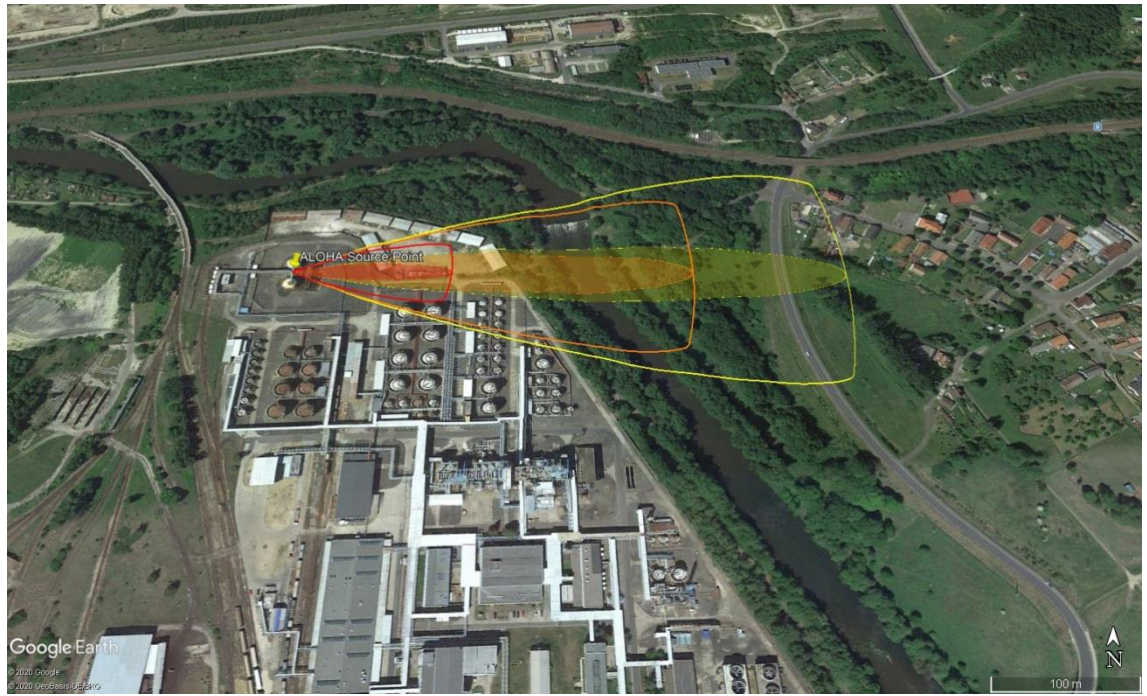
a vzdálenost oblaku nebezpečné látky do okolí, dle zadaných parametrů a směru větru.



Obrázek 12 Grafický výstup ALOHA - šíření látky (ALOHA a vlastní zpracování).

5.2.4 Mapový zákres

Výstup simulace havárie a šíření propylenu programu ALOHA je následně zasazen do mapového podkladu. Z modelované simulace obrázku 13 plyne, že oblak unikajícího propylenu by zasáhl sousední hustě obydlenou obec Královské Poříčí a ohrozil tak životy cca 900 lidí.



Obrázek 13 Mapový zakres modelování šíření (MARPLOT a vlastní zpracování)

6 DISKUZE

Ze simulovaných výstupů programu ALOHA je patrné, že ke vzniku první modelované havárie by mohlo dojít pouze v případě, že by nebylo dodrženo více bezpečnostních opatření. Výbuch předpokládá iniciaci zahoření uniklého propylenu, naproti tomu přepisy SH striktně uvádějí, které předměty a jaké oblečení se smí ve vymezeném území SH používat. Přesto nelze, s ohledem na selhání lidského faktoru, tuto situaci vyloučit. V tomto případě by případná havárie, tak jak byla modelována, měla katastrofální následky, zejména s ohledem na teritoriální lokaci výroby, která probíhá uprostřed středně velkého města.

Zóna vysoké tepelné radiace, vypočtená na vzdálenost o průměru téměř 473 metrů, by jistě způsobila smrt všech lidí vyskytujících se v okolí. Z tohoto důvodu je v rámci krizových pokynů prvořadým úkolem evakuovat všechny lidi ve vypočteném okruhu. V prostor podniku se sice ze tří čtvrtin plochy nachází pouze zeleň a travnaté plochy, ale ve zbývající jedné čtvrtině plochy se nachází výrobní, technologická a skladovací zařízení areálu Synthomer a.s. Je velmi pravděpodobné, že výbuch, způsobený vznikem požáru při stáčení propylenu ze železniční cisterny, by logicky vedl k domino efektu ve zpracovatelské části. Následky by byly katastrofální.

Z dat, která lze vyhledat v databázi CAMEO chemicals lze dovodit, že pokud dojde k velkému požáru cisterny, která propylen převáží, doporučuje se zásah s odstupem. K hašení požáru je doporučeno využití přenosných monitorů a evakuace obyvatel je stanovena až do vzdálenosti 800 m od cisterny. Zde vymodelovaný výsledek práce liší, protože modelace ukazuje ohroženou oblast ještě o 200 m větší. Z výsledků modelace výbuchu propylenu plyne nutnost podat veřejnosti v ohrožené

zóně informaci o možném riziku nebezpečí a podobu likvidace následků havárie provést evakuaci v zóně o poloměru až 1000 m.

Výsledky modelace dále ukazují, že v případě vzniku požáru při úniku propylenu, se v oblasti vyznačené žlutou barvou nacházejí již rodinné a bytové domy, výrobní podniky, základní občanské služby a obchodní centrum. Pokud by došlo k havárii dle modelovaného výbuchu a rozsahu, byla by zasažená graficky prezentovaná oblast. Následky by znamenaly zásah do běžného života tisíců obyvatel. Provozovatel Synthomer a.s. je zařazen dle zákona o prevenci závažných havárií do skupiny „A“ a pro jeho provoz je zpracován vnější havarijní plán.

Ve druhém modelovaném případě je simulace reálnější, protože použitá technologie na jednom ze dvou kulových zásobníků neumožňuje v případě nenadálého úniku propylenu ze zásobníku okamžité zastavení úniku. Důvodem je automatický uzavírací ventil, umístěný až za kolínkem potrubí. Druhý kulový zásobník je již zmodernizován a automatický uzavírací ventil je zde umístěný přímo na dně zásobníku. V případě úniku propylenu v místě příruby tak automatický ventil zásobník ihned uzavře.

Vzhledem k nastaveným interním technickým opatřením při detekci úniku propylenu, je tato situace zabezpečena parními clonami a dalšími opatřeními, stanovenými havarijním plánem. Unikající látka by byla parou inertizována a po příjezdu jednotky HZS kraje by bylo zabezpečeno její odčerpání. Proto jsou výsledky druhého modelování uvedeny čistě hypoteticky, pro demonstraci možností Programu ALOHA.

Proces stáčení propylenu je z pohledu provozních činností nejrizikovější částí procesu manipulace. Lidská chyba v tomto případě může vést k mimořádně nebezpečné havarijní události. Eliminace chyby lidského faktoru by se v tomto případě dala vyřešit instalací stáčecího ramene. Stáčecí rameno provede

automaticky napojení na dopravní cisternu. Systém technologické kontroly procesu stáčení minimalizuje nenadálé situace. Proces stáčení zahrnuje kontrolu těsnosti, testování a výplach dopravních nádob dusíkem. Ramena mají čidla parkovací polohy a proces stáčení propylenu by poté obešel bez manuální lidské obsluhy.

7 ZÁVĚR

Diplomová práce si kladla za cíl prověřit optimální nastavení strategie krizového plánu společnosti Synthomer a.s. z pohledu možného úniku propylenu, látky pro výrobu chemických sloučenin.

Praktická část práce si kladla za cíl analyzovat interní strategické dokumenty šetřeného podniku z pohledu možnosti úniku a následné havárie propylenu, používané v chemické výrobě. V tomto směru byla popsána situační analýza skladového hospodářství propylenu v podniku. Konkrétně proces manipulace s látkou od její dopravy do areálu podniku, přes stáčení, skladování a expedici chemikálie do výroby. Práce se dále zabývala nastavením systému kontroly skladového hospodářství s ohledem na dodržení bezpečnostních předpisů. V tomto směru nebyly v systému shledány závady a dá se konstatovat, že je podniková kontrola Synthomer a.s. je efektivně nastavená a odpovídá platným legislativním normám.

Jako podpůrný prostředek doplnění systému krizového řízení byl navrhnout program ALOHA, který dokáže reálně simulovat mimořádně nebezpečné provozní situace a predikovat jejich vývoj. Práce uvádí dvě varianty úniku propylenu. První simuluje únik propylenu z cisterny a ukazuje možné následky výbuchu. Druhý případ modeluje šíření velkého množství propylenu v ovzduší při úniku z kulového zásobníku a ohrožení obyvatel v okolních sídlech výrobního podniku.

Výpočet případu modelace výbuchu cisterny propylenu odhalil, že perimetr rozsahu evakuace obyvatel by měl být z bezpečnostního hlediska ještě o 200 m větší, než je nastaveno v interních bezpečnostních dokumentech společnosti

Synthomer a.s. Druhý případ modelace názorně predikuje následky šíření mraku nebezpečné látky nad sídelní oblast a umožňuje tak efektivněji nastavit havarijní plán a jeho detailní opatření, vedoucí k rychlému zásahu a ochraně životů obyvatel.

Závěrem je uvedeno technické opatření, které by minimalizovalo lidskou chybu v technologii stáčení propylenu. Tato manipulace s nebezpečnou látkou je z pohledu provozních činností vyhodnocena jako nejrizikovější část procesu. Instalace stáčecího ramene by provozní proces zautomatizovala a eliminovala případ nebezpečné situace.

Práce prokazuje, že SW program pro predikce havarijních situací, je efektivním nástrojem prevence krizového řízení a plánování při předcházení havarijních událostí.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ALOHA	Areal Locations of Hazardous Atmospheres
ČR	Česká republika
EU	Evropská unie
HP	Havarijní plán
HZS	Hasičský záchranný sbor
IZS	Integrovaný záchranný systém
MaR	Měření a regulace
MV	Ministerstvo vnitra
NATO	Organizace Severoatlantické smlouvy
OBSE	Organizace pro bezpečnost a spolupráci v Evropě
OPIS	Operační a informační středisko
OSN	Organizace spojených národů
PO	Požární ochrana
PP	Propylen
PS	Provozní soubor
SH	Skladové hospodářství

SO	Stavební objekt
SW	Software
ZPU	Závodní požární útvar

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

BIBLIOGRAFICKÉ ZDROJE

BERLANDI, Peter. *Kontodaten-analyse für die Bonitätsprüfung im Firmenkundenkreditgeschäft*. German university Publishing House, 2000. ISBN 3824471531.

ČAPOUN, Tomáš a kolektiv. *Chemické havárie*. Generální ředitelství hasičského záchranného sboru České republiky, Praha: 2009. ISBN 978-80-86640-64-8.

KASSA, Jiří a kol. *Toxikologické aspekty medicíny katastrof*. Učební text pro vysokoškolskou výuku. Hradec Králové: Fakulta vojenského zdravotnictví univerzity obrany, 2006. ISBN80-85109-89-1.

KRAJŠEK, Bohuslav, PONDĚLNÍČEK, Michael. *Krizové řízení obcí při mimořádných událostech*. Praha: Ministerstvo životního prostředí, 2002.

POKORNÝ, Bedřich. *Chemické závody Sokolov 1917 – 2017*. Sokolov: FORNICA GRAPHICS s.r.o., 2016. ISBN 978-80-87194-51-5.

RAIS, Roman. *Specifika krizového managementu*. Ostrava-Přívoz: KEY Publishing s.r.o., 2007. ISBN 978-80-87071-11-3.

SADÍLEK, Zdeněk a kol. *Krizové řízení a integrovaný záchranný systém*. Praha: Vysoká škola finanční a správní, a.s., 2019. ISBN 978-7408-192-7.

SHRIVASTAVA, Paul. *Advances in Strategic management*. Jai Pr: 1994. ISBN 1559387270.

SMETANA, Marek a kol. *Havarijní plánování*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2989-0.

ŠENOVSKÝ, Michail. *Požární ochrana 2007: XVI. ročník mezinárodní konference*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. ISBN 978-80-7385-0.

VANÍČEK, Jiří a kol. *Právní úprava krizového řízení v ČR*. Eurolex Bohemia: 2006. ISBN 80-6861-69-4.

VYMĚTAL, Štěpán. *Krizová komunikace a komunikace rizika*. Praha: Grada Publishing, a.s., 2009. ISBN 978-247-2510-9.

ZUZÁK, Roman. KÖNIGOVÁ, Martina. *Krizové řízení podniku. 2., aktualizované a rozšířené vydání*. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-3156-8.

LEGISLATIVNÍ ZDROJE

Zákon ČNR č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů

Zákon č. 1/1993 Sb., Ústava ČR

Zákon č. 110/1997 Sb. o bezpečnosti České republiky

Zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému

Zákon č. 462/2000 Sb., o krizovém řízení

Zákon 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích

Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi)

Vyhláška MV č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany

INTERNÍ AKTY ŘÍZENÍ SPOLEČNOSTI SYNTHOMER A.S.

Provozní řády, dokumenty 3 vrstvy

Místní provozní řád skladového hospodářství PP – kompresorová stanice PP
DJ 4-6-P5/1-02-06

Požární prevence TOP 66-12

Rozvody propylenu na jednotce U-100 na KA I DJ 4-6-P5/1-03-05

Vnitroprovozní dokumenty

Havarijní předpis pro činnost směnového mistra, operátora a obsluhy oxidace
při výronu PP na KA I DJ 4-10-P5-01-02

Likvidace pachových exhalací v P5 DJ 4-10-P5-02-02

Synthomer a.s., 2018: Výroční zpráva statutárního ředitele 2018.

Havarijní plány

Podklady pro stanovení zóny havarijního plánování 07-2007

Vnější havarijní plán Synthomer a.s. KŘ-9/2018

ELEKTRONICKÉ ZDROJE

Arnika. [online]. *Lučební závody Draslovka Kolín*. 2014. aktualizováno 28. 9. 2020. [cit. 2020-10-10]. Dostupné z: <https://arnika.org/lucebni-zavody-draslovka-kolin>

BARTA, Jiří. LUDÍK, Tomáš. [online]. *ALOHA – modelování a simulace*. Studijní pomůcka pro předmět Krizové scénáře. 2012. [cit. 2020-10-12]. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26279/mod_resource/content/1/Studijni_pomucka_Aloha.pdf

BERNATIK, A. a kol. [online]. *Modelling accidental releases of dangerous gases into the lower troposphere from mobile sources*. ScienceDirect. Process Safety and Environmental Protection. May 2008. [cit. 2020-10-12]. ISSN 09575820. Dostupné z: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0957582008000037>

BUBÍKOVÁ, Stanislava. [online]. *Chemický průmysl v ČR*. Vzdělávací pomůcka. [2013]. [cit. 2020-10-10]. Dostupné z: <https://zs-zelatovska.cz/upload/9885107785vy-52-inovace-355-chemicky-prumysl-v-cr.pdf>

Český rozhlas. [online]. *Dioxiny ve Spolaně Neratovice*. 24. 5. 2002. [cit. 2020-10-10]. Dostupné z: <https://cesky.radio.cz/dioxiny-ve-spolane-neratovice-8062055>

ENERGY.GOV. Úřad pro životní prostředí, zdraví, bezpečnost a zabezpečení. [online]. 2014. *ALOHA*. [cit. 2020-10-10]. Dostupné z: <https://www.energy.gov/ehss/aloha>

EPA. United States Environmental Protection Agency. [online]. *ALOHA*. 17. 6. 2020. [cit. 2020-10-10]. Dostupné z: <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>

Industrial Health and Safety. [online]. *Understanding and Managing Boiling Liquid Expanding Vapor Explosions*. DIVYA MEDIA Publications PVT. LTD. 11.

ledna 2020 [cit. 2021-03-01]. Dostupné z:

<https://www.isrmag.com/understanding-managing-boiling-liquid-expanding-vapour-explosion/>

Ministerstvo obrany české republiky. [online]. *Obranná strategie České republiky*. Praha 2017. [cit. 2020-10-10]. Dostupné z:

http://www.mocr.army.cz/images/id_40001_50000/46088/OS.pdf

Pardubický deník.cz. [online]. *Semtín: Firma stále nepřiznává, že zemřeli čtyři lidé*. [11-04-20]. [cit. 2020-10-10]. Dostupné z:

<https://pardubicky.denik.cz/nehody/aktualne-vybuch-v-semtine20110420.html>

PwC. [online]. Studie Technology Foresight. *Závěrečná zpráva*. PwC – Pricewaterhouse Coopers Česká republika, s.r.o. 2018. [cit. 2020-10-10]. Dostupné z:

<https://icuk.cz/wp-content/uploads/2019/06/studie-technologie-foresight-zaverecna-zprava-final.pdf>

Lékařská fakulta Masarykova univerzita. Struktura řízení IZS. [online]. 2001. [cit. 2020-10-22]. Dostupné z:

<http://www2.med.muni.cz/Traumatologie/uszs/izs/IZS.htm>

Unipetrol. [online]. *Bezpečnostní list Propylen*. 8 vydání. 30. 5. 2001. [cit. 2020-10-22]. Dostupné z:

https://www.unipetrolrpa.cz/CS/NabidkaProduktu/petrochemicke-produkty/monomery-aromaty-ostatni/Documents/Propylen_CZ.pdf

Unipetrol. [online]. *Propylen pro polymeraci*. Nedatováno. [cit. 2020-10-10].

Dostupné z: <https://www.unipetrolrpa.cz/CS/NabidkaProduktu/petrochemicke-produkty/monomery-aromaty-ostatni/Stranky/propylen.aspx>

Vláda České republiky. [online]. *Bezpečnostní strategie*. 2015. [cit. 2020-10-10].

Dostupné z: <https://www.vlada.cz/assets/ppov/brs/dokumenty/bezpecnostni-strategie-2015.pdf>

Wikipedia. [online]. *Strukturní vzorec a prostorový model propylenu*. 1. 2. 2021 [cit.

2021-02-22]. Dostupné z: <https://cs.wikipedia.org/wiki/Propen>

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 Strukturní vzorec a prostorový model propylenu. (Wikipedia, 2020).	23
Obrázek 2 Struktura řízení IZS (Lékařská fakulta Masarykova univerzita, 2001).	38
Obrázek 3 Schéma skladového hospodářství PP (Technologický reglement Synthomer a.s.).....	47
Obrázek 4 Mechanismus jevu BLEVE (Industrial Health and Safety, 2020).....	62
Obrázek 5 Výstup ALOHA - údaje o cisterně (ALOHA a vlastní zpracování)..	65
Obrázek 6 Výstup ALOHA - výpočet množství látky (ALOHA a vlastní zpracování).	65
Obrázek 7 Výstup ALOHA - 3 úrovně zóny (ALOHA a vlastní zpracování). ...	66
Obrázek 8 Grafický výstup ALOHA (ALOHA a vlastní zpracování).	67
Obrázek 9 Textový výstup ALOHA (ALOHA a vlastní zpracování).....	68
Obrázek 10 Mapový zakres modelování výbuchu (MARPLOT a vlastní zpracování)	69
Obrázek 11 Vstupní data pro šíření propylenu (ALOHA a vlastní zpracování).	71
Obrázek 12 Grafický výstup ALOHA - šíření látky (ALOHA a vlastní zpracování).	72
Obrázek 13 Mapový zakres modelování šíření (MARPLOT a vlastní zpracování)	73

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - Přehled a bilance úniků PP likvidovaných rozptylovým komínem (Technologický reglement Synthomer a.s.).....	53
---	----

12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 Únik propylenu z transportní cisterny (foto autor práce).....	91
Příloha 2 Spuštěná parní clona (foto autor práce).....	92
Příloha 3 Spuštěná parní clona (foto autor práce).....	93



Příloha 1 Únik propylenu z transportní cisterny (foto autor práce)



Příloha 2 Spuštěná parní clona (foto autor práce)



Příloha 3 Spuštěná parní clona (foto autor práce)