



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE  

---

FAKULTA BIOMEDICÍNSKÉHO INŽENÝRSTVÍ  
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

## **Havarijní připravenost firmy Synthomer a.s. při úniku propylenu**

### **Emergency Preparedness of the Company Synthomer a.s. in Case of Propylene Leakage**

Diplomová práce

Studijní program: Civilní nouzové plánování

Autor diplomové práce: Bc. Monika Krausová

Vedoucí diplomové práce: Ing. Hanuš Slavík

---

Kladno 2023

## I. OSOBNÍ A STUDIJNÍ ÚDAJE

Příjmení: **Krausová** Jméno: **Monika** Osobní číslo: **511065**  
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:

**Havarijní připravenost firmy Synthomer a.s. při úniku propylenu**

Název diplomové práce anglicky:

**Emergency Preparedness of the Company Synthomer a.s. in Case of Propylene Leakage**

Pokyny pro vypracování:

Předmětem diplomové práce bude provedení analýzy současného stavu vybraných částí havarijního plánování, včetně posouzení místních podmínek chemické firmy Synthomer a.s. v Sokolově, se scénářem úniku zkapalněného plynu a možných účinků této havárie v okolí areálu firmy. V teoretické části bude charakterizován výstup z podkladů současné bezpečnostní dokumentace firmy a její připravenost pro řešení havarijních situací. Následně bude vypracován přehled identifikovaných rizik a stanovených opatření. V praktické části bude provedena evaluace vybraných částí havarijního plánování z hlediska požadavků právních předpisů. V další části bude provedena simulace následků úniku nebezpečné látky pomocí simulačního softwaru ALOHA. Dále pak bude provedena analýza potencionálních rizik s využitím metody analýzy SWOT, včetně hodnocení stanovených opatření. Na základě provedené analýzy budou navržena doporučení, která by mohla přispět k minimalizaci vzniku mimořádné události a případně ke zmírnění dopadů následků havárie pro firmu a její okolí.

Seznam doporučené literatury:

- [1] Blažková Kateřina, Ochrana obyvatelstva a krizové řízení: skripta, ed. 1, Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2015, ISBN 978-80-86466-62-0
- [2] SIKOROVÁ, Kateřina a Kateřina BLAŽKOVÁ, Analýza dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí, V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2018, ISBN 978-80-7385-211-5
- [3] ANTUŠÁK, Emil, Krizová připravenost firmy, ed. 1, Praha: Wolters Kluwer, 2013, 184 s., ISBN 978-80-7357-938-8

Jméno a příjmení vedoucí(ho) diplomové práce:

**Ing. Hanuš Slavík**

Jméno a příjmení konzultanta(ky) diplomové práce:

Datum zadání diplomové práce: **19.09.2022**

Platnost zadání diplomové práce: **20.09.2024**

doc. Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.  
vedoucí katedry

prof. MUDr. Jozef Rosina, Ph.D., MBA  
děkan

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Havarijní připravenost firmy Synthomer a.s. při úniku propylenu vypracovala 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 16.08.2023

.....  
Bc. Monika Krausová

## **PODĚKOVÁNÍ**

Touto cestou bych ráda poděkovala především svému vedoucímu práce panu Ing. Hanuši Slavíkovi za odborné vedení, trpělivost a poskytování cenných rad při zpracování mé diplomové práce. Dále děkuji firmě Synthomer, a.s. v Sokolově za umožnění přístupu k důležitým dokumentům potřebným k vypracování této práce.

## ABSTRAKT

Diplomová práce analyzuje havarijní připravenost firmy Synthomer a.s. v Sokolově pro případ vzniku mimořádné události související s nekontrolovaným únikem propylenu. V teoretické části je popsán postupný vývoj legislativních pravidel při nakládání s nebezpečnými látkami, jak ve světě, tak i v České republice a konkrétní povinnosti ze zákona vyplývající pro jejich provozovatele.

V práci je rozebrána aktuálně platná bezpečnostní dokumentace firmy, kterou tvoří bezpečnostní zpráva, vnitřní havarijní plán, podklady pro zónu havarijního plánování a vnější havarijní plán, který na tuto dokumentaci navazuje. Náležitosti a struktura jednotlivých částí dokumentů jsou posuzovány s pravidly obsaženými v příslušných právních předpisech. Tým určených specialistů firmy identifikoval hlavní zdroje rizik vyplývající z činnosti firmy. Na základě analýzy rizik byly navrženy reálné scénáře možných havárií, charakterizován očekávaný průběh s následnými možnými účinky pro okolí areálu firmy. Z dokumentace vyplývá, že nejhorším scénářem z pohledu ohrožení okolí firmy je jednoznačně únik propylenu. Nedílnou součástí dokumentace jsou navržená opatření určená k minimalizaci rizika vzniku havárie a její následných účinků na zdraví a životy lidí, majetek a životní prostředí.

V praktické části si autorka na základě poznatků z oblasti analýzy rizik řešených v bezpečnostní dokumentaci zvolila pro modelaci, po konzultaci se zástupci Synthomer a.s., dva nejhorší scénáře možných havárií s dopadem na okolí firmy. K modelaci těchto scénářů byl využit program Aloha. Jedná se o havárii s velice nízkou pravděpodobností jejího vzniku, přesto se autorka rozhodla modelovat právě tyto scénáře s cílem porovnat vypočtená data s údaji ze scénářů, které obsahuje bezpečnostní dokumentace. Zde je důležité zdůraznit fakt, že v bezpečnostní zprávě jsou zvolené havarijní scénáře uvedeny, nicméně z pohledu variantního popisu rozvoje příčinných a následných posloupně

probíhajících dějů je možné konstatovat, že se nejedná o zcela shodné scénáře. V další části práce bylo provedeno posouzení stavu bezpečnostní politiky firmy pomocí metody SWOT analýzy.

Z výsledků programu Aloha lze potvrdit výstupy z bezpečnostní dokumentace firmy, že únik propylenu může způsobit ohrožení lidských životů a velkou ztrátu na majetku ve vzdálenosti až 2 km od zdroje úniku. Jedná se o území, které je zčásti obydlené, tudíž je velké riziko ohrožení zdraví a majetku několika tisíc osob, trvale žijících v ohroženém prostoru. Zóna havarijního plánování vycházející z vnějšího havarijního plánu, ve které jsou stanovena opatření, z pohledu ochrany je ohraničena vnější hranicí, která dosahuje do vzdálenosti 1,2 km. Interpretace výsledků modelace je popsána v části diskuse této práce. Z výsledků analýzy SWOT je možné potvrdit fakt, že bezpečnostní politika firmy je na vysoké úrovni. Z výše uvedeného lze konstatovat, že pro společnost Synthomer a.s. jsou získané poznatky přínosné.

### **Klíčová slova**

Nebezpečné látky; závažná havárie; zdroje rizik; scénáře havárií; modelace; propylen; Synthomer a.s.; Sokolov.

## **ABSTRACT**

The research paper analyses the emergency preparedness of a company "Synthomer a.s." located in Sokolov, in the event of an emergency related to an uncontrolled propylene leak. The theoretical part describes the gradual development of legislative rules in the handling of hazardous substances and the specific obligations arising from the law for their operators in the world and in the Czech Republic, as well.

The research paper analyses the company's currently valid safety documentation, which consists of a safety report, an internal emergency plan, documents for the emergency planning zone and an external emergency plan. The requirements and the structure of all the document components are assessed based upon the rules contained in the relevant legal regulations. The company's designated team of specialists had identified the main sources of risk emerging from the company's activities. There has been outlined the real consequence of possible accidents running and attainable effects for surroundings of the company premises. All this has been based on the risk analysis. From the documentation it has emerged that the worst scheme in terms of endangering the company's surroundings is a propylene leak, without any doubts. An integral part of the documentation is proposed measures which has been designed to minimize the risk of an accident and its subsequent effects on the people's health, lives, their property, and the environment in general.

The practical part of the research paper is based on knowledge of the risk analysis area mentioned previously in the documentation. The author's choice is the model of the two worst possible accidents with an impact on the company's surroundings. A software program of "Aloha" was used to model these accident schemes. Although it is an accident with a very low probability of its occurrence, the author decided to model this consequence of events in order to compare the calculated data with the data from the schemes which had been given in the safety documentation. On this occasion it is important to point out the fact that the selected accident schemes are mentioned in the safety report. However, they are not exactly identical accident schemes as we can observe from the point of view of the variant description to developing both causative and immediately following contributing factors and events. In the second part of the research paper, the company's security policy condition was assessed by means of SWOT analysis method.

As for the results of the "Aloha" program, we can conclude that a propylene leak is able to cause a threat to human lives and a severe destruction of properties within 2 km of the source of the leak. The considered area is partly inhabited, so there is a high risk of endangering the health and property of several thousands of people permanently living in the threatened area. From the point of view of protection measures, the emergency zone considered in the External emergency plan is delimited by an outer boundary that reaches a distance of 1.2 km. The analysis of the modelling results is described in the discussion section of this research paper. From the results of the SWOT analysis, it is possible to confirm that the company has a high-level security policy.

### **Keywords**

hazardous substances; serious accident; sources of risks; accident schemes; modelling; propylene; Synthomer a.s.; Sokolov.



## Obsah

1	Úvod.....	11
2	Cíle práce a hypotézy .....	12
3	Přehled současného stavu.....	13
3.1	Vývoj chemického průmyslu v Sokolově.....	13
3.1.1	Historie firmy .....	13
3.1.2	Současnost firmy .....	16
3.2	Bezpečnost v chemickém průmyslu .....	16
3.2.1	Významné havárie v ČR.....	17
3.2.2	Vývoj legislativních pravidel ve světě.....	18
3.2.3	Vývoj legislativních pravidel v ČR.....	18
3.3	Povinnosti provozovatelů zařazených do jednotlivých skupin .....	19
3.4	Bezpečnostní dokumentace společnosti.....	25
3.4.1	Bezpečnostní zpráva .....	26
3.4.2	Vnitřní havarijní plán .....	30
3.4.3	Vnější havarijní plán .....	45
3.5	Propylen jako hlavní zdroj rizik .....	49
3.5.1	Základní informace o propylenu .....	49
3.5.2	Skladování a základní schéma skladu propylenu.....	52
3.5.3	Požárně bezpečnostní zařízení skladu propylenu.....	54
4	Metodika.....	57
4.1	Program ALOHA.....	57
4.2	SWOT Analýza.....	59
5	Výsledky .....	61

5.1	Výsledky z modelace .....	61
5.2	SWOT analýza bezpečnostní politiky firmy Synthomer .....	73
5.3	Vyhodnocení hypotéz .....	86
5.4	Navrhovaná opatření .....	87
6	Diskuse .....	90
7	Závěr .....	106
8	Seznam použitých zkratk.....	108
9	Seznam použité literatury .....	109
10	Seznam použitých obrázků .....	113
11	Seznam použitých tabulek.....	114
12	Seznam Příloh .....	115

# 1 ÚVOD

Při výběru tématu autorku diplomové práce ovlivnilo hned několik okolností. V první řadě skutečnost, že je studentkou Českého vysokého učení technického v Praze studijního programu Civilní nouzové plánování, a dále to, že žije v Sokolově, třetím nejlidnatějším městě Karlovarského kraje s počtem 21 484 obyvatel [1]. V neposlední řadě pak také to, že v katastru města se nachází chemický průmyslový podnik, společnost Synthomer a.s., historicky známý jako Chemické závody Sokolov.

V této souvislosti se nabízí otázka, která je čas od času mezi obyvateli města také diskutována, zda jsou obyvatelé před riziky možných poruch či havárií v chemických závodech dostatečně chráněni. Protože neznalost vyvolává nejrůznější domněnky, pochybnosti a obavy, ráda by se autorka v této problematice zorientovala a některá tvrzení se pokusila vyvrátit, či alespoň poupravit. Někomu se může zdát soužití města Sokolova a chemických závodů poněkud kostrbaté a rozporuplné, ale trvá ve vzájemné shodě již více než 100 let.

V dnešním civilizovaném světě je kladen velký důraz na chemickou bezpečnost. V chemických podnicích je skladováno a manipulováno s mnoha nebezpečnými chemickými látkami, které představují potenciální riziko vzniku závažné havárie. Tyto podniky jsou zařazeny do příslušné skupiny podle zákona o prevenci závažných havárií a jejich povinností je zpracovávat bezpečnostní dokumentaci.

Snahou autorky bylo jednak nastudovat současnou bezpečnostní dokumentaci firmy a posoudit její připravenost řešit havarijní a krizové situace. Dále se pokusit za pomoci softwarového nástroje o modelaci dvou scénářů havárií, které jsou z hlediska možných následků a ohrožení firmy a jejího okolí nejzávažnější. V neposlední řadě pak zjistit účinky těchto havárií a jaká byla navržena opatření k zamezení jejich vzniku, případně ke zmírnění jejich dopadů, majících vliv na zdraví a životy lidí, majetek a životní prostředí.

## 2 CÍLE PRÁCE A HYPOTÉZY

Hlavním cílem této práce je zjištění, jak velký dopad účinků na okolí firmy může mít havárie s nekontrolovaným, rozsáhlým únikem zkapalněného plynu z nadzemního zásobníku z hlediska rizika šíření výbušných koncentrací a také z hlediska účinků tepelného záření v případě náhlého výbuchu expandujících par vroucího propylenu a vznikem ohnivé koule. Dílčím cílem práce je posouzení rizikových faktorů, bezpečnostních opatření a havarijní připravenosti firmy s využitím simulačního programu Aloha a metody analýzy SWOT. Dále zhodnotit stav aktuální bezpečnostní dokumentace a pokusit se posoudit, zda je v souladu se současnými legislativními požadavky.

Charakteristika unikajícího plynu a meteorologické podmínky mohou významně ovlivnit způsob rozptylu dané látky, a tedy rozsah konečných následků mimořádné události, které mohou potvrdit či vyvrátit níže uvedené hypotézy.

Hypotéza 1: Únik propylenu představuje zásadní ohrožení obyvatelstva v okolí společnosti.

Hypotéza 2: Vypočtené vzdálenosti jednotlivých zón ohrožení z modelových scénářů havárií přesáhnou hranici zóny havarijního plánování.

Hypotéza 3: Bezpečnostní prvky a režimová opatření mají významnou roli v rámci snížení rozvoje mimořádné události a minimalizaci dopadu havárie na okolí.

## 3 PŘEHLED SOUČASNÉHO STAVU

### 3.1 Vývoj chemického průmyslu v Sokolově

Sokolov se až do roku 1948 jmenoval Falknov. Nejstarší písemná zmínka o Sokolovu pochází z konce 13. století (r. 1279). Místo mělo vždy velmi výhodnou geografickou polohu. Rozkládá se mezi západními Krušnými horami a Slavkovským lesem. Uprostřed se nachází Sokolovská pánev se značným přírodním bohatstvím. První zmínka o těžbě uhlí se datuje do roku 1760. Těžba uhlí a nerostných surovin postupně měnila rovněž i původní ráz krajiny. Ze zemědělského charakteru se Sokolovsko zcela proměnilo v průmyslový region. Stalo se centrem těžby hnědého uhlí a chemického průmyslu. Po obrovském rozmachu průmyslové výroby a těžbě uhlí se nyní situace pozvolna opět mění. Dochází k útlumu již často neekonomické těžby uhlí, zároveň se omezuje vypouštění škodlivin do ovzduší při spalování méně kvalitního uhlí. Velké plochy po těžbě jsou rekultivovány a postupně vraceny do užívání obyvatelům města k rekreaci, sportování a oddychu. Vznikly dvě velké vodní plochy – Jezero Michal v jižní části města a Jezero Medard v západní části města [2, 3].

#### 3.1.1 Historie firmy

Prvopočátky drobné chemické výroby na Sokolovsku se datují do 2. poloviny 16. století. Nejvýznamnějším podnikatelem byl Johann David Starck (1770–1841). Jeho podnikatelské aktivity však nesouvisí s historií Chemických závodů v Sokolově, jejichž výstavba začala mnohem později, a to v listopadu 1916. Impuls ke stavbě dala Rakousko-uherská monarchie, která potřebovala pro válečné účely dostatek kyseliny dusičné k výrobě surovin, nezbytných pro finalizaci výroby třaskavin a střeliva. Rozhodnutí ke stavbě chemické továrny vydalo ministerstvo války, které její stavbu z větší části také financovalo. Rakouský spolek pro chemickou a hutní výrobu ve Vídni vybral prozkoumanou lokalitu v tehdejší Falknově. Ta nabízela dostatek hnědého uhlí k výrobě elektřiny, možnost výhodně získat další pozemky v blízkosti řeky Ohře.

Výstavba závodu rychle pokračovala, neboť měla z hlediska průběhu 1. světové války všechny potřebné preference. Na stavbě pracovalo na čtyři tisíce válečných zajatců (převážně Srbů) za velice nelidských podmínek. Těžká práce, hlad a nemoci si vyžádaly mnoho lidských životů. Během necelých dvou let (květen 1918) se začal v novém závodě vyrábět kyanamid vápenatý (dusíkaté vápno). Převoz kyanamidu vápenatého byl zajišťován vlečkou napojenou na Buštěhradskou dráhu do rakouského Blumau, kde se z něj vyráběla kyselina dusičná [4].

Po 1. světové válce se výroba v chemických závodech soustředila zejména na elektrochemickou výrobu, hlavními výrobky byly karbid vápníku pro svícení, dissous plyn (acetylen), borax, perboritan sodný, ferrosilicium, kyselina mravenčí, peroxid vodíku, chlorečnany, ferrochrom, kyselina šťavelová, přibyla také plnárna kyslíku. Střídají se roky úspěšné s těmi méně úspěšnými. Léta hospodářské krize přinášejí pokles výroby i propouštění zaměstnanců [4].

Po obsazení českého pohraničí Němci (v říjnu 1938) přešly chemické závody pod německé majitele. V této době pracovali v chemičce převážně váleční zajatci. V době okupace Československa se technický rozvoj závodu zastavil. Výroba byla omezena, nebo zcela zastavena. Odstavené výroby nebyly zakonzervovány, proto došlo ke značným poškozením korozi. Přestože nebyl závod příliš poškozen při bombardování, musel po válce projít rozsáhlými opravami [4].

Dne 12. května 1945 předali příslušníci třetí Americké armády správu závodu českému vedení. Částečně obnovit výrobu se podařilo již 28. května 1945. Postupné spouštění dalších provozů záviselo na dostupnosti surovin a příchodu nových pracovních sil, které se velmi těžce hledaly [4, 5].

Od 1. července 1949 nese závod název Chemické závody Sokolov, národní podnik, se sídlem v Sokolově. I v dalších letech dochází v Chemických závodech Sokolov k mnoha změnám v organizační struktuře. Předválečné úrovně ve

výrobě se podařilo dosáhnout až v roce 1954. Opětovně se uvažovalo o úplném uzavření veškeré chemické výroby [4].

Za přelomový krok lze považovat rozhodnutí z roku 1969, kdy bylo po nekonečných diskusích rozhodnuto realizovat v závodě výstavbu poloprovozu výroby akrylátových disperzí s cílem získat zkušenosti pro další rozvoj akrylové chemie v Sokolově. Přes velký tlak vedení sokolovské chemičky se zahájení výstavby nové kapacity kyseliny akrylové podařilo prosadit až v roce 1980. Počátkem devadesátých let byly postupně odstavovány historické provozy a byla zahájena další etapa akrylového programu – výstavba nové jednotky na výrobu kyseliny akrylové a jejich esterů. Později se přidala i výroba disperzí [4].

Stavba další výrobní jednotky však byla v 90. letech mezi obyvateli města velmi výbušné téma. Fámy o škodlivosti neměly ani logiku, ani žádný věcný základ. Šířily se však rychle. Bylo to období nekonečných jednání a přesvědčování. Ve spolupráci s Krajskou hygienickou stanicí v Plzni byl několik let realizován projekt, který posuzoval vliv diskutovaných chemických látek na zdraví. Byly vybrány tři skupiny dobrovolníků po 100 lidech:

- a) zaměstnanci výroby kyseliny akrylové, kteří s uvedenými látkami přímo přicházeli do styku,
- b) zaměstnanci, kteří nemohli s uvedenými látkami přicházet do styku, ale v provozech pracovali,
- c) občané Sokolova.

Vyhodnocení a porovnání všech tří skupin na výskyt markerů zvyšujících pravděpodobnost budoucího nádorového onemocnění neukázalo mezi jednotlivými skupinami statisticky významnou odchylku. To byl důležitý argument, který přispěl k rozptýlení obav. Dnes, po více než třiceti letech akrylové chemie v Sokolově, je možno říci, že obav bezpředmětných [4, 5].

### **3.1.2 Současnost firmy**

Chemická firma Synthomer a.s. v Sokolově je součástí mezinárodní skupiny Synthomer sídlící ve Velké Británii. Synthomer patří k předním světovým výrobcům vysoce výkonných, specializovaných chemikálií, které se používají v klíčových průmyslových odvětvích, jako jsou nátěrové hmoty, stavebnictví, lepidla či zdravotnictví. Skupina Synthomer má cca 4400 zaměstnanců v téměř 40 závodech a okolo 6000 zákazníků ve více než 100 zemích po celém světě [6].

Sokolovská společnost Synthomer a.s. se řadí do skupiny důležitých středoevropských výrobců a exportérů produktů z oblasti kyseliny akrylové, jejích esterů a akrylátových polymerů [6].

Ve všech činnostech společnosti je kladen nejvyšší důraz na bezpečnost a ochranu zdraví zaměstnanců při práci, bezpečný provoz a ochranu životního prostředí. Jsou dodržovány zásady udržitelného rozvoje, podporovány nové výrobní technologie a je odpovědně nakládáno se zdroji. V roce 1994 se sokolovská firma jako jedna z prvních organizací přihlásila k principům programu Responsible Care – Odpovědné chemické podnikání. Podílela se také na založení Transportního informačního a nehodového systému (TRINS) a nepřetržitě napomáhá při řešení mimořádných událostí vzniklých při přepravě či skladování nebezpečných látek v České republice [6].

## **3.2 Bezpečnost v chemickém průmyslu**

Nebezpečné chemické látky jsou ve vyspělých zemích využívány k nejrůznějším účelům a jsou v dnešní době součástí každodenního života. V současném světě se prakticky každý den vyvíjejí nové chemické látky, které mohou disponovat různými nebezpečnými vlastnostmi. Vývoj nových nebezpečných látek přináší neustále nová rizika a při nesprávné manipulaci s nimi, a nedostatku informací pro bezpečné nakládání, může dojít ke vzniku závažné havárie. Takové havárie mohou představovat především ohrožení lidského života a zdraví, životního prostředí nebo majetku [7, 8].



### **3.2.1 Významné havárie v ČR**

#### **Spolana, a.s., Neratovice**

Z hlediska úniku nebezpečných látek lze jmenovat jako velmi významnou chemickou havárii ze srpna roku 2002, kdy území ČR zasáhla jedna z největších povodní v historii. Došlo k zatopení podniku Spolana, a.s. v Neratovicích, který se nachází v těsné blízkosti řeky Labe a následnému úniku 80 tun chlóru do vody včetně dalších nebezpečných chemických látek. Po této havárii firma zavedla opatření a situace je nepřetržitě sledována. V případě další takové povodně se však opakování podobné katastrofy vyloučit nedá [9, 10].

#### **Lučební závody Draslovka, a.s. Kolín**

K dalšímu případu úniku nebezpečných látek došlo v lednu roku 2006 v Lučebních závodech Draslovka, a.s. v Kolíně. Vlivem velmi nízkých teplot byla způsobena závada na plovákovém hladinoměru detoxikační jímky. Následkem této poruchy přestal fungovat informační systém stavu hladiny a jímka přetekla mimo provozní prostory a areál firmy. Nekontrolovaný únik odpadní vody obsahoval kyanid. Podnikovou kanalizací uniklo do řeky Labe přibližně 15 m<sup>3</sup> kontaminované vody, která zapříčinila úhyn 10 tun ryb v Labi v délce 84 km [9].

#### **Chemické závody v Záluží u Litvínova**

V červenci roku 1974 začal v chemických závodech v Záluží u Litvínova ze zrezlého potrubí unikat vysoce hořlavý ethylen, z jehož výparů byl zažehnut plamen z blízké pece a vzápětí došlo k výbuchu o síle 25 TNT. Tento výbuch zapříčinil usmrcení 17 osob a tlaková vlna poškodila přes tři sta staveb do vzdálenosti osmi kilometrů. V důsledku požáru bylo zničeno území o rozloze 36 tisíc metrů čtverečních a škoda odhadnuta na několik miliard korun. Tehdejší režim se snažil celou tuto událost utajit. Byla to jedna z nejtragičtějších chemických havárií v českých dějinách [11].

### 3.2.2 Vývoj legislativních pravidel ve světě

V souvislosti se vzniklou havárií v roce 1976 v chemické továrně Icmesso švýcarské firmy Hoffmann-La Roche v italském Sevesu, kde došlo k úniku asi dvou kilogramů dioxinu do ovzduší, byla přijata roku 1982 směrnice rady Evropy 82/501/EEC, direktiva SEVESO I. Předpis stanovil provozovatelům chemických firem ohlašovací povinnost ve smyslu zpracování bezpečnostní dokumentace typu: bezpečnostní zprávy, havarijního plánu podniku a dále povinnost zajišťování informací příslušným správním orgánům zabývajících se oblastí závažných průmyslových havárií [7, 12].

Vzhledem k dalším závažným haváriím, které následovaly v devadesátých letech minulého století, musela být roku 1996 direktiva SEVESO I aktualizována, směrnicí rady Evropy 96/82/EC. Byla přijata direktiva SEVESO II, která upravovala registr nebezpečných látek včetně jejich kategorií, zařazení látek ohrožujících životní prostředí, sčítání množství nebezpečných látek a povinnost zavedení bezpečnostního managementu v chemickém průmyslu [7, 13].

Současná direktiva SEVESO III byla přijata v roce 2012 směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU navazující na změnu klasifikace nebezpečných látek dle nařízení ES č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí – nařízení CLP, se zaměřením na omezení dopadů chemických havárií na člověka a k zajištění informování veřejnosti [7].

Pomocí nařízení CLP jsou nebezpečné látky zařazovány do jednotlivých tříd a kategorií podle nebezpečnosti a označovány výstražným symbolem a signálním slovem vyznačujícím stupeň závažnosti dané chemické látky [14].

### 3.2.3 Vývoj legislativních pravidel v ČR

V Českých právních normách byla direktiva SEVESO II aplikována zákonem č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií s účinností od 1. ledna roku 2000, následně novelizována a implementována zákonem č. 59/2006 Sb., jakožto reakce na závažnou havárii v rumunském Baia Mare v roce 2000, kde došlo k úniku

kyanidů z odkaliště dolu, nebo požár skladiště pyrotechnických pomůcek v holandském Enschede téhož roku [7, 15].

Direktiva SEVESO III je v České republice implementována do právních předpisů aktuálním zákonem č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona č. 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů [7].

Tento zákon stanoví systém prevence závažných havárií v objektech, ve kterých jsou nebezpečné látky umístěny, s cílem snížení pravděpodobnosti vzniku potencionálních havárií a omezení jejich negativních dopadů na životy a zdraví lidí a zvířat, životní prostředí a majetek [16].

Pro každého provozovatele, který užívá nebo se rozhodne užívat objekt s nebezpečnými látkami, plynou z tohoto zákona určité povinnosti. Tento zákon stanovuje kontrolní mechanismy pro činnost správních úřadů [16].

Povinností takového provozovatele objektu je zpracování seznamu, ve kterém jsou uvedeny nebezpečné látky umístěné v daném objektu a veškeré údaje o těchto látkách. Na základě tohoto zpracovaného seznamu provede provozovatel součet poměrných množství skladovaných chemických látek podle vzorce a za podmínek uvedených v příloze č. 1 tohoto zákona je povinen zpracovat protokol o nezařazení nebo návrh na zařazení do skupiny A nebo do skupiny B [16].

### **3.3 Povinnosti provozovatelů zařazených do jednotlivých skupin**

V souvislosti se zařazením do jedné či druhé skupiny je provozovatel objektu povinen zpracovat příslušnou bezpečnostní dokumentaci, jejímž hlavním úkolem je zamezení vzniku závažné havárie v objektu, případně zmírnění jejich dopadů na obyvatelstvo a životní prostředí [17].

## **Provozovatelé objektu zařazeného do skupiny A**

Provozovatel objektu zařazený do **skupiny A** má povinnost zpracovat následující bezpečnostní dokumentaci:

- posouzení rizik závažné havárie,
- bezpečnostní program,
- plán fyzické ochrany [16].

Na základě posouzení rizik, kde se identifikují zdroje rizik vzniku závažné havárie, s následnou analýzou rizik a závěrečného zhodnocení, provozovatel zpracuje **bezpečnostní program**. Jeho části jsou následující:

- a) základní informace o daném objektu,
- b) posouzení rizik závažné havárie,
- c) popis zásad, cílů a politiky prevence závažných havárií,
- d) popis systému řízení bezpečnosti,
- e) závěrečné shrnutí [16].

Povinností provozovatele objektu je zahrnout na základě rozhodnutí krajského úřadu do bezpečnostního programu také preventivní bezpečnostní opatření, které se vztahuje k možnému vzniku domino efektu. Domino efektem se rozumí situace, kdy vlivem velkých požárů nebo výbuchů v provozu dojde v důsledku vzájemné blízkosti k zasažení i jiných provozů či zařízení [16, 18].

Návrh bezpečnostního programu je pak předložen krajskému úřadu do 6 měsíců od správního rozhodnutí a jednou krát za pět let provozovatelem přezkoumán. Pořízený záznam o provedeném přezkumu bezpečnostního programu bude zaslán na vědomí krajskému úřadu [7, 16].

Dalším povinným dokumentem je **plán fyzické ochrany**, ve kterém jsou uvedena bezpečnostní opatření upravena vyhláškou Ministerstva průmyslu a obchodu č. 225/2015 Sb., o stanovení rozsahu bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu zařazeného do skupiny A, nebo B [7].

V **plánu fyzické ochrany** jsou uvedena tato bezpečnostní opatření:

- „analýza možnosti neoprávněných činností a provedení případného útoku na objekty nebo zařízení,
- režimová opatření,
- způsob fyzické ostrahy,
- technické prostředky,
- rozsah bezpečnostních opatření“ [19, s. 55].

Provozovatelé zařazení do skupin A i B prověřují minimálně jedenkrát ročně efektivitu bezpečnostních opatření a tento plán fyzické ochrany zasílají na vědomí krajskému úřadu a Policii ČR, které kontrolují jejich dodržování [7].

Další neopominutelnou povinností obou provozovatelů je uzavření **pojištění odpovědnosti** pro případné škody, ke kterým by došlo vlivem průmyslové havárie. Do 30 dnů po uzavření tohoto pojištění musí být smlouva předložena krajskému úřadu [7, 20].

#### **Provozovatelé objektu zařazeného do skupiny B**

Provozovatel objektu zařazený do **skupiny B** má povinnost zpracovat následující bezpečnostní dokumentaci:

- posouzení rizik závažné havárie,
- bezpečnostní zprávu,
- plán fyzické ochrany,
- vnitřní havarijní plán,
- podklady pro stanovení zóny havarijního plánování a vypracování vnějšího havarijního plánu [16, 21].

Stejně tak jako provozovatel zařazený do skupiny A provede provozovatel zařazený do skupiny B **posouzení rizik závažné havárie**. Způsob provedení a jeho rozsah je stanoven vyhláškou Ministerstva životního prostředí č. 227/2015 Sb. o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku. Je to proces, jehož první fází je identifikace

rizik, s cílem určit scénáře hrozícího nebezpečí, která se mohou vyskytovat. Druhou fází je analýza rizik, určující pravděpodobnost identifikovaného havarijního scénáře a jeho možné dopady. Závěrečnou fází při posuzování rizik je hodnocení rizik, kdy se hodnotí přijatelnost skupinového rizika scénáře závažné havárie pro okolí hodnoceného objektu. Platí-li tato rovnice, skupinové riziko je přijatelné [7].

$$F_h < \frac{10^{-3}}{N^2}$$

N Odhad počtu usmrcených osob

$F_h$  Zjištěná frekvence scénáře závažné havárie

Na základě posouzení rizik závažné havárie je provozovatel zařazený do skupiny B povinen zpracovat **bezpečnostní zprávu**. U tohoto provozovatele je umístěno několikanásobně vyšší množství nebezpečných látek než u provozovatele předchozí skupiny, a tedy i vznik možné havárie by měl závažnější důsledky. Bezpečnostní zpráva je dokument, který má stejné náležitosti jako bezpečnostní program, ale je mnohem podrobnější [22].

Obsahem bezpečnostní zprávy jsou základní údaje o objektu, technický popis objektu, informace o složkách životního prostředí v okolí objektu, zahrnuje posouzení rizik závažné havárie, popisuje jednotlivé zásady, cíle a politiky prevence závažných havárií, systémy řízení bezpečnosti, preventivní bezpečnostní opatření vedoucí k omezení vzniku závažné havárie a k minimalizaci jejich dopadů a v neposlední řadě pak závěrečné shrnutí včetně jmenovitě uvedených právnických a fyzických osob podílejících se na zpracování bezpečnostní zprávy [7].

Provozovatel je povinen stanovit zásady bezpečnosti a spolehlivosti v rámci jeho provozu, dále zpracovat zásady pro vnitřní havarijní plán a poskytnout potřebné informace k vypracování vnějšího havarijního plánu, ve kterých budou uvedena bezpečnostní opatření při možném vzniku již výše zmiňovaném

domino efektu. V případě vzniku závažné havárie informuje příslušné orgány veřejné správy a dotčených obcí. Návrh bezpečnostní zprávy je nutné předložit krajskému úřadu ke schválení do 9 měsíců od správního rozhodnutí vydaného krajským úřadem. Poté bude provozovatelem zpracována **zpráva o posouzení bezpečnostní zprávy**, která bude předložena nejpozději do 5 let od vydání rozhodnutí o schválení bezpečnostní zprávy krajskému úřadu. Další povinností provozovatele je seznámit všechny zaměstnance i jiné osoby se schválenou bezpečnostní zprávou a informovat je o možných rizicích a stanovených bezpečnostních opatření. Krajský úřad zpracovaný návrh bezpečnostní zprávy zasílá k vyjádření dotčeným orgánům a obcím a na základě toho vyjádření nechá zpracovat posudek pověřenou právnickou osobou [7, 16].

Nedílnou součástí bezpečnostní dokumentace, kterou zpracovávají provozovatelé zařízení do skupiny B je **vnitřní havarijní plán**. Ten je zpracován odborně způsobilými osobami a stanovuje opatření uvnitř objektu, která mají zabránit vzniku závažné havárie a v případě vzniku zmírnit její dopady [23]. Obsahuje jména a příjmení osob pověřených provozovatelem k provedení preventivních bezpečnostních opatření, scénáře možných havárií, scénáře odezvy a řízení odezvy na možné havárie a matice odpovědnosti za individuální fáze odezvy, možné dopady závažné havárie a činností vedoucích ke zmírnění těchto dopadů, souhrn ochranných zásahových prostředků mající provozovatel k dispozici, způsoby vyrozumění dotčených orgánů a varování obyvatelstva, opatření pro výcvik a plán různých havarijních cvičení včetně opatření ke zmírnění následků závažné havárie mimo objekt a v neposlední řadě přehled o silách a prostředcích, jimiž disponují složky integrovaného záchranného systému a další subjekty, které spolupracují na řešení závažné havárie [23].

Vnitřní havarijní plán se skládá z těchto částí:

- informační
- operativní
- grafická
- dokumentační
- ostatní plány pro řešení mimořádných událostí [7].

Zásadní je část operativní, kde jsou popsány a řešeny jednotlivé scénáře možných havárií, bezpečnostní opatření a způsoby likvidace možné havárie. Samostatnou přílohou vnitřního havarijního plánu patřící do operativní části, jsou plány konkrétních činností, schváleny podle zvláštních předpisů [7].

Jedná se zejména o tyto plány:

- traumatologický plán,
- varování zaměstnanců,
- individuální ochrany,
- evakuace a ukrytí osob.

Provozovatel je rovněž povinen na základě rozhodnutí krajského úřadu zahrnout do vnitřního havarijního plánu preventivní bezpečnostní opatření pro případ možného vzniku domino efektu. Vypracovaný vnitřní havarijní plán musí být předložen krajskému úřadu do 3 měsíců od schválení bezpečnostní zprávy a hasičskému záchrannému sboru kraje jako podklad pro vypracování vnějšího havarijního plánu. V případě provozovatelů zařazených do skupiny B, kteří mají společný vymezený prostor, mohou na základě uzavřené dohody vypracovat vnitřní havarijní plán společně. S takto vypracovaným vnitřním havarijním plánem musí provozovatel prokazatelně seznámit všechny zaměstnance i jiné osoby pohybující se v těchto objektech a zajistit dostupnost pověřeným osobám provádějící opatření a vykonávající kontroly. Po předložení krajskému úřadu prověřuje provozovatel aktuálnost vnitřního havarijního plánu nejméně jednou za tři roky [7, 16].

V neposlední řadě je každý provozovatel zařazený do skupiny B povinen současně s bezpečnostní zprávou vypracovat a předložit písemné **podklady pro stanovení zóny havarijního plánování a pro vypracování vnějšího havarijního**



**plánu** krajskému úřadu a hasičskému záchrannému sboru kraje. „Zóna havarijního plánování je definována jako okolí objektu, ve kterém jsou uplatňovány požadavky ochrany obyvatelstva a požadavky územního rozvoje z hlediska havarijního plánování formou vnějšího havarijního plánu“ [7, s. 187].

Na základě těchto podkladů krajský úřad stanoví zónu havarijního plánování a HZS kraje zpracuje vnější havarijní plán. Tyto písemné podklady obsahují především identifikační údaje o provozovateli a odpovědné osobě, která je odpovědná za zpracování podkladu, popis případné vzniklé závažné havárie v objektu a její možné dopady mimo území objektu provozovatele, přehled možných následků závažné havárie mající vliv na životy, zdraví lidí a zvířat, životní prostředí, majetek a způsoby účinné ochrany, přehled preventivních opatření určených k minimalizaci následků závažné havárie, seznam a popis technických prostředků umístěných mimo objekt provozovatele a lze je využít k odstraňování následků závažné havárie a další nutné údaje, které si krajský úřad vyžádá [16, 22].

Povinností každého provozovatele zařazeného do skupiny B je spolupracovat s krajským úřadem, s organizacemi a institucemi jím pověřenými a HZS kraje, jejichž společným cílem je zajišťovat havarijní připravenost, informování veřejnosti a preventivně výchovnou činnost pro oblast určenou vnějším havarijním plánem [7].

### **3.4 Bezpečnostní dokumentace společnosti**

Jak již bylo uvedeno v předchozí kapitole, provozovatelé zařazení do skupiny B, kteří užívají objekt, ve kterém je nakládáno s nebezpečnými chemickými látkami, jsou povinni podle zákona o prevenci závažných havárií zpracovávat příslušné dokumenty. Stejně tak firma Synthomer a.s. v Sokolově, jako provozovatel objektu zařazeného **do skupiny B**, zpracovává povinnou bezpečnostní dokumentaci, která bude popsána v dalších kapitolách této diplomové práce.

### 3.4.1 Bezpečnostní zpráva

Firma Synthomer a.s. Sokolov (dále jen Synthomer) jako provozovatel objektu zařazeného do skupiny B zpracovává na základě posouzení rizik závažné havárie **bezpečnostní zprávu**. Bezpečnostní zpráva byla vypracována ve smyslu § 12 zákona o prevenci závažných havárií, v rozsahu a se strukturou dle přílohy č. 5 vyhlášky č. 227/2015 Sb. o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku. Je to rozsáhlý dokument, skládá se ze 7 částí, obsahuje celkem 217 stran a 12 příloh [24].

**Sdělení:** veškeré údaje budou čerpány z dokumentu Bezpečnostní zpráva firmy Synthomer z roku 2022/03.

#### **Bezpečnostní zpráva obsahuje tyto části:**

- 1. Základní informace o objektu** – obsahem této části jsou identifikační údaje o provozovateli objektu, o právnické osobě, která se podílela na vypracování bezpečnostní zprávy, o činnosti a zaměstnancích, kde je uvedeno, co je předmětem podnikání a jaké jsou hlavní a vedlejší provozované činnosti, stručná historie podniku a počty zaměstnanců v objektu firmy [24].
- 2. Popisné, informační a datové údaje** – tato část popisuje objekt, umístění objektů důležitých z hlediska procesní bezpečnosti a prevence závažných havárií v areálu společnosti, graficky znázorňuje situování objektu společnosti, zdroje rizik, prvky infrastruktury a protipožárního zabezpečení areálu, uvádí seznam nebezpečných látek v objektu a jejich členění, množství nebezpečných látek v jednotlivých technologických zařízeních a jejich vlastnosti, provozní činnosti a procesy související s rizikem závažné havárie, to znamená činnosti spojené s dočasným skladováním nebezpečných látek a jejich manipulací, instalování detekčních zařízení a monitorovacích systémů, zajištění varovného systému a přehledy interních a externích služeb zajišťovaných ve firmě [24].

- 3. Posouzení rizik závažných havárií**, které slouží pro účely zpracování bezpečnostní zprávy a obsahuje tři části:
- a) identifikaci zdrojů rizik, ve které je uveden přehled nebezpečných látek v objektu, identifikace a výběr zdrojů rizika, popis vybraných zdrojů rizika umístěných v objektu,
  - b) analýza rizik, zde jsou identifikovány iniciační události možných scénářů závažné havárie, odhadovány jejich následky, výsledné roční frekvence závažných havárií a posuzován vliv lidského činitele,
  - c) hodnocení rizik, v této části je hodnocena přijatelnost rizika závažných havárií a celková rizika, která mohou mít vliv na životy a zdraví osob, majetku, zvířata a životní prostředí [24].
- 4. Zásady, cíle a politika prevence závažných havárií** – ve čtvrté části jsou popsány zásady a cíle prevence závažných havárií a její politika. Význam těchto pojmů společně tvoří základní rámec pro prevenci závažných havárií ve firmě. Za obsah politiky prevence závažné havárie, za realizaci zásad a cílů odpovídá vrcholové vedení společnosti [24].
- 5. Popis systému řízení bezpečnosti** – tato část popisuje řízenou dokumentaci firmy, její vrcholové dokumenty v integrovaném systému řízení, kterými jsou Příručka kvality, životního prostředí, bezpečnosti a hospodaření s energií a Organizační řád, dále dokumenty, které rozvíjejí systém řízení (technicko - organizační postupy, organizační řídicí normy, technologické reglementy, pracovní instrukce, předpisy pro ochranu zdraví a bezpečnost a hygienu práce, požární předpisy, předpisy pro údržbu, havarijní plány, provozní a přepravní řády, standardy, standardní řídicí procedury, registry, bezpečnostní listy, plán přípravy zaměstnanců, osnovy školení, plány jakosti atd.), dále je zde popisováno působení systému řízení v jednotlivých oblastech – oblast lidských zdrojů a jejich řízení, oblast řízení provozu objektu, oblast řízení změn v objektu, oblast havarijního plánování, oblast sledování a hodnocení plnění cílů stanovených politikou prevence závažných havárií

a systémem řízení bezpečnosti, oblast auditu systému řízení bezpečnosti a politiky prevence závažných havárií aj. [24].

**6. Výčet preventivních bezpečnostních opatření,** který bude uveden v následujících kapitolách.

**7. Závěrečné shrnutí** – v závěrečné části je uvedeno, že předložená bezpečnostní zpráva objektu je vypracovaná ve smyslu zákona o prevenci závažných havárií, kde jsou respektovány všechny požadavky tohoto zákona a jeho prováděcí vyhlášky 227/2015 Sb. o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku [24].

### **Účel bezpečnostní zprávy**

Bezpečnostní zpráva je souhrnem důležitých aspektů bezpečného provozu, v němž jsou manipulovány nebezpečné látky s potenciálem ohrožení okolí v důsledku vzniku závažné havárie některého zdroje rizika [24].

Bezpečnostní zpráva je dokladem:

- důsledného poznání zajištěnosti provozované činnosti z bezpečnostního hlediska;
- provedení důsledné analýzy existujících rizik, jejich vzájemného ovlivňování a hodnocení jejich míry přijatelnosti;
- posouzení adekvátnosti přijatých a navrhování nových opatření k omezování analyzovaných rizik vzhledem k okolí objektu (v případě potřeby);
- prokázání funkčnosti uplatňovaného systému prevence závažné havárie;
- prokázání připravenosti reagovat na situaci v případě vzniku závažné havárie [24].

V objektu společnosti je manipulováno s nebezpečnými látkami, které jsou hořlavé, toxické a nebezpečné pro životní prostředí. Hlavním předmětem činnosti společnosti je výroba kyseliny akrylové, esterů kyseliny akrylové

a disperzí. Kapacitní množství umístěných nebezpečných látek, při použití vzorce pro sčítání poměrných množství skupin nebezpečných látek, odpovídá zařazení do skupiny B, ve smyslu zákona o prevenci závažných havárií [24].

**Popisná část** dokumentu je koncipována tak, aby poskytovala relevantní údaje a informace o bezpečném způsobu řízení objektu, umístěné technologii a o okolí objektu. Tyto údaje jsou potřebné pro analýzu a zhodnocení reálného rizika, které objekt představuje pro své okolí. Vzhledem k předpokládaným dosahům následků se v okolí objektu nevyskytují žádné významné objekty a poměry, které by zhoršily následky případné závažné havárie v objektu [24].

Kapitola Systém prevence závažné havárie pak popisuje zavedený systém prevence závažné havárie (dále jen PZH). V kapitole jsou kromě vymezení systému PZH uvedeny také hlavní cíle a zásady PZH a je zde i definována politika PZH, kterou si vedení společnosti vytýčilo. Systém požární a havarijní represe je založen zejména na smluvním ujednání s HZS Karlovarského kraje. Pro prvopočáteční činnost při vzniku havárie má společnost vyčleněny preventivní požární hlídky. Při likvidaci havárií a jejich následků jsou zaměstnanci firmy připraveni být nápomocni zasahujícím silám HZS. HZS Karlovarského kraje disponuje silami a prostředky schopnými ke zdolání předpokládaných typů havárií v objektu společnosti Synthomer [24].

### **Cíle bezpečnostní zprávy**

- vytvoření kontrolního mechanismu zdrojů rizik, které by v případě havárie mohly způsobit vážné následky, jak pro společnost, tak i pro její okolí;
- posouzení míry rizika manipulovaných nebezpečných chemických látek v areálu společnosti (objektu);
- zabezpečení komplexního řešení problematiky prevence vzniku závažných havárií a minimalizace možnosti rozvoje případně vzniklé závažné havárie;

- zabezpečení systémového přístupu ke způsobu zvládnání závažných havárií a vytváření podmínek k minimalizaci případných negativních následků havárií jak v areálu společnosti (objektu), tak i v jejím okolí;
- zvýšení bezpečnosti a spolehlivosti provozovaných zařízení;
- poskytnutí podkladů pro uzavření povinného pojištění, které zákon o prevenci závažných havárií nařizuje [24].

Po důkladném prostudování bezpečnostní zprávy společnosti Synthomer, autorka této diplomové práce dospěla k závěru, že je zpracována v souladu s § 12 zákona č. 224/2015 Sb. o prevenci závažných havárií a její struktura a obsah jednotlivých částí korespondují s přílohou č. 5 vyhlášky č. 227/2015 Sb. o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku.

### **3.4.2 Vnitřní havarijní plán**

Stanovuje opatření uvnitř objektu při vzniku závažné havárie, která vedou ke zmírnění jejich dopadů. Struktura plánu je dána přílohou č. 8 vyhlášky č. 227/2015 Sb. o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku. Skládá se ze tří částí, a to z části **informační, operativní a grafické** [25].

**Sdělení:** veškeré údaje budou čerpany z dokumentu Vnitřní havarijní plán firmy Synthomer a.s. z roku 2023.

#### **Informační část**

Část informační obsahuje identifikační údaje o provozovateli a objektu, identifikuje osoby oprávněné jednat s externími subjekty a další osoby v systému prevence závažných havárií, popisné informace o činnosti v objektu a v jeho okolí a informace o nebezpečných látkách a zdrojích rizika [25].

## **Identifikační údaje o provozovateli objektu**

Obchodní název provozovatele:	Synthomer a.s.
Adresa sídla provozovatele:	Sokolov, Tovární 2093
PSČ:	356 01
Kraj:	Karlovarský
IČ:	00011771
DIČ:	CZ00011771

Zde jsou uvedeny základní informace o provozovateli objektu včetně statutárního zástupce, jeho bydliště a spojení [25].

### **Identifikace osob oprávněných jednat s externími subjekty**

V této části je uveden seznam zaměstnanců, kteří plní bezpečnostní preventivní opatření havarijního plánu a jsou ve spojení s krajským úřadem, složkami IZS a jinými bezpečnostními a havarijními službami Na úrovni řízení společnosti jsou určeni zaměstnanci, kteří jsou členy Krizového týmu a jsou v případě mimořádné události ve spojení s krajským úřadem a složkami IZS [25].

### **Identifikace dalších osob v systému PZH**

Zde jsou uvedeni zaměstnanci, kteří plní bezpečnostní preventivní opatření havarijního plánu a nejsou ve spojení s krajským úřadem nebo složkami IZS, ale jsou členy Krizového týmu společnosti, respektive rozšířeného Krizového týmu [25].

### **Popisné informace objektu**

V této části jsou popsány stručné informace o činnosti objektu a v jeho okolí, nebezpečné látky a jejich zdroje rizik. V objektu jsou provozovány dvě výrobní akrylátových monomerů, výrobní disperzí a provoz nové energetiky. Pro skladování surovin a výrobků se užívají zásobníky v zásobníkovém poli [25].

Provoz výroby kyseliny akrylové, esterů kyseliny akrylové, disperzí a energetiky je koncipován jako nepřetržitý provoz se střídacím cyklem. Nepřetržitý směnový provoz zajišťují čtyři pracovní směny. Střídání směn je v pravidelném cyklu. Administrativní a materiálně technické zabezpečení

výroby je koncipováno jako jednosměnný provoz v denní směně. Údržba zařízení je zajišťována vlastními zaměstnanci, a externími subjekty [25].

#### **Hlavní výrobky:**

- Kyselina akrylová
- Methylakrylát
- Ethylakrylát
- n-Butylakrylát
- 2-Ethylhexylakrylát
- Akrylátové disperze – cca 50 typů

#### **Hlavní suroviny:**

- Propylen
- Methanol
- Ethanol
- n-Butanol
- 2-Ethylhexylalkohol
- Styren
- Methylmethakrylát
- Kyselina methakrylová
- Butylmethakrylát

#### **Popis okolí objektu**

Objekt Synthomer se nachází v severovýchodní části města Sokolov, na katastrálním území města Sokolov na pravém břehu řeky Ohře [25].

#### **Zeměpisné údaje středu areálu společnosti**

zeměpisná šířka	50° 11,01'
zeměpisná délka	12° 39,88'
výška místa nad hladinou moře	400 m

#### **Demografické a geografické charakteristiky okolí areálu**

Místem s největším počtem obyvatel v okolí areálu je město Sokolov. Ve městě Sokolov jsou zastoupeny prakticky všechny typy obytných staveb, které jsou obvyklé pro sídelní útvary typu město (do 30 000 obyvatel) v České republice, tj. velká panelová sídliště, starší bytové domy i rodinné domy. Sokolov má na svém území řadu objektů obchodních sítí a služeb, školy, nemocnici, polikliniku a sportoviště. V obcích Královské Poříčí a Těšovice je zástavba tvořena zejména



rodinnými domy [25]. V následující tabulce 1 jsou demografické údaje o okolních obcích.

Tabulka 1 – Obce v okolí, počty obyvatel, směr a vzdálenosti obcí od objektu [25]

Obec	Počet obyvatel [počet osob] (k 1. 1. 2021)	Hustota osídlení [osoby/ha]	Směr od areálu	Vzdálenost od areálu [m]	Nadmořská výška [m]
Sokolov	21 484	72	J, JZ, Z	150	400–450
Královské Poříčí	893	25	SV	250	400
Těšovice	261	28	JV	150	400

Severozápadním směrem od areálu společnosti se ve vzdálenosti cca 125 až 500 m nachází zahrádkářská kolonie. V okolí areálu Synthomer není provozována žádná průmyslová ani skladovací činnost, která by představovala zdroj rizika s potenciálem ohrožení areálu. Jiné hospodářské činnosti nejsou v okolí areálu společnosti provozovány [25].

#### Nebezpečné látky a zdroje rizika

Z hlediska zákona o prevenci závažných havárií je v zařízeních firmy manipulováno s chemickými látkami a směsmi, které jsou klasifikovány jako extrémně hořlavé, vysoce hořlavé, hořlavé, vysoce toxické, toxické a nebezpečné pro životní prostředí. Informace o roční produkci jsou v následující tabulce 2. Seznam nebezpečných látek je uveden v příloze č. 1.

Tabulka 2 – Kapacity výroby [25]

Produkt	Kapacita [t/rok]
Kyselina akrylová	55 000
Methylakrylát	11 000
Ethylakrylát	11 000
n-Butylakrylát	18 000
2-Ethylhexylakrylát	27 000
Akrylátové disperze (dle portfolia)	40 000

#### Produkty neřízených procesů

Z neřízených procesů lze uvažovat zejména požár. S ohledem na složení umístění nebezpečných látek a přípravků, lze předpokládat, že produkty hoření

budou zejména oxid uhličitý, oxid uhelnatý a vodní pára. Z umístěných látek a přípravků pak akrylamid, methakrylamid a phenothiazin mají v molekule obsažen dusík, nelze pak při jejich hoření vyloučit vznik kyanovodíku [25].

### **Informace o zdrojích rizika**

Analýzou byly odhaleny potenciální zdroje rizika, nebezpečné situace, stanoveny jejich příčiny a následky.

### **Možné následky odchylek od normálního provozního stavu, mohou mít různý stupeň závažnosti:**

- do první skupiny patří odchylky, které nemají negativní vliv na bezpečný provoz, tyto odchylky znamenají pouze časovou prodlevu daného procesu nebo jeho neuskutečnění;
- do další skupiny patří odchylky, které již vyžadují zásah obsluhy a mohou znamenat úniky nebezpečných látek, které lze zvládnout; postupy při řešení takových stavů jsou součástí běžných postupů nebo postupů při odstavení zařízení podle příslušných provozních a havarijních předpisů;
- nejzávažnější skupinu zahrnují odchylky, které vedou k nekontrolovatelnému úniku velkého množství nebezpečné látky, který může způsobit ohrožení lidských životů a velkou ztrátu na majetku; v souvislosti s velmi nízkou frekvencí takových situací je většinou i riziko velmi nízké [25].

Obecně lze příčiny vzniku potenciálních nebezpečných situací rozdělit **do těchto skupin:**

- příčiny mechanického charakteru (špatný technický stav, netěsnost nebo prasknutí provozního zařízení);
- příčiny způsobené lidským selháním (zanedbání či nedodržování bezpečnostních předpisů);
- příčiny procesního a technického charakteru (selhání měřících přístrojů, armatur atd.);
- outsourcing (nedbalost či neznalost přesných pracovních postupů

nekvalifikovanými pracovníky najatých externích firem);

- nedostatečné kontroly zařízení a neplatné revize [25].

Není možné také opomenout situace, které mohou být způsobeny vnějšími okolnostmi a nejsou ovlivnitelné provozovatelem (přírodní katastrofy, teroristický čin). Události tohoto typu mohou vést k závažnému poškození provozního zařízení a katastrofickému úniku nebezpečných látek [25].

### **Hlavní identifikovaná rizika**

1. Hlavní výrobní objekt HVO KAE-I – oxidační reaktory R-101 a R-102
2. Hlavní výrobní objekt KAE-I výroba kyseliny akrylové
3. Zdroje rizika na kulových zásobnících propylenu T-1101 A, B
4. Kontinuální únik kapalné fáze propylenu z výstupního potrubí DN 65
5. Kontinuální únik kapalné fáze propylenu ze vstupního potrubí DN 100
6. Hlavní výrobní objekt KAE-III – oxidační reaktory 2R-101 a 2R-102
7. Stáčení propylenu SO-113
8. Odstavené železniční cisterny na kolejích v objektu (až 38 cisteren) [25].

### **Zdroje rizika na kulových zásobnících propylenu T-1101 A, B**

Tato vybraná formulace bude předmětem modelace v praktické části této diplomové práce, za použití scénáře s největším možným rizikem, kdy dojde k úniku propylenu ze zásobníku. Vznikne závažná havárie, která svými důsledky zasáhne také mimo areál společnosti.

Hlavním rizikem je výron kapalného nebo plynného propylenu do pracovního prostředí s možným následným výbuchem směsi propylenu se vzduchem a následným požárem.

V případě výronu propylenu do pracovního prostředí hrozí minimální zdravotní postižení kontaminovaných osob a kontaminace ovzduší. Zařízení je umístěno v bezodtokové havarijní jímce, která je vyspádovaná do záchytné jímky s dostatečnou kapacitou. Vznik efektu BLEVE (tento efekt bude popsán

v praktické části diplomové práce) se zvažuje vzhledem ke vzájemné vzdálenosti obou zásobníků propylenu [25].

V případě iniciace po výronu vzniklé směsi propylenu se vzduchem hrozí výbuch této směsi s následným požárem s dopadem na okolní technologické zařízení společnosti rozsáhlými škodami na majetku. V přítomnosti osob (obsluhy) hrozí jejich zranění, nelze vyloučit fatální následky [25].

### **Zabezpečení zásobníků propylenu T-1101 A, B**

Sklad propylenu nemá vlastní trvalou obsluhu, je obsluhován dvěma zaměstnanci, kteří vedle skladu propylenu obsluhují také sklad alkoholů. Tito dva zaměstnanci jsou na směnách podřízeni směnovému mistrovi. Na ranní směně řídí skladové hospodářství mistr skladového hospodářství. Obsluha skladu propylenu má trvalé stanoviště v podružném velínu, odkud kontroluje a řídí provozování skladu propylenu. 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 přijímacího jsou potvrzením předání a převzetí směny. Všechna měřící místa přístrojů měření a regulace sledují, kontrolují, hodnoty vzájemně srovnávají a vyhodnocují průběžně pracovníci směny skladového hospodářství. Nejdůležitější údaje průběžně kontroluje obsluha centrálního velínu, ostatní hodnoty přístrojů jsou kontrolovány v předepsaných intervalech pochůzkou pracovníky skladového hospodářství. Veškeré přenosy měření ve skladovém hospodářství propylenu jsou zavedeny buď do rozvaděče, který je součástí podružného velínu, umístěného na

severovýchodním okraji skladu alkoholu, nebo do centrálního velínu, nebo na obě uvedená místa [25].

V prostoru stáčení, skladu propylenu a čerpacích stanic je rozmístěno 27 stabilních analyzátorů pro sledování koncentrace propylenu v ovzduší a indikací dosažení 10 % a 25 % dolní meze výbušnosti směsi propylen + vzduch. Při dosažení 25 % dolní meze výbušnosti se uvádí automaticky do provozu světelná i zvuková signalizace v centrálním a podružném velínu. Při dosažení 25 % dolní meze výbušnosti se rovněž uvádí do chodu světelná i zvuková signalizace (odlišný způsob signalizace) v obou velínech a dále houkačka umístěná ve skladu. Je-li signalizace překročena 25 % dolní meze výbušnosti v prostoru stáčení propylenu (umístěny tři analyzátory), uvádí se automaticky do provozu parní clona v prostoru stáčení [25].

Ovládání ostatních parních clon a sirény je dálkové z centrálního velínu, kde o jejich použití rozhoduje směnový mistr. V centrálním velínu jsou trvale indikovány okamžité hodnoty všech analyzátorů; každé překročení obou úrovní meze výbušnosti je v centrálním velínu zapisováno hybridním zapisovačem s pamětí. Pro zkoušení kalibrace analyzátorů je poruchová signalizace analyzátorů a automatický start parní clony opatřen deblokačním přepínačem, který je umístěn uvnitř rozvaděče opatřen zámek [25].

Řídícím 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 [25].

### **Operativní část**

V této části jsou v souladu s požadavky zákona o prevenci závažných havárií zkoumány takové scénáře možných havárií, které jsou charakterizovány rozsáhlým únikem nebezpečných látek ze zařízení, rozsáhlým výbuchem

a požárem. [25]. Ve scénářích nejsou prakticky popisovány příčiny vzniku havárie.

Jednotlivé scénáře vycházejí z analýzy rizik a popisují vývoj možné havárie, předpokládaný průběh a její následky na životy a zdraví lidí, životní prostředí, majetek vně objektu, synergické a kumulativní jevy a následný postup likvidace havárie [25].

### **Scénáře možných havárií a jejich řešení**

1. Scénáře havárií na HVO KAE-I reaktory R-101 a R-102
2. Scénáře havárií na HVO KAE-I výroba kyseliny akrylové
3. Scénáře havárií na kulových zásobnících propylenu T-1101 A, B
4. Kontinuální únik kapalné fáze propylenu z výstupního potrubí DN 65
5. Kontinuální únik kapalné fáze propylenu ze vstupního potrubí DN 100
6. Scénáře havárií na HVO KAE-III reaktory 2R-101 a 2R-102
7. Scénáře havárií na stáčení propylenu SO-113
8. Scénáře havárií na odstavené železniční cisterně na kolejích [25].

V praktické části této diplomové práce bude pomocí simulačního programu Aloha provedena modelace scénáře havárie na kulových zásobnících propylenu při výronu propylenu z výstupního potrubí. Výstupy z této modelace budou porovnány s výstupy studie, která byla provedena metodou HAZOP (analýza rizika a provozovatelnosti). Touto metodou byly identifikovány iniciační události možných scénářů závažné havárie na základě výsledků selektivní metody pro výše uvedené zdroje rizik. Skupinou vybraných odborníků byl důsledně zanalyzován daný systém a následně vytvořen seznam všech možných odchylek od řádné funkce systému a identifikace všech nebezpečných stavů, vyvolaných těmito odchylkami. Podrobnou analýzou byly odhaleny potenciální nebezpečné situace, hodnocena rizika a následky [26].

Identifikace zdrojů rizika a jejich výběr pro následnou kvantitativní analýzu rizika (QRA) byl proveden pomocí selektivní metody. QRA je používána pro

stanovení rizik při manipulaci, skladování nebo transportu nebezpečných látek. Kvantitativně je hodnoceno riziko v případech, kdy jsou nebezpečné látky přítomny na určitém místě v takovém množství, že mohou ohrožovat okolí posuzovaného objektu. Použitá selektivní metoda zohledňuje vlastnosti a množství látky přítomné v zařízení a rovněž bere do úvahy i procesní podmínky [26].

### Scénáře havárií na kulových zásobnících propylenu T-1101 A, B

Tabulka 3 – Okamžitý únik celého obsahu zásobníku propylenu [25]

Frekvence vzniku havárie [rok <sup>-1</sup> ]:	5.10 <sup>-7</sup>
Frekvence scénáře [rok <sup>-1</sup> ]:	Neurčena
Oběti vně objektu [osoby]:	Předpokládají se
Následky na životní prostředí:	Nepředpokládají se
Následky na majetek vně objektu:	Předpokládají se
Synergické a kumulativní jevy:	Rozšíření požáru na druhý zásobník
Postup likvidace havárie:	<p>Nahlásit havárii na dispečerskou službu a na centrální velín KAE-I s následným vyhlášením propylenové havárie 2. stupeň.</p> <p>Zastavit havarijně výrobu kyseliny akrylové a esterů KAE-I.</p> <p>Zastavit havarijně výrobu na všech ostatních výrobních provozech v areálu společnosti s výjimkou provozu energetika.</p> <p>Spustit naplno parní clony kolem zásobníků a na stáčení propylenu ve spolupráci s provozem energetiky.</p> <p>Provést evakuaci celého areálu společnosti.</p> <p>Informovat o situaci okolí areálu společnosti.</p> <p>Provádět hasební a ochranný zásah.</p>

Z hlediska okamžitého úniku celého obsahu zásobníku propylenu se jedná o proces, který by trval v rozmezí 5–15 minut a v závislosti na atmosférických podmínkách by maximálně 53 600 kg propylenu vytvořilo výbušnou směs se

vzduchem. V případě iniciace by následně mohlo vybuchnout asi 8 % uniklého propylenu. Centrum exploze by mohlo být až do 410 m od místa úniku. Do této vzdálenosti by se vytvořený oblak dostal asi za 2–12 minut dle atmosférických podmínek. Ve vzdálenosti nad 380 m od centra exploze by tlaková vlna dosahovala přetlaku menšího než 10 kPa (střední až mírné poškození) [25].

Tabulka 4 – Kontinuální únik kapalné fáze propylenu ze vstupního potrubí DN 100 [25]

Frekvence vzniku havárie [rok <sup>-1</sup> ]:	3.10 <sup>-7</sup>
Frekvence scénáře [rok <sup>-1</sup> ]:	Neurčena
Oběti vně objektu [osoby]:	Předpokládají se
Následky na životní prostředí:	Nepředpokládají se
Následky na majetek vně objektu:	Předpokládají se
Synergické a kumulativní jevy:	Rozšíření požáru na druhý zásobník
Postup likvidace havárie:	Nahlásit havárii na dispečerskou službu a na centrální velín KAE-I s následným vyhlášením propylenové havárie 2. stupeň. Zastavit havarijně výrobu kyseliny akrylové a esterů KAE-I. Zastavit havarijně výrobu na všech ostatních výrobních provozech v areálu společnosti s výjimkou provozu energetika. Spustit naplno parní clony kolem zásobníků a na stáčení propylenu ve spolupráci s provozem energetiky. Provést evakuaci celého areálu společnosti. Informovat o situaci okolí areálu společnosti. Provádět hasební a ochranný zásah.

V závislosti na atmosférických podmínkách by maximálně 167 kg uniklého propylenu vytvořilo výbušnou směs se vzduchem. V případě iniciace by následně mohlo vybuchnout asi 8 % uniklého propylenu. Centrum exploze by mohlo být až do 30 m od místa úniku. Do této vzdálenosti by se vytvořený oblak dostal asi za 1–2 minuty dle atmosférických podmínek. Ve vzdálenosti nad 55 m od centra exploze by tlaková vlna dosahovala přetlaku menšího než 10 kPa (střední až mírné poškození) [25].



V případě úniku propylenu pod zásobník by vzniklý požár způsobil do 15 minut roztržení zásobníku a vznikla by ohnivá koule s poloměrem 197 m. Vzhledem ke krátké době trvání (23 s) tepelného toku se nepředpokládají výraznější ohrožení majetku, mimo dosah ohnivé koule [25].

Z hlediska možných následků a ohrožení okolí by se jednalo o nejzávažnější scénáře. Další možné situace byly také předmětem studie, ale vzhledem k technickému zabezpečení by představovaly většinou menší (nebo minimálně stejné) riziko než v případě výše uvedených scénářů [25].

### **Bezpečnostní opatření k zastavení rozvoje havarijní sekvence**

Součástí vnitřního havarijního plánu firmy je také popis bezpečnostních opatření použitých k zastavení rozvoje havarijní sekvence, včetně popisu technických zařízení [25].

Hlavní výrobní objekty (dále jen HVO) se zařízením významným z hlediska bezpečnosti jsou venkovní vícepodlažní ocelové konstrukce s vestavěným technologickým zařízením, které jsou umístěny v bezodtokové betonové havarijní jímce, která může pojmout všechny v zařízení přítomné látky. Jednotlivé výrobní aparáty jsou vybaveny přímým i dálkovým měřením teploty, tlaku, hladiny, popř. průtoku a koncentrace. Jednotlivé části výroby jsou vzájemně odděleny vodními požárními clonami. Kolem výrobního objektu jsou rozmístěny požární lafety na vodu nebo pěnu. HVO dále obsahují chráněné únikové cesty [25].

Skladovací zásobníky umístěné ve venkovním i vnitřním prostoru jsou ocelové válcové nádoby umístěné v ocelové bezodtokové jímce na celý objem skladovacího zásobníku. Zásobníky jsou vybaveny přímým i dálkovým měřením hladiny, jsou napojeny na centrální odplynový systém. Dále jsou zásobníky vybaveny pojistkami proti zpětnému prošlehnutí plamene a vodním hasicím zařízením. Kolem zásobníkového pole jsou rozmístěny požární lafety [25].

Pro stavy skutečného ohrožení oxidační části jednotky (např. odvrácení havárie) byl vytvořen systém nouzového odstavení INTERLOCK, který v případě nouze automaticky a bezpečně odstaví jednotku. Pro případ, že nastane nebezpečná situace, kterou není INTERLOCK bezprostředně ovlivněn, a přesto bude nutné okamžitě odstavit (např. požár), lze tak učinit na velínu pomocí jediného tlačítka. Celá časová odstavovací sekvence trvá jen zhruba 15 sekund bez možnosti jakéhokoliv vlivu obsluhy na tuto sekvenci [25].

Všechny výrobní jednotky v společnosti jsou řízeny prostřednictvím automatických řídicích systémů (DCS), které zajišťují najíždění, běžný provoz, odstavení výrobního zařízení, ale také důsledné zabezpečení procesu v mimořádných situacích [25].

#### **Zásahové složky, síly a prostředky**

Synthomer nemá vlastní hasičský záchranný sbor pro zásah. V areálu je dislokována požární stanice Chemické závody (CHZ) HZS Karlovarského kraje. Pro případ požáru jsou v objektech se zvýšeným a vysokým požárním nebezpečím ustaveny požární hlídky, které jsou uvedeny v požárních řádech pro jednotlivé stavební objekty [25].

Na základě usnesení Vlády České republiky č. 548 ze dne 27. 9. 1995 byla zřízena jednotka HZS okresu Sokolov (dnes Karlovarského kraje) v areálu společnosti. Synthomer využívá služeb hasičského záchranného sboru Karlovarského kraje na základě Smlouvy o převedení jednotky hasičského záchranného sboru společnosti CHZ Sokolov, a.s. do Hasičského záchranného sboru okresu Sokolov (dnes Karlovarského kraje) a o spolupráci po převedení této jednotky ze dne 15. 12. 1995 a Smlouvy o poskytování finančních prostředků, která je každý rok obnovována a aktualizována. Přílohou smlouvy o převedení jednotky hasičského záchranného sboru společnosti CHZ Sokolov, a.s. do Hasičského záchranného sboru okresu Sokolov (dnes Karlovarského kraje) je

tabulkový a fyzický stav příslušníků této jednotky. Stanice HZS CHZ je umístěna v areálu Synthomer v SO-206 [25].

Běžný stav příslušníků Stanice HZS CHZ na směně je 9 + 1 (spojovatelka ohlašovny požárů), minimální stav na směně je 6 + 1 (spojovatelka ohlašovny požárů). Jednotka HZS vyjíždí k zásahu do 4 minut od ohlášení události a nejbližší místo v areálu společnosti dosáhne do 2 minut od ohlášení události [25].

Od 10. 10. 2015 je minimální stav pouze 4 + 1 a další dva příslušníci, přítomní na směně, jsou vyčleněni pro zásahy mimo areál společnosti při výjezdu Stanice HZS Sokolov pro získání větší praxe [25].

### **Vyrozumění o havárii a předávání informací**

Systém předání informací o havárii, která by mohla ohrozit bezpečnost osob nebo provozu.

- předání prvotní informace o havárii;
- předání informace osobám a složkám určeným pro zásah;
- povolání složek působících v záchranném systému;
- informování krajského úřadu;
- informování státních a územně samosprávných úřadů;
- podávání informací o havárii sdělovacím prostředkům a veřejnosti,
- činnost operačních středisek složek záchranného systému [25].

### **Monitoring atmosférických podmínek**

Systém monitoruje v areálu společnosti parametry, jakými jsou směr a rychlost větru, atmosférický tlak, teplota vzduchu ve výšce 2 m a 10 m nad úrovní terénu a vlhkost vzduchu. Případné úniky nebezpečných látek lze monitorovány pomocí detekčních zařízení, analyzátorů prostředí a elektrické požární signalizace [25].

## **Varovný systém společnosti**

Varování areálu společnosti okolí areálu společnosti je zajišťováno jednak telefonicky prostřednictvím dispečerské služby a jednak varovným systémem společnosti, který je významnou složkou havarijní a krizové připravenosti. Varovný systém společnosti je založen na systému VOX (Varovný systém obyvatel). Systém VOX je bezdrátový obecní rozhlas a systém varování obyvatel a v kombinaci s elektronickými sirénami GIBON a bezdrátovými hlásiči s reproduktorem zajišťuje ozvučení společnosti pro případ mimořádné situace. Součástí varovného systému společnosti jsou také silniční výstražná zařízení (výstražníky, celkem 6 kusů), rozmístěná kolem areálu společnosti pro zastavení dopravy do blízkosti areálu společnosti v případě ohrožení [25].

## **Evakuace osob**

Evakuace zaměstnanců, zaměstnanců externích subjektů a návštěvníků se nevyhlašuje žádným varovným signálem, ale pouze hlasovou zprávou. K tomuto účelu slouží vnější bezdrátové jednotky v blízkosti evakuovaných objektů, přilehlé sirény a reproduktory rozmístěné v evakuovaných objektech na chodbách, velínech a vybraných laboratořích. Evakuační hlasový systém je také propojen do stávajícího komunikačního systému KAE-I a KAE-III. Tento stávající komunikační systém je podřízeným pracovištěm varovného systému. Přístup podřízeného pracoviště do řídicího pracoviště není umožněn [25].

## **Plány konkrétních činností**

Firma má zpracované další havarijní dokumenty pro případ mimořádné události v areálu typu:

- traumatologický plán;
- plán varování zaměstnanců;
- plán individuální ochrany;
- evakuační plán a plán ukrytí zaměstnanců;
- opatření k podpoře umírnění dopadů závažné havárie mimo objekt;
- opatření pro výcvik a havarijní připravenost [25].

Autorka diplomové práce při podrobném nastudování Vnitřního havarijního plánu firmy Synthomer a porovnání s příslušnými právními předpisy došla k závěru, že je zpracován v souladu s § 23 zákona č. 224/2015 Sb. o prevenci závažných havárií a jeho struktura a obsah jednotlivých částí odpovídají příloze č. 8 vyhlášky č. 227/2015 Sb. o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku.

### 3.4.3 Vnější havarijní plán

Vnější havarijní plán (VHP) pro zónu havarijního plánování (ZHP) objektu společnosti Synthomer v Sokolově je dokument, který je zpracován Hasičským záchranným sborem Karlovarského kraje podle zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů na základě podkladů předaných provozovatelem firmy. Jeho obsah a struktura jsou dány vyhláškou Ministerstva vnitra č. 226/2015 Sb. o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktuře. Je určen pro řešení možné závažné havárie, ohrožující životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí v zóně havarijního plánování a pro realizaci opatření k ochraně obyvatelstva. Účelem vnějšího havarijního plánu je stanovení možných rizik ohrožujících území zóny havarijního plánování, získání informací o rizicích poskytovanými právními osobami, podnikajícími fyzickými osobami a dotčenými správními úřady, zajišťování podkladů jednotlivými složkami IZS a stanovení ochranných opatření ve formě plánů konkrétních činností [7, 27, 28].

Vnější havarijní plán společnosti obsahuje celkem 176 stran i s přílohami, kterých je cca 40 a člení se na tři části – část informační, operativní a plány konkrétních činností. Grafická část je doplněna o mapy, grafy a schémata [27].

**Sdělení:** veškeré údaje jsou čerpány z dokumentu Vnější havarijní plán firmy Synthomer a.s. z roku 2023.

## Informační část vnějšího havarijního plánu

Informační část obsahuje:

- identifikační údaje provozovatele, popis objektů a zařízení, určení zdroje rizika;
- charakteristiku území zóny havarijního plánování, zejména geografickou, demografickou, klimatickou, hydrologickou, a popis infrastruktury v ZHP;
- přehled objektů, v nichž lze předpokládat výskyt většího počtu osob, jako jsou například školská a sociální zařízení, supermarket, autobusové nádraží nebo železniční stanice;
- vymezení zóny havarijního plánování, čímž se rozumí území v okolí objektu, ve kterém jsou uplatňovány požadavky havarijního plánování formou VHP. Vymezuje se jako ohraničená plocha vnější hranicí ZHP s výjimkou území, pro které se zpracovává vnitřní havarijní plán. Minimální oblast, ve které se v případě realizace typového scénáře uplatní opatření ochrany obyvatelstva.
- přehled počtu osob v ZHP (včetně osob vyskytujících se v ZHP dočasně, například v zaměstnání, ve školských, zdravotnických a sociálních zařízeních);
- organizaci havarijní připravenosti v ZHP – v této části jsou určovány kompetence jednotlivých subjektů havarijní připravenosti a oblast jejich působnosti;
- výčet a charakteristiky uvažovaných účinků závažné havárie podle zpracovaného posouzení rizik včetně popisu jejich očekávaných dopadů (včetně domino efektu) – zde jsou vypsány nejzávažnější scénáře, které by mohly vést k závažné havárii a ohrozit tak životy a zdraví lidí, majetek a životní prostředí;
- základní informace o působení nebezpečné látky na lidský organismus a základy poskytování první pomoci při zasažení osob nebezpečnou

látkou – zde jsou uvedeny nebezpečné vlastnosti propylenu a jeho působení na organismus. Dále jsou zde popsány pokyny první pomoci v případě zasažení očí a kůže, nadýchání či požití a nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky [27].

### **Operativní část vnějšího havarijního plánu**

Operativní část obsahuje:

- Úkoly příslušných správních úřadů, složek IZS, případně i dalších dotčených správních úřadů, včetně úkolů, sil a prostředků jiných fyzických a právnických osob při havárii – na taktické úrovni koordinace složek IZS v místě zásahu jsou jednotlivé úkoly při havárii rozpracovány v havarijní kartě pro únik propylenu. Koordinaci a řízení součinnosti složek IZS provádí na místě zásahu velitel zásahu, který je velitelem jednotky HZS Karlovarského kraje – stanice Chemické závody nebo příslušný funkcionář HZS Karlovarského kraje s právem přednostního velení dle § 19 odst. 1 zákona č. 239/2000 Sb. Podle závažnosti mimořádné události vyhlásí velitel zásahu odpovídající stupeň poplachu.
- Způsob koordinace řešení závažné havárie – v kartě mimořádné události Synthomer jsou rozděleny kompetence a odpovědnosti za provedení jednotlivých činností při strategické koordinaci složek IZS včetně právních předpisů.
- Způsob zabezpečení informačních toků při řízení záchranných a likvidačních prací (ZaLP) – zde je popsán a graficky znázorněn průběh předávání informací při bezprostřední hrozbě či vzniku závažné havárie jednotlivým subjektům, zajišťovaný prostřednictvím krajského operačního a informačního střediska (KOPIS). Při koordinaci ZaLP je ke spojení využíváno telekomunikačních prostředků, radiostanic a datového přenosu informací. Podle § 36 zákona č. 224/2015 Sb. má společnost povinnost bezodkladně ohlásit vznik závažné havárie Krajskému úřadu

Karlovarského kraje, České inspekci životního prostředí, KOPIS HZS Karlovarského kraje a dotčeným obcím.

- Zásady činnosti při rozšíření nebo možnosti rozšíření dopadů havárie mimo ZHP a systém napojení a spolupráce dotčených správních úřadů – v případě, že by došlo k rozšíření následků závažné havárie mimo ZHP, což se nepředpokládá, je postupováno dle opatření uvedených v havarijních plánech Karlovarského kraje, v krizových plánech obce s rozšířenou působností (ORP) Sokolov či podle VHP Synthomer a.s. [27].

### **Plány konkrétních činností**

Plány konkrétních činností se zpracovávají za účelem provádění záchranných a likvidačních prací v zóně havarijního plánování, podle velikosti zóny a charakteru ohrožení. Jedná se o tyto plány:

- vyrozumění;
- varování a informování obyvatelstva;
- ukrytí obyvatelstva s využitím ochranných vlastností staveb;
- evakuace obyvatelstva;
- individuální ochrany obyvatelstva;
- dekontaminace;
- monitorování;
- záchranných a likvidačních prací;
- preventivních opatření k zabránění nebo omezení domino efektu havárie;
- regulace pohybu osob a vozidel;
- traumatologický plán;
- veterinárních opatření;
- zamezení distribuce a požívání potravin, krmiv a vody kontaminovaných nebezpečnou látkou;
- opatření při hromadném úmrtí osob;
- opatření k minimalizaci dopadů na kvalitu životního prostředí;



- zajištění veřejného pořádku a bezpečnosti;
- komunikace s veřejností a hromadnými informačními prostředky nakládání s odpady vzniklými při závažné havárii [27, 29].

Posouzení vnějšího havarijního plánu, jeho náležitosti a struktura jednotlivých částí zpracovaných podle příslušných právních předpisů není cílem této diplomové práce. VHP, jak již bylo výše uvedeno, nezpracovává firma Synthomer, ale HZS KK.

### **Podklady pro zónu havarijního plánování**

Krajský úřad stanovuje zónu havarijního plánování na základě podkladů předaných firmou Synthomer. Postup stanovení ZHP je určován vyhláškou č. 226/2015 Sb. o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktury. ZHP se rozumí území okolí objektu, ve kterém jsou uplatňovány požadavky ochrany obyvatelstva a požadavky územního rozvoje z hlediska havarijního plánování. Podklady pro stanovení ZHP obsahují grafické podklady s vyznačením výrobních jednotek, skladů a železničních cisteren představující významné riziko pro firmu a její okolí [30].

## **3.5 Propylen jako hlavní zdroj rizik**

### **3.5.1 Základní informace o propylenu**

Jedná se o bezbarvý hořlavý plyn, který je těžší než vzduch, se kterým tvoří výbušné směsi. Uvolněná kapalina rychle přechází do plynné fáze. Podle klasifikace patří mezi mírně reaktivní látky. Za normálních podmínek stabilní látka, ale může být nestabilní při zvýšené teplotě a tlaku. Je citlivý zejména k tepelné expozici. Kapalný propylen může explodovat při kontaktu s vodou při teplotě 42–75 °C. Propylen nesmí přijít do styku zejména s oxidačními činidly (kyslík, halogeny, oxidy dusíku), kyselinami a silnými alkáliemi a nesmí být tepelně exponován. Nebezpečné reakce jsou možné také s acetylenem, bromovodíkem a chlorovodíkem. Hoří žlutým, svítivým plamenem o velmi

vysoké teplotě. Požární nebezpečí propylenu spočívá v možnosti vytváření snadno zápalných směsí hořlavých par a jejich výbušných koncentrací ve směsích se vzdušným kyslíkem. V tabulce 5 jsou uvedeny fyzikálně-chemické vlastnosti propylenu [31, 32].

Protože jsou páry propylenu cca 1,5× těžší než vzduch, tak vyplňují prohlubně, kanály a dna nádob. Je-li bezvětrí, drží se páry na těchto místech velmi dlouho, protože propylen je na vzduchu i ve vodě velmi stálý. Pro iniciaci výbuchu směsi propylen – vzduch stačí elektrická jiskra, horký povrch nebo výboj elektrostatické elektřiny. Při proudění kapalného propylenu vzniká na povrchu kapaliny elektrostatický náboj, který se při přiblížení nebo dotyku s vodiči nebo předměty o rozdílném napětí nebo polaritě vybíjí elektrostatickou jiskrou. Dosáhne-li energie této jiskry hodnoty 0,28 mJ a vyšší, zapálí směs [31, 32, 33].

Tabulka 5 – Vlastnosti propylenu [31]

IDENTIFIKACE NEBEZPEČNOSTI PROPYLENU	
Fyzikální a chemické vlastnosti	
Parametr	Propylen (propen)
Číslo CAS	115-07-1
Klasifikace	Hořlavý plyn, Kat. 1 Plyn pod tlakem
H věty	H220, H280
Vzorec	C <sub>3</sub> H <sub>6</sub>
Molekulová hmotnost [g·mol <sup>-1</sup> ]	42,1
Skupenství (20 °C)	plynné
Bod varu [°C]	-47,7
Bod tání [°C]	-185,3
Hmotnost par (vzduch = 1)	1,49
Kritická teplota	91,9 °C
Kritický tlak	4,599 MPa
Teplota vznícení [°C]	455
DMV [% obj.]	2
HMV [% obj.]	11,1
Tenze par při 20 °C [kPa]	1 030
Hustota kap. [kg·m <sup>-3</sup> ] při 20 °C	514
Hustota plynu [kg·m <sup>-3</sup> ] při 0 °C	1,88
Rozpustnost ve vodě	nerozpustný

Propylen se v zásobnících vyskytuje jako kapalina při bodu varu, která je v rovnovážném stavu s parami propylenu. Hlavní riziko při skladování a manipulaci s propylenem je dáno nahromaděním značného objemu par, které tvoří se vzduchem výbušné směsi mimořádně nebezpečných koncentrací. Zvláštností uhlovodíkových plynů je velmi nízká dolní mez výbušnosti a vysoké spalné teplo, které by v případě požáru nebo výbuchu uvolnilo relativně velkou energii [24].

Nebezpečnější je výron v kapalně 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 [24].

Propylen není toxický. Plynný propylen má slabý narkotický účinek. Expozice při koncentraci 15 % vede k narkóze asi v 15 minutách, při koncentraci 35 až 40 % velmi rychle. Nejsou známy chronické otravy propylenem. Nedráždí ani ve vyšších koncentracích. V místech případného výronu propylenu může dojít k vytěsnění vzduchu a k zadušení nedostatkem kyslíku. Při potřísnění pokožky kapalným propylenem vznikají na pokožce omrzliny [24].

#### **K riziku vzniku výbušných koncentrací by mohlo docházet zejména:**

- při úniku zkapalněného plynu mimo skladovací zásobníky nebo čerpací zařízení při poruše jejich těsnosti nebo při nedostatečném uzavření ovládacích armatur,
- při neodborné manipulaci s kapalným propylenem během stáčení, čerpání a odebírání vzorků k jeho analýze,
- při provádění opravářských prací za použití zdrojů zapálení bez zajištění odpovídajících opatření k zabránění vzniku požáru nebo výbuchu nebo při použití náradí neurčeného do prostředí s nebezpečím výbuchu,

- při poruše v elektrické instalaci způsobující vznik zdrojů zapálení, při nedostatečně prováděných kontrolách technického stavu zařízení skladového hospodářství, zvláště pak kontrol uzavření ovládacích armatur u zásobníků, čerpadel, spojů potrubních tras a dále kontrol funkce odplynu a protidetonačních pojistek.

Požárem nebo výbuchem propylenu by mohl být ohrožen sousední zásobník, nebo celý prostor skladu a přilehlé okolí, do kterého by mohly být nebezpečné koncentrace propylenu zaneseny vzdušným prouděním [24].

V tabulce 6 jsou uvedeny hlavní požární vlastnosti propylenu.

Tabulka 6 – Požární vlastnosti propylenu [31]

Parametr	Hodnota
Mez výbušnosti	2 – 11,7 % objemových
Teplota vznícení par ve směsi se vzduchem	455 °C
Výhřevnost	45636 kJ/kg
Teplota plamene při hoření se vzduchem	1935 °C
Maximální explozní tlak	0,86 MPa
Minimální zápalná energie	0,28 mJ
Třída výbušnosti	II A
Bod vzplanutí	-107 °C
Spalné teplo	49280 kJ/kg

### 3.5.2 Skladování a základní schéma skladu propylenu

Propylen je importován do firmy v železničních cisternách o objemu 50 až 100 m<sup>3</sup>. Přistavěné cisterny se pravidelně stácejí na dvou stáčecích místech v prostoru čerpacího stanoviště propylenu, odkud je čerpán do zásobníků pomocí stáčecích čerpadel a kompresorem. Stáčení se provádí pomocí nově instalovaných stáčecích ramen, která byla v rámci investiční akce pořízena z důvodu vyšší kvality bezpečnostních prvků [34].

Propylen je následně čerpán do výroby kyseliny akrylové pomocí čerpadel umístěných v čerpací stanici SO 1026.

Tento objekt je rozdělen na následující technologické celky:

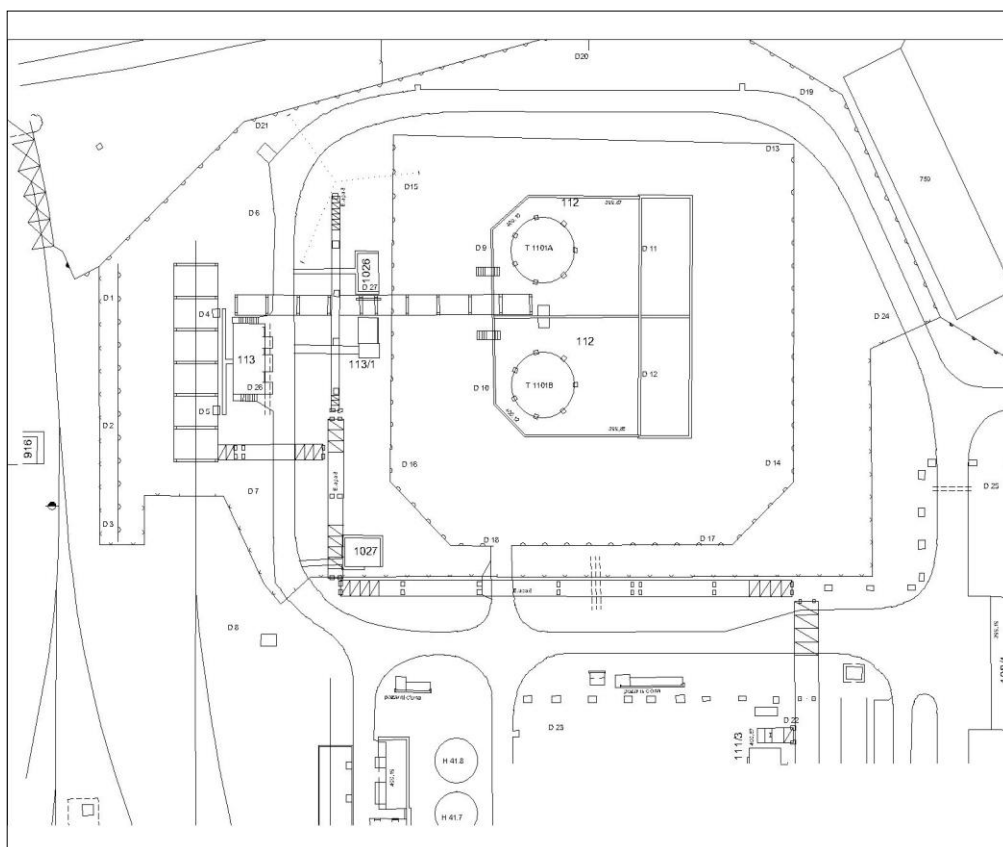
SO 112 – ocelové zásobníky skladu propylenu

SO 113 – stáček stanice propylenu z cisteren

SO 1026 – čerpací stanice propylenu

SO 1027 – velín, stanoviště obsluhy skladu propylenu [34].

Propylen je skladován ve dvou nadzemních kulových zásobnících o celkovém obsahu každého zásobníku 1 000 m<sup>3</sup> při okolní teplotě (pod tlakem). Dovolené plnění zásobníků je 85 %, využitelný skladovací objem je tedy celkem 1 700 m<sup>3</sup>, tj. přibližně 880 t propylenu. Zásobníky jsou umístěny v mělké betonové jímce, spádované do havarijní jímky. Vzdálenost mezi zásobníky je na průměr nádrže a okraj mělké jímky od zásobníku je vzdálen asi 3 m. Jímka je uprostřed předělána, aby propylen nemohl zatékat pod sousední zásobník. Havarijní jímka je vzdálena na průměr nádrže východním směrem, tj. po směru převládajících větrů [34]. Plán skladu je na obrázku 1.



Obrázek 1 – Situační plán skladového hospodářství propylenu [34]

### 3.5.3 Požárně bezpečnostní zařízení skladu propylenu

V areálu skladu propylenu je instalováno několik druhů požárně bezpečnostních zařízení (PBZ). V tabulce 7 je uveden výčet všech zařízení, která jsou důležitým prvkem požární bezpečnosti v případě vzniku havarijních stavů. Vydatnost požárních bezpečnostních zařízení je 12 000 l/min při tlaku 0,8 MPa. Vodní chlazení kulových zásobníků, potrubního mostu a místo stáčení propylenu z železniční cisterny disponuje vydatností 2 500 l/min při tlaku 0,4 MPa [34].

Parní clony jsou umístěny kolem havarijní jámy kulových zásobníků, místa stáčení propylenu z železničních cisteren a západní strany oplocení skladu propylenu. Vydatnost instalovaných parních clon je v současné době **10 t /min. páry**. Ve vzdálenosti 20 m od okraje jámek na západní, jižní a východní straně jsou postaveny nízké zídky s parními clonami k ochraně závodu při úniku většího množství propylenu. Ve vzdálenosti 10 m od koleje vlečky je v délce 50 m podél stáčecích míst umístěna další zídka s parní clonou pro oddělení vlečky od stáčení propylenu. Účelem zídek je zachytit eventuální výron plynného propylenu, zabránit jeho proniknutí do nebezpečných míst vzdálených od objektu skladu a stáčení. Parní clona má rozptýlit plynný propylen do ovzduší a snížit jeho koncentraci pod dolní mez výbušnosti. V tabulce 7 jsou uvedeny požárně bezpečnostní zařízení ve skladu propylenu [34].

Tabulka 7 – PBZ instalované ve skladu propylenu [34]

poř. č.	typ zařízení	popis místa jeho umístění	počet	poznámka
1	Přenosné a pojízdné hasicí přístroje	V rámci celého prostoru skladového hospodářství	10	P50 a PG6 S6 a S5
2	Vysokotlaký požární nadzemní hydrant	Po obvodu objektu	6	Dva další ve vzdálenosti do 30 m
3	Vysokotlaká lafeta	Na západní straně objektu	2	vodní SHZ
4	Parní clona	Po obvodu úložiště a stáčení cisteren	5	Spouští se z velínu SO 102 nebo z SO 113
5	Parní clona	U stáčení cisteren	1	Spouští se automaticky dle detekce propylenu
6	Vodní SHZ	Hašení zásobníků	2	Spouští se na požárním štítu u SO 110
7	Chlazení	Chlazení zásobníků, potrubního mostu a cisteren	3	Spouští se z SO 113
7	EPS elektrická požární signalizace	Tlačítko EPS na budově stáčení propylenu a obsluhy	2	u vstupu do objektu
8	GDS detekce úniků plynů	Areál skladu propylenu a okolí	27	Detektory mezi výbušnosti, přenos na velín a stanici HZS CHZ – ohlašovnu požárů

V prostoru stáčení, skladu propylenu a čerpacích stanic je rozmístěno celkem 27 stabilních analyzátorů pro sledování koncentrace propylenu v ovzduší a indikací dosažení 10 % a 25 % dolní meze výbušnosti směsi propylen + vzduch. Při dosažení 10 % dolní meze výbušnosti se uvádí automaticky do provozu světelná i zvuková signalizace. Při dosažení 25 % dolní meze výbušnosti se rovněž uvádí do chodu světelná i zvuková signalizace (odlišný způsob signalizace) v obou velínech a dále houkačka umístěná ve skladu [34].

Je-li signalizace překročena 25 % dolní meze výbušnosti v prostoru stáčení propylenu, uvádí se automaticky do provozu parní clona v prostoru stáčení. Při zkoušení a kalibraci těchto detektorů je ručně zablokován vstup páry do parní clony [34].

Ovládání ostatních parních clon a sirény je dálkové z centrálního velínu KA-I, skladu propylenu a 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 automatickém řídicím systému [34].



## 4 METODIKA

### 4.1 Program ALOHA

Pro zpracování praktické části diplomové práce bude využit kvalitní simulační softwarový nástroj ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres), vytvořený prognózou možných dopadů havárie v rámci ohrožení okolí. Hlavním výstupním údajem bude grafický průmět předpokládaných hranic ohrožení neboli stanovení zón pro ohrožení zdraví obyvatelstva, majetku a přírodního prostředí. Cílem využití výstupních hodnot modelace je **definování zóny ohrožení s navrhovaným optimálním postupem pro řešení havarijní situace a eliminace škod** [35].

ALOHA umožňuje modelovat klíčová chemická a požární nebezpečí typu – toxicita, hořlavost, tepelné záření (teplo) a přetlak (výbuch, síla). Tato nebezpečí souvisí s úniky nebezpečných chemických látek, které mají za následek disperzi toxických plynů, požáry anebo výbuchy [36].

ALOHA dokáže počítat s vertikálními větrnými poryvy, také s disperzí těžkých plynů a další možností je modelace účinků při odpařování z kaluže. Zohledňuje také odrazy od povrchu země i od vrstvy nízké atmosférické inverze. Výstupy modelací zahrnují sumarizaci uživatelských vstupů, dále grafy se směrem šíření oblaku a koncentrací látky. Celkový výsledek lze uložit do archívu [36].

ALOHA vychází z polohy zdroje rizika, informací o chemických vlastnostech chemické látky, atmosférických podmínek, charakteru krajiny a množství uniklé látky. Po zadání vstupních informací zobrazí náhled ohrožené oblasti do třech zón ohrožení. Zóny jsou vyznačeny barevně. Červená křivka vymezuje nejvyšší koncentraci látky v ovzduší, tudíž znamená největší ohrožení, následuje oranžová a potom žlutá barva [36].

V praktické části bude provedena modelace dvou scénářů mimořádných událostí, které jsou z pohledu předpokládaných následků uvedeny

v bezpečnostní dokumentaci firmy Synthomer. Z hlediska možných následků a ohrožení okolí se jedná o nejzávažnější scénáře. Scénář v obecné rovině lze chápat jako variantní popis vzniku a rozvoje příčinných a následných na sebe navazujících událostí, které mohou nastat v průběhu vývoje havárie. V rámci analýzy možných scénářů byla identifikována největší rizika, která jsou charakterizována obsáhlým **výronem zkapalněného plynu – propylenu ze zařízení a následnou tvorbou výbušných koncentrací s možností rozsáhlého výbuchu, případně vzniku požáru.**

Po konzultaci s pracovníkem odboru bezpečnosti firmy byl vytipován pro modelaci právě výše uvedený scénář, u kterého lze předpokládat největší dopady pro firmu a její okolí. Pravděpodobnost vzniku takové události je podle údajů uvedených v příloze č. 5 Posouzení rizik, Bezpečnostní zprávy velice nízká, nicméně lze připustit, že může nastat [24]. Ačkoliv se jedná o podobnost scénářů, je nutno podotknout, že při modelaci byly zvoleny odlišné parametry příčinných dějů. V Bezpečnostní zprávě, nejsou scénáře z pohledu příčiny vzniku havárie podrobně popisovány. Pro firmu může být výsledek modelace přínosný z hlediska možnosti porovnání výstupních dat.

### **Scénáře:**

**Modelace 1** – výron propylenu ze zásobníku s tvorbou a šíření koncentrací hořlavých par a aerosolů ve vzduchu (bez vzniku iniciace)

**Modelace 2** – požár unikajícího propylenu ze zásobníku s následným jevem BLEVE

Program ALOHA neumožňuje modelaci těchto scénářů v jedné simulaci.

### **Zadané vstupní údaje pro modelace:**

**a) vstupní data** – údaje s uvedením o jakou lokalitu se jedná, se specifikací přesného místo události s využitím zjištěných souřadnic. Dále zadání nadmořské výšky, typ budovy a hodnocení hustoty zástavby v okolí areálu firmy, kde událost může nastat. Souhrnné údaje jsou uvedeny v tabulce 8, kapitola 5.

**b) chemická data, informace o uniklé látce** – jedná se o zkapalněný plyn propylen (program disponuje databází několika set druhů nebezpečných látek, které se používají v průmyslu, včetně evidence fyzikálně chemických vlastností).

**c) atmosférická data:** pro možnost srovnání výstupních dat byly vytvořeny dvě varianty modelací A a B, ve kterých byla změněna data o klimatických podmínkách. Předpokládá se, že v době incidentu bude venkovní teplota 7 °C a vítr o rychlosti 1,7 m/s a směr větru od západu. Relativní vlhkost bude 68 % a převážně zataženo.

**d) parametry uniklé nebezpečné látky:** náhlý výron zkapalněného plynu z poškozeného potrubí pod zásobníkem, ve kterém je celkem uskladněno přibližně 340 t kapalného propylenu. Teplota propylenu uvnitř zásobníku je teplota 7 °C.

Po zadání těchto vstupních údajů do programu Aloha budou výstupem výsledky ve formě grafických průmětů předpokládaných hranic ohrožení okolí – zóny ohrožení. Zóny ohrožení budou následně přeneseny do mapového podkladu Google Earth. Výstupní hodnoty respektive zjištěné parametry u zón ohrožení budou v následujících kapitolách definovány a vyhodnocovány, především z pohledu ohrožení okolí. Na základě zjištěných výsledků a hodnocení budou navržena opatření k minimalizaci vzniku havárie dané navrženými scénáři.

## 4.2 SWOT Analýza

Pro zjištění a zhodnocení vnitřních a vnějších faktorů, které ovlivňují chod firmy z pohledu její bezpečnostní politiky, bude pro vypracování praktické části diplomové práce využita SWOT analýza. Jak už ze zkratky názvu vyplývá, jde o strategickou metodu umožňující identifikovat silné (Strengths) a slabé (Weaknesses) stránky firmy, příležitosti (Opportunities) a hrozby (Threats) [37].

Jedná se tedy o hodnotící proces v závislosti na prostředí. Vnitřní prostředí hodnotí současný stav firmy a identifikuje silné a slabé stránky, respektive její

pozitiva a negativa, které jsou vyznačovány vnitřními faktory v důležitých oblastech firmy. Vnější prostředí je pak vymezeno vnějšími faktory týkající se okolí firmy, které nemůže sama ovlivnit. Jedná se o nabízející se příležitosti na jedné straně a hrozby ohrožující firmu na straně druhé [37].

Veškeré informace pro vypracování analýzy budou použity z dostupných zdrojů firmy – webové stránky, dále z podkladů poskytnutých zástupcem firmy, a především informací, poskytnutých od personálního oddělení a odboru životního prostředí, bezpečnosti a systémů řízení. Na základě těchto informací budou identifikovány v tabulce 11 silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby a sestavena analýza SWOT zaměřená na posouzení stavu bezpečnostní politiky firmy.

Pro výpočet SWOT analýzy bude vytvořena tabulka, ve které budou uvedeny silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby doplněné jejich váhou neboli jejich důležitostí a hodnocením jednotlivých položek dané kategorie. Pro hodnocení silných stránek a příležitostí bude stanovena řada celých čísel od 1 do 5, kdy 1 vystihuje nejnižší spokojenost a 5 nejvyšší spokojenost. Naopak u slabých stránek a hrozeb bude využita řada záporných čísel od -1 do -5, kde -1 vyjadřuje nejnižší nespokojenost a -5 nejvyšší nespokojenost. Váha daného prvku bude určena v rozmezí od 0 do 1 a součet těchto hodnot musí být roven 1. Poté budou mezi sebou tyto dvě veličiny (váha a hodnocení) vynásobeny a vznikne takzvané „vážené skóre“. Výsledné hodnoty pak budou u jednotlivých položek sečteny a následně využity k celkovému vyhodnocení SWOT analýzy. Po vyhodnocení analýzy budou navržena opatření ke zlepšení zkoumaného procesu [37].

## 5 VÝSLEDKY

V této kapitole bude provedena celková sumarizace zjištěných výsledků. V prvním případě se jedná o výsledky, získané v rámci z modelace pomocí programu Aloha. V druhém případě budou interpretovány výsledky z analýzy SWOT.

### 5.1 Výsledky z modelace

Jedná se o modelaci výše uvedených scénářů pomocí programu Aloha. Jak již bylo uvedeno, pro modelaci byly na základě rozhodnutí autorky této práce vytipovány dva scénáře:

**Modelace 1** – výron propylenu ze zásobníku s tvorbou a šířením koncentrací hořlavých par a aerosolů ve vzduchu (bez vzniku iniciace)

**Modelace 2** – požár unikajícího propylenu ze zásobníku s následným jevem BLEVE

#### Souhrn vstupních parametrů

Všechny vstupní parametry uvedené v tabulce 8 byly čerpány z Bezpečnostní zprávy. Tyto parametry byly postupně vkládány do programu Aloha v souladu s pokyny na jeho obsluhu.

Tabulka 8 – Základní vstupní údaje zadané do programu Aloha

Základní údaje	
Datum	13. 3. 2023
Čas	14:38 hodin
Lokalita	ČR, Sokolov
GPS souřadnice	N 50° 11'; E 12° 39'
Parametry	Částečná zástavba, porost

Další vstupní údaje byly charakteru stavu povětrnostních podmínek a údajů o stavu zařízení, v tomto případě zásobníku s propylenem. Jedná se z hlediska meteorologické charakteristiky o roční průměrné hodnoty, které byly vypočteny pomocí modelu Calmet [24]. Jak již bylo uvedeno, scénáře byly navrženy ve

dvou variantách A a B z důvodu možnosti porovnání dat z pohledu změn právě v oblasti povětrnostních podmínek. Varianta A předpokládá, že v době incidentu bude venkovní teplota 7 °C a vítr o rychlosti 1,7 m/s a směr větru od západu. Ve variantě B je předpoklad, že v době incidentu bude venkovní teplota 20 °C a vítr o rychlosti 10 m/s a směr větru taktéž od západu.

Z pohledu parametrů unikající nebezpečné látky se předpokládá maximální skladované množství 340 t a teplota uvnitř zásobníku je 7 °C. Opět se jedná o průměrné roční hodnoty, které byly získané z oddělení procesní technologie firmy. Ve variantě B se předpokládá max. skladované množství celkem 480 t, teplota uvnitř zásobníku je 20 °C. Výše uvedené údaje jsou souhrnně uvedeny v tabulce 9.

Tabulka 9 – Vstupní parametry k modelaci

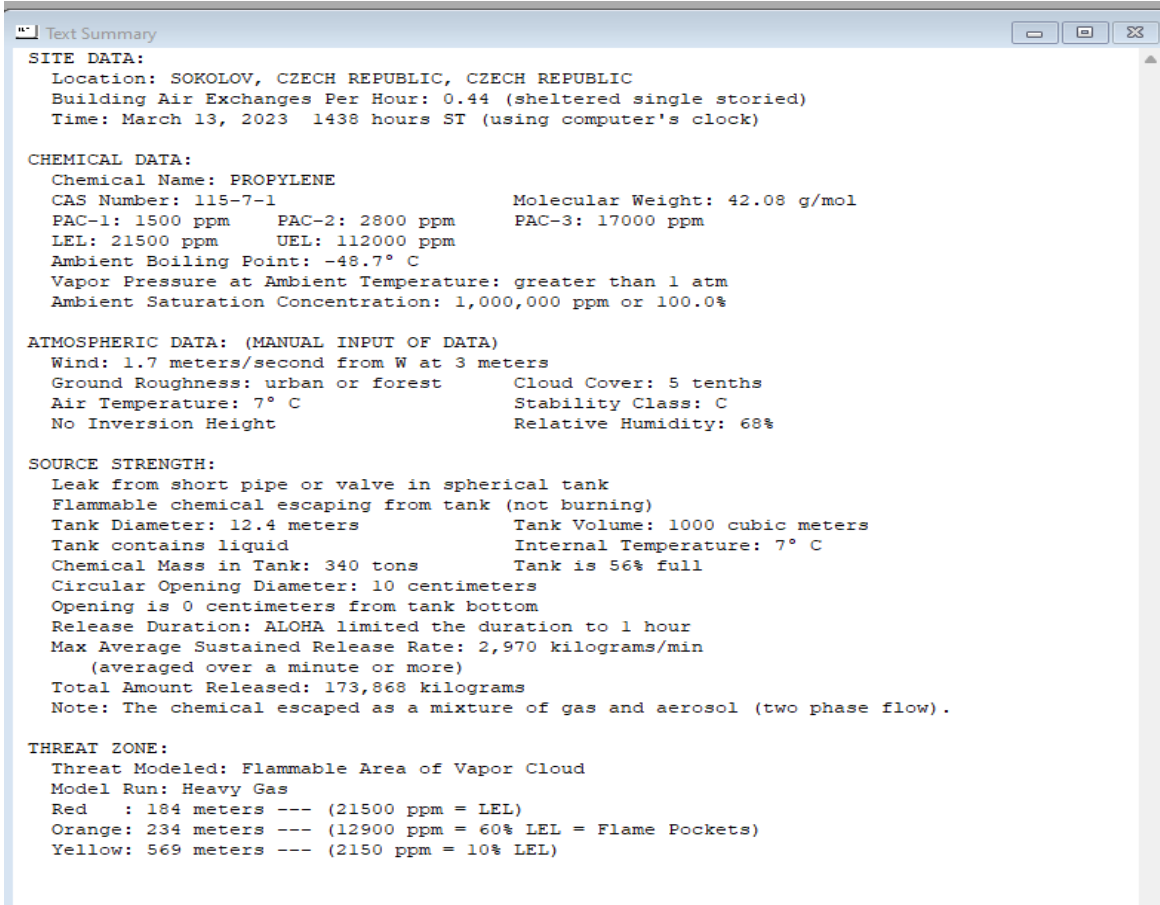
<b>Vstupní údaje</b>	<b>Modelace 1A a 2A</b>	<b>Modelace 1B a 2B</b>
Rychlost a směr větru	1,7 m/s, západní 3 m nad terénem	10 m/s, západní 3 m nad terénem
Oblačnost, relativní vlhkost	Částečná oblačnost, 68 %	Částečná oblačnost, 68 %
Teplota	7 °C	20 °C
<b>Zásobník</b>		
Tvar	koule	koule
Průměr	12,4 m	12,4 m
Kapacita	340 t	480 t
Skladovaná látka	PROPYLEN	PROPYLEN
Teplota uvnitř zásobníku	7° C	20° C
Tlak uvnitř zásobníku	0,7 MPa	0,7 MPa
Naplněnost zásobníku	56 %	85 % max.
Průměr otvoru úniku	10 cm	10 cm

Po zadání požadovaných, výše uvedených údajů do programu Aloha byl prvním výstupním údajem tzv. sumarizační tabulka. V této fázi bylo postupováno v souladu se stanovenými, programem požadovanými kroky a výstupem je tabulka, ve které jsou shrnuty veškeré zadané údaje.

## Modelace 1A

Výron propylenu ze zásobníku s tvorbou a šíření koncentrací hořlavých par a aerosolů ve vzduchu (bez vzniku iniciace v čase 60 min.)

Textový výstup zobrazený na obrázku 2 uvádí souhrnné údaje, které byly vloženy do programu Aloha.



```
Text Summary
SITE DATA:
Location: SOKOLOV, CZECH REPUBLIC, CZECH REPUBLIC
Building Air Exchanges Per Hour: 0.44 (sheltered single storied)
Time: March 13, 2023 1438 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: 1.7 meters/second from W at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 7° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 68%

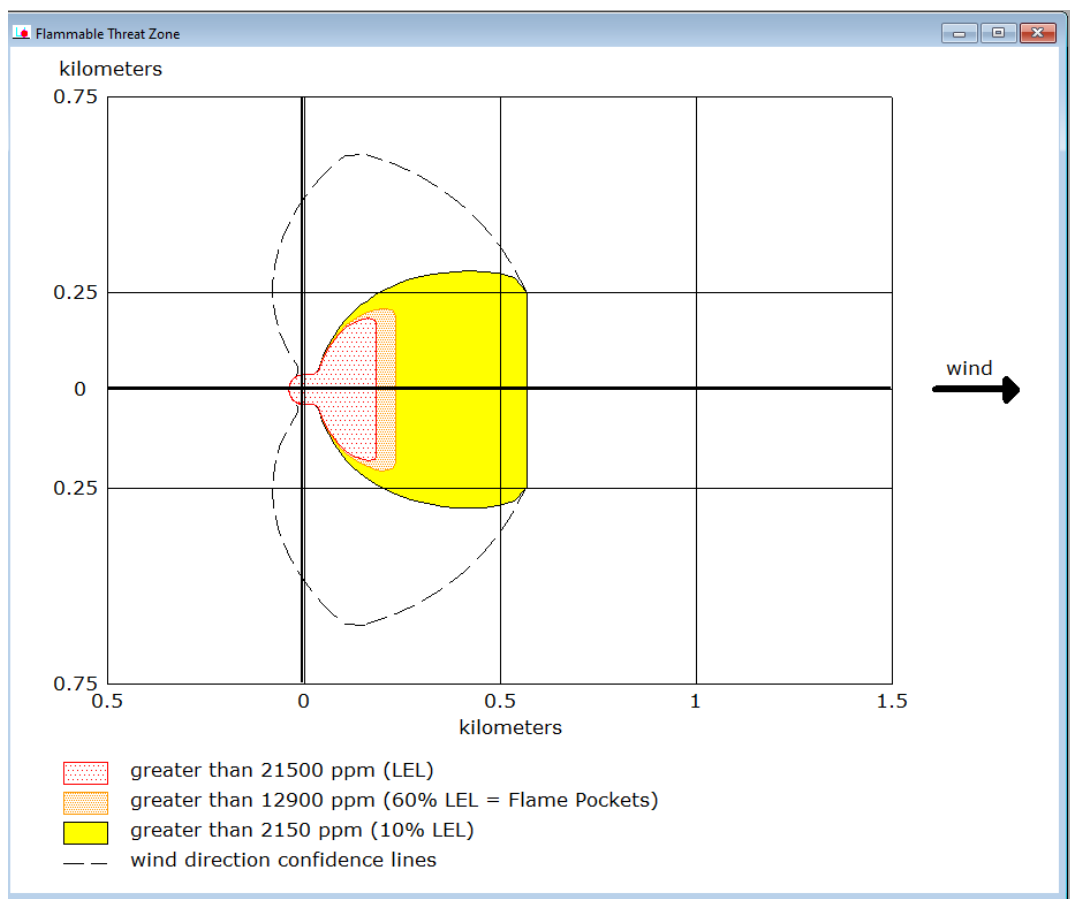
SOURCE STRENGTH:
Leak from short pipe or valve in spherical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 12.4 meters Tank Volume: 1000 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: 7° C
Chemical Mass in Tank: 340 tons Tank is 56% full
Circular Opening Diameter: 10 centimeters
Opening is 0 centimeters from tank bottom
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 2,970 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 173,868 kilograms
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Flammable Area of Vapor Cloud
Model Run: Heavy Gas
Red : 184 meters --- (21500 ppm = LEL)
Orange: 234 meters --- (12900 ppm = 60% LEL = Flame Pockets)
Yellow: 569 meters --- (2150 ppm = 10% LEL)
```

Obrázek 2 – Modelace 1 sumární data zadaná v programu

V následujícím kroku byly z programu získány výstupy Threat zone ve formě grafického znázornění. Na obrázku 3 lze pozorovat vypočítané velikosti jednotlivých zón ohrožení, a je možné konstatovat, že únik propylenu o množství cca 173 tun z poškozeného potrubí, vytvoří v průběhu **jedné hodiny** potenciální výbušné koncentrace ve směru západního větru do vzdálenosti až 600 m od zdroje úniku. Při výstupu „Threat zone“ byly vypočteny a zobrazeny tři zóny s výskytem nebezpečných koncentrací. Červená zóna tvoří

nejnebezpečnější část úseku, kde lze očekávat výskyt výbušných koncentrací nad dolní mezí výbušnosti (DMV). Je patrné, že tato půlkruhová výseč může dosáhnout až 184 m od místa úniku. Oranžová zóna dosahuje vzdálenosti 284 m a v této oblasti je třeba počítat s výskytem hořlavých par v koncentraci 60 % DMV. Žlutá zóna dosahuje vzdálenosti až 569 m, částečně si i rozšiřuje do stran cca 300 m a v tomto vymezeném prostoru se mohou vyskytovat hořlavé páry na hranici 10 % DMV.



Obrázek 3 – Znázornění jednotlivých zón ohrožení a jejich významu – Modelace 1A

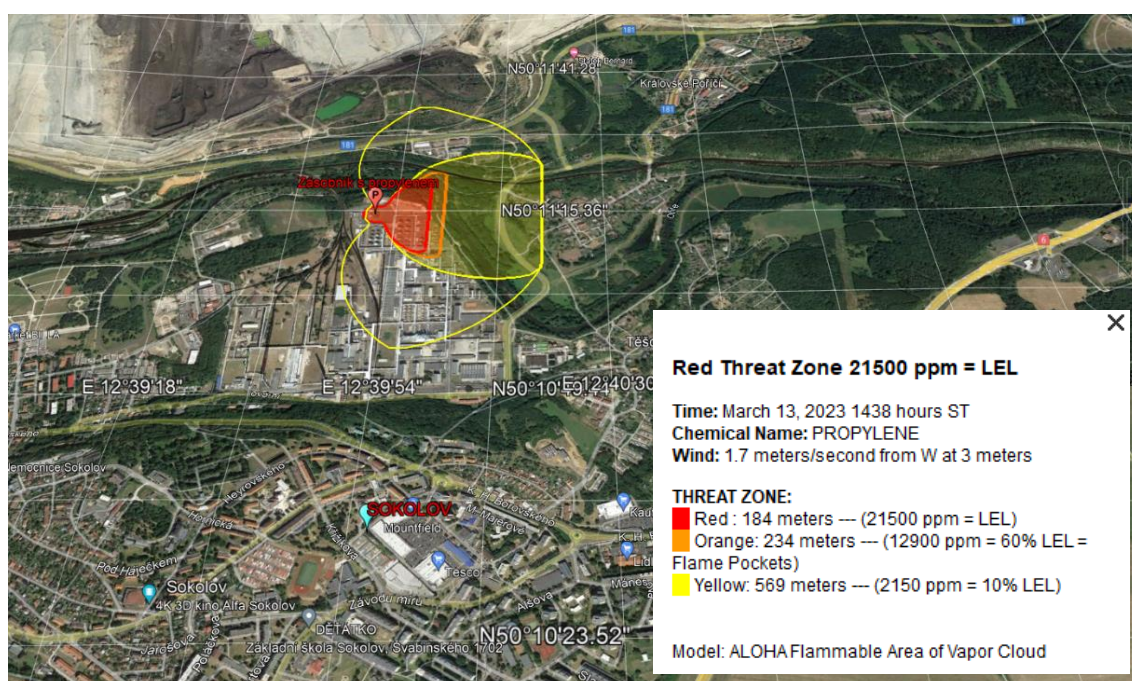
### Souhrn výsledků modelace 1A

- **Červená zóna:** (hodnota více než 21 500 ppm) – hořlavé koncentrace par se vzduchem, vyskytující se na hranici DMV. Oblast s nejvyšší mírou ohrožení v čase 60 minut od vzniku události, zasahující do vzdálenosti **184 m**.



- **Oranžová zóna:** (hodnota více než 12 900 ppm) – hořlavé koncentrace par se vzduchem na úrovni 60 % DMV. Zóna ohrožení v čase 60 minut od vzniku události, zasahující do vzdálenosti **234 m**.
- **Žlutá zóna:** (hodnota více než 2 150 ppm) – hořlavé koncentrace par se vzduchem na úrovni 10 % DMV. Zóna s nejmenší mírou ohrožení a pravděpodobností iniciace v čase 60 min, vzdálenost **569 m**.

Grafická část byla následně zanesena do mapového podkladu, viz obrázek 4. Je zde možné vyhodnotit situaci, která by mohla dle modelace nastat v průběhu první hodiny od vzniku úniku. Z obrázku lze jasně identifikovat rozsah ohrožení, zasahující část obce Královské Poříčí. V případě, že by vítr působil z jiných světových stran, je možné konstatovat, že jediné místo ohrožení z pohledu zdraví osob je „pouze“ v areálu firmy.



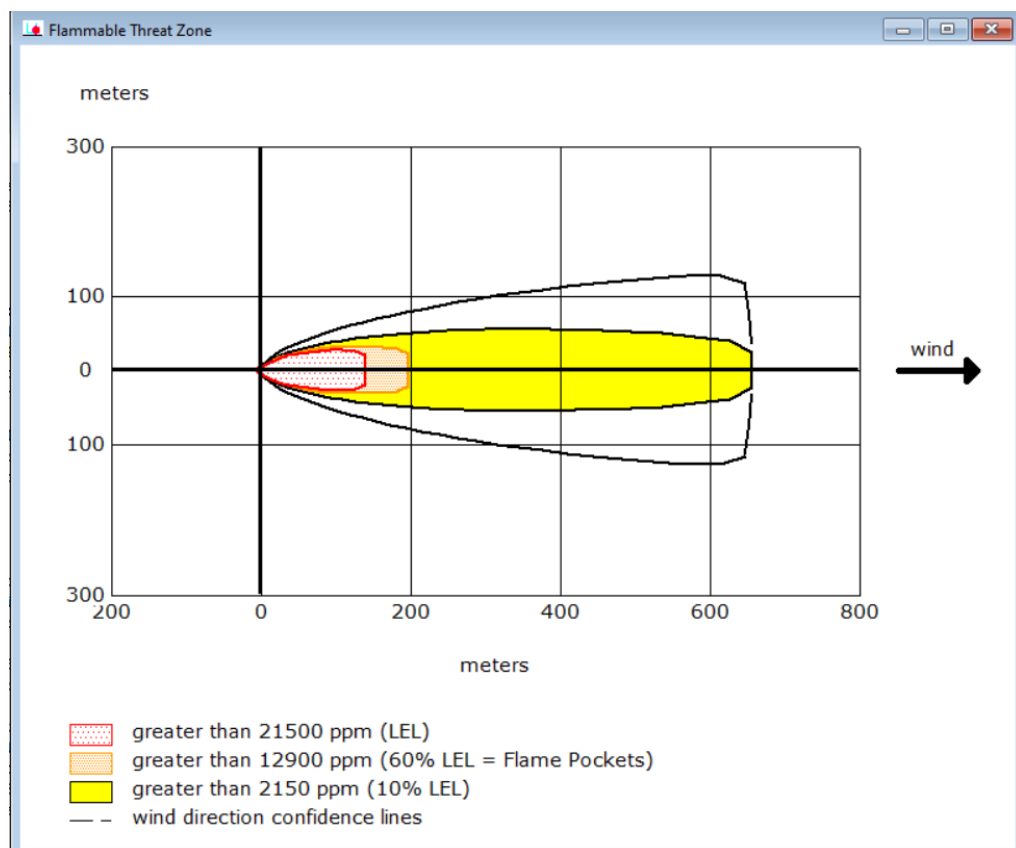
Obrázek 4 – Grafické znázornění modelace 1A zanesené do mapového podkladu

## Modelace 1B

V této variantě byly zadány odlišné atmosférické podmínky a jiné provozní údaje. To znamená, že byly změny v zadání parametrů především v oblasti rychlosti větru, venkovní a vnitřní teploty média v zásobníku. Cílem bylo zjistit,

jakým způsobem modelace vypočítá jednotlivé zóny s výskytem nebezpečných koncentrací při změněných, mírně zhoršených podmínkách.

Na obrázcích 5 a 6 jsou zobrazeny opět tři zóny s výskytem nebezpečných koncentrací. Červená zóna (DMV) dosahuje až 139 m od místa úniku. Oranžová zóna má hranici 196 m, v této oblasti je třeba počítat s výskytem hořlavých par v koncentraci 60 % dolní meze výbušnosti. Žlutá zóna dosahuje vzdálenosti až 660 m, s minimálním rozšířením do stran cca 100 m. V tomto vymezeném prostoru musíme předpokládat s výskytem hořlavých koncentrací na hranici 10 % dolní meze výbušnosti.

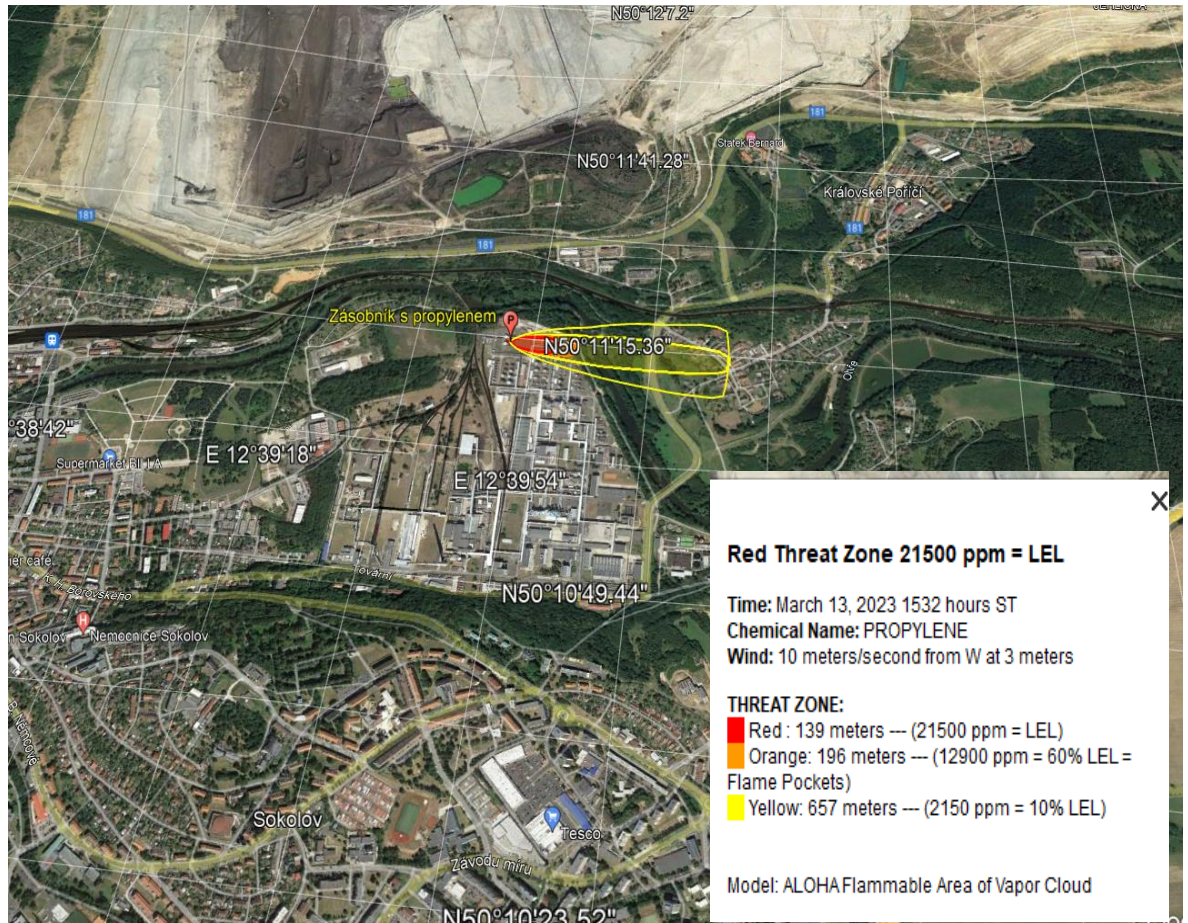


Obrázek 5 – Znáznornění jednotlivých zón ohrožení a jejich významu

### Souhrn výsledků modelace 1B

- **Červená zóna:** (hodnota více než 21 500 ppm) – hořlavé koncentrace par se vzduchem, vyskytující se na hranici DMV. Oblast s nejvyšší mírou ohrožení v čase 60 minut od vzniku události, zasahující do vzdálenosti **139 m**.

- **Oranžová zóna:** (hodnota více než 12 900 ppm) - hořlavé koncentrace par se vzduchem na úrovni 60 % DMV. Zóna ohrožení v čase 60 minut od vzniku události, zasahující do vzdálenosti **196 m**.
- **Žlutá zóna:** (hodnota více než 2 150 ppm) - hořlavé koncentrace par se vzduchem na úrovni 10 % DMV. Zóna s nejmenší mírou ohrožení a pravděpodobností iniciace v čase 60 min, vzdálenost **657 m**.



Obrázek 6 – Grafické znázornění modelace 1B zanesené do mapového podkladu

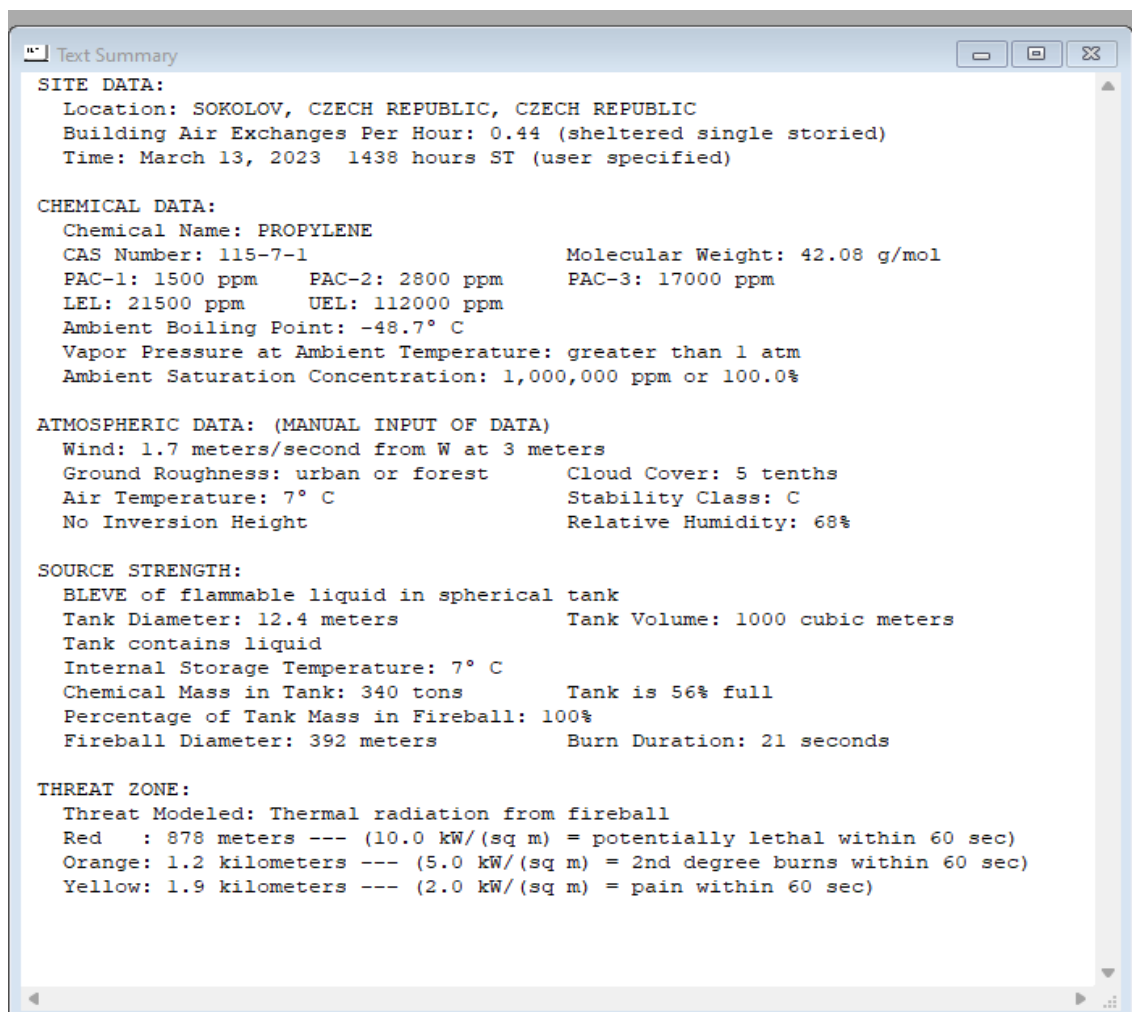
Při výstupu z modelace varianty B lze však konstatovat, že vypočtené hodnoty se i přes výše uvedené změněné parametry téměř nezměnily. To znamená, že výstupy „Threat zone“ v oblasti rozsahu zóny ohrožení si z pohledu maximálních vzdáleností dost podobné. Jedná se o rozdíl vzdáleností v desítkách metrů.

## Modelace 2A

### Požár unikajícího propylenu ze zásobníku s následným jevem BLEVE

Cílem modelace 2 bylo zjištění účinků havárie, při které vlivem požáru unikajícího propylenu nastane v určité fázi rozvoje mimořádné události domino efekt doprovázený jevem BLEVE. Jak již bylo výše popisováno, tento jev je doprovázen velmi vysokým tepelným zářením a vzniklá ohnivá koule může sálavým teplem ohrožovat obyvatelstvo ve vzdálenosti stovek metrů od centra výbuchu.

Textový výstup zobrazený na obrázku 7 uvádí souhrnné údaje, které byly vloženy do programu Aloha.



```
Text Summary
SITE DATA:
Location: SOKOLOV, CZECH REPUBLIC, CZECH REPUBLIC
Building Air Exchanges Per Hour: 0.44 (sheltered single storied)
Time: March 13, 2023 1438 hours ST (user specified)

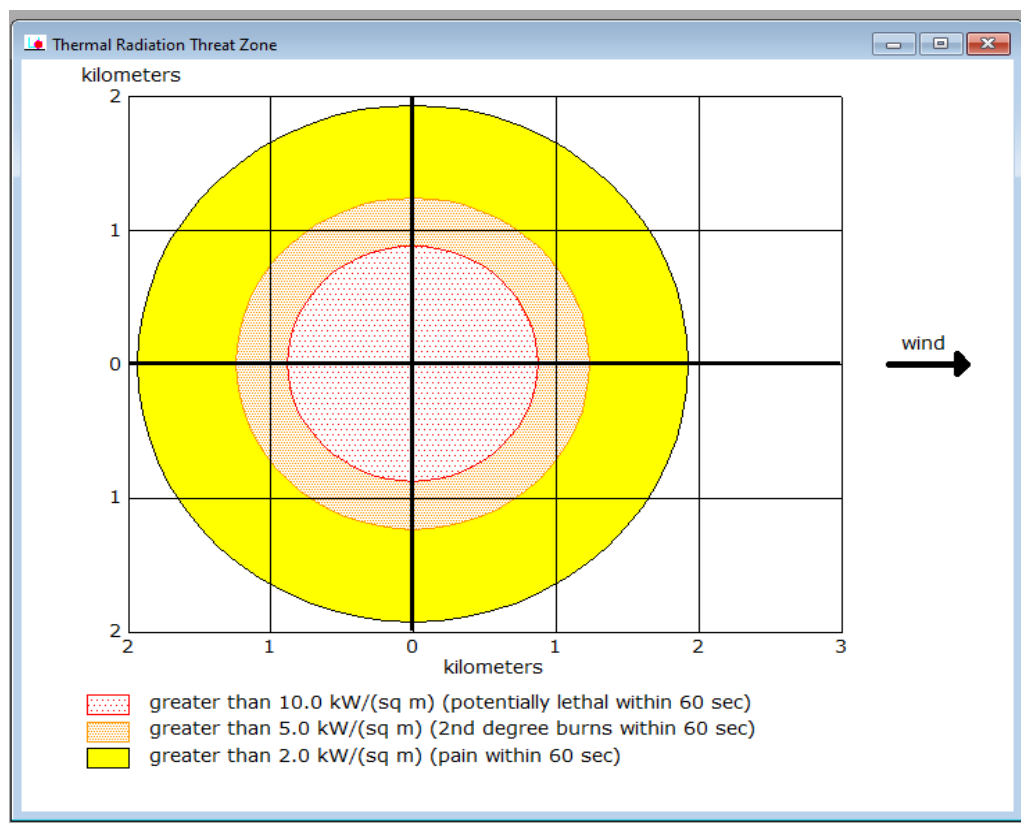
CHEMICAL DATA:
Chemical Name: PROPYLENE
CAS Number: 115-7-1 Molecular Weight: 42.08 g/mol
PAC-1: 1500 ppm PAC-2: 2800 ppm PAC-3: 17000 ppm
LEL: 21500 ppm UEL: 112000 ppm
Ambient Boiling Point: -48.7° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000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

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 1.7 meters/second from W at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 7° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 68%

SOURCE STRENGTH:
BLEVE of flammable liquid in spherical tank
Tank Diameter: 12.4 meters Tank Volume: 1000 cubic meters
Tank contains liquid
Internal Storage Temperature: 7° C
Chemical Mass in Tank: 340 tons Tank is 56% full
Percentage of Tank Mass in Fireball: 100%
Fireball Diameter: 392 meters Burn Duration: 21 seconds

THREAT ZONE:
Threat Modeled: Thermal radiation from fireball
Red : 878 meters --- (10.0 kW/(sq m) = potentially lethal within 60 sec)
Orange: 1.2 kilometers --- (5.0 kW/(sq m) = 2nd degree burns within 60 sec)
Yellow: 1.9 kilometers --- (2.0 kW/(sq m) = pain within 60 sec)
```

Obrázek 7 – Modelace 2 sumární data zadaná v programu



Obrázek 8 – Znárodnění jednotlivých zón ohrožení v modelaci 2A a jejich význam

### Souhrn výsledků z modelace 2A

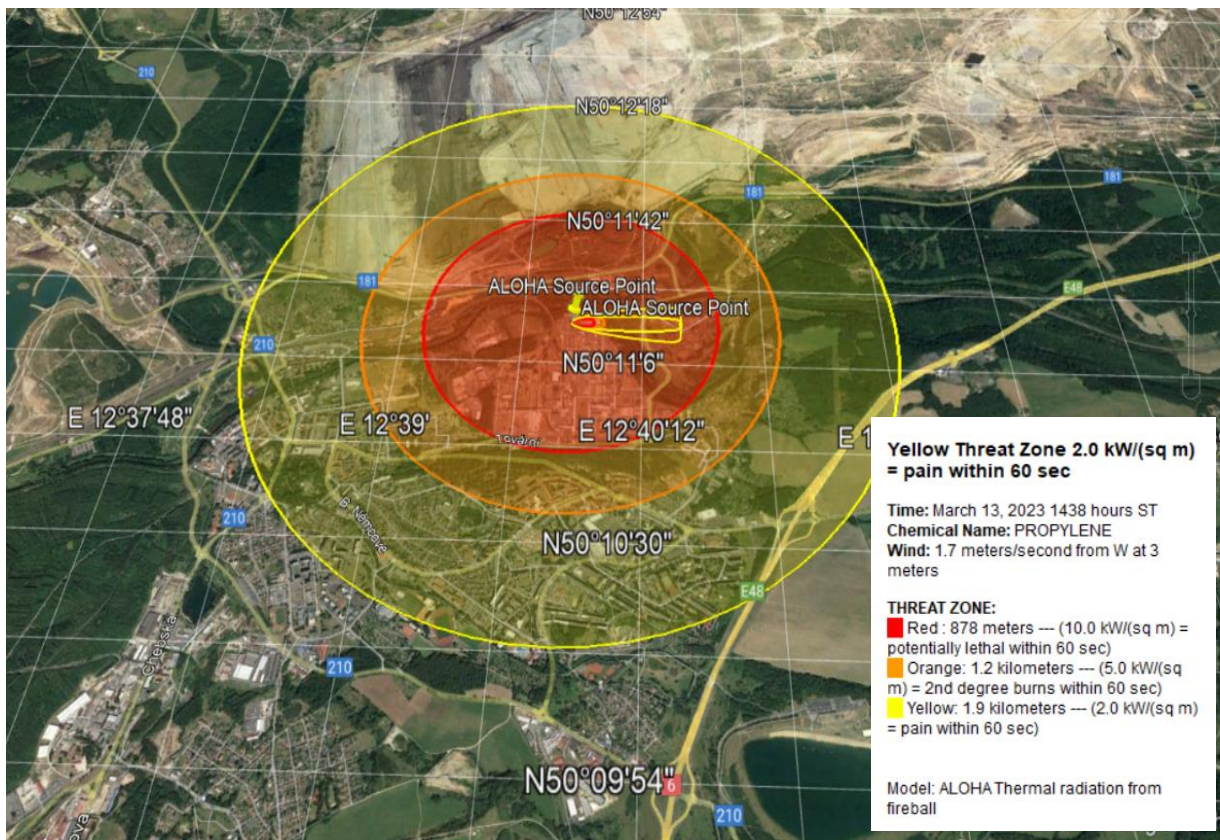
Z grafického znázornění na obrázku 8 lze konstatovat, že při modelaci varianty 2A v oblasti „Threat zone“ byly vypočteny a zobrazeny tři zóny nebezpečných účinků.

- **Červená zóna:** (hodnota 10 kW/m<sup>2</sup>) – potenciálně smrtelné následky při vystavení účinkům po dobu 60 s zasahující do vzdálenosti **878 m**.
- **Oranžová zóna:** (hodnota 5 kW/m<sup>2</sup>) - možné popáleniny druhého stupně při vystavení účinkům po dobu 60 s zasahující do vzdálenosti **1,2 km**.
- **Žlutá zóna:** (hodnota 2 kW/m<sup>2</sup>) – bolestivé působení tepelného záření při vystavení po dobu 60 s vypočtena vzdálenost **1,9 km**.

Modelací byl současně vypočten **průměr ohnivé koule až 392 m s dobou hoření 21 s**. Pro oblast zasaženou ohnivou koulí se předpokládá nulová šance na přežití a také to, že vše hořlavé, co bude touto koulí zasaženo, může být zapáleno.

Je nutné zdůraznit, že účinky efektu zasahují za hranice dosahu ohnivé koule, prostřednictvím sálavého tepla.

Výsledek promítnutý do mapového podkladu je na obrázku 9.



Obrázek 9 – Grafické znázornění modelace 2A zanesené do mapového podkladu

## Modelace 2B

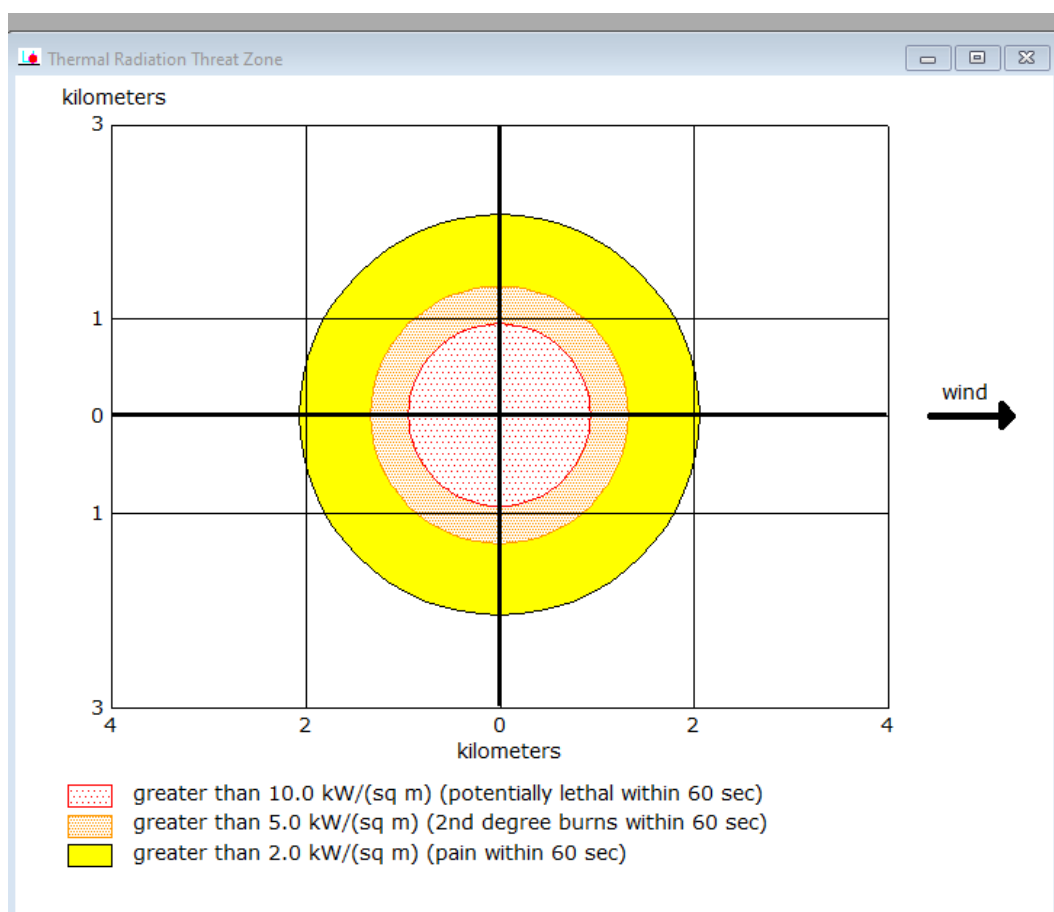
V tomto případě byl využit identický scénář s variantou 2A, pouze pro porovnání možných účinků byly pro výpočet rozsahu ohrožení zadány odlišné hodnoty množství a teploty propylenu v zásobníku a jiné atmosférické podmínky (teplota a rychlost větru). Základní vstupní údaje pro modelaci jsou opět shodné s údaji použitými v modelaci 1B, které jsou uvedeny v tabulce 9.

## Souhrn výsledků z modelace 2B

Z grafického znázornění na obrázku 10 lze konstatovat, že při modelaci varianty 2B v oblasti „Threat zone“ byly vypočteny a zobrazeny opět tři zóny nebezpečných účinků.

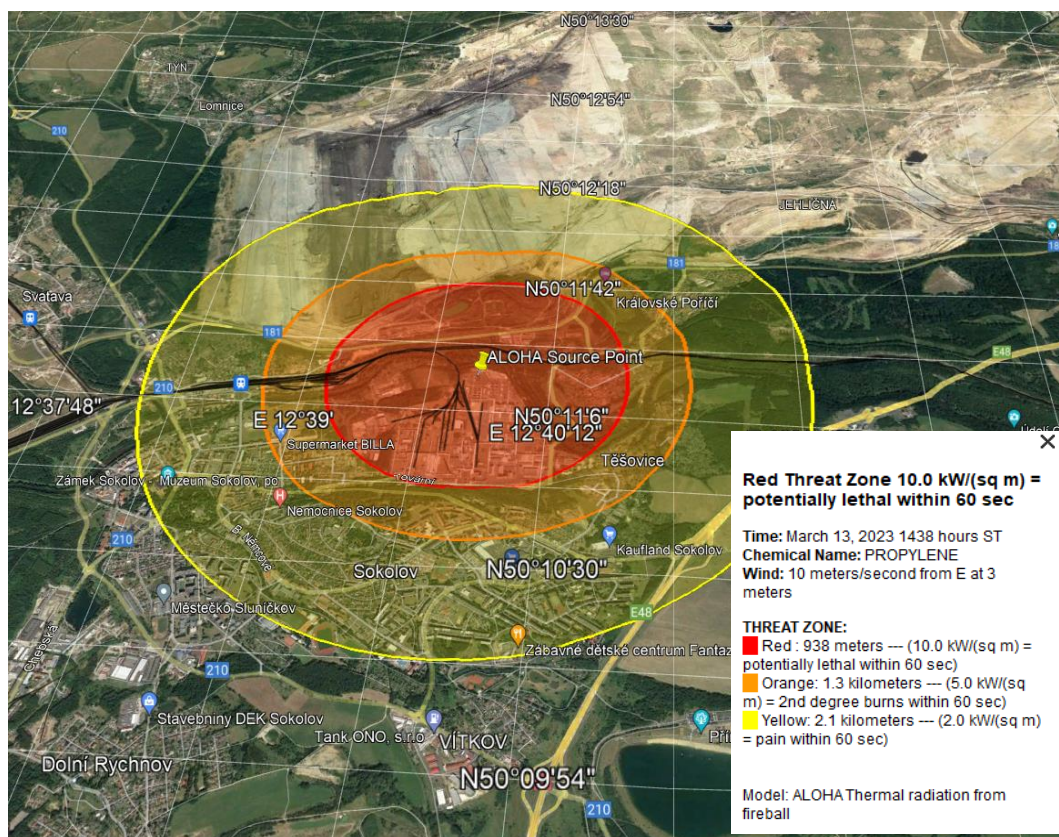
- **Červená zóna:** (hodnota 10 kW/m<sup>2</sup>) – potenciálně smrtelné následky při vystavení účinkům po dobu 60 s zasahující do vzdálenosti **938 m**.
- **Oranžová zóna:** (hodnota 5 kW/m<sup>2</sup>) – možné popáleniny druhého stupně při vystavení účinkům po dobu 60 s zasahující do vzdálenosti **1,3 km**.
- **Žlutá zóna:** (hodnota 2 kW/m<sup>2</sup>) – bolestivé působení tepelného záření při vystavení po dobu 60 s vypočtena vzdálenost **2,1 km**.

Modelací byl současně vypočten **průměr ohnivé koule až 440 m s dobou hoření 23 s**.



Obrázek 10 – Znárodnění jednotlivých zón ohrožení v modelaci 2B a jejich významu

Výsledek promítnutý do mapového podkladu je na obrázku 11.



Obrázek 11 – Grafické znázornění modelace 2B zanesené do mapového podkladu

### výsledků modelace

V kapitole 3.4 jsou uvedeny scénáře možných havárií, které byly vypracovány na základě studie, provedené metodou HAZOP. Jak již bylo uvedeno, touto metodou byly identifikovány iniciační události vybraných scénářů závažné havárie na základě výsledků selektivní metody pro analyzované zdroje rizik. Skupinou vybraných odborníků byl důsledně zkoumán daný systém několika metodami a na základě vypočtených dat byl vytvořen seznam všech identifikovaných rizik. Důsledným rozborem byly odhaleny potenciální nebezpečné situace, definovány scénáře možných havárií s následnou analýzou účinků havárie. Z vnějšího havarijního lze využít grafické znázornění vnější hranice zóny havarijního plánování. Takto stanovená hranice je závěrečným výstupem analýzy účinků nejhoršího scénáře.



Tabulka 10 – Porovnání jednotlivých zón ohrožení a ZHP

ZHP	Modelace 1B	Modelace 2B
Poloměr zóny: <b>1200 m</b>	červená zóna: <b>139 m</b>	červená zóna: <b>938 m</b>
	oranžová zóna: <b>196 m</b>	oranžová zóna: <b>1300 m</b>
	žlutá zóna: <b>657 m</b>	žlutá zóna: <b>2100 m</b>

V tabulce 10 jsou uvedeny vypočtené údaje z oblasti zón ohrožení. Hranice zóny havarijního plánování lze vnímat jako max. vzdálenost, kde můžou účinky havárie ohrožovat zdraví obyvatelstva. Zóna havarijního plánování, kde jsou stanovena opatření pro ochranu obyvatelstva, dosahuje perimetru 1200 m. Výstupní hodnoty z modelací pomocí programu Aloha jsou převážně vzdálenosti, které jsou menší než hranice ZHP. Pouze v modelaci 2B byla vypočtena vzdálenost pro ohrožení až 2100 m, která přesahuje ZHP o 900 metrů.

Jedná se o území, které je zčásti obydlené, tudíž je velké riziko ohrožení zdraví a majetku několika tisíc osob, trvale žijících v ohroženém prostoru.

Hodnocení výstupů z modelových situací bude provedeno v další kapitole, kde bude v rámci diskuse posouzení a porovnání výsledků s údaji, které jsou součástí bezpečnostní dokumentace.

## 5.2 SWOT analýza bezpečnostní politiky firmy Synthomer

Jak již bylo uvedeno, firma Synthomer Sokolov je součástí mezinárodní skupiny Synthomer, která vlastní téměř 40 podniků s takřka 4 500 zaměstnanci, působící na všech kontinentech. Všechny její podniky patří k výrobcům specializovaných chemikálií, které odebírají zákazníci takřka po celém světě. Jedná se o ekonomicky stabilní firmu s dlouholetou tradicí, působící v průmyslovém odvětví. V roce 2000 se stala přední světovou specializovanou chemickou společností [6].

Tabulka 11 - SWOT analýza bezpečnostní politiky firmy Synthomer

<b>VNITŘNÍ PROSTŘEDÍ</b>	<p><b>STRENGTHS</b> (silné stránky)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vysoký standard pro dodržování firemní bezpečnosti</li> <li>• Podpora zlepšování procesní bezpečnosti</li> <li>• Zkušený management</li> <li>• Podpora vzdělávání všech zaměstnanců</li> <li>• Maximalizace a rozvoj bezpečnostních prvků ochrany</li> </ul>	<p><b>WEAKNESSES</b> (slabé stránky)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Lokalita firmy v blízkosti města a obcí</li> <li>• Zastaralé zařízení/technologie</li> <li>• Možnost lidského selhání</li> <li>• Nedostatek kvalifikovaných osob na trhu</li> </ul>
<b>VNĚJŠÍ PROSTŘEDÍ</b>	<p><b>OPPORTUNITIES</b> (příležitosti)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Vývoj a modernizace stávajících technologií na trhu</li> <li>• Vývoj a modernizace bezpečnostních prvků</li> <li>• Spolupráce s jinými chemickými firmami a posílení vztahů s univerzitami</li> <li>• Vysoká konkurenceschopnost firmy, silná pozice na trhu</li> </ul>	<p><b>THREATS</b> (hrozby)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Terorismus</li> <li>• Povodeň</li> <li>• Stárnoucí pracovní síla</li> <li>• Změna klimatu</li> </ul>

### Silné stránky

Jednou z nejsilnějších stránek firmy je vysoký standard pro dodržování bezpečnosti. Centrální systém řízení bezpečnosti patří mezi klíčové ukazatele úspěchu. Všechny pobočky a podniky musí pracovat na tom, aby byly v souladu se Zásadami skupiny Synthomer SHE (Safety Healthy Enviroment) a také se „zlatými“ pravidly pro všechny zaměstnance. Vrcholové vedení má systémový nástroj napříč celou skupinou se specifickými požadavky a pracovními postupy pro efektivní řízení bezpečnosti, a ochrany zdraví při práci, bezpečnosti procesů a životního prostředí. Zapojuje zaměstnance do bezpečnostní politiky prostřednictvím hodnocení rizik, vyšetřování incidentů, inspekcí na pracovišti, specializovaných školení a havarijních cvičení.

Dále je nutné zmínit, že u sokolovské pobočky je důležité plnění podmínek bezpečnosti z pohledu české legislativy. Tím, že je zařazena do skupiny B z pohledu Zákona o prevenci závažných havárií, musí mít zpracovanou a schválenou bezpečnostní dokumentaci, která vyžaduje vysoké nároky v oblasti dodržování bezpečnostní politiky. Politika prevence závažné havárie a zásady a cíle prevence závažných havárií tvoří základní rámec pro prevenci závažných havárií ve společnosti.

Stanovené cíle a zásady prevence závažné havárie ve všech oblastech činnosti jsou zohledňovány ve všech řídicích a prováděcích dokumentech společnosti (technicko-organizační postupy, organizační řídicí normy, technologické reglementy, pracovní instrukce, předpisy pro ochranu zdraví bezpečnost a hygienu práce, požární předpisy, předpisy pro údržbu, havarijní plány, provozní a přepravní řády, standardy, standardní řídicí procedury, registry, bezpečnostní listy, plán přípravy zaměstnanců, osnovy školení, plány jakosti apod.), čímž plní svůj prvořadý úkol prevence závažné havárie a omezení jejích následků [24].

Pro evidenci mimořádných událostí je využíván elektronický systém AIMS (Accidents and Incidents Management System – Systém pro řízení nehod a mimořádných událostí), pomocí kterého se efektivně sdílejí záznamy o mimořádných událostech, napříč celou korporací. Jádrem funkce databáze je hlášení události, následně její řádné a pečlivé vyšetření, poučení se z chyb a stanovení účinných opatření k zabránění opakování události. U závažných událostí se vytváří do 24 hodin krátká zpráva tzv. systém bezpečnostního upozornění (Safety Alert) a ihned reportuje v rámci celé skupiny. Po vyšetření události se tvoří další sdělení tak zvané Poučení (Lessons Learnt), které se v případě potřeby překládá do příslušného jazyka, a všichni pracovníci společnosti jsou s poučením seznámeni. K tomu se v tištěné podobě vyvěšuje na velínech a dalších veřejných místech. Stejně se postupuje u skoronehod, které

jsou také vyšetřeny a na základě výsledků šetření se přijímají opatření, se kterými jsou zaměstnanci seznámeni. Zaměstnanci jsou rovněž pravidelně seznamováni s novinkami, programy, plány a výsledky plnění úkolů v oblasti PZH.

Další pozitivní stránkou firmy v rámci investičního plánování v oblasti modernizace, především technologických zařízení, je podpora zlepšování procesní bezpečnosti. Firma schválila několik důležitých projektů, které po dokončení jejich realizace přispěly velkou měrou k jejímu zlepšení. Jednalo se o výstavbu nové plynové kotelny, která nahradila zastaralou kotelnu na uhlí. Postupně bylo pořízeno mnoho dalších nových zařízení – skladovací zásobníky, stáčecí ramena s částečnou automatizací, proběhla obnova zastaralé výrobní linky v provozu disperzí, proběhla obnova několika stabilních detekčních zařízení, automatizovaných uzavíracích armatur atd. Tyto změny musely však projít systémovým opatřením tak zvaným posouzením změny. Všechny realizované změny, zejména pokud se týkají zařízení s potenciálem vzniku závažné havárie, mohou ovlivnit bezpečnost příslušného zařízení či okolních zařízení, mohou být i jednou z příčin vzniku závažné havárie, a tedy i možného ohrožení okolí objektu. Z těchto důvodů byl pro realizaci změn zaveden systém řízení změn MOC (Management of Change). Plánované změny se posuzují z hlediska jejich vlivu na bezpečnost provozu daného zařízení i celého objektu.

Dalším prvkem zlepšování procesní bezpečnosti jsou motivační mechanismy, sloužící k aktivnímu přístupu zaměstnanců v otázkách prevence závažné havárie. Zaměstnanci společnosti jsou motivováni k vytváření pracoviště bez nehod, nebezpečných vlivů, podmínek a chování pomocí motivačních prvků.

Jedním z nejdůležitějších kontrolních prvků plnění úkolů v oblasti preventivní bezpečnosti napříč skupinou je proces Management Review. Všechny podniky společnosti Synthomer musí být schopny prokázat, že jejich závody a procesy jsou řízeny podle stanovených pravidel, která minimalizují rizika pro lidi, životní prostředí a řídí procesy bezpečnosti provozu na

přijatelnou úroveň. Vrcholové vedení skupiny v rámci každého pololetí provádí přezkum, který umožňuje posoudit výkonnost bezpečnosti každého podniku. Posuzuje pravidelně na jak vysoké úrovni má výkonnost, přezkoumává a identifikuje případné nedostatky. Hlavními vstupními daty pro posouzení jsou fakta týkající se souladu, dosahování cílů, trendů výkonnosti, rizik a příležitostí, komunikace (interní a externí) a způsob stávajícího plánování.

Podstatnou silnou stránkou společnosti je pravidelné vzdělávání zaměstnanců, jehož cílem je předcházení vzniku havárií. Firma zajišťuje, aby zaměstnanci společnosti a externích subjektů pochopili svoji úlohu při řešení mimořádné situace. K tomu je využívají teoretických i praktických školení, porad na všech úrovních řízení, havarijních cvičení, námětových cvičení a různých akcí s vhodným zaměřením. Významnou činností firmy v oblasti vzdělávání je organizování výměnných stáží určených pracovníků mezi jednotlivými podniky v rámci celé společnosti.

Jako důležitou součást silných stránek lze považovat vybavení společnosti bezpečnostními prvky, které slouží především k včasnému odhalení nestandardního stavu výrobních, případně jiných procesů, ale také k minimalizaci účinků případných havárií. Jedná se o širokou škálu bezpečnostních prvků ochrany. Všechny uvedené prvky ochrany mohou sehrát významnou roli v rámci snížení rozvoje účinků události a přispět k minimalizaci dopadu účinků havárie na okolí, především však k minimálnímu ohrožení života a zdraví zaměstnanců a obyvatel v okolí firmy. Mezi bezpečnostní prvky ochrany patří: detekční zařízení a monitorovací systémy, varovný systém VOX, hlasová zpráva výstražníků, zásahové složky, síly a prostředky a požárně bezpečnostní zařízení společnosti, hydrantová síť, stabilní hasicí zařízení, hasicí přístroje a opatření proti neoprávněnému vniknutí a manipulacím.

Úspěšnost firmy podtrhuje zkušený management, který je významným faktorem silných stránek. Nejvyšší představitelé firmy mají jasně stanovenou

filosofii, aby splnili současné i budoucí požadavky a reagovali na požadavky koncového trhu a globální megatrendy. Inovace, udržitelnost a služby zákazníkům jsou jádrem jejich obchodního modelu. S využitím technických znalostí a odborných znalostí v oblasti výzkumu a vývoje jsou schopni předvídat potřeby zákazníků a pomáhat jim vytvářet úspěšné produkty prostřednictvím efektivnější výroby. Zaměřují se na inovace, jedná bezúhonně a projevuje respekt. Klade maximální důraz na bezpečnost, zdraví a životní prostředí.

### **Slabé stránky**

Níže uvedené slabé stránky je potřeba minimalizovat a průběžně se je snažit vylepšovat. Významným problémem firmy jsou zastaralá zařízení a technologie. Ve firmě Synthomer byly původní technologie respektive celé provozní celky realizovány v 80 letech. Firma v uplynulém období 40 let změnila několikrát majitele a je možné říci, že jen právě poslední vlastník vkládá nemalé investice do obnovy zastaralých technologií. Pravidelným jevem je, že prioritou pro mnoho majitelů podniků je snaha o snížení nákladů, často však neberou v úvahu dlouhodobé důsledky zastaralé technologie, jimiž je neefektivita a zranitelná místa, která mohou v průběhu času vést ke zvýšení nákladů. Zastaralé technologie a případně zastaralý software mohou učinit organizaci zranitelnější vůči zneužití, a to jak z interních, tak externích zdrojů. Pokud organizace neudrží své bezpečnostní operační systémy a software aktuální, riskuje, že při kybernetickém, případně jiném útoku přijde o data či cenné informace společnosti, nebo dojde k mimořádné události s katastrofálními důsledky, které mohou být i likvidačního charakteru.

Příčinou vzniku možných nehod či poškození zdraví může být selhání lidského faktoru. Lidské selhání na pracovišti je další negativní stránkou firmy, které bývá často zapříčiněno celou řadou okolností souvisejících s jednáním samotného pracovníka v provozu, ale i systémem vedení a řízení podniku. Jedním z častých důvodů je nedodržování bezpečnostních předpisů a pracovních

postupů ze strany zaměstnanců většinou z důvodu nepozornosti, omylu, zapomenutí nebo vědomého porušení. Toto nebezpečné chování se projevuje například nepoužíváním předepsaných ochranných prostředků, nesprávnou obsluhou zařízení, nebo nerespektováním stanovených pravidel. Mezi další vlivy, které negativně ovlivňují pracovníka a mohou způsobit vážné poškození zdraví nebo zařízení, patří i nezkušenost nově příchozích zaměstnanců a jejich vysoká fluktuace. Minimální doba na zaškolení nového pracovníka, aby mohl samostatně pracovat, je jeden rok, což vyžaduje vysoké nároky na jeho znalosti v chemickém oboru a na znalosti obsluhy složitých technologií. Dalším aspektem selhání lidského činitele jsou organizační změny v podniku, při kterých došlo ke snížení počtu pracovních míst a ke snížení provozních a mzdových nákladů v rámci úspor firmy. Tyto změny pak vedly ke ztrátě zkušených pracovníků se znalostí provozu a k přetížení zbývajících zaměstnanců, na které je kladena ještě větší zodpovědnost z pohledu bezpečnosti práce. Dochází tak k demotivaci pracovníků a k jejich frustraci. Také špatná komunikace zaměstnanců a nepřesné předávání informací mezi směnami mohou vést k nedorozumění a k nepochopení a rozvinout se v závažný problém.

Nedostatkem kvalifikovaný osob na trhu trpí v České republice spousta firem zabývajících se specializovanými činnostmi napříč obory. Na trhu práce chybí lidé s technickým vzděláním na všech úrovních. Také firma Synthomer se potýká s tímto problémem, jehož hlavním důvodem je náročnost kladená na chemické a technologické znalosti. Dalším důvodem je samotný region, který je charakterizován jako ekonomicky neperspektivní a s nepříznivými demografickými trendy. Mladí a vzdělaní lidé odcházejí za prací a lepší životní úrovní do jiných krajů. Tento faktor je podstatnou slabou stránkou firmy.

Za nevýhodu firmy, lze také označit umístění firmy v blízkosti města Sokolov a přilehlých obcí. Areál firmy se nachází v severovýchodní části města Sokolov, na pravém břehu řeky Ohře. Ve městě jsou zastoupeny všechny typy obytných

staveb, tj. velká panelová sídliště, starší bytové domy i rodinné domy. V jeho katastru se nacházejí obchodní domy a služby, supermarkety, školy, školky nemocnice, poliklinika a různá sportoviště. Severovýchodním směrem (cca 300 m) se nachází obytná část obce Královské Poříčí. Jihovýchodním směrem (navazuje na areál) se nachází městská čistička vod a za ní (cca 200 m) od areálu obec Těšovice. Jihozápadním směrem (cca 150 m) leží město Sokolov. V obcích Královské Poříčí a Těšovice je zástavba tvořena rodinnými domy [25]. Vzhledem k tomu, že se v areálu firmy vyrábějí, skladují, přepravují nebo jako surovinu pro další zpracování používají chemické látky, hrozí riziko jejich úniku s různými doprovodnými negativními jevy a možnými následky na okolí firmy a okolní obyvatelstvo. Tyto situace mohou nastat vinou technologických havárií, nehod v silniční a železniční dopravě nebo vinou lidí (například chybnou obsluhou), často pak souběhem subjektivních a objektivních chyb a selhání.

### **Příležitosti**

Přesto, že firma Synthomer udržuje plán obnovy zastaralých zařízení, je pro ni důležité sledovat vývoj v chemickém průmyslu. Existuje několik témat, které hýbou současným chemickým průmyslem a jsou významná pro budoucnost. Problematika úspor energií a vyšší energetické efektivity se řeší již dlouhodobě. V posledním roce se ceny energií staly pro průmysl limitujícím faktorem a pro řadu podniků hlavním problémem jejich existence. Příležitostí pro firmu je modernizace nových energetických technologií, která může dlouhodobě udržovat nebo zvyšovat výkon společnosti. Modernizace nových energetických technologií může být pro firmu příležitostí dlouhodobě udržovat nebo zvyšovat výkon společnosti. Dalším významným podnětem pro modernizaci technologií jsou neustále se zvyšující požadavky na bezpečnost, ochranu životního prostředí z pohledu legislativních požadavků. Výrobci chemických výrobků jsou nuceni reagovat na požadavky, obnovovat stárnoucí technologie a plnit cíle v oblasti ochrany zaměstnanců, životního prostředí, sociálního prostředí. Z pohledu



zastaralých technologií se mohou v určitém okamžiku ukázat některé řídicí jednotky, zařízení, stroje a zastaralé technologie jako neudržitelné. Proto je důležité v dostatečném předstihu reagovat na vývoj především v oblasti digitalizace systémů a automatizace bezpečnostních prvků.

Další příležitostí firmy je modernizace bezpečnostních prvků. Namáhaná chemická technologická zařízení se opotřebovávají a stárnou. Tento fakt může způsobit, že dojde při výrobě k problémům nebo havárii. Počáteční příznaky se jednoduše projevují ve formě prodloužených či častějších výpadků výroby, včetně nutné výměny poškozených dílů. Postupem času však technologická zastaralost může znamenat, že potřebné náhradní díly již nebudou k dispozici. Dnešní bezpečnostní technologie mají kromě moderních automatických systémů další komponenty z oblasti digitálních bezpečnostních prvků. Tyto bezpečnostní prvky jsou implementovány do řídicích prvků, kdy vznikají bezpečnostní programovatelné řídicí jednotky celých technologií, které znamenají významné posílení kvality výkonnosti výrobních zařízení a především jejich vysoké úrovni bezpečnostních prvků. Nové technologie mají obvykle nízkou energetickou náročnost, což může přinést rychlejší návrat investic do obnovy a požadované úspory. Z pohledu bezpečnosti jsou pozitivem pro obnovu nových technologií stále přísnější legislativní požadavky na vybavení bezpečnostními digitálními prvky. Také vzhledem k částečné, nebo plné automatizaci dochází k úspoře nákladů na pracovní sílu. Způsob, kterým může firma realizovat příležitost, spočívá především vložení nákladů do modernizace bezpečnostních prvků, kterým získá nespornou výhodu ve zvýšeném vnímání bezpečnosti od zaměstnanců, konkurence, správních úřadů a auditních činností. Díky modernizace prvků dle současných trendů může mít firma bezpečnostní politiku na vysoké úrovni.

Nespornou příležitostí firmy může být spolupráce s jinými firmami. Spolupracující firmy si při předávání informací v oblasti bezpečnosti mohou

vzájemně pomáhat z pohledu prevence rizik a havarijní situace. Efektivně tak mohou předcházet možným napadením, ztrátám a škodám v jakékoliv rovině. Pro růst bezpečnostní politiky je pro firmy velice podstatná spolupráce při vzájemném předávání zkušeností ze zjištěných poznatků z mimořádných událostí, které se jim staly nebo by se mohly stát. Na základě proběhlých havárií stanovit opatření, aby se situace neopakovala. Následně je nutné provést poučení z této události formou reportu, aby se mohly další skupiny nebo firmy náležitě poučit, případně na dané téma rizik patřičně reagovat. Stejným řešením takové spolupráce může být i předávání poznatků ze zkušeností z inovací nových bezpečnostních nástrojů a zařízení. Stejně významná může být i spolupráce se školami a univerzitami. Chemické firmy se dlouhodobě potýkají s radikálním nedostatkem zaměstnancům s odpovídajícím vzděláním. Firma Synthomer v Sokolově se významně podílí na zaměstnanosti a konkurenceschopnosti v Karlovarském kraji. Ve spolupráci s místní střední chemickou školou nebo českými univerzitami může získávat do budoucna nové pracovní síly, dále důležité informace a poznatky o moderních technologiích, trendech v oblasti vývoje nových výrobků, například EKO výrobků.

Velkou příležitostí firmy může být její konkurenceschopnost a silná pozice na trhu. Konkurence je v obecné rovině soutěž mezi firmami na trhu. Lze konstatovat, že se jedná o rivalitu v rámci, které se firmy snaží získat různé výhody před dalšími subjekty, tím posílit svoji pozici na trhu s cílem dosáhnout vyššího zisku. Firma Synthomer patří mezi přední světové chemické firmy, má nastavený program udržitelnosti napříč celou skupinou v celém světě. Pečlivě vnímá životní prostředí a změny, jako je například postupné ukončení využívání uhelné energie. Jejím stanoveným cílem je snížení emisí na minimální úroveň, a využívání 50 % elektřiny z obnovitelných zdrojů. Zlepšuje energetickou účinnost ve všech provozech po celém světě, aby nespotřebovala více energie, než je nutné. Provozuje několik dalších projektů, které pomáhají snížit spotřebu energie. Má stanovenou politiku pro řízení a minimalizaci spotřeby vody

a zavádí vodohospodářské plány v oblastech s nedostatkem vody a v místech, kde jí používá nejvíce. Její přístup v rámci odpovědnosti za bezpečnost, zdraví a životní prostředí a obdržená ocenění může být velmi pozitivně vnímáno a firma si tak může postupně zajistit silnou pozici na trhu.

### **Hrozby**

Nejvýznamnější hrozbou pro firmu jsou situace, které mohou být způsobeny vnějšími okolnostmi a nejsou ovlivnitelné provozovatelem (například přírodní katastrofy, teroristický čin apod.). Události tohoto typu mohou vést k závažnému poškození provozního zařízení a katastrofickému úniku nebezpečných látek.

V současnosti jsou všechna odvětví průmyslu, včetně chemického, vystavena zvýšenému nebezpečí vyhrožování a cílených teroristických útoků, které slouží k nevybíravému vydírání států, společností, institucí, firem, skupin zaměstnanců, obyvatel a jednotlivců za účelem finančního obohacení, získání informací, vymáhání společenských, náboženských nebo procesních výhod a ústupků, poškozování a také nemístného žertování. Proto je nutné neustále posilovat bezpečnostní opatření a důvěru ve vlastní síly. Všichni zaměstnanci by měli věnovat zvýšenou pozornost veškerým hrozbám a výhružkám, namířeným proti společnosti nebo jejím zaměstnancům. V případě, že bude výrobní jednotce, společnosti či jednotlivci vyhrožováno, je nutné zaznamenat podrobnosti vyhrožování a nahlásit je neprodleně nadřízenému pracovníkovi a dispečerské službě. Dispečer okamžitě informuje Krizový tým, který je povinen se co nejdříve sejit a na danou situaci reagovat. V bezpečnostní dokumentaci popsany postup postupu krizového týmu pro takovou situaci nebyl zjištěn [38].

Další obávanou hrozbou pro firmu je povodeň. Povodní se podle Zákona o vodách rozumí *„přechodné výrazné zvýšení hladiny vodních toků nebo jiných povrchových vod, při kterém voda již zaplavuje území mimo koryto vodního toku a může způsobit škody“* [39]. Výška terénu areálu společnosti je přibližně na stejné kótě s hladinou stoleté vody v řece Ohři. To odpovídá hladině vody v jímce na

vodárně (provoz Energetika) 471 cm, což odpovídá hladině vody v Ohři 399,02 m n. m. Při dosažení úrovně vody v jímce na vodárně 300 cm je vyhlášena povodňová aktivita v podniku.

Rizika zvýšené vodní hladiny jsou v zatopení celého areálu, především však výrobních prostor, kde hrozí odtržení ukotvených různých zařízení (zásobníky, výměníky), nebo zatopení všech prostor pod úrovní terénu (havarijní jímky, monžíky). Následně může dojít k úniku nebezpečných látek do vodního prostředí a tudíž k ohrožení vod. Tyto následky mohou způsobit firmě mimo jiné obrovské finanční ztráty.

Klimatické změny, jejichž příčinou jsou extrémní výkyvy počasí, jsou také jednou z možných hrozeb působících na firmu. Vlny veder a dlouhodobého sucha střídá vysoká četnost srážek a přívalových dešťů. V souvislosti se zvyšujícími se teplotami může docházet ke ztrátám povrchové vody v přílehlé řece Ohři, bez níž se firma neobejde. Tato voda se využívá především k odvádění přebytečného tepla v parních a chladicích systémech a k hašení požáru. V případě záplav nebo povodní hrozí, že v důsledku vylití řeky Ohře z koryta, dojde k možnému poškození zařízení a eventuálnímu úniku nebezpečných látek do vod a ovzduší. Stejně tak velký vítr, vichřice nebo hurikán mohou způsobit poškození nebo zřícení částí budov nebo technologií s únikem nebezpečných látek a možným požárem, či výbuchem.

V neposlední řadě pak hrozba představující stárnoucí pracovní sílu a její neadekvátní náhradu. Populace stárne a kvalifikovaných a zkušených pracovníků ubývá. Přirozený model nástupu nové generace, kdy starší pracovníci, předávají své zkušenosti, vědomosti a schopnosti těm mladším, přestává být funkčním. Mladí lidé poprvé vstupující na trh práce mají úplně odlišné představy o práci a odmítají dělat to, co jim někdo jiný naplánoval. Nereálné bývají také jejich představy o pracovní době, pracovním zařazení a výši platu. Firma se také potýká s vysokou fluktuací mladých lidí. Často dochází

k situacím, kdy pracovník po roce získané praxe odchází za výhodnější nabídkou. Firmě se nedaří pozitivně motivovat mladé lidi k práci.

Výše identifikované faktory analýzy SWOT jsou zpracovány v tabulce 12. Celkové vyhodnocení analýzy SWOT je uvedeno v tabulce 13.

Tabulka 12 - SWOT Analýza bezpečnostní politiky firmy Synthomer - výpočet

SILNÉ STRÁNKY	Váha	Hodnocení	Vážené skóre
Vysoký standard pro dodržování firemní bezpečnosti	0,3	5	1,5
Podpora zlepšování procesní bezpečnosti	0,25	5	1,25
Zkušený management	0,15	4	0,6
Podpora vzdělávání všech zaměstnanců	0,1	4	0,4
Maximalizace a rozvoj bezpečnostních prvků ochrany	0,2	5	1
<b>Celkem</b>			<b>4,75</b>
SLABÉ STRÁNKY			
Lokalita firmy v blízkosti města a obcí	0,1	-2	-0,2
Zastaralé zařízení/technologie	0,35	-3	-1,05
Možnost lidského selhání	0,3	-3	-0,9
Nedostatek kvalifikovaných osob na trhu	0,25	-2	-0,5
<b>Celkem</b>			<b>-2,65</b>
<b>CELKEM VNITŘNÍ</b>			<b>2,1</b>
PŘÍLEŽITOSTI			
Vývoj a modernizace stávajících technologií na trhu	0,35	5	1,75
Vývoj a modernizace bezpečnostních prvků	0,25	4	1
Spolupráce s jinými chemickými firmami a posílení vztahů s univerzitami	0,1	4	0,4
Vysoká konkurenceschopnost firmy, silná pozice na trhu	0,3	5	1,5
<b>Celkem</b>			<b>4,65</b>
HROZBY			
Terorismus	0,1	-4	-0,4
Povodeň	0,35	-4	-1,4
Stárnoucí pracovní síla	0,25	-1	-0,25
Změna klimatu	0,3	-3	-0,9
<b>Celkem</b>			<b>-2,95</b>
<b>CELKEM VNĚJŠÍ</b>			<b>1,7</b>
<b>VÝSLEDNÁ BILANCE</b>			<b>3,8</b>

Tabulka 13 – Výsledky SWOT Analýza bezpečnostní politiky firmy Synthomer

Vyhodnocení SWOT analýzy			
Silné stránky	4,75	Příležitosti	4,65
Slabé stránky	-2,65	Hrozby	-2,95
<b>Celkem vnitřní</b>	<b>2,1</b>	<b>Celkem vnější</b>	<b>1,7</b>
<b>Výsledná bilance</b>			<b>3,8</b>

### Zhodnocení výsledků

Výsledek analýzy udává hodnotu vnitřních stránek 2,1 a hodnotu externích stránek 1,7. Po sečtení těchto hodnot je výsledná bilance 3,8. Kladná hodnota znamená pozitivní výsledek, který ukazuje, že bezpečnostní politika firmy je na vysoké úrovni. Firma zastoupená zkušeným managementem klade maximální důraz na bezpečnost, dodržování firemní bezpečnosti, podporuje zlepšování procesní bezpečnosti, včetně vzdělávání svých zaměstnanců a rozvíjí bezpečnostní prvky ochrany. Současně však analýza poukazuje na slabé stránky, které dávají prostor ke zlepšení a hrozby, které je potřeba sledovat a případně eliminovat. Nejzásadnější slabou stránkou firmy jsou zastaralá zařízení a technologie. Je zřejmé, že nové technologie jsou zpravidla dražší, bude-li však firma odkládat upgrade zastaralé technologie, náklady na její obnovu porostou. Důkladně analyzované investice do obnovy mohou v konečném důsledku vést k dlouhodobým úsporám a především k zvýšení efektivity a bezpečnosti firmy. Firma tak využije svoji příležitost k odstranění slabé stránky. Podle výsledků analýzy má firma mnoho příležitostí a jejich správným využitím si může zajistit úspěch a dosáhnout tak svých stanovených cílů.

### 5.3 Vyhodnocení hypotéz

Součástí kapitoly 2 bylo stanovení tří hypotéz, které budou v této kapitole vyhodnoceny.

Hypotéza 1: únik propylenu představuje zásadní ohrožení obyvatelstva v okolí společnosti.

NE – bezpečnostní a havarijní systém společnosti jsou dostatečně účinné a minimalizují ohrožení obyvatelstva v okolí.

Hypotéza 2: vypočtené vzdálenosti jednotlivých zón ohrožení z modelových scénářů havárií přesáhnou hranici zóny havarijního plánování.

ANO – vypočtené vzdálenosti sice překročily hranici ZHP, ale vzhledem k extrémním, málo pravděpodobným, scénářům, to autorka očekávala.

Hypotéza 3: bezpečnostní prvky a režimová opatření mají významnou roli v rámci snížení rozvoje mimořádné události a minimalizaci dopadu havárie na okolí.

ANO – společnost se chová zodpovědně a klade maximální důraz na bezpečnost. Hypotéza je plně potvrzena.

## **5.4 Navrhovaná opatření**

### **Navrhovaná opatření z výsledků analýzy SWOT**

Na základě provedené SWOT analýzy bezpečnostní politiky firmy Synthomer bylo zjištěno, že firma má bezpečnostní politiku na vysoké úrovni, silné stránky převažovaly nad slabými a příležitosti nad hrozbami. Zároveň byly zaznamenány záporné hodnoty na straně slabých stránek a hrozeb, u kterých je potřeba využít příležitostí a navrhnout opatření, která by vedla k jejich zlepšení.

Jak již bylo zmíněno největším problémem, se kterým se firma potýká, jsou zastaralá zařízení a technologie, která jsou neefektivní a mohou se v určitém okamžiku ukázat jako neudržitelná. Zde je možné využít příležitosti ze SWOT analýzy a navrhnout opatření, které by vylepšilo tuto slabou stránku. Obecně lze konstatovat, že čím později se firma rozhodne reagovat na vývoj a modernizaci především v oblasti digitalizace systémů a automatizace bezpečnostních prvků, tím více se budou problémy zhoršovat a implementace modernizačních prvků do postupně stárnoucích systému může být podstatně náročnější, složitější

a dražší. Nesmí se zapomenout i na fakt, že stárnoucí technologie, zařízení nebo bezpečnostní prvky mohou být hlavní příčinou vzniku havárie, respektive nemusí plnohodnotně plnit svoji funkci v případě potřeby omezení účinků havárie. Investice vložené do modernizace zastaralých zařízení a technologií mohou firmě zajistit dlouhodobé úspory, efektivitu a bezpečnost firmy.

V případě lidského selhání, kdy může dojít ke vzniku havárie nebo poškození zdraví z důvodu nedodržování bezpečnostních předpisů a pracovních postupů zaměstnanců je nutná a velmi účinná pozitivní motivace. K odstranění této slabé stránky by mohla firma motivovat pracovníky formou odměny, kde je pracovník za správné dodržování bezpečnostních předpisů za určité období finančně ohodnocen. Toto ohodnocení může mít podobu finančního osobního ohodnocení, firemních benefitů či náhradního placeného volna. Peníze jsou významným motivačním prvkem, a pokud je má daný podnik k dispozici, jsou hnacím motorem pro většinu lidí.

Nedostatek kvalifikovaných osob na trhu práce je problém, se kterým se firma také potýká. Na odstranění tohoto nedostatku může firma využít své příležitosti zapojením se do spolupráce s místní střední chemickou školou a českými univerzitami a vychovávat si tak budoucí specializované pracovníky s chemickými a technologickými znalostmi. Případné uchazeče je třeba také nalákat na vysoké mzdy, náborové příspěvky a různé zaměstnanecké výhody a benefity ve formě poukázek na stravné, nebo na podporu zdraví a zdravého životního stylu. Firma může také nabízet příspěvek na penzijní připojištění nebo na vzdělávání a rekvalifikaci.

Hrozbu, která byla v analýze SWOT identifikována jako terorismus, představující pro firmu značné riziko, je nutné sledovat a případně eliminovat. Firma má ve smluvním vztahu s bezpečnostní agenturou G4S dohodnutou spolupráci v oblasti zajištění bezpečnosti areálu proti nedovolenému vniknutí. V současné době probíhá investiční akce s obnovou poškozené, zastaralé



obvodové bariéry – plotu, dále obnova celého kamerového systému, kde bude v konečné fázi instalováno přes 100 kamer s možností pořízení záznamu a pohybovými čidly po celém perimetru firmy. V rámci zajištění bezpečnosti areálu proti takovým rizikům se nabízí důležitý faktor zvýšení bezpečnosti areálu a to je pravidelné školení pracovníků bezpečnostní agentury za účelem zvyšování povědomí o rizicích terorismu a také o systémových opatřeních v případě podezřelých situací, které se mohou vyskytnout [38].

V případě povodní náleží organizace povodňové ochrany v zájmovém území firmy Povodňové komisi kraje a města. Platí však, že pokud nebude vyhlášena povodňová aktivita povodňovou komisí, svolá povodňovou komisi společnosti výkonný ředitel při zvýšení hladiny vody v jímce na vodárně provozu energetika na 300 cm, což odpovídá hladině vody 396,1 m n. m. v řece Ohři. Dispečer po přijetí této informace okamžitě informuje Krizový tým stanoveným postupem a neprodleně rozešle informační SMS. Dále informuje o vzniklé situaci Krizový tým. Krizový tým svolá podnikovou povodňovou komisi. Na základě zjištěných skutečností klasifikuje Krizový tým událost a rozhodne se o dalším postupu informací v rámci organizační struktury podniku a následujícímu řídicímu stupni Synthomer Krizový tým spolupracuje s podnikovou povodňovou komisí při řešení situace. Po ukončení činnosti podnikové povodňové komise organizuje Krizový tým další činnost. Ve firmě jsou připraveny ve skladu zátarasy (pytle s pískem) na paletách, které v případě povodňové aktivity budou instalovány na určených místech proti zatopení ohrožených technologií. Je diskutabilní, zda je disponibilní množství protipovodňových opatření dostačující [40].

## 6 DISKUSE

Výše uvedené scénáře byly zvoleny na základě nastudovaných informací z bezpečnostní dokumentace firmy. Největší rizika z pohledu dopadů účinků mimořádné události na okolí může způsobit především nekontrolovaný únik velkého množství zkapalněného plynu z kulového zásobníku (případně z cisterny). Přestože se jedná o velmi malou pravděpodobnost se značně nízkou frekvencí vzniku takové situace, je dle názoru autorky práce důležité analyzovat zvolený typ scénáře a porovnat vypočtená data s údaji ze scénářů, které obsahuje bezpečnostní dokumentace. Nekontrolovaný únik může způsobit ohrožení lidských životů a velkou ztrátu na majetku ve velkém rozsáhlém perimetru v okolí firmy. Významným faktem pro tento názor je, že propylen má vlastnosti, které jsou v případě jeho nekontrolovaného úniku velmi nepředvídatelné a je náročné jakkoliv nebezpečné účinky propylenu eliminovat. Nejen, že při jeho úniku se v běžných atmosférických podmínkách okamžitě začne odpařovat, tudíž přeměňovat na hořlavý plyn, ale jeho plyny jsou těžší než vzduch. To znamená, že při úniku se hořlavé koncentrace propylenu drží nad zemí, respektive mají tendenci se šířit všemi prostory pod úrovní běžného terénu, jako jsou různé kanály, prohlubně, sklepní prostory, vodní toky a podobně. Zároveň se plynné částice propylenu velmi pomalu odpařují, neboli ředí ve vzduchu, tudíž se při úniku páry propylenu stávají nepřítelem i z pohledu likvidace mimořádné události. Nelze přesně stanovit časový úsek pro řešení minimalizace rizik pro případ iniciace hořlavých koncentrací, to znamená, jak dlouho se hořlavé koncentrace mohou v terénu vyskytovat. Další negativní vlastností propylenu je, že je bez zápachu a bezbarvý, tudíž jeho páry nelze cítit ani prakticky vidět. Z výše uvedených faktů lze s určitostí konstatovat, že scénář s únikem propylenu se jeví z pohledu hodnocení rizik jako událost s potencionálně s nejhoršími dopady na okolí firmy. Proto je důležité mít přehled o dopadech takového typu události na okolí, přestože dle informací

v bezpečnostní dokumentaci se jedná o událost s nejnižší mírou pravděpodobností jejího vzniku. Je nutné zde konstatovat, že název scénáře mimořádné události – **únik propylenu ze zásobníku** je velice široký pojem, který nezahrnuje celou řadu potřebných faktorů, jak z pohledu příčiny vzniku, tak z pohledu následných jevů rozvoje takové události. Výše uvedené informace vedly autorku k rozhodnutí provést modelaci úniku propylenu v areálu firmy. Takto získané informace by mohly být přínosné i pro firmu Synthomer a.s.

Příčiny vzniku potencionálních událostí je možné rozdělit do několika skupin. Příčina může být mechanického charakteru, selháním procesního a technického charakteru, případně selháním lidského faktoru. Dle názoru autorky této práce jsou mimořádné události většinou způsobeny selháním několika bezpečnostních vrstev najednou. Tím je myšleno, že mimořádná situace začíná v bodě její iniciace, například selháním zařízení a zpravidla pokračuje v důsledku nerovnováhy bezpečnostního systému, jež mohou potenciálně zapříčinit v konečném důsledku závažnou havárii.

Není možné však opomenout situace, které mohou být způsobeny vnějšími okolnostmi a nejsou prakticky ovlivnitelné provozovatelem. Tím je myšlena mimořádná událost typu přírodní katastrofa, teroristický čin, letecká nehoda a podobně. Události tohoto typu, které mohou vést k závažnému poškození provozního zařízení s nekontrolovaným únikem propylenu ze zařízení a bezpečnostní prvky nemusí v takovém případě mít zásadní význam anebo mohou být poškozeny a neplnit požadovanou funkci jsou hodnoceny v analýze SWOT.

Je důležité zde konstatovat, že ve scénářích není detailně řešena problematika bezpečnostních prvků, které by velkou měrou měly zajistit omezení nebo přímo zastavení rozvoje účinku události do takového rozsahu, jaký uvažují scénáře v modelovaných situacích. Jedná se především o opatření ve smyslu procesních nebo instalovaných bezpečnostních protipožárních zařízení, jako jsou řídicí

system DCS pro sledování a monitorování technologického procesu za normálních i mimořádných podmínek, stabilní analyzátory plynu pro sledování koncentrace propylenu v ovzduší se světelnou i zvukovou signalizací vyvedenou na centrální velín a dále na ohlašovnu požáru místního hasičského sboru. Dalšími důležitými prvky ochrany jsou instalovaná stabilní hasicí zařízení, požární lafety, hydrantová požární síť, havarijní jímka, parní clony, alarmový systém VOX, silniční výstražníky, místní profesionální jednotka HZS a samozřejmě také různé technologické nouzové prvky, které mohou prostřednictvím dálkového ovládání zamezit nekontrolovanému úniku propylenu mimo zařízení. Nedílnou součástí ochrany je zpracovaná a pravidelně aktualizovaná dokumentace s detailně popsány havarijními postupy. Všechny uvedené prvky ochrany mají svůj význam pro eliminaci rozvoje mimořádné události do takového rozsahu, který je modelován v předchozí kapitole.

V případě první modelace - výron propylenu ze zásobníku se vznikem oblastí hořlavých koncentrací, kdy dojde k rychlému výronu kapalné fáze propylenu, který se při běžném atmosférickém tlaku začne okamžitě vypařovat. Zde je nutné opakovaně zdůraznit důležitý fakt, že v rámci tohoto scénáře se nepředpokládá, že dojde k vzniku iniciace šířících se hořlavých koncentrací ve vzduchu. Cílem této modelace je zjištění, do jaké maximální vzdálenosti od areálu podniku se můžou hořlavé páry rozšířit v čase jedné hodiny od doby vzniku úniku. Scénář tudíž nepočítá s iniciací vzniklých hořlavých par, pouze s jejich šířením.

K úniku nebezpečné látky dojde z poškozeného potrubí těsně pod zásobníkem se zkapalněným plynem, který se nachází ve výšce zhruba 1 metr nad terénem. Předpoklad scénáře je, že působením vnějších vlivů dojde k náhlému poškození spodní části výstupného potrubí pod zásobníkem (otvor  $\varnothing$  10 cm), z kterého se propylen odčerpává do výroby. Na obrázku 12 je označeno místo, kde dojde k poškození. Silný výron zkapalněného plynu nelze zastavit, protože se jedná

o část potrubí, kde není instalovaný žádný uzavírací prvek, tudíž případný únik ze zásobníku může být kontinuální až do jeho vyprázdnění.

V této části technologie (přímo pod zásobníkem) není instalován ovládací prvek, který by mohl automaticky, případně mechanicky uzavřít část potrubí a zamezit dalšímu nekontrolovanému úniku ze zásobníku. Tudíž je možné předpokládat dle rozsahu poškození rychlý únik celého obsahu zásobníku na volné prostranství. Žádný bezpečnostní prvek pro zamezení úniku z pohledu instalované technologie nelze použít. Místně instalované detektory sice ihned spustí alarmové hlášení, ale obsluha v takové situaci nemá prakticky žádné možnosti k zamezení úniku. Pod zásobníkem s propylenem je instalována záchytná jímka, která je vyspádována do havarijní jímky. V okolí zásobníků jsou postaveny zídky (výška cca 1m) s parními clonami. Toto opatření jistě může přispět k eliminaci šíření par propylenu mimo areál skladu, nicméně lze s určitostí konstatovat, že se tyto páry například vlivem povětrnostních podmínek budou velice rychle šířit za hranice areálu. Vzhledem k rychlosti celého děje, nejsou uvažována zmírňující represivní opatření (parní clony). Problematika použití parních clon je dle konzultace s procesním technologem velice diskutabilní. Pokud se nestihnou spustit parní clony ve velice rychlé době po úniku, je možné připustit, že právě parní clony můžou způsobit iniciaci unikajících hořlavých par. Pro spuštění parních clon na koncových tryskách je nutné čas cca 10 minut a vzhledem k rychlosti kontinuálního úniku již takové riziko iniciace nastává. Alarmový systém slouží k vyhlášení propylenového poplachu z důvodu varování všech zaměstnanců a jeho evakuace mimo areál podniku. Přestože jsou stanovena technická represivní opatření a využity bezpečnostní prvky, není možné dosáhnout úplnému zamezení šíření rychle se odpařujícího zkapalněného plynu mimo areál firmy.

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 se z okolí nestačí přivést dost tepla k odpaření, odtéká propylen z místa výronu též jako kapalina.



Obrázek 12 – místo poškozeného potrubí pod zásobníkem s propylenem

Spotřebou tepla se okolí výronu prudce ochlazuje, což vede ke kondenzaci vzdušné vlhkosti vzduchu na mlhu, dochází k omrzání místa úniku, větší výron může být dobře viditelný jako oblak bílé mlhy při zemi. Pokud nedojde k okamžité (přímé) iniciaci, potom se unikající propylen bude okamžitě odpařovat a vytvářet mrak, těžší než vzduch. Ten se bude v závislosti na atmosférických podmínkách šířit okolím. Za předpokladu jeho iniciace (opožděná iniciace) může dojít buď k explozi s působením vzniklé tlakové vlny na okolí nebo, což je pravděpodobnější, k rychlému vyhoření (Flash Fire), avšak s tímto rozvojem mimořádné události se ve scénáři neuvažuje. Pokud nedojde k iniciaci, potom se mrak po určité době zředí a rozplyne bez ohrožení okolí.

Na druhou stranu v příloze Bezpečnostní zprávy č. 5 Posouzení rizik je popisován stejný scénář s únikem propylenu se zásobníku z pohledu příčiny, ale z pohledu jeho rozvoje je již posuzovaný s odlišnými faktory.

V dokumentaci je uvedeno, že nejhorší scénář by nastal v případě porušení potrubí těsně po výstupu ze zásobníku, kdy únik propylenu (dvoufázová směs kapalina a plynu) by nebylo možné zastavit. Takový scénář je sice daleko méně pravděpodobný než únik z potrubní větve, ale s možnými horšími následky, a proto byla tato varianta iniciační události vybrána. Scénář rozvoje této iniciační události by opět závisel na okamžité a opožděné iniciaci a dalších okolnostech. Iniciační událost předpokládá roztržení potrubí před první dálkovou armaturou, to znamená na vertikální části potrubí, kdy únik je směřován pod zásobník. Proto nelze zcela vyloučit, v případě iniciace unikajícího propylenu, sekundární havárii BLEVE na vlastním poškozeném zásobníku, protože doba požáru i úniku je dostatečně dlouhá [24].

Cílem první modelace byl výpočet údajů o rozsahu účinků vzniklých nebezpečných koncentrací hořlavých par ve vzduchu, které by se šířily v závislosti na atmosférických podmínkách. Dalším důvodem pro volbu této modelace byl fakt, že scénář s výstupním parametrem – **bez vzniku iniciace hořlavých par** není vůbec v bezpečnostní dokumentaci uvažován.

Na základě výstupních údajů z programu Aloha v rámci této modelace lze konstatovat, že hořlavé koncentrace par se vzduchem se mohou objevit až ve vzdálenosti téměř **600 m od zdroje úniku 60 minut po vzniku havárie**. Přesto, že tyto koncentrace jsou klasifikovány na úrovni 10 % DMV, je nutné respektovat fakt, že nelze vyloučit riziko výskytu lokálních koncentrací nad DMV, a tudíž může nastat iniciace s následným požárem nebo výbuchem i v této vzdálenosti. Jak již bylo uvedeno, důležitým prvkem pro rozsah účinků jsou povětrnostní podmínky. Odpařené plyny propylenu jsou těžší než vzduch, což přináší zvýšené riziko jejich iniciace, a tudíž vyšší míru ohrožení okolí. Hranici ohrožení je potřeba vnímat orientačně, protože je nutné vzít v úvahu členitost terénu. Je důležité předpokládat rizika vzniku hromadění koncentrací hořlavého plynu v prohlubních, to znamená, že není možné předvídat ve skutečnosti, kde přesně

tato nebezpečná místa můžou vzniknout. Vše může zároveň ovlivnit povětrnostní situace, například poryvy větru, náhlé změny směru větru a podobně a například rychlé šíření par nad hladinou řeky Ohře. Páry propylenu jsou bez zápachu a bezbarvé, to znamená, že bez detekčních zařízení je nelze prakticky identifikovat.

V rámci modelací byly zvoleny dvě varianty (A, B), u kterých byly změněny vstupní údaje v oblasti atmosférických podmínek: rychlost větru a venkovní teplota. Další údaje pro porovnání výstupů obou variant byly z oblasti skladovaného množství propylenu v zásobníku a jeho vnitřní teplota. Varianta A zahrnuje průměrné roční hodnoty a pro variantu B byly zvoleny hodnoty autorem práce na základě vlastního úsudku. Důvodem pro volbu variant bylo zjištění, do jaké míry mohou tyto parametry ovlivnit rozsah účinků havárie, neboli, jak velké budou rozdíly ve velikosti zón ohrožení. Z výstupů u varianty B je možné konstatovat, že hořlavé koncentrace par se vzduchem se mohou objevit až ve vzdálenosti téměř **660 m od zdroje úniku 60 minut po vzniku havárie**.

Z vypočtených hodnot je možné konstatovat, že na rozsah unikajících hořlavých par nemají povětrnostní podmínky na velikost zón ohrožení až tak zásadní vliv. Jedná se o rozdíl v řádech desítek metrů.

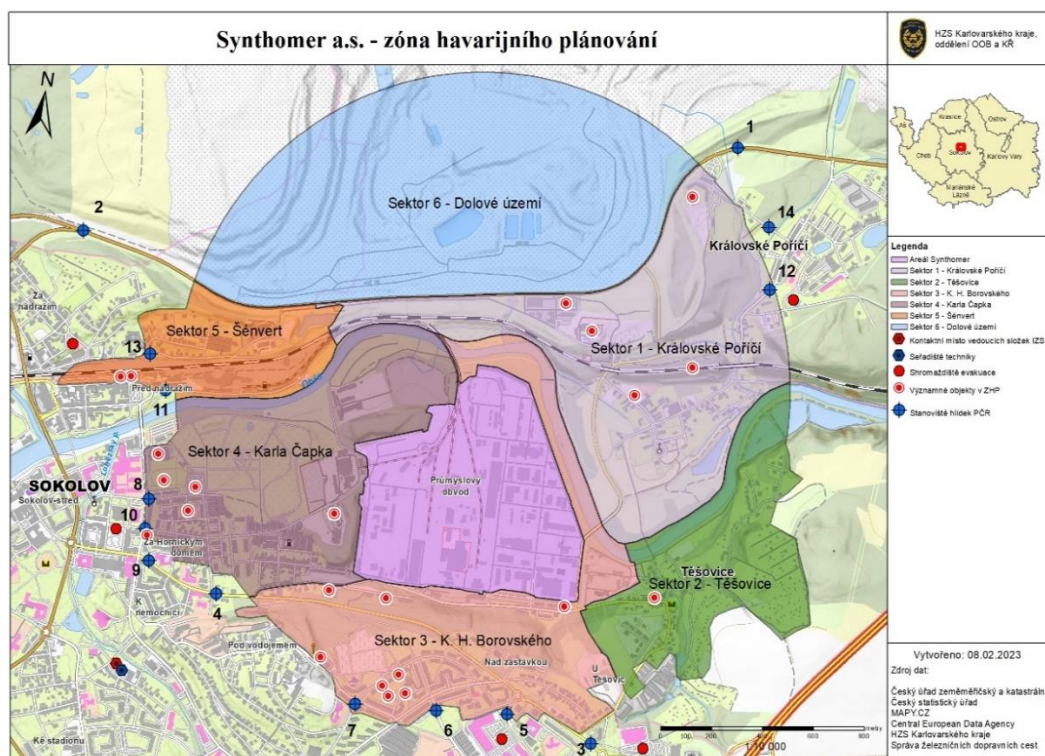
V dokumentaci Bezpečnostní zpráva je definována Zóna havarijního plánování (dále jen ZHP), ve které jsou stanovena opatření z pohledu ochrany obyvatelstva. Jedná se o vymezenou plochu, která je ohraničena vnější hranicí ZHP, která byla stanovena rozhodnutím krajské úřadu Karlovarského kraje. HZS poté vypracoval Vnější havarijní plán, který určuje činnosti v zóně v případě havarijních situací. Zóna havarijního plánování je na obrázku 13.

Vzhledem k umístění areálu firmy lze konstatovat, že se v okolí nevyskytují žádné další zdroje rizika, které by mohly zvýšit ohrožení kumulativními nebo



synergickými účinky. V rámci areálu domino efekt nelze vyloučit, pravděpodobně se vždy bude jednat o navazující izolované události.

Na obrázku 12 je graficky znázorněna vnější hranice havarijní zóny, která dosahuje **do vzdálenosti 1,2 km** a je rozdělena do 6 sektorů. Část zóny zahrnuje území města Sokolov s 4 568 obyvateli, části území obcí Královské Poříčí s 211 obyvateli a obce Těšovice se 178 obyvateli. Pro místní obyvatele v ZHP jsou rozpracována plánovaná opatření ochrany obyvatelstva v souladu s legislativními požadavky. ZHP dále zahrnuje neosídlené dolové území, kde je předpoklad minimálního výskytu osob [27].



Obrázek 13 – Zóna havarijního plánování Synthomer a.s. [27]

Cílem první modelace bylo porovnání údajů získaných z programu Aloha s výstupy z bezpečnostní dokumentace. Jak je již výše zmíněno, vnější hranice ZHP dosahuje vzdálenosti 1 200 m. Z modelace je výstupním údajem zóna ohrožení s potencionálními účinky na obyvatelstvo, která dosáhne v čase jedné hodiny do maximální vzdálenosti 660 m. ZHP je charakterizována jako oblast, ve které se v případě realizace typového scénáře uplatní opatření ochrany

obyvatelstva. Zóna ZHP zahrnuje výskyt cca 5 000 osob, když se připočte faktor náhodného výskytu, může jich být až 6 000.

Výstupy z programu Aloha vymezují zóny, které představují ohrožení zdraví obyvatel v okolí firmy. Z modelace vyplývá, že oblast výskytu hořlavých koncentrací v rozmezí nad DMV by se mohla vyskytovat ve vzdálenosti až 150 m od zdroje úniku. Tato vzdálenost je stále v perimetru areálu firmy, tudíž by nemělo dojít v čase jedné hodiny od vzniku k přímému ohrožení okolí areálu firmy. Velikosti vypočtené zóny je nutno brát informativně, v silně členitém terénu se reálné šíření hořlavých koncentrací může odlišovat. Jde o místní specifické geografické podmínky, které program ve výpočtech nedokáže zohlednit. Například nejsou brány v úvahu nerovnosti reliéfu (údolí, srázy), které také mohou změnit směr šíření hořlavých par těžších než vzduch jako je právě propylen. Pro základní orientaci však výstup může být dostačující, protože model předem počítá s určitou nepřesností. Zóna ohrožení s výskytem potenciálně výbušných koncentrací může dosahovat v závislosti na povětrnostních podmínkách až do vzdálenosti 700 m od místa úniku. Vzhledem k tomu, že tato vzdálenost je menší než stanovená hranice ZHP, je možné konstatovat, že při vzniku takové události nedojde k ohrožení vnější hranice ZHP. Lze předpokládat, že stanovené prvky ochrany obyvatelstva jsou z pohledu míry ohrožení dostačující. Stanovené prvky ochrany obyvatelstva budou hodnoceny v následujících odstavcích.

Cílem druhé modelace bylo zjištění dosahu tepelných účinků při události typu požár unikajícího propyleny ze zásobníku s následným jevem BLEVE. V tomto případě byla modelována situace, při které dojde ze stejných příčin jako v první modelaci ke kontinuálnímu úniku kapalné fáze ze zásobníku s propylenem. Rozdílným, ale zásadním parametrem je, že v tomto scénáři se počítá se vznikem okamžité iniciace hořlavých koncentrací s následným požárem unikajícího kapalného propyleny. Poškození potrubí je způsobeno lidským

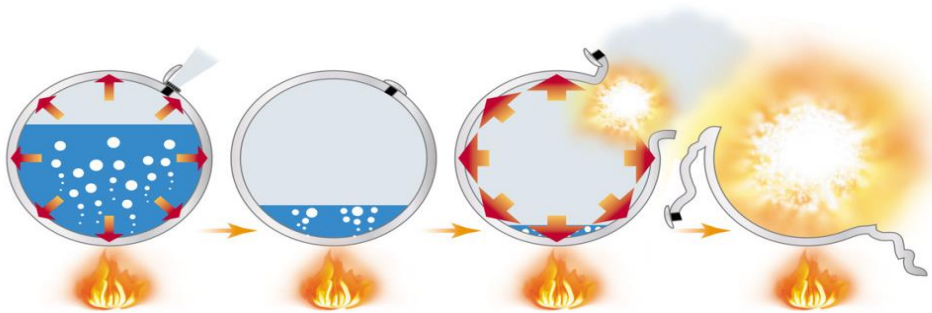
faktorem při provádění údržbářských prací a při kontinuálním úniku propylenu dojde k iniciaci odpařených hořlavých par ve směsi se vzduchem z neznámých příčin. Zásadním účinkem hořícího, unikajícího propylenu pod zásobníkem je působení tepelného záření na vlastní dno zásobníku a protože je předpoklad doby požáru i úniku propylenu dostatečně dlouhý, dojde k sekundární havárii BLEVE na vlastním poškozeném zásobníku. Předpokládá se, že v rozmezí několika desítek minut dojde k roztržení zásobníku a vzniku ohnivé koule. Jak již bylo uvedeno, jedná se o zcela stejný scénář, který je uvažován v bezpečnostní dokumentaci firmy.

V dokumentaci Bezpečnostní zpráva stejný scénář havárie předpokládá únik propylenu porušeným potrubím pod vlastním zásobníkem a po jeho iniciaci proud hořícího plynu s vysokým tepelným účinkem působí na spodní část zásobníku. V důsledku požáru dojde po cca 20 minutách k roztržení zásobníku a vzniku ohnivé koule s intenzivní tepelnou radiací po dobu životnosti **ohnivé koule s poloměrem 197 m**. Na havárii BLEVE se podílí 306 t propylenu (podíl, který zůstane v zásobníku po 20 minutách úniku). Vzhledem ke krátké době trvání (23 s) tepelného toku se nepředpokládají výraznější ohrožení majetku, mimo dosah ohnivé koule [24]. Bohužel další výstupní údaje z pohledu dosahu tepelných účinků v případě havárie BLEVE u zásobníku s propylenem nejsou v dokumentaci popisovány.

Výše uvedený termín BLEVE je velice specifický jev a je popisován situací, kdy dojde v určité fázi mimořádné události k náhlému narušení celistvosti zařízení a výbuchu expandujících par vroucí hořlavé kapaliny. Tato situace je řazena do kategorie fyzikálních výbuchů a patří svými následky mezi nejobávanější rozvoje nehod tlakových nádob, v našem případě zásobníků. Při této události dojde k náhlému roztržení zásobníku, ve kterém působením vnějšími vlivy probíhalo ohřívání hořlavé kapaliny na teplotu významně vyšší, než je její bod varu za

normálních atmosférických podmínkách. Průběh jevu BLEVE je zobrazen na obrázku 3.

Tento jev může být následně provázen mnoha nebezpečnými účinky, jako jsou tlaková vlna generovaná expanzí par současně s expanzí mžikově odpařených par, letícími fragmenty zásobníku vlivem kinetické energie s následnými škodami způsobenými v okolí, iniciací hořlavých par ohnivou koulí a tepelným zářením s rizikem ohrožení okolí.



Obrázek 14 – Příčiny vzniku jevu BLEVE [41]

Základní vstupní údaje pro modelaci jsou identické s údaji uvedenými v předchozí modelaci. Jak je výše uvedeno, cílem bylo zjistit, jaké nastanou účinky havárie, při které vlivem požáru unikajícího propylenu nastane v určité fázi rozvoje mimořádné události domino efekt doprovázený jevem BLEVE. Tento jev je doprovázen velmi vysokým tepelným zářením a vzniklá ohnivá koule může sálavým teplem ohrožovat obyvatelstvo ve vzdálenosti stovek metrů od centra výbuchu. Modelací byl současně vypočten **průměr ohnivě koule až 392 m s dobou hoření 21 s**. Pro oblast zasaženou ohnivou koulí se předpokládá nulová šance na přežití a také to, že vše hořlavé, co bude touto koulí zasaženo, může být zapáleno. Na vzniku BLEVE se podílí 340 t propylenu.

Na základě výstupních údajů z programu Aloha v rámci druhé modelace lze konstatovat, že zóny ohrožení dosahují do velké vzdálenosti. Zóna ohrožení zasahující do vzdálenosti **878 m** definuje ohrožení typu - potenciálně smrtící následky při vystavení přímým účinkům po dobu 60 s. Je až k neuvěření, že tepelné záření, způsobující smrtelná zranění, může ohrožovat obyvatelstvo po

dobu 60 s ve vzdálenosti téměř 1 km! Vzhledem k charakteru jednoduchého členění terénu respektive částečné zástavbě v okolí firmy je možné vnímat tento výstup jako alarmující. Území s rizikem bolestivého působení na obyvatelstvo vlivem tepelného záření může dosahovat do vzdálenosti téměř 2 km od centra výbuchu. Dalším vážným nebezpečím lze označit účinky ohnivé koule v době roztržení zásobníku, kdy v průběhu 20–30 sekund vznikne ohnivá koule o průměru 440 m, která může způsobit smrtelná zranění, nebo zapálení dalších hořlavých materiálu v okolí firmy a dojít k rozšíření požáru na další objekty, porosty a způsobit rozsáhlé škody.

Stejný cíl při volbě variant A a B druhé modelace směřoval k porovnání velikosti zón ohrožení při odlišných vstupních parametřích. Z vypočtených hodnot je možné konstatovat, že na dopad účinků tepelného záření nemají povětrnostní podmínky prakticky žádný vliv, ale při změně parametru množství skladovaného propylenu (340 t x 480 t) v okamžiku vzniku BLEVE již docela zásadně zvětšuje velikost hranice zóny ohrožení. Jedná se o rozdíl v řádech desítek metrů v červené zóně, ale téměř o 200 m ve žluté zóně.

Cílem druhé modelace bylo opět porovnání údajů získaných z programu Aloha s výstupy z Bezpečnostní zprávy. Zde se jednalo o scénář, kdy dojde k okamžité iniciaci vznikajících výbušných koncentrací a sekundárnímu účinku havárie vzniku efektu BLEVE. Jak již bylo uvedeno, v tomto případě lze porovnat výsledky pouze v oblasti velikosti ohnivé koule neboli dosahu účinků plamenů v důsledku náhlého vzplanutí. Při modelaci byl vypočten dosah účinků plamenů téměř do vzdálenosti 400 m po dobu 21 s. Z dokumentace vychází vzdálenost poloviční cca 200 po dobu 23 s. Když se vezme v potaz faktor množství propylenu v zásobníku těsně před jeho roztržením a náhlému vzplanutí propylenu, lze připustit, že výpočet pomocí programu Aloha nemusí být nereálný. Každopádně se jedná o vzdálenosti, které sice mohou překročit hranice areálu, ale pouze v desítkách metrů a především by účinky

potencionálních plamenů nedosáhly perimetru okolních obcí. Druhým výstupem modelace jsou opět zóny ohrožení, které mohou ohrozit okolí především účinky tepelného záření, zasahující do vzdálenosti **878 m**, které může mít potenciálně smrtící následky při vystavení přímým účinkům po dobu 60 s.

Důležitým prvkem pro hodnocení výstupů je celková doba od vzniku úniku propylenu, iniciace hořlavých par až do vzniku jevu BLEVE. Z bezpečnostní zprávy vyplývá, že by jev nastal po cca 20 minutách. Nelze přesně vypočítat dobu, kdy dojde k vzniku BLEVE, protože by bylo nutné při výpočtech definovat mnoho dalších parametrů, jako je množství unikajícího propylenu, směr a rozsah tepelného působení na zásobník, množství propylenu v zásobníku a mnoho dalších. Nicméně je důležité vzít v potaz, že není příliš mnoho času k zajištění a hlavně aktivaci stanovených prvků ochrany obyvatelstva, které vychází z VHP a již byli v předchozích odstavcích popisovány. Dle názoru autorky je nejdůležitějším zjištěním fakt, že v případě vzniku jevu BLEVE může dojít k ohrožení obyvatel s potencionálně smrtícími účinky vlivem krátkodobého, vysokého tepelného záření do vzdálenosti téměř 700 m. Vnější hranice ZHP dosahuje sice do vzdálenosti 1200 m, ale z výpočtu druhé modelace vychází zóna ohrožení s rizikem bolestivého působení na obyvatele až do vzdálenosti 2 000 m. Přesto, že lze vzít v úvahu fakt členitost a zástavby terénu (stínění), je nutné konstatovat, že stanovená hranice ZHP pro tento typ události nemusí být dostačující. Dle názoru autorky práce je podivné, že ve výstupech v bezpečnostní dokumentaci není žádná zmínka o případných účincích tepelného záření v souvislosti s jevem BLEVE, přesto, že v posouzení rizik respektive ve scénářích havárie s únikem propylenu a následné iniciace hořlavých par s jevem BLEVE počítá.

Na základě výše uvedených faktů lze vyvodit stanovisko, že v případě mimořádné události s únikem propylenu v areálu sokolovské firmy může nastat v několika desítkách minut vážné riziko ohrožení okolí, neboli ohrožení zdraví

osob, vyskytujících se v blízkosti firmy. Pomocí programu ALOHA bylo zjištěno, že v případě události s jevem BLEVE může dojít k ohrožení zdraví lidí až do vzdálenosti 2 000 metrů. Tento výstup lze charakterizovat přinejmenším jako pozoruhodný, protože takto **vypočtená zóna ohrožení přesahuje současně stanovenou ZHP o cca 800 m**. Při zhodnocení rozdílné hodnoty ve vztahu k ohrožení obyvatelstva se může počet ohrožených obyvatel zvýšit i několik tisíc osob.

V ZHP se uplatňují prvky ochrany obyvatelstva, jako jsou především varování a vyrozumění obyvatelstva, plán evakuace a ukrytí obyvatelstva, plán individuální ochrany obyvatelstva, dekontaminace, plán monitorování, plán záchranných a likvidačních prací, plán regulace pohybu osob a vozidel, traumatologický plán, plán preventivních opatření k zabránění nebo omezení domino efektu havárie atd. Z pohledu havárie s únikem propylenu jsou nejdůležitější prvky ochrany obyvatelstva pro varování obyvatelstva, evakuace, regulace dopravy. V nejbližším okolí areálu firmy se nevyskytuje žádný podnik s významným množstvím nebezpečných látek, který by mohl způsobit vznik domino efektu. Z tohoto důvodu nejsou ve VHP stanovena preventivní opatření k zabránění nebo omezení domino efektu havárie v ZHP. Na druhou stranu v rámci areálu firmy nelze, jak vyplývá z provedeného posouzení rizik, domino efekt zcela vyloučit. V areálu objektu je domino efekt možný v případě kontinuálního úniku celého obsahu železniční cisterny nebo kulového zásobníku s propylenem. Pokud by šlehající plameny zasáhly sousední železniční cisternu s propylenem, nebo by hořel unikající propylen pod samotným zásobníkem, mohlo by dojít k domino efektu. Výsledným projevem události by mohla být havárie BLEVE [27].

Je diskutabilní, do jaké míry by mohly přispět k eliminaci vzniku úniku propylenu represivní bezpečnostní prvky ochrany jako jsou chladící clona na zásobníku, záchytná jímka, stabilní hasící lafety a parní clony, které by nesporně

v případně včasného a správného spuštění mohli zajistit minimalizaci rozvoje události s konečným efektem BLEVE.

Přesto že výše vyjmenované prvky bezpečnostních opatření jsou v souladu s požadavky legislativy, autorka práce navrhuje opatření, aby si firma stanovila tým odborníků, který by zjištěné výstupní hodnoty z programu Aloha mohl analyzovat pomocí jiné kvalitnější metody. Tím by bylo možné potvrdit, případně vyvrátit zjištěný stav. V případě potvrzení zjištěného nedostatku by bylo nutné dát podnět k aktualizaci údajů respektive přepracovat bezpečnostní dokumentaci. Tímto opatřením bude možné přehodnotit současně definované prvky ochrany obyvatelstva, aby došlo by k minimalizaci rozvoji účinků havárie a především k minimálnímu ohrožení života a zdraví zaměstnanců a obyvatel v okolí firmy. Každý prvek ochrany může sehrát významnou roli v rámci snížení rozvoje události a minimalizaci dopadu havárie na okolí.

Mimořádná událost s únikem velkého množství propylenu se v mnohaleté historii sokolovské firmy nikdy neudála. I to může být důkazem, že důraz na bezpečnostní politiku firmy se vyplácí. Na druhou stranu se je možné poučit z mimořádné události, která se stala v roce 2015, kde právě propylen sehrál důležitou roli.

Dne 13. 8. 2015 došlo v etylenové jednotce v petrochemickém areálu v Záluží u Litvínova k výbuchu, jehož příčinou byl regulační ventil, který reguluje tlak propylenu. Pokud tlak stoupá, regulační ventil se otevře, plyn se spálí a tlak opět klesne. Z nejasného důvodu došlo ke ztrátě dat a k následnému odpojení a uzavření. Jeho funkci pak nahradily pojistné bezpečnostní ventily, na etylenové jednotce byly tři a jeden záložní. Při jejich spuštění však došlo na jednom z nich k netěsnění, což způsobilo masivní únik propylenu, který za přítomnosti kyslíku začal hořet. Látka unikala z ventilu a potrubí se protrhlo. Poté se začala odstavovat jedna z pecí, vyhřívaná zemním plynem a tlak plynu narůstal. Plyn byl detekován a spustily se alarmy. Následně došlo k výbuchu



a k odstavení dalších pecí, které po chvíli vzplály [42]. Na místě události zasahovalo přes 40 jednotek hasičů, byl vyhlášen zvláštní stupeň poplachu a evakuováno 3 132 zaměstnanců. Výbuch naštěstí neohrozil zdraví lidí ani životní prostředí. Obžalováni byli dva zaměstnanci Unipetrolu, kteří byli obviněni z toho, že včas nezajistili spuštění vodních a parních clon. Ti ale vinu odmítli s tím, že spuštěním parních clon by mohlo dojít ke vzniku statické elektřiny a následně k iniciaci výbuchu. Za své zaměstnance se postavilo i vedení Unipetrolu, kterému oblastní inspektorát za odhalené nedostatky a přestupky udělil pokutu ve výši 1,4 milionů korun. Soud nakonec oba obžalované zprostil viny z důvodu jejího neprokázání. Celkem byly škody vyčísleny na 14 miliard korun [43].

Přesto, že příčina události v Litvínově nekoresponduje se scénářem v této práci, je na nad míru jasné, jak závažný problém může způsobit únik propylenu z technologie.

## 7 ZÁVĚR

Diplomová práce byla zaměřena na zjištění dopadu účinků havárie chemické firmy na její okolí. Vzhledem k tomu, že v blízkosti chemické firmy se nachází malé obce a město Sokolov, kladla si autorka práce otázku, zda jsou v případě nekontrolovatelného úniku zkapalněného plynu ze skladovacího zásobníku obyvatelé města a obcí ohroženi. Dále zda jsou ve firmě stanovena dostatečná bezpečnostní opatření k zamezení vzniku havárie, případně zda má firma dostatek odpovídajících bezpečnostních prvků a režimových opatření k omezení účinků havárie a minimalizaci dopadu na okolí firmy. K tomuto zjištění byla provedena analýza SWOT, z které je možné konstatovat závěrečné tvrzení, že firma má bezpečnostní politiku na vysoké úrovni.

Analýzou obsahu veškeré bezpečnostní dokumentace, především identifikovaných rizik a stanovených opatření, získala autorka jasný, detailní přehled o problematice havarijní připravenosti firmy. Po posouzení stavu této dokumentace lze konstatovat, že firma má současnou dokumentaci v aktuálním, plnohodnotném stavu, a především v souladu s příslušnými legislativními požadavky. Současně byly v dokumentaci identifikovány veškeré bezpečnostní prvky a režimová opatření pro omezení účinků havárie se zjištěním, že se jedná o celou řadu odpovídajících, v některých případech automatických, technických zařízení. Tomuto zjištění autorky přispívají i následně získané výsledky z modelace scénářů s únikem zkapalněného plynu s využitím programu ALOHA. Vypočtené zóny ohrožení byly porovnány se zónou havarijního plánování, vycházející z bezpečnostní dokumentace, ve které jsou stanovena opatření pro ochranu obyvatelstva. Na základě těchto výsledků je možné potvrdit, že velikost zóny ohrožení v jednom případě přesahovala velikost hranice zóny havarijního plánování. Vzhledem ke zvolenému scénáři s extrémními vstupními parametry pro modelaci havárie s velmi nízkou

pravděpodobností vzniku autorka tento výsledek očekávala a na základě zjištěných výsledků navrhla opatření.

Závěrem autorka práce vyhodnotila skutečnost, že práce tímto splnila svůj účel.

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ALOHA – Areal Locations of Hazardous Atmospheres

CLP – Classification, Labelling and Packaging of Substances and Mixtures

DCS – Automatický řídicí systém

DMV – Dolní mez výbušnosti

HAZOP – Hazard and Operability Study

HMV – Horní mez výbušnosti

HVO – Hlavní výrobní objekt

HZS – Hasičský záchranný sbor

CHZ – Chemické závody

IZS – Integrovaný záchranný systém

KOPIS – Krajské operační a informační středisko

ORP – Obce s rozšířenou působností

PBZ – Požárně bezpečnostní zařízení

PZH – Prevence závažných havárií

QRA – Quantitative Risk Assessment

SO – Stavební objekt

TRINS – Transportní informační a nehodový systém

VHP – Vnější havarijní plán

ZaLP – Záchranné a likvidační práce

ZHP – Zóna havarijního plánování

## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

1. Statistiky. *Český statistický úřad* [online]. 2021 [cit. 2023-01-31]. Dostupné z: <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/cs/index.jsf?page=vystup-objekt&z=T&f=TABULKA&skupId=4690&katalog=33475&pvo=SLD21043-OB-OK&pvo=SLD21043-OB-OK&pvokc=101&pvoch=40444>
2. Infocentrum: o městě. *MDK Sokolov* [online]. [cit. 2023-01-31]. Dostupné z: <https://www.mdk Sokolov.cz/infocentrum/o-meste>
3. Příroda. *Český rozhlas* [online]. Český rozhlas, c1997-2023, 21. září 2020 [cit. 2023-01-31]. Dostupné z: <https://plus.rozhlas.cz/karlovarsky-kraj-sechysta-na-utlum-tezby-v-sokolovske-uhelne-tezari-slibuji-i-8315769>
4. POKORNÝ, Bedřich. *Chemické závody Sokolov 1917 - 2017*. Sokolov: Fornica Publishing, 2016. ISBN 978-80-87194-51-5.
5. Spolek pro chemickou a hutní výrobu. *Sokolov-východ-mikroregion* [online]. ANTEE, c2023 [cit. 2023-01-31]. Dostupné z: <https://www.sokolov-vychod.cz/spolek-pro-chemickou-a-hutni-vyrobu>
6. About us. *Synthomer* [online]. Synthomer, c2023 [cit. 2023-01-31]. Dostupné z: <https://www.synthomer.com/about-us/our-global-locations/sokolov-czech-republic/>
7. KOLEKTIV AUTORŮ. *Ochrana obyvatelstva a krizové řízení: skripta*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2015. ISBN 978-80-86466-62-0.
8. ŠENOVSKÝ, Michail, Karol BALOG, Zdeněk HANUŠKA a Pavel ŠENOVSKÝ. *Nebezpečné Látky II*. 2. vydání. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. ISBN 978-80-7385-000-5.
9. SIKOROVÁ, Kateřina a Kateřina BLAŽKOVÁ. *Analýza dopadů havárií s účastí nebezpečné látky na životní prostředí*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2018. ISBN 978-80-7385-211-5.

10. ZUZÁK, Roman a Martina KÖNIGOVÁ. *Krizové řízení podniku*. 2. vydání. Praha: Grada Publishing, 2009. ISBN 978-80-247-3156-8.
11. *Deník.cz* [online]. Vltava Labe Media, 2018 [cit. 2023-01-31]. Dostupné z: [https://www.denik.cz/z\\_domova/nejhorsitragedieod70letprumyslovehavariestalyzivotmnohadesitekcechu20180322.html](https://www.denik.cz/z_domova/nejhorsitragedieod70letprumyslovehavariestalyzivotmnohadesitekcechu20180322.html)
12. STŘEDA, Ladislav, Stanislav BRÁDKA a Markéta BLÁHOVÁ. *Nebezpečné chemické látky a ochrana proti nim*. Praha: MV-generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2006. ISBN 80-86640-63-9.
13. SANDERS, Roy E. *Chemical Process Safety: Learning From Case Histories*. 4rd edition. Kidlington: Butterworth-Heinemann, 2015. ISBN 978-0128014257.
14. KUBÁTOVÁ, Hana. *Průmyslová toxikologie a životní prostředí*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2018. ISBN 978-80-7385-210-8.
15. *SEVESO III*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2002. ISBN 80-86634-00-0.
16. 224/2015 Sb. Zákon o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi a o změně zákona 634/2004 Sb., o správních poplatcích, ve znění pozdějších předpisů. *Zákony pro lidi: Sbírka zákonů* [online]. AION CS, c2010-2023 [cit. 2023-01-31]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-224>
17. STANĚK, Martin. *Praktické a simulované metody řešení CBRN událostí: Fakulta biomedicínského inženýrství*. Kladno, 2021. Studijní opora. České vysoké učení technické v Praze.
18. BARTLOVÁ, Ivana a Karol BALOG. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií I*. 2. vydání. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. ISBN 978-80-7385-005-0.
19. SMETANA, Marek, Danuše KRATOCHVÍLOVÁ ML. a Danuše KRATOCHVÍLOVÁ. *Havarijní plánování*. Brno: Computer Press, 2010. ISBN 978-80-251-2989-0.

20. ČAPOUN, Tomáš. *Chemické havárie*. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2009. ISBN 978-80-86640-64-8.
21. SADÍLEK, Zdeněk, Barbora PÁLKOVÁ a Štěpán KALAMÁR. *Krizové řízení a integrovaný záchranný systém*. Praha: VŠFS, 2019. ISBN 978-80-7408-192-7.
22. BARTLOVÁ, Ivana a Jaroslav DAMEC. *Prevence technologických zařízení*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2002. ISBN 80-86634-10-8.
23. ANTUŠÁK, Emil. *Krizová připravenost firmy*. Praha: Wolters Kluwer ČR, 2013. ISBN 978-80-7357-983-8.
24. *Bezpečnostní zpráva Synthomer a.s. Sokolov, 2022.*
25. *Vnitřní havarijní plán Synthomer a.s. Sokolov, 2023.*
26. *Bezpečnostní zpráva Synthomer a.s.: Posouzení rizik. Sokolov, 2022.*
27. HASIČSKÝ ZÁCHRANNÝ SBOR KARLOVARSKÉHO KRAJE. *Vnější havarijní plán Synthomer a.s. Karlovy Vary, 2023.*
28. *Úplné Znění*. Ostrava: Sagit, 2020. ISBN 978-80-7488-333-0.
29. ŠENOVSKÝ, Michail, Vilém ADAMEC a Michal VANĚK. *Bezpečnostní plánování*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. ISBN 80-86634-52-4.
30. *Podklady pro stanovení zóny havarijního plánování Synthomer a.s. Sokolov, 2021.*
31. *Bezpečnostní list: Propylene č.: BE226. 2017. LyodellBasell.*
32. KIZLINK, Juraj. *Technologie chemických látek a jejich použití*. 4. vydání. Brno: Vutium, 2011. ISBN 978-80-21440-46-3.
33. SKŘEHOT, Petr a kol. *Rozptyl těžkého plynu v atmosféře: teorie - modely - experimenty*. Praha: T-SOFT, 2018. ISBN 978-80-905401-2-5.
34. *Technologický reglement: Provoz skladového hospodářství P5. Sokolov: Synthomer, 2007. DJ 4-1-P5-07-07.*

35. PROCHÁZKOVÁ, Dana. *Bezpečnost lidského systému*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. ISBN 978-80-86634-97-5.
36. KAŠPAR, Otakar. *Srovnávání dostupných SW nástrojů pro hodnocení havarijních dopadů*. Brno, 2008. Diplomová práce. Vysoké technické učení v Brně, Fakulta chemická. Vedoucí práce Otakar Jiří Mika.
37. CALICCHIO, Stefano. *Swot Analysis in 4 Steps: How to Use the SWOT Matrix to Make a Difference in Career and Business*. 2020. ISBN 978-88-358-4104-3.
38. *Plán fyzické ochrany: Havarijní plán*. Sokolov: Synthomer, 2023. DJ 4-10-SHE-01.
39. 254/2001 Sb. Zákon o vodách a o změně některých zákonů. *Zákony pro lidi: Sbírka zákonů* [online]. AION CS, c2010-2023 [cit. 2023-08-16]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-254>
40. *Povodňový plán: Havarijní plán*. Sokolov: Synthomer, 2005. DJ 4-10-OŽPaPB-02-05.
41. Étapes menant à l'ébullition-explosion (BLEVE). In: *Google* [online]. [cit. 2023-03-31].  
Dostupné z: <https://monde.ccdmd.qc.ca/media/image1024/127072.jpg>
42. *Idnes.cz* [online]. Mafra, 2015 [cit. 2023-08-16]. Dostupné z: [https://www.idnes.cz/usti/zpravy/priciny-vybuchu-v-unipetrolu.A150921\\_135124\\_usti-zpravy\\_alh](https://www.idnes.cz/usti/zpravy/priciny-vybuchu-v-unipetrolu.A150921_135124_usti-zpravy_alh)
43. *Idnes.cz* [online]. Mafra, 2017 [cit. 2023-08-16]. Dostupné z: [www.idnes.cz/usti/zpravy/unipetrol-zaluzi-litvinov-pozar-vybuch-soud-obzaloba.A170912\\_095747\\_usti-zpravy\\_vac2](https://www.idnes.cz/usti/zpravy/unipetrol-zaluzi-litvinov-pozar-vybuch-soud-obzaloba.A170912_095747_usti-zpravy_vac2)



## 10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1	Situační plán skladového hospodářství propylenu.....	53
Obrázek 2	Sumární data zadaná v programu .....	63
Obrázek 3	Sumární data zadaná v programu.....	64
Obrázek 4	Znázornění zón ohrožení a jejich významu – Model 1A.....	65
Obrázek 5	Grafické znázornění modelu 1A.....	66
Obrázek 6	Znázornění zón ohrožení a jejich významu – Model 1B.....	67
Obrázek 7	Grafické znázornění modelu 1B.....	68
Obrázek 8	Znázornění zón ohrožení v modelu 2A a jejich význam.....	69
Obrázek 9	Grafické znázornění modelu 2A .....	70
Obrázek 10	Znázornění zón ohrožení v modelu 2B a jejich významu .....	71
Obrázek 11	Grafické znázornění modelu 2B.....	72
Obrázek 12	Poškozeného potrubí pod zásobníkem s propylenem.....	94
Obrázek 13	Zóna havarijního plánování Synthomer a.s.....	97
Obrázek 14	Příčiny vzniku BLEVE.....	100

## 11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1	Obce v okolí, počty , směr a vzdálenosti obcí od objektu.....	33
Tabulka 2	Kapacity výroby .....	33
Tabulka 3	Okamžitý únik celého obsahu zásobníku propylenu.....	39
Tabulka 4	Kontinuální únik kapalné fáze propylenu DN 100.....	40
Tabulka 5	Vlastnosti propylenu.....	50
Tabulka 6	Požární vlastnosti propylenu .....	52
Tabulka 7	PBZ instalované ve skladu propylenu .....	55
Tabulka 8	Základní vstupní údaje zadané do programu Aloha .....	61
Tabulka 9	Vstupní parametry k modelaci 1A a 1B, 2A a 2B.....	62
Tabulka 10	Porovnání jednotlivých zón ohrožení a ZHP .....	73
Tabulka 11	SWOT analýza bezpečnostní politiky firmy Synthomer.....	74
Tabulka 12	SWOT analýza bezpečn. politiky firmy Synthomer – výpočet.....	85
Tabulka 13	Výsledky SWOT analýzy bezpečn. politiky firmy Synthomer.....	86

## 12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha č. 1 Seznam nebezpečných látek v Synthomer a.s.

Příloha č. 2 Kontrolní list směnového mistra – doporučený postup při výronu propylenu

## Příloha č. 1

Seznam nebezpečných látek firmy Synthomer a.s.

Látka	Fyzikální forma látky (při 20 °C, 101,325 kPa)
<b>Hlavní produkty</b>	
2-Ethylhexylakrylát	kapalina
Ethylakrylát	kapalina
Kyselina akrylová	kapalina
Kyselina akrylová 50 % hm.	kapalina
Methylakrylát	kapalina
n-Butylakrylát	kapalina
<b>Suroviny</b>	
2-Ethylhexylalkohol	kapalina
Akrylamid 50 %	kapalina (roztok)
Ethanol	kapalina
Methanol	kapalina
Methylmethakrylát	kapalina
n-Butanol	kapalina
Propylen	zkapalněný plyn
Styren	kapalina
<b>Meziprodukty</b>	
Akrolein	plyn/kapalina
<b>Vedlejší produkty</b>	
Destilační zbytky	kapalina
<b>Pomocné látky</b>	
2-Hydroxyethylakrylát (HEA)	kapalina
2-Hydroxyethylmethakrylát (HEMA)	kapalina
3D TRASAR® 3DT250	kapalina
4-Methoxyfenol	pevná látka
ABEX EP110	kapalina
Aceton	kapalina
Acetylen	zkapalněný plyn
Acticide LA 1206	kapalina
Benzínový čistič	kapalina
Čpavková voda 28-30 %	kapalina
Dihydrazid kyseliny adipové (Trixene DP 8802)	pevná látka
Dowfax 2A1	kapalina
Dowtherm A (HTM)	pevná látka/tavenina
Durferrit ASD (HTS)	pevná látka/tavenina
Hydrochinon (1,4-dihydroxybenzen)	pevná látka
Hydroxid sodný 25 %	kapalina
Hydroxid sodný 50 %	kapalina
Hydroxid vápenatý	pevná látka
Chlorid železitý 40 %	kapalina
Chlornan sodný 14 % hm.	kapalina

Látka	Fyzikální forma látky (při 20 °C, 101,325 kPa)
Isooktyl 3-merkaptopropionát	kapalina
Isopropylalkohol	kapalina
Kyselina chlorovodíková 31 %	kapalina
Kyslík	plyn
Methylisobutylketon	kapalina
Nafta	kapalina
NALCO 72310	kapalina
NALCO 73100	kapalina
NALCO 7330	kapalina
NALCO ELIMIN-OX	kapalina
NALSPERSE 73550	kapalina
N-Butoxymethylakrylamid	kapalina
n-Butyl-3-merkaptopropionát	kapalina
n-Butylmethakrylát	kapalina
n-Dodecylmerkaptan	pevná látka
Odpadní vody	kapalina
Phenothiazin (PTZ)	pevná látka
SIMULSOL 546SN	kapalina
SIPOMER B-CEA	pevná látka
SOKOFLOK 56 GP	pevná látka
t-Butylhydroperoxid	kapalina
Toluen	kapalina
Vodík	plyn
Zemní plyn	plyn

## Příloha č. 2

### KONTROLNÍ LIST SMĚNOVÉHO MISTRA

Doporučený postup při zjištění výronu PROPYLENU



#### Vyhodnocení situace

- Vytěžení informací** z centrálního velínu. Případně kontrola místa události.
- Signalizace 10% DMV ÚNIK PP** – není vyhlášován stupeň Pp.
- Signalizace 25% DMV VÝRON PP** – aktivace 0. stupeň Pp.
- Prověření všech možností k odstranění závady** v rámci provozních znalostí obsluhy.
- Informování HASIČŮ** a DISPEČERSKÉ SLUŽBY o situaci.
- Komunikace** se směnovým velitelem jednotky hasičů.

#### Stupeň propylenového poplachu – VÝRON

- 0. stupeň poplachu:** okamžité ukončení všech činností v HVO případně SH
- 1. stupeň poplachu:** výron nelze běžnými prostředky rychle likvidovat a svým rozsahem ohrožuje bezpečnost pracovníků v ochranném pásmu provozu. Riziko šíření oblaku par propylenu mimo pásmo výroby nebo SH
- 2. stupeň poplachu:** velký výron propylenu (nelze zastavit), šíření par PP mimo areál firmy

#### Rozsah evakuace - průzkum stavu osob (pro operátory velínu zvláštní režim)

- Rozsah evakuace v 0. stupni Pp** – pásmo výroby KA 1, případně skladové hospodářství
- Rozsah evakuace v 1. stupni Pp** – výroba, skladové hospodářství, objekty SO 102, SO 118 a další
- Varování** všech osob v místě havárie – radiostanicí, místním rozhlasem
- Stanovit rozsah nebezpečné zóny** – dodržování MAX. bezpečné odstupové vzdálenosti
- Zjišťování počtu osob** v pásmu ohrožení – provoz. zaměstnanci, návštěvy, kontraktoři
- Určení místa shromaždiště** evakuovaných, určení bezpečného stanoviště k řízení mimořádné události

EVAKUACE KOMPLETNÍ?



### Informování dispečerské služby

- Vyhlásit** určený stupeň propylenového poplachu a definovat rozsah evakuace.
- Informovat** zástupce krizového týmu. (zajišťuje DS)
- Požadavek na uzavření** vnitropodnikové dopravy. (zajišťuje DS)

### Povětrnostní podmínky

- Vyhodnocení směru a síly větru.** Odhad směru šíření nebezpečných par propylenu
- Odhad dalšího vývoje** - ověření velikosti nebezpečné zóny, validace stanoviště k řízení události.

### Provozně bezpečnostní opatření

- Prověřit** možnost odstavení části havarovaného systému, s následným odplyněním propylenu na rozptylovací komín a proplachem dusíku.
- Odstavení dávkování propylenu** do výrobní jednotky, odstavení oxidace
- Zvážit nouzové odstavení** navazujících jednotek
- Možnosti inertizace** technologií, prostoru v okolí výroby.
- Rizika šíření par** propylenu pod úrovní terénu (jímky, kanalizace, ...)

### Zamezení rizika INICIACE par propylenu se vzduchem

- Beznapěťový stav** - vyhodnocení rizik, rozhodnout o rozsahu odstavení výroby.
- Měření koncentrace propylenu** v přilehlém pásmu výroby s využitím mobilních detektorů.
- Vypnutí potencionálních iniciačních zdrojů** – objekty, veřejné osvětlení, autodoprava.
- Požadavek** na zastavení všech činností se zdroji zapálení **v areálu firmy.** (DS)

### Povolání hasičů z pohotovosti

- Doporučení směru** a vzdálenosti příjezdu techniky.
- Předání hasičům řízení zásahu.**
- Spolupráce** s velitelem zásahu, intenzivní komunikace, komplexní předávání informací.

### Požárně bezpečnostní opatření

- Vyhodnotit** ve spolupráci s hasiči spuštění vodních clon.
- Možnost spuštění parních clon** ve skladovém hospodářství.
- Možnost spuštění stabilních lafet.**