

**ČESKÉ VYSOKÉ
UČENÍ TECHNICKÉ
V PRAZE**

**FAKULTA
BIOMEDICÍNSKÉHO
INŽENÝRSTVÍ**



**BAKALÁŘSKÁ
PRÁCE**

2017



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**

**Připravenost společnosti Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. (divize
Zpracování) na mimořádné události**

**Preparedness of Sokolovská uhelná company, (division Processing) for crisis
situations**

Bakalářská práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Plánování a řízení krizových situací
Vedoucí práce: Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D

Erika Vavrová

Kladno, květen 2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem „Připravenost společnosti Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. (divize Zpracování) na mimořádné události“ 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).

V Kladně dne 01.05.2017

.....
podpis

Poděkování

Touto cestou bych ráda poděkovala Mgr. Zdeňku Honovi, PhD. za jeho vstřícnost a především za jeho obětavost při konzultacích, dále panu Ing. Miloši Holíkovi z pracoviště Sokolovská uhelná právní zástupce a.s. za poskytnutí cenných informací, podkladů a rad k bakalářské práci. Závěrem bych ráda poděkovala všem dalším, kteří mi nějakým způsobem poskytli cenné rady při psaní bakalářské práce, či jí připomínkovali.

Abstrakt

Bakalářská práce vychází ze zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi.

Bakalářská práce se zabývá zjištěním připravenosti společnosti Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. – divize Zpracování, na mimořádné události způsobené únikem amoniaku při plnění železničních cisteren.

Dále jsou popsány metody analýz, výsledky a doporučené návrhy opatření ke zmírnění pravděpodobnosti výskytu rizik úniku amoniaku při plnění železničních cisteren.

Klíčová slova

Identifikace zdrojů rizik, analýza mapování rizik, plnění železniční cisterny, nebezpečné chemické látky, Sokolovská uhelná, právní nástupce a.s.:

Abstract

The bachelor thesis is based on Act No. 224/2015 Coll., on prevention of major accidents caused by selected hazardous chemical substances or chemical mixtures.

The bachelor thesis deals with the preparedness determination of Sokolovská uhelná, legal successor, joint-stock company - Processing Division, for emergencies caused by ammonia leakage during filling of railway tanks.

The methods of analysis, results and recommended measures are described further below. Results of the analyzes will propose the measures to mitigate the probability of the occurrence of ammonia leakage risks when filling railway tanks.

Keywords

Risk sources identification, risk mapping analysis, filling of railway tank, dangerous chemical substances, Sokolovská uhelná, legal successor, joint-stock company:

Obsah

1. Úvod	9
2. Současný stav	10
2.1 Závažná havárie	10
2.2 Legislativa.	11
2.2.1 Provedení zákona č. 224/2015 Sb.....	11
2.2.2 Integrovaný záchranný systém.	12
2.3 Dopady chemických havárií.	13
2.4 Připravenost na mimořádné události pro společnost Sokolovská uhelná a.s.	14
2.4.1 Rozdělení do jednotlivých úseků divize Zpracování.....	15
2.4.2 Výskyt nebezpečných látek ve vybraných úsecích.....	16
3. Cíl práce	20
4. Metodika	21
4.1 Použité metody	22
4.1.1 Metoda hodnocení rizik QRA a HAZOP.	22
4.2 Princip metody HAZOP	23
5. Výsledky	24
5.1 Plnění železniční cisterny na úseku vlečka	24
5.1.1 Plnicí proces.	26
5.2 Popsané scénáře při plnění železniční cisterny amoniakem na tankovišti.	28
5.2.1 Iniciační událost okamžitý únik.....	28
5.2.2 Iniciační událost únik amoniaku z železniční cisterny otvorem.....	30
5.2.3 Iniciační událost únik amoniaku z roztrženého plnicího ramene.	30
5.3 Následky havárií při plnění železniční cisterny amoniakem na tankovišti.	31
5.3.1 Možné situace a příčiny vzniku závažné havárie vně objektu.....	31
5.3.2 Možné situace a příčiny vzniku závažné havárie uvnitř objektu.....	33
5.4 Navržení opatření ke zmírnění pravděpodobnosti výskytu rizik.....	35
6. Diskuse	36
7. Závěr	39
8. Seznam použitých zkratk	40
9. Seznam obrázků	41
10. Seznam tabulek	42
11. Použité zdroje	43

1. Úvod

Každá chemická havárie je svými projevy specifická, rozsah, následky jsou obtížně předvídatelné, jelikož havárii ovlivňuje řada faktorů např. způsob, rychlost, místo úniku, délka expozice místní meteorologické podmínky, členění terénu, které mohou způsobit rozptyl toxické látky, požár a výbuch. Tyto jevy mohou nastat samostatně nebo všechny najednou.

Ve své práci uvedu přehled možných situací a příčin uvnitř objektu, které mohou způsobit poškození lidského zdraví, životního prostředí a majetku, včetně uvážení nebezpečných chemických reakcí.

Pro zpracovatelskou část Sokolovské uhelné je v současném stavu největším rizikem únik čpavku. Jedním z možných zdrojů rizik je při plnění železniční cisterny. Tato možná událost nebyla dosud podrobně analyzována a v rámci bakalářské práce jsme provedli její posouzení metodou HAZOP. V rámci Sokolovské uhelné byla doporučení z této analýzy týkající se systému plnění čpavku do železniční cisterny promítnuta do technicko-provozní dokumentace.

Vzhledem k tomu, že jsem zaměstnancem tohoto podniku, rozhodla jsem se využít své dosavadní znalosti v této problematice a vybrala jsem si toto nebezpečí zpracovat ve své bakalářské práci.

2. Současný stav

2.1. Závažná havárie

Závažná havárie - mimořádná, částečně nebo zcela neovladatelná, časově a prostorově ohraničená událost, zejména závažný únik nebezpečné látky, požár nebo výbuch, která vznikla nebo jejíž vznik bezprostředně hrozí v souvislosti s užíváním objektu, vedoucí k vážnému ohrožení nebo k vážným následkům na životech a zdraví lidí a zvířat, životním prostředí nebo majetku a zahrnující jednu nebo více nebezpečných látek, dle zákona č. 224/2015 Sb. [1].

Nebezpečné chemické látky – látky a směsi, které vykazují jednu nebo více nebezpečných vlastností a pro tyto vlastnosti jsou klasifikovány (podle stanovených podmínek) jako výbušné, oxidující, extrémně hořlavé, vysoce hořlavé, hořlavé, vysoce toxické, toxické, zdraví škodlivé, žíravé, dráždivé, senzibilizující, karcinogenní, mutagenní, toxické pro reprodukci, nebezpečné pro životní prostředí [3].

Bezpečnostní list – jedná se o souhrn identifikačních údajů o výrobcí nebo dovozci a údajů o látce nebo přípravku, které umožní osobám, které s nimi zachází, přijímat přiměřená opatření k ochraně zdraví a životního prostředí, včetně bezpečnosti a ochrany zdraví při práci [4].

H-věty – *standardní věta o nebezpečnosti*: Věta přiřazená dané třídě a kategorii nebezpečnosti dané nebezpečné látky nebo směsi, která popisuje povahu nebezpečnosti dané nebezpečné látky nebo směsi, případně i včetně stupně nebezpečnosti [5].

P-věty – pokyny pro bezpečné zacházení: Věta popisující jedno nebo více doporučených opatření pro minimalizaci nebo prevenci nepříznivých účinků dané látky nebo směsi v důsledku jejího používání nebo odstranění [5].

2.2. Legislativa

Základním právním předpisem, upravujícím oblast prevence závažných havárií, je zákon č. 224/2015 Sb., ze dne 12. srpna 2015, zákon 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 (zákon o prevenci závažných havárií). Zákon zpracovává příslušnou Směrnicí Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU a stanoví systém prevence závažných havárií pro objekty, v nichž je umístěna vybraná nebezpečná chemická látka nebo chemická směs s cílem snížit pravděpodobnost vzniku a omezit následky případných závažných havárií na zdraví a životy lidí, zvířata, životní prostředí a majetek. Zákon nabyl účinnosti dne 1. října 2015. Zákonem se ruší zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií [1].

2.2.1. K provedení zákona č. 224/2015 Sb., slouží následující právní předpisy

2.2.1.1. Vyhláška ministerstva životního prostředí

Vyhláška č. 227 Sb., ze dne 24. srpna 2015, o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku.

Vyhláška č. 228 Sb., ze dne 24. srpna 2015 o rozsahu zpracování informace veřejnosti, hlášení o vzniku závažné havárie a konečné zprávy o vzniku a dopadech závažné havárie.

Vyhláška č. 229 Sb., ze dne 24. srpna 2015, o způsobu zpracování návrhu ročního plánu kontrol a náležitostech obsahu informace o výsledku kontroly a zprávy o kontrole.

2.2.1.2. Vyhláška ministerstva průmyslu a obchodu

Vyhláška č. 225/2015 Sb., ze dne 28. srpna 2015, o stanovení rozsahu bezpečnostních opatření fyzické ochrany objektu zařazeného do skupiny A nebo skupiny B.

2.2.1.3. Vyhláška ministerstva vnitra

Vyhláška č. 226 Sb., ze dne 12. srpna 2015, o zásadách pro vymezení zóny havarijního plánování a postupu při jejím vymezení a o náležitostech obsahu vnějšího havarijního plánu a jeho struktury.

2.2.2. Integrovaný záchranný systém

Integrovaný záchranný systém (IZS) je považován za koordinovaný postup jeho složek. Koordinovaný postup složek IZS při záchranných a likvidačních pracích probíhá na třech úrovních:

- **taktická** – probíhá na místě zásahu, tedy tam, kde se projevují účinky mimořádné události nebo tam, kde se tyto projevy očekávají. Na tomto místě odpovídá za provádění záchranných a likvidačních prací velitel zásahu;
- **operační** – probíhá na úrovni operačních středisek základních složek IZS, přičemž operační středisko Hasičského záchranného sboru ČR (HZS) je zároveň operačním a informačním střediskem IZS;
- **strategická** – kdy se do koordinace záchranných a likvidačních prací přímo zapojuje starosta obce s rozšířenou působností (ORP), hejtman kraje nebo Ministerstvo vnitra. Jako poradní orgán jsou k jejich rozhodování využívány krizové štáby. Složky IZS v souvislosti s působením při záchranných a likvidačních pracích na výše uvedených úrovních členíme na:
 - **základní složky IZS** – HZS ČR a jednotky požární ochrany zařazené v plošném pokrytí území kraje, Policie ČR, poskytovatelé ZZS;
 - **ostatní složky IZS** – vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil (Armáda ČR), ozbrojené bezpečnostní sbory kromě Policie ČR, ostatní záchranné sbory kromě HZS ČR, orgány ochrany veřejného zdraví, havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby, zařízení civilní ochrany, neziskové organizace a sdružení občanů apod. Začlenění ostatních složek do IZS je podmíněno uzavřením dohody o plánované pomoci na vyžádání mezi HZS a ostatní složkou [10].

2.3. Dopady chemických havárií

Chemický průmysl je nejrychleji se rozvíjející odvětví průmyslu. Produkce chemického průmyslu každým rokem stoupá, zejména petrochemie, potravinářské chemie, agrochemie a výroba plastických hmot nabraly strmý vzestup. S nárůstem velkého počtu chemických provozů se také zvýšila pravděpodobnost průmyslových havárií, a tím i možnost ohrožení obyvatelstva nebo environmentálního prostředí. Historie nás učí nepodceňovat riziko průmyslových havárií, nejen proto, že to riziko existuje, ale hlavně proto, že se to již mnohokrát stalo. Příkladem můžeme uvést únik methylizokyanátu v indickém Bhópálu, dioxinů v italském Sevesu, výbuch chemičky ve francouzském Toulouse, exploze v továrnách na výrobu pyrotechniky v Číně, atd. Všechny měly katastrofální dopad na blízká města a počet obětí byl vysoký. Odstranění následků stálo mnoho prostředků a úsilí. Některá města se již nikdy nepovedla vrátit do původního stavu [11, 14, 18].

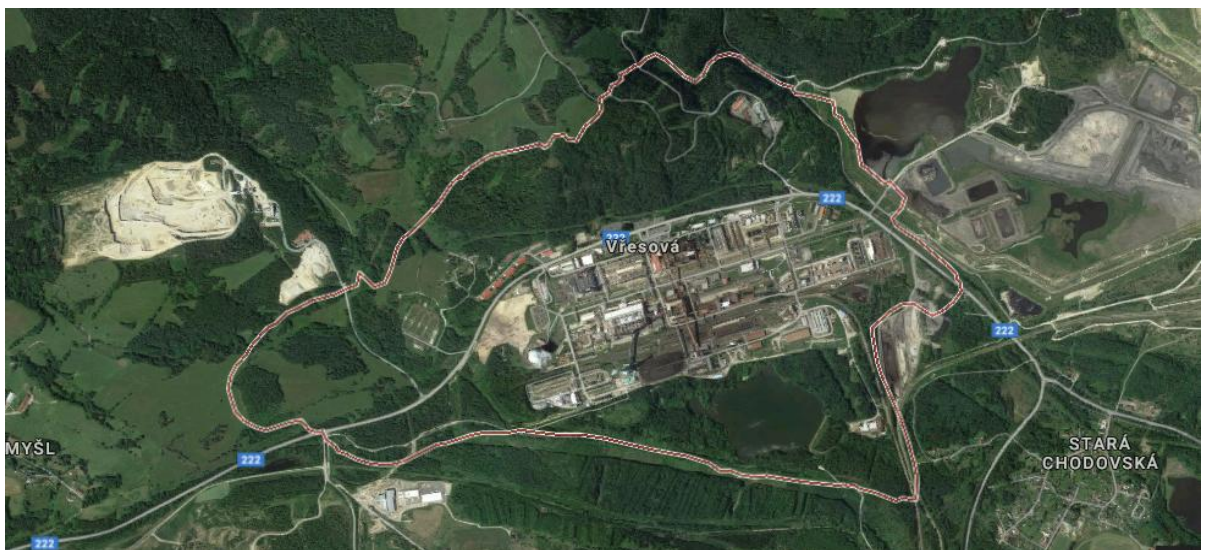
Podstatnou roli hraje fakt, kde se chemický provoz nalézá. Většina z nich se postavila a staví mimo města nebo v okrajových částech. Dává to smysl, aby bezpečnost byla v souladu s obslužností a nutných nárocích těchto provozů, např. dostupnost vodního zdroje. Bohužel se v některých případech stalo, že rozrůstající se město pohltilo průmyslové podniky původně postavené mimo obydlenou oblast. Takovým typickým příkladem je město Ústí nad Labem. Dva největší průmyslové areály chemičky Spolchemie a bývalé SETUZY se dnes prakticky nacházejí uprostřed města. Po celou dobu existence zásobují své okolí obtěžujícím zápachem a samozřejmě jsou potenciálním rizikem. Pro samotné podniky je samozřejmě svazující městská zástavba, protože brání rozšiřování a tím způsobuje kumulaci jednotlivých výroben a provozů na malém prostoru. Ty mohou mít za následek v případě havárie „domino efekt“ a násobení katastrofických následků nehody [11, 14, 18].

Pokud pomineme fatální lidské selhání nebo vznik havárie závadou na zařízení, skýtají velké riziko provozy postavené v nevhodných oblastech, kde hrozí zátopy, extrémní atmosférické jevy či tektonická činnost a její průvodní jevy jako jsou např. tsunami a zemětřesení. Proto je důležité se náležitě na tyto události důkladně připravit.

2.4. Přípravenost na mimořádné události pro společnost Sokolovská uhelná a.s.



Obrázek 1 - Sokolovská uhelná a.s. - divize Zpracování[12]

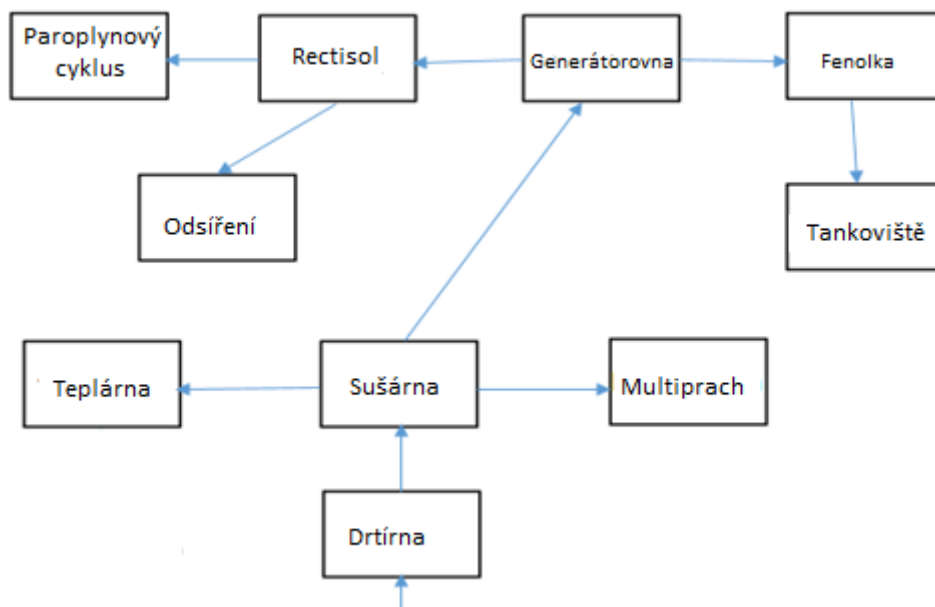


Obrázek 2 - letecká mapa Vřesové[13]

Hlavními předměty činnosti společnosti jsou především dobývání hnědého uhlí, jeho úprava a transformace na ušlechtilé druhy energií a také obchodní činnost s výslednými produkty. Tyto činnosti zahrnují také výrobu chemických látek a směsí (včetně amoniaku), které vznikají při tlakovém zplyňování hnědého uhlí.

2.4.1. Rozdělení do jednotlivých úseků divize Zpracování

V závodě se nacházejí nebezpečné látky v určitých částech podniku (viz. Proudové schéma obr. č. 3)



Obrázek 3 - proudové schéma výroby divize zpracování Vřesová

2.4.2. Výskyt nebezpečných látek ve vybraných úsecích

Nebezpečné látky, které se nacházejí v podniku Sokolovská uhelná, slouží jako výchozí suroviny a pomocné látky, ale i meziprodukty a finální výrobky.

Tyto látky jsem si rozdělila podle jednotlivých úseků. U těchto látek je popsáno jejich použití, včetně jejich identifikace nebezpečnosti, působení na lidský organismus a vliv na životní prostředí.

2.4.2.1. Generátorovna

Generátorovna zajišťuje především výrobu mezivýrobku energoplynu tlakovým zplyňováním hnědého uhlí v generátoru za přidání kyslíku a páry jako pomocných látek.

Ohrožující látky :

Kyslík - O₂ pomocná surovina

- Charakteristika chemické látky: Bezbarvý plyn bez zápachu, těžší než vzduch a šíří se při zemi, je nehořlavá, ale silně podporuje hoření, má oxidační vlastnosti. Kontakt může způsobit požár nebo výbuch.

- Účinky na lidský organismus: Působí bez prokazatelných příznaků a může způsobit závrať nebo udušení. Styk s plynem může způsobit poleptání, vážné poškození zdraví nebo omrzliny. Oheň může způsobit dráždivé nebo toxické plyny [21].

Energoplyn - mezivýrobek se nachází v generátorech plynu, které vedou potrubím cestou na úsek čistící řady Rectisol a potrubí plynu na úsek Paroplynový cyklus.

- Charakteristika chemické látky: Za normálních podmínek extrémně hořlavý bezbarvý plyn, zápach po sulfanu a sirných uhlovodících. Obecné ohrožení výbuchem a při iniciaci zážehem vznik požáru. Množství látky schopné způsobit vážnou havárii: 50 t.

- Účinky na lidský organismus: může poškodit plod v těle matky, způsobuje poškození orgánů při prodloužené nebo opakované expozici. Při vdechování může způsobit smrt.

V životním prostředí jsou ohroženy osoby i fauna. [21]

2.4.2.2. Rectisol

Rectisol je úsek jejíž technologie má za úkol čištění energoplynu pomocnou látkou metanol. Únik energoplynu, metanolu resp. bohatého expanzního plynu (BEP, sirovodíkový plyn-meziprodukt) propojující technologické aparáty chladícího zařízení Linde na sekci Rectisol může vést k požáru nebo výbuchu resp. k šíření oblaku toxického plynu. Další pomocnou látkou je amoniak, chladí se jím energoplyn, který je přistaven v železniční cisterně a stáčí se přímo do výroby. Nad touto železniční cisternou se nachází potrubí se zemním plynem, který si podnik vyrábí, když je nedostatečná výroba energoplynu. Pokud by došlo k roztržení nebo netěsnosti vzniklé na potrubí zemního plynu, mohou vést obě tyto situace k výbuchu respektivě k šíření oblaku toxického plynu. [21]

Ohrožující látky :

Metanol - pomocná látka

- charakteristika – vysoce hořlavá toxická kapalina a pára v jakémkoliv poměru ředitelná s vodou při teplotě 25 °C Při zahřívání nebo hoření může dojít k explozivní reakci, k požáru s možností dominoefektu. Způsobuje poškození zdraví při vdechování, při styku s kůží i po požití. Nenechávat vniknout do okolního životního prostředí. [21]

Amoniak - průmyslová škodlivina

- charakteristika - bezbarvý plyn, pronikavý čpavý zápach, při odpařování z kapalného stavu tvoří chladné mlhy, které jsou těžší než vzduch mohou způsobit nebezpečí požáru a výbuchu.
- účinky na lidský organismus - dráždění očí, nosu a krku, dyspnoe, sípot, bolesti v hrudi, plicní edém, zpěněný růžový hlen, poleptání kůže a vznik puchýřů, poleptání a zarudnutí očí, při kontaktu s kapalinou vznik omrzlin [21]

2.4.2.3. Fenolka

Sekce Fenolka navazuje na technologii beztlakého dělení sekce Generátorovna. Surová fenolová voda je upravována extrakcí butylacetátem. Získaný fenolový extrakt je expedován jako produkt na úseku Vlečka. Čpavková voda, získaná destilací a tlakovou destilací, je zbavována kyselých složek a tlakovou destilací je kapalný čpavek jako produkt a též expedován na úseku Vlečka.

Jelikož sekce zajišťuje veškerou expedici hnědouhelného generátorového dehtu, fenolového koncentrátu a kapalného čpavku, je součástí sekce Vlečka, vybavené skladovacími nádržemi, čerpací stanicí a plnicí rampou.

Největší riziko, pro svou toxicitu, představuje amoniak kapalný i plynný. [21]

Amoniak – výrobek

- základní vlastnosti: průmyslová škodlivina, bezbarvý plyn, pronikavý čpavý zápach, při odpařování z kapalného stavu tvoří chladné mlhy, které jsou těžší než vzduch a mohou způsobit nebezpečí požáru a výbuchu.

- Účinky na lidský organismus: dráždění očí, nosu a krku, dyspnoe, sípot, bolesti v hrudi, plicní edém, zpěněný růžový hlen, poleptání kůže a vznik puchýřů, poleptání a zarudnutí očí, při kontaktu s kapalinou vznik omrzlin. [21]

Fenolový koncentrát - kapalná toxická žíravá mutagenní organická látka, ve styku s oxidačními činidly může dojít ke vzniku požáru, páry mohou být v určitém koncentračním rozmezí výbušné.

- Účinky na lidský organismus: toxický při požití, při styku s kůží nebo při vdechování. Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí, podezření na genetické poškození může způsobit poškození orgánů při prodloužené nebo opakované expozici, toxický pro vodní organismy, s dlouhodobými účinky. Vliv na životní prostředí-zabránění uvolnění do životního prostředí.

Nebezpečné látky obsažené v odpadních vodách jsou z vody odstraňovány na sekci Fenolka. Vyčištěné odpadní vody jsou vráceny zpět do výroby. [21]

2.4.2.4. Vlečka

Vlečka je úsek součástí sekce Fenolka, který je určen ke skladování, přípravě a expedici chemických produktů do železničních cisteren. Skladovací prostory umožňují skladovat na 70 m³ až 320 m³ (4× 80 m³) kapalného čpavku. Hnědouhelný generátorový dehet má maximální skladovací kapacitu 4× 1 450 m³ Nově byl zbudován tank se skladovací kapacitou 4 500 m³. Fenolový koncentrát se skladovací kapacitou 2× 560 m³. Odpadní surový benzín se skladovací kapacitou 3× 360 m³.

Část výše uvedených látek může být umístěn v cisternách připravených k expedici na seřazovacím nádraží Vlečka. Toto místo je tudíž vzhledem ke skladovací kapacitě a expedici největší riziko pro podnik, které může způsobit poškození lidského zdraví, životního prostředí a majetku.

3. Cíl práce

Předmětem bakalářské práce je zjistit připravenost společnosti Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. (divize Zpracování) na mimořádné události v oblasti chemie, tedy mimořádné události způsobené nebezpečnými chemickými látkami a směsmi. V teoretické části jsou vymezeny základní pojmy týkající se nebezpečných látek a směsí, mimořádných událostí a příslušné právní normy.

V praktické části je provedena analýza rizik při plnění železniční cisterny amoniakem na úseku Vlečka, a to metodou HAZOP s využitím kvalitativních a kvantitativních analytických metod. V rámci analýzy a hodnocení rizik je provedena jejich identifikace a jsou popsány možné scénáře událostí, jejich příčin a dopadů. Dále je zhodnocena připravenost podniku na mimořádné události způsobené nebezpečnými chemickými látkami a směsmi, konkrétně při plnění železniční cisterny amoniakem. Na základě zjištěných skutečností jsou navržena opatření ke zmírnění pravděpodobnosti výskytu konkrétního nebezpečí a navržena doporučení pro zlepšení připravenosti společnosti Sokolovská uhelná, právní nástupce, a.s. - divize Zpracování.

4. Metodika

Metodika přístupu k identifikaci zdrojů rizik, analýze rizik a hodnocení rizik průmyslových havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi je schválená Ministerstvem životního prostředí a doporučena pro použití v rámci prevence závažných havárií. Tato metodika je návodem, jak přistoupit ke zpracování požadavků zákona o prevenci závažných havárií týkajících se posouzení rizik závažné havárie (dále jen zákon) [1]. Tento zákon je implementací směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU ze dne 4. července 2012 o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek a o změně a následném zrušení směrnice Rady 96/82/ES (směrnice 2012/18/EU se zkráceně nazývá tzv. SEVESO III). Zákon a související prováděcí předpisy určují pravidla pro prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi (dále jen nebezpečné látky) a omezení jejich následků na životy a zdraví lidí a zvířat, životní prostředí a majetek tak, aby byla účinným způsobem zajištěna vysoká úroveň ochrany. Metodika obsahuje určité části, které je vhodné doplnit dalšími informacemi, buď z důvodu určité záležitosti blíže vysvětlit, anebo z důvodu pokroku v postupech posouzení rizika v oblasti prevence závažných havárií. Tyto informace jsou určeny všem dotčeným účastníkům prevence závažných havárií.

Ke zpracování bakalářské práce je metodou především analýza rizik jejich popis a možné situace a příčiny vzniku havárie, dedukce, predikace, možné situace uvnitř podniku.

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

Popis-popis jevů za použití technik statistického šetření a terénního pozorování, je použit při zpracování analýzy rizik.

Dedukce – pro interpretaci a k formulaci výsledků a doporučení. Spočívá v logickém odvození závěru z množiny jiných tvrzení, která pokládáme za pravdivá. V práci použita při zpracování analýzy rizik, při plnění železniční cisterny a k formulaci výsledků a závěru bakalářské práce [19].

Predikace – spočívá v pokusu o předpovědění nějakého fenoménu na základě známých nebo předem získaných dat [20].

4.1. Použité metody

4.1.1. Metoda hodnocení rizik QRA a HAZOP

Základní metody odhadu technologických rizik jejich prevence minimalizace a následná opatření vyplývá z technologie společnost a dopadu na životní prostředí.

Hlavní příčiny selhání jsou:

- Lidský faktor
- Technologie výroby
- Technika

Metoda HAZOP je velmi pracná a náročná na podrobné a komplexní znalosti a zkušenosti s analyzovaným zařízením. Studie bezpečnosti vychází z knih

Yellow book [7], Purple book [8], Green book [9]

Pro zdroje rizika s nebezpečnými látkami typu hořlavé, výbušné a toxické se doporučuje aplikovat metodu identifikace a výběru zdrojů rizika pro podrobnou analýzu rizik uveřejněnou v Guidelines for quantitative risk assessment („Purple Book“), CPR-18E, která je následně využitelná i pro další kroky analýzy rizik-Purple book [8].

V Sokolovské uhelné, a.s. byla provedena externí firmou TLP studie: Identifikace zdrojů rizik a jejich výběr pro QRA selektivní metodou [10]. Výsledkem studie byl seznam zařízení (ZR), pro které je třeba zpracovat kvantitativní analýzu rizika (QRA), tak jak to požaduje zákon. [11] Mezi tato vybraná zařízení byla zařazena (mimo jiné) i železniční cisterna na pozici plnění v objektu Fenolka.

Systematická studie metodou HAZOP (jako první krok v rámci QRA) byla v této bakalářské práci zaměřena na tento zdroj rizika. Cílem studie bylo získat reálný obraz o možných příčinách vzniku, průběhu a následcích potenciálních nebezpečných situací vzniklých při plnění amoniaku do železniční cisterny.

4.2. Princip metody HAZOP

Základním principem metody je hledání odchylek od správné funkce (účelu) analyzovaného úseku (subsystému) a od správných hodnot zásadních veličin (např. tlak, teplota, průtok, složení apod.) na základě aplikace tzv. klíčových slov na tuto funkci. Vychází se z předpokladu, že hodnoty významných veličin se musí pohybovat v rozmezích, které se považují za bezpečné. Významné odchylky od stanovených hodnot mohou být nebezpečné [8].

Proto, aby bylo možno dané zařízení (systém) analyzovat pomocí níže uvedených klíčových slov, je třeba nejprve daný systém rozdělit na dílčí subsystémy tak, aby každý subsystém měl jednu základní funkci.

Klíčová slova představují standardní vodítko pro formulaci odchylek dané funkce analyzovaného subsystému. Systematickým kombinováním klíčových slov a účelu zařízení jsou prověřovány prakticky všechny možné cesty, kterými se může odchylka od správné funkce subsystému vyvinout. Tabulka č. 1 ukazuje soubor používaných klíčových slov a jejich logický význam.

Tabulka 1 - klíčová slova metody HAZOP

Klíčové slovo	Logický význam	Příklad
NENÍ (ŽÁDNÝ)	úplná negace dané funkce	není hladina, ohřev, průtok, reakce
MENŠÍ	kvantitativní pokles hodnoty dané veličiny	menší tlak, teplota, průtok
VĚTŠÍ	kvantitativní nárůst hodnoty dané veličiny	větší tlak, teplota, průtok
A TAKÉ (JAKOŽ I, A ROVNĚŽ)	kvalitativní nárůst (kromě žádaného děje se vyskytuje ještě něco navíc)	- kromě látky A se čerpá rovněž látka B, - látka se čerpá do zásobníku a také do úplně jiného zařízení, - látka se skladuje a také - polymerizuje
ČÁSTEČNĚ	kvalitativní pokles (řádná funkce není kvalitativně úplná)	chybí některá složka ve směsi
OPAČNĚ	opačná funkce (činnost)	látka se čerpá opačným směrem
JINÝ (JINAK, JINAM)	úplná náhrada původního účelu zcela jiným	- čerpání úplně jiné látky než je žádáno - čerpání látky do úplně jiného zařízení

5. Výsledky

5.1. Plnění železniční cisterny na úseku vlečka

Identifikace zdrojů rizik, jsou popsány v přehledu nebezpečných látek v objektu.

Identifikace a výběr zdrojů rizika pro podrobnou analýzu rizik

Přehled možných zdrojů rizik při plnění železniční cisterny

- Okamžitý únik celého obsahu železniční cisterny – výrazné mechanické poškození cisterny
- Kontinuální únik z cisterny- poškozený plnicí ventil způsobený korozí
- Únik z roztrženého plnicího ramene- mechanická závada na plnicím potrubí železniční cisterny

Plnicí stanoviště železniční cisterny s amoniakem je umístěno v prostoru jihovýchodní části sekce Fenolka. Kromě amoniaku lze na tomto stanovišti plnit do atmosférických železničních cisteren ještě hnědouhelný dehet, fenolový koncentrát, surový benzín.

Způsoby sběru dat:

Data pro potřeby analýzy rizik byla získávána několika způsoby, a to pomocí analýzy dokumentů, pozorování, rozhovorů a reálného cvičení

Reálné cvičení – Plnění železniční cisterny amoniakem na úseku Vlečka, kde se toto nezpracované riziko nachází

Podmětem pro cvičení bylo zjištění nezpracovaných rizik, které je pro podnik největší hrozbou.

Námětem cvičení je provedení identifikace a hodnocení rizik, a jsou popsány možné scénáře rizik, jejich příčiny a dopady.

Na základě zjištěných skutečností jsou navržena opatření ke zmírnění pravděpodobnosti zmíněných rizik a navržena doporučení pro zlepšení připravenosti společnosti



Obrázek 4 - pohled z velínu na místo příjezdu lokomotivy do plnicí stanice

5.1.1. Plnicí proces sestává z řady navazujících kroků:

- přistavení soupravy prázdných železničních cisteren do prostoru plnicí stanice lokomotivou,
- fixace soupravy do výchozí polohy pomocí posunovacího zařízení Vollert,
- posunutí vagónu na kolejovou váhu s následným převážením prázdného vagónu,
- zabrzdění železniční cisterny a založení kol klíny, uzemnění železniční cisterny připojením uzemňovacích kleští,
- připojení plnicího ramene k cisterně, nastavení požadované hmotnosti plněného produktu,
- provedení vlastního naplnění cisterny pomocí čerpadel umístěných v budově čerpací stanice a odebrání vzorku k následné analýze v průběhu plnění,
- odpojení plnicích ramen a uzemňovacích kleští,
- registrace hmotnosti naplněné cisterny, zavěšení plomb a přisunutí další cisterny,
- odtažení naplněné soupravy lokomotivou.

5.1.1.1. Plnicí stanice

Plnicí stanice je vybavena řídicím systémem, který automatizuje celý proces plnění cisterny a zároveň sleduje bezchybné provedení jednotlivých kroků. Řídicí systém nedovoluje provedení dalších kroků plnicí procedury, nebo činnost příslušných zařízení, nejsou-li splněny předepsané podmínky (systém blokad a signalizací). Řídicí systém (i vážní systém) je zálohován náhradním zdrojem UPS, v případě výpadku elektrické energie tak, aby mohl být celý proces plnění bezpečně ukončen.

Po přistavení cisterny do prostoru plnicí stanice provede obsluha vnější vizuální kontrolu železniční cisterny (těsnost ventilů, přítomnost záslepek, neporušenost ventilů a hrdel, kompletnost vybavení).



Obrázek 5 - železniční cisterna připravená k plnění

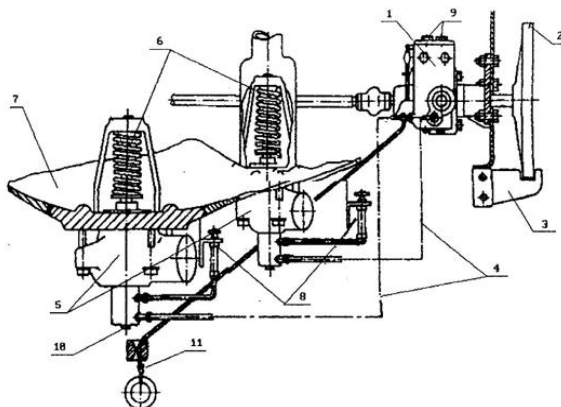
Obsluha z velínu pomocí řídicího systému přistaví cisternu na plnicí a vážní místo pomocí posunovacího zařízení „Vollert“. Následně je cisterna před zahájením plnění zvážena na kolejové váze a pomocí vyhodnocovacího zařízení se nastaví požadovaná hmotnost naplnění.

Po demontáži záslepek armatur a zjištění těsnosti vypouštěcích uzávěrů připojí stáček ramena a zkontroluje správnost nastavení trasy. Stáček ramena kapalné i plynné fáze (plynná fáze je propojena s plynnou fází příslušného stáčeného zásobníku) jsou opatřena bezpečnostní trhací spojkou, která zabezpečuje uzavření potrubí z obou stran v případě nežádoucího rozjezdu železniční cisterny.



Obrázek 6 - připojení plnicího ramene

Cisterna je vybavena hydraulickým systémem s vnějšími mechanickými ventily a vnitřními středovými hydraulickými uzávěry-podlahovými ventily (systém EVA). Vnitřní uzávěry jsou v otevřené poloze zajištěny pomocí háku na koleji. Tento systém umožňuje uzavřít vnitřní uzávěry cisterny uvolněním kolejového háku v případě pohybu nebo rozjetí cisterny nebo obsluhou v případě nutnosti pomocí pneumatického zařízení.



Obrázek 7 - plnicí systém EVA

Pokud jsou zadány všechny potřebné identifikační údaje plněné železniční cisterny, může obsluha spustit automatické plnění. Po dosažení potřebné hmotnosti amoniaku v železniční cisterně se vypne automaticky čerpadlo a zavřou se příslušné dálkové armatury. Obsluha vytlačí z obou ramen čpavek dusíkem do železniční cisterny, uzavře všechny armatury kapalně i plynné fázi, uvolní kolejový hák, odpojí plnicí ramena a namontuje koncové záslepky na armatury cisterny. Následně demontuje uzemňovací kleště z naplněné cisterny. Po ukončení této procedury je možno přikročit k posunu soupravy a plnění další cisterny.

Plnicí stanoviště je vybaveno záchytnou jímkou (pod vagónovou váhou), která je svedena průmyslovou kanalizací do jímky průmyslové kanalizace. V dosahu jsou tři nadzemní hydranty. Celý prostor plnicí stanice je sledován kamerovým systémem s vyvedením na velín. Plnicí stanoviště je osazenou rovněž čtyřmi detektory úniku (umístěny v záchytné jímce) s vyvedením signálu na velín plnicí stanice.

5.2. Popsané scénáře havárií při plnění železniční cisterny amoniakem na tankovišti

5.2.1. Iniciační událost A - okamžitý únik

Iniciační událost představuje okamžitý únik amoniaku z železniční cisterny.

V případě této iniciační události unikne veškerý amoniak (cca 45 t) ve velmi krátké době do prostoru záchytné jímky kolejové váhy a na okolní betonový podklad. Vlivem přebytku tepla amoniaku oproti svému výparnému teplu se významná část amoniaku velice rychle odpaří (cca 29 % v případě atmosférických podmínek „F“, respektive 37% v případě atmosférických podmínek „C“) a vytvoří se oblak. Zbýlý, neodpařený kapalný podíl,

ochlazený na bod varu, se bude odpařovat podstatně pomaleji (rychlost odpařování je určována přenosem tepla z podkladu a okolí). Nejprve se bude jednat o odpar vroucí kapaliny. Po určité době dojde k ochlazení kapaliny pod bod varu a režim odpařování se opět změní (rychlost se opět zmenší). Vzhledem k těmto skutečnostem je pro modelování následků brán jako směrodatný počáteční okamžitý odpar a k tomuto množství je připočteno množství odpařené z louže během 2 minut.

Obsluha je celou dobu plnění železniční cisterny přítomna na velínu (kromě toho je stanoviště vybaveno detektory a kamerovým systémem), takže v případě havárie může stisknutím havarijního tlačítka ukončit proces plnění a přivolat HZSP. Avšak v případě takto závažné a rychlé havárie je jediným možným proti havarijním opatřením okamžitě varovat okolní provozy a obyvatelstvo (v případě šíření mraku příslušným směrem) a pokusit se, pokud to vůbec bude možné, zabránit dalšímu rozptylu pomocí mobilních vodních clon.

Oblak se bude v závislosti na atmosférických podmínkách a směru větru šířit okolím.

Amoniak na základě svých toxických vlastností není vyhodnocován z pohledu exploze par amoniaku (VCE), ani vyhoření oblaku (Flash Fire). Tato varianta je velice nepravděpodobná vzhledem k vlastnostem amoniaku (vysoká hodnota dolní meze výbušnosti, poměrně vysoká iniciační energie, nízká teplota). Z praxe rovněž není znám případ VCE amoniaku. Podle [4, 7 green book, Hazop] se v takovém případě neuvažuje s explozí.

Okamžitý únik amoniaku však může být také výsledkem domino efektu, v případě požáru pod železniční cisternou a v jejím těsném okolí. Výsledkem této události je havárie BLEVE. V takovém případě vedle tlakové vlny a možného rozletu fragmentů při roztržení bude havárie doprovázena vysokým tepelným tokem z vytvořené ohnivé koule (Fireball). I když pravděpodobnost vzniku BLEVE je velmi malá, nelze tuto havárii zcela vyloučit, neboť v přistavené soupravě železničních cisteren (nebo v nejbližším okolí) se mohou vyskytovat atmosférické železniční cisterny s obsahem hořlavých kapalin (zejména hnědouhelný dehet, surový benzín).

Označení scénářů:

- A 1 – toxický rozptyl amoniaku při iniciační události A
- A 2 – havárie typu BLEVE při iniciační události A

5.2.2. Iniciační událost B – únik amoniaku z železniční cisterny otvorem

Iniciační událost představuje únik amoniaku z cisterny otvorem DN 80 (jmenovitá světlost potrubí v mm).

Tato havárie může nastat za předpokladu vzniku velké netěsnosti na plášti cisterny. Podle práce ^[9] se v takovém případě uvažuje netěsnost, která odpovídá světlosti největšího přípojovacího potrubí, tj. DN 80.

Při modelování se konzervativně uvažuje s porušením pláště v dolní části cisterny, takže dojde k vyprázdnění celé cisterny. Rychlost a doba úniku závisí pro daný únikový otvor na tlaku uvnitř cisterny, který je dán teplotou. Únik bude velice masivní a rychlý (naplněná cisterna o objemu 87 m³ se vyprázdní během 8–9 minut).

Oblak amoniaku se bude v závislosti na atmosférických podmínkách a směru větru šířit okolím. Protihavarijní opatření jsou obdobná jako v případě iniciační události toxického rozptylu amoniaku.

Označení scénáře:

B – toxický rozptyl amoniaku při iniciační události- havárie typu BLEVE

5.2.3. Iniciační událost C - únik amoniaku z roztrženého plnicího ramene

Iniciační událost představuje únik amoniaku z roztrženého plnicího ramene.

Proces plnění amoniaku do železniční cisterny je velmi dobře zabezpečen. Pokud se bude jednat o náhlý pohyb cisterny, unikne minimální množství amoniaku vzhledem k ochraně plnicího ramene trhací spojkou. Bezprostředně po roztržení dojde k uzavření obou konců roztrženého ramene.

Pokud se bude jednat o roztržení ramene z jiného důvodu a v jiném místě, únik bude velice rychle detekován (trvalá přítomnost obsluhy na velínu, kamerový systém, detektory) a zastaven (řídící a vážní systém, havarijní tlačítko na velínu, dálkové armatury na plnicím potrubí). Pro tento scénář je tak uvažována maximální doba úniku amoniaku roztrženým ramenem 5 minut. Do této doby by amoniak unikl z obou konců roztrženého ramene.

Železniční cisterna se plní cca 90 minut (předpoklad pro 45 t amoniaku), tzn., že ze strany zásobníku lze předpokládat únik amoniaku rychlostí cca 7,4 kg·s⁻¹. Ze strany železniční

cisterny bude unikat v závislosti na teplotě amoniaku cca $12,4 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$ ($10 \text{ }^\circ\text{C}$), respektive až $14,5 \text{ kg}\cdot\text{s}^{-1}$.

5.3. Následky havárií při plnění železniční cisterny amoniakem na tankovišti

5.3.1. Možné situace a příčiny vzniku závažné havárie vně objektu

Přehled možných situací a příčin (podmínek) vně objektu, které mohou způsobit poškození lidského zdraví, životního prostředí a majetku.

Nebezpečné situace vně areálu zpracovatelské části SU, a.s. mohou mít charakter přírodních jevů (většinou bez možnosti ovlivnění lidským faktorem) a/nebo jsou důsledkem lidské činnosti.

Jednotlivé možnosti a jejich vliv na bezpečný provoz analyzovaného zařízení jsou uvedeny v tabulce č. 2, 3. Tyto stavy můžou negativně ovlivnit celou situaci při úniku amoniaku z železniční cisterny.

Tabulka 2 - Nebezpečné situace vzniklé v důsledku účinku nepříznivých přírodních jevů

Přírodní jev	Možný následek	Poznámka
Atmosférické srážky: (déšť, kroupy, sníh, sucho)	Většinou bez výrazných následků; vlhkost může způsobovat urychlení koroze korozivních částí zařízení	
Vítr (vichřice, tornáda, hurikány apod.)	Extrémní projevy mohou způsobit poškození částí technologií s únikem NL a možným požárem, explozí nebo tvorby toxického oblaku	Málo pravděpodobné
Atmosférická teplota	Zvýšená teplota může vyvolat zvýšený tlak par NL v zařízení, zejména skladovacích	Skladovací zařízení jsou na takové podmínky dimenzována.
Atmosférický tlak	Bez vlivu	
Sluneční záření	Zvýšená teplota může vyvolat zvýšený tlak par NL v zařízení, zejména skladovacích	Skladovací zařízení jsou na takové podmínky dimenzována.
Atmosférická vlhkost (mlha, mráz)	Může způsobit urychlení koroze korozivních (nechráněných) částí zařízení, popř. zamrznutí ventilů apod.	
Atmosférické výboje (blesky)	Při zvláště nepříznivých okolnostech (např. závada bleskosvodu, mimo-řádně silný výboj apod.) by mohlo dojít k poškození zařízení a úniku NL, požáru, eventuálně explozi nebo šíření toxického oblaku	Veškerá technologická zařízení jsou uzemněna a napojena na zemnicí síť SU, a.s.
Záplavy a povodně	Bez vlivu	Objekt je umístěn mimo zátopová území
Stav podzemních vod (průlinové a/nebo puklinové pronikání, účinky vysoké hladiny atd.)	Bez vlivu (nebo výskyt vyloučen)	
Stav podloží a posoupnost vrstev (sesedání, nízká soudržnost, únosnost)	Doposud nebyl pozorován vliv těchto jevů	
Seismicita	Extrémní projevy mohou způsobit poškození budov nebo technologií a únik NL s možným požárem, eventuálně explozí nebo šířením toxického oblaku	Výskyt je velmi málo pravděpodobný – území je seismicky klidné (v blízké lokalitě indikován max. 4,8 stupeň Richterovy stupnice)
Aktivní geodynamické jevy (sesuvy, laviny atd.)	Výskyt vyloučen	
Povrchová eroze	Bez vlivu	
Vulkanická činnost	Výskyt vyloučen	
Účinky zemské a vodní flory a fauny lokality	Bez vlivu	Výjimečně by mohl výskyt hlodavců způsobit např. porušení elektrických kabelů
Pád vesmírného tělesa (meteoritu)	Poškození částí budov nebo zařízení s únikem NL a možným požárem, eventuálně explozí nebo šířením toxického oblaku	Extrémně nepravděpodobné

Tabulka 3 - Nebezpečné situace vzniklé v důsledku lidské činnosti v okolí objektu

Lidská činnost	Důsledek	Poznámka
Exploze (vnitřní výbuch, exploze mraku plynu/par, atd.) na okolních technologiích	Výskyt vyloučen	
Letící předměty (trosky při explozi, vnitřním výbuchu)	Výskyt vyloučen	
Požár na okolních technologiích	Výskyt vyloučen	
Únik toxické, nebo radioaktivní látky	Výskyt vyloučen	
Pád letadla	Poškození částí budov nebo zařízení s únikem NL a možným požárem, explozí nebo šířením toxického oblaku	Nad areálem zpracovatelské části SU, a.s. letecký koridor nevede, ale není to zakázané území pro letecký provoz.
Náraz při neopatrné manipulaci (automobil, ŽC, jeřáb apod.)	Poškození nebo zřícení částí technologií (např. stržení potrubí) s únikem NL a následným požárem, explozí nebo šířením toxického oblaku	Potrubí zemního plynu je umístěno na potrubním mostu umístěném nad silnicí III. tř. č. 222 ve směru Chodov–Horní Rozmyšl
Vliv silniční nebo železniční dopravy	Poškození nebo zřícení částí technologií (např. stržení potrubí) s únikem NL a následným požárem, explozí nebo šířením toxického oblaku	Potrubí zemního plynu je umístěno na potrubním mostu umístěném nad silnicí III. tř. č. 222 ve směru Chodov–Horní Rozmyšl
Vliv produktovodů	Poškození vysokotlakého potrubí zemního plynu s únikem NL a požárem nebo explozí	Vysokotlaké potrubí zemního plynu je ve vlastnictví společnosti RWE
Vliv hospodářských nebo vojenských objektů	Není znám zdroj ohrožující analyzovaná zařízení	
Terorismus	Poškození částí budov nebo zařízení s únikem NL a možným požárem, explozí nebo šířením toxického oblaku	Při napadení zdrojů elektrické energie, vzduchu, vody apod. hrozí odstavení celé výroby

5.3.2. Možné situace a příčiny vzniku závažné havárie uvnitř objektu

Iniciační událost – okamžitý jednorázový únik amoniaku z poškozené železniční cisterny umístěné na plnicím místě tankovišti.

Scénář - únik toxického plynu po jednorázovém úniku amoniaku z poškozené železniční cisterny znázorněn v následujících tabulkách (č.4 a č.5)

Tabulka 4 - Vyhodnocení havárie typu úniku toxického plynu po jednorázovém úniku amoniaku z poškozené železniční cisterny

Použité modely	Atmosférické podm.	Vstupní údaje a dílčí výpočty
<u>Flashing liquid instantaneous release</u> <u>Evaporation from land boiling liquid spreading pool</u> <u>Dense gas instantaneous release toxic dose</u>	F/1	Teplota amoniaku a okolí 10 °C Okamžitý únik 45 t NH ₃ , Okamžitý odpar 13,3 t, Odpar z louže během 2 min 5,4 t Rozptyl 18,7 t NH ₃
	C/3	Teplota amoniaku a okolí 20 °C Okamžitý únik 45 t NH ₃ , Okamžitý odpar 16,7 t, Odpar z louže během 2 min 8,9 t Rozptyl 25,6 t NH ₃

Tabulka 5 - Následky – scénář – únik toxického plynu (amoniak)

Lokalita	Atmosférické podm.	C _{Max} [mg·m ⁻³]	Toxická dávka [(mg·m ⁻³) ⁿ ·min]	Pravděpodobnost úmrtí ¹ [-]
Vřesová – obytné domy	F/1	6	4,0·10 ¹	–
	C/3	1 539	4,2·10 ⁶	–
Vřesová – Dům služeb	F/1	24	6,2·10 ²	–
	C/3	1 748	5,3·10 ⁶	–
Vřesová – Budova 120	F/1	50	2,8·10 ³	–
	C/3	1 907	6,1·10 ⁶	–
Stará Chodovská	F/1	1 193	2,1·10 ⁶	–
	C/3	3 306	1,6·10 ⁷	–

5.4. Navržení opatření ke zmírnění pravděpodobnosti výskytu rizik

V našem podniku se provádí celopodniková údržba jednou za dva roky. Vzhledem příčiny právě zkorodovaného ventilu a výrazně poškozené železniční cisterny, únavou opotřebované rameno u plnicího zařízení mě dovedlo k psaní této bakalářské práce. Na základě zjištěných rizik jsem doporučila tuto celopodnikovou údržbu provádět již jednou za rok, kdy se po odstavení výroby a následné údržbě, preventivně a důkladně odstraní poškozená zařízení. Toto vyžaduje rozsáhlou přípravu plánů, vzdělávání zaměstnanců, přípravy techniky a materiálu pro mimořádné události.

Na základě provedené studie navrhuji zvážit následující opatření, které přispívá ke zvýšení bezpečnosti:

Železniční cisternu pro amoniak nezařazovat a nepřistavovat na plnicí kolej v soupravě s ostatními železničními cisternami, ale vždy pouze jako samostatný vagón (nebo zabezpečit, aby v přistavené soupravě nebyla zařazena železniční cisterna s hořlavou kapalinou).

Toto opatření významně sníží možnost sekundární havárie BLEVE (domino efekt) na železniční cisternu s amoniakem a přispěje tak ke snížení rizika závažné havárie.

Zvláštní důraz je kladen na řádné vyšetření primárních příčin v souvislosti se selháním nebo chybováním lidského činitele.

Kromě toho je stanoviště vybaveno detektory a kamerovým systémem, takže v případě havárie může stisknutím havarijního tlačítka ukončit proces plnění a přivolat HZSP. Avšak v případě takto závažné a rychlé havárie je jediným možným proti havarijním opatřením okamžitě varovat okolní provozy a obyvatelstvo (v případě šíření mraku příslušným směrem) a pokusit se, pokud to vůbec bude možné, zabránit dalšímu rozptylu pomocí mobilních vodních clon.

Nad riziková zařízení jsem doporučila nainstalovat 8 kouřových čidel+3 tlačítkové hlásiče EPS, která jsou vyvedena na ohlašovnu požáru HZSP .

6. Diskuse

Cílem plánů všeobecné připravenosti je vyzdvihnout nezbytné oblasti, jimž je nutno věnovat pozornost, a které by měly být v plánech zohledněny a měly by obsáhnout všechny možné nástrahy. Samozřejmě není možné tyto nástrahy úplně eliminovat, ale přesto jsem se snažila popsat ty nejdůležitější. Vždy je nejlepší nebezpečným situacím předcházet. Pokud již k incidentu dojde, je potřeba znát podrobně všechny možné důsledky a mechanismy, jak postupovat, aby škody na majetku, zdraví a environmentální bezpečnosti byly minimální. Po skončení události je nutné zjistit její přesné příčiny, abychom podobným událostem v budoucnu předcházeli. A tím se vlastně vracíme na začátek k prevenci. Atmosférická vlhkost (mlha, mráz) může způsobit urychlení koroze korozivních (nechráněných) částí zařízení, popř. zamrznutí ventilů a technologii výroby, která svým opotřebením může způsobit průmyslovou havárii rozsáhlých následků, z kterých jsme se již v minulosti poučily.(indický Bhópál, italské Seveso, francouzské Toulou v Číně, Černobyli atd.) Všechny měly katastrofální dopad

V našem podniku se provádí celopodniková údržba jednou za dva roky. Vzhledem příčiny právě zkorodovaného ventilu a výrazně poškozené železniční cisterny, únavou opotřebené rameno u plnicího zařízení mě dovedlo k psaní této bakalářské práce. Na základě zjištěných rizik jsem doporučila tuto celopodnikovou údržbu provádět již jednou za rok, kdy se po odstavení výroby a následné údržbě, preventivně a důkladně odstraní poškozená zařízení Toto vyžaduje rozsáhlou přípravu plánů, vzdělávání zaměstnanců, přípravy techniky a materiálu pro mimořádné události.

Na základě provedené studie HAZOP a doporučení odborné literatury se identifikovaly možné scénáře závažných havárií, kde se posoudila následující iniciační události a jim odpovídající havarijní scénáře:

Metoda HAZOP je velmi pracná a náročná na podrobné a komplexní znalosti a zkušenosti s analyzovaným zařízením. Proto je nezbytné vytvoření týmu odborníků. Vedoucím týmu je zkušený pracovník, který je dobře obeznámen s metodou HAZOP a jeho úkolem je metodicky řídit diskusi a důsledně a systematicky analyzovat daný systém. Výsledkem je vytvoření seznamu všech možných odchylek od řádné funkce systému (subsystému) a identifikace všech nebezpečných stavů, vyvolaných těmito odchylkami. Okamžitý únik celého obsahu – výrazné mechanické poškození železniční cisterny zkorodovaný plnicí ventil Data pro potřeby

analýzy rizik byly získány několika způsoby pomocí analýzy dokumentů, pozorování a reálného cvičení.

Reálné cvičení Plnění železniční cisterny Amoniakem:

Podnětem pro cvičení plnění železniční cisterny amoniakem na úseku Vlečka, bylo dosud nezpracovaná rizika bezpečnosti práce, které jsou největší hrozbou pro podnik Sokolovská uhelná. Zároveň byla prověřena připravenost jednotek HZSP.

Výpočty a vyhodnocení metody HAZOP je provedeno za pomoci výpočetního programu EFFECT, verze 4.0, TNO-MEP, Netherlands

Plnicí stanice je vybavena řídicím systémem, který automatizuje celý proces plnění cisterny a zároveň sleduje bezchybné provedení jednotlivých kroků. Řídicí systém nedovoluje provedení dalších kroků plnicí procedury, nebo činnost příslušných zařízení, nejsou-li splněny předepsané podmínky (systém blokad a signalizací). Řídicí systém (i vážní systém) je zálohován náhradním zdrojem UPS, v případě výpadku elektrické energie tak, aby mohl být celý proces plnění bezpečně ukončen.

Nad riziková zařízení jsem doporučila nainstalovat 8 kouřových čidel+3 tlačítkové hlásiče EPS, která jsou vyvedena na ohlašovnu požáru HZSP .Při plnění na úseku Po přistavení cisterny do prostoru plnicí stanice provede obsluha vnější vizuální kontrolu železniční cisterny (těsnost ventilů, přítomnost zásepek, neporušenost ventilů a hrdel, kompletnost vybavení Na základě provedené studie navrhuje zvážit následující opatření, které přispívá ke zvýšení bezpečnosti:

Železniční cisternu pro amoniak nezařazovat a nepřistavovat na plnicí kolej v soupravě s ostatními železničními cisternami, ale vždy pouze jako samostatný vagón (nebo zabezpečit, aby v přistavené soupravě nebyla zařazena železniční cisterna s hořlavou kapalinou).

- ➔ Toto opatření významně sníží možnost sekundární havárie BLEVE (domino efekt) na železniční cisternu s amoniakem a přispěje tak ke snížení rizika závažné havárie.
- ➔ Zvláštní důraz je kladen na řádné vyšetření primárních příčin v souvislosti se selháním nebo chybováním lidského činitele. Avšak v případě takto závažné a rychlé havárie je jediným možným proti havarijním opatřením okamžitě varovat okolní provozy a obyvatelstvo (v případě šíření mraku příslušným směrem) a pokusit se,

pokud to vůbec bude možné, zabraňovat dalšímu rozptylu pomocí mobilních vodních clon.

Tato doporučení jsem navrhla zpracovat do Vnitřního havarijního plánu, který byl v Karlových Varech dne 31. 3. 2017 schválen. Doporučení se týkala jak chybovosti lidského faktoru, tak selhání techniky a technologie výroby.

Kromě toho je stanoviště vybaveno detektory a kamerovým systémem, takže v případě havárie může stisknutím havarijního tlačítka ukončit proces plnění a přivolat HZSP. Avšak v případě takto závažné a rychlé havárie je jediným možným proti havarijním opatřením okamžitě varovat okolní provozy a obyvatelstvo (v případě šíření mraku příslušným směrem) a pokusit se, pokud to vůbec bude možné, zabraňovat dalšímu rozptylu pomocí mobilních vodních clon.

7. Závěr

Na začátku své bakalářské práce jsem měla mnoho cílů a myšlenek, jak ji vytvořit. Mnoho z toho jsem ve své bakalářské práci uskutečnila, avšak ne o všem bylo možné se rozepsat, tak jak bych chtěla. Není vyloučené, že to bude námětem pro pokračování, například v diplomové práci.

Co se týká teoretické části, popsala jsem veškerá témata, o kterých jsem se zmiňovala již v úvodu práce. Nejdříve jsem popsala obecně rizika závažné chemické havárie. Vzhledem k předpokládanému rozsahu práce jsem vybrala z možných mimořádných událostí scénáře havárií, ke kterým může dojít při plnění železničních cisteren amoniakem.

V praktické části bylo provedeno posouzení možných havárií při této činnosti metodou HAZOP. Čtenářům chci takto alespoň v relativně ukázat postupy, které se uplatňují v průmyslovém podniku, aby se provozovalo zařízení s nebezpečnými chemickými látkami bezpečně.

8. Seznam použitých zkratek

IZS	Integrovaný záchranný systém
HZS	Hasičský záchranný sbor
ORP	Obec s rozšířenou působností
ZZS	Zdravotnická záchranná služba
PČR	Policie České republiky
BEP	bohatý expanzní plyn
QRA	Quantitative Risk Analysis
HAZOP	Hazard and Operability Study
HZSP	Hasičský záchranný sbor podniku
NL	Nebezpečná látka
SU	Sokolovská uhelná

9. Seznam obrázků

Obrázek 1 - Sokolovská uhelná a.s. - divize Zpracování[12].....	14
Obrázek 2 - letecká mapa Vřesové[13].....	14
Obrázek 3 - proudové schéma výroby divize zpracování Vřesová.....	15
Obrázek 4 - pohled z velínu na místo příjezdu lokomotivy do plnicí stanice	25
Obrázek 5 - železniční cisterna připravená k plnění.....	27
Obrázek 6 - připojení plnicího ramene	27
Obrázek 7 - plnicí systém EVA.....	28

10. Seznam tabulek

Tabulka 1 - klíčová slova metody HAZOP	23
Tabulka 2 - Nebezpečné situace vzniklé v důsledku účinku nepříznivých přírodních jevů	32
Tabulka 3 - Nebezpečné situace vzniklé v důsledku lidské činnosti v okolí objektu	33
Tabulka 4 - Vyhodnocení havárie typu únik toxického plynu po jednorázovém úniku amoniaku z poškozené železniční cisterny	34
Tabulka 5 - Následky – scénář – únik toxického plynu (amoniak)	34

11. Použité zdroje

- [1] Česká republika. Zákon č.224/2015 Sb., Zákon 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, In: *Sbírka zákonů 2015*. Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2015-224>
- [2] Výkladový terminologický slovník některých pojmů používaných v analýze a hodnocení rizik pro účely zákona o prevenci závažných havárií [online]. Praha : Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2005. 55 s. Dostupný z WWW: http://www.vubp.cz/html_oppzh/metodiky/vykladovy_slovník_brezen05.pdf
- [3] Česká republika. Zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon). Dostupné z <https://www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-350>
- [4] MALÝ, Stanislav, KRÁL, Miroslav a HANÁKOVÁ, Eva. ABC ergonomie. 1. vyd. Praha: Professional Publishing, 2010. 386 s.
- [5] Nařízení evropského parlamentu a rady (ES) č. 1272/2008
- [6] <http://www.sulphuric-acid.com/sulphuric-acid-on-the-web/acid%20plants/Sokolovska-Uhelna.htm>
- [7] <http://content.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS2/PGS2-1997-v0.1-physical-effects.pdf>
- [8] <http://content.publicatiereeksgevaarlijkestoffen.nl/documents/PGS3/PGS3-1999-v0.1-quantitative-risk-assessment.pdf>
- [9] http://www.europeanmovement.ie/wp-content/uploads/2013/03/the_green_Book_vii_presidency_edition.pdf
- [10] ŠENOVSKÝ, Michail, Vilém ADAMEC a Zdeněk HANUŠKA. *Integrovaný záchranný systém*. 2. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-007-4.
- [11] PITSCHMANN, Vladimír. *Chemické zbraně a ochrana proti nim*. Praha: Manus, 2011. ISBN 978-80-86571-11-9
- [12] <http://www.sulphuric-acid.com/sulphuric-acid-on-the-web/acid%20plants/Sokolovska-Uhelna.htm>
- [13] <https://www.google.cz/maps/@50.2578901,12.6763641,3741m/data=!3m1!1e3>
- [14] BERNATÍK, Aleš. *Prevence závažných havárií I*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006. ISBN 8086634892.

- [15] KRÖMER, Antonín, Petr MUSIAL a Libor FOLWARCZNY. *Mapování rizik*. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-086-9
- [16] MOZGA, Jaroslav a Miloš VÍTEK. *Havarijní plánování*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2003. ISBN 80-704-1653-x.
- [17] Česká republika. Vyhláška č. 227 Sb., ze dne 24. srpna 2015, o náležitostech bezpečnostní dokumentace a rozsahu informací poskytovaných zpracovateli posudku
- [18] ČAPOUN, Tomáš. *Chemické havárie*. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2009. ISBN 978-80-86640-64-8.
- [19] HENDL, Jan. *Kvalitativní výzkum: základní metody a aplikace*. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-736-7040-2
- [20] FRANK, Libor. *Analýza a predikace bezpečnostních hrozeb a rizik v České republice*. 2006
- [21] *Bezpečnostní listy nebezpečných látek*, SU, a.s. 2015.