



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

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

**Hodnocení dopadů úniku nebezpečné látky z chemického závodu
Spolchemie a.s. ve vztahu k budovám s vysokou koncentrací osob**

**Assessment of the Impact of Leakage of a Dangerous Substance from the
Chemical Plant Spolchemie a.s. in Relation to Buildings with High
Concentration of People**

Bakalářská práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva
Studijní obor: Plánování a řízení krizových situací

Vedoucí práce: Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.

Linda Kaňková

Kladno, květen 2017

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2016/2017

Z a d á n í b a k a l á ř s k é p r á c e

Student: **Linda Kaňková**
Obor: Plánování a řízení krizových situací
Téma: **Hodnocení dopadů úniku nebezpečné látky z chemického závodu Spolchemie a.s. ve vztahu k budovám s vysokou koncentrací osob**
Téma anglicky: Assessment of the Impact of Leakage of a Dangerous Substance from the Chemical Plant Spolchemie a.s. in Relation to Buildings with High Concentration of People

Zásady pro vypracování:

Cílem bakalářské práce bude zhodnotit možné dopady úniku nebezpečných chemických látek a směsí z chemického závodu Spolchemie a.s. sídlícího v Ústí nad Labem. Na základě možných dosahů nekontrolovatelného úniku nebezpečných chemických látek z uvedeného závodu, budou navržena možná technická bezpečnostní opatření pro objekty s vysokou koncentrací osob, které se budou nacházet na zasaženém území. Teoretická část se bude věnovat Spolchemii a problematice chemických havárií a jejich členěním. V praktické části bude pomocí softwarového programu namodelován únik a vyhodnoceno zasažené území ve vztahu k budovám s vysokou koncentrací osob. Na základě výsledků hodnocení budou navržena možná technická bezpečnostní opatření určená k zajištění ochrany osob v budovách, které se nacházejí na zasaženém území.

Seznam odborné literatury:

- [1] ČAPOUN, Tomáš a kol., Chemické havárie, MV-GŘ HZS ČR, 2009, ISBN 978-80-86640-64-8
- [2] SKŘEHOT, Petr a kol., Prevence nehod a havárií; 1. díl: Nebezpečné látky a materiály, Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce a T-soft, 2009, ISBN 978-80-86973-70-8
- [3] MIKA, Otakar J., Průmyslové havárie, Praha: Triton, 2003, ISBN 80-725-4455-1

Zadání platné do: 11.09.2018

Vedoucí: Mgr. Zdeněk Hon, Ph.D.

.....
vedoucí katedry / pracoviště

.....
děkan

V Kladně dne 23.02.2017

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Hodnocení dopadů úniku nebezpečné látky z chemického závodu Spolchemie a.s. ve vztahu k budovám s vysokou koncentrací osob 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 18.05.2017

.....
podpis

Poděkování

Ráda bych na tomto místě poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu Mgr. Zdeňku Honovi, Ph.D. za spolupráci, cenné rady, vstřícnost, trpělivost, věnovaný čas a odborné vedení mé práce.

Abstrakt

Bakalářská práce pojednává o možných únicích nebezpečných chemických látek a směsí z konkrétního chemického závodu Spolek pro chemickou a hutní výrobu, akciová společnost (dále jen „Spolchemie“) sídlícího v centru krajského města Ústí nad Labem. Práce je konkrétně zaměřena na problematiku chemických havárií ve vztahu k budovám s vysokou koncentrací osob, které se nacházejí v bezprostřední blízkosti.

V rámci zpracování této práce jsou využity obecně známé vědecké metody, jež zahrnují analýzu, syntézu, dedukci, indukci a modelování. Důležitá je metoda modelace, díky níž je vyhodnoceno zasažené území, kde se nacházejí rovněž budovy s vysokou koncentrací osob.

Výsledkem modelace je, že budov s vysokou koncentrací osob, které se nacházejí v nejbližším okolí chemického závodu Spolchemie, je několik. Pokud by došlo k chemické havárii velkého rozsahu jako právě při modelových situacích, byli by obyvatelé v budovách ohroženi působením chemických látek a směsí. Na základě posouzení zabezpečení budov jsou navržena možná opatření ke zvýšení bezpečnosti osob uvnitř objektů, které se nacházejí na zasaženém území ve vztahu k výsledkům modelace. Doporučení zahrnují zejména organizační a technická opatření. V rámci organizačních opatření se jedná o pravidelná školení zaměstnanců a studentů, s výjimkou návštěv. Technická opatření obsahují plynovou detekci a vzduchotechnické zařízení fungující na principu přetlakového větrání.

Klíčová slova

Chemická havárie; chlor; modelace; nebezpečná chemická látka a směs; Spolchemie; TerEx; únik

Abstract

This bachelor thesis deals with possible escapes of dangerous chemical substances and mixtures from a specific chemical plant called Spolek pro chemickou a hutní výrobu, akciová společnost (further only “Spolchemie”) with its sit in the city centre of the regional capital of Ústí nad Labem. This work particularly focuses on the problematics of chemical accidents regarding buildings with high concentration of people located in near vicinity of the accident.

Within purview of this work are used generally known scientific methods which include analysis, synthesis, deduction, induction and modelling. Really important is the modelling method as this method helped to assess an affected area where are also buildings with high concentration of people.

The result of this modelling is that there are several buildings with high concentration of people in near vicinity of Spolchemie chemical plant. If there was a chemical accident on such a large scale as in the model situations, then the residents in the buildings would be exposed to risk caused by chemical mixtures and substances.

Possible measures for increasing safety of people inside the buildings have been suggested after assessing safety of the buildings. These measures apply to people located in the affected area and are based on the results of the model situation.

The suggestions include especially organizational and technical measures. Organizational measures are regular training sessions of employees and students, excluding visitors. Technical measures contain gas detection and air conditioning device working on the principle of overpressure ventilation.

Keywords

Chemical accident; chlorine; modelling; dangerous chemical substance and mixture; Spolchemie; TerEx; escape

OBSAH

1	Úvod.....	9
2	Současný stav.....	10
2.1	Chemické havárie	10
2.1.1	Prevence chemických havárií.....	10
2.1.2	Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií.....	12
2.1.3	Chemické látky a směsi.....	15
2.1.4	Příčiny chemických havárií.....	17
2.1.5	Následky chemických havárií	17
2.1.6	Příklady chemických havárií.....	18
2.2	Spolchemie	21
2.2.1	Geografické umístění	22
2.2.2	Areál závodu	23
2.2.3	Činnost společnosti	24
2.2.4	Nebezpečné chemické látky v provozu.....	25
2.2.5	Rizikové provozy	27
2.2.6	Chlor v provozu.....	27
2.2.7	Propylen v provozu	28
3	Cíl práce.....	30
4	Metodika	31
4.1	Softwarový program TerEx	32
5	Výsledky	33
5.1	Možné úniky nebezpečných chemických látek a směsí	33
5.2	Scénář úniku chloru pro modelaci modelu PUFF	34
5.3	Modelování scénáře úniku chloru pomocí programu TerEx – model PUFF.....	34
5.4	Výsledky modelace úniku chloru s modelem PUFF	35
5.5	Scénář úniku chloru pro modelaci modelu PLUME	38

5.6	Modelování scénáře úniku chloru pomocí programu TerEx – model PLUME..	38
5.7	Výsledky modelace úniku chloru s modelem PLUME	39
5.8	Budovy nacházející se v zasažené zóně	41
5.9	Zóna havarijního plánování Spolchemie	42
5.10	Přehled počtů obyvatel v ZHP	43
5.11	Zasažené budovy s vysokou koncentrací osob	44
5.12	Návrh možných opatření na zabezpečení budov	44
5.12.1	Organizační opatření.....	45
5.12.2	Technická opatření.....	45
6	Diskuze	47
7	Závěr	51
8	Seznam použitých zkratk	52
9	Seznam použité literatury	53
10	Seznam použitých obrázků	58
11	Seznam použitých tabulek.....	59

1 ÚVOD

Dnešní život si už nedokážeme představit bez chemického průmyslu, stal se samozřejmostí a důležitou součástí našich životů. Lidé si už ani neuvědomují, jaké riziko jim hrozí, pokud žijí v blízkosti chemických provozů. Čím jde doba dopředu, tím se vyvíjí i zabezpečovací systémy včasného upozornění na unikající a zvýšené koncentrace nebezpečných látek ve vzduchu. Nikdy nám, ale nemůžou zaručit stoprocentní jistotu a bezpečí. Ve hře je několik faktorů, které mohou ovlivnit, ať už samotný únik nebezpečné látky nebo správně fungující zabezpečovací kontrolní systémy. Chemická výroba je jedním z hlavních činitelů v antropogenních hrozbách. Mimořádné události spojené s chemickými haváriemi nelze jednoznačně předpovědět, příčiny mohou být různého původu, od lidské chyby po technickou závadu. K nehodám spojeným s únikem nebezpečných látek může dojít při jakékoli činnosti a manipulaci s danou látkou. V České republice (dále jen „ČR“) je nejvíce využívána silniční doprava, takže nejpravděpodobnějším rizikem je přeprava. Dále je to samotná výroba látky a skladování. Důležitým faktorem chemického průmyslu je prevence ve smyslu dodržování předepsaných předpisů, vyhlášek a legislativy.

Tato bakalářská práce je soustředěna na chemický závod Spolchemie v Ústí nad Labem, jež je krajským statisícovým městem. Areál společnosti se nachází v samotném středu města a představuje významný zdroj nebezpečí pro obyvatelstvo. Chemický závod Spolchemie má za sebou letitou a bohatou historii. Od jeho počátku je významným exportérem syntetických pryskyřic. Až 70 % výroby je vyváženo do více než 40 zemí světa. V podniku se nachází několik rizikových provozů. Pomocí softwarového programu TerEx bude pro představu namodelován únik vybrané nebezpečné chemické látky ze skladovacího zásobníku uvnitř areálu závodu. Riziko chemické havárie neohrožuje jen samotné město a obyvatele, je velkým ohrožením i pro nejbližší životní prostředí. Téma úniku nebezpečné látky z chemického závodu Spolchemie se mě jako občana města Ústí nad Labem přímo týká, a proto považuji za nezbytné znát možné rozsahy následků.

2 SOUČASNÝ STAV

2.1 Chemické havárie

V současné době jsou chemické a průmyslové havárie velkým nebezpečím pro obyvatelstvo. Už od dob, kdy se člověk začal poprvé zabývat výrobou, zpracováním a využíváním chemických látek, hrozí riziko nebezpečného úniku látky či havárie velkého rozsahu, které by mohly ohrozit nejen lidské životy, ale i životní prostředí.

V 2. polovině 20. století, kdy se chemický a jaderný průmysl začal nejvíce rozvíjet, začalo přibývat i havárií spojených právě s tímto průmyslem. Jednou z nejzávažnějších havárií byl únik dioxinu v italském městě Seveso v roce 1976 s rozsáhlou kontaminací životního prostředí. Ještě dříve v roce 1974 vybuchl cyklohexan ve městě Flixborough ve Velké Británii. A v neposlední řadě je to chemická havárie v indickém městě Bhópál v roce 1984, která způsobila nejrozsáhlejší ztráty na životech. Tyto události jsou považovány za iniciaci vzniku několika opatření k prevenci závažných průmyslových havárií [1].

2.1.1 Prevence chemických havárií

Legislativa EU

V návaznosti na právě zmíněnou havárii v Sevesu vyšla 24. 6. 1982 první směrnice 82/501/EHS (SEVESO I) o zdrojích nebezpečí závažných havárií v určitých průmyslových činnostech [2].

Ve dne 9. 12. 1996 byla směrnice nahrazena novou směrnicí evropské rady 96/82/ES SEVESO II o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek. Směrnice vznikla a byla novelizována hlavně z důvodu, že bylo nutné rozšířit její působnost na několik dalších odvětví a také vzhledem k umístování a výstavbě nových továren a závodů v blízkosti obytných budov [3].

Události s příchodem nového století jako byla například havárie v Baia Mare v roce 2000 nebo v Toulouse v roce 2001 zapříčinila změnu směrnice z roku 1996 na směrnicí 2003/105/ES. Změny se zejména dotkly samotných chemických látek, jejich množství, skladování a zpracování. Další opatření proběhly v odvětvích, ve kterých se staly zmiňované havárie [4].

Aktuální evropská legislativa je ze dne 4. 7. 2012 s názvem SEVESO III Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek a o změně a následném zrušení směrnice Rady 96/82/ES [5].

Legislativa ČR

V ČR nebo spíše již v Československu v roce 1981 byla vydána pomůcka civilní ochrany s označením CO-51-5 o nebezpečných průmyslových toxických látkách. V příručce se v té době nacházel popis dvanácti nebezpečných látek a správné zacházení s nimi. Dále preventivní opatření pro objekty, kde se tyto látky nacházely a jejich fyzikální a chemické vlastnosti [6].

Reakcí ČR na obě směrnice SEVESO (82/501/EEC a 96/82/ES) byla prevence chemických havárií ukotvena zákonem. První zákon byl č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií z 90. let 20. století. Potom, co Evropská unie přijala směrnici 2003/105/ES, byl zákon postupně novelizován a změněn na zákon č. 59/2006 Sb. [4].

Potřebu nového zákona přinesla až směrnice 2012/18/EU, tedy SEVESO III. Tím se nejnovější platnou legislativou v ČR stal zákon 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 (zákon o prevenci závažných havárií) [7].

Abychom si mohli definovat havárii, musíme čerpat právě ze zmíněného zákona č. 224/2015 Sb., kde se závažnou havárií rozumí 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 [8].

2.1.2 Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií

Tento zákon je platný od 11. září 2015 a účinný od 1. října 2015.

V § 1 odstavci 1 zákona je odkázáno na Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU tedy SEVESO III, kde je popsán účel a cíl zákona: „*Tento zákon zapracovává příslušný předpis Evropské unie a stanoví systém prevence závažných havárií pro objekty, ve kterých je umístěna nebezpečná látka, s cílem snížit pravděpodobnost vzniku a omezit následky závažných havárií na životy a zdraví lidí a zvířat, životní prostředí a majetek v těchto objektech a v jejich okolí* [8].“

Zákon stanovuje povinnosti právnických nebo podnikajících fyzických osob, kteří užívají nebo budou užívat objekt, ve kterém je umístěna nebezpečná látka. Také určuje působnost orgánů veřejné správy v oblasti prevence závažných havárií způsobené nebezpečnými látkami [8].

Zařazení objektu do skupiny A nebo B

V části zákona Obecná ustanovení jsou dány podmínky pro zařazení objektu do skupiny A nebo B. Záleží to na tom, jaké množství a jaké konkrétní látky se v objektu nacházejí. Provozovatel je povinen vypracovat podrobný návrh o zařazení objektu do skupiny A nebo B, po jehož posouzení vydá krajský úřad rozhodnutí. Pokud objekt nespadá ani do jedné skupiny, bude se ho týkat tzv. protokol o nezařazení [8].

Provozovatelé objektů obou skupin mají povinnost provést posouzení rizik závažné havárie, které obsahuje identifikace zdrojů rizik, analýzu a hodnocení rizik. Dle výsledků posouzení rizik závažné havárie zpracuje provozovatel objektu skupiny A bezpečnostní program a objekt zařazený do skupiny B bezpečnostní zprávu [8].

Bezpečnostní program skupiny A

Podle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií má provozovatel objektu skupiny A povinnost zpracovat bezpečnostní dokumentaci (bezpečnostní program) a plán fyzické ochrany a průběžně je aktualizovat [7].

Na základě posouzení rizik závažné havárie provozovatel zpracuje bezpečnostní program prevence závažné havárie, který obsahuje:

- a) *„základní informace o objektu;*
- b) *posouzení rizik závažné havárie;*
- c) *popis zásad, cílů a politiky prevence závažných havárií;*
- d) *popis systému řízení bezpečnosti a;*
- e) *závěrečné shrnutí [8].“*

Na základě rozhodnutí krajského úřadu je provozovatel povinen zahrnout do bezpečnostního programu preventivní opatření vztahující se k možnému vzniku domino efektu [8].

Provozovatel, jehož objekt je zařazený do skupiny A je dále povinen zpracovat plán fyzické ochrany, ve kterém se nachází tato bezpečnostní opatření:

- a) *„analýza možností neoprávněných činností a provedení případného útoku na objekt;*
- b) *režimová opatření;*
- c) *fyzická ostraha a;*
- d) *technické prostředky [8].“*

Bezpečnostní zpráva skupiny B

Podle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií má provozovatel objektu skupiny B povinnost zpracovat bezpečnostní dokumentaci (bezpečnostní zprávu), plán fyzické ochrany, vnitřní havarijní plán, podklady pro vypracování vnějšího havarijního plánu a stanovení zóny havarijního plánování a průběžně je aktualizovat [7].

Na základě posouzení rizik závažné havárie provozovatel zpracuje bezpečnostní zprávu prevence závažné havárie, která obsahuje:

- a) *„základní informace o objektu;*
- b) *technický popis objektu;*
- c) *informace o složkách životního prostředí v okolí objektu;*
- d) *posouzení rizik závažné havárie;*

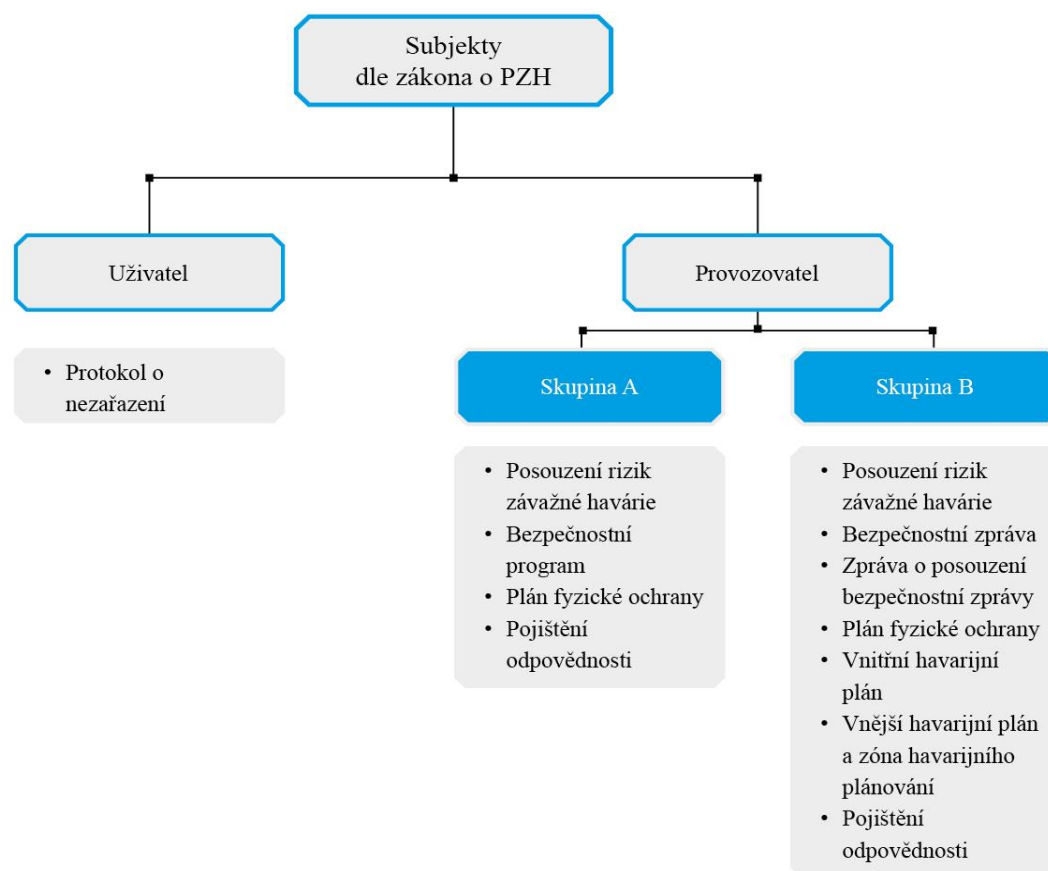
- e) *popis zásad, cílů a politiky prevence závažných havárií;*
- f) *popis systému řízení bezpečnosti;*
- g) *popis preventivních bezpečnostních opatření k omezení vzniku a následků závažné havárie;*
- h) *závěrečné shrnutí a;*
- i) *jmenovitě uvedené právnické a fyzické osoby, které se podílely na vypracování bezpečnostní zprávy [8].“*

Dále je provozovatel objektu zařazeného do skupiny B povinen vypracovat vnitřní havarijní plán, ve kterém jsou stanovena opatření uvnitř objektu v případě vzniku závažné havárie za účelem zmírnění jejích následků na životech, zdraví lidí a zvířat, životního prostředí a majetku. Vnitřní havarijní plán obsahuje:

- a) *„jména, příjmení a funkční zařazení fyzických osob, které jsou provozovatelem pověřeny k realizaci preventivních bezpečnostních opatření;*
- b) *scénáře možných havárií, scénáře odezvy na možné havárie, scénáře řízení odezvy na možné havárie a matice odpovědnosti za jednotlivé fáze odezvy na možné havárie;*
- c) *popis možných následků závažné havárie;*
- d) *popis činností nutných ke zmírnění následků závažné havárie;*
- e) *přehled ochranných zásahových prostředků, se kterými provozovatel disponuje;*
- f) *způsob vyrozumění dotčených orgánů a varování osob;*
- g) *opatření pro výcvik a plán havarijních cvičení;*
- h) *opatření k podpoře zmírnění následků závažné havárie mimo objekt, při zohlednění dopravní a technické infrastruktury, sídelních útvarů, významných krajinných prvků, zvláště chráněných území a území soustavy NATURA 2000 a;*
- i) *přehled sil a prostředků složek integrovaného záchranného systému a dalších subjektů podílejících se na řešení závažné havárie [8].“*

Poté by měl spolupracovat s pověřenými organizacemi a institucemi a s hasičským záchranným sborem (dále jen „HZS“) kraje na zajištění informování veřejnosti, havarijní připravenosti a preventivně výchovné činnosti v oblasti vymezené vnějším havarijním plánem [8].

Níže na obrázku 1 můžeme přehledně vidět, jakou dokumentaci musí zpracovat provozovatelé a uživatelé rizikových objektů.



Obrázek 1 - Dokumentace dle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií [9]

V každém z takových objektů a provozů se nacházejí chemické látky a směsi. Některé jsou více nebezpečné a některé méně. V další kapitole se obecně věnujeme jejich rozdělení a klasifikaci.

2.1.3 Chemické látky a směsi

Souvisejícím zákonem je zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů (chemický zákon). Zákon je v souladu s příslušnými předpisy Evropské unie, zároveň upravuje a odkazuje na Evropská nařízení [10]:

- nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, tzv. nařízení REACH;

- nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí, tzv. nařízení CLP [10].

Nebezpečné chemické látky nebo směsi (dále jen „NCHLS“) jsou látky nebo směsi, jež mají jednu nebo více nebezpečných vlastností [7]. Svými účinky mohou nepříznivě působit na lidský organismus a životní prostředí [11]. Zejména se jedná o škodliviny, které mohou být vstupní surovinou, meziproduktem, konečným výrobkem nebo vznikají při nežádoucí reakci látky s jinou látkou [7].

Každá NCHLS má své specifické vlastnosti, které si můžeme rozdělit do několika skupin. Jedná se o tyto vlastnosti [1]:

- výbušné – exotermní reakce i bez přístupu kyslíku obsaženého ve vzduchu;
- oxidující – exotermní reakce při styku s jinými látkami a přípravky;
- extrémně hořlavé – kapaliny, které mají teplotu vzplanutí nižší než 0 °C a plyny, které jsou vznětlivé v pokojové teplotě;
- vysoce hořlavé – látky, které mají teplotu vzplanutí nižší než 21 °C;
- hořlavé – nízká teplota vzplanutí (21 °C – 55 °C);
- vysoce toxické – látky, které mohou i ve velmi malém množství po proniknutí do organismu způsobit poškození zdraví nebo smrt;
- toxické – látky, které mohou i v malém množství po proniknutí do organismu způsobit poškození zdraví nebo smrt;
- žíravé – při styku s živou tkání způsobují její zničení;
- zdraví škodlivé – látky, které mohou po proniknutí do organismu způsobit poškození zdraví nebo smrt;
- dráždivé – při dlouhém působení na kůži mohou způsobit zánět;
- senzibilující – po proniknutí do organismu vyvolávají přecitlivělost;
- karcinogenní – po proniknutí do organismu zvyšují četnost výskytu rakoviny;
- mutagenní – po proniknutí do organismu zvyšují četnost výskytu genetického poškození;
- toxické pro reprodukci – po proniknutí do organismu mohou narušit reprodukční funkci nebo zvýšit riziko poškození potomka;
- nebezpečné pro životní prostředí – mohou způsobit ohrožení několika složek životního prostředí [12].

2.1.4 Příčiny chemických havárií

Chemické havárie jsou jedny z nejnebezpečnějších havárií, co se týče průmyslových odvětví. Jsou to mimořádné události v chemickém průmyslu. Do těchto havárií patří i havárie spojené s dopravou a přepravou nebezpečných chemických látek a směsí, u kterých nejčastěji hrozí únik, výbuch nebo požár přepravované látky [13].

Při následujících činnostech dochází nejčastěji k haváriím:

- přeprava NCHLS;
- nakládání a vykládání NCHLS;
- dočasné skladování NCHLS;
- zpracování NCHLS;
- výroba NCHLS;
- ukládání NCHLS [4].

Příčin chemických havárií může být celá řada. Rozbory známých případů ukazují, že rozhodující roli při vzniku havárie nebo jiné mimořádné události hrál téměř vždy lidský faktor. V chemickém provozu dochází k závažným haváriím zpravidla tehdy, když se sečte řada chyb, jež jsou sami o sobě nepodstatné [14]. Obecnými příčinami havárií jsou zejména poruchy strojů, odchylky od stanovených provozních podmínek, chyby či selhání člověka a přírodní živly [11].

2.1.5 Následky chemických havárií

Následky se nejčastěji vyjadřují v počtu zasažených osob, materiálních škod nebo rozsahu kontaminovaného území. Podle těchto kritérií se i havárie klasifikují. Tyto následky jsou ale spíše až sekundární. Primární (bezprostřední) následky, které způsobí ty sekundární, jsou např.:

- výbuchy plynů, par a prachů;
- požáry plynů, par a pevných látek;
- nekontrolovatelné úniky vysoce toxických látek;
- nebezpečné chemické reakce;
- dopravní nehody;
- mechanické poškození či zřícení objektu [11].

Dříve se chemické závody stavěly na okrajích měst, aby právě z důvodu hrozící chemické havárie nedošlo k zasažení obyvatelstva, ale postupem času se města začala rozrůstat a chemické společnosti se ve většině případů staly součástí měst. V dnešní době hrozí bezprostřední riziko zasažení velkého počtu obyvatel. V blízkosti se nacházejí školy, městské úřady a nákupní centra, kde se přes den setkáváme s vysokou koncentrací osob. V takovém případě by následky chemické havárie mohly být katastrofální. V minulosti se již několik havárií stalo, jejímž dopadem byly následky na životech, zdraví lidí i životním prostředí. V následující kapitole jsou uvedeny příklady havárií ze světa i z ČR.

2.1.6 Příklady chemických havárií

Příklady havárií ve světě

Seveso

Na severu Itálie nedaleko Milána dne 10. července roku 1976 došlo ve městě Seveso k úniku 2,3,6,7-tetrachlordibenzodioxinu (dále jen dioxin). Tato látka je jednou z nejvíce toxických představitelů skupiny nejnebezpečnějších látek [11].

V sobotu v 12.40 v chemickém závodě ICMESA se po odstavení výroby nepodařilo ochladit přehřátý reaktor a následně došlo k uvolnění pojistného ventilu. Mimo areál závodu bylo vedeno potrubí, kterým do volného ovzduší unikl obsah reaktoru. Předpoklad byl takový, že unikl pouze trichlorfenol, který se šířil směrem na jih, kde žilo několik tisíc lidí. Varování pro obyvatelstvo obsahovalo jen zákaz používání ovoce, zeleniny a jiných plodin z okolí chemického závodu. Po několika dnech se ovšem objevily zejména u dětí příznaky poškození kůže (tzv. chlorakné, které je specifickým projevem po zasažení organismu dioxinem). Dalším důkazem zasaženého území dioxinem byl velký úhyn zvířat, narušení vegetace v podobě zakroucených, hnědě zbarvených listů a kontaminace půdy. Teprve po dvou týdnech se únik dioxinu potvrdil a následovala evakuace 179 obyvatel z nejvíce zasaženého území. Proběhlo pečlivé lékařské vyšetření, monitorování zamořeného území, které činilo 15 ha a rozdělení do zón dle prováděných opatření [11]. V důsledku havárie uniklo do ovzduší 500 kg trichlorfenolu společně s 2 kg dioxinu. Množství uniklého dioxinu by dokázalo usmrtit 2 miliony lidí a vyvolat onemocnění u 2 miliard lidí. Nakonec si tato havárie nevyžádala žádné oběti, ale 2000 lidí onemocnělo a muselo být pod lékařským dohledem. Celkově bylo zasaženo více jak 200 tisíc obyvatel [11].

Bhópál

V indickém městě Bhópál došlo v noci z 2. na 3. prosince roku 1984 k nejzávažnější a nejrozsáhlejší chemické havárii minulého století. Během noci, kdy milionové město spalo, si operátor továrny všiml malého úniku methylisokyanátu (MIC) a většího tlaku v zásobníku. Zřejmě vadný ventil dovolil, aby se voda dostala do zásobníku se skladovaným množstvím 40 m³ MIC. Při chemické reakci došlo k uvolnění tepla a následnému zvýšení tlaku, který způsobil prasknutí ventilu i ochranného betonového zásobníku. Během hodiny se z továrny rozšířil oblak až 30 tun jedovatého plynu [15].

Tu noc nad městem panovaly nepříznivé meteorologické podmínky pro bezpečný rozptyl chemické látky. Vypařování látky vytvořilo mlhu, kterou způsobila vysoká vlhkost vzduchu. Tím začala těžká mlha rychle klesat k zemi. Rychlost větru činila pouhých 2-3 m/s a foukal jen v určité části města. I když byla továrna umístěna na okraji města, slabý vítr a vysoká vlhkost vzduchu zanesla oblak nebezpečné chemické látky do obydlených částí města. MIC má vysokou toxicitu při inhalaci, i při malé koncentraci ji zaznamená lidský čich [1].

Město bylo během několika hodin poseto lidskými těly, těly krav, ptáků a domácích zvířat. Odhaduje se, že okolo 3 800 lidí zemřelo téměř okamžitě, hlavně lidé z chudinských čtvrtí, které bezprostředně sousedily s továrnou [15]. Smrtící účinky látky sahaly až do vzdálenosti 2,5 km a závažné následky byly pozorovány až do hloubky 4 km. Celkem bylo zasaženo 200 000 osob, z toho několik tisíc lidí trpí po řadu let chronickými nemocí např. poškozením dýchacích cest a očí [1].

Toulouse

Na předměstí Toulouse postihla Francii jedna z nejzávažnějších průmyslových havárií. V pátek 21. září 2001 v odpoledních hodinách došlo k obrovskému výbuchu dusičnanu amonného, který otřásl továrnou na průmyslová hnojiva. Výbuch se týkal skladovaného granulovaného dusičnanu amonného v množství 390 – 450 tun, který se používá na výrobu hnojiva. Exploze byla tak silná, že bychom ji mohli přirovnat k zemětřesení o síle 3,4 RichtEROVY stupnice [11].

V místě výbuchu se vytvořil kráter o průměru 50 metrů a hloubce 10 metrů. Otřesy byly zaznamenány až v 500 km vzdáleném městě Nice. Následkem zemřelo 30 lidí a více než

2 400 bylo zraněno. V Toulouse exploze způsobila velké materiální škody, bylo zničeno více než 2 500 budov, včetně budovy nemocnice, školy a univerzitní budovy [11].

Jediné štěstí bylo, že výbuch nepřešel v domino efekt na jiné sklady vzdálené pár set metrů, obsahující několik dalších tun dusičnanu nebo na vagony naplněné chlorem, vzdálené jen 400 m od místa exploze. Takové štěstí ale nemělo nejbližší životní prostředí včetně řeky protékající městem, kde byla naměřena vysoká koncentrace čpavku a organických látek. Přesto, že proběhlo důkladné vyšetřování, příčina této havárie nebyla nikdy objasněna [11].

Příklady havárií v ČR

Litvínov

V červenci roku 1974 došlo k explozi v tehdejší výrobně lihu v Záluží u Mostu. Nejprve se ozvala jen dutá rána, kdy z potrubí začal unikat vysoce hořlavý plyn. Po pár minutách se ozval ohlušující výbuch, který bychom mohli přirovnat k síle 20 až 30 tun trhaviny [16].

Na místě výbuchu se rozšířil požár, jehož plameny zasáhly plochu velkou 36 tisíc m². Při samotném výbuchu zemřelo 15 lidí, další dva následně podleli těžkým popáleninám v nemocnici. Kromě nich lékaři ošetřili dalších 124 zraněných, kdy část z nich pocházela z tramvaje, která v tu chvíli projížděla kolem závodu [16].

Tlaková vlna způsobená výbuchem srovnala část závodu se zemí a celkem poničila 313 objektů v okolí. Nejvzdálenější zasažené domy se nacházely až osm kilometrů daleko. Příčinou bylo korozi zeslabené koleno potrubí, ze kterého začal unikat plyn. Oblak výbušných par vzápětí zažehl otevřený plamen z nedaleké pece [16].

Neratovice

V roce 2002 během srpnových povodní byl vyplaven chemických závad Spolana Neratovice. I když pracovníci stavěli zábrany a utěsnili stěny skladů s jedovatým chlorem, voda si i přesto našla cestu. Nepočítali totiž s tím, že přijde pětisetletá vlna. 15. srpna se nad Spolanou zvedl žlutý oblak toxického chloru a ihned byl vyhlášen třetí stupeň chemického poplachu [17].

V průběhu celých povodní uniklo do vzduchu 596 kg chloru a do vody 80 245 kg. Nejvíce utrpělo nejbližší životní prostředí, na jehož obnově se Spolana velkou částí podílela [4].

Prachatice

V areálu potravinářského podniku Madeta v Prachaticích došlo 30. 7. 2010 k úniku amoniaku. Stalo se tak při pravidelném denním odkalování, kdy došlo k závadě na odkalovacím ventilu. Ze zásobníku uniklo přibližně 40 litrů, z toho asi 10 litrů do ovzduší a 30 litrů zůstalo v odkapovém barelu pod zásobníkem. Amoniak unikl jen v jedné části mlékárny a rozšířil se pouhých pět metrů okolo zásobníku. Jeden zaměstnanec se amoniaku nadýchal a musel být převezen do nemocnice. Zbylých 60 zaměstnanců opustilo samovolně areál ještě před příjezdem hasičů. Obyvatelstvo v nejbližším okolí bylo informováno Policií České republiky, aby uzavřelo okna a nevycházelo ven. Jelikož do ovzduší uniklo jen malé množství, obyvatelstvo ani životní prostředí nebyly ohroženy [18].

V ČR je několik chemických závodů, které mohou představovat potenciální hrozbu z hlediska chemických havárií. Stejně jako zmíněná Spolana v Neratovicích nebo Madeta v Pardubicích je jedním z takových nebezpečných závodů i Spolchemie v Ústí nad Labem, které se bude dále věnovat této bakalářské práci.

2.2 Spolchemie

Dne 13. února 1856 byla ve Vídni založena akciová společnost s názvem „Rakouský spolek pro chemickou a hutní výrobu“. Během roku byla zahájena výroba chemických produktů na zakoupených pozemcích v Ústí nad Labem. Každým rokem až do konce 19. století se podnik nebývale rozvíjel. V průběhu první světové války byl Spolek bezkonkurenčně nejsilnějším chemickým podnikem tehdejší monarchie. Po vzniku samostatného Československa nese společnost od roku 1920 název Spolek pro chemickou a hutní výrobu, již bez přívlastku „rakouský“. Spolek byl tedy v období od roku 1918 až do 40. let 20. století silnou společností a v určitém období zcela ovládal československou chemii. Nepodílel se nejen na tuzemské výrobě a prodeji, ale měl i velké zastoupení v zahraničí, kam vyvážel své produkty [19].

Spolek rychle reagoval na technické novinky a objevy, vstupoval do nových závodů a odvětví. Od počátku existence Spolku byla nosným oborem anorganická chemie, dále chemie organických barviv, vzniklo propojení mezi těžbou surovin a výrobou speciálních produktů a výrobků. Právě zmíněná anorganika spolu s později vzniklým oborem

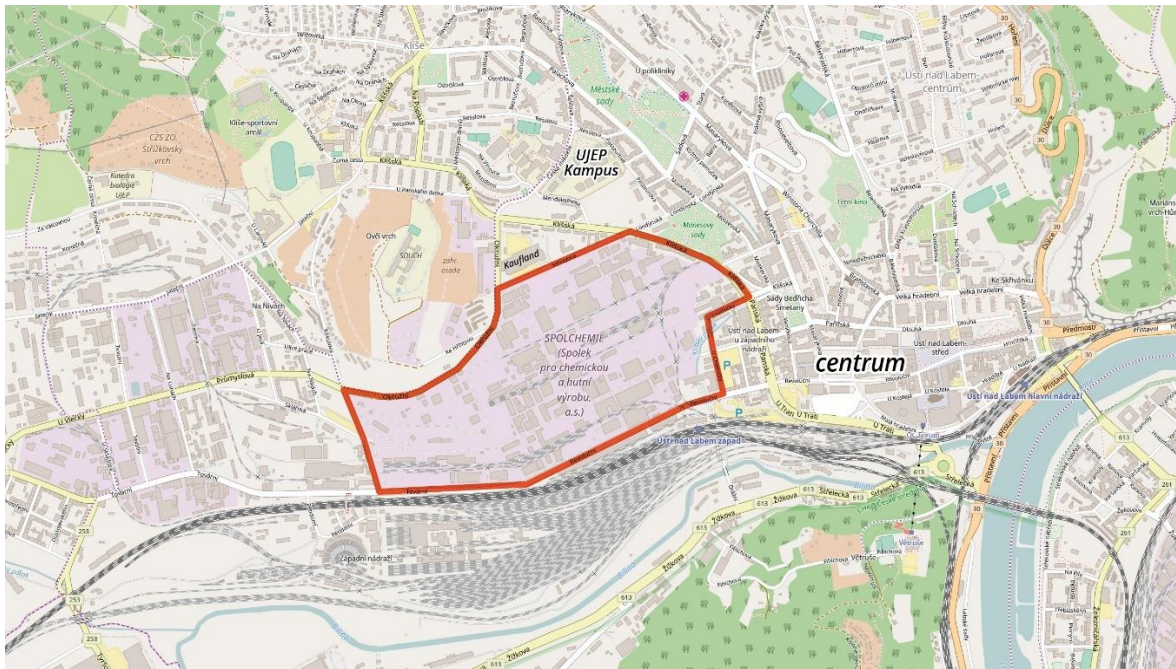
syntetických pryskyřic sehrávají rozhodující roli pro Spolek do dnešní doby. Tím, jak se postupem času Spolek rozrůstal, zvětšovala se i jeho důležitost pro samotné město Ústí nad Labem. Město díky tomu nabývalo na počtu obyvatel.

Ve 20. a 30. letech se aktivity Spolku rozrostly celým českým průmyslem. Můžeme říct, že Spolek stál prakticky u zrodu základní struktury dnešní české chemie. Důležitou součástí Spolku byly například chemické závody v Neštěmicích, Hrušově, Sokolově a Ostravě. Snaha Spolku přenést některou svou výrobu z Ústí nad Labem dál do vnitrozemí dala za vznik dalším dnešním podnikům jako je Spolana v Neratovicích nebo závod Synthesia v Pardubicích [20].

Při bombardování města Ústí nad Labem na samém konci 2. světové války byla zničena velká část závodu. Po druhé světové válce se na krátkou dobu jméno Spolek pro chemickou a hutní výrobu zcela vytratilo. Přechodně se chemička jmenovala Československé chemické závody či Ústecké chemické závody [19].

2.2.1 Geografické umístění

Chemický závod Spolchemie se nachází v krajském městě Ústí nad Labem, na západním okraji městské části centrum. Společnost je propojena železnicí se západním nádražím. Centrum není od areálu nějak oddělené, pouze zdí, která vede kolem celé společnosti. Na jižní straně vymezuje areál ulice Tovární, západní část sousedící s průmyslovou zónou Předlice s podnikem Severočeská Armaturka. Na severní straně vede ulice Solvayova, která přímo sousedí s hranicí Spolku a kde je obchodní dům Kaufland a ulice Klíšská, kde jsou pětipatrové obytné domy. Asi nejdůležitějšími budovami, které se nachází v bezprostřední blízkosti Spolku, je kampus Univerzity Jana Evangelisty Purkyně (dále jen „UJEP“), kde je během týdne vysoká koncentrace osob. V blízkosti vlakové stanice Ústí nad Labem západ protéká řeka Bílina, která následně ústí do řeky Labe. Další rizikové území je samotné centrum města, kde se nacházejí veškeré budovy veřejné správy, budova krajského úřadu a krajského ředitelství HZS.



Obrázek 2 - Mapa umístění areálu Spolchemie v Ústí nad Labem [21]

2.2.2 Areál závodu

V areálu nesídlí jen samotný Spolek, dalšími společnostmi, které se podílejí na výrobě chemických produktů je dceřiná společnost Epispol a CHS Epi, jež vlastní podzemní zásobníky s propylenem na Ovčím vrchu mimo areál Spolku.



Obrázek 3 - Rozmístění společností v areálu Spolchemie [20]

2.2.3 Činnost společnosti

Spolchemie produkuje více než 200 druhů výrobků z oborů anorganické a organické chemie a syntetických pryskyřic.

Obor základní a speciální anorganické chemikálie:

- hydroxid sodný (louh) a hydroxid draselný;
- kyselina fluorovodíková;
- chlornan sodný, chlor, kyselina chlorovodíková [20].

Obor pryskyřice a produkty organické chemie:

- základní a modifikované nízké, středně a vysokomolekulární epoxidové pryskyřice a nenasycené polyestery;
- alifatické polyaminy, alkydové pryskyřice, kalafunové lakařské pryskyřice;

- nátěrové hmoty, bisfenol A;
- kompozice z pryskyřic pro použití ve stavebnictví, elektrotechnice a ve spotřebním průmyslu;
- epichlorhydrin, allylchlorid a perchlorethylen [20].

2.2.4 Nebezpečné chemické látky v provozu

Ve Spolku je uskladněno velké množství NCHLS, v této kapitole jsou uvedeny jen vybrané toxické látky.

Chlor Cl₂

Chlor je vysoce nebezpečný žlutozelený plyn těžší než vzduch, hromadí se při zemi a má silný dráždivý účinek, způsobuje poleptání dýchacích cest, kůže a očí. Nezůstává v organismu, takže nemá chronický účinek. Zpočátku dráždí, poté přechází v dušení a nelze vyloučit ani smrt. Vždy záleží na době působení a koncentraci. Nebezpečí hrozí v možnosti vzniku edému plic, často až po delší době po nadýchání plynného chloru. Riziko se zvyšuje při fyzické práci a aktivním pohybu [22] [23].

Při nadýchání má chlor dráždivé účinky. Způsobuje pocit pálení, kašel, bolest hlavy a nevolnost. Při nízké koncentraci může způsobovat záněty hrdla a záchvaty kašle a při vyšší koncentraci může mít až smrtelné následky. Pokud chlor zasáhne kůži, opět poškození závisí na koncentraci a délce trvání kontaktu s látkou. Kůže může být podrážděná a mohou se vytvořit puchýřky. Pokud je chlor kapalný, může způsobit poleptání, omrzliny a zničení tkáně. Oči chlor podráždí, způsobí zarudnutí, bolest a slzení [24].

První pomoc po zasažení chlorem je vyhledání lékařské pomoci. Při nadýchání musíme postiženého okamžitě přemístit na čerstvý vzduch. Ústní dutinu a nos můžeme vypláchnout vodou a zamezíme prochladnutí člověka. Dojde-li ke styku chloru s kůží, ihned svlékneme kontaminovaný oděv. Postižená místa omýváme proudem vody a zakrýváme sterilním obvazem. Při zasažení očí, vyplachujeme proudem tekoucí vody [24].

Chlor sám o sobě je nehořlavá látka a má zanedbatelné požární riziko, zvyšuje ale hořlavost jiných látek. Snadno se smíchá s jinými hořlavými materiály, což může vést ke vznícení, prudkému hoření nebo výbuchu [24].

Epichlorhydrin

Za normálních podmínek je epichlorhydrin bezbarvá kapalina s charakteristickým zápachem po česneku. Používá se k výrobě epoxidových pryskyřic, vodou ředitelných pryskyřic a epoxidových nátěrových hmot. Největším rizikem, jak se může epichlorhydrin dostat do prostředí, je při samotné průmyslové aplikaci, ale také nevhodným skladováním, manipulací nebo likvidací. Lidé se s epichlorhydrinem dostávají do kontaktu především vdechováním jeho par, popřípadě kožním kontaktem s výrobky, ve kterých je obsažen. Projevovat se může podrážděním kůže, očí a horních cest dýchacích. Při chronickém onemocnění se rozvíjí astma nebo rakovina horních cest dýchacích případně žaludku. Snadno proniká buněčnými membránami a hlavním toxickým účinkem je poškození centrální nervové soustavy [25].

Pokud epichlorhydrin zasáhne oči, musíme co nejrychleji provést výplach tekoucí vodou. Po zásahu kůže svlečeme oblečení a kůži oplachujeme. Při vdechnutí a podráždění horních cest dýchacích přeneseme postiženého na čerstvý vzduch a rychle vyhledáme lékařskou pomoc, což uděláme pokaždé, nezáleží na tom, jakou část lidského těla látka zasáhne [25].

Propylen

Propylen je extrémně hořlavá bezbarvá látka, která se používá jako surovina pro zpracování v chemickém průmyslu především ve výrobě plastických hmot. V plynném stavu je těžší než vzduch a se vzduchem vytváří výbušnou směs. Uchovává se pod tlakem v tlakových nádobách. Pokud je propylen ve formě zkapalněného plynu, můžou při styku s pokožkou hrozit omrzliny. Páry propylenu mohou při velké koncentraci působit narkoticky, způsobovat bolesti hlavy, žaludeční problémy, zvracení, dráždění očí a horních cest dýchacích [26].

Pokud dojde ke kontaktu člověka s propylenem, ihned musíme vyhledat lékařskou pomoc. Při zasažení očí můžeme poskytnout první pomoc tím, že oči začneme ihned proplachovat vodou, kůži dobře omyjeme mýdlem, opláchneme vodou a dáme čistý oděv. V případě omrzlin, nedáváme žádné masti ani léky, jen pokryjeme sterilním obvazem. Pokud dojde k napití nebo požití, nevyvoláváme zvracení, jen dáváme napít vodu [26].

2.2.5 Rizikové provozy

Žíravé louhy – ztužování louhů na pevný hydroxid sodný a draselný [20].

Chlorová chemie – výroba kyseliny solné spalováním chloru a chlorových odplynů s vodíkem a následná absorpce chlorovodíku ve vodě [20].

PET polyestery – zpracovávání odpadní drcený PET recyklát na tzv. glykolyzát, vysokomolekulární epoxidové pryskyřice se vyrábějí reakcí nízkomolekulární epoxidové pryskyřice s bisfenolem A za přítomnosti katalyzátoru a následnou granulací [20].

Organické speciality – poloprovozní výroba speciálních organických produktů a pracoviště skladování, ředění, stáčení a redistribuce technické kyseliny fluorovodíkové [20].

Epoxidy – ve výrobě dochází k redukci základní epoxidové pryskyřice bisfenolem A za přítomnosti katalyzátoru a následném ředění nebo modifikování na požadované finální produkty [20].

Podlahoviny – výroba podlahovin, nátěrových hmot a tmelů spočívá v dispergaci vhodných pojiv, plniv, pigmentů a aditiv [20].

Membránová elektrolýza – výroba chloru, vodíku, hydroxidu sodného, hydroxidu draselného, chlornanu sodného [20].

2.2.6 Chlor v provozu

Chlor v provozu Elektrolýza je nebezpečný při úniku do ovzduší, např. při poruchách potrubí chlorového systému. Další riziková situace hrozí při přerušení dodávky střídavého proudu pro napájení chlorového ventilátoru nebo provozu Chlorová chemie. Z důvodu omezení nebezpečí úniku chloru netěsnostmi je část od elektrolyzérů přes vodní chladiče a filtr chloru trvale udržován v podtlaku. Celý systém je automaticky regulován. Tlak je měřen a jeho nebezpečné meze jsou signalizovány pomocí měřiče tlaku. Chod zařízení je nouzově zabezpečen pro případ výpadu elektrického proudu. Všechny měřicí přístroje jsou zařazeny mezi pracovní měřidla a podléhají pravidelné kontrole. Monitoring úniku nebezpečných látek v provozu Elektrolýza je prostřednictvím systému čidel instalovaných u možných zdrojů úniku včetně automatické akustické a optické výstražné signalizace [20].

Zásobníky kapalného chloru jsou umístěny ve dvou objektech. Jedná se o tři zásobníky o objemu 55,5 m³ a dva zásobníky o objemu 44,5 m³. Plněny a vyprazdňovány jsou střídavě všechny zásobníky a zároveň vždy minimálně jeden zásobník o objemu 55,5 m³ slouží jako připravená rezerva. Zásobníky jsou válcové ležaté tlakové ocelové nádoby stejné konstrukce a vybavení. Nad víkem průlezu zásobníku jsou za bezpečnostními ventily osazeny ruční ventily pro běžnou manipulaci se zásobníkem [20].

V provozu Chlorové chemie jsou instalovány páteřní silnostěnné potrubní rozvody, ze kterých jsou připojeny jednotlivé zásobníky a přes rozdělovače také železniční cisterny. Železniční cisterny se plní/vyprazdňují na třech stáčecích pozicích. Jsou podobně jako zásobníky vybaveny na víku průlezu třemi bezpečnostními rychlouzavíracími pneumaticky dálkově ovládanými ventily, které je možné ovládat z řídicího systému i místní ovládací skříňky [20].

2.2.7 Propylen v provozu

Propylen není jedovatý, ale ve směsi se vzduchem tvoří výbušnou směs. Skladuje se ve zkapalněném stavu pod tlakem. V provozu Epichlorhydrin představuje riziko při úniku ze zásobníku v podobě exploze a při stáčení ze železniční cisterny. Ta je vybavena rychlouzavíracím ventilem a ručním ventilem. Ovládní rychlouzavíracího ventilu je napojeno na automatický bezpečnostní systém. Stáčecí místo je od sousední komunikace odděleno požární zdí a parní clonou. V prostoru kolejiště jsou i vodní sprchy, které je možné společně spustit ručně na místě anebo dálkově z velínu stáčení [20].

Stáčecí stanice a válcové zásobníky propylenu jsou spojeny potrubím dlouhým cca 800 m. Potrubí je vedeno nad zemí po potrubních mostech. Potrubí kapalného propylenu je izolované a rozdělené na čtyři části dálkově ovládanými ventily z velínu provozu Epichlorhydrin. Kromě těchto ventilů je potrubí osazeno ještě i ručními ventily. Jednotlivé úseky jsou pravidelně denně kontrolovány pracovníky [20].

Zásobníky propylenu se nacházejí mimo hlavní areál Spolku v lokalitě Ovčí vrch a se Spolkem jsou propojeny nadzemním potrubím. Dva skladovací horizontální válcové zásobníky se od roku 2009 uchovávají v podzemí, jsou umístěny ve skladu hořlavin provozu Epitetra. Do roku 2009 se zásobníky nacházely nad zemí a představovaly vyšší riziko úniku a výbuchu. Každý zásobník má objem 240 m³ a plní se maximálně na 80 %, což představuje 99 tun propylenu. Jeden zásobník vždy zůstává prázdný. Vstupy a výstupy do nádrží

a z nádrží jsou z důvodu zvýšení bezpečnosti vedeny pouze shora. Celý skladový areál je oplocen a trvale střežen ostrahou [20].

V obou případech, jak u stáček stanice, tak v prostoru u zásobníků je rozmístěno dohromady 34 stabilních detektorů propylenu. V případě vyhlášení poplachu jsou spuštěny sirény ve výrobně epichlorhydrinu. V místech skladování a stáčení je pomocí semaforů umístěných na přístupových cestách uzavřen vstup [20].

3 CÍL PRÁCE

Předmětem práce je namodelování úniku NCHLS z chemického provozu Spolchemie v Ústí nad Labem. Cílem práce je vyhodnotit možné dopady úniky NCHLS z provozu Spolchemie. Na základě výsledků hodnocení jsou navržena možná technická bezpečnostní opatření určená k zajištění ochrany osob v budovách s vysokou koncentrací osob, které se nacházejí na zasaženém území.

Teoretická část se zabývá problematikou chemických havárií, prevencí a následky havárií. Je zde uvedena charakteristika provozu Spolchemie, včetně vyráběných a používaných chemických látek a směsí. V praktické části je za pomoci softwarového programu TerEx namodelován možný únik vybrané chemické látky. V tomto případě se jedná o chlor, kterému je věnována i část teoretické části. Scénář možného úniku byl předem stanoven.

4 METODIKA

V bakalářské práci jsou využity obecně známé vědecké metody, jako je analýza, syntéza, dedukce, indukce, modelování a simulace, které jsou dále více popsány v tabulce 1.

Tabulka 1 - Použité metody [27]

Metoda	Základní popis
Analýza	Proces sloužící k rozkladu zkoumaného jevu na výchozí části, které se následně stanou předmětem dalšího zkoumání. V této bakalářské práci je metoda použita v kapitole výsledků k analyzování následků úniku NCHLS.
Indukce	Metoda sloužící k vyvozování obecného závěru na základě poznatků, pravidel, principů a zákonitostí ve vztahu k dané problematice. Použita ke zpracování teoretické části a diskuze.
Dedukce	Jedná se o myšlenkový postup, při kterém se jde opačným směrem než u indukce. Slouží k vyvozování přesnějších tvrzení, postupuje se od méně obecného k obecnějšímu. V práci je metoda použita ke zpracování diskuze a závěru.
Syntéza	Metoda používána k myšlenkovému spojení poznatků v celek, jež je použita v diskuzi.
Modelování a simulace	Touto metodou rozumíme aplikaci různých druhů modelů a scénářů ve vztahu k řešení dané problematiky. Je to zjednodušený obraz jistého problému. Pro modelaci úniku NCHLS z daného chemického závodu v České republice byl použit softwarový program TerEx. Metoda je využita v kapitole výsledky.

4.1 Softwarový program TerEx

K simulaci úniku chloru je použit softwarový (dále jen „SW“) program TerEx. Je to nástroj vyrobený firmou T-SOFT, který je určen pro rychlý odhad následků havárií a teroristických či vojenských útoků za použití NCHLS. Na základě získaných podkladů a informací z bezpečnostní zprávy podniku, jsou tyto informace zadány do SW programu TerEx. Pomocí programu jsou vyhodnoceny a následně zpracovány do tabulek, grafů a geografických podkladů. Výsledky odpovídají takovým podmínkám, při kterých dojde k těm nejhorším možným variantám následků. Základem programu je devět modelů mimořádných událostí, které představují různé varianty havárií nebo teroristických útoků. Další součástí programu je seznam NCHLS [28].

5 VÝSLEDKY

5.1 Možné úniky nebezpečných chemických látek a směsí

V následující kapitole jsou uvedeny možné úniky NCHLS z chemického závodu Spolchemie. Nejzávažnějšími následky pro úniky NCHLS je ohrožení zdraví a života obyvatel a zaměstnanců, následně pak zvířat a poškození životního prostředí. V bezprostřední blízkosti chemického závodu se nachází centrum krajského města Ústí nad Labem, vodní zdroje, řeka Bílina a Labe. Zdrojů nebezpečí je několik, budou zde uvedeny ty nejdůležitější, ale jen na jednom vybraném bude provedena příkladná modelace úniku NCHLS. Hlavními zdroji nebezpečí jsou tři provozy. Elektrolýza a Chlorová chemie, kde je hlavní látkou chlor a středisko Epichlorhydrin, kde je stěžejní látkou propylen. Pro konkrétní příklady modelací je zvolena právě zmíněná nejrizikovější látka z celého závodu, a to chlor. Následky chemických havárií mají většinou stejné nebo obdobné dopady. Příčiny však bývají rozdílné, každá havárie má svá specifika. V nejčastějších případech se jedná o selhání lidského faktoru, poté to může být technologická závada či provozní stav zásobníků a potrubních systémů. Dále mohou mít na havárii vliv přírodní živly ve formě povodní či velkých teplotních výkyvů. Seznam možných zdrojů nebezpečí je uveden níže prostřednictvím tabulky 2.

Tabulka 2 - Možné zdroje nebezpečí [20]

Středisko	zdroje rizik	látka
Elektrolýza	potrubí 600 m	chlor
Chlorová chemie	potrubí 400 m	chlor
	zásobník velký	chlor
	zásobník malý	chlor
	železniční cisterna (plnění/stáčení)	chlor
	železniční cisterna (odstavená na koleji)	chlor
	potrubí 600 m	chlor
Epichlorhydrin	železniční cisterna (stáčení)	propylen
	zásobník	propylen

Pro modelaci byl vybrán únik z velkého zásobníku chloru. Předem jsou zvolené povětrnostní a meteorologické podmínky, které jsou dále více popsány. K modelování je použit SW program TerEx, jež je popsán v předchozí kapitole.

5.2 Scénář úniku chloru pro modelaci modelu PUFF

Pro modelaci byl zvolen následující scénář. Jedná se o větší skladovací válcový horizontální zásobník kapalného chloru o objemu 55,5 m³, jehož délka je 12 m a průměr 2,5 m. Maximální povolené plnění je 80 %. Zásobník je v provozu již 68 let. Nehoda se stane v letním období při déletrvajících vysokých teplotách. Zásobník nevydrží tlak a nepříznivé meteorologické podmínky a dojde k jeho protržení a rozvalení. Havárii s únikem NCHLS tedy způsobí vada a selhání materiálu.

5.3 Modelování scénáře úniku chloru pomocí programu TerEx – model PUFF

Z výše nastíněného scénáře byla pomocí softwarového programu TerEx provedena modelace. Pro modelaci byl vybrán model nazývaný PUFF – jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku. Látkou vybranou pro modelaci byl chlor v podobě zkapalněného plynu při teplotě 10 °C ve skladovacím zásobníku. Množství uniklého chloru ze zásobníku bylo 61,3 %, což pomocí hustoty kapalného chloru 1 470,6 kg/m³ bylo přepočteno na množství 40 000 kg. Jelikož je celý závod umístěn na rovině, vítr se na tomto místě pohybuje kolem 4 m/s západním směrem. Pro průběh havárie byla zvolena nejhorší varianta z hlediska doby, možnost noci, rána nebo večera. Typ atmosférické stálosti byl vybrán jako typ E popisující inverzi, při které se nejlépe šíří plynné NCHLS.

Pro orientaci a rychlý odhad následků při úniku zvolené NCHLS byly výsledky modelace v programu TerEx zakresleny do map a grafů.

5.4 Výsledky modelace úniku chloru s modelem PUFF

Následující parametry, popisující stav atmosféry a potřebné hodnoty pro modelaci, byly zadány do SW programu TerEx.

Tabulka 3 - Zadané parametry pro modelaci jednorázového úniku 40 t chloru

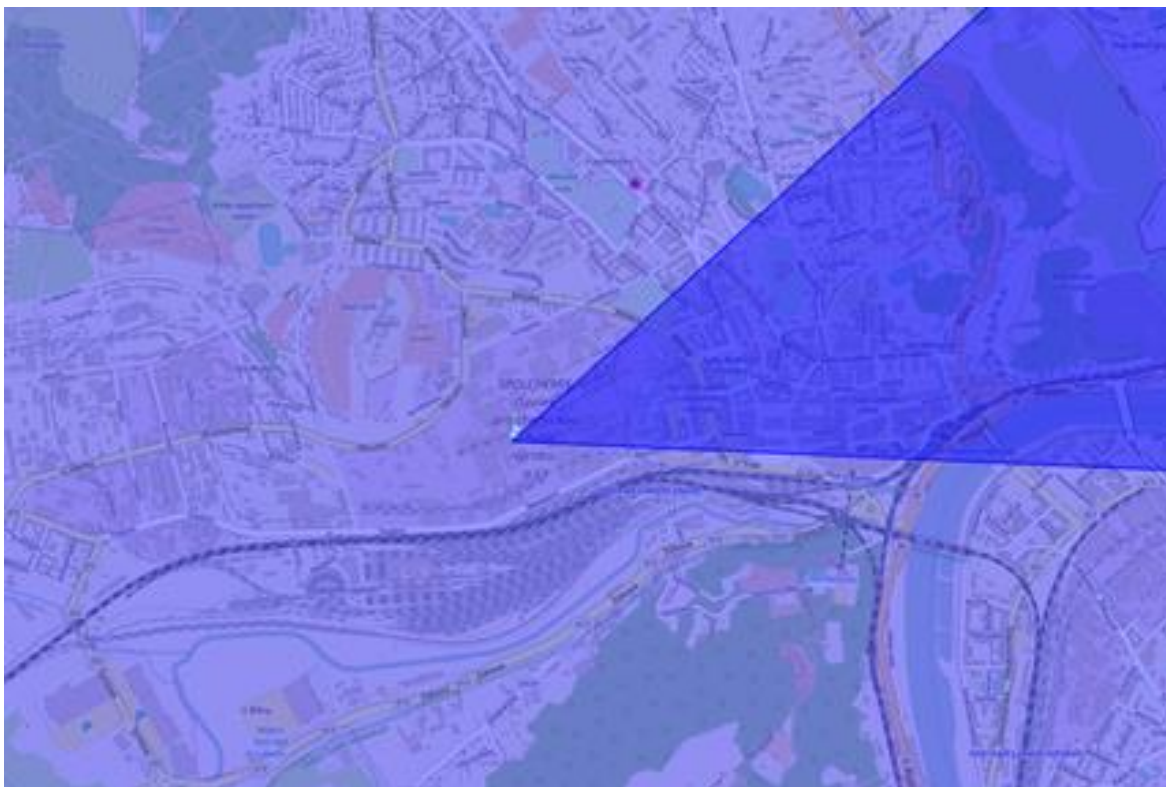
Model	PUFF – jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku
Látka	chlor
Teplota v zařízení	10 °C
Typ zařízení	skladovací zásobník
Množství uniklé látky	40 000 kg
Rychlost větru	4 m/s
Typ atmosférické stálosti	E – inverze

Dle zadaných parametrů v tabulce 3 při modelování úniku chloru byl zvolen model PUFF – jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku. Výsledkem modelace jsou následky, ke kterým dojde při úniku 61,3 % chloru ze skladovacího zásobníku. V tabulce 4 můžeme vidět vzdálenosti a dobu působení maximální koncentrace od epicentra úniku pro nezbytná opatření na ochranu života a zdraví obyvatel.

Tabulka 4 - Výsledky modelace jednorázového úniku 40 t chloru

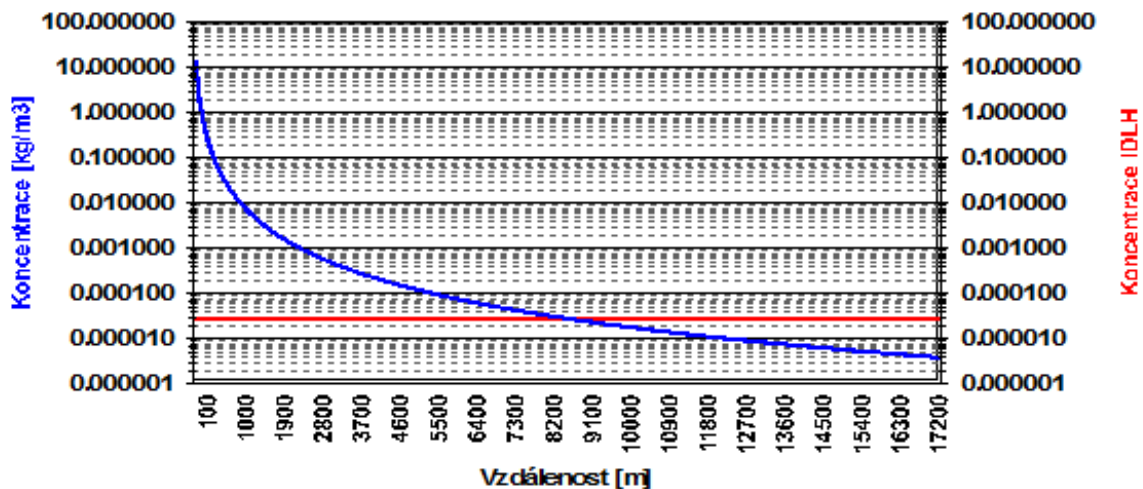
Nutná evakuace	7 300 m
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku	8 780 m
Trvání maximální koncentrace	30,8 min

Z tabulky 4 tedy vidíme, že do vzdálenosti 7 300 m je obyvatelstvo ohroženo velkou dávkou koncentrace chloru a je tedy nezbytné provést evakuaci. Ve vnější zóně v okruhu 8 780 m od epicentra úniku je doporučený průzkum toxické koncentrace. Ohrožení obyvatel oblakem uniklého chloru také závisí na směru větru. V programu TerEx byl vítr nastaven západním směrem, kde by hrozilo nejhorší možné ohrožení obyvatelstva.



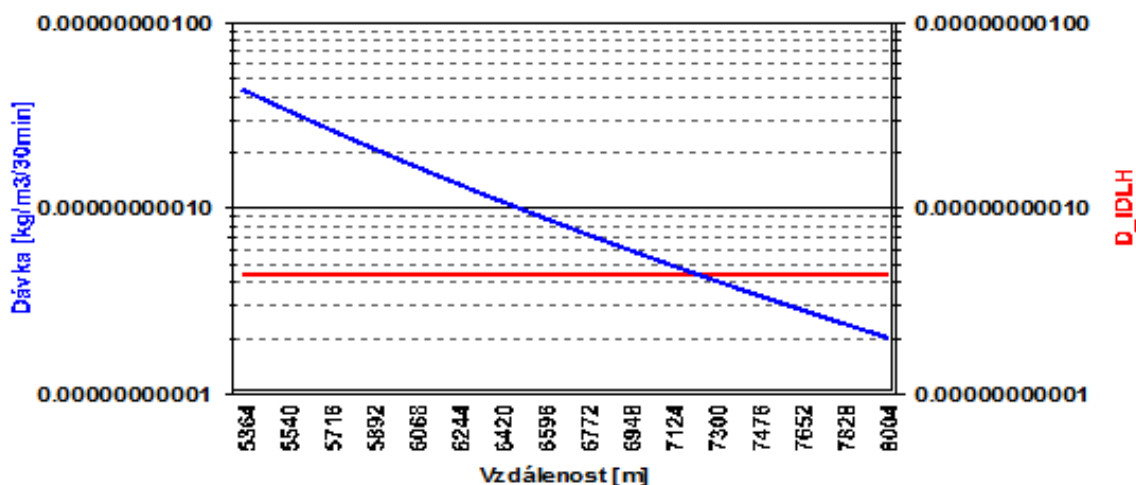
Obrázek 4 – Rozsah jednorázového úniku 40 t chloru při západním směru větru

Na obrázku 4 je znázorněno umístění skladovacích zásobníků chloru a současně i místo havárie zeleným bodem. Tmavě modrá výseč začínající u zeleného bodu je nejvíce ohrožená oblast. V oblasti leží centrum města, kde se nacházejí budovy s vysokou koncentrací osob. Výseč pokrývá dvě obchodní centra, městské muzeum, dům kultury, tři hotely, magistrát města Ústí nad Labem, krajský úřad, krajské ředitelství HZS ČR, obchodní akademii, základní školu, městské lázně, benzínovou pumpu, vlakové nádraží, dvě hlavní náměstí a několik dalších budov s vysokou koncentrací osob. Dle výsledků zobrazených na mapě můžeme tedy předpokládat, že by centrum města muselo být evakuováno a obyvatelstvo celého města Ústí nad Labem by bylo v ohrožení.



Obrázek 5 - Doporučený průzkum toxické koncentrace při jednorázovém úniku 40 t chloru

Obrázek 5 znázorňuje ohrožení vycházející z vlastností chloru. Křivka červené barvy znázorňuje IDLH (Immediately Dangerous to Life and Health), což je koncentrace, která bezprostředně ohrožuje život a zdraví obyvatel. Modrá křivka zobrazuje závislost koncentrace chloru na vzdálenosti od místa úniku. Bod, ve kterém se tyto dvě křivky protínají, značí vzdálenost, do které má být učiněn doporučený průzkum. Pro únik 40 t chloru je vymezena oblast průzkumu do vzdálenosti 8 780 m.



Obrázek 6 - Nezbytná evakuace obyvatelstva při jednorázovém úniku 40 t chloru

Na obrázku 6 červená křivka zobrazuje koncentraci bezprostředně ohrožující život a zdraví obyvatel. Křivka modré barvy znázorňuje dávku. Místo, kde se křivky protínají, zobrazuje vzdálenost od místa úniku, do které je doporučeno provést evakuaci obyvatel. Pro tak velké množství chloru od místa úniku se jedná o evakuaci do vzdálenosti 7 300 m.

5.5 Scénář úniku chloru pro modelaci modelu PLUME

Následující scénář byl zvolen pro modelaci. Jedná se opět o větší skladovací válcový horizontální zásobník kapalného chloru o objemu 55,5 m³, jehož délka je 12 m a průměr 2,5 m. Maximální povolené plnění je 80 %. Zásobník je v provozu od roku 1949. Nehoda se stane na konci přečerpání chloru z cisterny do zásobníku, kdy se spolu sloučí dva faktory. Jelikož je zásobník v provozu již několik desítek let, nevydrží tlak a zaměstnanec, který ovládá ventil ho stoprocentně nezajistí a ventil zůstane uvolněný. Dojde tak k okamžitému uvolňování chloru v prostoru ventilu, kde se únavou materiálu a tlakem 300 kPa vytvoří otvor o průměru 15 cm, kterým látka začne nekontrolovatelně unikat.

5.6 Modelování scénáře úniku chloru pomocí programu TerEx – model PLUME

Z výše uvedeného scénáře byla provedena modelace v SW programu TerEx. Vzhledem k faktu, že chlor se v zásobníku nachází jako zkapalněný plyn a může unikat jako kapalina i plyn, byl pro druhou modelaci vybrán model PLUME – deletrvající únik plynu do oblaku. Chlor je uchováván v podobě zkapalněného plynu pod tlakem, který se pohybuje kolem 300 kPa a jeho teplota ve skladovacím zásobníku je 10 °C. Průměrný vítr se zde pohybuje

okolo 4 m/s jihozápadním směrem. Dále byl zvolen typ E atmosférické stálosti popisující inverzi.

5.7 Výsledky modelace úniku chloru s modelem PLUME

Parametry níže v tabulce 5, popisující potřebné hodnoty a stav atmosféry byly zadány do SW programu TerEx.

Tabulka 5 - Zadané parametry pro modelaci déletrvajícího úniku chloru

Model	PLUME – déletrvající únik plynu do oblaku
Látka	chlor
Teplota v zařízení	10 °C
Typ zařízení	skladovací zásobník
Tlak v zařízení	300 kPa
Rychlost větru	4 m/s
Typ atmosférické stálosti	E – inverze

Výsledky modelace úniku chloru, při kterém byl zvolen model PLUME – déletrvající únik plynu do oblaku, ukazuje tabulka 6. Podle SW programu TerEx můžeme v tabulce vidět následky úniku chloru ze skladovacího zásobníku, v němž se pohybuje pod tlakem přibližně 300 kPa.

Tabulka 6 - Výsledky modelace déletrvajícího úniku chloru

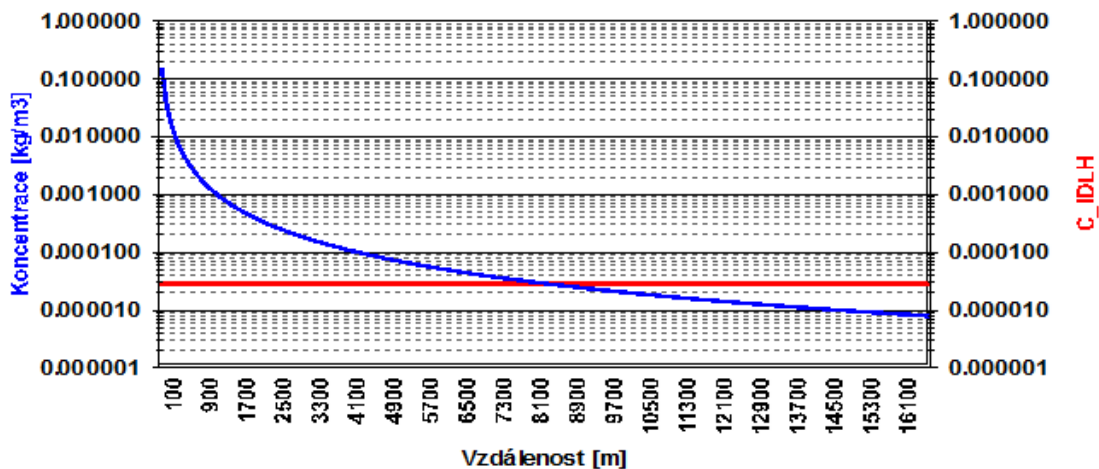
Nezbytná evakuace osob	8 441 m
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku	12 661,5 m

Z tabulky 6 můžeme tedy vidět, že oblakem chloru jsou přímo ohroženy osoby ve směru větru do vzdálenosti 8 441 m od místa úniku. Nejvzdálenější ohrožení se týká osob do vzdálenosti 12 661,5 m, kam je doporučený průzkum toxické koncentrace.



Obrázek 7 - Rozsah úniku chloru při déletrvajícím úniku chloru

Na obrázku 7 je zobrazeno místo, kde se nacházejí zásobníky chloru. Místo úniku je označené zeleným bodem. Modrá výseč jihozápadním směrem dosahuje do vzdálenosti 8 441 m, oblast představuje ohrožení 1. stupně. Ve výseči leží městská část Klíše, kde se nacházejí budovy s vysokou koncentrací osob. V oblasti leží střední škola, dvě základní školy, dále obchodní dům, restaurace, kancelářské budovy, obytná část a nejvíce ohrožené budovy jsou budovy kampusu UJEP, kde se přes den pohybují stovky studentů. Můžeme tedy předpokládat, že by se muselo evakuovat tisíce obyvatel a další části města by byly v ohrožení.



Obrázek 8 - Doporučený průzkum toxické koncentrace při děletrvajícím úniku chloru

Obrázek 8 zobrazuje oblast doporučeného průzkumu toxické koncentrace při děletrvajícím úniku chloru. Křivka modré barvy znázorňuje závislost koncentrace chloru na vzdálenosti od místa úniku. Červená přímka značí IDLH neboli koncentraci, která bezprostředně ohrožuje zdraví a život. Oblast vymezená bodem, kde se přímky protínají, označuje vzdálenost 8 441 m, do které musejí být lidé evakuováni, aby nedošlo k jejich ohrožení toxickými účinky unikající látky. Doporučený průzkum je do vzdálenosti 12 661,5 m.

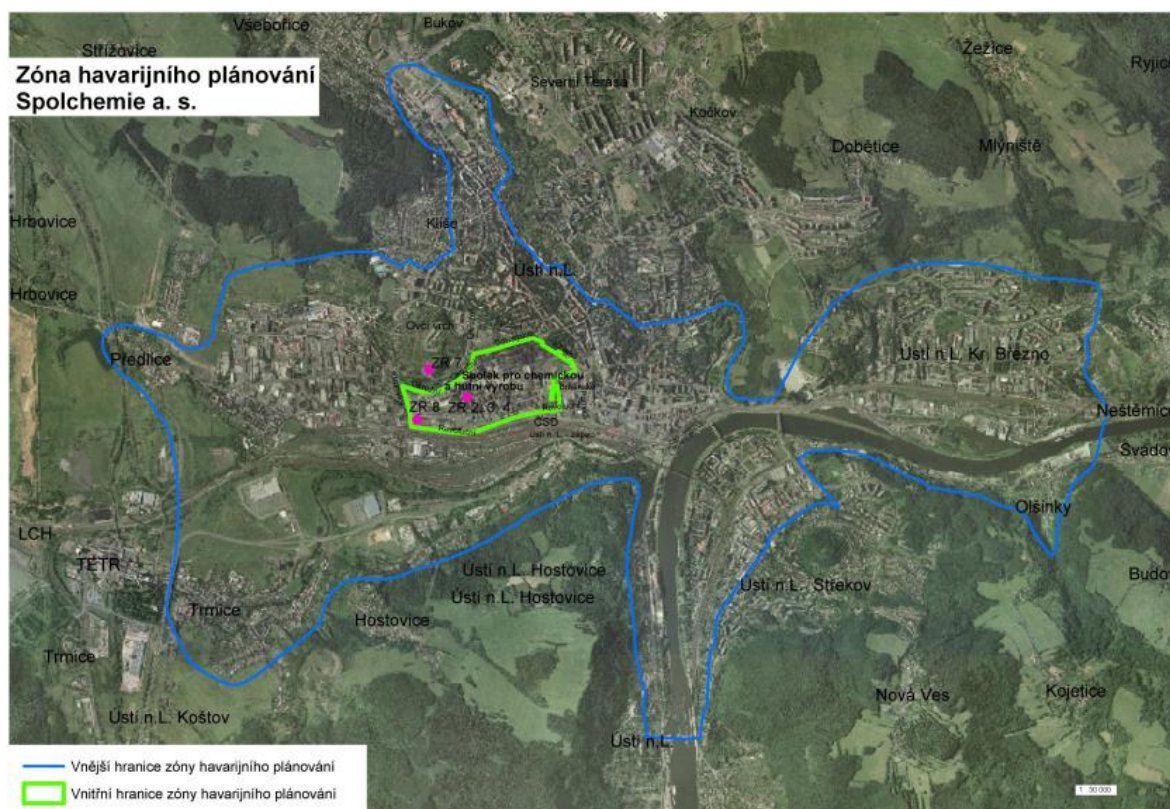
5.8 Budovy nacházející se v zasažené zóně

Ohrožených budov v zóně havarijního plánování Spolchemie se nachází velké množství. Budov s vysokou koncentrací osob se nejvíce nachází v centru města a městské části Klíše. Nejdříve se budeme věnovat budovám v centru města, které jsou vzdušnou čarou vzdáleny 300 m od Spolchemie. V centru města Ústí nad Labem se nacházejí budovy starší jak čtyřicet padesát let. Jsou to budovy stavěné ve 2. polovině 20. století. Jedná se o budovy jako Magistrát města Ústí nad Labem, muzeum, divadlo, obchodní domy, městské lázně, kulturní dům, různé kancelářské budovy apod. Téměř všechny budovy jsou výškové a dosahují alespoň 5 ti nadzemních podlaží (dále jen „NP“). V případě vzniku závažné havárie spojené s únikem chloru, jako na výše uvedených modelacích, je možnost úkrytu obyvatel ve vyšších patrech. Potřebné zabezpečení však tyto budovy nemají, zároveň se pod nimi často nacházejí podzemní parkoviště a garáže, kde jsou občané ještě ve větším ohrožení.

Městská část Klíše má specifickou zástavbu, jedná se většinou o nízko podlažní domy a rodinné vily. V zóně vnějšího havarijního plánování se převážně nachází nízko podlažní domy. Rodinné vily jsou umístěny ve vyšší nadmořské výšce, a proto jsou již mimo havarijní zónu. Rizikovými objekty jsou střední průmyslová škola, základní škola a obchodní dům Kaufland. Tyto budovy nemají žádné specifické zabezpečení, které by zajišťovalo ochranu osob před únikem chloru. Nejohroženějším komplexem je kampus UJEP, který se postupně staví a zvětšuje a jeho vzdálenost je 100 m od Spolchemie. Areál je složen z několika objektů, kde jsou umístěny jednotlivé fakulty, knihovna, rektorát a přednáškové sály. Částečně se jedná o zrekonstruované budovy bývalé Masarykovy nemocnice, které rovněž nemají příslušné zabezpečení proti úniku chloru. Nově realizované budovy a další, které jsou v projektové fázi, mají již konkrétní zařízení, jež je součástí vzduchotechniky a vede ke zvýšení ochrany a bezpečnosti osob v podzemním podlaží (dále jen „PP“) a prvním NP. Principem vzduchotechniky při úniku chloru je nasávání vzduchu z nejvyššího NP a vhnání ho do nejnižších pater, za účelem vytlačení chloru.

5.9 Zóna havarijního plánování Spolchemie

Zóna havarijního plánování (dále jen „ZHP“) Spolchemie se pohybuje v několika nadmořských výškách. Zdroj nebezpečí se nachází v nadmořské výšce 156 m. n. m, přičemž zóna dosahuje až do výšky 200 m. n. m. Zóna pokrývá jednotlivé městské části a ulice. Na východě města Ústí nad Labem zahrnuje celé sídliště Krásné Březno a končí za přístavem ulicí Karolíny Světlé, dále se v zóně nachází centrum města, na severu pojímá městskou část Bukov po kruhový objezd Na Rondelu. Na západě města je to část Klíše, Předlice a část města Trmice. Na jihu od Trmic pokračuje zóna ulicí Žižkova, kde pak přes řeku Labe vede až ke střekovským zdymadlům a zahrnuje celou městskou část Střekov a Olšinky a pokračuje zpátky na druhý břeh Labe, kde se napojuje na již zmíněnou ulici Karolíny Světlé. Dle výsledků modelace je patrné, že zasažené území i tak vychází ze ZHP Spolchemie, kterou můžeme vidět na obrázku 9.



Obrázek 9 - Zóna havarijního plánování Spolchemie [29]

5.10 Přehled počtů obyvatel v ZHP

Tabulka 7 - Počty obyvatel v ZHP [30]

Městský obvod	Městská část	Počet obyvatel
Ústí nad Labem – město	Bukov	2 000
	Centrum	10 000
	Předlice	2 000
	Klíše	3 000
Střekov	Střekov	3 000
Neštěmice	Krásné Březno	10 000

5.11 Zasažené budovy s vysokou koncentrací osob

Tabulka 8 - Budovy s vysokou koncentrací osob v městské části Centrum [vlastní]

Městská část centrum	počet osob
Správní budova Spolchemie	250
Magistrát města Ústí nad Labem	410
Krajský úřad Ústeckého kraje	415
Obchodní akademie	562
Severočeské divadlo opery a baletu	50
Muzeum města Ústí nad Labem	30
Krajské ředitelství policie Ústeckého kraje	200
administrativní budovy	500
obchodní centrum Forum	v průměru 1 000

Tabulka 9 - Budovy s vysokou koncentrací osob v městské části Klíše [vlastní]

Městská část Klíše	počet osob
kampus UJEP	10 700
Střední průmyslová škola	400
Základní škola České mládeže	480
Základní škola Palachova	550
Obchodní dům Kaufland	v průměru 800

5.12 Návrh možných opatření na zabezpečení budov

Za účelem snížení dopadu popisované průmyslové havárie na zdraví osob budou navržena možná opatření vedoucí k ochraně osob uvnitř budov s vysokou koncentrací výskytu osob. Opatření by se měla realizovat od určitého průměrného počtu pohybu osob v budovách. Počet

vycházející dle tabulek 8 a 9 je tedy 200 osob. Opatření budou rozdělena na organizační a technická.

5.12.1 Organizační opatření

Návrh organizačních opatření vychází z předpokladu, že v případě úniku chloru se tento plyn bude držet při zemi. Dle vnějšího havarijního plánování Spolchemie je vytyčená zóna až ke kótě 200 m. n. m. Této výšky však nemůže smrtelná koncentrace chloru dosáhnout. Lze tedy očekávat, že smrtelné koncentrace by byly v úrovni pouze PP a prvních několika NP.

Z organizačních opatření by měly být budovy s vysokou koncentrací osob v ZHP vybaveny vnitřním rozhlasem, který včas oznámí případnou havárii, včetně podzemních garáží. Měli by se stanovit osoby, které budou pověřeny tyto havarijní stavy ohlašovat. Dále by měly být budovy přímo propojeny s HZS Ústeckého kraje a s odborem mimořádných situací Magistrátu města Ústí nad Labem, aby v případě havárie bylo možno přijmout účinná opatření k ochraně osob. Dále by všechny osoby v ohrožených budovách (zaměstnanci, studenti, s výjimkou návštěv) měli pravidelně procházet školeními se zásadami ochrany v případě úniku NCHLS. V neposlední řadě by měly ve všech budovách být ve vyšších patrech vymezeny místnosti, které by v případě havarijního úniku chloru ze Spolchemie sloužily jako dočasné improvizované úkryty.

5.12.2 Technická opatření

Pokud se v budově nacházejí podzemní garáže, měly by mít vzduchotechnické zařízení pro odvětrání strojním podtlakovým systémem. V případě vyhlášení poplachu by bylo nutné ihned uzavřít vstupy, zastavit odsávání a garáže by se odvětraly přetlakem. Pro tento účel by byla vzduchotechnika provozována v reverzním chodu tak, že na místo podtlakového systému by bylo větrání přetlakové. Zařízení by nasávalo vzduch na střeše, přivádělo by ho do prostoru garáží a chlor o vyšší hustotě, který se drží při zemi, by byl vytlačován ven z garáží. Tento systém by byl veden i na úroveň prvního NP. Další možností, jak eliminovat hrozbu je samozřejmě zvážit výstavbu nadzemních garáží.

Nezbytným návrhem na technická opatření je plynová detekce. Detektory pro plyny těžší než vzduch, by měly být umístěny jak v PP, tak i v prvním NP. Důležitým faktorem, kterému je nutné věnovat pozornost, je výška instalace detektoru v chráněném prostoru. Neúměrně

vysoko nad podlahou u plynů těžší než vzduch, může dojít ke zpožděné detekci plynu. Plynová detekce musí mít optickou i akustickou signalizaci. Ústředna může být napojena na ústřednu zařízení elektrické požární signalizace (dále jen „EPS“). Účelem stabilní plynové detekce je signalizovat navolené úrovně dosažených hodnot plynu [31].

6 DISKUZE

Tato bakalářská práce se zabývá problematikou chemických havárií ve vztahu k budovám s vysokou koncentrací osob. Předmětem byl únik NCHLS z chemického závodu Spolchemie v Ústí nad Labem. Jedná se o velice rizikový provoz z hlediska jeho umístění ve vztahu k centru města. Pro modelaci a simulaci byl použit SW programu TerEx od společnosti T-SOFT pro rychlý odhad výsledků úniků vybrané chemické látky ve dvou různých modelech. Dle výsledků zobrazených pomocí map a grafů bylo vyhodnoceno zasažené území ve vztahu k budovám s vysokou koncentrací osob.

Následky zjištěné z výsledků modelace jsou následující. Zasažené území dle modelace je srovnatelné se ZHP společnosti, tudíž jsou konkrétní nasimulované chemické havárie reálné. Havárie tak velkého rozsahu by tedy zasáhla celé město Ústí nad Labem. Pokud by se však jednalo o chlor jako v tomto případě, látka by se za určitých atmosférických podmínek držela při zemi, neboť je těžší než vzduch a do výše položených částí města by se nedostala. Nejvíce ohrožená území by se v dané chvíli nacházela po směru větru, kam by se látka dostala jako první.

Z následků můžeme tedy vidět, jak velké území může být zasažené při tak rozsáhlé chemické havárii a kolik budov a osob může být v ohrožení. Na základě vyhodnocení zasaženého území byla navržena organizační a technická opatření, která by v případě nastalého úniku chloru pomohla ochránit lidské životy.

Otázkou však je, zda jsou všechna navržená opatření reálná. Ohledně organizačních se některá opatření dodržují. Většina budov je vybavena vnitřním rozhlasem a zaměstnanci se při nástupu do zaměstnání účastní obecného školení bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. Školení jsou však obecná a nezaměřují se na zásady ochrany zdraví v případě úniku NCHLS. Průběžná školení již poté neprobíhají. Pokud jde o technická opatření, v případě městské části centrum, kde se nachází hustá zástavba kancelářských budov a obchodních domů, se určitě nedá uvažovat o výstavbě nových rozsáhlých nadzemních parkovišť. Jistá zabezpečení by se však pořídit dala. Detektory pro plyny těžší než vzduch do podzemních parkovišť, garáží a do prvních NP by nebyly rozhodně investičně náročné. V tomto případě by detektory zajistily včasnou detekci přítomného chloru a v pravou chvíli by upozornily osoby nacházející se v tu chvíli na místě nebezpečí. Jako další navrhované zabezpečení budov s vysokou koncentrací osob je vzduchotechnické zařízení, které by pracovalo v reverzním chodu. Pokud by došlo

k havárii s únikem chloru, přepnulo by se zařízení na opačný chod a místo podtlakového větrání by se větralo přetlakově. Investice na realizaci těchto opatření by byla jistě nákladná, ale ve vztahu k ochraně obyvatelstva jsou to zanedbatelné částky.

Vhodnější je řešit detekci přímo na hranici areálu Spolchemie, a následné předání informace o úniku NCHLS přímo do uvedených budov s vysokou koncentrací osob. Jedno takové řešení již bylo navrženo v Ostravě. Jedná se o projekt Chemon – chemický monitoring. Principem jsou skrápěcí stěny v okolí zdrojů rizik a rozmístění čidel, které snímají havarijní koncentrace amoniaku. Údaje jsou přenášeny na krajské operační a informační středisko (dále jen „KOPIS“) HZS Moravskoslezského kraje. Do systému jsou zahrnuty budovy s vysokou koncentrací osob, převážně školská, administrativní a zdravotnická zařízení. V těchto vybraných objektech jsou instalovány terminály vizuálně akustické signalizace. Tyto terminály vyrozumívají o havárii a informují o zásadách chování osob v budovách s vysokou koncentrací osob [32]. Zabezpečení tohoto typu by se dalo využít i v Ústí nad Labem.

Spolchemie má zabezpečení na několika úrovních, ale takový typ zabezpečení jako v Ostravě nemá. Na hranici areálu Spolchemie je vybudován rozsáhlý systém monitorovacích čidel nebezpečných plynných látek umístěných v okolí hlavních zdrojů nebezpečí. Tento systém poskytuje on-line okamžité a přesné informace do velínů provozů a integrovanému záchrannému dispečinku (dále jen „IZD“) o úniku NCHLS, včetně místa a hodnot koncentrací dané látky. Konkrétní detektory chloru se nacházejí kolem provozu Chlorová chemie, Membránová elektrolyza a u objektů, kde se nacházejí zásobníky. Detektory na únik chloru jsou od sebe rozmístěny ve vzdálenosti 100 – 200 metrů. Kolem zásobníků a stáček místa chloru ze železničních cisteren jsou instalovány vodní clony, které jsou ovládány z velínu provozu. Podnik je vybaven závodním rozhlasem, hlavní poplachovou sirénou a každý provoz má pak svou místní sirénu. Jsou ovládány z IZD, který úzce spolupracuje s HZS podniku (dále jen „HZSP“). Při vzniku mimořádné události vysílá dispečer IZD jednotku HZSP k zásahu. Na úrovni operačního řízení zajišťuje IZD veliteli zásahu informační podporu, spolupracuje s KOPIS HZS Ústeckého kraje, složkami IZS a stanovenými orgány Magistrátu města – oddělení mimořádných situací. Na jednom z objektů je umístěna i siréna civilní ochrany, tu a ostatní sirény ve městě ovládá HZS Ústeckého kraje [20].

Dále je v Ústí nad Labem varovný a informační systém, který provozuje Magistrát města prostřednictvím operačního střediska městské policie. Dispečer IZD má do tohoto systému možnost přímého vstupu. Reproductory jsou rozmístěny v ZHP Spolchemie. Prostřednictvím městské policie lze zajistit rovněž informování obyvatelstva policejními rozhlasovými vozy. Město má také v provozu SMS InfoKanal, kam se můžou obyvatelé zaregistrovat a v případě mimořádné události ve městě, jako je například chemická havárie či požár velkého rozsahu dostanou SMS o události přímo do svého mobilního telefonu [33].

Všechna tato zabezpečení jsou důležitou a nepostradatelnou součástí ochrany obyvatelstva, ale než se informace o úniku NCHLS přes IZD, městskou policii nebo HZS Ústeckého kraje dostane do budov s vysokou koncentrací osob, může už být nebezpečná látka dávno uvnitř. Projekt Chemon zajišťuje včasnou realizaci opatření na ochranu obyvatelstva v ZHP. Nejdůležitější část projektu je přímé spojení budov s vysokou koncentrací osob s KOPIS HZS Moravskoslezského kraje.

Prioritní problematikou budov s vysokou koncentrací osob je jejich nová výstavba v ZHP podniků, ve kterých se nacházejí NCHLS. Takové budovy by se v nejbližším okolí chemických závodů neměly vůbec stavět, ale v případě stávající husté zástavby v okolí Spolchemie nebyla jiná možnost. Při umístění nových budov v ZHP chemických podniků by měl jejich návrh obsahovat konkrétní zabezpečení dle daného podniku a NCHLS, které se v něm vyskytují. V tomto případě stavební zákon žádné konkrétní požadavky na stavby v ZHP podniků nestanovuje, protože se zákon všeobecně zabývá umístováním, povolováním staveb a jejich změn, užíváním a odstraňováním staveb. Zároveň upravuje podmínky pro projektovou činnost a provádění staveb, obecné požadavky na výstavbu a některé další věci související s předmětem této právní úpravy [34]. V případě umístění novostaveb a rekonstrukcí objektů v kampusu UJEP je účastníkem řízení chemický závod Spolchemie, neboť se stavbou sousedí. Tím se má Spolchemie právo vyjádřit k umístění a povolení těchto staveb. Jejich podmínkou pro povolení nové stavby bylo zohlednit v projektové dokumentaci konkrétní preventivní opatření ke zmírnění následků případné závažné havárie spojené s únikem chloru mimo areál závodu. Pokud by se však nová budova nestavěla v přímém sousedství areálu závodu, už by se k tomu Spolchemie neměla právo vyjádřit, neboť by nebyla účastníkem řízení. Tato budova s vysokou koncentrací osob by poté byla budova jako jiné v okolí, tzn. bez zabezpečení ochrany osob uvnitř.

Na základě výše uvedeného by měl tuto problematiku řešit stavební zákon a jeho prováděcí právní předpisy, které by konkrétní zabezpečení upravovaly. Pokud by tedy bylo nezbytné stavět budovy s vysokou koncentrací osob v blízkosti chemických podniků, měla by být konkretizována technická zabezpečení budov na ochranu obyvatelstva uvnitř objektů dle daného závodu a NCHLS, které se v podniku nacházejí. Tato opatření by mohla být obsažena v prováděcím právním předpisu ke stavebnímu zákonu, který stanovuje příslušné ministerstvo vyhláškou č. 268/2009 Sb., o technických požadavcích na stavby.

V ČR se nachází mnoho chemických podniků s NCHLS, které leží v blízkosti měst a jejich obytných částí. Řešená Spolchemie v Ústí nad Labem je bohužel případ podniku, jež je přímo součástí centra krajského města. Veškerá navržená opatření zabezpečující ochranu obyvatel uvnitř budov s vysokou koncentrací osob se dají proto uplatnit nejen v Ústí nad Labem, ale i v dalších městech, ve kterých jsou obdobně umístěny chemické závody v centru.

7 ZÁVĚR

Práce se zabývá problematikou chemických havárií ve vztahu k budovám s vysokou koncentrací osob. V teoretické části jsou řešeny obecně chemické havárie, evropská i česká legislativa a prevence závažných havárií dle příslušného zákona č. 224/2015 Sb. o prevenci závažných havárií. Blíže je popsáno zařazení objektů do skupiny A nebo B a příklady havárií ze světa i z ČR. Celá jedna kapitola je věnována chemickému závodu Spolchemie, jeho výrobě, NCHLS v provozu a poloze vůči krajskému městu Ústí nad Labem.

V praktické části je prostřednictvím SW nástroje TerEx provedena modelace úniků vybrané NCHLS z daného provozu za předem stanoveného scénáře a podmínek. K modelaci je vybrána nejrozsáhleji používaná látka v rámci výroby, skladování a zpracování z celého závodu.

Cílem práce je vyhodnotit zasažené území dle modelovaných úniků chloru ze Spolchemie ve vztahu k budovám s vysokou koncentrací osob. Na základě výsledků jsou navržena technická a organizační opatření na zabezpečení osob uvnitř budov.

Z práce tak vyplývá, že prevence v rámci zabezpečení budov s vysokou koncentrací osob je nezbytnou součástí příprav na havárie velkého rozsahu. Podstatnou částí je i zabezpečení proti úniku chloru ze samotného areálu Spolchemie. Práce tedy poukazuje na problematiku zabezpečení budov v ZHP a na možné dopady havárie spojené s únikem chloru.

8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČR	Česká republika
EPS	Elektrická požární signalizace
HZS	Hasičský záchranný sbor
HZSP	Hasičský záchranný sbor podniku
IZD	Integrovaný záchranný dispečink
KOPIS	Krajské operační a informační středisko
MIC	Methylisokyanát
NCHLS	Nebezpečná chemická látka a směs
NP	Nadzemní podlaží
PP	Podzemní podlaží
Spolchemie	Spolek pro chemickou a hutní výrobu
SW	Software
UJEP	Univerzita Jana Evangelisty Purkyně
ZHP	Zóna havarijního plánování

9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] MIKA, Otakar J. *Průmyslové havárie*. Vyd. 1. Praha: Triton, 2003. Řešení krizových situací. ISBN 80-725-4455-1.
- [2] Databáze předpisů Evropských společenství. *Ministerstvo životního prostředí* [online]. 2009 [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: [http://www.mzp.cz/ris/vis-ec.nsf/\\$celex/3198210501](http://www.mzp.cz/ris/vis-ec.nsf/$celex/3198210501)
- [3] *Směrnice 96/82/ES o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek*. b.r.
- [4] SKŘEHOT, Petr a Jan BUMBA. *Prevence nehod a havárií: 2. díl: Mimořádné události a prevence nežádoucích následků*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce a T-SOFT, 2009. ISBN 978-80-86973-73-9.
- [5] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU. *EURLEX* [online]. b.r. [cit. 2017-01-07]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/CS/TXT/?uri=CELEX:32012L0018>
- [6] *Pomůcka CO-51-5 Provozní havárie s výronem nebezpečných škodlivin*. b.r.
- [7] *Ochrana obyvatelstva a krizové řízení: skripta*. Vydání první. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2015. ISBN 978-80-86466-62-0.
- [8] *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: . Sbíрка zákonů Česká republika, 2015.

- [9] Prevence závažných havárií. In: *Hasičský záchranný sbor České republiky* [online]. Praha: Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2017 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/krizove-rizeni-a-cnp-prevence-zavaznych-havarii-prevence-zavaznych-havarii.aspx>
- [10] *Zákon č. 350/2011 Sb. Zákon o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon)*. In: . Sbírka zákonů Česká republika, 2011.
- [11] ČAPOUN, Tomáš. *Chemické havárie*. MV-GŘ HZS ČR, 2009. ISBN 978-80-86640-64-8.
- [12] SKŘEHOT, Petr. *Prevence nehod a havárií: 1.díl nebezpečné látky a materiály*. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce a T-soft, 2009. ISBN 978-80-86973-70-8.
- [13] MIKA, Otakar J. a Lubomír POLÍVKA. *Radiační a chemické havárie*. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2010. ISBN 978-80-7251-321-5.
- [14] BARTLOVÁ, Ivana a Karol BALOG. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií I*. 2. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-005-0.
- [15] BROUGHTON, Edward. The Bhopal disaster and its aftermath: a review. In: *Columbia University Academic Commons* [online]. 2005 [cit. 2017-01-28]. Dostupné z: <http://dx.doi.org/10.7916/D8H70D8N>
- [16] Výbuch v chemičce v Záluží 19.7.1974. In: *Historie Litvínovska a okolí* [online]. 2011 [cit. 2017-02-17]. Dostupné z: <http://litvinov.sator.eu/kategorie/zanikle-obce/zaluzi/vybuch-v-chemicce-v-zaluzi-1971974>

- [17] BENEŠOVÁ, Petra a Kateřina KOZMOVÁ. Povodně roku 2002 vyplavily i Spolanu Neratovice. Lidi ohrožoval únik chlóru. In: *Český rozhlas* [online]. 2012 [cit. 2017-02-17]. Dostupné z: http://www.rozhlas.cz/zpravy/politika/_zprava/povodne-roku-2002-vyplavily-i-spolanu-neratovice-lidi-ohrozoval-unik-chloru--1097980
- [18] MATĚJŮ, Vendula. Únik čpavku v Madetě v Prachaticích. In: *Požáry.cz* [online]. 2010 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/25031-unik-cpavku-v-madete-v-prachaticich/>
- [19] KŘIČKA, Jiří. *Dílo sedmi generací: 150 let Spolku pro chemickou a hutní výrobu v Ústí nad Labem*. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Spolek pro chemickou a hutní výrobu, 2008. ISBN 978-80-902991-3-9.
- [20] TLP, spol. s r.o. a Ing. Vladimír LUDWIG. *Bezpečnostní zpráva Spolek pro chemickou a hutní výrobu, akciová společnost: ve smyslu zákona č. 224/2015 Sb.* Ústí nad Labem, 2016.
- [21] *Mapy* [online]. b.r. [cit. 2017-05-17]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=14.0247169&y=50.6591899&z=14&l=0>
- [22] Emergency Preparedness and Response: Facts about Chlorine. *Centers for Disease Control and Prevention* [online]. 2013 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <https://emergency.cdc.gov/agent/chlorine/basics/facts.asp>
- [23] HORÁK, Rudolf, Lenka DANIELOVÁ, Ludvík JURÍČEK a Ladislav ŠIMÁK. *Zásady ochrany společnosti*. Vydání první. Ostrava: Key Publishing, s.r.o., 2015. Monografie (Key Publishing). ISBN 978-80-7418-236-5.
- [24] STŘEDA, Ladislav, Stanislav BRÁDKA a Markéta. BLÁHOVÁ. *Nebezpečné chemické látky a ochrana proti nim*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2006. ISBN 80-866-4063-9.

- [25] PETRLÍK, RNDr. Jindřich a Ing. Petr VÁLEK. Epichlorhydrin. In: *Arnika* [online]. 2014 [cit. 2017-01-30]. Dostupné z: <http://arnika.org/epichlorhydrin>
- [26] Propylen. In: *Unipetrol* [online]. 2001 [cit. 2017-02-19]. Dostupné z: http://www.unipetrol.cz/cs/NabidkaProduktu/Documents/Bezpecnostni%20Listy/PropylenFCC_cz.pdf
- [27] LORENC, Miroslav. Závěrečné práce - metodika. In: *Lorenc* [online]. Praha, 2007-2013 [cit. 2017-04-10]. Dostupné z: <http://lorenc.info/zaverecne-prace/metodika.htm>
- [28] HAVLOVÁ, Ing. Michaela, Ing. Miloslava HRDLIČKOVÁ a Jana SKOTÁKOVÁ. *Uživatelský manuál TerEx*. Praha: T-SOFT, 2009.
- [29] Zóna havarijního plánování Spolchemie a.s. In: *Ústecký kraj* [online]. Ústí nad Labem, 2012 [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: http://www.kr-ustecky.cz/VismoOnline_ActionScripts/File.ashx?id_org=450018&id_dokumenty=1664944
- [30] NOSEK, Mgr. Štěpán. *Příprava a zpracování Strategie rozvoje města Ústí nad Labem 2015-2020: Analytické podklady a data (místní šetření, průzkumy, ankety)*. 2014.
- [31] KRATOCHVÍL, Václav, Šárka NAVAROVÁ a Michal KRATOCHVÍL. *Stavby a požárně bezpečnostní zařízení: malá encyklopedie požární bezpečnosti objektů a technologií*. Vyd. 1. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2010. ISBN 978-80-86640-53-2.
- [32] Projekty. *Chemické havárie: Projekt monitoringu nebezpečných látek v Moravskoslezském kraji* [online]. Hasičský záchranný sbor Moravskoslezského kraje, 2014-2016 [cit. 2017-05-09]. Dostupné z: <http://chemon.hzsmsk.cz/jste-v-bezpeci/projekty/>

- [33] Mimořádné situace. *Statutární město Ústí nad Labem* [online]. Ústí nad Labem, b.r. [cit. 2017-05-14]. Dostupné z: <http://www.usti-nad-labem.cz/cz/uredni-portal/obcan/zivotni-prostredi/mimoradne-situace.html>
- [34] ČESKÁ REPUBLIKA. *Zákon č. 183/2006 Sb. o územním plánování a stavebním řádu (stavební zákon)*. In: . Parlament České republiky: Sběrka zákonů České republiky, 2006, ročník 2006, částka 2226, číslo 183.

10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Dokumentace dle zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií	15
Obrázek 2 - Mapa umístění areálu Spolchemie v Ústí nad Labem	23
Obrázek 3 - Rozmístění společností v areálu Spolchemie	24
Obrázek 4 - Rozsah jednorázového úniku 40 t chloru při západním směru větru.....	36
Obrázek 5 - Doporučený průzkum toxické koncentrace při jednorázovém úniku 40 t chloru.....	37
Obrázek 6 - Nezbytná evakuace obyvatelstva při jednorázovém úniku 40 t chloru.....	38
Obrázek 7 - Rozsah úniku chloru při déletrvajícím úniku chloru.....	40
Obrázek 8 - Doporučený průzkum toxické koncentrace při déletrvajícím úniku chloru.....	41
Obrázek 9 - Zóna havarijního plánování Spolchemie	43

11 SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

Tabulka 1 - Použité metody	31
Tabulka 2 - Možné zdroje nebezpečí	33
Tabulka 3 - Zadané parametry pro modelaci jednorázového úniku 40 t chloru	35
Tabulka 4 - Výsledky modelace jednorázového úniku 40 t chloru.....	35
Tabulka 5 - Zadané parametry pro modelaci déletrvajícího úniku chloru	39
Tabulka 6 - Výsledky modelace déletrvajícího úniku chloru	39
Tabulka 7 - Počty obyvatel v ZHP	43
Tabulka 8 - Budovy s vysokou koncentrací osob v městské části Centrum	44
Tabulka 9 - Budovy s vysokou koncentrací osob v městské části Klíše.....	44