



**ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE**

---

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

**Analýza úniku nebezpečných chemických látek z podniku  
SPOLANA a.s.**

**Analysis of Leak Hazardous Chemicals Substances from  
SPOLANA a.s.**

Bakalářská práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva

Studijní obor: Plánování a řízení krizových situací

Vedoucí práce: Ing. Martin Staněk

**Alena Korbelová**

---

**Kladno, květen 2017**

## Zadání bakalářské práce

Student: **Alena Korbelová**  
Obor: Plánování a řízení krizových situací  
Téma: **Analýza úniku nebezpečných chemických látek z podniku SPOLANA a.s.**  
Téma anglicky: Analysis of Leak Hazardous Chemicals Substances from SPOLANA a.s.

### Zásady pro vypracování:

Cílem bakalářské práce je analýza úniku nebezpečné chemické látky z provozu společnosti SPOLANA a.s.

V teoretické části bude obecně popsána problematika chemických havárií a s ní související právní předpisy. Dále bude popsán provoz chemické společnosti SPOLANA a.s. s důrazem na seznam vyráběných a při výrobě používaných nebezpečných chemických látek.

V praktické části bude zpracována analýza rizik a s pomocí softwarových nástrojů namodelován možný únik vybraných nebezpečných chemických látek. Dále bude zanalyzován systém zabezpečení a způsob řešení modelového úniku nebezpečných chemických látek, který bude následně zhodnocen pomocí SWOT analýzy. V závěru práce bude provedeno zhodnocení získaných informací a navržena doporučující opatření pro řešení mimořádných událostí v případě úniku nebezpečných chemických látek.

### Seznam odborné literatury:

- [1] ČAPOUN, Tomáš a kol., Chemické havárie, MV-GR 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] SKŘEHOT, Petr a kol., Prevence nehod a havárií; 2. díl: Mimořádné události a prevence nežádoucích následků, Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce a T-SOFT, 2009, ISBN 978-80-86973-73-9

Zadání platné do: 11.09.2018

Vedoucí: Ing. Martin Staněk



vedoucí katedry / pracoviště



děkan

V Kladně dne 23.02.2017

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci s názvem Analýza úniku nebezpečných chemických látek z podniku SPOLANA a.s. 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 19.05.2017

.....  
Alena Korbelová

## **Poděkování**

Tímto bych ráda poděkovala vedoucímu mé bakalářské práce panu Ing. Martinovi Staňkovi za odborné vedení, rady, vstřícnost, věnovaný čas a trpělivost. Dále bych chtěla poděkovat panu Ing. Jiřímu Jiříčkovi, řediteli úseku HSE&Q SPOLANA a.s. Neratovice, za ochotu, poskytnuté materiály a informace o podniku.

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se zabývá otázkou prevence závažných havárií.

Cílem teoretické části práce je shrnutí potřebných informací o problematice chemických havárií a s ní související legislativa. Jako první je zde uvedené stručné seznámení s evropskou a českou legislativou. Z české legislativy se zde zaměřujeme hlavně na zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. Dále je zde popsána problematika chemických havárií, jejich příčiny a následky. Jako samostatný bod je uvedena definice chemické látky a její klasifikace. Rovněž je zde popsán samotný podnik SPOLANA a.s. Neratovice (dále jen Spolana) s důrazem na zónu havarijního plánování.

Praktická část je zahájena analýzou rizik podniku. Stěžejním bodem je modelace úniku amoniaku a chloru pomocí softwarových nástrojů TerEx a ALOHA.

Cílem práce byla analýza a modelace úniku nebezpečných chemických látek (dále jen NCHL) v případě chemické havárie ve Spolaně a komparace výsledků ze softwarových nástrojů TerEx a ALOHA v modelovém případě úniku amoniaku a chloru ze zásobníků.

Podklady pro zpracování bakalářské práce byly čerpány z veřejných pramenů. Jedná se o dostupné literární a internetové zdroje, bezpečnostní dokumentaci Spolany, ale také o konzultace s odborníky na problematiku prevence závažných havárií, konkrétně s pracovníky objektu Spolana a Hasičského záchranného sboru České republiky, stanice Neratovice, Mělník a Kladno.

Přínosem práce je především shrnutí dosud získaných informací o podniku, o možných rizicích, které mohou vést k závažným chemickým haváriím a možnost dalšího rozvoje podniku v oblasti prevence.

## **Klíčová slova**

ALOHA; amoniak; chlor; prevence závažných havárií; TerEx

## **Abstract**

This bachelor thesis deals with the question of preventing serious accidents.

The goal of the theoretical part is to make a summary of necessary information regarding the problematics of chemical accidents and the legislation that goes along with it. As first there is a brief familiarization with European and Czech legislation. The Czech legislation focuses mainly on the law No. 224/2015 of laws concerning the prevention of serious accidents. Further there is described the problematics of chemical accidents, their causes and consequences. As a separate point is mentioned a definition of what is a chemical substance and what is its classification. Apart from that there is a description of SPOLANA a.s. Neratovice with its emphasis on emergency planning.

Practical part begins with analysis of company risks. The main is to model a situation of ammonia and chlorine escape by means of using TerEx and ALOHA tools.

The goal of this work was an analysis and modelling of an escape of dangerous chemical substances in case of chemical accident in Spolana Neratovice. This was followed by comparing the results through software tools TerEx and ALOHA for a model escape situation of ammonia and chlorine from storage tanks.

The material used for this thesis comes from public sources. It means using accessible literary and internet sources, safety documentation of the company Spolana as well as a consultation with experts for the problematics of prevention of serious accidents. The experts were specifically workers from the premises of Spolana and Fire brigade of the Czech Republic as well as Neratovice, Mělník and Kladno fire stations.

The contribution of this work is mainly a summary of already gathered information about the company and possible risks which can lead to serious chemical accidents and possibly a further development of company in the area of prevention.

## **Key words**

ALOHA; ammonia; chlorine; prevention of serious accidents; TerEx

## Obsah

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 1     | Úvod.....  | 10 |
| 2     | Současný stav.....                                       | 11 |
| 2.1   | Legislativa EU.....                                      | 11 |
| 2.2   | Legislativa ČR.....                                      | 12 |
| 2.2.1 | Zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií..... | 12 |
| 2.2.2 | Související právní předpisy.....                         | 14 |
| 2.3   | Chemická havárie.....                                    | 15 |
| 2.3.1 | Příčiny chemických havárií.....                          | 16 |
| 2.3.2 | Následky chemických havárií.....                         | 17 |
| 2.4   | Chemická látka.....                                      | 17 |
| 2.4.1 | Klasifikace a označení chemických látek a směsí.....     | 18 |
| 2.5   | SPOLANA a.s. Neratovice.....                             | 21 |
| 2.5.1 | Grafické umístění.....                                   | 21 |
| 2.5.2 | Činnost společnosti.....                                 | 22 |
| 2.5.3 | Technologie.....   | 23 |
| 2.5.4 | Zóna havarijního plánování.....                          | 24 |
| 3     | Cíl práce.....   | 27 |
| 4     | Metodika.....  | 28 |
| 4.1   | Sběr dat a podkladů.....                                 | 28 |
| 4.2   | Analytické metody.....                                   | 28 |
| 4.2.1 | Matice rizik.....  | 28 |
| 4.2.2 | SWOT analýza.....  | 28 |
| 4.3   | Modelování.....  | 29 |
| 4.3.1 | Program TerEx.....                                       | 30 |
| 4.3.2 | Program ALOHA.....                                       | 30 |
| 5     | Výsledky.....  | 31 |
| 5.1   | Analýza rizik.....                                       | 31 |

|       |  |    |
|-------|--|----|
| 5.1.1 | Frekvence .....  | 32 |
| 5.1.2 | Následky.....  | 32 |
| 5.1.3 | Míra rizika.....   | 35 |
| 5.2   | Vybrané chemické látky .....                                 | 38 |
| 5.2.1 | Amoniak.....   | 38 |
| 5.2.2 | Chlor.....   | 39 |
| 5.3   | Scénář úniku .....   | 40 |
| 5.4   | Modelace zvoleného scénáře pomocí programu ALOHA.....        | 40 |
| 5.4.1 | Amoniak.....   | 41 |
| 5.4.2 | Chlor.....   | 44 |
| 5.5   | Modelace zvoleného scénáře pomocí programu TerEx.....        | 46 |
| 5.5.1 | Amoniak.....   | 46 |
| 5.5.2 | Chlor.....   | 48 |
| 5.6   | Vyhodnocení a řešení modelového úniku.....                   | 50 |
| 5.6.1 | Chování obyvatelstva při chemické havárii s únikem NCHL..... | 51 |
| 5.6.2 | Amoniak.....   | 52 |
| 5.6.3 | Chlor.....   | 54 |
| 5.7   | Modelování ZHP v programu OPTIZON.....                       | 55 |
| 5.8   | Síly a prostředky pro řešení havárie s únikem NCHL.....      | 56 |
| 5.8.1 | Spolana.....   | 56 |
| 5.8.2 | Složky IZS.....  | 58 |
| 5.9   | SWOT analýza.....  | 59 |
| 5.9.1 | Doporučující opatření.....                                   | 61 |
| 6     | Diskuze .....  | 62 |
| 7     | Závěr .....  | 68 |
| 8     | Seznam použitých zkratk .....                                | 69 |
| 9     | Seznam použité literatury .....                              | 70 |
| 10    | Seznam použitých obrázků.....                                | 75 |



|    |                                |    |
|----|--------------------------------|----|
| 11 | Seznamu použitých tabulek..... | 76 |
| 12 | Seznam příloh.....             | 77 |

# 1 ÚVOD

V České republice je hojně zastoupený chemický průmysl. Konkrétně ve Středočeském kraji například Procter&Gamble-Rakona s.r.o. v Rakovníku, UNIPERTOL RPA, s.r.o. - RAFINÉRIE v Kralupech nad Vltavou nebo SPOLANA a.s. v Neratovicích.

U takovýchto podniků je nanejvýš důležitá prevence závažných havárií s ohledem na ochranu obyvatelstva a životního prostředí. Nejen ve světě (Seveso 1976, Bhópál 1984), ale i u nás, dochází k úniku nebezpečných chemických látek, například unik chloru ze Spolany při povodních v roce 2002. K haváriím s únikem NCHL může dojít při výrobě, přepravě či používání látky a příčina může být jak antropogenního tak přírodního charakteru.

Tato bakalářská práce se zabývá únikem nebezpečných chemických látky z provozu společnosti Spolana. Tento chemický podnik, stejně jako mnoho jiných chemických podniků po celé České republice, se nachází téměř v centru města a stává se tak zdrojem rizik pro okolní civilní obyvatelstvo. Pomocí softwarových nástrojů ALOHA a TerEx bude znázorněné nebezpečí, v případě havárie s únikem amoniaku a chloru ze stacionárního zásobníku, dle zvoleného scénáře.

## 2 SOUČASNÝ STAV

### 2.1 Legislativa EU

Právní úprava problematiky prevence závažných havárií je v Evropské unii už od 70. let 20. století. Vznik legislativy, zabývající se haváriemi s výskytem nebezpečných chemických látek, zejména prevencí a minimalizací dopadu, byl podmíněn vznikem závažných chemických havárií po celém světě [1].

Havárie z roku 1976 v italském chemickém závodě ICMESO v Sevesu, při které unikly do ovzduší dioxiny a způsobily kontaminaci životního prostředí, vedla státy tehdejšího Evropského společenství k přijetí směrnice 82/501/EEC, označované jako směrnice SEVESO I. Tato směrnice, vydaná 24. července 1982, se zabývala možností vzniku závažných havárií s přítomností NCHL [2].

Postupem času se ukázalo, že řada bodů nebyla ve směrnici SEVESO I. dostatečně řešena. S ohledem na havárie v Indickém Bhópálu a v Mexico City (1986), bylo nutné vzít v úvahu i umístění chemického podniku vzhledem k obytným objektům. Nově přijatá směrnice evropské rady 96/82/ES o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností NCHL ze dne 9. prosince 1996 se nazývá SEVESO II [3].

Další právní úpravou byla směrnice 2003/105/ES, upravující SEVESO II. Zahrnula do řešené oblasti i těžební činnost, skladování odpadů a nové poznatky o toxikologii karcinogenních látek. Tato úprava vyplynula zejména ze zkušeností z havárií v Aznalcollar (1998), Enschede (2000), Baia Mare (2000) a Toulouse (2001) [1].

V současnosti platná legislativa je směrnice Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU takzvané SEVESO III. ze dne 4. července 2012 o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek a o změně a následném zrušení směrnice evropské rady 96/82/EU (SEVESO II.) [4]. Důvodem přijetí nové směrnice byla změna v systému klasifikace nebezpečných látek: Nařízení (ES) č. 1272/2008 ze dne 16. 12. 2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí (tzv. nařízení CLP) [5].

## 2.2 Legislativa ČR

Před vstupem České republiky do Evropské unie u nás již existovala instrukce Ministerstva obrany ČSSR č. CO-51-5 z roku 1981, která stanovovala povinnosti na úseku havarijní připravenosti nejen pro původně určenou civilní obranu, ale i pro průmyslové podniky. Tento předpis obsahoval požadavky na havarijní plán objektu, poplachové směrnice, plán vyzoomění a spojení, plán havarijních prací a dále například seznam průmyslových toxických látek [1] [6].

Proces přibližování národní legislativy s právem Evropského společenství na úseku prevence závažných havárií vyvrcholil 30. prosince 1999, kdy byl přijat zákon č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií. Tento zákon v sobě obsahoval obě směrnice SEVESO, tedy směrnici 82/501/EEC a 96/82/ES [1].

V roce 2003 přijala Evropská unie směrnici 2003/105/ES, upravující SEVESO II. Z tohoto důvodu bylo nutné provést změny v české legislativě a byl přijat zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky [1].

SEVESO III., tedy směrnice 2012/18/EU, vnesla potřebu vytvoření nového zákona. Tím se stal zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými směsmi. Tento zákon nabyl účinnost 1. října 2015 a je dosud platný [7].

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

V § 1 odstavci 1 zákona je odkázáno na Směrnici Evropského parlamentu a Rady 2012/18/EU z které zákon vychází a je zde pospán účel a cíl zákona: *Tento zákon zpracovává 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].

V zákoně jsou stanoveny povinnosti právnických a podnikajících fyzických osob jakožto vlastníků, uživatelů nebo budoucích uživatelů objektu, ve kterých je umístěna NCHL a působnost veřejné správy na úseku prevence závažných havárií [8].

### **Zařazení objektu do skupiny A nebo B**

V závislosti na tom, jaké konkrétní NCHL a v jakém množství se vyskytují v objektu, je daný objekt zařazen do skupiny A nebo B. Pokud objekt nespadá do ani jedné z těchto skupin, týká se ho tzv. protokol o nezařazení [8].

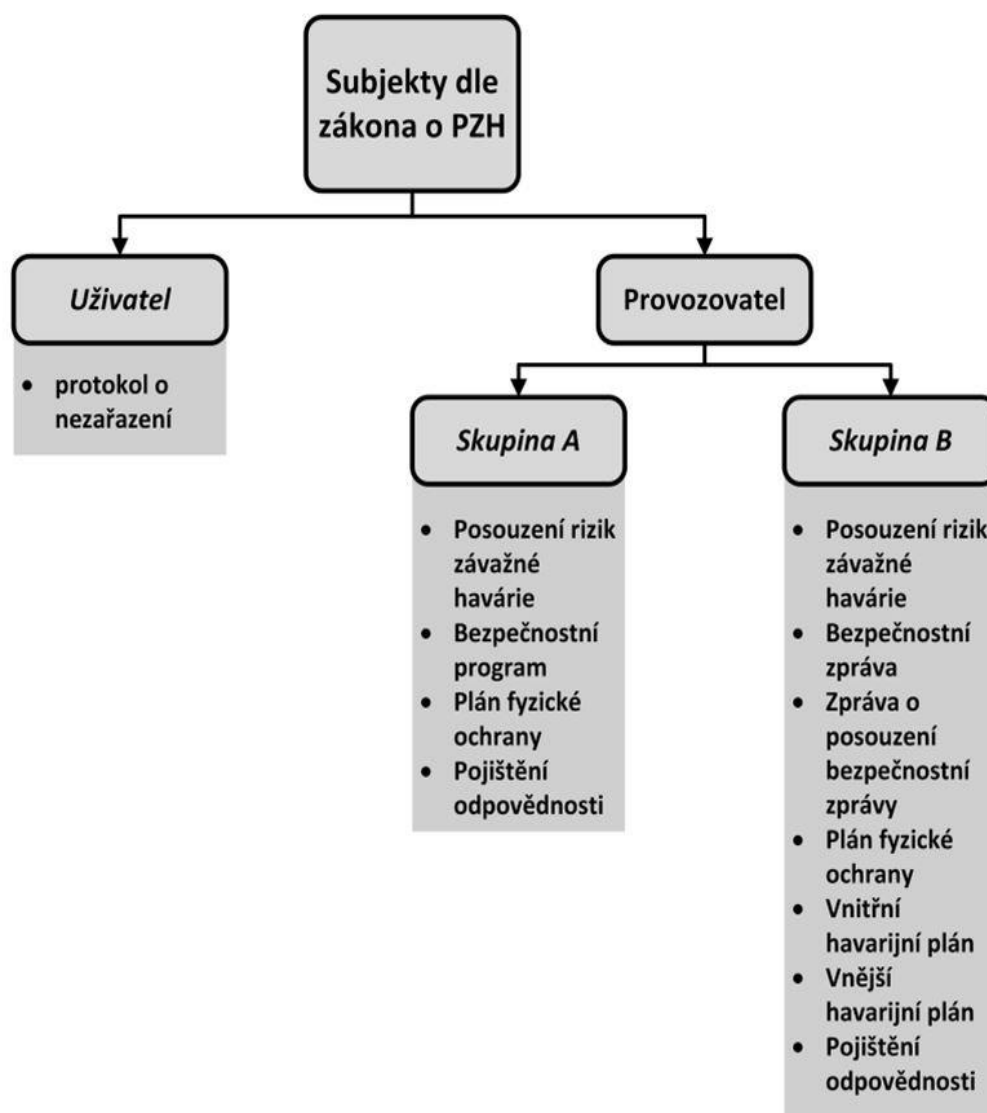
Provozovatel nebo uživatel objektu má povinnost zpracovat seznam, ve kterém uvede druh, množství, klasifikaci a fyzikální formu všech nebezpečných látek umístěných v objektu. Na základě seznamu provede součet poměrných množství nebezpečných látek umístěných v objektu a podle výsledku zpracuje protokol o nezařazení, nebo navrhnout zařazení objektu do skupiny A nebo do skupiny B [8].

Provozovatel předloží návrh na zařazení objektu do skupiny A nebo do skupiny B krajskému úřadu, který návrh posoudí a rozhodne o zařazení objektu do příslušné skupiny [8].

### **Bezpečnostní dokumentace**

Provozovatel objektu skupiny A i skupiny B provede posouzení rizik závažné havárie, které obsahuje identifikace zdrojů rizik, analýzu rizik a hodnocení rizik. Na základě posouzení rizik závažné havárie zpracuje provozovatel objektu zařazeného do skupiny A bezpečnostní program, do skupiny B bezpečnostní zprávu [8] [9].

Rozsah vyžadované zpracované dokumentace dle zmiňovaného zákona je naznačen na následujícím obrázku.



Obrázek 1 - bezpečnostní dokumentace dle zákona 224/2015 Sb. [9].

### 2.2.2 Související právní předpisy

Zákonem souvisejícím s prevencí závažných havárií je zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích, respektive jeho úplné znění v zákoně č. 440/2008 Sb., (chemický zákon), který popisuje práva a povinnosti osob při nakládání s chemickými látkami [10].

Chemický zákon zpracovává příslušné předpisy Evropské unie, navazuje na přímo použitelné předpisy Evropské unie a upravuje práva a povinnosti právnických a podnikajících

fyzických osob při výrobě, klasifikaci, zkoušení nebezpečných vlastností, označování, balení, uvádění na trh, vývozu a dovozu chemických látek a směsí. Zároveň se zabývá laboratorní praxí a působností orgánů při zajišťování ochrany před škodlivými účinky látek a směsí. [10].

Tento právní předpis adaptuje právní řád ČR na nařízení ES:

- nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky (REACH);
- nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí (CLP), v platném znění [5].

### 2.3 Chemická havárie

Činnosti spojené s průmyslem, cestováním, a dalšími aktivitami s sebou nesou riziko vzniku nehody nebo dokonce havárie. Pro účely zákona č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií se rozumí závažná havárie jako:

*„...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, s. § 2].*

Havárie je tedy mimořádná událost a tou se rozumí škodlivé působení sil a jevů, které jsou vyvolané činností člověka, přírodními vlivy, ale také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací [11].

Chemické havárie jsou mimořádné události, nehody a havárie, v chemickém průmyslu a dopravní havárie spojené s únikem, výbuchem nebo požárem nebezpečných chemických látek. Chemické provozy jsou jedny z nejnebezpečnějších ze všech průmyslových odvětví. Existuje v nich velký toxický a energetický potenciál, který může při nežádoucí kombinaci faktorů způsobit havárii s katastrofálními následky [12].

K chemickým haváriím nejčastěji dochází při přepravě, zpracování, skladování, nakládání/vykládání a ukládání látek [1].

### **2.3.1 Příčiny chemických havárií**

V důsledku chemických havárií dochází k úniku nebezpečné chemické látky, což je jev nežádoucí. Příčiny havárií jsou nejčastěji poruchy na zařízení, lidský faktor a přírodní živly [13]. K závažným haváriím dochází zpravidla sečtením řady chyb, které se sami o sobě zdají být nepodstatné.

#### **Poruchy na zařízení**

Základem bezpečného nakládání s chemickými látkami je používání adekvátního zařízení, které vydrží provozní zatížení a je určené pro potencionální nebezpečné látky. Poruchy na zařízení vnikají nedostatečnou údržbou o zařízení a opotřebením materiálu, a je tedy možné se jim alespoň částečně vyhnout zvýšenou frekvencí kontrol kvality zařízení.

K nejčastějším poruchám na zařízení dochází z důvodu vady materiálu. Jedná se o poruchy způsobené opotřebením, korozivními látkami, netěsnosti, poruchy potrubí a sváru nebo poruchy pomocných zařízení např. čerpadel, kompresorů a míchadel. Časté jsou i poruchy řídicích a bezpečnostních systémů. Jedná se o různé pojistné ventily, tlaková a teplotní čidla, řídicí jednotky či procesní počítače. Vady materiálu vnikají při nevhodném zajištění proti vnějším vlivům, korozivním látkám a vnitřním podmínkám [13].

#### **Lidský faktor**

Dle knihy Skřehot: Prevence nehod a havárií, je chyba obsluhy nejčastější příčinou úniku látek. Chyba může být úmyslná (nedodržení předpisů, vypnutí bezpečnostního systému kvůli častým planým poplachům, sabotáž), tak i neúmyslná (záměna látek, komunikační chyba, nevhodná údržba, nevědomost) [6]. Personál si často není vědom nebezpečí, není dostatečně vyškolen, je od něj příliš mnoho očekáváno a tyto faktory poté ovlivňují bezpečnost celého provozu a zvyšují pravděpodobnost vzniku havárie.



## **Přírodní živly**

Důsledky větru, bouře, povodně a dalších nepříznivých podmínek mohou zapříčinit např. pád stromu na sklad NCHL, zatopení podniku, poškození vlivem mrazu a horka atd.

### **2.3.2 Následky chemických havárií**

Následky havárií se odvíjejí od mnoha faktorů. V první řadě jde o samotnou látku, do jakého prostředí uniká a jakých se účastní procesů. Dále je rozhodující množství uniklé látky, bezpečnostní opatření a kvalita zvládnutí MU.

Havarijní událost může vést k pěti hlavním následkům. Jedná se o:

- Toxický rozptyl;
- požár;
- výbuch;
- znečištění ovzduší;
- znečištění půdy a vody [1].

## **2.4 Chemická látka**

Chemickou látkou rozumíme chemické prvky a jejich směsi.

Při chemické havárii může dojít k úniku chemických látek, které mohou vykazovat řadu nebezpečných vlastností. Nebezpečné chemické látky a směsi jsou takové, která obsahují jednu a více nebezpečných vlastností [14].

V současné době platnou legislativou v oblasti NCHL je v první řadě zákon č. 350/2011 Sb., o chemických látkách a chemických směsích a o změně některých zákonů (chemický zákon), který adaptuje právní řád ČR na nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) REACH a CLP [15] [16].

### 2.4.1 Klasifikace a označení chemických látek a směsí

Podle vlastností látek a směsí jsou NCHL zařazeny do jednotlivých skupin nebezpečnosti v závislosti na intenzitě nebezpečných vlastností, kterými jsou:

- **Výbušné látky nebo směsi** – pevná, kapalná, pastovitá nebo gelovitá látka nebo směs, která může exotermně reagovat i bez přístupu kyslíku za rychlého vývinu plynu.
- **Oxidující látky nebo směsi** – látka nebo směs, která při styku s jinou, zejména hořlavou, látkou vyvolává vysoce exotermickou reakci.
- **Extrémně hořlavé látky nebo směsi** – kapalná látka nebo směs, s extrémně nízkým bodem vzplanutí (nižší než 0 °C) a nízkým bodem varu (pod 35 °C), anebo plynná látka nebo směs, která je hořlavá ve styku se vzduchem za pokojové teploty a normálního tlaku.
- **Vysoce hořlavé látky nebo směsi** – látka nebo směs, která se může samovolně zahřívat a nakonec se vznítit ve styku se vzduchem za pokojové teploty bez dodání energie, anebo pevná látka a směs která se snadno vznítí po krátkém styku se zápalným zdrojem a po jeho odstranění dále hoří nebo doutná, anebo kapalná látka a směs s bodem vzplanutí nižší než 21 °C, anebo látka nebo směs, která při styku s vodou nebo vlhkým vzduchem uvolňuje vysoce hořlavé plyny v nebezpečných množstvích.
- **Hořlavé látky nebo směsi** – kapalná látka nebo směs s nízkým bodem vzplanutí (rozmezí od 21 do 55 °C)
- **Vysoce toxické látky nebo směsi** – látka nebo směs, která při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží ve velmi malých dávkách způsobuje smrt, akutní nebo chronické poškození zdraví.
- **Toxické látky nebo směsi** – látka nebo směs, která při vdechnutí, požití nebo při průniku kůží v malých dávkách způsobuje smrt, akutní nebo chronické poškození zdraví.
- **Zdraví škodlivé látky nebo směsi** – látka nebo směs, která při vdechnutí, požití nebo průniku kůží může způsobit smrt, akutní nebo chronické poškození zdraví.
- **Žíravé látky nebo směsi** – látka nebo směs, která při styku s živou tkání může způsobit její závažné poškození.

- **Dráždivé látky nebo směsi** – látka nebo směs, která může při dlouhodobém, opakovaném nebo okamžitém styku s živou kůží nebo sliznicí vyvolat zánět a nemá žíravé účinky.
- **Senzibilizující látky nebo směsi** – látka nebo směs, která může při vdechnutí, požití nebo při styku s kůží vyvolat přecitlivění, takže při delší expozici vzniknou charakteristické nepříznivé účinky.
- **Karcinogenní látky nebo směsi** – látky a směsi, které po vdechnutí, požití nebo proniknutí do kůže mohou vyvolat nebo zvýšit četnost výskytu rakoviny.
- **Mutagenní látky a směsi** – látky a směsi, které mají vliv na poškození dědičných vlastností, na poruchy nervového systému, onemocnění jater a ledvin.
- **Látky nebo směsi toxické pro reprodukci** – látky a směsi, jejichž vlivem dochází k poškození fertility nebo vzniku vývojové toxicity.
- **Látky nebezpečné pro životní prostředí** – látka nebo směs, která při vstupu do životního prostředí představuje nebo může představovat okamžité nebo pozdější nebezpečí pro jednu nebo více složek životního prostředí [17].

Výstražné symboly dle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1272/2008 o klasifikaci, označování a balení látek a směsí (CLP) jsou znázorněné na Obrázku 2.



*Hořlavý*



*Oxidující*



*Nebezpečný pro  
životní prostředí*



*Toxický*



*Výbušnina*



*Žravý*



*Plyn pod tlakem*



*Poškození  
zdraví*



*Nebezpečí*

*Obrázek 2 - výstražné symboly dle ES 1272/2008 [5].*

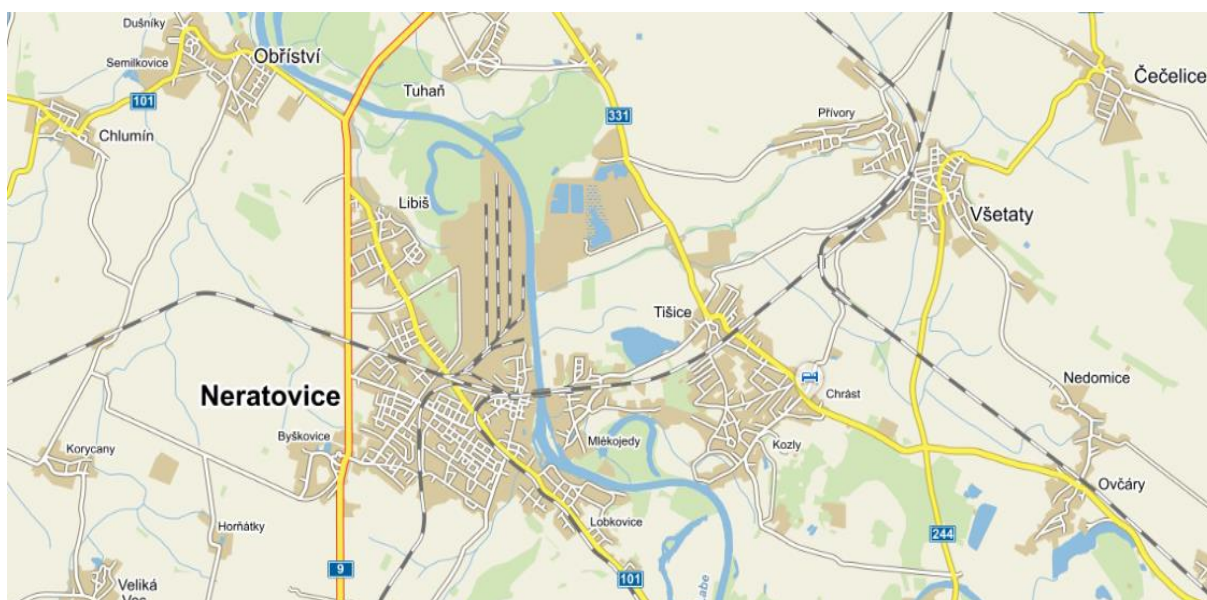
Nebezpečné chemické látky a směsi musí být dle zákona č. 350/2011 Sb., chemický zákon, rovněž patřičně baleny a označeny. Použití vhodného obalu a správné označení nebezpečné látky nebo přípravku výstražnými symboly, H - větami (označení specifické rizikovosti nebezpečné látky nebo přípravku) a P - větami (pokyny pro bezpečné nakládání s nebezpečnou látkou či přípravkem) je důležitým faktorem snižujícím například riziko úniku látky při přepravě, či jakékoli manipulaci s látkou [18].

## 2.5 SPOLANA a.s. Neratovice

Podnik SPOLANA a.s. Neratovice (dále jen Spolana) vznikla 1. května 1994 transformací ze státního podniku. První chemická výroba na území nynější Spolany se datuje do roku 1889, kdy se zde začal vyrábět olej, stearin, mýdlo a svíčky. Výstavba chemického komplexu pro výrobu „těžké“ chemie započala v roce 1940 [19]. V roce 2001 se Spolana stala součástí holdingu Unipetrol a.s. V letech 2006 - 2016 byl podnik součástí polské společnosti ANWIL Spółka Akcyjna, patřící do skupiny PKN Orlen. Od června 2016 je opět součástí společnosti UNIPETROL RPA, s.r.o., která je od května 2005 také součástí polského koncernu PKN Orlen [19].

### 2.5.1 Grafické umístění

Areál Spolany se nachází na katastrálním území obcí Neratovice a Libiř, 25 km severně od Prahy. Směrem na jih od společnosti se nachází obec Neratovice a vlaková stanice Neratovice. Na západ se nachází obec Libiř, oddělená od areálu ochranným lesním pásmem. Okolí na sever od areálu je chráněné území Úpor-Černínovsko. Východní oblast je bez blízkého osídlení. Areál se nachází na obou březích řeky Labe o celkové rozloze cca 250 ha (150 ha levý břeh +96 ha pravý břeh). Na levém břehu jsou umístěny výrobní objekty, sklady, administrativní budovy, laboratoře, sklady, sociální objekty, a objekty externích firem. Na pravém břehu se nachází areál skládkového hospodářství společnosti.

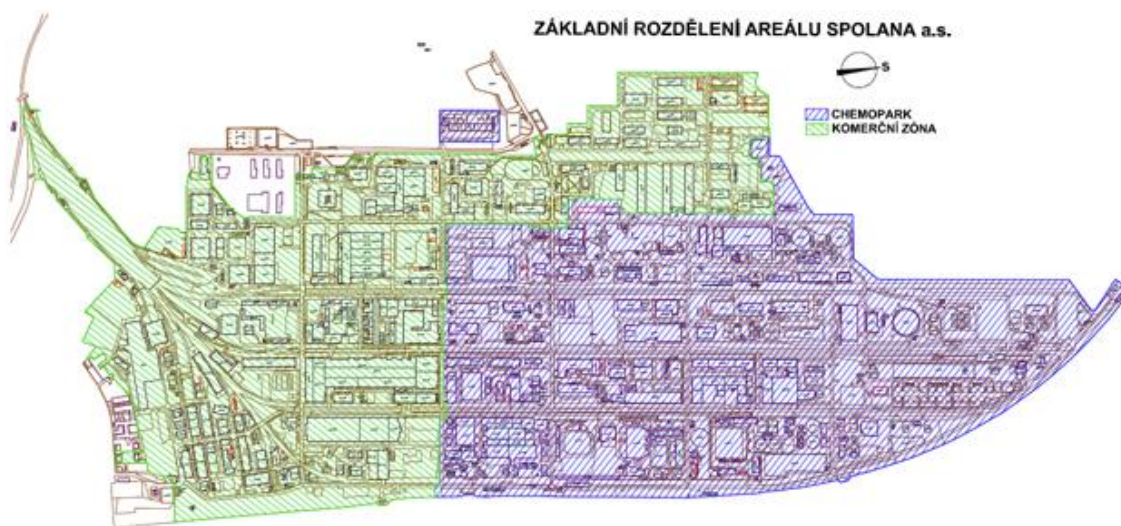


Obrázek 3 - umístění obce Neratovice na mapě [20].

## Rozdělení objektu

Z hlediska prováděných činností a jejich rizika pro zaměstnance se areál podniku rozděluje na dvě zóny: zóna CHEMOPARK a Zóna KOMERČNÍ

V zóně CHEMOPARK se nachází chemické výrobky společnosti a je zde větší riziko pro zaměstnance. Z tohoto důvodu je zde zvýšený režim ostrahy. V zóně KOMERČNÍ jsou sklady, dílny a pronajaté objekty. Není zde zvýšené riziko. Základní rozdělení areálu je barevně vyobrazené na Obrázku 4.



Obrázek 4 - základní rozdělení areálu SPOLANA a.s. [21].

Areál podniku je rozdělen komunikacemi na jednotlivé bloky, označované od jihu na sever velkými písmeny A až G a od východu k západu čísly 1 až 6. Schéma Rozdělení areálu na bloky viz **Příloha 1**.

### 2.5.2 Činnost společnosti

Hlavní provozní činností je výroba chemických výrobků průmyslovým způsobem a jejich prodej. Základní oblasti výroby jsou **výroba PVC**, výroba suroviny pro polyamidová vlákna a konstrukční plasty (**kaprolaktam**) a **výroba anorganických produktů** (hydroxid sodný, chlor, kyselina chlorovodíková, chlornan sodný, kyselina sírová, oleum, síran amonný).

Pro svou potřebu vyrábí v teplárně elektrickou energii a páru, zřizuje úpravnu a čističku vod, provozuje vlastní skládku odpadů a disponuje cca 40 km železniční vlečky a přístavem pro lodní přepravu po Labi. [21]

Pro to, aby mohla Spolana tyto výrobky produkovat, disponuje velkým množstvím zásobníků a zdrojů s NCHL.

### 2.5.3 Technologie

Z pohledu použitých technologií se výroba dělí na tři závody - Závod Kaprolaktam, Závod PVC a Závod Energetika a vodní hospodářství.

**Závod Kaprolaktam** vyrábí tavený nebo granulovaný kaprolaktam, který je základní surovinou pro výrobu polyamidu 6 používaném v textilním a plastikářském průmyslu. Polyamidová vlákna mají velmi široké použití při výrobě silonu, nylonu či perlonu. Pro svou pružnost se uplatňují zejména při výrobě sportovního oblečení, ale i dalších sportovních potřeb - například pro vodní sporty, zimní sporty či vysokohorskou turistiku a horolezectví. Kaprolaktam je biologicky snadno odbouratelný [19].

**Závod PVC** produkuje polyvinylchlorid v práškové formě. Ve Spolaně je PVC vyráběn suspenzní technologií. Výchozí surovinou je vinylchlorid monomer (VCM), který je radikálovou polymerací, iniciovanou organickými peroxidy a za přítomnosti dalších komponentů stabilizačního systému, transformován na PVC [21]. PVC je určen pro výrobky z měkčených a neměkčených plastových směsí na technologii zpracování vstřikováním, vytlačováním a vyfukováním. Vhodný je pro výrobu okenních profilů, podlahových a střešních krytin, pro výrobu tvarovaných výrobků (kelímků, lahví), kabelů a fólií, pro výrobu vodovodních a kanalizačních trubek. Dále se využívá ve zdravotnictví, automobilovém a textilním průmyslu [19].

**Závod Energetika a vodní hospodářství** zajišťuje dodávky tepla, energií a vod v areálu, nákup a prodej paliv, energií a vod, a zároveň zajišťuje provoz podnikových skládek odpadů. Z organizačního hlediska se tento závod dělí na čtyři provozy - provoz Teplárna, provoz Elektro, provoz Vodárna a provoz Čistírna odpadních vod [21].

Teplárna zajišťuje výrobu vysokotlaké přehřáté vodní páry, která se vyrábí v kotlích odpařováním vody teplem získaným spalováním paliva (hnědé uhlí, zemní plyn). Provoz

Elektro zajišťuje provozování elektrorozvodného systému a distribuci elektrické energie v podniku. Spolana získává elektrickou energii ze sítě 110 kV ČEZ, a.s. a z vlastní výroby na turbogenerátorech. Provoz Vodárna zajišťuje výrobu a dodávku různých druhů vod pro výrobní provozy a útvary v areálu. Pro zásobování provozu vodou slouží řeka Labe. Čistírna odpadních vod se skládá z anorganické a biologické linky a třetího stupně čištění na odkališti [21].

#### **2.5.4 Zóna havarijního plánování**

Zóna havarijního plánování (dále jen ZHP) je území v okolí objektu Spolany, pro které se zpracovává Vnější havarijní plán.

Zóna zasahuje území městských a obecních obvodů **Neratovice, Libiš, Obříství, Kly, Tuhaň, Tišice** [22].

Zobrazení ZHP na mapě ukazuje **Příloha 2**.

#### **Okolí objektu**

Areál Spolany se nachází na katastrálním území obcí Neratovice a Libiš, 25 km severně od Prahy. Okolí areálu je převážně využíváno k průmyslové a zemědělské výrobě a k sídelní funkci. Území je protkáno poměrně hustou sítí silnic, železnic, podzemních rozvodů, produktovodů, inženýrských sítí [23] [22].

Reliéf terénu okolí podniku je rovinného charakteru, s recipientem krajiny, řekou Labe, proudící severním směrem. Samotný areál Spolany se mírně svažuje k severovýchodu v nadmořské výšce 160-163 m [22].

#### **Osídlení**

Populace v okolí areálu, vzhledem k umístění v bezprostřední blízkosti několika obcí, je ohrožena možnými následky závažné havárie. Směrem na jih od společnosti se nachází obec Neratovice. Na západ se nachází obec Libiš, oddělená od areálu ochranným lesním pásmem. Okolí na sever od areálu je chráněné území Úpor-Černínovsko. Východní oblast je bez blízkého osídlení [22]. Celkový počet osob žijících v ZHP Spolany je cca 23 tisíc.



Tabulka 1 - osídlení v zóně havarijního plánování Spolana [22]

| Obec                     | Počet obyvatel               | Vzdálenost cca              | Katastrální výměra |
|--------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------------------|
| Neratovice               | 15 782 (vč. městských částí) | v bezprostředním sousedství | 2002               |
| <i>z toho: Buškovice</i> | 349                          | 3 000 m                     |                    |
| <i>Korycany</i>          | 135                          | 4 900 m                     |                    |
| <i>Hornátky</i>          | 59                           | 4 200 m                     |                    |
| <i>Lobkovice</i>         | 655                          | 2 000 m                     |                    |
| <i>Mlékojemy</i>         | 545                          | 1 200 m                     |                    |
| Libiš                    | 2 054                        | v bezprostředním sousedství | 713                |
| Kly                      | 1 052                        | 3 000 m                     | 1061               |
| Obříství                 | 1 208                        | 3 000 m                     | 1522               |
| Tišice                   | 2 077                        | 2 500 m                     | 1272               |
| Tuhaň                    | 580                          | 1 500 m                     | 461                |

## Zemědělství

Okolí Neratovic se hojně využívá k pěstování zemědělských kultur vyžadující teplé a slunné stanoviště jako např. vinná réva nebo některé druhy zeleniny. Úrodná polabská nížina a dobré klimatické podmínky přispívají k oblibě místních zemědělských ploch [22]. V následující tabulce je uveden orientační přehled pěstovaných plodin v okolí Spolany.

Tabulka 2 - orientační přehled vybraných pěstovaných zemědělských kultur a plodin v okolí Spolany [22]

| Lokalita – obec | Plodina                   | Plocha |
|-----------------|---------------------------|--------|
| Obříství        | Chřest                    | 70 ha  |
|                 | okrasné školky            | 30 ha  |
|                 | Chmel                     | 24 ha  |
| Tišice          | lesní a okrasné školky    | 55 ha  |
| Kelské Vinice   | vinná réva                | 30 ha  |
| Lobkovice       | zelenina, fóliová výsadba | 50 ha  |
| Přívory         | květinová výsadba         | 750 ha |

V okolí je několik velkochovů hospodářských zvířat, největší počet zauímají drůbež. V Tabulce 3 je uveden přehled o počtech a druhu hospodářských zvířat v okolí Spolany.

*Tabulka 3 - orientační přehled o počtech a umístění hospodářských zvířat v okolí Spolany [22]*

| <b>Lokalita – obec</b> | <b>Umístěná zvířata</b> | <b>Počet</b> |
|------------------------|-------------------------|--------------|
| Neratovice – Hornátky  | Drůbež                  | 135 000 ks   |
| Libiš                  | Drůbež                  | 165 000 ks   |
| Obříství               | Drůbež                  | 90 000 ks    |
| Chlumín                | Skot                    | 100 ks       |
| Tišice                 | Prasata                 | 6 200 ks     |

### **Životní prostředí**

Z hlediska klimatického patří Neratovice a okolí do teplé oblasti, mírně suchého s mírnou zimou. Průměrná roční teplota vzduchu je 8,6 °C, průměrný úhrn srážek 571 mm. Převládají západní, případně jihozápadní větry [22] [23].

Mírné zimy s sebou přináší jen průměrné sněhové srážky. Průměrný počet ledových dnů v roce se pohybuje pod 30, naopak průměrný počet letních dnů v roce se v posledních letech zvýšil na hodnotu 50 [22] [23].

Nejvýznamnějším hydrologickým prvkem území je řeka Labe. Koryto řeky je v oblasti regulováno jezy v Obříství a Lobkovicích. Nejbližším přítokem je Košátecký potok, který teče od východu k západu. Na pravém břehu se nachází umělá jezera, která vznikla po vytěžení štěrkopísku. Areál se nachází v inundačním území Labe i Vltavy [22] [23].

### 3 CÍL PRÁCE

Předmětem práce je seznámit čtenáře se současným stavem v oblasti prevence závažných havárií, stávající legislativou a s podnikem Spolana Neratovice.

Cílem práce v praktické části je analýza a modelace úniku NCHL v případě chemické havárie ve Spolaně Neratovic a komparace výsledků ze softwarových nástrojů TerEx a ALOHA v modelovém případě úniku amoniaku a chloru ze zásobníků. Před samotnou modelací bude provedena analýza rizik podniku pro posouzení míry rizika jednotlivých hrozeb.

## 4 METODIKA

Ke zpracování bakalářské práce byly použity obecně známé vědecké metody, kterými jsou analýza, dedukce, indukce a modelování.

### 4.1 Sběr dat a podkladů

Data pro bakalářskou práci byla získávána z veřejných literárních zdrojů, webových stránek, z dokumentace poskytnuté Spolanou a HZS ČR. Pro práci s daty byly použity především metody indukce a dedukce.

### 4.2 Analytické metody

#### 4.2.1 Matice rizik

Matice rizik je jednou z analytických technik k určení míry rizika. Vychází ze dvou parametrů – Frekvence (F) neboli četností možné aktivace konkrétního typu nebezpečí a Následků (N) neboli souhrnem nepříznivých účinků (dopadů) události či jevu schopného poškodit chráněné zájmy.

#### 4.2.2 SWOT analýza

SWOT analýza je strukturovaná plánovací metoda užívaná ke zhodnocení nějakého projektu, podniku, místa, systému, či jiného předmětu našeho zájmu. Zahrnuje určení cíle, kterého má například projekt dosáhnout a identifikuje vnitřní a vnější faktory, které mohou mít na dosažení cíle příznivý či nepříznivý vliv. Výstupem SWOT analýzy je matice zahrnující všechny zmíněné faktory.

##### 1) Vnitřní faktory

- a. Strengths (silné stránky) – vlastnosti, které představují výhodu, jejich dopad na dosažení cíle je pozitivní
- b. Weaknesses (slabé stránky) – vlastnosti, které představují nevýhodu a mají negativní vliv na dosažení cíle

##### 2) Vnější faktory

- a. Opportunities (příležitosti) – vnější elementy, které lze využít jako výhodu

- b. Threats (hrozby) – vnější elementy, které by mohly představovat pro dosažení cíle hrozbu [24].

### 4.3 Modelování

Jedná se o postupy, které zjednodušeně zobrazují zkoumaný objekt i po grafické stránce pomocí obrázků, tabulek a grafů. V práci byly pro modelování použity programy TerEx a ALOHA k zobrazení úniku amoniaku a chloru z chemického provozu Spolana.

Pro modelaci jsme využívali parametry získané z bezpečnostní dokumentace Spolany, jednalo se hlavně o množství látky v jednotlivých zásobnících, umístění a typ zásobníku. Meteorologické podmínky jsou stanoveny na základě dat z databází pro zvolené datum úniku. Konkrétně z e-počasí.cz [25] a foreca.com [26]. Pro ALOHU bylo nutné zadat nebezpečnou koncentraci látky. Rozhodli jsme se využít dvě hodnoty nebezpečné koncentrace – jednu srovnatelnou s hodnotami uvedenými v TerExu a druhé čerpané z The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) [27].

Výsledkem modelace je grafický výstup rozptylu zadané látky při zadaných povětrnostních podmínkách. Hlavní informací je dosah zraňujících koncentrací. Pro lepší pochopení modelace jsou zde uvedeny definice jednotlivých koncentrací:

- IDLH neboli koncentrace ohrožující život a zdraví je maximální koncentrace nebezpečné látky ve vzduchu, ve které se jedinec může pohybovat po dobu maximálně 30 minut a nebude mít jakékoliv příznaky, které by mohly mít zdravotní následky;
- Koncentrace nebezpečná pro život je koncentrace nebezpečné látky ve vzduchu, u které se předpokládá, že pokud se v ní jedinec bude pohybovat déle než stanovenou maximální dobu (15, 30, 60 min), tak může dojít k ohrožení života nebo k smrti;
- LC50 Střední smrtelná (letální) koncentrace je koncentrace látky v ovzduší, která je smrtelná pro 50% testovaných organismů exponovaných touto koncentrací stanovenou dobu;
- ERPG – 1 je hodnota maximální koncentrace látky v ovzduší, u které je možné se domnívat, že téměř všichni jednotlivci by mohli být nechráněni po dobu 1 hodiny, aniž by zakusili jiné nežli mírné přechodné nepříznivé účinky na svém zdravotním stavu nebo postřehli zřetelně nepříjemný zápach [28].

Pro stanovení ZHP jsme využili program OPTIZON. Jedná se o program, který optimalizuje stanovení ZHP na základě ohrožujících projevů nebezpečných chemických látek při provozních haváriích s ohledem na ochranu obyvatelstva. Tento program využívá primárně HZS ČR k optimalizaci stanovení ZHP. Modelací v OPTIZONU pouze doplníme informace získané z modelace v Aloze a TerExu.

#### **4.3.1 Program TerEx**

TerEx neboli TERoristický EXpert od společnosti T-SOFT je softwarový nástroj sloužící k okamžitému odhadu následků průmyslových havárií, úniků nebezpečných látek, teroristických útoků a následků útoků chemickými, biologickými a jadernými zbraněmi [29].

Základem programu je 9 modelů mimořádných událostí, které pokrývají různé typy havárií a teroristických útoků, a dále seznam cca 900 nebezpečných látek, který při těchto událostech připadá v úvahu [29]. Pro naše modelování jsme zvolili model typu PUFF, který modeluje rozptyl oblaku uvolněné látky při jednorázovém úniku látky do okolní atmosféry [29] [30].

Využití softwaru je možné pro složky IZS přímo na místě události, tak i v řídicím středisku. Výsledky je možné zobrazit na mapovém podkladu např. Google. Software dokáže vygenerovat výsledek i při nedostatku přesných vstupních informací, přičemž v takovém případě výsledek odpovídá maximálním možným následkům [29] [30].

#### **4.3.2 Program ALOHA**

Nástroj ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) je nástroj pro modelování úniků nebezpečných (toxických, hořlavých, výbušných) látek do atmosféry. Autorem nástroje je americká agentura United States Environmental Protection Agency (EPA). Program obsahuje rozsáhlou databázi asi 900 chemických látek a je v anglickém jazyce bezplatně dostupný na stránkách organizace EPA. Na základě řady vstupních údajů a externích vlivů modeluje nebezpečnou zónu (Threat zone), kde nastává ohrožení vlastnostmi uniklé látky. Program nezahrnuje do svých výpočtů chemické reakce, topografii či rozptýlené částice, může tedy podávat nepřesné výpočty [31]. Další nevýhodou je fakt, že nástroj modeluje únik po dobu maximálně 60 minut a zobrazuje látku do 10 km od zdroje úniku. Výsledek modelování je možné zobrazit na mapovém podkladu, např. MAPLOT.

## 5 VÝSLEDKY

### 5.1 Analýza rizik

Stanovení rizik je dáno hlavně charakterem samotného podniku a okolím. Jedná se o chemický podnik, takže se bude jednat hlavně o látky a materiály se kterými se v objektu pracuje a které se zde skladují. Okolí areálu hraje důležitou roli hlavně kvůli určování rozsahu, následků a likvidaci možné MU. Nejpodstatnějším faktorem v okolí je řeka Labe a fakt, že podnik se nachází v obydlené oblasti, de facto uprostřed obce.

Pro stanovení míry rizika jsme využili metodu matice rizik. Nejprve jsme si vytvořili tabulku frekvence možné aktivace nebezpečí, tedy časové období pravděpodobného vzniku daného nebezpečí. Následně stanovíme možné následky, v našem případě se jedná o dopad na život a zdraví osob, ekonomické dopady a společenské dopady, přičemž nejvyšší váhu přikládáme následkům na život a zdraví osob. Následně pak pomocí stanoveného vzorce  $R = F \times N$ , vypočítáme míru rizika jednotlivých mimořádných události, které jsme si stanovili.

$$R = F \times N,$$

kde

**F** (Frekvence) je koeficientem četnosti možné aktivace konkrétního typu nebezpečí

**N** (Následky) jsou souhrnným vyjádřením nepříznivých účinků (dopadů) události či jevu schopného poškodit chráněné zájmy

### 5.1.1 Frekvence

Tabulka 4 - frekvence (F) možné aktivace nebezpečí [zdroj vlastní]

| Časové období frekvence možné aktivace nebezpečí       | F  |
|--|----|
| 1 x za několik měsíců (cca 1-6 měsíců a častěji)       | 10 |
| 1 x za více měsíců až rok (cca 7 až 12 měsíců)         | 9  |
| 1 x za několik málo let (cca 2 až 4 roky)              | 8  |
| 1 x za více let (cca 5 až 10 let)                      | 7  |
| 1 x za několik málo desetiletí (cca 2 až 3 desetiletí) | 6  |
| 1 x za více desetiletí (cca 4 až 9 desetiletí)         | 5  |
| 1 x za cca 100 let                                     | 4  |
| 1 x za několik mále století (cca 2 až 4 století)       | 3  |
| 1 x za více století                                    | 2  |
| 1x za 1000 let a více                                  | 1  |

### 5.1.2 Následky

Pro určení celkových nepříznivých následků jsme si určili tři kategorie: dopad na život a zdraví osob, ekonomický dopad a společenský dopad. Celkové následky se vypočítají ze vzorce:

$$N = (K_o \times V_{K_o}) + (K_e \times V_{K_e}) + (K_s \times V_{K_s}),$$

kde

**K<sub>o</sub>** je koeficient dopadu na životy a zdraví;

**K<sub>e</sub>** je koeficient ekonomických dopadů;

**K<sub>s</sub>** je koeficient společenských dopadů;

**V<sub>kx</sub>** je váhový koeficient.



Tabulka 5 - váhový koeficient (V<sub>kx</sub>) [zdroj vlastní]

| Chráněný zájem        | Váhový koeficient |         |
|-----------------------|-------------------|---------|
|                       | Označení          | Hodnota |
| Životy a zdraví osob  | VKo               | 0,4     |
| Ekonomika (majetek)   | VKe               | 0,2     |
| Společenská stabilita | VKs               | 0,2     |

a) koeficient dopadu na životy a zdraví osob

Tabulka 6 - koeficient dopadu na životy a zdraví osob (K<sub>o</sub>) [zdroj vlastní]

| Ohrožené osoby       | K <sub>o</sub> |
|----------------------|----------------|
| Bez ohrožení         | 0              |
| 1 – 10 osob          | 1              |
| 11 – 20 osob         | 2              |
| 21 – 50 osob         | 3              |
| 51 – 100 osob        | 4              |
| 101 – 200 osob       | 5              |
| 201 – 500 osob       | 6              |
| 501 – 1 000 osob     | 7              |
| 1 001 – 10 000 osob  | 8              |
| 10 001 – 20 000 osob | 9              |
| Nad 20 001 osob      | 10             |

b) ekonomické dopady v Kč

*Tabulka 7 - ekonomické dopady (Ke) v Kč [zdroj vlastní]*

| <b>Ekonomické dopady – škody a náklady</b> | <b>Ke</b> |
|--|-----------|
| Bez nákladů                                | 0         |
| Do 10 000                                  | 1         |
| Do 50 000                                  | 2         |
| Do 100 000                                 | 3         |
| Do 500 000                                 | 4         |
| Do 1 000 000                               | 5         |
| Do 5 000 000                               | 6         |
| Do 10 000 000                              | 7         |
| Do 50 000 000                              | 8         |
| Do 100 000 000                             | 9         |
| Nad 100 000 000                            | 10        |

c) Koeficient společenských dopadů

Tabulka 8 - koeficient společenských dopadů (Ks) [zdroj vlastní]

| Časové období předpokládané doby trvání omezujícího stavu | Ks |
|---|----|
| Bez omezujícího stavu                                     | 0  |
| V rádech minut (max 60 minut)                             | 1  |
| Několik málo hodin (2 až 6 hodin)                         | 2  |
| Více hodin (6 až 12 hodin)                                | 3  |
| Více než půl den (12 až 20 hodin)                         | 4  |
| Až 1 den  | 5  |
| Několik málo dnů (cca 2 až 3 dny)                         | 6  |
| Více dnů (cca 4 dny až týden)                             | 7  |
| Několik týdnů (až 1 měsíc)                                | 8  |
| Více měsíců   | 9  |
| Více než 1 rok  | 10 |

### 5.1.3 Míra rizika

Po použití vzorce  $R=F \times N$  nám vyšly hodnoty míry rizika. Výpočet je uveden v Tabulce 9. Rizika máme rozdělena do tří kategorií:

- rizika přijatelná (úroveň rizika 0 – 10) jsou kategorií, pro niž není předpokládáno přijímání mimořádných opatření. Zpravidla se jedná o situace zvládnutelné v režimu běžné činnosti podniku.
- rizika podmíněčně přijatelná (úroveň rizika 11 – 29) již vyžadují přijímání opatření vedoucích k jejich eliminaci, situace zvládnutelné v režimu běžné

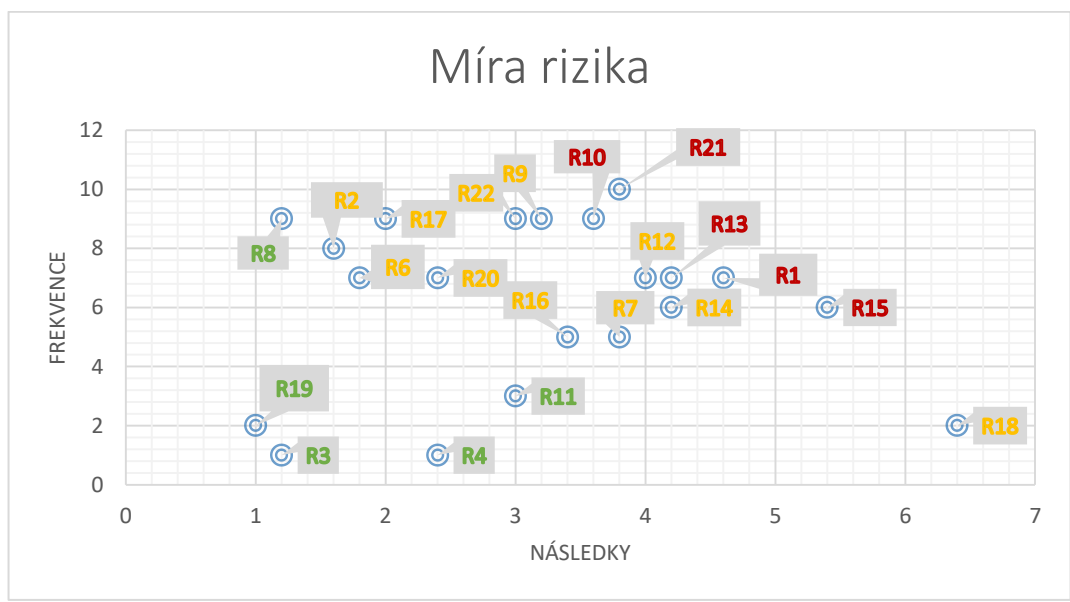
činnosti složek integrovaného záchranného systému a příslušných správních úřadů.

- **rizika nepřijatelná** (úroveň rizika 30 a výše) vyžadují opatření zahrnující především havarijní a krizové plánování a na zvládnutí těchto rizik není vždy možné v běžné činnosti složek IZS.

*Tabulka 9 - stanovení míry rizika [zdroj vlastní]*

| Riziko | MU                                       | Frekvence | Následky |    |    | Míra rizika |
|--------|--|-----------|----------|----|----|-------------|
|        |  |           | Ko       | Ks | Ke |             |
| R1     | Povodně a záplavy                        | 7         | 3        | 7  | 10 | 32,2        |
| R2     | Bouřky, vichřice a prudké větrné poryvy  | 8         | 1        | 2  | 4  | 12,8        |
| R3     | Krupobití a přívalové deště              | 1         | 1        | 1  | 3  | 1,2         |
| R4     | Sesuvy půdy v důsledku přívalových dešťů | 1         | 1        | 3  | 7  | 2,4         |
| R5     | Pád kosmických těles                     | 0         | 10       | 10 | 10 | 0           |
| R6     | Extrémní teploty                         | 7         | 1        | 6  | 1  | 12,6        |
| R7     | Statické porušení staveb                 | 5         | 3        | 8  | 5  | 19          |
| R8     | Narušení dodávek plynu                   | 9         | 0        | 6  | 0  | 10,8        |
| R9     | Narušení dodávek vody                    | 9         | 0        | 6  | 10 | 28,8        |
| R10    | Narušení dodávek energií                 | 9         | 1        | 6  | 10 | 32,4        |
| R11    | Zemětřesení                              | 3         | 4        | 2  | 5  | 9           |
| R12    | Požár uvnitř budovy                      | 7         | 4        | 6  | 6  | 28          |
| R13    | Požár v areálu (mimo budovu)             | 7         | 3        | 7  | 8  | 29,4        |

|     |                                |    |    |   |    |      |
|-----|--------------------------------|----|----|---|----|------|
| R14 | Exploze uvnitř budovy          | 6  | 4  | 7 | 6  | 25,  |
| R15 | Exploze v areálu (mimo budovu) | 6  | 5  | 8 | 9  | 32,4 |
| R16 | Stávka                         | 5  | 0  | 7 | 10 | 17   |
| R17 | Dopravní havárie               | 9  | 2  | 1 | 5  | 18   |
| R18 | Teroristický čin               | 2  | 10 | 2 | 10 | 12,8 |
| R19 | Aktivní střelec                | 2  | 2  | 2 | 0  | 2    |
| R20 | Planý poplach                  | 7  | 0  | 5 | 7  | 16,8 |
| R21 | Únik NCHL                      | 10 | 3  | 5 | 8  | 38   |
| R22 | Únik ropných produktů          | 9  | 1  | 5 | 8  | 27   |



Obrázek 5 - míra rizika v grafu [zdroj vlastní]

Z výše uvedené analýzy vyplívá, že mezi jedno z nepřijatelných rizik patří únik NCHL. Únik chemických látek může být zapříčiněn jak lidskou chybou, ať již neúmyslnou nebo jako důsledek sabotáže či teroristického útoku, provozními příčinami ale i přírodními vlivy. Únik NCHL může být důsledkem i příčinou požáru, exploze, statické porušení budov, narušení dodávek energií nebo dopravní havárie.

## 5.2 Vybrané chemické látky

### 5.2.1 Amoniak

Jedná se o bezbarvý stlačený nebo zkapalněný plyn s charakteristickým čpícím a štiplavým zápachem. Smíchání se vzduchem resp. kyslíkem může vytvářet výbušnou směs. Ve vodě se velmi dobře rozpouští. Používá se k průmyslové výrobě, úpravě různých látek a také jako náplň chladicích systémů například v zimních stadionech. Je dráždivý pro oči, nos a sliznice. Při vdechnutí leptá sliznice a může dojít až k edému plic. Vysoká koncentrace způsobuje zástavu dechu a smrt. [32]. Základní vlastnosti shrnuje následující tabulka:

Tabulka 10 - základní vlastnosti amoniaku [32]

| Název            | Amoniak, čpavek   |
|------------------|-------------------|
| Chemický vzorec  | NH <sub>3</sub>   |
| Číslo CAS        | 7664-41-7         |
| Kemlerův kód     | 268               |
| UN kód           | 1005 (zkapalněný) |
| Bod tání         | -78 °C            |
| Bod varu         | -33 °C            |
| Hustota par      | 0,6 (vzduch=1)    |
| Tenze par        | 800 kPa/20°C      |
| Molární hmotnost | 17,031 g/mol      |



Obrázek 6 - výstražné symboly pro amoniak dle ES 1272/2008 [5]

### 5.2.2 Chlor

Chlor kapalný je oranžově žlutá, těžká olejovitá kapalina, pronikavého dusivého zápachu. Na vzduchu se rychle vypařuje na žlutozelený velmi nebezpečný plyn 2,5x těžší než vzduch. Žíravina. Nehoří, netvoří výbušnou směs se vzduchem, je však silným oksyločovadlem a tvoří výbušné směsi a hořlavé směsi s vodíkem, organickými látkami a je silně reaktivní při styku s řadou kovů. Používá se zejména pro výrobu chlorovaných polymerů, rozpouštědel, jako desinfekční prostředek k desinfekci odpadních vod, potravinářských a zemědělských zařízení v papírenském průmyslu k bělení celulózy. Chlor má silné žíravé účinky a to má za následek silné dráždění respiračního traktu při vdechnutí i malých koncentrací látky. Dále dráždí i kůži, oči a sliznice [33]. Základní vlastnosti shrnuje následující tabulka:

Tabulka 11 - základní vlastnosti chloru [32]

| Název            | Chlor            |
|------------------|------------------|
| Chemický vzorec  | Cl <sub>2</sub>  |
| Číslo CAS        | 7782-50-5        |
| Kemlerův kód     | 1017             |
| UN kód           | 265              |
| Bod tání         | -101,5 °C        |
| Bod varu         | 34,0 °C          |
| Hustota par      | 2,5 (vzduch = 1) |
| Tenze par        | 680,0/20°C       |
| Molární hmotnost | 70,91 g/mol      |



Obrázek 7 - výstražné symboly pro chlor dle ES 1272/2008 [5]

### 5.3 Scénář úniku

Pro modelování jsem zvolil následující scénář připadající v úvahu.

Dne 10. 6. 2016, 11:15 středoevropského času, jasno, bez inverze, rychlost větru průměrná danému místu 2 m/s, směr větru – západní, teplota průměrná danému místu 17 °C, relativní průměrná vlhkost v tomto období cca 70 %.

Během přečerpávání látek z cisterny do zásobníku došlo k rozpojení propojovací hadice ve ventilu umístěném ve dně zásobníku. Amoniak unikne z kulového zásobníku T1.1.B, obsah zásobníku je 510 t. Chlor unikne z válcového zásobníku TK.01A o objemu 85 t

### 5.4 Modelace zvoleného scénáře pomocí programu ALOHA

Prvním krokem pro modelaci byla specifikace lokality. Nadefinovali jsme lokalitu a pojmenovali jí SPOLANA CZ. Dále jsme nastavili GPS souřadnice objektu a časové pásmo. Datum a čas úniku jsme volili s ohledem na stanovený scénář. Dalším krokem bylo nastavení atmosférických a povětrnostních podmínek. Tyto vstupní informace byly pro amoniak i chlor stejné. Dále se již zadané parametry lišily – výběrem chemické látky, typem a charakterem úniku.

Pro modelaci nebezpečných zón bylo nutné zadat hodnoty ppm. Abychom demonstrovali důležitost zadání tohoto údaje, provedli jsme dvě modelace stejné látky s rozdílnou hodnotou ppm. V první modelaci jsme využily hodnoty, se kterými počítá program TerEx. V druhé modelaci jsme využili hodnoty z The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) [27].



### 5.4.1 Amoniak

Amoniak uniká z kulového zásobníku T1.1.B, vstupní informace shrnuje textový výstup na Obrázku 8.

```
ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help
SITE DATA:
Location: SPOLANA CZ, CZ
Building Air Exchanges Per Hour: 0.50 (enclosed office)
Time: June 10, 2017 1115 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: AMMONIA
CAS Number: 7664-41-7 Molecular Weight: 17.03 g/mol
AEGL-1 (60 min): 30 ppm AEGL-2 (60 min): 160 ppm AEGL-3 (60 min): 1100 ppm
IDLH: 300 ppm LEL: 150000 ppm UEL: 280000 ppm
Ambient Boiling Point: -33.5° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 2 meters/second from 270° true at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths
Air Temperature: 17° C Stability Class: C
No Inversion Height Relative Humidity: 70%

SOURCE STRENGTH:
Leak from hole in spherical tank
Flammable chemical escaping from tank (not burning)
Tank Diameter: 12 meters Tank Volume: 905 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: 17° C
Chemical Mass in Tank: 510000 kilograms
Tank is 92% full
Circular Opening Diameter: 10 centimeters
Opening is 0 centimeters from tank bottom
Release Duration: ALOHA limited the duration to 1 hour
Max Average Sustained Release Rate: 8,560 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 490,890 kilograms
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).
```

Obrázek 8 - textový výstup programu ALOHA [34]

#### a) Hodnoty ppm společné s TerEx

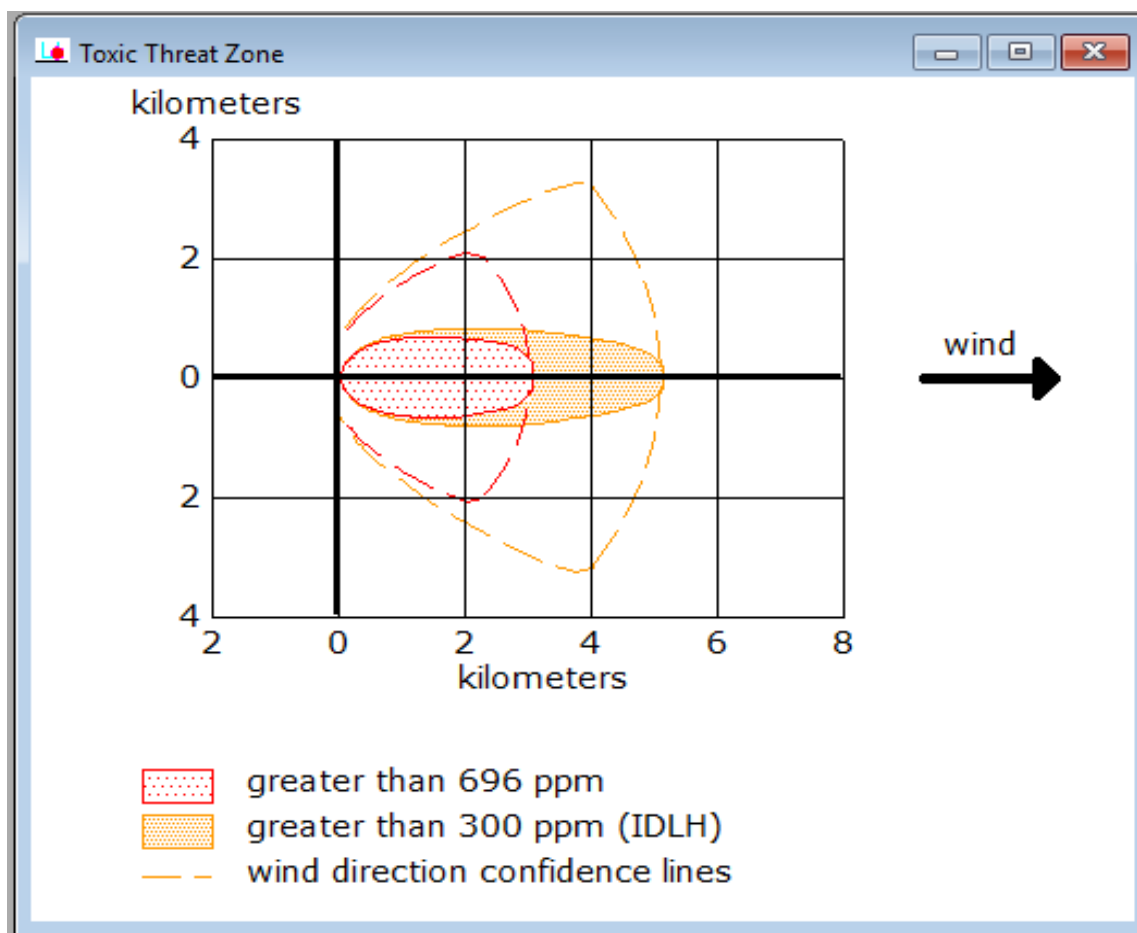
TerEx využívá hodnotu koncentrace v mg/m<sup>3</sup>. Po převedení na ppm vychází:

Koncentrace nebezpečná pro život: 696 ppm po dobu 60 min

IDLH: 300 ppm po dobu 30 min

Tabulka 12 - výsledné zóny pro hodnoty ppm dle TerEx [zdroj vlastní]

| Hodnota ppm | Barevné označení | Velikost zóny |
|-------------|------------------|---------------|
| 696         | červená          | 3,1 km        |
| 300         | oranžová         | 5,2 km        |



Obrázek 9 - rozptyl amoniaku při zadaném scénáři [34]

V Tabulce 12 jsou uvedené výsledné zóny dle koncentrace ppm shodné s TerExem. Na Obrázku 9 jsou tyto zóny zobrazené v grafu.

**b) Koncentrace dle NIOSH [27]**

Zde jsou uvedeny hodnoty:

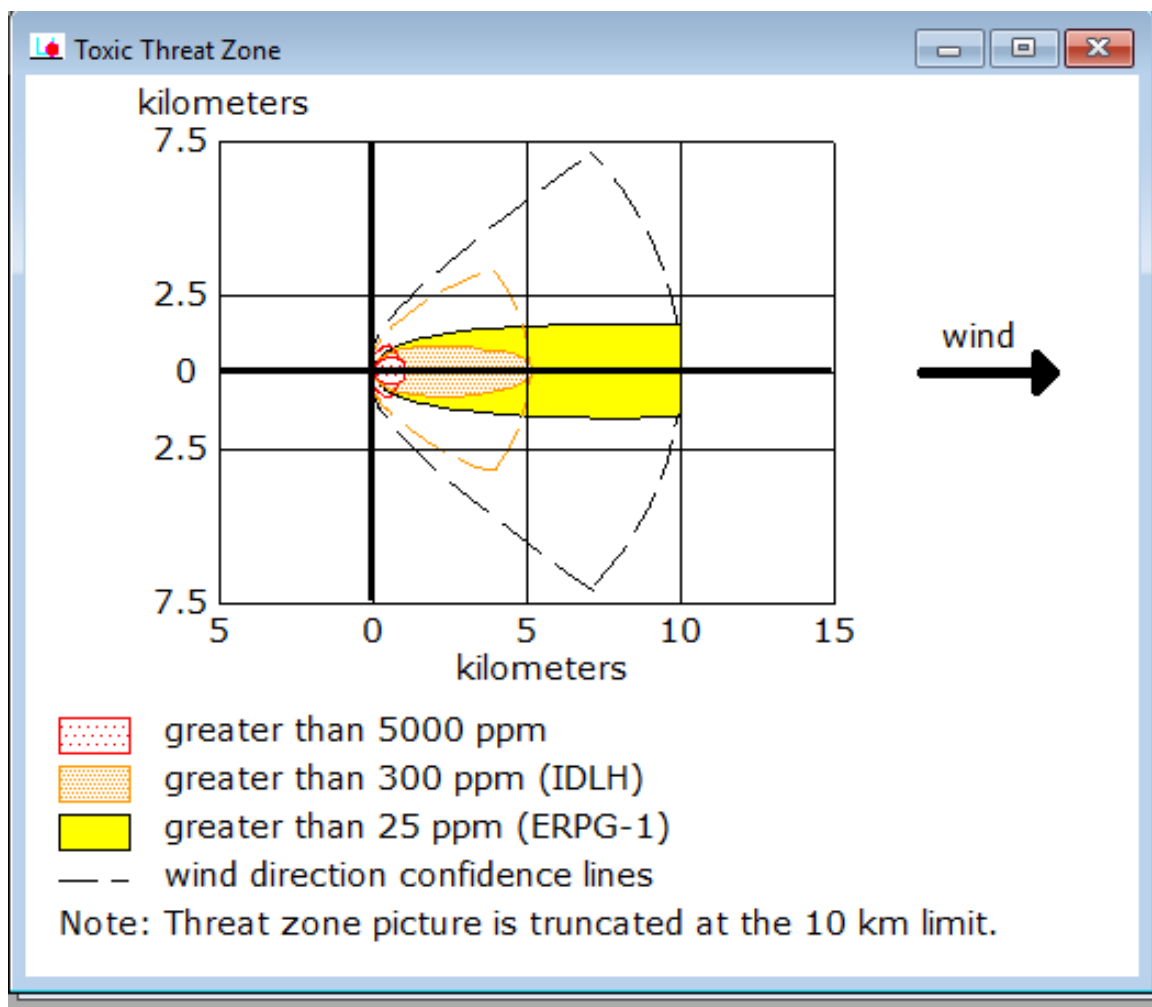
letální koncentrace: nad 5000 ppm

IDHL: 300 ppm do dobu 30 min

ERPG - 1: 25 ppm po dobu 30 minut

Tabulka 13 - výsledné zóny pro hodnoty ppm dle NIOSH [zdroj vlastní]

| Hodnota ppm | Barevné označení | Velikost zóny |
|-------------|------------------|---------------|
| 5000        | červená          | 1 km          |
| 300         | oranžová         | 5,2 km        |
| 25          | žlutá            | nad 10 km     |



Obrázek 10 - rozptyl amoniaku při zadaném scénáři [34]

Koncentrace dle NIOSH a výsledné zóny jsou uvedené v Tabulce 13. Obrázek 10 zobrazuje tyto koncentrace v grafu.

Zobrazení rozptylu amoniaku při západním větru a hodnotách ppm dle NIOSH na mapovém podkladě MARPLOT ukazuje **Příloha 3**.

## 5.4.2 Chlor

Chlor uniká z válcového zásobníku TK.01A vstupní informace shrnuje textový výstup na Obrázku 11.

```
ALOHA 5.4.7 - [Text Summary]
File Edit SiteData SetUp Display Sharing Help
SITE DATA:
Location: SPOLANA CZ, CZ
Building Air Exchanges Per Hour: 1 (user specified)
Time: June 10, 2017 1115 hours ST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: CHLORINE
CAS Number: 7782-50-5 Molecular Weight: 70.91 g/mol
AEGL-1 (60 min): 0.5 ppm AEGL-2 (60 min): 2 ppm AEGL-3 (60 min): 20 ppm
IDLH: 10 ppm
Ambient Boiling Point: -34.1° C
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 2 miles/hour from 270° true at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest Cloud Cover: 3 tenths
Air Temperature: 17° C Stability Class: B
No Inversion Height Relative Humidity: 70%

SOURCE STRENGTH:
Leak from short pipe or valve in horizontal cylindrical tank
Non-flammable chemical is escaping from tank
Tank Diameter: 3 meters Tank Length: 9 meters
Tank Volume: 63.6 cubic meters
Tank contains liquid Internal Temperature: 17° C
Chemical Mass in Tank: 85000 kilograms
Tank is 94% full
Circular Opening Diameter: 10 centimeters
Opening is 0 centimeters from tank bottom
Release Duration: 21 minutes
Max Average Sustained Release Rate: 4,320 kilograms/min
(averaged over a minute or more)
Total Amount Released: 85,000 kilograms
Note: The chemical escaped as a mixture of gas and aerosol (two phase flow).
```

Obrázek 11 - textový výstup programu ALOHA [34]

### a) Hodnoty ppm společné s TerEx

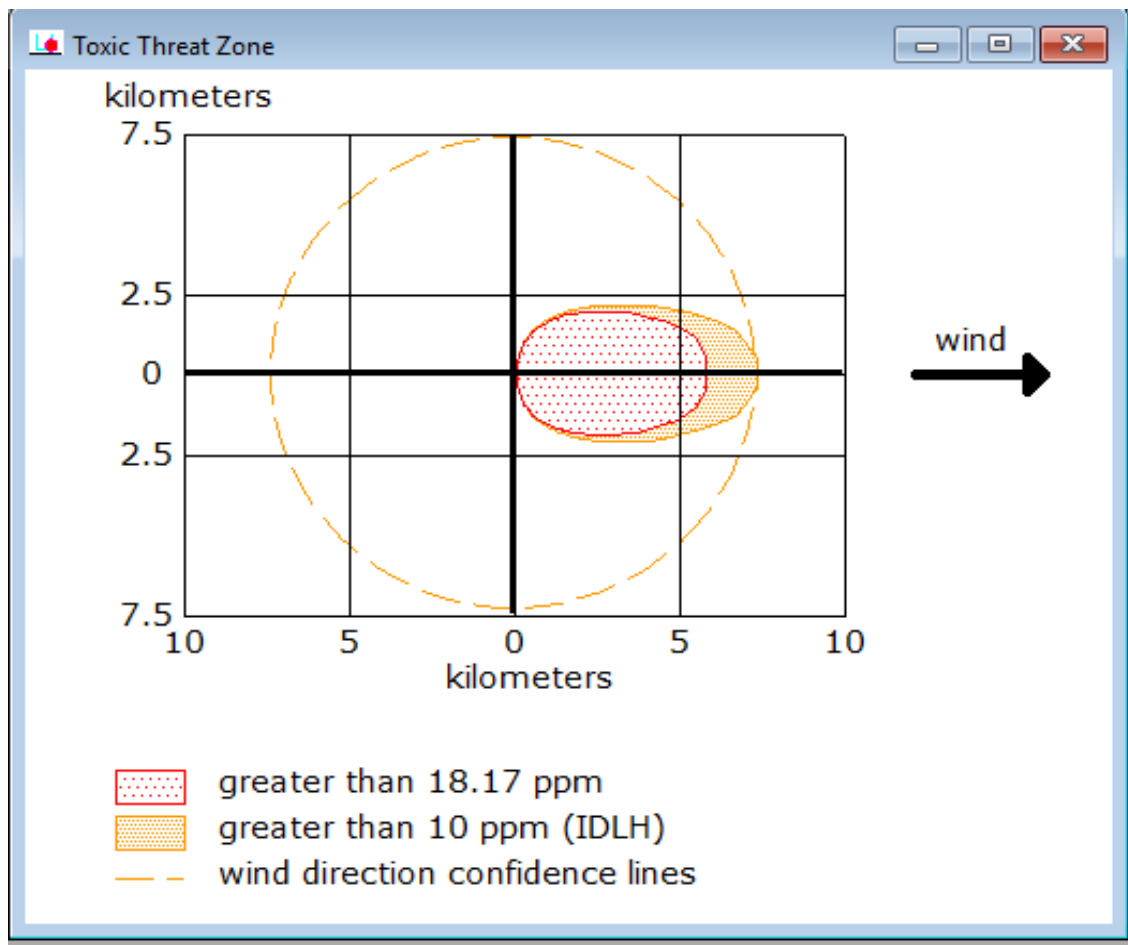
TerEx využívá hodnotu koncentrace v mg/m<sup>3</sup>. Po převedení na ppm vychází:

Koncentrace nebezpečná pro život: 18,17 ppm po dobu 60 min

IDHL: 10 ppm po dobu 30 min

Tabulka 14 - výsledné zóny pro hodnoty ppm dle TerEx [zdroj vlastní]

| Hodnota ppm | Barevné označení | Velikost zóny |
|-------------|------------------|---------------|
| 18,17       | červená          | 5,8 km        |
| 10          | oranžová         | 7,4 km        |



Obrázek 12 - rozptyl amoniaku při zadaném scénáři [34]

V Tabulce 14 jsou uvedené výsledné zóny dle koncentrace ppm shodné s TerExem. Na Obrázku 12 jsou tyto zóny zobrazené v grafu

**b) Koncentrace dle NIOSH [27]**

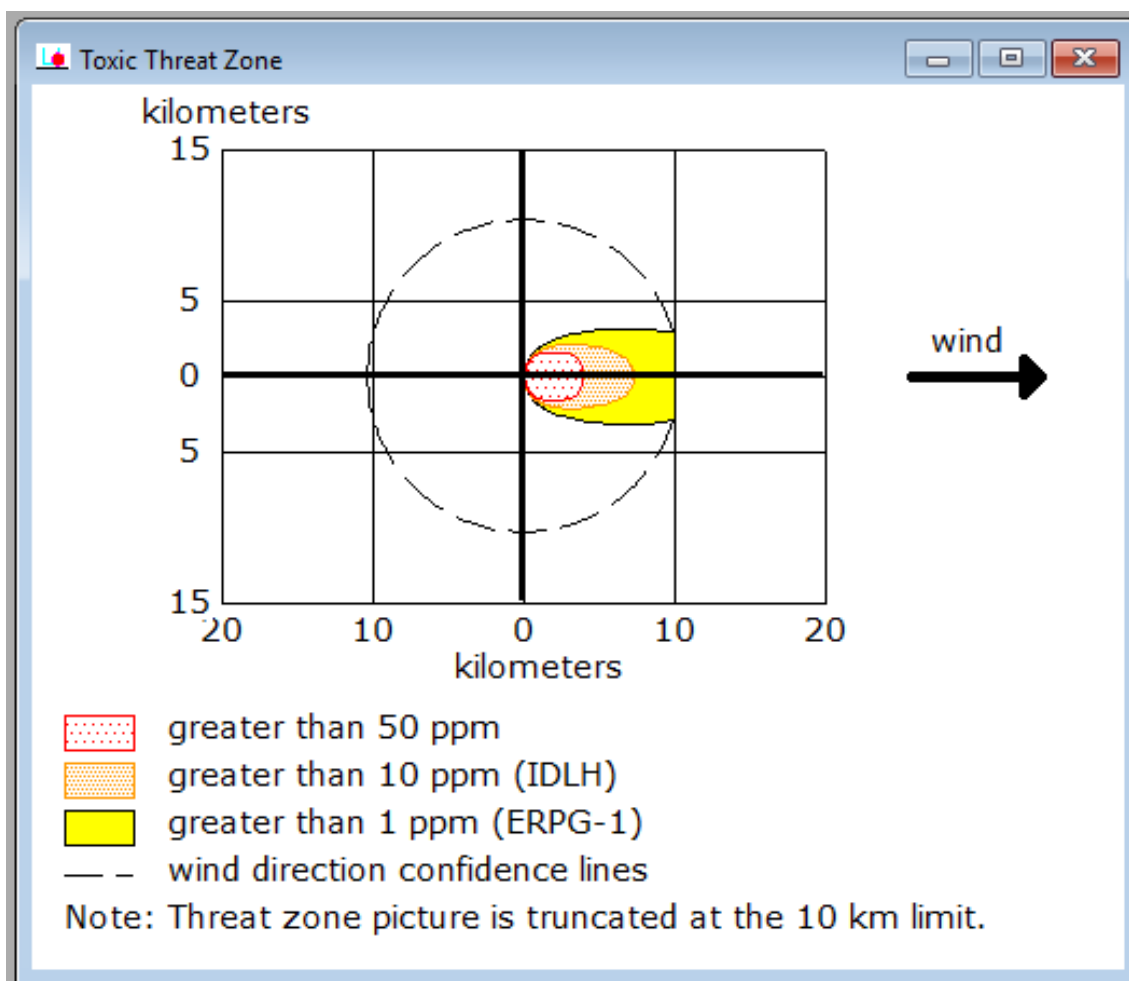
Letální koncentrace: 50 ppm po dobu 60 minut

IDHL: 10 ppm po dobu 30 minut

ERPG - 1: 1 ppm po dobu 15 minut

Tabulka 15 - výsledné zóny pro hodnoty ppm dle NIOSH [zdroj vlastní]

| Hodnota ppm | Barevné označení | Velikost zóny |
|-------------|------------------|---------------|
| 50          | červená          | 3,8 km        |
| 10          | oranžová         | 7,4 km        |
| 1           | žlutá            | nad 10 km     |



Obrázek 13 - rozptyl chloru při zadaném scénáři [34]

Koncentrace dle NIOSH a výsledné zóny jsou uvedené v Tabulce 15. Obrázek 13 zobrazuje tyto koncentrace v grafu.

V Příloze 4 je zobrazen rozptyl chloru při zadaném scénáři a hodnotách ppm dle NIOSH na mapovém podkladu MARPLOT.

## 5.5 Modelace zvoleného scénáře pomocí programu TerEx

Pro modelování úniku byl zvolen model PUUF určený pro jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku. Vstupní data jsou shodná se zadaným scénářem, tedy i s Alohou. Scénář viz kapitola 5.3 Scénář úniku.

### 5.5.1 Amoniak

Po zadání všech vstupních informací vznikne textový adresář výsledků, grafické a mapové stanovení zón se vzdálenostmi. Stanovené zóny jsou následující:

- Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku
- Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem
- Ohrožení osob toxickou látkou
- Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku

Textový výstup programu TerEx dle zvoleného scénáře je zobrazen na následujícím obrázku:

```

TerEx Verze 3.1.1      13:14:34 14.03.2017  Licence pro : FBMI ČVUT Kladno
=====
Událost:  TE170314_1313

Model:
  PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku
Látka:
  Amoniak

Teplota kapaliny v zařízení:  17 °C
Celkové uniklé množství kapaliny:  510000 kg
Rychlost větru v přízemní vrstvě:  2 m/s
Pokrytí oblohy oblaky:  0 %
Doba vzniku a průběhu havárie:  Den - Léto
Typ atmosférické stálosti:  A - konvekce
Typ povrchu ve směru šíření látky:  Obytná krajina

Ohrožení osob toxickou látkou
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB  2416 m (7926.51 ft.)
[ Koncetrace: 522 mg/m3 ]
Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku  3410 m (11187.7 ft.)
[ Koncetrace IDLH: 210 mg/m3 (Aktuální: 190 mg/m3) ]

Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB  405 m (1328.74 ft.)

Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním
NUTNÝ ODSUN OSOB  1015 m (3330.05 ft.)

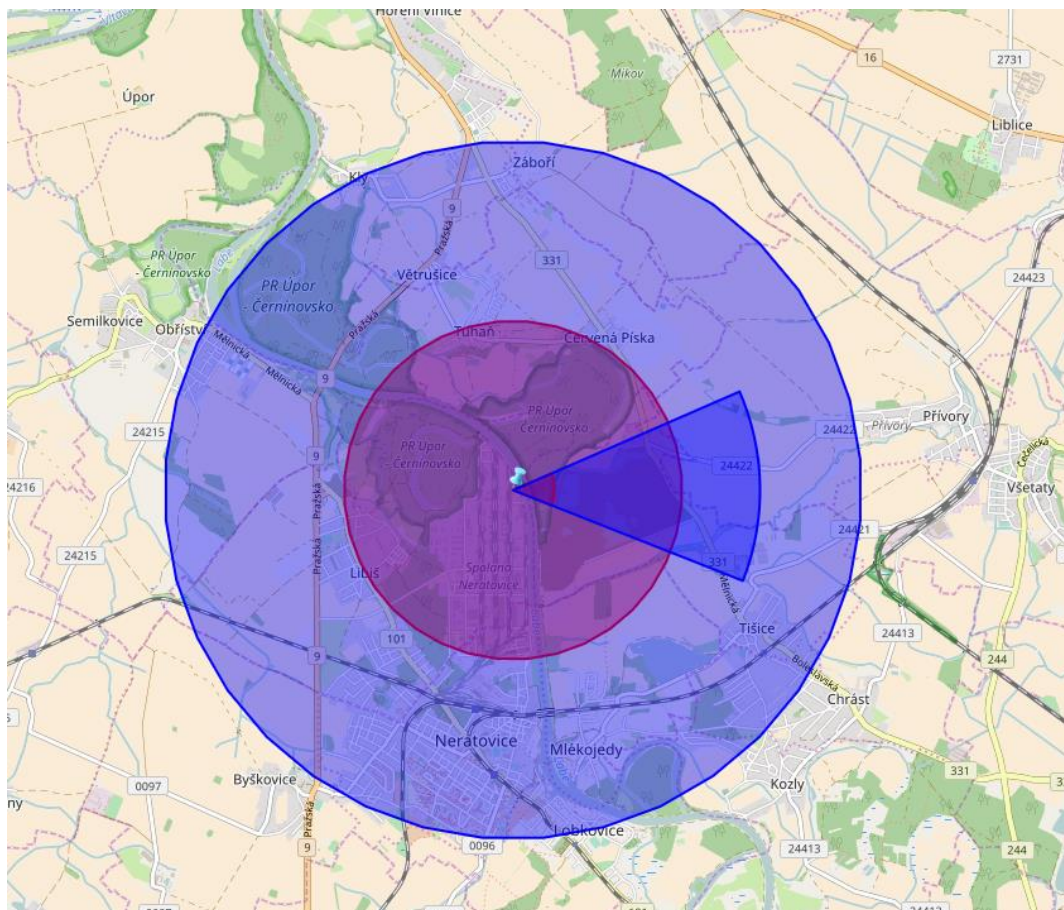
Závažné poškození budov
NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB  769 m (2522.97 ft.)

Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem
DOPORUČENÁ EVAKUACE OSOB Z BUDOV DO VZDÁLENOSTI  1654 m (5426.51 ft.)

```

*Obrázek 14 - textový výstup programu TerEx [35]*





Obrázek 15 - rozsah úniku amoniaku při západním větru [35]

Obrázek 15 zobrazuje modelaci úniku 510 t amoniaku dle zvoleného scénáře. Na větrné růžici je nastaven západní směr větru. Tmavě červená výseč, nacházející se do vzdálenosti 405 m od zdroje úniku, zobrazuje oblast ohrožení osob prošlehnutím oblaku. Výseč tmavě modré barvy vykresluje oblast, v níž jsou osoby ohrožené toxickým plynem a měla by být provedena evakuace. V našem případě je jedná o vzdálenost do 2416 m od místa úniku ve směru větru. Červený kruh pro nás v tomto případě nepředstavuje důležitý údaj – jedná se o oblast ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem. Daná oblast je o poloměru 1654 m. Modrý kruh určuje oblast pro doporučený průzkum toxické koncentrace, v našem případě oblast s poloměrem 3410 m od místa úniku.

### 5.5.2 Chlor

Po zadání všech vstupních informací vznikne textový adresář výsledků grafické a mapové stanovení zón se vzdálenostmi. Stanovené zóny jsou následující:

- Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku
- Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem

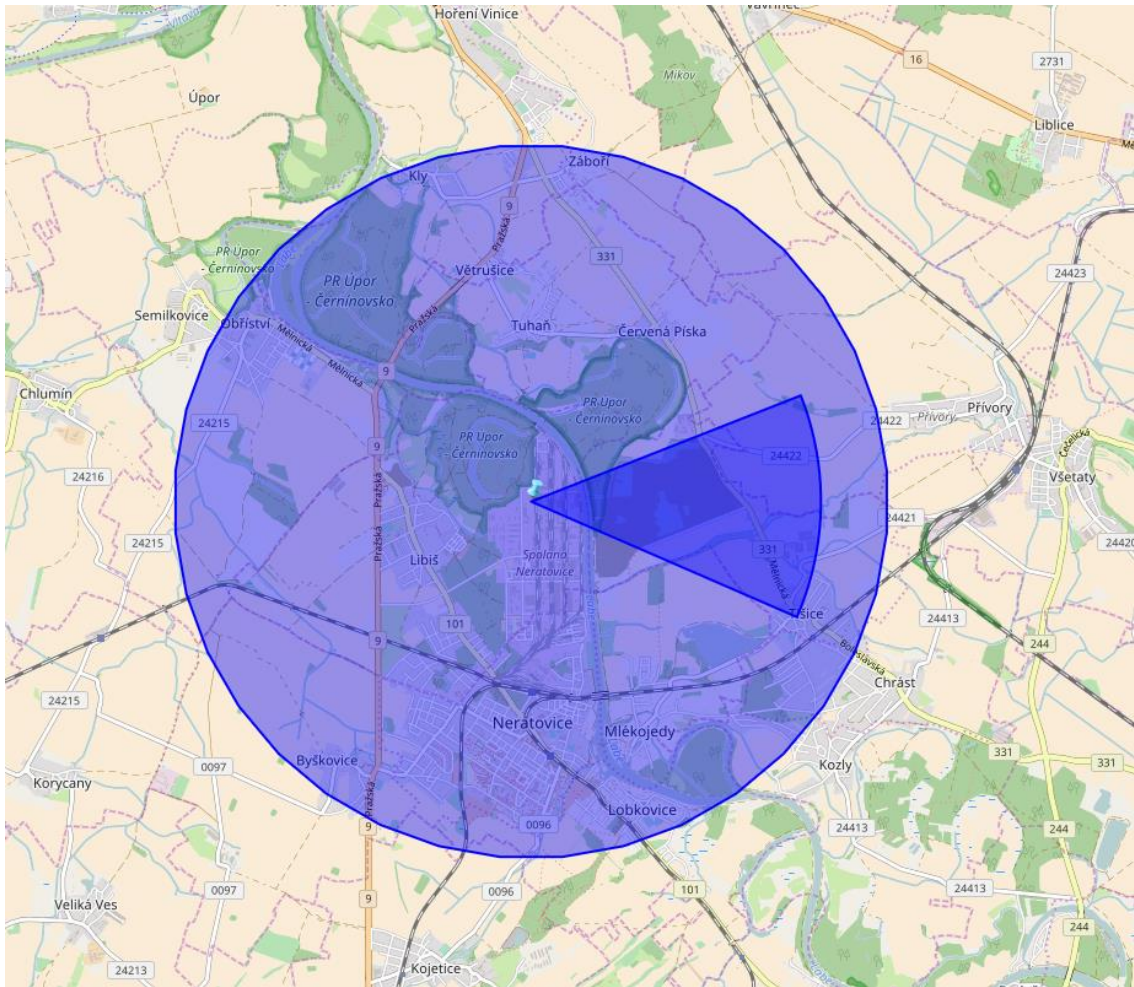


- Ohrožení osob toxickou látkou
- Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku

Textový výstup programu TerEx dle zvoleného scénáře je zobrazen na následujícím obrázku

|   |                 |                   |                                       |
|---|-----------------|-------------------|---------------------------------------|
| <b>TerEx Verze 3.1.1</b>  | <b>15:06:56</b> | <b>06.04.2017</b> | <b>Licence pro : FBMI ČVUT Kladno</b> |
| =====   |                 |                   |                                       |
| Událost: TE170406_1506  |                 |                   |                                       |
| Model:  |                 |                   |                                       |
| PUFF - Jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku                       |                 |                   |                                       |
| Látka:  |                 |                   |                                       |
| Chlor   |                 |                   |                                       |
| Teplota kapaliny v zařízení: 17 °C  |                 |                   |                                       |
| Celkové uniklé množství kapaliny: 85000 kg  |                 |                   |                                       |
| Rychlost větru v přízemní vrstvě: 2 m/s   |                 |                   |                                       |
| Pokrytí oblohy oblaky: 0 %  |                 |                   |                                       |
| Doba vzniku a průběhu havárie: Den - Léto   |                 |                   |                                       |
| Typ atmosférické stálosti: A - konvekce   |                 |                   |                                       |
| Typ povrchu ve směru šíření látky: Obytná krajina   |                 |                   |                                       |
| Ohrožení osob toxickou látkou   |                 |                   |                                       |
| NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 2914 m (9560.37 ft.)   |                 |                   |                                       |
| [ Koncetrace: 52.64 mg/m3 ]   |                 |                   |                                       |
| Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku 3590 m (11778.2 ft.) |                 |                   |                                       |
| [ Koncetrace IDLH: 29 mg/m3 (Aktuální: 28.54 mg/m3) ]                                     |                 |                   |                                       |
| Hodnocená látka nemá při havarijním úniku exothermní projevy typu UVCE a Flash Fire       |                 |                   |                                       |

*Obrázek 16 - textový výstup programu TerEx [35]*



Obrázek 17 - rozsah úniku chloru při západním větru [35]

Obrázek 17 zobrazuje simulaci úniku 85t chloru dle zvoleného scénáře. Tmavě modrá výseč zobrazuje oblast, v níž jsou osoby ohrožené toxickým plynem. Tato výseč zasahuje do vzdálenosti 2914 m od místa úniku ve směru větru. Modrý kruh určuje oblast s výskytem IDHL koncentrace látky. Tato koncentrace se podle modelace vyskytne v kružnici o poloměru 3590 m od místa úniku.

## 5.6 Vyhodnocení a řešení modelového úniku

Vyhodnocení a řešení modelového scénáře bude probíhat ve vztahu k osobám, tedy zaměstnanců a obyvatel zasažených obcí.

### Červená oblast

- vyskytuje se zde koncentrace nebezpečná pro život a letální koncentrace látky
- prostor životu nebezpečný pro osoby

- okamžitá evakuace ze zasažené oblasti – samoevakuace, HZS podniku, HZS Neratovice

#### Oranžová oblast

- vyskytuje se zde koncentrace látky v mezích IDHL
- prostor zdraví nebezpečný
- občané budou varováni – sirény, rozhlas, sms zprávy a bude jim doporučeno, co mají dělat

#### Žlutá oblast

- vyskytuje se zde pocitová koncentrace látky
- prostor bez ohrožení zdraví, přesto je zde zvýšená koncentrace látky
- doporučený prostor pro prohlídku

### **5.6.1 Chování obyvatelstva při chemické havárii s únikem NCHL**

Obyvatele přilehlých obcí jsou informováni o vhodném chování při havárii s únikem NCHL. Pro tyto účely vydal Krajský úřad Středočeského kraje odbor životního prostředí a zemědělství Informace určené veřejnosti v zóně havarijního plánování. V této brožuře jsou základní informace o Spolaně, důležitá telefonní čísla, informace o možných zdrojích rizika, způsob varování obyvatelstva a žádoucí chování občanů v případě vzniku závažné havárie.

#### Způsob varování občanů

Při vzniku havárie s únikem NCHL jsou občané zasažených obcí varováni prostřednictvím sirén, místním rozhlasem a následně i tísňovou informací v rozhlase a TV. Varovný signál „všeobecná výstraha“ je kolísavý tón sirén po dobu 140 vteřin (možno 3x opakovat). Po tomto signálu zazní v místním rozhlase informace o nebezpečí a opatření k ochraně obyvatel. V případě selhání sirén budou obyvatelé varováni prostřednictvím výstražného zvukového zařízení umístěného ve vozidlech Policie České Republiky, HZS Středočeského kraje (stanice Neratovice, Mělník), případně Městské policie Neratovice.

#### Žádoucí chování občanů v případě havárie s únikem NCHL

Pokud občana zastihne havárie ve volném prostranství, zachová klid a vyhledá úkryt ve vyšších patrech nejbližších budov. Přitom se bude snažit zadržet dech, přivřít oči a chránit se improvizovanými ochrannými pomůckami (kapesník před ústa, kapuce na hlavu). Pokud

se již v budově nachází, tak jí neopouští, vyhledá místo na odvrácené straně od havárie, pokud možno v nevyšším patře. Hlavním úkolem je zamezit proudění zamořeného vzduchu – zavřít a utěsnit okna, vypnout klimatizaci. Použijí se improvizované ochranné pomůcky – obličejová roušku (např. z bavlněné látky, ručníku, papírového kapesníku), čepice, šátek nebo kukla přes hlavu, a tělo chránit nepropustným, omyvatelným a splývacím oděvem, doplněným rukavicemi a gumovou obuví.

### 5.6.2 Amoniak

Únik amoniaku dle zadaného scénáře by zasáhl oblast větší než 10 km. V následující tabulce je zobrazené porovnání výsledků zkoumaných zón z programu ALOHA a TerEx při zadání stejných vstupních parametrů.

*Tabulka 16 - komparace výsledků modelace úniku amoniaku [zdroj vlastní]*

| Oblast   | Hodnota ppm           | ALOHA                    | TerEx  | Rozdíl |
|----------|-----------------------|--------------------------|--------|--------|
| červená  | 696<br>(letální 5000) | 3,1 km<br>(letální 1 km) | 2,5 km | 0,6 km |
| oranžová | 300 (IDHL)            | 5,2 km                   | 3,4 km | 1,8 km |
| Žlutá    | 25                    | nad 10 km                | -      | -      |

#### Červená oblast

Tato zóna nezasahuje do žádného obydleného území, je zde ale možný výskyt zaměstnanců Spolany. Životu nebezpečný by byl pobyt delší než 60 minut v dané zóně. Je tedy dostatečně dlouhá doba na únik ze zamořeného území. Přímo u zdroje (do 1 km) po směru větru se ale vyskytuje letální koncentrace látky. Nejohroženější v tomto případě bude případná obsluha zásobníku.

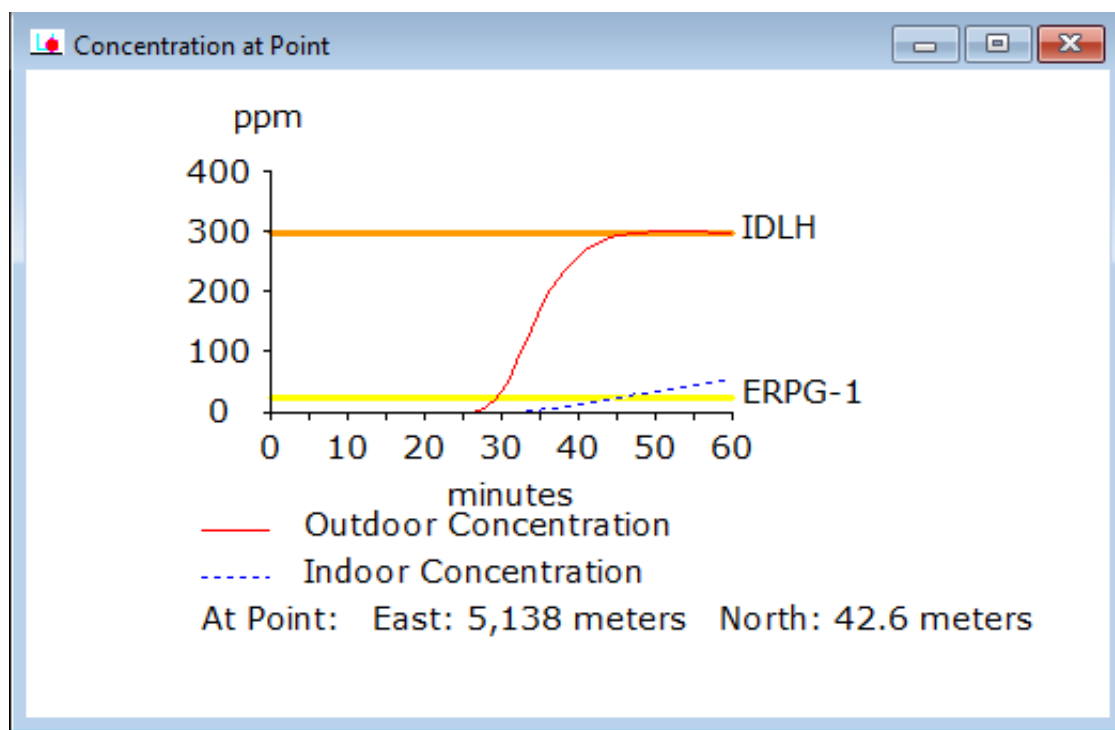
Rozdíl modelace v daných programech je 0,6 km, kdy ALOHA počítá s oblastí 3,1 km a TerEx s 2,5 km od místa úniku po směru větru.

## Oranžová oblast

Oranžová oblast zasahuje část obce Všetaty, v které žije necelých 2 tisíce obyvatel. Obec je vzdálená 5 km od místa úniku. V obci bude aktivován plán varování obyvatelstva. Po zaznění sirén bude v místním rozhlase oznámeno o jaký druh MU se jedná, a oznámeno žádoucí chování obyvatel při chemické havárii s únikem NCHL. Osobám se zhoršeným zdravotním stavem bude doporučena samoevakuace.

Porovnáním výsledků modelace z obou modelovacích programů, zjistíme, že rozdíl dané oblasti při stejných zadaných vstupních informacích i při zadané stejné koncentraci je 1,8 km. ALOHA vypočítala oblast 5,2 km, TerEx 3,8 km od místa úniku ve směru větru.

Pokud se ale v Aloze podíváme na koncentrace amoniaku v obci (Obrázek 18), zjistíme, že koncentrace IDHL 300 ppm bude v obci přesažena jen minimálně a to pouze ve venkovních prostorech. Dodrží-li občané nařízení složek IZS a obecního úřadu – uzavřít se v budově, nehrozí jim žádné zvýšené riziko. V době cca 50 minut od úniku bude v obci dosažena nejvyšší koncentrace. Maximální koncentraci v budově bohužel model nedokáže vygenerovat, jelikož počítá pouze 60 minutovou koncentraci. Nepředpokládáme, že by se koncentrace v budově mohla dostat na hodnotu před 300 ppm.



Obrázek 18 - koncentrace amoniaku v obci [34]

### Žlutá oblast

Žlutá oblast dalece přesahuje 10 km a zasahuje několik obcí. V těchto obcích budou občané informováni místním rozhlasem o vzniklé MU. Nehrozí zde žádné zvýšené zdravotní riziko.

### 5.6.3 Chlor

Únik 85t chloru zasáhne oblast větší než 10 km od místa úniku. V následující tabulce je zobrazené porovnání výsledků zkoumaných zón z programu ALOHA a TerEx při zadání stejných vstupních parametrů.

*Tabulka 17 - komparace výsledků modelace úniku chloru [zdroj vlastní]*

| Oblast   | Hodnota ppm           | ALOHA                      | TerEx  | Rozdíl |
|----------|-----------------------|----------------------------|--------|--------|
| červená  | 18,17<br>(letální 50) | 5,8 km<br>(letální 3,8 km) | 3 km   | 2,8 km |
| oranžová | 10 (IDHL)             | 7,4 km                     | 3,6 km | 3,8 km |
| žlutá    | 1                     | nad 10 km                  | -      | -      |

### Červená oblast

Při zadaných stejných parametrech vypočítala ALOHA o 2,8 km větší tuto oblast než TerEx, což se skoro jednou tak velká oblast. Dokonce ALOHA uvádí letální koncentraci (50 ppm) až do vzdálenosti 3,8 km. Přitom TerEx uvádí koncentraci nebezpečnou pro život (18,17 ppm) jen 3 km, tedy o 0,8 km menší než ALOHA letální oblast. V tomto případě jsou tedy výsledky modelace velmi odlišné.

V obou modelacích je ale shodně určeno, že červená oblast zasáhne celou obec Tišice, kde bude nařízena evakuace.

## Oranžová oblast

Oranžová oblast podle ALOHY zasahuje celou obec Všetaty. Podle TerExu končí minimálně 1 km před prvním domem obce ve směru od úniku.

Obyvatelé zasažené oblasti budou varováni a místním rozhlasem informováni o žádoucím chování obyvatel při chemické havárii s únikem NCHL. Pokud dodrží nařízení zdržovat se v budově, utěsnit případné otvory a použít improvizované ochranné pomůcky, nehrozí jim zvýšené zdravotní riziko. Osobám se zhoršeným zdravotním stavem bude doporučena samoevakuace.

## Žlutá oblast

Žlutá oblast dalece přesahuje 10 km a zasahuje několik obcí. V těchto obcích budou místním rozhlasem informováni o vzniklé MU. Nehrozí zde žádné zvýšené zdravotní riziko.

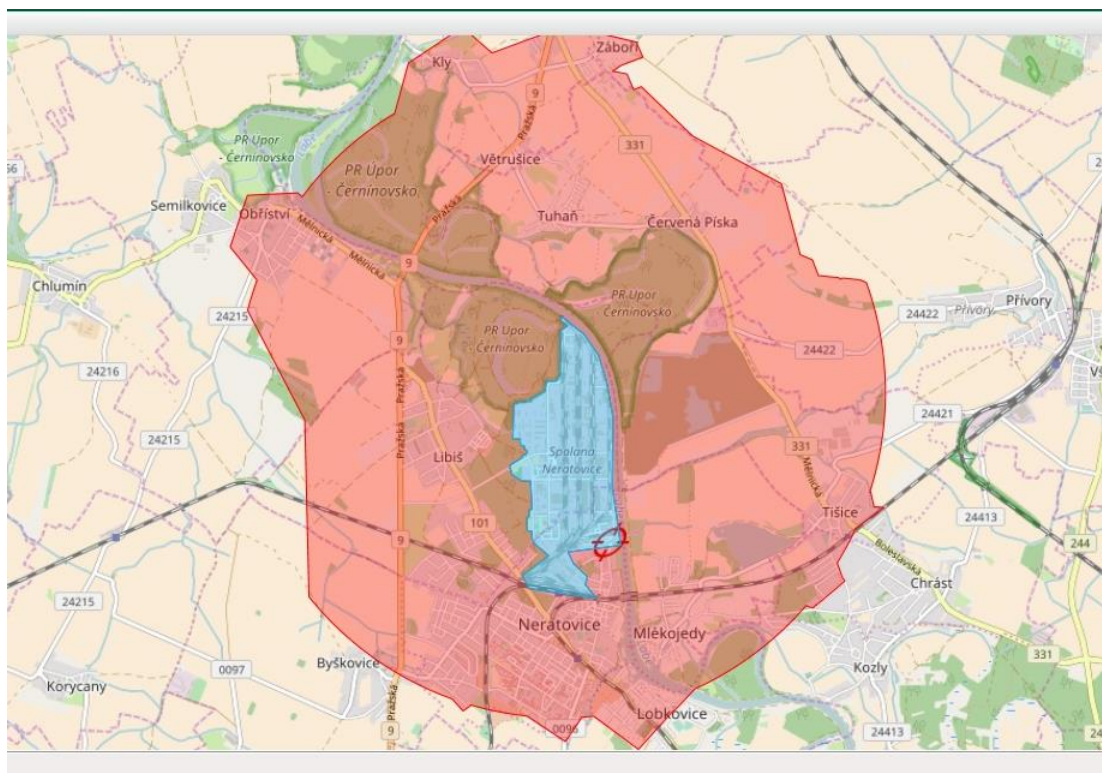
## **5.7 Modelování ZHP v programu OPTIZON**

Pro určení ZHP využívá HZS ČR program OPTIZON.

Pro modelaci bylo prvním krokem určení a pojmenování lokality, v našem případě SPOLANA a.s, Neratovice. Dále byly zadány NCHL látek v objektu, jejich množství, umístění a pojmenování zásobních míst. Zadávali jsme nejvýznamnější látky, které ovlivňují ZHP – amonika, chlor, chlorovodík a vynilchlorid. Použili jsme stejný scénář jako u modelace v programech ALOHA a TerEx, tedy únik stejného množství látky ze stejného zásobníku. Program posléze vypočítal nebezpečnou zónu pro jednotlivé látky i celkově pro všechny zadané látky. Celková zóna je složena z nebezpečných zón všech zadaných látek. Výsledná zóna je kruhového tvaru a bylo nutné jí poupravit, aby zahrnovala celé bloky budov. Skutečná ZHP Spolany je popsána v kapitole 2.5.4 Zóna havarijního plánování a zároveň v **Příloze 2** je zobrazena zóna na mapovém podkladě.

Pro únik 510 t amoniaku vypočítal program OPTIZON ZHP o poloměru 1,9 km. Pro únik 85 t chloru vypočítal zónu o poloměru 3,5 km. Poté program stanovil celkovou ZHP (obr. 19) která vychází z ZHP pro jednotlivé NCHL. Uživatelské prostředí OPTIZONU je v **Příloze 5**. Vypočítaná nebezpečná zóna pro chlor je v **Příloze 6**, pro amoniak v **Příloze 7**.





Obrázek 19 – modelace ZHP Spolany v programu OPTIZON

## 5.8 Síly a prostředky pro řešení havárie s únikem NCHL

Havarijní připravenost na závažnou havárii, která vznikne v areálu Spolany zajišťuje provozovatel zdroje rizika závažné havárie v areálu., základní a určené ostatní složky IZS Středočeského kraje, určené orgány veřejné správy Středočeského kraje a obyvatelstvo (právnícké osoby a podnikající fyzické osoby a fyzické osoby) v zóně havarijního plánování v obcích (Neratovice, Libiš, Tuhaň, Tišice, Obříství, Kly) na území správního obvodu ORP Neratovice a ORP Mělník [22] [23].

### 5.8.1 Spolana

Hlavní jednotkou zabezpečující především represivní činnosti při vzniku mimořádných událostí v areálu Spolana je HZSP Spolana. Početní stav směny jednotky HZSP Spolana (celkem 3 směny) činí 19 osob, tj. 17 hasičů, 1 dispečer, 1 hasič operátor (pracovníci Centrálního dispečinku) [22] [23].

Hlavním typem zásahů jednotky HZSP Spolana jsou výjezdy na úniky látek, které se v podniku vyrábějí nebo používají. Dalšími typy výjezdů, při kterých je jednotka schopna účinně zasáhnout jsou likvidace požárů, technické zásahy – technické a technologické



pomoci, čerpání vody a olejové havárie. Jednotka také poskytuje předlékařskou pomoc, vlastní automobil s účelovou nástavbou (sanitka – MB 316) s plnou výbavou [22] [23].

*Tabulka 18 - technika jednotky HZSP SPOLANA a. s. [21]*

| <b>Požární technika</b>                                     | <b>Voda [l]</b>  | <b>Pěnidl o [l]</b> | <b>Prášek Monnex [kg]</b> | <b>CO2 [kg]</b> | <b>Další vybavení</b>   |
|---|--|---------------------|---------------------------|-----------------|---|
| kombinovaný hasící automobil K 12 MB 814                    | 1200   | 200                 | 100 + 12                  | 120             | bezkontaktní teploměr, megafon<br><br>detekční trubičky a explozimetr, nádoby pro odběr vzorků, vzduchový dýchací přístroj              |
| kombinovaný hasící automobil K 32 T-815                     | 2500   | 4000                | 1000 + 12                 | -               | vzduchový dýchací přístroj  |
| protiplynový automobil MB 814                               | vzduchový dýchací přístroj a kyslíkový dýchací přístroj, protichemický a protipožární obleky, detekční trubičky a přístroje, elektrocentrála, osvětlovací stožár |                     |                           |                 |   |
| pěnový hasící automobil 32 T-815                            | 4000   | 5000                | -                         | -               | vzduchový dýchací přístroj  |
| Automobilová plošina 40 BS T-815                            | -  | -                   | -                         | -               |   |
| cisternová automobilová stříkačka 40 TA T-815               | 3000   | 400                 | 2 x 6                     | 2 x 6           | řetězová a rozbrušovací pila, hydraulické nůžky a rozpínák, těsnící klíny, sorbenty, elektrocentrála, osvětlovací stožár                |
| 2X cisternová automobilová stříkačka 40 T-815               | 8200   | 800                 | 2 x 6                     |                 | Plovoucí čerpadlo, přetlakový ventil, vzduchový dýchací přístroj  |
| automobil s účelovou nástavbou MB 316 - záchranný automobil |  | -                   | -                         | -               | dlahy, obvazy, fyz. roztok, vzduchový dýchací přístroj, křísící přístroj Saturn, lehátko záchranné, lehátko vakuové, tlakové lahve s O2 |
| kombinovaný hasící automobil K 32 T-815                     | 2000   | 2500                | 3000                      | -               | vzduchový dýchací přístroj  |

### 5.8.2 Složky IZS

Nasazení složek IZS se řídí zákonem 239/2015 Sb., o integrovaném záchranném sboru. Přehled sil a prostředků základních a ostatních složek IZS je uveden v Havarijním plánu Středočeského kraje.

#### a) Policie ČR

Hlavním úkolem Policie ČR je zajišťovat veřejný pořádek, bezpečnost osob a majetku, zabezpečení prostoru a okolí havárie, regulace pohybu osob a dopravy [21]. V okolí se nachází Územní odbor Mělník, Obvodní oddělení Mělník, Obvodní oddělení Neratovice a Obvodní oddělení Kostelec nad Labem.

#### b) Městská policie Neratovice

Operátorské středisko Městské policie Neratovice se nachází v objektu Městského úřadu Neratovice (Kojetická 1028).

Městská Policie se spolupodílí na plnění úkolů společně s Policií ČR při uzavírání přístupových komunikací. Úkolem Městské policie Neratovice je ochrana veřejného pořádku, osob a majetku. Celá činnost městské policie se řídí Zákonem ČNR č. 553/1991 Sb., o obecní policii ve znění pozdějších předpisů a následnými prováděcími předpisy [21].

#### c) HZS Středočeského kraje a JPO

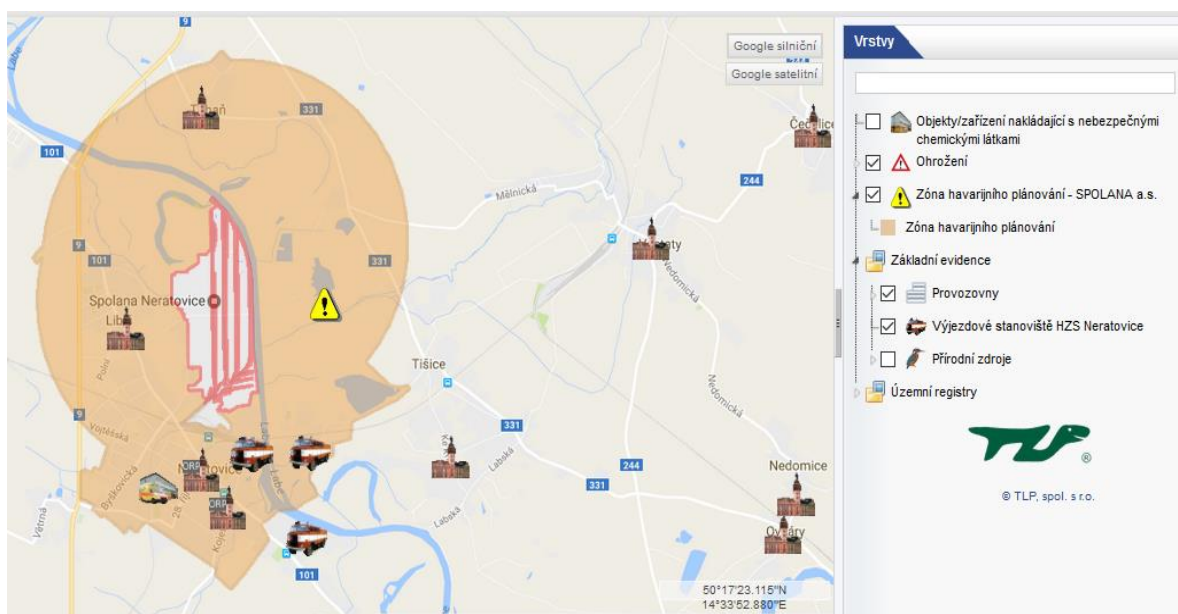
Při vzniku závažné havárie v objektu Spolana budou nasazeny především síly a prostředky ÚO HZS Mělník – požární stanice Neratovice. Dále budou nasazeny Síly a prostředky dle Ústředního poplachového plánu:

- Chemická laboratoř, Kamenice. Základní schopností je chemický a radiační průzkum, odběr vzorků a chemická a radiometrická stacionární laboratoř
- Mobilní laboratoř a přeprava nebezpečných látek, Příbram-Kamenná. Základní schopností je Detekce, lokalizace a identifikace nebezpečných chemických látek, vyšších aktivit přírodních radioaktivních látek, vysoce rizikových biologických agens atoxinů, jejich případná likvidace nebo převoz.
- SDT-dekontaminační jednotka-technika, Zbiroh. Dekontaminace techniky a terénu od biologických, chemických a radiologických látek [36].

#### d) Armáda ČR

Armáda ČR vyčleňuje odřady pro řešení závažných chemických havárií a plní tím úkoly ve prospěch IZS. Záchrana a evakuace osob, záchranné práce, vzdušný průzkum, přeprava osob, materiálu (humanitární pomoc) a záchranářských týmů/specialistů IZS, výcvik a cvičení složek IZS [22]

Z odřadů by se na závažné chemické havárii mohly podílet: Družstvo radiálního a chemického průzkumu, dekontaminační odřad, odřad k provádění zemních, trhacích a demoličních prací, dále podpurné týmy jako např. mobilní zdravotnický tým [36].



Obrázek 20 - Umístění stanice HZS Neratovice [37]

Na Obrázku 20 je zobrazeno výjezdové stanoviště HZS Neratovice. Schéma varování a vyzoomění pro ZHP Spolana je v **Příloze 8**.

## 5.9 SWOT analýza

Metodiku SWOT analýzy jsme již popsali v kapitole 4.2.2 SWOT analýza. Nyní již budeme provádět analýzu dle zvolené metodiky. Předmětem analýzy bude celková prevence vzniku havárie, připravenost podniku na havárie a schopnost adekvátně řešit vzniklou situaci.

### Silné stránky

- Odborné znalosti a schopnosti
- Zpracovaná dokumentace v oblasti prevence závažných havárií
- Zpracované Směrnice generálního ředitele
- Hlásiče úniku NCHL
- Jednotka HZSP Spolana s dostatečným vybavením
- Umístění HZS ČR stanice Neratovice v blízkosti objektu
- Provádění cvičení HZSP při reakci na MU
- Informační leták Informace určené veřejnosti v zóně havarijního plánování
- Vzdělávání obyvatelstva ZHP
- Protipovodňové opatření

### Slabé stránky

- Neaktualizovaný Vnější havarijní plán dle zákona 224/2015 Sb.
- Zastaralé vybavení provozů
- Přítomnost více firem v jednom objektu
- Nezodpovědný přístup zaměstnanců a obyvatel v ZHP k MU – neakceptování výzev řídicích orgánů, zvědavost

### Příležitosti

- Umístění objektu mimo hlavní komunikaci
- Bezpečnostní výzkum
- Technologický výzkum
- Sdílení zkušeností a závěru z konkrétních událostí v zahraničí

### Hrozby

- Personální restrikce
- Finanční restrikce
- Nepřipravenost občanů k sebeochraně
- Umístění stanice HZS ČR v bezprostřední blízkosti Spolany

### 5.9.1 Doporučující opatření

Z výše uvedené SWOT analýzy vyplývá, že Spolana z pohledu prevence závažných havárií a řešení těchto MU má řadu silných stránek. Zároveň se zde nabízí řada příležitostí. Po celkovém zhodnocení situace navrhuje následující opatření:

- Restrukturalizace/modernizace provozů
- Formou povinného vzdělávání obyvatelstva zvýšit spoluodpovědnost občanů za své bezpečí
- Věnovat zvýšenou pozornost bezpečnostnímu výzkumu
- Prohlubování spolupráce HZSP Spolana s HZS ČR
- Specializované vybavení HZSP Spolana pro řešení MU s únikem NCHL
- Podporovat dlouhodobý rozvoj technologií
- Zajistit dostatečnou výši finančních prostředků na přípravu a řešení nastalé situace
- Aktualizace Vnějšího havarijního plánu dle současné platné legislativy

## 6 DISKUZE

Dle odborníků ze Znaleckého ústavu bezpečnosti a ochrany zdraví je pro prevenci závažných chemických havárií, ale hlavně pro ochranu osob před účinky NCHL, nutné zabývat se charakteristikou a chováním těžkého plynu vzniklého jako důsledek chemické havárie. Pojmem těžký plyn se označuje plyn, který má vyšší molekulovou hmotnost než vzduch (28,96 g.mol<sup>-1</sup>), anebo se nachází ve stavu, kdy má oproti vzduchu významně vyšší hustotu (1,29 kg.m<sup>-3</sup>). V našem případě počítáme se vznikem těžkého plynu. Kolektiv autorů ve své publikaci *Charakteristiky oblaku těžkého plynu vzniklého jako důsledek chemické havárie* [38] uvádí, jako nejdůležitější faktor ovlivňující rozptyl látky v atmosféře, meteorologické podmínky. Jedná se zejména o rychlost a směr větru, stabilitu atmosféry, vlhkost vzduchu, atmosférický tlak a srážky. Toto zjištění odborníků je jedním z hlavních důvodů, proč mohou být výsledky dvou autorů rozdílné. Autor této práce sice využíval stejný zadaný scénář se stejnými meteorologickými podmínkami pro oba zvolené softwarové programy, podmínky modelace Spolany nejsou ale známé, a je tedy možné, že Spolana modelovala s naprosto odlišnými meteorologickými údaji.

### **Analýza rizik**

Analýzou bylo zjištěno, že hrozba představující největší míru rizika je únik NCHL. Tato míra rizika byla stanovena na základě dat poskytnutých Spolanou o četnosti úniků NCHL, ze které vyplývá, že ročně dojde v průměru ke třem událostem (data z let 2002-2016), při nichž unikne NCHL. Naopak musíme brát v potaz fakt, že od roku 2002 nebyl v podniku vyhlášen III. stupeň chemického poplachu, tedy MU takového rozsahu, při kterém by následky úniku byly i mimo areál podniku. I přesto je frekvence úniků průměrně častěji než jednou za 6 měsíců. Z tohoto důvodu je nutné věnovat této problematice zvýšenou pozornost.

### **Modelace úniku NCHL**

Únik NCHL může být způsoben úmyslně, jako sabotáž či teroristický útok, nebo neúmyslně porušením či zanedbáním postupů či předpisů nebo technickou závadou, chybou.

Pro modelování úniku NCHL jsme zvolili amoniak a chlor z důvodu jejich vysoké četnosti používání v provozu a vysokému skladovacímu množství. Obě tyto látky mají vysoký zraňující potenciál a případný únik by mohl způsobit velké škody. V obou případech jsme se rozhodli modelovat únik plného zásobníku a nechali jsme uniknout veškeré množství látky. Tento scénář je vysoce nepravděpodobný vzhledem k zabezpečení zásobníků. Při modelaci šíření látek do okolí používáme údaje z meteorologické a geografické charakteristiky okolí.

### **Modelace úniku amoniaku**

U amoniaku modelujeme únik 510 t látky v podobě zkapalněného plynu ze stacionárního zdroje - kulového zásobníku T1.1.B. Při komparaci výsledků využíváme hodnoty uvedené v přílohách Vnějšího havarijního plánu a hodnoty zjištěné autorem práce. Komparaci výsledků modelace v programu ALOHA a TerEx shrnuje Tabulka 16 - komparace výsledků modelace úniku amoniaku v kapitole 5.6.2 Amoniak.

Pokud porovnáme velikost zón s danou koncentrací látky ve vzduchu, zjistíme, že Spolana uvádí tyto zóny menší než autor práce. U letální koncentrace je rozdíl 400 m oproti Aloze. U životu nebezpečné koncentrace se jedná o rozdíl 0,5 km oproti TerExu, 1,1 km oproti Aloze. Hodnotu koncentrace IDHL příloha nezkoumá, není možné jí tedy porovnat. Celkové zasažené území, tedy oblast kterou látka zasáhne, je dle Alohy přes 10 km od místa úniku ve směru větru, dle Spolany 8,2 km. Komparaci výsledků autora práce a Spolany zobrazuje Tabulka 19.

*Tabulka 19 - komparace výsledků [zdroj vlastní]*

| -                             | Spolana | modelace autora práce |        |
|-------------------------------|---------|-----------------------|--------|
|                               |         | ALOHA                 | TerEx  |
| letální koncentrace           | 600 m   | 1 km                  | -      |
| životu nebezpečná koncentrace | 2 km    | 3,1 km                | 2,5 km |
| koncentrace IDHL              | -       | 5,2 km                | 3,4 km |
| celková zasažená plocha       | 8,2 kxm | nad 10 km             | -      |

## Modelace úniku chloru

U chloru modelujeme únik 85 t látky z válcového zásobníku TK.01A. Jedná se o zkapalněný plyn. Komparace výsledků z programu ALOHA a TerEx je uvedena v Tabulka 17 - komparace výsledků modelace úniku chloru v kapitole 5.2.3 Chlor.

I u chloru autor práce došel k závěru, že zóny s danou koncentrací látky ve vzduchu budou většího rozměru, než udává Spolana. Letální koncentrace látky bude dle Alohy až do vzdálenosti 3,8 km, dle Spolany do vzdálenosti 1,9 km. Zde je ale také rozdíl v hodnotách ppm. Zatímco autor počítá s letální hodnotou 5000 ppm, Spolana s hodnotou 1000 ppm. Nelze tedy jednotlivé zóny spolu porovnávat. Životu nebezpečná koncentrace bude dle Spolany do vzdálenosti 4,2 km, což je o 1,2 km větší než modelce zóny v TerExu a zároveň o 1,7 km menší než Aloze. Celková zasažená oblast je u obou autorů shodná – přes 10 km.

Komparaci výsledků autora práce a Spolany zobrazuje Tabulka 20.

*Tabulka 20 - komparace výsledků [zdroj vlastní]*

|                               | Spolana   | modelace autora práce |        |
|-------------------------------|-----------|-----------------------|--------|
|                               |           | ALOHA                 | TerEx  |
| letální koncentrace           | 1,9 km    | 3,8 km                | -      |
| životu nebezpečná koncentrace | 4,1 km    | 5,8 km                | 3 km   |
| koncentrace IDHL              | -         | 7,4 km                | 3,6 km |
| celková zasažená plocha       | nad 10 km | nad 10 km             | -      |

## Reakce na havárii

Při vzniku závažné havárie s únikem NCHL je nejdůležitější rychlé zareagování na událost. Prvotní úkony vykonávají podnikový hasiči, kteří mají nejen dostatečné vybavení pro zásah, ale hlavně dokonalou místní orientaci. V bezprostřední blízkosti podniku se nachází stanice HZS Neratovice. Umístění stanice je výhodné z důvodu krátkých



dojezdových časů, ovšem v případě havárie s únikem NCHL a vhodných meteorologických podmínkách (hlavně při severním směru větru), by mohlo dojít k zamoření stanice látkou v životu nebezpečné koncentraci.

Spolana má vypracované schéma varování a vyrozumění pro zónu havarijního plánování. Toto schéma je jednou z příloh Vnějšího havarijního plánu.

Při havárii s únikem NCHL je pro obyvatele nejdůležitější rychlá a kvalitní improvizovaná ochrana. V ZHP jaderných elektráren dostávají obyvatelé jodové tablety, tedy jodid draselný, jakožto ochranu před vnitřní kontaminací organismu radioaktivitou. Pokud jsem v ZHP chemičky, měli by obyvatelé být vybaveni alespoň základním protichemickým vybavením – respirátorem a protichemickým oblekem. Rozpočet na vybavení jednoho obyvatele by nepřesáhl 500 Kč (300 Kč oblek, 200 Kč respirátor).

Úniky takového rozsahu nejsou v ČR ani ve světě běžné. Událost připomínající autorem zvolený scénář je havárie ve firmě DPC Enterprises nalézající se asi 5 kilometrů od města Festus ve státě Missouri. Zde došlo 14. srpna 2002 k úniku necelých 22 t kapalného chloru při přečerpávání ze železniční cisterny do zásobníku. Z důvodu selhání samouzavírajících ventilů trval únik přes 3 hodiny a bylo nutné armaturu uzavřít ručně. Chlor zde vytvořil viditelný oblak aerosolu s maximální koncentrací 581 000 ppm. Koncentrace 7320 ppm byla až do vzdálenosti 393 m od tohoto viditelného oblaku. Obyvatelům přilehlých budov bylo nařízeno nevycházet z budov a použít improvizované ochranné pomůcky. I přes to je neuvěřitelné, že bylo ošetřeno pouze 66 osob s respiračními obtížemi a nikdo nezemřel. Bylo obrovským štěstím, že v době havárie vanul mírný vítr směrem od obydlených částí. Na této události je patrné, že k havárii tohoto typu dojít může, a následky jsou do velké míry závislé na aktuálním meteorologických podmínkách. Pokud bychom tedy zvolili jiný scénář s jinými meteorologickými hodnotami, výsledek modelace by mohl být diametrálně rozdílný. Jak již bylo zmíněno, při stanovování scénáře jsme vycházeli z dlouhodobých průměrných hodnot ve vztahu k danému místu a zvolenému datu úniku.

## **Doporučující opatření**

Ze SWOT analýzy vyplývá, že Spolana z pohledu prevence závažných havárií a řešení těchto MU má řadu silných stránek. Za hlavní silnou stránku považujeme kvalifikované odborníky na dané téma, rozsah zpracované bezpečnostní dokumentace a přítomnost HZSP Spolana.

Navržená opatření pro posílení prevence a připravenosti podniku na MU vycházejí z výše zmíněné analýzy. Mezi hlavní doporučení bychom řadili rekonstrukci/modernizaci provozů s cílem omezit havárie způsobené vadou materiálu. V moderním provozu se zároveň snižuje možnost lidské chyby. Zvýšenou pozornost bychom doporučovali věnovat obyvatelstvu v ZHP. V nynější době je zhotoven informační letáček, který obyvatele seznamuje s možným rizikem a informuje o možnostech individuální ochrany. Dále bychom ale navrhovali aktivní vzdělávání občanů formou besed a vzdělávacích kurzů.

## **Legislativa**

Základním legislativním dokumentem je zákon č. 224/2015 Sb., o prevenci závažných havárií. Podle této legislativy musí mít objekt podle zařazení do příslušné skupiny zpracovanou specifickou dokumentaci. Spolana je, z důvodu nadlimitního množství NCHL, zařazena do skupiny B. Hlavní bezpečnostní dokumentace obsahuje Vnitřní havarijní plán zpracovaný podnikem a Vnější havarijní plná zpracovaný HZS kraje, konkrétně pracoviště Mělník. V návaznosti na Vnější havarijní plán se stanovuje Zóna havarijního plánování. Zákon č. 224/2015 nabyl účinnosti 1. října 2015. Přesto v době psaní bakalářské práce (říjen 2016 - květen 2017) nebyl aktualizován Vnější havarijní plán dle nového zákona.

## **Softwarové programy**

Porovnání programu ALOHA a TerEx z pohledu autora práce – ALOHA je volně stažitelný program s podrobně zpracovanou příručkou. Přesto je práce v programu určená spíše pro specialisty, než pro laiky. Je nutné zadat velké množství vstupních dat a zároveň si určit jaký výsledek očekáváme – jaký typ dat pro nás bude přínosem. Lze si zvolit např. IDHL, AEG, ERPG nebo vlastní data a podle toho nám vyjde výsledná zóna. Program je do jisté míry nepřehledný a pro někoho může být překážkou i jazyk – ALOHA je pouze v anglickém jazyce. TerEx je volně nepřístupný, což je jeho největší negativum. Uživatelsky

je velmi příjemný, požadovaný obsah a rozsah vstupních dat je jednoduchý a modelace rychlá. Je určen pro i pro naprosté laiky a je v českém jazyce. Výstup z TerExu je srozumitelný, a i přes menší objem vstupních dat, nám dá více užitečných informací než ALOHA. Modelování zóny havarijního plánování v OPTIZONu je náročné z důvodu nutnosti zadání řady vstupních dat – informace o umístění zásobníků, o typech zásobníků, o množství a skupenství skladované látky. Přesto je program srozumitelný i pro uživatele laika. OPTIZON není volně stažitelný a je v českém jazyce.

## 7 ZÁVĚR

Cílem této bakalářské práce byla analýza a modelace úniku NCHL v případě chemické havárie ve Spolaně Neratovic a komparace výsledků ze softwarových nástrojů TerEx a ALOHA v modelovém případě úniku amoniaku a chloru ze zásobníků.

Před samotnou modelací jsme se seznámili se společností Spolana, s důrazem na zónu havarijního plánování. Posléze jsme provedli analýzu rizik podniku. Šetřením jsme dospěli k zjištění, že hrozba představující největší míru rizika je únik nebezpečných chemických látek.

Pro modelaci jsme zvolili amoniak a chlor z důvodu jejich vysoké četnosti využívání v provozu. Modelace úniku byla vytvořena v programech ALOHA a TerEx dle zvoleného scénáře. Komparací výsledků jsme zjistili, že i při zadání stejných vstupních dat, jsou výsledky v jednotlivých programech rozdílné. Rozdílné jsou i výsledky autora práce s výsledky zpracovanými společností Spolana. Na základě modelace jsme určili rozsah havárie a stanovili zóny dle vyskytující se koncentrace látky ve vzduchu. V jednotlivých zónách jsme doporučili opatření pro ochranu života a zdraví obyvatel zasažených obcí.

Pomocí SWOT analýzy jsme zhodnotili celkovou připravenost podniku na vznik mimořádné události s únikem nebezpečných chemických látek, a navrhli doporučující opatření.

Společnost usiluje o modernizaci celého závodu a nedílnou součástí rozvoje je i neustálé zlepšování všech výrobních procesů. Lze tedy předpokládat, že společnost bude klást důraz na zvýšenou prevenci vzniku závažné havárie a zároveň snížení dopadu činností na okolní obyvatele a životní prostředí.

## 8 SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

|          |  |
|----------|--|
| ALOHA    | Areal Locations of Hazardous Atmospheres   |
| CLP      | Classification, Labelling and Packaging of substances and mixtures                                   |
| ČR       | Česká republika  |
| EPA      | Environmental Protection Agency  |
| ERPG – 1 | maximální koncentrace, která při expozici 60 minut nemá jiné nežli mírné přechodné nepříznivé účinky |
| HZS      | Hasičský záchranný sbor  |
| IDLH     | Maximální koncentraci, která při expozici 30 minut nemá za následek trvalé poškození zdraví          |
| IZS      | Integrovaný záchranný systém   |
| JPO      | Jednotka požární ochrany   |
| LC50     | Lethal Concentration - smrtná koncentrac   |
| MU       | Mimořádná událost  |
| NCHL     | Nebezpečná chemická látka  |
| NIOSH    | The National Institute for Occupational Safety and Health  |
| ORP      | Obec s rozšířenou působností   |
| REACH    | Registration, Evaluation, Authorisation and Restriction of Chemicals                                 |
| TerEx    | Teroristický expert  |
| ZHP      | Zóna havarijního plánování   |

## 9 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] SKŘEHOT, Petr a Jan BUMBA. *Prevence nehod a havárií: 2. díl: Mimořádné události a prevence nežádoucích následků*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce, 2009. ISBN 978-80-86973-73-9.
- [2] EURLEX. Directive 82/501/EEC on the major-accident hazards of certain industrial activities. *Eur-lex.europa.eu* [online]. [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:31982L0501>
- [3] EURLEX. *SMĚRNICE RADY 96/82/ES ze dne 9. prosince 1996 o kontrole nebezpečí závažných havárií s přítomností nebezpečných látek* [online]. [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CONSLEG:1996L0082:20081211:CS:PDF>
- [4] EURLE. *Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2003/105/ES* [online]. [eurlex.cz](http://www.eurlex.cz). [cit. 2016-12-20]. Dostupné z: <http://www.eurlex.cz/dokument.aspx?celex=32003L0105>
- [5] EUROCHEM. Příručka k nařízení CPL. In: *EuroChem.cz* [online]. [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://www.eurochem.cz/a/narizeni/CLP>
- [6] SKŘEHOT, Petr. *Prevence nehod a havárií: 1. díl: Nebezpečné látky a materiály*. Vyd. 1. Praha: Výzkumný ústav bezpečnosti práce a T-SOFT, 2009. ISBN 978-80-86973-70-8.
- [7] *Ochrana obyvatelstva a krizové řízení: skripta*. Vyd. 1. 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 , (zákon o prevenci závažných havárií). In: Sbírka zákonů České republiky*

- [9] HZS HLAVNÍHO MĚSTA PRAHY. Prevence závažných havárií. In: *Hzscr.cz* [online]. [cit. 2017-04-16]. 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 České republiky*
- [11] *Zákon č. 239/2000 Sb. Zákon o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů. In: Sbírka zákonů České republiky*
- [12] MIKA, Otakar a Lubomír POLÍVKA. *Radiační a chemické havárie*. Vyd. 1. Praha: Policejní akademie České republiky v Praze, 2010. ISBN 978-80-7251-321-5.
- [13] BARTLOVÁ, Ivana a Karol BALOG. *Analýza nebezpečí a prevence průmyslových havárií*. 2. vyd. V Ostravě: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2007. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-005-0.
- [14] KROUPA, Miroslav. *Chování obyvatelstva v případě havárie s únikem nebezpečných chemických látek: příručka pro orgány státní správy, územní samosprávy, právnické osoby a podnikající fyzické osoby a obyvatelstvo*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2004. ISBN 80-866-4023-X.
- [15] ČAPOUN, Tomáš. *Chemické havárie*. Vyd. 1. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2009. ISBN 978-80-86640-64-8.
- [16] *Ochrana obyvatelstva v případě krizových situací a mimořádných událostí nevojenského charakteru*. V Tribun EU. Vyd. 1. Brno: Tribun EU, 2014. ISBN 978-80-263-0721-1.

- [17] 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.
- [18] KOUTSKÝ, Tomáš. *Prevence závažných chemických havárií*. Brno, 2010. Bakalářská práce. Vysoké učení technické v Brně. Vedoucí práce Ing. Otakar Jiří Mika, CSc.
- [19] SPOLANA. O nás. In: *Spolana.cz* [online]. [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <http://www.spolana.cz/CZ/Stranky/default.aspx>
- [20] *Mapy.cz*. In: *Mapy.cz* [online]. [cit. 2017-04-04]. Dostupné z: <https://mapy.cz/zakladni?x=13.8333000&y=50.0833020&z=11>
- [21] *Bezpečnostní zpráva SPOLANA a.s. Neratovice*. 2016.
- [22] *Vnější havarijní plán pro zónu havarijního plánování Areál SPOLANA a. s. Neratovice*. 2015.
- [23] *VNITŘNÍ HAVARIJNÍ PLÁN SPOLANA a.s. ve smyslu zákona č. 224/2015 Sb. o prevenci závažných havárií*.
- [24] MANAGEMENT MANIA, . SWOT analýza. In: *Managementmania.com* [online]. [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/swot-analyza>
- [25] E-POČASÍ. ArchivPočasí.cz. In: *E-pocasi.cz* [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: <http://www.e-pocasi.cz/archiv-pocasi/2016/10-cervna/>
- [26] FORECA. Předpověď počasí Neratovice. In: *Foreca.com* [online]. [cit. 2017-03-18]. Dostupné z: [http://www.foreca.com/Czech\\_Republic/Neratovice](http://www.foreca.com/Czech_Republic/Neratovice)



- [27] CENTERS FOR DISEASE CONTROL AND PREVENTION (CDC). The National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). In: *Cdc.gov* [online]. [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <https://www.cdc.gov/niosh/idlh/7782505.html>
- [28] SLUKA, Vilém. *Výkladový terminologický slovník některých pojmů používaných v analýze a hodnocení rizik pro účely zákona o prevenci závažných havárií*. Praha: VÚBP, 2004.
- [29] TEREX. Modelování a simulace: Studijní pomůcka pro předmět krizové scénáře. In: *Unob.cz* [online]. [cit. 2017-04-05].
- [30] UŽIVATELSKÝ MANUÁL TEREX. *Software pro rychlý odhad následků havárií a teroristických útoků*. Verze 3. 1. 1. Praha: T-Soft, 2013.
- [31] BARTKA, Jiří a Tomáš LUDÍK. *ALOHA – modelování a simulace: Studijní pomůcka pro předmět KRIZOVÉ SCÉNAŘE* [pdf, online]. Brno: Univerzita obrany, 2012 [cit. 2017-04-08]. Dostupné z: [https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26279/mod\\_resource/content/1/Studijni\\_pomucka\\_Aloha.pdf](https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26279/mod_resource/content/1/Studijni_pomucka_Aloha.pdf)
- [32] CAMEO CHEMICALS. *Database of Hazardous Materials*. In: [cameochemicals.noaa.gov](http://cameochemicals.noaa.gov). [online]. Dostupné z: <https://cameochemicals.noaa.gov/>
- [33] 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.
- [34] ALOHA, Softwar. In: *EPA.gov* [online]. [cit. 2017-01-03]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/cameo/aloha-software>.
- [35] TEREX, software. *Verze 3.1.1: Licence pro FBMI ČVUT Kladno*.

- [36] RYBA, Drahoslav. *ÚSTŘEDNÍ POPLACHOVÝ PLÁN INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU: zpracovaný v souladu s § 7 odst. 2 písm. c) a odst. 4 zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.*
- [37] STŘEDOČESKÝ KRAJ. Portál krizového řízení: Zóny havarijního plánování. In: *Pkr.kr-stredocesky.cz* [online]. [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <http://pkr.kr-stredocesky.cz/pkr/zony-havarijního-planování/>
- [38] SKŘEHOT, Petr. *Bezpečnost a ochrana zdraví při práci: Charakteristiky oblaku těžkého plynu vzniklého jako důsledek chemické havárie.* Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2016. ISBN 978-80-7385-175-0.

## 10 SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

|   |    |
|---|----|
| Obrázek 1 - bezpečnostní dokumentace dle zákona 224/2015 Sb. .... | 14 |
| Obrázek 2 - výstražné symboly dle ES 1272/2008 .....              | 20 |
| Obrázek 3 - umístění obce Neratovice na mapě.....                 | 21 |
| Obrázek 4 - základní rozdělení areálu SPOLANA a.s. ....           | 22 |
| Obrázek 5 - míra rizika v grafu .....                             | 37 |
| Obrázek 6 - výstražné symboly pro amoniak dle ES 1272/2008 .....  | 38 |
| Obrázek 7 - výstražné symboly pro chlor dle ES 1272/2008 .....    | 39 |
| Obrázek 8 - textový výstup programu ALOHA.....                    | 41 |
| Obrázek 9 - rozptyl amoniaku při zadaném scénáři.....             | 42 |
| Obrázek 10 - rozptyl amoniaku při zadaném scénáři .....           | 43 |
| Obrázek 11 - textový výstup programu ALOHA .....                  | 44 |
| Obrázek 12 - rozptyl amoniaku při zadaném scénáři .....           | 45 |
| Obrázek 13 - rozptyl chloru při zadaném scénáři .....             | 46 |
| Obrázek 14 - textový výstup programu TerEx.....                   | 47 |
| Obrázek 15 - rozsah úniku amoniaku při západním větru .....       | 48 |
| Obrázek 16 - textový výstup programu TerEx.....                   | 49 |
| Obrázek 17 - rozsah úniku chloru při západním větru.....          | 50 |
| Obrázek 18 - koncentrace amoniaku v obci .....                    | 53 |
| Obrázek 19 – modelace ZHP Spolany v programu OPTIZON .....        | 56 |
| Obrázek 20 - Umístění stanice HZS Neratovice.....                 | 59 |

## 11 SEZNAMU POUŽITÝCH TABULEK

|   |    |
|---|----|
| Tabulka 1 - osídlení v zóně havarijního plánování Spolana .....   | 25 |
| Tabulka 2 - orientační přehled vybraných pěstovaných zemědělských kultur a plodin v okolí Spolany ..... | 25 |
| Tabulka 3 - orientační přehled o počtech a umístění hospodářských zvířat v okolí Spolany.....           | 26 |
| Tabulka 4 - frekvence (F) možné aktivace nebezpečí .....  | 32 |
| Tabulka 5 - váhový koeficient (V <sub>kx</sub> ) .....  | 33 |
| Tabulka 6 - koeficient dopadu na životy a zdraví osob (K <sub>o</sub> ) .....                           | 33 |
| Tabulka 7 - ekonomické dopady (K <sub>e</sub> ) v Kč .....  | 34 |
| Tabulka 8 - koeficient společenských dopadů (K <sub>s</sub> ) .....                                     | 35 |
| Tabulka 9 - stanovení míry rizika.....  | 36 |
| Tabulka 10 - základní vlastnosti amoniaku .....   | 38 |
| Tabulka 11 - základní vlastnosti chloru.....  | 39 |
| Tabulka 12 - výsledné zóny pro hodnoty ppm dle TerEx .....  | 41 |
| Tabulka 13 - výsledné zóny pro hodnoty ppm dle NIOSH.....   | 42 |
| Tabulka 14 - výsledné zóny pro hodnoty ppm dle TerEx .....  | 44 |
| Tabulka 15 - výsledné zóny pro hodnoty ppm dle NIOSH.....   | 45 |
| Tabulka 16 - komparace výsledků modelace úniku amoniaku .....   | 52 |
| Tabulka 17 - komparace výsledků modelace úniku chloru.....  | 54 |
| Tabulka 18 - technika jednotky HZSP SPOLANA a. s. ....  | 57 |

## 12 SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 – schéma Rozdělení areálu na bloky [21]

Příloha 2 – zóna havarijního plánování Spolany [37]

Příloha 3 - rozptyl amoniaku při zadaném scénáři a hodnotách ppm dle NIOSH na mapovém podkladu MARPLOT.

Příloha 4 - rozptyl chloru při zadaném scénáři a hodnotách ppm dle NIOSH na mapovém podkladu MARPLOT.

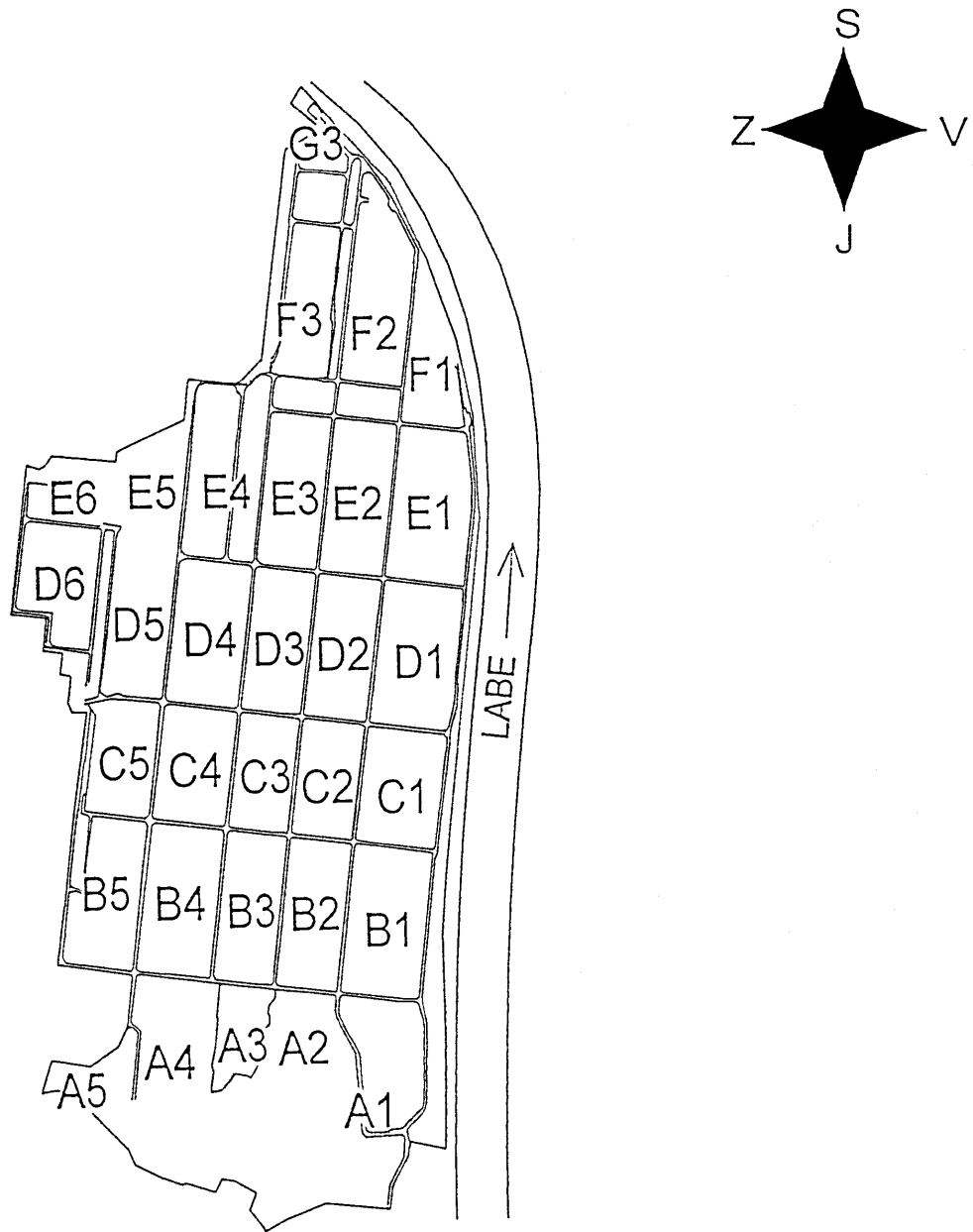
Příloha 5 – prostředí programu OPTIZON

Příloha 6 – modelace ZHP pro 85 t chloru v OPTIZONu

Příloha 7 – modelace ZHP pro 510 t amoniaku v OPTIZONu

Příloha 8 – schéma varování a vyzoomění pro ZHP Spolany [22]

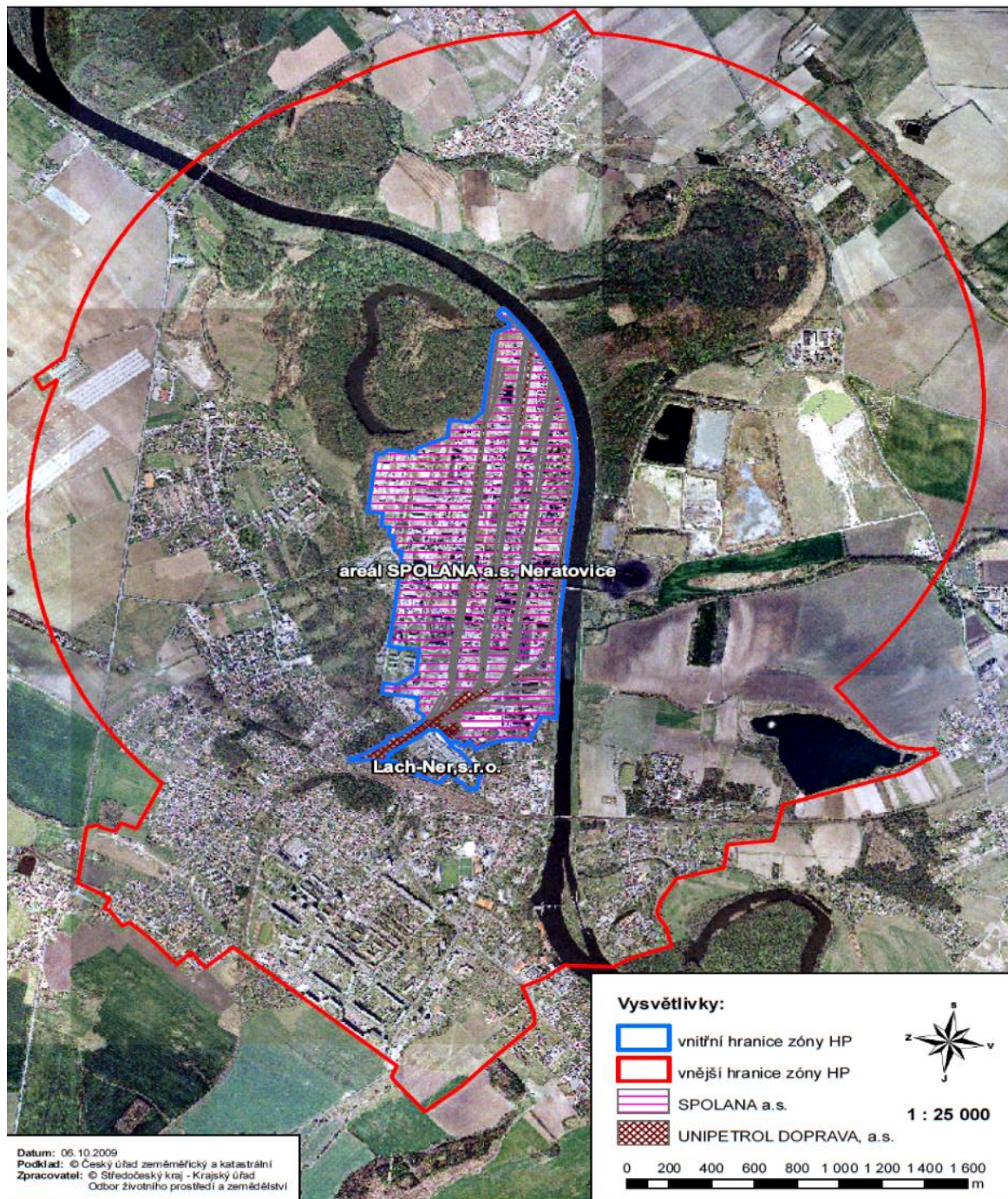
Příloha 1 – schéma Rozdělení areálu na bloky



Příloha 2 – zóna havarijního plánování Spolany

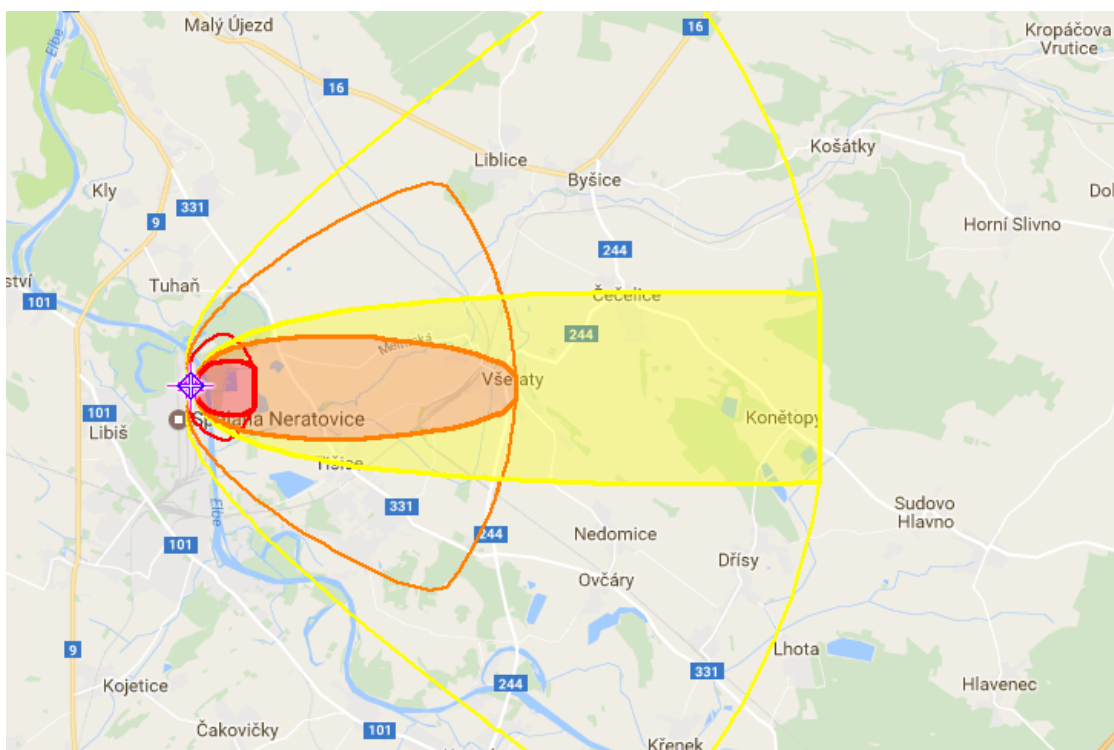
**Středočeský kraj**

**Zóna havarijního plánování (HP)  
areál SPOLANA a.s. Neratovice + Lach-Ner,s.r.o.**

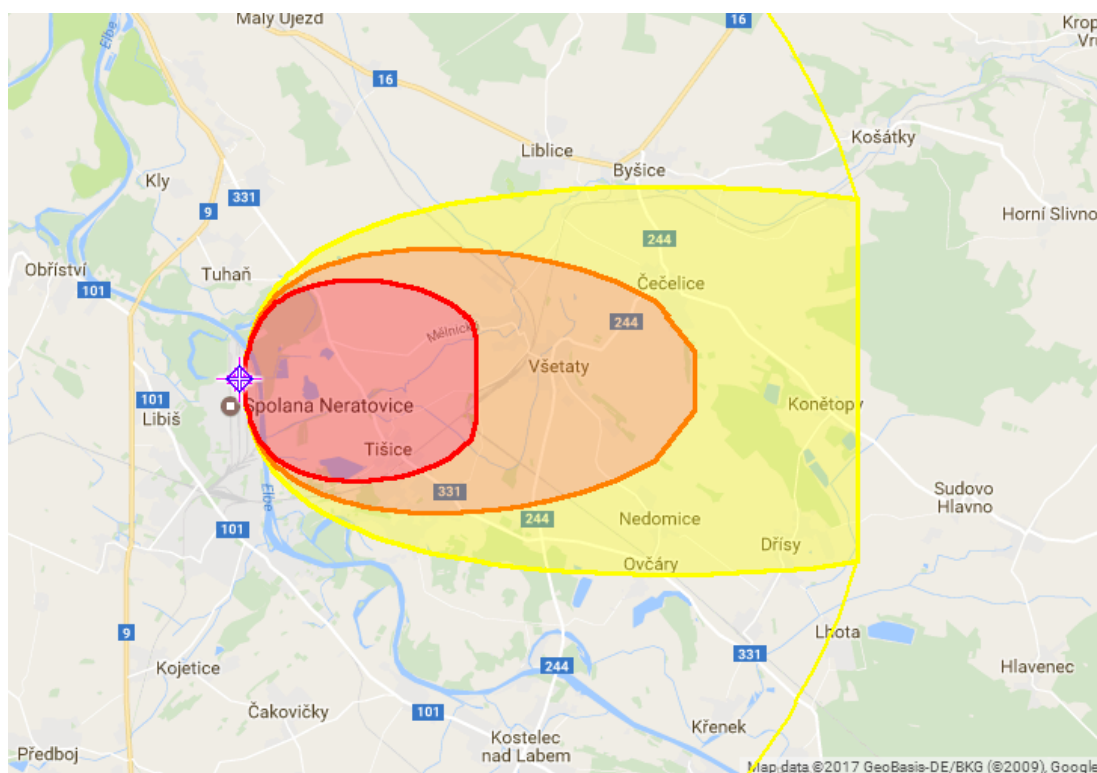




Příloha 3 - rozptyl amoniaku při zadaném scénáři a hodnotách ppm dle NIOSH na mapovém podkladu MARPLOT.



Příloha 4 - rozptyl chloru při zadaném scénáři a hodnotách ppm dle NIOSH na mapovém podkladu MARPLOT.





## Příloha 5 – prostředí programu OPTIZON

Uživatel: HZS Středočeského kraje | Dokumentace | Změnit heslo | Odláskat se

**OPTIZON**

Areály | Databáze látek | Látky v objektech / zařízeních | **Zóny havarijního plánování**

Výchozí zóny havarijního plánování | Spolana a.s.

Spolana a.s. | upravit základní údaje | vytvořit kopii

**Základní údaje**

|                                      |   |                     |
|--------------------------------------|---|---------------------|
| Analyzovaná infrastruktura           | SPOLANA a.s., kopie dat z: 23. února 2017 | obnovit reálná data |
| Titulek                              | Spolana a.s.                              |                     |
| Typ                                  | zóna havarijního plánování                |                     |
| Poslední změna                       | 23. února 2017 12:01:28                   |                     |
| Autor poslední úpravy                | hzs_stredocesky                           |                     |
| Stanovení ZHP                        | provést výpočet ZHP                       |                     |
| Výpočet ZHP                          | výpočet ZHP proběhl v pořádku             |                     |
| Datum posledního vyhodnocení analýzy | 23. února 2017 11:48:33                   |                     |

**Definice zadání**

- Analyzované objekty a zařízení
- Chemické látky v objektech a zařízeních

**Přehledy**

- Přehled chybějících vstupních dat

**Výsledky analýzy**

- ZHP pro scénáře úniku chemických látek
- ZHP pro chemické látky
- ZHP pro objekty a zařízení

**Mapa**

**Vnější hranice ZHP**

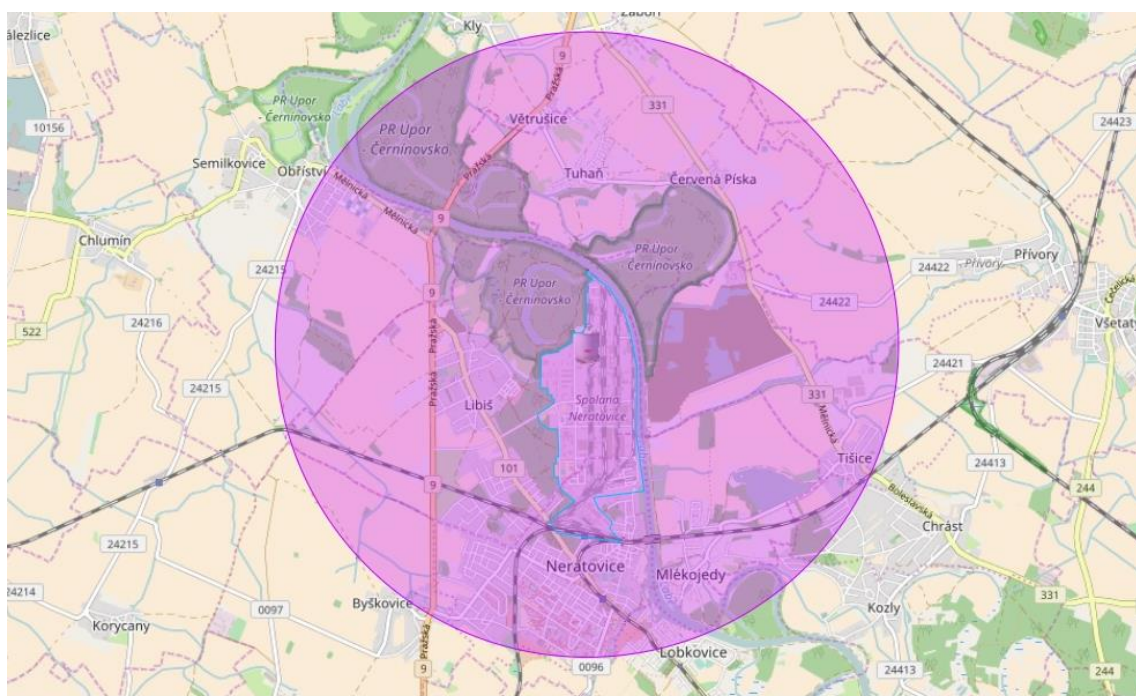
- vnější hranice ZHP, rozloha 28 79 km<sup>2</sup>
- hranice objektu SPOLANA a.s.

Hranice ZHP po úpravě parametru L

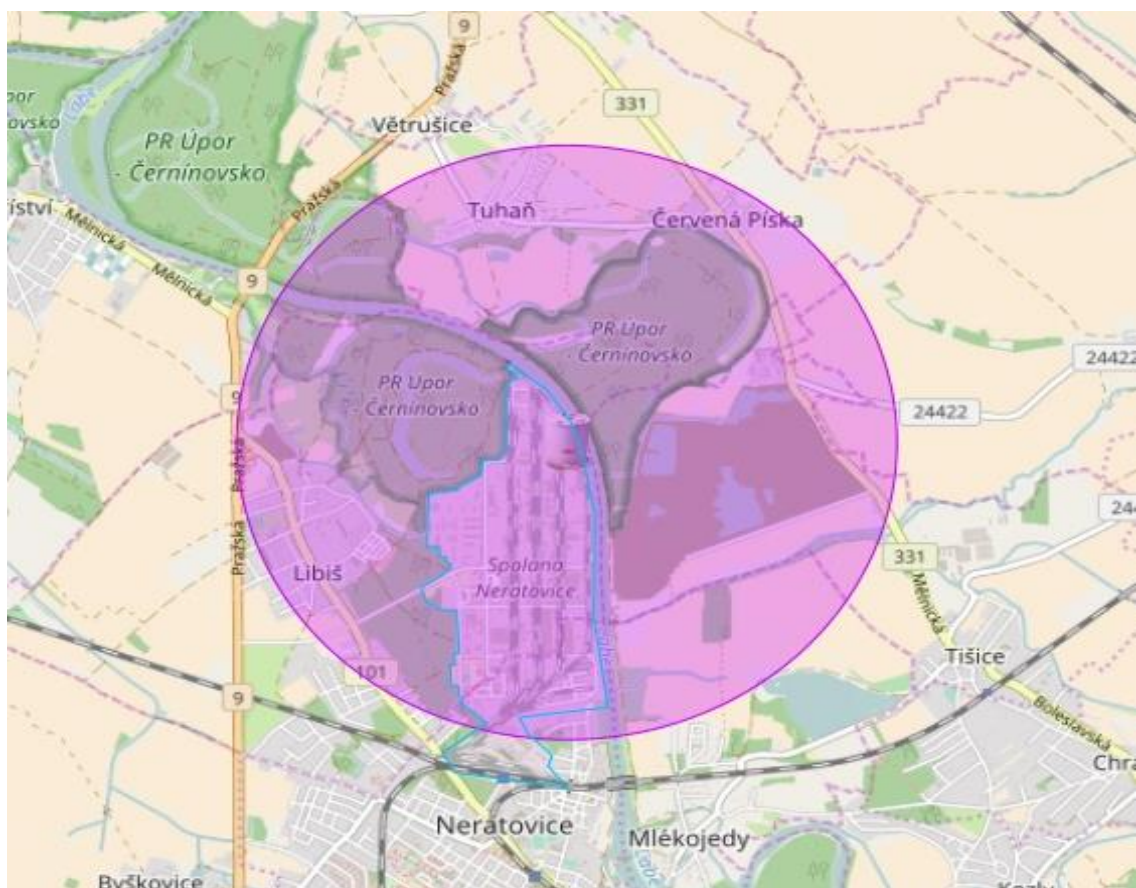
Východní hranice ZHP

Severní

## Příloha 6 – modelace ZHP pro 85 t chloru v OPTIZONu



Příloha 7 – modelace ZHP pro 510 t amoniaku v OPTIZONu



Příloha 8 – schéma varování a vyzoomění pro ZHP Spolany

