

# **Využitie modelovania a simulácie v problematike hodnotenia dopadov mimoriadnych udalostí**

Using Modeling and Simulation for Emergency Incident Impact  
Evaluation

Bc. Alena Padúchová

---

Diplomová práce  
2012



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2011/2012

## **ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE**

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Alena PADÚCHOVÁ**  
Osobní číslo: **A10326**  
Studijní program: **N 3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**

Téma práce: **Využití modelování a simulace v problematice  
hodnocení dopadů mimořádných událostí**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na téma řešení mimořádných událostí.
2. Pojednejte o obecných principech modelování a simulace v kontextu s mimořádnými událostmi.
3. Diskutujte o sw podpoře modelování a simulace v kontextu s mimořádnými událostmi.
4. Použijte vybraný sw simulační či modelovací nástroj pro hodnocení vybrané mimořádné události.
5. Vytvořte komparaci reálných dopadů mimořádné situace s výstupy vybraného simulačního či modelovacího nástroje.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

Forma zpracování diplomové práce: **tištěná/elektronická**

Seznam odborné literatury:

1. SR., Zákon č. 129/2002 o integrovanom záchrannom systéme,
2. Babinec, F., Management rizika, Loss Prevention and Safety Promotion, Brno 2005.
3. HROMADA, M., Využitie modelovania v problematike ochrany kritickej infraštruktúry/The modeling use in area of Critical Infrastructure protection, In: Security Magazín, Číslo 96, 2010, ISBN ? 1210-8723
4. BERNATÍK, Aleš. Prevence závažných havárií I. [online]. Ostrava : Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006 [cit. 2011-02-01]. Dostupné z WWW: <http://www.fbi.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/fbi/040/cs/sys/resource/PDF/skripta-PZH-I.pdf>.
5. KELNAR, L., Metodika řešení domino efektů pro účely zákona o prevenci závažných havárií, (Závěreční práce), VŠB-TU, Ostrava, 2002, str. 85.

Vedoucí diplomové práce:

**Ing. Martin Hromada, Ph.D.**

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

**24. února 2012**

Termín odevzdání diplomové práce:

**15. května 2012**

Ve Zlíně dne 24. února 2012



prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.  
*děkan*



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.  
*ředitel ústavu*

## **ABSTRAKT**

Práca pojednáva o využití simulačného nástroja v problematike hodnotenia dopadov mimoriadnej udalosti. V teoretickej časti je vypracovaná literárna rešerš na tému riešenie mimoriadnych udalostí, následne pojednáva o vybraných analytických metódach hodnotenia rizika, všeobecných princípoch a softwarovej podpore modelovania a simulácie. V praktickej časti bola realizovaná simulácia úniku nebezpečnej látky vo vybranom objekte. Ide o únik plynu do ovzdušia a horenie kaluže kvapaliny. Na základe výstupov simulácie bolo vytvorené zhodnotenie dopadov mimoriadnej udalosti a následne na to boli formulované doporučenia a návrh pre doplnenie bezpečnostnej dokumentácie.

Kľúčové slová: mimoriadna udalosť, havarijný plán, modelovanie, simulácia, TerEx

## **ABSTRACT**

The thesis deals with the simulation software use in the issue of emergency incident impact evaluation. In the theoretical part a literature review on incidents solving is elaborated, consequently selected analytical methods for risk assessment together with general principles and modelling and simulation software support are discussed. In the practical part the simulation of hazardous substance leak in the selected premises was realized. The issue is about leakage of gas into the air and liquid pool burning. Based on the simulation outputs the evaluation of emergency incidents impacts was created and then recommendations and safety documentation completion were defined.

Keywords: incident, emergency plan, modelling, simulation, TerEx

Rada by som poďakovala mojej rodine a priateľom za vytvorenie zázemia a podmienok pre moje štúdium, za poskytnutie morálnej a finančnej podpory.

Ďalej by som chcela poďakovať vedúcemu tejto práce Ing. Martinovi Hromadovi, Ph.D za odborné vedenie, podnetné pripomienky a čas venovaný konzultáciám.

**Prohlašuji, že**

- beru na vědomí, že odevzdáním diplomové/bakalářské práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších právních předpisů, bez ohledu na výsledek obhajoby;
- beru na vědomí, že diplomová/bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v univerzitním informačním systému dostupná k prezenčnímu nahlédnutí, že jeden výtisk diplomové/bakalářské práce bude uložen v příruční knihovně Fakulty aplikované informatiky Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně a jeden výtisk bude uložen u vedoucího práce;
- byl/a jsem seznámen/a s tím, že na moji diplomovou/bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 1 autorského zákona má UTB ve Zlíně právo na uzavření licenční smlouvy o užití školního díla v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona;
- beru na vědomí, že podle § 60 odst. 2 a 3 autorského zákona mohu užít své dílo – diplomovou/bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití jen s předchozím písemným souhlasem Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše);
- beru na vědomí, že pokud bylo k vypracování diplomové/bakalářské práce využito softwaru poskytnutého Univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně nebo jinými subjekty pouze ke studijním a výzkumným účelům (tedy pouze k nekomerčnímu využití), nelze výsledky diplomové/bakalářské práce využít ke komerčním účelům;
- beru na vědomí, že pokud je výstupem diplomové/bakalářské práce jakýkoliv softwarový produkt, považují se za součást práce rovněž i zdrojové kódy, popř. soubory, ze kterých se projekt skládá. Neodevzdání této součásti může být důvodem k neobhájení práce.

**Prohlašuji,**

- že jsem na diplomové práci pracoval samostatně a použitou literaturu jsem citoval. V případě publikace výsledků budu uveden jako spoluautor.
- že odevzdaná verze diplomové práce a verze elektronická nahraná do IS/STAG jsou totožné.

Ve Zlíně .....

podpis diplomanta

**OBSAH**

<b>ÚVOD .....</b>	<b>10</b>
<b>I TEORETICKÁ ČASŤ .....</b>	<b>11</b>
<b>1 RIEŠENIE MIMORIADNYCH UDALOSTÍ .....</b>	<b>12</b>
1.1 LEGISLATÍVA.....	12
1.2 ZÁKLADNÁ TERMINOLÓGIA V OBLASTI KRÍZOVÉHO RIADENIA .....	14
1.3 MIMORIADNA UDALOSŤ .....	15
1.4 KRÍZOVÉ RIADENIE.....	17
1.4.1 Taktické riadenie pri riešení mimoriadnych udalostí.....	17
1.4.2 Operačné riadenie pri riešení mimoriadnych udalostí.....	17
1.5 HAVARIJNÝ PLÁN.....	18
1.6 TYPOVÉ ČINNOSTI .....	20
<b>2 ANALÝZA RIZÍK A METÓDY VYUŽÍVANÉ PRI IDENTIFIKÁCIÍ HROZIEB A POSUDZOVANÍ RIZÍK.....</b>	<b>22</b>
2.1 METÓDY POUŽÍVANÉ NA IDENTIFIKÁCIU HROZIEB A POSUDZOVANIE RIZÍK.....	23
2.1.1 Bezpečnostná prehliadka- Safety review- SR.....	23
2.1.2 Check list- Kontrolný zoznam .....	23
2.1.3 „What – if“ analýza .....	24
2.1.4 HAZOP (Hazard and Operability Study) .....	24
2.1.5 Event tree – Strom udalostí – ETA .....	25
2.1.6 Fault tree- Strom porúch- FTA .....	26
2.1.7 Analýza spôsobov a dôsledkov porúch- Failure Mode and Effects Analysis –FMEA.....	27
<b>3 PRINCÍPY MODELOVANIA A SIMULÁCIE V KONTEXTE S MIMORIADNYMI UDALOSŤAMI.....</b>	<b>29</b>
3.1 VŠEOBECNÉ PRINCÍPY MODELOVANIA.....	29
3.2 MODELOVANIE V KONTEXTE S MIMORIADNYMI UDALOSŤAMI.....	29
3.2.1 Modely a modelovanie požiarov a výbuchov .....	30
3.2.2 Modely a modelovanie výtokov.....	31
3.2.3 Modely a modelovanie vyparovania.....	31
3.2.4 Modely a modelovanie rozptylov.....	32
3.2.5 Modely a modelovanie explózií a poškodení.....	33
3.2.6 Toxická expozícia .....	33
3.3 SIMULÁCIA V KONTEXTE S MIMORIADNYMI UDALOSŤAMI .....	34
<b>4 SOFTWAREOVÁ PODPORA MODELOVANIA A SIMULÁCIE.....</b>	<b>37</b>
4.1 NÁSTROJE PRE MODELOVANIE .....	37
4.1.1 Aloha.....	38
4.1.2 Effects .....	39
4.1.3 NBC- Analysis .....	39
4.1.4 Rozex Alarm.....	39

4.1.5	Vlna.....	40
4.1.6	Terex - Teroristický expert.....	40
4.2	NÁSTROJE PRE SIMULÁCIU.....	42
4.2.1	EIS/SIM,ESIM2000 .....	42
4.2.2	XVR.....	42
<b>II</b>	<b>PRAKTICKÁ ČASŤ.....</b>	<b>44</b>
<b>5</b>	<b>CHARAKTERISTIKA PODNIKU .....</b>	<b>45</b>
5.1	HAVARIJNÝ PLÁN PRI MIMORIADNOM ZHORŠENÍ VÔD.....	45
5.1.1	Údaje o havarijnom pláne .....	46
5.2	ORGANIZAČNÉ OPATRENIA V PRÍPADE RIEŠENIA MIMORIADNEJ UDALOSTI .....	46
5.2.1	Opis hlásenia.....	46
5.2.2	Hlásenie o mimoriadnom zhoršení vôd mimo organizácie .....	47
5.2.3	Zabezpečenie činností v prípade havárie .....	47
5.2.4	Spôsob zabezpečenia zneškodnenia mimoriadneho zhoršenia vôd .....	47
5.2.5	Školenia zamestnancov a pravidelné nácviky zásahov .....	48
5.2.6	Správa o vykonaných opatreniach pri mimoriadnom zhoršení vôd.....	48
5.3	TECHNICKÉ OPATRENIA V RÁMCI HAVARIJNÉHO PLÁNU .....	49
5.3.1	Znaky mimoriadneho zhoršenia vôd .....	49
5.3.2	Skladovanie a zaobchádzanie s nebezpečnými látkami .....	49
5.3.3	Nebezpečný odpad.....	51
5.3.4	Predpokladané možnosti havarijných únikov.....	51
5.4	PLÁN ZÁSAHU PRI MIMORIADNYCH UDALOSTIACH.....	52
5.4.1	Zodpovednosti.....	52
5.4.2	Praktické postupy pri reakcii na špecifické udalosti .....	54
5.4.3	Evakuácia .....	55
<b>6</b>	<b>SIMULÁCIA ÚNIKU NEBEZPEČNEJ LÁTKY .....</b>	<b>56</b>
6.1	CHARAKTERISTIKA KVAPALINY DIETYLÉTER .....	57
6.2	SIMULÁCIA HORENIA KALUŽE KVAPALINY .....	58
6.3	CHARAKTERISTIKA PLYNU METANOLU .....	61
6.4	SIMULÁCIA JEDNORAZOVÉHO ÚNIKU PLYNU DO OBLAKU.....	62
<b>7</b>	<b>POTENCIÁLNY DOPAD A RIEŠENIE VZNIKU MIMORIADNEJ UDALOSTI.....</b>	<b>68</b>
7.1	VŠEOBECNÁ ČASŤ .....	68
7.2	POHOTOVOSTNÁ ČASŤ .....	69
7.3	OPERATÍVNA ČASŤ .....	70
7.4	VYUŽITEĽNOSŤ SOFTWARE TEREX V PODNIKU .....	71
	<b>ZÁVER .....</b>	<b>72</b>
	<b>ZÁVER V ANGLIČTINE .....</b>	<b>73</b>
	<b>ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY .....</b>	<b>74</b>
	<b>ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK.....</b>	<b>77</b>



<b>ZOZNAM OBRÁZKOV .....</b>	<b>79</b>
<b>ZOZNAM TABULIEK .....</b>	<b>81</b>
<b>ZOZNAM PRÍLOH .....</b>	<b>82</b>

## ÚVOD

Problematika narastajúceho počtu mimoriadnych udalostí je v súčasnosti veľmi aktuálna z dôvodu modernizácie priemyselnej výroby a neustáleho pokroku techniky ako dôsledok zvyšujúcich sa požiadaviek na výrobu. Dopady mimoriadnych udalostí sú často fatálne, čoho dôkazom sú tragické udalosti v minulosti ako napríklad výbuch továrne v talianskom meste Seveso v roku 1976, či výbuch jadrovej elektrárne v Černobyli v roku 1986. Z toho dôvodu je nevyhnutná prevencia a pripravenosť v tejto oblasti. Je veľmi dôležité vedieť správne identifikovať riziko a následne predvídať jeho následky. V súčasnej dobe existuje niekoľko metód analýzy rizík. V praxi prinášajú široké kombinačné možnosti a zvyšujú tak relevanciu ich výsledkov, čím prispievajú k efektívnosti plánov na prevenciu mimoriadnych udalostí.

Na základe vykonanej kvalitnej analýzy problému je možné využiť vytváranie modelov a simulácií, kde po etape modelovania nasleduje simulácia. V súvislosti s mimoriadnymi udalosťami sú tieto aspekty chápané ako prostriedky prevencie.

Taktiež softwarová podpora v kontexte s mimoriadnymi udalosťami je v súčasnej dobe na pomerne vysokej úrovni. Pre účely tejto práce bol vybraný dostupný simulačný nástroj TerEx, ktorého databáza umožní simuláciu látok reálne sa nachádzajúcich v podniku v relatívne vysokých množstvách, ktoré sa tak stávajú potenciálnym zdrojom možného rizika. Jedná sa o popredný podnik zaoberajúci sa výrobou farmaceutických výrobkov na Slovensku.

Práca pozostáva z teoretickej a praktickej časti. V teoretickej časti je zadaná príslušná legislatíva týkajúca sa danej problematiky a základná terminológia z oblasti krízového riadenia. Následne pojednáva o problematike analýzy rizík, základných princípoch a softwarovej podpore modelovania a simulácie.

Cieľom práce je zrealizovať simuláciu konkrétnej mimoriadnej udalosti v reálne existujúcej firme pomocou zvoleného simulačného nástroja a na základe vyhodnotených výsledkov posúdiť pripravenosť firmy na možnú hrozbu úniku nebezpečnej látky a zhodnotiť dopady mimoriadnej udalosti.

## **I. TEORETICKÁ ČASŤ**

# 1 RIEŠENIE MIMORIADNYCH UDALOSTÍ

S riešením mimoriadnych udalostí je úzko spojené modelovanie a simulácia a to z dôvodu potreby pripravenosti a prevencie vzniku takýchto udalostí. Softwarová podpora je v súčasnosti na veľmi vysokej úrovni, preto je vhodné využívať všetky dostupné prostriedky pri riešení MU, ktoré napomáhajú zmierniť ich dopady.

Úvodom teoretickej časti práce považujem za potrebné zadefinovať základný legislatívny rámec a základné pojmy týkajúce sa problematiky. V praktickej časti práce sa budem venovať simulácii udalosti v podniku nachádzajúcom sa na Slovensku, preto je úvodom definovaný základný legislatívny rámec Slovenskej republiky. Následne sa budem bližšie venovať problematike mimoriadnych udalostí, kde definujem základné delenie a klasifikáciu MU. Stručne sa budem venovať tiež problematike krízového riadenia a typových činností. Bližšie sa zameriam aj na havarijné plánovanie.

## 1.1 Legislatíva

Pre štáty EÚ je základným právnym dokumentom, riešiacim oblasť prevencie vzniku priemyselných havárií, smernica rady ES 82/501/EEC tzv. SEVESO.

Zákon NR SR č. 387/2002 Z.z. o riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu

Upravuje pôsobnosť orgánov verejnej moci pri riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu, práva a povinnosti právnických osôb a fyzických osôb pri príprave na krízové situácie mimo času vojny a vojnového stavu a pri ich riešení, a sankcie za porušenie povinností ustanovených týmto zákonom. [1]

Zákon NR SR č. 129/2002 Z.z. o integrovanom záchrannom systéme

Upravuje organizáciu IZS, pôsobnosť a úlohy orgánov štátnej správy a záchranných zložiek v rámci integrovaného záchranného systému, práva a povinnosti obcí a iných PO, FO oprávnených na podnikanie a ostatných fyzických osôb pri koordinácii činností súvisiacich s poskytovaním pomoci, ak je bezprostredne ohrozený život, zdravie, majetok alebo životné prostredie.[2]

Zákon NR SR č. 42/1994 Z. z o civilnej ochrane obyvateľstva

Zákon upravuje podmienky na účinnú ochranu života, zdravia a majetku pred následkami mimoriadnych udalostí, ako aj ustanovuj úlohy a pôsobnosť orgánov štátnej správy, obcí a práva a povinnosti fyzických osôb a právnických osôb pri zabezpečovaní civilnej ochrany obyvateľstva.[3]

Zákon NR SR č. 261/2002 Z.z. o prevencii závažných priemyselných havárií

Upravuje podmienky a postupy pri prevencii závažných priemyselných havárií v podnikoch s prítomnosťou vybraných nebezpečných látok a pripravenosť na ich zdolávanie a na obmedzovanie ich následkov na život a zdravie ľudí, životné prostredie a majetok v prípade ich vzniku. [4]

Úvodom zákon definuje základné pojmy týkajúce sa podniku, prítomnosti nebezpečnej látky v podniku, definuje tiež závažnú priemyselnú haváriu, prevenciu, podmienky skladovania, taktiež povinnosť vypracovať dokumenty ako bezpečnostná správa a havarijný plán. Ďalej tento zákon ukladá základné povinnosti prevádzkovateľom podnikov v ktorých je zvýšené riziko priemyselnej havárie. [4]

Druhá časť zákona pojednáva o kategorizácii podnikov. Podľa celkového množstva vybraných nebezpečných látok prítomných v podniku definuje kategórie A a B a zároveň ukladá povinnosť prevádzkovateľa ohlásiť príslušným úradom zaradenie podniku. [4]

Tretia časť rieši otázku prevencie závažných priemyselných havárií. Zaoberá sa problematikou hodnotenia rizika, definuje vypracovanie, obsah a využívanie bezpečnostnej správy a podmienky pre prevádzkovateľov v oblasti zabezpečenia odbornej spôsobilosti zamestnancov. Sú tu taktiež zadané podmienky plánovania a povoľovania stavieb.

Štvrtá časť tohto zákona pojednáva o pripravenosti na zdolávanie závažných priemyselných havárií, kde sa jedná hlavne o problematiku havarijných plánov. [4]

Zákon vo svojej piatej časti rieši aj problematiku informovanosti a účasti verejnosti na rozhodovacích procesoch.

Ďalej je tu zadaná pôsobnosť orgánov štátnej správy, ohlasovacia povinnosť v prípade havárie a zodpovednosť za porušenie povinností. [4]

## 1.2 Základná terminológia v oblasti krízového riadenia

V krízovom manažmente a riadení sa stretávame s pojmami, ktoré sú jasne definované, preto je súčasťou tejto kapitoly aj tabuľka termínov spojených s problematikou riešenia mimoriadnych udalostí.

Tab. 1. Prehľad základnej terminológie [5,6]

POJEM	DEFINÍCIA
KRÍZA	Významné narušenie rovnováhy medzi základnými charakteristikami systému na jednej strane a okolitým prostredím na druhej strane.
KRÍZOVÁ SITUÁCIA	Stav, kedy sú bezprostredne vo veľkom rozsahu ohrozené životy a zdravie občanov, životné prostredie, majetkové hodnoty, verejný poriadok alebo hospodárstva.
RIZIKO	Je mierou pravdepodobnosti a závažnosti nepriaznivých účinkov. Je to miera pravdepodobnosti utrpenia straty, poškodenia alebo zničenia.
INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM	Koordinovaný postup jeho zložiek pri príprave na mimoriadne udalosti a pri vykonávaní záchranných a likvidačných prác.
MIMORIADNA UDALOSŤ	Nečakaný, čiastočne alebo úplne neovládaný, časovo a priestorovo ohraničený dej, ktorý vznikol v súvislosti s prevádzkou technických zariadení, pôsobením živelných pohrôm, havárií, neopatrným zaobchádzaním s nebezpečnými látkami.
HAVÁRIA	Udalosť vzniknutá v súvislosti s prevádzkou technických zariadení, budov, spracovaním, výrobou skladovaním alebo prepravou nebezpečných látok alebo nakladanie s nebezpečným odpadom, ktorá vedie k poškodeniu života alebo ohrozeniu života osôb, zvierat a poškodenia životného prostredia alebo majetku.
BEZPEČNOSTNÁ SPRÁVA	Dokumentácia obsahujúca technické, riadiace a prevádzkové informácie o nebezpečenstvách a rizikách podniku kategórie B a o opatreniach na ich vylúčenie alebo zníženie.
HAVARIJNÝ PLÁN	Dokument obsahujúci súhrn opatrení k vykonávaniu záchranných a likvidačných prác pri vzniku mimoriadnej alebo krízovej situácie.

Ďalej sa budem bližšie venovať pojmom mimoriadna udalosť a podrobnejšie sa budem venovať tiež havarijnému plánu, ktorý je najdôležitejšou časťou bezpečnostnej správy, a každý podnik je zo zákona povinný ho vypracovať. V praktickej časti budem pracovať s reálnym havarijným plánom podniku.

### 1.3 Mimoriadna udalosť

Ústredným pojmom tejto práce je pojem mimoriadna udalosť a s tým spojené opatrenia k jej predchádzaniu, zamedzeniu a riešeniu.

MU je charakteristická tým, že:

- a) najmä v začiatku zásahu zložiek IZS je nedostatok síl a prostriedkov, je teda od začiatku potrebné venovať pozornosť organizácii riadenia zásahu zložiek IZS a členeniu miesta zásahu,
- b) pre úspešný výsledok je zásadná prvá polhodina až hodina činnosti,
- c) vyvoláva pozornosť médií a verejnosti, najmä príbuzných a blízkych postihnutých osôb. [7]

#### Klasifikácia mimoriadnych udalostí

Za základné kritériá sú spravidla považované:

- Podiel človeka na iniciácii MU,
- Územný rozsah pôsobenia negatívnych účinkov MU,
- Počet ľudských strát spôsobených MU,
- Veľkosť materiálnych škôd spôsobených MU,
- Predvídateľnosť, respektíve neočakávanosť vzniku MU,
- Druh a typ MU atď. [7]

#### Základné delenie mimoriadnych udalostí

- I. Prírodné (naturogéne) mimoriadne udalosti
- II. Antropogénne mimoriadne udalosti - mimoriadne udalosti spôsobené činnosťou človeka

##### I. Základné delenie prírodných mimoriadnych udalostí

Abiotické mimoriadne udalosti - spôsobené neživou prírodou

Biotické mimoriadne udalosti - spôsobené živou prírodou

## **II. Základné delenie antropogénnych mimoriadnych udalostí**

Technogénne mimoriadne udalosti - prevádzkové havárie a havárie spojené s infraštruktúrou

Sociogénne mimoriadne udalosti interné - vnútroštátne spoločenské, sociálne a hospodárske krízy

Sociogénne mimoriadne udalosti externé - vojenské krízové situácie

Agrogénne mimoriadne udalosti - spojené s poľnohospodárstvom a pôdou [7]

### **Klasifikácia MU podľa kategórií**

#### **I. Živelné pohromy**

Spôsobené nepriazňou počasia, Spôsobené tektonickou činnosťou a pohybom pôdy, Spôsobené postihnutím osôb, zvierat a poľných kultúr, Ďalšie druhy ohrozenia

#### **II. Antropogénne havárie**

Ohrozenie výbuchom, Ohrozenie požiarom, Ohrozenie ÚNL, Ohrozenie únikom RA, Ohrozenie väčšími dopravnými nehodami, Ohrozenie haváriami plynovodov, ropovodov a pod.

#### **III. Sociálne, spoločenské a ekonomické formy ohrozenia**

Vojenské ohrozenie, Bezpečnostné ohrozenie, Ekonomické ohrozenie, Iné formy nevojenských ohrození [7]

### **Klasifikácia MU podľa druhu a typu**

#### **I. Prevádzkové havárie**

Dopravné havárie, Priemyselné havárie

#### **II. Živelné pohromy**

Zemetrasenie, Pohyb hmoty, Extrémne klimatické podmienky, Požiar lesného masívu, Biologická pohroma, Vplyv kozmického priestoru [7]

#### **III. Sociálne MU**

Nedostatok existujúcich prostriedkov, Negatívne sociálne javy, Vojenský konflikt



#### IV. MU s ekologickým dopadom

Ohrozenie ovzdušia, pôd, vôd, prírody a krajiny. [7]

### 1.4 Krízové riadenie

Významným predpokladom úspechu každej činnosti je kvalitné riadenie a prevencia. Nástrojom prípravy pre činnosť IZS je vymedzenie systému, zadefinovanie pôsobnosti zložiek, plánovanie a riadenie. Významná pozornosť by mala byť venovaná havarijným a krízovým plánom, podrobné analýzy a aktualizácie umožnia definovať riziko. Pri krízovej situácii je dôležitá informovanosť, včasná evakuácia a zabezpečenie núdzového prežitia obyvateľstva. Pri zvládnutí MU je nevyhnutná systémová pripravenosť a určenie kompetencií orgánov štátu, verejnej správy a samosprávy. Tieto kompetencie upravuje zákon č. 129/2002 o integrovanom záchrannom systéme. [5,6]

#### 1.4.1 Taktické riadenie pri riešení mimoriadnych udalostí

Koordináciu záchranných a likvidačných prác v mieste nasadenia zložiek IZS vykonáva **veliteľ zásahu**, zvyčajne je to veliteľ jednotky požiarnej ochrany. Ten spravidla zriadi štáb veliteľa zásahu, ktorého zloženie závisí od druhu MU a zasahujúcich zložiek IZS. Môže tiež rozdeliť miesto zásahu na sektory a úseky, zakázať alebo obmedziť vstup osôb na miesto zásahu, nariadiť evakuáciu osôb, stanoviť obmedzenia k ochrane života, zdravia, majetku a životného prostredia vyzvať PO alebo FO k poskytnutiu osobnej alebo vecnej pomoci atď. Práva a povinnosti veliteľa zásahu vyplývajú zo zákona 314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarmi.<sup>1</sup>

#### 1.4.2 Operačné riadenie pri riešení mimoriadnych udalostí

V rámci IZS sú zriadené Operačné a informačné strediská HaZZ krajov a Operačné a informačné stredisko MV- generálneho riaditeľstva HaZZ SR, ktoré zaisťujú koordináciu a spoluprácu jednotlivých prvkov IZS. Zaisťujú tiež podporu krízovým štábom.

---

<sup>1</sup> Zákon číslo 314/2001 Z.z. o ochrane pred požiarmi, § 41 Právomoc a povinnosti veliteľa zásahu.

#### Pracovné orgány krízového riadenia

- Bezpečnostná rada štátu je stálym pracovným orgánom vlády, povereným koordináciou bezpečnostnej problematiky v rámci republiky a prípravou návrhu opatrení k zaist'ovaniu chodu tejto agendy.
- Bezpečnostná rada kraja, Bezpečnostná rada určenej obce,
- Krízový štáb,
- Ústredný krízový štáb,
- Krízový štáb kraja, Krízový štáb určenej obce. [5]

#### Realizačné zložky riešiacie MU/KS

- Základné a Ostatné zložky IZS,
- Koordinačné stredisko, ktoré v prípade nebezpečenstva vzniku mimoriadnej udalosti alebo v prípade vzniku mimoriadnej udalosti vykonáva tieto činnosti:

a) zabezpečuje varovanie obyvateľstva,

b) vyzoomieva obce, orgány štátnej správy a iné právnické osoby, ktoré zabezpečujú úlohy súvisiace so záchrannými, lokalizačnými a likvidačnými prácami pri MU,

c) plnenie úloh súvisiacich s vykonávaním záchranných, lokalizačných a likvidačných prác. [2,5]

### **1.5 Havarijný plán**

Havarijný plán je jednou z najdôležitejších súčastí bezpečnostnej správy. Z platnej legislatívy<sup>2</sup> vyplýva, že každý prevádzkovateľ je pred začatím prevádzky podniku alebo zariadenia povinný vypracovať havarijný plán, kedy pri jeho vypracúvaní vychádza najmä z výsledkov hodnotenia rizika. Analýze rizika a s tým súvisiacim metódam sa budem venovať v nasledujúcej kapitole.

---

<sup>2</sup> Zákon NR SR č. 261/2002 Z.z. o prevencii závažných priemyselných havárií

Havarijný plán sa vypracúva v súčinnosti so zamestnancami podniku a zástupcami zamestnancov, s inými podnikateľmi s príslušnými orgánmi a subjektmi, s ktorých súčinnosťou sa uvažuje pri zdolávaní závažnej priemyselnej havárie a pri obmedzovaní jej následkov. Taktiež je potrebná spolupráca s prevádzkovateľmi iných podnikov v blízkosti prevádzky, ktoré by mohli zvýšiť riziko závažnej priemyselnej havárie.

Havarijný plán musí byť zostavený tak, aby zabezpečoval včasnú a adekvátnu reakciu na bezprostrednú hrozbu závažnej priemyselnej havárie alebo na vzniknutú závažnú priemyselnú haváriu a na jej zdolanie.

Taktiež vykonanie potrebných opatrení pre zaistenie bezpečnosti a ochrany života a zdravia ľudí, životného prostredia a majetku pred následkami závažnej priemyselnej havárie, potrebnú informovanosť zamestnancov, dotknutej verejnosti, ako aj príslušných orgánov a iných subjektov, s ktorých súčinnosťou sa uvažuje, umožnenie obnovy životného prostredia poškodeného závažnou priemyselnou haváriou. [4]

Havarijný plán obsahuje najmä:

- údaje o podniku, jeho zariadeniach a činnostiach, mená a funkcie osôb, ktorým sa v ňom ukladajú povinnosti, ako aj názvy príslušných orgánov a iných subjektov, s ktorých spoluprácou sa uvažuje,
- mechanizmy na výstrahu a varovanie ohrozených osôb, ako aj na vyrozumenie a zvolanie osôb, príslušných orgánov a iných subjektov zúčastnených na zdolávaní závažnej priemyselnej havárie a na obmedzovanie jej následkov,
- scenáre reprezentatívnych druhov závažných priemyselných havárií a súbory scenárov pre reprezentatívne druhy závažných priemyselných havárií a opatrení na ich efektívne zdolanie a obmedzenie ich následkov vrátane určenia zón ohrozenia, opisu potrebného materiálneho, personálneho a iného vybavenia a použiteľných prostriedkov,
- opatrenia na zabezpečenie evakuácie alebo iného spôsobu ochrany ohrozených osôb alebo majetku,
- opatrenia na zabezpečenie potrebnej súčinnosti s akciami príslušných orgánov a iných subjektov na území podniku a podľa potreby aj mimo neho,
- spôsob školenia a výcviku podnikových útvarov a služieb a jednotlivých zamestnancov o činnostiach, ktoré sa od nich očakávajú, vrátane potrebnej súčinnosti s príslušnými orgánmi a inými subjektmi. [4]

Havarijný plán obsahuje tieto hlavné časti:

- pohotovostný plán
- operatívny plán

Pohotovostný plán obsahuje a stanovuje úlohy pre organizáciu jednotlivcov a skupiny zamestnancov pri vzniku mimoriadnej udalosti, základný spôsob postupu pri organizovaní a riadení likvidácie havárie, vybavenosť prostriedkami a náradím, poprípade postup príchodu k miestu havárie.

Operatívny plán obsahuje rôzne predvídané prípady nehôd a havárií, ktoré sa môžu vyskytnúť.

Prevádzkovateľ je povinný oboznámiť s havarijným plánom svojich zamestnancov a zástupcov zamestnancov, ako aj zamestnancov iných podnikateľov vykonávajúcich s vedomím prevádzkovateľa činnosti v jeho podniku v rozsahu, aký sa ich týka. Taktiež je povinný zabezpečiť pravidelné precvičovanie situácií podľa havarijného plánu, jeho prehodnotenie a podľa potreby aj jeho zmenu a aktualizáciu minimálne raz za tri roky. Prevádzkovateľ najneskôr do 30 dní oznámi okresnému úradu a orgánu štátnej správy na úseku ochrany pred požiarmi vypracovanie havarijného plánu. Každé plánované precvičovanie podľa odseku oznámi týmto orgánom najmenej sedem dní vopred.

Prevádzkovateľ je teda povinný postupovať podľa havarijného plánu v prípade vzniku závažnej priemyselnej havárie alebo jej bezprostrednej hrozby. [4]

## 1.6 Typové činnosti

Určité spoločné činnosti pri riešení MU sú typizované, teda pri riešení mimoriadnych udalostí, spravidla u tých ktoré vyžadujú zásah viacerých zložiek IZS, sa postupuje podľa vypracovaných katalógov typových činností. Typová činnosť obsahuje postup zložiek IZS pri záchranných a likvidačných prácach podľa druhu a charakteru mimoriadnej udalosti. V súčasnej dobe je vymedzených 11 typových činností IZS, tieto sú k dispozícii v Katalógu typových činností, ktorý je vydávaný Generálnym riaditeľstvom HZS ČR.

Pri tvorbe typových činností sa postupuje takto:

- vytipovanie možných udalostí, ktoré môžu nastať,
- návrh a odskúšanie spôsobu riešenia, založeného na účinnosti IZS,
- odskúšanie obsahu, spôsobu zásahu, riadenia, potrebných schopností vyčlenených skupín formou cvičení,
- problém je potreba analyzovať, hľadať možné spôsoby riešenia,
- špecifikácia postupu, potrebného zloženia síl a spôsobu činnosti,
- vypracované úkolové listy,
- vykonaný námet cvičení, ktorých súčasťou je riadiaci a monitorovací tím, ktorý cvičenie riadi a sleduje činnosť jednotlivých skupín,
- cvičenie prakticky odskúšané,
- využitie komunikačných a informačných systémov IZS,
- vyhodnotenie, doplnenie úkolových listov,
- schválenie návrhu realizácie typovej činnosti jednotlivými zástupcami zainteresovaných ministerstiev a štátnych úradov,
- schválenie Výborom pre civilné núdzové plánovanie,
- vydanie príslušného dokumentu. [8]

V prípade vzniku mimoriadnej udalosti v podniku, ktorý bude riešený v praktickej časti tejto práce by činnosť IZS postupovala podľa typovej činnosti pod skratkou STČ 09/IZS- Typová činnosť zložiek IZS pri mimoriadnej udalosti s veľkým počtom ranených a obetí, ktorá platí v Českej republike. [8]

V rámci tejto problematiky v súčasnej dobe na Slovensku absentuje rozdelenie typových činností spôsobom ako je to v Českej republike.

Významným faktorom riešenia mimoriadnych udalostí je pripravenosť a prevencia MU. V rámci pripravenosti je efektívnym spôsobom riešenia MU, vytváranie modelov a simulácií, kde významným predpokladom je fakt, že potrebujeme poznať možné hroziace riziko. Preto sa v nasledujúcej kapitole budem stručne venovať analýze rizík so zameraním na metódy využívané pri posudzovaní rizík.

## 2 ANALÝZA RIZÍK A METÓDY VYUŽÍVANÉ PRI IDENTIFIKÁCIÍ HROZIEB A POSUDZOVANÍ RIZÍK

V súčasnej dobe je nutné si uvedomiť zvyšujúce sa riziko z dôvodu modernizácie, vysokej automatizácie procesov a zložitosti systémov, takže je nevyhnutné ocenenie možného rizika. V tejto kapitole sa zameriam prevažne na metódy využívané pri identifikácii nebezpečenstva a posudzovaní rizík.

Detailné hodnotenie rizík je požadované aj v rámci zákona a prevencii závažných priemyselných havárií pre priemyselné podniky v rámci spracovania bezpečnostnej správy.

Každé riziko prechádza postupne fázami identifikácie, analýzy, plánovania, sledovania a riadenia, tieto sú vykonávané súbežne, to znamená, že riziká sú sledované a súčasne sú identifikované nové riziká.

Identifikácia- vyhľadávanie a lokalizácia rizika.

Analýza- transformácia dát o riziku. Vyhodnotenie dopadu, pravdepodobnosti výskytu, časového rámca, klasifikácia, priorita rizík.

Plánovanie - prevedenie informácie o riziku do rozhodovacích a zmiernovacích činností a ich implementácia.

Sledovanie- monitorovanie rizikových identifikátorov.

Riadenie- korekcia odchýliek od plánu zmiernovania rizík.

Komunikácia- zabezpečenie informácií o činnosti managementu rizík.

Analýza a hodnotenie sa vykonáva pre:

- objekt alebo zariadenie počínajúc fázou spracovania projektovej dokumentácie až po likvidáciu objektu alebo zariadenia,
- normálne aj mimoriadne prevádzkové podmienky vrátane zlyhania ľudského činiteľa,
- možnosti vonkajšieho ohrozenia.

Rozsah možných škôd sa vyjadruje pre ohrozenie:

- zdravia a života osôb, hospodárskych zvierat, životného prostredia a majetku. [9]

## **2.1 Metódy používané na identifikáciu hrozieb a posudzovanie rizík**

Metódy hodnotenia rizík možno rozdeliť na kvalitatívne, kvantitatívne a relatívne. V praxi sa potom používajú vhodne zvolené kombinácie jednotlivých metód.

### **2.1.1 Bezpečnostná prehliadka- Safety review- SR**

Patrí medzi najstaršie metódy analýzy. Je založená na posúdení stavu a bezpečnosti prevádzky a súvisiacich procesov. Jedná sa o fyzickú prehliadku objektu vykonávanú jednotlivcom alebo skupinou odborníkov podľa potreby. V prípade nových prevádzok sa jedná o analýzu dokumentov pred spustením prevádzky. Pri tejto metóde je potrebná konzultácia personálu s analytikom. Bezpečnostná prehliadka identifikuje nebezpečné podmienky a postupy, analytik potom navrhuje ochranné opatrenia. Výsledkom je teda popis možných problémov a návrh nápravy. [10]

### **2.1.2 Check list- Kontrolný zoznam**

Je analýza odvodená z predchádzajúcich skúseností a poznatkov, kedy sú pomocou už existujúceho kontrolného zoznamu podávané otázky na nedostatky a odlišnosti prevádzkového postupu a následne sú podávané návrhy na bezpečnostné zlepšenie. V prípade tvorby nového zoznamu využíva analytik informácie z noriem a predpisov. Zložitosť vytvárania zoznamu závisí od jeho účelu, získaných podkladov a zložitosti zariadenia. Pri zostavovaní je možné postupovať nasledovne:

Je vykonaná vizuálna kontrola, teda zrakom sa overujú potrebné vlastnosti a požiadavky. Následne je vykonaná funkčná skúška, kde sa preveruje požadovaná funkčnosť, nasledujú merania a výpočty, kedy sa pomocou prístrojov overujú predpísané parametre. Na záver sú vypracované potrebné výkresy. [10]

### 2.1.3 „What – if“ analýza

Je metóda založená na brainstormingu<sup>3</sup>, kedy skúsený tím odborníkov identifikuje havarijné situácie na základe kladenia otázok typu „Čo sa stane, ak ...“. Formou porád sa títo odborníci snažia odhadnúť následky vzniknutého stavu alebo situácie a navrhnúť opatrenia a odporúčenia ich riešenia. Jedná sa o preverovanie bezpečnostných štúdií prevádzkových prostredí, pracovných postupov, budov, produktov a podobne. Pri tejto činnosti je nevyhnutná znalosť procesov, vysoká odbornosť a skúsenosti tímu a tiež zhromaždenie všetkých dostupných dokumentov ako sú predpisy, výkresy, popisy procesov. Výhodou tejto metódy je nízka časová náročnosť. [10]

### 2.1.4 HAZOP (Hazard and Operability Study)

Je dôkladnou a systematickou analýzou zložitých procesných zariadení. Identifikuje nebezpečenstvo a je charakteristická svojou náročnosťou. Môžeme ju charakterizovať ako spojenie dvoch procesov:

- hazard analysis – je v podstate ohodnotenie rizík,
- operability study – štúdia prevádzkovej schopnosti, identifikácia nebezpečných situácií.

Ako systematická štúdia je aj táto metóda náročná na čas, skúsenosti a znalosti, preto bola v minulosti používaná iba pre analýzu nebezpečných stavov vo veľkokapacitných zariadeniach. V poslednej dobe sa ale počet štúdií realizovaných metódou HAZOP stále zvyšuje a v súčasnosti je uznávaným európskym štandardom.

Metódou HAZOP je teda vyhodnotený nebezpečný stav, ktorý bol odhalený štúdiou prevádzky. Kvantitatívne vyhodnotenie je možné realizovať pomocou metódy logického stromu, ktorý sa skladá na základe objavených primárnych príčin a ich vzájomných závislostí. [12]

---

<sup>3</sup> Brainstorming je skupinová technika, zameraná na generovanie čo najväčšieho počtu nápadov na danú tému.



HAZOP analýza môže byť použitá pre posúdenie predbežného návrhu technologického procesu, či konečného návrhu projektu. Cieľom štúdie prevádzkovej schopnosti je:

- vytvorenie zoznamu možných nebezpečných stavov,
- odhalenie príčin poruchových stavov,
- odhad možných následkov, ocenenie rizika,
- návrh opatrení pre zvýšenie bezpečnosti.

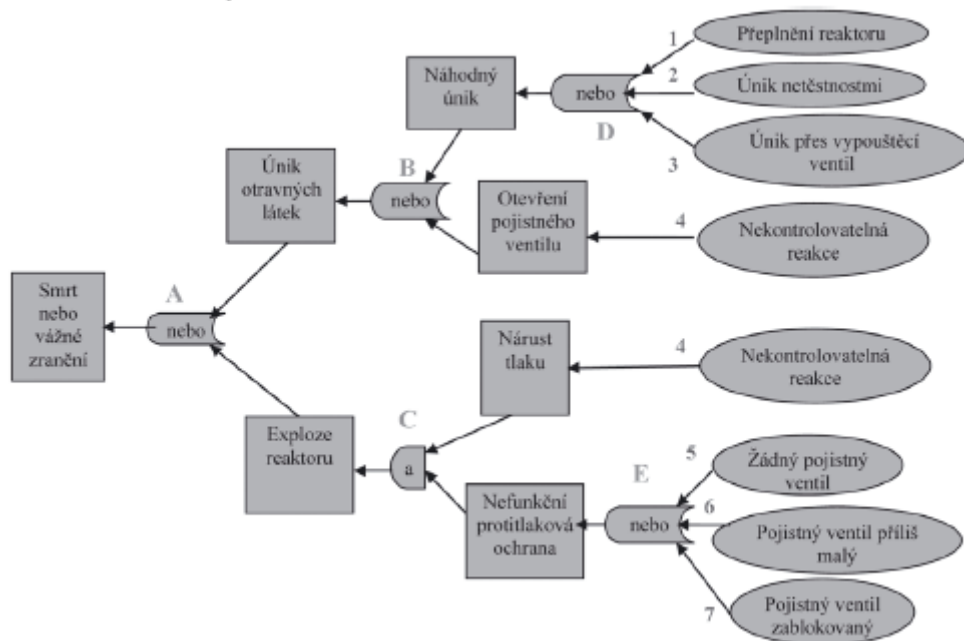
Doporučeným postupom je rozdelenie systému na podsystémy, čo potom následne vedie k vytvoreniu jednoúčelových systémov. Dôsledná prehliadka je založená na postupnom kladení dotazov vytváraním odchýliek od riadnej funkcie, cieľom je nájsť také odchýlky, ktoré môžu vyvolať nebezpečný stav. Pri tomto postupe je možné, že bude vygenerované množstvo týchto odchýliek. [12]

Pri tvorbe analýzy je vytvorený popis systému a jeho základných funkcií, definícia minimálnych funkcií s ohľadom na zvolené kritériá, ďalej sú vypracované funkčné štruktúry a stanovené základné princípy a spôsoby dokumentácie postupov. Následne je potrebná identifikácia porúch, ich príčin a dôsledkov a voľba metód na detekciu a izoláciu porúch a návrh konštrukčných a prevádzkových opatrení pre závažné poruchy. [12]

Výstupom HAZOP by mali byť šetrenia určitých kombinácií porúch, odporúčenia na zníženie pravdepodobnosti vzniku porúch a obmedzení a ich následkov a zaradenie vzniku a následkov nehody do kategórií a to podľa pravdepodobnosti výskytu: 1. veľmi nízka, 2. nízka, 3. stredná, 4. vysoká, 5. veľmi vysoká a podľa závažnosti mimoriadnej udalosti: I. zanedbateľné škody, II. ľahké škody, III. Ťažké škody, IV. Katastrofické škody. [12]

### **2.1.5 Event tree – Strom udalostí – ETA**

Táto metóda graficky vyjadruje výsledky havárie vyplývajúce z iniciačnej udalosti. Výsledkom je zoznam porúch a chýb vedúcich k havárii a havarijné sekvencie. Havarijné sekvencie predstavujú logickú kombináciu udalostí, tieto môžu byť následne prevedené do modelu stromu porúch a ďalej hodnotené. Metóda je vhodná pre analýzu procesu, ktorý má niekoľko druhov bezpečnostných systémov, preferuje počet 2-4 analytikov pracujúcich na analýze. [10]



Obr. 1. Strom udalostí [11]

### 2.1.6 Fault tree- Strom porúch- FTA

Je logicky zostavený graf, slúžiaci k odhaleniu ciest, ktorými sa v systéme môžu šíriť poruchy, jeho zostavenie je časovo náročné a vyžaduje si široký okruh znalostí a skúseností. Na začiatku je známa konečná porucha a hľadajú sa príčiny alebo rozvíjajúce scenáre, ktoré mohli udalosť spôsobiť. Je potrebné logické zhodnotenie vzťahu medzi spúšťacími udalosťami a konečnou analyzovanou udalosťou a zhodnotenie príčin prečo vrcholová udalosť vznikla.

Postup analýzy FTA:

1. Systémová analýza: systém sa rozdelí na podsystemy a vyjasnia sa požadované funkcie a prevádzkové podmienky.
2. Definovanie príčin nežiaducich stavov systému: určenie hrubého rozsahu analýz. Postupom na nižšie úrovne systému sa určia tzv. sprostredkované udalosti, ktoré postupne vedú až na požadovanú najnižšiu úroveň. Tak sa dostaneme na tzv. základné (primárne) udalosti.
3. Zostavenie stromu porúch na základe analýzy, strom vykreslený pomocou štandardných značiek (symbolov).
4. Kvalitatívny prieskum štruktúry stromu porúch: preskúmanie mechanizmu porúch a analýza/zostavenie minimálnych kritických rezov.

5. Kvantitatívna analýza s využitím booleovskej algebry a analýzy rezov (odhady ukazovateľov bezpečnosti, bezporuchovosti a pohotovosti podľa vymedzenej vrcholovej udalosti na začiatku aplikácie). Požadovanými základnými údajmi pre kvantitatívnu analýzu sú intenzity porúch, intenzity opráv, pravdepodobnosti výskytu druhov poruchových stavov. [9,13,14]

### **2.1.7 Analýza spôsobov a dôsledkov porúch- Failure Mode and Effects Analysis – FMEA**

Ide o významnú metódu identifikácie nebezpečenstva v oblasti priemyselných zariadení, založenú na systematickom preverovaní systému s cieľom odhaliť hroziace poruchy, ich príčiny a následky. Táto metóda je jednoducho použiteľná pri zmenách a modifikáciách v systéme. Môže byť vykonávaná jediným analytikom s následnou kontrolou iným odborníkom. [9]

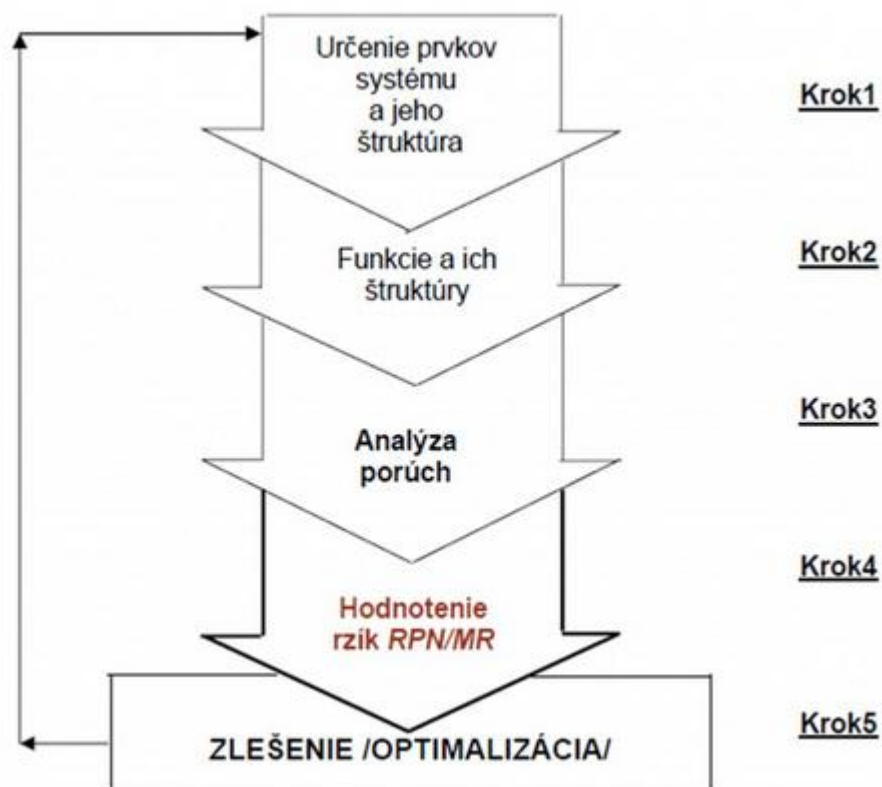
FMEA je využívaná hlavne v prípadoch kedy je navrhovaný nový systém, proces, výrobok alebo služba, keď u už existujúceho systému dochádza k zmenám bez jasnej príčiny, keď sa hľadajú nové spôsoby využitia systému a sú uvažované jeho zlepšenia.

Základné rozdelenie metódy FMEA:

- analýza systému,
- analýza konštrukcie,
- analýza procesu,
- analýza výrobku.

Výsledkom je zoznam zariadení, ich porúch a následkov v možnosťou kvantifikácie, prípadne i odhad najhorších prípadov následkov. [9]

Na nasledujúcom obrázku je znázornený postup pri analýze FMEA pozostávajúci z 5 základných krokov vedúcich k optimalizácii alebo poprípade k zlepšeniu systému.



Obr. 2. Analýza FMEA [19]

Výber vhodnej analytickej metódy závisí od charakteru podniku, na konkrétnych technológiách a postupoch výroby, taktiež na druhoch a množstvách používaných nebezpečných látok. Vybrať správnu metódu je veľmi náročné, preto je vhodné používať kombinácie viacerých metód, kedy výsledky nadobúdajú vyššiu výpovednú hodnotu.

Kvalitne vypracovaná analýza vyžaduje často spoluprácu viacerých odborníkov, množstvo vedomostí a znalostí a môže byť tiež časovo náročná.

Stále ale netreba zabúdať na problém spoľahlivosti ľudského faktora. Z historických faktov vyplýva, že človek prispieva k závažným priemyselným haváriám v rozsahu až 80%.

### **3 PRINCÍPY MODELOVANIA A SIMULÁCIE V KONTEXTE S MIMORIADNYMI UDALOSŤAMI**

Vo všeobecnosti je prakticky nemožné vytvoriť presný popis reálneho sveta so všetkými jeho zložitými vnútornými väzbami a tiež s okolitými vonkajšími vplyvmi, ktoré môžeme len veľmi ťažko predvídať. Preto jedinou možnosťou štúdia týchto zložitých systémov je použitie ich zjednodušených modelov s následnou simuláciou, toto ale netreba chápať ako štúdium so zníženou kvalitou.

#### **3.1 Všeobecné princípy modelovania**

Model môžeme chápať ako zjednodušený obraz skutočnosti, kde musíme niektoré stránky zovšeobecniť, aby sme tento model mohli vytvoriť.

Pri samotnej tvorbe modelu je potreba jednoznačná definícia problému a zameranie sa na tieto oblasti:

- formulácia cieľa ktorého chceme dosiahnuť,
- vymedzenie postupov ako tento cieľ chceme dosiahnuť,
- výber hlavných faktorov ktoré pôsobia na riešenie problému,
- určenie obmedzujúcich podmienok, v rámci ktorých sa toto riešenie bude pohybovať.

Modelovaním teda rozumieme zostavovanie modelu. Záverečnými fázami je samotný výskum a prenesenie poznatkov získaných modelovaním na reálny objekt. Dôležitou funkciou modelovania je preto i funkcia poznávací a verifikačná, ktorej úlohou je overenie získaných poznatkov na modeli. Samotná konštrukcia modelu je potom zložitý proces pozostávajúci z mnohých etáp.

#### **3.2 Modelovanie v kontexte s mimoriadnymi udalosťami**

V súvislosti s hodnotením pôsobenia MU a ich dopadov je možné tieto modely rozdeliť na dopady na:

- osoby, hospodárske zvieratá, na okolité životné prostredie, sociálne- ekonomické dopady.

Z hľadiska dôležitosti je samozrejme hlavnou prioritou prvá kategória, kde sa jedná hlavne o životy a zdravie zamestnancov v postihnutých podnikoch a o obyvateľstvo v jeho okolí, kedy v dôsledku takýchto udalostí môže dôjsť k veľkému počtu mŕtvych a zranených.

Pre dôkladné stanovenie dopadov v oblasti priemyselných havárií sú využívané tieto modelovacie prístupy:

- modelovanie únikov a rozptylov,
- modelovanie požiarov a výbuchov,
- modelovanie výtokov,
- modelovanie vyparovania,
- modelovanie expozícií,
- modelovanie účinkov tlaku pri výbuchu mraku pár a iné.[10,12,13]

### 3.2.1 Modely a modelovanie požiarov a výbuchov

Ide hlavne o modely a modelovanie zapálenia, horenia, prechodu z deflagrácie na detonáciu, tepelnú radiáciu a pretlak v čele rázovej vlny. Tieto modely vyjadrujú pravdepodobnosti úmrtia  $P_E$  v dôsledku požiarov Flash fire, BLEVE, Jet Fire a Pool fire a to vo vnútri a mimo budovy. Pravdepodobnosť úmrtia následkom expozície tepelnou radiáciou sa počíta pomocou probitovej funkcie, ktorá je daná vzťahom:

$$P_r = -36,38 + 2,56 \times \ln(Q^{4/3} \times t) \quad (1)$$

Kde:

$P_r$  je probitová funkcia zodpovedajúca pravdepodobnosti úmrtia,

$Q$  tepelná radiácia ( $W.m^{-2}$ ),

$t$  doba expozície (s).

Doba expozície  $t$  sa rovná dobe trvania požiaru. Avšak doba expozície je pre výpočty stanovená na maximálne 20s. Predpokladá sa, že ľudia vo vnútri budovy sú chránení pred tepelnou radiáciou pokiaľ budova nie je zapálená. Prahová hodnota pre zapálenie budov je stanovená na  $35 kW.m^{-2}$ . Ak budova horí, predpokladá sa, že všetci ľudia vo vnútri budovy zomrú.

### 3.2.2 Modely a modelovanie výtokov

Pri tomto type modelovania sa často využíva Bernoulliho rovnica. Použitie jednotlivých modelov závisí od skupenstva a podmienok úniku látky. [10,12,13]

Príklad vzťahu pre únik kvapalnej látky:

$$\dot{m}_l = C_d \cdot A \cdot d \cdot \sqrt{\frac{2(p - p_a)}{d} + 2gH} \quad (2)$$

Kde:

$\dot{m}_l$  je hmotnostná rýchlosť úniku kvapaliny [kg/s],

$C_d$  je únikový koeficient,

$A$  je plocha otvoru [m<sup>2</sup>],

$d$  je hustota kvapaliny [kg/m<sup>3</sup>],

$p$  je absolútny skladovací tlak [N/m<sup>2</sup>],

$p_a$  je absolútny tlak okolia [N/m<sup>2</sup>],

$g$  gravitačné zrýchlenie [m/s<sup>2</sup>],

$H$  výška hladiny nad únikovým otvorom [m].

V oblasti modelovania úniku plynu je potrebné zohľadniť rýchlosť úniku, ale tiež úniky z poist'ovacích ventilov, ktoré sú určené na reguláciu tlaku a zabráneniu výbuch z dôvodu pretlaku. Výstupom sú teda charakteristiky vytečeného množstva alebo rýchlosti výtoku, trvanie výtoku, druh vytekajúcej alebo vyparujúcej sa látky. [10,12]

### 3.2.3 Modely a modelovanie vyparovania

Pri tomto type modelovania je dôležitým aspektom mechanizmus prenosu tepla do kaluže, kde sa zohľadňuje či ide o prenos z pôdy alebo vzduchu, vetra, alebo ide o teplo fázovej premeny v dôsledku úniku prehriatej kvapaliny. Všetky modely vyparovania vychádzajú zo základných princípov termodynamiky. Je potrebné teda definovať premenné, ktoré sú vyjadrené výpočtami meteorologických podmienok a výtokových modelov. [10,12,13]

### 3.2.4 Modely a modelovanie rozptylov

V tomto prípade sa jedná o modelovanie úniku nebezpečnej chemickej látky a jej rozptylu do ovzdušia.

Tu sú uplatňované meteorologické modely atmosféry v prízemných vrstvách spolu s rýchlosťou prechodu nebezpečnej látky do vzduchu, čo umožňuje určiť rozptyl oblakov a vypočítať medze koncentrácie v zmesi nebezpečných látok a vzduchu v závislosti na smere vzdialenosti od miesta úniku. Uvažujeme o dvoch mechanizmoch rozptylu:

- vnášaný rozptyl – pre plyny ľahšie ako vzduch,
- rozptyl ťažkého plynu – pre plyny alebo zmesi ťažšie ako vzduch.

Najpoužívanejším modelom rozptylu nebezpečných chemických látok je Gaussov model rozptylu, ktorý je však aplikovateľný na plyny ľahšie ako vzduch a v podmienkach pasívnej rozptylovej fázy. Ďalším predpokladom je, že koncentrácia nebezpečnej látky je distribuovaná na horizontálnej aj vertikálnej osi. Pre kontinuálny únik z vyvýšeného bodu zdroja s výškou  $H$  je koncentrácia v bode  $(x,y,z)$  daná výrazom:

$$c(x, y, z) = \frac{\dot{m}}{2\pi u \sigma_y \sigma_z} \left[ \exp \frac{-y^2}{2\sigma_y^2} \right] \left[ \exp \frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2} + \exp \frac{-(z+H)^2}{2\sigma_z^2} \right] \quad (3)$$

Pričom:

- $x,y,z$  je vzdialenosť od zdroja ( $x$  – po smere vetra,  $y$  – kolmo na smer vanutia,  $z$  - vertikálne),
- $c(x,y,z)$  je koncentrácia látky v bode  $(x,y,z)$  [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ],
- $\dot{m}$  je hmotnostná rýchlosť výtoku [ $\text{kg}/\text{s}$ ],
- $u$  je rýchlosť vetra,
- $H$  je výška zdroja nad terénom,
- $\sigma_y$  je horizontálny rozptylový koeficient (m) závisiaci na vzdialenosti v smere vanutia vetru a triede stability počasia,
- $\sigma_z$  je vertikálny rozptylový koeficient (m) závisiaci na vzdialenosti v smere vanutia vetru a triede stability počasia. [10,12,13]



Pre okamžitý únik je koncentrácia  $c$  v bode  $(x,y,z)$  od zdroja daná výrazom:

$$c(x, y, z) = \frac{M}{(2\pi)^{3/2} \sigma_x \sigma_y \sigma_z} \left[ \exp \left\{ -\frac{(x-ut)^2}{2\sigma_x^2} - \frac{y^2}{2\sigma_y^2} \right\} \right] \left[ \exp \frac{-(z-H)^2}{2\sigma_z^2} - \exp \frac{-(z+H)^2}{2\sigma_z^2} \right] \quad (4)$$

$M$  je množstvo látky [kg].

Pre modely úniku plynov ľahších ako vzduch sa využívajú Langragianové modely, kde je predpoklad, že únik sa skladá z rady častíc ktorých vzdušný prenos je realizovaný po vopred určenom poli. [10,12]

### 3.2.5 Modely a modelovanie explózií a poškodení

Jedná sa predovšetkým o metódy, ktoré určujú pravdepodobnosti úmrtia či podiel obyvateľstva pre ktoré je expozícia fatálna. Stanovenie spoločenského a individuálneho rizika je vnímané ako vyjadrenie a výpočet pravdepodobností úmrtia osôb pri konkrétnej expozícii. Táto pravdepodobnosť úmrtia je vypočítaná použitím tzv. probitovej funkcie, ktorá je definovaná ako druh modelovej závislosti – expozičná dávka a reakcia na túto dávku, ktorá je vyjadrená rovnicou. [10,12]

### 3.2.6 Toxická expozícia

Pri modelovaní explózií je definovaná pravdepodobnosť úmrtia v dôsledku expozície toxickým mrakom  $P_E$  a podielom ľudí zasiahnutých vo vnútri a mimo budov  $F_{E,in}$  a  $F_{E,out}$ . Táto pravdepodobnosť je vyjadrená vzťahom:

$$P_E = f(a,b,n;C,t) \quad (6)$$

$$F_{E,in} = 0,1 \times P_E$$

$$F_{E,out} = P_E$$

Kde:

$P_E$  je pravdepodobnosť fatálneho zranenia pri koncentrácii  $C$  a expozície po dobu  $t$  (s ohľadom na skutočnosť, že na zasiahnutej ploche sa predpokladá 100% fatálnych zranení, platí  $F_{E,in} = 0,1$ , a  $F_{E,out} = 1$ ),

$f(a,b,n;C,t)$	je probitová funkcia pre expozíciu toxických látok,
$F_{E,in}$	je počet fatálnych zranení vo vnútri budov,
$F_{E,out}$	je počet fatálnych zranení mimo budov.

Pravdepodobnosť úmrtia  $P_E$  sa počíta pomocou probitovej funkcie – následok toxickéj expozície, ktorá je daná vzťahom:

$$P_R = a + b + \ln(C^n \times t) \quad (5)$$

Kde:

$P_R$	je hodnota probitu odpovedajúca pravdepodobnosti úmrtí,
$a, b, n$	sú konštanty popisujúce toxicitu látky,
$C$	je koncentrácia [ $\text{mg}/\text{m}^3$ ],
$t$	doba expozície [min].

Pohyb a pobyt vo vnútri budovy redukuje toxickú expozíciu, a to z dôvodu nižšej koncentrácie počas prechodu mraku okolím. Vplyv je vyjadrený faktorom 0,1 pre podiel obyvateľstva, ktorý zahynú vo vnútri budovy. Stanovenie probitovej funkcie je významným aspektom z pohľadu stanovenia koncentrácie, ktorá pri konkrétnom časovom úseku vyvoláva očakávané následky. Následne sa pre stanovenie veľkosti a tvaru zasiahnutej oblasti použijú rozptylové modely. [10,12,13]

### 3.3 Simulácia v kontexte s mimoriadnymi udalosťami

Simulácia je výskumná technika, kde základom je náhrada skúmaného dynamického systému jeho simulátorom. S týmto simulátorom sa experimentuje s cieľom získať informácie o pôvodnom dynamickom systéme.

Simulácia je v súvislosti s mimoriadnymi udalosťami používaná ako prostriedok prevencie týchto udalostí, kedy po etape modelovania nasleduje proces simulácie.

V súvislosti s ďalším zameraním praktickej časti tejto práce sa v tejto časti budem bližšie venovať simulácii mimoriadnych udalostí v súvislosti s priemyselnou výrobou.

V oblasti priemyselnej výroby je potrebné použitie veľkého množstva látok, ktoré sa ale môžu stať potenciálnym zdrojom havárie, napríklad explózie.

Možnosťou, ako skúmať explózie je ich modelovanie a simulácia. Základné typy je možné rozdeliť do skupín nasledovne:

1. nomogramy,
2. aplikácie analogicky odvodených zjednodušených teoretických modelov,
3. počítačové simulácie,
4. simulácie výbuchu v reálnych podmienkach podľa vopred stanovených postupov.

1. Najjednoduchšou formou simulácie explózie je výpočet s využitím nomogramu. Jedná sa o kombináciu grafickej a výpočetnej metódy. Výpočetná náročnosť nie je veľká, ale existuje mnoho faktorov, ktoré nemôžu byť zahrnuté vo výpočte. Tieto faktory môžu spôsobiť veľkú odchýlku od skutočného priebehu explózie. Postupy sú zadané v normách, a tiež v legislatíve EÚ. Tieto normy obsahujú tiež postupy výpočtov. K častým obmedzeniam patrí riešenie explózie iba v určitej oblasti, tiež je obmedzené množstvo vstupných parametrov. Na základe tohto postupu teda obdržíme určitým spôsobom limitované výsledky.

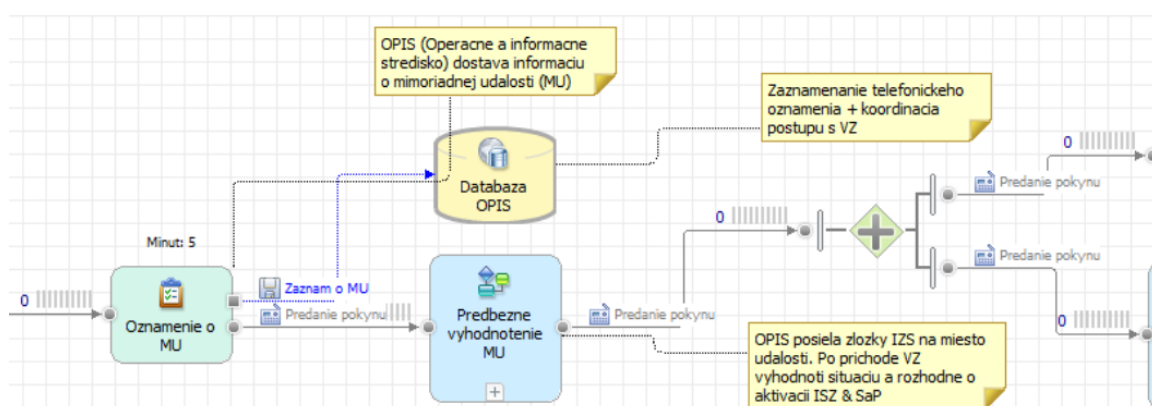
2. Ďalšou metódou je aplikácia analogicky odvodených zjednodušených teoretických modelov, ktorá vyžaduje pri výpočte teoretickú rozvahu a odvodenie vzorcov. Riešiteľ musí hľadať v teoretických zdrojoch informácií, ako najlepšie charakterizovať chemické látky a parametre explózie pre daný teoretický model. Možnosť voľby parametrov vstupu a výstupu určuje voľba výpočetného modelu explózie. Ručný výpočet je časovo náročný, preto sa odporúča použitie algoritmov s využitím napríklad tabuľkového procesoru.

3. Treťou metódou je využitie modelovania počítačovými simuláciami, ktoré je v súčasnej dobe s možnosťami ktoré ponúka výpočetná technika najzaujímavejšie. [10,12]

Výpočetné systémy pre modelovanie explozií zahrňujú podrobne spracované výpočetné modely explozií. Spracované výpočetné modely explozií najznámejších software (napr. ALOHA, EFFECTS PLUS a TEREX ktorým sa budem venovať v ďalšej kapitole práce) umožňujú množstvo vstupných aplikácií než predchádzajúce metódy.

Pri vyhodnocovaní ponúka tiež použitie rôznych klasifikačných a hodnotiacich kritérií pre hodnotenie dopadov na zdravie a životy ľudí. Aplikácie je možné využiť k posúdeniu možných strát na majetku a životnom prostredí, čo môže byť prínosom pre prevádzkovateľa takého zariadenia.

4. Posledným spôsobom je simulácia výbuchu v reálnych podmienkach s obmedzením množstva výbušnej látky, kedy je použité pri skúmaní výbuchov technologických postupov, tak aby nedošlo k ujme na zdraví osôb a majetku. [10] [12]



Obr. 3. Simulácia procesu [10]

Na obrázku je načrtnutý návrh možného postupu pri vzniku MU. Dôležitú úlohu po nahlásení MU zohráva Operačné a informačné stredisko (OPIS), ktoré využívajú zložky IZS pre aktiváciu, podporu a riadenie svojej činnosti. OPIS vysiela na miesto zásahu jednotlivé zložky, kde už situáciu riadi veliteľ zásahu.

Všeobecne sa pri využívaní modelovania a simulácie počíta vždy s najhorším možným scenárom udalosti. Pre korektný výsledok je potrebná správna definícia a zadanie problému a riešiteľ musí mať dostatok odborných skúseností pre jeho kontrolu.

## 4 SOFTWAREVÁ PODPORA MODELOVANIA A SIMULÁCIE

Na nasledujúcom obrázku je znázornená softwarová podpora krízového managementu komplexne. V ďalšej časti práce sa budem bližšie venovať nástrojom pre modelovanie a simuláciu z dôvodu následného uplatnenia v praktickej časti, kde budem simulovať mimoriadnu udalosť.



Obr. 4. Softwarová podpora modelovania a simulácie

### 4.1 Nástroje pre modelovanie

Príklady modelovacích softwarových nástrojov:

- ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres),
- CAMEO (Computer Aided Management of Emergency Operations),
- DEGADIS,
- EFFECTS,
- ROZEX (TLP, spol. s r. o., ČR),
- VLNA (VVŠ PV ve Vyškově a T-Soft s.r.o., ČR),
- TerEx (T-Soft s.r.o., ČR),
- NBC Warning!(Nuclear, Biological and Chemical Warning),
- NBC Analysis.

### 4.1.1 Aloha

Je 2D simulačný software, vyvinutý americkou agentúrou U.S. EPA a je zdarma stiahnuteľný na Internete, určený pre modelovanie približného tvaru a rozsahu úniku nebezpečnej látky do atmosféry. Je v anglickom jazyku, ale užívateľsky jednoduchý.

Výpočty vykonáva pomocou štatistického Gaussovského rozdelenia, alebo modelu „heavy gas“ pre simuláciu mrakov plynov ťažších než vzduch. Program dokáže určiť veľkosť oblasti ohrozenej výbuchom alebo horením horľavej látky.

Obsahuje databázu niekoľko stoviek chemických látok používaných v priemysle.

Grafické výstupy sú tvorené 1 až 3 zónami, kde si užívateľ môže zadať vlastné hodnoty, alebo použiť predefinované hodnoty neškodnej koncentrácie. Program vopred počíta s určitými nepresnosťami, zóny majú informatívny charakter, nauvažujú sa nerovnosti reliéfu. [15]



Obr. 5. Prostredie softwaru ALOHA [15]

#### 4.1.2 Effects

Program umožňujúci odhadnutie fyzikálnych efektov neočakávaných únikov toxických a horľavých chemických látok. Program pozostáva z modulov umožňujúcich modelovanie jednotlivých havarijných situácií. EFFECTS je určený pre vykonávanie výpočtov určených pre odhad havarijných následkov pre účely havarijného modelovania, medzi ktoré patria napríklad dosahy nebezpečných koncentrácií toxických plynov, úroveň tepelnej radiácie, pretlak na čele tlakovej vlny vzniknutej pri explózii atd. Výsledky sú generované v textovom alebo grafickom formáte. [16]

#### 4.1.3 NBC- Analysis

Je komerčný operačný systém používaný pri obrane proti zbraniam hromadného ničenia pre predvídanie nebezpečenstva, varovanie a hlásenie o následkoch nukleárnych, biologických a chemických incidentov. Je určený pre armádu, inštitúcie zodpovedné za núdzové plány, tiež pre organizácie zaoberajúce sa ochranou životného prostredia a ďalšími službami v prípadoch ohrozenia. Software je uznávaný expertmi NATO ako špičková automatizovaná aplikácia. Bol úspešne použitý vo vojne v Perzskom zálive. Dnes je používaný väčšinou členských štátov NATO a veliteľstvom NATO a tiež štátmi zapojenými v programe Partnerstvo pre mierový program. [16]

#### 4.1.4 Rozex Alarm

Softwarový nástroj obsahujúci rozsiahlu databázu približne 10 000 látok a vlastný numerický program ROZEX 2003. Program je určený podnikateľským subjektom, orgánom štátnej správy, ale i zásahovým zložkám, ktoré sa bezprostredne podieľajú na likvidácii havárie spojenej s únikom nebezpečnej chemickej látky. Je možné ho tiež využiť aj k príprave modelových riešení možných únikov nebezpečných látok a prognózovaniu dopadov havarijných udalostí v rámci analýzy a hodnotenia rizík. Tento program ponúka 19 variant havarijných scenárov spojených s jednorazovým alebo kontinuálnym únikom látok zo zariadení s následkom požiaru, výbuchu alebo rozptylu toxickéj látky v atmosfére. Získané výsledky možno následne vyexportovať do mapových podkladov systému GIS. [17]



Obr. 6. Prostředie programu ROZEX Alarm [17]

#### 4.1.5 Vlna

Program pre výpočet prielomových vln vzniknutých v dôsledku povodne. Jadrom je matematický model, ktorý stanoví výšku čela tejto záplavovej vlny. Výsledky model poskytuje vo forme číselných hodnôt a v grafickej podobe.

#### 4.1.6 Terex - Teroristický expert

Nástroj pre okamžité vyhodnotenie dopadov úniku nebezpečnej chemickej látky, otravnej látky alebo výbušného systému, využívaný podnikmi, inštitúciami, samosprávnymi a štátnymi orgánmi IZS. Prináša výsledky aj s minimom dát. Tento nástroj je ideálny pre rýchle rozhodovanie v strese.

Software prináša jednoduchý, rýchly a ľahko pochopiteľný výstup, je vhodný pre plánovanie, výpočty prvotných odhadov, je používaný pre potreby výuky a cvičení. Dokáže kombinovať odhady následkov priemyselných havárií a výbuchov a taktiež následkov pôsobenia otravných látok a zbraní hromadného ničenia. [18]

Program pracuje v češtine, slovenčine a angličtine. Výsledky sú interpretované jednoducho, zrozumiteľne a jednoznačne, dôraz je kladený na najdôležitejšie veličiny a výsledok je názorne premietnutý do mapy. [18]



Splňuje normy NATO pre systémy predávania správ vo formáte ADatP-3. Ponúka tiež výstup v textovom formáte, alebo vo formáte CAP (Common Allert Protocol).

#### Nebezpečné chemické látky

Program obsahuje databázu vyše 120 látok plus ďalšie rozšírenie databázy, popisy látok, prvú pomoc a tiež zraňujúce prejavy.

- Modely typu TOXI - vyhodnocuje dosah a tvar oblaku pri zadaní koncentrácie látky.
- Modely typu UVCE - vyhodnocuje dosah vzdušnej rázovej vlny, vyvolanej výbuchom zmesi látky so vzduchom.
- Model PLUME - vyhodnocuje dlhotrvajúci únik plynu do oblaku a tiež jednorazový únik vriacej kvapaliny s rýchlym odparom do oblaku.
- Model PUFF - vyhodnocuje jednorazový únik plynu do oblaku, jednorazový únik vriacej kvapaliny s rýchlym odparom do oblaku.
- Model FLASH FIRE - vyhodnocuje veľkosť priestoru ohrozenia osôb plamennou zónou-tzv. efekt Flash Fire:

BLEVE - ohrozenie nádrže plošným požiarom,

JET FIRE - masívny únik plynu s horením,

POOL FIRE - horenie kaluže kvapaliny alebo vriacej kvapaliny. [18]

#### Výbušné systémy

Model typu TEROR - vyhodnocuje dopady detonácie výbušných systémov, použité s cieľom ohrozenia okolia detonácie.

#### Otravné látky

Model POISON - pre predvídanie šírenia oblaku vzniknutého rozptýlením otravnej látky, kde vstupným parametrom je rozloha územia v ha. Umožňuje podľa typu látky zvoliť následky primárneho rozptylu voľbou Rozptýlenie a tiež sekundárneho odparu voľbou Odpar z kaluže.

Model ATP-45B - výsledky sú závislé na spôsobe použitia látky nie na sile vetra. Zasiahnutú oblasť predstavuje kružnica o určitom polomere. Tento model je veľmi hrubý a je určený skôr pre vojenské účely. [18]

Software TerEx bol zvolený pre potreby praktickej časti tejto práce, preto podrobnejšie rozpracovanie prostredia programu viz Praktická časť.

## 4.2 Nástroje pre simuláciu

### 4.2.1 EIS/SIM,ESIM2000

System pre komplexné riešenie problematiky krízového riadenia. Umožňuje základné činnosti dispečera ako je príjem, odosielanie a evidenciu, riadenie vzniknutej udalosti s automatizovaným zaznamenávaním priebehu a automatizovanou tvorbou hlásení, evidenciu potrebných zdrojov pre riešenie mimoriadnych udalostí. System umožňuje aj využitie grafických prostriedkov a prácu s mapou pomocou GIS. Je možné vytvárať okamžité prehľady o situácii a jej vývoji, zdrojoch rizika, o silách a prostriedkoch, popis objektov a tiež spracovanie konkrétnych plánov činností, ukrytia a evakuácie. [25]

### 4.2.2 XVR

Je program vyvinutý firmou E-semble v Nizozemsku, určený k vzdelávaniu a odbornej príprave príslušníkov a zamestnancov záchranných a bezpečnostných zborov. Jedná sa o výukový program, kde je možné simulovať zásahy zložiek IZS pri rôznych MU. V tomto programe je možné vykonávať riadenie zásahu na taktickej, operačnej i strategickej úrovni.[20]



Obr. 7. Simulácia v programe XVR [20]

Riešenie jednotlivých druhov mimoriadnych udalostí a konkrétnych priemyselných havárií vyžaduje množstvo preventívnych, ochranných a tiež záchranných opatrení. Prevažná časť týchto opatrení je pre všetky druhy havárií spoločná, ale často sa vyskytujú udalosti, ktoré si vyžadujú špecifické opatrenia. Iba správne vypracovaná analýza rizika, ktorá je samozrejme časovo náročná, pracná a vyžaduje veľké množstvo odborných znalostí, môže dostatočne zhodnotiť a oceniť hroziace riziko a vypracovať tak podklady pre efektívne riadenie rizika. Súčasné moderné technológie však poskytujú aj softwarovú podporu modelovania a simulácie na vcelku vysokej úrovni a je na konkrétnej firme, aký spôsob zhodnotenia rizík si zvolí.

Softwarová podpora tejto problematiky umožňuje vytvárať kvalitné prognózy následkov mimoriadnych udalostí. V spojení s geografickými informačnými systémami je možné kvalifikované modelovanie.

Problémom ale stále zostáva zlyhanie ľudského faktora a taktiež nedodržiavanie platnej legislatívy, prípadne obchádzanie predpisov a nariadení. Je nevyhnutné tieto nariadenia a zákony dodržiavať, dbať na to, aby boli zamestnanci dôkladne preškolení, oboznámení s možnými rizikami. Dôležité sú tiež pravidelné návčky možného vzniknutého poplachu.

Hlavným zmyslom prevencie je predísť možnému vzniku havárie, poprípade zmierniť následky už vzniknutej udalosti, pretože všeobecne platí fakt že prevencia je lacnejšia než odstraňovanie následkov.

Významným prvkom informačnej podpory v oblasti prevencie mimoriadnych udalostí je teda simulácia. V nasledujúcej praktickej časti bude na vybraných chemických látkach táto simulácia realizovaná a na základe výsledkov sa firma, ktorá pre tieto účely poskytla potrebnú dokumentáciu rozhodne, či pre skvalitnenie pripravenosti a prevencie bude využívať softwarovú podporu.

## **II. PRAKTICKÁ ČASŤ**

## 5 CHARAKTERISTIKA PODNIKU

Pre účely spracovania praktickej časti tejto práce bol zvolený podnik, nachádzajúci sa na strednom Slovensku. Firma poskytla všetky potrebné údaje, avšak nepraje si byť menovaná.

Spoločnosť je popredným výrobcom liekov a zdravotníckych pomôcok v SR v oblasti zmluvnej výroby so zavedeným integrovaným manažmentom kvality, systémom enviromentálneho manažérstva a systémom manažérstva bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci.

Všetky činnosti spojené s výrobou a veľkodistribúciou liekov sa uskutočňujú pod dohľadom Štátneho ústavu pre kontrolu liečiv, ktorý na základe pravidelných inšpekcií podáva stanovisko Ministerstvu zdravotníctva, ktoré vydáva povolenia k týmto činnostiam.

Sortiment liekov vyrábaných touto spoločnosťou možno rozdeliť na dve základné skupiny:

- sterilné tekuté liekové formy (injekcie),
- pevné a polopevné liekové formy (tablety, obalené tablety, masti a krémy).

Spoločnosť vyrába približne 75 druhov liekov pre zmluvných partnerov, nachádza sa v spoločnom areáli dvoch výrobných podnikov a zaberá plochu 31 517 m<sup>2</sup>, vznikla v roku 1992 ako spoločnosť so zahraničnou majetkovou účasťou. V súčasnej dobe zamestnáva približne 282 zamestnancov.

Firma spolupracuje s externou súkromnou bezpečnostnou službou, tá sa v podniku nachádza nepretržite. Pracovníci SBS zohrávajú kľúčovú úlohu pri prípadnom vzniku mimoriadnej udalosti.

### 5.1 Havarijný plán pri mimoriadnom zhoršení vôd

Pre účely spracovania tejto práce mi bol poskytnutý havarijný plán preventívnych opatrení na zamedzenie vzniku neovládateľného úniku nebezpečných látok do životného prostredia, ktorého aktualizácia bola schválená v roku 2010. V prílohe tejto práce je priložený dokument Havarijný plán, ktorý sa nachádza na každej chodbe, na každom poschodí podniku.

### 5.1.1 Údaje o havarijnom pláne

Základné údaje o havarijnom pláne obsahujú tieto informácie:

- názov a sídlo organizácie,
- dátum spracovania,
- dátum poslednej aktualizácie,
- meno spracovateľa,
- mená osôb, ktorými bol tento plán schválený,
- rozhodnutie Slovenskej inšpekcie životného prostredia. [21]

## 5.2 Organizačné opatrenia v prípade riešenia mimoriadnej udalosti

### 5.2.1 Opis hlásenia

Organizačné opatrenia definujú vykonávanie hlásenia v prípade zistenia havárie. Každý zamestnanec, ktorý zistí haváriu, ktorú spôsobili nebezpečné látky, je povinný ju ihneď nahlásiť na vrátnici službukonajúcemu zamestnancovi oddelenia zabezpečovania služieb a vedúcemu oddelenia technickej podpory, či už v pracovnom alebo v mimopracovnom čase. Následne sú uvedomené ďalšie osoby, a to konateľ a poprípade špecialista životného prostredia. [21]

V uvedenom hlásení sa uvádza:

- kedy bol únik zistený, druh a množstvo uniknutej látky a predpokladaná príčina úniku,
- kto havarijný únik zistil a komu bol hlásený,
- objekty ohrozené havarijným únikom,
- aké opatrenia boli vykonané,
- aké opatrenia je potrebné vykonať,
- či sa vyžaduje pomoc, prípadne akú. [21]

### 5.2.2 Hlásenie o mimoriadnom zhoršení vôd mimo organizácie

Hlásenie vykonáva poverený zamestnanec podniku, a to telefonicky na telefónne čísla uvedené v havarijnom pláne, konkrétne na Inšpektorát životného prostredia.

Informácie, ktoré musia byť podané:

- Pôvodca havárie (organizácia, adresa, PSČ),
- Vznik a miesto havárie (kto haváriu zistil, ako vznikla),
- Popis havárie (rozsah, príčina, účinky),
- Bezprostredné opatrenia na zneškodnenie havárie. [21]

### 5.2.3 Zabezpečenie činností v prípade havárie

Pri mimoriadnom zhoršení vôd, na pomoc pri zabránení úniku nebezpečných látok do splaškovej, dažďovej kanalizácie alebo do povrchových vôd a pôdy, alebo na odstránenie následkov havárie, boli určení zamestnanci, ktorí sú zároveň členmi protipožiarnych hliadok. Zoznam zamestnancov, ktorí boli určení na pomoc pri zabezpečení činnosti v prípade havárie je umiestnený v samostatnej prílohe havarijného plánu. [21]

### 5.2.4 Spôsob zabezpečenia zneškodnenia mimoriadneho zhoršenia vôd

V prípade akéhokoľvek úniku škodlivých látok mimo priestor prevádzok, by tieto boli s najväčšou pravdepodobnosťou zachytené vpusťmi do dažďovej kanalizácie alebo do splaškovej kanalizácie. Pri úniku škodlivých látok na cestných komunikáciách a v okolitých zatrávených priestoroch výrobného závodu je nevyhnutné okamžite zabezpečiť vypnutie prečerpávania dažďových a splaškových vôd na prečerpávacej stanici.

V prípade úniku škodlivých látok je nevyhnutné zabrániť úniku do miestneho potoka, prípadne zaslepiť výpusť.

Vyčistenie kanalizácie zabezpečuje oprávnená organizácia, zaslepenie výpuste do potoka zabezpečí spoločnosť vlastnými silami.

V prípade úniku nebezpečných látok do zeme je potrebné zabezpečiť vykopanie zeminy do nevyhnutnej hĺbky, až kým sa neodstráni priesak. Potrebnú ťažkú techniku zabezpečí spoločnosť u externých firiem. [21]

Za kontrolu a doplňanie stavu zásob a prostriedkov potrebných na zneškodnenie havárií sú zodpovední vedúci zamestnanci jednotlivých oddelení.

### **5.2.5 Školenia zamestnancov a pravidelné nácviky zásahov**

Obsah školenia zamestnancov zaradených do činnosti pri zneškodňovaní mimoriadneho zhoršenia vôd:

- Možné zdroje únikov,
- Charakteristika nebezpečných látok, ktoré by mohli byť zdrojom mimoriadneho znečistenia vôd,
- Havarijný plán,
- Postup záchranných činností,
- Spôsob koordinácie zásahov.

Školenie je vykonávané 1- krát ročne v rámci školenia požiarnej ochrany a vždy pri zmene dôležitých skutočností. [21]

### **5.2.6 Správa o vykonaných opatreniach pri mimoriadnom zhoršení vôd**

Celková správa o havárii býva vypracovaná vedúcim referátu energetiky, po skončení zásahu je poslaná na Slovenský inšpektorát životného prostredia.

Správa o mimoriadnom zhoršení vôd obsahuje:

- Pôvodcu havárie,
- Vznik a miesto havárie,
- Popis havárie,
- Bezprostredné opatrenia na zneškodnenia havárie,
- Odhady škôd a náklady vzniknuté haváriou. [21]



### 5.3 Technické opatrenia v rámci havarijného plánu

Technická časť havarijného plánu je spracovaná veľmi podrobne. Je tu vypracované kompletne hydrogeologické zhodnotenie danej lokality a tiež fyzikálno-chemické vlastnosti všetkých látok s množstvom nad 300 kg/l a tiež všetkých škodlivých látok, ich kompletne karty bezpečnostných údajov sú potom súčasťou prílohy tohto havarijného plánu.

#### 5.3.1 Znaký mimoriadneho zhoršenia vôd

Mimoriadne zhoršenie kvality vôd alebo mimoriadne ohrozenie vôd je náhle, nepredvídané a závažné zhoršenie alebo závažné ohrozenie kvality vôd spôsobené vypúšťaním odpadových vôd alebo neovládateľným únikom nebezpečných látok. Ďalej sa za mimoriadne závažné ohrozenie považujú prípady technických porúch a chýb, ktoré takémuto vzniku predchádzajú a prípady úniku ropných látok zo zariadení na ich zachytávanie, skladovanie, dopravu a odkladanie. [21]

#### 5.3.2 Skladovanie a zaobchádzanie s nebezpečnými látkami

Jedná sa o tieto objekty:

- Príručný sklad horľavých kvapalín,
- Centrálny sklad,
- Slad surovín,
- Príručný sklad chemických látok,
- Plynová kotolňa,
- Núdzový zdroj elektrického prúdu,
- Kompresorová a vákuová stanica v energobloku,
- Kompresorová stanica vo výrobnjej budove. [21]

Príručný sklad horľavých kvapalín

V tomto sklade je sústredené skladovanie horľavých kvapalín jednotlivých výrobných oddelení, čím je zabezpečené bezpečnejšie skladovanie a zmenšenie množstva skladovaných horľavých kvapalín na jednotlivých pracoviskách.

Podlaha skladu je vyhotovená špeciálnou chemicky odolnou dlažbou, ktorá je vyšpárovaná a vyspádovaná do záchytnej nádoby v podlahe s objemom 15 litrov, čo zodpovedá najväčšiemu baleniu v sklade. [21]

V príručnom sklade sú horľavé kvapaliny skladované v uzavretých prepravných obaloch, uložených v kovových uzatvárateľných regáloch. Nesmie sa tu vykonávať manipulácia so skladovanými látkami. [21]

Príručný sklad chemických látok

Sú to vyhradené priestory vo výrobnej budove za účelom skladovania surovín, chemických látok a polotovarov pre účely výroby. Priestory sú vybudované tak, aby vyhovovali skladovacím, bezpečnostným a protipožiarnym predpisom. [21]

V havarijnom pláne podniku sú uvedené zoznamy konkrétnych zvlášť nebezpečných látok, pre názornosť vyberám túto tabuľku:

NÁZOV	POL	Druh balenia	IDX	EC	CAS	Spotreba kg/rok
Benzén	27		601-020-00-8	200-753-7	71-43-2	< 1 kg
Dichlórmétán	56		602-004-00-3	200-838-9	75-09-2	< 1 kg
Chloroform	146		602-006-00-4	200-663-8	67-66-3	< 1 kg
Naftalén	217		601-052-00-2	202-049-5	91-20-3	< 1 kg
Olovo	230			231-100-4	7439-92-1	< 1 kg
Ortuť	231		080-001-00-0	231-106-7	7439-97-6	< 1 kg
Motorová nafta		Sud	200 litrov			300 litrov
Olejové filtre			ks		13 02 05	4 ks
Nechlórované minerálne motorové, prevodové a mazacie oleje			litre		13 02 05	55 litrov

Obr. 8. Zoznam zvlášť nebezpečných látok [21]

Karty bezpečnostných údajov nebezpečných látok sú uvedené v samostatnej prílohe havarijného plánu podniku.

### 5.3.3 Nebezpečný odpad

Nebezpečné a zvláštne odpady sú v sklade odpadov umiestnené v samostatných kontajneroch, pričom každý kontajner je viditeľne označený štítkom s názvom uskladňovaného odpadu a s jeho katalógovým číslom. Pri manipulácii so všetkými druhmi odpadov je nutné dodržiavať všetky bezpečnostné opatrenia (tj. oblek, ochrana rúk, ochrana očí). [21]

Nebezpečný odpad sa zhromažďuje vo vhodných obaloch v priestore na to určenom (ekokontajner), odtiaľ sa odovzdáva na likvidáciu oprávneným organizáciám a firmám. [21]

V tomto kontajneri je uskladňovaný nebezpečný odpad ako napríklad odpady obsahujúce ortuť, tuhé odpady obsahujúce nebezpečné látky, syntetické oleje, rozpúšťadlá, olovené batérie, cytotoxické a cytostatické liečivá, odpady ktorých zber a zneškodňovanie podliehajú osobitným predpisom. Odpady sú v havarijnom pláne do detailov popísané. [21]

### 5.3.4 Predpokladané možnosti havarijných únikov

K havarijným únikom môže dôjsť v týchto priestoroch:

Priestory skladovania - pre prípad úniku v týchto priestoroch sú vypracované SOP – štandardné operačné postupy, s ktorými sú oboznámení zamestnanci na svojich oddeleniach.

Priestory manipulácie – tu sa jedná o tieto plochy: voľná betónová plocha so skladoom nebezpečných odpadov, lapač olejov, vnútroareálové cestné komunikácie a prípadne úmyselné vyliatie škodlivých látok.

Doprava potrubím – jedná sa o vedenie nebezpečných látok pri príprave injekčných roztokov.

Dopravné prostriedky – doprava nebezpečných látok je vykonávaná len externými autorizovanými organizáciami.

Dočasné uskladnenie a umiestnenie nebezpečných látok – jedná sa o možnosť dočasného uskladnenia látok v sklade odpadov. [21]

## 5.4 Plán zásahu pri mimoriadnych udalostiach

Predmetom tejto smernice je popísanie systému a postupov pre zvládnutie mimoriadnych udalostí tak, aby sa v maximálnej možnej miere predišlo zraneniam osôb, stratám na životoch, majetku a negatívnym vplyvom na životné prostredie.

Smernica vysvetľuje základné pojmy, stanovuje definície, zásady a podmienky kontroly dodržiavania stanovených predpisov a zároveň stručne popisuje postup v prípade mimoriadnych udalostí. Definuje tiež zodpovednosti príslušných zamestnancov v tejto oblasti. Všetky postupy a činnosti musia byť v súlade so slovenskou legislatívou.

### 5.4.1 Zodpovednosti

**Autorizovaný bezpečnostný technik** zodpovedá za vypracovanie a aktualizáciu smernice v súlade s platnou legislatívou BOZP a ochrany pred požiarmi a za kontrolu dodržiavania stanovených požiadaviek. [22]

**Vedúci služieb** zodpovedá za vypracovanie a aktualizáciu smernice v súlade s platnou legislatívou civilnej ochrany a za kontrolu dodržiavania stanovených požiadaviek.

Za praktické precvičovanie postupov požiarneho poplachu, prvej pomoci, evakuácie a záchranných prác podľa pokynov riaditeľa pre právne a korporátne záležitosti zodpovedajú príslušní **vedúci zamestnanci**. [22]

Vedúci oddelenia zodpovedá za:

- vyhlásenie a riadenie poplachu prípadne evakuácie na príslušnom oddelení,
  - privolanie zdravotnej sestry podnikovej ambulancie prípadne rýchlej zdravotníckej pomoci,
  - bezodkladné ohlásenie mimoriadnych udalostí vzniknutých na oddelení,
  - riadenie činností pri vykonávaní záchranných, lokalizačných a likvidačných prác podľa pokynov veliteľa zásahu,
  - riadenie činností pri obnove bežnej prevádzky podľa pokynov vrcholového manažmentu.
- [22]

Službukonajúci **zamestnanci súkromnej bezpečnostnej služby (SBS)** vykonávajú tieto opatrenia:

- v prípade požiaru zistia, či boli splnené úlohy v rámci Požiarnych poplachových smerníc,
- vyhlásia poplach, prípadne evakuáciu volaním, spustením sirény, podnikovým rozhlasom a to takto: „Vyhlasujem okamžitú evakuáciu celej spoločnosti, toto nie je cvičenie!“<sup>4</sup>,
- prijímú hlásenia od vedúcich oddelení o počte prítomných a evakuovaných zamestnancov, vrátane návštev a iných prítomných osôb zdržujúcich sa v spoločnosti,
- privolajú rýchlu zdravotnícku pomoc, hasičskú jednotku resp. iné služby, pre potrebu zásahovej jednotky pripravia patričnú dokumentáciu o ohrozenom objekte, ktorá by mala byť pripravená na ohlasovní požiaru,
- bezodkladne ohlasujú vzniknuté udalosti príslušnému riaditeľovi, krízovému manažmentu a vedúcim zamestnancom,
- prakticky vykonávajú evakuáciu, záchranné a likvidačné práce v prípade ohrozenia pričom postupujú podľa pokynov veliteľa zásahu,
- zabezpečujú spojenie s miestnymi inštitúciami a okolím podľa pokynov manažmentu.

[22]

**Vedúci vnútorného zásahu, zodpovední zástupcovia spoločnosti, vedúci oddelení, vedúci technickej podpory a ním poverení zamestnanci** zodpovedajú za riadenie evakuácie zmluvných partnerov prípadne návštev, za nahlasovanie ich počtu, ako aj za riadenie dohodnutých činností pri vyhlásení poplachu. [22]

---

<sup>4</sup> Vyhlasuje sa 3x v prípade skutočného vzniku mimoriadnej udalosti.

### 5.4.2 Praktické postupy pri reakcii na špecifické udalosti

#### Úraz (poranenie):

- podľa možnosti odstrániť príčinu úrazu,
- poskytnúť prvú pomoc,
- privolať sestru, lekára prípadne rýchlu zdravotnícku pomoc,
- nahlásenie úrazu.[22]

#### Požiar, výbuch:

- v rámci možností lokalizovať požiar vlastnými silami, ohlásiť požiar na ohlasovni požiaru, vyhlásiť požiarneho poplach,
- vypnúť prívody alebo hlavné uzávery médií (elektrina, plyn, horľavé kvapaliny), odstrániť z miesta požiaru horľavé látky a tlakové nádoby,
- pri nebezpečenstve poškodenia zdravia urýchlene opustiť priestor,
- postup pri vzniku požiaru sa riadi podľa Požiarnych poplachových smerníc, ktoré sú samostatným dokumentom, prístup k nim by mali mať všetci zamestnanci. [22]

#### Živelné pohromy, havárie:

- podľa možností zabrániť vzniku úrazu,
- pri vzniku úrazu poskytnúť prvú pomoc a udalosť oznámiť službukonajúcemu zamestnancovi SBS,
- vykonať opatrenia proti pôsobeniu nebezpečných látok,
- v závislosti od druhu ohrozenia použiť ochranné prostriedky,
- rešpektovať pokyny vedúceho pracoviska prípadne vedúceho zásahu. [22]

#### Úniky do prostredia:

- v maximálnej možnej miere zabrániť ďalšiemu unikaniu látok s negatívnym vplyvom,
- pri porušení plynových rozvodov chrániť dýchacie cesty, odstaviť prívody plynu a hlavné uzávery médií,
- pri úniku škodlivých látok do kanalizácie odstaviť čerpanie. [22]

### 5.4.3 Evakuácia

Evakuácia patrí medzi základné druhy kolektívnej ochrany obyvateľstva a vykonáva sa z dôvodu nevyhnutného časového obmedzenia pobytu osôb na ohrozenom území.

Zákon NR SR č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva definuje evakuáciu ako odsun ohrozených osôb, domácich zvierat, prípadne vecí z určitého územia. Vyhláška MV SR č. 75/1995 Z. z. o zabezpečovaní evakuácie stanovuje úlohy a opatrenia všetkým orgánom, organizáciám, právnickým osobám a fyzickým osobám v oblasti ochrany obyvateľstva evakuáciou. [3]

Konkrétne zásady v podniku v prípade evakuácie:

- po vyhlásení evakuácie je nutné opustiť ohrozený priestor vyznačenými únikovými cestami, tie sú uvedené v dokumente Požiarne poplachové smernice,
- dostaviť sa na určené zhromaždisko a tam ohlásiť svoju prítomnosť,
- riadiť sa pokynmi príslušného vedúceho. [22]

Potrebná bezpečnostná dokumentácia v podniku je v súčasnosti spracovaná podľa platnej legislatívy, aktualizácie boli schválené bez najmenších pripomienok zo strany kompetentných úradov. Z toho teda vyplýva, že podnik má dostatočne spracovanú problematiku prevencie mimoriadnych udalostí. Stále ale netreba zabúdať na chyby spôsobené zlyhaním ľudského faktora. V minulosti sa v podniku vyskytli prípady mimoriadnych udalostí, ktoré nemali za následok straty na životoch, bol poškodený majetok a v nízkej miere aj životné prostredie. To viedlo k prepracovaniu bezpečnostnej dokumentácie a k zvýšeniu pozornosti venovanej prevencii.

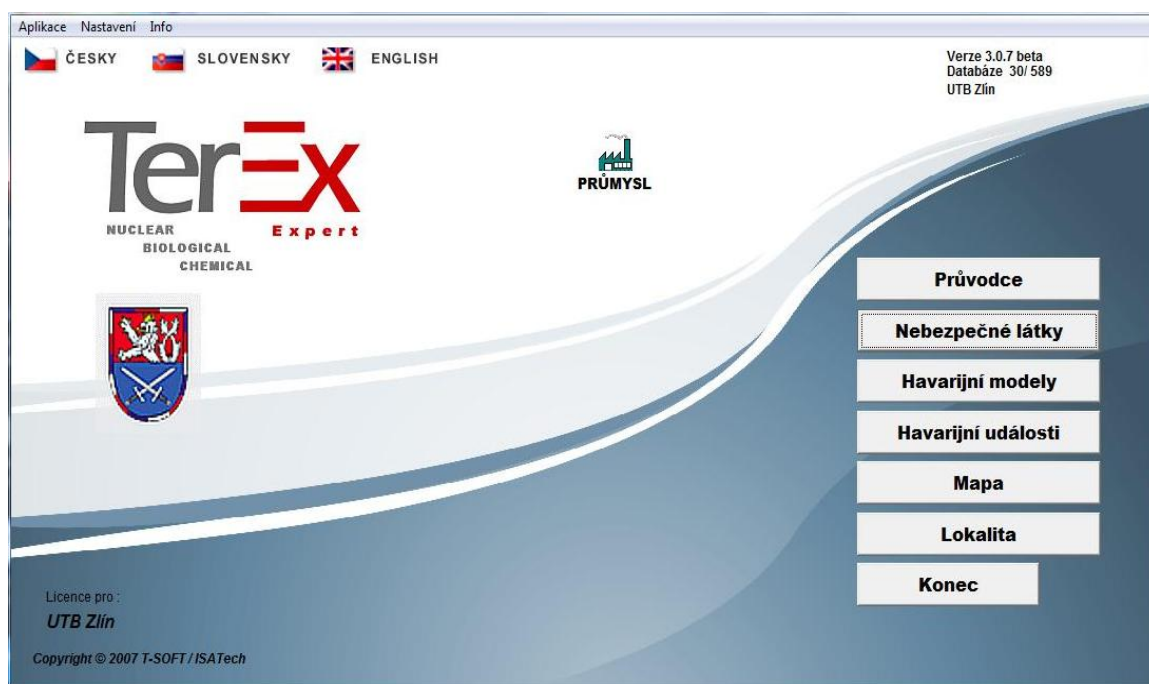
K zaisteniu prevencie môže výrazným spôsobom napomáhať práve modelovanie a simulácia. Preto v nasledujúcej kapitole pristúpim k samotnej simulácii úniku vybraných nebezpečných látok.

## 6 SIMULÁCIA ÚNIKU NEBEZPEČNEJ LÁTKY

Pre realizáciu simulácie úniku nebezpečnej látky bol zvolený dostupný software TerEx od firmy T-Soft. Z poskytnutých zoznamov skladovaných a používaných látok vo firme boli vybraté tie látky, ktoré sa nachádzali v prístupnej databáze programu, a to dietyléter a metanol, ktorých reálne skladované množstvo je potenciálnym zdrojom rizika.

TerEx je určený na operatívne použitie jednotkami IZS pri vlastnom zásahu, umožňuje rýchle určenie rozsahu ohrozenia a následnú realizáciu následných opatrení pri ochrane obyvateľov.

Užívateľské prostredie programu je intuitívne a prehľadné, možnosť voľby českého prípadne slovenského jazyka prácu s programom výrazne zjednodušuje. Výstupy programu sú zrozumiteľné, čo môže byť rozhodujúce v prípade stresovej situácie, kedy je potrebné rýchle rozhodovanie a zhodnotenie výsledkov simulácie.



Obr. 9. Základná ponuka softwaru TerEx



## 6.1 Charakteristika kvapaliny dietyléter

Pre simuláciu horenia kaluže kvapaliny bola zvolená látka dietyléter v kvapalnom skupenstve, ktorej spotreba v podniku sa ročne pohybuje okolo 10 litrov.

Za normálnych podmienok ide o číru, bezfarebnú a extrémne horľavú kvapalinu s nízkym bodom varu a charakteristickou sladkastou vôňou. Dietyléter je náchylný na tvorbu peroxidov a môže tvoriť výbušný dietyléterperoxid. Peroxidy majú vyšší bod varu a po vyschnutí vybuchujú už pri slabom dotyku. [23]

Pre dietyléter platia nasledujúce R a S vety:

Špecifické riziko (R vety)<sup>5</sup>: R12 Extrémne horľavý, R19 môže vytvárať výbušné peroxidy, R22 Zdraviu škodlivý pri požití R66 Opakovaná expozícia môže spôsobiť vysušenie alebo popraskanie pokožky, R67 Vdychovanie výparov môže spôsobiť ospalosť a závraty.[23]

Bezpečné zaobchádzanie (S vety)<sup>6</sup>: S2 Uchovávajte mimo dosah detí, S9 Uchovávajte obal na dobre vetranom mieste, S16 Uchovávajte mimo dosah zdrojov zapálenia - Zákaz fajčenia, S29 Nevylievajte do kanalizácie, S33 Vykonajte preventívne opatrenia proti výbojom statickej elektriny.[23]

Dietyléter je často používaným rozpúšťadlom, v minulosti používaný ako celkové anestetikum. Anestetické účinky z neho robia rekreačnú drogu. Nie je tak jedovatý ako iné rozpúšťadlá, ktoré sú zneužívané ako rekreačné drogy, nespôsobuje fyzickú závislosť, ale návyk.

Pri nakladaní s odpadmi tejto látky táto nesmie byť vypúšťaná do pôdy, do verejnej kanalizácie ani do blízkosti vodných zdrojov. Pre vodné prostredie je kvapalina škodlivá. [23]

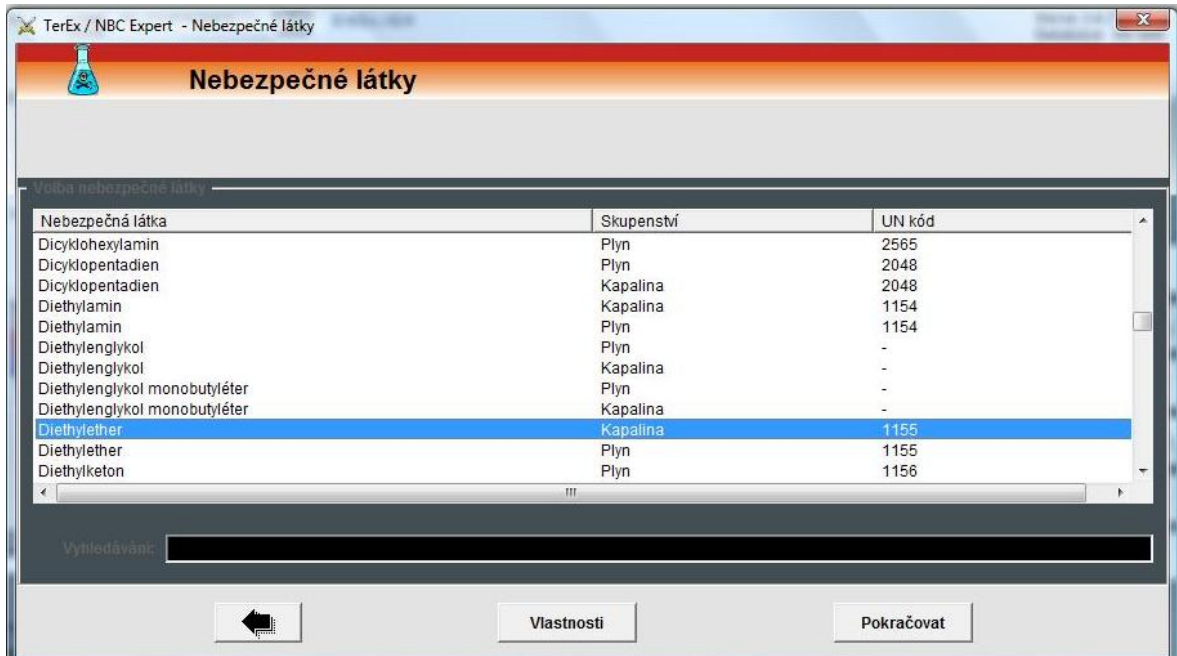
---

<sup>5</sup> R vety- medzinárodne používané vety upozorňujúce na nebezpečenstvo, sú stanovené v dokumente Annex III Európskej únie, 67/548/EEC.

<sup>6</sup> S vety- sú štandardné pokyny pre bezpečné zaobchádzanie s nebezpečnými chemickými látkami a prípravkami, a to podľa doposiaľ platného systému bezpečnostnej kvalifikácie.

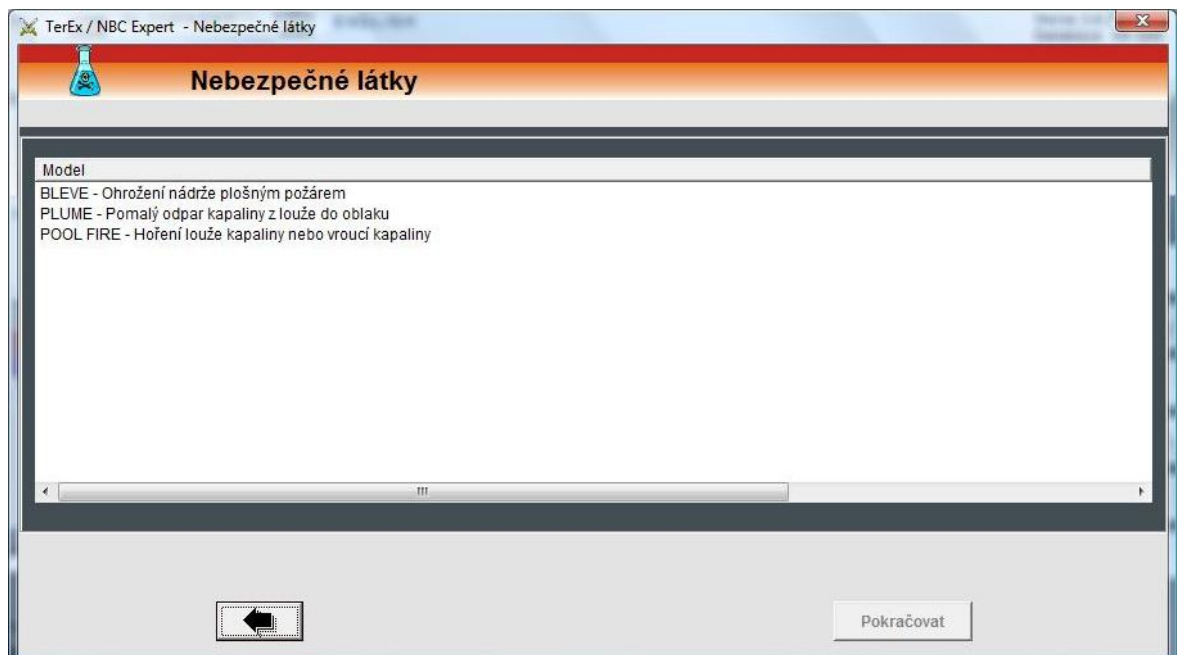
## 6.2 Simulácia horenia kaluže kvapaliny

Zo základnej ponuky programu vyberieme možnosť Nebezpečné látky a vyhľadáme požadovanú látku.



Obr. 10. Výber nebezpečnej látky časť 1

Pre účely simulácie bol vybratý v rámci základného modelu FLAH FIRE model POOL FIRE- Horenie kaluže kvapaliny alebo vriace kvapaliny.



Obr. 11. Výber nebezpečnej látky časť 2

Pre látku dietyléter v kvapalnom skupenstve boli zvolené tieto hodnoty: priemer horiacej kaluže 7 m, doba horenia 9 minút.

TerEx / NBC Expert - : POOL FIRE - Hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny

Látka: **Diethylether**  
Skupenství: **Kapalina** Model: **POOL FIRE**

Průměr hořící louže  
7 m 22,97 ft

Doba hoření  
540 s 9 min

Výpočet

Obr. 12. Zadané hodnoty pre dietyléter

TerEx / NBC Expert Verze 3.0.7 beta 15:21:51 11.04.2012 Licence pro : UTB Zlín

Událost: TE120411\_1519

Model:  
POOL FIRE - Hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny

Látka:  
Diethylether

Průměr hořící louže: 7 m  
Doba hoření: 540,00 s

Poloměr louže : 3,5 m (11,5 ft.)

Popáleniny 1.st: 53 m (174 ft.)  
Mortalita 10% : 30 m (98,4 ft.)  
Mortalita 50% : 26 m (85,3 ft.)  
Zápal suchého dřeva : 16 m (52,5 ft.)  
Narušení pevnosti oceli : 10 m (32,8 ft.)

Ohrožení osob - popáleniny 1.stupně tepelnou radiací ve vzdálenosti od okraje louže  
NUTNÝ ODSUN OSOB 53 m (174 ft.)

Použití výsledků vyhodnocení:

Mapa Havarijní událost AdatP3 Další výstupy Tisk Náhled zázresu

MAP

Obr. 13. Výsledky vyhodnotenia pre dietyléter



Obr. 14. Ohrozenie osôb pri úniku dietyléteru

Program následne podľa zadaných hodnôt vyhodnotil následky horenia kaluže kvapaliny takto:

- v okruhu 53 m od okraja kaluže kvapaliny hrozí akútne riziko popálenín 1. stupňa,
- v oblasti 30 m od okraja kaluže hrozí 10% mortalita,
- pri úniku zadaného množstva kvapaliny je nutná evakuácia minimálne do vzdialenosti 53 m od okraja kaluže,
- v okruhu 10 m môže dôjsť k narušeniu pevnosti ocele.

Kvapalina je mimo iné hodnotená ako škodlivá pre vodné prostredie, zásadným problémom v prípade úniku nebezpečnej látky je teda fakt, že v tesnej blízkosti podniku preteká vodný tok. Takže v prípade havárie je nutné zabrániť úniku látky do tohto vodného toku. Táto oblasť možného rizika je zvlášť spracovaná v havarijnom pláne podniku, boli vykonané stavebné opatrenia pre reguláciu toku. V prípade že by došlo k úniku látok do povrchového toku cez kanalizačný systém, je nutné okamžite zastaviť odtekanie vôd do tohto potoka. V prípade požiaru je použité väčšie množstvo vody s prímiesou hasiacich chemikálií, z toho vyplýva možná hrozba kontaminácie hasiacej vody škodlivými látkami uvoľnenými pri požiari. Odtekanie takýchto kontaminovaných vôd do potoka musí byť bezpodmienečne odstavené.

Z vyhodnotených výsledkov teda vyplýva, že je nevyhnutné vykonať evakuáciu podniku podľa požiarnej poplachovej smernice a ďalej postupovať podľa vypracovaných plánov.

### 6.3 Charakteristika plynu metanolu

Metanol je jedovatá látka, zaradená do skupiny zvlášť nebezpečných jedov. Kvapalina má slabý liehový zápach, veľmi rýchlo sa odparuje a pary tvoria so vzduchom výbušnú zmes. Tekutina a pary metanolu spôsobujú poškodenie centrálného nervového systému, zvlášť zrkových nervov s následnou hrozbou oslepnutia, poškodzuje cievy, pečeň, obličky a pankreas. Otrava vdychovaním sa prejaví podráždením slizníc, dýchacích ciest a spojiviek. Prejavuje sa kašľom, bolesťami hlavy, kŕčmi, nevoľnosťou, poruchami zraku a bezvedomím. Tekutina sa môže vstrebávať aj pokožkou. Následky sa prejavujú s oneskorením. [24]

Výstražné symboly: F - veľmi horľavá, T - jedovatá látka.

Špecifické riziko (R vety): R11 Veľmi horľavá, R23 Jedovatá pri vdychovaní, R24 Jedovatá pri kontakte s pokožkou, R25 Jedovatá po požití, R39 Vážne nebezpečenstvo nezvratného poškodenia.

Bezpečné zaobchádzanie (S vety): S36 Pri práci noste vhodný odev, S37 Noste vhodné rukavice, S45 V prípade nehody alebo ak sa necítite dobre okamžite vyhľadajte lekársku pomoc. [24]

Táto látka sa používa ako rozpúšťadlo, prísada do nemrznúcich zmesí, ako denaturačné činidlo, prísada do pohonných látok či ako surovina pre výrobu iných organických látok.

Pre vodu je metanol nebezpečná kvapalina, trieda ohrozenia vody TOV 2 - ohrozuje vodu. Toxický je pre všetky vodné organizmy. Smrteľná dávka pre človeka je do 30 ml. Akútna toxicita pre vodné organizmy (letálna dávka) je nad 1000 mg/l za 96 h. Akútna toxicita pre ryby LC50 (letálna koncentrácia) je 17 g/l za 24 h. Tieto údaje sú dôležité z dôvodu tesnej blízkosti pretekajúceho vodného toku. [24]

Ročná spotreba látky v podniku sa pohybuje okolo 500 litrov, látka je bežne v podniku skladovaná v chemickom laboratóriu na oddelení kontroly kvality, to sa nachádza na druhom poschodí výrobnéj budovy. [24]

## 6.4 Simulácia jednorazového úniku plynu do oblaku

Pre metanol v skupenstve plynnom bol zvolený model PUFF- Jednorazový únik plynu do oblaku. V rozšírenej voľbe parametrov boli zadané hodnoty: celkové množstvo uniknutého plynu 25 kg pri rýchlosti vetra 5 m/s a 50% pokrytia oblohy mrakmi. K úniku došlo v lete a látka unikla v obytnej zóne.

TerEx / NBC Expert - : PUFF - Jednorazový únik plynu do oblaku

Látka: **Methanol**  
Skupenství: **Plyn** Model: **PUFF**

Rychlost úniku plynu ze zařízení  
 Jednorazový únik plynu do oblaku  Déletvající únik plynu do oblaku

Celkové uniklé množství plynu  
25 kg 55,11 lb

Rychlost větru v přízemní vrstvě:  
5 m/s 16,40 ft/s

Pokrytí oblohy mraky  
50 %

Doba vzniku a průběhu havárie  
 Noc, ráno nebo večer  Den - Jaro  Den - Podzim  
 Den - Léto  Den - Zima

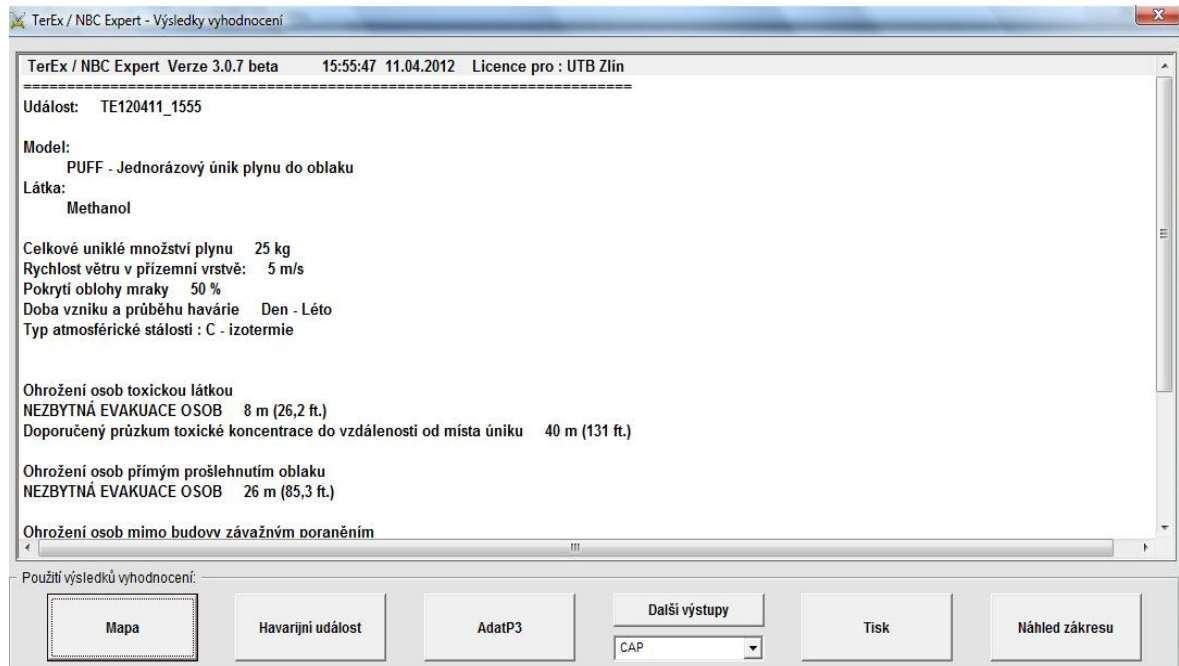
Typ povrchu ve směru šíření látky  
 Rovina  Kultivovaná krajina  Průmyslová plocha  
 Zemědělská krajina  Obytná krajina

Změna zadání parametrů výpočtu: **Základní**

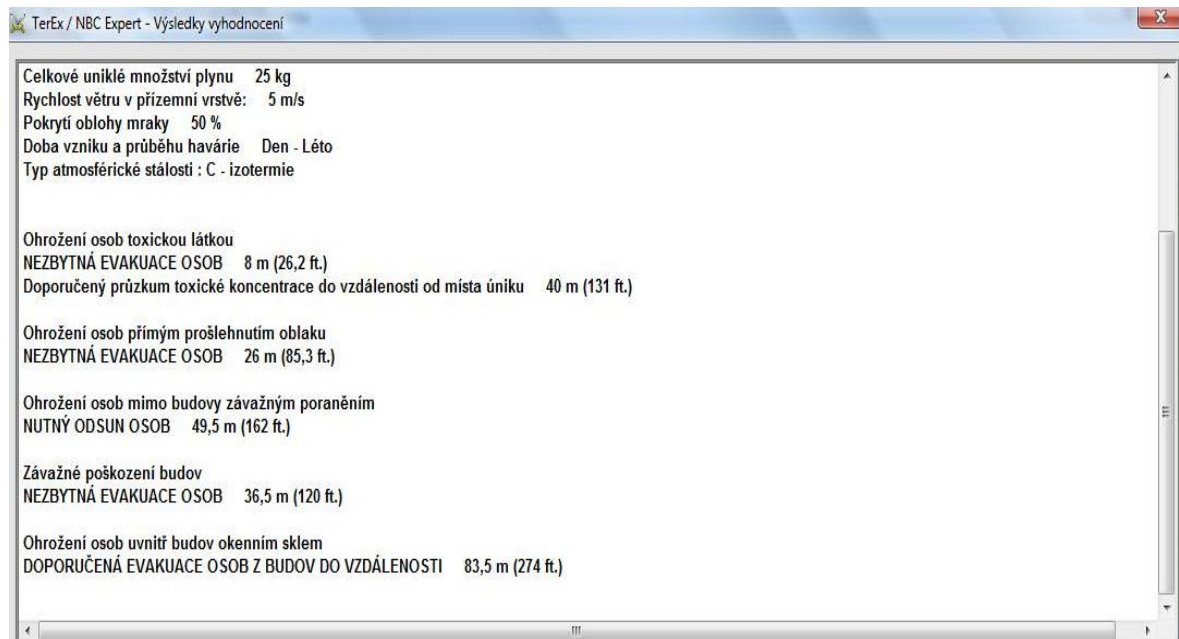
Nová látka Výpočet

Obr. 15. Zadané hodnoty pre metanol

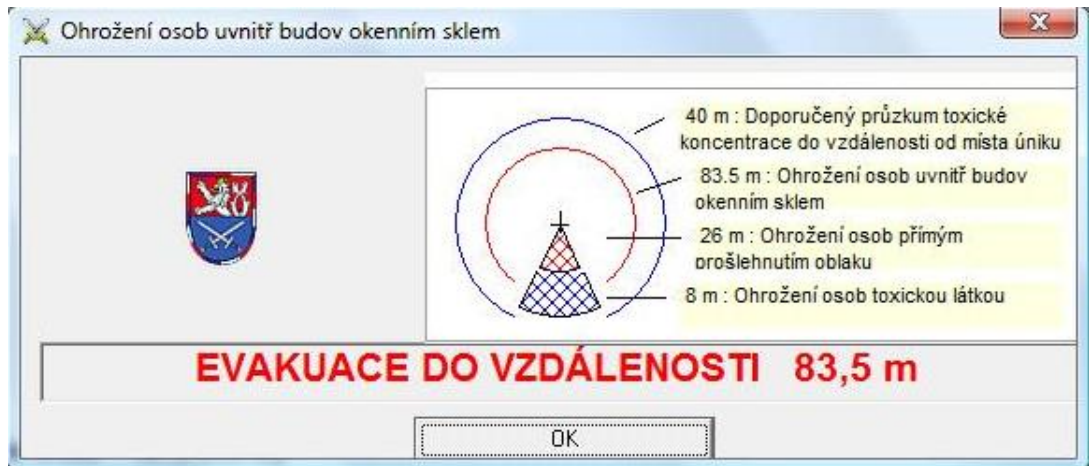




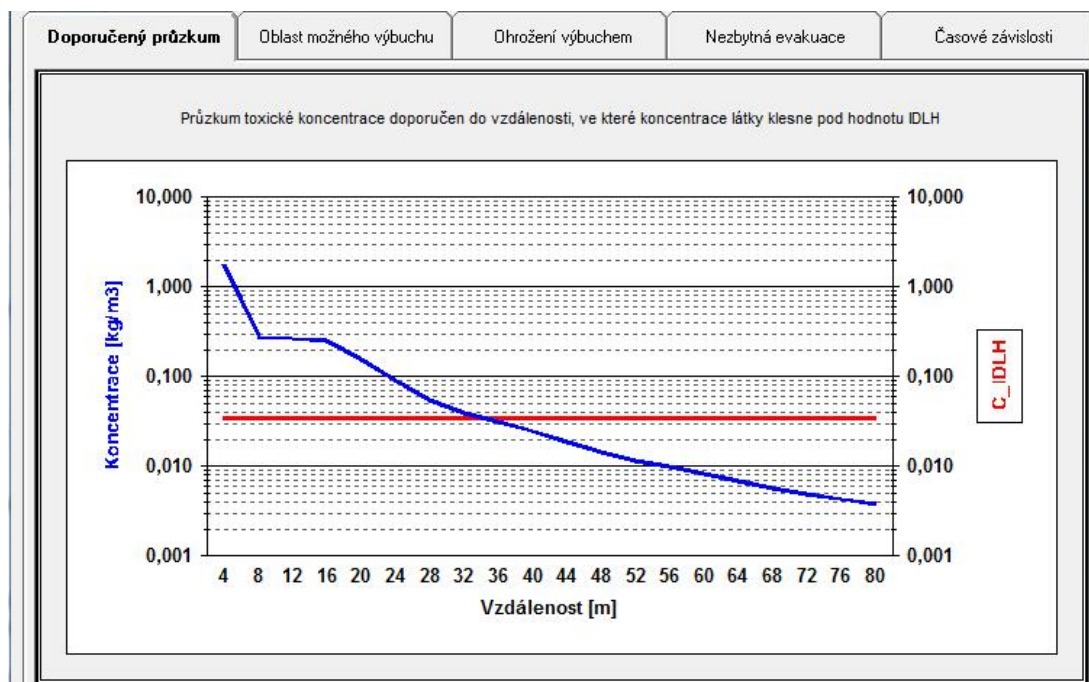
Obr. 16. Výsledky vyhodnocení pre metanol



Obr. 17. Výsledky vyhodnocení pre metanol

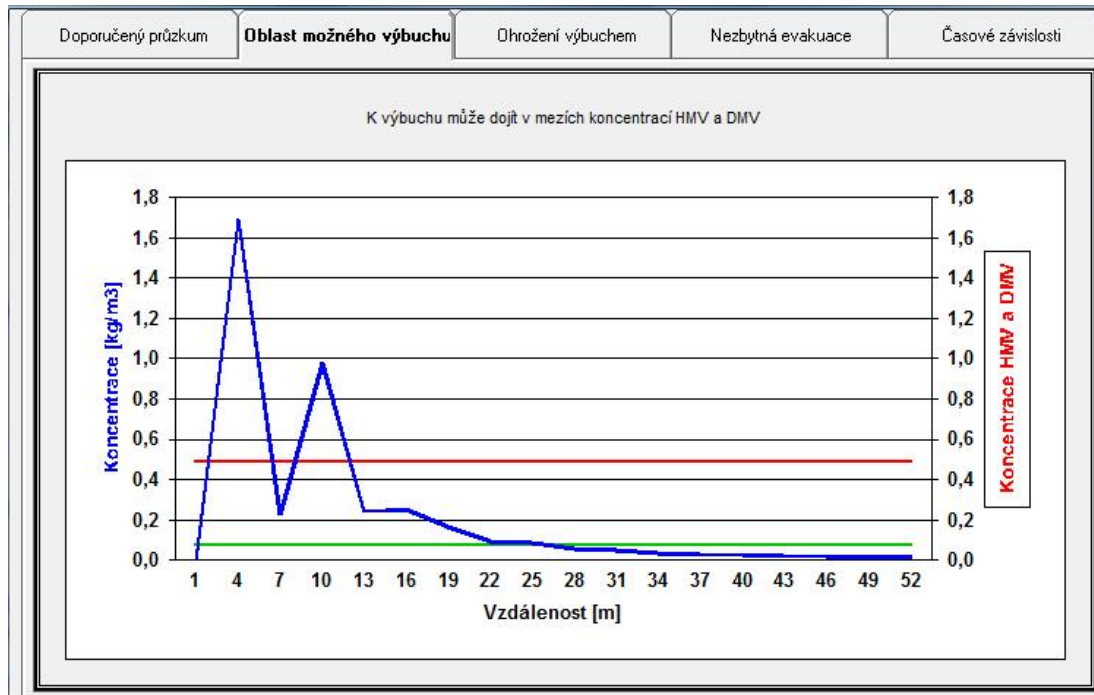


Obr. 18. Ohrozenie osôb pri úniku metanolu

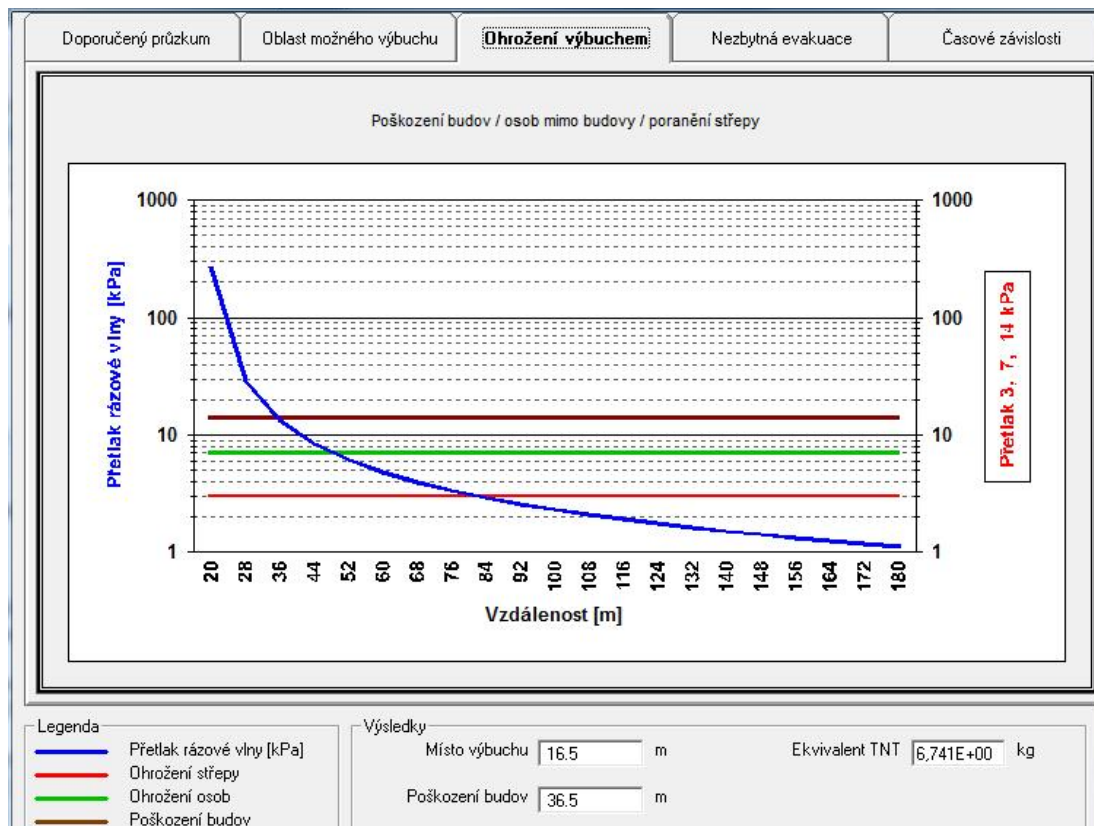


Obr. 19. Doporučený prieskum pri úniku metanolu

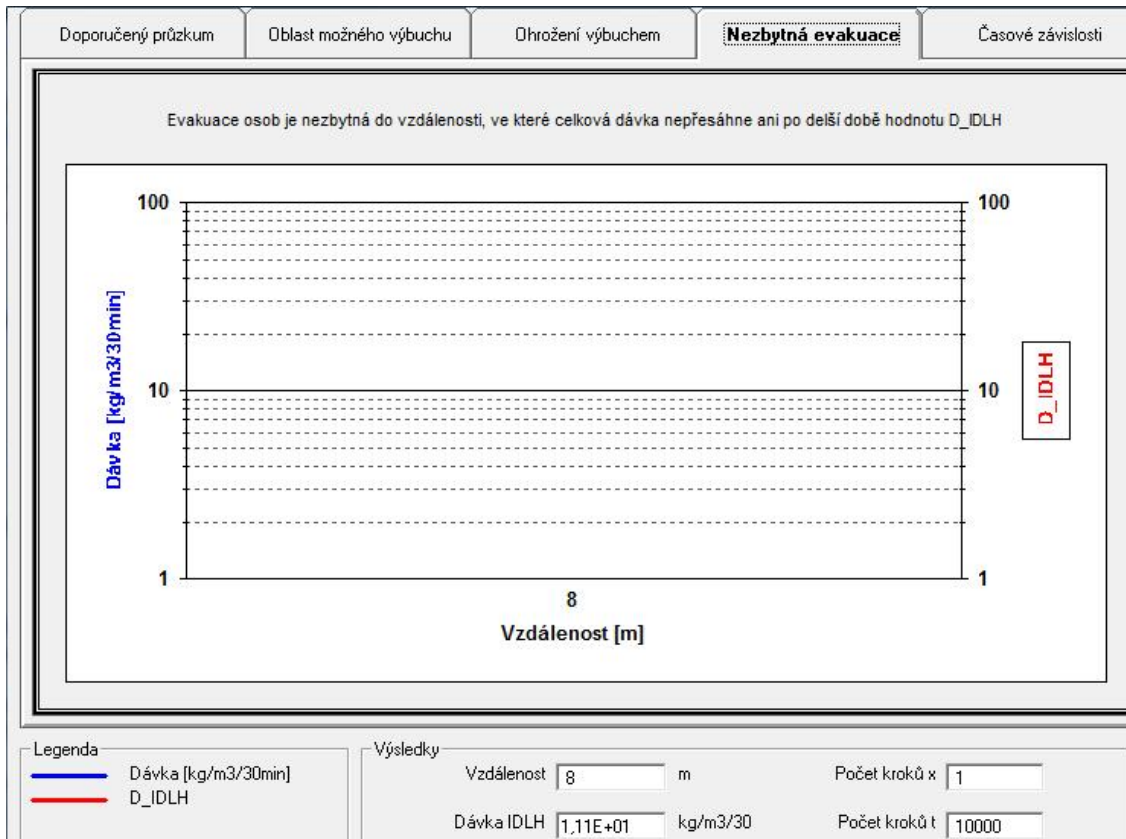




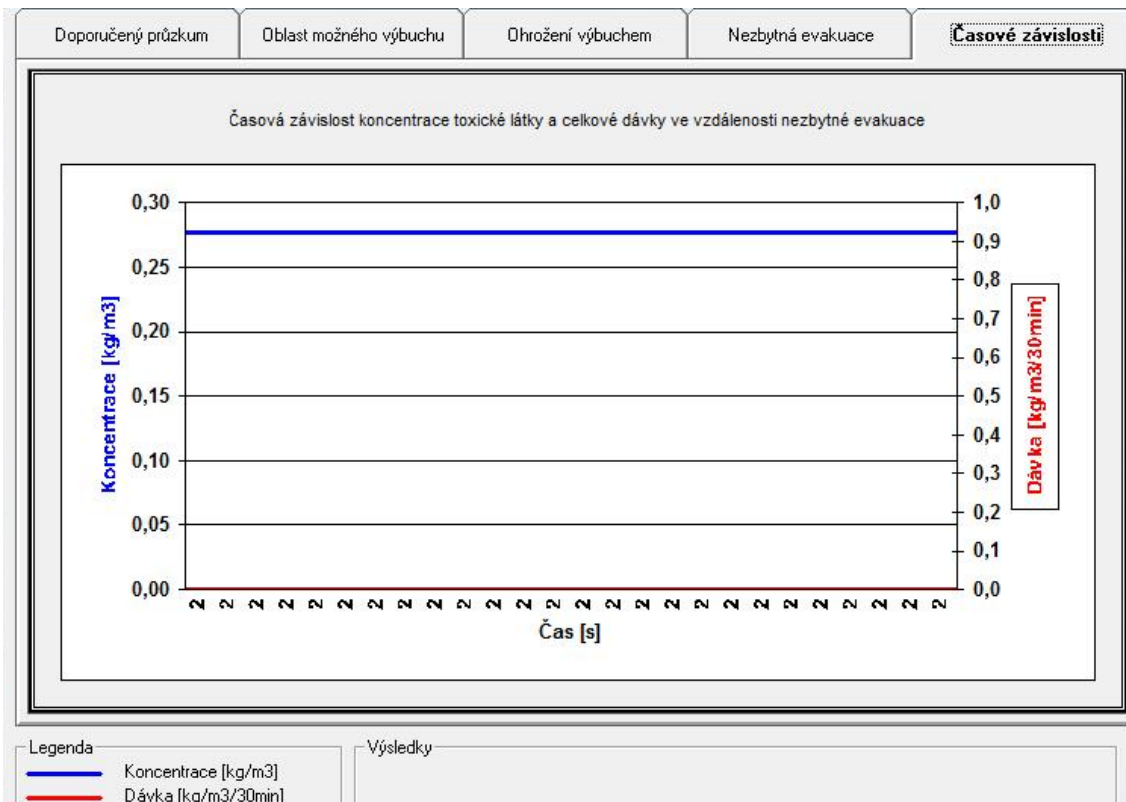
Obr. 20. Oblast možného výbuchu



Obr. 21. Oblast ohrozenia výbuchom



Obr. 22. Nevyhnutná evakuácia



Obr. 23. Časové závislosti

Z výsledkov vyhodnotenia jednorazového úniku metanolu do oblaku vyplýva:

- pri úniku 25 kg plynu je nutná evakuácia do vzdialenosti minimálne 83,5 m,
- doporučený je prieskum toxickej koncentrácie do vzdialenosti minimálne 40 m,
- v okruhu 26 m sú osoby ohrozované priamym prešľahnutím oblaku,
- vo vzdialenosti 8 m od miesta úniku hrozí priame nebezpečenstvo ohrozenia toxickou látkou.

Program je ďalej schopný vyhodnotiť informácie vo forme grafov. Ako je možné vidieť na obrázkoch v závislosti na koncentrácii látky vyhodnocuje doporučený následný prieskum a oblasť možného výbuchu. V závislosti na pretlaku rázovej vlny vyhodnocuje graficky tiež vzdialenosť ohrozenú výbuchom. Znázorní tiež graficky nutnú evakuáciu a jednotlivé časové závislosti.

Pri úniku metanolu je potrebné uvedomiť si jeho nebezpečnosť a to z dôvodu jeho toxických vlastností, závažnosti a rozsahu ohrozenia, najmä v rýchlosti pôsobenia, kedy vzniká časová tieseň na realizáciu opatrení pre zabezpečenie ochrany osôb a na zavedenie režimov života.

Predpokladá sa prerušenie cestnej dopravy na miestnych komunikáciách a čiastočné narušenie životného prostredia bez trvalých následkov. Je predpoklad, že dôjde k vzniku sekundárnych mimoriadnych udalostí a to k vznieteniu pár metanolu a k následnému požiaru.

Z vykonanej simulácie vyplýva, že súčasná bezpečnostná dokumentácia je vypracovaná v súlade s platnou legislatívou, ale pri úniku nebezpečných látok a prípadnom následnom požiari sú údaje pre evakuáciu nedostačujúce. Časy uvedené pri prípadnej evakuácii sú neadekvátne. Odhadované vzdialenosti v rámci vzniku MU, do ktorých je potrebné evakuovať sú výrazne menšie, než výstupné údaje TerEx-u.

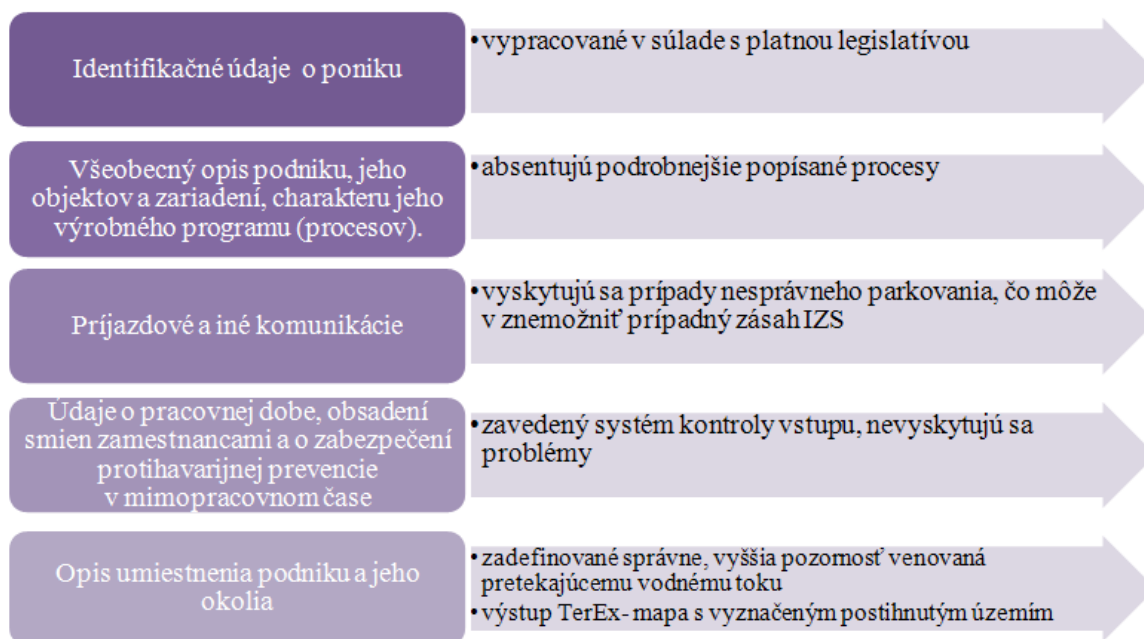
## 7 POTENCIÁLNY DOPAD A RIEŠENIE VZNIKU MIMORIADNEJ UDALOSTI

V rámci prevencie a minimalizácie následkov mimoriadnej udalosti je nevyhnutné vypracovať všetky potrebné dokumenty v rámci platnej legislatívy. Základné časti ktoré musia byť kvalitne vypracované v rámci tejto dokumentácie sú:

- všeobecná časť,
- pohotovostná časť,
- operatívna časť.

Nasledujúce diagramy prinášajú prehľad toho, čo by tieto jednotlivé časti mali obsahovať, zhodnotenie ako je to v skutočnosti a možné následné dopady prípadných nedostatkov.

### 7.1 Všeobecná časť



Obr. 24. Všeobecná časť dokumentácie

Za najzávažnejší nedostatok v tejto časti považujem často sa vyskytujúce prípady nesprávneho parkovania v podniku aj na parkovisku pred ním, čo môže mať za následok znemožnenie prípadného zásahu zložiek IZS a problémy pri potrebnej evakuácii. Absentujúce podrobnejšie popísané procesy vo výrobe môžu mať za následok nedostatočné zhodnotenie rizík. A výraznú pozornosť je potreba venovať vodnému toku pretekajúcemu v tesnej blízkosti podniku.

## 7.2 Pohotovostná časť



Obr. 25. Pohotovostná časť dokumentácie

Zásadný dopad na bezpečnosť vo firme môže mať zastaraná EPS, ktorá často signalizuje poruchu, alebo bezdôvodný poplach. Tu je veľmi dôležitá úloha pracovníkov SBS, a to hlavne v čase mimopracovnom. Kedy je ich úlohou tieto hlásenia preveriť. Ďalej v prípade akejkolvek mimoriadnej udalosti je nutné, aby bol odstránený nedostatok, a to zablokované únikové východy. Tento problém môže mať za následok vznik zbytočnej paniky, čo môže viesť v najhoršom prípade až ku stratám na životoch.

### 7.3 Operatívna časť



Obr. 26. Operatívna časť dokumentácie

V tejto časti je zásadným problémom možné zlyhanie ľudského faktora a to hlavne pri zhodnotení závažnosti vzniknutej udalosti. V prípade evakuácie boli zistené nezrovnalosti v časoch potrebných na opustenie budovy prípadne v reakcie schopnosti prítomných zamestnancov a návštev.

Približne pred rokom došlo v podniku k prasknutiu vodovodného potrubia vo výrobnjej hale. K udalosti došlo v mimopracovnej dobe, došlo k škodám na niektorých výrobných linkách. Tento incident podľa môjho názoru preveril zásahu schopnosť SBS a poukázal na zastaranosť vybavenia a budovy.

#### **7.4 Využitelnosť softwaru TerEx v podniku**

Z výstupov simulácie úniku nebezpečných látok vyplýva, že tento simulačný nástroj by bol jednoznačne prínosom pre podnik a to hlavne v problematike evakuácie. V rámci analýzy rizík, boli určené časy a vzdialenosti v prípade rôznych typov mimoriadnych udalostí, ktoré sú zadefinované v Požiarnej poplachovej smernici. Z realizovanej simulácie vyplýva, že tieto údaje sú nedostačujúce a je potreba ich prehodnotiť. V tomto prípade vidím možnosť efektívneho využitia simulačného nástroja.

Ďalším veľkým prínosom softwaru je schopnosť vyhodnotiť vzdialenosť, do ktorej je potreba vykonať prieskum možných následkov vzniknutej havárie, kde je znázornené možné ohrozenie toxickými vlastnosťami látky. V prípade tohto konkrétneho podniku je potreba dbať popri ochrane života a zdravia taktiež na ochranu životného prostredia.

Grafické výstupy okrem iného poskytujú prehľadné zhodnotenie časových závislostí, závislostí koncentrácie látky na vzdialenosti a v neposlednej rade aj možné poškodenie budovy.

Ovládanie programu je dostatočne prehľadné a intuitívne, takže v prípade stresových situácií, ktoré môžu nastať v podniku, je tento fakt výrazne pozitívny. K výsledkom sa užívateľ dopracuje aj s minimom vstupných dát a program pracuje s najhoršími možnými variantami.

Toto sú dôvody, prečo je vhodné využívať modelovacie a simulačné nástroje v rámci informačnej podpory ochrany obyvateľstva.

A taktiež všeobecne platí, že prevencia je vždy menej nákladná ako odstraňovanie vzniknutých následkov.

## ZÁVER

Hlavným cieľom práce bolo realizovať simuláciu úniku nebezpečnej látky a následne zhodnotiť reálne dopady mimoriadnej udalosti a výstupy simulačného nástroja.

V teoretickej časti som sa zamerala na problematiku riešenia mimoriadnych udalostí, s tým spojené hodnotenie rizika pomocou analytických metód, na základné princípy modelovania a simulácie a na softwarovú podporu riešenia týchto udalostí.

Vypracovanie kvalitnej analýzy rizík vyžaduje vysokú kvalifikovanosť odborníkov pracujúcich na analýze, môže byť výrazne časovo náročné. Často sa využívajú kombinácie rôznych analytických metód, čo prináša vyššiu kvalitu konečných výstupov. Netreba však zabúdať na ľudský faktor pri hodnotení všetkých možných rizík využitím jednotlivých druhov analýz. Historické fakty dokazujú, že vplyv človeka na vznik závažnej havárie je až 80%. Mnohé najzávažnejšie mimoriadne udalosti, ktoré sa v minulosti stali boli spôsobené chybou človeka alebo celého tímu ľudí. Preto je nevyhnutné dbať na to, aby boli všetci zamestnanci dostatočne informovaní a kvalitne preškolení a aby bola striktne dodržiavaná platná legislatíva.

V rámci softwarovej podpory modelovania a simulácie som sa zamerala na predstavenie najpoužívanejších programov v tejto oblasti, z ktorých bol pre potreby realizácie praktickej časti práce zvolený dostupný software TerEx.

V praktickej časti práce som sa zaoberala simuláciou úniku nebezpečnej látky v podniku zaoberajúcom sa výrobou farmaceutických prípravkov. Pre účely vypracovania tejto práce mi bola poskytnutá bezpečnostná dokumentácia, ktorá je v tejto časti práce spracovaná. Následne boli zvolené chemické látky nachádzajúce sa reálne v podniku a v dostupnom programe bola realizovaná simulácia horenia kaluže kvapaliny a úniku plynu do oblaku.

Po zhodnotení výstupov simulačného programu bola firma oboznámená s výsledkami simulácie a jej vedenie momentálne reálne uvažuje o využívaní tohto nástroja pre skvalitnenie prípravy a prevencie mimoriadnych udalostí, čo považujem za najväčší prínos tejto práce.

Za zásadný považujem problém zastaranej elektronickej požiarnej signalizácie, tu by som jednoznačne navrhovala modernizáciu systému.



## ZÁVER V ANGLIČTINE

The aim of the thesis was to carry out the simulation of hazardous substance leak and subsequently assess the real impacts of incident with outputs of the simulation tool.

The theoretical part is focused on the issue of incident solving associated with emergency incident risk evaluation using the analytical methods, the basic principles of modelling and on the simulation and software support solutions for these events.

A quality risk analysis elaboration requires highly qualified professionals and it could be considerably time consuming. Combinations of different analytical methods are often used in order to produce a higher quality of final outputs. Needless to forget about the human factor at all possible risks evaluation using particular analysis methods. Historical facts prove the influence of human factor at incidents origin coming up to 80%. Most serious incidents happening in the past were caused by the human or all team error. It is therefore inevitable to ensure that all employees are adequately informed and well-trained and that the legislation is strictly respected.

Within the modelling software support and simulation I focused on the presentation of the most used software in this field, out of which the available software TerEx for the use of the practical part realization was chosen.

In the practical part of the thesis I dealt with the simulation of the hazardous substance leak in a Slovak pharmaceutical company. For the purpose of this thesis elaboration I was provided with the security documentation which is treated in this part. Subsequently hazardous substances which are really found in the company were selected and in the software available the simulation of liquid pool burning and the leakage of gas into the cloud were realized.

After the evaluation of simulation software outputs the company was acquainted with the simulation results and its management is currently realistically considering the use of this tool for preparation improvement and incidents prevention which is in my opinion the greatest contribution of the thesis.

The major problem of the company is considered to be the issue of outdated electronic fire alarm and here I would clearly suggest the modernization of the system.

**ZOZNAM POUŽITEJ LITERATÚRY**

- [1] Zákon č. 387/2002 Z.z. o riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu. In: *Zbierka zákonov*. 2002.
- [2] Zákon NR SR č. 129/2002 Z.z. o integrovanom záchrannom systéme. In: *Zbierka zákonov*. 2002.
- [3] Zákon NR SR č. 42/1994 Z. z o civilnej ochrane obyvateľstva. In: *Zbierka zákonov*. 1994.
- [4] Zákon č. 261/2002 o prevencii závažných priemyselných havárií. In: *Zbierka zákonov*. 2002.
- [5] LAUCKÝ, Vladimír. Speciální bezpečnostní technologie. Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. 223 s. ISBN 978-80-7318-762-0.
- [6] Ministerstvo vnútra Českej republiky [online]. [cit. 2012-03-18]. Dostupný z WWW: <<http://www.mvcr.cz/>> .
- [7] FRÖHLICH, Tomáš. T-SOFT A.S. *Lekce 2, Výukový materiál společnosti T-SOFT*. Praha, 2007
- [8] Hasičský záchranný zbor Českej republiky: *Dokumentace IZS* [online]. [cit. 2012-03-18]. Dostupný z WWW: < <http://www.hzscr.cz/clanek/dokumentace-izs-587832.aspx>>.
- [9] ŠEBESTA, Milan a Rudolf SCHWARZ. *Management rizik: s pravděpodobnostním přístupem ke stanovení rizik* [online]. Brno, 2003 [cit. 2012-03-25]. Dostupný z WWW: <<http://rschwarz.uvadi.cz/texty/ManagRiz.pdf>>.
- [10] BERNATÍK, Aleš, *Prevence závažných havárií I.*, Ostrava 2006 [cit. 2012-03-25]. Dostupný z WWW: < <http://www.fbi.vsb.cz/shared/uploadedfiles/fbi/skripta-PZH-I.pdf> >
- [11] ČÁRSKÝ, Milan. Identifikace a vyhodnocení rizik chemických procesů: Prevence havárií. *ChEMagazín*. 2007. Dostupný z WWW: <[http://www.bozpinfo.cz/win/knihovnabozp/citarna/clanky/prevence\\_havarii/rizika\\_chem.html](http://www.bozpinfo.cz/win/knihovnabozp/citarna/clanky/prevence_havarii/rizika_chem.html)>.
- [11] BERNATÍK, Aleš, *Prevence závažných havárií II.*, Ostrava 2006. Dostupný z WWW. < <http://www.fbi.vsb.cz/shared/uploadedfiles/fbi/skripta-PZH-II.pdf> >

- [11] BABINEC, František. *Mnagement rizika: Loss Prevention and Safety Promotion*. Brno, 2005. Učební text. Slezská univerzita v Opavě. Dostupný z WWW: <<http://www.slu.cz/math/cz/knihovna/ucebni-texty/Analyza-rizik/Analyza-rizik-1.pdf>>.
- [12] BERNATÍK, Aleš, Petra JELÍNKOVÁ a Oldřich SUCHARDA. *MODELOVÁNÍ EXPLOZE NEBEZPEČNÝCH LÁTEK: EXPLOSION MODELLING OF HAZARDOUS SUBSTANCES* [online]. 2009[cit.2012-03-18]. Dostupný z WWW: <<http://dspace.vsb.cz/bitstream/handle/10084/83146/fast-2009-9-1-167-jelinkova.pdf?sequence=2>>.
- [13] HROMADA, Martin. Využitie modelovania v problematike ochrany kritickej infraštruktúry: The modeling use in area of Critical Infrastructure protection. *Security Magazin*. 2010, č. 96.
- [14] FUCHS Pavel, Využití spolehlivosti v provozní praxi, Technická univerzita v Liberci, [on-line], 2002 [cit.2012-03-18], Dostupný z WWW <[http://risk.rss.tul.cz/vyuka/vyucovane-predmety/hri-hodnoceni-rizik\\_1/materialy-ke-stazeni/Spolehlivost\\_provozni\\_praxe\\_skriptum.pdf](http://risk.rss.tul.cz/vyuka/vyucovane-predmety/hri-hodnoceni-rizik_1/materialy-ke-stazeni/Spolehlivost_provozni_praxe_skriptum.pdf)>.
- [15] ALOHA: User's manual [online]. 2007 [cit. 2012-03-25]. Dostupný z WWW: <http://www.epa.gov/OEM/docs/cameo/ALOHAManual.pdf>>.
- [16] HAVLOVÁ, Michaela. T-SOFT A.S. *Modelování úniků NL a teroristických útoků: Výukový materiál*. Praha, 2008
- [17] Rozex Alarm [online]. Praha: TLP, c1991-2006 [cit. 2012-03-25]. Dostupný z WWW: <<http://www.tlp-emergency.com/rozex.html>>.
- [18] TerEx [online]. Praha: T-Soft [cit. 2007-07-27]. Dostupný z WWW: <<http://www.tsoft.cz/index.php?q=cz/terex>>.
- [19] FMEA – principy a přínosy [online]. 2011 [cit. 2012-03-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.kvalitaprodukcie.info/fmea-%E2%80%93-principy-a-prinosy/>>.
- [20] XVR: *Simulácia v programe XVR* [online]. 2010 [cit. 2012-03-28]. Dostupný z WWW: <<http://www.curiehom.nl/en/portfolio/applications/xvr.web>>.

- [21] *Havarijný plán pri mimoriadnom zhoršení vôd*. Bratislava, 2010.
- [22] *Plán zásahu pri mimoriadnych udlaostiach: Smernica SM-EHS 22*. Bratislava, 2010.
- [23] *Dietyléter* [online]. 2009 [cit. 2012-04-22]. Dostupný z WWW:  
<[http://www.adamik.sk/index.php?node=2&node2=1&id\\_ch=74](http://www.adamik.sk/index.php?node=2&node2=1&id_ch=74)>.
- [24] *Bezpečnostní list: Methanol* [online]. 2011 [cit. 2012-04-22]. Dostupný z WWW:  
< [www.mach-chemikalie.cz/download.php?id=258](http://www.mach-chemikalie.cz/download.php?id=258)>.
- [25] *Ministerstvo obrany a Armáda ČR* [online]. 2004 [cit. 2012-04-26]. Dostupný z WWW: <<http://www.army.cz/scripts/detail.php?id=2828>>.

**ZOZNAM POUŽITÝCH SYMBOLOV A SKRATIEK**

MU	Mimoriadna udalost'
EÚ	Európska únia
ES	Európske spoločenstvo
OSN	Organizácia spojených národov
Z.z.	Zbierka zákonov
NR SR	Národná rada Slovenskej republiky
IZS	Integrovaný záchranný systém
PO	Právnická osoba
FO	Fyzická osoba
HaZZ	Hasičský a záchranný zbor
MV	Ministerstvo vnútra
STČ	Súbor typových činností
SR	Safety review
HAZOP	Hazard and Operability Study
ETA	Event tree analysis
FTA	Failure tree analysis
FMEA	Failure Mode and Effects Analysis
$\dot{m}_l$	Hmotnostná rýchlosť úniku kvapaliny
$C_d$	Únikový koeficient
A	Plocha otvoru
g	Gravitačné zrýchlenie
H	Výška hladiny nad únikovým otvorom
x,y,z	Vzdialenosť od zdroja
c(x,y,z)	Koncentrácia látky v bode (x,y,z)

---

u	Rýchlosť vetra
$P_E$	Pravdepodobnosť fatálneho zranenia
$F_{E,in}$	Počet fatálnych zranení vo vnútri budov,
$F_{E,out}$	Počet fatálnych zranení mimo budov.
$P_R$	Hodnota probitu odpovedajúca pravdepodobnosti úmrtí,
a,b,n	Konštanty popisujúce toxicitu látky
C	Koncentrácia
t	Doba expozície
M	Množstvo látky
OPIS	Operačné a informačné stredisko
NBC	Nuclear, Biological and Chemical
BOZP	Bezpečnosť a ochrana zdravia pri práci
EPS	Elektronická požiarne signalizácia

**ZOZNAM OBRÁZKOV**

Obr. 1. Strom udalostí [11] .....	26
Obr. 2. Analýza FMEA [19] .....	28
Obr. 3. Simulácia procesu [10] .....	36
Obr. 4 . Softwarová podpora modelovania a simulácie .....	37
Obr. 5. Prostredie softwaru ALOHA [15] .....	38
Obr. 6. Prostredie programu ROZEX Alarm [17] .....	40
Obr. 7. Simulácia v programe XVR [20] .....	42
Obr. 8. Zoznam zvlášť nebezpečných látok [21] .....	50
Obr. 9. Základná ponuka softwaru TerEx .....	56
Obr. 10. Výber nebezpečnej látky časť 1 .....	58
Obr. 11. Výber nebezpečnej látky časť 2 .....	58
Obr. 12. Zadané hodnoty pre dietyléter .....	59
Obr. 13. Výsledky vyhodnotenia pre dietyléter .....	59
Obr. 14. Ohrozenie osôb pri úniku dietyléter .....	60
Obr. 15. Zadané hodnoty pre metanol .....	62
Obr. 16. Výsledky vyhodnotenia pre metanol .....	63
Obr. 17. Výsledky vyhodnotenia pre metanol .....	63
Obr. 18. Ohrozenie osôb pri úniku metanolu .....	64
Obr. 19. Doporučený prieskum pri úniku metanolu .....	64

---

Obr. 20. Oblast' možného výbuchu .....	65
Obr. 21. Oblast' ohrozenia výbuchom .....	65
Obr. 22. Nevyhnutná evakuácia .....	66
Obr. 23. Časové závislosti .....	66
Obr. 24. Všeobecná časť dokumentácie .....	68
Obr. 25. Pohotovostná časť dokumentácie .....	69
Obr. 26. Operatívna časť dokumentácie .....	70



## ZOZNAM TABULIEK

Tab.1. Prehľad základnej terminológie [5,6] .....	14
---	----

## **ZOZNAM PRÍLOH**

PRÍLOHA PI: Hvarijný plán podniku

PRÍLOHA PII: Prízemie výrobnej budovy

PRÍLOHA PIII: I. Poschodie výrobnej budovy

PRÍLOHA PIV: II. Poschodie výrobnej budovy

PRÍLOHA PV: Bezpečnostný list – Dietyléter

PRÍLOHA PVI: Bezpečnostný list – Metanol

# PRÍLOHA P I: HAVARIJNÝ PLÁN PODNIKU

## HAVARIJNÝ PLÁN



**HAVÁRIA ROZVODU VODY, PLYNU, ODPADOVÉHO POTRUBIA, ELEKTRICKEJ ENERGIE, SPÔSOBENÁ ŽIVELNOU POHROMOU ALEBO NEPREDVÍDANOU UDALOSŤOU**

Preruš prácu, vypni strojné zariadenie (pokiaľ je to možné) !  
Vypni hlavný vypínač elektrickej energie, odstav hlavný uzáver vody a plynu (pokiaľ je to možné a nachádza sa na tvojom pracovisku) !  
Ihneď informuj a riad' sa pokynmi svojho nadriadeného !

V prípade nutnosti odstavenia médií volaj:

ENERGOBLOK



VRÁTNICA



ENERGETIK



### POŽIAR

Postupuj podľa Požiarnych poplachových smerníc !  
Informuj a riad' sa pokynmi svojho nadriadeného !

OHLASOVŇA  
POŽIARU



ENERGOBLOK



ENERGETIK



### ÚRAZ

Postupuj podľa Traumatologického plánu !  
Informuj a riad' sa pokynmi svojho nadriadeného !  
Podľa svojich schopností poskytni prvú pomoc !

PODNIKOVÁ  
AMBULANCIA



ENERGOBLOK



VRÁTNICA



Pri vážnejšom úraze do príchodu lekára použi **LINKU ZÁCHRANY 0850 11 13 13** a riad' sa ich pokynmi !

Postupuj a konaj podľa pokynov svojho nadriadeného alebo vedúceho oddelenia v spolupráci s členmi protipožiarnych hliadok a skupín záchranárov !  
Vedúci oddelení organizujú a riadia činnosť podľa pokynov krízového manažmentu !

### TIESŇOVÉ VOLANIA:

ZÁCHRANNÁ  
ZDRAVOTNÁ  
SLUŽBA



MESTSKÁ  
POLÍCIA



HASIČSKÝ  
A ZÁCHRANNÝ  
ZBOR



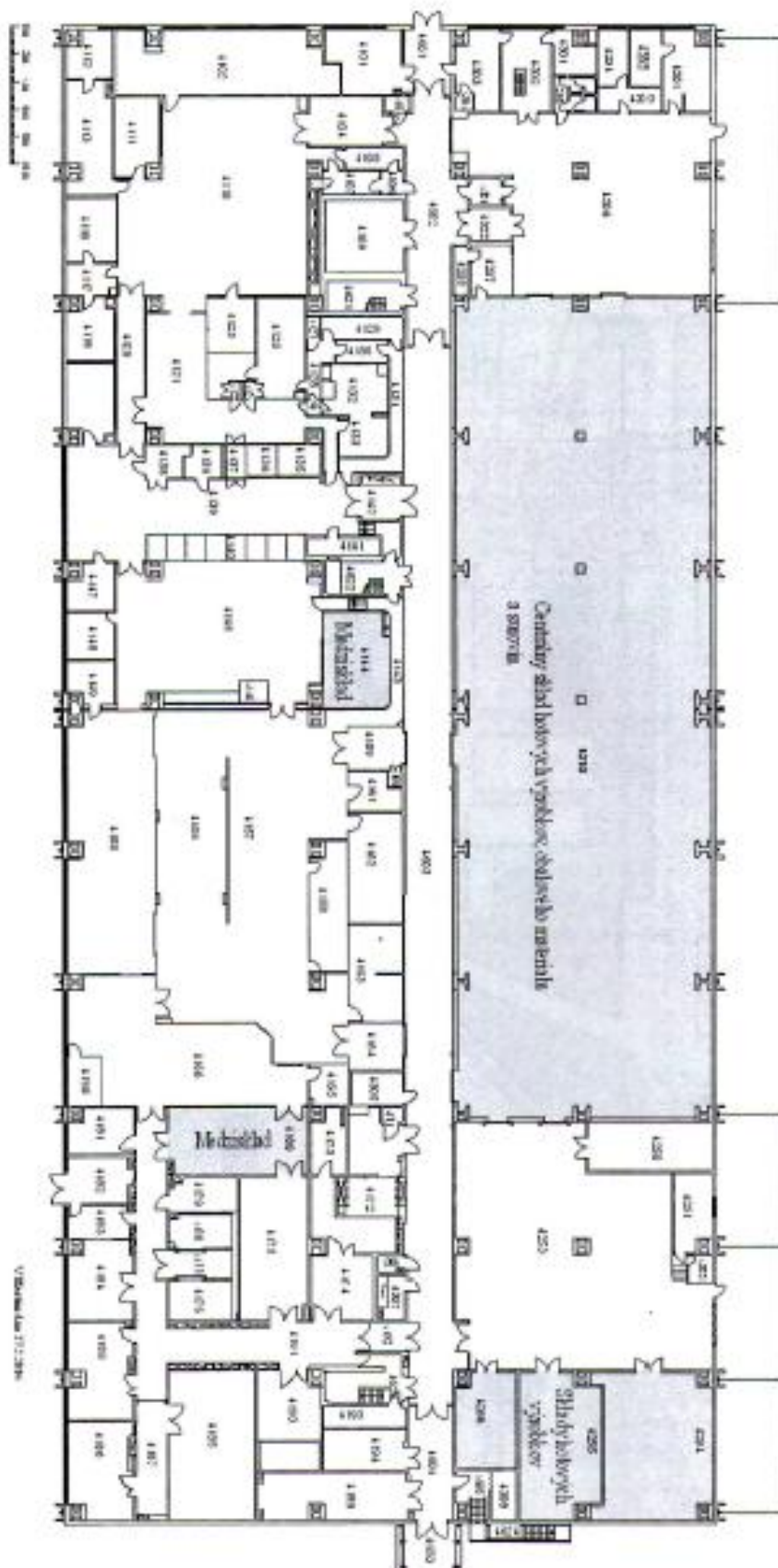
POLÍCIA



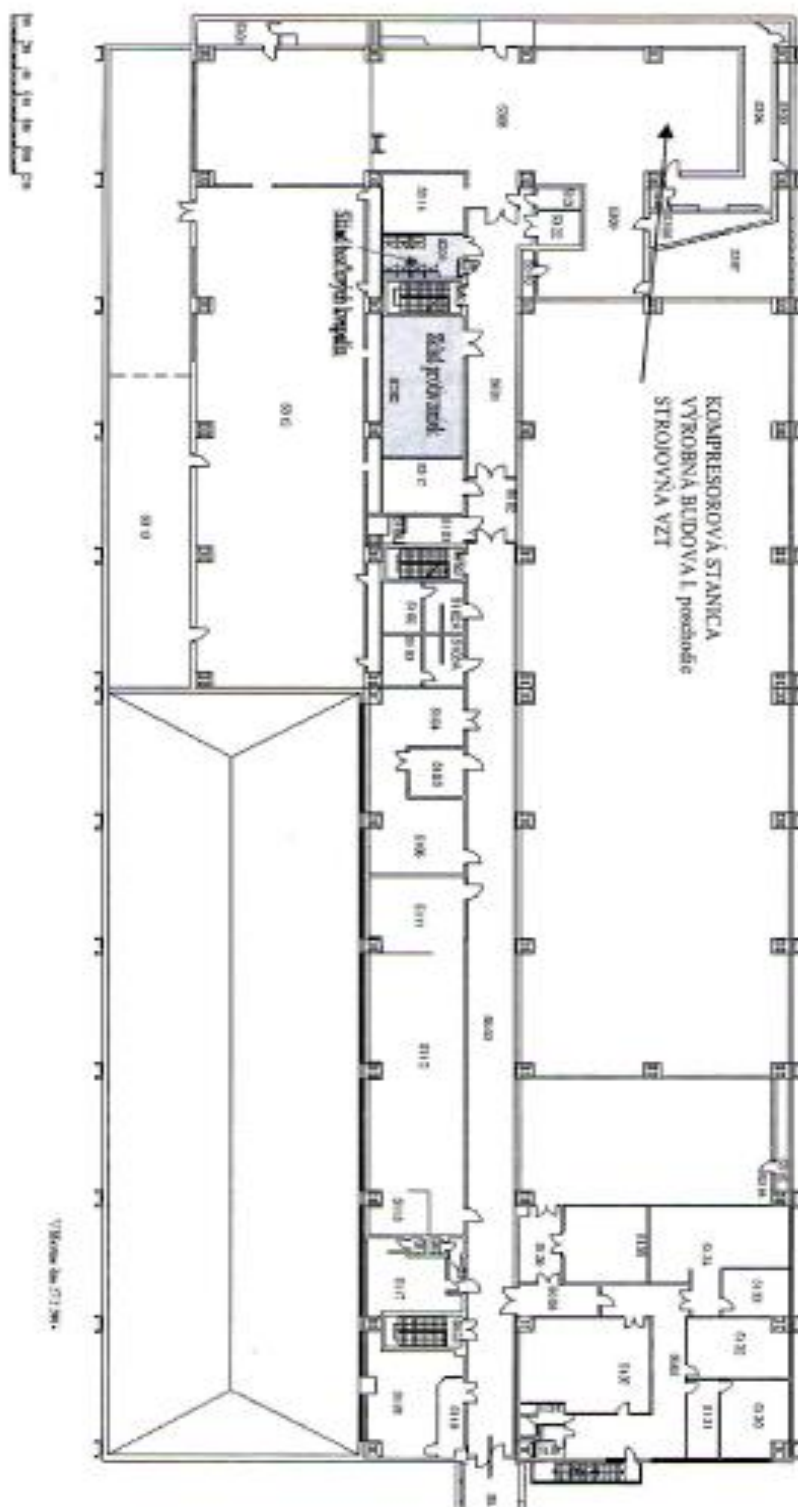
IZS  
INTEGROVANÝ  
ZÁCHRANNÝ  
SYSTÉM



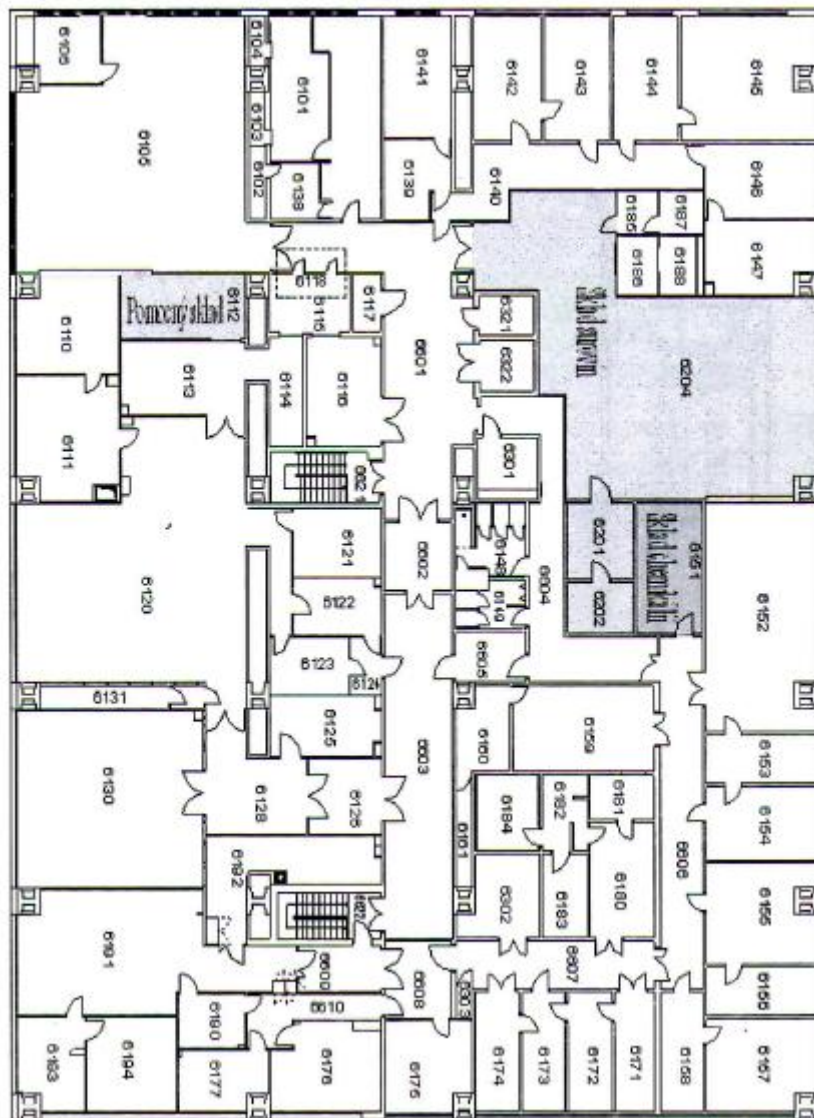
## PRÍLOHA PII: PRÍZEMIE VÝROBNEJ BUDOVY



# PRÍLOHA PIII: I. POSCHODIE VÝROBNEJ BUDOVY



## PRÍLOHA PIV: II.POSCHODIE VÝROBNEJ BUDOVY





# PRÍLOHA PV: BEZPEČNOSTNÝ LIST- DIETHYLÉTER

Název výrobku: **Diethylether**

## 1. Identifikace látky/přípravku a společnosti/podniku

- 1.1 Identifikace látky nebo přípravku:  
Diethylether  
Další názvy látky: éter, ether, etyleter, dietyleter
- 1.2 Použití látky nebo přípravku: pro analytické a průmyslové účely
- 1.3 Identifikace společnosti nebo podniku  
Lach-Ner, s.r.o.  
277 11 Neratovice, Tovární 157  
IČO: 26295474  
Telefon: 315 618 111  
Fax: 315 684 008  
info@lach-ner.com  
Odborně způsobilá osoba zodpovědná za bezpečnostní list:  
email: MSDS@lach-ner.com
- 1.4 Tel. číslo pro naléhavé situace nepřetržitě: 224 919 293, 224 914 575, 224 915 402  
Adresa: Toxikologické informační středisko,  
Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2

## 2. Identifikace nebezpečnosti

Klasifikace látky nebo přípravku: F+ extrémně hořlavý Xn - zdraví škodlivý  
R: 12-19-22-66-67

Nejzávažnější nepříznivé účinky na zdraví člověka při používání látky/přípravku:  
Zdraví škodlivý při požití. Opakovaná expozice může způsobit vysušení nebo popraskání kůže. Vdechování par může způsobit ospalost a závratě.

Nejzávažnější nepříznivé účinky na životní prostředí při používání látky/přípravku:  
Nebezpečí požáru a výbuchu par.

Možné nesprávné použití látky/přípravku: V přítomnosti kyslíku na vzduchu při dlouhém stání nebo působením slunečního světla tvorba ethylperoxidu, nebezpečí spontánního výbuchu! Látka prudce reaguje s oxidačními činidly.

Další údaje: Hořlavá kapalina I. třídy nebezpečnosti. Může vytvářet výbušné peroxidy.

## 3. Složení/informace o složkách

Výrobek obsahuje tyto nebezpečné látky:

Chemický název:	Obsah (v %):	Číslo: CAS ES (EINECS)	Výstražný symbol nebezpečnosti, číslo R-vět čisté látky:
Diethylether C <sub>4</sub> H <sub>10</sub> O; 74,12	100	60-29-7 200-467-2	F+, Xn R: 12-19-22-66-67

## 4. Pokyny pro první pomoc

Všeobecné pokyny: Při zdravotních potížích a i v případě pochybností vyhledejte lékařskou pomoc.  
Při stavech ohrožujících život je třeba provádět resuscitaci:  
postižený nedýchá – je nutné okamžitě provádět umělé dýchání, ne přímo z úst do úst;  
zástava srdce – je nutné okamžitě zahájit nepřímou masáž srdce;  
bezvědomí – je nutné postiženého uložit do stabilizované polohy.  
Dochází-li ke zvracení, udržujte hlavu postiženého v předklonu, aby nedošlo ke vdechnutí zvratků.

Při nadýchání: převést na čerstvý vzduch, příp. provést umělé dýchání

Při styku s kůží: odstranit kontaminovaný oděv, pokožku důkladně omýt vodou a mýdlem

Při zasažení očí: důkladně vypláchnout oči proudem čisté vody, při přetrvávajícím podráždění zajistit ošetření očním lékařem

Při požití: vypláchnout ústa čistou vodou a okamžitě vyhledat lékařskou pomoc; lékaři ukázat obal nebo tento bezpečnostní list

Další údaje: -

<b>Název výrobku: Diethylether</b>	
<b>5. Opatření pro hašení požáru</b>	
Vhodná hasiva:	pěna odolná alkoholu, vodní mlha, tříštěný vodní proud; menší požár: CO <sub>2</sub> , suché prášky
Nevhodná hasiva:	přímý proud vody
Zvláštní nebezpečí:	při požáru vznik dráždivých a toxických plynů; při přímém kontaktu se silně oxidujícími látkami vzniká nebezpečí výbuchu
Speciální ochranné prostředky pro hasiče:	izol. dýchací přístroj, ochranný oblek
Další údaje:	Látka se velmi snadno odpařuje, páry jsou lehce zápalné, tvoří se vzduchem výbušnou směs. Při jejich zapálení se oheň rychle šíří do velkých vzdáleností. V ohroženém prostoru chladit obaly tříštěným vodním proudem. Výparné teplo - 392,37 KJ/kg, měrné teplo - 2320 J/kg.K, spalné teplo - 37,14 MJ/kg
<b>6. Opatření v případě náhodného úniku</b>	
Bezpečnostní opatření pro ochranu osob: Evakuace osob z místa ohrožení; zabránit vdechování par a kontaktu s látkou.	
Bezpečnostní opatření pro ochranu životního prostředí: Využít všech možností k utěsnění místa úniku; zamezit úniku do kanalizace a vodních toků. Pokud k tomu dojde, ihned informovat policii a požárníky. Při natečení do vody plave nejprve na hladině a postupně se v přebytku vody rozpouští. Nad hladinou se mohou tvořit výbušné směsi par se vzduchem.	
Doporučené metody čištění: Látku přečerpat do vhodných obalů, zbytky sorbovat do nehořlavého materiálu (písek, suchá zemina), zajistit větrání; ve vhodných obalech převézt k odborné likvidaci. K úklidu použít nejméně škodlivé nástroje, provést preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny, z dosahu musí být odstraněny všechny zdroje vznícení. Úklid provádět s použitím osobních ochranných pomůcek.	
Další údaje:	Při úniku do volného prostoru se látka ihned odpařuje. Páry tvoří se vzduchem směsí nebezpečné výbuchem, které jsou těžší než vzduch a mohou se při zemi šířit do značných vzdáleností. Vznícení může nastat při styku se žhavými povrchy, jiskrou nebo otevřeným plamenem.
<b>7. Zacházení a skladování</b>	
7.1 Pokyny pro zacházení:	Dodržovat předpisy pro zacházení s nebezpečnými látkami. Postupovat v souladu s předpisy pro hořlavé kapaliny. Zabránit kontaktu látky se silnými oxidačními činidly - nebezpečí výbuchu. Zabránit úniku do životního prostředí. Zajistit řádné odsávání. V blízkosti musí být k dispozici nouzové sprchy a možnost umytí očí.
7.2 Pokyny pro skladování:	Skladovat v krytých, suchých, chladných, větratelných skladech, v době uzavřených obalech, odděleně od silných oxidačních činidel. Zákaz zacházení s otevřeným ohněm a žhavými předměty. Chránit před přímým slunečním světlem. Při dlouhodobém skladování nebezpečí tvorby peroxidů. Vhodné obaly: ocel, slitiny hliníku, tmavé sklo; nevhodné obaly: umělé hmoty, zinek.
<b>8. Omezování expozice/osobní ochranné prostředky</b>	
8.1 Limitní hodnoty expozice	připustný expoziční limit (PEL) 300 mg/m <sup>3</sup> NPK-P 600 mg/m <sup>3</sup> faktor přepočtu na ppm: 0,330
8.2 Omezování expozice	
8.2.1 Omezování expozice pracovníků	
Osobní ochranné pomůcky	
Ochrana dýchacích orgánů:	při nedostatečné ventilaci ochranná maska s filtrem proti org. parám (filtr AX)
Ochrana očí:	ochranné brýle nebo štít
Ochrana rukou:	ochranné rukavice odolné rozpouštědlům při potřísnění - materiál viton, tloušťka vrstvy 0,7 mm, doba iniciace >30min.
Ochrana kůže (tj. celého těla):	ochranný oděv, pracovní obuv
Další údaje:	Při práci nejíst, nepít, nekouřit, po práci nebo při jejím přerušení omýt ruce teplou vodou a mýdlem, příp. ošetřit reparačním krémem.
8.2.2 Omezování expozice životního prostředí:	Zabránit úniku látky do kanalizace, povrchových a podzemních vod



**Název výrobku: Diethylether**

a púdy.

### 9. Fyzikální a chemické vlastnosti

9.1	Obecné informace			
	Skupenství (při 20 °C):	kapalina	Zápach (vůně):	charakteristický, silně nasládlý
	Barva:	bezbarvá		
9.2	Informace z hlediska ochrany zdraví, bezpečnosti a životního prostředí			
	Teplota (rozmezí teplot) tání/tuhnutí (°C):	- 117	Hodnota pH (při °C):	-
	Teplota (rozmezí teplot) varu (°C):	34,6 (1013 hPa)		
	Bod vzplanutí (°C):	-40	Bod vznícení (°C):	není k dispozici
	Hořlavost:	extrémně hořlavá látka	Samozápalnost:	není k dispozici
	Meze výbušnosti:	horní mez (% obj.): 36 dolní mez (% obj.): 1,7		
	Oxidační vlastnosti:	-		
	Tenze par (při °C):	600 hPa (20), 1700 hPa (50)	Hustota (při °C):	0,71 g/cm <sup>3</sup> (20)(voda=1
	Rozpustnost	ve vodě (při °C): 70 g/l - málo rozp. v tucích (při °C): není k dispozici (včetně specifikace oleje): není k dispozici		
	Rozdělovací koeficient n-oktanol/voda:	0,77		
	Viskozita (při °C):	0,23 mPas (20)		
	Hustota par:	není k dispozici		
	Rychlost odpařování:	není k dispozici		
9.3	Další informace			
	Obsah rozpouštědel vyjádřený hmotnostním zlomkem kg/kg produktu:	1		
	Obsah celkového organického uhlíku v kg/kg produktu:	0,65		
	Obsah netěkavých látek vyjádřený v objemových %:	-		


### 10. Stálost a reaktivita




10.1	Podmínky, kterým je třeba zabránit:	teplo, světlo, otevřený oheň, elektrické výboje
10.2	Látky a materiály, kterých je třeba se vyvarovat:	silná oxidační činidla, halogensloučeniny, terpentínový olej
10.3	Nebezpečné produkty rozkladu:	CO, CO <sub>2</sub> , peroxidy
	Další údaje:	lékopisný diethylether je stabilizován přísávkem 0,001 % fenidonu

### 11. Toxikologické informace

Akutní toxicita	
- LD <sub>50</sub> , orálně, potkan (mg.kg <sup>-1</sup> ):	1215 (krysa)
- LD <sub>50</sub> , dermálně, potkan nebo králík (mg.kg <sup>-1</sup> ):	není k dispozici
- LC <sub>50</sub> , inhalačně, potkan, pro aerosoly nebo částice (mg.m <sup>-3</sup> ):	-
- LC <sub>50</sub> , inhalačně, potkan, pro plyny a páry (mg.m <sup>-3</sup> ):	73000 ppm/2h
Akutní účinky:	při nadýchání - pálení v nose a v krku, bolest hlavy, zvracení, malátnost, ztížené dýchání, snížení tělesné teploty, zrychlení tepu, ztráta vědomí při požití - nevolnost, zvracení, stav opilosti, ztráta vědomí; nebezpečí představuje i roztažení žaludku tlakem par kontakt s kůží - slabě dráždí, vysušuje kontakt s očima - podráždění, zčervenání, při vysoké koncentraci par možné poškození očí
Chronické účinky:	žaludeční nevolnost, bolesti hlavy, spavost (vzácněji nespavost), nesnášenlivost alkoholu
Dráždivost:	nevelké dráždivé účinky
Senzibilizace:	častější kontakt může způsobit kožní onemocnění
Mutagenita:	není známa
Toxicita pro reprodukci:	není vyloučena
Další údaje:	RTECS: KI5775000

# PRÍLOHA PVI: BEZPEČNOSTNÍ LIST - METHANOL

	<b>BEZPEČNOSTNÍ LIST</b> podle nařízení (ES) č. 1907/2006 a č.1272/2008	Datum vydání: 16.11.2011
		Strana: 1 / 7

Název výrobku:	<b>METHANOL</b>		
<b>1. Identifikace látky nebo směsi a společnosti/podniku:</b>			
1.1 Chemický název látky/obchodní název směsi:	Methanol Methylalkohol, karbinol, dřevný lih		
1.2 Použití:	Laboratorní chemikálie		
1.3 Identifikace firmy:	MACH CHEMIKÁLIE spol. s r.o. 711 00 Ostrava-Hrušov, Plechanovova 163/19 IČO: 25818104 e-mail: mach-chem@volny.cz	Telefon: Fax: 1.4 Nouzové tel. číslo, adresa: Toxikologické informační středisko, Na Bojišti 1, 128 08 Praha 2	596244841 596244841 224919293, 224914575, 224915402
<b>2. Identifikace nebezpečnosti:</b>			
2.1 Klasifikace látky nebo směsi	Klasifikace podle Nařízení (ES) č.1272/2008 [EU-GHS/CLP] Hořlavé kapaliny (Kategorie 2) Akutní toxicita, Vdechnutí (Kategorie 3) Akutní toxicita, Kožní (Kategorie 3) Akutní toxicita, Orálně (Kategorie 3) Toxicita pro specifické cílové orgány - jednorázová expozice (Kategorie 1)		
Klasifikace podle směrnice EU 67/548/EHS nebo 1999/45/ES	Vysoce hořlavý. Toxický při vdechování, styku s kůží a při požití. Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití.		
2.2 obsah štítku	Značení podle Nařízení (ES) č.1272/2008 [CLP]		
			
Piktogram		Nebezpečí	
Signálním slovem			
Rizikové věty	H225 Vysoce hořlavá kapalina a páry. H301 Toxický při požití. H311 Toxický při styku s kůží. H331 Toxický při vdechování. H370 Způsobuje poškození orgánů.		
Bezpečnostní oznámení	P210 Chráňte před teplem/jiskrami/otevřeným plamenem/horkými povrchy. - Zákaz kouření. P260 Nevdechujte prach/ dým/ plyn/ mlhu/ páry/ aerosoly. P280 Používejte ochranné rukavice/ ochranný oděv. P301 + P310 PŘI POŽITÍ: Okamžitě volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO nebo lékaře.		

Název výrobku:	<b>METHANOL</b>
	<p>P311 Volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO nebo lékaře. Doplňkové údaje o nebezpečí žádný</p> <p><b>Podle evropské směrnice 67/548/EHS ve smyslu pozdějšího znění a doplňků.</b> Symboly nebezpečnosti F – vysoce hořlavý T - toxický R-věty R11 Vysoce hořlavý. R23/24/25 Toxický při vdechování, styku s kůží a při požití. R39/23/24/25 Toxický: nebezpečí velmi vážných nevratných účinků při vdechování, styku s kůží a při požití. S-věty S 7 Uchovávejte obal těsně uzavřený. S16 Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení - Zákaz kouření. S36/37 Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné rukavice. S45 V případě nehody, nebo necítíte-li se dobře, okamžitě vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možno, ukažte toto označení). 2.3 jiná rizika - žádný</p>
3.	<p><b>Údaje o složení látky nebo směsi:</b></p> <p>3.1 Methanol , vzorec CH<sub>3</sub>OH, mol. hm. 32,04 g/mol Č. CAS: 67-56-1 Č. ES: 200-659-6 Č. indexu 603-001-00-X</p>
4.	<p><b>Pokyny pro první pomoc:</b></p> <p><b>4.1 Popis první pomoci</b> Všeobecné pokyny Konzultujte s lékařem. Ošetřujícímu lékaři předložte tento bezpečnostní list. <b>Při vdechnutí</b> Při nadýchání dopravte postiženého na čerstvý vzduch. Pokud postižený nedýchá, provádějte umělé dýchání. Konzultujte s lékařem. <b>Při styku s kůží</b> Omývejte mýdlem a velkým množstvím vody. Postiženého ihned dopravte do nemocnice. Konzultujte s lékařem. <b>Při styku s očima</b> Nejméně 15 minut pečlivě vyplachujte velkým množstvím vody a konzultujte s lékařem. <b>Při požití</b> NEVYVOLÁVEJTE zvracení. Osobám v bezvědomí nikdy nepodávejte nic ústy. Vypláchněte ústa vodou. Konzultujte s lékařem. <b>4.2 Nejdůležitější akutní a opožděné symptomy a účinky</b> Methanol může po požití způsobit smrt nebo oslepnutí., Nemůže být detoxikován., Požití může vést k následkům jako: Nevolnost, Bolesti hlavy, Zvracení, Gastrointestinální poruchy, Závrat, Slabost, Zmatenost., Ospalost, Bezvědomí, Může vyvolat křeče. <b>4.3 Jsou potřebné údaje o neodkladném lékařském ošetření a speciálním léčení</b> data neudána</p>
5.	<p><b>Opatření pro hasební zásah:</b></p>

Název výrobku:	<b>METHANOL</b>
5.1	<p><b>Hasiva</b>  <b>Vhodná hasiva</b>  Použijte proud vody, pěnu vhodnou k hašení alkoholu, práškový hasicí prostředek nebo oxid uhličitý.</p> <p><b>5.2 Zvláštní rizika vyplývající z látky nebo směsi</b>  Oxidy uhlíku.</p> <p><b>5.3 Pokyny pro hasiče</b>  Při požáru použijte v případě nutnosti izolační dýchací přístroj.</p> <p><b>5.4 Další informace</b>  Neotevřené kontejnery je možno ochlazovat rozprašováním vody.</p>
6.	<p><b>Opatření v případě náhodného úniku:</b></p> <p><b>6.1 Opatření na ochranu osob, ochranné prostředky a nouzové postupy</b>  Použijte zařízení k ochraně dýchacího traktu. Zabraňte šíření plynu/mlhy/par tekutiny. Zajistěte přiměřené větrání. Odstraňte všechny zápalné zdroje. Personál odveďte do bezpečí. Zabraňte vzniku výbušné koncentrace nahromaděním par. Páry se mohou shromažďovat v níže položených místech.</p> <p><b>6.2 Opatření na ochranu životního prostředí</b>  Zabraňte dalšímu unikání nebo rozliti, není-li to spojeno s rizikem. Nenechtejте vniknout do kanalizace.</p> <p><b>6.3 Metody a materiál pro omezení úniku a pro čištění</b>  Seberte uniknuvší materiál vysavačem v nevybušném provedení nebo mokrým kartáčem a uložte do obalu k likvidaci podle místních / národních předpisů (viz oddíl 13).</p> <p><b>6.4 Odkaz na jiné oddíly</b>  Zneškodnit podle kapitoly 13.</p>
7.	<p><b>Pokyny pro zacházení a skladování:</b></p> <p><b>7.1 Opatření pro bezpečné zacházení</b>  Zamezte styku s kůží a očima. Nevdechujte páry ani mlhu.  Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení - Zákaz kouření. Zabezpečte proti vzniku elektrostatických nábojů.</p> <p><b>7.2 Podmínky pro bezpečné skladování látek a směsí včetně neslučitelných látek a směsí</b>  Skladujte na chladném místě. Nádoby skladujte dobře uzavřené na suchém, dobře větraném místě. Otevřené obaly musí být pečlivě uzavřeny a ponechávány ve svislé poloze, aby nedošlo k úniku.</p> <p><b>7.3 Specifické konečné/specifická konečná použití</b>  data neudána</p>
8.	<p><b>Kontrola expozice a ochrana osob:</b></p> <p><b>8.1 Kontrolní parametry</b>  Složky s parametry pro kontrolu pracoviště  Methanol, CAS 67-56-1, PEL 250 mg/m<sup>3</sup>, NPK-P 1000 mg/m<sup>3</sup>.  Při expozici se významně uplatňuje pronikání látky kůží.</p> <p><b>8.2 Omezování expozice</b>  <b>Vhodné technické kontroly</b>  Zabraňte potřísnění pokožky a oděvu a vniknutí do očí. Dodržujte bezpečnostní předpisy pro manipulaci s chemikáliemi. Před pracovní přestávkou a po skončení práce si umyjte ruce.</p> <p><b>Osobní ochranné prostředky</b>  <b>Ochrana očí/obličeje</b>  Ochranný štít na obličej a bezpečnostní brýle. Použijte zařízení na ochranu očí testované a schválené příslušnými státními normami jako NIOSH (US) nebo EN 166(EU).</p> <p><b>Ochrana kůže</b>  Používejte ochranné rukavice. Rukavice je nutno před použitím prohlédnout. Používejte správnou</p>