

# **Postavenie simulácie a modelovania v oblasti informačnej podpory krízového riadenia vybraného subjektu**

Bc. Monika Kašubová

---

Diplomová práca  
2014



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky

---

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně  
Fakulta aplikované informatiky  
akademický rok: 2013/2014

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Monika Kašubová**  
Osobní číslo: **A12309**  
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**  
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**  
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Postavení simulace a modelování v oblasti  
informační podpory krizového řízení vybraného  
subjektu**

Téma anglicky: **The Position of Simulation and Modeling in the Field of the  
Information Support of the Crisis Management of a Selected Subject**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na téma krizové řízení.
2. Pojednejte o obecných principech modelování a simulace.
3. Diskutujte o SW podpoře modelování a simulace.
4. Analyzujte současný stav využívání modelování a simulace pro podporu krizového řízení ve vybraném subjektu.
5. Navrhněte konkrétní využití modelování a simulace pro podporu krizového řízení ve vybraném subjektu na praktickém příkladě.

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

1. BERNATÍK, Aleš. Prevence závažných havárií I. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006, 86 s. ISBN 80-866-3489-2. Dostupné z: <http://www.fbi.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/fbi/040/cs/sys/resource/PDF/skripta-PZH-I.pdf>.
2. BERNATÍK, Aleš. Prevence závažných havárií II. 1. vyd. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2006, 104 s. ISBN 80-866-3490-6. Dostupné z: <http://www.fbi.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/fbi/040/cs/sys/resource/PDF/skripta-PZH-II.pdf>.
3. HORÁK, Rudolf. Průvodce krizovým plánováním pro veřejnou správu. 1. vyd. Praha: Linde Praha, 2011. ISBN 978-80-7201-827-7.
4. PALEČEK, Miloš. Prevence rizik. 1. vyd. Praha: Oeconomica, 2006. ISBN 80-245-1117-7.
5. BABINEC, F., Management rizika, Loss Prevention and Safety Promotion, Brno 2005.
6. HORÁK, Rudolf a Josef KELLER. UNIVERZITA OBRANY. FAKULTA EKONOMIKY A MANAGEMENTU. Bezpečnost státu a ochrana obyvatelstva. Brno: Univerzita obrany, 2005. ISBN 80-7231-013-5.

Vedoucí diplomové práce:

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

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

**7. února 2014**

Termín odevzdání diplomové práce:

**27. května 2014**

Ve Zlíně dne 7. února 2014

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



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

## **ABSTRAKT**

Cieľom tejto diplomovej práce je poukázať na dôležitosť a význam simulácie a modelovania v oblasti krízového riadenia. A to ako v čase vzniku mimoriadnej udalosti, tak ako možnosť prevencie, minimalizácie škôd alebo ako cestu k odvráteniu samotnej neželanej udalosti. Práca pojednáva o možnostiach softwarového riešenia modelovania a simulácie úniku nebezpečných chemických látok, ktoré ohrozujú životy, zdravie a majetok obyvateľstva, zvieratá a životné prostredie. Ďalej sa práca venuje analýze rizík a stručne legislatíve. V praktickej časti je práca zameraná na použitie simulačného a modelovacieho programu T-Soft TerEx v prostredí vybraného subjektu s výstupom vlastnej simulácie. Výstup tejto práce posluží ako príloha bezpečnostnej dokumentácie vybraného subjektu.

Kľúčové slová:

Krízové riadenie, krízové plánovanie, mimoriadna udalosť, legislatíva, analýza rizík, modelovanie, simulácia.

## **ABSTRACT**

The aim of this thesis is to highlight the importance and significance of simulation and modeling in the field of crisis management. On the time of incident, as the possibility of prevention, harm reduction, or as a way to avert unwanted event. This thesis discusses with the possibilities of software solutions for modeling and simulation of leakage of dangerous chemicals that threaten the lives, health and property of people, animals and the environment. In addition, the thesis is devoted to risk analysis and briefly legislation. In the practical part of thesis is focused on the use of simulation and modeling program the T-Soft TerEx in a selected subject with own simulations output. The output of this work will serve as a selected subject safety documentation supplement.

Keywords:

Crisis management, Emergency planning, Incident, Legislation, Risk analysis, Modeling, Simulation.

Touto cestou by som rada poďakovala všetkým, ktorí spolupracovali na vzniku tejto práce, všetkým ktorí mi vytvorili podmienky a priestor k jej vyhotoveniu. Poďakovanie patrí vedúcemu práce, Ing. Martinovi Hromadovi Ph.D., za odborné rady, ochotu, vedenie pri práci a poskytnutie softwaru. Ďakujem tiež pánovi Ing. Ivanovi Kebískovi za jeho čas a poskytnutie informácií.

Osobné poďakovanie patrí celej mojej najbližšej rodine a môjmu priateľovi Peťovi za jeho podporu a porozumenie.

**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>9</b>
<b>I TEORETICKÁ ČÁST</b> .....	<b>10</b>
<b>1 KRÍZOVÉ RIADENIE</b> .....	<b>11</b>
1.1 ZÁKLADNÉ POJMY .....	11
1.2 PRÁVNY RÁMEC KRÍZOVÉHO RIADENIA .....	18
1.2.1 Zákon č. 387/2002 Z. z. o krízovom riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu .....	18
1.2.2 Zákon č. 129/2002 Z. z. o integrovanom záchrannom systéme .....	19
1.2.3 Zákon č. 261/2000 Z. z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov .....	20
<b>2 ANALÝZA RIZÍK</b> .....	<b>23</b>
2.1 IDENTIFIKÁCIA A KLASIFIKÁCIA NEBEZPEČIA .....	23
<b>3 ZÁKLADNÉ METÓDY PRE STANOVENIE A HODNOTENIE RIZÍK</b> .....	<b>26</b>
3.1 CHECK LIST (KONTROLNÝ ZOZNAM).....	26
3.2 WHAT – IF ANALYSIS (ANALÝZA TOHO, ČO SA STANE AK).....	27
3.3 PRELIMINARY HAZARD ANALYSIS – PHA (PREDBEŽNÁ ANALÝZA OHROZENIA) .....	27
3.4 HAZARD OPERATION PROCESS – HAZOP (ANALÝZA OHROZENIA A PREVÁDZKYSCHOPNOSTI) .....	28
3.5 FAULT TREE ANALYSIS – FTA (ANALÝZA STROMU PORÚCH).....	29
3.6 FAILURE MODE AND EFFECT ANALYSIS – FMEA (ANALÝZA ZLYHANÍ A ICH DOPADOV) .....	29
<b>4 INFORMAČNÁ PODPORA KRÍZOVÉHO RIADENIA</b> .....	<b>31</b>
4.1 MODELOVANIE.....	31
4.2 SIMULÁCIA .....	32
4.3 SW PODPORA MODELOVANIA KRÍZOVÝCH SITUÁCIÍ .....	33
4.3.1 TerEx .....	34
4.3.2 Aloha .....	36
4.3.3 POSIM.....	37
4.3.4 NBC-Analysis .....	38
4.3.5 Rozex Alarm .....	38
4.3.6 Vlna .....	39
4.3.7 XVR .....	39
4.3.8 RISKAN .....	39
<b>II PRAKTICKÁ ČÁST</b> .....	<b>41</b>
<b>5 ANALÝZA SÚČASNEJ SITUÁCIE VYUŽITIE MODELOVANIA A SIMULÁCIE V KRÍZOVOM RIADENÍ</b> .....	<b>42</b>
5.1 HISTÓRIA A CHARAKTERISTIKA FIRMY CEMMAC, A.S., HORNÉ SRNIE .....	42
5.2 TECHNOLOGICKÝ POSTUP VÝROBY CEMENTU .....	45
5.3 BEZPEČNOSTNÁ DOKUMENTÁCIA A VYUŽITIE SIMULÁCIE A MODELOVANIA VO VYBRANOM SUBJEKTE.....	46
<b>6 NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY A ICH SKLADOVANIE V CEMMAC, A.S.</b> .....	<b>50</b>

6.1	VYBRANÝ OBJEKT – SKLAD TRHAVÍN .....	50
6.1.1	Popis prostredia skladu .....	50
6.1.2	Popis nebezpečnej chemickej látky – zdroj rizika .....	51
6.2	VYBRANÝ PROGRAM – TEREX .....	53
<b>7</b>	<b>ANALÝZA MOŽNEJ MIMORIADNEJ UDALOSTI – ANALÝZA STROMU PORÚCH .....</b>	<b>55</b>
<b>8</b>	<b>MODELOVANIE A SIMULÁCIA ZVOLENEJ MIMORIADNEJ UDALOSTI.....</b>	<b>57</b>
	<b>ZÁVĚR .....</b>	<b>63</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....</b>	<b>64</b>
	<b>SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....</b>	<b>66</b>
	<b>SEZNAM OBRÁZKŮ .....</b>	<b>67</b>
	<b>SEZNAM TABULEK.....</b>	<b>68</b>
	<b>SEZNAM PŘÍLOH.....</b>	<b>69</b>



## ÚVOD

V snahe za zjednodušením, urýchlením, zmodernizovaním, prepojením a zmultifunkčnením technológií a systémov akéhokoľvek druhu, žijeme v dobe kedy všetko od všetkého závisí a čo i len banálny problém rázom vyvolá synergický efekt, či známejší domino efekt. Nič nestíhame, všade sa ponáhľame, nemáme čas na záujmy, trpíme depresiami, sme unavení, žijeme v nepokoji, neistote ďalšieho dňa. Toto všetko sú faktory, ktoré môžu prispieť k vzniku mimoriadnej udalosti, či k radikalizácii prejavov človeka voči spoločenskému systému. Je známe, že príčinou až 80% havárií bol ľudský faktor. No nie len ľudský faktor môže byť takouto príčinou. Podporu krízového riadenia za pomoci informačnej podpory možno vnímať v dnešnej dobe ako nevyhnutnosť, ktorej absencia môže byť v danej vzniknutej situácii kľúčová.

Téma diplomovej práce bola vybraná z dôvodu poukázania na dôležitosť použitia informačnej podpory akou je simulácia a modelovanie úniku nebezpečných látok. Obsahom teoretickej časti práce je zhrnutie doterajších poznatkov z oblasti krízového riadenia a jeho informačnej podpore v legislatíve Slovenskej republiky. Časť zaoberajúca sa legislatívou pojednáva aj o hierarchii a možnostiach pôsobenia jednotlivých orgánov krízového riadenia. Samotné krízové riadenie vyžaduje schopnosť odhaliť a poznať riziko. K eliminácii dôsledku je nutné poznať príčinu. Tejto problematike sa venuje ďalšia časť tejto práce, ktorá skúma princípy analýzy rizík, resp. najčastejších metód riadenia rizika. Ďalšia kapitola pojednáva o oblasti informačnej podpory, stručne popisuje princípy modelovania a simulácie. Popísané sú aj najznámejšie softwarové nástroje, ktoré sú zamerané na modelovanie a simulácie únikov či havárií.

Úvod praktickej časti analyzuje súčasnú situáciu a využitie modelovania a simulácie. Pre tieto účely bola vybraná firma Cemmac, a.s. so sídlom v Hornom Srní, ktorá sa zameriava na výrobu cementu. A to od samotnej ťažby surovín až po balenie a dopravu. Na základe možností bude zanalyzovaný súčasný stav bezpečnosti a využitie modelovacích nástrojov ako podpory krízového riadenia v čase vzniku mimoriadnej udalosti. Zvážením možných rizík budú vybrané dve, ktoré budú následne spracované v programe TerEx, výsledky prejdú zhodnotením, prípadne navrhmy optimálnych riešení. V prípade potreby a záujmu, výsledné podklady môžu slúžiť ako súčasť podnikovej bezpečnostnej dokumentácie.

## **I. TEORETICKÁ ČASŤ**

## 1 KRÍZOVÉ RIADENIE

Na subjekty, či už majú tieto subjekty súkromný charakter, teda sa jedná o súkromné firmy, výrobné závody, rôzne pracoviská a pod., alebo sa jedná o subjekty, ktoré patria do vlastníctva štátu a ich chod zabezpečuje štát, pôsobia rôzne nepriaznivé vplyvy, ktoré môžu narúšať plynulý a hlavne bezpečný chod organizácie a štátu. Tieto vplyvy následne vytvárajú mimoriadne situácie, ktoré je nutné riešiť ihneď, pretože môžu ohroziť zdravie a životy ľudí, zvierat a majetok, taktiež môžu významným spôsobom ovplyvniť životné prostredie.

Práve v spôsobe riadenia udalostí je zásadný rozdiel medzi obyčajným riadením a tým krízovým, nakoľko pri krízovom riadení nikdy presne nevieme, ako sa krízový stav a situácia celkovo vyvinie. Aj keď existujú rôzne metódy a softwarové aplikácie, ktoré nám dokážu predpovedať následný vývoj krízovej situácie, vždy sa môže stať, že sa krízová situácia vyvinie inak alebo aspoň s malými odchýlkami a je nutné tento stav pohotovo a účinne riešiť.

Krízové riadenie je v dnešnej dobe žiadané omnoho viac ako tomu bolo v minulosti. Tento stav je spôsobený hlavne tým, že okrem „klasických hrozieb“, ako sú napríklad povodne alebo iné mimoriadne udalosti spôsobené prírodou, vznikli aj hrozby nové, medzi ktoré jednoznačne patrí možnosť teroristického útoku alebo priemyselnej havárie. Spoločnosť je čoraz viac závislá na technológiách a technologické procesy sú navzájom rôznymi spôsobmi prepojené. Práve toto prepojenie ešte zvyšuje možnosť vzniku mimoriadnej udalosti.

Jednotlivé technologické procesy spolu nie len že súvisia, ale sú na seba naviazané. Preto ak vznikne jedna mimoriadna udalosť v prvom procese, v druhom, naviazanom procese, môže vzniknúť ďalšia mimoriadna udalosť atď. Práve z dôvodu možného ohrozenia subjektu a v súvislosti s potrebou zvládnutia danej situácie, je potrebné aplikovať krízové riadenie s využitím vhodnej informačnej podpory krízového riadenia.

### 1.1 Základné pojmy

Pre lepšie pochopenie danej problematiky si definujeme niektoré vybrané základné pojmy, ktoré sa najčastejšie spájajú s problematikou krízového riadenia. Správnym pochopením predídeme možným nedorozumeniam v rámci riešenia vybraných krízových situácií. Na

každý z pojmov existuje hneď niekoľko definícií, pri čom každá má rovnaký základ a drobné odlišnosti sa odvíjajú napríklad od odboru v ktorom sa s daným termínom práve stretávame.

### **Krízové riadenie**

Predstavuje súhrn činností vecne príslušných inštitúcií určených na analýzu bezpečnostných rizík a ohrození, na monitorovanie rizikových činiteľov, na prevenciu vzniku krízových situácií a na plánovanie, organizovanie, uskutočňovanie a kontrolu činností určených na vytváranie podmienok a na samotné riešenie krízových situácií. Na vysvetlenie termínu krízový manažment v nižších právnych normách je možné využiť podrobnejšie definície. [1]

### **Krízový manažment**

Je interdisciplinárnym vedným odborom, ktorý sa zaoberá riadením ako cieľavedomou činnosťou ľudí, a jeho poslaním je vytvoriť metodológiu riadenia s dôrazom na dosiahnutie efektívnosti tejto činnosti vo vzťahu k vytýčenému cieľu, t. j. ochrane života a zdravia obyvateľstva, majetku a životného prostredia pred účinkami kríz a počas ich prekonávania. Zároveň je to druh činnosti alebo sústava aktivít, ktorými manažéri dosahujú uvedený cieľ. Má koordinačný charakter, zjednocuje a usmerňuje ľudí rôznych profesií. V neposlednom rade je krízový manažment riadiacou činnosťou ľudí, ktorí plnia manažérske funkcie v špecifickom prostredí odlišnom od bežného administratívno-správneho a výrobného prostredia. Je to umenie vedieť riešiť konkrétne krízové javy a voliť zodpovedajúce prístupy v konkrétnych podmienkach a prostredí. [2]

Krízové riadenie je vymedzené pojmom, ktorý má právny podklad v zákone 387/2002 Z. z. o riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu. Zákon hovorí, že sa jedná o *súhrn riadiacich činností, ktoré sa zameriavajú na analýzu a vyhodnotenie bezpečnostných rizík a ohrození a taktiež sa zaoberajú plánovaním, prevenciou, organizovaním, realizáciou a kontrolou činností vykonávaných pri príprave na krízové situácie a pri ich riešení.*[3]

### **Krízový štáb**

Tento termín je opäť definovaný priamo v zákone 387/2002 Z. z. o riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu, ako výkonný orgán orgánov krízového riadenia. Jeho úlohou je analyzovať riziká vzniknutej krízovej situácie a

následne navrhovať opatrenia, ktoré budú účinné na riešenie, a ktoré budú koordinovať činnosť všetkých zasahujúcich zložiek, v dobe pôsobenia krízovej situácie.

Krízový štáb je teda výkonným prvkom krízového riadenia vytvorený štatutárnym zástupcom orgánu verejnej moci alebo právnickej osoby z rozhodujúcich vedúcich zamestnancov, pracovníkov krízového manažmentu a prípadne ďalších prizvaných odborníkov na analýzu rizík, prevenciu vzniku krízových situácií a na ich riešenie a z administratívno-technických podmienok a prostriedkov vytvorených na jeho činnosť. [4]

### **Krízová situácia**

Zákon 387/2002 Z. z. o riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu definuje toto slovné spojenie ako obdobie, počas ktorého je bezprostredne ohrozená alebo narušená bezpečnosť štátu a ústavné orgány môžu po splnení podmienok, ktoré sú dané v ústavnom alebo inom zákone, vyhlásiť na riešenie takejto situácie výnimočný stav, núdzový stav alebo mimoriadnu situáciu.

Krízovou situáciou teda rozumieme časovo a priestorovo vymedzený alebo ohraničený priebeh javov a procesov po narušení rovnovážneho stavu spoločenských, prírodných a technologických systémov a procesov, ktoré ohrozujú životy ľudí, životné prostredie, ekonomiku, duchovné a hmotné hodnoty štátu alebo regiónu a jeho obyvateľov a môže sa narušiť fungovanie inštitúcií verejnej moci.

Na podporu riešenia krízovej situácie sú uplatňované nástroje krízového riadenia vrátane vyhlásenia krízového stavu v zmysle ústavného zákona č. 227/2002 Z. z. o bezpečnosti štátu v čase vojny, vojnového stavu, výnimočného stavu a núdzového stavu. [1]

### **Krízové plánovanie**

Je jedným z nevyhnutných predpokladov na dosiahnutie požadovanej miery bezpečnosti a tým aj pripravenosti na riešenie krízových situácií. Cieľom krízového plánovania je v závislosti od ekonomických možností spracovateľa zabezpečiť dostatočné zdroje, ako aj sily a prostriedky na riešenie vzniknutých krízových situácií. Na druhej strane stanovuje účinné metódy, nástroje a postupy, ktoré je možné využiť na riešenie konkrétnych krízových situácií a odstraňovanie ich negatívnych dopadov na spoločnosť. Na dosiahnutie tohto cieľa využíva krízový manažment v procese krízového plánovania variabilný súbor postupov, metód a väzieb medzi nimi, ktoré spoluvytvárajú funkčný, usporiadaný systém

s pružnými štruktúrami plánovania. Systém vychádza z využitia štandardných postupov, ktoré sú doplnené špecifickými, využívanými len v podmienkach krízového plánovania.

Krízové plánovanie v Slovenskej republike je možné zo systémového pohľadu členiť na obranné plánovanie, civilné núdzové plánovanie a havarijné plánovania. [5]

### **Krízový plán**

Krízový plán je špecifický dokument obsahujúci opatrenia pre zvládnutie mimoriadnych udalostí, ktoré môžu nastať. Stanovuje metódy a postupy pre riešenie mimoriadnej udalosti, ale aj možné dopady na obyvateľstvo a životné prostredie. Hlavným cieľom krízového plánu je v čo najväčšej možnej miere popísať konkrétne hroziace riziká a vypracovať postupy, ktoré by zabránili vzniku mimoriadnej udalosti, prípadne obmedzili určitými postupmi dôsledky tak, aby bol dopad pre obyvateľstvo, životné prostredie a škody na majetku čo najmenší. [6]

V rámci krízového plánovania sa spracúvajú:

- havarijný plán:

-havarijný plán subjektu, ktorý je potenciálnym ohrozovateľom okolia,

-havarijný plán objektu (obce, regiónu), ktorá je ohrozeným objektom na svojom území, prípadne v okolí,

- krízový plán:

-krízový plán subjektu hospodárskej mobilizácie,

-krízový plán záchranej jednotky,

-krízový plán podnikateľského subjektu. [5]

### **Krízový informačný systém**

Súbor technických prostriedkov, programových nástrojov, údajov, dát a opatrení vrátane personálneho zabezpečenia určený na podporu rozhodovacieho procesu a komunikáciu krízového manažmentu a na monitorovanie krízových činiteľov, vyrozumenie a varovanie obyvateľstva a právnických osôb. [6]

### Mimoriadna udalost'

Predstavuje škodlivé pôsobenie síl a javov vyvolaných činnosťou človeka, prírodnými vplyvmi, a tiež havárie, ktoré ohrozujú život, zdravie, majetok alebo životné prostredie a vyžadujú výkon záchranných a likvidačných prác. [6]

Typy mimoriadnych udalostí:

- Živelné pohromy

- povodne, záplavy, prietrže mračien a krupobitia,
- snehové kalamity, lavíny a rozsiahle námrazy,
- zosuvy pôdy, zemetrasenia, požiare a víchrice.

- Havárie

- výbuchy a požiare,
- úniky chemických látok, rádioaktívnych látok, ropných produktov a iných nebezpečných látok s následným kontaminovaním územia, ovzdušia, vodných tokov, zdrojov pitnej vody, podzemných vôd,
- poškodenie vedení rozvodných sietí, ich zariadení a diaľkových vedení médií (diaľkovodov).

- Katastrofy

- rozsiahle dopravné havárie - veľké letecké, železničné, lodné a cestné nehody spojené s požiarimi, prípadne s únikom nebezpečných látok (napr. únik amoniaku /čpavku z chladiaceho zariadenia, a pod.),
- nebezpečenstvo rádioaktívneho zamorenia po havárii jadrových zariadení, nehody pri preprave alebo pri nesprávnom uložení rádioaktívneho materiálu,
- rozrušenie vodohospodárskych diel,
- epidémie nákazlivých ochorení ľudí a zvierat (napr. salmonelóza, prasačí mor atď.),
- nedostatok vody a dôležitých potravín.

- Iné

- anonymné oznámenie (uloženie bomby, trhavín, použitie nebezpečných látok a pod.),
- obdržanie podozrivej zásielky (list, balíček),

- teroristická akcia (použitie strelných zbraní a výbušnín),
- zosuv časti rodinné domu,
- premnoženie škodlivého hmyzu. [6]

Táto udalosť môže byť zapríčinená aj úmyselným konaním človeka.

### **Krízový stav**

V prípade krízového stavu hovoríme o krízovej situácii, ktorá si z hľadiska legislatívy vyžaduje činnosť orgánov krízového riadenia a realizáciu opatrení k eliminácii tejto situácie. Pre potreby „civilných“ krízových situácií sú legislatívne upravené tzv. krízové stavy, vyhlasované buď orgánmi krízového riadenia alebo ich predstaviteľmi. [6]

#### Rozoznávame:

### **Stav nebezpečia**

Býva vyhlásený v prípade živelných pohrôm, ekologických alebo priemyselných havárií, nehôd alebo iného nebezpečia ohrozujúceho životy, zdravie alebo majetok občanov či životné prostredie. Vyhlasuje ho prednosta krajského úradu, najviac na 30 dní. Ak ohrozenie nie je možné odvrátiť v rámci stavu nebezpečia, môže hejtman požiadať vládu o vyhlásenie núdzového stavu. [6]

### **Núdzový stav**

Tento druh krízového stavu vyhlasuje vláda SR, prípadne predseda vlády SR v prípade živelných pohrôm, ekologických alebo priemyslových havárií, nehôd alebo inom nebezpečí, ktoré v značnom rozsahu ohrozuje životy, zdravie, alebo majetkové hodnoty, alebo vnútorný poriadok a bezpečnosť. Je možné ho vyhlásiť taktiež pri vyslaní vojenskej misie do zahraničia. Do 60 dní schvaľuje vláda, nad 60 dní parlament. [6]

### **Stav ohrozenia štátu**

Stav ohrozenia štátu môže na návrh vlády vyhlásiť parlament, ak je bezprostredne ohrozená zvrchovanosť štátu alebo územná celistvosť štátu alebo jeho demokratické základy. K prijatiu uzneseniu o vyhlásení stavu ohrozenia štátu je potrebný súhlas nadpolovičnej väčšiny všetkých poslancov. Stav ohrozenia štátu má striktné politický charakter. [6]



## Havária

Rozumieme mimoriadna, čiastočne, alebo úplne neovládateľná časovo a priestorovo ohraničená udalosť, napríklad závažný únik toxického látky, požiar, alebo výbuch, ktorá vznikla alebo jej vznik bezprostredne hrozí v súvislosti s užívaním objektu alebo zariadením, v ktorom sa nebezpečná látka vyrába, spracováva, používa, prepravuje alebo je skladovaná, a vedie k vážnemu ohrozeniu alebo k vážnemu dopadu na životy a zdravie ľudí, hospodárskych zvierat a životné prostredie alebo k újme na majetku.

Najčastejšie príčiny vzniku havárie s únikom nebezpečnej látky:

- Ľudský faktor – nedodržovanie pracovných postupov, zásad bezpečnosti a ochrany zdravia pri práci, zásad bezpečnosti cestnej premávky, zásad prepravy nebezpečných látok, únava, nevhodná oprava alebo údržba, komunikačné chyby, organizačné nedostatky a iné.
- Technické príčiny – porucha dopravného prostriedku či prepravného zariadenia, bezpečnostných opatrení, riadiacich systémov a iné
- Živelné pohromy – extrémne teploty, zosuvy pôjdu, atmosférické vplyvy a iné [7]

## Riziko

Vyjadruje pravdepodobnosť, s akou dôjde k nepriaznivej alebo nechcenej udalosti. V oblasti krízového riadenia sa teda jedná o vyjadrenie potenciálnej možnosti narušenia bezpečnosti systému, objektu alebo procesu. Je to pravdepodobnosť vzniku krízového javu a jeho dôsledku. [6]

## Modelovanie

Pod týmto pojmom si predstavme proces vytvárania, konštrukcie alebo stavby modelu, ktorý predstavuje daný originál. [8]

## Simulácia

Simulácia predstavuje zobrazenie dynamického procesu v systéme pomocou modelov schopných vykonávať experimenty, s cieľom dospieť k poznaniu, ktoré možno preniesť do reality.

Jednoducho povedané, simulovať znamená:

- v počítači vytvoriť model

- s modelom experimentovať
- čerpať z neho cenné závery pre realitu.

Podľa uznávanej definície je simulácia výskumnou metódou, ktorej podstata spočíva v tom, že skúmaný dynamický systém nahradíme jeho simulátorom a s ním potom vykonávame pokusy s cieľom získať informáciu o pôvodnom skúmanom systéme. [8]

## 1.2 Právny rámec krízového riadenia

Z hľadiska krízového riadenia štátu mimo času vojny a vojnového stavu je právny rámec veľmi dôležitý. Podľa platnej legislatívy totiž krízové orgány majú definované práva a skutočnosti, ktoré sú v legislatíve stanovené. Napríklad zákon o krízovom riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu jasne stanovuje, ktoré orgány sa považujú za orgány krízového riadenia. Stanovuje ich hierarchiu, čo je kľúčové pri riešení krízových situácií, a taktiež určuje úkony, ktoré musia v rámci svojej pôsobnosti splňovať.

Do legislatívy pre krízové riadenie je nutné zaradiť aj zákon č. 129/2002 Z. z. o integrovanom záchrannom systéme, ďalej zákon č. 261/2002 Z. z. o prevencii závažných priemyselných havárií a taktiež zákon č. 251/2007 Z. z., čo je úplne znenie zákona č. 82/1994 Z. z. o štátnych hmotných rezervách doplnený ďalšími právnymi predpismi.

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

Zákon č. 387/2002 Z. z. o krízovom riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu je kľúčový pre prípravu krízových orgánov a pri riešení krízových situáciách. Tento zákon sa ďalej zaoberá pôsobnosťou orgánov verejnej moci pri riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu. Ďalej upravuje všetky práva a povinnosti právnických a fyzických osôb pri príprave na krízové situácie a pri ich riešení. Taktiež vymedzuje sankcie, ktoré sú udeľované za porušenie povinností, ktoré tento zákon určuje.

- §3 určuje orgány krízového riadenia nasledovne:

- a) Vláda Slovenskej republiky, bezpečnostná rada Slovenskej republiky,
- b) ministerstvá a ostatné ústredné orgány štátnej správy,

- c) Národná banka Slovenska,
- d) Krajský úrad,
- e) Bezpečnostná rada okresu,
- f) Obec.

Zákon podrobne rozoberá práva a povinnosti jednotlivých orgánov krízového riadenia, tiež rieši povinnosti vlády. Vláda predstavuje najvyšší orgán krízového riadenia, kontroluje ostatné orgány krízového riadenia, zriaďuje ústredný krízový štáb, rozhoduje o technickej a humanitárnej pomoci zo zahraničia pri riešení krízovej situácie.

Ministerstvo, podľa zákona, vedie prehľad zdrojov rizík, zriaďuje krízový štáb a tiež vykonáva civilné núdzové plánovanie. Rozhoduje o opatreniach, ktoré povedú k riešeniu krízovej situácie a k odstráneniu alebo k zmierneniu jej dopadov. Ďalej zákon upravuje pôsobenie krajského úradu, povinnosť vo svojom obvode zriaďovať krízový štáb a koordinovať činnosť jemu podriadených orgánov. Krajský úrad taktiež koordinuje stredisko integrovaného záchranného systému. Okresný úrad taktiež vykonáva opatrenia na riešenie krízových situácií vo svojom obvode.

Obec, ako najnižší krízový orgán, plní svoje povinnosti na svojom území. Výstupom krízových orgánov v rámci prípravy a prevencie sú hlavne krízové plány, ktoré stanovujú, akým spôsobom sa bude mimoriadna situácia riešiť.

### **1.2.2 Zákon č. 129/2002 Z. z. o integrovanom záchrannom systéme**

Pri príprave na krízové situácie a pri ich riešení sú privolávané zložky integrovaného záchranného systému (IZS). Preto je nutná zmienka o zákone č. 129/2002 Z. z., ktorý rieši pôsobnosť IZS a taktiež definuje, ktoré zložky patria do IZS. Podľa zákona č. 129/2002 Z. z. o integrovanom záchrannom systéme, sa IZS definuje ako koordinovaný postup všetkých jeho zložiek pri zabezpečovaní ich pripravenosti a pri vykonávaní ich činností a opatrení súvisiacich s poskytovaním pomoci v tiesni.

Medzi základné zložky IZS patria:

- Hasičský a záchranný zbor a Mestský hasičský a záchranný zbor hlavného mesta SR Bratislavy,
- záchranná zdravotná služba,
- útvary Policajného zboru a letecký útvar ministerstva,

- vojenské záchranné útvary civilnej ochrany a kontrolné chemické laboratória civilnej ochrany,
- banská záchranná služba.

K IZS, okrem vyššie spomenutých základných zložiek, patria aj iné zložky (tzv. ostatné zložky IZS), ktoré sú privolávané v závislosti na riešení mimoriadnej situácie. K riešeniu situácie môžu byť teda privolané aj tieto zložky:

- armáda SR,
- obecné hasičské zbory,
- závodné hasičské útvary,
- závodné hasičské zbory,
- pracoviská vykonávajúce štátny dozor alebo činnosti podľa osobitných predpisov,
- horská služba a Spolok horských vodcov,
- jednotky civilnej ochrany,
- obecná polícia,
- útvary železničnej polície,
- slovenský Červený kríž,
- iné právnické a fyzické osoby, ktorých predmetom činností je poskytovanie pomoci pri ochrane života, zdravia a majetku.

Zákon o IZS ďalej upravuje pôsobnosť a úkony, ktoré musia vykonávať jeho zložky v rámci svojej prípravy, riešenia mimoriadnej situácie a taktiež riešenia po krízovej situácii.

### **1.2.3 Zákon č. 261/2000 Z. z. o prevencii závažných priemyselných havárií a o zmene a doplnení niektorých zákonov**

Mimoriadne udalosti či priemyselné havárie spojené s únikom nebezpečných látok, ktoré by mohli ďalej ohroziť životy, zdravie, majetok a taktiež životné prostredie upravuje zákon č. 261/2002 Z. z..

Zákon č. 261/2002 Z. z. o prevencii závažných priemyselných havárií upravuje podmienky a postup pri prevencii závažných priemyselných havárií v podnikoch, v ktorých sa

nachádzajú vybrané nebezpečné látky. Je zameraný na prevenciu a taktiež zdolávanie priemyselných havárií a na obmedzovanie ich následkov na životoch a zdraví ľudí, majetku a životného prostredia v prípade ich vzniku.

Tento zákon sa nevzťahuje na vojenské objekty a zariadenia a na budovy Ministerstva vnútra SR. Taktiež neupravuje prepravu, nakladanie a vykladanie a tiež dočasné uskladnenie vybraných nebezpečných látok počas ich prepravy. Nevzťahuje sa ani na skládky odpadov.

Zo zákona vyplýva, že medzi základné povinnosti prevádzkovateľov firiem, ktoré používajú alebo skladujú nebezpečné látky, je prijímať všetky preventívne opatrenia, ktoré zabraňujú alebo potlačujú riziko vzniku závažných priemyselných havárií. Taktiež v prípade vzniku priemyselnej havárie musia prevádzkovatelia prijímať opatrenia na jej zdoľanie a obmedzenie jej následkov na životy a zdravie obyvateľstva, majetku a životného prostredia.

Zákon tiež nariaďuje povinnosť prevádzkovateľovi zabezpečiť hodnotenie rizika. Hodnotenie rizika spočíva hlavne v identifikácii nebezpečenstiev, čiže zdrojov rizík. Časť zákona pojednáva aj o havarijných plánoch. Sledovanie prepravy nebezpečných látok bolo právne zrušené v roku 2005.

Zákon č. 251/2007 Z. z. je úplne znenie zákona č. 82/1994 Z. z. o štátnych hmotných rezervách, ktorý je doplnený zákonmi č. 169/2001 Z. z., č. 291/2002 Z. z., č. 428/2003 Z. z. a zákonom č. 240/2006 Z. z.. Tento zákon upravuje možnosť použitia štátnych hmotných rezerv v období mimoriadnej udalosti, mimoriadnej situácie a krízovej situácie. Pre neodkladnú a bezodplatnú pomoc pri záchrane životov, zdravia a majetku obyvateľov postihnutých krízovou situáciou sa využívajú aj pohotovostné rezervy.

Zákon č. 387/2002 Z. z. o krízovom riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnového stavu sa celý venuje problematike krízového riadenia, avšak niektoré zákony sú natoľko rozsiahle, že v rámci krízového riadenia je dôležité selektovať časti alebo konkrétne paragrafy, ktoré sa priamo vzťahujú k riešeniu krízových situácií.

Pre porovnanie uvádzam tzv. „Balík krízových zákonov Českej republiky“, vid'. Tab. 1.

*Tabuľka 1.: Krízové zákony Českej republiky*

1.	Zákon č.237/2000 Sb., ktorým sa mení zákon č.133/85 Sb. o požárnej ochrane ve znění pozdějších předpisů (pre prehľadnosť bolo zákonu o požiarnej ochrane ponechané pôvodné číslo 133)
2.	Zákon č.238/2000 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky a o změně některých zákonů
3.	Zákon č.239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému (IZS) a o změně některých zákonů
4.	Zákon č.240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon)
5.	Zákon č.241/2000 Sb., o hospodářských opatřeních pro krizové stavy a o změně některých souvisejících zákonů

V posledných rokoch je Slovensko dotknuté stále častejšími výskytmi neobvyklých klimatických javov – privalové dažde, víchrice, záplavy. Tieto udalosti preverujú schopnosti ako jednotlivcov, tak príslušných orgánov eliminovať negatívne dopady a obnovovať život spoločnosti. Patrí sem problém pripravenosti pracovníkov v podnikoch ale aj problém pripravenosti občanov. Zanedbáva sa príprava obyvateľstva, zo školských osnov vymizla problematika civilnej ochrany, otázky zodpovednosti za ochranu zdravia, životov a majetku sú často podceňované. Nasledovná kapitola je o analýze rizík, ktorá vychádza z poznania a pochopenia živelných a iných pohrôm a z pochopenia vnútorných väzieb v ľudskom systéme pre potreby zaistenia bezpečnosti a zvládnutia krízových situácií.

## 2 ANALÝZA RIZÍK

Analýzu rizika možno považovať za základný prvok bezpečnostného inžinierstva a je nutnou podmienkou rozhodovania o riziku, a teda základným procesom v manageменте rizika. Nie je možné spomenúť všetky kroky analýzy rizík, ktoré boli doteraz v rizikológii vykonané či napísané, preto spomenieme tie hlavné. [9]

Takmer denne sa objavujú stále nové postupy analýz či už na internete alebo v tlačенých publikáciách.

V rámci organizovania zdravého krízového managementu je potrebné, ba dokonca nevyhnutné vyškolit' či už seba alebo svojich managerov ku skúmaniu každej neobvyklej situácie – jedná sa o varovanie, resp. signál a prejav latentnej krízy. V prípade, že zistíme takýto signál, je nevyhnutné položiť si otázku, či a čo by malo byť s týmto problémom vykonané.

Je to proces ostrážitého rozhodovania. Proces plánovania pre všetky možnosti, pokladanie si otázok „čo ak“. Hovoríme o takzvanom signálovom prístupe, pri čom disponujeme s jednou informáciou alebo skupinou takýchto informácií, ktoré môžu byť priradené k nejakému procesu či štruktúre.

Predmetom analýzy je teda projekt, samotným cieľom je vypracovať podklady pre ovládanie rizík a tiež podklady pre rozhodovanie o riziku.

### 2.1 Identifikácia a klasifikácia nebezpečia

Nielen každý človek hodnotí nebezpečie takmer plynule automaticky, ale tiež každý živý tvor, organizmus, pretože hodnotenie nebezpečia je základnou podmienkou prežitia. Takéto hodnotenie je ale aj u bytostí obdarovaných rozumom zväčša zcela podvedomé, nie je numerické ako jeho vyjadrenie v odborných analýzach. Prebieha automaticky veľkou rýchlosťou, bez toho aby cieľom hodnotenia bola akákoľvek veličina, jedná sa o hodnotenie vektorové, ktoré by sme mohli modelovať viachodnotovou logikou. Takmer vždy je cieľom minimalizácia rizika, pretože subjekt sa pri hodnotení nebezpečia rozhoduje podvedome tak, aby utrpel čo možno najmenšiu alebo vôbec žiadnu stratu, alebo dokonca, aby sa riziko zmenilo v benefit.

Ako príklad si môžeme uviesť úplne bežný myšlienkový pochod:

*Chcem prejsť na druhú stranu ulice. Stojím na prechode a veľmi rýchlo uvažujem, takmer si to neuvedomujem: Mám prejsť ulicu tu alebo inde...? Je vozovka klzká...? Blíži sa automobil...? Mám predbehnúť pred prichádzajúcim vozidlom...? Dokáže vodič zabrzdiť, ak by som náhle spadol...? Ponáhľam sa...? Hrozí mi nejaká ujma, ak prídem do cieľa neskoro...? Hrozí niekomu druhému ujma, ak prídem do cieľa neskoro...?[9]*

Analýza rizík sa skladá z troch základných činností:

- Identifikácia rizikových faktorov
- Vytváranie scenárov
- Ohodnotenie rizika

Nebezpečie je latentná vlastnosť daného systému alebo jeho komponentov spôsobovať neočakávané negatívne javy, ktoré narušujú bezpečnosť, ohrozujú stabilitu a fungovanie príslušného systému, prípadne aj jeho okolia.

Identifikácia hrozieb spočíva v spracovaní registru, akéhosi zoznamu hrozieb, ktoré môžu spôsobiť významnú škodu na zdraví, životoch alebo majetku obyvateľov, či ohroziť životné prostredie. Z dlhodobého hľadiska už existujú vypracované zoznamy zostavené podľa literatúry, skúseností, vyplývajúce z výsledkov už zostavených a vykonaných analýz, rôznych výpočtov a štatistík.

Pre jednotlivé sektory sú vypracované aj jednotlivé zoznamy rizík.

- Technologické hrozby: priemyselné, dopravné, energetické, chemické, elektrické, nukleárne, elektronické, komunikačné, softwarové, ...
- Ekonomické hrozby: trhy, zmeny hodnôt, zmeny kurzov cenných papierov, kolaps peňažných ústavov, kriminálna činnosť, globálna kríza, ...
- Politické hrozby: násilné zmeny politického systému, občianske nepokoje, terorizmus, demokratický vývoj, nacionalizmus, totalitný režim, ...
- Sociálne hrozby: kriminalita, nepolitická sabotáž, vandalstvo, ...
- Právne hrozby: zákony, normy, zmluvy, advokáti, súdy, rozhodci, rozhodovatelia sporov, znalci, ...
- Klimatické hrozby: krátkodobé poveternostné javy, dlhodobé kolísanie poveternostných podmienok, zmeny klímy, ...



- Ekologické hrozby: kyslý dážď, biologické poškodenia, seizmicita, elektrické výboje, meteority, ...
- Ergonomické hrozby: telesne postihnuté osoby (ako zdroje nebezpečia), telesne postihnuté osoby (ako príjemci nebezpečia)
- Fyziologické hrozby: živé organizmy (pot, exkrementy, exhalácia), ...
- Psychologické hrozby: ovplyvnenie nevědeckými teóriami, vnímaný strach, podvedomý strach, panika, machizmus (frajerstvo), ... [10]

Správne a včasné rozpoznanie rizika a jeho identifikácia sú vstupnou bránou k jeho úspešnému predijdeniu, prípadne eliminácii škôd ním spôsobenými. K takémuto rozproznávaniu či predvídaníu pozitívne slúži orientácia v danej problematike, ovládanie použitých technológií no často aj samotná intuícia. Tá je často mylne zavrhaná. Jednotlivým výrobným procesom či sféram prináleží vždy niekoľko vhodných uznávaných metód pre stanovenie rizík, pričom najvýhodnejšia najosvedčenejšia sa stala kombinácia aspoň dvoch z nich. Spomínaným metódam sa budeme venovať v nasledujúcej kapitole.

### 3 ZÁKLADNÉ METÓDY PRE STANOVENIE A HODNOTENIE RIZÍK

Analýzu rizík môžeme chápať ako akési hodnotenie parametrov nášho okolia. Všeobecne môžeme metódy analýzy rizík rozdeliť na kvantitatívne, kvalitatívne a semi-quantitatívne metódy.

Princíp kvantitatívnej analýzy rizík je založený na dvoch základných krokoch, tj. pravdepodobnosti výskytu javu a pravdepodobnosti straty hodnoty.

Kvalitatívne analýzy rizík sú častejšie využívané k stanoveniu priorít medzi jednotlivými rizikami. V tomto prípade čerpáme z dát týkajúcich sa následkov a strát úžitkovej hodnoty. K takémuto vyjadreniu často používame indexovacie metódy.

Jedným z kritérií výberu vhodnej metódy analýzy rizík je rovnako dostupnosť dát, ktoré metóda využíva. Dáta pre analýzu rizík sú získavané širokou škálou spôsobov a postupov. Od najjednoduchších indexovacích metód, až po modelovanie a simulácie či už v laboratóriách, na počítačoch, alebo v externých podmienkach.

Základom simulácií a modelovania sú matematické, fyzikálne a chemické modely, ktoré sa môžu vzájomne prelínať. Modely popisujú jednotlivé deje a ich výsledný efekt na správaní sa sledovanej zložky v danom objekte. [9]

Každá z existujúcich metód pre stanovenie rizík, je generovaná pre určitý špecifický problém, a preto jednotlivé paradigmy nie sú vzájomne porovnateľné.

V nasledujúcom texte budeme diskutovať o vybraných metódach:

#### 3.1 Check List (Kontrolný zoznam)

Kontrolný zoznam je postup založený na systematickej kontrole plnenia stanovených podmienok a opatrení. Zoznamy kontrolných otázok sú zväčša generované na základe zoznamu charakteristík sledovaného systému alebo činností, ktoré súvisia so systémom a potenciálnymi dopadmi, zlyhaním prvku systému a vznikom škôd. Ich štruktúra sa môže meniť od jednoduchého zoznamu až po zložitý formulár, ktorý umožňuje zahrnúť rôznu relatívnu dôležitosť parametrov v rámci daného súboru. [9]

### 3.2 What – If Analysis (Analýza toho, čo sa stane ak)

Analýza toho, čo sa stane ak, je postup na hľadanie možných negatívnych dopadov vybraných prevádzkových situácií. Je to vlastne spontánna diskusia a hľadanie nápadu, v ktorej skupina skúsených ľudí dobre oboznámených s procesom kladie otázky alebo vyslovuje úvahy o možných nehodách. Nie je to vnútorne štruktúrovaná technika, ako niektoré iné. Miesto toho od analytika požaduje, aby prispôbil základný koncept určitému účelu.

Táto metóda je založená na brainstormingu, pri ktorom kvalifikovaný pracovný tím preveruje formou dotazov a odpovedí neočakávané udalosti, ktoré sa môžu v procese vyskytnúť.

Formulované dotazy začínajú charakteristickou otázkou „Čo sa stane, ak .....?“ Odhadujú sa následky vzniknutého stavu alebo situácie, navrhujú sa opatrenia a doporučenia.

Táto metóda nekladie vysoké nároky, preto je aj v praxi relatívne obľúbená. Je však nutné počítať s tým, že nižšia časová náročnosť štúdie má korene v intuitívnom, menej systematickom postupe. Táto metóda je veľmi efektívna a účinná, pokiaľ má pracovný tím prevádzkové skúsenosti a súčasne má aplikačné skúsenosti s touto metódou. V opačnom prípade môže byť výsledok štúdie diskutabilný. [9]

### 3.3 Preliminary Hazard Analysis – PHA (Predbežná analýza ohrozenia)

Táto analýza predstavuje postup na vyhľadávanie nebezpečných stavov či núdzových situácií, ich príčin a dopadov a tiež na ich zaradenie do kategórií podľa dopredu stanovených kritérií. Koncept PHA vo svojej podstate predstavuje súbor rôznych techník, vhodných pre posúdenie rizika.

Metóda PHA býva aplikovaná obvykle vo fáze koncepčného návrhu projektu prevádzky, vo fáze dislokácie alebo vo fáze vývoja procesu s cieľom vytvoriť zoznam všetkých nebezpečí, ktoré sa môžu v procese vyskytnúť.

Aplikácie PHA nevyklučuje neskoršie použitie niektorej ďalšej podrobnejšej metódy. V praxi sa PHA obvykle považuje za prvý stupeň komplexnej štúdie bezpečnosti procesu.

Použitie metódy PHA v počiatočnej fáze technického života procesu má dve základné výrazné prednosti:

- Identifikácie potenciálnych nebezpečenstiev v počiatočnej fázi technického života procesu, kedy prípadná korekcia vyžaduje minimálne náklady alebo narušenie prevádzky.
- Podpora práce vývojového tímu pri vypracovávaní súborou prevádzkových predpisov, ktoré budú používané v priebehu technického života zariadení.

Uvedeným postupom môžu byť eliminované závažné nebezpečenstvá, minimalizované následky a bezpečnosť zvládnutá od samého začiatku. Metóda PHA môže byť použitá tiež pre existujúce zariadenia, pokiaľ je požadovaná všeobecná analýza nebezpečentva a potenciálne nebezpečných situácií. [9]

### **3.4 Hazard Operation Process – HAZOP (Analýza ohrozenia a prevádzkyschopnosti)**

HAZOP je postup založený na pravdepodobnostnom hodnotení ohrozenia a z nich plynúcich rizík. Ide o tímovú expertnú viacodborovú metódu. Hlavným cieľom analýzy je identifikácia scenárov potenciálnych rizík. Experti pracujú na spoločnom zasadaní formou brainstormingu. Sústreďia sa na posúdenie rizika a prevádzkovej schopnosti systému. Pracovným nástrojom sú tabuľkové pracovné výkazy a dohodnuté vodiace výrazy. Identifikované neplánované alebo neprijateľné dopady sú formulované v záverečnom doporučení, ktoré smeruje k zlepšeniu procesu.

Niektoré podniky si HAZOP spracovávajú samy alebo dávajú spracovávať „hazopové manuály“ špecializovaným subjektom. Pod takýmto manuálom si môžeme predstaviť súbor tabuliek, dotazníkov a klasifikačných pomôcok, ktoré zaisťujú, aby sa na nič nezabudlo a tiež minimalizujú nedostatečné informácie. V súčasnosti je metóda HAZOP uznávaným európskym štandardom.

Pri porovnaní s ostatnými metodami spočíva základní prínos predovšetkým v systematickom a metodicky prepracovanom návode prehliadok, pri ktorých sa príčiny hľadajú klasickou otázkou: „čo mohlo spôsobiť, že..?“ a následky podobnou otázkou „čo sa stane, ak...?“. Otázky sa však neformulujú náhodne na základe subjektívnych znalostí, ale napríklad pri metóde „What If“. Výraznou podporou pri formulácii týchto dotazov je zoznam tzv. kľúčových slov. Prostredníctvom kľúčovného slova sa generujú prakticky všetky odchylky, ktoré môžu čo i len teoreticky nastať.

Postup analýzy zahŕňa tieto kroky:

*odhalenie príčin – odhad možných následkov – návrhy opatrení – ocenenie.* [9]

### **3.5 Fault Tree Analysis – FTA (Analýza stromu porúch)**

Analýza stromu porúch je postup založený na systematickom spätnom rozbere udalostí za využitia reťazca príčin, ktoré môžu viesť k vybranej vrcholovej udalosti. Metóda FTA je graficko analytická príp. graficko štatistická metóda. Názorné zobrazenie stromu porúch predstavuje rozvetvený graf s dohodnutou symbolikou a popisom. Hlavným cieľom analýzy metódou stromu porúch je posúdiť pravdepodobnosť vrcholovej udalosti s využitím analytických alebo štatistických metód. Proces dedukcie určuje rôzne kombinácie hardwarových a softwarových porúch a ľudských zlyhaní, ktoré môžu spôsobiť výskyt špecifikovanej nežiadúcej udalosti na vrchole.

Metóda FTA je teda deduktívna metóda, ktorá vyhľadáva jednotlivé havárie alebo systémové poruchy a určuje príčiny týchto udalostí. FTA predstavuje grafický model rôznych kombinácií porúch zariadení a ľudských chýb, ktoré môžu eskalovať v hlavnú systémovú poruchu nazývanú tiež „vrcholová udalosť“. Dobré sa hodí na rozsiahle systémy. Výsledkom výpočtov sú typy porúch a kvantitatívne pripradené pravdepodobnosti porúch systému, pokiaľ sú pravdepodobnosti primárnych príčin známe. Štúdiu môže vykonávať ako jeden tak aj viac analytikov, ktorí môžu doporučiť bezpečnostné zlepšenie procesov. Metóda sa neodporúča pre skoré fázy projektovania, je náročná na čas a náročnosť sa v závislosti od zložitosti systému zvyšuje. [9]

### **3.6 Failure Mode and Effect Analysis – FMEA (Analýza zlyhaní a ich dopadov)**

Analýza zlyhaní a ich dopadov je postup založený na rozbere spôsobov zlyhaní a ich dôsledkov, ktorý umožňuje hľadanie dopadov a príčin na základe systematicky a štruktúrované vymedzených zlyhaní zariadení. Metóda FMEA slúži ku kontrole jednotlivých prvkov projektového návrhu systému a jeho prevádzky. Predstavuje metódu tvrdého, určitého typu, kde sa predpokladá kvantitatívny prístup riešenia. Využíva sa predovšetkým pre vážne riziká a zdôvodnené prípady. Vyžaduje aplikáciu počítačovej techniky, špeciálny modelovací či simulačný program, náročnú a cielene zameranú databázu.

Metóda zostavuje tabuľku príčin porúch a ich následkov na systém alebo podnik. FMEA identifikuje jednoduché poruchy, ktoré môžu významne prispieť k havárii, ale nehodí sa na

vyčerpávající zoznam porúch. Dobré sa uplatní pri zmenách a modifikáciách procesu. Môže byť vykonaná jedným analytikom, ale v takom prípade by mala byť skontrolovaná iným. Výsledkom je kvalitatívny systematický zoznam zariadení, ich porúch a následkov, s možnosťou kvantifikácie. [9]

Zahŕňa aj odhad najhorších prípadov následkov. Obvykle je dokumentovaná v tabuľkovej forme s doporučením pre zlepšenie bezpečnosti.

Analýza rizík nám vraví, čo všetko sa môže stať, prečo sa to môže stať, ako sa to môže stať, kde sa to môže stať a koho sa to bude dotýkať. Zaistiť bezpečnosť podniku (systému) predstavuje realizáciu efektívneho riadenia rizika. Tento systematický proces riadenia rizika znamená predovšetkým podrobnú identifikáciu, kvantifikáciu a ohodnotenie bezpečnostných rizík analyzovaného systému. Kľúčovým krokom je použitie vhodnej metódy analýzy bezpečnostných rizík.

## 4 INFORMAČNÁ PODPORA KRÍZOVÉHO RIADENIA

Modelovanie a simuláciu, môžeme chápať v prostredí predmetov či procesov. Napredujú ruka v ruke s ľudstvom tak dlho ako si len ľudstvo samo pamätá.

Už z historických prameňov čerpáme informácie o využívaní modelov bojísk a simulovaní priebehov bitiek pri vymýšľaní najrôznejších stratégií. Mnoho modelov sa stalo každodennou súčasťou našich životov. Či už sa jedná o modely konštrukčne jednoduché alebo skutočne náročné modely, ktoré si vyžadujú množstvo počítačovej techniky, materiálu, pokusov a v neposlednej rade množstvo času. Model Zeme – glóbus, makety, modely áut, železníc, slnečnej sústavy, atď. V súčasnosti sa modelovanie a simulácia, tak ako aj mnoho iných činností, presunula prevažne na úroveň počítačov, avšak niektoré relácie si vyžadujú externé podmienky, ktoré sú zároveň často nenahraditeľnou možnosťou.

Významnou súčasťou je následná analýza výsledkov, ktorá je vlastne cestou vedúcou k cieľu. V súčasnosti je už na trhu množstvo SW aplikácií podporujúcich simuláciu vrátane následného výpočtu a samotnej analýzy dát.

### 4.1 Modelovanie

Modelovanie procesov je najčastejšie považované za pretváranie reálneho systému na neskutočný zjednodušený obraz, tento obraz sa nazýva model. Ak má byť model užitočný, musí zachytávať a zachovávať všetky dôležité časti charakterizujúce zobrazovaný systém a zároveň odbúrať všetky nepodstatné informácie. Túto činnosť zatiaľ nie je nijak možné automatizovať využitím počítačových systémov a algoritmov, preto výber čo je a nie je dôležité, závisí na tvorcovi modelu, jeho skúsenostiach a úsudku. Modelovať môžeme len to, čo poznáme a vieme popísať. [11]

Modely sú triedené do základných skupín:

- spojité modely – vyznačujú sa časovým kontinuumom,
- diskrétny modely – čas se mení v skokoch, časovú os je možné rozdeliť do nespojitých časových úsekov,
- kombinované modely – kombinácia dvoch predchádzajúcich, potreba synchronizácie.

Ciele tvorby modelov:

- a) Vyhodnotenie – sledovanie zvolených špecifických kritérií,
- b) Porovnanie – vyhľadanie alternatívnych riešení,
- c) Analýza parametrov,
- d) Optimalizácia – nachádzanie vhodných kombinácií,
- e) Odhalenie vzťahov a závislostí pri riešení.

## 4.2 Simulácia

Pojem simulácia, prípadne simulovanie môžeme definovať na rôznych stupňoch všeobecnosti. Zrejme najjednoduchšou a asi aj najvšeobecnejšou definíciou je definícia pomocou synonym ako predstierať či napodobňovať. [12]

Simuláciu teda definujeme ako imitáciu reálnych vecí, vzťahov, stavov alebo procesov. Existujú definície presnejšie no ich zložitosť často predčila schopnosť porozumieť im. Napríklad: „Simulácia je numerická metóda zložitých pravdepodobnostných dynamických systémov pomocou experimentovania s počítačovým modelom.“ [12]

Spomenutá definícia ale zjavne pracuje s konkrétnym špecifickým druhom simulácie, ktorý nazývame počítačová simulácia.

Aby sme sa dokázali orientovať v danej problematike, musíme pochopiť ešte niekoľko súvisiacich pojmov:

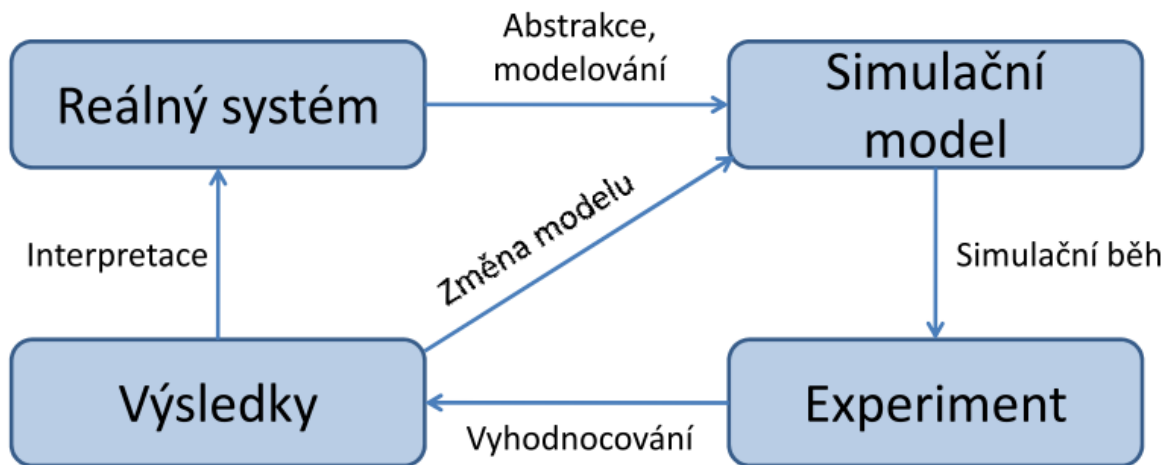
- Systém - rozumieme časť reálneho sveta, ktorý je predmetom nášho záujmu.
- Model - predstavuje zjednodušené zobrazenie študovaného systému pomocou verbálnych pravidiel, obrázkov, matematických rovníc či grafov. Simulačný model vytvára analytik v simulačnom jazyku prostredníctvom počítača.
- Udalosť – chápeme ako zmenu stavu systému
- Entita - je dynamický objekt, ktorý sa pohybuje v priebehu času systémom
- Atribúty - sú vlastnosti, ktoré môžu byť priradené entitám [12]

Simulácie sú dnes bežne využívané v širokom spektre oblastí, ktoré neustále pribúdajú, zahrňujúcich ako modelovanie prírodných alebo ľudských systémov za účelom lepšieho poznania ich zákonitostí, tak i technologické simulácie pre optimalizáciu výkonov procesov, bezpečnostné inžinierstvo, testovanie, výcvik a vzdelávanie osôb.



Etapy modelovania a simulácie:

- vytvorenie abstraktného modelu – formovanie zjednodušeného popisu skúmaného systému,
- vytvorenie simulačného modelu – zápis abstraktného modelu formou programu ,
- verifikácia a validácia – overovanie správnosti modelu,
- simulácia – experimentovanie so simulačným modelom,
- analýza a interpretácia výsledkov, vid'. Obr. 1.



Obrázok 1.: Etapy modelovania a simulácie [13]

### 4.3 SW podpora modelovania krízových situácií

Softwarové modelovanie a simulácia sú veľmi vhodné k analýze zákonitých i náhodných procesov, zvlášť v prípadoch, kedy by reálny experiment či cvičenie bolo buď neetické, príliš časovo náročné alebo ekonomicky náročné. K podpore krízového riadenia patria aj ďalšie SW aplikácie zastupujúce funkcie analýz rizík, evidencie, plánovania, riadenia, monitoringu a iné.

Tieto softwarové nástroje dokážu na základe zadaných podmienok detailne modelovať úniky nebezpečných látok, výbuchy a ďalšie možné šírenie týchto a podobných mimoriadnych udalostí. Medzi najznámejšie patrí TerEx, Aloha, POSIM, NBC-Analysis, Rozer Alarm, Vlna, XVR, RISKAN a pod. [14]

Medzi spomenutými sú ako programy voľne dostupné na internete – ALOHA, tak programy komerčné, dostupné len po zakúpení.

#### 4.3.1 TerEx

Názov TerEx je skratkou slovného spojenia „teroristický expert“. Terex je nástroj pre okamžité vyhodnotenie dopadov úniku nebezpečnej chemickej látky, či použitia výbušného systému, vyvíjaný je spoločnosťou T-SOFT a.s.. Primárnym účelom tohto nástroja nie je vyhodnocovanie havarijných prejavov nebezpečných chemických látok, ale prejavov teroristického útoku, napr. šírenie prachových častíc a aerosolov, ako nosičov toxických, radioaktívnych či biologických informácií. [15]

Predpoveď a prognóza dopadov je zameraná na ten najhorší variant, takže TerEx je založený na konzervatívnej prognóze, čo v praxi znamená, že výsledky zodpovedajú podmienkam, pri ktorých dôjde k dopadom a následkom pre okolie v maximálnej možnej miere. [16]

Prednosti nástroja TerEx:

- Jednoduchý vstup, rýchly a ľahko pochopiteľný výstup.
- Vhodný pre plánovanie a výpočet prvých odhadov.
- Kombinácia odhadu následkov priemyslových havárií a výbuchov aj následkov pôsobenia otravných látok a zbraní hromadného ničenia.
- Viac ako 120 látok v databáze, možnosť ďalšieho rozširovania.
- Ideálny pre rýchle rozhodovanie v strese.
- Popis látok, vlastnosti, prvá pomoc, zraňujúce prejavy atď.
- Integrovaný GIS, možné využitie webových služieb alebo externého GIS.
- Viacjazyčné prostredie s možnosťou prepínania za behu programu. Tiež možnosť rozšírenia.
- Zaistenie interoperability prostredníctvom štandardu NATO pre systém predávania správ ADatP-3 a CAP.

Program TerEx ponúka niekoľko základných typov modelových situácií. Medzi modely s únikom nebezpečných látok patria nasledovné:

- Modely typu TOXI – vyhodnocujú dosah a tvar oblaku, ktoré sú dané zvolenou koncentráciou toxickej látky.
- Modely typu UVCE – vyhodnocujú dosah pôsobenia vzdušnej rázovej vlny, vyvolanej detonáciou zmesi látky so vzduchom pre modely s jednotlivými druhmi havárií.
- Model PLUME – vyhodnocuje dlhotrvajúci únik plynu do oblaku, dlhotrvajúci únik vriacej kvapaliny s rýchlym odparom do oblakov, pomalý odpar kvapaliny z kaluže do oblakov.
- Model PUFF – vyhodnocuje jednorázový únik plynu do oblakov, jednorázový únik vriacej kvapaliny s rýchlym odparom do oblakov.
- Modely typu FLASH FIRE – vyhodnocujú veľkosť priestoru ohrozenia osôb plamennou zónou – efekt Flash Fire:
  - BLEVE – ohrozenie nádrže plošným požiarom,
  - JET FIRE – dlhotrvajúci masívny únik plynu so zahorením,
  - POOL FIRE – horenie kaluže kvapaliny alebo vriacej kvapaliny.

Model týkajúci sa výbušných systémov:

- Model typu TEROR – vyhodnocuje možné dopady detonácie výbušných systémov a ohrozenia okolia detonácie.

Modely otravných látok:

- Model POISON – pre predpoveď šírenia oblaku vzniknutého rozptýlením otravnej látky na určité územie. Vstupným parametrom je rozloha územia v hektároch. Program umožňuje zvoliť podľa typu látky ako následky primárneho rozptylu voľbou „Rozptýlenie“, tak sekundárneho odparu voľbou „Odpar z kaluže“. Pri bodovom použití otravnej látky sa zadáva hodnota 0,01 ha, čo je minimálna programom akceptovaná hodnota.
- Model ATP-45B – Výsledky sú závislé na spôsobe použitia látky a na sile vetra. Zasiachnutá oblasť je predstavovaná kružnicou o polomere 1 resp. 2 km bez ohľadu na typ použitej látky. Podľa sily vetra menšej alebo väčšej než 10 m/s je ohrozená oblasť predstavovaná kružnicou o polomere 10 km resp. výsečou v smere vetra dĺžkou 10 km.

Tento model je určený skôr pre vojenské nasadenie.

Výsledky výpočtov modelov TerEx sú usporiadané veľmi jednoducho, zrozumiteľne a predovšetkým jednoznačne, takže zjednodušujú rýchle rozhodovanie. Prehľadnosť a zrozumiteľnosť výsledkov je docieľená sústredením na dôležité veličiny a informácie a ďalej premietnutím výsledkov do mapy.

Program pracuje v češtine, angličtine, slovenčine, a je pripravený pre doplnenie ďalších jazykov. Vid'. Obr. 2.

TerEx spĺňa normy NATO pre systém podávania správ vo formáte ADatP-3. Poskytuje tiež výstup v textovom formáte či vo formáte CAP (Common Allert Protocol).

Integrovanou súčasťou programu je modul pre zobrazovanie výsledkov v mape. Ako podklad je možné použiť lokálne geografické data, prípadne sa pripojiť na služby Štátneho mapového centra.

Program TerEx nemá žiadne zvláštne nároky na HW ani SW, k jeho prevádzke stačí bežný osobný počítač.



Obrázok 2.: Základná ponuka programu TerEx

#### 4.3.2 Aloha

Je 2D simulačný software, vyvinutý americkou agentúrou U.S. EPA a je zdarma sťahateľný na Internete. Určený je pre modelovanie približného tvaru a rozsahu úniku nebezpečnej látky do atmosféry. Je v anglickom jazyku, ale užívateľsky jednoduchý. Program dokáže určiť veľkosť oblasti ohrozenej výbuchom alebo horením horľavej látky. Obsahuje databázu niekoľko stoviek chemických látok používaných v priemysle. Väčší rozsah databázy je možné stiahnuť ako doplnok. 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, neuvažujú sa nerovnosti reliéfu. [17]

Ďalší možný grafický výstup je koncentrácia v pevne zvolenom bode od epicentra v osi súradníc X,Y, kde je zobrazený priebeh koncentrácie v čase, jej maximum a zmeny koncentrácie v budove na rovnakom mieste podľa indexu výmeny vzduchu s okolím.

### 4.3.3 POSIM

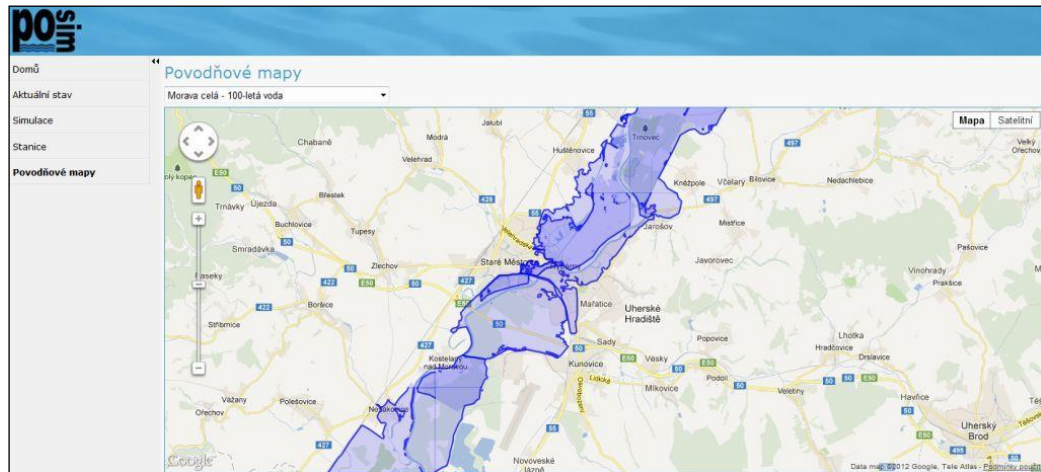
POSIM odvodené od „POvodňový SIMulátor“ slúži pre demonštráciu a modelovanie stavov vrátane následkov veľkých povodní prirodzeného typu.

Aplikácia ponúka dva základné režimy prevádzky:

- **Aktuálny stav** – zobrazuje aktuálnu povodňovú situáciu vo vybranom území na základe dát o stavoch a prietokoch na príslušných merných profiloch.
- **Simuláciu** – kde je možné nahradiť skutočné dátá, a navodiť na danom profile prietok zodpovedajúci vyšším stupňom povodňovej aktivity alebo viacročnej vode. Následne je možné sledovať následky, ktoré tento stav spôsobí. Simulácia využíva skutočné mapy rozlivov vodného toku pre určité oblasti, alebo umožňuje pracovať s príslušným parametrom objektu. Znamená to, že súčasťou databázy objektov je aj znalosť, pri akom stave či prietoku je objekt ohrozený povodňovou vlnou. Vid'. Obr. 3.

Na základe týchto dvoch režimov aplikácia umožňuje najmä:

- Možnosť priebežného vyhodnocovania vzniknutej povodňovej situácie.
- Vizualizáciu vzniknutej situácie vrátane predikcie dopadov, a to:
  - aktuálneho stavu,
  - simulačného „umelo vytvoreného – virtuálneho“ prostredia pre potreby výučby a výcviku.
- Spracovanie dát z jednotlivých meracích staníc. [15]



Obrázok 3.: Prostredie programu POSIM [16]

#### 4.3.4 NBC-Analysis

Je komerčný operačný systém používaný pri obrane proti zbraniam hromadného ničenia pre predvídanie nebezpečenstva, varovanie a hlásenie o následkoch nukleárných, 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 členskými štátmi NATO a veliteľstvom NATO a tiež štátmi zapojenými v programe Partnerstvo pre mierový program. [18]

#### 4.3.5 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 zásahovými zložkami, ktoré sa bezprostredne podieľajú na likvidácii havárie spojenej s únikom nebezpečnej chemickej látky, ponúka 19 variant havarijných scenárov spojených s jednorazovým alebo kontinuálnym únikom látok zo zariadení s následkom požiaru, výbuchu alebo rozptylu toxického látky v atmosfére. Získané výsledky možno následne vyexportovať do mapových podkladov systému GIS. [18]

#### 4.3.6 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.

#### 4.3.7 XVR

Je program vyvinutý firmou E-semble v Holandsku, 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.

[19]

#### 4.3.8 RISKAN

Patrí medzi podporný SW, ktorý slúži ako doplnok pre ostatné SW krízového riadenia. Je to jednoduchý kalkulátor od T-Soft a.s. pre provádanie analýz rizík a hrozieb pre informačné systémy, krízové riadenie a iné, ďalej pre podporu rozhodovania na základe výsledkov v podobe možných následkov. [15]

Jeho užívateľské rozhranie sa skladá z tabuliek, do ktorých sa vkladajú užívateľské dátá, z ktorých sú v reálnom čase počítané výsledky a generované grafy. Výhodou je okamžitá aktualizácia všetkých výstupov. Nástroj má dve formy, tou jednoduchšou je forma Excel zošitu programu MicrosoftOffice, druhou je serverová aplikácia vo webovom prostredí s možnosťou vygenerovania exportu do Excel zošitu.

Kľúčové vlastnosti:

- Identifikácia aktív a ich ohodnotenie
- Identifikácia hrozieb a ohodnotenie ich pravdepodobnosti
- Ohodnotenie zraniteľnosti aktív jednotlivými hrozbami
- Výpočet výsledného rizika pre každú dvojicu aktívum - hrozba
- Roztriedenie výsledných rizík podľa stanovených kritérií

Na trhu existuje celé spektrum špecifických softwarov, ktoré uľahčujú rozhodovanie a umožňujú plánovanie. Môžeme spomenúť napríklad RESPO Analyzátor – nástroj ke zvýšeniu pripravenosti miest a obcí na plošný výpadok prúdu, DUP – Dispečing

urgentných príjmov s dynamickou podporou krízového riadenia - DUP je aplikáciou pre kontaktné miesto nemocnice, slúžiace pre komunikáciu ako vnútri nemocnice s dispečingom ZZS, tak smerom do nemocnice k zvolávaniu potrebných tímov a tým k zaisteniu kontinuity ošetrovania pacientov preberaných od ZZS.

Softwarová podpora problematiky umožňuje vytvárať kvalitné prognózy následkov mimoriadnych udalostí. V spojení s geografickými informačnými systémami je možné kvalifikované modelovanie. Významným prvkom informačnej podpory v oblasti prevencie mimoriadnych udalostí je teda simulácia.

Simulačný nástroj sa stáva neoddeliteľnou súčasťou procesu kvantifikácie bezpečnostných rizík. Tomuto prechádza vypracovanie kvalitnej analýzy rizík, ktoré 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 striktné dodržiavaná platná legislatíva.

Úvod teoretickej časti tejto práce sa venuje upresneniu niektorých pojmov často spájaných a používaných práve v krízovom riadení. Pretože už nesprávne pochopenie jedného slovíčka môže v konečnom dôsledku viesť k nevhodnému vyhodnoteniu situácie či vykonaniu nevhodného úkonu. Vzniku problémom v komunikácii možno predchádzať aj schopnosťou orientovať sa v platnej legislatíve, predovšetkým v zákone č. 387/2002 Z. z. o krízovom riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny. K správne vyhodnoteniu rizík spojených s činnosťou vybraného subjektu slúžiaceho pre účely tejto práce, je potrebné ovládať prácu so základnými metódami určenými pre analýzu rizík. Stále obrovské množstvo firiem nevyužíva SW podporu pre modelovanie krízových situácií. A to napriek tomu, že tie jednoduchšie z nich sú zdarma ľahko dostupné na webových lokalitách. Niektorým týmto SW sa venuje záverečná kapitola teoretickej časti práce. Jeden z týchto nástrojov bol vybraný ako prostriedok modelovania vo vybranom subjekte, bližšie sa mu venuje aj praktická časť.



## **II. PRAKTICKÁ ČASŤ**

## 5 ANALÝZA SÚČASNEJ SITUÁCIE VYUŽITIE MODELOVANIA A SIMULÁCIE V KRÍZOVOM RIADENÍ

Nasledovná kapitola pojednáva o súčasnom stave bezpečnosti a využívania modelovania a simulácie, ako informačnej podpory krízového riadenia a plánovania vo vybranom objekte. Pre účely tejto práce a schválení žiadosti bola vybraná firma Cemmac, a.s. so sídlom v obci Horné Srnie. Firma sa zaoberá výrobou cementu a to od samotnej ťažby suroviny až po balenie a distribúciu. K detonácii sa využívajú sypké ale aj plastické trhaviny, navyše v areáli sa nachádza aj vlastná čerpacia stanica pohonných hmôt. Analýza súčasného stavu bola vykonaná štúdiom bezpečnostnej dokumentácie, osobnou obhliadkou a prostredníctvom interview. Na otázky mi odpovedal a poskytol materiály pán Ing. Ivan Kebísek vedúci úseku lom a doprava.

### 5.1 História a charakteristika firmy Cemmac, a.s., Horné Srnie

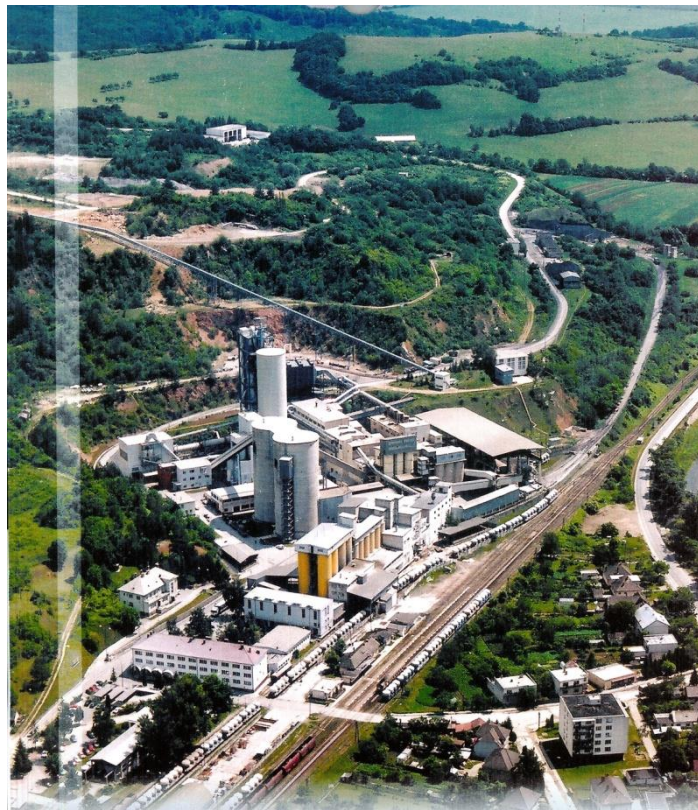
Vznik cementárne je datovaný od dňa 26. Septembra 1929. Príprava výstavby cementárne však nadväzovala na predchádzajúce skúsenosti a poznatky z výroby románskeho cementu, ktorý sa začal vyrábať v Hornom Srní na báze vhodnej kombinácie tzv. púchovských slieňov a vápenca. Bolo tomu tak už v roku 1883, kedy v miestach súčasnej cementárne založil podnikateľ Giovanni Batista Pisetta z talianskeho Trenta vápencový lom.

Po 1. svetovej vojne v roku 1926 rodina Špiškovcov z Moravského Slovácka odkúpila od rodiny Pisettovcov miestne lomy a vytvorila akciovú spoločnosť pod názvom Moravsko-slovenské cementárne.

V roku 1929 bola postavená cementáreň v jej prvej podobe s jednou šachtovou pecou o kapacite 100 ton slinku denne, takže ročná kapacita mala byť asi 30 000 ton. V nasledujúcom roku pribudla druhá šachtová pec, pričom cementáreň mala v tom čase kladivový drvič, sušiaci bubon, surovinový mlyn, 2 silá na surovinovú múčku, drevenú slinkovňu, cementový mlyn, dve silá na cement a ručnú baliareň. Vid'. Obr. 4.

Postupne sa cementáreň rozrastala o ďalšie objekty, to znamená, pribudli ďalšie dve silá na cement a druhá ručná baliareň, kompresorová stanica v lome na vrtanie pneumatickými kladivami, drviareň štrkov, silo na surovinovú múčku s odprašovacím zariadením na mokrý spôsob a dve ďalšie silá na cement. V roku 1933 bola ukončená výstavba tretej šachtovej pece a v roku 1934 železobetónová slinkovňa a ďalšie dve silá na cement. V tomto čase pracovalo v cementárni asi 350 ľudí za veľmi zložitých a ťažkých podmienok.

V rokoch 1935 až 1942 sa výroba sústavne zvyšovala vďaka lepšiemu využívaniu základných technologických zariadení. K ďalšiemu rozšíreniu došlo až v r. 1943, keď bola pristavená zámočnická dielňa, druhý cementový mlyn, radová balička, kantína a sedem dvojbytových jednotiek. Tento rok bol zároveň rokom najvyššej výroby v predvojnovom období.



Obrázok 4.: Letecká snímka Cemmac, a.s. [20]

V období vojnových udalostí výroba značne poklesla, ale závod vyviazol bez väčšieho poškodenia. Cementáreň v Hornom Srní bola prvou cementárňou, ktorá po skončení 2. svetovej vojny začala s výrobou už 21. júna 1945. Cementáreň potom až do znárodnenia v roku 1946 prevádzkovala pod národnou správou. Počínajúc rokom 1947 sa stala súčasťou Slovenských cementární a vápeniek, podnikového riaditeľstva so sídlom v Trenčíne, ktoré bolo zriadené dňa 1.1. 1946.

V období tzv. dvojročnice pribudla v r. 1948 štvrtá šachtová pec, ťažba v lome sa mechanizuje bagrami, postavil sa surovínový mlyn Lössche LM 14 a následne LM 16, montujú sa odprašovacie zariadenia. V takejto podobe stáva cementáreň až do zahájenia rekonštrukcie v r. 1959. Jej hlavným dôvodom bolo značné opotrebenie základných prostriedkov, ale aj sústavný rast potreby cementu vo vtedajšom československom

národnom hospodárstve. Prakticky každý technologický uzol sa zmenil. V lomovom hospodárstve sa vybuodovali nové garáže s opravárenskou dielňou. Bola postavená nová drviareň s výkonom 250 t/hod. Možno vidieť na obrázku 5. Rozšíril sa počet zásobníkov suroviny o 900 a postavila nová obehová mlynica suroviny s výkonom 42 t /hod. Pribudli tri železobetónové homogenizačné silá, pôvodný projekt šachtových pecí bol nahradený novým komplexom štyroch pecí vybavených hydraulikou výsypu a roštov. Bola rozšírená existujúca mlynica o podomieľací mlyn, vybuodovala sa sušiareň trosky, štyri cementové silá, zrekonštruovala sa baliareň, bola zrealizovaná železničná vlečka, vykládka substrátov a skladovacie priestory.

1.5. 1992, vznikla samostatná akciová spoločnosť Cemmac, a.s.. Názov bol odvodený od spojenia subjektov cementáreň a Maculan. Pán Maculan sa postupne stal majoritným akcionárom.



Obrázok 5.: Letecká snímka lom - Cemmac, a.s. [20]

V roku 1996 odkúpila spoločnosť HAMAG Holding GmbH a následne Asamer & Hufnagl Baustoff Holding Wien GmbH & Co. KEG – Rakúsko, podiel od firmy Maculan Holding a rok 1998 sa stal pre cementáreň doposiaľ najvýznamnejším kedy sa rozhodlo o výstavbe rotačnej pece a modernizácii závodu, ktorá sa týkala približne polovice hlavných zariadení cementárne. Rekonštrukcia bola organizovaná tak, aby bola v čo najmenej miere ovplyvňovaná výrobná činnosť závodu a aby mohol Cemmac i počas nej plniť svoje požiadavky voči odberateľom cementu.

V ďalšom smerovaní rozvoja sa Cemmac prispôbil celosvetovému trendu znižovania nákladov na výpal slinku požívaním iných ako ušľachtilých palív. Pod ich spoločným názvom „alternatívne palivá“ sa rozumejú palivá na báze odpadov, napr.: opotrebované pneumatiky, textil, papier, plasty, použité oleje a mnohé iné.

Trendy rozvoja dopravy cementu ukázali, že v budúcnosti bude prevládať automobilová doprava cementu, preto sa vedenie rozhodlo o modernizáciu expedície voľnoloženého cementu na autocisterny. V r. 2006 boli uvedené do prevádzky 3 expedičné miesta, kde je plnenie autocisterien je takmer samoobslužným procesom.

Tesne pred 80. výročím závodu vyrástla v jeho areáli ďalšia dominanta, ktorá padne do oka každému okoloidúcemu. Jedná sa o výškovú stavbu skladovacieho sila na cement o kapacite 6000 t. a po jej dobudovaní pribudli ďalšie dve expedičné miesta pre voľnoložený cement, čo bolo prínosom k plynulejšiemu uspokojovaniu zákazníkov. [20]

Spoločnosť Cemmac, a.s., sídli v obci Horné Srnie vzdialenej približne 20 km od krajského mesta Trenčín. Areál závodu sa nachádza na severnom okraji obce Horné Srnie, v tesnej blízkosti železničnej stanice a železničnej trate Vlársky priesmyk – Trenčianska Teplá. Pod závodom preteká rieka Vlára.

## 5.2 Technologický postup výroby cementu

Surovina (vápenca a sliene) sa na lomovej stene rozrušia pomocou odstreľu a rýpadiel. Vidieť na obrázku 6. Rozrušená surovina sa naloží na nákladné autá a dopraví do drviarne. Tu je materiál rozdrvený na požadovanú zrnitosť a pásovými dopravníkmi dopravený na uskladnenie do predhomogenizačnej skládky. Zo skládky je pomocou odberového zariadenia materiál odoberaný a podávaný na dopravné pásy, ktoré ho dopraví do mlynice suroviny. Tu je surovina s prísadami dopravovanými pásovými dopravníkmi zo skládky prísad zomieľaná v guľových mlynoch (2ks) na jemnú surovinovú múčku. Surovinová múčka a polotovar pri výrobe slinku je uskladnená v homogenizačnom sila, kde je pomocou vzduchu premiešavaná – homogenizovaná. Z homogenizačného sila je surovinová múčka odoberaná pomocou pneumatických žľabov, závitových dopravníkov a korčekového elevátora dopravovaná do výmenníka rotačnej pece. Vo výmenníku odovzdávajú odpadové plyny z pece teplo surovinovej múčke čím ju zohrejú na 800 – 850 °C. Takto predohriata múčka postupuje do rotačnej pece, kde sa z nej pri vysokej teplote (v plameni až 1800 – 2000 °C) vyrába slinok. Slinok je dopravovaný kabelkovým

dopravníkom do dvoch slinkový síl, kde je uskladnený pred odberom do cementovej mlynice.



*Obrázok 6.: Lom - Cemmac, a.s. [20]*

Zo slinkových síl je slinok pomocou pásových a segmentových podávačov dávkovaný na pásové dopravníky. Tesne pred vstupom do mlyna sú pridávané prísady (sadrovec a prípadne troska). Táto zmes je zomielaná v dvojkomorovom guľovom mlyne na jemný prášok – cement. Cement je po prechode cez triedič (tu sa oddelia hrubšie podiely od hotového produktu) dopravovaný systémom pásových dopravníkov, elevátora a tzv. trubkovým pásom do cementových síl. Hotový produkt je zo síl odoberaný na expedíciu. Môže to byť buď cez baličku, kde sa balí do vriec a následne ide na paletizačnú linku, kde sa ukladá na palety a podľa potreby sa môže zabalit' aj do fólie, alebo sa voľne nasýpa do autocisterien alebo RAJ- vagónov. [21]

### **5.3 Bezpečnostná dokumentácia a využitie simulácie a modelovania vo vybranom subjekte**

Cemmac, a.s. vypracováva v znení legislatívnych predpisov podľa zákona č. 428/2002 Z. z. o ochrane osobných údajov bezpečnostný projekt. Súčasťou projektu je bezpečnostný zámer, ktorého súčasťou sú stanovené strategické ciele bezpečnosti, tzn. ciele v oblasti rozvoja a prevádzky, ktoré jednoznačne vyplynuli z analýzy rizík a firma ich musí dosiahnuť. Ďalej sú to bezpečnostné ciele a zásady ochrany aktív, požiadavky na mechanizmy ochranných aktív, tzn. Použité informačné technológie musia vyhovovať

požiadavke kompatibility so zámermi rozvoja spoločnosti a vzájomnej kompatibility medzi jednotlivými používanými systémami. Súčasťou projektu je taktiež technická bezpečnosť objektov a priestorov. V rámci tejto časti spracováva Cemmac, a.s. bezpečnostné požiadavky, v rámci ktorých sa aplikujú opatrenia, ktoré zaručia bezpečnosť osôb, informácií a majetku v bezpečnostných zónach. Určuje sa aplikácia mechanizmov protipožiarnej ochrany, vytvárajú sa bezpečnostné zóny, ochrana informačného systému, poistenie hmotných aktív a kroky obnovy funkčnosti.

Pre obnovu funkčnosti činnosti Cemmac, a.s. v prípade krízovej situácie sú vyvinuté a nepretržite udržiavané a testované plány na zachovanie kontinuity funkcií. Krízovou situáciou sa pre účely tohoto bezpečnostného projektu myslí také narušenie funkcií Cemmac, a.s., jeho komunikačnej a informačnej infraštruktúry, údajov a pracovných tímov, ktoré vedú alebo môžu viesť k zastaveniu alebo výraznému obmedzeniu činnosti spoločnosti. Plány na zachovanie kontinuity funkcií pozostávajú z:

- havarijných plánov,
- plánov na obnovu funkčnosti.

V rámci bezpečnostnej politiky sa vypracujú najmä tieto dokumenty:

- Bezpečnostná smernica – definuje kompetencie, práva a povinnosti a základné pravidlá pre zabezpečenie ochrany a bezpečnosti v Cemmac, a.s.
- Krízový plán – plán zvládnutia krízových situácií,
- Plán obnovy a zotavenia – plán určujúci postup zotavenia a obnovy narušených funkcií.

V rámci bezpečnosti informačných systémov firma vypracováva analýzy, zmyslom ktorých je posúdiť stav opatrení, ktoré sú v spoločnosti prijaté bez ohľadu na to aký dôvod viedol spoločnosť k ich prijatiu. Pre analýzu je rozhodujúce aký majú tieto opatrenia vplyv na bezpečnosť IS.

Celkový stav ochrany sa vyhodnotí podľa vzorca:

$$\text{STAV OCHRANY} = \sum W_i \times H_i$$

Kde:

$W_i$  váhový koeficient hodnotenej oblasti,  $\sum w_i=1$

Hi hodnotenie v i-tej oblasti.

Tabuľka 2.: Váhové koeficienty hodnotenia

Oblasť	Hodnota váhového koeficientu
1. Fyzické opatrenia	<b>0,39</b>
2. Technické opatrenia	<b>0,20</b>
3. Programové opatrenia	<b>0,16</b>
4. Režimové opatrenia	<b>0,17</b>
5. Personálne opatrenia	<b>0,08</b>
<b>Súčet</b>	<b>1,00</b>

Z vyššie uvedenej tabuľky 2. vyplýva, že pre zachovanie bezpečnosti informačného systému môžeme za najdôležitejšie považovať fyzické opatrenia podieľajúce sa na bezpečnosti 39%. Takmer rovnakú váhu zohrávajú opatrenia technické, režimové a programové, každé v priemere 17,66%. Za najmenej dôležitú oblasť možno radiť personálne opatrenia, ktoré sa s 8 % radia na posledné miesto rebríčka dôležitosti opatrení pre zachovanie bezpečnosti informačného systému.



Obrázok 7.: Postup pri rizikovej analýze aktív informačného systému



Vybavením pracovišť spracovávajúcich osobné údaje požadovanou úrovňou ochrany objektov (najmä vstupné dvere do miestností a vhodnými úschovnými schránkami na uchovávanie papierových dokumentov, listín a pod.) môžeme znížiť riziko ohrozenia IS.

Rovnaký postup je aplikovaný aj v ostatných oblastiach, teda bezpečnosť je vždy rozčlenená na opatrenia fyzické, technické, režimové, personálne a programové. Zoznamy takýchto opatrení tvoria súčasť bezpečnostnej dokumentácie. Vid'. Obr. 7.

Obsah krízového plánu spoločnosti sa zameriava predovšetkým na:

- krádeže a pokusy krádeží,
- teroristický útok,
- poškodzovanie cudzej veci, sabotáž a výtržnosť,
- hrozby uloženia výbušného systému,
- únos vedúcich zamestnancov a kľúčových zamestnancov,
- vydieranie a nátlak na zamestnanca,
- živelná pohroma, prírodná katastrofa, priemyselná a ekologická havária.

Firma Cemmac, a. s. má vypracované množstvo bezpečnostnej dokumentácie, havarijný plán, krízové plány, rôzne projekty, avšak ani jeden z týchto dokumentov neobsahuje výstup v podobe mapy zobrazujúcej zóny možného ohrozenia. V krízových plánoch podniku, sú spomínané viaceré simulačné programy, taktiež voľne dostupný program Aloha. Jeho využitie ale chýba. Spomínaný je tiež program TerEx, pomocou ktorého v nasledujúcej kapitole vypracujeme mapový výstup, ktorý tiež posluží ako príloha bezpečnostnej dokumentácie podniku.

## **6 NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY A ICH SKLADOVANIE V CEMMAC, A.S.**

Výskyt chemikálií v objekte by sa dal rozdeliť do troch pôsobísk. Prvým je sklad nebezpečných chemických látok, kde sa nachádza 3 000 kg priemyselných trhavín, 15 000 ks rozbušiek a 7 000 m bleskovice.

Druhým pôsobiskom je areál samotného Lomu, kde sú skladované pohonné hmoty, pre vlastnú spotrebu. Jedná sa o kovovú cisternu s objemom 17 500 litrov. Cisterna je pravidelne testovaná na nepriepustnosť tlakovými skúškami.

Tretím pôsobiskom sú priestory samotnej výroby, kde sa pracuje napríklad s troskou, slinkom, vykurovacími olejmi, alternatívnymi palivami, zelenou skalicou, vápencom, či čiernym uhlím, ktoré sa vo výrobe melie a tým sa stávajú výbušným. Všetky priestory sú riešené tak aby prípadné explózie smerovali do otvorených priestorov, odvzdušňovacích šácht, apod.

### **6.1 Vybraný objekt – Sklad trhavín**

Pre účely modelovania a simulácie nebezpečnej látky bol vybraný samotný sklad trhavín. Jednak z dôvodu skladovania veľkého množství trhavín a na druhej strane z dôvodu, aby sa zistilo, či je vzdialenosť skladu skutočne bezpečná, rovnako ako či jeho vyhotovenie plní účel.

#### **6.1.1 Popis prostredia skladu**

Sklad sa nachádza na kopci v severo-východnej odľahlej časti obce. Pozostáva z dvoch komôr oddelených od seba murivom, nachádza sa na lúke, cca 2 km od samotného pôsobiska firmy a teda aj zastavaného a obývaného územia, je murovaný, umiestnený v ochrannom vale zo zeminy, vysokom cca 5 m, ktorý by v prípade explózie slúžil ako „cesta najmenšieho odporu“ a prípadná tlaková vlna by tak mala viesť vysoko do ovzdušia nad zastavané územie. V okolí sa nachádzajú aj dva bleskosvody. Vedie k nemu jedna cesta, cez ktorú neprejde žiadne vozidlo a jedny vchodové dvere. Sklad je zabezpečený elektrickou požiarou signalizáciou, množstvom zámiok a vybavený je drevenými regálmi. Pri plnom stave zásob sú v sklade 3 tony priemyselných trhavín, 15 000 ks rozbušiek a 7 000 metrov bleskovice. Všetko sa skladuje v drevených prepravkách a kartónových škatuliach, resp. v pôvodnom balení. V areáli sa nesmú používať mobilné

telefony, kvôli zvýšeniu bezpečnosti by mali byť dokonca vypnuté. Na mieste sa nenachádza trvalé pracovisko. Najbližšie je ešte pred murovaným podchodom, ktorý vedie ku skladu.

### 6.1.2 Popis nebezpečnej chemickej látky – zdroj rizika

Aby mohlo dôjsť k samotnému odstreľu tak veľkej masy látky, s akou sa pracuje v lomoch pri detonáciách, jednou možnosťou je počinová nálož spolu s plastickou trhavinou a druhou je počinová nálož spolu s kombináciou plastickej a sypkej trhaviny. Výhodou plastickej a poloplastickej trhaviny je, že sa môžu používať aj pod vodou, dajú sa upevniť a uložiť podľa potreby. Takouto trhavinou je napríklad danubit alebo austrogel. Výhodou sypkej zmesi je, že dokáže úplne vyplniť priestor, takouto trhavinou je napríklad permonex, polonit alebo DAPMON 30.

Za zdroj rizika pre účely tejto práce bola vybraná práve posledná spomenutá trhavina DAPMON 30. DAPMON 30 je trhavina sypkej konzistencie svetložltej farby s viditeľnými časticami bezdymného prachu. Môže sa používať iba na povrchu pri trhacích prácach v nevybušnom prostredí za podmienok uvedených v predpisoch o výbušninách a v návode na používanie. DAPMON 30 sa nesmie používať v materiáloch, kde by jeho použitie mohlo spôsobiť požiar alebo výbuch. Je nemrznúci, môže sa používať v rozmedzí teplôt od -20 do + 30 °C.

#### Zloženie:

Nitroglycerín (max. 6 %)

Diethylenglykol-dinitrát (max. 9,1 %)

Nitrocelulóza (max. 21 %)

Dusičnan amonný (max. 72 %)

Nitroguanidín (max. 13,7 %)

#### **Technický popis:**

Skupenstvo (pri 20 °C): Pevné

Farba: Svetlo žltá s viditeľnými tmavými časticami

Zápach: Charakteristický pre produkt

Teplota vzbuchu: min. 150 °C

Citlivosť k nárazu (Kast): min. 3 J

Rýchlosť výbuchovej premeny: min. 3 500 m/s

Výbuchové teplo: 4 100 kJ/kg

### **Účinky na zdravie:**

Za najzávažnejšie nepriaznivé účinky na zdravie človeka pri používaní prípravku možno považovať účinky nitroglycerínu a diethylenglykol-dinitrátu ako zložiek, ktoré sú podľa Zoznamu k zákonu č. 163/2001 o chemických látkach a chemických prípravkoch klasifikované ako vysoko toxické látky. Sú nebezpečné pri vdychovaní, požití a zasiahnutí poškodenej pokožky. Najzávažnejším nepriaznivým účinkom na životné prostredie je kontaminácia pôdy a vody. Aby sa zabránilo akémukoľvek nebezpečenstvu otravy je potrebné, aby koncentrácia nitroglycerínu alebo diethylenglykol-dinitrátu vo vzduchu nepresiahla 1,0 mg/m<sup>3</sup>. Pri zvýšenej teplote hrozí nebezpečenstvo deflagrácie, teplota vzbuchu je cca 150 °C.

### **Fyzikálne a chemické vlastnosti:**

DAPMON 30 je pri dodržaní podmienok skladovania stabilný. Je potrebné vyvarovať sa vysokých teplôt. Pri horení alebo detonácii vzniká jedovatý CO. Z hľadiska toxicity sa táto zmes nepovažuje za akútne toxickú ani sa subchronicky toxickú. Nie je pravdepodobná ani senzibilita, karcinogenita a tiež mutagenita.

### **Ochrana zdravia a bezpečnosť pri práci:**

DAPMON 30 obsahuje nitroglycerín, dusičnan amónny, nitrocelulózu a metylester repkového oleja, ktoré sú klasifikované ako chemicky nebezpečné látky, a ktoré môžu ohroziť zdravie. Príznaky otravy sa prejavujú bolesťami hlavy, závratmi a žalúdočnou nevoľnosťou. Pri práci s DAPMONom 30 je nutné používať ochranné pracovné prostriedky, keprový ochranný odev, gumové rukavice, obuv s gumovou podrážkou, ochranné okuliare a respirátor s vhodným filtrom. Pri práci je prísne zakázané jesť, piť a fajčiť. Po ukončení práce je nutné umyť sa mydlom vodou. V prípade rozsypania v skladových priestoroch, pri manipulácii s ním alebo pri nabíjaní DAPMONu do vývrtov, je nutné zaistiť jeho pozametanie do háhradného obalu, v ktorom sa dopraví na zničenie.

## 6.2 Vybraný program – TerEx

Pre modelovanie a simuláciu v praktickej časti tejto práce bol zvolený softwarový nástroj TerEx, ktorý má Univerzita Tomáše Bati ve Zlíne k dispozícii. Avšak taktiež pre jeho prehľadnosť, šikovnosť či efektívnosť. Program je teoreticky bližšie špecifikovaný už v kapitole 4, podkapitola 4.3.1, teraz bude priblížená práca v ňom z praktického pohľadu.

Softvér je možné použiť niekoľkými spôsobmi. Jedná sa o zvolené cesty jednotlivých krokov pri postupe riešenia mimoriadnej udalosti. Záleží najmä na skúsenostiach a vstupných informáciách, ktoré sú známe o mimoriadnej udalosti, ktorý spôsob výpočtu rozsahu úniku bude zvolený.

Pre maximálne urýchlenie práce s programom možno doporučiť vždy používať sprievodcu. Je to najjednoduchšia cesta výpočtu a v časovej tiesni pri riešení mimoriadnej udalosti, kedy sú výsledky potrebné čo najskôr, nie je vhodné zdržovať prípadnými chybami pri manuálnom zadávaní nutných parametrov. Sprievodca nedovolí zadať nesprávne parametre, alebo vykonať nesprávne kroky a tak je výstupom vždy relevantný výsledok.

V prvom kroku je potrebné upresniť vzniknutú mimoriadnu situáciu, a zhrnúť dôležité informácie a parametre. V ďalšom kroku sa volí druh vzniknutej havárie, ktorý najspresnejšie zodpovedá známym informáciám o mimoriadnej situácii. V tomto kroku sprievodca pomôže tak, že automaticky priradí vhodný model výpočtu podľa charakteru havárie a unikajúcej látky. V ďalšom kroku dochádza k výberu látky, ktorá pri havárii unikla. Sprievodca umožňuje fultextové vyhľadávanie v databáze látok, takže je možné zadať akýkoľvek reťazec alebo jeho časť a zoznam vyhovujúcich látok sa zobrazí v okne. V praxi môže byť známy UN kód látky alebo podľa normy ADR musí byť oranžová tabuľka s týmto kódom umiestnená na prepravnom prostriedku.

V ďalšom kroku sa zadávajú zostávajúce informácie o našom modelovom prípade havárie. Ak hodnoty nie sú známe presne, budú sa musieť odhadnúť. V tomto bode je potreba uvažovať z hľadiska konzervatívnej prognózy, teda radšej odhadnúť väčšie hodnoty parametrov. Pre maximálne zjednodušenie nie je nutné zadávať meteorologické údaje a údaje o charaktere krajiny.

Už v tomto momente program ponúka spustenie výpočtov. K dispozícii sú predovšetkým dva základné výstupy:

- Report o ohrození osob toxickou látkou vrátane vyznačení doporučených krokov, čo v daných vzdialenostiach robiť,
- Podrobný textový výstup – informácie o udalosti a nutných opatreniach.

Základnými zdrojmi informácií v TerExe sú:

- Havarijná udalosť, uložené dátové zdroje o už riešených prípadoch,
- Havarijné modely, popisujúce správanie a šírenie látok,
- Databáza nebezpečných látok, ktorá obsahuje kompletne informácie o charaktere a vlastnostiach látky

Čo sa výstupov týka k dispozícii sú:

- Zákresy do mapových podkladov,
- Grafy výsledkov výpočtu,
- Exporty a tlač výsledkov výpočtu.

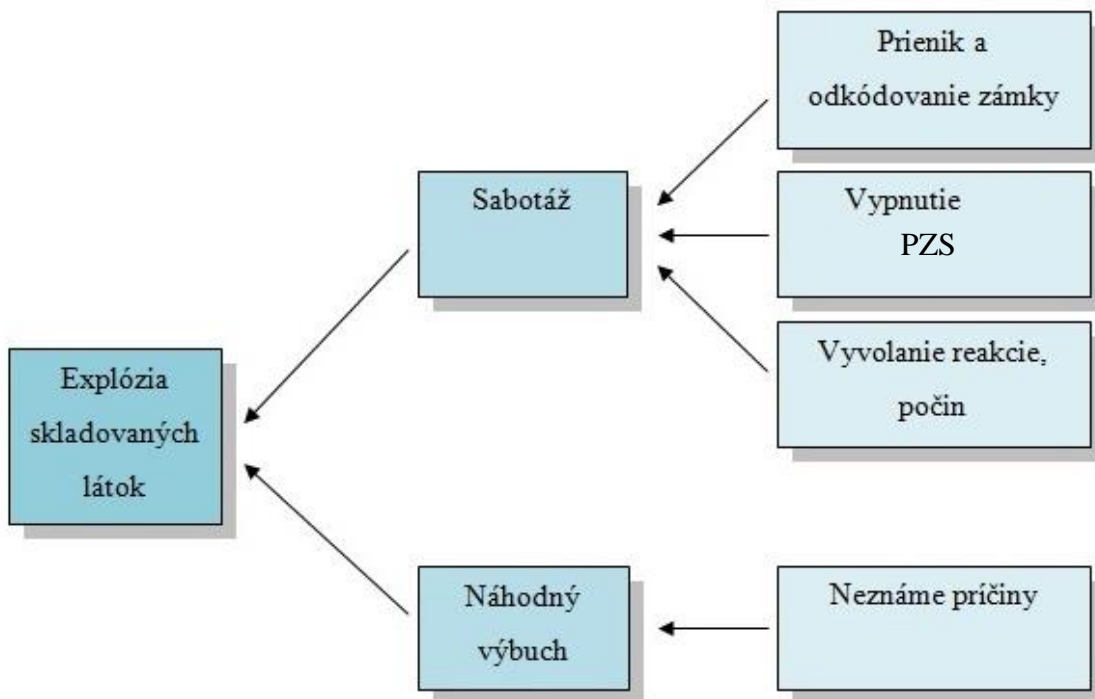
Po dokončení výpočtu sa zobrazí výstraha a zakres oblasti doporučenej evakuácie osôb a oblasti doporučeného chemického prieskumu. Túto oblasť je možné zakresliť do mapy a zistiť tak priamo geografické údaje zasiahnutých oblastí. Program používa Google maps a umožňuje používať bežné ovládacie prvky, ako je zväčšovanie/zmenšovanie merítka, vyhľadávanie výrezu mapy a volba typu mapy.

Program umožňuje taktiež export získaných dát, a to do nasledujúcich formátov:

- Excelovské tabulky vrátane grafov,
- PLM formát správy, ktorá je pripravená do pracovného adresára,
- Formát štandardnej textovej správy CAP (Common Alert Protocol), ktorá je medzinárodným štandardom pre výmenu výstražných správ v oblasti krízového informovania a riadenia.

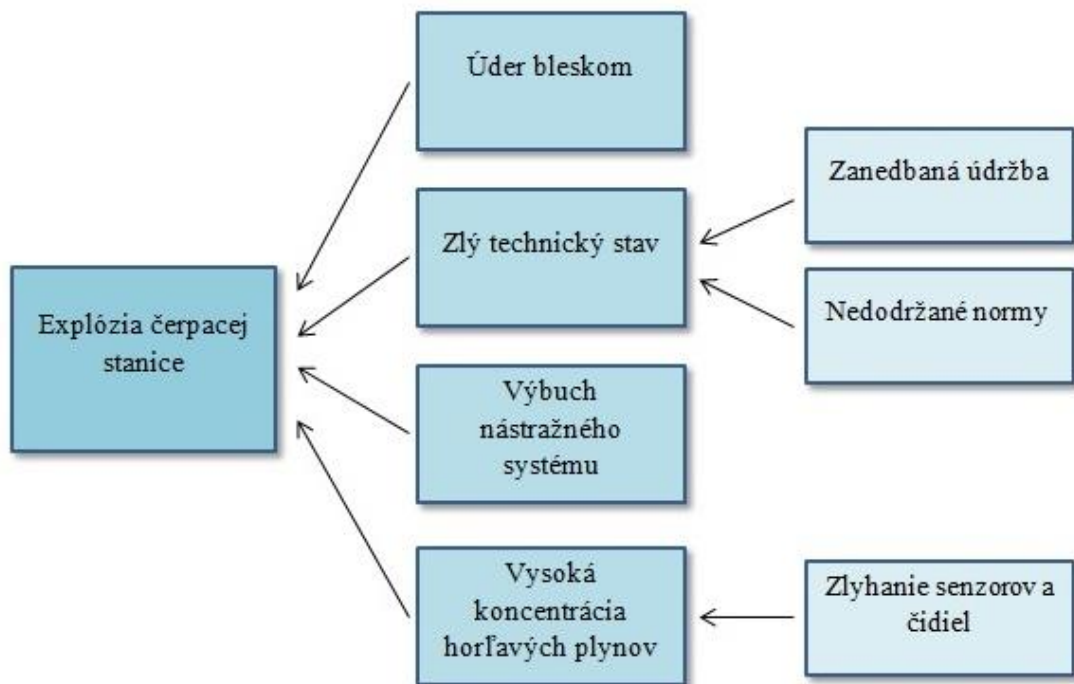
## 7 ANALÝZA MOŽNEJ MIMORIADNEJ UDALOSTI – ANALÝZA STROMU PORÚCH

Pre stanovenie rizika vzniku mimoriadnej udalosti sme si vybrali metódu FTA, metódu analýzy stromu porúch.



Obrázok 8.: Analýza explózie skladovaných látok - metóda FTA

Z diagramu (Obr. 8) vyplýva, že najviac pravdepodobnou príčinou explózie skladu je sabotáž. Príčiny náhodného výbuchu nie sú doposiaľ známe, avšak nie je možné ich úplne vylúčiť. Hlavné vchodové dvere skladu sú zabezpečené kódom, ktorý pravdepodobne poznajú len dvaja poverení zamestnanci. Ďalej treba prekonať viacero zámkov. Aby pohyb v sklade ostal inkognito a nebola pomoc včas na mieste je potrebné odstaviť systém PZS. Látka DAPMON 30 sama o sebe nie je výbušná, len horľavá, k explózii je potrebné vyvolanie počín. Na mieste sa skladujú aj rozbušky, či bleskovička k vyvolaniu počín a elektrického roznetu.



Obrázok 9.: Analýza explózie čerpacej stanice – metóda FTA

Z diagramu (Obr. 9.) vyplýva, že k explózii čerpacej stanice nachádzajúcej sa v objekte Cemmac, a.s. môže dôjsť z viacerých príčin. Jednou z možných je úder bleskom. V objekte sa nachádza viacero bleskozvodov preto pravdepodobnosť tejto akcie možno odhadnúť na minimum. Zanedbanou údržbou alebo nedodržaním bezpečnostných noriem môže byť za explóziu zodpovedný zlý technický stav. Ďalšou z možností je výbuch nástražného systému alebo vysoká koncentrácia horľavých plynov spôsobená prehliadnutím, resp. zlyhaním senzorov.



## 8 MODELOVANIE A SIMULÁCIA ZVOLENEJ MIMORIADNEJ UDALOSTI

Pre modelovanie a simuláciu v programe TerEx bola zvolená ako modelová situácia explózia skladu trhacích látok využívaných k detonácii a odstrelu suroviny vápencu. Keďže ide o modelovanie výbuchu pracovalo sa v prostredí modelu Explosive. Vzhľadom na možnosti vzniknutia explózie sa z ponúknutých variant pracovalo s „náložou“ a jej množstvo bolo prispôbené bežným prevádzkovým hodnotám za pravdepodobnosti nie úplne plného skladu. V úvahu bola vzaná látka DAPMON 30 v kombinácii s inými trhavinami.

### Vstupné údaje modelovej situácie I.:

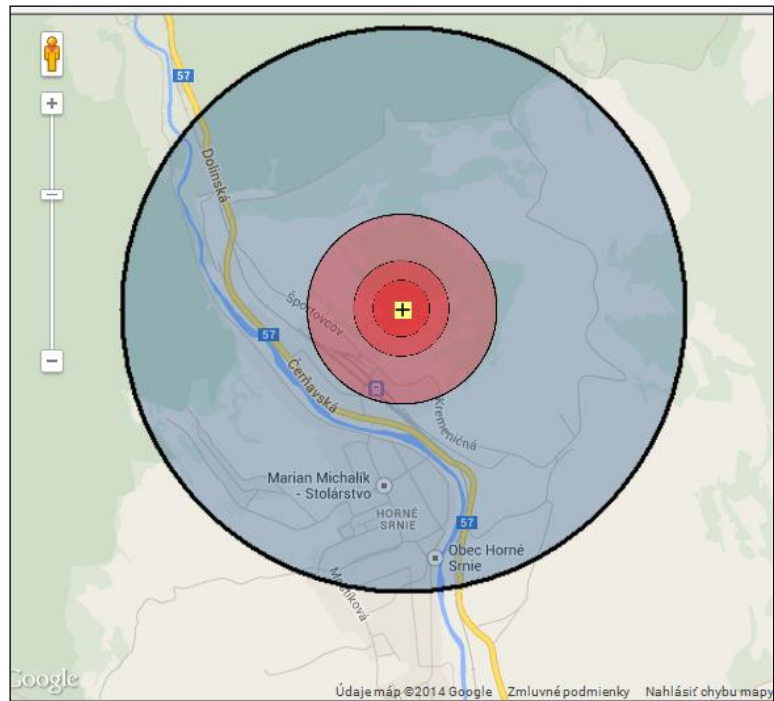
Model: Explosive

Havarované zariadenie: Nálož

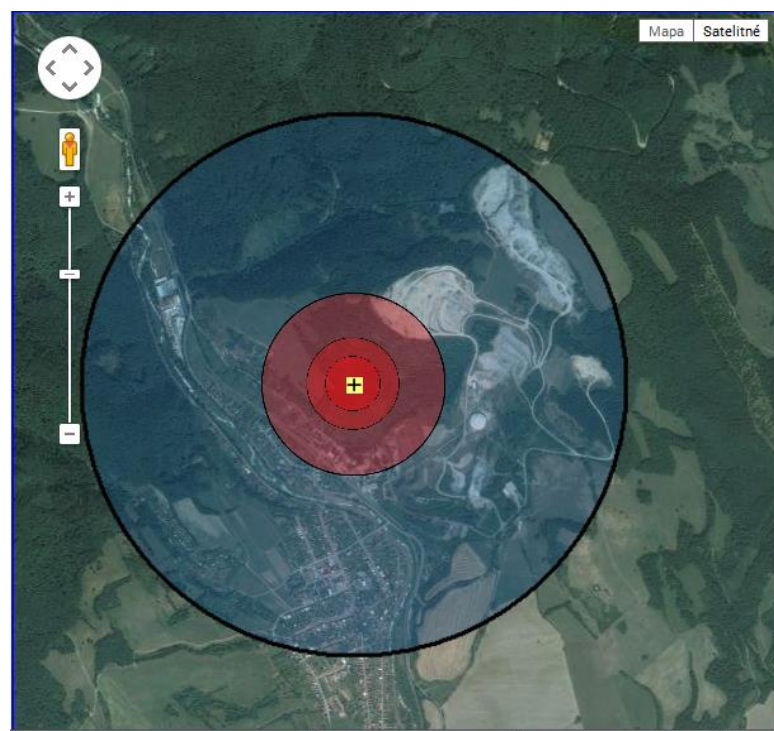
Hmotnosť nálože: 2 500 kg

Typ výbušniny: Výbušnina typu DAP

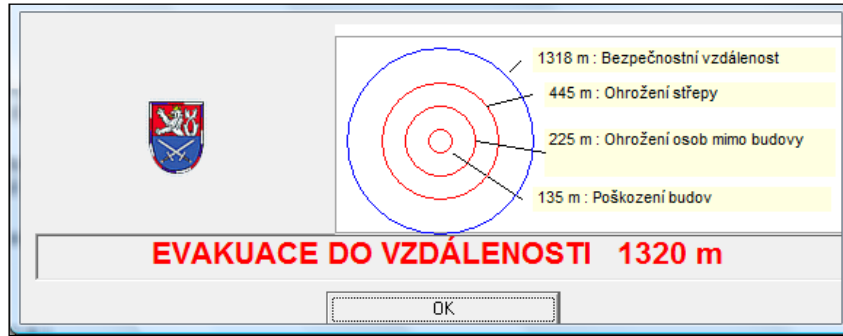
Obrázok č. 10 a 11 zobrazuje výstup programu TerEx s jednotlivými zónami ohrozenia. Vďaka zožširočeniam je možné zakresliť údaje, resp. kružnicové zóny priamo do Google Maps. Pre jednoduchšiu orientáciu bol spravený jeden výstup do jednoduchej mapy s popismi ulíc a základých orientačných bodov a druhý výstup zakreslený do satelitnej mapy. Žltým políčkom je znázornené miesto havárie a postupne od najintenzívnejšej červenej až po modrú sú znázornené jednotlivé zóny ohrozenia. Najväčší okruh 1 320 m predstavuje zónu ohrozenia určitou koncentráciou toxickéj látky či zrenenie drobnými črepinami. V tejto oblasti sa odporúča neopúšťať budovy, neotvárať okná, prípadne obsadiť miestnosti vzdialenejšie od miesta výbuchu. Ďalšou vzdialenosťou je okruh 445 m, kde sú následkom tlakovej vlny osoby vnútri budov ohrozené trieštením skla, resp. okien. Osoby vzdialené cca 225 m od miesta havárie sú ohrozené vážnym poranením. Do 135 m sa odporúča evakuácia a je možné aj vážne poškodenie budov. Vid'. obr. č. 12. a graf č. 1.



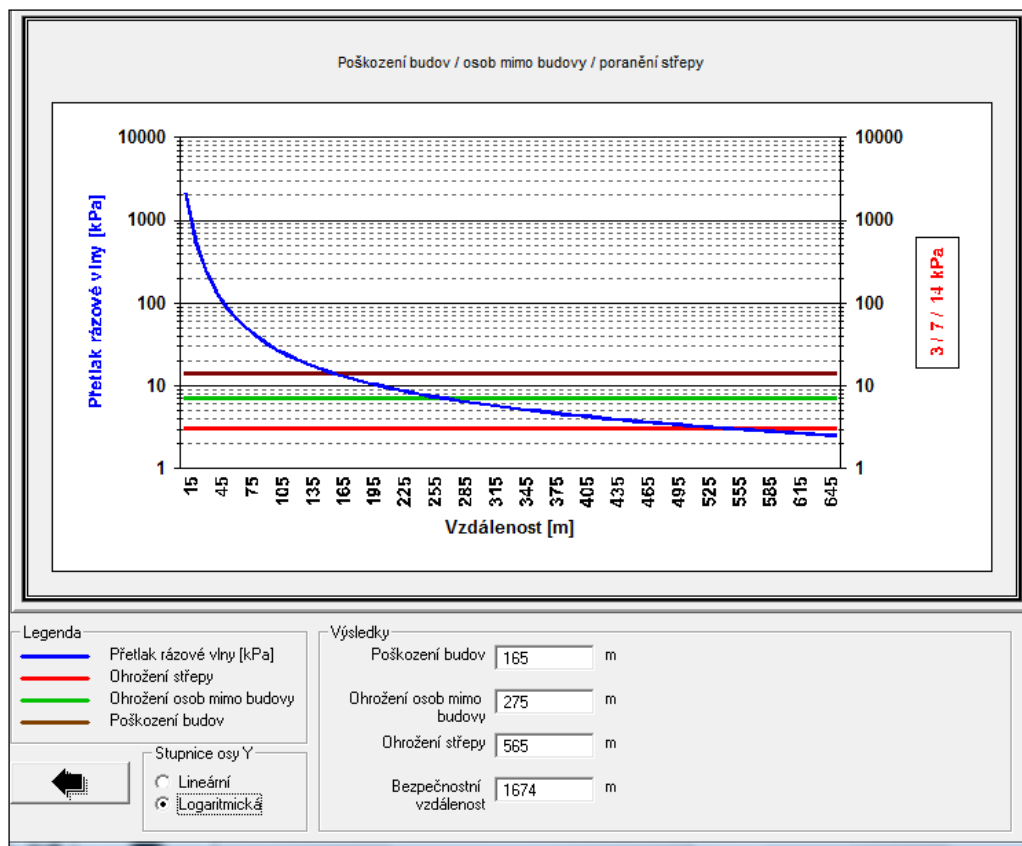
Obrázok 9.: Explózia trhavy DAPMON 30



Obrázok 10.: Explózia trhavy DAPMON 30 –  
satelitná mapa



Obrázok 11.: Varovanie



Graf 1.: Graf vzdialeností poškodenia budov, osôb mimo budov, poranenia črepinami

Podľa výpočtov sú najohrozenejšie oblasti neobývané, nezastavané. Drobnými črepinami alebo popolčekom by mohli byť zasiahnuté len ulica Športovcov, ktorá je len riedko obývaná, samotný areál Cemmac, a.s. a železničná stanica. Nižšia koncentrácia toxických látok sa však môže rozptýliť takmer do celej obce Horné Srnie, preto sa neodporúča v prípade takejto mimoriadnej situácie opúšťať obydlia, v prípade nutnosti použiť rúšku.

V bezpečnej vzdialenosti sa nachádzajú len ulice Prúdová 1 a Prúdová 2, Mostíková a Ulica Janka Kráľa.

Textový výstup modelovania je zobrazený na obrázku nižšie (obr. č. 13.).

<p><b>Model:</b>  <b>EXPLOSIVE - Nástražný výbušný systém</b>  <b>Hmotnosť nálože:</b>  <b>Velký nákladní vůz 2500 kg (5511,5 lb)</b>  <b>Typ výbušniny v náloži:</b>  <b>Výbušnina typu DAP</b></p>
<p><b>Bezpečnostní vzdálenost pro nekryté osoby</b>  <b>DOPORUČENÝ ODSUN NEBO UKRYTÍ OSOB MIMO DOSAH STŘEPIN 1320 m (4320 ft.)</b></p>
<p><b>Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem</b>  <b>DOPORUČENÁ EVAKUACE OSOB Z BUDOV DO VZDÁLENOSTI 445 m (1460 ft.)</b></p>
<p><b>Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním</b>  <b>NUTNÝ ODSUN OSOB 225 m (738 ft.)</b></p>
<p><b>Závažné poškození budov</b>  <b>NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB 135 m (443 ft.)</b></p>

Obrázok 12.: Textový výstup programu TerEx s vypočítanými zónami ohrozenia

Firma Cemmac, a.s. mimo hlavnej podnikateľskej náplne zabezpečuje aj rozvoz produktov, prevažne cementu. Disponuje vlastnými vozidlami a teda v samotnom areáli sa nachádza aj vlastná čerpacia stanica pohonných hmôt. Ohrozenie tejto nádrže požiarom bolo stanovené ako ďalšia z možných nežiadúcich ohrozujúcich udalostí.

#### Vstupné údaje modelovej situácie II.:

Model: Blevé

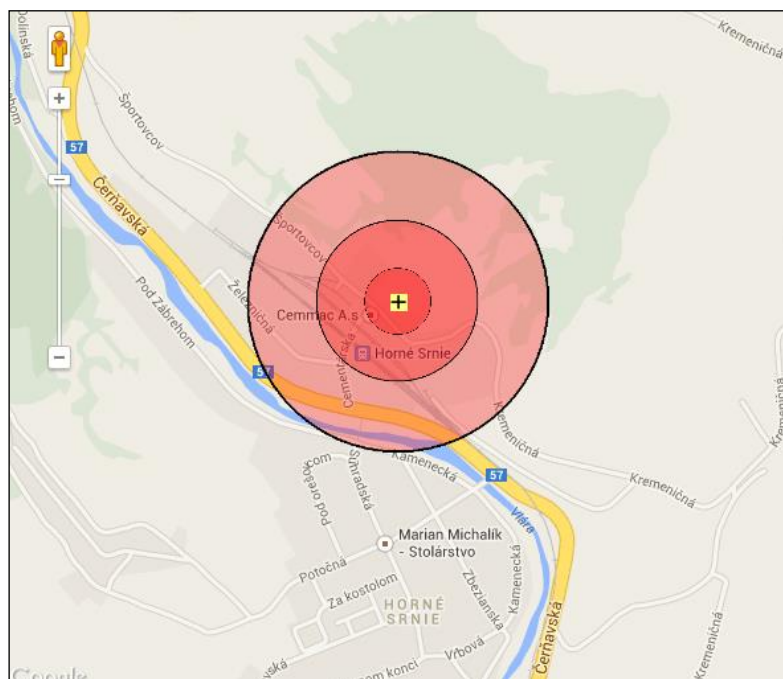
Látka: Benzín automobilný

Obsah zásobníku: 17 500 kg (l)

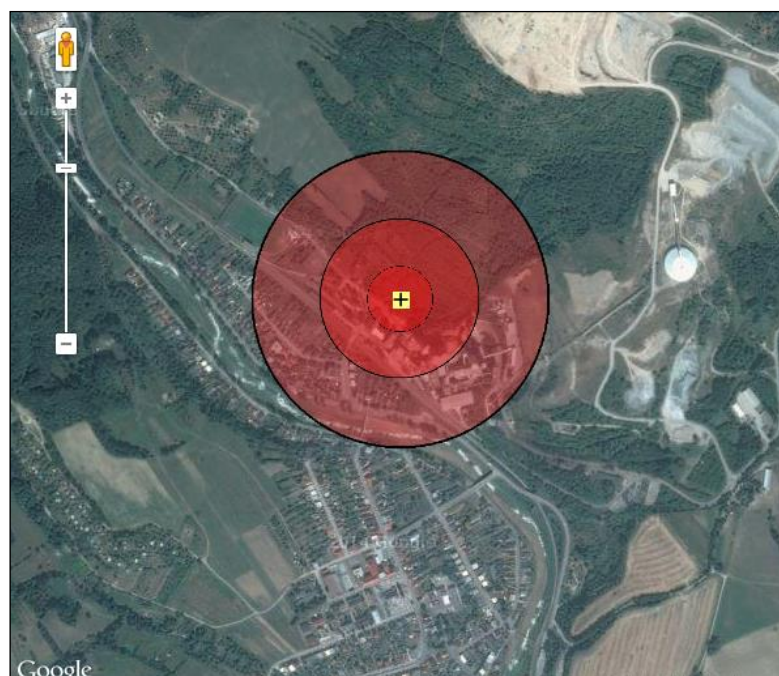
Využitie zásobníku: 100%

Z nasledujúcich obrázkov (č. 14 a 15) a textových výstupov je zrejmé, že v prípade takejto havárie pri výbuchu plne využitého zásobníku vznikne nebezpečný horľavý oblak dosahujúci vzdialenosť až 78 m s dĺžkou trvania až 10,5 sekundy. Do vzdialenosti až 348 m na voľnom priestranstve môže dôjsť k popáleninám prvého stupňa. Do vzdialenosti 188 m môže dôjsť k mortalite 10%, do 138 m 50%. Do 78 metrov sa predpokladá zápal

suchého dreva ako aj narušenie pevnosti ocele. V závislosti od vzdialenosti sú osoby ohrozené tepelnou rádiáciou. Odporúča sa odsun osôb do vzdialenosti aspoň 348 metrov.



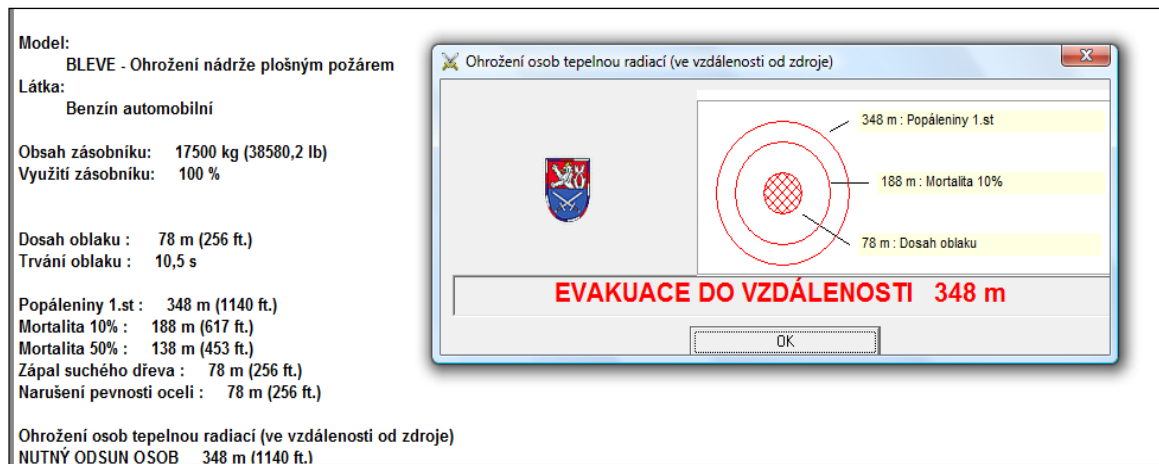
Obrázok 13.: Explózia čerpacej stanice



Obrázok 14.: Explózia čerpacej stanice

– satelitná mapa

Textový výstup spolu s výstrahou je zobrazený na obrázku nižšie (Obr. 16.).



Obrázok 15.: Textový výstup programu TerEx spolu s varovaním

Na záver praktickej časti je vhodné dodať potrebu zohľadniť, že sklad pre ktorý bola vypracovaná táto simulácia sa nachádza v ochrannom vale zo zeminy vysokom cca 5 metrov, resp. 2,5 metra nad úrovňou strechy skladu, s čím sa pri výpočtoch nerátalo. Predpokladá sa teda, že výbuch by smeroval nahor cestou najmenšieho odporu a preto aj škody by boli nižšie a miera koncentrácie toxickéj látky v ovzduší by sa tiež znížila v dôsledku dlhšetrvajúceho rozptylu v ovzduší. A to pri predpoklade že by samotný výbuch smeroval nad zastavané územie. Taktiež sklad sa nachádza vyššie nad úrovňou obce. Rovnako čerpacia stanica sa nachádza na vyvýšenom území v porovnaní s ostatnou časťou obce. Rovnako program TerEx vo výstupoch uvažuje s maximálnymi možnými mierami ohrozenia a ponúka tak najkatastrofickejší scenár. Preto je predpoklad, že nežiadúce účinky by boli o niečo menšie a prijateľnejšie.

Zodpovedné osoby firmy Cemmac, a.s. vyjadrili už pred samotnou realizáciou týchto výpočtov pozitívny postoj a s vlastným návrhom prijali výsledky tejto práce ako súčasť podnikovej bezpečnostnej dokumentácie. Keďže firma doteraz žiadne podobné výstupy nevlastnila, je potrebné vyzdvihnúť realizáciu výpočtov a výsledky tejto práce z hľadiska pozitívneho dopadu na ochranu obyvateľstva.

## ZÁVĚR

Cieľom tejto práce bolo poukázať na dôležitosť využitia softwarových nástrojov pre podporu krízového riadenia v oblasti modelovania a simulácie. V oblasti krízového riadenia sa považuje za jednu z najväčších divíz schopnosť predvídať a tým eliminovať možné riziká či dopady mimoriadnych udalostí, chrániť životy, zdravie, majetok, zvieratá či životné prostredie.

Teoretická časť sa zameriava na problematiku krízového riadenia, riešenia mimoriadnych udalostí, spomína legislatívnu úpravu či právomoci. Za neoddeliteľnú súčasť možno považovať analýzu rizík a metódy využívané k odhaleniu potenciálneho rizika, ktorým sa venuje práca rovnako, ako základným princípom modelovania a simulácie. Významnou súčasťou práce je časť pojednávajúca o softwarovej podpore, kde sú popísané viaceré nástroje simulujúce dopady možných vzniknutých udalostí. Prostredie sa dá považovať za užívateľsky veľmi príjemné, intuitívne, kde sa často s malým množstvom vstupných informácií dosiahnú veľmi slušné výstupy. Treba si však uvedomiť, že čím väčším množstvom vstupných údajov sa disponuje tým špecifickejší bude výstup a jeho výpovedná hodnota realistickejšia.

Pre potreby praktickej časti bol zvolený program TerEx. Praktická časť práce sa zaoberá simuláciou úniku, resp. explóziou nebezpečnej látky vo firme Cemmac, a.s., zaoberajúcou sa výrobou cementu. Po analýze, vykonanej na základe viacerých osobných stretnutí, interview a pohybe v „teréne“ boli vyhodnotené nebezpečné chemické látky nachádzajúce sa reálne v podniku a vybrané boli dve modelové situácie a to explózia skladu trhacích látok a požiar cisterny pohonných hmôt s následnou explóziou. V dostupnom programe bola realizovaná simulácia. Pre účely vypracovania tejto práce bola poskytnutá bezpečnostná dokumentácia, ktorá je v tejto časti práce spracovaná.

Nakoľko firma nedisponuje žiadnymi podobnými výstupmi, po ich zhodnotení bola firma oboznámená s výsledkami simulácie a tieto výstupy sa stali súčasťou bezpečnostnej dokumentácie firmy, čo možno z hľadiska ochrany obyvateľstva považovať za najväčší prínos tejto práce.

Je potrebné si uvedomiť, že prevencia je vždy menej nákladná a vždy prináša menej obetí ako riešenie dôsledkov.

**SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY**

- [1] Ministerstvo vnútra Slovenskej republiky. Terminologický slovník krízového riadenia [online]. [cit. 2014-03-17]. Dostupné z [www.minv.sk/?terminologicky-slovník&subor=10683](http://www.minv.sk/?terminologicky-slovník&subor=10683).
- [2] Pôsobnosť, organizácia a úlohy krízového manažmentu vo verejnej správe [online]. [cit.2014-03-20] dostupné z [http://fsi.uniza.sk/kkm/old/publikacie/km/km\\_kap\\_3.pdf](http://fsi.uniza.sk/kkm/old/publikacie/km/km_kap_3.pdf).
- [3] SR Zákon č. 387/2002 Z. z. o riadení štátu v krízových situáciách mimo času vojny a vojnoveho stavu
- [4] MATULČÍKOVÁ, Marta a Otakar SRNA. *Krízový manažment*. 1. vyd. Bratislava: Ekonóm, Bratislava, 2002. ISBN 80-225-1595-7.
- [5] Ing. NOVÁK Ladislav, PhD. *Krízové plánovanie v Slovenskej republike* [online]. Fakulta špeciálneho inžinierstva, Katedra krízového manažmentu. [cit. 2014-03-20]. Dostupné z: <http://fsi.utc.sk/kkm/Žilinská univerzita>.
- [6] AUTORSKÝ KOLEKTÍV: prof. Ing. Ladislav Šimák, PhD. doc. Ing. Jiří Horáček, CSc. doc. Ing. Ladislav Novák, PhD. RSDr. Ľudovít Németh Mgr. RSDr. Vladimír Míka. *Terminologický slovník krízového riadenia*. Žilina, 2005. ISBN 80-88829-75-5.
- [7] MASARIK, Tomáš. Pasportizace a kategorizace ohrožujících objektů na území obce s rozšířenou působností [online]. Uherské Hradiště, 2012 [cit. 2014-03-21]. Dostupné z: <http://dspace.k.utb.cz/handle/10563/23275>.
- [8] RAKOVSKÝ, Martin. *Situačné modely v porozumení jazyku*. Univerzita Komenského v Bratislave, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky, Katedra aplikovanej informatiky. Bratislava, 2009.
- [9] ŠEFČÍK, Vladimír. *Analýza rizik*. Zlín, 2009.
- [10] TICHÝ, M.. Tamtéž
- [11] KŘIVÝ, Ivan a KINDLER, Evžen. *Simulace a modelování* [online]. Ostravská univerzita. Ostrava, 2001 [cit. 2014-04-01]. ISBN 9788070428092. Dostupné z: <http://prf.osu.cz/kip/dokumenty/Msm.pdf>.
- [12] DLOUHÝ, M. a kol.. *Simulace pro ekonomy*. 2. vyd. Praha: Oeconomica. Praha, 2005.



- [13] DORDA, Michal. Úvod do modelování a simulace systémů [online]. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Ostrava, 2010 [cit. 2014-04-01]. Dostupné z: [www.homel.vsb.cz/~dor028/Aplikace\\_2.pdf](http://www.homel.vsb.cz/~dor028/Aplikace_2.pdf).
- [14] BERNATÍK, Aleš. *Prevence závažných havárií II.* [online]. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství. Ostrava, 2006 [cit. 2014-04-22]. Dostupné z [www:http://www.fbi.vsb.cz/miranda2/export/sitesroot/fbi/040/cs/sys/resource/PDF/skripta-PZH-II.pdf](http://www.fbi.vsb.cz/miranda2/export/sitesroot/fbi/040/cs/sys/resource/PDF/skripta-PZH-II.pdf).
- [15] T-SOFT A.S. [online]. [cit. 2014-04-22]. Dostupné z: [www.tsoft.cz/](http://www.tsoft.cz/).
- [16] ŠOVČÍKOVÁ, Ľubica. *Závažné priemyselné havárie a ich následky* [online]. Žilina, 2005 [cit. 2014-04-23]. Dostupné z: <http://fsi.uniza.sk/kpi/dokumenty/zph.pdf>.
- [17] ALOHA: User's manual [online]. 2007 [cit. 2014-04-25]. Dostupné z: <http://www.epa.gov/OEM/docs/cameo/ALOHAManual.pdf>.
- [18] HAVLOVÁ, Michaela. T-SOFT A.S. *Modelování úniků NL a teroristických útoků: Výukový materiál.* Praha, 2008.
- [19] Ministerstvo obrany a Armáda ČR [online]. 2004 [cit. 2014-04-26]. Dostupné z: <http://www.army.cz/scripts/detail.php?id=2828>.
- [20] *Organizačný poriadok CEMMAC, a.s.*. Horné Srnie, 2006.
- [22] ZÁTOPEK, Milan. *Výroba cementu CEMMAC, a.s.*. Horné Srnie, 2006.

**SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK**

CO	Oxid uhoľnatý
DUP	Dispečing urgentných príjmov
FMEA	Failure Mode and Effect Analysis
FTA	Fault Tree Analysis
GIS	Geografické informačné systémy
HAZOP	Hazard Operation Process
HW	Hardware
IS	Informačný systém
IZS	Integrovaný záchranný systém
MÚ	Mimoriadna udalost'
PHA	Preliminary Hazard Analysis
PZS	Poplachový zabezpečovací systém
SW	Software
ZZS	Záchranná zdravotná služba

**SEZNAM OBRÁZKŮ**

<i>Obrázok 1.: Etapy modelovania a simulácie [13]</i> .....	33
<i>Obrázok 2.: Základná ponuka programu TerEx</i> .....	36
<i>Obrázok 3.: Prostredie programu POSIM [16]</i> .....	38
<i>Obrázok 4.: Letecká snímka Cemmac, a.s.</i> .....	43
<i>Obrázok 5.: Letecká snímka lom - Cemmac, a.s.</i> .....	44
<i>Obrázok 6.: Lom - Cemmac, a.s.</i> .....	46
<i>Obrázok 7.: Postup pri rizikovej analýze aktív</i> .....	48
<i>Obrázok 8.: Analýza explózie skladovaných látok - metóda FTA</i> .....	55
<i>Obrázok 10.: Explózia trhavy DAPMON 30</i> .....	58
<i>Obrázok 11.: Explózia trhavy DAPMON 30 –</i> .....	58
<i>Obrázok 12.: Varovanie</i> .....	59
<i>Obrázok 13.: Textový výstup programu TerEx s vypočítanými zónami ohrozenia</i> .....	60
<i>Obrázok 14.: Explózia čerpacej stanice</i> .....	61
<i>Obrázok 15.: Explózia čerpacej stanice</i> .....	61
<i>Obrázok 16.: Textový výstup programu TerEx spolu s varovaním</i> .....	62

**SEZNAM TABULEK**

<i>Tabuľka 1.: Krízové zákony Českej republiky .....</i>	<i>22</i>
<i>Tabuľka 2.: Váhové koeficienty hodnotenia .....</i>	<i>48</i>

## SEZNAM PŘÍLOH

<i>Priloha č. 1 Bezpečnostný list – DAPMON 30.....</i>	<i>70</i>
--	-----------

# PŘÍLOHA P I: BEZPEČNOSTNÝ LIST – DAPMON 30

## Bezpečnostní list výrobku

Datum vydání: 9. 1. 2007	rev.05/16.7.2009	Strana 1/5
DAPMON 30		Platnost od: 16.7.2009

### 1. Identifikace látky nebo přípravku a výrobce nebo dovozce

#### 1.1 Chemický název látky/ obchodní název přípravku

Průmyslová trhavina	DAPMON 30
---------------------	-----------

#### 1.2 Identifikace výrobce/ dovozce

Jméno nebo obchodní jméno dovozce: STV GROUP a.s.  
 Místo podnikání nebo sídlo: Žitná 45, Praha 1, 110 00  
 Identifikační číslo: 26181134  
 Telefon: +42(02) 2221 2082  
 Fax: +42(02) 96 220 300  
 Jméno nebo obchodní jméno výrobce: STV GROUP a.s.  
 Nouzové telefonní číslo: +42(02) 2221 2082

### 2. Informace o složení látky nebo přípravku

Výrobek obsahuje tyto nebezpečné látky:

Název Číslo CAS Číslo ES Indexové číslo	Výstražné symboly	Označení specifické rizikovitosti nebezpečné látky	Pokyny pro bezpečné nakládání
Nitroglycerin (max. 6 %) 55-63-0 200-240-8 603-034-00-x	E-výbušný T+ toxický N – nebezpečný pro životní prostředí	R3 - Velké nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení. R23/24/25 Toxický při vdechování, styku s kůží a při požití. R33 - Nebezpečí kumulativních účinků. R51/53 - Toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.	S(1/2-) - Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí! S 33 - Proveďte preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny! S 35 - Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem! S 36/37 - Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné rukavice!
Diethylenglykol- dinitrát (max. 9,1 %) 693-21-0 211-745-8 603-033-00-4	E: výbušný T+: toxický	R3 - Velké nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení. R26/27/28 - Vysoce toxický při vdechování, styku s kůží a při požití. R33 - Nebezpečí kumulativních účinků. R52/53 - Škodlivý pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.	S(1/2-) - Uchovávejte uzamčené mimo dosah dětí! S33 - Proveďte preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny! S35 - Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem. S36/37-Používejte vhodný pracovní oděv a rukavice! S45 - V případě úrazu, nebo nechtě-li se dobře, vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možné, ukažte toto označení)! S61 - Zabraňte uvolnění do životního prostředí!
Nitrocelulóza (max. 21 %) 9004-70-0 603-037-00-6	E: výbušný	R1 - výbušný v suchém stavu R3 - Velké nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení.	S(2-) - Uchovávejte mimo dosah dětí. S35 - Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem.
Dusičnan amonný (max. 72 %) 6484-52-2 229-347-8	O: oxidující Xi: dráždivý	R8 - Dotek s hořlavým materiálem může způsobit požár. R 36/37/38 - Dráždí oči, dýchací orgány a kůži.	S15 - Chraňte před teplem. S17 - Uchovávejte mimo dosah hořlavých materiálů. S26 - Při zasažení očí okamžitě důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc. S36 - Používejte vhodný ochranný oděv a rukavice.
Nitroguanidin (max. 13,7 %) 556-88-7 209-143-5	-	-	-

### 3. Údaje o nebezpečnosti látky nebo přípravku

#### 3.1 Nejzávažnější nepříznivé účinky na zdraví člověka při používání přípravku:

Nitroglycerin a diethylenglykol-dinitrát je podle Seznamu k zákonu 356/2003 Sb. klasifikován jako vysoce toxická látka. Je nebezpečný při vdechování, požití a zasažení poškozené pokožky.

#### 3.2 Nejzávažnější nepříznivé účinky na životní prostředí při používání přípravku:

Kontaminace půdy a vody

#### 3.3 Možné nesprávné použití přípravku:

-

#### 3.4 Další údaje:

Aby se zabránilo jakémukoliv nebezpečí otravy je třeba, aby jeho koncentrace nitroglycerinu nebo

## Bezpečnostní list výrobku

Datum vydání: 9. 1. 2007	rev.05/16.7.2009	Strana 2/5
DAPMON 30		Platnost od: 16.7.2009

diethylenglykol-dinitrátu ve vzduchu nepřesáhla 1,0 mg/m<sup>3</sup>. Při zvýšené teplotě hrozí nebezpečí deflagrace, teplota vzbuchu je cca 150 °C.

### 4. Pokyny pro první pomoc

#### 4.1 Všeobecné pokyny

Osoby pracující s DAPMON 30 musí mít minimálně odbornou způsobilost pro práci s výbušninami dle § 3, vyhlášky ČBÚ č. 327/1992 Sb. a vybaveny osobními ochrannými prostředky k ochraně pokožky a dýchacích cest (ochranný pracovní oděv, gumové rukavice, gumová obuv, protiprašný respirátor). Příznaky otravy jsou: žaludeční nevolnost, závratě, zpomalení tepu, bolení hlavy.

#### 4.2 Při nadýchání:

Vynést postiženého na čerstvý vzduch. Při zastavení dechu provést umělé dýchání do obnovení dýchacích funkcí nebo do příchodu lékaře. Při lehkých otravách musí být postižený prohlédnut odborným lékařem.

#### 4.3 Při styku s kůží

Postižené místo důkladně umýt vodou a mýdlem. Poté ošetřit regeneračním krémem.

#### 4.4 Při zasažení očí:

Vypláchnout oči proudem čisté vody.

#### 4.5 Při požití:

Při požití vypláchnout ústa čistou vodou, dát vypít asi 0,5 l vody, nevyvolávat zvracení a vyhledat lékaře.

#### 4.6 Další údaje

Dodržovat hygienické a bezpečnostní předpisy stanovené technologickým postupem pro práci s bezdýmnými prachy. Další konzultace je možno na Toxikologickém informačním centru, klinika nemocí z povolání, Na Bojišti 1171/1, 128 21 Praha 2, tel.: 224919293 nebo 224915402.

### 5. Opatření pro hasební zásah

#### 5.1 Vhodná hasiva:

Prášek, Pěna, CO<sub>2</sub>

#### 5.2 Nevhodná hasiva:

Voda

#### 5.3 Zvláštní nebezpečí:

Při hoření nebo výbuchu se uvolňuje jedovatý CO.

#### 5.4 Zvláštní ochranné prostředky:

Izolační dýchací přístroje

#### 5.5 Další údaje:

Hoření většího množství DAPMONU 30 může přejít v detonaci. V případě požáru nehasit a evakuovat okolí do bezpečné vzdálenosti.

### 6. Opatření v případě náhlého úniku

#### 6.1 Bezpečnostní opatření pro ochranu osob:

Odstranit možné zdroje iniciace a tepelného působení. Zabránit přímému styku s látkou bez předepsaných ochranných pomůcek. Místnosti dobře větrat

#### 6.2 Bezpečnostní opatření pro ochranu životního prostředí:

Zabránit kontaminaci půdy, povrchových a podzemních vod

#### 6.3 Doporučené metody čištění a zneškodnění:

Rozsypaný produkt uložit do uzavíratelných obalů. Ke zneškodnění přivolat proškoleného pyrotechnika.

#### 6.4 Další údaje:

-

### 7. Pokyny pro zacházení a skladování

#### 7.1 Pokyny pro zacházení:

Dodržovat hygienické a bezpečnostní předpisy pro práci s výbušninami viz. kap 4. Dodržovat návod k použití. Místnosti dobře větrat

#### 7.2 Pokyny pro skladování:

Emonit je pro účely skladování zařazen dle vyhl. ČBÚ č. 99/1995 Sb. ve znění pozdějších předpisů do třídy a skupiny nebezpečí A IV, poř. č. 18.

## Bezpečnostní list výrobku

Datum vydání: 9. 1. 2007	rev.05/16.7.2009	Strana 3/5
DAPMON 30		Platnost od: 16.7.2009

Dodržovat zásady skladování dané vyhláškou. Skladovat pouze v uzavřených označených obalech. S obaly je nutno zacházet tak, aby nedošlo k jejich poškození, a tím k úniku trhaviny. Ve skladech je zakázáno kouřit, zacházet s otevřeným ohněm a používat jiskřící zařízení.

### 8. Kontrola expozice a ochrana osob

#### 8.1 Technická opatření:

Prostory dobře větrat.

#### 8.2 Kontrolní parametry:

Maximální přípustná koncentrace pro bezpečnou práci s DAPMON 30 je 1,0 mg/m<sup>3</sup>.

#### 8.3 Osobní ochranné prostředky:

##### Ochrana kůže:

Ochranný oděv

##### Ochrana dýchacích orgánů:

Protiprašný respirátor

##### Ochrana očí:

Ochranné brýle

##### Ochrana rukou:

Gumové rukavice - neopren, PVA

##### Další údaje:

Dodržovat osobní hygienu, po práci si umýt pokožku teplou vodou a mýdlem. Ošetřit vhodným reparačním krémem. Při práci je zakázáno jíst, pít a kouřit.

### 9. Údaje o nebezpečnosti přípravku

Skupenství (při 20 °C):	Pevné
Barva:	Světle žlutá s patrnými tmavými částicemi
Zápach:	Charakteristický pro produkt
teplota vzbuchu	min. 150 °C
citlivost k nárazu (Kast)	min. 3 J
rychlost výbuchové přeměny	min. 3500 m/s
výbuchové teplo	4100 kJ/kg

### 10. Stabilita a reaktivita

#### 10.1 Podmínky, za nichž je výrobek stabilní:

Výrobek je stabilní při dodržení podmínek skladování.

#### 10.2 Podmínky, kterých je nutno se vyvarovat:

Vysokých teplot.

#### 10.3 Látky a materiály, s nimiž výrobek nesmí přijít do styku:

-

#### 10.4 Nebezpečné rozkladné produkty:

Při hoření nebo detonaci vzniká jedovatý CO.

#### 10.5 Další údaje:

-

### 11. Toxikologická informace

#### 11.1 Akutní toxicita: Pro přípravek nestanovena

-LD <sub>50</sub> , orálně, potkan (mg.kg <sup>-1</sup> ):	Nestanovena
-LD <sub>50</sub> , dermálně, potkan nebo králik (mg.kg <sup>-1</sup> ):	Nestanovena
-LC <sub>50</sub> , inhalačně, potkan, pro aerosoly nebo částice (mg.kg <sup>-1</sup> ):	Nestanovena
-LC <sub>50</sub> , inhalačně, potkan pro plyny a páry (mg.kg <sup>-1</sup> ):	Nestanovena

#### 11.2 Subchronická - chronická toxicita:

Nestanovena

#### 11.3 Senzibilita:

Nestanovena. Není pravděpodobná. Obsažené látky nejsou alergen.

#### 11.4 Karcinogenita:

Nestanovena. Není pravděpodobná. Obsažené látky nejsou karcinogen.

#### 11.5 Mutagenita:

Nestanovena. Není pravděpodobná. Obsažené látky nejsou mutagen.



## Bezpečnostní list výrobku

Datum vydání: 9. 1. 2007	rev.05/16.7.2009	Strana 4/5
DAPMON 30		Platnost od: 16.7.2009

### 11.6 Toxicita pro reprodukci:

Nestanovena, ale je pravděpodobná.

### 11.7 Zkušební údaje u člověka:

-

### 11.8 Provedení zkoušek na zvířatech:

Přípravek nebyl na zvířatech zkoušen. Klasifikace přípravku je provedena konvenční metodou.

### 11.9 Další údaje:

-

## 12. Ekologické informace

### 12.1 Akutní toxicita pro vodní organismy:

-LC <sub>50</sub> , 96 hod. ryby (mg/l):	Nestanovena
-EC <sub>50</sub> , 48 hod. dafnie (mg/l):	Nestanovena
-EC <sub>50</sub> , 72 hod. řasy (mg/l):	Nestanovena

### 12.2 Rozložitelnost:

V normálních přírodních podmínkách dojde k rozpuštění dusičnanu amonného .

### 12.3 Toxicita pro ostatní prostředí:

Nestanovena.

### 12.4 Další údaje:

-

### 12.5 CHSK:

Nestanovena.

### 12.6 BSK<sub>5</sub>:

Nestanovena.

## 13. Informace o zneškodňování

### 13.1 Způsoby zneškodňování látky/ přípravku:

Zneškodňovat látku smí pouze proškolený pyrotechnik ve smyslu vyhlášky ČBÚ č. 327/1992 Sb.

### 13.2 Způsoby zneškodňování kontaminovaného obalu:

Pálením na k tomu určených místech ve smyslu vyhlášky ČBÚ č. 327/1992 Sb.

## 14. Informace pro přepravu

### Pozemní přeprava:

ADR/RID	Klasifikační kód: 1.1D	UN - 0081
---------	------------------------	-----------

### Námořní přeprava:

IMDG	Klasifikační kód: 1.1D	UN - 0081
------	------------------------	-----------

### Letecká přeprava:

Nepřepravuje se

## 15. Informace o právních předpisech

### 15.1 Právní předpisy, které se vztahují na látku/ přípravek:

zákon č. 61/1988 Sb., ve znění pozdějších předpisů

### 15.2 Symboly nebezpečnosti:



### 15.3 Rizikové věty:

R1 - výbušný v suchém stavu.

R3 - Velké nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení.

R8 - Dotek s hořlavým materiálem může způsobit požár.

R26/27/28 - Vysoce toxický při vdechování, styku s kůží a při požití.

## **Bezpečnostní list výrobku**

Datum vydání: 9. 1. 2007	rev.05/16.7.2009	Strana 5/5
DAPMON 30		Platnost od: 16.7.2009

R33 - Nebezpečí kumulativních účinků.

R51/53 - Toxický pro vodní organismy, může vyvolat dlouhodobé nepříznivé účinky ve vodním prostředí.

### **15.4 Bezpečnostní věty:**

S (1/2) - Uchovávejte uzamčené a mimo dosah dětí!

S 33 - Proveďte preventivní opatření proti výbojům statické elektřiny!

S 35 - Tento materiál a jeho obal musí být zneškodněny bezpečným způsobem!

S 36/37 - Používejte vhodný ochranný oděv a ochranné rukavice!

S45 - V případě úrazu, nebo necítíte-li se dobře, vyhledejte lékařskou pomoc (je-li možné, ukažte toto označení)!

S61 - Zabraňte uvolnění do životního prostředí!

### **15.5 Povinnost registrace složek**

Látka je registrována u ČBÚ

### **16. Další informace**

Bezpečnostní list obsahuje údaje potřebné pro zajištění bezpečnosti a ochrany zdraví při práci ochrany životního prostředí. Uvedené údaje odpovídají současnému stavu vědomí a zkušeností a jsou v souladu s platnými právními předpisy. Nemohou být považovány za záruku vhodnosti a použitelnosti výrobku pro konkrétní aplikaci.

#### **Kontaktní pracoviště**

STV GROUP a.s., Žitná 45, 110 00 Praha 1, Ing. Michal Zapletal – tel.: +420 724 036696

#### **Datum posledního přepracování bezpečnostního listu**

16. 7. 2009