

Postavení simulace a modelování v rámci záchranných a likvidačních prací

The Position of Simulation and Modeling in the Rescue and
Liquidation Works

Bc. Roman Kudlička

Diplomová práce
2013



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky
akademický rok: 2012/2013

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

Jméno a příjmení: **Bc. Roman KUDLIČKA**
Osobní číslo: **A11290**
Studijní program: **N3902 Inženýrská informatika**
Studijní obor: **Bezpečnostní technologie, systémy a management**
Forma studia: **prezenční**

Téma práce: **Postavení simulace a modelování v rámci
záchranných a likvidačních prací**

Zásady pro vypracování:

1. Vypracujte literární rešerši na téma řešení mimořádných událostí z pohledu záchranných a likvidačních prací.
 2. Pojedejte o obecných principech modelování a simulace v kontextu záchranných a likvidačních prací.
 3. Diskutujte o programové podpoře modelování a simulace v kontextu záchranných a likvidačních prací.
 4. Použijte vybraný programový simulační či modelovací nástroj pro podporu záchranných a likvidačních prací.
 5. Navrhněte konkrétní využití modelování a simulace ve vztahu k problematice podpory záchranných a likvidačních prací.
-

Rozsah diplomové práce:

Rozsah příloh:

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

Seznam odborné literatury:

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

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Martin Hromada, Ph.D.

Ústav bezpečnostního inženýrství

Datum zadání diplomové práce:

8. února 2013

Termín odevzdání diplomové práce:

3. června 2013

Ve Zlíně dne 8. února 2013

prof. Ing. Vladimír Vašek, CSc.

děkan



doc. RNDr. Vojtěch Křesálek, CSc.

ředitel ústavu

ABSTRAKT

Obsahem této práce je rešerše na význam simulace a modelování v souvislosti s prováděním záchranných a likvidačních prací při nastalých mimořádných událostech.

Teoretická část obsahuje úvod do dané problematiky týkající se modelování, simulací a mimořádných událostí, souvisejících legislativních úprav, jejich význam a také jejich historii.

V praktické části je práce zaměřena na použití vybraného simulačního a modelovacího počítačového programu, konkrétně T-Soft Terex, pro podporu záchranných a likvidačních prací.

Následně obsahuje pojednání o konkrétním využití modelování a simulace ve vztahu k problematice podpory záchranných a likvidačních prací.

Klíčová slova: simulace, modelování, záchranné práce, likvidační práce, mimořádná událost

ABSTRACT

The content of this thesis is to research the importance of simulation and modeling in the relation to the rescue and relief works during emergency situations.

Theoretical part contains an introduction to the modeling, simulation and related legislatives, their importance and their history.

Practical part of the thesis is focused on the use of selected simulation and modeling software program, namely T-Soft Terex, to support rescue and relief work.

Final section is a discussion of the specific use of modeling and simulation in relation to the support rescue and relief work.

Keywords: Simulation, Modeling, Rescue Works, Liquidation Works, Emergency situation

Zde bych rád poděkoval vedoucímu mé diplomové práce Ing. Martinu Hromadovi, Ph.D. za rady, trpělivost a poskytnutý přístup k softwaru při vypracovávání praktické části.

Také bych rád poděkoval svým rodičům za veškerou podporu a poskytnuté potřebné zázemí.

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

ÚVOD	9
I TEORETICKÁ ČÁST	10
1 PROBLEMATIKA MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ	11
1.1 ZÁKLADNÍ POJMY	11
1.2 ZÁVAŽNÉ HAVÁRIE V MINULOSTI.....	12
1.2.1 Seveso.....	12
1.2.2 Bhópal	13
1.2.3 Černobyl.....	14
1.2.4 Fukušima	19
1.2.5 Deepwater Horizon	22
1.3 LEGISLATIVA.....	24
1.3.1 Vývoj legislativy	24
1.3.2 Současná platná legislativa.....	25
1.4 HODNOCENÍ RIZIK	28
1.4.1 Revize bezpečnosti – Safety Review (SR).....	29
1.4.2 Kontrolní seznam – Checklist Analysis (CL)	30
1.4.3 Indexové metody – Relative Ranking (RR).....	31
1.4.4 Předběžná analýza ohrožení – Preliminary Hazard Analysis (PHA).....	31
1.4.5 Analýza „Co se stane, když...“ – What-if Analysis – (WI).....	32
1.4.6 „Co se stane, když...“ kontrolní seznam – What-if / Checklist (WI/CL).....	32
1.4.7 Analýza nebezpečnosti a provozuschopnosti – Hazard and Operability Analysis (HAZOP).....	32
1.4.8 Analýza příčin a následků poruch – Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)	33
1.4.9 Analýza stromu poruch – Fault Tree Analysis (FTA).....	34
1.4.10 Analýza stromem událostí – Event Tree Analysis (ETA).....	34
1.4.11 Analýza příčin a následků – Cause - Consequence Analysis (CCA).....	35
1.4.12 Analýza lidského faktoru – Human Reliability Analysis (HRA).....	35
2 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM ČR	36
2.1 LEGISLATIVA.....	36
2.2 SLOŽKY IZS	37
2.2.1 Základní složky	37
2.2.2 Ostatní složky.....	40
2.3 KOORDINACE PŘI ZÁCHRANNÝCH A LIKVIDAČNÍCH PRACÍCH	41
2.3.1 Taktická úroveň.....	42
2.3.2 Operační úroveň	42
2.3.3 Strategická úroveň.....	42
3 TYPOVÁ ČINNOST	44
3.1 CHARAKTERISTIKA JEDNOTLIVÝCH STČ.....	46
4 SW PODPORA KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ	50

4.1	MODELOVÁNÍ A SIMULACE.....	50
4.2	SW PRO MODELOVÁNÍ A SIMULACI.....	52
4.2.1	Terex – Teroristický expert.....	52
4.2.2	POSIM.....	54
4.2.3	HPAC.....	55
4.2.4	Aloha.....	56
4.2.5	Rozex.....	56
4.2.6	Vlna.....	57
4.2.7	HotSpot Health Physics codes.....	57
4.3	SW PRO EVIDENCI, PLÁNOVÁNÍ A ŘÍZENÍ.....	58
4.3.1	EMOFF, ESIM.....	58
4.3.2	WAK KISKAN.....	59
4.3.3	IS BKM.....	60
4.3.4	SYPOS.....	61
4.4	PODPŮRNÝ SW.....	61
4.4.1	RISKAN.....	61
4.4.2	MEDIS-ALARM.....	62
4.4.3	GISel IZS.....	63
II	PRAKTICKÁ ČÁST.....	64
5	SCÉNÁŘ.....	65
6	ANALÝZA RIZIK.....	71
6.1	ZÁKLADNÍ ANALÝZA.....	71
6.2	PŘÍLOHOVÉ INFORMACE.....	74
7	SIMULACE V SW TEREX.....	77
7.1	NAVROVANÁ REAKCE.....	83
8	NÁVRH DALŠÍCH VYUŽITÍ SIMULACÍ A MODELOVÁNÍ.....	85
	ZÁVĚR.....	87
	CONCLUSION.....	88
	SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY.....	89
	SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK.....	93
	SEZNAM OBRÁZKŮ.....	94
	SEZNAM TABULEK.....	96
	SEZNAM PŘÍLOH.....	97

ÚVOD

V souvislosti s neustále se zrychlujícím technickým a technologickým vývojem, zejména pak v oblastech průmyslové výroby a chemického průmyslu, roste význam potřeby krizových a havarijních plánů v kontextu s modelováním a simulací mimořádných událostí při vzniku havárie, ať už zapříčiněné lidským faktorem či přírodními jevy. Již zmíněný vývoj má za následek zvyšující se počet nebezpečných chemických látek v technologickém procesu a tím pádem i závažnost případné vzniklé havárie. Společnost si toho je, ať už dostatečně či nedostatečně, vědoma, a tak je legislativně kladen důraz na zpracování příslušných bezpečnostních dokumentů a připravenost jednotlivých složek.

Že je tato činnost potřeba, dokládá historie. Příkladně každý Evropan něco ví o havárii, jež se stala na území tehdejšího Sovětského svazu, o explozi jednoho z bloků Černobylské jaderné elektrárny v roce 1986, jež byla ohodnocena nejvyšším stupněm podle mezinárodní stupnice jaderných událostí INES. Tímto stupněm byla ohodnocena ještě jedna jaderná havárie, jež se stala relativně nedávno (v souvislosti s trváním následků jaderných havárií je toto relativní pojem) a to havárie jaderné elektrárny Fukušima v Japonsku, jež bylo v roce 2011 zasaženo vlnou tsunami. Když odhlédnu od jaderných havárií, jichž se stalo vícero, než bylo výše zmíněno, jsou závažné svým plošným účinkem ropné havárie. Není to tak dlouho, kdy v roce 2010 došlo k největší ropné havárii v historii Spojených států Amerických. Bylo to potopení ropné plošiny Deepwater Horizon v Mexickém zálivu, kde na místě zřejmě zemřelo 11 osob a do oceánu uniklo mezi 71 až 147 milionů litrů ropy zamořujících přilehlé pobřeží. Podrobněji a také dalším haváriím se budu následně věnovat ve vlastní kapitole teoretické části práce.

Modelování situací a jejich simulace tak dnes slouží jako nástroj k prevenci vzniku takových havárií, případně k podpoře jejich řešení. S vývojem technologií se vyvíjejí i možnosti simulací a to v podobě počítačových aplikací, jež operují s velkou kapacitou výpočetního výkonu. Jsou tak schopny rychle a přesně analyzovat prvky reálného světa, jak to jen na základě dostupných informací lze. Na základě jejich výstupů tak lze aplikovat preventivní opatření a dále rozvíjet bezpečnost.

Ani počítače ale nedokáží odhalit všechny hrozby a rizika, a tak je stále třeba provádět cvičení a simulace ve skutečném prostředí, při kterém lze procesy dále vylepšovat a odhalovat případné další problémy a informace.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 PROBLEMATIKA MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ

1.1 Základní pojmy

Bezpečnost – Dle Slovníku spisovné češtiny pro školu a veřejnost je pro přídavné jméno bezpečný uváděno jako synonymum jistý. V bezpečí je tedy člověk, jenž není vystaven žádnému nebezpečí, nebo je před nebezpečím chráněn. [1]

Riziko – Znamená pravděpodobnost škody/ztráty, tedy vyjadřuje pravděpodobnost možnosti nastání nežádoucí situace. Za jistých okolností může být klasifikovatelné vyjádřeno procenty či podíly nebo alespoň klasifikovatelné do tříd. Riziko jako takové je závisle proměnnou, dá se určit nebo odhadnout analýzou rizik, je reakcí na hrozbu. [1]

Hrozba – Je vnější činitel, který může nebo chce způsobit škodu konkrétní hodnoty, závažnost je přímo úměrná povaze a ceně hodnoty. Může být neintencionální tedy jevem přírodní povahy, nebo intencionální čili působená či zamýšlená s úmyslem. [1]

Model – V běžné řeči dříve nabýval významu předlohy. V modelování a simulaci nabývá trochu odlišeného významu a to že modelem je analogie mezi dvěma systémy, jenž originál je nazýván modelovaným a jeho obraz modelujícím. Obraz to bývá v našem případě zjednodušený, ne vždy úplný či přesný.

Modelování – Podstatou modelování ve smyslu výzkumné techniky je náhrada zkoumaného systému jeho modelem (přesněji: systémem, který jej modeluje), jejímž cílem je získat pomocí pokusů s modelem informaci o původním zkoumaném systému. [Simulace a modelování]

Simulace – Je technika zkoumající model s vazbou na originál za účelem zjištění nových poznatků, jež jsou následně podrobeny dalšímu zkoumání. Za jistých okolností lze simulaci označit za experiment.

Mimořádná událost – Škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací. [2]

Likvidační práce – Činnosti k odstranění následků způsobených mimořádnou událostí. [2]

Záchranné práce – Činnost k odvrácení nebo omezení bezprostředního působení rizik vzniklých mimořádnou událostí, zejména ve vztahu k ohrožení života, zdraví, majetku nebo životního prostředí, a vedoucí k přerušování jejich příčin. [2]

Ochrana obyvatelstva – Plnění úkolů civilní ochrany, zejména varování, evakuace, ukrytí, nouzové přežití a další opatření k zabezpečení ochrany života, zdraví a majetku.

1.2 Závažné havárie v minulosti

1.2.1 Seveso

Seveso je středně velké město na území Itálie nedaleko Milána, v němž došlo v roce 1976 k havárii chemičky se švýcarským původem, která byla součástí koncernu Hoffmann-Leroche.

Jedním z produktů, které továrna produkovala, byl herbicid k likvidaci dřevnatých plevelů, jehož vedlejším produktem při výrobě byl Dioxin. Během nastalé havárie unikly do ovzduší asi 2 kilogramy extrémně toxického Dioxinu, které zamořily půdu na dvou tisících hektarech v okolí továrny. Zaměstnanci závadu na technice odstranili během několika desítek minut, avšak únik zatajili. Následky na sebe ale nenechaly dlouho čekat, a tak obyvatelé začali brzy ve svém okolí pozorovat uhynulé zvířectvo a vegetaci. Následně lidé začali mít problémy s pokožkou, to už u lidí vyvolalo paniku, a tak byla vyhlášena evakuace obyvatel a sestavena vyšetřovací komise. Až po 17 dnech továrna přiznala únik Dioxinu. [3]



Obr. 1 Likvidační práce v Seveso [12]

Následky ale byly mnohem horší, zasažené obyvatelstvo trpělo bolestmi hlavy a jejich orgány jako játra a ledviny byly poškozeny s hrozbou pravděpodobných rakovin, což byly trvalé následky. Navíc byly v podezření i mutagenní účinky, na což mnoho těhotných žen raději přistoupilo k interrupci.

Likvidační práce pokračovaly ještě dlouho poté, detoxikace celého území stála podnik přes 32 miliónů amerických dolarů. Odstranit bylo třeba na 150 tun těžce intoxikované půdy s nejvyšším množstvím Dioxinu. Nebylo divu, že se k tomuto odpadu nikdo nehlásil, a tak se spory táhly 6 let, než se likvidační práce daly do pohybu. Avšak během likvidací došlo k dalším problémům, po zkoumání vyšlo najevo, že nebyl odpad dostatečně bezpečně zajištěn. Organizátoři likvidace byli následně zatčeni a co se s odpadem dělo dál, neví nikdo. [3]

1.2.2 Bhópál

Bhópál je hlavní město státu Madhjadpradéš v centrální Indii s počtem obyvatel lehce pod dvěma miliony, v němž se v roce 1984 udála největší průmyslová havárie do současné doby.

K havárii došlo v chemické továrně na pesticidy americké společnosti Union Carbide v noci z 2. na 3. prosince 1984, kdy z nádrže uniklo cca 40 tun methyloisokyanátu, kyanovodíku a dalších silně toxických látek, z nichž většina unikla již během první hodiny. Plyn byl těžší než vzduch, a tak se šířil po okolí při zemi, a jelikož bylo okolí továrny hustě obydleno, došlo velice rychle ke ztrátám na životech. K tomu dopomohlo i selhání velké části poplašného systému. Smrtící účinky havárie byly pozorovány do 2,5km okolo továrny a závažné účinky do 4km, celková zasažená oblast byla okolo 60 km². Zasažení toxickým mrakem mělo zpravidla za následek spálení sliznic a plic s následkem okamžité smrti. První příznaky intoxikace se projevovaly zvracením a pálením v očích a nose. V následujících dnech zemřelo okolo 8 tisíc obyvatel, do současnosti pak přibližně 20 tisíc obyvatel. Celkově však bylo zasaženo na více než půl milionu obyvatel. Zasažení přeživší utrpěli trvalé následky v podobě poškozených plic a narušeného neurologického systému, zahrnující bolesti hlavy, poruchy rovnováhy, pocitu únavy, deprese a další. [4]



Obr. 2 Tabule s fotkami zesnulých [12]

Po havárii továrna okamžitě ukončila svůj provoz, celý silně kontaminovaný komplex byl uzavřen a zanechán v dezolátním stavu. Zamoření nadále kontaminuje okolní zdroje vody, a tak lidé žijící v nedalekém okolí trpí nedostatkem pitné vody. Tím pádem havárie vystavuje svým účinkům již druhou generaci tamního obyvatelstva. [4]

1.2.3 Černobyl

Černobyl je dnes již prakticky opuštěné město tehdejšího Sovětského svazu, dnes na území Ukrajiny, zhruba 100km severně od hlavního města Ukrajiny Kyjeva. Toto jméno je však nejčastěji spojováno zejména s havárií tamní jaderné elektrárny, ke které došlo v noci 26. dubna roku 1986.

K havárii na jednom z bloků jaderné elektrárny došlo v noci v souvislosti s probíhajícím testem, který měl ověřit schopnost turbínového generátoru vyrábět dostatečné množství elektřiny k napájení bezpečnostních systémů reaktoru v případě výpadku energie z reaktoru i vnějších zdrojů v souvislosti s bombardováním iráckého jaderného reaktoru izraelským letectvem. Havárie měla za následek odmrštění zhruba tisíce tunového pancéřového víka jednoho z reaktorů v důsledku parní expanze a explozi s následným požárem. Exploze vychrlila do okolí jisté množství radioaktivního materiálu (obohaceného Uranu) a asi 700 tun radioaktivního grafitu, který silně kontaminoval blízké okolí elektrárny. Při následném požáru pak došlo k úniku radioaktivních částic do ovzduší, které se poté proletěly nad západní částí Sovětského svazu, Východní Evropou a

Skandinávií, do celé severní polokoule. Samotný vznik havárie stál život několik pracovníků Černobylu a následně těžce určitelný počet hasičů, vojáků a dalších lidí zasahujících na místě. Ačkoliv v součtu unikly pouze jednotky procent jaderného paliva, zavinily smrt spousty přinejmenším zasahujících. Kolik životů má havárie na svědomí globálně jen těžko odhadovat, studie se liší od stovek po tisíce obětí. Co konkrétně havárii způsobilo, vyšetřovala komise na základě svědectví přeživších, beze sporu jedním z příčin bylo nízké obeznámení personálu o jaderné (ne)bezpečnosti a fungování reaktoru typu RBMK-1000. [5] [6]



Obr. 3 Snímek explodovaného reaktoru před zakrytváním [12]

Zpočátku havárie nebyl nikdo z personálu sto říct, co se vlastně stalo, kvůli selhání techniky a výpadku proudu bylo operační středisko odstříhnuto od okolního světa. První hasiči, kteří na místo dorazili, neměli ani tušení, o co se jedná. A tomu odpovídala jejich technická nepřipravenost, jediné co mohli dělat, bylo prolévání reaktoru vodou, což muselo být později zastaveno kvůli zvýšenému nebezpečí vzniku další exploze při reakci paliva s vodou. Tito hasiči byli všichni vystaveni smrtelné dávce záření, jež umírají po následující týdny až měsíce na nemoc z ozáření v moskevské nemocnici číslo VI, která byla v SSSR jediná vybavená pro léčbu akutní nemoci z ozáření. Z počátku nebylo ani možné míru radiace změřit přístroji tzv. dozimetry. V samotné elektrárně havárii přežilo pouze několik s omezeným rozsahem. Až později po příjezdu armády byly zjištěny alarmující hodnoty

záření, odhaduje se v blízkém okolí až 20 tisíc Rentgenů (dřívější používané jednotky), v dnes používaných jednotkách 200 Sv (Sievert). To znamená, že s takovou úrovní záření dostane člověk v okolí smrtelnou dávku již po pár minutách, udává se mezi 100 – 500 Rem po 5 hodin. Uvnitř reaktoru pak byla taková radiace, že by člověk při jejím vystavení zemřel okamžitě. [5]

Po tomto zjištění a stálém nárůstu radiace byly přijaty první opatření, v nedalekém městečku Pripjat', kde žily rodiny zaměstnanců elektrárny, byla vyhlášena evakuace všech obyvatel. K tomu byly využity veškeré dostupné dopravní prostředky, především autobusy. O měsíc později bylo evakuováno obyvatelstvo v okruhu 30km od elektrárny, což bylo přes sto tisíc lidí. K tomu lidé začali dostávat jódové tablety, aby bylo omezeno vstřebávání radioaktivního jódu ze vzduchu do štítné žlázy. Někteří, především starší, obyvatelé však v oblasti přesto zůstali a žijí zde dodnes. Krátce poté již začali zvýšené dávky radiace registrovat v Evropě, nejdříve ve Švédsku, a tak začalo vyšetřování, co se kde stalo. [5]



Obr. 4 Odstavená technika využitá při likvidačních pracích [12]

Během toho už byly k Černobylu povolány helikoptéry armády, které měly za úkol omezit unik radioaktivního kouře. Palivo stále hořelo při asi jednom tisíci stupňů Celsia, což komplikovalo celou věc. Z helikoptér tak byly z výšky shazovány do epicentra pytle písku. Posádky však nesměly na místě setrávat déle než minuty, musely se střídat kvůli regeneraci po vystavení záření. Přesto však stovky pilotů, jenž byl nedostatek, následně zemřely. Celkově bylo přeletů několik stovek a písku s kyselinou boritou na 6 tisíc tun.

Ucpání trhliny reaktoru však mělo za následek navýšení teploty a rizika další exploze, která by byla ještě daleko ničivější. Následek by mohl vyhnat lidi z celé Evropy, ostatně toto riziko hrozí stále, více vysvětlím později. Řešením této situace bylo další zasypání havárie, tentokrát dvěma tisíci tunami olova. To však nebyl poslední problém, kterému čelili. Následně přišlo zjištění o poklesu reaktoru, což by mohlo mít za následek kontaminace podzemní vody, která zásobovala pitnou vodou dnešní Ukrajinu. Tehdejší velitelé zásahu přišli s řešením v podobě vykopání tunelu pod reaktor a umístění chladicího zařízení na bázi kapalného dusíku. Výkopu se účastnilo přes 10 tisíc horníků z báňského průmyslu, práci zvládli za asi 35 dnů, avšak místo chladicího zařízení bylo podloží reaktoru vyplněno betonem. [5]

Následné likvidační práce se už věnovaly vyčištění okolí od radiace, celkově bylo na tyto práce povoláno přes sto tisíc záložních jednotek. Ty měly za úkol smývat radioaktivní prach z domů a silnic. Další měly za úkol likvidaci kontaminované zvěře pohybující se v okolí. Během těchto prací byla využita spousta techniky, jež nyní leží na vrakovišti, které je jedno z těch více radiací kontaminovaných oblastí v okolí Černobylu. Ty nejvíce kontaminované jsou tzv. hřbitovy odklizených kusů grafitu vyvržených reaktorem.

Ta nejtěžší část pro tzv. likvidátory byla ale stále před nimi, stále bylo potřeba ochránit reaktor před vnějšími přírodními vlivy. Byl tak navrhnut železobetonový sarkofág, který by obklopil celou poškozenou část. Postavit ale takovou stavbu v radiací zamořeném prostředí byla však výzva. Prefabrikované části byly dováženy z dálky a na místě sestavovány stroji řízenými lidmi, některými na dálku, jiné přímo. Vyvstal ale další problém, reaktorem vyvržené vysoce radioaktivní kusy grafitu na střeše reaktoru, ty bylo třeba před postavení sarkofágu odstranit. Zpočátku se práce ujaly na dálku ovládané roboty, ale jejich elektronické obvody bombardovány radiací po několika dnech selhaly. Jejich místo pak zaujali záložníci tzv. „bioroboti“ vybaveni speciálními pomůckami a obleky z olova. Ti byli postupně posíláni na střechu na dobu 45s až 3 minuty s lopatkami a úkolem shodit ze střechy co nejvíce grafitu. [5][6]



Obr. 5 "Bioroboti" na střeše reaktoru [12]

Sarkofág byl hotov po sedmi měsících od havárie, likvidačních prací se účastnilo na půl milionů lidí z řad armád, záložníků, zdravotníků, hasičů, horníků a dalších oborů. Následně byly opět spuštěny do provozu zbylé 3 reaktory, z kterých poslední definitivně ukončil provoz v listopadu 2000. Celá akce pak byla vyčíslena na 18 miliard rublů. Je dost pravděpodobné, že tato událost spustila rozpad Svazu Sovětských socialistických republik. Po rozpadu zůstala tzv. mrtvá zóna na území Ukrajiny, Ruska a především Běloruska. Jeho oblast se však časem rozrůstá, nikdo nechce žít na jejím okraji.

Dnes je již ale 25 let starý sarkofág, s životností odhadovanou 30 let, poznamenán korozí a je nutno jej nahradit, přestože byl opečovávaný tzv. „desetiminutovými dělníky“. Likvidační práce tak stále běží a po dobu lidstva stále bude. Jelikož životnost starého sarkofágu končí, bylo nutno jej nahradit. Zúčastněné tři země si toto však finančně nemohly dovolit, a tak běží projekt Úkryt s účastí 29 zemí světa. V současnosti je nový sarkofág údajně v pokročilém stádiu, sestaven bude externě a dopraven na vybudované nové základy. Po jeho sestavení by měl být reaktor a radioaktivní odpad spolu se zbývajícím palivem odstraněny. Kdyby tak nebylo, nadále by hrozila při destrukci sarkofágu hrozba nové radioaktivní havárie, jež by mohla mít za následek uvolnění tolika radioaktivního materiálu k zamoření celé Evropy. [7]



Obr. 6 První část nového sarkofágu [12]

Současně se však člověk poučil o nebezpečnosti, jakou atomová energie skýtá, bylo tak omezeno jaderné zbrojení a zvýšily se standardy pro atomové elektrárny. Hrozba však stále trvá, jak dokážu následně na případě další velké jaderné havárie ve Fukušimě.

Oblasti kolem Černobylu zůstanou člověku ještě dlouho neobyvatelné, půda i rostliny jsou stále zamořeny radioizotopy s poločasem rozpadu i stovky tisíc let, v lepším případě jen desítky let. Avšak některým druhům tamního zvířectva se v zóně bez člověka daří, mají vyšší míru odolnosti vůči radiaci, např. hlodavci, vysoká zvěř a kočky a psi ponechání na místě. Některé druhy se ale potácí na prahu vyhynutí nebýt fluktuace, nejvíce ptactvo. V zóně pak probíhají, ať už oficiálně či neoficiálně další průzkumy, včetně vlivu na člověka a stravování se plody zde vypěstovanými.

1.2.4 Fukušima

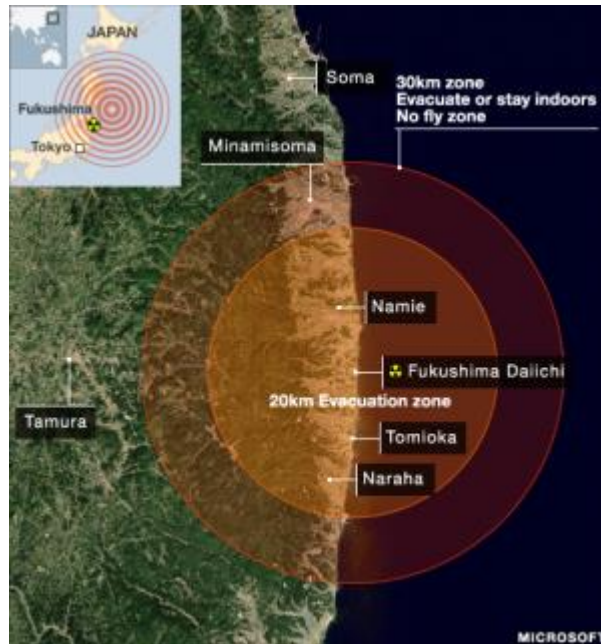
Jaderná elektrárna Fukušima I se nachází asi 63km jihovýchodně od hlavního města Fukušima stejnojmenné prefektury v Japonsku. Provozovatelem je společnost Tokyo Electric Power Company, zkráceně TEPCO. Elektrárna o šesti reaktorech je v současné době odstavena a stále v likvidaci po historicky druhé jaderné havárii ohodnocené nevyšším 7. stupněm dle INES, ke které došlo 11. března 2011 po zasažení Japonska vlnou tsunami. Hrozba byla o to vyšší, že se zde nacházel sklad vyhořelého paliva, které bylo uloženo v sedmi bazénech pod střechami reaktorových budov.

V době havárie byly 3 z 6 reaktorů v provozu, zbylé byly odstaveny pro pravidelnou údržbu. Zbylé 3 reaktory byly zastaveny následně po úderu vlny tsunami na pobřeží Japonska, avšak generátory, které nouzově reaktory chladily, se samovolně zastavily asi hodinu poté. Následovaly nárůsty teplot a tlaku v reaktorech, které se snažili snížit upouštěním radioaktivní páry jako prevencí před horšími následky. Přesto však postupně došlo k explozím v pomocných budovách, pláště reaktorů ale zůstaly údajně neporušeny. Úrovně radiací ale začaly narůstat, a tak došlo k evakuaci pracovníků elektrárny, to celé práce ztížilo. Aby nedošlo k dalším nehodám, přistoupili k chlazení reaktorů mořskou vodou, což mělo za následek kontaminaci vody v okolí. Původní plány na chlazení byly s využitím helikoptér, ale z důvodu zvýšené úrovně radiace na ně nedošlo. K další kontaminaci pak docházelo v souvislosti s poškozenou jímkou jednoho z reaktorů, která byla po několika pokusech utěsněna. [8]



Obr. 7 Poškozené pomocné budovy Fukušimské elektrárny [12]

Tou dobou už se začala rozjíždět evakuace obyvatel z okolí, nejdříve v okruhu 20km od elektrárny, později 40km. Obyvatelé dostaly jódové tablety jako ochranu před radioaktivním jódem a cesiem, avšak až 5 dní od nehody. Tou dobou už se šířila lehká panika i jinde ve světě, jako reakce na radioaktivní mrak směřující nad oceán, a tak se zvýšila poptávka po tabletách i jinde. Domácí zvířectvo zůstalo v oblasti, původně se nepočítalo s dlouhodobou evakuací, ke které nakonec došlo, tedy zvířectvo pošlo. Za tento čin byla vláda následně kritizována. Celkově bylo evakuováno asi přes 200 tisíc lidí. [8]



Obr. 8 Evakuovaná oblast kolem Fukušimy [12]

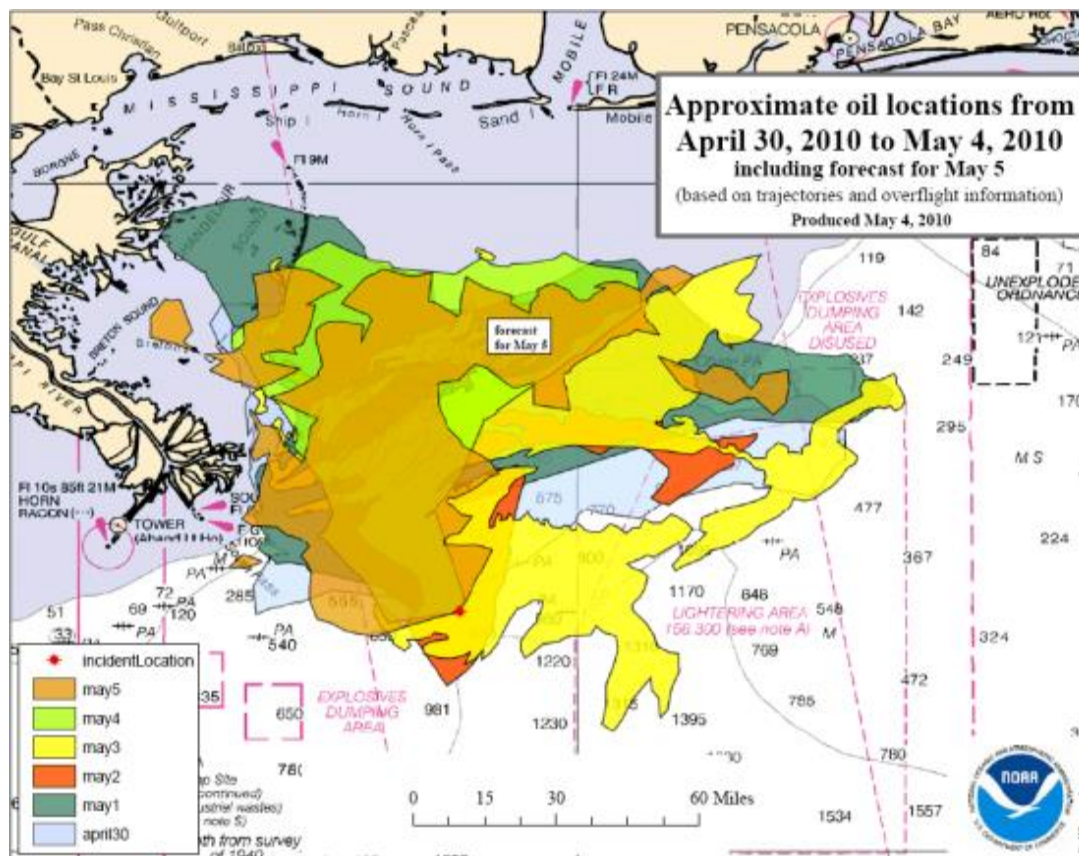
Po těchto událostech, při kterých Japonsko stále bojovalo s ostatními následky zásahu vlnou tsunami, se spustily následné likvidační práce a měření kontaminace radioaktivitou. Tato činnost byla doprovázena zmatky a chybami, na konci vyšlo z výsledků najevo, že uniklo asi 2x více radiace, než bylo předpokládáno. Také vliv kontaminace okolí byl nejasný, hranice zdraví nebezpečné úrovně byla navýšena z 1mSv na 20mSv, a tak bylo vše najednou zázračně vyřešeno. K plné stabilizaci jaderné elektrárny došlo ale až skoro rok po havárii, kdy už nedocházelo k nadlimitnímu úniku radioaktivity, odpařování radioaktivní vody bylo zastaveno. V reakci na stabilizaci reaktorů byla naplánována likvidace paliva do bezpečných přechodných úložišť. [8]

Spolu se stabilizací reaktorů byl zmírněn rozsah zakázané zóny a vláda vyzívá evakuované obyvatele k návratu do svých domovů. Úrovně kontaminace se však liší místo od místa, a tak jsou třeba další dekontaminační práce jako likvidace radioaktivního prachu. Obyvatelům také není doporučeno konzumovat plody vypěstované v okolí. Další návraty evakuovaných a dekontaminační práce zaberou ještě dlouhé roky, dokonce desítky let v oblastech blízko elektrárny.

1.2.5 Deepwater Horizon

Byla to mobilní plovoucí vrtná plošina provozovaná společností BP, jejímž vlastníkem je ale Transocean Ltd. V roce 2009 se jí podařil rekordně nejhlubší vrt hluboký přes 10km. Dne 22. dubna 2010 se ale při vrtání v Mexickém zálivu, 80 km jihovýchodně od pobřeží Louisiany, potopila, tomuto předcházela exploze o dva dny dříve. Vrt tímto zůstal v hloubce otevřen, ropa volně unikala do okolí. Havárie způsobila největší zamoření pobřežních vod ropou v historii Spojených států amerických, při které zůstalo 11 pracovníků plošiny nezvěstných.

Již několik dní po havárii se utvořila na hladině ropná skvrna asi o rozloze 1500m², 8 dní po havárii již 10 tisíc m². Ropná skvrna na hladině se dál rozšiřovala k okolním ostrovům, kde musely být provedeny bezpečnostní opatření a zákaz koupání. Velké množství ropy, odhaduje se až 80%, však zůstávalo pod hladinou, kde negativně působila. Rychlost úniku ropy byla tou dobou odhadována na 800 tisíc až 16 milionů litrů ropy denně, celkové odhady jsou 71 až 147 milionů litrů ropy. První pokusy o ucpání byly provedeny 28. května 2010 speciální směsí připomínající bahno, neúspěšně. Následovaly další pokusy s trychtýři a odčerpáváním asi jednoho milionu litrů ropy denně. Až 17. července 2010 byl nasazen na ústí vrtu 40 tunový mechanismus, při čemž bylo oznámeno zastavení úniku ropy a jeho následné zabetonování, které bylo před zastavením proudu ropy nemožné. Přesto však ještě v roce 2012 byly hlášeny nálezy ropných skvrn na hladině. [9][10]



Obr. 9 Mapa vývoje ropné skvrny na základě dat NOAA [12]

K vyšetření havárie byla povolána zvláštní vyšetřovací komise, která zjistila závažné pochybení na plošině ve formě deaktivovaného výstražného systému, který měl varovat před možnou explozí nahromaděných plynů. Oficiálně pak byl za příčinu vzniku havárie prohlášen pojistný ventil, který se závadou neuzavřel, jak měl. Další vyšetřování nejsou veřejnosti známé a ani samotné BP žádné informace dále nepodává a do oblasti není povolen přístup.

Z nezávislých zdrojů pak přichází informace o stavu tamního mořského zvířectva postiženého kontaminací ropou. Již několik dní od havárie byly hlášeny uhynulé kusy velryb, další zkoumání savců pak odhalily zdravotní potíže a odchylky od normálu. Vliv ropy na ně je však málo známý. Později pak byly zjišťovány další nezvyklosti jako chybějící oči a klepeta krabů a další mutace, které mohou být důsledky chemikálií vypuštěných při havárii. Další kdo utrpěl tvrdou, ne-li fatální, ránu byly bezobratlí červi, korály, hvězdice a další, které z oblasti prakticky vymizely. Údajně se z této havárie Mexický záliv nevzpamatuje ani za deset let. [11]

1.3 Legislativa

1.3.1 Vývoj legislativy

Dnes se zdá být legislativa týkající se prevence závažných havárií a řízení rizik jako běžná věc, ale jako vše ostatní musela být objevena/vymyšlena spolu s novými technologiemi, jež se stávaly realitou. Je otázkou, jestli se tak děje dostatečně rychle. Že tomu tak není, zpravidla zjišťujeme až tehdy, když se něco pokazí. Stejně tak tomu bylo u legislativy týkající se bezpečnosti podniků operujících s nebezpečnými chemickými látkami.

SEVESO I

První legislativa věnující se prevenci průmyslových havárií byla přijata v roce 1982 jako reakce na závažné havárie ve světě, pojmenována byla podle jedné havárie, jež se odehrála na území Itálie v roce 1976. Šlo o tzv. Seveso I direktivu 82/501/EEC on the major-accident hazards of certain industrial activities.

Cílem této direktivy bylo zavedení jednotné a harmonizované legislativy, která se měla týkat prevence a připravenosti na závažné průmyslové havárie s možným mezistátním účinkem a zpracovat i uplatňovat vhodná a účinná opatření. [22]

SEVESO II

Po několika novelizacích direktivy Seveso I byla v roce 1996 přijata nová direktiva 96/82/EC on the control of major-accident hazards, zvaná SEVESO II, která původní direktivu nahrazovala.

Direktiva SEVESO II obsahovala revizi a rozšíření působnosti, zavedla nové požadavky týkající se řízení systémů a havarijního a územního plánování. Zároveň také zavedla přísnější kontroly ze strany státních orgánů.

SEVESO III

Nejnovější Evropská směrnice SEVESO III 2012/18/EU vyšla 4. července 2012 s platností od 13. srpna 2012. Hlavní změny se týkaly technického přizpůsobení změnám v klasifikaci chemických látek z roku 2008, lepšího přístupu občanů k informacím, zefektivnění pravidel územního plánování a zpřísnění požadavků na kontrolované zařízení.

Zákon č. 353/1999 Sb., o prevenci závažných havárií

V České republice začal od 29. ledna 2000 upravovat oblast prevence havárií zákon č. 353/1999 Sb. O prevenci závažných havárií. Odvozen byl od již zmiňované direktivy SEVESO II s ohledem na české právní prostředí. Zákon stanovoval systém prevence pro objekty disponující nadlimitním množstvím nebezpečných chemických látek. Ve své době se vztahoval na cca 150 průmyslových podniků. Zákon obsahoval rozdělení objektů do dvou skupin, skupina A - menší množství nebezpečných látek, skupina B – větší množství nebezpečných látek.

Během jeho krátkého působení byl několikrát novelizován, například o plán fyzické ochrany, jako reakci na možnost teroristického útoku na objekt.

1.3.2 Současná platná legislativa

Zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených

vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky

Od 1. Června roku 2006 nabyl účinnost nový a stále platný zákon č. 59/2006 Sb., o prevenci závažných havárií způsobených vybranými nebezpečnými chemickými látkami nebo chemickými přípravky, který nahrazuje starší zákon 353/1999. Zákon implementoval tehdejší aktuální legislativy, konkrétně směrnici Seveso II - 2003/105/ES, jako reakci na proběhlé závažné havárie z let minulých.

Tento zákon zapracovává příslušné předpisy Evropských společenství a stanoví systém prevence závažných havárií pro objekty a zařízení, v nichž je umístěna vybraná nebezpečná chemická látka nebo chemický přípravek s cílem snížit pravděpodobnost vzniku a omezit následky závažných havárií na zdraví a životy lidí, hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek v objektech a zařízeních a v jejich okolí. [1]

Tento zákon se nevztahuje na:

- a) vojenské objekty a vojenská zařízení
- b) nebezpečí spojená s ionizujícím zářením
- c) silniční, drážní, leteckou a vodní přepravu vybraných nebezpečných chemických látek nebo chemických přípravků mimo objekty a zařízení, včetně dočasného skladování, nakládky a vykládky během přepravy

- d) přepravu vybraných nebezpečných chemických látek nebo chemických přípravků v potrubích, včetně souvisejících přečerpávacích, kompresních a předávacích stanic postavených mimo objekt a zařízení v trase potrubí
- e) dobývání ložisek nerostů v dolech, lomech nebo prostřednictvím vrtů, s výjimkou povrchových objektů a zařízení chemické a termické úpravy a zušlechťování nerostů, skladování a ukládání materiálů na odkaliště, jsou-li v souvislosti s těmito činnostmi umístěny vybrané nebezpečné chemické látky nebo chemické přípravky uvedené v příloze č. 1 k tomuto zákonu v části 1 tabulce I a tabulce II; touto úpravou nejsou dotčena ustanovení zvláštních právních předpisů
- f) průzkum a dobývání nerostů na moři
- g) skládky odpadu [1]

Nařízení vlády č. 295/2011 Sb. - Hodnocení rizik ekologické újmy

Toto nařízení stanoví způsob hodnocení rizik ekologické újmy, kritéria posuzování dostatečného finančního zajištění a bližší podmínky provádění a způsobu finančního zajištění k provedení preventivních opatření a nápravných opatření. [22]

Vyhláška 256/2006 Sb. o podrobnostech systému prevence závažných havárií

Tato vyhláška zpracovává příslušný předpis Evropských společenství a upravuje způsob zpracování analýzy a hodnocení rizik závažné havárie, způsob zpracování bezpečnostního programu, způsob zpracování a strukturu bezpečnostní zprávy, způsob a strukturu zpracování vnitřního havarijního plánu, způsob zpracování a strukturu písemných podkladů pro stanovení zóny havarijního plánování, způsob provedení aktualizace bezpečnostního programu, bezpečnostní zprávy, vnitřního havarijního plánu a podkladů pro stanovení zóny havarijního plánování a rozsah a způsob informace a postup při zabezpečení informování veřejnosti v zóně havarijního plánování. [24]

Nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek, o zřízení Evropské agentury pro chemické látky

Toto nařízení by mělo zajistit vysokou úroveň ochrany lidského zdraví a životního prostředí a volný pohyb látek samotných a obsažených v přípravcích a v předmětech a současně zvýšení konkurenceschopnosti a inovace. Toto nařízení by rovněž mělo podpořit rozvoj alternativních metod hodnocení rizik látek. [24]

Bezpečnostní list

Jeho zpracování a obsah udává nařízení Evropského parlamentu a Rady č. 1907/2006 pro nebezpečné chemické látky uvedené v dodatku onoho nařízení. Bezpečnostní list je zpracováván dovozcem či výrobcem nebezpečné látky pro zákazníky, s nímž musí být povinně a prokazatelně obeznámeni všichni zaměstnanci společností. Je to soubor bezpečnostních, ekologických, toxikologických a dalších informací pro nakládání s nebezpečnými látkami.

Bezpečnostní list je opatřen datem vydání a obsahuje tyto kategorie:

- 1) identifikace látky / přípravku a společnosti / podniku
- 2) identifikace rizik
- 3) složení / informace o složkách
- 4) pokyny pro první pomoc
- 5) opatření pro zdolávání požáru
- 6) opatření v případě náhodného úniku
- 7) zacházení a skladování (tzv. P-věty, dříve S-věty)
- 8) omezování expozice / osobní ochranné prostředky
- 9) fyzikální a chemické vlastnosti (tzv. H-věty, dříve R-věty)
- 10) stálost a reaktivita
- 11) toxikologické informace
- 12) ekologické informace
- 13) pokyny k likvidaci
- 14) informace pro přepravu
- 15) informace o předpisech
- 16) další informace

Standardizované pokyny a informace o nebezpečnosti pro bezpečné zacházení s chemickými látkami a jejich směsmi, tedy P-věty a H-věty, se řídí podle směrnice CLP (1272/2008/ES).

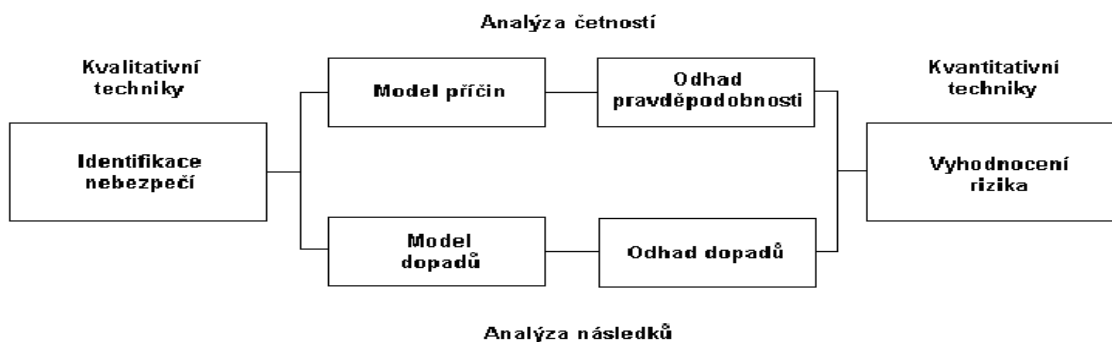
1.4 Hodnocení rizik

Provozovatel objektu, v němž je nějakým způsobem manipulováno či uskladněno množství nebezpečné chemické látky vztahující se k zákonu č. 59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií, je podle tohoto zákona povinen zpracovat bezpečnostní program či zprávu analýzy a hodnocení rizika závažné havárie.

V tomto dokumentu uvede:

- a) identifikaci zdrojů rizika (nebezpečí)
- b) určení možných scénářů událostí a jejich příčin, které mohou vyústit v závažnou havárii
- c) odhad dopadů možných scénářů závažných havárií na zdraví a životy lidí, hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek
- d) odhad pravděpodobností scénářů závažných havárií
- e) stanovení míry rizika,
- f) hodnocení přijatelnosti rizika vzniku závažných havárií

Analýza a hodnocení rizik jsou logické procesy pro podporu proaktivního řízení a rozhodování za účelem ochrany a zajištění bezpečnosti státu či organizace, zejména pak zdraví a životy lidí i zvířat, životního prostředí majetku a v neposlední řadě kritické infrastruktury. K jejich provedení je zapotřebí množství pravdivých a ověřených dat a informací, ze kterých jsou odvozovány důsledky. Jejich přesnost a kompletnost určuje také míru efektivnosti opatření z nich vyvozených. V řadě případů je ale situace příliš složitá a komplexní s množstvím nejistot a neurčitostí, v takových případech je potřeba využití vícekritériálních expertních metod.



Obr. 10 Schéma analýzy rizik [38]

Kvalitativními technikami se rozumí slovní popis rozsahu možných dopadů a pravděpodobností hrozby, přičemž mohou být stanoveny stupně na dané škále. Kvalitativních analýz se používá k úvodnímu přehledu vedoucímu k identifikaci rizik, které jsou dále zkoumány, tam kde číselné údaje nebo zdroje nejsou dostatečně k provedení kvantitativní analýzy. Zdrojem takovýchto analýz pak mohou být hodnocení a názory specialistů a expertů v oboru (brainstorming), strukturované dotazníky (kormidlo budoucnosti, focus groups, morfologická analýza a strom významnosti,...), hodnocení využívající multioborové skupiny respondentů.

Kvantitativní technika používá, na rozdíl od kvalitativní, číselné hodnoty bez uplatňování škál k analýze pravděpodobností a následků hrozeb. Kvalita výstupů analýzy závisí na kompletnosti a přesnosti číselných údajů a použitých matematických modelů. Typy modelů jsou například pro identifikace příčin, modely zdrojových členů, rozptylů, požárů, výbuchů a vyhodnocení zranitelnosti příjemců.

Český název	Anglický název	Zkratka
Revize bezpečnosti	Safety Review	SR
Kontrolní seznam	Checklist Analysis	CL
Indexové metody	Relative Ranking	RR
Předběžná analýza ohrožení	Preliminary Hazard Analysis	PHA
Analýza "Co se stane, když..."	What-If Analysis	WI
"Co se stane, když..." / kontrolní seznam	What-If / Checklist Analysis	WI/CL
Analýza nebezpečnosti a provozuschopnosti	Hazard and Operability Analysis	HAZOP
Analýza příčin a následků poruch	Failure Modes and Effects Analysis	FMEA
Analýza stromem poruch	Fault Tree Analysis	FTA
Analýza stromem událostí	Event Tree Analysis	ETA
Analýza příčin a následků	Cause - Consequence Analysis	CCA
Analýza lidského faktoru	Human Reliability Analysis	HRA

Tab. 1 Přehled metod

1.4.1 Revize bezpečnosti – Safety Review (SR)

Je to jedna z prvních používaných metod k identifikaci a analyzování rizik provozu objektu. Provedena může být ještě v etapě projektování za podpory nákrešů objektu, územních plánů a účelů užívání a dalších dokumentů. Revize již realizovaných objektů je prováděna způsobem inspekčních pochůzek informačních, vizuálních, případně přesných metodických vyšetřování. [22][23]

Kontrolor provádějící revize musí být patřičně kvalifikovaný, mít znalosti standardů, legislativ, dále přístup k informacím, předešlým bezpečnostním analýzám, podrobným popisům procesů a provozu, údržbovým zprávám a dalším příbuzným dokumentům. Analýza potřebuje navázání komunikace a spolupráce kontrolora s personálem a obsluhou objektu.

Bezpečnostní prohlídky se používají pro ověření, že podnik a jeho provozní a údržbářské postupy odpovídají záměrům a normám. Bezpečnostní prohlídka:

- udržuje provozní personál v ostražitosti před procesními nebezpečími,
- posuzuje provozní činnosti pro nezbytné revize,
- vyhledává a identifikuje změny v zařízení a procesech, které mohou mít za následek vznik nových zdrojů rizika,
- provádí hodnocení projektové základny řídicích a bezpečnostních systémů,
- přezkoumává užití nových technologií vzhledem k existujícím nebezpečím,
- přezkoumává úměrnost údržbářských a bezpečnostních inspekcí. [23]

Výsledkem revize je dokument s popisky možných bezpečnostních problémů, které je třeba řešit, a navrhne k nim ochranné opatření, které bude zkontrolováno následujícími inspekcemi. Odpovědnost za aplikaci a provedení nápravných bezpečnostních opatření nicméně zůstává na provozovateli objektu.

1.4.2 Kontrolní seznam – Checklist Analysis (CL)

Metoda nabízí dvě situace, ta první a snazší je kontrola na základě existujícího seznamu otázek na nedostatky a odlišnosti provozního postupu, na jehož základě je možné identifikovat rizika a provést nápravné kroky za účasti schopného analytika.

Druhá situace je neexistence takového seznamu, který je potřeba vytvořit za účasti analytika nebo i celého týmu z dostupných norem a předpisů a provést hodnocení. Pracnost a rozsah seznamu se liší dle složitosti zařízení a požadavků.

Metodu lze použít v kterémkoliv stadiu procesu a kontrolní seznam lze následně využít k podrobnému seznámení nezkušeného personálu s procesem a požadavky na bezpečnost. Výstupem seznamu jsou odpovědi typů ano, ne, neaplikovatelný a potřeba více informací. [22][23]

1.4.3 Indexové metody – Relative Ranking (RR)

Indexové metody využívají indexů pro ocenění nebezpečnosti vlastností procesů, základní klasifikace se skládá ze tří kategorií, toxicita, hořlavost a výbušnost látek. Každý z indexů je matematicky počítán na základě daných vzorců. Jde spíše o analytickou strategii, jelikož umožňuje porovnávání několika různých procesů, na jejichž základě lze rozhodovat mezi alternativami. Nejčastěji je využívána již za etapy plánování, ale lze ji využít v kterékoliv fázi procesu. [22][23]

Vlastní indexové metody jsou vyvíjeny chemickými společnostmi, z nichž některé jsou v oboru široce využívány. Účelem metod je relativní roztřídění procesů a činností podle významnosti s ohledem na zdroje rizika. Výsledkem je pak setříděný seznam činností podle důležitosti, jejich indexy, stupnice faktorů, grafy a další údaje.

Zdroji pro zpracovávané indexy jsou obecně základní fyzikální a chemické vlastnosti látek, operované množství látek, dále pak geografické umístění objektů a případně další faktory.

1.4.4 Předběžná analýza ohrožení – Preliminary Hazard Analysis (PHA)

Metoda byla odvozena od hodnocení rizika vyvinutého armádou Spojených států Amerických, zaměřuje se na nebezpečné chemické látky a procesy v objektu. Zpravidla bývá předchůdcem dalších důkladnějších analýz rizika. Zpracovává ji zkušený analytik nebo malý tým s přístupem k projektovým kritériím procesů, informacím o zařízeních, látkách a materiálech a dalším informacím. Mezi běžně analyzované potencionální hrozby zde spadají rizika toxicity, požáru, exploze, koroze, nebezpečných záření, vibrací, zásahu elektrickým proudem, opotřebení, mechanické poruchy a další. [22][23]

Procesní charakteristiky zdrojů rizika a všeobecně nebezpečných situací:

- suroviny, meziprodukty, hotové produkty; jejich reaktivita,
- technická zařízení procesu a jeho lokace,
- provozní prostředí a činnosti
- vazby mezi prvky systému

Metodu lze použít v kterémkoliv stádiu procesu, nejčastěji však ještě při návrhu a projektování, kdy je možno na výsledky brát ohled při rozhodování. Výstupem analýzy je tabulka seřazená dle rizikovosti hrozby, každá hrozba je klasifikována jedním ze čtyř

stupňů nebezpečnosti: zanedbatelné, obvyklé, závažné a katastrofické nebezpečí. Tabulka též obsahuje identifikovaná nebezpečí, příčiny a následky nehod a doporučené opatření.

1.4.5 Analýza „Co se stane, když...“ – What-if Analysis – (WI)

V praxi často používaná metoda je založená na kladení otázek, „co se stane, když...?“ a z toho odvození následků, ze kterých jsou pak vyvozovány závěry. Účelem je identifikace rizik. K tomuto je běžně využívána nestrukturovaná forma diskuze tzv. brainstorming, které se účastní jistý počet osob zkušených v oboru, čím více tím lépe, z nichž každá osoba hlásí otázky a jedna osoba k tomu určená je zapisuje. Tuto skupinu je možno také rozdělit do několika menších podskupin, kdy každá bude mít na starost vlastní sektor. Tato metoda má několik zásad, kterými jsou například žádné hodnocení nápadů během jejich tvoření, uvolněná atmosféra a zapisování všeho. Po skončení této fáze následuje fáze analytická, při které je každá otázka podrobena zamyšlení a prozkoumání. Zde platí pravidlo o provádění s časovým odstupem. [22][23]

1.4.6 „Co se stane, když...“ kontrolní seznam – What-if / Checklist (WI/CL)

Je kombinace dvou metod „Co se stane, když...?“ a kontrolního seznamu s tím rozdílem, že odpovědi na dotazy ze seznamu nejsou typu ano a ne, ale formou brainstormingu. Ostatní postupy a zásady jsou identické. [22][23]

1.4.7 Analýza nebezpečnosti a provozuschopnosti – Hazard and Operability Analysis (HAZOP)

Metoda byla původně určena pro předvídaní nebezpečí a provozních komplikací technologie, se kterou má podnik jen malé vlastní zkušenosti, nicméně se ujala také v identifikaci a vyhodnocení zdrojů rizik v procesu. Její aplikace je vhodná během etapy podrobného projektování, nebo následně po ní. K její aplikaci je třeba co největší škála přesných informací o provozu analyzovaného procesu a mezioborový zkušený tým o počtu 5-7 osob, který postupuje systematicky v odhalování zdrojů rizik, které vyplývají z odchylek od procesního záměru. [22][23] Tým se vždy skládá z:

- vedoucí studie
- sekretář
- odborný tým

Samotná metoda používá daných tzv. klíčových slov, skládajících se z výrazů jako není, větší, menší, a také, dříve, později, částečně, opak, jiný než, předčasný, zpožděný, jiný než v kombinaci s procesními parametry jako: tok, teplota, tlak, složení. Tato klíčová slova jsou propojena s účelem zařízení a tím udají téměř jakékoliv odchylky od procesního záměru. Účelem takovýchto výroků pak je vyhodnocení možných následků a nalezení a stanovení opatření, to se realizuje formou řízené odborné diskuze, např. brainstorming.

1.4.8 Analýza příčin a následků poruch – Failure Modes and Effects Analysis (FMEA)

Při využití metody FMEA je sestavována tabulka možných poruch a jejich následků, jako je přímé způsobení havárie nebo výrazné přispění k havárii. Při jejím sestavování je třeba systém rozložit na elementy, nehodí se tak na rozsáhlé kombinace všemožných poruch, kde metoda není příliš účinná. Sestavení takovéto tabulky je vhodné při navrhování nového systému i při změnách v procesu a zvládne ho i jeden systému znalý analytik, za podmínky zkontrolování dalšími osobami. [22][23]

Prioritu vad představují tři části: pravděpodobnost výskytu vady, význam vady a pravděpodobnost odhalení vady. Všechny tyto komponenty jsou hodnoceny na stupnici 1 až 10. U pravděpodobnosti výskytu vady od nepravděpodobného přes málo pravděpodobný až k téměř jistému výskytu selhání. Význam vady od žádného přes střední až hazardní. A pravděpodobnost odhalení od téměř jistého přes střední až po téměř nemožné. [22][23]

Výstupem analýzy pak je systematický seznam odkazů na zařízení, způsoby poruch a účinky, včetně vyhodnocení následků obsahující také nejhorší možnou situaci.

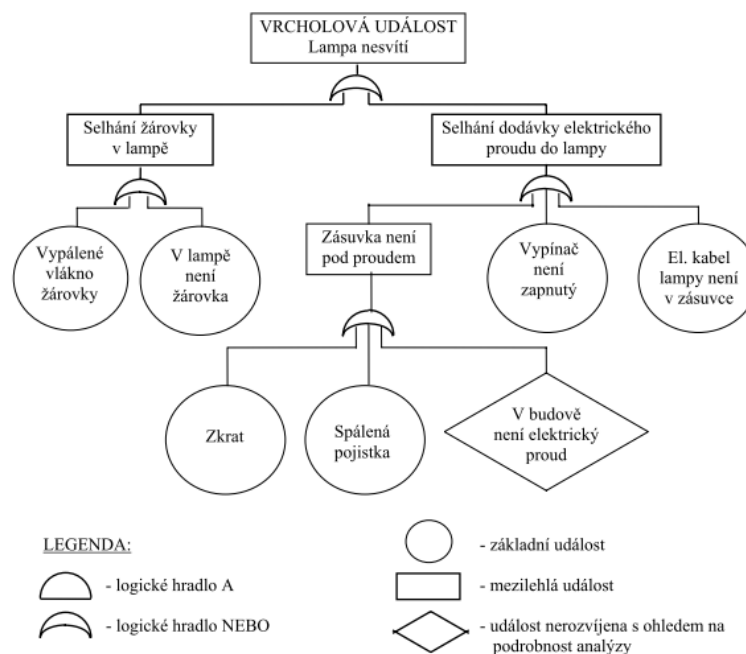
Doporučené sestavení týmu: systémový, spolehlivostní, zkušební, materiálový a výrobní inženýr, specialista na marketing, konstruktér návrhář a specialista na jakost, servis či statik.

Základní určení metody: analýza systému, konstrukce, procesu, výrobku.

1.4.9 Analýza stromu poruch – Fault Tree Analysis (FTA)

Analýza stromu poruch je grafická analýza, při níž je sestavován strom poruch, ze kterého jsou následně odvozeny pravděpodobnosti selhání. Cílem analýzy je zjistit příčiny selhání systému (tzv. vrcholová událost) na základě technických poruch a lidských selhání, přičemž jsou využívány Booleovy logické hradla funkcí OR a AND. Z výsledků analýzy je pak možno vyvodit preventivní opatření či změnu technologie za účelem vyloučení či snížení rizika selhání systému. [22][23]

Strom poruch dokáže sestavit a zanalyzovat jeden analytik za podmínky komplexního porozumění každé jednotlivé části systému. Výsledky je doporučeno konzultovat s dalšími odborníky na danou tematiku.



Obr. 11 Příklad stromu poruch [22]

1.4.10 Analýza stromem událostí – Event Tree Analysis (ETA)

Metoda vhodná pro analýzu složitých procesů, zkoumá následky poruch a jejich vývoj, větvení se do dalších nehod. Stejně jako metoda FTA je metoda ETA grafické formy v podobě stromu zkoumající následky v sekvenčním časovém uspořádání. Výsledkem jsou různé scénáře nehod, kombinací technických a bezpečnostních chyb a selhání systému. Analýzu může provádět jeden analytik s patřičnými znalostmi, ale preferovány jsou týmy o dvou až čtyřech členech, z čehož vyplývá diskuze a tím i širší pohled na věc. [22][23]

1.4.11 Analýza příčin a následků – Cause - Consequence Analysis (CCA)

Metoda CCA je ve své podstatě kombinací metod FTA a ETA, jejímž cílem je odhalit základní příčiny a následky možných nehod. Výstupem analýzy jsou diagramy s nehodovými sekvencemi a kvalitativními popisy koncových nehodových stavů. Metoda je vhodná v případech jednoduchých logik analyzovaných nehod. Největší výhodou je její využití jako komunikační nástroj: diagram příčin a následků zobrazuje vztahy mezi koncovými stavy a jejich základními příčinami. Nejvhodnější forma zpracování je malý tým o dvou až čtyřech lidech, kdy jedna osoba je zkušená v užití FTA a ETA metod, zbylí členové týmu pak jsou znalí projektu a provozu systému. [22][23]

1.4.12 Analýza lidského faktoru – Human Reliability Analysis (HRA)

Metoda zaměřená na lidský faktor, tedy na výkonnost a efektivnost operátorů, údržbářů, techniků a dalšího personálu. Analyzuje spolehlivost lidí v dílčích situacích náchylných k chybám s následky nehod. Lze použít i při zpětné analýze chyb, ke kterým došlo. Obvykle je používána spolu s dalšími metodami zaměřenými na ostatní faktory. Výsledky jsou v podobě kvalitativní, ale mohou být následně kvantifikovány. Počet analytiků závisí na rozsahu analyzovaného procesu, zpravidla jeden nebo dva. Analytik nutně potřebuje ovládat techniky rozhovorů, mít přístup k personálu a dokumentaci procesu. [22][23]

2 INTEGROVANÝ ZÁCHRANNÝ SYSTÉM ČR

Potřeba integrace záchranného systému vyvstala z každodenní činnosti záchranářů, zejména u rozsáhlých havárií, nehod a dalších krizových situací, při kterých byla potřeba koordinace sil a prostředků jednotlivých složek při záchranných a likvidačních pracích. Významem integrace pak je zefektivnění vyhledávání a vyhodnocování rizik spolu s jejich minimalizací. Dále pak efektivnější, rychlejší, spolehlivější a správnější řešení vzniklé situace. Neméně důležitým účelem integrovaného záchranného systému jsou odborná připravenost všech složek IZS, přijímání a vyhodnocování informací o hrozící nebo vzniklé mimořádné události, varování obyvatelstva a vyrozumění dotčených orgánů a organizací. Preventivní činnost pak spočívá v materiálním, plánovacím, organizačním a vzdělávacím zabezpečení.

Ve zkratce je IZS systém spolupráce a koordinace složek, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob při přípravě na mimořádné události a společném provádění záchranných a likvidačních prací.

2.1 Legislativa

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému z roku 2000 s nabytím účinnosti k 1. 1. 2000 je základní platný zákon týkající se IZS, jehož podstata leží v čl. 3 Ústavního zákona č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky, který ustanovuje zajištění bezpečnosti ČR ozbrojenými silami, ozbrojenými bezpečnostními sbory, záchrannými sbory a havarijními službami.

Zákon samotný spadá do třídy krizových zákonů a je vyjádřen jako soubor pravidel spolupráce. Vymezuje pojmy, stanovuje složky IZS a jejich působnost, práva a povinnosti. Dále pak specifikuje postavení a úkoly ústředních a územních orgánů, organizací záchranných a likvidačních prací v místě zásahu, práva a povinnosti právnických, podnikajících fyzických osob a fyzických osob při mimořádných událostech, výjimky, sankce, náhrady a finanční zabezpečení.

Ústavní zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky, ve znění zákona č. 300/2000 Sb. stanovuje, že základní povinností státu je zajištění svrchovanosti a územní celistvosti České republiky, ochrana demokratických základů a ochrana životů, zdraví a majetkových hodnot. Definuje možnosti vyhlášení krizových stavů a to nouzového stavu, stavu ohrožení státu nebo válečného stavu.

Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení (krizový zákon), ve znění pozdějších předpisů stanoví působnost a pravomoc státních orgánů a orgánů územních samosprávných celků a práva a povinnosti právnických a fyzických osob při přípravě na krizové situace, které nesouvisejí se zajišťováním obrany České republiky před vnějším napadením, a při jejich řešení. [31]

Zákon č. 241/2000 Sb., o hospodářských opatřeních pro krizové stavy, ve znění pozdějších předpisů upravuje přípravu hospodářských opatření v případě vyhlášení krizových stavů. Definuje systém nouzového hospodářství (nezbytné dodávky, zásoby pro humanitární pomoc, pohotovostní zásoby), systém hospodářské mobilizace (mobilizační dodávky a úkoly s tím související), státní hmotní rezervy a regulační opatření. [32]

2.2 Složky IZS

Složky IZS jsou na základě zákona 239/2000 o IZS rozděleny do dvou hlavních kategorií, základní a ostatní složky. Přičemž účelem těch základních je jejich nepřetržitá každodenní činnost na území celé ČR za účelem ochrany obyvatelstva při vzniku mimořádných událostí. Ostatní složky jsou povolávány v případech, kdy je potřeba jejich pomoc ke zvládnutí MU, na základě právních a smluvních ustanovení.

2.2.1 Základní složky

Základními složkami integrovaného záchranného systému jsou Hasičský záchranný sbor České, jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany, poskytovatelé zdravotnické záchranné služby a Policie České republiky. [2]

Základní složky integrovaného záchranného systému zajišťují nepřetržitou pohotovost pro příjem ohlášení vzniku mimořádné události, její vyhodnocení a neodkladný zásah v místě mimořádné události. Za tímto účelem rozmísťují své síly a prostředky po celém území České republiky. [2]

Hasičský záchranný sbor ČR a jednotky požární ochrany

Základním posláním HZS ČR je chránit životy a zdraví obyvatel a majetek před požáry a poskytovat účinnou pomoc při vzniklých mimořádných událostech.

Zároveň je HZS ČR hlavním koordinátorem integrovaného záchranného systému. V případech, kdy zasahuje více složek IZS, na místě zpravidla velí hasič velitel požární

jednotky, který řídí součinnost složek a koordinuje záchranné a likvidační práce. Operační a informační středisko HZS je zároveň OPIS IZS, povolává a nasazuje potřebné síly a prostředky jednotlivých složek IZS k mimořádným událostem. Rovněž uzavírá dohody se soukromými subjekty, které upravují podmínky a způsob vzájemných spoluprací.

Jednotkou požární ochrany (JPO) se rozumí organizovaný systém tvořený odborně vyškolenými osobami (hasiči), požární technikou (automobily) a věcnými prostředky požární ochrany (výbava automobilů, agregáty, apod.). [27]

Kategorie JPO:

- JPO I – jednotka HZS s územní působností zpravidla do 20 minut jízdy z místa dislokace
- JPO II – jednotka sboru dobrovolných hasičů obce s členy, kteří vykonávají službu jako svoje hlavní nebo vedlejší povolání, s územní působností zpravidla do 10 minut jízdy z místa dislokace
- JPO III – jednotka sboru dobrovolných hasičů obce s členy, kteří vykonávají službu v jednotce PO dobrovolně, s územní působností zpravidla do 10 minut jízdy z místa dislokace
- JPO IV – jednotka HZS podniku
- JPO V – jednotka sboru dobrovolných hasičů obce s členy, kteří vykonávají službu v jednotce požární ochrany dobrovolně,
- JPO VI – jednotka sboru dobrovolných hasičů podniku

Zdravotnická záchranná služba

Primárně zajišťuje odbornou přednemocniční neodkladnou péči zdravotně postižených osob na místě a jejich transport k dalšímu odbornému vyšetření podle zákona č.20/1996 Sb., o péči o zdraví lidu. Zařízení ZZS zajišťují územní a oblastní střediska, jejichž zřizovatelem je kraj. Nepřetržitě zabezpečuje, organizuje a řídí záchranné činnosti a příjem a vyhodnocování tísňových volání. [27]

Složky ZZS:

Rychlá lékařská pomoc – tříčlenné složení, řidič, zdravotník a lékař

Rychlá zdravotnická pomoc – dvoučlenné složení řidič, záchranář

Letecká záchranná služba – tým vedený lékařem

Složky ZZS doplňuje v ČR a řadě dalších evropských zemí systém Rendez-Vous, jejichž osazenstvo tvoří řidič-záchranář a lékař. Zpravidla bývají ve velkých městech. Na rozdíl od ostatních složek ZZS disponují speciálními sanitními vozy v podobě osobních vozů, jejichž vybavení je shodné s běžnými sanitními vozy, avšak postrádá mobilizační vybavení. Jejich nasazení má výhodu v tom, že jsou obvykle schopny se dostat na místo zásahu rychleji a dříve tak poskytnout přednemocniční neodkladnou péči. [27]

Policie ČR

Policie České republiky je jednotný ozbrojený bezpečnostní sbor zřízený zákonem České národní rady ze dne 21. června 1991. Slouží veřejnosti. Jejím úkolem je chránit bezpečnost osob a majetku, chránit veřejný pořádek a předcházet trestné činnosti. Plní rovněž úkoly podle trestního řádu a další úkoly na úseku vnitřního pořádku a bezpečnosti svěřené jí zákony, předpisy Evropských společenství a mezinárodními smlouvami, které jsou součástí právního řádu České republiky. [36]

PČR je podřízena ministerstvu vnitra, tvoří ji prezidium, útvary s celostátní působností, krajská ředitelství policie a útvary zřízené v rámci krajských ředitelství. Nepodílí se přímo na záchranných a likvidačních pracích v rámci IZS, představuje především prostředek zajištění veřejného pořádku a bezpečnosti veřejné dopravy. Koordinaci a řízení aktivit má na starost Policejní prezidium.

Přehled celostátních útvarů PČR:

- Kriminalistický ústav Praha
- Letecká služba
- Národní protidrogová centrála SKPV
- Pyrotechnická služba
- Ředitelství služby cizinecké policie
- Úřad dokumentace a vyšetřování zločinů komunismu SKPV
- Útvar odhalování korupce a finanční kriminality SKPV
- Útvar pro odhalování organizovaného zločinu SKPV

- Útvar pro ochranu prezidenta ČR
- Útvar pro ochranu ústavních činitelů
- Útvar rychlého nasazení
- Útvar speciálních činností SKPV
- Útvar zvláštních činností SKPV

2.2.2 Ostatní složky

Ostatními složkami integrovaného záchranného systému jsou vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil, ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory, ostatní záchranné sbory, orgány ochrany veřejného zdraví, havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby, zařízení civilní ochrany, neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím. Ostatní složky integrovaného záchranného systému poskytují při záchranných a likvidačních pracích plánovanou pomoc na vyžádání (§ 21). [2]

Vyčleněné síly a prostředky Armády České republiky

Jejich účelem je posílení základních složek IZS k záchranným pracím a humanitárním úkolům civilní ochrany při pohromách, nebo při jiných závažných situacích ohrožujících životy, zdraví, značné majetkové hodnoty nebo životní prostředí, nebo k likvidaci následků pohromy jako pomoc na vyžádání operačního informačního střediska (OPIS) generálního ředitelství HZS nebo HZS kraje, krajského úřadu či Ministerstva vnitra.

Ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory

Vězeňská služba ČR – Zajišťuje výkon vazby a trestu odnětí svobody, převoz osob, dále také ochranu pořádku a bezpečnosti při výkonu soudnictví a s tím související střežení věznic a budov soudů.

Celní správa ČR – Je policejní orgán spadající pod Ministerstvo financí, jehož úkoly jsou výběry cla, poplatků a daní, kontrola dovozu a vývozu a boj proti nelegálním činnostem při pohybu zboží, ochrana mezinárodních vztahů, ochrana společnosti a životního prostředí a jiné.

Bezpečnostní informační služba (BIS) – BIS je zpravodajská instituce českého státu, která působí uvnitř území ČR s úkoly získávat, shromažďovat a vyhodnocovat informace důležité pro zajištění bezpečnosti a zájmů ČR. Službu řídí a kontroluje Vláda ČR a její fungování upravuje zákon o Bezpečnostní informační službě (č. 154/1994 Sb.).

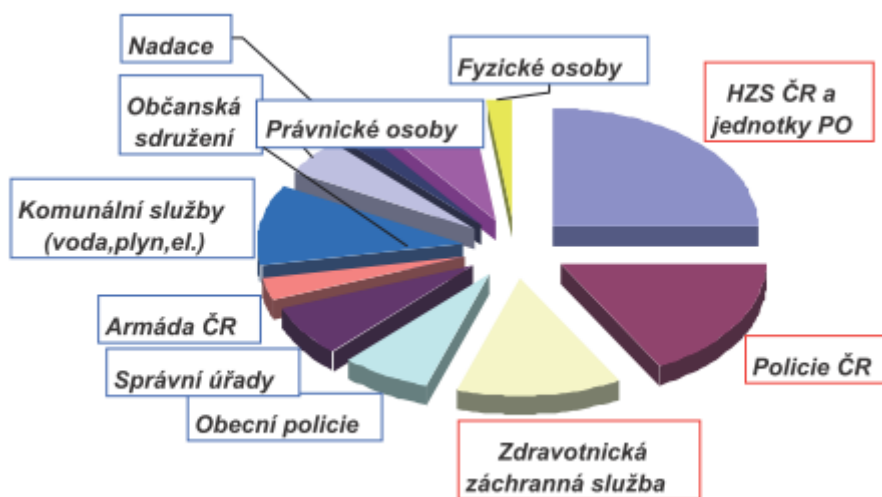
Obecní a městská policie – Je místní orgán působící na lokální úrovni co do zajištění veřejného pořádku. Náklady na provoz hradí místní samospráva měst a obcí, řídí ji starosta nebo jiný člen zastupitelstva obce na základě pověření zastupitelstva obce.

Ostatní záchranné sbory

Báňská záchranná služba – Je záchranná organizace specializovaná na zásahy v obtížných podmínkách, zejména v podzemí. Jejich úkol je provádět rychlé a účinné zásahy k záchraně lidských životů a majetku při haváriích, zdolávání havárií a odstraňování následků havárií.

2.3 Koordinace při záchranných a likvidačních pracích

Koordinací neboli součinností složek IZS se rozumí sladění činností v čase, prostoru a cílech v zájmu úspěšného splnění úkolů při řešení. K součinnosti dochází jak mezi jednotlivými složkami, tak v rámci složky samotné. Součinnost je řízena a udržována po celou dobu plnění úkolů součinnostními nebo řídicími orgány a pracovníky všech úrovní, kterým byla svěřena pravomoc a zodpovědnost za koordinování daných funkcí nebo činností.



Obr. 12 Graf účasti složek při zásazích [27]

2.3.1 Taktická úroveň

Koordinace na taktické úrovni spočívá ve společné sladěné činnosti složek IZS na místě zásahu, jejímž cílem je efektivně naplnit obsah záchranných a likvidačních prací v místě mimořádné události nebo v místě, kde se předpokládají její projevy. Za organizaci a součinnost má odpovědnost velitel zásahu, kterým je hasič velitel požární jednotky, pokud zákon č. 239/2000 o IZS nestanoví jinak. [27]

2.3.2 Operační úroveň

Na operační úrovni je zajišťována sladěná společná činnost sil a prostředků složek IZS v místech zásahů na územích zasažených mimořádnými událostmi v reálném čase v prostoru věcné a územní působnosti. Součinnost v rámci záchranných a likvidačních prací při společných zásazích IZS je organizována a řízena operačními a informačními středisky IZS (OPIS) kraje. Za obsah, formu a relevantnost informací odesílaných z místa zásahu odpovídá velitel zásahu. Na žádost velitele zásahu jsou prostřednictvím OPIS k místu povolávány ostatní složky IZS podle poplachového plánu, který dále také ohodnocuje podle závažnosti mimořádnou událost příslušnou kategorií. Prostřednictvím OPIS IZS také hejtman kraje a starosta obce s rozšířenou působností jsou při své koordinační činnosti záchranných a likvidačních prací povinni předávat Ministerstvu vnitra zprávy o mimořádné události a jejím průběhu a vyžadují touto cestou potřebnou pomoc. [27]

Krajské operační a informační střediska (KOPIS) a sektorové operační informační střediska (SOPIS) jsou zřizovány na operačních střediscích HZS krajů a okresů a též na Ministerstvu vnitra. OPIS jsou zřizovány za účelem nepřetržité obsluhy občanů v nouzi prostřednictvím tísňových linek: 112, 150, 155, 158.

2.3.3 Strategická úroveň

Strategickou úrovní se rozumí sladěná společná činnost velkých seskupení sil a prostředků, které zasahují u mimořádných událostí přesahujících hranici území ČR a je nutná spolupráce u záchranných a likvidačních prací příhraničních styků, nebo mimořádná událost přesahuje rámec kraje a velitel zásahu nechal vyhlásit nejvyšší stupeň poplachu, nebo o tuto spolupráci požádal velitel zásahu, starosta obce s rozšířenou působností či hejtman kraje. K rozhodování je využíváno krizových štábů zřízených podle zvláštního právního předpisu, jehož složení členů je z bezpečnostní rady daného poplachového stupně, složek IZS a odborníků na dané problematiku. [27]

Pro plánovitou činnost při koordinaci záchranných a likvidačních prací je zpracován havarijní plán kraje. U zdrojů zvýšeného rizika (jaderné elektrárny, velké chemické továrny a sklady) jsou také pro potřeby záchranných a likvidačních prací a ochrany obyvatelstva zpracovávány vnější havarijní plány těchto podniků.

Účelem strategické úrovně při koordinaci záchranných a likvidačních prací je:

- zapojení sil a prostředků a oprávnění v působnosti Ministerstva vnitra, ostatních ministerstev a jiných správních úřadů, hejtmanů krajů a starostů obcí ve prospěch a v souladu s potřebami záchranných a likvidačních prací a ochrany obyvatelstva podle územně příslušného poplachového plánu IZS, v souladu s vnějšími havarijními plány a havarijním plánem kraje, popřípadě s využitím zahraniční pomoci,
- stanovení priorit záchranných a likvidačních prací při rozsáhlých mimořádných událostech zejména mezi různými místy zásahu,
- zabezpečení materiálních a finančních podmínek pro činnost složek při provádění záchranných a likvidačních prací a
- zajištění návaznosti záchranných a likvidačních prací s opatřeními pro krizové stavy. [27]

3 TYPOVÁ ČINNOST

Katalog typových činností integrovaného záchranného systému, zkráceně typová činnost, při společných zásazích je vytvářen od roku 2004 po současnost, kdy nabízí již 12 souborů. Jeho vzniknutí bylo na základě potřeby dokumentu udávajícího standard postupů pro koordinovanou součinnost na místě vzniku či působení MU. Soubory slouží jako školící dokumenty pro velitele zásahů a jako praktická podpora při řízení složek IZS v terénu. Vydávány jsou veřejně na webových stránkách generálního ředitelství HZS ČR (www.hzscr.cz) podle § 18 vyhlášky č. 328/2001 Sb. o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému.

Každá vzniklá MU je svým způsobem ojedinělá a proto nemůžeme stanovit jednoznačnou organizační strukturu pro její řešení a provádění záchranných a likvidačních prací. Jelikož se od IZS vyžaduje co možná nejúspornější a nejefektivnější řešení MU, je potřeba vybrané typy vzniklých situací typizovat („standardizovat“), aby jednotlivé složky měly stanoveny své působnosti. Při řešení MU složkami IZS nesmí nastat nesoulad, nepochopení nebo snad konkurenční boj, proto musí existovat systém a způsob, jak vytvářet a sladovat postupy a činnosti. Řešením je vytvoření úkolového uskupení, podle kterého by se při řešení MU postupovalo. Jednotlivé úkoly sjednocujeme a usměrňujeme k prospěchu správného a efektivního vyřešení vzniklé situace. [28]

Úkoly institutu typových činností:

- vytypovávat možné události (nehody, záchranné akce, preventivní zásahy),
- navrhnout a odzkoušet způsob řešení založený na součinnosti IZS,
- odzkoušet obsah, způsob zásahu a řízení potřebných schopností vyčleněných skupin cestou cvičení,
- analyzovat problém a hledat možné způsoby řešení (vlastní návrhy, zahraniční zkušenosti),
- specifikovat postup, potřebné složení sil, způsob činnosti,
- vypracovávat úkolové listy obsahující činnosti,
- provádět námět cvičení, kde součástí je řídicí a monitorovací tým, který cvičení řídí a sleduje činnost jednotlivých skupin,
- cvičení prakticky odzkoušet, začlenit i operační a informační střediska krajů,

- použít komunikační a informační systémy IZS,
- vyhodnocovat a doplňovat úkolové listy – vypracovat doporučení a dílčí scénáře pro HZS, ZZS a PČR a další složky IZS,
- schvalovat návrh realizace typové činnosti jednotlivými zástupci zainteresovaných ministerstev a státních úřadů,
- vydávat závazný dokument v gesci GŘ HZS ČR.

Cvičení IZS

Organizování společných cvičení složek IZS vychází s § 17 zákona č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému. Cvičení složek IZS slouží především ke zlepšení a zdokonalení součinnosti složek IZS při zásahu, procvičení institutu velitele zásahu IZS, ověření informačních toků, procvičení činnosti KOPIS jako stálého orgánů IZS a činnosti jednotlivých operačních středisek složek IZS. Jde o finančně velice náročnou činnost, navíc zaměstnanci některých složek jsou vesměs plně vytíženi, a tak se cvičení mohou účastnit jen zaměstnanci povolání z volna, cvičení není součástí pracovní doby. [27]



Obr. 13 Nácvik dopravní nehody v tunelu [27]

Potřebné technické prostředky k fyzickému procvičení organizace složek IZS při MU jsou jak technika vyprošťovací, s účelem transportu, hasební, čerpadla, žebříky a jiné, tak objekty, v nichž nácvik probíhá. S tím souvisí v některých případech dočasné omezení či zastavení provozu. Některé situace lze nacvičit v prostorech k tomu určených, například ve výcvikových polygonech. Z důvodů finanční náročnosti jsou i řešení v mobilních

provedení, které lze převážet pro výcvik jednotek ve více lokalitách. To se týká různých přívěsů na simulaci požárů, letadlových a průmyslových protipožárních systémů a jiných.

3.1 Charakteristika jednotlivých STČ

STČ-01/IZS Uskutečněné a ověřené a použití radiologické zbraně

Dokument pojednává o teroristickém útoku na obydlenu zástavbu s použitím radiologické zbraně, konkrétně špinavé bomby, nebo naměření nadlimitních hodnot radioaktivity v místě exploze, které vždy na místě zásahu měří jednotky HZS kraje. Dalším případem je rozptýlení radioaktivní látky jiným neočekávaným způsobem, pro nějž nejsou upraveny taktické a organizační požadavky a postupy k prokázání radiační ochrany. [27]

Úkony při zahájení záchranných a likvidačních prací je nutno provést stejné jako při výbuchu běžné nálože či průmyslové havárie s tím, že při potvrzení radioaktivní kontaminace jsou vyloučeny složky IZS bez nezbytné ochrany. Následují ochrany obyvatelstva (varování, ukrytí, evakuace,...) a dekontaminace osob a prostředků souběžně s vyšetřováním události Policií ČR, které musí umožnit nezbytné úkony velitel zásahu.

STČ-02/IZS Demonstrování úmyslu sebevraždy

Dokument pojímá o dvou možných případech při oznámení demonstrace úmyslu sebevraždy. Při první možnosti při pokusu či dokonání aktu dojde ke zranění nebo usmrcení této osoby, nebo osob, s pravděpodobným vyloučením dalších obětí nezúčastněných osob. V druhém případě nelze vyloučit vznik újmy na zdraví, životě či majetku ostatních osob. Tento případ může nastat za dvou situací, tou první je zvolený způsob a místo úmyslu sebevraždy (skoky z budov, použití plynu, hořlaviny atd.). Druhou situací je tzv. rozšířená sebevražda, kdy osoba touží plánovitě s sebou vzít ostatní osoby. [27]

STČ-03/IZS Oznámení o uložení nebo nálezu výbušného předmětu

Dokument obsahuje postup při oznámení místa výbušného nebo nástražného výbušného systému, podezřelého nebo výbušného předmětu, výbušniny nebo munice či havarované nebo nevybuchlé munice. Přičemž byly aktivovány alespoň dvě složky IZS a oznámení bylo Policií ČR vyhodnoceno jako závažné. Horším případem je, kdy takový nález přímo či nepřímo ohrožuje zdraví, život nebo majetek osob. [27]

STČ-04/IZS Letecká nehoda

Soubor typové činnosti se vztahuje k leteckým nehodám civilních, vojenských, policejních i celních letadel, včetně zahraničních, využívajících vzdušných prostor ČR. Naopak se pro jednotky IZS nevztahuje k nehodám v ohraničeném prostoru letiště, kde zasahují JPO, či vojenském prostoru. [27]

Mimořádná událost vzniká vysláním tísňového signálu velitelem letadla nebo leteckou havárií. Následně je k místu vyslána letecká podpora vybavena zařízením pro pátrání a záchranu. Složky IZS provádí úkony organizace pozemního pátrání, uhašení požárů, záchranu osob s následnou zdravotní a psychickou péčí a další.

STČ-05/IZS Nález předmětu s podezřením na přítomnost B-agens nebo toxinů

Typová činnost udává postup složek IZS při záchranných a likvidačních pracích při oznámení nálezu podezřelého předmětu na přítomnost biologických agens (tzv. B-agens) nebo toxinů. Jejich účinek na zdraví a životy lidí není běžně okamžitý, náznaky se začínají projevovat po nějaké době. Způsoby rozšíření B-agens mohou být různé, od infekčního aerosolu přes kontaminované potraviny po infikovaný hmyz. [27]

Následná činnost složek IZS se pak týká provádění záchranných a likvidačních prací za účelem odvrátit či omezit negativní působení. Dále pak zabezpečit odvoz nálezu a jiné. Prioritou pak také je ochrana vlastních složek IZS před rozšiřováním kontaminace.

STČ-06/IZS Technopárty

Tento dokument se nevztahuje na zabezpečení veřejného pořádku, pokud je v odpovědnosti pouze PČR v součinnosti s místně příslušnou obcí, co do případného obnovení při jeho porušení v průběhu konání velkého shromáždění osob s rizikovými faktory.

Předmětem této STČ je odezva složek IZS na vznik mimořádné události v místě shromáždění či sportovní nebo kulturní akce za účelem poskytnutí neodkladné přednemocniční péče, provedení záchranných a likvidačních prací, přijetí opatření k ochraně obyvatel, obecně ochraně zdraví, života a majetku. [27]

STČ-07/IZS Záchrana pohřešovaných osob – pátrací akce v terénu

Nevztahuje se na pátrací a jiné akce pouze v režii PČR a záchranu osob v horském terénu a na vodních tocích a plochách, které mají na starost Horské a Vodní záchranné služby.

Většina případů pátrání je za účelem nalezení osoby s malou pravděpodobností, že by úmyslně spáchala trestný čin. Pátrací akce v terénu může být součástí již vyhlášeného pátrání PČR. Z důvodů citlivosti veřejnosti na vzniklou situaci (zejména u dětí) je nutná demonstrace rozhodnosti, nikoliv vyčkávání a bezvýsledného vyšetřování. Přičemž pátráním se rozumí nasazení většího počtu sil a prostředků do jednorázově časově a prostorově vymezeného terénu. [27]

STČ-08/IZS Dopravní nehoda

Soubor typové činnosti určený při situacích dopravních nehod, kdy je zapotřebí koordinace více základních složek IZS. Zejména v souvislostech s potřebou řídit dopravu, odstranit překážky silničního provozu, sjízdnost vozovky, eliminace kontaminace okolí chemickými látkami a další. Dále pak v souvislostech s podezřením na spáchání trestného činu v souvislosti s provozem vozidel na komunikacích a u kterých je prováděno šetření příčin nehody orgánem PČR nebo jiného kompetentního orgánu. [27]

Cíle složek IZS jsou: zajištění místa a okolí dopravní nehody, poskytnutí první pomoci raněným, provedení protipožárních opatření, vyproštění raněných a ohrožených osob, zamezení úniku nebezpečných látek a látek ohrožujících, poskytnutí nezbytné humanitární pomoci postiženým osobám.

STČ-09/IZS Mimořádná událost s velkým počtem raněných a obětí

Zaměřuje se na MU s větším počtem zraněných osob (zpravidla více než 10), kde nelze zajistit okamžitou neodkladnou přednemocniční péči všem zároveň. V takových případech se přistupuje k tzv. třídění raněných podle priority na základě typu a vážnosti zranění. K tomu je využíváno taktického postupu pro jištění záchranářů, omezení účinků MU a stabilizace, třídění, vyproštění a transport raněných. [27]

STČ-10/IZS Nebezpečná porucha plynulosti provozu na dálnici

Za MU vztahující se k tomuto STČ je považována nebezpečná porucha plynulosti silničního provozu na rychlostních komunikacích první třídy negativními vlivy, jako jsou dopravní nehody, špatný technický stav vozovky, stavební havárie či sesuvy půdy. [27]

Jednotlivá opatření jsou členěna do tří skupin a to:

- a) Při snížené plynulosti provozu na dálnici k zabránění úplného zastavení provozu
- b) Při uvolňování dálnice se zastaveným provozem a souběžně se zhoršující sjízdností dálnice
- c) Na pomoc ohroženým osobám ve vozidlech stojících (uvězněných) v koloně vozidel při nepříznivé prognóze doby obnovení provozu

STČ-11/IZS Chřipka ptáků

Obsahuje postup složek IZS v případě, že je požádána o pomoc orgánem veterinární správy v souvislosti s nákazou domácího či volně žijícího ptactva virovou chřipkou typu A. Za MU je považována situace, kdy silami a prostředky chovatele či veterinárního orgánu nelze zvládnout epicentrum nákazy. [27]

STČ-12/IZS Poskytování psychosociální pomoci

Psychosociální pomoci se rozumí naplňování zjištěných potřeb zasažených osob při MU po stránkách tělesných, duševních, duchovních a sociálních v rámci humanitárních pomoci a nouzových přežití.

Při MU je třeba brát v potaz jak vlastní oběti, tak osoby zasahující na místě působení vlivů. Potřeba poskytnutí psychosociální pomoci se neodvíjí od rozsahu MU, ale je třeba zvážit aktuální stav každého jednotlivce a jeho potřeby a reakce na nastalou událost.

V rámci záchranných a likvidačních prací je poskytována na místě zásahu krátkodobá psychosociální pomoc spolu s první psychickou pomocí, které jsou organizovány velitelem zásahu, odborným pracovníkem. Při rozsáhlých událostech se pomoci účastní větší počet odborných osob, jejich koordinace je realizována jedním koordinátorem. [27]

4 SW PODPORA KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ

Softwarové modelování a simulace jsou velice vhodné k analýze zákonitých i náhodných procesů, zvláště v případech, kdy by reálný experiment či cvičení bylo buď neetické, příliš časově náročné nebo neúnosně drahé. K podpoře krizového řízení patří i další softwary zastupující funkce analýz rizik, evidencí, plánování, řízení, monitoringu a jiné.

Základní členění procesů:

- Zákonité – Jejich průběh lze předvídat
 - Deterministické – Každý následující stav vyplývá ze stavu předchozího, lze je ovlivňovat (chemické, fyzikální, výpočetní a další procesy)
 - Plánované – V každém jejich kroku jsou člověkem aplikovány prostředky k jejich korekci do požadovaného stavu (administrační, komunikační, řídicí, soudní, výrobní a jiné procesy)
- Náhodné stochastické – Jejich další vývoj lze předpovídat jen s (ne)určitou pravděpodobností (meteorologické, společenské, termodynamické a další procesy)

4.1 Modelování a simulace

Modelování

Modelování procesu je nejčastěji považováno za přetváření reálného systému na neskutečný zjednodušený obraz, tento obraz je nazýván modelem. Jestliže má být model užitečný, musí zachycovat a zachovávat všechny důležité části charakterizující zobrazovaný systém a zároveň odbourat všechny nepodstatné informace. Tuto činnost zatím nelze nijak automatizovat využitím výpočetních systémů a algoritmů, proto výběr co je a není důležité, závisí na tvůrci modelu, jeho zkušenostech a úsudku. Modelovat lze jen to, co známe a umíme popsat. [33]

Modely jsou tříděny do základních skupin:

Spojité modely – Vyznačují se časovým kontinuem.

Diskrétní modely – Čas se mění ve skocích, časovou osu lze rozdělit do nespojitých časových úseků.

Kombinované modely – Kombinace dvou předchozích, je potřeba synchronizace.

Cíle tvorby modelů:

- 1) Vyhodnocení – sledování zvolených specifických kritérií
- 2) Srovnání – vyhledání alternativních řešení
- 3) Analýza parametrů
- 4) Optimalizace – nalezení vhodných kombinací
- 5) Odhalení vztahů a závislostí při řešení

Simulace

Simulaci procesů lze chápat jako vědeckou metodu, která je fází procesní analýzy s následnou aplikací v reálném prostředí. Lze ji provést na základě známých údajů o procesu/scénáři, jako jsou předpokládané doby potřebné pro vykonání jednotlivých činností a náklady na zdroje, které proces potřebuje. Obvykle jsou tyto náklady vyjádřeny jako cena za jednotku času.

Obecně přijímaných definic simulace lze nalézt několik víceméně shodujících se v tom podstatném.

Shannon: Simulace je proces tvorby modelu reálného systému a provádění experimentů s tímto systémem a provádění experimentů s tímto modelem za účelem dosažení lepšího pochopení chování studovaného systému či za účelem posouzení různých variant činnosti systému.

Lze se též setkat s definicí: Simulace je výzkumná technika, jejíž podstatou je náhrada zkoumaného dynamického systému jeho simulátorem s tím, že se simulátorem se experimentuje s cílem získat informace o původním zkoumaném dynamickém systému.

[33]

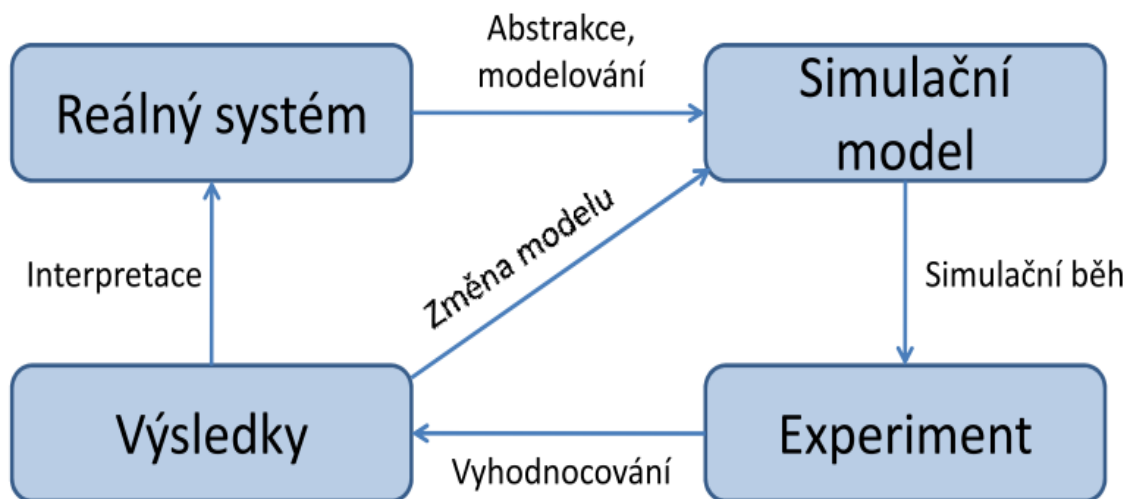
Nespornou výhodou tohoto řešení je i urychlení průběhu procesů, jejichž průběh dlouhý např. několik dnů či týdnů lze nasimulovat během několika málo sekund či minut v závislosti na výpočetních nárocích a disponovaným výpočetním výkonem. Simulace tedy umožňuje vyzkoušet několik odlišných variant procesu v krátkém čase, bez jakéhokoliv rizika a následně vybrat tu s nejlepšími dosaženými výsledky.

Simulace jsou dnes běžně využívány v širokém spektru oblastí, které neustále přibývají, zahrnujících jak modelování přírodních nebo lidských systémů za účelem

lepšího poznání jejich zákonitostí, tak i technologické simulace pro optimalizaci výkonu procesů, bezpečnostní inženýrství, testování, výcvik a výuku osob.

Etapy modelování a simulace:

- 1) Vytvoření abstraktního modelu – formování zjednodušeného popisu zkoumaného systému
- 2) Vytvoření simulačního modelu – zápis abstraktního modelu formou programu
- 3) Verifikace a validace – ověřování správnosti modelu
- 4) Simulace – experimentování se simulačním modelem
- 5) Analýza a interpretace výsledků



Obr. 14 Etapy modelování a simulace [34]

4.2 SW pro modelování a simulaci

4.2.1 Terex – Teroristický expert

Terex je nástroj pro okamžité vyhodnocení dopadů úniku nebezpečné chemické látky, otravné látky či použití výbušného systému, vyvíjený společností T-SOFT a.s. Jak již z názvu plyne, primárním účelem tohoto nástroje není vyhodnocování havarijních projevů nebezpečných chemických látek, ale projevů teroristického útoku, např. šíření prachových částic a aerosolů, jako nosičů toxických, radioaktivních či biologických informací. [39]

Klíčové vlastnosti:

- Jednoduchý vstup, rychlý a snadno pochopitelný výstup.
- Vhodný pro plánování, výpočet prvních odhadů, potřeby výuky a cvičení.
- Kombinace odhadu následků průmyslových havárií a výbuchů i následků působení otravných látek a zbraní hromadného ničení.
- Více než 120 látek v databázi, další rozšiřování databáze.
- Popis látek, vlastnosti, první pomoc, zraňující projevy atd.
- Integrovaný GIS, možné využití webových služeb nebo externího GIS.
- Interoperabilita prostřednictvím ADatP-3 a CAP.
- Zahrnuje ATP-45(B) model pro události typu ROTA (únik jiný než útok) - CHEM, BIO a NUC.

Dostupné modely situací:

- TOXI – Vyhodnocuje dosah a tvar oblaku, které jsou dány zvolenou koncentrací toxické látky.
- UVCE – Vyhodnocuje dosah působení vzdušné rázové vlny, vyvolané detonací směsi látky se vzduchem pro modely s jednotlivými druhy havárií.
- LUME – Vyhodnocuje déletrvající únik plynu do oblaku, déletrvající únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku, pomalý odpar kapaliny z louže do oblaku.
- UFF – Vyhodnocuje jednorázový únik plynu do oblaku, jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku.
- FLASH FIRE – Vyhodnocuje velikost prostoru ohrožení osob plamennou zónou – efekt
- TEROR – Vyhodnocuje možné dopady detonace výbušných systémů, založených na kondenzované fázi, použité s cílem ohrožení okolí detonace.
- OISON – Pro předpověď šíření oblaku vzniklého rozptýlením otravné látky na určité území.
- ATP-45B – Určen pro předpověď oblasti zasažené nebo ohrožené použitím otravné látky na určité území.

Výsledný model je vytvořen s návazností na grafický informační systém pro přímé zobrazení do map, které je realizováno modulem integrovaným v nástroji Terex. Jako podklad je možné použít lokální geografická data, případně se připojit ke službám Státního mapového centra. Zároveň splňuje normy NATO pro systém předávání zpráv ve formátu ADatP-3. Poskytuje také výstup v textovém formátu či ve formátu CAP (Common Allert Protocol). [39]

4.2.2 POSIM

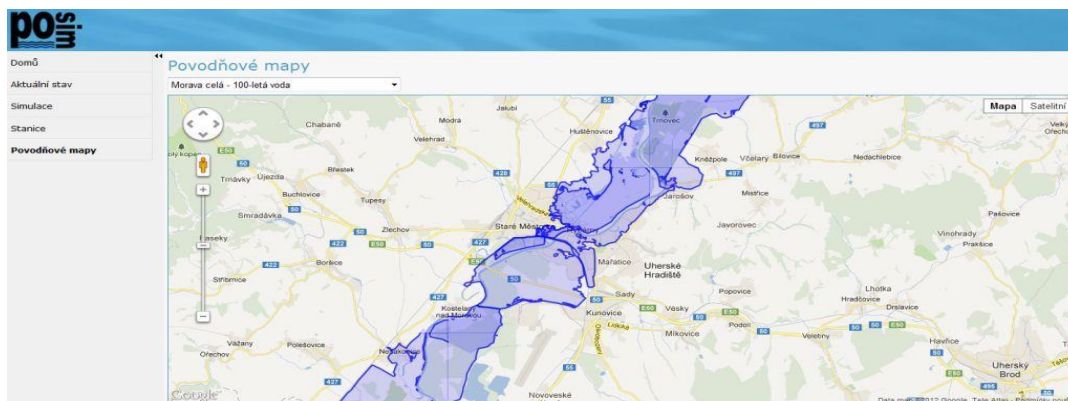
Jde o webovou aplikaci povodňového simulátoru od T-Soft a.s., slouží pro demonstraci a modelování stavů včetně následků velkých povodní následkem přirozených přírodních jevů. Program byl vytvořen pro Katedru logistiky a krizového řízení Univerzity Tomáše Bati ve Zlíně pro zajištění atraktivní a názorné výuky této problematiky. Obsahuje dva provozní režimy: aktuální stav, simulace.

Aktuální stav - Zobrazuje aktuální povodňovou situaci ve vybraném území na základě dat o stavech a průtocích na příslušných měrných profilech.

Simulace - Je možné nahradit skutečná data, a tudíž navodit na daném profilu průtok, odpovídající vyšším stupňům povodňové aktivity. Pak lze sledovat důsledky, které tento stav způsobí. Simulace využívá skutečné mapy rozlivů pro určité oblasti. [39]

Klíčové vlastnosti:

- Průběžné vyhodnocování nastalé povodňové situace (vznik a šíření povodně).
- Vizualizace nastalé situace včetně predikce dopadů:
 - aktuálního (reálného) stavu,
 - simulačního „uměle vytvořeného – virtuálního“ prostředí pro potřeby výuky a výcviku.
- Zpracování dat z jednotlivých měřících stanic.



Obr. 15 Povodňový model z POSIM [39]

4.2.3 HPAC

Nástroj HPAC (Hazard Prediction and Assessment Capability) je SW integrující systémy pro modelování rozptylu nebezpečných chemických, biologických a jaderných látek do atmosféry s následným odhadem následků, jako počet a stupeň zasaženého obyvatelstva. Spolu vyvíjen je vícero komerčními subjekty, především divizí Computational Sciences and Engineering Division (CSED) na Oak Ridge National Laboratory (ORNL) s financováním od Defense Threat Reduction Agency a oddělení strategického velení Spojených států DoD. Jeho nasazení je vhodné ve vojenském i civilním sektoru, spolu s dalšími moduly tvoří komplexní nástroj pro plánování, rozhodování a zpětnou analýzu. Používá jej většina vojenských velicích středisek po světě, např. v kombinaci CBMS-HPAC, kde CBMS tvoří senzory spektrometrů pro detekce a identifikace válečných biologických a chemických agens. Výstupem jsou detailní trojrozměrné informace o migraci a rozptylu nebezpečných látek v atmosféře s odhadem následků. [41]

Příklady nasazení: Válka v Bosně a Hercegovině v 90. letech, Letní Olympiáda v Atlantě 1996, Zimní Olympiáda v Salt Lake City 2002, inaugurace George Bushe 2001, studium onemocnělých vojáků v Perském zálivu 1991.

Klíčové vlastnosti:

- 3D mapový výstup s odhadem následků
- Integrace s ostatními moduly
- Webový servis
- Vhodný pro vojenské i civilní nasazení

4.2.4 Aloha

Nástroj Areal Locations of Hazardous Atmospheres, zkráceně ALOHA, je program pro modelování úniků nebezpečných chemických látek do ovzduší určený pro krizové řízení a plánování. Jeho smyslem je odhad scénáře pro danou mimořádnou událost a určení rozptylu toxického oblaku v atmosféře. Na základě vstupních údajů a externích vlivů zobrazuje ohroženou oblast (Threat Zone), což je oblast, kde rizika jako toxicita, hořlavost, tepelné záření či přetlak přesahují uživatelem stanovenou úroveň znepokojení (Level of Concen – LOC). Výsledkem jsou tabulky a grafy matematických výpočtů, které lze vizualizovat nástrojem MARPLOT, jež je, stejně jako ALOHA, součástí balíku CAMEO Software Suite, nebo na ArcView a Arcmap s rozšířením Arc Tool. Jeho využití je obdobné jako Terex s tím rozdílem, že oproti němu obsahuje menší databázi látek a je šířen nekomerčně organizacemi NOAA a EPA (Agentura ochrany životního prostředí), přičemž jeho vývoj trvá již 25 let. [45]

Klíčové vlastnosti:

- Nekomerční, volně šířený
- Vysoký rozsah a možnosti numerických výsledků a výpočtů
- Výpočet rychlosti úniku látek s předpovědí do budoucna
- Spolupráce s ostatními nástroji CAMEO

4.2.5 Rozex

Rozex je program od firmy TLP, spol. s r.o. (inženýrská a konzultační společnost zabývající se havarijním a krizovým řízením) umožňující modelování úniků nebezpečných chemických látek, vytváření prognóz havarijních projevů a rychlé poskytování potřebných informací pro zasahující složky IZS. Využívá se při přípravě reakce na vzniklou mimořádnou událost i při rozhodovacích procesech velitele zásahu, dále pak napomáhá odborníkům v řešení úloh týkajících se životního prostředí, bezpečnosti práce či požární ochrany. [40]

Obsahuje databázi asi 10 tisíc látek a jejich fyzicko-chemické vlastnosti, požárně a bezpečnostně - technické charakteristiky, údaje o toxicitě a postupy při hašení a zdravotním ošetření (viz příloha 1). Výstupy spočtených havarijních projevů formátu GML je možné zobrazit v geografických informačních systémech.

Klíčové vlastnosti:

- Rychlý přístup k vlastnostem 10 tisíc látek
- Výstup do GIS
- Rychlé informace pro zasahující jednotky IZS
- Expertní informace pro odborníky HZS ČR, Policie ČR, Městské policie a další

4.2.6 Vlna

Stejně jako POSIM je i nástroj Vlna program pro modelování povodí, tentokrát spolu vyvíjený firmou T-Soft a.s. a Vysokou vojenskou školou pozemního vojska ve Vyškově. Vlna umí stanovit výšku čela záplavové vlny v závislosti na vzdálenosti od narušené hráze vodního díla a na charakteru terénu a následně vizualizovat výsledky do geografických podkladů. Hlavní výhodou je jednoduché použití a rychlost získání výsledků, které mohou sloužit pro okamžitou orientaci a posouzení v provedení potřebných opatření k ochraně vojsk i obyvatelstva, zejména varování a vyrozumění. [39]

Klíčové vlastnosti:

- Zobrazení výsledků na mapu i 3D model terénu
- Výpočet parametrů záplavové vlny (tabulky, grafy)
- Vytipování ohrožených objektů

4.2.7 HotSpot Health Physics codes

HotSpot je nástroj vytvořený za účelem podpory zasahujících pohotovostních složek u mimořádných událostí a pro podporu rozhodování a krizového plánování v situacích s účastí radioaktivní látky, který je plně mobilní. Zároveň je využíván k bezpečnostním analýzám a při manipulaci s radioaktivním materiálem.

Jeho modely jsou navrženy pro atmosférický rozptyl při pozemním úniku, úniku s krátkým rozptylem (do 10km) a krátkodobém/náhlém úniku (do 24h) ve volném terénu za běžných meteorologických podmínek. Situace vzaté v potaz jsou prosté úniky, při hoření, při explozi a jejich kombinace s následky pozvolného či náhlého úniku radioaktivního materiálu. Zejména při explozi jsou nově využity pokročilejší metody a výpočty, kdy částice jsou rozděleny do dvou kategorií, drobné (do 100 μ m) a balistické (nad 100 μ m), přičemž poměr těchto částic bývá 30% drobných částic a 70% balistických.

Tento nástroj je vyvíjen společností National Atmospheric Release Advisory Center (NARAC) pro podporu ministerstev energetiky a obrany, Department of Energy (DOE) and Department of Defense (DoD), Spojených států. SW lze volně získat z webu NARAC, kde postačí pouze registrace s vyplněním základních informací o uživateli a účelu použití. [42]

Klíčové vlastnosti:

- Plná kompatibilita s OS Windows 7
- Práce na pozadí s výstupem tabulek a GPS dat Google Earth KML
- Práce s historickými meteorologickými daty pro vyšší přesnost

4.3 SW pro evidenci, plánování a řízení

4.3.1 EMOFF, ESIM

EMOFF – Kancelář krizového manažera je základním nástrojem od firmy T-Soft a.s., jehož smyslem je podpora pro analýzu a vyhodnocení rizik, plánování, organizování a řešení mimořádných či krizových situací. Pro analýzu rizik umožňuje systém identifikaci ohrožujících a ohrožených subjektů, určení druhu ohrožení a možné dopady na obyvatelstvo a infrastrukturu. V oblasti plánování informační systém EMOFF poskytuje podporu pro tvorbu plánů typových činností, podle kterých správní úřady postupují v provádění opatření a řešení krizových situací, s využitím doporučených operačních postupů. Při řešení mimořádných situací spočívá uplatnění informačního systému EMOFF v automatickém vyrozumívání pověřených osob, sledování nasazení lidských zdrojů a prostředků, sledování plnění definovaných postupů a opatření a vytváření hlášení o stavu a průběhu řešení. Jednotlivé funkce nástroje obstarávají vlastní moduly.

Doprovodné služby nástroje jsou ukládání objektů, zdrojů a událostí do mapových podkladů, připojení doprovodných informací (zákresy, obrázky, audio-video záznamy,...) a další. K jednotlivým službám se lze dostat dvěma způsoby, instalací SW na vlastním počítači a vzdálený přístup na bázi klient-server s využitím webového prohlížeče. [39]

Simulační nástroj ESIM – simulátor krizového řízení ESIM je nadstavbou informačního systému EMFF, ve kterém vlastní simulace probíhá. ESIM zajišťuje tvorbu scénářů krizových situací, na jejichž základě jsou uživatelům zasílány a zobrazovány informace o průběhu vývoje mimořádné události. Uživatelé zastávají při simulaci různé

role a jejich úkolem je správně na jednotlivé situace reagovat. Průběh simulace lze po jejím skončení vyhodnotit a spustit znovu. Systém umožňuje také simulaci složitějších situací vyžadujících součinnost více organizací. Uživatelé se tak díky tomuto nástroji dokáží skutečně připravit na řešení řady mimořádných situací v praxi. [39]

Klíčové vlastnosti:

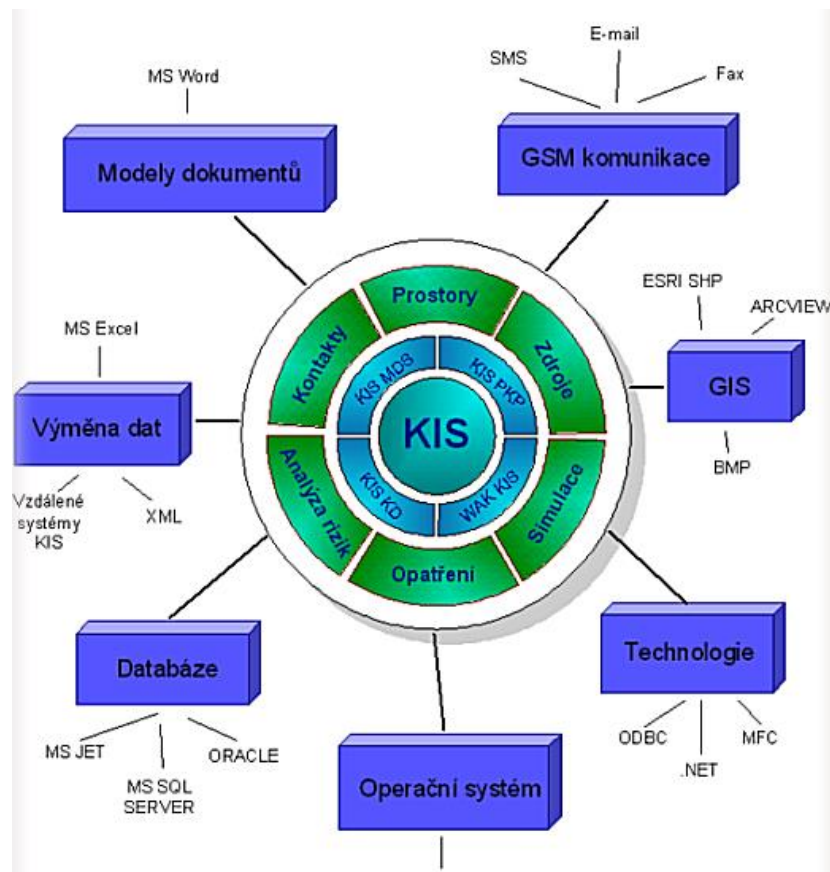
- Modularita
- Rozvoj systému a modulů
- Školení uživatelů
- Podpora při řešení plánů a postupů

4.3.2 WAK KISKAN

Je přímým nástupcem WAK KIS od společnosti WAK System. Jde o nástroj pro krizové plánování orgánů státní správy a soukromých firem, jeho účelem je modelování procesů krizového řízení. Jako informační systém poskytuje podporu pro krizové řízení a tvorby a správy krizových plánů a plánů krizové připravenosti. [43]

Klíčové vlastnosti:

- Automatické generování krizových plánů v MS Word
- Obsluha GSM modulu pro zasílání vyrozumění o mimořádných stavech
- Podpora geografických informací podle standardu ESRI



Obr. 16 Architektura WAK KIS [43]

4.3.3 IS BKM

Je systém od TLP spol. s.r.o. pro podporu krizového řízení a bezpečnostního managementu v podniku, zabezpečuje tvorbu a údržbu krizové dokumentace - Plán krizové připravenosti, Plán ochrany, Plán kontinuity procesů, Plán obnovy procesů. [40]

Klíčové vlastnosti:

- Webové rozhraní
- Manažerské přehledy
- Generování formalizovaných výstupních dokumentů (rtf)

4.3.4 SYPOS

Webová aplikace od TLP spol. s.r.o. pro zpracování krizové dokumentace - Plán krizové připravenosti, Plán ochrany zdraví, Plán akceschopnosti. Verze pro zdravotnická zařízení obsahuje modul pro zpracování Traumatologického plánu. [40]

Klíčové vlastnosti:

- Webové rozhraní
- Manažerské přehledy
- Generování formalizovaných výstupních dokumentů (rtf)

4.4 Podpůrný SW

Slouží jako doplněk pro ostatní SW podpory krizového řízení, jejich účel je napomoci naplnit jejich funkce. Zastávají nejrůznější pozice, od kalkulátorů přes databázové systémy po geografické informační systémy. Většina modelačních a simulačních SW má k sobě přidružené ostatní nástroje či moduly spolupracující často výhradně s oním SW.

4.4.1 RISKAN

Je jednoduchý kalkulátor od T-Soft a.s. pro provádění analýz rizik a hrozeb pro informační systémy, krizové řízení a jiné, dále pak pro podporu rozhodování na základě výsledků v podobě možných následků. [39]

Jeho uživatelské rozhraní se skládá z tabulek, do kterých jsou vkládána uživatelské data, ze kterých jsou v reálném čase počítány výsledky a generovány grafy. Výhodou je okamžitá aktualizace veškerých výstupů.

Nástroj má dvě formy, z nichž ta nejjednodušší je formou Excel sešitu programu MicrosoftOffice, viz příloha 1. Druhou pak je serverová aplikace ve webovém prostředí s možností vygenerování exportu do Excel sešitu. Firma také poskytuje sestavení individuálních hrozeb a aktiv na zakázku.

Klíčové vlastnosti:

- Identifikace aktiv a jejich ohodnocení
- Identifikace hrozeb a ohodnocení jejich pravděpodobnosti
- Ohodnocení zranitelností aktiv jednotlivými hrozbami
- Výpočet výsledného rizika pro každou dvojici aktivum-hrozba
- Roztřídění výsledných rizik dle stanovených kritérií

4.4.2 MEDIS-ALARM

MEDIS-ALARM je databáze obsahující podrobné údaje o klasifikaci a vlastnostech přibližně 9 tisíc nebezpečných látek, podle kterých lze v databázi vyhledávat. Zařazeny jsou informace o všech látkách ze seznamu závazně klasifikovaných nebezpečných chemických látek podle vyhlášky č. 369/2005 Sb., včetně ropných produktů a derivátů uvedených v tomto seznamu. Uvedena je jejich klasifikace podle předpisů pro přepravu nebezpečných látek. Databáze obsahuje také látky, které jsou vyjmenovány a klasifikovány jako nebezpečné podle legislativního rámce problematiky příjmu, odesílání a dopravy nebezpečných věcí po silnici a po železnici - ADR/RID, včetně informace o doporučených obalech. Průběžně jsou doplňovány další látky, které jsou uvedeny v souvisejících normách a předpisech. [46]

Identifikační část obsahuje tyto a další údaje:

- Název a synonyma (včetně názvů a synonym v různých jazycích)
- Registrační číslo Chemical Abstracts (CAS)
- UN-ČÍSLO
- Číslo ES (EINECS/ELINCS)
- Indexové číslo (EEC)
- Registrační čísla EU
- Klasifikace podle "chemického zákona" (Vyhláška č. 369/2005 Sb.)
- R-věty a S-věty
- Klasifikace pro jednotlivé druhy přepravy ADR (silniční), RID (železniční), IMDG (námořní), IATA (letecká)

- Třída hořlavosti
- Třída skladování

Tyto identifikační a klasifikační údaje jsou dále doplněny o informace o vzhledu, rozpustnosti, jedovatosti, hořlavosti a reaktivitě látky, způsobech hašení a opatření v místě havárie a způsobech likvidace, požárně-technické a fyzikálně-chemické vlastnosti, přepravní a skladovací podmínky, pravidla první pomoci a zdravotního ošetření, toxikologické a ekotoxikologické informace. Viz příloha 1.

Klíčové vlastnosti:

- Obsáhlá databáze látek
- Přehledné veškeré informace o látkách

4.4.3 GISel IZS

GISel IZS je geografický informační systém (GIS) vytvořený firmou T-Mapy spol. s.r.o. určený pro operační a informační střediska složek IZS za účelem podpory co nejrychlejšího vyhledání místa a jeho zobrazení na mapě spolu s dalšími informacemi.

Aplikace se skládá ze tří částí, IZS Administrátor – extenze do ArcGIS Desktop pro přípravu mapových projektů správcem GIS, IZS Operátor – samotný GIS klient pro vizualizaci mapových podkladů na operačním středisku a IZS Search Admin – nástroj pro přípravu uživatelsky definované vyhledávací databáze. [47]

Mapy se skládají z dlaždic a vyhledávat lze nyní nad celou ČR podle 22 typů dat, jako jsou: adresní body, železniční přejezdy, kilometráž silnic, bankomaty a další.

Klíčové vlastnosti:

- Rychlé vyhledávání v GIS nad celou ČR
- Široké možnosti vyhledávání
- Neustálý vývoj nových funkcí a zlepšování těch stávajících

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 SCÉNÁŘ

Simulovaný scénář volně vychází ze situace, k níž došlo ve Zlíně počátkem roku 2013, kdy došlo k požáru skladu s elektronikou nedaleko centra města, při níž byl vyhlášen nejvyšší 4. stupeň požárního poplachu. Při této události nebyly v ovzduší naměřeny nebezpečné plyny, tedy chemické látky způsobující již při nízkých množstvích poškození zdraví nebo smrt. Přesto bylo doporučeno lidem nevětrat a pokud možno nevycházet z domu, blízké budovy byly evakuovány.

Brzy z rána došlo k úniku jistého množství nebezpečné chemické látky, jenž byl zapříčiněn neodborným zacházením s přepravním strojem, v jehož důsledku došlo ke kontaktu se zařízením zásobníku chemické látky. Zařízení krátce na to zareagovalo a aktivovalo bezpečnostní ventily, které zabránily dalšímu úniku. Současně byly spuštěny ostatní bezpečnostní systémy pro evakuaci a odvětrání prostor objektu.

Město Zlín a jeho geografie

Město Zlín je dnes sídlem Zlínského kraje rozkládajícího se na východě Moravy. Samotné město o rozloze 102,83 km² leží v údolí řeky Dřevnice na rozhraní Hostýnských a Vizovických vrchů v nadmořské výšce 230m. Celkový počet obyvatel Zlína se zmenšuje z důvodu oddělovacích se částí od města, na počátku roku 2012 dosahoval počet obyvatel počtu 75 660, avšak celkově ve Zlíně a jeho přilehlém okolí žije přibližně 100 tisíc obyvatel. To je asi 736 obyvatel na km², což je 5,5 násobek průměrného počtu obyvatel na km² v ČR. Tomuto stavu též přispívá vysoký počet škol a univerzit, z nichž nejznámější je proslulá Univerzita Tomáše Bati, která má 6 vlastních fakult rozprostřených v blízkosti centra města. Město je dále významné zejména díky svému průmyslu, zejména obuvnímu, jemuž dal základ Tomáš Baťa starší, svému obchodu a také kultuře. V době kdy město zažívalo rozkvět díky průmyslu Tomáše Bati, vyrostly po městě čtvrtě tzv. Baťových domků, které podnikatel Tomáš Baťa nechával budovat pro své zaměstnance. Tyto domky pokrývají značnou část města, mezi lidmi jsou velice oblíbené, ale z hlediska bezpečnosti ne úplně vyhovující, zejména co se týká dostupnosti pro hasičskou techniku a zasahující záchranáře.

Hlavní komunikací spojující město Zlín s okolní civilizací je rychlostní silnice R55 s výjezdem do Otrokovic, její plánovaná trasa povede z Olomouce přes Přerov, Hulín, Otrokovice, Uherské Hradiště a Hodonín do Břeclavi, celková délka by byla 101km. V současné době jsou hotové 3 úseky o celkové délce 17km. Samotným městem vede

silnice 1. třídy I/49, na kterou ústí rychlostní silnice R55, vedoucí z Otrokovic přes Zlín, Vizovice a Horní Lideč na Slovensko, kde se napojuje na slovenskou dálnici D1, její délka je 44,225 km. Část vedoucí městem Zlín vede převážně po třídě Tomáše Bati. Trasu této silnice navíc kopíruje kolejnice, po níž probíhá železniční doprava, pro cestující převážně mezi městem Zlín a Otrokovicemi.

Tuto trasu navíc doprovází řeka Dřevnice, jež je levostranný přítok řeky Moravy. Délka jejího toku je 42,3km a plocha povodí měří 434,6 km². Prameniště řeky se nachází na jihu Hostýnských vrchů, asi 3km severně od obce Držková, v nadmořské výšce 551 m. Její tok vede Slušovicemi, Zlínem a Otrokovicemi, u kterých se zleva vlévá do řeky Moravy v nadmořské výšce 182 m. Většími přítoky jsou zleva Trnávka, Všeminka, Lutoninka, Obůrek a zprava Ostratky, Fryštácký potok, Racková. Její průměrný průtok u ústí činí asi 3,15 m³/s.

Meteorologické podmínky scénáře

Slabý vítr ze směru od jihojihozápadu na severovýchod (30°) s rychlostí asi 1,8m/s při zemi, obloha lehce zamračená (pokrytí oblohy mraky 12,5%) s předpovídaným slabým deštěm. Teplota vzduchu kolo 20°C.

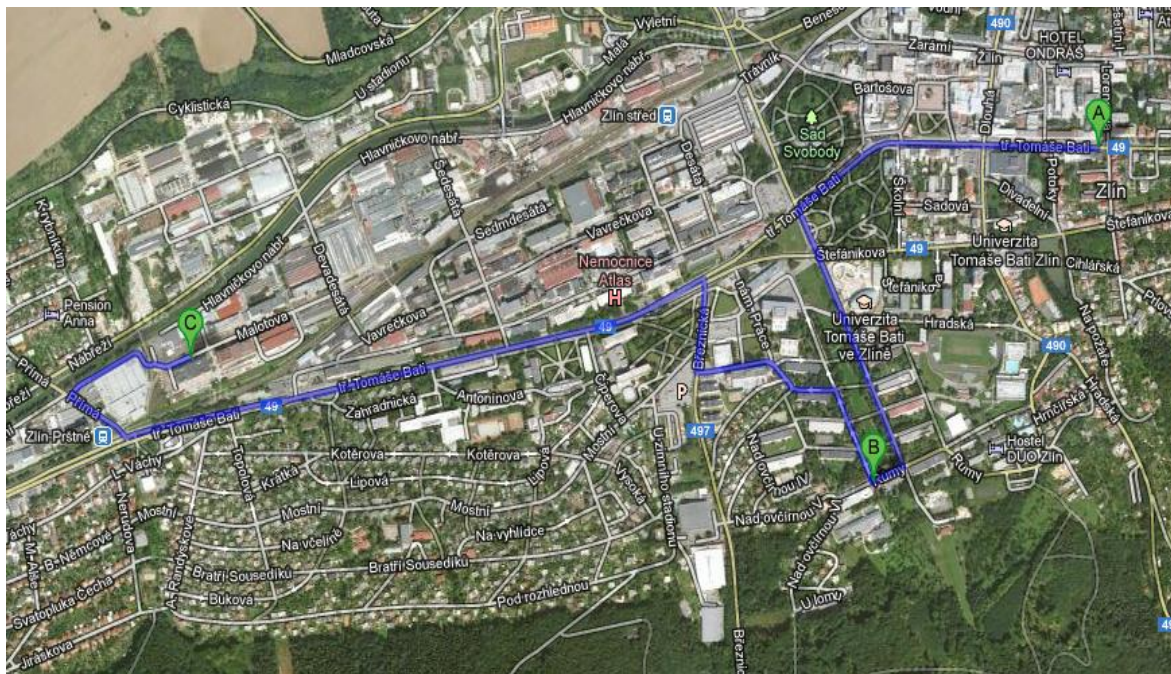
Lokalita

Průmyslová zóna ve městě Zlín nedaleko centra a obydlené oblasti na jih od místa. Fiktivní umístění ulice Malotova. V blízkosti místa se nachází několik objektů s předpokládanou větší koncentrací lidí, zejména obchodní dům Interspar (150m), kde by se mohly v jednu chvíli pohybovat desítky osob. V blízkém okolí je několik dalších budov, v nichž sídlí firmy se svými zaměstnanci. Nedaleko se nachází kolejnice s železničním provozem a silnice 1. třídy. Přes silnici se nachází stanice pohonných hmot Agip (160m) a dále obytné Baťovy domky. Celkem se tak v okolí místa můžou pohybovat řádově stovky osob, které by se mohly stát potencionálními oběťmi.

Dostupnost složek IZS

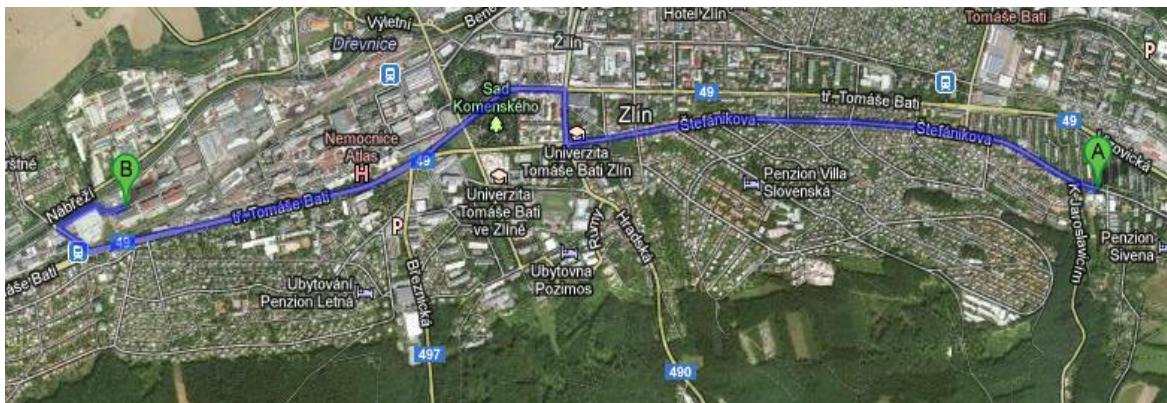
Služebny Policie ČR sídlí od místa simulované havárie (na mapě C) ve vzdálenosti zhruba 3km s předpokládaným časem dojezdu do 5min, při slabším provozu i méně. Jde o územní odbory a obvodní oddělení (na mapě A) sídlící na adrese nám. T. G. M. 3218 a obvodní oddělení a oddělení služby pro zbraně a bezpečnostní materiál (na mapě B) na adrese tř. T. Bati č. 44. Služebny disponují vozy Škoda Octavia II a Škoda Fabia combi

v policejní úpravě, ty obsahují vybavení jako záznamové zařízení, navigace, počítače, vysílačky, velké lékárny, ochranné balistické vesty, reflexní pláště, přilby, plynové masky, dopravní kužely, vyprošťovací kleště a mimo jiné i běžnou povinnou výbavu vozů.



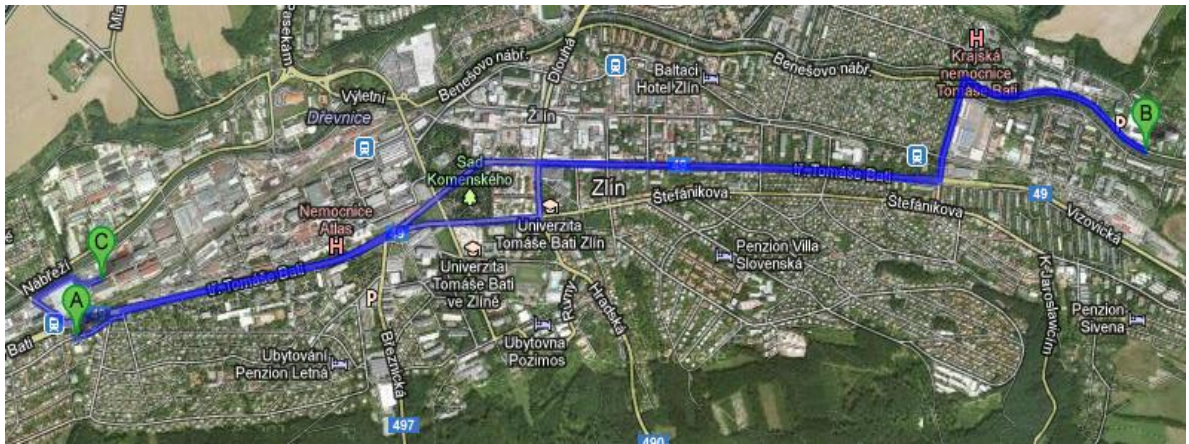
Obr. 17 Dostupnost složek PČR od havárie [Google maps]

Sídlo krajského ředitelství a požární stanice sídlí na adrese Přílucká 213, což je zhruba 5km od místa simulované havárie, doba příjezdu by byla po komunikaci Štefánikova a silnici I/49 do 10 min v závislosti na hustotě dopravy. V jejich výbavě se nacházejí např. automobilový žebřík AZ 30 Renault Camiva, jehož účelem je práce výškách, např. záchrana osob, hasící rameno, (maximální dosah 30 m) a nad volnou hloubkou, např. slaňování z mostu. Součástí jeho výbavy jsou dýchací přístroje Dräger, nosítka na koš, elektrocentrála, seskoková matrace a další. Další výbavou stanice jsou osobní vozy značek Seat VEA-L2, Renault UA-L1, Škoda Octavia (2x), Fabia a Fabia Combi, hliníkový člun s podvozkem Marine 16Y, cisternová automobilová stříkačka CAS 15, CAS 24 ve třech provedeních, CAS 32 ve dvou provedeních, žebřík SCANIA Bronto Skylift F42 HDT, MAN TA-S1, Renault PKN-S1, Volvo 130 PLHA-S1, přetlakový ventilátor s vodní turbínou Zumro PPV, termokamera Dräger a další.



Obr. 18 Dostupnost složek HZS od havárie [Google maps]

Nejbližší výjezdovou základnou složek ZZS je základna na adrese ul. L. Váchy 602, což je zhruba 1km k místu havárie, odhadovaná době dojezdu bude tedy do 2min. Základna disponuje dvěma jednotkami rychlé zdravotní pomoci. Další výjezdová základna sídlí na adrese Peroutkovo nábřeží 434, což je něco málo přes 5km od místa havárie, odhadovaná doba dojezdu by byla do 10 min podle provozu. Základna disponuje jednou jednotkou Rendez-Vous, jednou rychlou zdravotní pomocí a jednou rychlou lékařskou pomocí. Stanice disponují vozy VW Transporter T5 s kufrovou nástavbou, což je vozidlo určeno především pro výjezdy v režimu RLP, sekundární transporty a přepravu novorozenců. Dále Volkswagen T 5 4 Motion pro výjezdy v režimu RLP a RZP - motory 2,5 a 2,0, Škoda Yeti 4x4 pro výjezdy v režimu RV a akutní převoz krve a krevních derivátů - motory 2,0, Škoda Octavia 4x4 pro výjezdy v režimu RV a akutní převoz krve a krevních derivátů- motory 1,9 TDI, Nissan Pathfinder 2,5 DCI vozidlo určeno pro výjezdy v režimu RV a pro zásah v těžce přístupném terénu, Land Rover pro zásah v těžce přístupném terénu, VW Transporter T4 pro výjezdy v režimu RLP a RZP, Zásahové vozidlo Praga V3S, Ex-sanitní vozidlo MB Sprinter s materiální výbavou pro mimořádnou událost. Jejich vybaveními jsou například defibrilátory s možností monitorování EKG CORPULS 3, přístroj zajišťující mechanickou nepřímou masáž srdce LUCAS, komunikátory s informačním střediskem CAR PC a tablet PC, záznamové zařízení roadscany, plně polohovatelná nosítka Stryker M-1 a další. Samozřejmostí jsou další zdravotnické pomůcky, nástroje a spotřební materiál jako základní vyšetřovací pomůcky (fonendoskop, tonometr, lékařský teploměr,...), základní léčebné pomůcky a spotřební materiál (laryngoskopy, zavaděče, kleště dle Magilla, vzduchovody, rozvěrače úst,...), transportní a fixační pomůcky, lékařský kufr a léky a infuzní roztoky.



Obr. 19 Dostupnost složek ZZS od havárie [Google maps]

Popis objektu

Samostatná budova plnicí účel skladu materiálu a zboží, stáří budovy asi 40 let, 5 pater, na boční straně se nachází požární schodiště. Amoniak je skladován v samostatné místnosti v kapalné formě v zásobníku.



Obr. 20 Vzorový objekt – sklad [zdroj Google Street View]



Obr. 21 Požární schodiště objektu [autor snímku L. Slávek Chybík]

Chemická látka

Amoniak NH_3 – plyn (Čpavek)

Použitý model úniku

PUFF - Laminární – difúzní model rozptylu oblaku uvolněné látky při jednorázovém úniku látky do okolní atmosféry.

Konkrétní zadané hodnoty do Terex

Model: PUFF - Jednorázový únik plynu do oblaku

Látka: Amoniak

Celkové uniklé množství plynu: 20 kg

Rychlost větru v přízemní vrstvě: 1,8 m/s

Pokrytí oblohy mraky: 12,5 %

Doba vzniku a průběhu havárie: Noc, ráno nebo večer

Typ povrchu ve směru šíření látky: Průmyslová plocha

Typ atmosférické stálosti: F – inverze

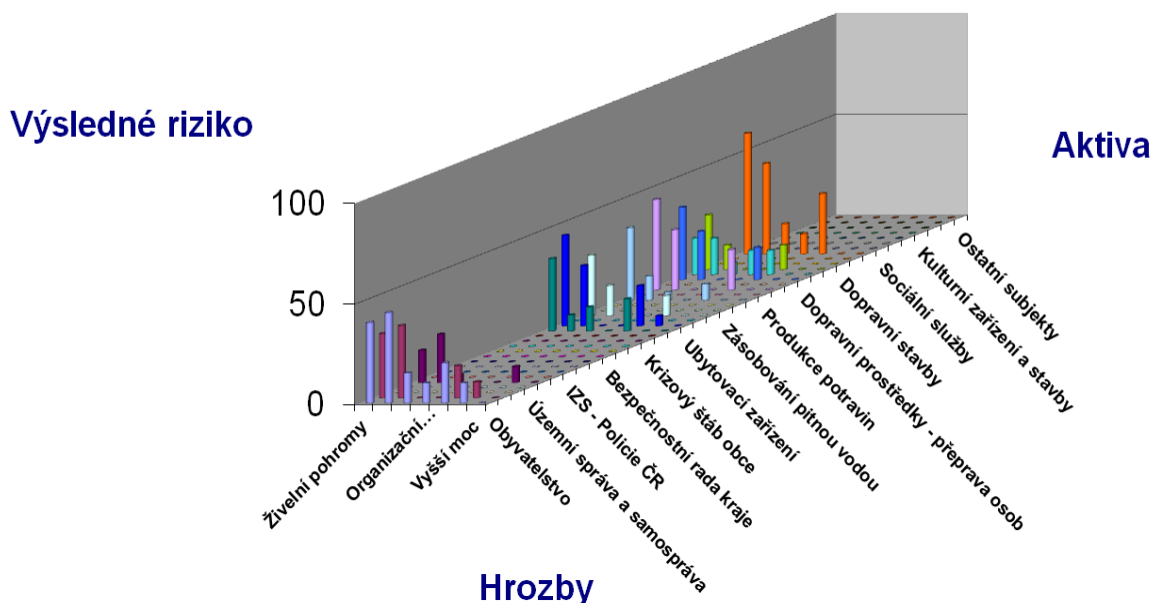
6 ANALÝZA RIZIK

6.1 Základní analýza

Pro analýzu rizik volím metodu popisovanou v teoretické části této práce What-if, tedy „Co se stane, když...“. Analýza bude tedy obsahovat různé scénáře a jejich následky na okolí objektu. K této analýze jsem navíc využil pomocného nástroje opět z dílen T-Soft a.s. Riskan-B ve formě tabulkového sešitu Excel. Nástroj mi pomohl určit aktiva, které by se v objektu a jeho okolí mohly nalézat a zároveň nalézt hrozby a intenzitu jejich vlivu na aktiva. Tyto informace mi dále poskytly výstup v podobě grafů s vyobrazeným výsledným rizikem, které bylo spočteno na základě jednoduchého vzorce:

Výsledné riziko = Hodnota aktiva × Pravděpodobnost hrozby × Zranitelnost aktiv

Grafické zobrazení výsledného rizika



Obr. 22 Výsledné riziko z Riskan

V rámci živelních pohrom (1. sloupec grafu Obr. 22) nástroj bere v potaz hrozby jako požáry (přírodního i lidského původu), povodně, blesky, silné mrazy a námrazy, epidemie, zemetřesení a spousty dalších, z nichž jsem ohodnotil pouze ty, které by mohly reálně hrozit. V daném místě prakticky nehrozí žádný sesuv půdy za daných podmínek apod.

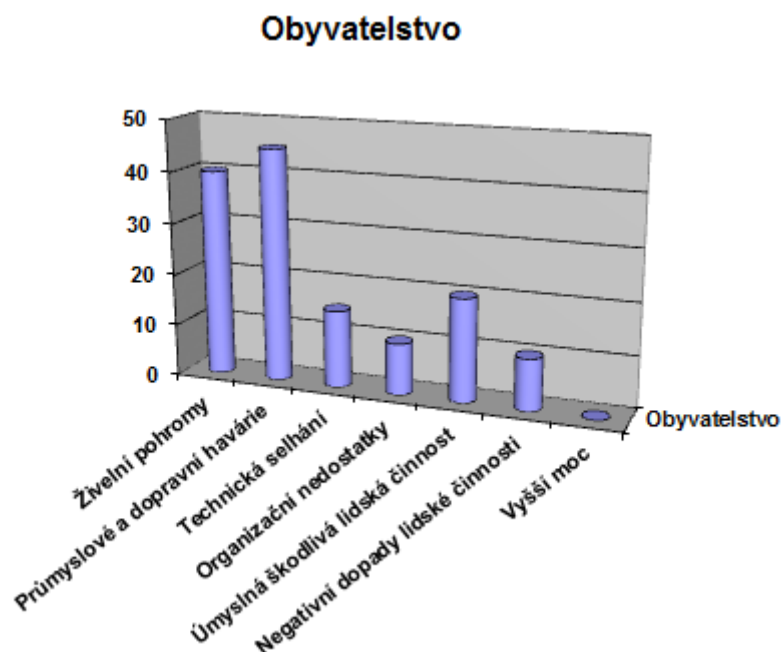
Do průmyslových a dopravních havárií (2. sloupec grafu Obr. 22) spadají hrozby různých dopravních nehod s dalšími nepříznivými vlivy na okolí a stejně tak v případech provozních havárií.

Hrozby technických selhání (3. sloupec grafu Obr. 22) obsahují hrozby destrukcí staveb, technických poruch na zařízeních, mechanických poškození, nefunkčních spojení a další.

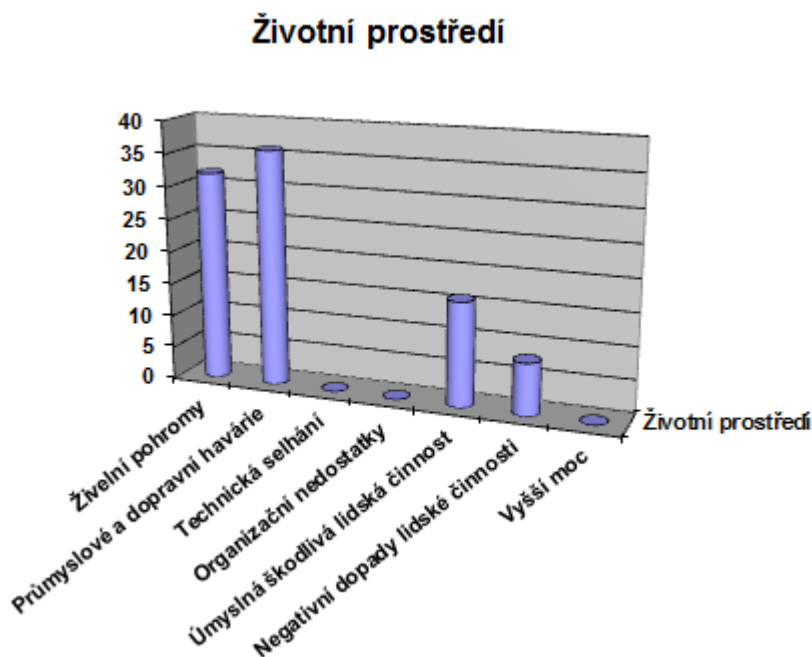
Organizační nedostatky (4. sloupec grafu Obr. 22) hrozí narušením zásobování, výrobních a jiných procesů, nedostatkem financí či kvalifikovaných pracovníků a jinými hrozbami.

Úmyslná škodlivá lidská činnost (5. sloupec grafu Obr. 22) obsahuje hrozby teroristických útoků a jiných sabotáží, stávek, rabování, násilí a obdobně.

Negativní dopady lidské činnosti (6. sloupec grafu Obr. 22) působí na své okolí hrozbami působením chemických prostředků, průsaků, znečištěním ovzduší, vibracemi, hlukem a dalšími.



Obr. 23 Riziko pro obyvatelstvo z Riskan



Obr. 24 Riziko pro životní prostředí z Riskan

Z grafických výstupů jednotlivých aktiv bylo jednoznačně patrné, že nejvíce hrozeb ohrožovalo převážně obyvatelstvo a životní prostředí (zejména živelní pohromy a průmyslové havárie), kterým je logicky přiřazena nejvyšší priorita a tedy se zaměřím převážně na ně.

Logicky první na mysli vyvstane vznik požáru či výbuchu. K požárům dochází dennodenně, v případech přítomnosti nebezpečných chemických látek ale nastává závažná situace, zvláště v blízkosti hustě obydlených oblastí či objektů s větší koncentrací lidí. Taková situace by nastala i v našem případě, jelikož se nedaleko, asi 200m jižně od objektu přes cestu bez dalších překážek, nachází oblast baťových domků. Dalším kritickým místem by se stal ještě blíže se nacházející obchodní dům Interspar, asi 150m západně od objektu. V ohrožení přímými účinky požáru či výbuchu i nepřímými účinky v podobě tlakové vlny, kouře a dalších zplodin by byli také zaměstnanci v samotném objektu a přilehlých okolních průmyslových obehktech. Dalším následkem takovéto situace by byly komplikace provozu ve Zlíně, jelikož v těsné blízkosti objektu vedou železnice a rychlostní silnice, které by musely být na dobu neurčitou uzavřeny veřejnosti. Zdrojem takového požáru by mohly být například selhání techniky v provozu, špatný technický stav budovy, pochybení zaměstnance, úmyslná záškodnická činnost či hrubé porušení zákona č. 309/2006 Sb., o bezpečnosti a ochrany zdraví při práci. K velice podobné situaci by též došlo při samotném úniku některé z nebezpečných chemických látek bez doprovodu

požáru či výbuchu (které by přesto mohly hrozit), přičemž nároky na záchranné a likvidační práce by byly obdobné. Velkou měrou by se na vážnosti a rozsahu situace podílely meteorologické podmínky jako teplota vzduchu (a povrchu), síla a směr větru, oblačnost, vlhkost vzduchu a další.

Případnou reálnou hrozbou pro objekt se může stát i povodeň, například při kombinaci silných dešťů a tání sněhu, kdy by řečiště řeky Dřevnice protékající asi 135m severně nebylo schopno pojmout veškerou vodu a došlo by k jejímú vylétí. Byť tato situace ještě nenastala, je nutno ji brát v potaz. V takovém případě by obyvatelstvo mohly ohrožovat různé chemické látky užívané v provozu průmyslových objektů. K takovým situacím by opět mohlo dojít zejména při porušení zákona č. 309/2006 Sb., o bezpečnosti a ochrany zdraví při práci, pochybení zaměstnance či za existence nelegální skládky nebezpečného odpadu.

6.2 Přílohové informace

Základní charakteristika Amoniak

V čistém stavu je amoniak za normálních podmínek bezbarvý plyn s teplotou varu - 33,5°C a typickým čpícím štiplavým zápachem, který může na jeho přítomnost upozornit. Je zásaditý, dráždivý a žiravý, tedy toxický a nebezpečný pro životní prostředí. S hustotou 0,77 kg.m⁻³ je zhruba o polovinu lehčí než vzduch. Je možné jej skladovat za zvýšeného tlaku v kapalném stavu. Má silné korozivní účinky vůči kovům, zejména vůči slitinám mědi.

H-věty

H221 - Hořlavý plyn (dříve R10)

H331 - Toxický při vdechování (dříve R23)

H314 - Způsobuje těžké poleptání kůže a poškození očí (dříve R34)

H400 - Vysoce toxický pro vodní organismy (dříve R50)

P-věty

P210 - Chraňte před teplem/jiskrami/otevřeným plamenem/horkými povrchy. Zákaz kouření.

P261 - Zamezte vdechování prachu/dýmu/plynu/mlhy/par/aerosolů.

P273 - Zabraňte uvolnění do životního prostředí.

P280 - Používejte ochranné rukavice/ochranný oděv/ochranné brýle/obličejový štít.

P305+P351+P338 - PŘI ZASAŽENÍ OČÍ: Několik minut opatrně vyplachujte vodou. Vyjměte kontaktní čočky, jsou-li nasazeny, a pokud je lze vyjmout snadno, pokračujte ve vyplachování.

P310 - Okamžitě volejte TOXIKOLOGICKÉ INFORMAČNÍ STŘEDISKO nebo lékaře.

P403+P233 - Skladujte na dobře větraném místě. Uchovávejte obal těsně uzavřený.

Způsob měření

Odhad množství úniku do ovzduší lze učinit z jeho spotřeby v daném provozu. Po stanovení jeho koncentrace ve vzduchu na výstupu z technologie je emise dána součinem této koncentrace a objemu vypuštěného vzduchu. K měření je možné použít analyzátory založené na chemiluminiscenci, nebo lze po odebrání vzorku provést zjištění ve vodném roztoku laboratorně.

Vliv na zdraví člověka

Krátkodobé vystavení vlivu amoniaku může dráždit i popálit kůži a oči s rizikem trvalých následků. Po styku s tekutinou způsobuje těžké omrzliny. Může také dráždit nosní sliznice, ústa, hltan a způsobuje kašel a dýchací potíže. Vdechování amoniaku může dráždit plíce a způsobit kašel či dušnost. Vystavení vyšším koncentracím amoniaku může způsobit zavodnění plic (edém) a vážné dýchací potíže s následkem svalové křeči a smrti v případě neposkytnutí včasné pomoci. Při koncentraci vyšší než 0,5 % obj. (asi 3,5 g.m⁻³) je i krátkodobé vystavení vlivu amoniaku smrtelné.

První pomoc a ošetření

Postiženého je třeba uložit do klidné polohy s přístupem k čerstvému vzduchu, uvolnit mu těsné části oděvu a uklidnit. Při zasažení očí rozevřít víčka a důkladně promývat vodou po dobu nejméně 15 minut. Potřísněný oděv opatrně sejmut. Zasažená místa na pokožce těla důkladně omývat vodou a mýdlem. Sledovat dýchání, při zástavě dechu okamžitě zavést umělé dýchání, případně kyslík. Zajistit převoz na odborné lékařské pracoviště.

Vliv na přírodu

Amoniak je silně toxický pro organismy žijící ve vodě (zejména ryby), proto hraje důležitou roli jeho velmi dobrá rozpustnost ve vodě. Také rostliny mohou být negativně zasaženy, jsou-li vystaveny vyšším koncentracím amoniaku jak v ovzduší, tak ve vodě.

Použití: jako hnojivo, čistič, chladio, palivo, ztmavování dřeva a další

Hašení

Hazchem-kód: 2PE

Hasební prostředky:

Menší požár - Suchá hasiva nebo CO₂, úplná ochrana

Větší požár - Vodní mlha, příp. roztráštěné vodní proudy, úplná ochrana

Opatření v místě havárie:

- kapalným amoniakem neuvádět do styku s vodou!
- nádrž s chemickou látkou chladit vodou!
- úplná ochrana těla - ochranný oblek a dýchací přístroj
- látku lze ředit vodou
- zjistit možnost evakuace

Likvidace

Zbytky látky je potřeba ohradit nepropustnými bariérami a odčerpat, pokud je látka smíchána s vodou.

7 SIMULACE V SW TEREX

Po spuštění výpočtů nabídne program základní přehled informací v podobě textového výstupu o události a nutných opatřeních, který lze okamžitě poslat k tisku či exportovat. Zároveň s touto informací program okamžitě nabídne varování o ohrožení osob a typ hrozby včetně vyznačených doporučených kroků pro evakuace a omezení přístupu v závislosti na vzdálenosti od havárie (v metrické i angloamerické soustavě).



Obr. 25 Varování o toxicitě z Terex

Výsledkem mého scénáře je ohrožení osob toxickou látkou s grafickým vyznačením nebezpečí v závislosti na vzdálenosti a legendou.

Ohrožení osob toxickou látkou

NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB: 161 m

Doporučený průzkum toxické koncentrace do vzdálenosti od místa úniku: 364 m

Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku

NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB: 43 m

Ohrožení osob mimo budovy závažným poraněním

NUTNÝ ODSUN OSOB: 70 m

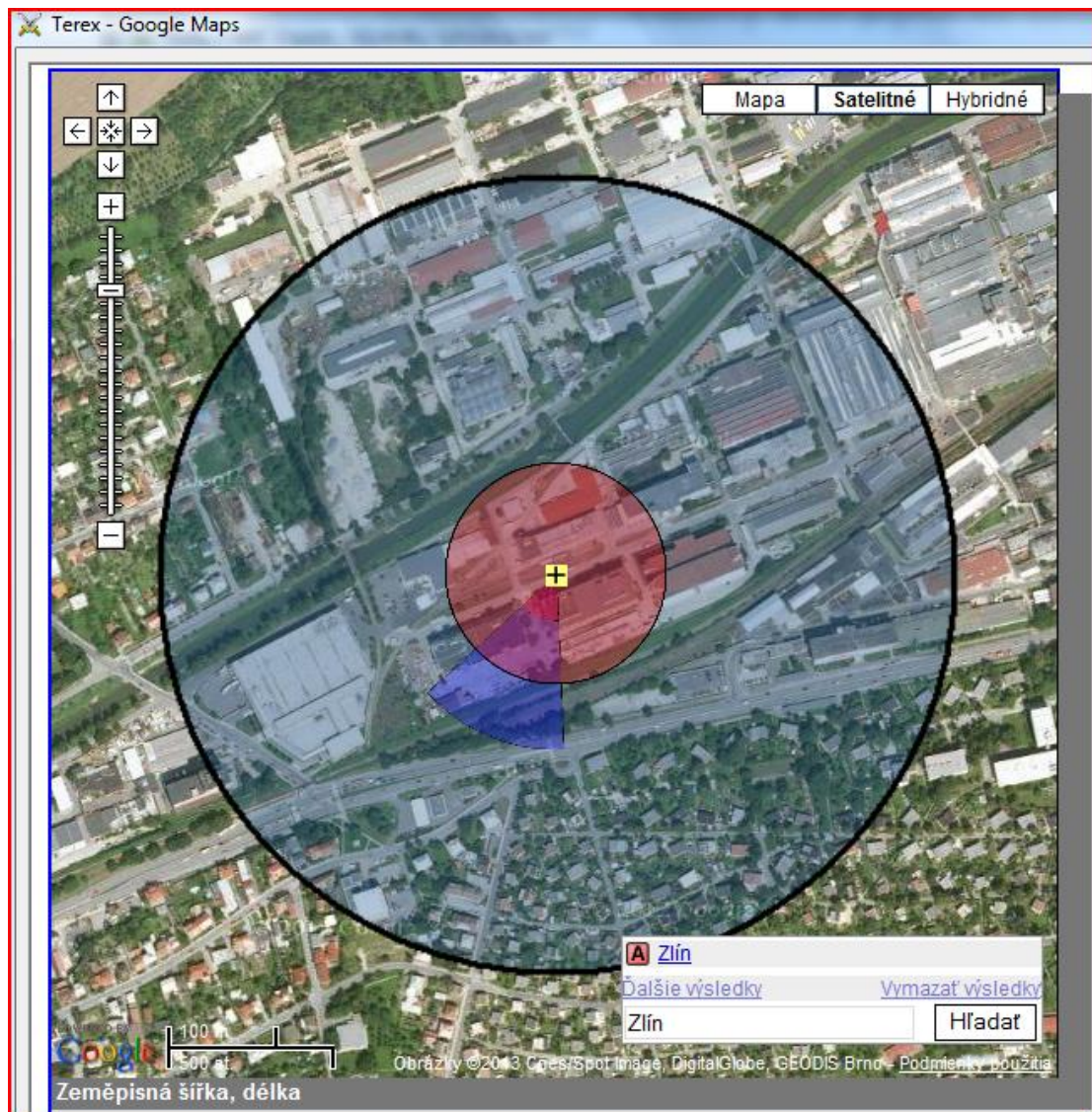
Závažné poškození budov

NEZBYTNÁ EVAKUACE OSOB: 58 m

Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem

DOPORUČENÁ EVAKUACE OSOB Z BUDOV DO VZDÁLENOSTI: 101 m

Další možností v programu je zakreslení události přímo do mapových podkladů, kde jsem zvolil zdroj map Google Maps. Výstupem je grafické znázornění vlivu havárie na okolí v konkrétním místě včetně vlivu větru, čímž uživatel dostane přímo geografické údaje zasažené oblasti.



Obr. 26 Zákres úniku do mapy

Legenda

Červená výseč – Ohrožení osob přímým prošlehnutím oblaku

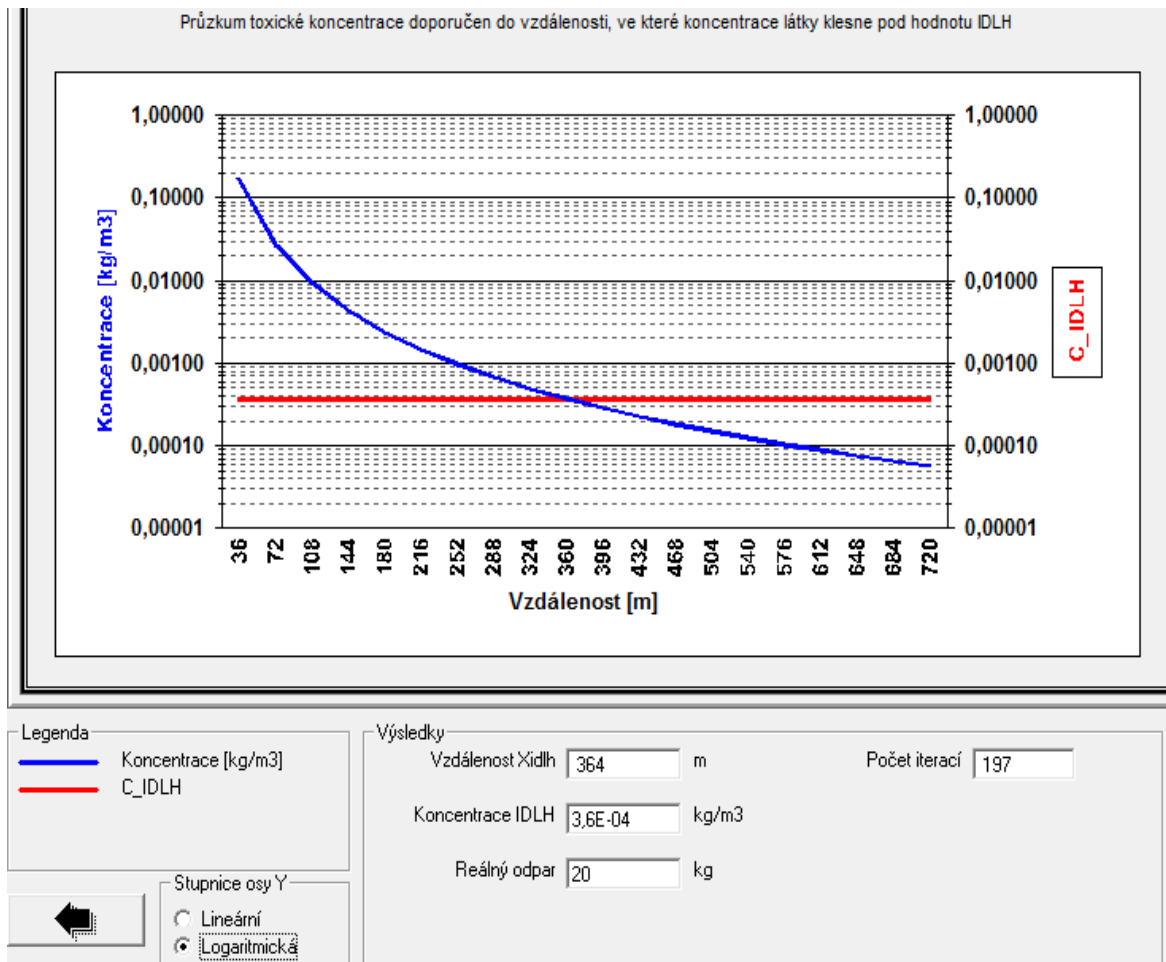
Modrá výseč – Ohrožení osob toxickou látkou

Červený okruh – Ohrožení osob uvnitř budov okenním sklem

Modrý okruh – Doporučený průzkum toxické koncentrace

Grafy

Poskytují grafické znázornění závislosti klíčových veličin modelu na vzdálenosti resp. Času od epicentra havárie. Na svislé ose lze zvolit logaritmickou či lineární stupnici. Jejich účelem je poskytnout názornou představu o tom, jak se mění účinek havárie se vzdáleností a poskytují interpretaci spočtených vzdáleností.

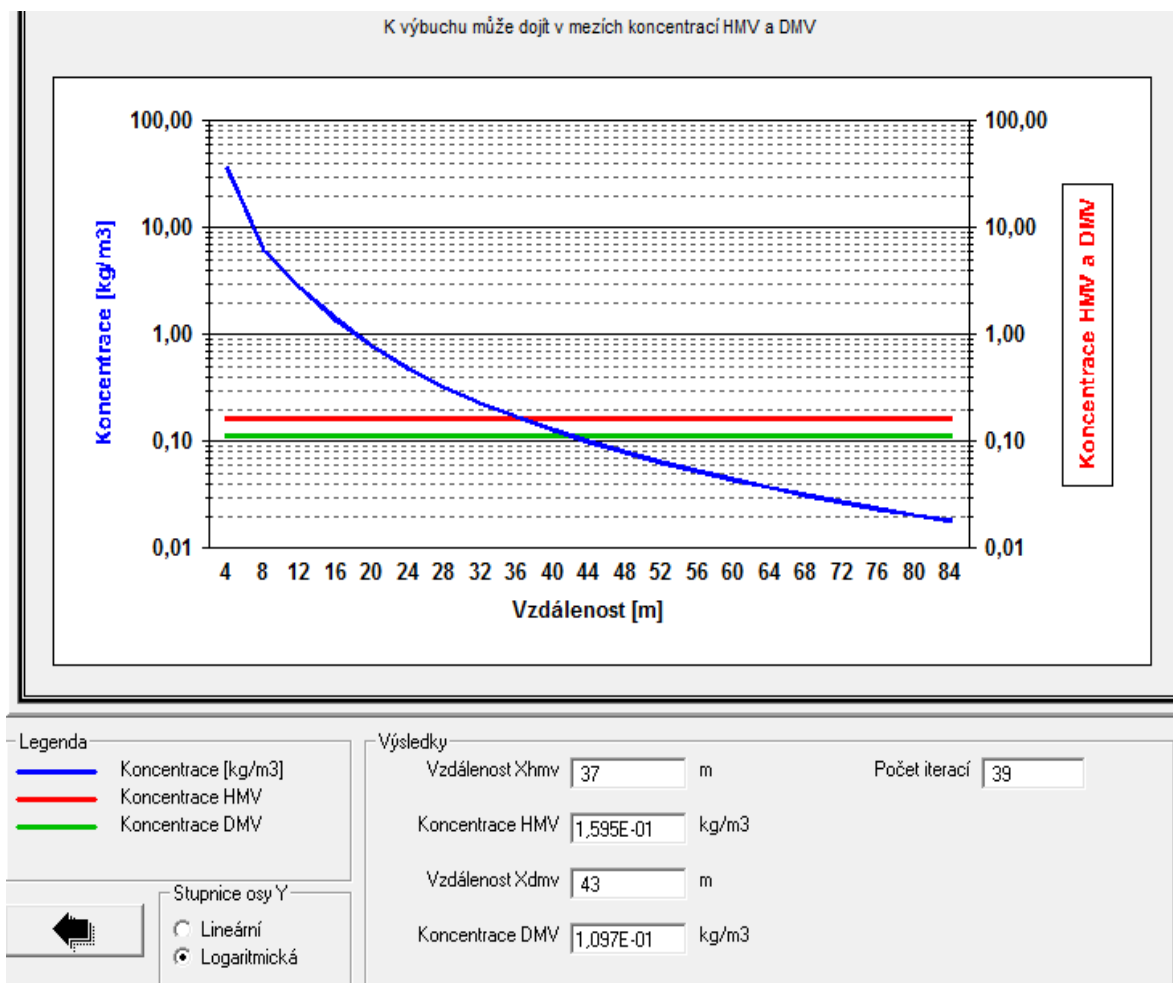


Obr. 27 Graf - doporučený průzkum

První graf Doporučený průzkum reprezentuje ohrožení toxicitou látky v závislosti na vzdálenosti od epicentra úniku. Modrá křivka představuje koncentraci látky, zatímco červená přímka IDHL má význam koncentrace bezprostředně ohrožující život a zdraví. Bod, ve kterém se protínají křivka koncentrace s přímkou IDLH, značí vzdálenost, do které je doporučené provést evakuaci osob, aby nedošlo k jejich ohrožení toxickými účinky látky. Ve většině případů bude vhodnější použití logaritmické stupnice.

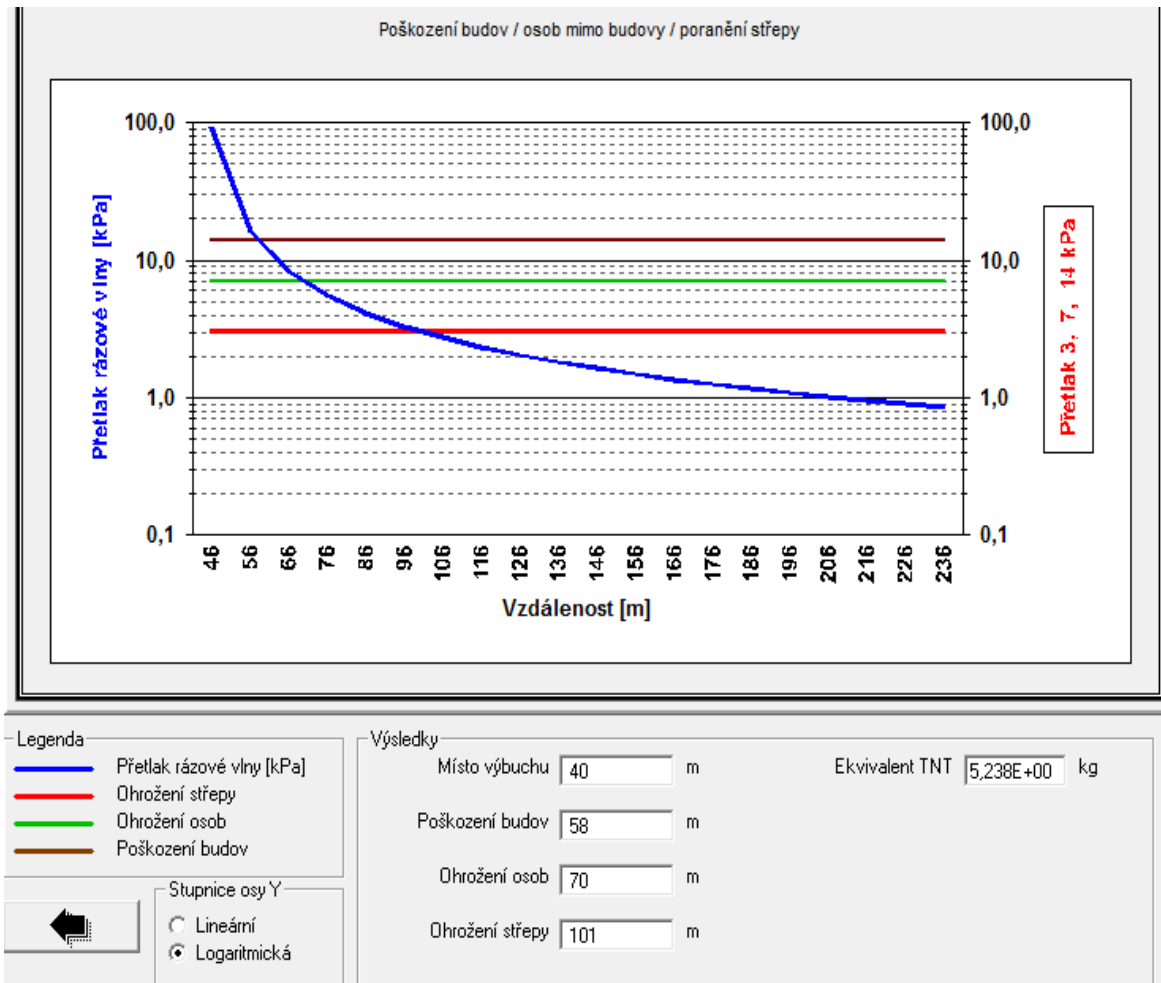
Iterace se uplatňuje především v dynamických jevech, znamená řešení problému postupným opakováním s dalším a dalším přibližováním se žádoucímu výsledku, dokud se

hodnota již téměř nemění, každé další opakování mění kontext, ve kterém probíhá další krok.



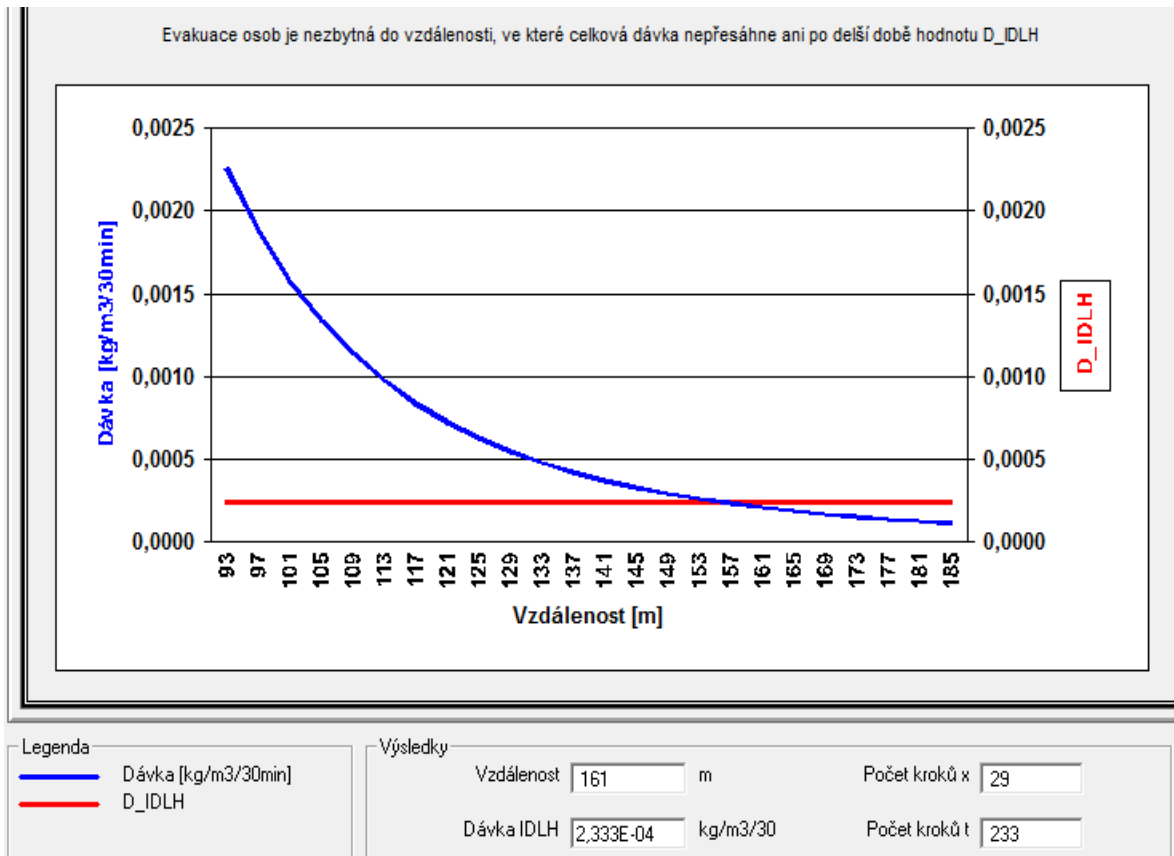
Obr. 28 Graf - oblast možného výbuchu

Druhý graf Oblast možného výbuchu opět představuje závislost koncentrace látky na vzdálenosti. Červená přímka zde značí koncentraci horní meze výbušnosti, zelená přímka pak koncentraci dolní meze výbušnosti. To znamená, že v oblasti začínající tam, kde protíná křivka modrá koncentrace červenou přímku HmV a končí tam, kde protíná modrá křivka koncentrace zelenou přímku DmV, bude mít směs látky se vzduchem tendenci k výbuchu. V tomto případě s malým rozdílem horní a dolní meze výbušnosti je přehlednější použití logaritmické stupnice.



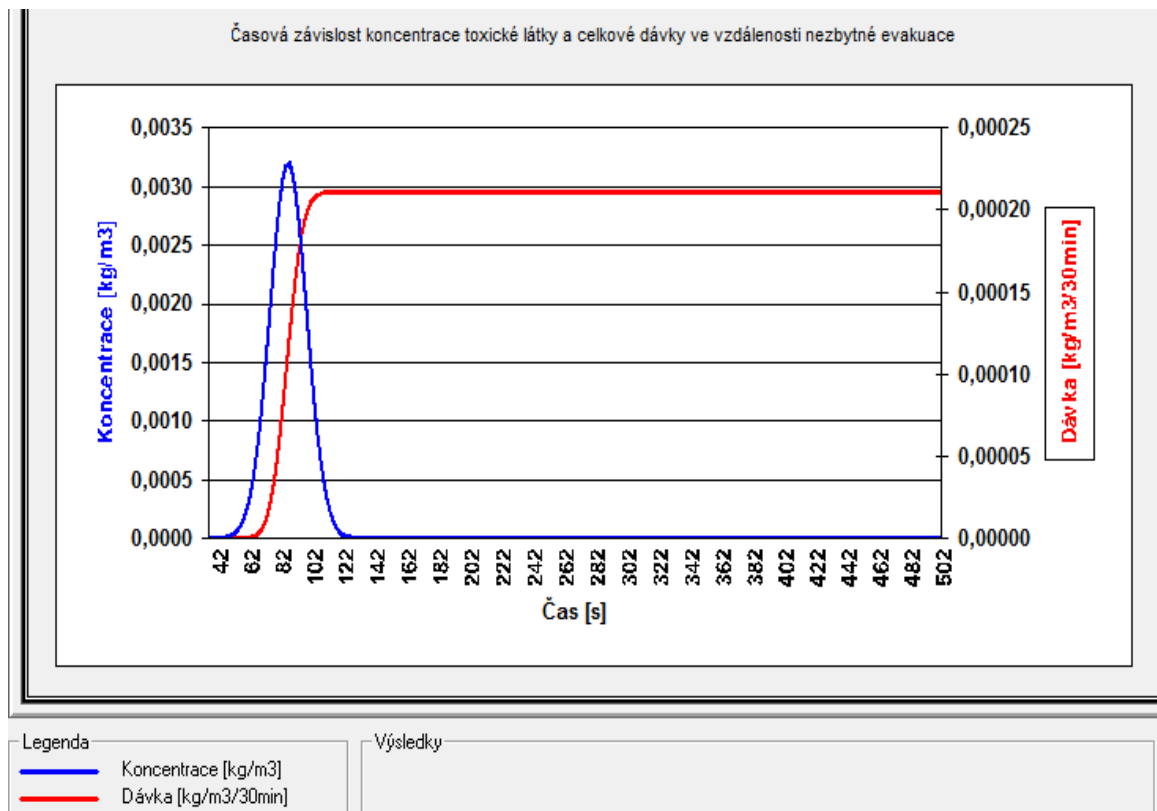
Obr. 29 Graf - ohrožení výbuchem

Třetí graf Ohrožení výbuchem představuje závislost přetlaku rázové vlny na vzdálenosti od epicentra případného výbuchu. Hnědá přímka značí vzdálenost, do které budou pravděpodobně poškozeny budovy. Zelená přímka představuje vzdálenost, do které jsou ohroženy osoby mimo budovy přímým účinkem tlakové vlny. Červená přímka udává, že do této vzdálenosti může být vlivem tlakové vlny vyraženo sklo z oken budov, takže lidé v nich by měli být evakuováni.



Obr. 30 Graf - nezbytná evakuace

Čtvrtý graf Nezbytná evakuace znázorňuje závislost přijaté dávky uniklé látky za 30min na vzdálenost od místa jejího úniku. Modrá křivka znázorňuje intenzitu dávky a červená přímka hodnotu IDLH koncentrace bezprostředně ohrožující život a zdraví. Do vzdálenosti, ve kterém se tato křivka a přímka protínají, je nezbytné provést evakuaci všech osob v ní se nacházejících.



Obr. 31 Graf - časové závislosti

Posledním pátým grafem je časová závislost předchozích parametrů, z níž lze vyčíst, v jakém čase bude jaká koncentrace uniklé látky a v kterém čase bude koncentrace nejvyšší, tu představuje modrá křivka. Červená křivka značí nástup dávky přijímané v zasažené oblasti v čase. Ze strmosti křivek a jednotek časové osy lze vypočítat důležitost rychlé reakce na vzniklou událost.

7.1 Navrhovaná reakce

K řešení situace by bylo třeba sestavit krizový štáb, v jehož čele stojí hejtman kraje či starosta obce a jeho členové jsou členové bezpečnostní rady, zástupci složek IZS a další odborníci s ohledem na druh řešení mimořádné události nebo krizové situace. Jeho struktura by se skládala z řídicí části za účelem řízení a vedení štábu, administrativní části pro administrativu a výkonné části, na které by byla komunikace s okolím a řízení výkonných složek. Jeho umístění by bylo vhodné do některého z přilehlých objektů mimo rizikovou oblast, tedy za okruhem 170m od objektu.

Složky účastníci se zásahu byly určitě všechny základní složky IZS. Kdy na PČR by spadalo uzavření oblasti před vstupem dalších osob (tzv. uzávěra) a uzavření přilehlé silniční komunikace silnice I. třídy I49 a následné řízení a odklon provozu. Odklon

provozu směrem do/od centra Zlína by byl možný po ulici Přímé přes městskou část Zlína Prštná, případně po ulici U Dřevnice přes městskou část Louky. Složky IZS by měly na starost ošetření zraněných osob na místě přednemocniční neodkladnou péčí a jejich transport do lékařských zařízení. Nadále by též ošetřovaly osoby z řad složek zasahujících na místě. HZS by se týkaly hlavní likvidační a záchranné práce, z jejich řad by byl zvolen velitel zásahu s pravomocemi omezení pohybu osob, omezení vlastnického práva a dalšími. Provedena by byla objektová a plošná evakuace osob ze samotného objektu a okruhu asi 200m od objektu (evakuační zóna), to by zahrnovalo i obchodní dům Interspar. Řídí se dle vyhlášky Ministerstva vnitra č. 380/2002 Sb. k přípravě a provádění úkolů ochrany obyvatelstva. Vyhlášení evakuace provádí hejtman v Nařízení kraje o vyhlášení stavu nebezpečí, ale v případě nebezpečí z prodlení může starosta obce nebo velitel zásahu. Řízení evakuace provádí pracovní skupina krizového štábu nebo starosta obce s krizovým štábem. Následně by složky HZS prováděly průzkum, zda se v zóně nenacházejí další osoby. Do vzdálenosti asi 370m by byly prováděny měření na přítomnost nebezpečných látek a vzhledem ke směru větru by obyvatelům v okolí bylo jednotným systémem varování a vyzoomění obyvatelstva doporučeno nevycházet z domů a nevětrat, to by se týkalo zejména ulic Nerudova, Krátká, Kotěrova, Lipová a Na Včelíně. V případě potvrzení přítomnosti toxických látek v ovzduší by bylo potřeba evakuovat i výše zmíněné oblasti. Osoby by byly evakuovány nejdříve na místo shromažďování a následně do evakuačního střediska, které je výchozím bodem přemístění evakuovaných osob, kde mimo jiné dochází k evidenci osob. Provoz v evakuačních střediscích a místech pro nouzové ubytování zajišťuje veřejná správa společně s humanitárními organizacemi a s provozovateli a vlastníky ubytovacích zařízení. Při potřebě dlouhodobější evakuace by byly osoby dopraveny na místo nouzového ubytování do ubytovacích zařízení, prostor škol jako tělocvičny a do jiných prostor veřejných státních objektů.

8 NÁVRH DALŠÍCH VYUŽITÍ SIMULACÍ A MODELOVÁNÍ

Že mají simulace a modelování své nezastupitelné místo v rámci krizového plánování a řízení a také záchranných a likvidačních prací, o tom není pochyb. Žijeme v moderní prudce se rozvíjející době, alespoň po technické stránce, v době, kdy největší hodnotu mají informace. Zdrojem informací, které k nám proudí, je nespočet kanálů, jejichž počet s nástupem nových technologií roste a s největší pravděpodobností tento trend potrvá dále. Jedním z oněch kanálů informací jsou i modelování a simulace, se kterými lze vytvořit virtuální svět s prvky toho reálného, na který lze aplikovat proces, který chceme hlouběji zkoumat, případně s ním experimentovat. Jaké informace nám taková činnost přinese, značně záleží na zkoumaném jevu či procesu, obecně to v rámci záchranných a likvidačních prací ve vztahu k haváriím a mimořádným událostem znamená zjištění následků poruchy či jiného odklonění se od požadovaného bezpečného stavu. Dále pak mohou přinést informace o dalších jevech, které by mohly být v důsledku původního selhání vyvolány, jejich rozsah a odhadované chování v závislosti na nespočtu faktorů hrajících roli, jako třeba směr a síla větru, teplota vzduchu, oblačnost, tlak, vlhkost a další. V návaznosti na to nám jsou tyto informace základem k tvorbě postupu při případném zásahu, taktiky a v neposlední řadě k identifikaci potřebných zdrojů ke zvládnutí situace, jak lidských tak technických, finančních, časových a dalších.

Velkým přínosem využití modelování a simulací při mimořádných událostech je grafický výstup dat v podobě rychle čitelných grafů a také jejich vizualizace do mapových podkladů s využitím geografických informačních systémů. Na základě takovýchto dat je pro velitele zásahů a krizové štáby mnohem rychlejší získání přehledu o situaci a data lze využít jako podporu pro následné vyhodnocení události a rozhodování o dalších prováděných krocích. Například jsou tak graficky vyznačeny konkrétní zasažené oblasti a také jakým způsobem byly zasaženy, co v nich hrozí, případně je i rovnou doporučen postup pro uzavření oblasti, evakuaci či odstavení energií. Takové informace jsou velice důležité zejména v hustě obydlených oblastech a místech s blízkými frekventovanými komunikacemi, které je třeba evakuovat a uzavřít, aby nedošlo k dalším expozicím osob vlivům chemických látek. Filtry v grafických informačních systémech dále umožňují s využitím metadat snadno identifikovat další ohrožené objekty v oblasti, například další sklady s uskladněnými chemickými látkami, ale třeba také veřejné objekty jako úřady, školy a školky, knihovny, sportovní areály a další.

Nesporně výhodné využití modelování a simulací nalezneme i v rámci plánování a připravenosti na vznik mimořádné události, zejména pak pro havarijní a územní plánování, které ukládá legislativa povinně. Z těchto plánů následně plynou i prováděná opatření a cvičení jednotek hasičského záchranného sboru podniku či obce, případně i jednotek sborů dobrovolných hasičů. Na základě těchto plánů lze provádět i ostatní školení pracovníků v objektu a stanovit potřebné lidské a technické zdroje v případě vzniku mimořádné události. Kapitolou samou o sobě je simulace povodní vlivem přirozených přírodních jevů, na jejichž základě lze určit záplavové oblasti, které je nutno nějakým způsobem zabezpečit, či provést jiná opatření proti vzniku povodně.

V rámci modelovacích a simulačních nástrojů zpravidla bývá obsažena možnost spolupráce s ostatními vlastními moduly, či moduly dalších stran zastávajících rozličných funkcí dle účelu nástroje. Lze tak docílit snadného a rychlého přístupu například k databázím chemických látek a veškerých dostupných informací k nim, jako jsou jejich fyzikální vlastnosti, vliv na člověka a přírodu, způsoby hašení, první pomoc při zasažení a další. Dalším možným využitím takovýchto modulů může být webový přístup na dálku a prezentace dat získaných modulem obsluhující zpracování dat z měřicích stanic. Od tohoto bodu už je jen krůček k napojení na jednotný systém vyrozumění a varování, či na jiný systém.

ZÁVĚR

Cílem práce byla rešerše o simulaci a modelování ve spojitosti se záchrannými a likvidačními pracemi, které jsou prováděny zejména složkami integrovaného záchranného systému. V teoretické části jsem se nejdříve zaměřil na historii, která vedla k uvědomění si potřeby kontrolovat bezpečnost a řídit její tvorbu zakotvením do legislativy, zejména co se týká provozů s nebezpečnými chemickými látkami. Chybami se člověk učí, ale za tuto chybu mnozí tvrdě zaplatili, především obyvatelé v oblastech kolem Černobylu, což je případ, o který jsem se více zajímal již dříve. Následující kapitoly byly zaměřeny na prostředky zajišťující bezpečnost, převážně v České republice, kde jsou určité formy simulací a modelování využívány, nebo by bylo vhodné je zde využívat, a jejich podpoře. Poslední kapitola obsahla příklady konkrétního programového vybavení, jež je pro takovouto činnost vhodné v našich podmínkách.

Úkolem praktické části práce bylo použít simulační či modelovací nástroj a navrhnout jeho využití ve vztahu k podpoře záchranných a likvidačních prací. K tomuto účelu jsem využil program Terex z dílen českých vývojářů T-Soft a.s., jelikož splňoval veškeré požadavky pro použití v našich podmínkách. Jeho universálnost však jistě umožňuje jeho využití bez komplikací v Evropské unii a zřejmě i jinde ve světě. Nástroj byl přehledný s intuitivními prvky, takže jeho použití nebylo vyloženě komplikované a zároveň ani časově náročné. K nástroji jsou též k dispozici volně ke stažení z Internetu příručky k použití, byť ke starší verzi nástroje, které podrobněji vysvětlují jednotlivé části programu, jež není složité pochopit. Ke svému účelu jsem v nástroji nasimuloval fiktivní situaci, ke které by však mohlo dojít, a od toho jsem následně odvodil návrhy možného použití simulačních a modelovacích nástrojů.

Závěrem bych poznamenal, že udržování stavu bezpečí je v zájmu nás všech, Zemi máme jen jednu a společně na ní musíme žít se všemi tvory. Udržování takové bezpečnosti je o prevenci, o nutnosti hledět do budoucnosti, nejlépe do té daleko, a brát na to ohled. Již si nemůžeme dovolit zavádět do praxe technologie a procesy bez ověření jejich bezpečnosti a pouze sedět a doufat, že se nic nepokazí. Počítačová simulace nám za předpokladu správných modelů poskytuje možnost procesy zkoumat, experimentovat s nimi a z toho vyvodit důsledky. Člověk si to často neuvědomuje, ale časově, finančně i emocionálně výhodnější je řešit věci dopředu, než až když je pozdě, když dojde k havárii, jejíž zvládnutí vyžaduje podstatně více zdrojů.

CONCLUSION

The aim of the thesis was research on simulation and modeling in conjunction with rescue and relief work being carried out primarily by the integrated rescue system. In the theoretical part, I first focused on the history that led to the awareness of need to control and manage the safety by inclusion of requirements into legislation, especially concerning the operation with hazardous chemicals. Man learns from mistakes, but for this mistake many people paid hardly, especially people in areas around Chernobyl, which is the case that I was more interested in earlier. The following chapters were focused on means of ensuring safety primarily in the Czech Republic, where certain forms of simulation and modeling are used, or might be used here, and support they need. The last chapter encompasses examples of specific software, which is suitable in our conditions.

The task of the practical part of this work was to use simulation and modeling tool, and suggests its use in relation to support rescue and relief work. For this purpose I used the Terex from Czech developer T-Soft, because of its satisfaction of all the requirements for use in our conditions. However his versatility certainly allows its use without complications in the European Union and possibly elsewhere in the world. The tool was arranged with intuitive features, so its use was not overtly complicated and at the same time neither time-consuming. Also there are guides available for free to download from the Internet, although its little outdate, which explains the parts of the program, which is not difficult to understand. For my purpose I simulated a fictional situation that could happen and then I derived proposal of possible use of simulation and modeling tools.

Finally, I noted that maintenance of a safe state has to be the interest of us all, we only have one Earth and together we have to live here with all creatures. The maintenance of such safety is about prevention, the need to look into the future, better to the far future and take it into account. We cannot afford put into practice technologies and processes without verifying their safety and just sit back and hope that nothing goes wrong. Computerized simulations help us in case of correct model to provide the opportunity to examine processes, experiment with them and draw consequences. People often do not realize it, but time, financially and emotionally better is to solve things ahead than when it is too late, after a disaster happen there are needed significantly more resources to solve them.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] KUDLIČKA, Roman. *Moderní technologie v zajištění bezpečnosti pláště budov*. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2011. Dostupné z: www.dspace.k.utb.cz/handle/10563/15968
- [2] Česko. *Zákon č. 239/2000 Sb. o integrovaném záchranném systému*. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 28. června 2000. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-239
- [3] Arnika - Seveso [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://arnika.org/seveso>
- [4] Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Bhópálská katastrofa [online]. c2013 [citováno 15. 05. 2013]. Dostupný z: http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Bh%C3%B3p%C3%A1lsk%C3%A1_katastrofa&oldid=10292235.
- [5] JOHNSON, Thomas. *Battle of Chernobyl* [Dokumentární]. Francie, 2006.
- [6] Havárie v Černobylu. 2006. Dostupné z: <http://www.cernobyl-havarie.cz/>
- [7] Do dvou let zastíní Černobyl nový sarkofág. ČESKÁ TELEVIZE. [online]. 25. 4. 2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.ceskatelevize.cz/ct24/svet/224332-do-dvou-let-zastini-cernobyl-novy-sarkofag/>
- [8] Černobyl. Fukušima. [online]. 2012 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://cernobyl-fukusima.webnode.cz/>
- [9] Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Havárie plošiny Deepwater Horizon [online]. c2013 [citováno 15. 05. 2013]. Dostupný z WWW: http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Hav%C3%A1rie_plo%C5%A1iny_Deepwater_Horizon&oldid=10082185
- [10] AKTUÁLNĚ.CZ. Deepwater Horizon. 1999 – 2013. Dostupné z: http://aktualne.centrum.cz/tema/deepwater-horizon_109115/
- [11] We've Never Seen Anything Like This. KOS MEDIA. [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: <http://www.dailykos.com/story/2012/04/18/1084285/--We-ve-Never-Seen-Anything-Like-This-Mutations-and-Deformities-in-Gulf-Seafood-Post-BP-Spill>
- [12] *Fire Earth* [online]. [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: <http://feww.wordpress.com>
- [13] *BBC* [online]. [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: www.bbc.co.uk

- [14] *Nippon News* [online]. [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: www.nipponnews.net
- [15] *TV-NOVOSTI. RT* [online]. [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: www.rt.com
- [16] *Elenafilatova.com* [online]. [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: www.elenafilatova.com
- [17] *Phototour* [online]. [cit. 2013-02-16]. Dostupné z: www.phototour.cz
- [18] *POŽÁRY.cz* [online]. [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: www.pozary.cz
- [19] *Listverse* [online]. [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: www.listverse.com
- [20] *The New York Times* [online]. [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: www.nytimes.com
- [21] Česko. *Zákon č. 59/2006 Sb. o prevenci závažných havárií*. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2. února 2006. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-59
- [22] BERNATÍK, Aleš. *VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA. Prevence závažných havárií I*. 2006. ISBN 9788086634890. Dostupné z: <http://www.fbi.vsb.cz/miranda2/export/sites-root/fbi/040/cs/sys/resource/PDF/skripta-PZH-I.pdf>.
- [23] PALEČEK, Miloš, Jan BUMBA, Lubomír KELNAR a Vilém SLUKA. *Postupy a metodiky analýz a hodnocení rizik pro účely zákona o prevenci závažných havárií*. 2000, 211 s. Dostupné z: http://www.vubp.cz/index.php/component/docman/doc_download/152-postupy-a-metodiky-analyz-a-hodnoceni-rizik-pro-uely-zakona-o-prevenci-zavanych-havarii
- [24] Česko. *Předpis č. 256/2006 Sb. Vyhláška o podrobnostech systému prevence závažných havárií*. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 22.05.2006. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2006-256>
- [25] Česko. *Nářízení Evropského parlamentu a Rady č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezování chemických látek*.
- [26] Česko. *Nářízení vlády č. 295/2011 Sb. Hodnocení rizik ekologické újmy*. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 14.09.2011. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/2011-295
- [27] *Hasičský záchranný sbor ČR* [online]. [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: www.hzscr.cz
- [28] DUBSKÝ, M. *Proč bude vznikat katalog typových činností – časopis 112, 2004, září*

- [29] HANUŠKA, Zdeněk. ŠKOLNÍ A VÝCVIKOVÉ ZAŘÍZENÍ HZS BRNO. Obce a integrovaný záchranný systém. 9.8.2011. Dostupné z: http://www.oupobm.cz/vyuka/pripravaSLZK/IZS_a_KR.pdf
- [30] ZZS Zlínského kraje [online]. 2008 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: www.zzszlin.cz/
- [31] Česko. Předpis č. 240/2000 Sb. Zákon o krizovém řízení. In: Sběrka zákonů České republiky. 28.06.2000. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-240>
- [32] Česko. Předpis č. 241/2000 Sb. Zákon o hospodářských opatřeních pro krizové stavy. In: Sběrka zákonů České republiky. 29.06.2000. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-241>
- [33] KŘIVÝ, Ivan a Evžen KINDLER. OSTRAVSKÁ UNIVERZITA. Simulace a modelování. 2001. ISBN 9788070428092. Dostupné z: <http://prf.osu.cz/kip/dokumenty/Msm.pdf>
- [34] DORDA, Michal. VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ - TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA. Úvod do modelování a simulace systémů. 2010. Dostupné z: www.homel.vsb.cz/~dor028/Aplikace_2.pdf
- [35] Česko. Zákon č. 241/2000 Sb. o hospodářských opatřeních pro krizové stavy. In: Sběrka zákonů České republiky. 28.06.2000. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2000-241>
- [36] Policie ČR [online]. [cit. 2013-03-24]. Dostupné z: www.pcr.cz
- [37] Česko. Předpis č. 328/2001 Sb. o některých podrobnostech zabezpečení IZS. In: Sběrka zákonů České republiky. 05.09.2001. Dostupné z: <http://www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-328>
- [38] FUCHS, Pavel, Jan NOVÁK a Tomáš SASKA. *Hodnocení rizik*. Technická univerzita v Liberci, 2007. Dostupné z: <http://risk.rss.tul.cz/vyuka/vyucovane-predmety/hri-hodnoceni-rizik-1/materialy-ke-stazeni/Hodnoceni%20rizik%20prurez.ppt>
- [39] T-SOFT A.S. [online]. [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: www.tsoft.cz/
- [40] TLP, spol. s r.o. [online]. [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: <http://www.tlp-emergency.com/>
- [41] OAK RIDGE NATIONAL LABORATORY. [online]. [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: www.ornl.gov

- [42] *THE NATIONAL ATMOSPHERIC RELEASE ADVISORY CENTER*. [online]. [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: www.narac.llnl.gov
- [43] *WAK SYSTEM*. [online]. [cit. 2013-04-12]. Dostupné z: www.waksystem.cz
- [44] Wikipedie: Otevřená encyklopedie: Zlín [online]. c2013 [citováno 15. 05. 2013]. Dostupný z: <http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Zl%C3%ADn&oldid=9957823>.
- [45] NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration [online]. [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: www.noaa.gov/
- [46] Medistyl - Databáze MEDIS-ALARM [online]. 2008-2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: www.medistyl.cz/db/alarm.htm
- [47] T-MAPY spol. s r.o. Hradec Králové [online]. 2008-2013 [cit. 2013-05-15]. Dostupné z: www.tmapy.cz
- [48] BARTA, Jiří a Tomáš LUDÍK. UNIVERZITA OBRANY. TerEx – modelování a simulace (Studijní pomůcka). 2012. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/26278/mod_resource/content/1/Studijni_pomucka_TerEx.pdf
- [49] HORÁK, Jan a Aleš KUDLÁK. JIHOČESKÁ UNIVERZITA V ČESKÝCH BUDĚJOVICÍCH. Pomůcka Pro využívání softwaru pro rychlý odhad následků havárií a teroristických útoků program TerEx. 2012. Dostupné z: <https://www.zsf.jcu.cz/structure/departments/kra/projekty/vyukove-pomucky-pro-software-emoff-a-terex/terex.pdf/>

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

INES	Mezinárodní stupnice jaderných událostí
SSSR	Svaz sovětských socialistických republik
Rem	Biologický ekvivalent Röntgena
Sv	Jednotka ekvivalentní dávky ionizujícího záření
NOAA	Národní úřad pro oceán a atmosféru
IZS	Integrovaný záchranný systém
HZS	Hasičský záchranný sbor
JPO	Jednotky požární ochrany
OPIS	Operační a informační středisko
ZZS	Zdravotnická záchranná služba
PČR	Policie ČR
SKPV	Služba kriminální policie a vyšetřování
BIS	Bezpečnostní informační služba
GIS	Geografický informační systém
MU	Mimořádná událost
GSM	Globální systém pro mobilní komunikaci
IDLH	Koncentrace bezprostředně ohrožující život a zdraví
STČ	Soubor typových činností

SEZNAM OBRÁZKŮ

<i>Obr. 1 Likvidační práce v Seveso [12]</i>	12
<i>Obr. 2 Tabule s fotkami zesnulých [12]</i>	14
<i>Obr. 3 Snímek explodovaného reaktoru před zakrytáním [12]</i>	15
<i>Obr. 4 Odstavená technika využitá při likvidačních pracích [12]</i>	16
<i>Obr. 5 "Bioroboti" na střeše reaktoru [12]</i>	18
<i>Obr. 6 První část nového sarkofágu [12]</i>	19
<i>Obr. 7 Poškozené pomocné budovy Fukušimské elektrárny [12]</i>	20
<i>Obr. 8 Evakuovaná oblast kolem Fukušimy [12]</i>	21
<i>Obr. 9 Mapa vývoje ropné skvrny na základě dat NOAA [12]</i>	23
<i>Obr. 10 Schéma analýzy rizik [38]</i>	28
<i>Obr. 11 Příklad stromu poruch [22]</i>	34
<i>Obr. 12 Graf účasti složek při zásazích [27]</i>	41
<i>Obr. 13 Nácvik dopravní nehody v tunelu [27]</i>	45
<i>Obr. 14 Etapy modelování a simulace [34]</i>	52
<i>Obr. 15 Povodňový model z POSIM [39]</i>	55
<i>Obr. 16 Architektura WAK KIS [43]</i>	60
<i>Obr. 17 Dostupnost složek PČR od havárie [Google mapy]</i>	67
<i>Obr. 18 Dostupnost složek HZS od havárie [Google mapy]</i>	68
<i>Obr. 19 Dostupnost složek ZZS od havárie [Google mapy]</i>	69
<i>Obr. 20 Vzorový objekt – sklad [zdroj Google Street View]</i>	69
<i>Obr. 21 Požární schodiště objektu [autor snímku L. Slávek Chybík]</i>	70
<i>Obr. 22 Výsledné riziko z Riskan</i>	71
<i>Obr. 23 Riziko pro obyvatelstvo z Riskan</i>	72
<i>Obr. 24 Riziko pro životní prostředí z Riskan</i>	73
<i>Obr. 25 Varování o toxicitě z Terex</i>	77

<i>Obr. 26</i> Zákres úniku do mapy.....	78
<i>Obr. 27</i> Graf - doporučený průzkum	79
<i>Obr. 28</i> Graf - oblast možného výbuchu	80
<i>Obr. 29</i> Graf - ohrožení výbuchem	81
<i>Obr. 30</i> Graf - nezbytná evakuace	82
<i>Obr. 31</i> Graf - časové závislosti	83

SEZNAM TABULEK

<i>Tab. 1 Přehled metod</i>	29
-----------------------------------	----

SEZNAM PŘÍLOH

PŘÍLOHA P I: VZOROVÉ SNÍMKY	98
-----------------------------------	----

PŘÍLOHA P I: VZOROVÉ SNÍMKY

http://hpserver/rozexalarm/spInfo.asp?ID=BDA0069 - Poskytovatel aplikace Microsoft Internet Explorer: Computer

Úvodní stránka | Výběry | Seznam
Licence číslo: 754C3958 TLP s.r.o., 2003

ACETON

Vybraná látka

[Základní informace o látce](#)

[Základní vlastnosti látky a způsob hašení](#)

[Základní požární-technické a fyzikálně-chemické vlastnosti](#)


[Převážní a skladovací podmínky](#)

[První pomoc a zdravotní ošetření](#)


[Toxicita](#)

[Verze pro tisk](#)



[Odhlásit](#)

Kemlerův kód	33	33 - Vysoce hořlavá kapalina		Lze modelovat dosah
Un - číslo	1090			

Ochrana jednotek :

	Použijte přetlakový dýchací přístroj
---	--------------------------------------

Symbol na obal:

	F Vysoce hořlavý		Xi Dráždivý
---	------------------	---	-------------

R-věty:

R 11	Vysoce hořlavý.
R 36	Dráždí oči.
R 66	Opakovaná expozice může způsobit vysušení nebo popraskání kůže.
R 67	Vdechování par může způsobit ospalost a závratě.

S-věty:

S 9	Uchovávejte obal na dobře větraném místě.
S 16	Uchovávejte mimo dosah zdrojů zapálení - Zákaz kouření.
S 26	Při zasažení očí důkladně vypláchněte vodou a vyhledejte lékařskou pomoc.

HAZČEM:

ZYYE	Vodní mlha.	Dýchací přístroj při požáru, zabránit splynutí látky se spodními vodami a vodními zdroji.	ZVÁŽIT PROVEDENÍ EVAKUACE.
-------------	-------------	---	-----------------------------------

Rozex Alarm 16. 5. 2006

Bezpečnostní list vybrané látky ze SW Rozex [40]

Aktiva		AKTIVA - CELKEM		Pravděpodobnost						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9
HROZBY - CELKEM		6	jistá	25	25	25	25	25	25	25
1.	Fyzické poškození	4	vysoká	30	10	10	10	10	10	10
1.1	Požár	4	vysoká	30	10	10	10	10	10	10
1.2	Poškození vodou	4	vysoká	40						
1.3	Poškození prachem, zamrznutím, nečistotami	2	nizká	20						
1.4	Poškození/zničení (úmyslné/neúmyslné)	2	nizká	20	10	10	10	10	10	10
1.5	Nepřipustná teplota, vlhkost	4	vysoká	40						
2.	Přírodní hrozby a jiná ohrožení	5	velmi vysoká	25						
3.	Selhání základních služeb	4	vysoká	40						
4.	Poruchy způsobené zářením	0	žádná							
5.	Ohrožení informací	6	jistá	15	15	15	15	15	15	15
5.1	Krádež dat (vč. hackingu/zariadení)	5	velmi vysoká	15	15	15	15	15	15	15
5.2	Škodlivý SW (víry, Trojské koně,...)	6	jistá	30	30	30	30	30	30	30
5.3	Sociální inženýrství	4	vysoká	40	40	40	40	40	40	40
5.4	Zráta (notebooků, médií, dokumentů)	5	velmi vysoká	15	15	15	15	15	15	15
5.5	Zráta dat (v databázích, adresářích,...)	4	vysoká	40	40	40	40	40	40	40
5.6	Odposlech přenášených dat (data, hesla)	3	střední	30	15	15	15	15	15	15
5.8	Nekvalitní/chybějící autentizace	5	velmi vysoká	15	15	15	15	15	15	15
5.9	Předstírání identity	5	velmi vysoká	15	15	15	15	15	15	15
5.10	Popření	4	vysoká	40	40	40	40	40	40	40
6.	Technická selhání	5	velmi vysoká	50						

Vzorová tabulka RISKAN [39]

Medis-Alarm Demo - Databáze není aktuální

Kapitoly: Létky Obilbené Pomoc

Vysvětlivky F1 R věty S věty

TETRAMETHYLOLOVO

Kemlerův kód (ADR): **06**
UN číslo: **1649**

Výstražný symbol:

Bezpečnostní značka ADR/RID:

Nouzová opatření:
ERG 2004 **ERG131**
ERIC **6-25**

Synonyma a jiné názvy:
Dřívko, sloučeniny s výjimkou sloučenin jmenovitě uvedených v této příloze (dle Vyhř. 31 a zjednotěný slova * (dle Zák. 193/2001 Z.z.)
lead compounds * with the exception of those specified elsewhere in this Annex (dle 67 *

R-věty CZ

R-věty (Risk Phrases) jsou kódy, označující nebezpečí, vycházející z předpisů Komise Evropských společenství z 21.12.1993. Jsou součástí nařízení vlády č. 369/2005 Sb. Jednotlivé vlastnosti jsou označeny číslem (např. R36 - Dráždí oči) nebo jejich kombinací (např. R36/37 - Dráždí oči a dýchací orgány).

R1 Výbušný v suchém stavu.
R2 Nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení.
R3 Velké nebezpečí výbuchu při úderu, tření, ohni nebo působením jiných zdrojů zapálení.
R4 Vytváří výsoce výbušné kovové sloučeniny.
R5 Zahřívání může způsobit výbuch.
R6 Výbušný za přístupu i bez přístupu vzduchu.
R7 Může způsobit požár.
R8 Dotek s hořlavým materiálem může způsobit požár.
R9 Výbušný při smíchání s hořlavým materiálem.
R10 Hořlavý.

Koncentrační limity podle přílohy č.1 k Vyhlášce č. 369/2005 Sb.:

≥ 25% T, N; R61-20/22-33-50/53-62
5% ≤ c < 25% T, N; R61-20/22-33-51/53-62
2,5% ≤ c < 5% T, N; R61-20/22-33-51/53-62
1% ≤ c < 2,5% T; R61-20/22-33-52/53
0,5% ≤ c < 1% T; R61-33-52/53
0,25% ≤ c < 0,5% R52/53

Klasifikační údaje platné do 1.11.2005 (podle přílohy č.1 k Vyhlášce č. 232/2004 Sb.):

REACH: Létky je uvedena v seznamu látek toxických pro reprodukci jako Repr.Kat.1 podle nařízení Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 1907/2006 o registraci, hodnocení, povolování a omezení chemických látek, Dodatek č.5, Bod 30. Látky uvedené v příloze I směrnice 67/548/EHS klasifikované jako látky toxické pro reprodukci kategorie 1 a označené větou označující riziko R60, „Může poškodit reprodukční schopnost“ a/nebo R61: „Může poškodit plod v těle matky“

Látka je uvedena v Seznamu závažně klasifikovaných nebezpečných chemických látek podle přílohy č.1 k Vyhlášce č. 369/2005 Sb. (přílohy č.1 ke Směrnici Komise 2004/73/ES, kterou se po 29. mění směrnice Rady 67/548/EHS, korigendum z 16.6.2004).

10/14 TETRAMETHYLOLOVO

Vzorek z databáze MEDIS Alarm