

Prognostické modely následků a jejich využití v KŘ

Forecasting models of crisis and their using for CM

Bc. František Maňák

Diplomová práce
2010



Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně
Fakulta aplikované informatiky

*** nescannované zadání str. 1 ***

*** nescannované zadání str. 2 ***

ABSTRAKT

Cílem diplomové práce “Prognostické modely následků a jejich využití v krizovém řízení” je získání přehledu o metodách, které můžeme využít na získání prognostických modelů následků mimořádných událostí. Získání obecného přehledu o softwarových nástrojích využitelných pro modelování mimořádných událostí a jeho samotného návrhu.

Klíčová slova: prognostické modely, mimořádná události, krizové řízení, softwarový nástroj

ABSTRACT

The aim of the thesis „Forecasting models of crisis and their using for CM“ is an overview of the methods that can be used to obtain prognostic models of the effects of emergencies, as well as an overview of software tools available for modeling emergency situations, and the proposal itself

Keywords: prognostic models, emergencies, crisis management, software tool P

Poděkování, motto

Chci poděkovat vedoucímu mé diplomové práce doc. Ing. Luďkovi Lukášovi CSc. Za odborné vedení a cenné rady, které byli velmi důležité při psaní. Taktéž bych rád poděkoval mým rodičům za velkou podporu.

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.

Ve Zlíně

.....
Podpis diplomanta

ÚVOD	10
I.	11
TEORETICKÁ ČÁST	11
1 ZMAPOVÁNÍ SOUČASNÉHO STAVU V OBLASTI ANALYTICKÝCH A SIMULAČNÍCH MODELŮ	12
1.1 Přehled analytických a simulačních modelů	12
1.1.1 Modelování	12
1.1.1.1 Modely	12
1.1.1.2 Rozdělení modelů	12
1.1.2 Simulace	13
1.1.2.1 Simulace Monten Carlo	14
1.1.2.2 Simulace Diskrétní	14
1.1.2.3 Simulace spojitá	14
1.1.2.4 Živá simulace	15
1.1.2.5 Konstruktivní simulace	16
1.1.2.6 Virtuální simulace	16
1.1.2.7 Kombinovaná simulace	17
1.2 Zhodnocení současného stavu	17
2 PREDIKCE VÝVOJE MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ	18
2.1 Přehled mimořádných událostí	18
2.1.1 Přírodní mimořádné události	19
2.1.1.1 Povodně	19
2.1.1.2 Atmosférické poruchy	21
2.1.1.3 Přírodní požáry	21
2.1.1.4 Zemětřesení	22
2.1.1.5 Sesuvy půdy	24
2.1.1.6 Hromadné nákazy	25
2.1.2 Antropogenní mimořádné události	26
2.1.2.1 Požáry	26
2.1.2.2 Havárie s únikem nebezpečných látek	27
2.1.2.3 Radiační havárie	31
2.1.2.4 Vnitrostátní krizové situace	32

2.2	Prevence a řešení mimořádných událostí	32
2.2.1	Bezpečnostní program	33
2.2.2	Vnitřní havarijní plán	34
2.2.3	Vnější havarijní plán	35
2.2.4	Informování veřejnosti	36
2.3	Orgány k řešení mimořádné události	36
2.4	Zákony týkající se ochrany obyvatelstva	38
2.4.1	Ministerstvo vnitra	38
2.4.2	Hasičský záchranný sbor kraje	38
2.4.3	Obecní úřad	39
3	ANALÝZA PROGNOTICKÝCH MODELŮ NÁSLEDKŮ	40
3.1	Přehled SW nástrojů	40
3.1.1	TerEx	40
3.1.2	IS Havárie	43
3.1.3	CIMS (Critical Infrastructure Modeling Systém)	44
3.1.4	RISKAN	45
3.1.5	ADMS (Advance Disaster Management Simulator)	47
3.1.6	ATHENA	48
3.1.7	ALOHA	49
3.1.8	Rozex Alarm	50
3.1.9	CreateUp	51
3.1.10	GIS ISKŘ	53
3.1.11	VLNA	53
4	MOŽNOSTI VYUŽITÍ PROGNOTICKÝCH MODELŮ V KRIZOVÉM ŘÍZENÍ	
4.1	Krizové řízení	55
4.2	Využití prognostických modelů v KŘ	56
4.2.1	Plánování a prevence	57
4.2.1.1	Převoz nebezpečných látek	57
4.2.1.2	Stavba nového objektu	57
4.2.1.3	Prevence následků povodní	57
4.2.2	Pomoc při mimořádných událostech	58
4.2.2.1	Povodně	58
4.2.2.2	Havárie	58
4.2.3	Zhodnocení dopadů po mimořádné události	58

4.2.4	Výcvik	59
II.		60
PRAKTICKÁ ČÁST		60
5	NÁVRH SW NÁSTROJE VYUŽITELNÉHO PRO PODPORU KŘ	61
5.1	Výbušniny	61
5.1.1	Funkce	61
5.1.2	Návrh zařízení	62
5.2	Povodně	63
5.2.1	Funkce	64
5.2.2	Zóna 1	65
5.2.3	Zóna 2	66
5.2.4	Zóna 3	67
ZÁVĚR		69
ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ		70
SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY		70
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK		74
SEZNAM OBRÁZKŮ		75
SEZNAM TABULEK		75
SEZNAM PŘÍLOH		77

ÚVOD

Díky klimatickým změnám a sociálním patologickým jevům v lidské společnosti dochází k ovlivňování rozsahu a množství mimořádných událostí a jejich negativních dopadů na lidskou společnost a tím i na budoucnost. Nejčastější dopady mimořádných událostí jsou na zdraví a bezpečnost obyvatelstva, jeho psychiku, ekonomické a životní prostředí. Proto je nutné vypracovávat prognostické modely následků, které mají za úkol včas varovat a připravit potřebnou ochranu před uskutečněním mimořádné události, která by se mohla vyskytnout.

Důvod, který mě vedl na vypracování této práce "Prognostické modely následků a jejich využití v krizovém řízení", že mě daná problematika velmi zaujala v předmětu "Modelování krizových situací" a proto jsem se rozhodl do téhle problematiky taky přispět.

Diplomová práce je rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části jsem se zaměřil na rozbor a přehled odborné literatury a v praktické části jsem navrhnul softwarový nástroj, který má za úkol podporu při mimořádných událostech.

I. TEORETICKÁ ČÁST

1 ZMAPOVÁNÍ SOUČASNÉHO STAVU V OBLASTI ANALYTICKÝCH A SIMULAČNÍCH MODELŮ

1.1 Přehled analytických a simulačních modelů

Klíčový význam u analytických a simulačních modelů je forma, jejichž uplatnění umožňuje vznik různých druhů modelů. Ve svých důsledcích vede k formalizaci poznatků a k rozpracování rozhodujících způsobů modelování a simulací.

1.1.1 Modelování

Modelování představuje jeden z nejobecnějších způsobů zobrazení vnějšího světa, prováděného za účelem zkoumání jeho objektivních zákonitostí. Modelování je experimentální informační proces, při němž se zkoumanému systému jednoznačně přiřazuje podle určitých kritérií jiný systém, fyzický nebo abstraktní, který se nazývá model. Modelování dynamických systémů s přímým nebo nepřímým zpětným působením na zkoumaný objekt se nazývá simulací.

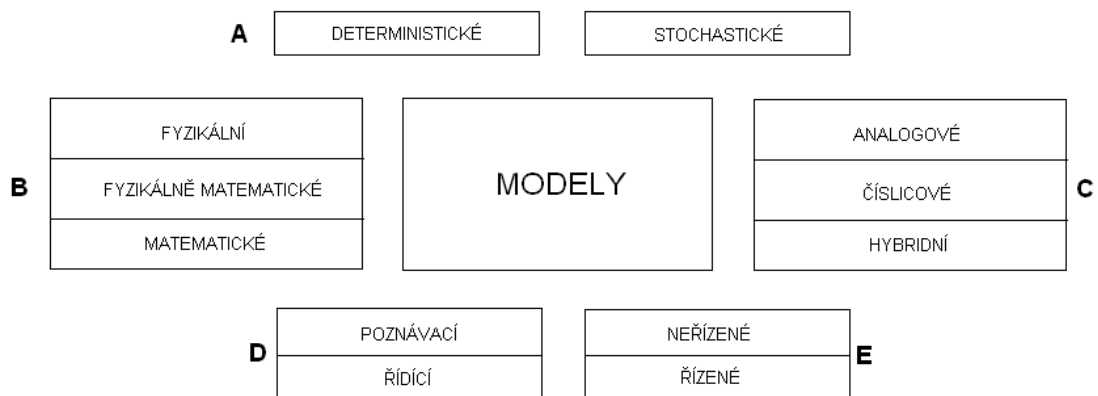
1.1.1.1 *Modely*

Modely se rozdělují na abstraktní a fyzické. Způsob získávání informace je u obou modelů odlišný. Procesy u modelu fyzického odpovídají procesům odvozování u modelu abstraktního. Fyzický model je model tvořený přirozeným nebo umělým hmotným systémem. Fyzický model dynamického systému, použitý k simulaci, se nazývá simulační model. Abstraktní model je tvořen nehmotným systémem popisujícím zkoumaný systém. Abstraktní modely jsou objektivní z hlediska svého obsahu. Vyjadřují zákonitosti reálného světa a popisují jej. Jejich forma je však subjektivní, neboť stejný obsah lze vyjádřit mnoha různými formami. Mezi abstraktní modely patří především matematické modely a modely vyjádřené programovacími jazyky, vývojovými diagramy a podobně. Použití přirozeného jazyka v modelování je nevhodné, neboť je polymorfní a neurčitý.

1.1.1.2 *Rozdělení modelů*

- a) Podle charakteru procesu se modely rozdělují na deterministické a stochastické. Deterministické modely se vyznačují jednoznačně určenými příčinami a jejich následky. U stochastických modelů buď sám zkoumaný problém, nebo metoda řešení mají náhodný charakter.

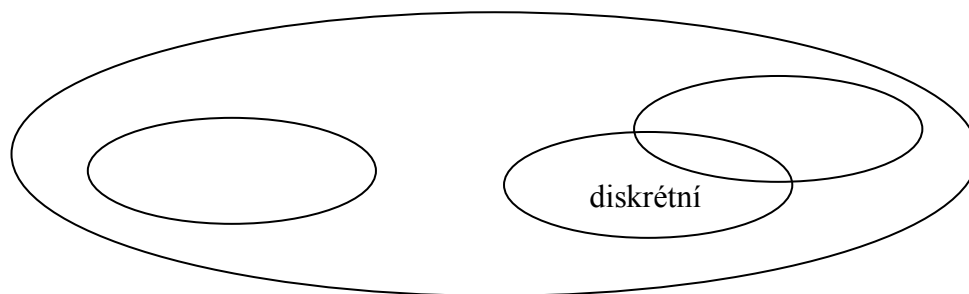
- b) Podle podobnosti vyjadřuje podobnost mezi originálem a modelem. Způsob zpracování modelové informace patří k základním hlediskům při rozdělování počítačových modelů.
- c) Způsob zpracování modelové informace patří k základním hlediskům při rozdělování počítačových modelů.
- d) Podle účelu modelu vyjadřuje funkci modelu jako prostředku získávání poznatků nebo k jejich využívání k řízení procesů
- e) Z pohledu modelového procesu vyjadřuje, zda proces na modelu je z hlediska vnějšího působení pasivní, nebo se aktivně mění podle podmínek řízení



Obr. 1 Rozdělení modelů

1.1.2 Simulace

Pod pojmem simulace si můžeme představit modelování dynamických systémů s přímým nebo nepřímým zpětným působením na zkoumaný objekt. Zavedením tohoto pojmu se vymezily ze značně široké množiny různých modelů modely, které mají význam v rozvoji vědeckého poznání. Patří sem modely dynamických systémů a procesů, včetně modelů mezních ustálených stavů, v nichž se nachází zkoumaný systém. Nezáleží na tom, zda se model realizuje na počítači nebo s využitím jiných technických prostředků. Pojem simulace lze nahradit pojmem modelování, obráceně však nikoliv. Pro simulaci je podstatný přenos poznatků získaných na simulačním modelu zpět na zkoumaný objekt.



Obr. 2 Rozdělení simulací

1.1.2.1 Simulace Monte Carlo

Simulace Monte Carlo je třída algoritmů pro simulaci systémů. Využívá při své funkci pseudonáhodná čísla, která se dále používají pro výpočty. Její využití sahá od simulací experimentů, přes počítání určitých integrálů, až do diferenciálních rovnic. Princip metody spočívá v určení středních hodnot veličin, které jsou výslednicí děje. Dále se vytvoří počítačový model toho děje a opakuje se simulace do doby, která je potřeba.

Její vznik je datován do 40. let 20. století a byla využita ve 2 světové válce. Její zakladatelé byli Stanislaw Marcin Ulam a John von Neumann. Má velkou oblast využití. Můžeme říct, že lze využít tam, kde je řešení možné získat pomocí opakování. Využívá se v matematice, ve fyzice a dokonce i v hazardních hrách.

1.1.2.2 Simulace diskrétní

Diskrétní simulace simuluje děje, které lze rozdělit do nespojitých časových úseků, které se mění skokově. Zlomy v čase mezi těmito úseky se nazývají události. Události jsou změny v simulovaném systému. Využívá se tam, kde matematické vyčíslení je velmi obtížné. Zajímá nás vždy jen jedna část daného systému, který se snažíme zjednodušit a vhodně reprezentovat. Využívá hodně složek, které jsou pro diskrétní simulaci typické. Je to čas, události, generátor náhodných čísel, statistika, koncové podmínky.

Využívá se velmi často v simulacích výroby systémů hromadné obsluhy, projektování výrobních systémů, školení pracovníků nebo na optimalizaci.

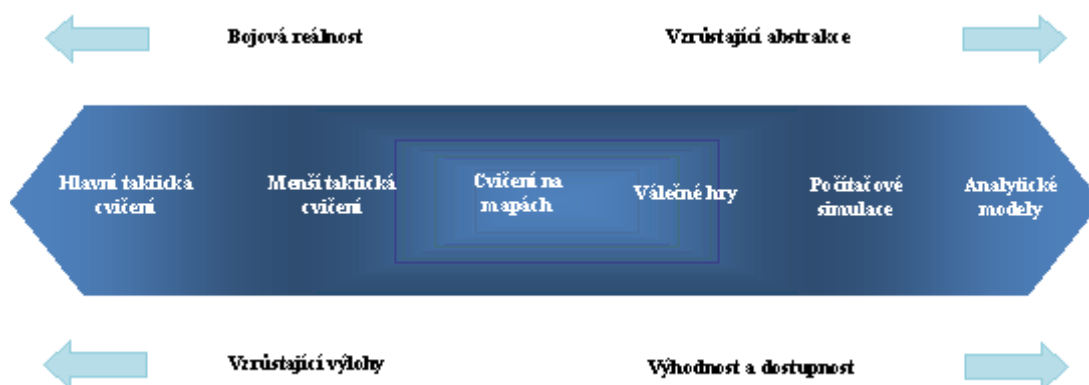
1.1.2.3 Simulace spojitá

Spojitá simulace se zabývá modelováním sady rovnic, které reprezentují systém v průběhu času. Tento systém se skládá z algebraických diferenciálních rovnic, které jsou nastaveny tak, aby se měnily kontinuálně v čase. Jestliže se hodnoty systému mění v čase spojitě,

mluvíme tedy o spojité simulaci. Spojité simulátory jsou charakterizovány značným využitím matematických rovnic, které popisují, jak simulovaná část reaguje, když je zatěžována v různých podmínkách. Chování všech těchto částí je dobře pochopeno a řídí se několika rovnicemi, které popisují jejich individuální chování. Spojitý simulátor aplikuje tyto rovnice v kontextu prostředí a souvislostech dané části a vytvoří spojitý graf, který přesně odráží, jakým způsobem bude část reagovat, když bude skutečně zachycena v reálu. Graf tak obvykle odráží změny ve stavu systému s ohledem na čas, avšak může znázornit taktéž ostatní vztahy spojité simulace. Změny mohou být pomalé a díky tomu jsou užitečné pouze v případě, když je simulován malý počet částí, které jsou popsány na nízké úrovni abstrakce.

1.1.2.4 Živá simulace

Živá simulace představuje simulační hry rozličných aktivit, nebo života ve formě hry. Využívají se k různým důvodům: výcviku, analýze, nebo předpovědi. Patří sem všechny druhy klasických vojenských, policejních a hasičských cvičení, výzkumné cvičení, nácviky a další. V těchto simulacích mohou být testovány a zkultivovány teorie o vedení boje nebo konfliktů bez potřeby souběžného válečného či jiného mimořádného stavu. Simulace existují v mnoha rozličných formách a s různým stupněm reality. Nejvěrohodnější data jsou získávána pozorováním, na kterých jsou potom postaveny nejhodnovnější teorie. Data pro tyto hry jsou získávána prostřednictvím analýzy. Zde analytik směřuje k živým taktickým cvičením a zkouškám, které mu mohou poskytnout data, která jsou nejbližší realitě.



Obr. 3 Schéma spektra válečných simulací

1.1.2.5 Konstruktivní simulace

Konstruktivní simulace je jedna z nejrozšířenějších ze všech metod. Má velice široké aplikační možnosti. Její základní využití je na logicko-matematické modely, které jsou vyjadřovány rovnicemi nebo soustavami matematických rovnic, nerovnic a algoritmů či soustavami uzavřených nebo otevřených algoritmů.

Zpracovávají se téměř výhradně v současné době ve formě aplikačních programů, s příslušnými bázemi dat na jejich řešení počítačovou technikou. Realizují se buď formou centrálního zpracování, nebo distribuovaně v počítačové síti. Jejich využití je především na výcvik velení a štábů na všech úrovních při plánování a řešení reálných situací.

1.1.2.6 Virtuální simulace

Virtuální simulace v současné době nahrazuje řadu fyzických testů. V současné době je to nejmodernější kategorie simulací. Simulace se realizují v simulátech s virtuální realitou. Skládá se z propracovaného speciálního počítačového systému, který komunikuje s cvičícím subjektem a promítá fungující umělou realitu v reálném čase. Simulátory se navzájem propojují v různých typech sítí, a tím dosáhly simulaci taktických jednotek, útvarů a svazků.



Obr.4 Virtuální výcvik

1.1.2.7 *Kombinovaná simulace*

V dnešní době již je hodně častá kombinace všech simulačních modelů dohromady. Kombinují se virtuální realita se živou simulací. Část cvičných adeptů cvičí na virtuální síti a část se pohybuje reálně na cvičišti.

1.2 *Zhodnocení současného stavu*

Chování simulačních modelů a aplikačních metod je podobné živému organizmu. Proto je důležité, aby se chovaly jako by šlo o skutečnost.

V současné době se simulace uplatňuje mnoha způsoby a na mnoha místech. Platí zde známá Knuthova věta “Nevíme, co o projektu nevíme, dokud ho nesimulujeme.” Tahle věta je velmi důležitá, protože nestačí jen aplikačními metodami zjistit, jak na tom jsme bez toho, abychom určili kam to povede. Teprve až tahle odpověď by měla být pro nás uspokojující.

Vývoj modelování byl doteď často označován za nadřazenou formální a technickou stránkou na úkor požadavků, které mají účinky na modelování, vedly k snížení výrokové schopnosti modelu.

Poznatky teorií systémů, metodologie a systémového inženýrství pomáhají překonávat nesouladnost, která existuje při transformování věcného obsahu úloh do tvaru modelu a zahrnuje podstatné analyzovaného problémy.

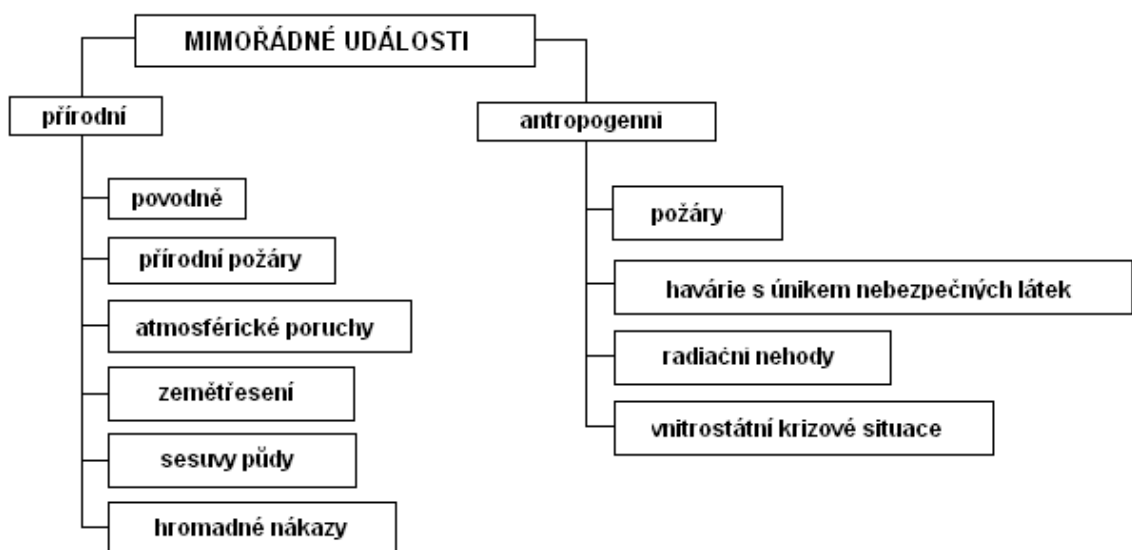
2 PREDIKCE VÝVOJE MIMOŘÁDNÝCH UDÁLOSTÍ

Predikce vzniku mimořádné události je výchozí činností při havarijním a krizovém plánování. Souhrnné analýzy na základě expertních odhadů generují množinu mimořádných událostí jako základ pro další plánovací činnosti.

2.1 Přehled mimořádných událostí

Mimořádná událost je nenadálý, částečně nebo zcela neovládaný, časově a prostorově ohraničený děj, který vznikl v souvislosti s provozem technických zařízení, působením živelních pohrom, havárií, neopatrným nakládáním s nebezpečnými látkami, epidemií nebo jiného nebezpečí, které ohrožuje životy a zdraví lidí, značné majetkové hodnoty nebo životní prostředí. Dělíme je na přírodní a antropogenní

V procesech řízení a rozhodování se často stává, že je třeba přijmout určité řešení na základě neúplné nebo zkreslené informace. Přijetí řešení je potom spojeno s možností ztrát, jež dokonce mohou přerůst do částečné nebo úplné destrukce. V souvislosti s rozhodovacími procesy byl v matematické statistice zaveden pojem rizika. Tento pojem se hodí i pro posuzování vzniku mimořádných událostí v systémech, pokud je lze chápat jako stochastické s dostatečně početnými soubory veličin, které je popisují.



Obr. 5 Přehled mimořádných událostí

2.1.1 Přírodní mimořádné události

Přírodní mimořádné události jsou události, které v důsledku působení přírodních sil mohou mít za následek poškození zdraví a smrt osob. Vytváří velké škody na majetku a přírodě. Rozsah živelních pohrom závisí na jejich intenzitě, koncentraci lidí, průmyslu, dopravy, rizikových technologií na postiženém území a taktéž na připravenosti daných složek. Jejich následky mohou být nedozírné a mohou dosahovat katastrofických rozměrů.

2.1.1.1 Povodně

Vznik povodní je následek zvýšení říčních nebo mořských hladin díky působení atmosférických poruch.

Na území České republiky jsou nejčastěji povodně způsobeny náhlými přívalovými dešti, táním sněhu a rozmrzáním vodních toků. V posledních letech jsou přívalové povodně už pravidlem.

Povodně dělíme na 4 druhy bleskové, jednoduché, povodně s více vrcholy, sezónní povodně.

Bleskové povodně vznikají po krátkých přívalových deštích a jsou typické pro suché, pouštní nebo polopouštní oblasti. V ČR pak v horských a podhorských oblastech. Mohou se vyskytovat i tam, kde nedochází nebo je omezeno vsakování vody do půdy – rozsáhlé zpevnění plochy, především v městské zástavbě s ucpanou kanalizací.

Jednoduché povodně mají křivku limnigrafu s jediným vrcholem. Bývají způsobeny krátkými, vydatnými dešti s intenzitou do několika set mm srážek za několik dnů. Takové povodně zpravidla netrvají dlouho, mohou však napáchat i velké škody.

Složité povodně s několika vrcholy mohou trvat několik dnů i týdnů v závislosti na době trvání srážek a mění-li se jejich intenzita. Může dojít také k tomu, že na horních tocích řek probíhají složité povodně, ale na dolním toku se spojí v jednoduchou.

Sezónní povodně se vyskytují v pravidelných intervalech, které se opakují, spojené se změnami ročního období v dané oblasti. Oblasti s monzunovými dešti, při tání sněhu v podhorských oblastech a dalších.

Ochrana před povodněmi je komplexní soubor preventivních opatření a bezprostřední obrany. Jsou to například hráze, zalesňování svahů, úpravy, čištění a bagrování říčních

koryt, stavby odvodňovacích kanálů, nádrží a další. Při ohrožení jsou vyhlášovány 3 stupně povodňové aktivity.



Obr. 6 Ukázka povodně

Způsoby vzniku:

Přívalové deště – mají za následek silné přeháňky, spojené s bouřkami. Nejčastěji se vyskytují v letním období.

Regionální deště – vznikají při stoupání teplého a velmi vlhkého vzduchu rychle vzhůru, tím vzniknou velké mraky. Srážky se orientují jen na malou oblast přibližně několik čtverečních kilometrů. Zaprší velmi rychle a tím se vyvolají povodně především na malých tocích

Tání sněhu – při oblevě odtéká voda z území. Množství vody, které zadržuje sněhová pokrývka, se může velmi lišit. 1 cm sněhu odpovídá 1mm dešťových srážek. Při tání sněhu sněhová pokrývka zadržuje v sobě vodu a až teprve později vodu propouští.

Vytváření a pohyb ledové masy – led je velkou překážkou pro odtok vody. Jejich více druhů okrajový led, hladinový led, led na dně, nesená ledová kaše a ledové nápěchy. Při stále se zvyšující barikádě z ledových ker se zatarasí tekoucí voda. Díky tomu se řeka vylévá z břehů a zaplavuje okolní oblast.

Povodňové vlny – hladina vodního toku pozvolna stoupá a pomaleji ještě klesá. Při pozorování vodního toku nelze pouhým pohledem ani zjistit, že se jedná o vlnu. Nejdříve strmě stoupá, po dosažení kulminační úrovně pak pozvolna klesá.

Příbojové vlny – představují pohyb částí vody a vytváří se větrem prouděním vody. Dále mohou být vyvolány zemětřesením, sesuvem půdy nebo pádem ledovce do vody.

2.1.1.2 *Atmosférické poruchy*

Do pojmu atmosférické poruchy zahrnujeme bouřlivé, prudké nebo větrné počasí a větrné smrště. Ohrožují nás, ale i další prvky počasí například sucho, extrémní chlad, vedro a časté deště. Díky tomu patří k nejničivějším.

Podle Baeufortovy stupnice rychlosti větru se na dvanáctistupňové škále umísťují podle rychlosti vichřice, orkány, větrné smrště, tropické cyklony a tornáda. Vzniklé škody závisí jak na rychlosti větru, tak i na velikosti území, které postihne.

2.1.1.3 *Přírodní požáry*

Přírodní požáry patří také mezi živelní pohromy, vznikají působením přírodních faktorů a lidským zaviněním a nedbalostí. Nejčastěji se vyskytují v horkém suchém létě, kdy především dochází k požárům lesních ploch. Vzniklý oheň se dokáže rychle šířit a činí velké potíže ho uhasit. Při vypuknutí dochází k zničení části krajiny a především je zničeno nebo znehodnoceno dřevo, které je určeno pro zpracování. Dochází taky k úhynu malých i větších živočichů.



Obr. 7 Lesní požár

Způsoby vzniku:

Bouřky – nejčastěji se vyskytují v letním období, vznikají při ní blesky, které při dopadu mohou rozpoutat požár.

Samovznícení – při velkých teplotách v letních období se porost velmi vysušuje a vzniká velké riziko požáru. Mívá v některých případech nedozírné následky.

Zemětřesení – vznik požáru při zemětřesení je velmi častá. Je to z důvodu poškození rozvodných sítí, budov a dalších rizikových objektů, kde se vyskytují látky potřebné k hoření.

Zřícení – dochází při zřícení budov a následnému poškození dalších objektů, při sesuvu půdy a zasypání, poškození.

2.1.1.4 Zemětřesení

Zemětřesení se řadí k živelním pohromám velkého rozsahu a následků, neboť je obvykle následován dalšími katastrofickými jevy, jako jsou sesuvy půdy, kamení a skalních bloků, ničivé příbojové vlny na mořském pobřeží, požáry a epidemie. Zemětřesení má původ v mohutných procesech probíhajících uvnitř zemského nitra. Místo, z něhož se zemětřesení v tzv. seizmických vlnách šíří, se nazývá epicentrum. Na zvýšené aktivitě fyzikálně-

chemických procesů vedoucích k zemětřesení se významnou měrou podílí i člověk svými zásahy do zemské kůry.

intenzita zemětřesení	registrace a průvodní jevy zemětřesení podle (MM)
I	není registrováno lidmi, pouze seismografy
II	může být pozorováno zvláště citlivými osobami v horních částech budov
III	slabé otřesy, pozorované některými osobami ve vnitřních částech budov, slabé chvění visících objektů
IV	otřesy, pozorované všemi osobami uvnitř objektů, v terénu pouze některými osobami, vibrace věcí (jako by kolem přešla těžká vozidla)
V	pozorováno většinou osob v terénu, spící se probouzejí, praskliny ve vlhkých půdách
VI	pozorováno každým člověkem, dostavuje se panika a strach, může dojít k rozbití skla, ojedinělé sesuvy v horských oblastech, kolísání hladiny podzemní vody
VII	škody na budovách, lidé mají pocit, že se neudrží v rovnováze, může dojít k poškození nábytku a padání cihel, sesuvy skalních hornin, narušení hladiny podzemní vody
VIII	částečné řícení budov, vznik sesuvů, zanikání a vznikání pramenů, trhliny v půdě o šířce několika cm
IX	všeobecná panika, trhliny v půdě o šířce až 10 cm, řícení budov, sesuvy, narušení hladiny podzemní vody
X	úplné řícení budov, velké trhliny v půdě (až 1 m), trhání zdí, příboj na pobřeží, vznik nových jezer
XI	katastrofální následky, poškození železnic, vodovodních potrubí, vystupování bahnitých hmot, změna vodního režimu
XII	velké destrukce terénu, téměř kompletní zničení objektů, velké sesuvy půdy a skalní řícení, změna ve vodním režimu, vznik nových vodopádů, jezer i morfologie terénu

Obr. 8 Tabulka zemětřesení

V České republice výrazné nebezpečí větších zemětřesení nehrozí, i když i u nás se vyskytují oblasti se slabou seismickou činností. Nicméně při cestování po celém světě se dnes lidé dostávají do míst, kde je naopak riziko silných zemětřesení značné.

Způsoby vzniku:

Řítivá zemětřesení - vznikají zřícením stropů podzemních dutin nejčastěji krasového původu, někdy i dutin vzniklých hlubinným ložisek. Lokálně může mít toto zemětřesení katastrofické účinky

Sopečná zemětřesení – bývají průvodním jevem vulkanické činnosti. Zpravidla předcházejí vlastním výbuchům nebo výlevům lávy. Zemětřesení je vyvoláno pohybem ker pod tlakem vystupující lávy nebo plynů a par

Tektonická zemětřesení – jsou způsobována tektonickým pohybem ker na zlomových spárách. Vznikají náhlým uvolněním nahromaděné energie v tektonicky aktivních oblastech. Je to nejčastější a nejzhoubnější typ zemětřesení asi v 95%. Oblast otřesů bývá rozsáhlá.

2.1.1.5 Sesuvy půdy

Je to velmi častá živelná pohroma a vyskytuje se i na území České republiky. Jsou vyvolány působením různými druhy přírodních vlivů a nebo působením člověka. Díky hrozcím pádům kusů skal a v zimních obdobích nebezpečím sněhových lavin patří horské oblasti k nejnebezpečnějším a k nejčastějším terénem s výskytem sesuvům.

Nejúčinnější techniky proti sesuvným pohybům jsou preventivní technická opatření, která nám zachycují a odvádějí povrchové vody a umělá úprava terénu.



Obr. 9 Sesuv půdy

Způsoby vzniku:

Porušení stability svahu – k nestabilitě svahů přispívá zvýšení obsahu vody v půdě, sutí, nebo horninách. Z toho důvodu dochází postupnému sesuvu, který může mít za následek pád celé zasažené oblasti.

Důsledek přírodních procesů – Dělí se na pomalé zde dochází k posuvu několika centimetrům za rok, střední posuv je v metrech za hodinu nebo den a rychlé. Při nich dochází ke katastrofě a obětech, rychlost je v desítkách km za hodinu a není při něm dostatek času na únik, nebo evakuaci.

2.1.1.6 Hromadné nákazy

Masivní rozšíření určité choroby může postihovat buď jen lidskou populaci, stejné nebezpečí však představují i některé hromadné nákazy zvířat, a to jak z hospodářského pohledu, tak druhotným vážným ohrožením lidského zdraví. Hromadné nákazy si dnes stále častěji spojujeme také s hrozbou bioterorismu.

Zdroje nebezpečné nákazy může být nemocný člověk nebo nosič, infikované zvíře, úmyslné rozšíření původce choroby v populaci.

Existují různé cesty vstupu infekčních agens do organismu. Může to být vdechnutí nosem ústy do dýchacích cest a plic v podobě infekčního aerosolu či požitím kontaminovaných potravin nebo vody. Infekce se do těla může dostat také kůží za přispění infikovaných přenašečů, kteří při sání krve nakazí svou oběť.

Infekce je proces, při kterém se choroboplodné mikroorganismy dostanou do styku s hostitelským organismem, proniknou do něj a za určitých okolností vyvolají onemocnění. Infekční choroba se nemusí projevit hned po vniknutí nákazy do těla, ale až po určité době. Organismus může vlastními imunitními procesy nemoc eliminovat, nemusí se projevit onemocnění. Infekce se může vyskytovat ojediněle nebo hromadně.

Epidemie je forma hromadného výskytu infekčních onemocnění postihujících lidí bez prostorového omezení. Významnou roli ve vzniku epidemií u člověka mohou hrát zvířata. Epizootie je hromadný výskyt infekčního onemocnění zvířat vyskytující se na velkých územích v určitých obdobích. Nemusí postihnout všechna zvířata, rozšíří se jen tam, kde vzniknou vhodné podmínky. Například červanka prasat, mor, drůbeže. Zoonózy jsou

nemoci zvířat přenosné přirozenou cestou na člověka. Zpravidla u nich nedochází k dalšímu přenosu z člověka na člověka. Z epidemiologického hlediska mají větší důležitost zvířata, která stojí fylogeticky blíže člověku. Zdrojem nákazy jsou buď domácí zvířata nebo volně žijící zvířata.

Způsoby vzniku:

Nemocný člověk, zahraniční turista

Infikované zvíře

Teroristický čin

Vytvoření aerosolového mraku

2.1.2 Antropogenní mimořádné události

Antropogenní mimořádné události jsou ty, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí. Vznikají působením činností člověka.

2.1.2.1 Požáry

Požár je možno charakterizovat jako nežádoucí a zpravidla již neovladatelné hoření a patří mezi jeden z ničivých živlů. Oproti vichřici, povodním a zemětřesením, kterým nelze zabránit, vzniká požár v řadě případů z důvodu nedbalosti, neopatrnosti nebo úmyslu člověka. Požár je často druhotným účinkem některých dalších mimořádných událostí, nehod, havárií či technických poruch. Požáry způsobují ročně mnohamilionové škody často ničí zdraví a lidské životy.

Příčiny požárů se pořád opakují. Může to být například neopatrnost kuřáků, nebezpečné rozdělání ohně, špatné zacházení s otevřeným ohněm a elektrickými a jinými tepelnými spotřebiči, nesprávná obsluha topidel všech druhů, nevšímavost k závadám na různých zařízeních, např. na komínech, kouřovodech, bleskosvodech a podobně.

Předcházení požárů se týká nás všech. Proto musíme vždy vědět o uspořádání a vybavení domácnosti, školy, pracovišti, veřejném prostoru z pohledu požární ochrany například kde jsou jednoduché hasicí prostředky, hydranty, hlavní uzávěry plynu, vypínače elektrického proudu, ale hlavně únikové cesty z místa ohroženého požárem. Je třeba si pamatovat, že

většina zplodin požáru je toxická a spolu s vývinem tepla způsobuje při požárech nejvíce úmrtí.



Obr. 10 Požár objektu

Způsoby vzniku:

Neopatrnost kuřáků

Zakládání ohně

Vypalování porostů

Používání elektrických a tepelných spotřebičů

Nevšímavost k závadám (komínů, kouřovodů, bleskovodů)

2.1.2.2 Havárie s únikem nebezpečných látek

Havárie s únikem nebezpečných látek se řadí ke katastrofám, které jsou způsobeny činností člověka. V tomto smyslu mohou být také výsledkem teroristických, kriminálních či vojenských akcí. Za určitých okolností mohou k úniku nebezpečných látek přispět i přírodní síly.

Havárie s únikem radiačních látek jsou pro své specifické vlastnosti vyčleněny do zvláštní kategorie. Mají svou vlastní klasifikaci a jsou obsahem zvláštního zákona.

Havárie s únikem ropných látek se berou jako k samostatný typ havárie, a to jednak z důvodů obrovské četnosti ropných havárií, jednak proto, že neznamenají bezprostřední ohrožení lidského života, ale mají dalekosáhlý vliv na životní prostředí.

Hlavními vlastnostmi chemických látek, které mají škodlivé vlastnosti jsou výbušnost, hořlavost a toxicita. Další riziko, které se na konec projeví, je výše zmíněných reakcí, představují vysoká reaktivita při nežádoucím styku odlišných látek nebo výrazné oxidační vlastnosti látek.

Z hlediska výbušnosti jsou nejnebezpečnější látky, které vybuchují již při nízké koncentraci. Patří k nim známé a široce využívané plyny. Jsou to například zemní plyn, svítiplyn, propan-butan, ethylen, acetylen, vodík.

Hoření látek při haváriích se řadí k nejdůležitějším ničivým faktorům. Riziko vznícení určité látky je závislé na stupni její hořlavosti. Některé látky se mohou sami vznítit, jiné vzplanou jen za určitých vhodných podmínek. Co je však u těchto látek výrazným nebezpečím je skutečnost, že se při jejich hoření mohou uvolňovat toxické zplodiny.

Za nejdůležitější zplodiny hoření s toxickými akutními účinky jsou považovány kyanovodík, oxid uhelnatý a fosgen. Zplodiny označené jako látky dráždivé jsou oxid siřičitý, chlorovodík, oxidy dusíku, amoniak, isokyanáty a akrolein.

Největším nebezpečím toxických účinků látek mají plyny. Nebezpečné plyny a páry bývají člověkem lehce vdechovány, mohou se však vstřebávat do těla i jeho dalšími nechráněnými místy. Zasažení může být umocněno vstřebáváním v místech otevřených ran a popálenin. K největším jedovatým látkám, které se převážejí přes Českou republiku, patří chlor a amoniak. Chlor se využívá ve vodárnách, ze kterých čerpáme vodu, a většina chladících zařízení využívá amoniak. Jak budou jedovaté látky působit na lidský organismus určí délka jejich působení na organismus a dále koncentrací dané látky.



Obr. 11 Příklady výstražných symbolů pro nebezpečné látky

Nejrozšířenější škodliviny:

Chlór-Cl₂

- Žlutozelený plyn, těžší než vzduch, značně jedovatý a žíravý, při styku s vlhkým vzduchem tvoří mlhy.
- Nadýchání chlórem vede k těžkému poleptání dýchacích cest a plic, je možný vznik plicního otoku, a to i se zpožděním dvou dnů, plyn vyvolává těžké poleptání očí a podráždění kůže až po tvorbu puchýřů kapalný může vyvolat omrzliny.

Amoniak-čpavek-NH₃

- Bezbarvý plyn, lehčí než vzduch, ostrý a štiplavý zápach, při odpařování z kapalného stavu tvoří chladné mlhy, se vzduchem tvoří leptavé výbušné směsi, je málo hořlavý.
- Kapalný i plynný silně dráždí a leptá oči, dýchací cesty, plíce a kůži, způsobuje dráždivý kašel a dušnost, křeče dýchání mohou vést až k udušení, kapalný vyvolává silné omrzliny, nadýchání vyšších koncentrací může přivodit smrt.

Oxid siřičitý-SO₂

- Kapalný je nereaktivní, při odpařování se tvoří mlhy, které jsou těžší než vzduch, tvoří se leptavé směsi, plyn je bezbarvý se štiplavým zápachem, rozpouští se ve vodě
- Extrémně dráždí oči, dýchací cesty a plíce – tvorba otoku plic, možnost poškození hlasivek, vznik dráždivého kašle, dušnosti bezvědomí až smrti

Etylén-C₂H₄

- Bezbarvá kapalina s nasládlým zápachem, rychle se odpařuje za tvorby chladných mlh. Plynný etylén je těžší než vzduch, se vzduchem tvoří bývušné směsi, plyn je málo rozpustný ve vodě.
- Dráždí oči a dýchací cesty, plyn je málo jedovatý, má narkotický účinek, může způsobit ochrnutí dýchacích center, způsobuje omrzliny, ospalost, závratě, bezvědomí.

Propan-butan-C₃H₈- C₄H₁₀

- Rychle se odpařující zkapalněný plyn, vzniká studená mlha a výbušné směsi, je to bezbarvý plyn se slabým zápachem, obchodní produkt obsahuje zapáchající příměsi pro snazší zjištění případného úniku, je málo rozpustný ve vodě.
- Působí narkoticky závratě, nevolnost, ospalost, svalovou ochablost, stavy podráždění, bezvědomí.

Benzín

- Bezbarvá kapalina s typickým zápachem. Obchodní formy bývají zbarvené, páry tvoří bývušné směsi, které jsou těžší než vzduch benzín se s vodou nemísí, je velmi hořlavý.
- Delší vdechování výparů vede k pocitu opilosti, bolestem hlavy, zvracení, vysoké koncentrace k bezvědomí a zástavě dechu.

Zemní plyn – obsahuje hlavně metan – CH₄

- Odpařením se tvoří chladné mlhy a výbušné směsi, které se rychle šíří, mlhy jsou těžší než vzduch, plyn je bezbarvý a lehčí než vzduch.
- Plyn působí slabě narkoticky, způsobuje bolesti hlavy, závrat' ospalost, bezvědomí.

Způsoby vzniku:

Převoz – je spousta typů nehod, při kterých mohou nebezpečné látky ohrozit život, zdraví a majetek člověka například ropné havárie, nehoda cisteren a další.

Havárie – stává se v objektech, které využívají k své činnosti nebezpečných látek a nebo je skladují.

2.1.2.3 *Radiační havárie*

K radiačním haváriím dochází dvěma způsoby. Jsou to jaderné elektrárny, které pro výrobu elektrické energie využívají štěpení jader atomů a nebo jaderné zbraně hromadného ničení. V případě jaderné elektrárny naštěstí nehrozí jaderný výbuch, ale může dojít k radiační havárii a k velkému úniku radioaktivních látek. V České republice se nachází dva jaderné elektrárny, Temelín a Dukovany.

Následky bývají dosti různé a záleží na více faktorech. U jedince se může projevit okamžitě, v průběhu života a nebo až v dalších generacích. Při určité prahové dávce ozáření se některá zdravotní postižení vyskytují skoro vždy.



Obr. 12 Atomový výbuch

Způsoby vzniku:

Havárie – vzniká při poškození atomové elektrárny. Je to nejničivější mimořádná událost, která se může vyskytnout. Spouští celou řadu sekundárních mimořádných událostí. U nás se vyskytují dvě atomové elektrárny Dukovany a Temelín.

Teroristický čin – při použití atomové zbraně na zničení civilních nebo vojenských cílů ve státě.

Převoz – při převozu radioaktivních látek.

2.1.2.4 *Vnitrostátní krizové situace*

Vnitrostátní krize mohou být rázu sociálního a tím se dotýkají společnosti v oblasti vztahů mezi lidmi a nebo ekonomického, který ohrožuje hmotné zabezpečení společnosti. Zvláštní kategorii tvoří násilné sociální pohyby, násilné demonstrace extremistů, jejich vzájemné střety, rasově motivované konflikty, rozsáhlé stávkové akce.

Způsoby vzniku:

Politická ohrožení – většinou se jedná o ohrožení demokratického principu státu.

Násilné akce – útok subjektů cizí moci využívající vojenských sil.

Migrace – především uprchlíků z válkou ohrožených zemí.

Kriminalita – patří sem závažná majetková, násilná, mezistátní kriminalita a terorismus.

Nadprodukce zboží – způsobuje velké škody na domácím trhu jako například omezení výroby, nezaměstnanost a silný pokles životní úrovně.

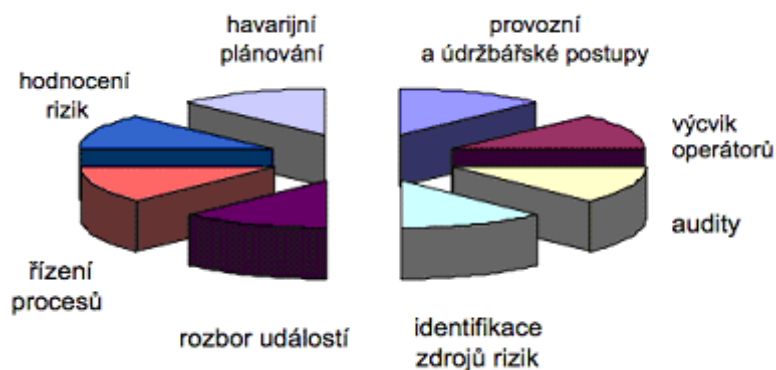
Nedostatek zdrojů – jde především o narušení dodávek ropy a ropných produktů, elektrické a tepelné energie, potravin, pitné vody, léčiv, zdravotnického materiálu a surovin nezbytně nutných k chodu národního hospodářství.

Narušení komunikace a infrastruktury – jedná se o dopravní soustavy, veřejné informační a komunikační soustavy. Díky narušení většinou dochází k velkým následkům živelních pohrom.

2.2 **Prevence a řešení mimořádných událostí**

Na hodnocení a řízení rizik závažných havárií má účinky několik faktorů. Jsou to havárie, které již dříve proběhly v minulosti. Nutností prevence havárií při územním plánování

spočívá v umístění nových zařízení, které berou v potaz obydlené a chráněné území z důvodu zlepšení havarijní připravenosti. Pomocí hodnocení rizik získáme plán na následné opatření na jejich snížení. Hodnocení rizik se využívá v přípravné fázi výstavby nového zařízení a při hledání příčin závažných havárií, aby nedošlo k dalšímu opakování. Vytvořené scénáře havárií slouží ke zlepšování havarijních plánů a připravenosti na účinný zásah v případě havárie.



Obr. 13 Řízení rizik v průmyslu

2.2.1 Bezpečnostní program

Bezpečnostní program se zpracovává podle přílohy vyhlášky č. 256/2006 Sb. Je charakterizován těmi to body:

- **Celkové cíle a zásady prevence závažné havárie** – vyhodnocuje se za pomoci analýz a hodnocení rizik závažné havárie a určí postupy tak, aby jasně a jednoduše vedly k zajištění struktury a funkčnosti systému prevence, je nutné, aby napodoboval a charakterizoval zdroj nebezpečí.
- **Systém řízení bezpečnosti** – je to součást celkového řízení objektu a zahrnuje vytvoření a zavedení ukazatelů, parametrů a kritérií potřebných pro následné hodnocení účinnosti realizovaných opatření.
- **Organizaci prevence závažné havárie** – umožňuje v objektech splnění stanovených cílů. Pro dosažení se plánují potřebné technické, finanční a lidské zdroje. Zabezpečují všechny úrovně řízení úkolů a povinností pracovníků, stanoví odpovědnosti jednotlivých osob za plnění úkolů, zajišťuje odpovídající řízení lidských zdrojů a stanoví činnosti vyžadující zvláštní výcvik.

- **Řízení provozu objektu nebo zařízení** – zpracovává, přijímá a zavádí postupy k bezpečnému provádění všech bezpečnostních činností. Postupy, instrukce a metody se aktualizují a zpřístupňují všem zaměstnancům, kteří s nimi pracují a zaměstnanci je taktéž pomáhají připravovat.
- **Řízení změn v objektu nebo zařízení** – přijímají se, zpracovávají a zavádějí bezpečné postupy pro plánování a uskutečnění změn daných objektů, zařízení nebo provozů. Jsou využívány při návrhu a realizaci nových výrobních a skladovacích zařízení a procesů.
- **Havarijní plánování** – postupy zjišťují předpokládanou havarijní situaci vycházející ze zjištěných zdrojů rizik závažných havárií a způsoby ověřování a posuzování, zda havarijní plány a opatření pro ochranu a zásah k omezení dopadů závažné havárie odpovídají zjištěným havarijním situacím.
- **Sledování plnění programu** – zavádí a dokumentuje postupy pro průběžné sledování plnění stanovených úkolů vyplývajících z programu, dále taky sleduje dosahování výsledků plněných úkolů a ty se pak porovnávají se stanovenými cíli, aby mohly být zjištěny odchylky plnění úkolů a analyzovány jejich příčiny. Zavádí systémy hlášení o nehodách, včetně nehod bez následků, které vznikly v souvislosti se selháním ochranných systémů a stanovuje postupy evidence a vyšetřování nehod.
- **Kontrola a audit** – zavádí a přijímá postupy pro periodické a postupné prověřování a hodnocení plnění programu a efektivnosti systému řízení bezpečnosti a prevence závažné havárie, zajišťuje výsledky kontrol a další zjišťování dokumentů. Výsledek kontrol se projednává s vedením provozovatele a stanovuje audit, který provádí nezávislá organizace. Výsledky auditu slouží jako objektivní ukazatel funkce systému řízení bezpečnosti a prevence závažné havárie.

2.2.2 Vnitřní havarijní plán

Obsahuje popis úkonů k zajištění havarijní připravenosti informačních, materiálních, lidských a ekonomických zdrojů, způsoby snižování následků a zvládání závažné havárie. Monitoruje a napravuje vzniklé škody místa závažné havárie.

Vnitřní havarijní plán musí být neustále aktualizován a prověřován. O těchto činnostech je neustále vedena dokumentace a v jejím rámci písemné zápisy s uvedením zjištěných nedostatků včetně termínů jejich odstranění.

Dále se můžou vyskytovat další plány, které obsahují monotematické činnosti s přímou návazností na scénáře havárií a tím tvoří doplněk havarijních plánů. Mezi ně patří:

- traumatologický plán,
- plány varování zaměstnanců,
- plány individuální ochrany,
- evakuační plány a plány ukrytí zaměstnanců,
- a další.

2.2.3 Vnější havarijní plán

Při předložení návrhu bezpečnostní zprávy a vnitřního havarijního plánu musí provozovatel zařízení zpracovat a ukázat krajskému úřadu písemné podklady pro zóny havarijního plánování a zpracování vnějšího havarijního plánu. Taky je zapotřebí, aby provozovatel spolupracoval s krajským úřadem a jím pověřenými organizacemi a na zajištění havarijní připravenosti v oblasti vymezené vnějším havarijním plánem.

K vypracování vnějšího havarijního plánu a k stanovení zón jsou zapotřebí písemné podklady.

- identifikační údaje provozovatele,
- jméno a příjmení fyzické osoby odpovědné za zpracování podkladů,
- popis závažné havárie, která může vzniknout v objektu a jejíž dopady se mohou projevit mimo objekt nebo zařízení provozovatele,
- přehled možných dopadů závažné havárie na život a zdraví lidí hospodářská zvířata, životní prostředí a majetek, včetně způsobů účinné ochrany před těmito dopady,
- přehled preventivních bezpečnostních opatření vedoucích ke zmírnění dopadů závažné havárie,

- seznam a popis technických prostředků využitelných při odstraňování následků závažné havárie, které jsou umístěny mimo objekt provozovatele,
- další nezbytné údaje vyžádané krajským úřadem, například podrobnější specifikaci technických prostředků a odstraňování dopadů závažné havárie, podrobnější plán únikových cest a evakuačních prostorů, atd.

2.2.4 Informování veřejnosti

Informování veřejnosti má za úkol krajský úřad. Informace jsou poskytovány písemnou formou a obsahují údaje o nebezpečí závažné havárie, také o preventivních bezpečnostních opatřeních, opatřeních na zmírnění dopadů a o žádoucím chování obyvatel v případě vzniku závažné havárie.

- informace určené pro veřejnost v havarijním plánování,
- identifikace objektu nebo zařízení,
- identifikace krajského úřadu a subjektů poskytujících informace,
- zařazení objektu do příslušné skupiny, schvalování havarijní dokumentace a provádění kontrol,
- popis výrobní činnosti a objektu,
- seznam nebezpečných látek,
- informace označující zdroje rizik,
- informace způsobu varování lidí a poskytování dalších informací lidem,
- popis opatření k omezení následků a jeho spojení na vnější zásahové a záchranné, prostředky a služby,
- popis vnějšího, krajského havarijního plánu,
- popis míst, kde mohou být obdrženy další důležité informace.

2.3 Orgány k řešení mimořádné události

Krajský úřad

Krajský úřad zabezpečuje ochranu a pomoc postiženému obyvatelstvu v případě mimořádné události, která přesahuje možnosti samosprávy, s využitím sil a prostředků, které má k dispozici u organizací na smluvním základě.

Může využít prostředky smluvením s právníky nebo fyzickými osobami. Přednosta svolává k řešení velkých mimořádných událostí okresní havarijní komisi, která se skládá ze zástupců hasičského záchranného sboru, policie, střediska územní záchranné služby, pracovníků okresního úřadu a zástupců vybraných podniků a organizací okresu.

Přednosta může uložit fyzickým a právníkům osobám, správním úřadům a obcím povinnost poskytnutí osobní a věcné pomoci k ochraně života a zdraví, majetku, životního prostředí. Může také přivolat síly a prostředky záchranné a výcvikové základny civilní ochrany. V kompetenci přednosta je také vyhlášení stavu ohrožení.

Obecní (městský) úřad:

Obecní rada může uložit právníkům osobám povinnost poskytnout osobní a věcnou pomoc pro odstraňování následků mimořádné události. Hrozí-li nebezpečí z prodlení, může tak učinit starosta obce.

Profesionální záchranné složky:

Hasičský záchranný sbor, Policie ČR, Záchranná zdravotnická služba, Městská policie, Báňská záchranná služba, Horská služba, Letecká záchranná služba, Záchranná a výcviková základna. Tyto síly jsou nepřetržitě v pohotovosti, na vlastních operačních střediscích vedou přehled o prostředcích a silách, které jsou k dispozici.

Další složky:

Vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil, orgány ochrany veřejného zdraví, odborné služby, neziskové organizace a sdružení občanů, která lze využít k záchranným a likvidačním pracím. Je to například Český červený kříž, Svaz záchranných brigád kynologů ČR, Svaz civilní obrany ČR, Sdružení hasičů Čech, Moravy a Slezska.

2.4 Zákony týkající se ochrany obyvatelstva

Z § 25 odst. 1 zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů vyplývá, že fyzická osoba pobývající na území České republiky má právo na informace o opatřeních k zabezpečení ochrany obyvatelstva a na poskytnutí instruktáže a školení ke své činnosti při mimořádných událostech.

Z § 31 odst. 1. zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů, ve znění zákona č.320/2002 Sb., vyplývá, že fyzická osoba pobývající na území České republiky má právo na nezbytné informace o připravovaných krizových opatřeních k ochraně jejích života, zdraví a majetku.

Povinnost poskytovat výše uvedené informace obyvatelstvu a věnovat se preventivně výchovné činnosti na úsecích pořádní ochrany a ochrany obyvatelstva je uložena jednotlivým subjektům zákony.

2.4.1 Ministerstvo vnitra

§ 24 odst. 1 písm. 1) zákon č. 133/1985 Sb., o požární ochraně, ve znění pozdějších předpisů: "na úseku požární ochrany stanoví zaměření preventivně výchovné, propagační a ediční činnosti na úseku požární ochrany a podílí se na jejím zabezpečování". Podle § 26 odst. 1 citovaného zákona tyto úkoly plní Ministerstvo vnitra–generální ředitelství HZS ČR.

§ 7 odst. 2 písm. g) zákona o IZS:"organizuje instruktáže a školení v oblasti ochrany obyvatelstva a pro přípravě složek integrovaného záchranného systému zaměření na jejich vzájemnou součinnost a k tomuto účelu zřizuje vzdělávací zařízení". Podle § 7 odst. 4 citovaného zákona tyto úkoly plní taktéž Ministerstvo vnitra-generální ředitelství HZS ČR

2.4.2 Hasičský záchranný sbor kraje

Podle § 26 odst. 2 písm. o) zákona o požární ochraně:"zabezpečuje preventivně výchovnou propagační a ediční činnost na úseku požární ochrany podle zaměření stanoveného ministerstvem."

Podle § 10 odst. 5 písm. b) zákona o IZS:"organizuje instruktáže a školení v oblasti ochrany obyvatelstva a v přípravě složek integrovaného záchranného systému zaměřené na jejich vzájemnou součinnost a k tomuto účelu zřizuje vzdělávací zařízení".

Podle § 12 odst. 1 zákona o IZS obecní úřad obce s rozšířenou působností při výkonu státní správy, kromě úkolů uvedených v § 15, zajišťuje připravenost správního obvodu obecního úřadu boce s rozšířenou působností na mimořádné události, provádění záchranných a likvidačních prací a ochranu obyvatelstva.

Podle § 12 odst. 2 písm. c) citovaného zákona tyto úkoly plní hasičský záchranný sbor kraje, který pro potřebu správních obvodů obecních úřadů obcí s rozšířenou působností a přípravu záchranných a likvidačních prací:”seznamuje ostatní obce, právnické a fyzické osoby ve svém správním obvodu s charakterem možného ohrožení obyvatel, s připravenými záchrannými a likvidačními pracemi”.

Podle § 15 odst. 4 písm. c) zákona o krizovém řízení:”seznamuje obce, právnické a fyzické osoby s charakterem možného ohrožení s připravenými krizovými opatřeními a se způsobem jejich provedení”.

2.4.3 Obecní úřad

Podle § 15 odst. 4 zákona o IZS:”seznamuje právnické a fyzické osoby v obci s charakterem možného ohrožení, s připravenými záchrannými a likvidačními pracemi a ochranou obyvatelstva. Za tímto účelem organizuje jejich školení”.

Podle § 21 odst. 3 zákona o krizovém řízení:”seznamuje právnické a fyzické osoby s charakterem možného ohrožení, s připravenými krizovými opatřeními a se způsobem jejich provedení”.

3 ANALÝZA PROGNOSTICKÝCH MODELŮ NÁSLEDKŮ

V krizovém řízení se využívají simulace, které jsou prováděny na simulátorech pro výcvik velení a řízení. Nástroje pro výcvik, simulaci a jejich využití v krizovém řízení využívají všechny vyspělé státy například USA, Kanada Velká Británie a mnoho dalších. Simulátory jsou navrženy takovým způsobem, aby bylo možné plánování, cvičení a provádění dalších úkonů, které jsou zapotřebí při krizovém řízení. Umožňuje hasičům, policii a lékařské záchranné službě spolupracovat s vládními a ostatními agenturami, zúčastněnými na odstraňování velkých havárií.

V USA je nejvíce využíváný program ADM (Advanced Disaster Management), který byl uveden na trh v roce 1992. Byl instalován například v Korejské národní požární akademii, v dalších zemích je využíván středisky záchranné služby.

V České republice se prognostické modely využívají nejvíce při výcviku hasičského záchranného sboru a složek IZS. Simulační metody jsou takhle využívány například pro štábní výcvik. To mohou být například řízení zásahu při záchranných operacích při povodních, požárech a dalších.

3.1 Přehled SW nástrojů

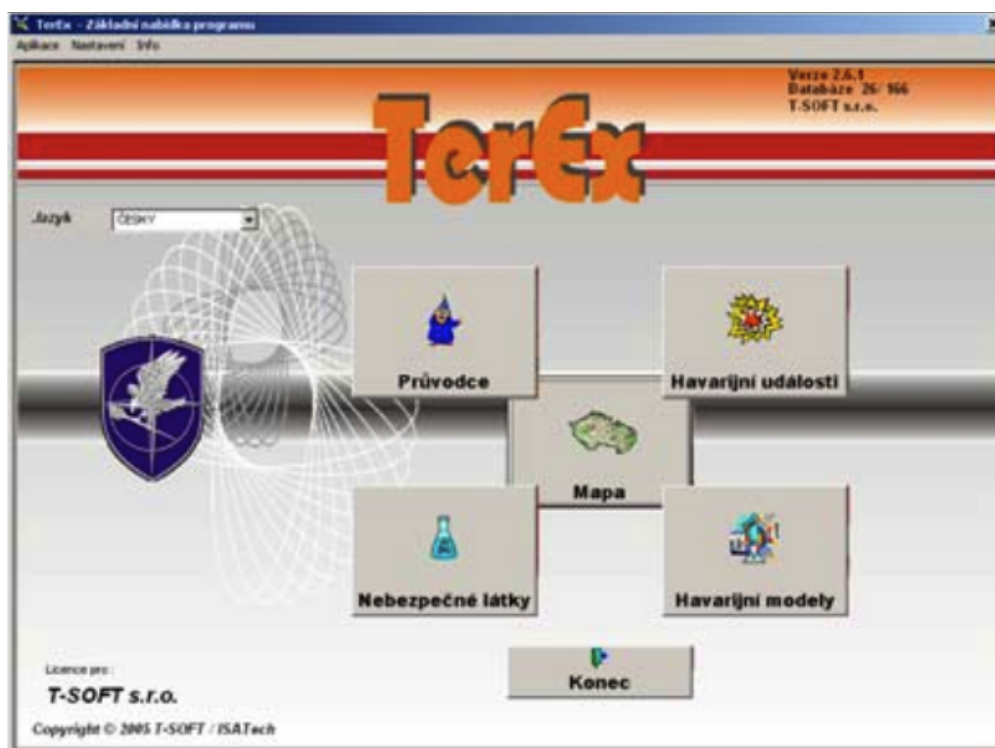
3.1.1 TerEx

TerEx je nástroj pro okamžité vyhodnocení dopadů úniku nebezpečné chemické látky, otravné látky či použití výbušného systému. Je využíváný podniky, institucemi, samosprávnými a státními orgány IZS. TerEx byl vyvinut ve spolupráci dvou firem T-SOFT a ISARech.

Parametry:

- Jednoduchý vstup, rychlý a snadno pochopitelný výstup.
- Vhodný pro plánování výpočet a prvních odhadů, potřeby výuky a cvičení.
- Kombinace odhadu následků průmyslových havárií a výbuchu, 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.

- Integrované GIS, možné využití webových služeb nebo externího GIS
- Interoperabilita prostřednictvím ADataP-3 a CA.
- Zahrnuje ATP-45(B) (model pro události typu ROTA, CHEM, BIO a NUC).
- Vícejazyčné prostředí s možností přepínání za běhu programu.



Obr. 14 Úvodní menu Terex

Nebezpečné chemické látky:

K dispozici 120 látek a další jsou postupně přidávány.

Modely typu TOXI – vyhodnocují dosah a tvar oblaku, které jsou dány zvolenou koncentrací toxické látky.

Modely typu UVCE – vyhodnocují dosah působení vzdušné rázové vlny, vyvolané detonací směsi látky se vzduchem pro modely s jednotlivými druhy havárií.

Model PLUME – vyhodnocuje déletrvající únik plynu do oblaku, déletrvající únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku, pomalý odpar kapaliny z louže do oblak.

Model PUFF – vyhodnocuje jednorázový únik plynu do oblaku, jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku.

Modely typu FLASH FIRE – vyhodnocují velikost prostoru ohrožení osob plamennou zónou – efekt Flash Fire (BLEVE – ohrožení nádrže plošným požárem. JET FIRE – déletrvajícím masivním únikem plynu se zahořením, POOL FIRE – hoření louže kapaliny nebo vroucí kapaliny).

Výbušné systémy:

Model typu TEROR – vyhodnocuje možné dopady detonace výbušných systémů založených na kondenzované fázi, použité s cílem ohrožení okolí detonace.

Otravné látky:

Model POISON – pro předpověď šíření oblaku vzniklého rozptýlením otravné látky na určité území. Vstupním parametrem je rozloha území v hektarech. Program umožňuje zvolit podle typu látky jak následky primárního rozptylu volbou **Rozptýlení (výbuch, rozstřík apod.)**, tak sekundárního odparu volbou **Odpar z louže**. Při bodovém užití otravné látky se zadává hodnota 0,01 ha, což je minimální programem akceptovaná hodnota.

Model ATP-45B – Výsledky jsou závislé na způsobu použití látky a na síle větru. Zasažená oblast je představována kružnicí o poloměru 1 resp. 2 km bez ohledu na typ použité látky. Podle síly větru menší nebo větší než 10 m/s je ohrožená oblast představována kružnicí o poloměru 10 km resp. Výsečí ve směru větru dlouhou 10 km.

Model podle předpisu ATP-45B se ukazuje pro vyhodnocení teroristického použití OL jako velmi hrubý a je určen spíše pro vojenské nasazení.

Výsledky výpočtu modelu TerEx jsou uspořádány velmi jednoduše, srozumitelně a především jednoznačně takže usnadňují rychlé rozhodování. Přehlednost a srozumitelnost výsledků je docílena soustředěním na důležité veličiny a informace, a dále promítnutím výsledků do mapy.

Program pracuje v češtině, angličtině, slovenštině, a je připraven pro doplnění dalších jazyků. Splňuje normy NATO pro systém předávání zpráv ve formátu ADatP-3. Poskytuje také výstup v textovém formátu či ve formátu CAP.

Integrovanou součástí programu je modul pro zobrazování výsledků do mapy. Jako podklad je možno užití lokální geografická data, případně se připojit na služby Státního mapového centra.

3.1.2 IS Havárie

IS Havárie byl vyvinut firmou SPIS, s.r.o., Praha, která využila finanční dotace Ministerstva životního prostředí ČR. Je využíván okresními úřady, hasičským záchranným sborem okresů. Cena programu pro nestátní organizace se pohybuje kolem 250 000,- Kč. První verze byla vyvinuta na jaře roku 1994 jako aplikace pro MS DOS. V pozdější době byl program přepsán pro operační systém Windows.

Tenhle program využívá modulární systém, který má za úkol shromažďovat data o rizikových subjektech, silách a seznam ohrožujících látek, ve kterém je možné zjistit pro každou škodlivinu její fyzikální a chemické vlastnosti, způsob likvidace havárie a případného požáru, první pomoc zasaženým osobám, předpisy pro dopravu škodliviny a ohrožení vody škodlivinou. Dalším modulem IS havárie je modul Úniky. Díky tomuto modulu můžou škodliviny unikat ze zásobníku čtyřmi způsoby. První je modelování metodou programu Havárie pro únik škodlivin ze zásobníku a pro únik par z louže škodliviny, dále pak to je modelování metodou "Rozex", kterou produkuje jako samostatný program firma TLP Praha. Také touto metodou je možné modelovat jak únik škodliviny ze zásobníku, tak i z louže.

Dalším modulem je TOPO, který má za úkol zobrazovat ohrožující subjekty a sil a prostředků na mapě. V tomto modelu je taky možné pomocí meteorologických situacích jako například směr větru, teplota a vlhkost vzduchu a podobně, zobrazit výsledky modelování úniku. Podkladem je mapa DMU 200, ale je možné připojení dalších mapových podkladů.

Výhody:

- Velká databáze ohrožujících látek.
- Možnost modelování úniků škodlivin různými metodami.
- Možnost modelování úniků škodlivin různými metodami.

Nevýhody:

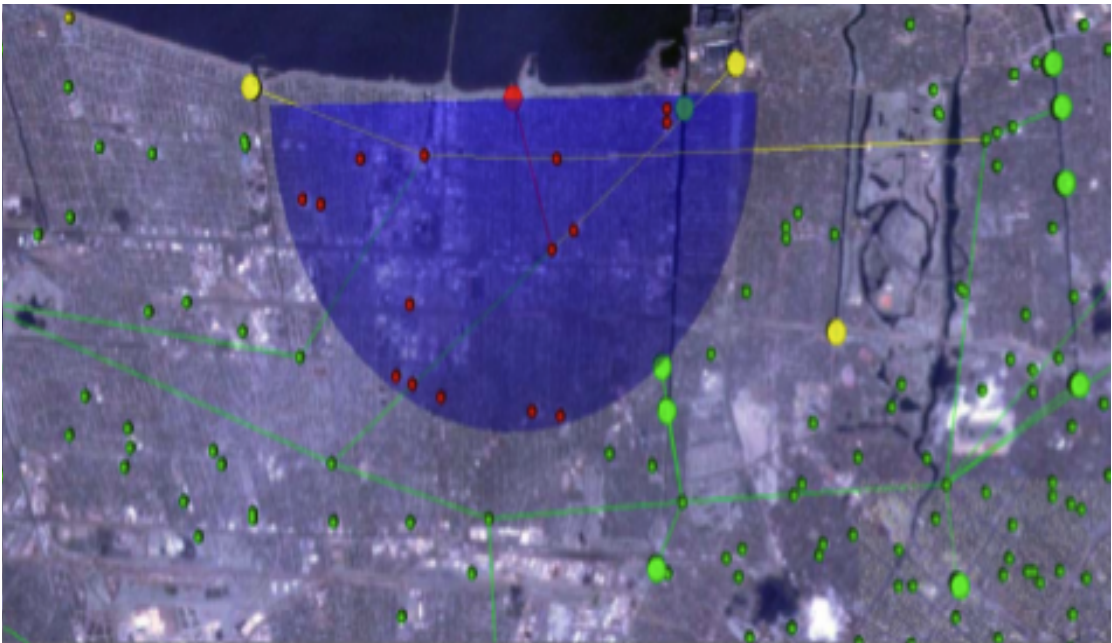
- Nutnost nákupu dalších SW – ArcView, se kterým navíc může pracovat jen školený uživatel
- Nevhodnost databázového systému MS Access pro větší objem dat
- Zastavení dalšího vývoje IS. Z důvodu zaměření činnosti na jinou oblast působení.

3.1.3 CIMS (Critical Infrastructure Modeling Systém)

Má za úkol modelování a simulaci, která kombinuje geoprostorové informace v 4D na podporu analýzy. Poskytuje rozhodovací pravomoce s vysoce adaptabilní a snadné nástroje k posouzení zranitelnosti infrastruktury, včetně politiky a havarijních plánů.

Vysoká úroveň simulace podporuje rychlý modelový rozvoj, který se rychle adaptuje na měnící se prostředí. CIMS byl vyvíjen v bezpečnostním oddělení v odboru Energie v US Air Force Research Laboratory.

Základní modelem je síť, která zastupuje infrastrukturu využívající uzlů, grafických objektů, jako jsou letecké snímky, 3D obrázky nebo VRML modely, které mohou být vázány na majetek. Informace mohou být vloženy jako dokumenty, hypertextové odkazy webových stránek webové kamery, Avis, apod.



Obr. 15 Vyhodnocení CIMS

3.1.4 RISKAN

Jedná se o rizikový kalkulační nástroj, který se využívá pro krizové řízení. Využívá se k detailním analýzám rizik, které by se měly provádět v pravidelných intervalech a také při významných změnách v organizaci. Byl vyvinut společností T-SOFT pro řešení informačních bezpečností pro veřejnou správu a taky pro podniky v průmyslu, telekomunikacích a finančním sektoru. Nástroj je určen jak pro samostatné, tak pro týmové použití.

Obr. 16 Ukázka Riskan

Základem nástroje je seznam aktiv a hrozeb, který může být buď předpřipravený pro obecné použití nebo vytvořený pro konkrétní podmínky objednatele. Umožňuje provést:

Výběr aktiv z předdefinovaného seznamu aktiv

Ohodnocení vybraných aktiv

Výběr hrozeb z předdefinovaného seznamu hrozeb

Určení pravděpodobnosti vybraných hrozeb

Určení zranitelnosti u vybraných dvojic aktiva a hrozby

Výpočet rizika pro každou dvojici aktiva a hrozeb

Rizika se rozdělují na hodnoty aktiv, pravděpodobnost uplatnění hrozby a zranitelnost aktiv. Dělí se barevným rozlišením rizika podle jeho hodnot. Zobrazí vypočtené riziko formou tabulky nebo grafu a rychle a orientačně zhodnocuje rizika využití možností práce jen se skupinami aktiv a hrozeb.

Přiřazené hodnoty mohou být vztaženy k ceně získání a údržby daného aktiva nebo potenciálnímu nepříznivému obchodnímu dopadu při jeho nedostupnosti, poškození nebo

zneužití. Obecně lze říci, že škoda, která je katastrofická pro malou organizaci, může být nízká nebo dokonce zanedbatelná pro velmi rozsáhlou společnost. Ztráty některých aktiv mohou být také fatální v souvislosti s typem činnosti dané organizace.

3.1.5 ADMS (Advance Disaster Management Simulator)

“Je to pokročilý simulátor zvládnání havárií. Je to v podstatě týmový, interaktivní, simulační a trenažerový systém založený na virtuální realitě. Tento systém poskytuje možnost krizového managementu záchranným jednotkám rozvíjet jejich zkušenosti a dovednosti a to zejména v oblasti řízení, kontroly, koordinace a komunikace. ADMS přemostňuje propast mezi klasickou výukou a tréninkem a zkušenostmi z reálných situací, které se těžko získávají. ADMS v reálném čase autenticky simuluje všechny dynamické prvky kalamitního prostředí včetně dané lokality lidí, vozidel, infrastruktury a zdroje spolu s měnícími se hrozbami. Tyto hrozby mohou být přírodní nebo způsobené lidmi a zahrnují požáry, teroristické útoky, letecké nehody, únik nebezpečných látek, hromadné silniční nehody a průmyslové havárie. Realistické 3D zobrazení a zvuk vytváří skutečně chaotické a stresující prostředí, které účastníky vztahuje do děje. ADMS realisticky reaguje na akce, které umožňují reálný individuální trénink. Už víc než deset let je ADMS využíván organizacemi k výcviku svých pracovníků. ADMS je zároveň systém umožňující snížit náklady na výcvik a školení pracovníků. ADMS dokáže cvičit pracovníky všech úrovní od managementu a kontroly až po samotné zasahující jednotce.“



Obr. 17 Ukázka ADMS

Cíle výcviku:

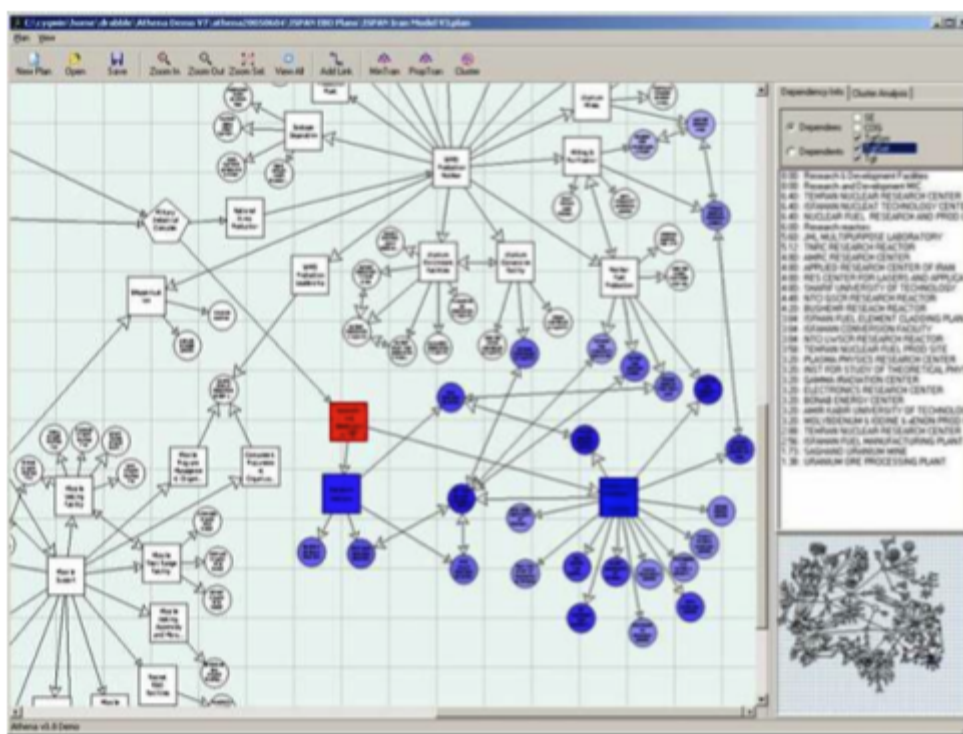
- řízení a kontrola
- týmový / individuální výcvik
- meziřesortní koordinace
- komunikace
- třídění zraněných
- léčba
- přeprava zraněných
- hromadná zranění
- rozdělení zdrojů
- příchod / odchod
- rozmístění
- inscenování

3.1.6 ATHENA

Athena je analyzový a modelový nástroj, který je určen k analýze sítě uzlů sloučením různých politických, vojenských, ekonomických, sociálních, informačních a infrastrukturních modelů a jejich přidružených součástí. Nástroj obsahuje několik algoritmických úvah, které umožňují sofistikované sloučení analýzy přes uzly. Model konstrukce je rychlý a využívá jednoduchého bodu.

Automaticky extrahuje a sémanticky uvažuje v tranzitivních závislostech v propojení s různými informačními zdroji. Athena je využívána většinou státních složek.

Výstupem je grafické rozhraní zobrazující uzly a vazby kritické infrastruktury a jejich vzájemné závislosti. Může být spojena s GIS daty. Nástroj je schopen modelování každého subjektu, včetně zemí, států, měst, silnic a různých zařízení.

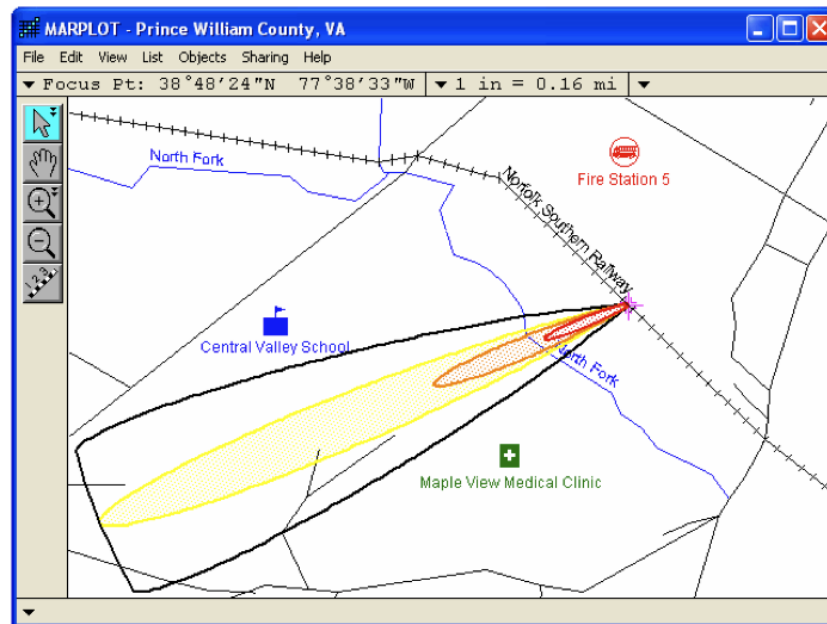


Obr.18 Ukázka ATHENA

3.1.7 ALOHA

ALOHA je počítačový program určený kvůli reakcím lidí na chemické poplašné zprávy, stejně jako pro havarijní plánování a výcvik. Modeluje rizika toxicity, hořlavost, tepelné záření a přetlak spojený s chemickými úniky, jejichž výsledkem je toxický plyn, požár nebo výbuch.

Může být používán v počítačích, které jsou využívají Microsoft Windows nebo Mac OS X. Software je navržen tak, aby bylo snadné jeho využití, při mimořádných situacích. Jeho chemická knihovna obsahuje informace o fyzikálních vlastnostech o přibližné velikosti 1000 nebezpečných chemických látek. Je navržen tak, aby minimalizoval chybu obsluhy a kontroloval údaje, které jsou zadány a upozornil pokud se vyskytne chyba.



Obr. 19 Ukázka ALOHA

ALOHA využívá několik různých modelů, včetně modelů rozptylu vzduchu, které používá pro odhad pohybu a disperze chemických mračen. Uživatel je z tohoto modelu schopen odhadnout rozptyl toxických plynů, přetlakové hodnoty z oblaku výbuchu nebo hořlavých oblak. Používá další odhady rizik spojené s dalšími požáry a explozemi. Může řešit problémy rychle a poskytovat výsledky v grafické i v textové podobě. Vznikl jako nástroj pro pomoc při řešení mimořádných událostí a vyvinul se v průběhu let na nástroj použitý pro širokou škálu reakcí, plánování a akademické účely.

3.1.8 Rozex Alarm

Jedná se o aplikaci, která má za úkol modelovat úniky nebezpečných chemických látek, vytvářet prognózy havarijních projevů a rychle poskytovat potřebné informace pro zasahující složky IZS.

Obsahuje velkou databázi látek a využívá se k řešení mnoha úloh z oblasti životního prostředí, bezpečnosti práce, požární ochrany i krizového a havarijního řízení. Výsledky se zobrazují na mapových vrstvách a vizualizují jejich dopad.

Struktura:

- Podpora výjezdu
- Modelování havarijních projevů
- Databáze nebezpečných látek
- Administrace aplikace
- Náповěda

Komunikace s GIS probíhá pomocí výstupů, které jsou generovány jako XML soubory, které obsahují všechny potřebné údaje k zobrazení výsledků výpočtu v mapovém podkladu.

Přehled funkcionality:

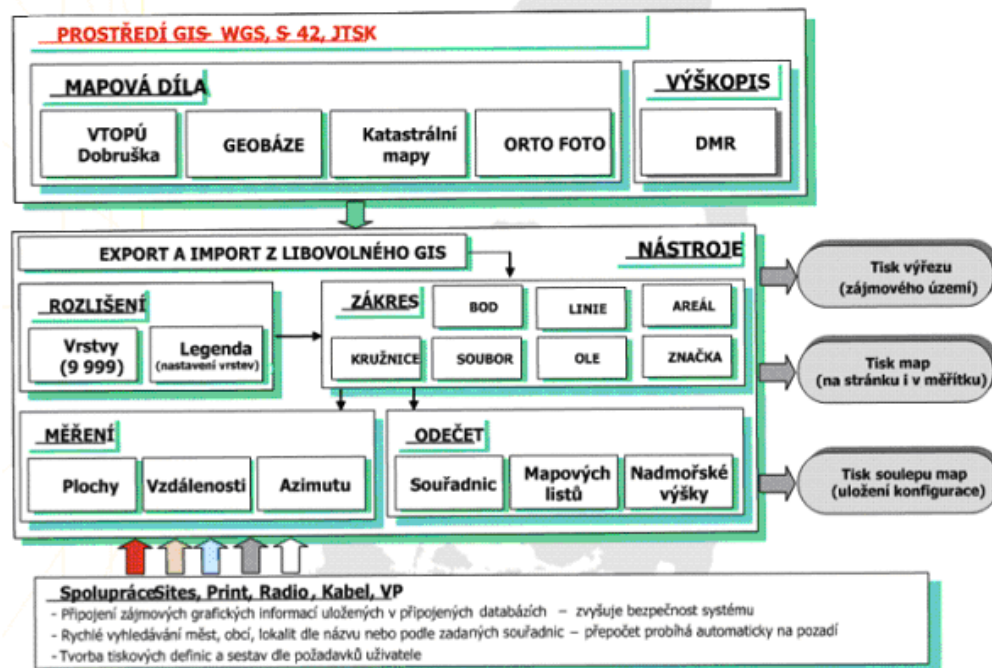
- Databáze cca 10000 látek, který umožňuje rychlý přístup k informacím o nebezpečné látce.
- Modelování havarijních projevů chemických látek jako například toxicita, ohrožení výbuchem, ohrožení požárem, stanovení maximálních dosahů.
- Rychlé informace pro zasahující jednotky IZS.
- Expertní informace pro odborníky HZS ČR, Policie ČR, městské policie a další.
- Napojení do GIS se zobrazí v zónách ohrožení na mapovém podkladu.

3.1.9 CreateUp

Program CreateUp má za úkolu tvorbu a správu dat, vývoj v prostředí GIS, SW aplikace pro řešení otázek souvisejících se zabezpečením letišť a dálnic, podporující rozhodovací procesy řídicích pracovníků s důrazem na bezpečnost, krizové řízení, inženýrské činnosti a podobně.

- K produktu lze připojit téměř libovolná mapová díla v libovolném souřadném systému.
- Zjišťování výškopisu je zajištěno připojením digitálního modelu reliéfu.

- Jsou zajištěny základní nástroje GIS. Je možno nadefinovat až 9999 vrstev a jejich nastavení je ovlivněno nastavení v legendě po ucelených blocích 100 vrstev.
- Ke každému objektu je možno zapínat/vypínat, atributy objektu a přiřazení ikon lomových bodů.
- Výběrem jedné stanice z databáze a druhé stanice zákresem v mapě například vyšetřování možného RR spojení.
- Zákres do mapy je umožněn pomocí bodu, linie, areálu, kružnice a značkou.
- Také lze připojovat soubory, vkládat OLE propojení přes ODBC.
- GIS CreateUp umožňuje měření obvodu a plochy objektu, vzdálenosti, azimutu a nadmořské výšce objektu v závislosti na kvalitě připojené na DMR
- Pomocí funkcí DMR pod areálem nebo DMR pod linii lze vygenerovat seznam dotčených mapových listů, které lze uložit do souboru '.txt'.
- Identifikuje mapový list, zobrazení kladu mapových listů s popisem, objekty ve vrstvách. Vyhledává objekty linií, areálu, objekty na mapě podle atributů.



Obr. 20 Ukázka CreateUp

3.1.10 GIS ISKŘ

Cílem ISKŘ je poskytovat rychle a kvalitně informace všem složkám krizového řízení pomocí informačního systému, který pracuje nad jednotnou datovou základnou. Největší role v projektu připadá společnosti T-MAPY. Má za úkol zajistit integraci s ostatními částmi systému. Taktéž projektuje nástroje pro práci se základními registry IS VS a metainformační systém.

Informační systém je tvořen 16 propojených uzlů. Mezi nejdůležitější patří primární centrum ISKŘ, které bylo založeno na GŘ HZS v Praze a centrální datový sklad při Institutu ochrany obyvatelstva v Lázních Bohdaneč. Mapový server provozovaný v rámci primárního centra poskytuje hlavní mapovou službu ISKŘ široké skupině uživatelů po celé republice.

Datový sklad GIS HZS je hlavní věcí, která je zapotřebí při budování systému. Na vzniku pracovali mnoho let například AČR, CEDA, ČSÚ, ČD, ČÚZK, ŘSD, VÚV a mnoho dalších.

Krizové řízení má z pohledu sdílených datových zdrojů úzkou vazbu na operační střediska HZS, která dnem i nocí po celý rok čerpají informace o území z geodatabází. K tomu často využívají desktopovou aplikaci GISelIZS AE z produkce T-MAP. V rámci ISKŘ bylo mezi krajská operační střediska rozděleno 100 jejích instalací. Nezbytnou součástí dodávky byl i stejný počet licencí komponent ArcObjects, které tvoří mapové jádro aplikace.

3.1.11 VLNA

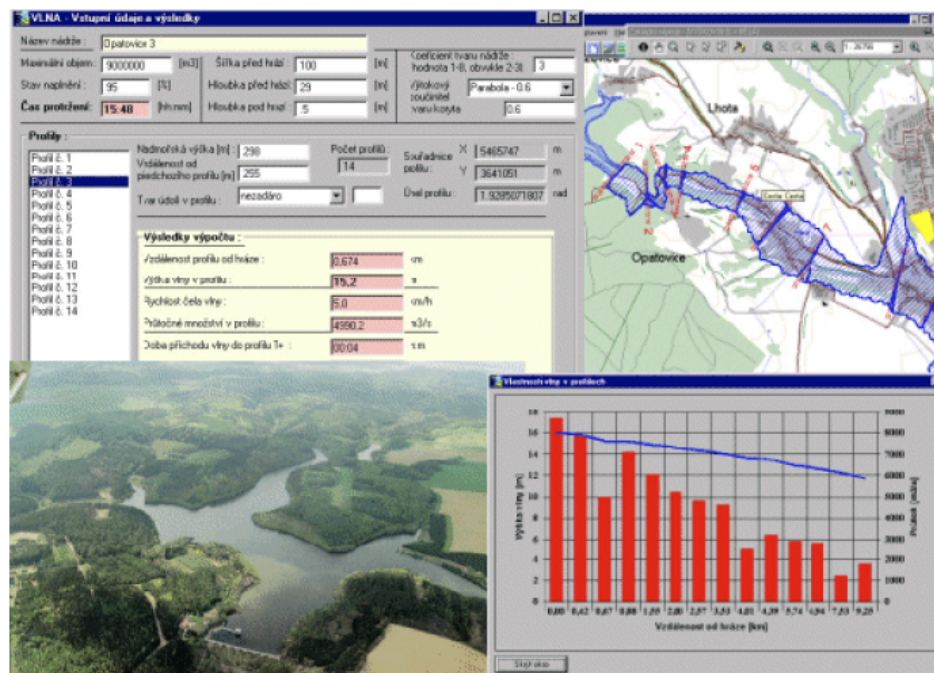
Základem systému je model, který umí stanovit výšku čela záplavové vlny v závislosti na vzdálenosti od vodního díla, které bylo narušeno a na charakteru terénu (příčném a podélném profilu údolí), kterým vlna postupuje. Model poskytuje výsledky nespojitě po zadaných úsecích vodního toku, ve formě číselných hodnot.

Systém v návaznosti na tyto výsledky provádí vizualizaci pomocí DEM (Digital Elevation Model). V prostředí MaGIS Professional Studio lze zobrazit 3D pohled na zasažené území a profil terénu podél vodního toku i napříč údolím, kterým vodní tok protéká. V podélném profilu lze vyznačit body, ve kterých je z předchozích výpočtů známa výška čela záplavové vlny a dopočítat výšku i v dalších bodech aproximací. Ve 3D pohledu lze potom znázornit vodní hladinu tvořenou záplavovou vlnou v jednotlivých úsecích toku ve formě zakřivené

plochy tvořené elementárními prvky modelu. Takto získanou plochu lze následně promítnout do normální dvojrozměrné mapy.

Po provedené vizualizaci záplavové vlny lze orientačně odhadnout velikost zasaženého území a provést pomocí systému MaGIS základní analýzy, kterými mohou být:

- Stanovení plošného rozsahu zaplaveného území.
- Určení, které obce budou pravděpodobně postiženy.
- Odhad výšky záplavové vlny v postižených obcích.
- Odhad počtu obyvatel, které bude nutno evakuovat.
- Odhad plochy zemědělské půdy zasažené záplavovou vlnou.
- Odhad průjezdnosti komunikací v postiženém území.
- Přesnost výsledků nezávisí příliš na použitých vizualizačních a analytických nástrojích, ale je závislá především na.
- Přesnosti dat použitých pro tvorbu DEM daného území.
- Přesnosti výpočtu výšky čela vlny v jednotlivých úsecích.
- Míra uplatnění dynamických jevů při postupu záplavové vlny v reálném terénu.



Obr. 21 Ukázka Vlna

4 MOŽNOSTI VYUŽITÍ PROGNOSTICKÝCH MODELŮ V KRIZOVÉM ŘÍZENÍ

4.1 Krizové řízení

Kvalitní příprava lidí na mimořádné události a krizové situace je velmi důležitá a bez ní by docházelo při jejich vzniku a v jejich průběhu k obrovským škodám na životech, majetku a území. Tomu se lidstvo snažilo vždy zabránit a proto se začalo s postupným zkoumáním vzniku, průběhu a následků krizových situací. Vznikly specializované skupiny lidí, které se touto problematikou zabývaly. V pozdější době si jednotlivé země vše upravily podle svých možností, potřeb, klimatických podmínek, rozlohy území a dalších proměnných ovlivňujících tyto situace. S pokrokem ve všech odvětvích se začaly vyvíjet i technologie pro výuku a výcvik osob zařazených do záchranných a likvidačních prací a především osob, které tyto záchranné a likvidační práce řídí a pracují na rychlém odvrácení a zmírnění následků krizových situací.

Krizové řízení můžeme definovat jako systém, metody a postupy řešení krizových situací. Krizové řízení je široký pojem, který zahrnuje několik činností, které ve svém výsledku tvoří celek a v jejichž důsledku by mělo dojít k předcházení odvrácení či zmírnění následků mimořádných událostí ať už jsou způsobeny činnostmi lidí nebo působením přírodních sil.

Současné pojetí krizového řízení zabezpečuje základní funkce státu za běžné činnosti a při mimořádné situaci či krizových stavech. Systém krizového řízení vychází ze skutečnosti, že ochrana chráněných hodnot a zájmů je základní povinností státu založená na principu zákonné povinnosti jednotlivých subjektů.

Krizové řízení je souhrn činností věcně příslušných orgánům zaměřených na analýzu a vyhodnocování bezpečnostních rizik, plánování, organizování, realizaci a kontrolu činností prováděných v souvislosti s řešením krizové situace.

Mezi hlavní důvody vzniku a využití krizového řízení patří potřeba udržet řízený systém v chodu i za minimální funkčnosti řízeného subjektu a aby následně došlo k opětovnému návratu systému do normálního stavu. Potřeba poskytnutí způsobů řešení krizové situace je dalším důvodem vzniku systému a tento se pomocí specifických metod a nástrojů aktivně podílí na snaze zachránit ohrožený systém před jeho zánikem. Krizové řízení systémově

aplikuje bezpečnostní politiku na daném teritoriu a je schopno optimalizovat opatření k vyvedení systému z krize. Mezi hlavní cíle patří:

- Zachování základních funkcí státu
- Ochrana obyvatelstva
- Uchování schopnosti produkčních sfér společnosti
- Splnění mezinárodních závazků
- Trvale udržitelný rozvoj
- Zachování kontinuity života
- Monitoring zdrojů rizik

Krizové řízení plní svou funkci v přípravě a při vlastním řešení mimořádných událostí, které mohou být například živelné pohromy, provozní havárie, sociální a ekonomické krize a podobně. Stará se především o specifikaci cílů, časovou posloupnost jednotlivých činností. Zabývá se prevencí a řeší postupy zmírňování a odstraňování následků. Specifikuje systém řídicích a výkonných činností a uvádí jej do praxe a vytváří územně správní a resortní linie. Je to specifický manažerský obor. Využívá se především činností v oblasti plánování, organizaci, výběru a rozmístění lidí, kontroly, analýzy a syntézy, komunikace a rozhodování.

Orgány krizového řízení jsou vláda ČR, ministerstva a ostatní správní úřady, Česká národní banka, orgány krajů, obcí a určené orgány s územní působností, které ve prospěch svého zřizovatele zabezpečují analýzu a vyhodnocení možných ohrožení jeho bezpečnosti, plánování organizování, realizaci a kontrolu činností prováděných souvislosti s přípravnými opatřeními a řešením krizových situací.

4.2 Využití prognostických modelů v KŘ

Prognostické modely využívané při řešení krizových situací v krizovém řízení, které jsem specifikoval o kapitole výše se využívají ve 4 různých kategoriích. Patří sem plánování, prevence, pomoc při mimořádných událostech, zhodnocení dopadů po mimořádné události a výcvik. Každá z těchto kategorií je pro správný chod systému velmi důležitá.

4.2.1 Plánování a prevence

Softwarové nástroje na prognostické modely jsou velmi prospěšné v prevenci účinků a následků, které mohou nastat při vzniku jakékoliv mimořádné události. Hojně se využívají při zjišťování rizik, které mohou nastat při různých druzích manipulování s nebezpečnými látkami, ale i jinými prostředky a mohou jakýmkoliv způsobem zavinit vznik mimořádné události.

4.2.1.1 *Převoz nebezpečných látek*

V dnešní době se vyrábí velké množství nebezpečných látek, které jsou jedovaté, hořlavé nebo obojí. Takové látky je mnohdy nutno přepravit do jiné lokality, kde se dále spracovávají. Pro tenhle účel je možno využití prognostické modely. Podle množství a typu nebezpečné látky můžeme zjistit do jaké míry je přeprava nebezpečná. Jakou oblast nám látka zasáhne okolí. Díky těmhle informacím můžeme určit nejbezpečnější trasu a tím minimalizovat škody, které by mohli nastat při jakémkoli poškození vozidla. Pro vytváření modelů se nejvíce využívá program od společnosti T-Soft a.s. s názvem Terex.

4.2.1.2 *Stavba nového objektu*

Při stavbě nových objektů se prognostické modely využívají při analýze možných rizik. Je to z důvodu minimalizování škodlivých účinků při vzniku mimořádných událostí na životě a zdraví osob, životního prostředí a majetku. Po zjištění rizikových míst může začít sama simulace události, která může nastat. To nám ukáže jak velké následky to bude mít na okolní prostory a jaké sekundární reakce mohou nastat. Po těchto zjištěních se musí podstoupit kroky k zamezení nebo alespoň k zmírnění následků.

4.2.1.3 *Prevence následků povodní*

Povodně mají obrovské následky jak na zdraví a životy lidí, tak i přírody a majetek. Proto je nutné zamezit jejich vzniku a nebo alespoň snížit následky. Při využití softwarového nástroje simulujeme pohyb neustále stoupající vodní hladiny. Pomocí tohoto úkonu se nám ukáží kritická místa na vodním toku a určí, kde by se měly vybudovat stavbu protipovodňové ochrany.

Dále je zde velké riziko protrhnutí vodní hráze, které má za následek záplavovou vlnu. S pomocí softwarového nástroje od společnosti T-Soft a.s. Vlna je možno simulovat postup

záplavové vlny. Tím získáme dostatek informací, které jsou zapotřebí pro zajištění dalších opatření.

4.2.2 Pomoc při mimořádných událostech

Vypuknutí mimořádné události se v mnoha případech nedrží přesně stanovených plánů, které byly již vypracovány jako součást preventivních opatření. Z toho důvodu je velmi prospěšné v průběhu mimořádných události využití softwarových nástrojů. Po úpravě parametrů získáme přesnější výsledky a můžeme lépe koordinovat všechny složky podílející se na záchranných a likvidačních pracích. Využívá se to ve většině událostí ukážeme si postupy u některých z nich.

4.2.2.1 Povodně

Rozhodující pro velikost zasažené plochy a průběh povodně je, kolik procent povodí vodního toku zasáhnou vodní srážky a další příčiny. Kvůli tomu nikdy nemůžeme předvídat situaci, která může nastat. Díky preventivním simulacím jsou složky IZS připraveny zasáhnout na nejvíce ohrožených místech, ale může nastat neočekávaná událost, která nám může zapříčinit změnu. Může to být například utržení břehu a následné zablokování vodního koryta, protržení hráze, ale také lidská chyba a mnoho dalších. Pokud něco takového nastane jednoduše nastavíme správné parametry do softwarového nástroje, který nám ukáže, jak se situace bude dále vyvíjet.

4.2.2.2 Havárie

Havárie je nejčastější situací, při níž jsou k predikci následků softwarové nástroje využívány. Můžou to být například havárie v objektech, při převozu nebezpečných látek a další. Bývají dosti nevyočitatelné a to z důvodu množství rizik, která hrozí. Již předem preventivně připravené modely se mohou dosti lišit od skutečné situace. Proto musíme při novém vypracování prognostických modelů dbát na každý detail.

4.2.3 Zhodnocení dopadů po mimořádné události

Po správném zásahu při mimořádné události je nutno vyhodnotit škody a další postupy, které budou následovat v dalších etapách likvidace škod. K objasnění, kde je nutno nejdříve zasáhnout využijeme prognostické modely, které vyhotovíme za pomoci softwarových nástrojů. Díky nimž zjistíme, kde došlo k největším škodám. Dalším postupem je postupné vypracování plánu na postupné znovu obnovení potřebných

opatření. Jsou to například likvidační práce, budování nových břehů, hrází a dalších při povodních. Nové za bezpečení objektů při havárii a podobně.

4.2.4 Výcvik

Mnoho situací nemůže být procvičeno jako živá zkušenost kvůli záležitostem, jako je zabezpečení, bezpečnost a životní prostředí a dalších komplikujících faktorů a organizačních situací jako je dostupnost zdrojů, personální rozpočet a čas. Pokud se rozhodneme použít prognostické modely, v tom případě můžeme nabídnout velmi realistické a náročné simulace, které se velmi přibližují skutečným situacím. Pokročilý záchranný výcvik podporuje řízení na úrovni samostatných i multi-agenturních cvičení, jakou jsou například povodně, havárie při převozu nebezpečných látek, čistírny s chemickými látkami, exploze a další. Výcvikový a výukový systém může poskytnout účastníkům cvičení informace buď přímo nebo po síti.

U nás se nejvíce vývojem a testováním simulačních SW zabývají firmy VR Group a. s. a společnost T-SOFT spol. s.r.o., které spolupracují s Armádou ČR. Vyvíjí mnoho SW aplikací, které se aplikují při mnoha mimořádných událostech. Je to například Terex.

V dnešní době se rozšiřují střediska, která jsou přímo zaměřena na využití simulačních nástrojů pro podporu výuky a výcviku. Jsou to například středisko simulačních a trenažerových technologií ve Vyškově, učebna pro výuku krizového managementu v jihočeské univerzitě v Českých Budějovicích a nebo učebna pro výuku krizového managementu v Uherském Hradišti, realizovaná univerzitou Tomáše Bati ve Zlíně.

II. PRAKTICKÁ ČÁST

5 NÁVRH SW NÁSTROJE VYUŽITELNÉHO PRO PODPORU KŘ

Jako praktickou část mé diplomové práce jsem se rozhodl vytvořit návrh softwarového zařízení pro podporu a simulaci krizového řízení. Jako cíl svého návrhu jsem se zaměřil na obec Louka, která se nachází v Jihomoravském kraji. Obcí Louka protéká řeka Velička, která při velkým přívalových deštích stoupá a dochází k jejímu vylití z koryta dále je tu silnice první třídy, kde by mohlo dojít k úniku nebezpečných látek a taktéž úmyslnému nastražení nálože.

Můj návrh se zabírá simulací mimořádných událostí a to povodněmi a výbušninami. Má za úkol po zadání určitých parametrů přesně ukázat, jakou oblast zasáhnou a jaké účinky v jak velké oblasti budou mít. Mohl by se taktéž využít v kombinaci s geografickým informačním systémem, který by po vybrání pozice ukázal přímý dopad na okolí.

5.1 Výbušniny

Výbušina je chemická látka nebo směs, která je schopna mimořádně rychlé exotermické reakce spojené s vývinem plynů o velkém objemu výbuchu. Ke spuštění reakce dochází mechanickým, termickým nebo elektrickým podnětem. Součástí výbušniny je zpravidla oxidační činidlo neboli okysličovadlo, které dodá chemické reakci potřebný kyslík k hoření.

5.1.1 Funkce

První součást mého navrhovaného softwarového nástroje má za úkol ukázat do jaké vzdálenosti budou působit účinky výbuchu a s jakými následky.

Nejdříve si musíme zadat dva parametry, z kterých se nám budou počítat výsledky. Je to hmotnost nálože a typ výbušniny. Po zvolení nám software dosadí stanovené hodnoty pro daný typ výbušniny. Hlavním ukazatelem následků je přetlak v tlakové vlně. Díky němu můžeme zjistit do jaké vzdálenosti nám výbuch zničí budovy, ohrozí lidi v budovách a kam až můžou dosáhnout střepiny. Generátor čísel nám bude postupně doplňovat vzestupně čísla pokud přetlak v tlakové vlně dosáhne hodnoty 20 kPa tak daleko budou zničeny budovy a pevné předměty. Po dosažení 10 kPa je maximální vzdálenost výbuchu, která může ohrozit lidi v budovách, které nejsou přímo uzavřené a vzdálenost při které dosáhne přetlaková vlna 4 kPa označuje, že zde bude maximální dolet střepiny. Na konec

nám zjistí z ukazatele ohrožení střepů jaká přibližná vzdálenost je nejlepší pro evakuaci. Dále zde ještě vypočítám, jak rychle se vlna šíří a jaká je tříštivost dané trhaviny.

5.1.2 Návrh zařízení

Pro určení vzdálenosti dopadu výbuchu:

- V_b – Vzdálenost poškození budov
- V_l – Vzdálenost ohrožení lidí v nechráněných prostorách
- V_s – Vzdálenost dosahu střepin

Pro určení tlakové vlny po výbuchu a její dosažení na nejbližší objekt využíváme daných konstant. Jsou to například:

- Výbuchové teplo – (Q_v [kJ/kg]) – Pro každý typ výbušniny je jiná
- Přetlak v tlakové vlně podle Hendrycha ($p_+ = 0.015$ [MPa])
- Koeficient geometrie šíření ($K_g = 2$)
- Koeficient těsnění nálože ($K_e = 1$)
- Pro určení tříštivosti výbuchu je zapotřebí jiných konstant
- Hustota výbušnin (h) [g/cm³]
- Detonační rychlost (D) [m/s]
- Výbuchová energie (E) [kJ/kg]

Pro určení způsobu šíření se musí zadat parametry, které nám určí jaká oblast bude postižena a jaké účinky trhavina na ni zanechá. Tyhle parametry jsou:

- Hmotnost nálože (C_n) [kg]
- Místo výbuchu nálože (R) – to z důvodu určení překážek a šíření tlakové vlny
- Typ výbušniny

Vzorce:

- Hmotnost ekvivalentní nálože – $C_w = C_n * k_p * K_e * K_g$
- Odstupován vzdálenost od epicentra – $R_o = R / (\sqrt[3]{C_w})$
- Přetlak v tlakové vlně – $p_+ = (0,1 / R_o) + (0,43 / R_o^2) + (1,4 / R_o^3)$
- Tlakový trilový ekvivalent - $k_p = 0,3 * (Q_v - 0,2)$
- Rychlost čela tlakové vlny – $N = 340 * \sqrt{1 + 8,3 * p_+}$ [m/s]
- Bezpečná vzdálenost - $V_b = 9,5 * V_s$
- Doba nárazu od odpálení – $t = N / R$ [s]
- Tříštivost $B = D * h * E$ [kcal/kg]

Druh	Q_v [kJ/kg]	D [m/s]	h [g/cm ³]	E [kcal/kg]
Trinitrotoluen	4 200	7 400	1,663	1 010
Semtex	4 980	8 800	1,884	1191
Hexogen	6 278	8 800	1,76	1 390
Pentrit	5 810	8350	1,77	1 390

Tab. 1 Typy trhavin

5.2 Povodně

Zástavba obce Louka se nachází z velké části na pravé straně toku řeky Veličky, zájmové území se nachází v říčním toku 18 – 20 km. Správcem toku je povodí Moravy je závod Veselí nad Moravou.

Průtoková hodnota činí $Q_{100} = 110 \text{ m}^3/\text{s}$. Průtočná kapacita koryta v měřených profilech je dostačující pro převedení Q_{100} , k snížení průtočnosti dochází v místech silničních mostů a přechodových lávek, kde je výška profilu po spodní hranu mostovky snížena na dvě třetiny. Dalším místem, kde dochází k snížení průtočnosti, je silniční most se středovým pilířem. Konstrukce mostovky zasahuje do průtočného profilu koryta, avšak vzhledem ke kapacitě koryta by nemusela ovlivňovat průtok velkých vod. Z těchto důvodů je nutno určit, které oblasti by mohly být při vydatných srážkách postiženy.

5.2.1 Funkce

Tato součást mého navrhovaného softwarového nástroje má za úkol predikovat stav vodního toku na povodí řeky Veličky a ukazovat zvyšující se hladinu vodního koryta.

Je nutno zadat potřebný údaj, který napomůže k výpočtu záplavových oblastí. Srážky za hodinu nám ukazují jak velké množství vody dopadne na vodní hladinu. Díky tomu můžeme sledovat postupné stoupání vodní hladiny k tomu je taktéž zapotřebí vědět jak vysoko je hladina právě v tu dobu. Dále je to šířka koryta na dně, sklon svahu koryta, podélný sklon koryta, drsnost koryta a výška koryta.

Díky tomu můžeme získat přibližný čas, kdy by mohlo nastat vylití řeky a následovně zjistit jaké oblasti budou nejvíce ohroženy a přizpůsobit k tomu další opatření, které by mohla zabránit škodám. Získáme také průtok, který nám vyjadřuje objem vody, která proteče daným profilem vodního toku za jednotku času. Takle hodnota je důležitá v případě, kdy již srážky ustaly a mi můžeme postupně pozorovat jak se koryto řeky bude navracet do původního stavu.

Vzorce:

- Průtočná plocha koryta – $S=h*(B+m*h)$ [m^2]
- Omočený obvod – $O=B+2*h*\sqrt{1+m^2}$ [m]
- Hydraulický poloměr – $R=S/O$ [m]
- Chezyho rychlostní součinitel – $C=R^{1/6}/n$ [$m^{0.5}/s$]
- Průtok – $Q=C*S*\sqrt{R*i}$ [m^3/s]

5.2.2 Zóna 1

Vstupní údaje:

- Šířka koryta na dně - $B=13.5$ m
- Sklon svahu koryta – $m=2$
- Podélný sklon koryta – $i=0.9\%$
- Drsnost koryta – $n=0.03$
- Výška koryta – $h=2$ m

h [m]	S [m²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [m³/s]
0.4	5.72	15.289	0.374	28.295	1.642	9.3917
0.8	12.08	17.078	0.707	31.464	2.51	30.3267
1.2	19.08	18.867	1.011	33.396	3.186	60.7905
1.6	26.72	20.655	1.294	34.795	3.754	100.3163
2	35	22.444	1.559	35.895	4.252	148.8366
2.5	46.25	24.68	1.874	37.012	4.807	222.3065
3	58.5	26.916	2.173	37.937	5.306	310.3952
3.5	71.75	29.152	2.461	38.732	5.765	413.6054
4	86	31.389	2.74	39.431	6.192	532.4964

Tab. 2 Zóna 1

5.2.3 Zóna 2

Vstupní údaje:

- Šířka koryta na dně - $B=12$
- Sklon svahu koryta – $m=1.5$
- Podélný sklon koryta – $i=0.5$
- Drsnost koryta – $n=0.03$
- Výška koryta – $h=4.4$ m

h [m]	S [m ²]	o [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [m ³ /s]
0.5	6.375	13.803	0.462	29.307	1.408	8.9782
1	13.5	15.606	0.865	32.538	2.14	28.8891
1.5	21.375	17.408	1.228	34.493	2.703	57.77
2	30	19.211	1.562	35.904	3.173	95.1768
2.5	39.375	21.014	1.874	37.011	3.582	141.0568
3	49.5	22.817	2.169	37.926	3.95	195.526
3.5	60.375	24.619	2.452	38.709	4.286	258.7857
4	72	26.422	2.725	39.395	4.598	331.0843
4.5	84.375	28.225	2.989	40.008	4.891	412.6967

Tab. 3 Zóna 2

5.2.4 Zóna 3

Vstupní údaje:

- Šířka koryta na dně - $B=7.5$
- Sklon svahu koryta – $m=4.5$
- Podélný sklon koryta – $i=0.5$
- Drsnost koryta – $n=0.03$
- Výška koryta – $h=2.5$ m

h [m]	S [m²]	O [m]	R [m]	c	v [m/s]	Q [m³/s]
0.2	1.68	9.344	0.18	25.042	0.751	1.2614
0.4	3.72	11.188	0.333	27.745	1.131	4.2083
0.6	6.12	13.032	0.47	29.388	1.424	8.7153
1	12	16.72	0.718	31.541	1.889	22.6734
1.4	19.32	20.407	0.947	33.031	2.273	43.9054
1.6	23.52	22.251	1.057	33.643	2.446	57.5249
2	33	25.939	1.272	34.698	2.767	91.3238
2.2	38.28	27.783	1.378	35.162	2.918	111.72
2.5	46.875	30.549	1.534	35.799	3.136	146.9837

Tab. 4 Zóna 3



Obr. 22 Zóny povodní

ZÁVĚR

Hlavním cílem diplomové práce bylo shromáždit potřebné informace a postupně vytvořit přehled, který by pochopil i člověk, který se touto problematikou nezaobírá.

Z práce vyplývá, že s pomocí prognostických modelů na podporu krizového řízení lze dosáhnout velkých úspěchů v oblastech plánování, prevence, zhodnocení dopadů a výcviku, které bezpochyby patří k nejdůležitějším aspektům u mimořádných událostech.

Nejdříve jsem se v mé práci zaměřil na přehlednou ukázkou analytických a simulačních modelů, které mají klíčový význam, pro modelování krizových situací.

Dále jsem se snažil o přehledný popis mimořádných událostí a její predikci, která je výchozím bodem činnosti při havarijním a krizovém plánování. V procesech řízení a rozhodování se však někdy musí přijmout řešení i s neúplnými a zkreslenými informacemi. V další fázi jsem naznačil, jakým způsobem by se mělo postupovat v prevenci a řešení mimořádných událostí.

Na konci teoretické části ukazuji jaké máme v současné době softwarové nástroje, které nám vyhodnocují krizové situace a vyhotovují prognostické modely. Většinou se od sebe dosti liší a nemůžou být univerzálně využity na každou krizovou situaci.

V praktické části jsem se zabíral návrhem softwarového nástroje, který by měl být využit při výskytu krizové situace. Zaměřil jsem se spíše na vědeckou metodu, která nám přímo vyhodnocuje výsledky situací a to explozi výbušnin. Zde můžou být i jiné výbušné látky a povodněmi, které neustále sužují ČR.

ZÁVĚR V ANGLIČTINĚ

The main objective of the thesis was to gather the essential information and create an overview that would be comprehensible even to someone who is not familiar with this issue.

By using prognostic models to support crisis management, it is possible to achieve success in the areas of planning, prevention, impact assessment and training, which without any doubt are among the most important aspects of handling emergencies.

The thesis first focuses on a clear demonstration of analytical and simulation models, which are crucial to the modeling of crises.

Next, there is a description of emergencies and also their prediction, which is the starting point for activities concerning emergency and crisis planning. In the management process and decision making, it is sometimes necessary to take measures based on incomplete and distorted information. Later, a procedure to follow in preventing and solving emergencies is suggested.

At the end of the theoretical part, presently available software tools that assess emergencies and create prognostic models are presented. They usually differ significantly and cannot be universally used in all emergencies.

The practical part deals with a design of a software tool that should be used in the event of an emergency. The focus is on a scientific method which directly evaluates the results of the situation, in this case it is a detonation of explosives. Further examples could be other explosive substances, and floods that frequently affect our country.

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] Adamec, V., Hanuška Z., Šenovský, M. Management záchranných prací. Ostrava : VŠB-TU, 2006
- [2] Kratochvílová, D. Ochrana obyvatelstva. Ostrava : VŠB-TU, 2005.
- [3] Buzalka, J., Vybrané otázky teorie krizového manažmentu a civilná ochrana. Bratislava, 2001.
- [4] Zítek, P., Matematické a simulační modely. Praha : ČVUT , 2004
- [5] Laucký, V. Technologie komerční bezpečnosti I. Zlín : UTB, 2004.
- [6] Laucký, V. Technologie komerční bezpečnosti II. Zlín : UTB, 2004.
- [7] Sýkora, J. Ovlivňování chování člověka v krizových situacích. Zlín : UTB, 2009
- [8] Gregušová, J. Riešenie základných modelov mimoriadných udalostí Integrovaného záchranného systému ČR a SR . Zlín, UTB, 2007
- [9] Kuneš, J.; Vavroch, O.; Franta, V. Základy modelování. Praha, 1989
- [10] Šimkovic, J.; Terek, M. Systémové modelování. Bratislava, 1987
- [11] Míka, F. Možnosti využití simulačních metod pro podporu výuky krizového managementu. Zlín, UTB, 2008
- [12] Balvínová. K. Procesní modelování v krizovém řízení. Brno, 2007
- [13] Wikipedie [online]. 2009 [cit. 2010-05-17]. Mimořádná událost. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Mimořádná_událost>.
- [14] HZS [online]. 2008 [cit. 2010-05-17]. Mimořádná událost, krizové situace. Dostupné z WWW: <<http://www.hzsmsk.cz/index.php?a=cat.70>>.
- [15] Humusoft [online]. 2007 [cit. 2010-05-17]. Využití simulačních modelů pro optimalizaci logistických řetězců. Dostupné z WWW: <<http://www.humusoft.com/archived/pub/witness/log2001/log2001.htm>>.
- [16] Wikipedie [online]. 2009 [cit. 2010-05-17]. Diskrétní simulace. Dostupné z WWW: <http://cs.wikipedia.org/wiki/Diskrétn%C3%AD_simulace>.
- [17] VSE [online]. 2007 [cit. 2010-05-17]. Simulace Monte Carlo v analýze rizika investičních projektů. Dostupné z WWW: <<http://www.vse.cz/aop/pdf/47.pdf>>.

- [18] Army [online]. [cit. 2010-05-17]. Modelování a simulace. Dostupné z WWW: <http://www.army.cz/avis/vojenske_rozhledy/2001_3/151.htm>.
- [19] Meso-vlasim [online]. [cit. 2010-05-17]. Základní dělení mimořádných událostí. Dostupné z WWW: <http://www.mesto-vlasim.eu/Krize/Zakladni_deleni_mim_udalosti.pdf>.
- [20] Viod [online]. 2007 [cit. 2010-05-17]. Ochrana člověka za mimořádných událostí. Dostupné z WWW: <<http://www.viod.cz/editor/assets/download/publikace/OMU.pdf>>.
- [21] Geotech [online]. [cit. 2010-05-17]. Zemětřesení. Dostupné z WWW: <<http://geotech.fce.vutbr.cz/studium/geologie/skripta/ZEMETR.htm>>.
- [22] Epa.gov [online]. 2007 [cit. 2010-05-18]. Aloha. Dostupné z WWW: <<http://www.epa.gov/OEM/docs/cameo/ALOHAManual.pdf>>.
- [23] Ireas [online]. 2004 [cit. 2010-05-18]. Vznik povodní. Dostupné z WWW: <http://www.ireas.cz/projekty/pop/download/kniha_08-lq_kapitola-1.pdf>.
- [24] Arcdata [online]. [cit. 2010-05-18]. GIS ISKŘ. Dostupné z WWW: <http://www.arcdata.cz/digitalAssets/90253_Uchytit.pdf>.
- [25] IEEP [online]. 2006 [cit. 2010-05-18]. Povodňové škody a nástroje k jejich snížení . Dostupné z WWW: <<http://www.ieep.cz/download/publikace/pub036.pdf>>.
- [26] ČVUT [online]. 2007 [cit. 2010-05-18]. Vodohospodářské inženýrství. Dostupné z WWW: <http://147.32.129.81/Predmety/VIN/ke_stazeni/vindu04.pdf>.
- [27] Wikipedie [online]. 2010 [cit. 2010-05-18]. Pentrit. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Pentrit>>.
- [28] Wikipedie [online]. 2010 [cit. 2010-05-18]. Trinitrotoluen. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/TNT>>.
- [29] Wikipedie [online]. 2010 [cit. 2010-05-18]. Hexogen. Dostupné z WWW: <<http://cs.wikipedia.org/wiki/Hexogen>>.

- [30] Wikipedie [online]. 2010 [cit. 2010-05-18]. Simulace. Dostupné z WWW:
<<http://cs.wikipedia.org/wiki/Simulace>>.

SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

KŘ Krizové řízení

ADM Advanced Disaster Management

IZS Integrovaný záchranný systém

ČR Česká republika

SEZNAM OBRÁZKŮ

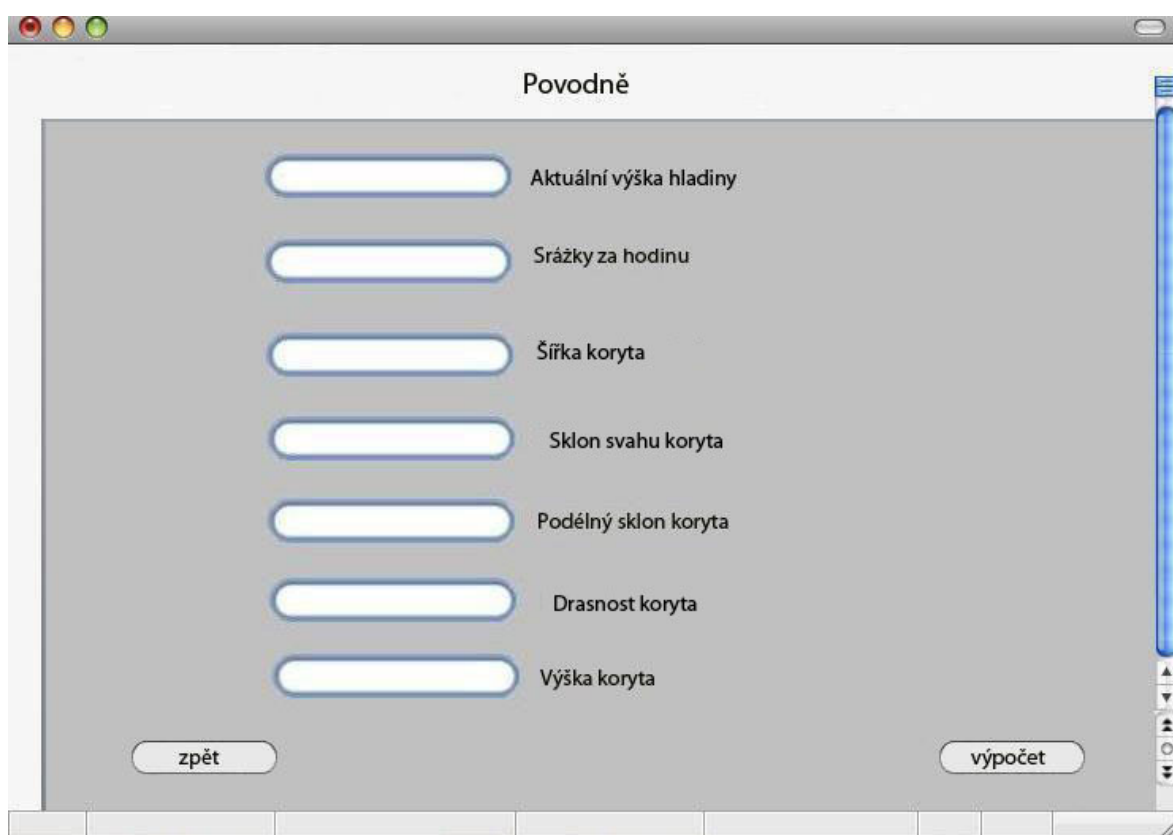
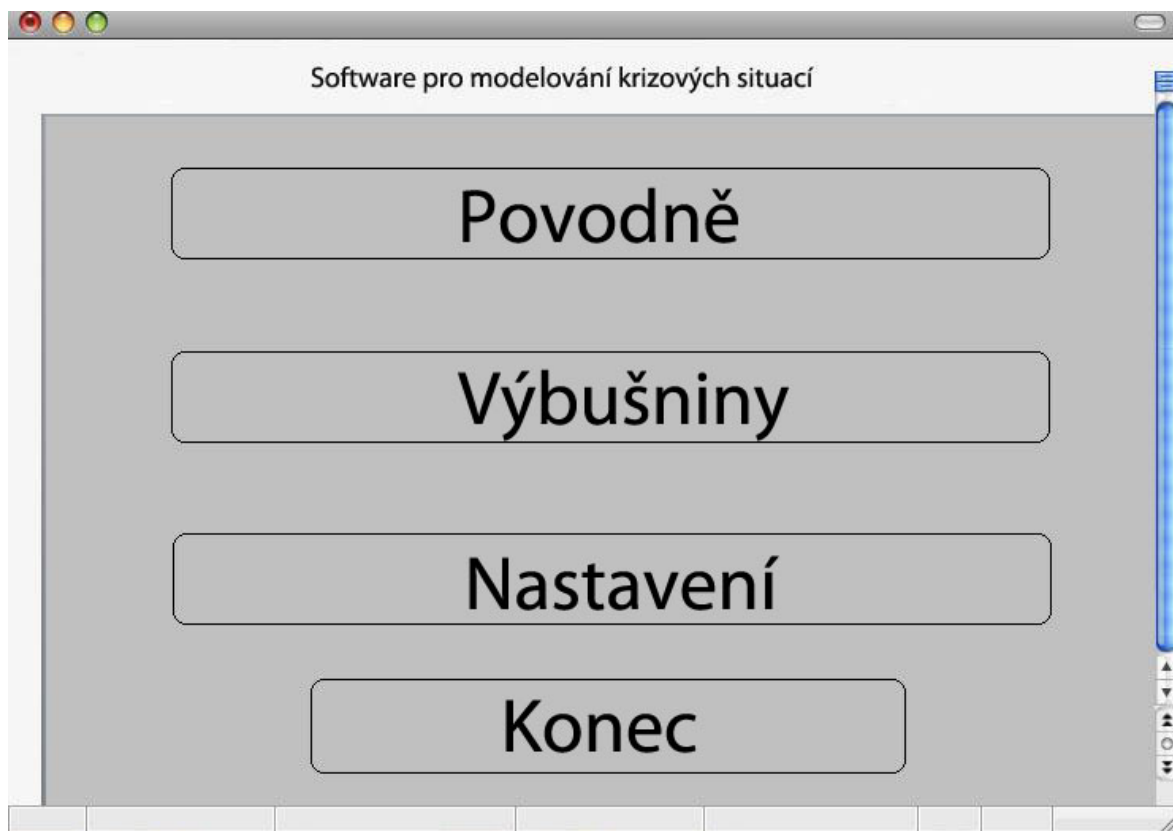
Obr. 1 Rozdělení modelů.....	13
Obr. 2 Rozdělení simulací.....	14
Obr. 3 Schéma spektra válečných simulací.....	15
Obr. 4 Virtuální výcvik.....	17
Obr. 5 Přehled mimořádných událostí.....	19
Obr. 6 Ukázka povodně.....	21
Obr. 7 Lesní požár.....	23
Obr. 8 Stupně zemětřesení.....	24
Obr. 9 Sesuv půdy.....	25
Obr. 10 Požár objektu.....	28
Obr. 11 Příklady výstražných symbolů pro nebezpečné látky.....	29
Obr. 12 Atomový výbuch.....	32
Obr. 13 Řízení rizik v průmyslu.....	34
Obr. 14 Úvodní menu Terex.....	42
Obr. 15 Vyhodnocení CIMS.....	46
Obr. 16 Ukázka Riskán.....	47
Obr. 17 Ukázka ADMS.....	48
Obr. 18 Ukázka ATHENA.....	50
Obr. 19 Ukázka ALOHA.....	51
Obr. 20 Ukázka CreateUp.....	53
Obr. 21 Ukázka Vlna.....	55
Obr. 22 Zóny povodní.....	68

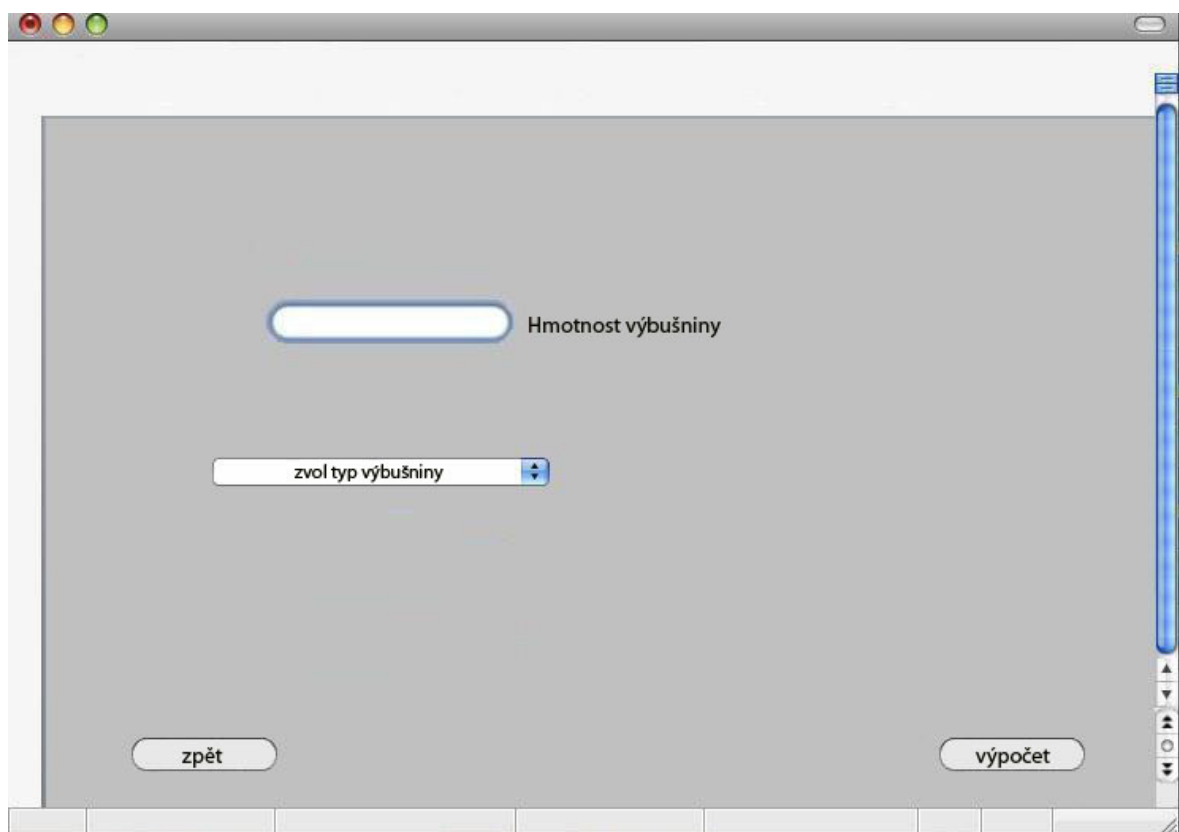
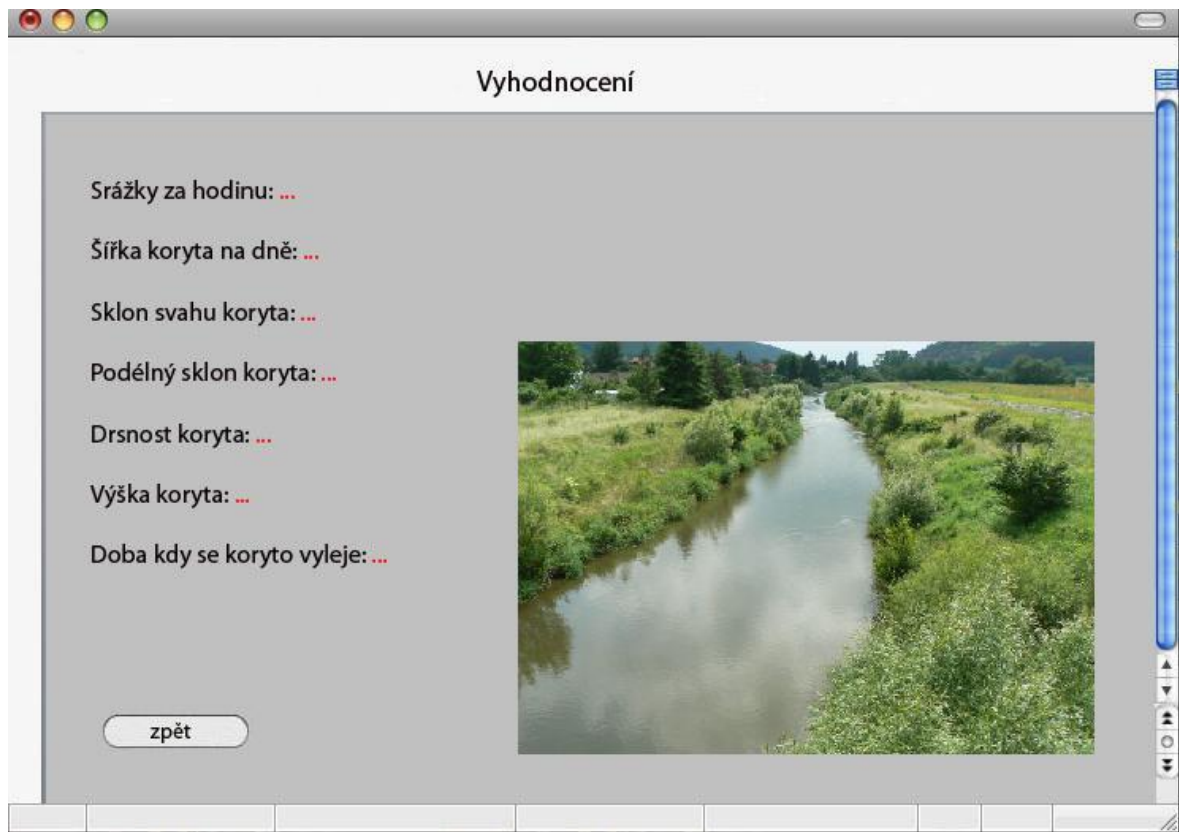
SEZNAM TABULEK

Tab. 1 Typy trhavin.....	63
Tab. 2 Zóna 1.....	65
Tab. 3 Zóna 2.....	66
Tab. 4 Zóna 3.....	67

SEZNAM PŘÍLOH

Grafický návrh softwarového nástroje





Vyhodnocení

Typ výbušniny: **Trinitrotoluen**

Hmotnost výbušniny: **3 Kg**

Poškození Budov: **15 m**

Ohr. obyvatel: **25 m**

Ohr. střepy: **51 m**

Bezpečná vzdálenost: **484 m**



zpět

