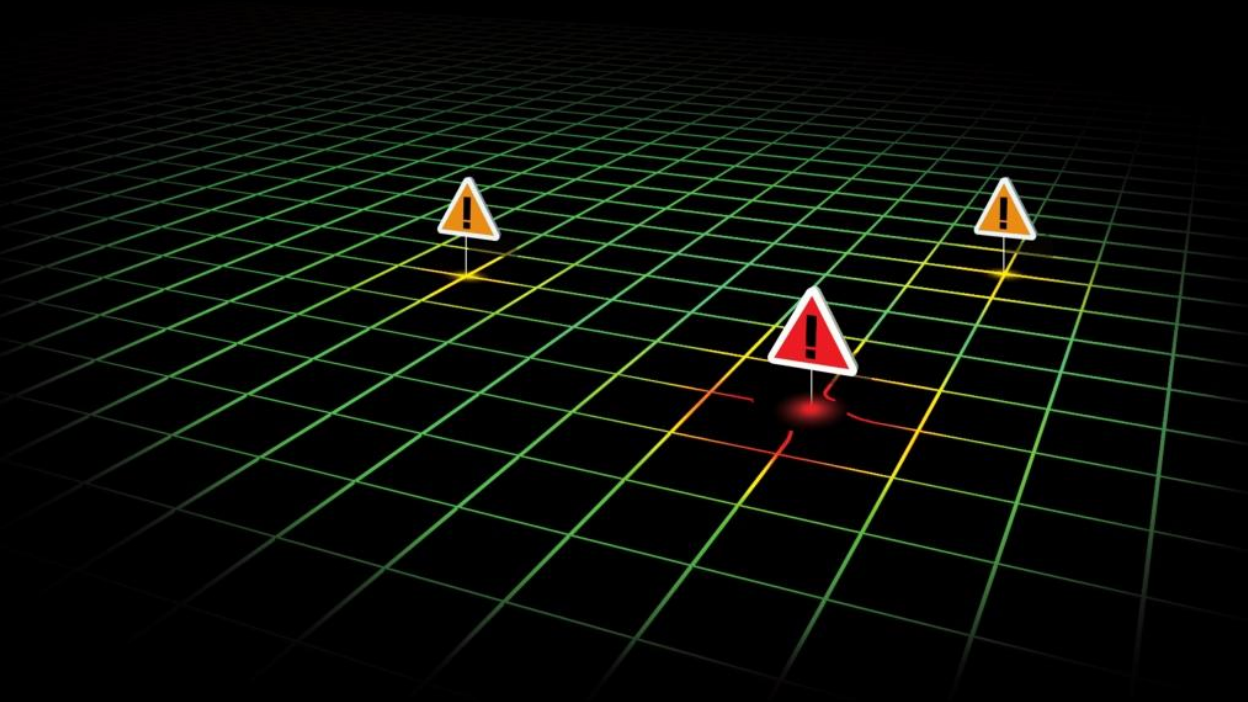


Simulace pro výcvik aktérů krizového řízení



Alena OULEHLOVÁ, Hana MALACHOVÁ, Rudolf URBAN,
Josef NAVRÁTIL, Jiří BARTA

UNIVERZITA OBRANY
Fakulta vojenského leadershipu

**Simulace pro výcvik aktérů
krizového řízení**

MONOGRAFIE

**Alena OULEHLOVÁ
Hana MALACHOVÁ
Rudolf URBAN
Jiří BARTA
Josef NAVRÁTIL**

BRNO 2017

Recenzenti:

- **doc. Ing. David Řehák, Ph.D.**
Vysoká škola báňská – Technická univerzita
Fakulta bezpečnostního inženýrství
Lumírova 13/630
700 30 OSTRAVA VÝŠKOVICE
- **prof. prof. Ing. Pavel Nečas, Ph.D., MBA**
Univerzita Mateja Bela
Fakulta politických vied a medzinárodných vzťahov
Kuzmányho 1
974 01 BANSKÁ BYSTRICA

Vydalo nakladatelství s vědeckou redakcí.

Vydavatel powerprint, Praha
Tisk a vazba powerprint s. r. o.
Vydání první (2017)

© Oulehlová, Malachová, Urban, Barta, Navrátil
ISBN 978-80-7568-066-2

ABSTRAKT

Monografie je věnována problematice simulačních prostředků a jejich využitelnosti pro výcvik a součinnost aktérů krizového řízení. Monografie zahrnuje vedle teoretického vymezení problematiky modelování a simulace, též možné zhodnocení softwarové podpory v podobě implementace vybraných krizových scénářů do simulátorů pro řešení krizových situací.

Cílem monografie je předložit vymezení využití simulačních prostředků ke zvýšení úrovně systému výcviku a součinnosti aktérů krizového řízení s demonstrováním uvedeného postupu na příkladu z oblasti kritické infrastruktury.

Monografie je členěna do pěti kapitol. Nejprve jsou diskutována teoretická východiska systému přípravy aktérů krizového řízení s předpokladem využití simulačních technologií, následně jsou vymezeny základní zásady pro realizaci cvičení s využitím simulátorů a systémy zabezpečení komunikace a součinnosti aktérů krizového řízení. Čtvrtá kapitola je věnovaná aplikačním výstupům projektu. Jedná se o stěžejní kapitolu monografie, která prezentuje simulační nástroj SIMEX a aplikaci CAX Manager, jako nově vyvinuté nástroje umožňující zvýšit kvalitu odborné přípravy a výcviku pracovníků zařazených do systému krizového řízení. Na základě dosažených výsledků je předložen návrh struktury modelového cvičení, postup tvorby krizových scénářů a jejich implementace do funkcionalit simulátoru SIMEX. Pátá kapitolu uzavírá monografie s doporučením pro organizaci cvičení.

Diskutovaný systém výcviku a přípravy aktérů krizového řízení s využitím krizových scénářů pro podporu krizového řízení, byl verifikován na Univerzitě obrany v Brně a při praktickém cvičení na úrovni Jihočeského kraje, kde byl kladen důraz zejména na verifikaci součinnostních vztahů a komunikace mezi aktéry krizového řízení. Praktické i teoretické výsledky prokázaly využitelnost dosažených výsledků.

Vzhledem k tomu, že monografie je výstupem řešení projektu TAČR (registrační číslo TA04021582), je jejím hlavním účelem seznámit odbornou i laickou veřejnost s výsledky, k nimž řešitelé projektu dospěli v letech 2014-2017.

Klíčová slova: bezpečnost, krizové situace, krizový štáb, rizika, krizové plánování, krizové scénáře, modelování a simulace, simulace krizových situací, simulátor krizových situací, výcvik.

SUMMARY

The monograph deals with the issue of simulation tools and their using for the training and co-operation of crisis management actors. Besides the theoretical definition of modelling and simulation, the monograph includes evaluation of software support in the form of implementation of selected crisis scenarios into simulators for solving of crisis situations.

The aim of the monograph is to present a possible use of simulation tools in order to increase the level of the training system and the co-operation of the crisis management actors along with the demonstration of procedure on the example of critical infrastructure. The monograph is divided into four chapters.

Firstly, the theoretical theses are discussed in the system of preparation of actors of crisis management with the prerequisite of using simulation technologies. Basic principles for realization of exercises using simulators, communication security systems and cooperation of actors of crisis management are defined. The last chapter describes project application outputs. This is the core chapter of the monograph, which presents SIMEX simulation tool and CAX Manager, as newly developed tools improving quality of training of personnel involved in the crisis management system and training procedures itself. There is presented the proposal of the structure of the model exercise, the process of creating crisis scenarios and their implementation into the SIMEX simulator.

OBSAH

ABSTRAKT	3	
OBSAH	5	
ÚVOD	7	
1	SOUČASNÝ STAV A VÝCHODISKA ŘEŠENÍ	11
1.1	Základní pojmy v oblasti počítačového modelování a simulací	12
1.2	Modelování a simulace v oblasti krizového řízení	23
1.3	Základní typy simulátorů	51
1.4	Podpůrný nástroj počítačové simulace	61
1.5	Implementace poznatků do první výstupní fáze projektu	68
2	ZÁKLADNÍ ZÁSADY PRO REALIZACI CVIČENÍ S VYUŽITÍM SIMULÁTORU	71
2.1	Organizace cvičení s využitím simulátoru	71
2.2	Struktura výcvikového pracoviště s využitím simulátoru SIMEX	78
3	SYSTÉMY ZABEZPEČENÍ KOMUNIKACE A SOUČINNOST AKTÉRŮ KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ	85
3.1	Technické a technologické vybavení pracovišť krizových štábů	85
3.2	Role pracovišť operačních a informačních středisek při cvičení	88
3.3	Zabezpečení komunikace orgánů krizového řízení v komunikační síti	90
4	VYUŽITÍ VYTVOŘENÉHO SIMULÁTORU SIMEX A APLIKACE CAX MANAGER PRO POTŘEBY CVIČENÍ ORGÁNŮ KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ	111
4.1	Vymezení krizového pracoviště pro výcvik s využitím simulátoru SIMEX	111
4.2	Příprava pracoviště a scénáře cvičení	115
4.3	Implementace scénáře cvičení	120
4.4	Vyhodnocení cvičení SIMEX 2016 s využitím simulátoru	133
5	DOPORUČENÍ PRO ORGANIZACI CVIČENÍ	137
ZÁVĚR		139
SEZNAM TABULEK		140
SEZNAM OBRÁZKŮ		141
SEZNAM ZKRATEK		143
LITERATURA		145

ÚVOD

Vycvičenost, odborná příprava a schopnost efektivní komunikace všech aktérů, vstupujících do řešení krizových situací, je jednou ze zásadních podmínek jejich úspěšného zvládnutí. Dosažení tohoto výsledku je realizovatelné s využitím různých metod a postupů. Složitost a často nepředvídatelnost průběhu krizových situací si vyžaduje hledání flexibilních a ekonomicky akceptovatelných forem přípravy a výcviku pro jednotlivce i pro krizové štáby.

Modelování a simulace mají efektivní významnou úlohu v rozvoji lidského poznání. Je možné je zařadit mezi efektivní výcvikové formy přípravy personálu. Patří k základním způsobům umožňujícím identifikaci se složitými systémy a procesy, a to jak v oblasti vědy a výzkumu, tak při osvojování základních znalostí a dovedností při edukaci a přípravě personálu ke zvládnutí požadovaných postupů. Modely a simulátory jsou účinnými nástroji pro racionálně-empirický způsob poznávání. Mohou efektivně zastoupit zkoumané, zvládané nebo ovládané objekty a nabídnout možnost komplexního poznávání probíhajících procesů, jakož i přiměřenou míru experimentu pro přiblížení se k požadované realitě. Mohutný rozvoj výpočetní techniky v posledních desetiletích způsobil, že se těžiště této činnosti přesunulo do prostředí počítačového modelování a simulace.

Modelování a simulace ve výcviku lidí používají snad ve všech oborech. V některých dokonce existují celé skupiny činností, pro něž je z etických, právních či jiných důvodů modelování a simulace jediný možný způsob experimentování. V dalších jsou modelování a simulace často používány jako náhrada za přímé experimentování, při němž se experimentuje se zkoumaným objektem. Přináší to řadu výhod, které umožňují efektivněji zvládat náročné časové operace, jsou ekonomicky dostupnější, umožňují minimalizovat reálná rizika, snižují dopady do životního prostředí, nebo zkvalitňují, či zjednodušují pochopení neprobádané činnosti. Zjednodušení je často základní podmínkou realizovatelnosti a využitelnosti simulace dějů či potřebných stavů. Modely se tak stávají účelovou náhradou svého originálu. Modelováním a simulací rozumíme vytváření různých scénářů, umožňujících jistou míru experimentu, při němž je zvládaný nebo zkoumaný objekt zastoupen svým modelem a umožňuje cvičícím v maximální možné míře se ztotožnit s realitou.

Tato deskripce v plném rozsahu odráží i potřeby plynoucí z požadavků optimálního zvládnutí krizových situací.

Krizovou situaci dle zákona o krizovém řízení (1) je mimořádná událost, narušení kritické infrastruktury nebo jiné nebezpečí, při nichž je

vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu. Z uvedeného plyne, že ochrana kritické infrastruktury se stala dominantním bezpečnostním zájmem mnoha zemí. Je stále obtížnějším a otevřeným problémem. Zahrnuje multidimenzionální, vysoce složité soubory technologií, procesů a lidí, a jako taková je náchylná k potenciálně katastrofickým poruchám. Kromě toho vzájemné závislosti propojené infrastruktury mohou vést ke kaskádovému a stupňujícímu se selhání v rámci více infrastruktur. Za jednu z klíčových součástí kritické infrastruktury je považována energetická kritická infrastruktura (2), (3), (4), (5).

Základem řešení krizových situací, včetně ochrany kritické infrastruktury, je krizové plánování. Je to nástroj krizového řízení představující souhrn plánovacích činností, procedur a vazeb uskutečňovaných orgány krizového řízení a jimi určenými státními nebo veřejnými institucemi, právníky nebo podnikajícími fyzickými osobami k realizaci cílů a úkolů při zajišťování bezpečnosti státu a jeho obyvatelstva za krizových situací. Jde o proces, který se soustřeďuje na zpracování, aktualizace a ověřování krizových plánů a dokumentů s nimi souvisejícími. Z výše uvedeného je patrná nejenom obsahová složitost samotného systému, vzájemných závislostí mezi aktéry vstupujícími do systému, ale nutná teoreticko-odborná připravenost a vycvičenost krizových týmů.

Cíl monografie

Cíl monografie byl koncipován v souladu s výše uvedenými požadavky. Cílem práce je zkoumání a hledání inovativních přístupů a postupů, umožňujících zvýšení míry vycvičenosti a zvládání nezbytné komunikace mezi aktéry krizového řízení.

Důraz je kladen na vypracování uceleného souboru poznatků umožňujících vymezení využití simulačních prostředků ke zvýšení úrovně výcviku a součinnosti aktérů krizového řízení, s demonstrováním tohoto postupu na příkladu v oblasti kritické infrastruktury. Verifikovat vyvinuté simulační postupy a nástroje (simulátor SIMEX), které poslouží při společném výcviku k součinnosti pracovníků krizových štábů, bezpečnostních rad a styčných bezpečnostních zaměstnanců se složkami integrovaného záchranného systému při řešení mimořádných událostí.

Metody práce

K dosažení deklarovaného cíle práce byly využity metody vědecké práce. V první a druhé kapitole bylo využito zejména metod analýzy, syntézy, dedukce, indukce, analogie, komparace. Tyto metody posloužily ke sběru a analýze vstupních informací. Ve třetí kapitole bylo kromě již uvedených metod realizováno hodnocení rizik. Pro identifikaci nebezpečí se aplikovaly metody HAZOP a brainstorming. Experiment jako vědecká metoda byla využita ve čtvrté kapitole k praktickému ověření splnění požadavků na fungování simulačního systému v rámci s výcvikového pracoviště. V průběhu aplikace experimentu bylo použito modelování k tvorbě prvků, které byly předmětem simulace a výcviku na základě analýzy požadavků. Následně byla zpracována SWOT analýza pro zhodnocení přínosů realizovaného cvičení SIMEX 2016.

1 SOUČASNÝ STAV A VÝCHODISKA ŘEŠENÍ

Důsledky stále četnějších mimořádných událostí dokazují rostoucí závislost moderní společnosti na infrastruktuře. Potenciální hrozby a jejich negativní dopady na chod i bezpečnost státu, obyvatelstvo, životní prostředí i majetek jsou průběžně analyzovány. V rámci tohoto procesu byly identifikovány prvky v různých sektorech kritické infrastruktury, jejichž eventuální narušení má závažný negativní vliv na fungování zařízení a systémů podstatných z hlediska ekonomického i sociálního kontextu fungování celého státu. Na základě prováděných analýz je vyvíjeno úsilí k implementaci preventivně nápravných opatření, jejichž cílem je snížit zranitelnost těchto prvků a zvýšit bezpečnost systému.

Vzhledem k závažnosti a rozsahu dopadů u prvků kritické infrastruktury je při řešení krizové situace nutná účinná spolupráce mezi jejími subjekty, orgány veřejné správy, složkami integrovaného záchranného systému a dalšími organizacemi. Zejména orgány veřejné správy a subjekty kritické infrastruktury mají být připraveny na společné koordinované řešení krizových situací prostřednictvím organizačních, metodických a materiálně technických opatření.

Subjekty kritické infrastruktury odpovídají za ochranu vlastněného/provozovaného prvku kritické infrastruktury. Subjekt kritické infrastruktury má určeného styčného bezpečnostního zaměstnance, který je součástí krizového štábu aktivovaného v případě ohrožení funkce prvku kritické infrastruktury, a tento zaměstnanec rovněž poskytuje součinnost při plnění úkolů podle zákona o krizovém řízení. Prvek kritické infrastruktury má pro případy ohrožení jeho funkcí stanovena opatření, která mají zaručit jeho ochranu, příp. znovuvvedení do provozu. Možná opatření jsou součástí plánu krizové připravenosti, který se skládá ze tří částí: základní, operativní a pomocné části (1).

Činnost a úkoly krizového štábu subjektu energetické kritické infrastruktury jsou součástí operativní části plánu krizové připravenosti subjektu kritické infrastruktury, který obsahuje přehled opatření a způsob zajištění, včetně jeho provedení, akceschopnost subjektu kritické infrastruktury a postupy řešení krizových situací, které jsou identifikovány v analýze ohrožení. Dále je pro činnost štábu k dispozici přehled spojení na orgány krizového řízení a subjekty, s nimiž jsou uzavřeny smlouvy k provedení opatření. Plán krizové připravenosti subjektu kritické infrastruktury je aktualizován, jakmile dojde ke změně, která má dopad na možné ohrožení prvku. Pokud nedojde ke změně, plány krizové připravenosti jsou aktualizovány ve čtyřletých cyklech.

Nedílnou součástí krizové připravenosti je vzdělávání dotčeného personálu, a to kontinuálně a diferenciovaně v závislosti na vykonávaných funkcích. Samotné získání poznatků je však žádoucí verifikovat komplexním a nejúčinnějším způsobem, kterým v případě krizového řízení je forma teoretického a praktického cvičení.

V České republice zákon o integrovaném záchranném systému (6) pojednává o využívání prověřovacích cvičení. Toto ustanovení se však vztahuje na složky integrovaného záchranného systému. Rovněž povinností orgánů krizového řízení ve veřejné správě je vzdělávat i cvičit personál. Subjekty kritické infrastruktury nemají povinnost prověřovat své plány krizové připravenosti prostřednictvím cvičení. Některé subjekty kritické infrastruktury realizují vnitropodniková či součinnostní jednostupňová i víceúrovňová cvičení, které se však více zaměřují na spolehlivost vlastního provozu, než na řešení krizových situací.

Při realizaci výše uváděných požadavků, prověřujících krizovou připravenost, se nejčastěji jedná o teoretické štábní cvičení a jenom občas se volí forma „živé simulace“, což je organizačně, logisticky, technologicky, environmentálně i finančně náročná záležitost (7).

Simulační systémy jsou v současnosti v krizovém řízení využívány jako prostředky pro analýzu rizik a šíření dopadu mimořádné události, jako prostředky pro podporu plánování a rozhodování, ale ne pro zvyšování odborné připravenosti a výcviku krizových štábů.

1.1 Základní pojmy v oblasti počítačového modelování a simulací

V monografii jsou použity odborné pojmy, které mohou vést v řadě případů ke sporům odborníků o jejich přesný obsah a smysl. Z toho důvodu je dále vymezeno obsahové chápání základních pojmů. U některých pojmů je uveden také anglický ekvivalent, protože nejsou běžně používány v odborné praxi a je nutno sladit chápání významu pojmů v cizojazyčné i české odborné literatuře. Jedná se o následující pojmy.

Model je myšlenkový nebo materiálně realizovaný objekt odrážející nebo zahrnující jeho podstatné vlastnosti a funkce. Je konstruován tak, aby byl způsobilý nahradit objekt zkoumání v oblastech, které se mají pozorovat, sledovat anebo zkoumat (8).

Model je objekt, který svým způsobem vypovídá o jiném, jím zobrazovaném objektu. Model je účelovou náhradou svého originálu. Může být vytvořen z téhož materiálu či existovat ve stejném prostředí jako jeho

originál nebo může být vytvořen z jiného materiálu či existovat v jiném prostředí než originál. V obou případech je originál, jeho struktura, prvky a vlastnosti modelem znázorňovány zjednodušeně. Jestliže nelze připustit změnu prostředí a hlavně zjednodušení, pak lze experimentovat jedině s originálem. Při tvorbě modelu lze pominout pouze to, co je nepodstatné z hlediska jeho účelu, takže zjednodušení originálu má vždy hranice, které vyplývají z účelu modelu. Zjednodušení, pominutí nepodstatného a změna prostředí jsou nezbytnými podmínkami realizovatelnosti modelu, ale i zdrojem nebezpečí, že výsledky experimentů provedených na modelu nemusí být stejně věrohodné, jako výsledky experimentů provedených na originálu (9).

Modelování rozumíme nacházení, vytváření a využívání modelů. Podle toho jakých prostředků, materiálu apod. je k vytvoření modelu využito, se jedná o historické, biologické, fyzikální, matematické aj. modely a o příslušné druhy modelování. V případě použití výrazových prostředků výpočetní techniky k vytvoření modelu se jedná o počítačové modelování.

Počítačový model představuje v počítači vytvořenou analogii struktury a vlastností originálu, která se za specifikovaných podmínek (nejčastěji zjednodušená) chová jako originál v reálném světě. Nezbytnou podmínkou realizovatelnosti modelu je, že zobrazuje originál zjednodušeně (tj. neúplně). Míra zjednodušení je závislá zejména na určení, pro koho je určena a na které otázky má odpovědět.

Entita je chápána jako samostatně existující objekt syntetického prostředí, který má své parametry, vlastnosti a chování. Je tedy modelem reálného objektu.

Simulace (modelování dynamické činnosti prvků či systémů) je metoda poznávání a vyhodnocování reálně probíhajících procesů a stavů vznikajících a probíhajících ve zvoleném prostoru nebo čase.

Simulace je podobou modelování, kde základní nezávislou proměnnou je čas. Simulace je schopna zobrazovat děje a procesy a oproti ostatním, nesimulačním modelům, které zobrazují pouze stav svých originálů, zobrazovat i jejich chování. Simulace vychází z axiomu, že simulační model má podobné chování jako originál tehdy, když je jeho struktura podobná struktuře originálu a jeho části mají vlastnosti podobné vlastnostem příslušných částí originálu. Obsah pojmu v monografii je chápán jako počítačová simulace dějů a jevů odehrávajících se v syntetickém a virtuálním prostředí.

Trenažér je technický prostředek, napodobující funkci dopravního, přepravního prostředku či systému obsluhovaného člověkem, sloužící k nácviku dokonalého zvládnutí psychomotorických reakcí při jeho obsluze a k získání taktických návyků při jeho použití v reálných podmínkách a prostředí. Základní metodou jeho použití je rutinní opakování činností.

Simulátor představuje soubor technických prostředků, sloužící přípravě osob či jejich skupin (štábů) k provádění požadované činnosti. Může být zapojen do soustavy více simulátorů pomocí počítačové sítě a speciálních protokolů.

Virtuální realita je takový model skutečného prostředí či činnosti, který vyvolává u člověka zrakové, hmatové, polohové a jiné smyslové vjemy podobné vjemům zobrazované reality. Její technologický základ je ve výkonné výpočetní technice a rychlých systémech zobrazování, generování zvuků a tlaků na vybrané senzory člověka.

Počítačově podporovaná cvičení (CAX) je sofistikovaná metoda výcviku manažerů a jiných řídicích pracovníků s využitím konstruktivní simulace procesů a jevů potenciálně a fakticky vznikajících nebo existujících při provádění specifikované činnosti – rozhodovacího procesu a procesu řízení podřízených štábů a vykonavatelů. Počítače při nich simulují procesy a jevy v reálném nebo simulovaném čase a prostředí.

1.1.1 Příprava a výcvik aktérů krizového řízení

K přípravě a výcviku personálu a orgánů krizového řízení lze využít výcvikové modely a nástroje živé, virtuální a tvořivé (konstruktivní) simulace. Zkušenosti ze zahraničí přitom jednoznačně ukazují, že výcvikové modely a simulátory lze s největším efektem využívat ke zkvalitňování individuálního i kolektivního vzdělávání, přípravy a výcviku zejména v takových oblastech, kde je velmi omezená možnost přímého experimentování, což je v případě problematiky krizového řízení splněno beze zbytku (10).

Stále se rozšiřující škála symetrických i asymetrických bezpečnostních hrozeb si žádá vyvinutí nové generace sociálně interaktivních technik, které vtáhnou uživatele do virtuálního prostředí, kde mohou působit užíváním nejen svého poznání, ale i svých citů, sociální a kulturní inteligence. V mnoha skutečně živých prostředích, ohrožujících bezpečnost, je nemožné konat experimenty za účelem zhlédnutí účinků použití nových technik a zpětnovazební komunikace mezi aktéry. Prostřednictvím virtuální reality s využitím interaktivní techniky je možné se podívat na účinky uplatňování nových technik pro řešení pracovních problémů.

Použití výcvikových modelů a simulátorů při přípravě a výcviku personálu krizového řízení může pomoci redukovat podstatný nedostatek v připravenosti současného systému zabezpečení, zejména v součinnosti a komunikační fázi, která je závislá především od zkušeností a dovedností účastníků cvičení. Teoretická výuka může jen ve velmi omezeném rozsahu eliminovat tento nedostatek v rámci získávání nutné praktické dovednosti. V praxi chybí blížká cvičení, která by vytvořila dostatečný prostor pro komplexní řešení předpokládaných bezpečnostních hrozeb.

Stávající výcvikové modely a simulátory je možné přizpůsobit cílům, kterých má být dosaženo v rámci přípravy a výcviku, jakož i charakteru a rozsahu procvičované problematiky. Cíle přípravy a výcviku se orientují zpravidla na:

- zdokonalování připravenosti personálu a orgánů krizového řízení pro jejich činnost při řešení krizových situací a ověřování opatření pro rychlý a efektivní přechod na činnost za krizové situace s využitím zejména zdokonalovacích cvičení;
- ověřování metodik práce orgánů krizového řízení připravených pro použití při řešení krizových situací a získávání poznatků pro zlepšování pracovních postupů a součinnostních vazeb včetně využitelnosti informačních a komunikačních vazeb a technologií používaných orgány krizového řízení s využitím zejména součinnostních cvičení;
- vyhodnocování úrovně připravenosti orgánů krizového řízení podílet se na řešení krizových situací, využitelnosti zpracovaných krizových plánů a získávání poznatků pro jejich upřesnění a doplnění s využitím prověřovacích cvičení;
- zkušební ověřování nových metod, činností, složení, i technických prostředků orgánů krizového řízení vyvíjených nebo připravovaných k zavedení, s využitím forem cvičení;
- k ověřování systémů řízení, plánování a součinností v reálných podmínkách zásahu se využívají taktická cvičení.

Cvičení mohou být organizována na ústřední, resortní, krajské nebo místní úrovni a také na úrovni zásahu.

Podle rozsahu účasti jsou cvičení organizována jako:

- **jednostupňová**, kterých se účastní nebo při kterých je simulována činnost orgánů a organizací působících pouze na jedné úrovni řízení;

- **víceступňová**, kterých se účastní nebo při kterých je simulována činnost orgánů a organizací působících na více úrovních řízení (11).

Výcvikové modely a simulátory vytváří prostor pro zkvalitnění a zlepšení připravenosti a schopnosti personálu a orgánů krizového řízení tím, že:

- simulují vznik a vývoj krizových situací, včetně synergie působení jejich zdrojů (skutečných i fiktivních) a domino efektů, aniž by došlo k ohrožení životů či zdraví lidí, ohrožení nebo spotřebování velkých majetkových hodnot či ohrožení životního prostředí;
- vytvářejí pro cvičící prostředí, které je velmi blízké podmínkám, v nichž probíhají činnosti, na které se připravují a s kterými se tyto orgány ve své běžné řídicí praxi setkávají jen ve velmi omezeném rozsahu, a proto abscentuje dostatečná míra praktických zkušeností;
- umožňují testovat připravenost, schopnosti a reakce cvičících k řešení krizových situací;
- snižují personální nároky na množství osob zapojených do cvičení tím, že simulují a nahrazují reakce okolí a prostředí;
- významně snižují finanční náklady na výcvik, nevyžadují rozsáhlé prostory, nezatěžují životní prostředí, neomezují běžný život občanů a zainteresovaných organizací;
- provádějí záznam akcí a reakcí cvičících, zrychlují a objektivizují rozbor a hodnocení;
- umožňují opakovat situace pro nedokonalé zvládnuté činnosti;
- pro cvičící činí výcvik zajímavější, poskytují jim bezprostřední poznání důsledků jejich rozhodování a činnosti.

Východiskem pro implementaci a využívání forem cvičení ke zdokonalování připravenosti aktérů krizového řízení je Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky, kterým se stanoví postup pro přípravu a provedení prověřovacích a taktických cvičení, jejichž cílem je sjednocení postupu při přípravě, jednotek požární ochrany, dalších složek integrovaného záchranného systému a orgánů podílejících se na provedení a koordinaci záchranných a likvidačních prací při mimořádné události (12).

Doporučený postup pro přípravu a provedení prověřovacích a taktických cvičení jednotek požární ochrany nebo dalších složek integrovaného záchranného systému stanovuje vyhláška o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany (13), zákon o integrovaném záchranném

ném systému (6) a vyhláška o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému (14):

- postup organizátora prověřovacích a taktických cvičení v přípravné, realizační a vyhodnocovací etapě cvičení;
- obsah a rozsah dokumentace k prověřovacím a taktickým cvičením a pravidla pro její zpracování;
- zásady pro archivaci zpracované dokumentace k prověřovacím a taktickým cvičením.

Výcvik a součinnost aktérů krizového řízení řešících krizové situace prvků kritické infrastruktury se týká zejména orgánů krizového řízení krajů a vybraných subjektů energetické kritické infrastruktury na jejich území.

Dalšími účastníky jsou řídicí orgány složek integrovaného záchranného systému na příslušné úrovni a dotčené subjekty krizovou situací, např. nemocnice. Mohou to být i orgány krizového řízení obcí s rozšířenou působností a vybrané subjekty energetické kritické infrastruktury na jejich území.

1.1.2 Struktura cvičení pro výcvik personálu krizového řízení ve Spojených státech amerických

Pro účely možné komparace metodického přístupu k přípravě personálu je předloženo rámcové vymezení jednoho nejvyspělejšího systému přípravy aktérů krizového řízení.

Federální agentura pro řešení krizových situací (FEMA) je agentura Spojených států amerických zřízená prezidentským exekutivním nařízením (15). Od počátku svého působení řeší jako klíčovou otázku přípravu managementu pro řešení mimořádných událostí, hledá optimální model jeho výcviku pro správné rozhodování.

Management pro řešení mimořádných událostí znamená organizovaný přístup k řízení přípravy, odezvy, zmírnění účinků a obnovy. Má koordinační úlohu ve společné činnosti profesionálních i dobrovolných členů hasičských, zdravotnických, policejních a vojenských sborů při ochraně obyvatel před mimořádnými situacemi. Tyto organizace zasahují při běžných nehodách a mimořádných událostech, občas ale působí jako složky záchranného systému. Pro přípravu na řízení práce integrovaných týmů musí být cvičeni jejich účastníci, zejména funkcionáři, pro své povinnosti při této činnosti. K tomu jsou využívány čtyři formy přípravy: samostatně

řízené individuální učení, výcvik jednotlivců v učebně, výcvik týmů a výcvik systému (16).

FEMA postupně vyvinula systém pěti typů cvičení pro krizový management, jež jsou uvedené v tabulce 1. Tato sada cvičení slouží jako standard a východisko pro přípravu a průběh cvičení krizového managementu i pro jeho financování.

Tabulka 1: Typy cvičení dle Federální agentury pro zvládání krize (16)

Charakteristiky cvičení	Typ cvičení				Komplexní cvičení
	Orientační cvičení	Stolní cvičení	Drilové cvičení	Funkční cvičení	
Formát	přednáška nebo diskusní seminář založený na scénáři	diskusní seminář s problémy předkládanými zprávami	cvičení součástí organizace nebo systému na použití skutečného vybavení	cvičení podle funkce v systému na použití postupů a zařízení	kompletní simulovaná mimořádná událost s pohybem skutečných zdrojů k řešení problémů hmotných škod
Cíl	vycvičit personál na práci podle nových plánů nebo postupů	vycvičit stav na plánování; zkoušet plány a postupy; rozvíjet rozmístění zdrojů; hodnotit úlohy		Vycvičit funkcionáře pro použití skutečných postupů v realističtějších podmínkách	vycvičit celý systém pro operace odezvy na mimořádnou událost; reálně otestovat plány a postupy a přiměřenost zdrojů
Doba	1 – 2 h	1 – 4 h	1 – 4 h	1 – 8 h	3 h – 10 dnů
Účastníci	jákykoliv personál	obvykle klíčový personál a supervizoři	terénní záchranáři	personál zařazený na příslušné funkce	všechny úrovně; od záchranářů po vedoucí pracovníky

Charakteristiky cvičení	Typ cvičení				Komplexní cvičení
	Orientační cvičení	Stolní cvičení	Drilové cvičení	Funkční cvičení	
Zařízení	konferenční sál nebo učebna	konferenční sál	pracoviště s úplným vybavením	skutečné zařízení se standardními formuláři, plány, displeji, počítači a komunikačními prostředky	zařízení, které je používáno při skutečné odezvě
Úroveň stresu	bez stresu	nízká	střední	střední	střední až vysoká
Frekvence	dle potřeby	dle potřeby	dle potřeby	třikrát za čtyři roky	každé čtyři roky

Pro přípravu manažerů krizového řízení má klíčový význam jejich dovednost rychlého a správného rozhodování v podmínkách neurčitosti a za neúplných informací, proto je při cvičeních FEMA věnována pozornost výcviku této dovednosti. Tabulka 2 uvádí charakteristiku rozhodovacích činností v typech cvičení FEMA.

Tabulka 2: Rozdíly ve způsobech rozhodování u cvičení dle Federální agentury pro zvládnání krize (16)

Typ cvičení	Charakteristika rozhodování
Orientační	– rozhodování není požadováno
Drilové	– rozhodování není požadováno
Stolní	– skupinové rozhodování – malý tlak – minimální dokumentace rozhodování – minimální omezené zdroje – minimální uvažování o času a vzdálenosti – bez techniky
Funkční	– individuální (v roli) nebo koordinované rozhodování – rostoucí tlak – písemná dokumentace rozhodování – omezené zdroje – jisté uvažování o času a vzdálenosti – použití podpůrné techniky (počítače, rádia, atd.)
Komplexní	– individuální rozhodování s jistou koordinací – střední nebo vysoký tlak – dokumentování může být přeneseno na podpůrný personál, ale musí být úplné – reálné zdroje – reálný čas a vzdálenosti – skutečná technika

Cvičení manažerů krizového řízení FEMA jsou orientována na výcvik klíčových funkcí, které musí plnit při efektivním zvládnutí krizových situací ve všech jejich fázích – prevenci, připravenosti, odezvy a zmírnění škod. Klíčové funkce, které jsou zařazené do výcviku záchranářů a krizových manažerů, jež se podílejí na řešení mimořádných událostí v systému cvičení FEMA jsou uvedeny v tabulce 3.

Tabulka 3: Klíčové funkce krizového řízení zařazené do systému cvičení dle Federální agentury pro zvládání krize (16)

Velící stanoviště	Operační středisko
koordinace*	koordinace*
	tvorba politiky*
	operační management*
komunikace*	komunikace*
řízení taktických operací*	
předpokládané místo pro velení	ústřední místo pro řízení
viditelnost oblasti události	
sběr informací o situaci*	shromažďování všech typů informací*
dokumentace události*	dokumentace události*
	vedení záznamu*
informování veřejnosti*	informování veřejnosti*
	hostování návštěvníků*

* Položky vhodné pro začlenění do cvičení středisek velení.

Při hodnocení cvičení záchranářů a manažerů krizového řízení používá FEMA pro implementaci nejlepší praxe porovnávání instituce benchmarking. Při něm může být výcvikové zařízení porovnáváno s jinou institucí nebo se standardem. Porovnávací hodnoty tzv. „benchmarky“ se mohou stát „standards nejlepší možné praxe“. Zatímco ve veřejném sektoru jsou standardy v naprosté většině států používány na stanovení minimální požadované úrovně, mnohdy zákonem stanoveného objemu a kvality služby. Kritéria hodnocení cvičení FEMA ukazuje tabulka 4.

Tabulka 4: Kritéria hodnocení cvičení (16)

Kritérium	Prokázání kritéria
Hodí se do progresivního programu cvičení (benchmark 1)	– poskytuje dílčí změnu alespoň v jednom aspektu komplexnosti – neodlišuje se radikálně od ostatních metod cvičení – jednoduché úpravy mohou zvýšit úroveň složitosti či stresu
Poskytuje větší flexibilitu dodání cvičení (benchmark 3)	– dovoluje samostatně řízené učení – může být použito při proměnlivé velikosti skupin – může být použito v relativně krátkém časovém horizontu – umožňuje časté cvičení
Poskytuje týmový	– lze použít pro jakoukoliv disciplínu systému odezvy na mimořádnou událost

Kritérium	Prokázání kritéria
a individuální výcvik (benchmark 1)	– dovoluje týmovou hru – další složky mohou být hrány nebo simulovány
Poskytuje realistická omezení zdrojů (benchmark 2)	– poskytuje seznamy specifických zdrojů – umožňuje kolísání disponibilních prostředků během simulované akce
Účastníci se zapojili (benchmark 1)	– přiměřený způsob realismu – cvičení vypadá zajímavě nebo provokuje myšlení

1.2 Modelování a simulace v oblasti krizového řízení

Systém vzdělávání, přípravy a výcviku orgánů krizového řízení je v současné době postaven na:

- individuálním vzdělávání, přípravě a výcviku určeného personálu ve vzdělávacích, školicích a výcvikových zařízeních zejména Ministerstva vnitra České republiky,
- kolektivní přípravě a výcviku těchto orgánů, organizovaných buď jimi samými, nebo ve spolupráci se zmíněnými vzdělávacími, školicími a výcvikovými zařízeními.

Nejrozšířenější formou kolektivní přípravy jsou nácviky a cvičení organizované se zapojením vybraných řídicích a výkonných prvků bezpečnostního systému České republiky na jedné nebo i na několika úrovních řízení.

V systému vzdělávání, přípravy a výcviku personálu a orgánů krizového řízení je největším problémem, vzhledem ke specifickému charakteru a podmínkám provádění příslušných činností při řešení krizových situací, omezená možnost procvičování teoretických znalostí získaných při výuce praktickým výcvikem. Rozsah praktického výcviku je velmi omezený a většinou probíhá za podmínek, které se výrazně liší od praxe, pro kterou se cvičící připravují. Postrádány jsou především ty formy výcviku, při kterých absolventi získávají pro praxi nutné dovednosti, případně je upevňují v trvalé návyky.

Zkušenosti ze zahraničí ukazují, že jsou ve stále větší míře používány metody a prostředky modelování a počítačové simulace. Řada k tomu účelu vytvořených prostředků je dále upravována pro využití jako nástroje podpory rozhodování při reálném řešení vzniklých krizových situací.

Využití metod a prostředků počítačového modelování je zpravidla implementováno postupně a velmi uvážlivě. K tomu je potřebné zejména:

- identifikovat oblasti v systému vzdělávání, přípravy a výcviku orgánů krizového řízení, v nichž využití prostředků a metod počítačového modelování a simulace může přinést potřebný efekt;
- analyzovat, které dostupné a vyvíjené prostředky počítačového modelování a simulace lze využít v jednotlivých oblastech krizového řízení;
- analyzovat požadavky na typové datové entity potřebné pro tvorbu simulačních modelů;
- analyzovat požadavky na vývoj dílčích modelů pro simulaci, působení typových zdrojů ohrožení a nasazení typových jednotek a jejich prostředků;
- analyzovat požadavky na konfiguraci použitelných simulátorů, aby odpovídaly struktuře a zaměření působnosti orgánů krizového řízení a organizačních prvků podporujících jejich činnost při řešení krizových situací;
- analyzovat požadavky na sestavení a experimentální ověření metodik přípravy a provedení počítačově podporovaných anebo řízených cvičení a výuky.

1.2.1 Modely a modely děje

Modely a nástroje tvořivé simulace vytvořené pro analýzu bezpečnostních rizik lze použít, zpravidla po nezbytných úpravách, k vytvoření **verifikačního modelu** pro ověřování věrohodnosti krizového plánu. Získané výsledky lze navíc následně, po převedení do výcvikového modelu, kontrolovat pomocí nástrojů živé nebo virtuální simulace.

Krizový plán, který je předmětem modelování, musí být vztažen k existujícímu objektu nebo očekávanému chování nepřátelských osob či sil v konkrétním objektu nebo prostoru, ke konkrétnímu ohroženému území a připraveným nebo připravovaným opatřením, dostupným silám a prostředkům, které lze použít k řešení případné krizové situace. Model musí být také natolik otevřený, aby do něj mohly být dodatečně zapracovány změny zjištěné v originále a jeho okolí, které jsou významné vzhledem ke zjištěným bezpečnostním rizikům, použitelným opatřením, silám a prostředkům.

Model, použitelný pro ověřování věrohodnosti krizového plánu, musí zahrnovat nejen objekt, jehož stav nebo chování může způsobit vznik a ovlivňovat průběh krizové situace, ohrožené území, objekty a obyvatelstvo, ale i orgány určené k řešení krizové situace, včetně sou-

stavy jimi realizovaných opatření, organizace disponující použitelnými silami, prostředky, schopnostmi apod. Model musí příslušné originály a jejich okolí zobrazovat natolik validně, aby věrně interpretoval pro plánování významné děje, které se v originálech a jejich okolí mohou odehrát při realizaci opatření přijímaných v reakci na hrozbu vzniku krizové situace, při jejím vzniku, řešení a odstrašování následků.

Pro splnění těchto požadavků musí být za zúčastněné oblasti doplněny ideje a metriky o popis závislostí, které působí při a po realizaci jednotlivých opatření, zejména při nasazení použitelných sil a prostředků.

Vytvoření ideje takovéto kvality a tak dokonalého popisu originálu a jeho okolí je nereálné. Z toho důvodu je zpravidla nezbytné při konstrukci modelu redukovat požadavky na dokonalost popisu originálu a jeho okolí účelovým pominutím těch oborů nebo jejich částí, u nichž je zřejmé, že jejich podíl na průběh realizace a účinnosti přijatého opatření je nevýznamný. Uvnitř zahrnutých oborů lze také omezit metriky, zejména u špatně algoritimizovatelných proměnných, nebo vyjádřit je deterministickými nebo stochastickými vztahy, především pro nealgoritmizovatelné proměnné, zejména lidským faktorem ovlivněné závislosti. Takto uvážlivě redukovaný model je využitelný nejen při tvorbě a ověřování funkčnosti krizových plánů, ale i při optimalizaci výstavby, zaměření přípravy a rozmístění konkrétních organizací, sil a prostředků použitelných při řešení krizových situací.

Z výsledků analýzy vyplývá, že modelování a simulace pro ověřování věrohodnosti krizových plánů lze použít jen ve velmi omezeném rozsahu pro analýzu krizových opatření, v nichž je dominantní lidský faktor. I v případech, kdy lidský faktor není dominantní, ale pouze přítomný, je lze použít pouze tehdy, když je model možné zjednodušit maximální redukcí vlivu lidského faktoru. Simulace je účelné používat zejména pro analýzu krizových opatření spojených s použitím konkrétních technických nebo technologických zařízení, u nichž lze poměrně přesně kvantifikovat jejich kapacitní možnosti a účinnost (např. dopravní prostředky, zemní stroje, dekontaminační linky, zbraňové systémy apod.). K ještě vyšší redukcí vlivu lidského faktoru musí dojít při analýze krizových opatření spojených s použitím těchto zařízení seskupených do organizovaných celků (např. hasičských, policejních, vojenských aj. jednotek). Modelování je možné zaměřit na odhady jejich výkonu a účinnosti jejich nasazení. Opodstatněné je modelování pouze v takových případech, kdy lze analyzovat různé varianty přijímaných opatření reagujících na různé varianty vývoje krizové situace.

Verifikační modely jsou tedy schopny napomoci při analýze věrohodnosti krizových plánů a účelnosti pracovních postupů orgánů krizového řízení připravených nebo připravovaných pro řešení pouze některých druhů krizových situací, tím, že umožňují modelovat a simulovat:

- různé varianty stavu objektu a další skutečnosti, které mohou být příčinou vzniku nebo rozvoje krizové situace;
- synergie působení a domino efekty pro nejrozumnější více či méně reálné kombinace skutečností, které jsou příčinou vzniku nebo rozvoje krizové situace;
- variantní odhady rozsahu a důsledků možných škod na objektu a jeho okolí;
- varianty očekávaného chování a reakcí nepřátelských osob a sil, účinnost a důsledky působení jejich prostředků;
- očekávané reakce postiženého obyvatelstva.

Zjednodušení je důvodem a často i nezbytnou podmínkou realizovatelnosti modelu. Model má zjednodušit podmínky pro experimentování, zefektivnit výcvik, výuku apod. Množství skutečností, kterými může být popisován stav a chování originálu a jeho okolí v reálném prostředí, je prakticky nevyčerpatelné, zatímco počet skutečností, tzv. **metrik**, použitelných pro popis stavu a chování originálu a jeho okolí v kybernetickém prostředí je vždy konečný, a tedy omezující. Model proto nemůže interpretovat originál natolik věrně, aby poskytoval hodnověrné odpovědi na všechny možné otázky, jejichž předmětem studia je originál (17).

Zaměření a rozsah zjednodušení je dán účelem modelu. Volba metrik modelu, respektive metrik prostředí, ve kterém bude model realizován, má vycházet z důsledné analýzy účelu modelu. Při volbě metrik se z hlediska určení modelu analyzuje:

- co je v originále podstatné, které vlastnosti originálu musí model zobrazovat věrně, a co lze při stavbě modelu zjednodušit či pominout (počet a zaměření metrik);
- míra zobrazení jednotlivých vlastností originálu, zejména detailnost či generalizace, s jakou má model vlastnosti originálu zobrazovat (kvalita metrik).

Validita modelu je schopnost modelu věrně zobrazit ty prvky a vlastnosti originálu, které jsou důležité z hlediska poslání modelu. Validní model zobrazuje originál tak věrohodně, že výpovědi modelu je možné považovat za výsledky, získané experimentováním s originálem. Validita modelu je otázkou důvěryhodnosti modelu, tj. do jaké míry, a v řešení kterých otázek se může uživatel modelu spolehnout na mode-

lem poskytnuté údaje. Validitu modelu je nutné posuzovat vždy vzhledem k použití modelu, k jeho aplikaci.

Citlivost modelu je jeho schopnost reagovat změnami svých závisle proměnných na změnu nezávislé proměnné. U proměnné se stanovuje práh citlivosti, což je nejmenší změna dané nezávislé proměnné, na kterou model reaguje.

Transformace času v modelu dovoluje sledovat děje ve výhodných časových poměrech, a to i ty, které jsou nesledovatelné v originále pro svoji rychlost, pomalost, pro „bezdějové“ prodlevy apod. Čas z prostředí existence originálu je při simulaci transformován lineárně (zrychlení, zpomalení, skoky v čase, zastavení času) do simulačního času, popř. do času strojového. Při transformaci simulačního času do strojového času se vypouštějí „bezdějové“ intervaly, děje jsou soustředěny do tzv. událostí. V intervalech strojového času, kdy probíhá zpracování události, simulační čas stojí.

Zvláštním druhem časové transformace modelu je tzv. **simulace v reálném čase**. Při simulaci v reálném čase se simulované děje odvíjejí stejně rychle, jako děje v originálech. Každý simulovaný děj tedy probíhá v časovém intervalu, vymezeném dvěma okamžiky diskrétních událostí, které ohraničují originál simulovaného děje.

Skutečnosti, které lze modelovat pouze s nízkou validitou, jsou nazývány tzv. slabými stránkami modelování a mezi ně můžeme zařadit zejména:

- skutečnosti, které lze velmi obtížně kvantifikovat, především tzv. lidské faktory, jako jsou morální stav, schopnost sebeobětování, vycvičenost, rozhodnost, bojácnost, zastrášení apod.;
- úroveň a kvalitu rozhodování (svobodného, tvůrčího i chybujícího) lidského subjektu, speciálně nealgoritmizovatelné části a prahové funkce při rozhodování.

V případě respektování omezené validity jsou realizovatelné i modely, v nichž se vyskytují slabé stránky modelování. V ostatních případech musí být hledány způsoby, jak zvýšit validitu modelů, zejména u měkkých faktorů a prahových funkcí při rozhodování, např. pomocí náhodných proměnných a využitím stochastických modelů. Nelze ale očekávat, že by tyto modely dosáhly tak vysokého stupně validity, aby získaly predikční schopnost nástroje řízení.

Z hlediska kauzality vztahů a závislostí definovaných pro model jsou rozlišovány:

- deterministické modely, které obsahují pouze jednoznačně determinované vztahy (algoritmy);
- stochastické modely, které obsahují nejméně jeden vztah s náhodně proměnnou veličinou, vytvářenou generátorem náhodných čísel, zatímco ostatní vztahy jsou vesměs plně deterministické;
- modely s umělou inteligencí, které používají k vyjádření některé ze svých funkcí alespoň jednu techniku umělé inteligence.

Při tvorbě struktur modelů se nejčastěji používá metod a nástrojů tzv. **objektově orientované simulace**. Ta vychází ze skutečnosti, že objekty, jejichž stav a chování mají být simulovány, mohou být předmětem zájmu ne pouze jednoho, ale najednou i několika různých oborů lidské činnosti. Jednotlivé obory se od sebe mohou výrazným způsobem odlišovat zákonitostmi, způsoby myšlení, vyjadřováním se, používanými kvalitativními a kvantitativními parametry, symbolikou apod. Nutnost přiblížit příslušný model způsobům myšlení a vyjadřování v různorodých oborech se řeší vytvářením různých kybernetických prostředí, použitelných pro obor, v němž má být simulace aplikována. Pomocí takových prostředí lze vytvářet poměrně složité hierarchizované modely, ve kterých mohou být simulovány stavy a chování nejrůznějších druhů objektů.

Při konstrukci modelů se proto využívá v první řadě tzv. **uzavření** objektů, přičemž objekt je vnímán jako logický celek, složený ze dvou struktur, a to z dat a funkcí. Datová struktura obsahuje kvantifikovatelné vlastnosti, tzv. **atributy**. Funkční struktura obsahuje **funkce**, kterými jsou definovány potenciální činnosti, či schopnosti objektu být aktivním nositelem a pasivním příjemcem činností. Uzavření struktury dat do rámce funkcí umožňuje při simulaci ztotožnit vyjádření objektu s obecně vžitým chápáním objektu. Mezi daty a funkcemi se zároveň udržují těsné vazby. Údaje v datové struktuře jsou přístupné pouze přes funkce a účinky funkcí jsou zase závislé na údajích.

Jako příklad uzavření objektu lze uvést hasičskou nebo jinou jednotku. Jednotka je v datové části charakterizována svým označením, početním stavem, technikou, výzbrojí a vybavením, úrovní připravenosti, morálním stavem, místem dislokace apod. Z hlediska funkce je příslušná jednotka schopna mnoha aktivních činností, např. přesouvat se, zaujímat postavení, hasit, vyprošťovat, odmořovat, ošetřovat, cvičit atd. Jednotka je také pasivním příjemcem cizích aktivit, např. může utrpět ztráty, být doplněna, přemístěna apod. Rozsah aktivních i pasivních činností závisí

i na obsahu její datové části, např. ztráty jsou závislé na úrovni připravenosti a kvality ochranných prostředků, poruchy techniky jsou závislé na druhu, stáří a údržbě techniky. Stejně tak činnosti mají přímý dopad na její datovou část, např. přesouvá-li se při změně místa dislokace, spotřebovává pohonné hmoty, hasí-li hořící objekt, spotřebovává hasící média, komunikuje-li s okolím radiopojtky, spotřebovává energii baterií apod.

Při konstrukci modelů se dále využívá **dědičnost** mezi hierarchicky uspořádanými typovými objekty, kdy pod typový objekt vyšší úrovně lze zahrnovat a popisovat typové objekty nižší úrovně. Typový objekt vyšší úrovně a pod něj hierarchizované typové objekty nižší úrovně jsou nositeli společných vlastností a typové objekty nižší úrovně jsou zároveň nositeli dalších specifických vlastností.

Při hierarchizaci vlastností typových objektů se používá tzv. **tříd**. Při definování třídy se, jako obecná, zavedou data a funkce společné pro všechny objekty patřící do příslušné třídy. Každý objekt zařazený do příslušné třídy automaticky získává všechny vlastnosti své třídy, tzn., dědí data i funkce. To umožňuje dědit vlastnosti mezi třídami a usnadňuje tvorbu složitých modelů tvořených hierarchicky uspořádanými objekty.

Definováním typových objektů na nejobecnější úrovni, tzv. **základních tříd**, lze v počítači vytvářet prostředí různých oborů, které se vzájemně liší metrikami. Pokud v takovém prostředí vytvoříme tzv. **odvozenou třídu**, získají příslušné objekty automaticky atributy tohoto prostředí. Odvozené třídy lze dále členit podle potřeby na další a další podtřídy.

Jestliže je jako třída zavedeno např. vozidlo, lze snadno zavést jeho podtřídy jako kolové vozidlo, pásové vozidlo atd. Doplní se pouze vlastnosti, které jsou pro jednotlivé podtřídy specifické. Každý exemplář nové podtřídy automaticky získá vlastnosti všech svých nadtříd, spolu se specifickými vlastnostmi své podtřídy.

Při konstrukci modelů se dále využívá **polymorfismus** činnosti objektů. Spočívá v tom, že je možné využít jednoho označení pro činnost všech objektů v dané hierarchii tříd, přičemž činnost nabývá specifický význam pro objekt třídy, se kterým je daná činnost právě spojena.

Např. jediná definovaná činnost "útočí" automaticky nabývá různý rozsah podle objektu třídy, se kterým je v daném okamžiku spojena, např. čtyř, rot, praporu apod.

Výše naznačené znaky umožňují vývoj "slangů", které jsou velmi blízké odborným, v jednotlivých oborech používaným jazykům. Dosahuje

se tím nejen rychleji probíhající interakce s počítačem a v něm instalovanými modely, ale především vyššího stupně porozumění dějům, které počítač interpretuje simulací.

Složité dějově návazné simulace využívající velké množství modelů se zpravidla řeší v síti paralelně pracujících počítačů. V počítačové síti vytvořené kybernetické prostředí se tím může přibližovat reálnému světu, kde paralelně probíhají děje, které spolu vzájemně někdy více, někdy méně souvisejí, a vzájemně se ovlivňují. Pro spolupráci modelů je nutné, aby, kromě **interaktivity** vůči svým operátorům a uživatelům, byly interaktivní mezi sebou navzájem.

Při spolupráci omezeného počtu modelů je jejich vzájemná interaktivita řešena zpravidla pomocí sdílené databáze. Jejím prostřednictvím si jednotlivé modely předávají informace o výsledcích dějů, které jsou v nich simulovány. Mezi předanými údaji musí být všechny, které ovlivňují činnost spolupracujících modelů.

Při spolupráci vzájemně hierarchizovaných modelů, u nichž lze využít předností objektově orientované simulace, může být vzájemná interaktivita řešena tzv. **vnořenými modely**. Děj vnořeného modelu se odehrává za podmínek vytvořených hierarchicky vyšším modelem. Tato technika se uplatňuje zejména pro vývoj a ověřování nových pracovních postupů (včetně např. metodik práce štábů).

Distribuovaná simulace

Při spolupráci mnoha (řádově stovek až tisíců) modelů, jejichž děje probíhají v reálném čase, sdílené databáze a vnoření modelů již zpravidla nepostačuje a vzájemná interaktivita je řešena pomocí tzv. **distribuované interaktivní simulace (DIS)**. V DIS jsou simulátory a ostatní počítače, na kterých jsou provozovány modely, nazývány DIS-entitami. Každá DIS-entita má svoji vlastní databázi a pracuje autonomně buď podle algoritmů, které obsahuje, nebo podle zásahu uživatelů. Zároveň přes svůj DIS-interface hlásí vysláním patřičné zprávy ostatním v DIS-síti pracujícím DIS-entitám změnu svého stavu (DIS-ESP). Příjem a vstupní zpracování zpráv, vysílaných ostatními DIS-entitami, je nutnou činností každé DIS-entity. Při ní vzniká její vlastní pohled na simulované prostředí a děje v něm. Tak je umožněn vznik jejích vlastních akcí a reakcí, tvořících její podíl na procesech odehrávajících se v kybernetickém prostředí.

Obecným přínosem distribuované simulace je, že zprostředkovává využívání existujících simulačních modelů (jimi produkovaných dat nebo jejich jiných produktů, které jsou použity jako okrajové podmínky) v jiných, zejména nových simulačních modelech. Umožňuje obohacovat

kybernetické prostředí o nové vlastnosti a přizpůsobovat je novým účelům použití. Tak lze zkrátit čas, nutný pro uspokojení nových požadavků na modelování a simulace, zabezpečit ekonomičtější využití vývojových a realizačních kapacit, dosáhnout časových i finančních úspor při vývoji i provozu simulačních systémů.

Při běhu distribuované simulace její účastníci vytvářejí a sdílejí jediné společné kybernetické prostředí. Každý z nich může obohacovat kybernetické prostředí o své interní entity a jejich realizaci se podílí na dějích, které v kybernetickém prostředí probíhají. Na běhu distribuované simulace se může podílet několik desítek až stovek účastníků propojených do počítačové sítě (LAN/WAN). Jejich počet je dán přenosovou kapacitou použitých sítí.

Velký přínos poskytuje DIS při výcviku. Umožňuje zvyšovat počet cvičících, procvičovat součinnost a spolupráci uvnitř rozsáhlých kolektivů a mezi různorodými kolektivy cvičících. Ve sdíleném kybernetickém prostředí tak může probíhat jak vícestupňové cvičení (např. velitelské a štábní cvičení, při kterém cvičí velitelé a štáby návazných stupňů velení a řízení v rámci integrovaného záchranného systému), tak i společné cvičení, kterého se účastní více prvků integrovaného záchranného systému. Při cvičení mohou být cvičící rozmístěni v různých (i velmi vzdálených) výcvikových simulačních zařízeních. V tomto případě musí být střediska propojena WAN sítí.

Podmínkou pro začlenění instalace simulačního modelu nebo systému do distribuované simulace je, že její:

- komunikační software je schopen vysílat do počítačové sítě zprávy o změnách stavu interních entit (během určeného časového intervalu způsobem, který je srozumitelný všem účastníkům) a obdobné zprávy od ostatních účastníků přijímat;
- konstruktivní software je schopen interpretovat objekty ze sdíleného kybernetického prostředí s ostatními účastníky, přičemž software každého z účastníků distribuované simulace obsahuje:
 - tytéž základní (infrastrukturní či systémové) bloky, které pro kybernetický prostor definují pojmovou strukturu, metriky, provádějí nad nimi operace a řídí práci hardware při realizaci sdíleného kybernetického prostředí;
 - ve vyšších vrstvách (v aplikačních programech) s ostatními účastníky společné architektonické rysy a prvky, které mu umožňují využívat činnosti základních bloků jako služby

v době, kdy realizuje své objekty ve sdíleném kybernetickém prostředí.

Významným faktorem, který ovlivňuje tvorbu a využití modelů a simulací, je již zmiňovaná **interaktivita** modelu vůči uživateli, tedy způsoby oboustranné komunikace člověk – model prostřednictvím vstupních a výstupních zařízení. **Vstupní zařízení** umožňuje uživateli ovlivňovat nebo se spolupodílet na dějích probíhajících v simulovaném prostředí. **Výstupní zařízení** uživateli zprostředkovává informace o objektech a dějích probíhajících v simulovaném prostředí.

Rozvoj hardwarových, softwarových a dalších prostředků umožňuje v současné době realizovat modely, které jsou schopny pracovat v reálném čase a jejichž interaktivita je tak vysoká, že po uživateli nevyžaduje žádnou počítačovou průpravu, popř. jsou modely dokonce schopné nahradit simulací člověka, nebo alespoň některé jeho funkce. Činnosti prováděné člověkem tedy mohou být částečně nebo zcela integrovány do kybernetického prostředí.

Této velké možnosti se intenzivně využívá, zejména při přípravě a výcviku osob a kolektivů, přičemž jsou rozlišovány:

- živá simulace, kdy reální lidé ovládají reálné prostředky v reálném prostředí;
- virtuální simulace, kdy reální lidé ovládají simulované prostředky v simulovaném prostředí;
- konstruktivní simulace, kdy simulovaní lidé ovládají simulované prostředky v simulovaném prostředí.

Živá simulace

Při **živé simulaci** lidé používají reálné prostředky, se kterými cvičí ve skutečném terénu nebo objektu. Živá simulace tedy, na rozdíl od simulace virtuální a simulace konstruktivní, nevytváří ani nevyužívá umělé prostředí a tím i přesahuje rámec počítačové simulace. Cvičící bývají prostředky pro živou simulaci vybavováni zpravidla ad hoc, speciální cvičiště pro živou simulaci zpravidla trvale instalovanými simulátory a zařízeními. V zařízeních živé simulace jsou spolu s počítačovou technikou používány i další druhy techniky, např. laserová, radiová, globální polohový systém (GPS) a v doplňkových prostředcích také výbušniny, dálkově ovládané roznětky apod.¹ Výstupní zařízení pro živou simulaci jsou ovládány modely a pro cvičící dotvářejí scénu. Vstupními zařízeními pro živou simulaci jsou z větší části zase účelové snímače, které monito-

¹ Vzhledem k tomu, že živá simulace byla rozvíjena nejprve ve vojenství, jsou pro ilustraci voleny příklady především z tohoto oboru.

rují činnost cvičících a jejich techniky. Data, získaná těmito snímači, vstupují zpět do modelů.

Například při výcviku, spojeném s hašením požárů, je soustavou plynových hořáků simulováno chování a působení ohně, při výcviku pohybu osob v zakouřeném nebo zamořeném prostoru je soustavou kouřových generátorů simulováno zakouření a zamoření, namaskovaní figuranti mohou simulovat mrtvé, raněné, zamořené, nakažené nebo ohrožené osoby. Při výcviku spojeném se střelbou simulují protivníka soustavy elektronicky ovládaných cílů, zatímco soustavy dýmovnic a náloží zase imitují palbu. Místo a pohyb cvičících jsou při živé simulaci sledovány např. pomocí GPS. Ke komunikaci mezi cvičícími se používají reálné, do cvičné sítě zapojené, komunikační a informační prostředky.

Nejrozsáhlejší zkušenosti s živou simulací jsou shromážděny z výcviku bojové činnosti jednotlivců a malých jednotek, při kterém je využíván kombinovaný sdružený laserový soubojový cvičný systém (MILES) umožňující simulaci výsledků použití a účinků zbraní a zbraňových systémů, včetně jejich účinků na cvičící a jejich bojovou techniku. Simulace účinků zbraní obohacuje taktická cvičení jednotek a přibližuje je boji nejen tím, že eliminuje „nezranitelnost cvičících a jejich bojové techniky“, ale zejména tím, že probíhá v reálném čase, je nestranná a objektivní. Do jejích nestranných a objektivních výsledků se např. promítá i to, jak se cvičící chovají a pohybují v terénu nebo objektu, jak rychle a správně se rozhodují, jakou uplatňují taktiku, jakou ovládají svoji zbraň, bojovou a jinou techniku.

Cvičící, jejich zbraně, bojová aj. technika, jsou vybavováni dočasně speciálními doplňky pro simulace účinků. Těmi jsou simulace použití zbraní a zbraňových systémů (WES) vysílače, WES přijímače a senzory (u zasaženého zpravidla indikují čím a kde byl zasažen), WES vyhodnocovací zařízení (u zasaženého zpravidla provádí simulační výpočty účinků) a WES displeje (u zasaženého zpravidla oznamují účinky a zobrazují jejich rozsah).

Simulace účinků zbraní je v současnosti realizována dvěma rozdílnými způsoby, které se vzájemně odlišují místem ovládání WES vysílače. Simulace přímé střelby a jejích účinků používá počítačovou a laserovou techniku. Jako WES vysílač zde pracuje laserový vysílač, který je po dobu cvičení připevněn k hlavní zbraně a ovládá jej obsluha spolu se zbraní. Laserový paprsek (či impuls) simuluje mířenou střelbu a je v něm zároveň zakódována informace o typu zbraně a použité střele. Jiný je způsob simulace účinků zbraní v prostoru zahrnující přímou i nepřímou střelbu v kombinaci s výbuchy, ohněm a dýmem. Ovládání WES vysílačů

a dalších zdrojů je soustředěno do ovládacího zařízení, které využívá štáb řídicího cvičení.

U systému MILES je např. hlaveň každé zbraně opatřena laserovým vysílačem a každý potenciální cíl je vybaven soustavou laserových snímačů, vyhodnocovacím a zobrazovacím zařízením. Pomocí laserových, zdraví neškodných paprsků (impulsů) je simulována přímá střelba zbraní. Rozsah účinku na cvičícího (či na bojovou techniku) stanovuje vyhodnocovací zařízení, kterým je pro tento účel vybaven cvičící nebo bojová technika (v případě instrumentovaného cvičiště může jím být vybaven externě).

Ovládací zařízení lze rozšířit o systém automatického sledování a zobrazování činnosti a polohy cvičících pracujících na principu GPS.

Výkon vysílače a informace zakódované do laserového paprsku (impulsu, který je generován při každém výstřelu) odpovídají typu zbraně a použité střely. Vysílač je inicializován buď výstřelem ze zbraně cvičnou municí, nebo od spouštěvého mechanismu zbraně (to závisí na typu vysílače).

Soustava (souprava) laserových snímačů (např. u vojáka jsou to čtyři snímače na přílbovém popruhu a deset snímačů na trupovém popruhu) identifikuje zásah cíle. Informace o místě zásahu, o ráži a druhu střely předává vyhodnocovacímu a zobrazovacímu zařízení. To vyhodnotí účinek střely v cíli a výsledek zobrazí na displeji. Zbraň každého cvičícího je vybavena laserovým vysílačem a cvičící je vybaven jednak soustavou laserových snímačů, jednak vyhodnocovacím a zobrazovacím zařízením.

Instrumentace cvičiště umožňuje rovněž propojení živé simulace se simulací konstruktivní, aniž omezí volbu místa cvičení (části instrumentace, které jsou během cvičení v místě cvičení, jsou mobilní). Tím poskytuje řídicímu cvičení v reálném čase elektronický obraz situace (místo a stav každého cvičícího) na mapovém podkladě a umožňuje mu „vzdálené oživení“ vyřazených. Zároveň odstraňuje nedostatek základních prostředků živé simulace, např. že systém MILES umožňuje simulovat pouze přímou střelbu, tím, že umožňuje pro obě strany cvičících simulovat účinky palebné podpory dělostřelectva (nepřímou střelbu), přímé letecké podpory, ručních granátů, výbušných zátarasů a minových polí, chemického a radiačního zamoření apod. Propojení živé a konstruktivní simulace také vytváří podmínky pro zkvalitnění závěrečných rozborů a hodnocení cvičení. Řídicí cvičení může využívat prostředky, které k tomu poskytuje konstruktivní simulace, tj. v průběhu cvičení prostředky záznamu simulace, radiových hovorů cvičících a prostředky pro sběr dat

a při rozborech a hodnoceních prostředky pro presentaci částí ze záznamů, statistik ze sebraných dat. Umožňuje provádět i společná cvičení, kterých se účastní cvičící v živé, virtuální i konstruktivní simulaci (18).

Virtuální simulace

V případech, kdy je reálné riziko ohrožení lidských životů nebo jsou ohroženy či spotřebovány jiné velké materiální hodnoty, lze při přípravě a výcviku použít **virtuální simulaci**. Při virtuální simulaci se cvičící nepohybují v reálném prostředí, ale používají a ovládají simulované prostředky v kybernetickém, počítačem vytvářeném prostředí, v tzv. **virtuální realitě**. Při vytvoření odpovídajících podmínek dochází k tak výraznému vnoření člověka do virtuální reality, že v ní vnímá a jedná přirozeně. Vnořením se člověk stává prvkem kybernetického prostředí, stává se tzv. **vnořeným aktérem**, přímým účastníkem dějů probíhajících ve virtuální realitě. Jako vnořený aktér komunikuje v kybernetickém prostředí se svým okolím způsoby role, ve které vystupuje, či od ní nevýznamně odlišnými.

Například při výcviku je účastník cvičení vnořen (vtažen či přemísťen) do syntetického dynamického prostředí, kde je mu umožněno účastnit se dějů způsoby, které se „pouze nevýznamně“ odlišují od způsobů, jakými se bude účastnit podobných dějů v praxi, pro kterou je cvičen.

Hardware pro virtuální realitu, který musí být schopen v reálném čase zpracovat potřebné, a tedy velmi velké množství dat, musí disponovat velkou paměťovou kapacitou, musí mít velmi vysoký výpočetní výkon, musí obsahovat účelně zaměřená vstupní i výstupní zařízení apod. Tím je ovlivněná i cena takového zařízení, která je svým způsobem limitující pro faktickou implementaci a rozsah využití pro praktický výcvik.

Vstupní zařízení pro simulaci virtuální reality realizují tu část interakce, kterou se vnořený aktér podílí na dějích v kybernetickém prostředí. Základními vstupními zařízeními jsou prostředky hlasové, textové a datové komunikace, kterými vnoření aktéři komunikují se svým okolím. Složitější zařízení mohou generovat a počítači předávat údaje, které dostatečně charakterizují přítomnost, místo, polohu a činnost vnořeného aktéra, případně zasílají obdobné údaje i o nástrojích, se kterými do kybernetického prostředí vstoupil. Jedná se zejména o snímače polohy, periodicky snímající místo, případně i orientaci a pohyb vnořeného aktéra a činnost jím používaných zařízení. Patří sem také tzv. datové rukavice, které obsahují snímače polohy a pohybu ruky, případně i jednotlivých prstů. Princip datových rukavic je rozšiřován i na tzv. datový oblek pro další části těla i celé tělo.

Výstupní zařízení pro simulace ve virtuální realitě zprostředkovávají vnořenému aktéru v kybernetickém prostředí vnímané objekty a děje. Základními výstupními zařízeními jsou opět prostředky hlasové, textové a datové komunikace, kterými jsou vnořeným aktérům předávány informace o jejich okolí. Složitější výstupní zařízení mohou v kybernetickém prostředí vnímané objekty a jevy transformovat z forem a tvarů, kterými jsou vyjádřeny uvnitř počítače do podob vhodných pro jednotlivé smysly člověka. Transformace může být přitom natolik kvalitní, že její výstupy překonají citlivostní a rozlišovací prahy lidských smyslů. Člověk pak prezentované objekty a děje vnímá jako objekty z reálného prostředí.

Nejrozvinutějšími výstupními zařízeními pro simulaci virtuální reality jsou zařízení zprostředkující zrakové a sluchové vjemy. Pro zprostředkování zrakových vjemů jsou využívány zejména velkoplošné projekce a přilbové displeje. Pro zprostředkování sluchových vjemů jsou využívány nejrůznější generátory, syntetizátory a k nim připojené soupravy prostorové reprodukce zvuku. Pozornost může být věnována i generování výstupů pro další lidské smysly, jako je hmat (pro vjemy o teplotě, tvaru a povrchu objektů), čich, vestibulární ústrojí, čidla vegetativních nervů (jimiž člověk vnímá dynamické odchylky od přímočarého rovnoměrného pohybu, a které pociťuje např. při rozjíždění, zastavování nebo zatáčení dopravního prostředku).

Podle toho, jak je v simulovaném kybernetickém prostředí vnořenému aktérovi zprostředkován kontakt s dalšími objekty, jsou rozlišovány tři typy vnoření do virtuální reality.

V případě vnoření využívajícího **univerzální zařízení** je aktér do virtuální reality vtažen prostřednictvím univerzálních vstupních a výstupních zařízení. Ty musí generovat i nejbližší okolí vnořeného aktéra a musí zahrnovat také virtuální nástroje, které jsou k dispozici vnořenému aktérovi pro vnímání a ovlivňování dějů ve virtuální realitě. Univerzální vstupní a výstupní zařízení pro virtuální realitu zatím nedokáží generovat podněty pro všechny smysly člověka a snímat jeho veškerou činnost. Je otázkou, zda je ekonomické, aby to dokázaly. Zpravidla jsou proto generovány výstupy pouze pro vybrané smysly, zejména zrak, sluch, výjimečně i hmat, dále jsou snímány poloha a pohyby vybraných částí těla, zejména hlavy, nohou, rukou a jejich prstů.

U typu vnoření využívajícího **velkoplošnou projekci** je prostor virtuální reality vymezen velkými pasivními projekčními plochami či soustavami velkoplošných obrazovek. Na ně jsou spolu s prostorovým zvukem promítány obrazy okolních objektů a dějů. Vnořený aktér, kterým

může být i malý kolektiv (např. osádka, obsluha, štáb apod.), vstupuje do virtuální reality se svým, zpravidla málo rozměrným organickým prostředkem (zařízením, nástrojem, zbraní) nebo jeho maketou (např. hasič používá proudnici, policista nebo voják ruční zbraň apod.). Organický prostředek vnořeného aktéra je přechodně vybaven různými snímači (např. vysílačem snímače polohy a funkce). Snímače a výstupy elektronických částí vnořenými aktéry ovládaných organických prostředků jsou připojeny k počítači, na němž je provozován model.

U typu vnoření využívajícího **maketu pracoviště** jsou aktér nebo skupina aktérů vnořeny do virtuální reality i se svým nejbližším okolím, tedy pracovištěm (např. je použita věrná maketa kabiny skutečného vozidla, průzkumného prostředku, řídicího stanoviště apod.). Pak není nutné simulovat někdy vůbec nerealizovatelné výstupy, které imitují nejbližší okolí vnořeného aktéra. Část výbavy pracoviště, která aktérům slouží k informování o stavu a činnosti ovládaného zařízení a o dějích v jeho okolí, je ovládána prostřednictvím účelových výstupních zařízení vzájemně spolupracujícími počítači (např. průzory a okna pracoviště jsou nahrazeny obrazovkami, pro které obrazový signál generuje grafická stanice, spojovací prostředky jsou napojeny na generátory zvuku nebo pracovníky rozehry). Pracoviště bývají instalována na pohyblivě se hydraulicky nebo elektricky ovládané základně, čímž je umožněno generování vjemů i pro vestibulární ústrojí a vegetativní nervy vnořených aktérů. Prvky, které slouží k ovládání činnosti zařízení, jsou doplněny účelovými snímači fungujícími jako vstupní zařízení. Jejich signály ve formě dat vstupují do simulačního modelu, aby jej informovaly o činnosti aktérů.

Simulátory virtuální reality, které svými výstupy překovávají citlivostní a rozlišovací prahy lidských smyslů jsou zahrnovány do třídy s vysokou věrností (Hi-fi). Jejich pořizovací náklady jsou velmi vysoké a cena simulátoru typu pracoviště zpravidla dokonce přesahuje cenu jím limitovaného zařízení.

Tlak na snížení pořizovacích a provozních nákladů vede k výrobě simulátorů s omezenou věrností (Se-fi). Výstupy těchto simulátorů při výcviku ovšem „neošálí“ smysly cvičících (např. je používána nižší kvalita zobrazení, nebývají opatřeny pohyblivou základnou, jejich kabiny jsou umělohmotnými maketami originálů apod.). Nicméně, poskytují takovou hloubku vnoření, která splňuje požadavky na jejich využití při přípravě a výcviku.

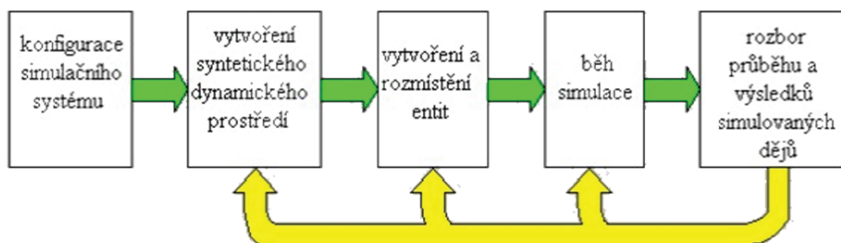
Konstruktivní simulace

Virtuální simulace může být vhodným způsobem doplňována simulací konstruktivní. Konstruktivní (tvořivá) simulace je druh simulace, kdy model obsahuje vše potřebné, aby při experimentování zastoupil (simuloval) originál, a to i takový, který zahrnuje člověka. V konstruktivní simulaci je člověk nahrazen submodelem, je tzv. **vnitřním aktérem**, na rozdíl od vnořeného aktéra u virtuální simulace. V dějích konstruktivní simulace se tak uplatňují tvořivá rozhodnutí vnitřních aktérů, přičemž jednotlivé entity tříd vnitřních aktérů aktivně jednají podle algoritmů, které jsou naprogramovány v jejich třídách.

U konstruktivní simulace se vytváří uvnitř počítačového hardware **syntetické dynamické prostředí**. Jedná se o model prostředí, v němž existují (působí, mění se, atd.) zkoumané či zvládané objekty, vytváří se a do tohoto prostředí umísťují modely konkrétních simulovaných zkoumaných či zvládaných objektů (entity), vytvářejí se děje, během kterých entity simulují chování svých originálů. Vytvořené děje je v tomto prostředí možné sledovat a provádět rozbory jejich průběhu a výsledků.

Každé použití konstruktivní simulace je v současnosti vázáno na specializovaný simulační software. Universální simulační software se totiž již přestal vytvářet i používat, protože pro svoji obsluhu vyžadoval znalost programování počítačů. Nebyl „uživatelsky přívětivý“ a mohli jej využívat pouze „dvouprofesní“ týmy a lidé, schopní tvořivě rozvíjet nejen svůj profesní obor, ale i programování počítačů. Specializovaný simulační software, bez ohledu na obor, kterým se zabývá, je přes svou účelovost zpravidla velmi rozsáhlé softwarové dílo, které obsahuje množství skupin právě pro příslušný obor a účel specializovaných nástrojů, což jsou do funkčních bloků a knihoven uspořádané programy a databáze.

Každý simulační software obsahuje část, která vytváří uvnitř počítačového hardware prázdný časoprostor, tzn. kybernetický prostor. Vytvoření kybernetického prostoru je první etapou v použití konstruktivní simulace. V dalších etapách je kybernetický prostor za pomoci jednotlivých skupin nástrojů modifikován či využíván, což je patrné z obrázku 1, kde zelené šipky vyjadřují nutnou návaznost etap, žluté šipky ukazují zpětnou vazbu pro další rozvoj simulačních procesů.



Obrázek 1: Etapy používání konstruktivní simulace (19)

Podle toho, co se v kybernetickém prostoru děje, probíhá použití simulačního software v etapách:

- vytvoření kybernetického prostředí – konfigurace simulačního systému;
- modifikace kybernetického prostředí – vytvoření syntetického dynamického prostředí;
- plnění syntetického dynamického prostředí – vytvoření a rozmístění entit;
- syntetické dynamické prostředí původním dějištěm – běh simulace;
- syntetické dynamické prostředí retrospektivním dějištěm – rozběr průběhu a výsledků simulovaných dějů.

Při **konfiguraci simulačního systému** je nejprve vybrán a konfigurován (rozmísťován a propojován) universální hardware, aby jeho výkon, paměťové kapacity, komunikační schopnosti a fyzické rozmístění odpovídaly konkrétnímu případu použití konstruktivní simulace. Dále jsou vybírány ze systému simulačního software nutné a vhodné nástroje pro další etapy, opět na míru konkrétního případu. Postupně jsou instalovány a konfigurovány na hardware. Vložením formalizované soustavy dat je kybernetické prostředí modifikováno na konkrétní syntetické dynamické prostředí, tj. na (pro účel simulace vhodný) model (jehož originálem je) prostředí existence (činnosti, změn atd.) zkoumaných nebo zvládaných objektů. V syntetickém dynamickém prostředí se budou odehrávat děje, kterých se účastní entity a toto prostředí je ovlivňuje vlastnostmi některých svých částí.

Při simulaci boje je syntetické dynamické prostředí nazýváno **syntetickým dynamickým bojištěm**. V něm se budou odehrávat po spuštění běhu simulace děje, kterých se účastní entity, v tomto případě modely účastníků boje, vojáků, jednotek, zbraní atd. Děje budou výrazně ovlivňovány modelem terénu a modelem povětrnostních a světelných

vlivů. Formalizovanou soustavou dat pro vytvoření modelu terénu, který simuluje zvolené reálné území, je jeho digitální terénní databáze.

Při **vytváření entit** jsou pomocí specializovaných nástrojů vytvářeny entity a rozmísťovány v syntetickém dynamickém prostředí. Tím jsou vytvořeny počáteční podmínky pro použití konstruktivní simulace (např. pro experiment, pro cvičení). Je-li předmětem simulace boj, pak vytvářenými a v syntetickém dynamickém bojišti rozmísťovanými entitami jsou tzv. počítačem generované síly. Jsou to modely účastníků simulovaného boje, a to obou či více bojujících stran, jak vyžaduje účel (cíl, téma, námět) cvičení nebo experimentu. Nástroji, kterými obsluha simulačního systému entity vytváří a rozmísťuje v syntetickém dynamickém bojišti, jsou knihovny a databáze počítačem generovaných sil.

Běh simulace je řízen nástroji, kterými obsluha simulačního systému ovládá simulační čas (např. spouští, zastavuje, zrychluje). Právě při běžící simulaci (tj. po spuštění simulačního času) se plně projevuje nejdůležitější vlastnost konstruktivní simulace – její tvořivý charakter. To vytváří v syntetickém dynamickém prostředí děje, při kterých entity jednak jedná automaticky nebo poloautomaticky, jednak se chovají „stejně“, jako jejich originály v prostředí své existence (např. na bojišti).

O tom, zda entita jedná automaticky či poloautomaticky, se rozhoduje již při vývoji příslušných částí systému simulačního software. Od automatismu v chování entit se upouští ze dvou důvodů (oba souvisejí s účelem použití simulace). Prvním důvodem je, že pro daný účel způsoby jednání originálů nelze zjednodušit v míře, kterou vyžaduje algoritmizace jednání entit. Druhým důvodem je, že z hlediska účelu je nutné, aby nějaký člověk (např. cvičící) působil v dějích jako aktér, aby se na průběhu dějů osobně podílel. Oba případy jsou řešeny účastí člověka (v prvním případě operátora, v druhém cvičícího) v běžící simulaci. Svým jednáním ovlivňuje průběh, a tím i výsledky dějů. Zda se entita chová „stejně“ jako její originál, je dáno validitou simulace. O validitě simulace se z větší části rozhoduje rovněž již při vývoji systému simulačního software. Závisí však také na kvalitě použitých soustav dat. Validita simulace je vždy hodnocena ve vztahu k účelu simulace. O simulaci říkáme, že je pro daný účel validní, jestliže z hlediska účelu, jak syntetické dynamické prostředí (nebo syntetické dynamické bojiště), tak i všechny entity dostatečně pravdivě (validně) simulují své originály.

Při **rozboru průběhu a výsledků simulovaných dějů** jsou pomocí specializovaných nástrojů demonstrovány průběhy a výsledky dějů. Jsou statisticky zpracována data, která charakterizují chování a účinnost jednání entit v dějích. Průběhy dějů a výsledky zpracování dat jsou ana-

lyzovány, a z nich jsou vyvozovány závěry či poučení. Je-li simulace validní (tj. není zneužita pro jiný účel, než je určena), pak tyto závěry lze interpretovat jako závěry z přímého experimentování.

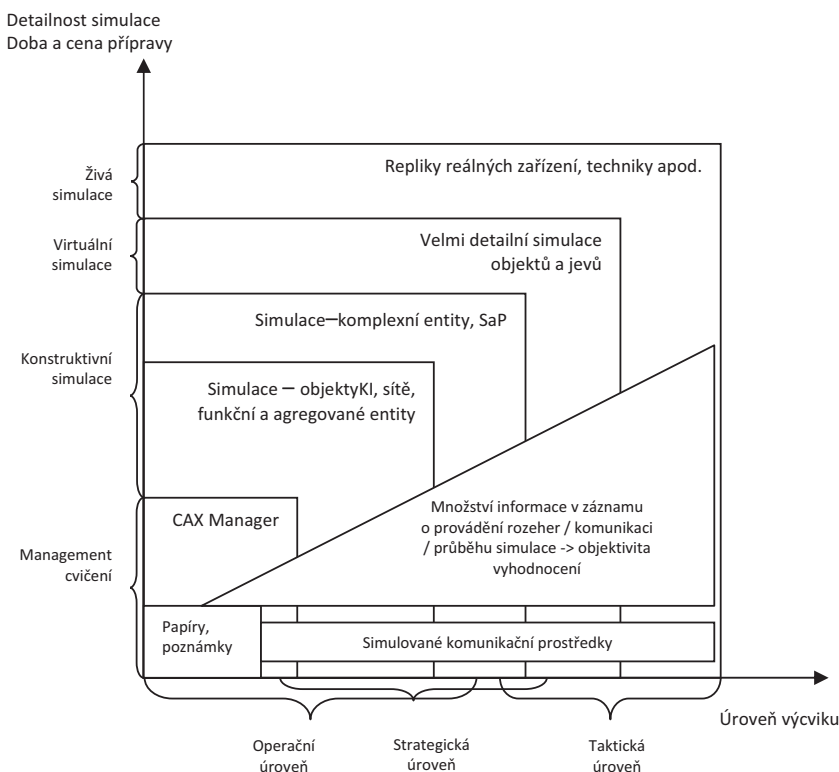
Obsluha simulačního systému používá k těmto činnostem následující nástroje:

- pro záznam simulace (případně i záznam komunikace cvičících) – automaticky zaznamenávají celý průběh simulace (případně ze spojových sítí komunikaci cvičících);
- pro přehrávání záznamu – umožňují demonstrační přehrávání vybraných úseků simulace (a cvičícími vedených hovorů);
- pro sběr dat – během simulace automaticky shromažďují data, jejichž zpracování uživatel zadal;
- pro statistické zpracování a prezentaci dat – umožňují volitelnými způsoby sebraná data zpracovat a výsledky zpracování prezentovat.

Návraty zpět k již uskutečněným etapám mohou směřovat do vytvoření syntetického dynamického prostředí, vytvoření entit a rozmístění entit a do běhu simulace, přičemž se nemusí vždy jednat o návrat na začátek těchto etap. Dovedným využíváním návratů (někdy v kombinaci s přerušением běhu simulace) lze zproduktivnit a zkvalitnit činnosti, ve kterých je konstruktivní simulace používána. Např. návratů do vytvoření syntetického dynamického prostředí a vytvoření entit je využíváno k provádění systematických změn v počátečních podmínkách experimentů. Lze jimi zproduktivnit a zkvalitnit experimentování „co by se stalo, kdyby“ („what-if“). Jeho pomocí lze hledat např. odpověď na otázku jak se (v průběhu a ve výsledcích dějů či v chování a v účinnosti jednání entit) projeví změny v syntetickém dynamickém prostředí (např. léto, zima, zalesněný či hustě osídlený terén), změny v entitě (např. při nahrazení její části x částí y , její vlastností m vlastností n) či tyto změny v počátečním rozmístění entit. Naopak, přerušování běhu simulace a návrat na začátek simulace jsou typické pro simulaci použitou např. ve výcviku. Tak lze při cvičení opakovat cvičícími nezvládnutý učební úkol. Jejich opakovaným použitím lze část cvičení dokonce pružně změnit na nácvik.

Všechny tři typy simulací, živou, virtuální i konstruktivní, lze v přípravě a výcviku větších skupin účelně integrovat s využitím např. možností již uvedené distribuované interaktivní simulace. Část cvičících může „živě“ cvičit s využitím příslušných vstupních a výstupních zařízení v terénu, další část může být do cvičení zapojena jako vnoření aktéři využívající prostředky virtuální simulace a ostatní, fyzicky necvičící, zejména spolupracující, nadřízené a podřízené orgány a jednotky, nezapo-

jené obyvatelstvo, protivník apod., mohou být nahrazeni vnitřními aktéry pomocí konstruktivní simulace. Na obrázku 2 jsou zachyceny jednotlivé typy simulací a úrovně výcviku. Z obrázku je patrné, že doba a cena přípravy cvičení je závislá na různých typech simulace a úrovni prováděného výcviku. Cenově nejvýhodnější je konstruktivní simulace a cvičení realizované na operační úrovni. Naopak, nejdražší je cvičení realizované na taktické úrovni s živou simulací, při kterých jsou využívány repliky reálných zařízení a techniky.



Obrázek 2: Simulace a jejich použití pro různé úrovně výcviku

Postup tvorby každého modelu je svým způsobem jedinečný. Přesto lze nalézt mnoho společných rysů, kterými se vyznačují jednotlivé etapy tvorby modelu.

Dříve, než je zahájena tvorba modelu, musí být především ujasněno, k čemu a jak bude používán. Musí být rovněž k dispozici informace, které umožní popsat a porozumět originálu, jež má být předmětem modelování. Při tvorbě modelu jsou tedy využívány informace zpracované odborníky z oborů, jejichž zájmem je originál a v nichž bude model

k nějakému účelu používán. Z toho vyplývá potřeba velmi úzké spolupráce mezi tvůrcem modelu, odborníky v daném oboru a potenciálními uživateli modelu.

Etapa tvorby **ideje modelu** je vždy zahajována úvahami **zda a proč, co a jak modelovat**. Jedná se o otázky pro odborníky z oborů, v nichž má být model používán. Aby odpovědi na všechny čtyři zmíněné otázky byly kompetentní, musí v nich být respektovány i možnosti technologií pro vytváření modelů a provádění simulací, včetně stanovení vhodných vstupních a výstupních zařízení a způsobu transformace jimi přenášených vstupních a výstupních informací. Proto v týmu, který řeší tuto etapu, jsou vedoucí složkou odborníci příslušných oborů a podpůrnou složkou odborníci na tvorbu modelů.

Výsledkem této etapy je stanovení ideje modelu, což je exaktní popis, který z hlediska určení celého modelu dostatečně vyjadřuje strukturu, vlastnosti, způsoby chování originálu a jeho prvků, tzn. všeho, co má model a jeho jednotlivé části zobrazovat. V etapě **volby nástrojů simulace** tvůrce modelu poté, co porozumí ideji modelu, vybere pro realizaci modelu vhodné hardwarové i softwarové nástroje simulace a posoudí množství a náročnost modelářské práce. Teprve pak lze poměrně přesně vyčíslit pořizovací vývojové a výrobní náklady modelu a simulátoru a provést kvalifikovaný odhad provozních nákladů. Rozhodující roli v týmu, který řeší tuto etapu, hrají odborníci na tvorbu modelů.

Obsahem etapy **konstrukce modelu** je transformace ideje modelu do kybernetického prostředí. V týmu, který realizuje tuto etapu, jsou vedoucí složkou odborníci na tvorbu modelů, ale svou podpůrnou roli sehrávají i odborníci příslušných oborů a potenciální uživatelé modelu. Při konstrukci modelu je totiž častým a u modelování složitých systémů téměř nevyhnutelným jevem, že jsou zjišťovány nedostatky v konzistenci ideje modelu. Za přispění odborníků v daném oboru a potenciálních uživatelů modelu jsou proto ideje modelu průběžně zpřesňovány a doplňovány.

V etapě **verifikace modelu** se zkoumá, zda model interpretuje svoji ideu. Prověřuje se, zda vytvořený model odpovídá stanovené ideji a případně, jestli je schopen spolupracovat s existujícími nebo souběžně vytvářenými modely a simulátory. Také při verifikaci se mohou projevit nedostatky v konzistenci, tentokrát zejména ve vzájemné konzistenci idejí modelů, které mají spolupracovat. Proto v týmu, který řeší tuto etapu, jsou rozhodující složkou odborníci na tvorbu modelů.

V etapě **validizace modelu** se zkoumá, zda model zobrazuje originál v požadované kvalitě. Tím se ověřuje kvalita všech dosud provedených prací na vývoji modelu. Z toho důvodu v týmu, který řeší tuto etapu, jsou vedoucí složkou odborníci příslušných oborů a potenciální uživatelé modelu, zatímco složkou podpůrnou jsou odborníci na tvorbu modelů.

Po úspěšné validizaci je model využíván v praxi. Během zkušebního, ale i pozdějšího provozního období, mohou být při využívání modelu zjištěny skutečnosti, které nebyly dostatečně zohledněny v původní ideji modelu. Na jejich základě může být model upraven a případně i rozšířen tak, aby splňoval další v původní ideji nezahrnuté požadavky.

Používané druhy modelů

Mezi základní druhy modelů, pomine-li se oblast zábavy a výzkumu, jsou pro simulaci využívány zejména:

- verifikační modely;
- výcvikové modely;
- modely pro podporu rozhodování.

Verifikační modely jsou používány k analýzám, vyhledávání a ověřování způsobů a postupů při řešení současných či očekávaných problémů, pro vědecké experimentování a testování hypotéz.

Verifikační modely nelze vytvářet jako obecné nebo typové, vždy se musí jednat o modely vztažené ke konkrétním objektům, tzn. být modelem jedinečného originálu, a dále musí zobrazovat čas, tzn. být simulačním modelem.

Model musí ze struktury, prvků a vlastností originálu (včetně vztahů a zákonitostí) věrně a dostatečně podrobně interpretovat vše, co může ovlivnit průběhy a výsledky dějů, které jsou významné z hlediska vědní disciplíny či její části, v jejímž rámci je nepřímé experimentování prováděno.

Verifikační modely musí být validní, ale pro nedostatek historických dat často nemůže být jejich validita exaktně dostatečně prokázána. Z toho důvodu se potřebné validity dosahuje vysokou průhledností modelu či jeho schopností logicky vysvětlit své chování. Při experimentování na těchto modelech nebývá dále kladen důraz na minimalizaci spotřebovaného času a nepožaduje se, aby simulované děje probíhaly v reálném čase. Naopak, záměrně se v nich používá transformace času, kdy simulované děje jsou zrychlovány nebo zpomalovány vůči dějům v originále. Požaduje se také, aby modely byly vybaveny podpůrnými nástroji, které

analytikům uživatele usnadní odhalování závislostí a vazeb, provádět regresní a korelační analýzu, statistické rozbory apod. Obvyklým požadavkem na verifikační modely také bývá, aby byly otevřené dalšímu zdokonalování a rozvoji, např. aby do nich bylo možné dodatečně zabudovat závislosti, k jejichž odhalení přispěly.

Výcvikové modely umožňují procvičovat rychlou orientaci, prohlubovat samostatnost a rozvíjet tvořivost v rozhodování, získávat a upevňovat vhodné návyky jednotlivců, secvičovat kolektivy apod. Výcvikové modely a simulátory nemají cvičícím usnadňovat práci, ale musí pro ně vytvořit praxi blízké prostředí, v němž cvičící profesně jednají, a které jim předkládá skutečnosti a sledy dějů, dostatečně reprezentující procvičovanou tematiku a vyžaduje od nich reakce ve formách v praxi obvyklých (např. při cvičení řídicích orgánů se používají grafické dokumenty, akustické a optické povely, signály či jiné formy komunikace uplatňované v reálném řízení). To, na rozdíl od verifikačních modelů, klade značné nároky na zabezpečení vysoké interaktivity mezi cvičícím a simulátorem.

Výcvikový model musí být schopen věrně simulovat ty části, vlastnosti a děje z originálu, které s procvičovanými činnostmi souvisejí. Musí simulovat vše, co cvičícím poskytuje podmínky a podněty k procvičovaným činnostem, ale i to, co se mění v důsledku jednání cvičících.

Výcvikový model musí být dále schopen, na rozdíl od verifikačních modelů, pracovat v reálném čase. Cvičící nesmí při pobytu v simulátoru pociťovat, že v dějích dochází k nějaké časové transformaci, k jejich zrychlení, zpomalení, zpoždění apod. Někdy, pro vypěstování rychlých reflexních reakcí, mohou být děje v simulátoru zrychlovány, maximálně však dvakrát. Kromě toho se pro zintenzivnění výcviku, zejména v modelech pro výcvik orgánů řízení, mohou vyjímat „bezdějové“ části simulovaných procesů pomocí skoku v čase.

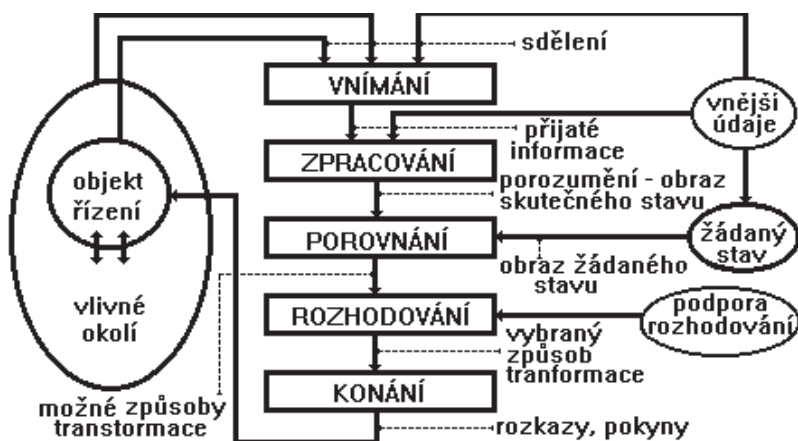
Požadavek na validitu výcvikových modelů naopak není tak přísný, jako v případě verifikačních modelů. Řídící zaměstnání má při použití výcvikového modelu možnost vstupovat do průběhu simulace, interpretovat, korigovat a komentovat její dílčí i konečné výsledky. Na druhé straně mu zase model musí umožnit navozovat různé situace a rozhrávat různé varianty simulované činnosti, přerušovat procvičované sekvence, opakovat je a dělat časové skoky. Po výcvikových modelech a simulátorech se také požaduje, aby byly vybaveny nástroji pro záznam průběhu cvičení, který umožní přehrávat jednotlivé sekvence či celé cvičení a provádět objektivní rozbory a hodnocení.

Modely pro podporu rozhodování začaly být používány nejprve ve vojenství, a proto se pro ně vžilo označení **štábní modely**. Od štábního modelu se očekává, že zvýší objektivitu a efektivnost řídicího procesu. Při stanovení způsobu využití modelů a simulací k podpoře řízení lze vycházet z obecného, tzv. Lawsonova pojetí procesu řízení.

Objektem řízení jsou v tomto pojetí části systému, které přijímají pokyny od řídicího subjektu, realizují je a předávají zpět řídicímu subjektu svá sdělení. Okolím objektu řízení je vše, co se podílí na vytváření prostředí, ve kterém probíhá činnost jednotlivých částí řízeného objektu, zejména to, na co by měl řízený objekt reagovat. Subjektem řízení jsou ty části systému, které řízeným objektům vydávají pokyny a vyhodnocují jejich sdělení, která dále využívají v řídicím procesu.

Např. při řešení krizové situace mohou být subjektem řízení jednotlivé orgány krizového řízení na úrovni státu, resortu, kraje i obce, dále velitelé a štáby zásahů, nasazených útvarů a jednotek apod. Objektem řízení mohou být organizace, jejich síly a prostředky, které jsou zapojeny do řešení krizové situace, dále organizace a jednotlivé osoby, které jsou krizovou situací ohroženy nebo postiženy a ve zvláštních případech také organizace a osoby, které se podílejí na vzniku a eskalaci krizové situace nebo brání jejímu řešení.

Proces řízení v Lawsonově pojetí zachycený na obrázku 3 zahrnuje tzv. fáze vnímání, zpracování, porovnání, rozhodování a konání, přičemž všechny fáze tvoří mnohonásobně se opakující cyklus. V reálné řídicí praxi jednotlivé fáze nemusí na sebe za všech okolností navazovat, mohou se vzájemně překrývat, opakovat či probíhat souběžně. Proces řízení rovněž v reálu zpravidla neprobíhá na jediné úrovni, ale bývá vertikálně hierarchicky členěn do několika úrovní, jak je patrné z obrázku 3.



Obrázek 3: Lawsonovo pojetí procesu řízení (20)

Ve **fázi vnímání** subjekt řízení získává **sdělení**, tedy výsledky svého či jinými subjekty prováděného pozorování, o stavu a chování řízeného objektu, jeho okolí a o souvisejících podmínkách. Sdělení přitom nemusí být přijímána pouze od řízených objektů. Také se může jednat o aktuální situaci přímo nesouvisející, ale pro řízení využitelné znalosti, dovednosti, návyky aj. podněty získané subjektem řízení během předchozího období. Získaná sdělení řídící subjekt hodnotí, třídí, ověřuje a z přijatých sdělení pro další etapu řídicího procesu vybírá **informace**, které mají z jeho hlediska využitelnou informační hodnotu.

Ve **fázi zpracování** subjekt řízení integruje přijaté informace s dalšími sděleními, která získává od nadřízených orgánů, problematiky znalých odborníků apod., a vytváří si z nich **obraz skutečného stavu**. Platí, že řídící subjekt situaci porozuměl, pokud jím vytvořený obraz odpovídá skutečnosti.

Ve **fázi porovnání** řídící subjekt získává pokyny od nadřízených orgánů a na jejich základě si vytváří **obraz žádaného stavu**, který je odrazem porozumění stanoveným cílům a úkolům vydaným k jejich dosažení. Řídící subjekt obraz skutečného a žádaného stavu porovnává a hledá **způsoby transformace** stavu skutečného do stavu žádaného.

Ve **fázi rozhodování** řídící subjekt vybírá za podpory svých odborných a poradních orgánů a s využitím nástrojů pro podporu rozhodování **optimální způsob transformace** stavu skutečného do stavu žádaného. Výsledkem této fáze je přijaté **rozhodnutí**.

Ve fázi konání pak řídící subjekt vydává **pokyny** řízenému objektu pro realizaci přijatého rozhodnutí.

Simulované skutečnosti mohou být cvičícím v první řadě předávány v rámci tzv. **informační roze hry** pomocí výstupních zařízení ve formě hlasových, textových nebo datových zpráv a hlášení. Jejich transformaci do využitelné formy provádí cvičící s využitím map a jiných kartografických prostředků, tištěných schémat, tabulek, databází apod.

Simulované skutečnosti mohou být dále cvičícímu předávány prostřednictvím zařízení, které je samo transformuje buď do dvou dimenzí (2D modely), např. do digitální mapy území, digitálního schématu jednotlivých podlaží objektu apod., nebo do tří dimenzí (3D modely), např. do digitálního modelu terénu, třírozměrného modelu objektu, virtuální reality apod.

Při použití **2D modelu** mohou být simulovány jednak skutečnosti charakterizující očekávaný vývoj situace vycházející z provedených výpočtů nebo odhadů, jednak skutečnosti, které by za reálné situace byly získávány z hlášení pozorovatelů, ze signálů z radiolokačních a pasivních sledovacích systémů, identifikačních, tepelných, pohybových aj. čidel. Použitý 2D model může mít přitom statický nebo dynamický charakter. Do statického modelu jsou vkládány jednorázové záznamy o zjištěných skutečnostech. V dynamickém modelu je simulován kontinuální průběh zobrazovaných skutečností v čase (např. pohyb vozidla nebo osoby vybavené GPS vysílačem).

Při použití obrazového **3D modelu** mohou být transformovány pouze skutečnosti, které by za reálné situace byly získávány vlastním pozorováním nebo z obrazu přenášeného ve viditelném či infračerveném spektru ze stacionárního nebo pohyblivého pozorovacího systému (např. z letícího vrtulníku), z objektového kamerového systému apod. Transformované skutečnosti mohou být použity jako vstupy a výstupy pro živou, virtuální nebo konstruktivní simulaci.

1.2.2 Entity – modely

Bez ztvárnění různých prvků vytvářejících model, například vozidla a osoby pohybující se v prostředí simulátoru a vykonávajících činnosti, tak jako je tomu v reálném životě, je každý simulátor, byť sebelépe reprezentující prostředí, pouze prostředkem pro vizualizaci krajiny. Toto prostředí je nutné oživit entitami (modely) lidí, zvířat, dopravních prostředků, strojů, zařízení a dalších předmětů používaných v běžné lidské činnosti. Entity je možné rozdělit do dvou skupin:

- modely cvičících jednotek;
- modely roze hry.

Pro potřeby výcviku složek integrovaného záchranného systému a krizových štábů budou jako cvičící složky vystupovat především jednotky hasičského záchranného sboru, Policie České republiky, zdravotnických záchranných služeb, sboru dobrovolných hasičů, vojenských záchranných útvarů, humanitárních organizací, složek podřízených obcím a krajům (městská policie, technické služby, správa a údržba komunikací aj.), státních organizací zabezpečujících energetickou a dopravní infrastrukturu, Správy státních hmotných rezerv, i soukromých subjektů.

Všechny tyto organizace disponují nejruznější technikou a zařízením. Tento materiál, včetně jeho obsluh, bude vyjádřen pomocí jednotlivých entit a úkolů, kterými bude simulována činnost složek tak, aby odpovídala co nejvíce skutečné činnosti jak po stránce obsahové, tak i po stránce časové. Vykonávané činnosti musí při plnění úkolu následovat po sobě tak, jak je tomu ve skutečnosti. Doba uskutečnění úkolů by měla co nejvíce odpovídat skutečným časovým normám na jejich splnění. Vyjmenovávat výčet veškeré techniky, zařízení a lidských profesí je příliš rozsáhlé. Z hlediska tvorby zásah a postupů obecného prostředí při řešení krizových, lze uvažovat o následujících prvcích:

- hasiči (profesionální i dobrovolní, specialisté protichemické a další služby);
- policisté (pořádková služba, zásahové jednotky, jízdní policie, kriminalisté, pyrotechnici);
- lékaři a zdravotníci;
- hasičská technika (zásahová vozidla, výšková technika, dýchací přístroje, norné stěny aj.);
- policejní vozidla (osobní, transportní, zásahová aj.);
- sanitky a vrtulníky;
- dopravní a nákladní automobily;
- speciální vozidla (jeřáby, tahače, zemní stroje aj.);
- nejruznější materiál a vybavení vozidel i jednotlivců.

Takto vytvořené entity budou provádět samostatně činnost, která jim bude zadávána prostřednictvím předdefinovaných úkolů, případně je mohou plnit ve skupinách. Jednotky vytvořené z těchto entit budou odpovídat složení jednotlivých úrovní stanic a to jak technikou, tak i počtem osob a vybavení. Komplikací je, že ty nejsou v rámci celé České republiky identické, liší se různým druhem techniky, případně svými schopnostmi. Pro potřeby simulace je však žádoucí stanovit požadavky na jednotlivé

úrovně, co se týče jak materiálního vybavení, tak i schopností plnit úkoly určitého rozsahu, homogenně.

Bez ohledu na úroveň zadávání úkolu lze úkoly pro jednotky i pro entity rozdělit do několika skupin: úkoly pohybu, manipulační úkoly, úkoly navázané na prostředí, speciální úkoly, úkoly pro jednotky.

Modely úkolů je nezbytné správně parametrizovat a nastavit je pro vybrané entity a jednotky. Zde uvedené příklady nepostihují všechny možné činnosti, ty vyplynou až ze skutečných požadavků na výcvik. Při výběru systému konstruktivní simulace bude nutné zabezpečit jeho otevřenost pro další doplnění a úpravy. Tak, jak bude probíhat výcvik, budou z něho vyplývat nové požadavky na nové modely, na nové úkoly, případně jejich úpravu, rozšíření, či změnu parametrizace v závislosti na nových možnostech.

Některé z úkolů budou jednotky provádět bez požadavků na jakékoliv materiální vybavení a speciální požadavky, jiné budou vyžadovat materiálovou podporu, případně specifické místo nebo bude jejich plnění ovlivňováno okolním prostředím. Příkladem takového úkolu je pohyb vozidel. Pokud nebude mít vozidlo dostatek paliva, nebude se pohybovat. Rychlost pohybu nebude ovlivněna jen konstrukční rychlostí vozidla, váhou naloženého materiálu, ale i povrchem, na kterém se pohybuje, povětrnostními podmínkami, viditelností a dalšími vlastnostmi prostředí.

V případě nasazení simulace pro výcvik v rozsáhlejší území a s velkým množstvím simulovaných aktérů je možno z hlediska zjednodušení obsluhy i snížení zátěže simulátoru zavést rovněž určitý stupeň agregace, kdy „entita“ bude reprezentovat určitý počet elementárních entit (např. agregovaná entita „30 osob“ bude reprezentovat polohu a stav těchto 30 osob).

Speciálním typem entit mohou být funkční (komplexní) entity obsahující procesní modely specializovaných zařízení (např. nemocnice, rozvodna apod.), kdy jsou definovány vstupní a výstupní parametry a proces jejich transformace v čase za využití dalších prostředků.

Mimořádné události a jevy prostředí

Modely mimořádných událostí a souvisejících jevů jsou další nedílnou součástí syntetického prostředí tvořeného simulátorem. Některé z nich lze realizovat činnostmi rozehry, vhodnější je vytvoření nástrojů umožňujících tyto jevy dynamicky simulovat.

Složitost simulace při definování entit plyne z komplexních vazeb v rámci modelu, kdy je nutné dosáhnout požadované provázanosti entit

na terén, počasí a dalších vazeb na okolí. Nejzřejmějším příkladem je nastavení rychlosti pohybu. Každé simulované vozidlo bude mít ve svých vnitřních algoritmech nadefinovanou maximální rychlost pohybu. Operátor samozřejmě bude mít možnost rychlost pohybu ovlivnit jejím nastavením, modifikací směrem nahoru a dolů, ale entita nemůže překročit svou maximální povolenou rychlost. Té však dosáhne pouze za optimálních podmínek. Její pohyb bude v závislosti na modelu ovlivňován množstvím dalších jevů, jako jsou např. povrch, na kterém se pohybuje, sklon reliéfu, povětrnostní podmínky, velikost nákladu, poloměr zatáček, šířka komunikace, provoz na komunikaci a mnoho dalších. Tyto jevy budou působit na pohybující se entitu komplexně a výsledná rychlost tak bude nezávisle na vůli operátora odpovídat co nejvíce reálným podmínkám. Tato provázanost je to, co dělá ze simulátoru komplexní nástroj výcviku. Změny v simulovaném prostředí probíhají zpravidla dynamicky, nezávisle na vůli uživatele a jsou dány složitými vnitřními algoritmy, které popisují odpovídající stavy z reálného světa.

1.3 Základní typy simulátorů

Pojmem **simulátor** se obecně míní něco, co umožňuje evokovat co nejrealističtější napodobení nějaké činnosti. Simulátorů je pochopitelně spousta a není možné se všem detailněji věnovat. Pro účely monografie bylo vybráno jen několik jako reprezentativní vzorek simulátorů pro řešení krizových situací.

Na základě zkušeností řešitelského týmu z oblasti informační podpory a po konzultacích s odborníky z oblasti vývoje a implementace softwarových simulačních nástrojů, jsou pro potřeby naplnění kritérií funkčnosti, možnosti praktického výcviku týmů a editace scénářů, pro základní a ostatní složky integrovaného záchranného systému, prezentovány vybrané typy.

1.3.1 OneSAF Objective System

Jedná se o vojenský simulátor, který používá armáda k vytvoření simulací bojových podmínek. Po namodelování podmínek cvičící řeší vzniklé situace prostřednictvím svých rolí. Simulační systém OneSAF Objective System verze 5.0 International vychází ze svých předchůdců (simulačních systémů OTB a ModSAF). Jedná se o nově vytvořený systém s ohledem na aktuální požadavky a zkušenosti získané při implementaci jeho předchůdců. V některých parametrech se tedy jedná o „podobný“ simulační systém, v jiných parametrech jsou odlišnosti ovšem dosti výrazné. Mezi novinky patří:

- možnost běhu na platformě Linux i Windows;
- modulární architektura (v případě potřeby je možné některé komponenty/stanice vyjmout a případně nahradit jinými);
- nová architektura umožňující škálovatelnost, oddělení vlastní simulace od ovládacích komponent, centrální řízení průběhu simulace, odstranění mnohých vnitřních omezení, modulární koncept tvorby modelů a jejich chování atp.;
- více úrovní detailnosti simulovaných modelů entit, jejich chování a úkolů;
- nový formát terénních databází (OTF) umožňující např. použití velmi podrobných modelů budov (UHRB), detailní nastavení atributů jednotlivých objektů, vedení bojové činnosti v zástavbě;
- zaměření se na simulaci současných bojových operací (asymetrické operace, boj s teroristy, ve městě apod.).

Simulace činností složek integrovaného záchranného systému je proveditelná jen částečně s omezeními. Program je v současnosti postupně implementován do českého prostředí. Licence neumožňuje tento program využít mimo prostředí Armády České republiky.

1.3.2 Simulační nástroj RESPO

Je nástrojem pro podporu zachování funkčnosti území při narušení dodávek elektrické energie. Hlavní myšlenkou simulátoru je podpora procesu zajištění kontinuity dodávek "dostatečného" množství elektrické energie pro zachování základních životních funkcí a potřeb společnosti na daném území při jejich narušení. Tento analytický nástroj slouží pro podporu hodnocení jednotlivých důležitých objektů zájmového území z hlediska společenské důležitosti a elektro-energetické náročnosti. Je určený pro stanovení priority a možnosti zásobování elektrickou energií v případě narušení dodávky této strategické komodity za využití ostrovních provozů z pohledu krizového managementu.

Hlavním cílem simulátoru RESPO je posílení vzájemné kooperace a interoperability mezi energetickým odvětvím a krizovým řízením, informačním zabezpečením při řešení narušení dodávek elektrické energie a podpora rozhodovacích procesů při přechodu postiženého území z běžného stavu do ostrovního provozu a naopak. S využitím mapových podkladů umožňuje simulátor řešit krizovou situaci. Obrázek 4 zachycuje mapové prostředí simulátoru (21), (22).



Obrázek 4: Mapové prostředí RESPO simulátoru

Simulátor je pro své užité vlastnosti vhodným nástrojem pro podporu praktických činností při zásahu, ale jeho hlavní priorita spočívá v kalkulátoru minimální spotřeby elektrické energie významných objektů. Praktické použití při simulaci řešení mimořádné situace spočívá v podpoře vstupních údajů simulace a postupu zapojování jednotlivých významných objektů a jejich větví distribuční soustavy.

1.3.3 Simulátor Emergency and Disaster Management Simulation – EDMSIM

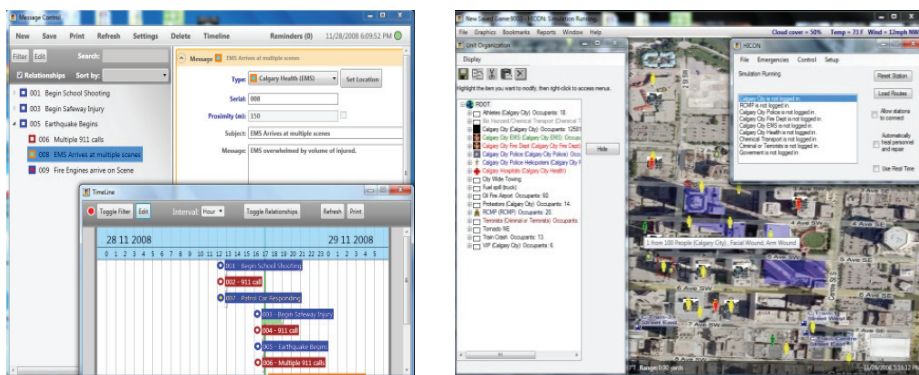
Aplikace Emergency and Disaster Management Simulation (EDMSIM) poskytuje realistický vstup do operačního centra a umožňuje dynamické cvičení, což zvyšuje účinnost tradičních tréninkových metod. Nástroj je vhodný pro trénování reakcí na mimořádné události a krizové situace. Jedinečným způsobem kombinuje simulaci se systémem pro zasílání zpráv, které mohou být použity jako hlavní nástroj řešení scénáře událostí.

EDMSIM je vysoce flexibilní systém vzdělávání na školení vedoucích a jejich zaměstnanců na místní, regionální, národní úrovni a společnou kooperaci operačních středisek. EDMSIM je simulátor postavený pro trénink všech organizací působících v krizi a při reakci na mimořádné události, ohrožení veřejného zdraví a bezpečnosti, budování záložních kapacit apod.

Aplikace EDMSIM obsahuje pokročilé mapové podklady a rozsáhlou databázi informací, jež umožňuje praktický nácvik rozsáhlého řešení krizových situací s velkým počtem spolupracujících složek. Takové cvičení

může být v rozsahu obecní/krajské úrovně, přes státní úroveň, až po rozsáhlé mezinárodní cvičení (23).

Využití pro simulaci procesů v krizovém managementu při praktickém výcviku řešení mimořádných událostí je velmi rozsáhlé. EDMSIM, i když je převážně využíván ve vojenském prostředí, je možno nakonfigurovat pro civilní použití a prakticky procvičovat komunikaci a práci v týmu. Možnost využití rozsáhlých databází pro podporu řešení krizové situace je znázorněn na obrázku 5.



Obrázek 5: Prostředí simulátoru EDMSIM (23)

Simulátor EDMSIM je vhodný pro použití při praktických cvičeních na úrovni obcí s rozšířenou působností, krajů i na národní úrovni. Lze společně prakticky procvičit i kooperaci s operačními středisky a dalšími zainteresovanými subjekty při řešení mimořádných situací.

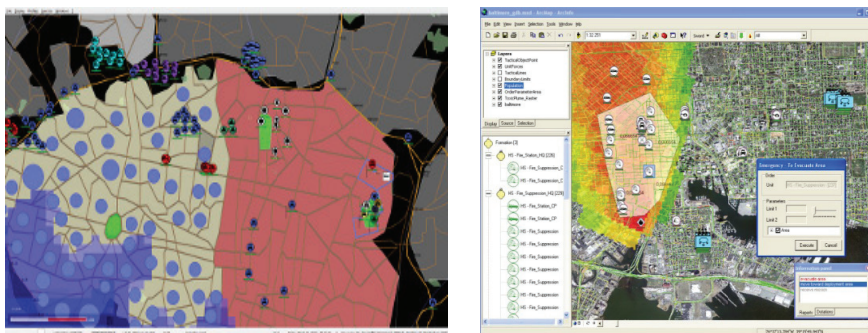
1.3.4 MASA SYNERGY

Je jeden z řady produktů firmy MASA Group pro oblast řešení mimořádných událostí. Jejími produkty v oblasti krizového řízení a havarijní připravenosti jsou MASA SWORD, MASA SYNERGY a MASA LIFE. Potřebám projektu SIMEX se nejvíce přibližuje MASA SYNERGY, jehož hlavním nástrojem je pokročilá simulační platforma, která umožňuje veřejným a soukromým organizacím, připravit a prakticky vycvičit své vedoucí pracovníky a ostatní osoby pro řešení plánovaných i neplánovaných reakcí na mimořádné události a krizové situace.

Umožňuje simulaci reakcí a aktivit na všech úrovních velení a řešení, které jsou zajišťovány, podporovány a kontrolovány pomocí umělé inteligence. Účastníci a jejich týmy dávají pokyny podřízeným úrovním pomocí svých standardních komunikačních prostředků. Podřízená

úroveň je nahrazena operátorem, který promítá tyto pokyny do akcí a aktivit v rámci simulace. Simulace se rozehrává automaticky podle pokynů cvičících do akcí a činností na všech podřízených úrovních.

Umělá inteligence určuje dopad na situaci a o tom, jak scénář řešení postupuje. Provozní zprávy z oblasti simulované mimořádné události jsou zaslány zpět nahoru přes všechny úrovně velení organizace. To má za následek nové zprávy o stavu na úrovni mimořádné události, které komunikují s novou situací cvičících a jejich týmů. Je zde dynamická interakce mezi pokyny cvičících a neustále se vyvíjejícím prostředím simulované mimořádné události (24), (25). Obrázek 6 demonstruje možnost aktualizace dat.



Obrázek 6: Přehledová mapa simulační platformy MASA SYNERGY (25)

Vzhledem ke své variabilitě se MASA SYNERGY velmi dobře hodí k **výcviku záchranných jednotek** a ostatních pracovníků zapojených do řešení živelních pohrom, provozních havárií, mimořádných událostí spojených s jaderným, biologickým, chemickým nebezpečím, hrozby v souvislosti s terorismem, propuknutí závažných nemocí a následné hromadné evakuace obyvatelstva.

MASA SYNERGY se používá k přípravě pracovníků na vysoké úrovni řízení, kde se cvičí taktické a strategické rozhodovací procesy a pravomoci. Cílem simulace je vybavit cvičící znalostmi a zkušenostmi nezbytnými pro zvládnutí krizové situace. Systém pro podporu rozhodování v průběhu závažné mimořádné události umožňuje informace v řídicím systému předávat v reálném čase prostřednictvím simulace. Vzhledem k tomu může simulátor vypočítat průběh mimořádné události mnohem rychleji a přesněji než lidé a může poskytnout prognostické údaje o výsledku události, za použití scénářů "Co kdyby?".

Prostřednictvím simulátoru MASA SYNERGY je možno ověřit postupy, zařízení, komunikační prostředky, interoperabilitu a havarijní plány. Scénář krizové situace je možno připravit v simulaci. Využití aktuálních postupů a vybavení poskytne výsledky. V návaznosti na to stejný scénář může být znovu simulován s jedinou změnou zařízení nebo postupu. Jako výsledek se ukáže účinnost a následky této změny (26).

1.3.5 Atmospheric Dispersion Modelling System –ADMS

Simulátor ADMS je jeden z nejmodernějších nástrojů k výcviku specialistů záchranných týmů zejména ve Spojených státech amerických. Umožňuje několikastupňový výcvik jednotlivých složek samostatně anebo v kombinovaném složení. Programové vybavení ADMS je mostem mezi teoretickou přípravou specialistů (ekvivalent národního integrovaného záchranného systému) na učebnách a živým cvičením v reálném prostředí. Systém obsahuje moduly pro výcvik na nejnižší úrovni (řidiči, obslužný personál), taktické úrovni (velitel zásahu) i na úrovni strategické / operační. Složení kombinovaných skupin je závislé na procvičovaném scénáři a rozsahu cvičení. Programové vybavení je určeno pro:

- trvalý výcvik velení, řízení, součinnosti a komunikace příslušníků krizového štábu a výkonných prvků záchranné operace;
- výcvik příslušníků policie a hasičského záchranného sboru pro výkon funkce velitele zásahu;
- zdokonalovací výcvik příslušníků krizového štábu k řízení složek záchranné operace v kombinovaném složení;
- podporu krizových center k řešení modelových krizových situací;
- strategická cvičení zaměřená na plnění úkolů záchranných operací;
- vzdělávací aktivity a školení specialistů záchranných týmů;
- programovou podporu aktivit vzdělávacích institucí zaměřených na vzdělávání specialistů záchranných týmů;
- sestavování, testování a verifikaci zpracovaných plánů typických záchranných operací a definovaných postupů;
- výcvik, hodnocení a zdokonalování dovedností řidičů vozidel logistiky letišť.

Technické a programové prostředky systému ADMS přinášejí uživatelům typické výhody související s využíváním počítačové simulace jevů, dějů a procesů reálného prostředí, které je „nahrazeno“ prostředím syntetickým (v podstatné míře virtuální realitou). Mezi podstatné výhody systému lze uvést:

- možnost výcviku v libovolném čase, prostředí, podmínkách i s omezenými zdroji (zejména finančními);

- systém lze rozšiřovat (doplňovat) o entity, objekty, prostory a prostředí podle aktuálních požadavků na přípravu (vzdělávání, výcvik a výchova) specialistů záchranných týmů;
- možnost výcviku k řešení úkolů záchranné operace s látkami a prostředky hromadného ničení (nasazení tzv. HAZMAT), bez rizik spojených s ohrožováním životního prostředí, zdraví a životů lidí;
- nulové riziko zranění nebo úmrtí cvičících;
- relativně nízké náklady na zabezpečení a provedení cvičení.

Pro uživatele ve Spojených státech amerických je v ADMS vytvořeno 10 scénářů, které lze „umístit kdekoliv“ na území Spojených států amerických. Scénáře incidentů, nehod a katastrof zahrnují:

- osvobozování rukojmích v nákupním centru;
- likvidace požáru ve víceposchodové a víceúčelové budově;
- dopravní nehoda na dálnici;
- požár farmy;
- obsazení a osvobození osádky a cestujících uneseného letadla po jeho přistání na letišti;
- činnost při likvidaci následků zříceného skladiště;
- činnost k eliminaci střelce;
- likvidace následků ekologické katastrofy způsobené havárií cisterny s pohonnými hmotami nebo jinou nebezpečnou látkou;
- letecké neštěstí letadla Boeing 757;
- likvidace následků ekologické katastrofy způsobené havárií tankeru v přístavu.

Scénáře mohou být editovány generátorem scénářů podle požadavků a cílů cvičení. Programový systém zahrnuje moduly pro výcvik:

- krizového managementu;
- velitele zásahu;
- příslušníků hasičského záchranného sboru;
- zdravotnických týmů;
- příslušníků policie;
- záchranných sborů letiště;
- řidičů přepravních, záchranných, hasičských a jiných speciálních vozidel.

Vzhledem k tomu, že výcvikový nástroj ADMS nabízí obsahově nejširší škálu implementačních příležitostí k využití v oblasti krizového řízení pro výcvik a součinnost jejich aktérů, je dále předložena podrobnější charakteristika využitelnosti jeho jednotlivých modulů.

Modul pro výcvik managementu ADMS

Programový systém ADMS lze využít také **k přípravě štábů krizového řízení** (managementu) a výkonných prvků (manažeri pro krizové situace, bezpečnostní manažeri, příslušníci městské a státní policie, velitelé zásahů, osádky zásahových vozidel a jejich velitelé apod.).

Systém umožňuje pro tuto cílovou skupinu vytvářet, simulovat a v ní eskalovat různé incidenty i události způsobené přírodními živly nebo vyvolané lidskou činností, jejichž rozsah není z hlediska programu omezen. Jedná se o nebezpečí povodně, zemětřesení, sesuvy půdy a bahna, teroristické útoky, průmyslové havárie, použití zbraní hromadného ničení (resp. jejich ekvivalentů, „špinavé bomby“, bakteriologické a biologické zbraně apod.), neřízené rozsáhlé i lokální požáry, občanské nepokoje a demonstrace, to vše v různých přírodních, povětrnostních a klimatických podmínkách. Modul je sestaven jako virtuální simulace v konkrétním geoprostoru s 3D projekcí dějů a událostí v místě incidentu, katastrofy apod.

V modulu (obdobně jako i v ostatních modulech) jsou využívány entity s jistou mírou kvality chování umělé inteligence simulovaného objektu (osoby – „diváci“, postižení, dav, osádky vozidel a jiných objektů podílejících na průběhu události). Chování entit je ovlivňováno interakcí cvičících. Možnost nastavení (změn) chování těchto entit není deklarována a dostupné zdroje tuto schopnost nepotvrdily ani nevyvrátily.

S modulem lze procvičovat:

- rozhodovací proces;
- optimalizaci informačních toků v cvičícím štábu i k výkonným prvkům;
- organizaci rozmístění a využití zdrojů;
- strategii koordinace činnosti ekvivalentů integrovaného záchranného systému;
- aplikaci standardních operačních postupů ve více úrovněovém systému velení a řízení;
- a prověřovat reálnost zpracovaných plánů opatření pro štáby na místech řízení.

Využití tohoto modulu vytváří i podmínky pro vhodnou komplexní vizualizaci simulovaného děje, jak je patrné z obrázku 7.



Obrázek 7: Cvičící využívající systém ADMS-CONTROL

Modul pro výcvik velitelů zásahů ADMS

Modul Atmospheric Dispersion Modelling System ADMS EOC je deklarován jako uznávaný programový prostředek **pro výcvik velitelů** a managementu řešících úkoly spojené s prováděním záchranných prací a odstraňováním následků katastrof, havárií, kalamit podobných událostí. Technologickým základem modulu je virtuální simulace. Propracovaný detail zobrazení virtuální reality umožňuje cvičit osoby v daných funkcích v prostředí velmi podobném realitě.

Modul umožňuje:

- rozsáhlá cvičení i nácviky řešení drobných incidentů v prostředí virtuální reality;
- využívat pro cvičení neomezené zdroje, které lze rozvinout podle cílů výcviku;
- procvičovat standardní operační postupy;
- prověřovat a zdokonalovat strukturu informačních toků uvnitř řídicího štábu i k podřízeným prvkům/vykonavatelům;
- využívat vysokou kvalitu vizualizace s dostatečným stupněm věrnosti zobrazení objektů, jevů a dějů scénáře;
- cvičení v interaktivním módu;
- cvičení s dynamickými entitami zasazenými do provozu a vlastním modelem poškození;
- vytvářet uživatelem definované scénáře cvičení pomocí generátoru scénářů;

- prohlížet a využívat zpracované scénáře, které byly vytvořeny dodavatelem nebo jinými uživateli programového prostředku a byly poskytnuty ke sdílení (tzv. ADMS-SHARE databáze);
- přesné plnění vydaných rozkazů a reakce systému na jejich plnění;
- v průběhu simulace eskalovat vývoj incidentů cvičení do složitějších situací a podmínek;
- zobrazovat jevy související a provázející kritické události (plamen, dým, jeho šíření apod.);
- zdokonalovací výcvik velitelů, štábů a jejich příslušníků pro situace, které se očekávají v nejbližší době, místě a prostředí;
- cvičit za definovaných povětrnostních podmínek;
- zaznamenat průběh simulace pro potřeby hodnocení a rozboru.

Modul je sestaven tak, aby umožňoval cvičit:

- management pro řešení katastrof, havárií, pohrom, kalamit;
- záchranný management;
- bezpečnostní důstojníky a úředníky;
- velitele zásahu;
- velitelé osádek;
- příslušníky operačních center pro havárie a katastrofy;
- cvičící na reakci subjektů, jejichž reakce jsou ovládány tzv. umělou inteligencí.

Na výše uvedené reaguje i následující obrázek 8 znázorňující možnost komfortní informační podpory krizového štábu.



Obrázek 8: Cvičící využívající systém ADMS-EOC

1.4 Podpůrný nástroj počítačové simulace

Je zřejmé, že existujících nástrojů počítačové simulace (speciálních softwarů) je nepřehledné množství (27), (28). Většina z nich je vytvořena za účelem simulace – demonstrování průběhu úzce vymezeného jevu, nikoliv pro samotný výcvik. Je nutno tedy brát v úvahu předurčení simulace a z toho plynoucí eventuální možnost či nemožnost přímého použití pro kolektivní výcvik osob. Závažnými překážkami použití jednotlivých programů mohou dále být:

- dostupnost;
- licenční podmínky;
- možnost adaptace pro prostředí České republiky (tzn. modely lokalit, sítí, entit apod.).

1.4.1 TerEx

Jedná se o nástroj, který umí vyhodnotit dopady úniků nebezpečných látek. Do programu se vkládá název látky, podrobnosti o způsobu úniku, množství látky, meteorologické podmínky i místo, kde se nachází. Program vyhodnotí oblast zásahu. V dané oblasti je nutno provést ukrytí či evakuaci obyvatelstva v závislosti na vzdálenosti dosahu oblaku par či v jaké vzdálenosti hrozí vysklení skel v domech tlakovou vlnou. Program TerEx vždy počítá s těmi nejhoršími možnými následky. Vypočítané hodnoty lze následně zanést do mapy, které jsou importovány ze serveru Google Maps. Výstupy lze exportovat do dalších programů pro podporu řešení mimořádných událostí (29).

Během cvičení s únikem nebezpečné látky mohou tento program použít velitelé zásahu pro určení nebezpečné a vnější zóny. Využití tohoto nástroje pomáhá studentům uvědomit si, jak velké nebezpečí při plnění jednotlivých zásahů hrozí. Stejně lze využít i další modelovací programy jako jsou ALOHA (30), RISKAN (31) apod.

Tyto programy jsou vhodné **pro vytvoření vstupních dat** pro zahájení **simulace** mimořádné události s únikem nebezpečné látky nebo v případě úniku, který lze přidat do již běžícího scénáře řešení mimořádné události. Pro praktické cvičení a kooperaci zasahujících jednotek není přímo použitelný.

1.4.2 HPAC

V současnosti se pro prognózování situace a možností ohrožení nejen ve vojenském prostředí, ale i u civilního obyvatelstva, začalo použí-

vat speciální programové vybavení s implementovanými modely pro výše uvedené účely. Takovým nástrojem je model Hazard Prediction and Assessment Capability (HPAC).

Systém využívá k popisu incidentů, procesů a výsledků sadu pojmů, které svým obsahem vyjadřují určitou podmíněnou návaznost při jeho použití. Úlohy jsou popsány prostřednictvím následujících základních pojmů:

- incident;
- výron;
- scénář.

Incident popisuje vybrané události spojené s únikem (výronem) chemické, bakteriologické, radioaktivní nebo jiné nebezpečné látky do okolního prostředí. Jednotlivé moduly, modely a dialogová okna systému jsou sestavena tak, aby odpověďmi na otázky „Kdy?“, „Kde?“ a „Co?“ uživatel definoval potřebné parametry incidentu. Součástí systému je sada „předdefinovaných“ incidentů.

Výron je přesný popis množství látky, velikosti a polohy mraku, času úniku látek a fyzikálních charakteristik látky. Únik může být okamžitý (výbuchem) nebo trvalý (postupný únik látky ze zdroje), pohyblivý nebo nepohyblivý (podle charakteru zdroje). V systému se používá ještě tzv. analytický výron, který není spojen se konkrétním incidentem.

Scénář je sestava incidentů a úniků, které jsou uspořádány v prostoru a čase do jednoho projektu.

Systém HPAC je určen k predikci účinků nebezpečných látek, které se dostaly do ovzduší, a mají dopad na civilní obyvatelstvo i speciální jednotky provádějící určitou činnost v zamořené oblasti. Lze jej také využít při predikci účinků zbraní hromadného ničení anebo prostředků, jejichž účinky jsou srovnatelné s těmito zbraněmi.

Pomocí HPAC lze predikovat rizika a důsledky incidentů podobných jako:

- havárie jaderné elektrárny v Černobylu (Ukrajina);
- výbuch v jaderné pumy nad Hirošimou (Japonsko);
- konflikt (ztráta) jaderné bomby ve Středozemním moři (Polomares, Španělsko);
- incidenty a mimořádné události způsobené jadernými zbraněmi;
- katastrofy způsobené výronem chemických látek (např. Bhópál, Indie);

- katastrofy způsobené únikem biologických zbraní (Sverdlovsk, Rusko);
- použití biologických zbraní teroristickými skupinami a sektami (Yokosuka, Japonsko) apod.

Systém lze používat ve dvou režimech, a to režimu:

- operačním;
- analytickém.

V operačním režimu poskytuje systém výsledky pro hodnocení rizikové situace (aktuálního stavu nebo pro předpověď očekávaných událostí – vývoje situace). V analytickém režimu je využíván pro výzkumné a vývojové práce.

Rozdíl mezi použitím v daných režimech spočívá pouze v režimu práce s daty. V operačním režimu jsou data implicitně daná (měřením, výpočtem apod.), v analytickém režimu lze tyto data měnit a sledovat vývoj situace v podmínkách „Co se stane, když“.

Systém zahrnuje sadu komponentů, kterými jsou:

- modely incidentů;
- databáze o prostředí;
- model pohybu atmosféry;
- model účinků na lidský organizmus;
- grafické uživatelské rozhraní (GUI).

Modely incidentů umožňují popsat incident-událost (v pojmech jako jsou kde, co, kdy se to stalo). Systém zahrnuje následující modely:

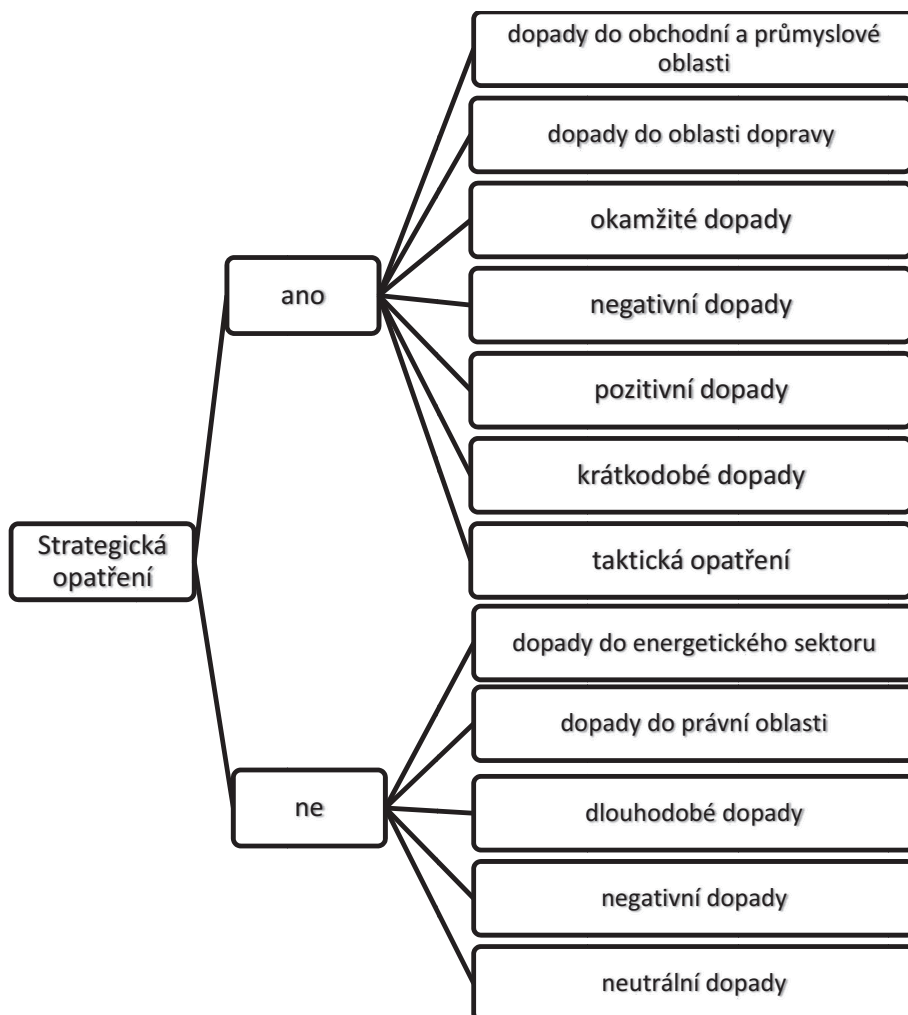
- interiéru budov s modely jejich odvětrávání;
- zařízení s chemickými a biologickými látkami;
- průmyslových zařízení;
- systémů průmyslové dopravy;
- jaderných zařízení;
- chemických/biologických zbraní;
- jaderných zbraní (vybraná edice);
- jaderných katastrof a havárií;
- protiraketové obrany;
- incidentů jaderných zbraní.

Data o prostředí jsou součástí integrované databáze (se záznamy o historii vývoje počasí, výškopisnými daty terénu – elevace, databázi povrchu terénu a mapových podkladů). Tato sada dat umožňuje používat systém v autonomním režimu (bez připojení k serveru s potřebnými daty). Navíc lze do systému nahrát soubory s daty o počasí, které jsou

k dispozici na meteorologických serverech, tzv. MDS nebo jiných zdrojů dat potřebných k práci s tímto systémem. Tento program je vhodný **pro vytvoření vstupních dat** pro zahájení **simulace** mimořádné události s únikem nebezpečné látky nebo v případě úniku, který lze přidat do již běžícího scénáře řešení mimořádné události. Pro praktické cvičení a kooperaci zasahujících jednotek není přímo použitelný.

Sagbata

Sagbata je vyhledávací nástroj určený pro zpracování a vyhodnocení údajů ve znalostní databázi, která je naplněna informacemi důsledků, resp. dopadů rozhodnutí učiněných řídicími orgány při řešení krizových situací. Využití je demonstrováno na obrázku 9. Z hlediska jeho využití při výcviku, jde spíše o podpůrný prostředek.



Obrázek 9: Struktura uchovávaných dat

Informace o důsledcích rozhodnutí uložené ve znalostní databázi zahrnují poznatky zkušených manažerů (expertů) v krizovém řízení, a to z různých oblastí – ekonomiky, práva, dopravy, zdravotnictví (32).

1.4.3 HEC-HMS

Model HEC-HMS byl vyvinut v 60. letech minulého století pro železniční specialisty armády Spojených států amerických. Model je aplikovatelný na standardních GIS. Ve spolupráci se společností Esri byla vytvořena nástavba HEC-GeoHMS, která umožňuje provádět potřebné výpočty

a simulace v prostředí GIS. Distribuce modelu je řešena jako freeware. Z tohoto hlediska je jeho využití minimálně limitováno licenčními omezeními. Model potřebuje k výpočtům a simulaci údaje o srážkách sestavených do tzv. časových řad. Model umožňuje výpočty pro kalkulaci objemu přímého odtoku vody v závislosti na hydrologických vlastnostech půdy ale také při znalosti stavu počátečního nasycení půdy a také tzv. korytového odtoku. V tomto případě model využívá aproximované základní rovnice proudění v otevřených korytech. Model má implementovanou komponentu modelování vodních nádrží s možností definování hrázových struktur. Významnou je možnost simulace protržení hráze vodní nádrže. Z dostupných zdrojů lze vydedukovat, že model umožní také výpočet transportu sedimentů v toku. Model může simulovat stavy při protržení hráze vodní nádrže i modelovat hydrologické extrémy, akumulaci a tání sněhu (33).

1.4.4 SACRAMENTO

Model SACRAMENTO je srážko-odtokový model. Přesněji řečeno, je to model půdní vlhkosti. Je součástí rozsáhlé sady knihoven systému pro předpověď vlivu meteorologických jevů a jejich vlivu na tok vody v řekách. V České republice je tento model využíván na Českém hydro-meteorologickém ústavu (ČHMÚ) k operativním předpovědím stavů na povodí Labe a Vltavy. Model lze navázat na další modely (sněhový, korytový, na modely řízení nádrží apod.). Tento model lze navíc zapojit do varovných systémů protipovodňové ochrany (34), (35).

1.4.5 SWAT

Model SWAT byl vyvinut Ministerstvem zemědělství vlády Spojených států amerických. Je to hydrologický transportní model. Model je volně šiřitelný. Model rozděluje povodí na menší části (dílčí povodí), které jsou transformovány do homogenních celků, jež mají stejné chování v celém dílčím povodí. K výpočtu povrchového odtoku se využívá tzv. jednotkový hydrograf. Korytový odtok je řešen modelem nádrže nebo kinematickou aproximací St. Venantových rovnic. Model umožňuje začleňování dalších podmodelů pro výpočet vlivu nádrží, zavlažování, transportu živin a znečišťujících látek na tvorbu a transport sedimentů. Tato větev modelu však není využitelná pro simulační systémy konstruktivní simulace. Model vyžaduje pro svoji aplikovatelnost klimatologická data, jako jsou časové řady srážek, teploty vzduchu, slunečního záření, relativní vlhkosti vzduchu a rychlosti větru v definovaném časovém kroku pro

simulacev daném povodí. Model umožňuje také zpracování prostorových dat pro jeho aplikaci v systémech GIS (ArcView, ArtGIS apod.) (36).

1.4.6 HBV

Model HBV byl vyvinut švédským meteorologickým a hydrologickým institutem. Je využíváný jak pro krátkodobé, tak pro kontinuální simulace odtoku vody z povodí. V České republice není příliš rozšířený. Model odtoku vody vychází z jednotkového hydrografu. Model, podobně jako všechny popsané modely, vyžaduje zadání stavových veličin (hydrologické, půdní, vegetační charakteristiky apod.). Je využíván k modelování tání sněhu a ledu, modelování dopadu klimatických změn na odtok a dalších jevů souvisejících s dynamikou pohybu vody v korytě řeky, která má ve struktuře nádrže (37), (38).

1.4.7 HYDROG

Model HYDROG byl vyvinut pro simulaci odtoku vody z povodí, kde se nacházejí vodní nádrže. Je charakterizován jako srážko-odtokový model. Model využívá prvky teorie grafů, kde hrany grafů představují koryta toků řek, uzly grafů – odběrná místa, místa řízení toku nebo uzly říční sítě. Plochy grafů prezentují povodí nebo jejich části. Model byl vyvinut pro operativní předpovědi a prognózu vývoje toku vody v řekách. Z tohoto důvodu je kladen významný důraz na validitu vstupních dat. Do modelu lze zakomponovat výstupy z meteorologického předpovědného modelu ALADIN (časové řady teplot a vodní hodnoty sněhu). Model vyžaduje také data o odtoku vody z nádrží a přítoků vody z toků povodí. Obdobně jako popsané modely, i tento model vyžaduje znalost stavových charakteristik povodí (sklon a drsnost povrchu, půdní charakteristiky apod.) (39).

1.4.8 WaSiM-ETH

Model WaSiM-ETH byl vytvořen ve švýcarském Institutu atmosféry a klimatu. Je to model deterministický, použitelný pro velký rozsah prostorových poměrů (od 1 km² do 10000 km²). Model představuje kompromis mezi podrobným popisem povodí a nároky na kvalitu a objem vstupních dat. Model byl vyvíjen jako model univerzální pro řešení naprostě většiny hydrologických problémů (40).

1.5 Implementace poznatků do první výstupní fáze projektu

Na základě vyhodnocení charakteristik dostupných simulačních nástrojů a požadavků na výcvik a komunikaci mezi aktéry krizového řízení se ukázalo, že při vytváření simulátoru SIMEX, jako jednoho z výstupních produktů projektu, bude žádoucí přehodnotit jeho jednotlivá kritéria a doplnit je o další vlastnosti, které jsou od simulačního nástroje požadovány. Tyto přidané vlastnosti umožní blíže specifikovat a zpřesnit základní charakteristiky, které má simulátor splňovat v návaznosti na širokou škálu požadavků v oblasti krizového managementu.

Mezi klíčové parametry pro tvorbu simulačního nástroje SIMEX pro skupinový výcvik krizového managementu je žádoucí zahrnout a uvažovat:

- **přizpůsobitelnost** – vzhledem k tomu, že veškeré nástroje vznikly v zahraničí v prostředí často velmi odlišném od podmínek v ČR, existují požadavky na možnost úpravy existujících modelů (entit, prostředí, sítí atp.), úpravy parametrů a dat, se kterými modely pracují, úpravy vazeb (propojení a hierarchie), interoperabilitu;
- **komunikaci** – stejně jako v případě interoperability je z hlediska skupinového cvičení důležitá rovněž činnost cvičících, včetně možnosti zhodnocení komunikace. Z tohoto hlediska je nutné uvažovat spolupráci výcvikových prostředků s komunikačním systémem;
- **úroveň simulace** – která může být zaměřena na podporu výcviku jednotlivce nebo celých skupin. Výše uvedené nástroje jsou zaměřeny na skupinový výcvik s tím, že je možné do výcvikového prostředí rovněž začlenit modul pro výcvik jedince.

Informace byly čerpány jak ze zdrojů výrobců jednotlivých simulátorů, tak i z publikací a hodnocení uživatelů, kteří daný software používají.

Z komparace schopností jednotlivých simulátorů se ukazuje, že bude vhodné kombinovat vlastnosti několika simulátorů. Velmi významným prvkem je podpůrný simulátor pro přípravu podkladů ke cvičení, např. výpočet zamořené či zaplavené oblasti. Zde je zbytečné podobný software vyvíjet. Lze s velkou výhodou využít výsledky takovýchto simulátorů jako vstup pro vlastní simulaci za účelem výcviku.

Dále je žádoucí zvážit přítomnost online editoru scénáře. Jeho prostřednictvím lze připravit cvičení i vstoupit do již běžící simulace a provést změny v rozehraném scénáři. To umožní variabilitu a otevřenost simulá-

toru pro použití v různých prostředích a za různých situací s prvkem nepředvídatelnosti.

V návaznosti na výše uvedené skutečnosti byl vyvinut simulátor SIMEX pro cvičení aktérů krizového řízení a prvků kritické infrastruktury, který byl verifikován prostřednictvím cvičení „SIMEX 2016“ a „Blackout 2017“ (41).

V rámci přípravy cvičení bylo vytvořeno široké spektrum entit. Mezi vytvořené entity patří například školská zařízení, orgány veřejné správy, průmyslové podniky, nemocnice. Speciálně aplikovatelnou entitou, nezbytnou pro naplnění požadavků a cílů cvičení byla distribuční síť.

Na ni se provedly následující úpravy:

- vytvoření distribuční sítě v jednotlivých infrastrukturách s více úrovněmi (plyn, elektřina, voda atd.);
- v síti byl nastavitelný uzávěr, je možné vložit poruchu (přerušení) do vybraného místa;
- k síti bylo možné připojit entitu – „spotřebitel“, který může indikovat připojení k síti; spotřebitel může být složitější a může potřebovat další pomocné entity, jako jsou plyn, elektrickou energii, lidi apod.;
- entity mohou být i v roli „producenta“, který vyrábí další suroviny či zdroje. Svůj výstup produkce posílá do sítě. Příkladem je proces, kdy lze z plynu generovat elektřinu. Pokud dojdou zdroje, přestane entita produkovat a tento stav je v simulátoru indikován.

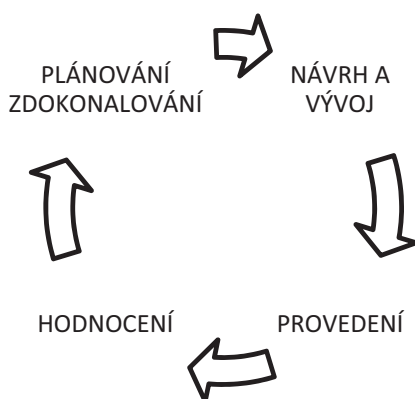
Po vývoji simulátoru bylo možné připravit a vytvořit scénář mimořádné události s požadovanými entitami a funkcionalitami. Pro potřeby cvičení byl vytvořen komplexní systém distribuční sítě plynovodu zachycený na obrázku 10, který pomocí schématu přehledně zobrazoval stav distribuční sítě a stav jednotlivých produkujících či spotřebovávajících entit.



Obrázek 10: Schéma rozvodné sítě v simulátoru s vyznačenou závadou

2 ZÁKLADNÍ ZÁSADY PRO REALIZACI CVIČENÍ S VYUŽITÍM SIMULÁTORU

The Homeland Security Exercise and Evaluation Program (HSEEP) uvádí dílčí fáze cvičení, které zajišťují důsledný a interoperabilní přístup ke cvičení subjektů krizového managementu (16). Na obrázku 11 jsou jednotlivé fáze zachyceny.



Obrázek 11: Cyklus cvičení

České předpisy (42) hovoří pouze o třech úrovních taktického cvičení, ale podle jejich obsahového vymezení odpovídají výše prezentovanému přístupu (43), (16).

2.1 Organizace cvičení s využitím simulátoru

Na národní úrovni cvičení provádí složky integrovaného záchranného systému a orgány krizového řízení. Cvičení integrovaného záchranného systému se dělí na prověřovací a taktická. Jsou součástí jejich pravidelné odborné přípravy.

Prověřovací cvičení slouží k prověření připravenosti a akceschopnosti jednotek požární ochrany, k přípravě složek integrovaného záchranného systému k provádění záchranných a likvidačních prací, k prověření havarijních plánů nebo k ověření součinnosti mezi jednotkami požární ochrany a dalšími složkami integrovaného záchranného systému. Prověřované složky integrovaného záchranného systému by neměly o cvičení dopředu vědět (12).

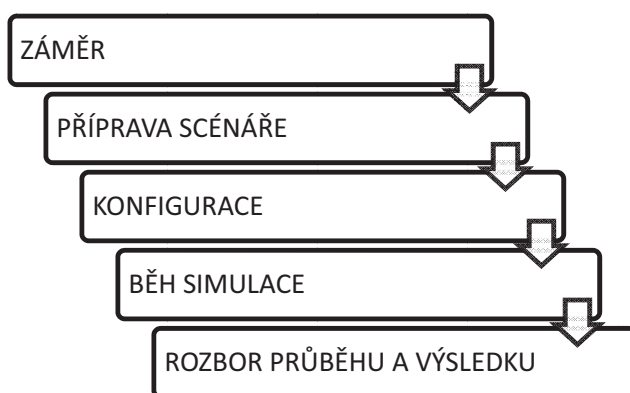
Taktická cvičení složek integrovaného záchranného systému jsou určena k ověření přípravy složek integrovaného záchranného systému a orgánů podílejících se na provedení a koordinaci záchranných a likvidačních prací při mimořádné události. Taktická cvičení se podle rozsahu provedení cvičení a úrovně koordinace složek člení na taktickou, operační a strategickou úroveň. Cvičení jsou dopředu zveřejněna (5).

Uskutečňování cvičení orgánů krizového řízení je považováno za základní formu přípravy orgánů krizového řízení na řešení mimořádných událostí, při nichž je vyhlášen krizový stav. Cvičení je možné dělit z několika hledisek (42):

- podle organizace: vnitrostátní x mezinárodní cvičení
jednostupňová x víceetapňová cvičení
- podle cvičících orgánů: orgány na ústřední úrovni x orgány na krajské úrovni
- podle obsahového zaměření: na nevojenské x vojenské krizové situace.

Součástí cvičení je dokumentace, která slouží pro přípravu a provedení cvičení a charakterizuje celkový obsah cvičení.

Organizace kolektivního cvičení s využitím simulačních prostředků vyžaduje systematický přístup. Cvičení je nutno zabezpečit po organizační i technické stránce. Z pohledu organizačního je třeba stanovit strukturu účastníků cvičení, cíle cvičení, způsob vyhodnocení a také rozsah, termín a místo. Tyto informace jsou shrnuty v plánu provedení cvičení dle obrázku 12.



Obrázek 12: Časové schéma využití výcvikového pracoviště

Z důvodu nutnosti zdokonalit interoperabilitu mezi orgány krizového řízení a složkami integrovaného záchranného systému byl v projektu položen důraz na zkvalitnění úrovně taktického cvičení.

Z časového hlediska lze organizaci taktického cvičení členit na tři etapy.

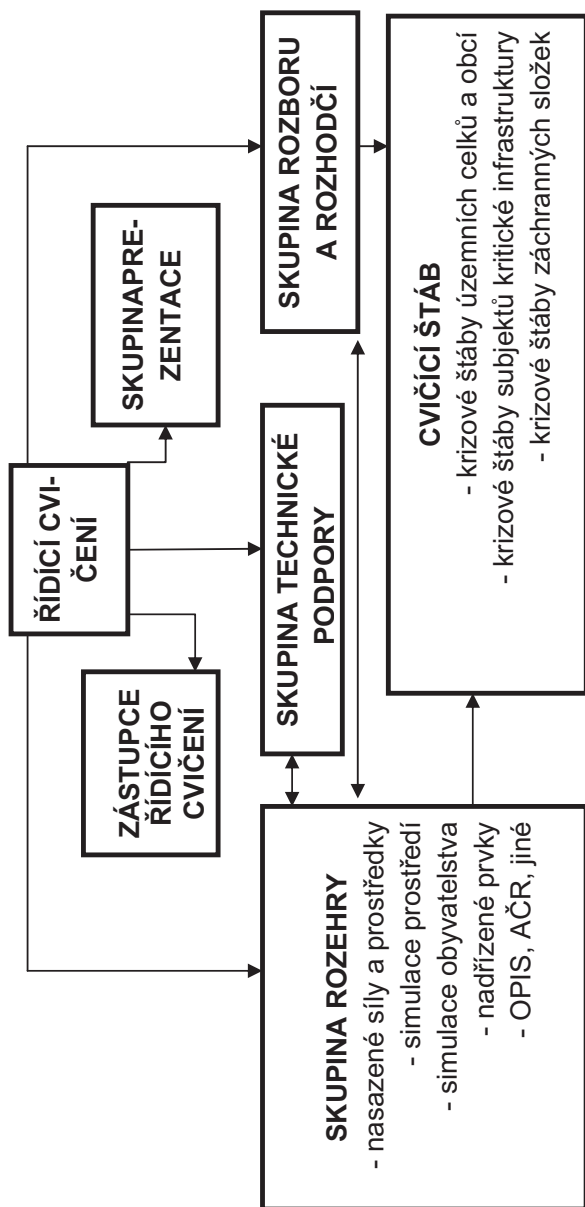
- **Přípravná etapa** začíná zařazením cvičení do plánu úkolů. Přípravná etapa obsahuje výběr místa a času k provedení cvičení, výběr cvičících organizací a jejich přípravu (např. štábů hasičských záchranných sborů krajů, operačních a informačních středisek integrovaného záchranného systému, jednotek požární ochrany, dalších složek integrovaného záchranného systému a orgánů, a přípravu rozhodčí služby a pozorovatelů). Přípravná etapa končí schválením požadované dokumentace cvičení. Z technické stránky je nutno připravit cvičenou výchozí situaci v simulačním systému (tj. vytvořit modely lokality a prostředí, událostí, sil a prostředků) a dále připravit plán rozehry, ve kterém budou stanoveny role a úlohy cvičících, a také předpokládaná časová posloupnost dějů a událostí. V následující fázi jsou konfigurovány prostředky výcvikového pracoviště, simulační systém, tzn. rozmístit síly a prostředky a další entity v syntetickém prostředí, přiřadit role obsluze (operátorům), nastavit podpůrné prostředky (např. nástroje pro (polo)automatické vyhodnocení cvičení, konfigurovat uzly komunikačního systému). Jsou připravovány podklady pro účastníky cvičení (tzn. pro cvičící i pro technické zabezpečení – operátory simulátoru, rozehru, rozhodčí). Před zahájením cvičení je nutné provést přípravu cvičících i obsluhy (briefing).
- **Realizační etapa** začíná vyhlášením simulované mimořádné události podle schváleného plánu provedení cvičení. Realizační etapa končí provedením záchranných a likvidačních prací zapojenými složkami integrovaného záchranného systému, nebo rozhodnutím řídícího cvičení. Pro popularizaci cvičení může být uspořádána tisková konference. Průběh cvičení (tzn. sled a rozvoj událostí a reakcí v simulovaném virtuálním světě) a rovněž činnost cvičících (zejména komunikaci) je synchronně zaznamenávána. Do záznamu cvičení může rozhodčí průběžně vstupovat a vytvářet si v klíčových bodech poznámky. Rovněž probíhá průběžné vyhodnocení kvality rozhodování podle předem stanovených kritérií (např. ohrožení, postižení či úmrtí občanů, postižení, ohrožení či zničení prvků kritické infrastruktury, majetku nebo životního prostředí). Na základě průběžného hodnocení je možno zopakovat problematické body nebo vyzkoušet variantní řešení. Podle potřeby je mož-

né rovněž provádět tzv. operační skoky (přeskočit „bezdějové“ časové úseky).

- **Vyhodnocovací etapa** začíná podle úrovně a rozsahu cvičení sběrem hodnotících zpráv od členů rozhodčí skupiny a zahájením činnosti vyhodnocovací skupiny, která zodpovídá za komplexní analýzu cvičení, zapracování návrhů na opatření a závěrů z jednotlivých pracovišť a zpracování závěrečného vyhodnocení. Vyhodnocovací etapa končí předložením hodnocení tomu, kdo cvičení schválil nebo nařídil a případným projednáním navrhovaných opatření. Na základě zpětné vazby je výcvikové pracoviště zkvalitňováno (vylepšením prostředků, organizačních postupů, přípravy). U výcvikových řešení tohoto typu je nutné mít rovněž na paměti, že musí probíhat kontinuální rozvoj (začlenění nových typů hrozeb, vazeb, postupů apod.), a to z důvodu udržení aktuálnosti a praktické využitelnosti výcvikového řešení.

Z hlediska využití simulátorů v procesu výcviku složek integrovaného záchranného systému a orgánů krizového řízení je důležité vytvořit odpovídající organizační strukturu cvičících. Velmi důležitým faktorem realizace výcviku je rozsah výcviku na daném simulačním pracovišti. Je proto nutné důkladné zvážení cílů cvičení s důrazem na charakter, ale i odborné složení cvičících. Využití simulačního pracoviště má své kapacitní a technické možnosti.

Složení jednotlivých skupin a cvičících je plně v kompetenci řídicího cvičení a technických možností simulačního pracoviště a má odpovídat i cílům výcviku. Pracovní skupiny vytvořené pro potřeby cvičení s využitím simulátoru jsou zachyceny na obrázku 13. Jedná se o řídicího cvičení, jeho zástupce, skupinu rozeher, skupinu prezentace, skupinu rozboru a rozhodčích, skupinu technické podpory a cvičící.



Legenda: OPIS–Operační a informační středisko, AČR–Armáda České republiky.

Obrázek 13: Vytvořené pracovní skupiny pro potřeby cvičení s využitím simulátoru

2.1.1 Řídící cvičení

Řídící cvičení je klíčovou osobou, základním řídícím prvkem pro úspěšnou realizaci cvičení. Ke cvičení má k dispozici zástupce řídicího cvičení, který má především za úkol využívání simulačních prostředků. Řídící cvičení má dále k dispozici zpravidla tři skupiny:

- skupinu prezentace zabezpečující prezentaci cvičení pro veřejnost a média;
- skupinu technické podpory, která odpovídá za řádné fungování simulačních a trenažérových technologií a informačních technologií a ostatních technických prostředků používaných v rámci cvičení;
- skupinu rozboru a rozhodčí. Ta v průběhu přípravy a provedení vlastního cvičení analyzuje činnost cvičících, sbírá informace o způsobu řešení jednotlivých rozeher na různých stupních velení a řízení v rámci cvičení. Rozhodčí jsou zpravidla přiděleni k jednotlivým cvičícím prvkům. Zde nepřetržitě vykonávají kontrolní činnost po celou dobu cvičení. Způsob hodnocení určuje řídící cvičení. Součástí provedených dílčích a závěrečného vyhodnocení je návrh opatření vedoucí ke zlepšení stavu přípravy a organizace jednotlivých štábů krizové dokumentace.

Řídící skupinu zpravidla tvoří zástupci krizového štábu kraje, styčný bezpečnostní zaměstnanec subjektu kritické infrastruktury a specialista zajišťující simulační podporu cvičení. Skupina stanovuje záměr cvičení, zabezpečuje přípravu scénáře cvičení, účastníků cvičení, cíle cvičení a jeho rozsah, termín a místo, způsob vyhodnocení vedoucího cvičení (povede briefing a debriefing cvičení) a zajišťuje jeho metodickou přípravu na tyto činnosti. Tyto informace jsou shrnuty v plánu provedení cvičení.

V průběhu přípravy cvičení jsou realizovány briefingy. Řídící cvičení seznámí účastníky cvičení s jeho cílem a tématem, používanými postupy a způsoby komunikace, způsobem hodnocení a s přibližným časovým plánem. Odpovídá na dotazy cvičících.

2.1.2 Skupina roze hry

Skupinou výrazně ovlivňující průběh celého cvičení je skupina roze hry, která se skládá z několika podskupin, a to podle charakteru daného cvičení. Skupina roze hry může během cvičení prostřednictvím simulačních a trenažérových technologií a informačních technologií, případně za použití figurantů iniciovat a provádět roze hry jednotlivých situací dle plánu roze hry, případně v reakci na vzniklou situaci. Reaguje přitom na

situace vznikající v důsledku rozhodování účastníků cvičení na základě kvalifikovaného odhadu důsledků jimi přijatých rozhodnutí.

Skupina rozehry úzce spolupracuje se skupinou rozboru a řídicím cvičení. Podílí se na přípravě rozboru a hodnocení cvičení tím, že pro ně připravuje podklady. Složení skupiny je dáno rozsahem prováděných rozehr v rámci cvičení. Tvoří ji vedoucí cvičení, autor scénáře cvičení, zástupci nadřízené složky subjektu kritické infrastruktury a nadřízených složek zúčastněných organizací institucí krizového řízení a specialista skupiny zajišťující simulační podporu.

2.1.3 Skupina rozboru

Skupinu rozboru tvoří vedoucí cvičení, pozorovatelé (rozhodčí), vedoucí skupiny technické podpory. Sleduje a dokumentuje činnost účastníků cvičení na záznamových přehledech, vybírá vhodné záznamy simulace a komunikace pro přípravu rozboru a pro vyhodnocení cvičení.

2.1.4 Skupina technické podpory

Skupinu technické podpory tvoří osoby vyškolené v obsluze simulačního systému a podpůrných prostředků (tj. znají jejich možnosti a omezení, umí provádět obsluhu, základní konfiguraci a údržbu vybavení). Skupina připravuje cvičnou výchozí situaci v simulačním systému (modely lokality a prostředí, událostí, sil a prostředků). Vychází z plánu rozehry, ve kterém jsou stanoveny role cvičících, úlohy rozehry a předpokládaná časová posloupnost dějů a událostí. Konfiguruje prostředky výcvikového pracoviště: simulační systém (rozmístění sil a prostředků a dalších entit v syntetickém prostředí), nastavuje podpůrné prostředky (nástroje pro poloautomatické vyhodnocení cvičení, uzly komunikačního systému). Připravuje podklady pro všechny účastníky cvičení (cvičící i pro jeho technické zabezpečení – operátory simulátoru, rozehru a rozhodčí).

Instaluje a během cvičení obsluhuje simulátor a další nástroje konstruktivní simulace podle scénáře cvičení a požadavků řídicího cvičení. Přenáší rozhodnutí specialistů na dané činnosti a účastníků cvičení do ovládání entit simulátoru. Zaznamenává průběh simulace a komunikace účastníků během cvičení tak, aby reprodukce jejich částí byla využitelná jako ilustrace hodnocení a diskuzí při debriefingu.

2.1.5 Skupina cvičících

Cílovou skupinou jsou cvičící. Jejich složení je dáno cílem a námětem cvičení. Cvičící štáb má k dispozici různé předem nasimulova-

né podpůrné prostředky. Jsou odpovídající těm, které jsou plánovány k nasazení dle schválené krizové dokumentace cvičícího prvku. Výchozí zásadou je, že síly a prostředky používané při cvičení v návaznosti na koordinační postupy co nejvíce kopírují zvyklosti daného cvičícího subjektu. Za dodržení těchto zásad odpovídá řídicí skupina cvičení. Nicméně výše uvedenou variantu organizace cvičení je možné upravovat podle rozsahu cvičení, počtu cvičících, náročnosti rozehrávaných rozehér. Účastníci cvičení jsou zpravidla rozděleni do následujících skupin:

- primární cvičící (krizové štáby územních celků a obcí, štáby subjektů energetické kritické infrastruktury, štáby záchranných složek);
- jejich podřízené jednotky (sekundární cvičící – vykonávající pokyny cvičícího štábu);

Obsazení krizového štábu nemusí být stabilní a liší se vždy podle řešené krizové situace tak, jako je tomu v praxi. Proto navržený výchozí model, včetně technických prostředků, představuje pouze jedno možné řešení, ve kterém se funkce, pozice a role prvků modelu mohou v průběhu řešení událostí a incidentu měnit. Systém je dostatečně variabilní a umožňuje konfiguraci v závislosti na požadavcích výcviku.

2.2 Struktura výcvikového pracoviště s využitím simulátoru SIMEX

Struktura výcvikového pracoviště odpovídá organizačnímu schématu cvičení orgánů krizového řízení za mimořádné události.

Jednotlivé části výcvikového pracoviště je vhodné z praktických důvodů umístit do samostatných místností, aby se účastníci výcviku navzájem nerušili. Optimálním umístěním pracoviště cvičících jsou přímo prostory, kde by cvičící pracovali i za normálních okolností (v případě „ostrého“ nasazení). Mezi pracovišti probíhá komunikace nepřímo pomocí simulovaných komunikačních prostředků či prostřednictvím simulátoru.

Pracoviště pro výcvik krizových štábů s využitím simulátoru musí být dále vybaveno dalšími nástroji, které jsou důležité pro vytváření vazeb mezi zasahujícími složkami v rámci cvičení. Těmito nástroji jsou prostředky simulovaného komunikačního systému, které nahrazují skutečné komunikační prostředky cvičících (telefony, vysílačky, interkomy, faxy a různá datová spojení). Významné je taktéž rozšíření možností konstruktivní simulace o vizualizaci, která umožní cvičícím pohled na simulované děje srozumitelným způsobem. Dalším důležitým nástrojem pro efektivní řízení cvičení je „logger“ – záznamník průběhu simulace, který synchroni-

zovaně nahrává simulaci i komunikaci, vedenou pomocí simulovaného komunikačního systému. Záznam je využíván při rozboru k objektivizaci hodnocení cvičení, při řešení sporných situací nebo při diskuzích nad možnými variantami řešení proběhlé situace.

2.2.1 Moduly výcvikového pracoviště

Navržený simulační systém SIMEX je základní prvek výcvikového pracoviště pro výcvik štábů. Vytváří prostředí společné pro všechny simulační prostředky zapojené do výcviku.

Jedná se o tyto části:

- **serverová část** je určená pro řízení běhu simulace, správu připravených scénářů a celkové ovládání simulačního systému;
- **simulační jádro** obsahuje software pro simulaci modelů sil a prostředků, počasí, prostředí, jejich chování a interakce. Počet potřebných modulů závisí na složitosti simulace a výkonu použitých stanic. Základní sadu modelů úkolů entit a jejich chování, nebo modelů mimořádných událostí je možné rozšířit;
- **operátorská aplikace** představuje grafické uživatelské rozhraní pro interakci obsluhy se simulátorem;
- **komunikační brána** zajišťuje obousměrnou výměnu dat a událostí mezi simulátorem a uznávaným standardem pro komunikaci mezi simulátory obecně (např. protokol popsany normou IEEE 1278 – Distributed Interactive Simulation);
- **terénní databáze** obsahuje zpracovaná zdrojová data jako je polohopis, výškopis, např. Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK), Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu (VGHMÚŘ) v Dobrušce apod. do formátu vhodného pro simulátor k vytvoření základu syntetického prostředí, ve kterém bude probíhat simulace;
- **databáze sil a prostředků** prezentuje databázi modelů osob, vozidel a jiné techniky, jejich výbavu, schopnosti a omezení. Požadovanou vlastností je možnost rozšíření základní sady modelů entit.

Komunikační systém - komunikace mezi účastníky výcviku (jednotlivými štáby a dalšími účastníky) s různými koncovými zařízeními (náhrada používaných prostředků) je zaznamenávána synchronně s průběhem simulace. Předpokládá se konfigurovatelnost účastníků (uzlů-rolí) podle požadavků cvičení. Řídící cvičení, případně rozhodčí, by měli mít k dispozici přehled využití komunikačního systému. Mezi komunikační

prostředky, které je vhodné simulovat, lze uvést prostředky hlasové i textové komunikace (telefony, SMS, emaily).

Podpůrné prostředky jsou součástí vybavení pracoviště a musí být prostředky pro podporu vyhodnocení cvičení v následující možné struktuře:

- záznamník – zajišťující synchronní záznam a přehrávání průběhu simulaci i komunikace;
- systém pro monitorování splnění úkolů rozeher;
- systém pro evidenci splnění úkolů cvičících;
- nástroje pro vizualizaci zvolených metrik v čase a prostoru.

2.2.2 Technické a programové prostředky simulátoru

SIMEX na pracovištích účastníků cvičení

Prostředky navržené pro jednotlivá pracoviště je možné dále rozšiřovat podle potřeby. Jedná se spíše o základní sestavu. Přesné konfigurace technických prostředků nejsou uvedeny, neboť tato informace by vzhledem k prudkému vývoji techniky rychle zastarala.

Pracoviště řídicího cvičení

- přehled situace v simulovaném prostředí (mapa) s případnou projekcí na plátno;
- logger – záznamník průběhu cvičení a simulace;
- dle potřeby DIS brána pro komunikaci s ostatními simulačními prostředky;
- řídicí panel komunikačního systému, včetně reproduktorů a sluchátek pro komunikaci se všemi/vybranými účastníky cvičení;
- prvky komunikačního systému (vysílačky, telefony) pro zástupce řídicího cvičení;
- interkom pro potřeby řízení cvičení;
- stanice pro vytváření (simulaci) tiskových zpráv dodávaných následně štábu;
- stanice pro tvorbu vyhodnocení (AAR);
- tiskárna pro tisk podpůrných materiálů;
- hodiny zobrazující simulační čas.

Pracoviště cvičících

- simulované komunikační prostředky podle potřeb cvičících (vysílačky, telefony) jako náhrada za skutečné prostředky;
- interní komunikace pro potřeby řízení cvičení;

- stanice pro příjem simulovaných tiskových zpráv a jejich případný tisk;
- ovladatelné hodiny zobrazující simulační čas.

Pracoviště roze hry

- stanice konstruktivní simulace;
- prvky komunikačního systému (vysílačky, telefony);
- interim pro potřeby řízení cvičení;
- pohled na situaci v simulovaném prostředí (pro řídicího simulace-roze hry);
- ovladatelné hodiny zobrazující simulační čas;
- prostředky pro technickou komunikaci mezi operátory.

Technické a programové prostředky na pracovištích musí být koncipovány komplexně tak, aby umožnily potřebnou harmonizaci všech činností v průběhu cvičení, což zachycuje obrázek 14.

Obrázek 14: Struktura uspořádání prostředků výcvikového řešení

Podpůrné prostředky

Položky, uvedené v tomto odstavci, jsou nutné pro technické zázemí výcvikového pracoviště jako takového, a to pro přípravu (tvorbu dat, geodat, scénářů, podkladů) a pro vyhodnocení průběhu cvičení:

- pracovní stanice pro vytváření scénářů;
- stanice pro tvorbu terénních databází;
- datové úložiště (datový server spolu s prostředky zálohování – externí disky, CD/DVD mechaniky aj.);
- prostředky pro prezentaci vyhodnocení cvičení (nejlépe umístěné na pracovišti cvičících);
- přehled situace v simulovaném prostředí s projekcí, ideálně s využitím kompendia pro možnost interaktivních zákresů do promítaného obrazu;
- vizualizér k projekci papírových podkladů;
- tiskárna pro případný výstup předávaný cvičícím.

Prostředky jednotlivých pracovišť i jednotlivá pracoviště navzájem jsou propojena datovou sítí. Přesný způsob propojení je nutné stanovit v plánovací dokumentaci. V obecné rovině závisí na podmínkách, kde bude pracoviště nasazeno. Nicméně, pro simulační část je nutné zajistit dostatečně kapacitní propojení, nejlépe v podobě izolované sítě o propustnosti 1Gbps.

Dále je nutné zajistit vzájemné propojení komunikačních (sub)systémů. Zde podmínky nejsou tak přísné, vzhledem k využití protokolu SIP (běžné IP telefony), případně další datově podobně nenáročné komunikaci (simulované zasílání SMS či emailů). Je možné taktéž uvažovat o propojení přes mobilní internet, čímž bude dosaženo univerzální využitelnosti podle potřeb konkrétního cvičení.

Kromě těchto vyhrazených sítí je možné používat také další sítě s již běžným přenosem pro sdílení dokumentů, tisk, instant messaging apod.

3 SYSTÉMY ZABEZPEČENÍ KOMUNIKACE

A SOUČINNOST AKTÉRŮ KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ

Krizová komunikace, tj. sdělování informací a následně zabezpečení jejich přenosu, je interaktivním informačním procesem, a to verbálně, vizuálně nebo písemně, mezi účastníky cvičení. Krizová komunikace má i rozhodující roli v krizovém řízení a je páteří linií úspěšné činnosti krizových štábů při řešení krizové situace. Obsah, forma a načasování komunikace mohou pomoci snížit a omezit škody nebo zhoršit situaci, proto je nezbytné na ni při cvičeních položit důraz.

3.1 Technické a technologické vybavení pracovišť krizových štábů

Podrobnosti o vybavenosti krizových štábů řeší Směrnice ministerstva vnitra (44), v níž jsou uvedeny základní požadavky, které jsou orientovány zejména na:

- minimální technickou vybavenost místnosti pro jednání krizového štábu, kde jedním z důležitých požadavků je vybavenost zařízením pro pořízení zvukového záznamu z jednání krizového štábu;
- překlenutí výpadku přívodu elektrické energie náhradním elektrickým zdrojem o výkonu, zajišťujícím alespoň provoz osvětlení a provoz komunikačních prostředků. Většina krizových štábů je vybavena elektrocentrálou. Klíčová výpočetní technika bez vnitřních zdrojů je propojena přes záložní UPS zdroje;
- ochranu pracoviště před povětrnostními vlivy a jeho ostrahu a vybavenost pomůckami a výstrojí pro opuštění pracovišť v nepříznivém počasí;
- dostatečnou kapacitou podlahové plochy a dostatečné množství přípojek na rozvod elektrické energie pro využívání administrativních, technických a komunikačních prostředků, zálohovaných komunikačních propojení (telefonní linky nebo osobní komunikace) s operačním a informačním střediskem integrovaného záchranného systému a s územně příslušnými operačními středisky základních a ostatních složek integrovaného záchranného systému.
- zajištění trvalého spojení, pokud jsou některé součásti nebo jednotliví pracovníci stále pracovní skupiny umístěni mimo objekt, ve kterém probíhá společné jednání krizového štábu.

Technické vybavení nutné pro krizový štáb a pracovní místnosti je znázorněné v tabulce 5 (45).

Tabulka 5: Technické vybavení krizového štábu (45)

Prostředek	Jednací sál	Místnosti stále pracovní skupiny					Tým tajemníka krizového štábu	S = možno simulovat F = fyzická existence
		Skupina součinnosti	Skupina týlového zabezpečení	Analytická skupina	Skupina nasazení	Skupina ochrany obyvatel		
Výpočetní technika se softwarem (balíček MS OFFICE)	X	X	X	X	X	X	X	F
Software – GIS	S	S	S	S/F	S	S	S	S/F
Software – analytický program		S		X				F
Software – AdobeAcrobat			X		X	X	X	F
Software – pro spisovou službu	X	X	X				X	
Software – grafický nástroj				X			X	
Spotřební materiál (papír, tonery, atd.)	X	X	X	X	X	X	X	S/F
Tiskárna, scanner	X	X	X	X	X	X	X	
Kopírka	X	X			X	X	X	S/F
Internetové připojení, telefon	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F
Fax	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F	S/F
Datavideoprojektor	X	X	X	X	X	X	X	S/F
Listinná pracovní mapa	X	X		X			X	
Nástěnné plochy (magnetické tabule, nástěnky)	X	X					X	F
Klimatizace	X	X	X	X	X	X	X	F

Prostředek	Jednací sál	Místnosti stále pracovní skupiny					Tým tajemníka krizového štábu	S = možno simulovat F = fyzická existence
		Skupina součinnosti	Skupina týlového zabezpečení	Analytická skupina	Skupina nasazení	Skupina ochrany obyvatel		
	X							S/F
	X	X	X	X	X	X	X	F
	X	X		X			X	S
	S	S	S	S	S	S	S	S
	S/F	S/F					S/F	S/F
	X	X	X	X	X	X		S/F

Legenda: S – možnost simulace, F – nutná fyzická existence, X – položky je doporučována.

Směrnice ministerstva vnitra stanovuje základní nejnutnější vybavení krizového pracoviště. Vybavení krizových štábů je však velice variabilní a odpovídá finančním možnostem jednotlivých obcí s rozšířenou působností a krajů. U velkých měst není výjimkou vybudování videokonferenčních zařízení, intranetů, videotelefonů, GPS sledovacích zařízení apod.

Řešení krizové situace zahrnuje komunikační schopnosti nejenom prvků veřejné správy, ale i dalších aktérů participujících na řešení krizové situace jak v reálném, tak i simulovaném prostředí. Na aktéry mimo veřejnou sféru se nevztahuje směrnice ministerstva vnitra (44).

Technické a technologické vybavení pracovišť štábů, například u subjektů kritické infrastruktury, jsou naprosto závislé od zdrojových možností jednotlivých firem. Další významnou skutečností je kvalita plánu krizové připravenosti subjektu kritické infrastruktury a akcent na schopnosti a kvalitu komunikace s prvky integrovaného záchranného systému, orgány krizového řízení a veřejné právy.

Pracoviště štábů subjektů kritické infrastruktury jsou umístovány převážně ve správních objektech energetické kritické infrastruktury mimo potenciální zdroj nebezpečí. Pracoviště štábu je vybaveno zpracovanou krizovou dokumentací v tištěné a elektronické podobě, základními komunikačními prostředky a počítačovým vybavením. Pracoviště většinou mají i záložní zdroje energie, zejména ve formě zdroje nepřerušovaného napájení nebo motorgenerátorů pro zajištění fungování svého vybavení. Odhadovaná doba fungování pracovišť bez elektrického proudu s využitím motorgenerátorů do první dodávky pohonných hmot je cca 6–8 hodin v závislosti na typu vybavení daného pracoviště. Z provedeného dotazníkového šetření v rámci projektu bylo zjištěno, že nejčastějším používaným komunikačním prostředkem při cvičení jsou mobilní telefony, pevné linky, vysílačky, emaily, místní rozhlas. Některé štáby mají ve svém vybavení satelitní telefony. Parametry technického a technologického vybavení pracovišť jsou rozdílné podle doby pořízení a bezpečnostní strategie organizace (možnosti uvolňování finančních zdrojů, kladeného důrazu na bezpečnost atd.).

3.2 Role pracovišť operačních a informačních středisek při cvičení

Operační a informační středisko sehrává důležitou roli při cvičení v rámci vytvořeného výcvikového pozadí, ať již simulovaného (součást skupiny roze hry) nebo při využití reálného pracoviště.

Z hlediska výcvikového informačního toku je pro úspěšnou komunikaci v průběhu přípravy a následné realizace cvičení důležité zajistit:

- podklady a dokumentaci vedené v rámci operačního a informačního střediska (pro přípravu cvičení i vedení role operačního a informačního střediska);
- cvičícího-operátora operačního a informačního střediska, jako styčný bod v rámci integrovaného záchranného systému.

Popsány jsou pouze prostředky, které mají bezprostřední vliv na cvičící, a které v případě, že operační a informační středisko bude pro účely cvičení „simulováno“, je nutné vzít v úvahu a zajistit jeho substituci.

V případě simulovaného cvičení je výhodné, aby účastníkem roze hry byl pracovník operačního a informačního střediska. Operátor má zkušenosti s příjmem tísňového volání, ví, jaké informace má předávat cvičícím, reagovat na dotazy cvičících, vysílat další složky integrovaného záchranného systému na místo mimořádné události.

Operátor pro potřeby rozhodování při cvičení využívá reálnou dokumentaci vedenou operačním a informačním střediskem. V simulátoru připravené činnosti cvičících korespondují s touto dokumentací.

Z toho důvodu je naprosto nezbytné, aby připravovaná cvičení obsahově korespondovala s vedenou dokumentací u všech zúčastněných výcviku. Nesoulad může zcela znehodnotit cvičení (např. v simulaci nejsou očekávané síly a prostředky, nelze provádět požadované akce, komunikovat předpokládaným způsobem s protějšky apod.).

V rámci realizace cvičení je vyrozumění a varování realizováno formou rozhry, při které je využíván navržený CAX Manager. Podle nastavení účastníků cvičení v CAX Managerovi jsou informace o vzniklé mimořádné události nebo krizové situaci předávány zejména:

- orgánům krizového řízení;
- složkám integrovaného záchranného systému;
- dotčeným územním správním úřadům;
- dotčeným právníkům a podnikajícím fyzickým osobám.

Komunikace mezi cvičícími

Pro krizovou komunikaci mezi aktéry krizové situace na jednotlivých úrovních krizového řízení slouží:

- účelová telekomunikační síť ministerstva vnitra, která zabezpečuje hlasovou a datovou komunikaci ministerstva vnitra;

- hromadná radiokomunikační síť integrovaného záchranného systému (její využití k běžnému provozu jako jediného radiokomunikačního prostředku se používá tam, kde byl ukončen přechod z radiokomunikačních technologií do hromadné sítě);
- veřejná pevná telekomunikační síť, ve které je spojení jistiáno v rámci regulačních opatření uplatněním přednostního spojení;
- veřejná mobilní telekomunikační síť, ve které je spojení jistiáno v rámci regulačních opatření uplatněním přednostního spojení;
- prostředky mobilní telekomunikační sítě vyčleněné k zajištění spojení orgánů krizového řízení a obcí;
- záložní rádiová síť v přímém režimu na určeném kmitočtu, případně v režimu umožňujícím propojení;
- spojky nebo vytvořená rádiová síť pro tranzitní přenos zpráv, které se použijí při selhání všech technologií, mobilní telekomunikační sítě a zařízení, jejichž nasazení může povolit velitel zásahu nebo územně příslušné operační a informační středisko při nedostatečné kapacitě standardně používaných spojovacích prostředků (46).

Každý z komunikačních prostředků má své výhody a nevýhody či omezení použití. Pro potřeby záznamu a ověření funkčnosti interoperability mezi cvičícími je výhodné použít komunikační prostředky s možností záznamu zvuku či písemné informace.

Podle procvičované hrozby je koordinace složek integrovaného záchranného systému při společném zásahu prováděna na taktické úrovni velitelem zásahu v místě nasazení složek, na operační úrovni operačním a informačním střediskem integrovaného záchranného systému a na strategické úrovni hejtmanem kraje nebo Ministerstvem vnitra a ostatními správními úřady (subjekty krizové komunikace) v případech stanovených zákonem o integrovaném záchranném systému.

3.3 Zabezpečení komunikace orgánů krizového řízení v komunikační síti

Komunikace mezi účastníky výcviku v průběhu cvičení je zpravidla řešena uzavřeným okruhem s různými koncovými zařízeními a je zaznamenávána synchronně s průběhem simulace (viz požadavek na základní vybavení krizového pracoviště). Vzájemné propojení i koncové prvky by měly být konfigurovatelné. Mezi koncová komunikační zařízení lze zařadit:

- telefonní přístroje pro přenos hlasu v relaci 1:1;
- vysílačky pro přenos hlasu v relaci 1:M;
- terminály pro zasílání krátkých textových zpráv;

- terminály pro zasílání emailů;
- terminály pro přenos obrazu, dokumentů atp (45).

Vzhledem k existenci různorodosti komunikačních protokolů a požadavků na synchronní záznam je z technického hlediska vhodná konverze těchto dat do jednotného typu, který je dále zpracováván a uchováván. Pro efektivní vyhodnocení průběhu cvičení je žádoucí zpětnovazební informace o průběhu a jednotlivých činnostech uskutečňovaných jednotlivými aktéry cvičení.

Komunikační protokoly

V rámci činnosti výcvikového simulátoru je možné pro komunikaci používat protokoly podle potřeb výcviku a z něj vyplývajícího začlenění komunikačních prostředků. Mezi tyto protokoly (s ohledem na výše uvedené komunikační prostředky) mohou být zařazeny následující:

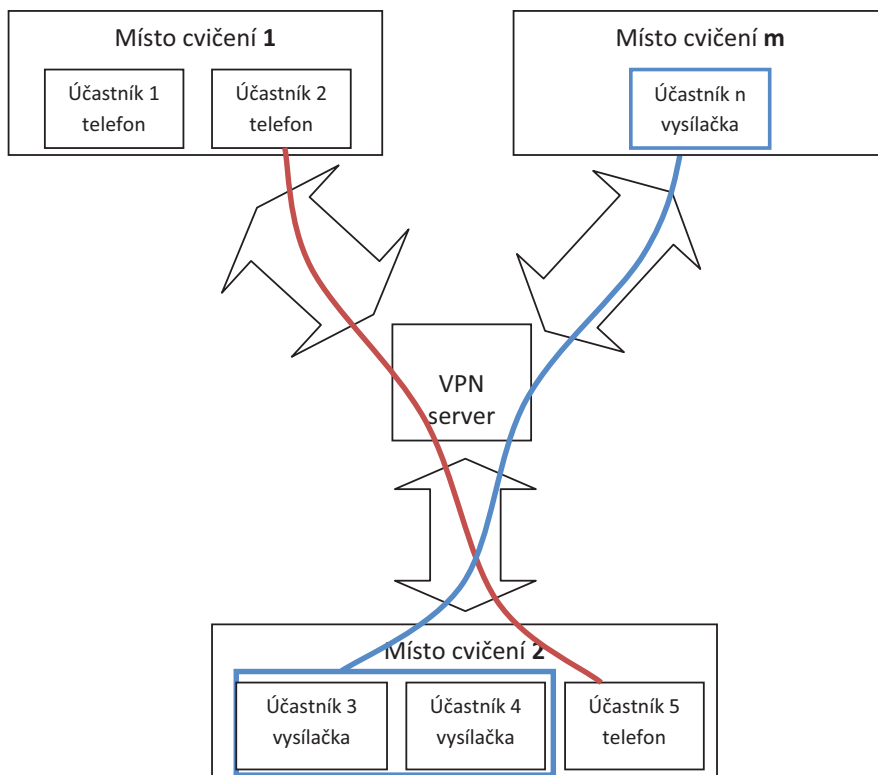
- standardní protokol SIP (RFC 3261) pro zapojení IP telefonů do simulovaného komunikačního systému;
- protokol XMPP pro prostředky technické (textové) komunikace mezi jednotlivými pracovišti;
- SMB/CIFS protokol pro sdílení souborů v prostředí operačních systémů Windows;
- protokol DIS (IEEE 1278) použitý pro simulaci komunikace pomocí vysílaček;
- protokol POP3/IMAP/SMTP pro zasílání e-mailů mezi účastníky cvičení;
- protokol http při použití webových stránek (např. pro simulaci zpravodajských serverů);
- TCP jako nosný protokol pro virtuální privátní síť (VPN) spojující jednotlivá pracoviště.

Z výše uvedených důvodů je žádoucí při přípravě cvičení důsledná komunikace se správci sítí v jednotlivých místech cvičení a kontrola správnosti propojení jednotlivých komunikačních prvků v síti. Nefunkční nebo výpadek spojení může vážně narušit průběh, výsledek a vyhodnocení cvičení.

Hlasová komunikace

Jednotlivé uzly komunikačního systému jsou propojeny prostřednictvím protokolu k inicializaci relací (SIP) – v případě, že jde o simulaci telefonického spojení 1:1, případně protokoly pro aplikace distribuované interaktivní simulace (DIS) pro simulaci vysílaček. Pro vzájemné propojení je pak vytvořena DIS-SIP komunikační brána. Problém vzájemného prostorového odloučení jednotlivých účastníků komunikace (každý

z cvičících pracuje na svém pracovišti) je vyřešen vytvořením VPN sítě, která umožňuje transparentní propojení. Obrázek 15 znázorňuje informační a komunikační tok mezi účastníky cvičení pomocí sítě VPN.



Obrázek 15: Propojení účastníků cvičení pomocí sítě VPN

Toto řešení samozřejmě vyžaduje dostupnost spolehlivého internetového připojení v místech, kde má být simulovaný komunikační systém nasazen. Rychlost připojení není příliš kritická (pro zajištění přenosu hlasu je dostatečná přenosová rychlost v řádu několika desítek kB/s), důležitá je spíše dostupnost a stabilita.

Podle možností se do této komunikační sítě zařazuje ještě zvláštní uzel, který umožní záznam veškeré hlasové komunikace pro pozdější přehrání a vyhodnocení cvičení, čehož je využíváno v rámci navrženého simulátoru SIMEX.

3.3.1 Praktická přípravná etapa cvičení

Realizace štabního cvičení orgánů krizového řízení a složek integrovaného záchranného systému s využitím simulace není možná bez souhlasu představitelů kraje nebo obce s rozšířenou působností. Z toho důvodu došlo k oslovení krajských úřadů a spolupráce byla navázaná s Jihočeským krajem.

Za oblast, ve které bylo cvičení realizováno, byla zvolena energetická infrastruktura a zároveň se zohlednily hrozby, které byly identifikovány v krizovém plánu Jihočeského kraje. Vzhledem k tomu, že v rámci cvičení měly být ověřeny základní funkcionality simulátoru, nebylo přistoupeno ke cvičení výpadku elektrického proudu, ale ke cvičení s přerušением dodávek plynu velkého rozsahu.

Došlo k oslovení distributora zemního plynu v Jihočeském kraji, kterým je společnost E. ON. Distribuční soustava je tvořena systémem vysokotlakých plynovodů, středotlakých plynovodů a nízkotlakou částí distribuční sítě. Omezení nebo přerušení dodávky plynu na území Jihočeského kraje prostřednictvím vyhlášení stavu nouze v plynárenství nenastalo.

Uvedené skutečnosti se staly východiskem pro formulaci cíle cvičení, jímž bylo prověření činností distributora plynu, složek integrovaného záchranného systému a orgánů krizového řízení při řešení havárie plynovodu a přímé důsledky výpadku dodávky zemního plynu včetně řešení sekundárních dopadů této mimořádné události (47), (48).

FEMA v rámci programu HSEEP definuje klíčové součásti návrhu cvičení. Jsou jimi:

- rozsah cvičení;
- cíl cvičení;
- scénář cvičení;
- dokumentace cvičení;
- média a propagace (16).

Rozsah cvičení

Klíčovými prvky při definování rozsahu cvičení je určení typu cvičení, úrovně, místo provedení, termín a doba trvání cvičení a parametry cvičení. Typ cvičení byl vybrán na základě záměru cvičení. Do cvičení byly zapojeny všechny postižené obce, které distributor plynu stanovil na základě vyhlášení stavu nouze v plynárenství. Pro potřeby cvičení byl přehled postižených obcí distributorem plynu vytvořen předem. Z důvodu rozsáhlosti dopadů žádaly obce s rozšířenou působností o spolupráci

hejtmana kraje, který následně vyhlásil stav nebezpečí a aktivoval krizový štáb kraje a pracovní skupinu.

Místo provedení cvičení bylo vybíráno na základě rozložení distribuční soustavy a požadavků kraje na správní obvody obcí s rozšířenou působností, které bylo nutno do cvičení zapojit a ověřit jejich připravenost. Zároveň byl brán ohled na oblasti, které by byly výpadkem dodávek plynu nejvíce ovlivněny. Na základě konsenzu mezi distributorem plynu a Jihočeským krajem došlo ke zvolení obce s rozšířenou působností Vimperk a obce s rozšířenou působností Prachatice. V této oblasti vede okruh vysokotlakého plynovodu. Na jedné části okruhu byla uvažována dlouhodobá odstávka z důvodu opravy, což je zachyceno na obrázku 15 žlutou hvězdičkou u obce Čkyně. V druhé části vysokotlakého plynovodu došlo k poruše s následným výbuchem a požárem. Na obrázku 16 je místo označeno žlutou hvězdičkou u obce Hracholusky.



Obrázek 16: Distribuční soustava vysokotlakého plynu v zájmovém území

Při volbě délky cvičení musel plánovací tým určit, jak dlouho bude cvičení trvat, než dojde k efektivnímu naplnění cíle cvičení. Vzhledem k tomu, že se jednalo o cvičení, které bylo založeno na činnostech, byla stanovena doba trvání cvičení v délce dvou dnů.

Cvičení bylo stanoveno jako dvoudenní s termínem konání od 24. 5. 2016 do 25. 5. 2016. První den bylo cvičení zahájeno v poledních hodinách, druhý den bylo ukončeno v odpoledních hodinách.

Cvičení, přes květnový termín konání bylo nasimulováno do zimního lednového období. Vycházelo z reálného počasí zimního období roku 2016, tj. od 16. 1. 2016 do 31. 01. 2016, kdy po několikadenním sněžení následovalo období celodenních mrazů, dosahujících v nočních hodinách až -17°C .

Cíl cvičení

Cíl cvičení určoval, čeho chtěl pořádající subjekt během cvičení dosáhnout. Zahrnuje záměr úředníků, plány a postupy cvičících, prostředí, v němž bylo cvičení konáno a požadované výsledky. Obecně platí, že osoby, které plánují cvičení, by měly zvolit přiměřený počet konkrétních, měřitelných, dosažitelných, relevantních a časově omezených cvičebních cílů, tzv. SMART cílů, aby usnadnily návrh scénáře, jeho provedení a vyhodnocení. V tabulce 6 je uveden popis SMART cílů.

Tabulka 6: Průvodce a popis SMART cílů cvičení

Specifický	Cíle by měly splňovat 5W – kdo (who), co (what), kdy (when), kde (where) a proč (why). Cíl specifikuje, co je třeba udělat v určité době pro jeho splnění.
Měřitelný	Cíle by měly obsahovat číselná nebo popisná opatření, která definují množství, kvalitu, náklady atd. Je třeba se zaměřit na sledovatelné činnosti a výsledky.
Dosažitelný	Cíle by měly být kontrolovatelné a dosažitelné se zdroji a účastníky.
Relevantní	Cíle by měly sloužit jako nástroj poslání organizace a souviset s jejím cílem a strategickým záměrem.
Časově omezený	Všechny cíle by měly být konkrétní a splnitelné ve vymezeném časovém horizontu.

Kromě hlavního cíle cvičení byly stanoveny dílčí cíle k procvičení a prověření.

Cílem cvičení bylo procvičit:

- činnost složek integrovaného záchranného systému při vzniku mimořádné události a součinnost s havarijní službou distributora zemního plynu;
- činnost distributora zemního plynu – vyhlášení stavu nouze v plynárenství, obnova dodávky;

- komunikační toky mezi orgány krizového řízení, složkami integrovaného záchranného systému, distributorem zemního plynu a dalšími subjekty podílejícími se na řešení mimořádné události;
- svolání a činnost krizového štábu kraje, štábu hasičského záchranného systému kraje a krizových štábů dotčených obcí s rozšířenou působností podle zásad stanovených ve Směrnici Ministerstva vnitra a vnitřní dokumentace cvičících;
- činnost orgánů krizového řízení při mimořádné události a vyhlášení krizového stavu;
- postupy při součinnosti orgánů krizového řízení a distributora zemního plynu;
- informování médií a obyvatel o vzniku a předpokládaných dopadech rozsáhlého výpadku dodávek zemního plynu;
- zajištění nouzového přežití obyvatelstva, činnost nestátních neziskových organizací;
- zajištění součinnosti subjektů kritické infrastruktury, subjektů plnících úkoly z krizového plánu kraje, školských a zdravotnických zařízení apod.

Cílem cvičení bylo prověřit:

- splnění požadavků na výcvikové řešení simulátoru SIMEX pro orgány krizového řízení;
- postupy stanovené v havarijním plánu distributora zemního plynu;
- Poplachový plán integrovaného záchranného systému kraje, havarijní a krizový plán kraje a krizové plány obcí s rozšířenou působností v návaznosti na plnění stanovených úkolů, plány krizové připravenosti subjektů kritické infrastruktury a subjektů plnících úkoly z krizového plánu kraje;
- reálnost a aktuálnost rozpracování typového plánu;
- komunikační standardy (komunikace mezi krizovými štáby, složkami integrovaného záchranného systému a dalšími dotčenými subjekty);
- vyrozumění dotčených orgánů krizového řízení, územních správních úřadů, složek integrovaného záchranného systému;
- postupy při součinnosti orgánů krizového řízení v procesu řešení požadavků na věcné zdroje s cílem efektivně využívat disponibilní materiální zdroje;
- činnost PANELU nevládních neziskových organizací při poskytování humanitární pomoci.
- účastníky cvičení a jejich předpokládaný rozsah zapojení.

Aktivní účast příslušných subjektů a klíčových vedoucích byla pro úspěšné splnění cílů cvičení rozhodující. Úroveň cvičení závisí na pořádající organizaci a úrovni zapojeného personálu, který se na cvičení podílí, stejně tak je rozhodující počet pracovníků, kteří se na cvičení budou podílet.

Na základě vymezení hlavního cíle a dílčích úkolů byly stanoveny subjekty, které se do cvičení zapojí:

- složky integrovaného záchranného systému po ohlášení vzniku mimořádné události úniku plynu operačnímu informačnímu středisku vyšlou na místo jednotky integrovaného záchranného systému;
- provozní pracovník distributora – provede uzavření trasového uzávěru před místem úniku;
- hejtmán kraje – vyhlášení stavu nebezpečí, svolání a řízení krizového štábu kraje;
- krajský úřad – jeho jednotlivé odbory plní úkoly cvičení zadané pracovní skupinou krizového štábu kraje;
- hasičský záchranný sbor – zásah, nouzové ubytování, nouzové zásobování, členství v krizových štábech obce s rozšířenou působností, kraje, zajištění informačního toku, svolání krizových štábů prostřednictvím operačního střediska;
- Policie České republiky – zajištění pořádku, členství v krizových štábech;
- PANEL nevládních neziskových organizací – účast v krizových štábech, sběr dat v terénu, zajištění náhradního ubytování, humanitární pomoc občanům;
- distributor plynu – vyhlášení stavu nouze, odstranění následků havárie, poskytování informací;
- Český hydrometeorologický úřad – informace o počasí, vydávání výstrah;
- Krajská hygienická stanice – ochrana veřejného zdraví;
- Krajská veterinární správa – dozor nad pohodou a zdravím zvířat v zasažené oblasti.

Scénář cvičení

Časový průběh cvičení byl rozdělen do čtyř částí:

- období cvičení: vznik mimořádné události;
- období cvičení: vyhlášení stavu nebezpečí hejtmánem;
- období cvičení: řešení dopadů krizové situace v území postiženém výpadkem v zásobování zemním plynem;
- období cvičení: postup při obnově dodávek zemního plynu.

Součástí přípravné fáze cvičení bylo i vymezení oblastí, při kterých se bude využívat připravovaný simulační prostředek. Mezi klíčové oblasti simulačního prostředku využitelného při cvičení byly stanoveny:

- simulace poruchy v místně vzniku, činnost složek integrovaného záchranného systému;
- slovní a emailová komunikace mezi účastníky cvičení;
- zaznamenávání komunikace;
- řízení rozeher – spouštění, poskytování zpětné vazby pro osoby, kterým byla rozehra určena;
- zaznamenávání plnění rozeher a činností realizovaných krizovými štáby;
- zobrazování postižených oblastí, problémů v postižené oblasti;
- simulace obnovy dodávek plynu v postižené oblasti.

Na základě vymezení požadavků na simulační nástroj pro cvičení SIMEX 2016 bylo přistoupeno k naplnění simulačního systému a nastavení komunikačního systému. V následující fázi byla provedena konfigurace prostředků výcvikového pracoviště zahrnující simulátor, simulovaný komunikační systém a podpůrné nástroje.

Do simulačního systému byly vloženy databáze terénu, komunikace, zástavba, rozmístění sil a prostředků integrovaného záchranného systému. Klima a jednotlivé meteorologické jevy nejsou součástí terénních databází. Klima se promítá do podoby terénní databáze nepřímo, například formou vegetace typické pro dané území, ale jevy, jako jsou srážky, teplota, oblačnost, vítr a další, již v těchto databázích nejsou vyjádřené. K jejich nastavení a vlastní simulaci slouží samostatné aplikace. Databáze byly naplněny a verifikovány před zahájením cvičení. Konfigurace simulačního systému zahrnovala rozmístění sil a prostředků a dalších entit prostředí, přiřazení rolí operátorům, nastavení podpůrných prostředků, tj. nástroje pro vyhodnocení cvičení a konfigurace uzlů komunikačního systému. Bylo rovněž nutné připravit podklady pro všechny účastníky cvičení, tzn. pro cvičící i pro technické zabezpečení, zahrnující operátory simulátoru, rozeheru, rozhodčí.

Komunikační systém simulačního nástroje SIMEX představoval izolovaný konfigurovatelný systém, který nebyl napojen na vnitřní komunikační síť. Umožňoval hlasovou a e-mailovou komunikaci mezi cvičícími s tím, že komunikace byla zaznamenávána (synchronně se simulací) a bylo možné ji využít pro následný rozbor cvičení. Prvky komunikačního systému (tj. telefon, počítač pro e-mail) byly umístěny přímo u cvičících v jejich vlastním prostředí (krizové štáby účastníků cvičení) a jejich použití bylo v podstatě totožné s běžnými komunikačními prostředky.

Dokumentace cvičení

Mezi hlavní dokumentaci cvičení patřil Plán provedení cvičení. Plán provedení cvičení poskytoval účastníkům přehled o cvičení a byl publikován a distribuován zúčastněným organizacím. Kromě toho že, určoval cíle a zaměření cvičení, přiřazoval činnosti a odpovědnosti za plánování cvičení, jeho realizaci a vyhodnocení. Byl k dispozici jak účastníkům cvičení, tak i pozorovatelům, proto neobsahoval detailní informace o scénáři.

Plán provedení cvičení obsahoval následující části:

- rozsah cvičení (téma), cíle a klíčové schopnosti;
- doba, datum a čas provedení cvičení a jeho harmonogram;
- role účastníků a odpovědnosti;
- účastníci;
- bezpečnostní otázky;
- komunikace;
- přílohové části (např. mapy, detaily k průběhu cvičení).

Média a propagace

Zástupci médií informovali již před cvičením veřejnost o tom, že cvičení bude probíhat a tím zvýšili povědomí veřejnosti o tom, že se budou konat aktivity ke zvýšení připravenosti na možné mimořádné události nebo krizové situace. Po cvičení mohla média zveřejnit podrobnosti o stavu připravenosti obcí s rozšířenou působností.

Před cvičení byla zpracována tisková zpráva, která byla poskytnuta sdělovacím prostředkům, včetně internetových a sociálním médiím. Zpráva informovala veřejnost v obecné rovině o cvičení, neobsahovala podrobné informace o scénáři a informace, které by mohly bránit ve splnění cvičení cíle, v případě jejího prozrazení. Informace předaná do sdělovacích prostředků v obecné rovině zahrnovala:

- úvod s uvedením garanta a informace o programu cvičení;
- rozsah a cíle cvičení;
- obecnou informace o scénáři;
- participující organizace a odbornou oblast.

Organizace pořádající cvičení rozhodla, že na cvičení byl pozván zástupce médií, s nímž byl proveden před zahájením cvičením rozhovor klíčovými pracovníky cvičení.

Pro vzájemnou výměnu informací mezi orgány veřejné správy (kraj, hasičský záchranný sbor, Policie České republiky, distributor plynu, zdravotnická záchranná služba) a občany byla při cvičení SIMEX 2016 vytvořena skupina pro tisk a informační podporu, která měla za úkol po-

skytovat informace médiím. Skupina jednala jako celek, což vedlo k eliminaci šíření rozdílných informací a zajištění lepší koordinace mezi složkami. I pro tiskovou skupinu byly připraveny rozhery ve formě simulované tiskové konference s dotazy novinářů, klamavé články v novinách apod (49).

Kontrola cvičení

Ke kontrole cvičení byla vytvořena skupina rozhodčích, která byla rozmístěna na klíčových pracovištích, převážně krizových štábech. Za rozhodčí byli vybráni zaměstnanci orgánů krizového řízení z jiných obcí s rozšířenou působností, krajů nebo složek integrovaného záchranného systému.

3.3.2 Praktická realizační etapa cvičení

Před zahájením cvičení se uskutečnil briefing k přípravě cvičících, rozhodčích i obsluhy simulátoru. Průběh cvičení, tzn. sled a rozvoj událostí a reakcí v simulovaném virtuálním světě a rovněž činnost cvičících (zejména komunikace) byla synchronně zaznamenána.

Cvičení proběhlo podle plánovaného časového průběhu ve čtyřech etapách.

První etapa cvičení 24. 5. 2016 v době od dvanácti do sedmnácti hodin, kdy došlo ke vzniku a následnému rozvoji mimořádné události. Důvodem byla havárie vysokotlakého plynovodu. Cvičení bylo zahájeno simulovaným voláním občana na linku 112 o požáru nedaleko obce Hracholusky. Operační a informační středisko hasičského záchranného sboru přijalo informaci a vyhlásilo druhý poplachový stupeň. Byl vyrozuměn krajský úřad, starosta obce s rozšířenou působností Prachatice a starostové dotčených obcí o požáru plynovodu. Současně se uskutečnil výjezd složek hasičského záchranného sboru. Odpovědný provozní pracovník distributora plynu uzavřel přívod plynu na místo havárie. Distributor plynu realizoval bezodkladná opatření, např. svolání krizového štábu společnosti. V souladu s energetickým zákonem bylo rozhodnuto provozovatelem distribuční soustavy, společností E. ON, vyhlásit stav nouze pro vymezenou část území s vyhlášením nejvyššího, desátého havarijního odběrového stupně. Situace vedla ke svolání krizového štábu Jihočeského kraje a krizových štábů postižených obcí s rozšířenou působností a pracovišť krizového řízení složek integrovaného záchranného systému.

Druhá etapa cvičení proběhla 25. 5. 2016. V souladu se zákonem o krizovém řízení zasedal krizový štáb Jihočeského kraje. Hejtmán kraje vyhlásil stav nebezpečí pro postiženou oblast a patřičná krizová opatření.

Následně probíhala třetí etapa nouzové přežití obyvatelstva, kdy byly řešeny dopady na obyvatelstvo. Pro tuto etapu byly vytvořeny rozeher, do nichž byli zapojeni různí stakeholders. Jednalo se o roze hry:

- oznámení havárie plynovodu občanem dne 21. 1. 2016 v 12:10 na operační a informační středisko hasičského záchranného sboru;
- oznámení havárie na plynovodu občanem 21. 1. 2016 v 12:15 na operační a informační středisko hasičského záchranného sboru;
- úvodní meteorologická situace k datu 21. 01. 2016 zahajovací e-mail cvičení;
- meteorologická situace – výstraha ČHMÚ ze dne 21. 1. 2016 na operační a informační středisko hasičského záchranného sboru;
- meteorologická situace – předpověď ze dne 22. 01. 2016 na pátek 22. a sobotu 23. 01. 2016;
- meteorologická situace – předpověď ze dne 25. 01. 2016 na pondělí 25. a úterý 26. 1. 2016;
- vyhlášení stavu nouze distributorem zemního plynu, seznam postižených obcí 21. 1. 2016;
- požadavky obyvatel obcí ve správním obvodu obce s rozšířenou působností Prachatice na zajištění nouzového přežití;
- požadavek starostů obcí na krizový štáb obce s rozšířenou působností Prachatice na provoz ohřívárny a/nebo vytápění obecního úřadu ze dne 23. 1. 2016;
- požadavky obyvatel obcí ve správním obvodu obce s rozšířenou působností Vimperk na PANELu nevládních neziskových organizací na zajištění nouzového přežití ze dne 22. 1. 2016;
- požadavek starostů obcí ze dne 22. 1. 2016 na krizový štáb obce s rozšířenou působností Vimperk;
- požadavek ředitele hospicu sv. J. N. Neumana ze dne 22. 1. 2016 na zajištění tepla a stravy na krizový štáb obce s rozšířenou působností Prachatice;
- požadavek ředitele nemocnice Prachatice ze dne 22. 1. 2016 na krizový štáb obce s rozšířenou působností Prachatice;
- požadavek zřizovatelů základních a mateřských škol v obci s rozšířenou působností Prachatice ze dne 23. 1. 2016 na teplo na obec s rozšířenou působností Prachatice;
- požadavek ředitele domova mládeže Kasárenská a Zlatá stezka 23. 6. 2016 na teplo a teplou stravu krizového štábu obce s rozšířenou působností Prachatice;
- nabídka ředitele domu sv. Petra v Záblatí ze dne 23. 1. 2016 na krizový štáb Jihočeského kraje o možnosti ubytování;

- požadavek ředitele sociálního zařízení pro seniory ze dne 22. 1. 2016 na teplo na obec s rozšířenou působností Prachatice.

Rozehry se týkaly rozmanitých oblastí. Na řešení situace se podílel Panel nevládních neziskových organizací. Jeho úkolem bylo rozdělit postižené území mezi své členy a následně provést, po dohodě se starostou, monitoring potřeb obyvatelstva k zajištění nouzového přežití. Pokud nebyl schopen zajistit požadavky PANEL, byly požadavky předány k řešení krizovému štábu Jihočeského kraje. Jiné rozehry se týkaly např. požadavků zřizovatelů nemocnic, pečovatelských domů, školských zařízení s kuchyní na plynové spotřebiče, v nichž nebylo možné vařit. Zřizovatelé vznesli požadavky na zajištění stravy dodáním propanbutanových lahví, příp. pojízdných prodejen. Dále bylo nutné zařízením zajistit teplo, a to prostřednictvím dodávek topiva (dřevo, uhlí), náhradního elektrického vytápění, příp. dodáním příkrývek. Scénáře rozeher byly navrhovány reálně a zahrnovaly vždy konkrétních informace, tj. místo dodání, jména a věk postižených osob, požadavky na dodávky, apod.

Poslední - čtvrtá etapa cvičení byla zaměřena na obnovu dodávek zemního plynu. Klíčovou roli v této fázi cvičení měl distributor zemního plynu. Distributor postupoval na základě vytvořeného plánu postupného obnovení dodávek zemního plynu a poté v souladu s energetickým zákonem ukončil stav nouze pro vymezené území a byl vyhlášen základní odběrový stupeň. Po obnově dodávek byl hejtmanem kraje zrušen stav nebezpečí.

Jednotliví účastníci cvičení mezi sebou komunikovali s využitím simulovaného komunikačního systému, jež tvoří náhlavní souprava a komunikační panel pro volbu telefonního čísla. Realizovaná komunikace byla zaznamenávána synchronně s průběhem simulace. Základním podpůrným prostředkem byl logger, který zajišťoval synchronní záznam a přehrávání průběhu simulace i komunikace. Zároveň poslouží k vyhodnocení cvičení.

Fotodokumentace z průběhu cvičení SIMEX 2016 je na následujících obrázcích 17 – 22.



Obrázek 17: Krizový štáb Hasičského záchranného sboru Jihočeského kraje



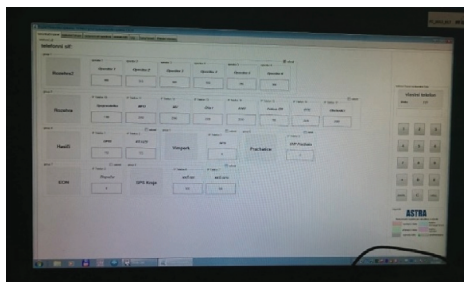
Obrázek 18: Vybavení pro záznam činností



Obrázek 19: Operátoři – Krajský úřad Jihočeského kraje



Obrázek 20: Zasedání krizového štábu Jihočeského kraje



Obrázek 21: Schéma telefonní sítě v simulátoru



Obrázek 22: Skupina rozehry

3.3.3 Hodnocení rizik návrhu a přípravy cvičení

Z důvodu minimalizace rizik a vyvinutí kvalitního simulátoru pro potřeby cvičení orgánů krizového řízení a subjektů kritické infrastruktury bylo přistoupeno k aplikaci managementu rizik. Management rizik byl

aplikován v souladu s postupy (50), kdy důraz byl položen na fázi hodnocení rizik.

K identifikaci zdrojů nebezpečí, sestavení registru nebezpečí, frekvence a dopadů návrhu a přípravy cvičení lze využít metodu brainstormingu (51), (52) a metodu What if (50). Brainstorming a metoda What if byly realizovány při společných plánovacích poradách členů zpracovatelského týmu v přípravné fázi. Metodou What if pracovní tým prověřoval neočekávané události, které mohly nastat. Dotazy byly pokládány způsobem „Co se stane, když...“. Poté se odhadovaly následky a navrhovala se opatření a doporučení.

Vedoucím brainstormingu byl jmenován zástupce krizového řízení kraje. Kladené otázky nebyly systematizovány. Brainstorming byl realizován jako vícekolový a byly při něm diskutovány: námět cvičení, navržený postup pro kvalitní řešení, realizaci a vyhodnocení cvičení, zveřejněny nové myšlenky a nápady, které by vedly ke zlepšení celého průběhu cvičení. Hlavní zásadou při brainstormingu byla eliminace veškerých omezení a naopak snahou vedoucího týmu bylo stimulovat tvorbu nových myšlenek. Dále byl brainstorming použit pro charakterizaci frekvence, dopadů a míry rizika $R_j(\tau)$ návrhu cvičení. Pro vyjádření míry rizika byla využita matice rizik, která kombinuje frekvenci aktivace zdroje nebezpečí (velmi malá, malá, střední, velká a velmi velká) a dopadu (zanedbatelný, okrajový, kritický, katastrofický). Bodové hodnocení frekvence a dopadu s uvedením slovního hodnocení je prezentováno v tabulce 7.

Tabulka 7: Bodové hodnocení působení zdroje nebezpečí a dopadu

Bodová hodnota frekvence	Slovní hodnocení frekvence aktivace zdroje nebezpečí	Bodová hodnota dopadu	Slovní hodnocení dopadu
1	velmi malá	1	zanedbatelný
2	malá	2	okrajový
3	střední	3	kritický
4	velká	4	katastrofický
5	velmi velká		

Jednotlivé charakteristiky míry rizika vzešly po vzájemné dohodě z brainstormingu, kdy byly využity odborné zkušenosti jednotlivých členů. Čím více se riziko v matici rizik posouvá po diagonále doprava dolů, tím větší je riziko, jak je patrné z tabulky 8.

Tabulka 8: Obecná matice rizika a jeho charakteristika

Dopad/frekvence	1	2	3	4
1				
2				
3				
4				
5				

Legenda: významnost hodnoty rizika dle barevného rozdělení – zelená barva je zanedbatelné riziko, žlutá barva akceptovatelné riziko, oranžová barva nežádoucí riziko a červená barva označuje nepřijatelné riziko.

Charakterizace rizika ve vztahu ke cvičení je uvedena v tabulce 9.

Tabulka 9: Charakterizace rizika

Míra rizika $R_j(\tau)$	Charakteristika rizika
1, 2	Zanedbatelné. Je možné pokračovat v přípravě cvičení. Není nutné implementovat protiopatření.
3, 4, 5, 6	Akceptovatelné. Je možné pokračovat v přípravě cvičení. Je vhodné provádět rozhodnutí o implementaci protiopatření v koordinaci s ostatními složkami cvičení.
8, 9, 10, 12	Nežádoucí. Pokračování v přípravě cvičení je omezeno. Pokud má být pokračováno v přípravné fázi, je nutno implementovat protiopatření na redukci rizika na přijatelnou úroveň.
15, 16, 20	Nepřijatelné. Nedoporučuje se pokračovat v přípravě cvičení.

Cílem realizovaného hodnocení rizik bylo identifikovat rizika, která mohou vzniknout ve fázi návrhu a přípravy cvičení. V souladu s postupy (50) byla identifikována ohrožená aktiva:

1. dokumentace cvičení (plán provedení cvičení, záměr cvičení, harmonogram cvičení, organizační nařízení cvičení);
2. dokumentace krizového řízení;
3. členové zpracovatelského týmu;
4. účastníci cvičení;
5. členové rozeher;
6. finanční prostředky;

7. komunikační prostředky;
8. logistické zabezpečí cvičení;
9. simulátor (hardware, software, osoby ovládající simulátor).

Registr potenciálních nebezpečí pro návrh a přípravu cvičení společně s identifikovanými potenciálně ohroženými aktivy 1–8, je uveden v tabulce 9. Pro ohrožené aktivum pod číslem 9, tj. simulátor a jeho příslušenství, je aplikována metoda HAZOP v tabulce 12. Předložený registr může být doplňován/upravován podle typu cvičení. Při konstrukci registru a odhadu nebezpečí se vycházelo ze všeobecných požadavků na přípravu cvičení a zkušeností z příprav jiných cvičení.

Z výsledků v tabulce 10 vyplývá, že nejvíce nebezpečí směřuje ke členům zpracovatelského týmu, účastníkům cvičení a dokumentaci cvičení. Pro jednotlivá nebezpečí byl proveden odhad rizika. Míra rizika je určena jako součin bodové hodnoty frekvence aktivace zdroje nebezpečí a bodové hodnoty dopadu na dané aktivum. Výsledky jsou prezentovány v tabulce 11. Aktiva označená 1 – 8 vyjadřují: 1. Dokumentace cvičení, 2. Dokumentace krizového řízení, 3. Členové zpracovatelského týmu, 4. Účastníci cvičení, 5. Členové rozeher, 6. Finanční prostředky, 7. Komunikační prostředky, 8. Logistické zabezpečí cvičení.

Tabulka 10: Registr potenciálních nebezpečí a ohrožená aktiva

Nebezpečí	Aktiva							
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.
Nevymezené téma cvičení	+							
Nestanovený termín cvičení	+							
Změna termínu cvičení	+		+	+	+	+		+
Nestanovení všech stakeholders cvičení			+	+				
Špatně definované pokyny pro cvičící			+	+				
Neaktuálně stanovené téma cvičení		+	+					
Úzký plán rozehr			+		+			
Široký plán rozehr			+		+			
Žádné rozehry cvičení			+		+			
Nevyčleněné finanční prostředky na cvičení			+	+		+		
Nereálný harmonogram cvičení	+		+					
Nestanovené pokyny pro přípravu cvičících			+	+				
Úzce stanovené pokyny pro přípravu cvičících			+	+				
Široce stanovené pokyny pro přípravu cvičících			+	+				
Zanedbání studia pokynů pro přípravu cvičení				+				
Neúčast účastníků cvičení na proškolení ke cvičení				+				
Neznalost prostředí cvičení				+	+			
Nekoordinování přípravy cvičení			+					
Neúčast členů zpracovatelského týmu na plánovacích poradách			+					
Nevyčlenění materiálních prostředků na cvičení			+	+				+
Neposkytování informací			+				+	
Vyzrazení detailů cvičení členy zpracovatelského týmu			+					

Tabulka 11: Odhad rizika

Poř. Číslo	Nebezpečí	Frekvence	Dopad	Riziko
1.	Nevymezené téma cvičení	1	4	4
2.	Nestanovený termín cvičení	1	4	4
3.	Změna termínu cvičení	3	3	9
4.	Nestanovení všech stakeholders cvičení	2	3	6
5.	Špatně definované pokyny pro cvičící	2	3	6
6.	Neaktuálně stanovené téma cvičení	2	4	8
7.	Úzký plán rozehry	3	3	9
8.	Široký plán rozehry	3	3	9
9.	Žádné rozehry cvičení	3	3	9
10.	Nevýčleněné finanční prostředky na cvičení	2	3	6
11.	Nereálný harmonogram cvičení	3	3	9
12.	Nestanovené pokyny pro přípravu cvičících	3	3	9
13.	Úzce stanovené pokyny pro přípravu cvičících	3	3	9
14.	Široce stanovené pokyny pro přípravu cvičících	2	3	6
15.	Zanedbání studia pokynů pro přípravu cvičení	3	4	12
16.	Neúčast účastníků cvičení na proškolení ke cvičení	3	3	9
17.	Neznalost prostředí cvičení	3	4	12
18.	Nekoordinování přípravy cvičení	2	4	8
19.	Neúčast členů zpracovatelského týmu na plánovacích poradách	2	4	8
20.	Nevýčlenění materiálních prostředků na cvičení	2	4	8
21.	Neposkytování informací	3	3	9
22.	Vyzrazení detailů cvičení členy zpracovatelského týmu	3	4	12

Vypočtená míra rizika je v intervalu (1; 20). Vypočtená míra rizika byla zanesena do matice rizik prezentované v tabulce 12.

Tabulka 12: Matice rizika

Dopad /frekvence	1 zanedbatelný	2 okrajový	3 Kritický	4 katastrofický
1 velmi malá				R1, R2,
2 malá			R4, R5, R10, R14,	R6, R18, R19, R20
3 střední			R3, R7, R8, R9, R11, R12, R13, R16, R21	R15, R17, R22
4 velká				
5 velmi velká				

Legenda: Poznámka RX značí riziko a pořadové číslo přidělené v tabulce 4.

Z matice rizik v tabulce 12 vyplývá, že odhadnutá rizika jsou akceptovatelná (žluté pole) a nežádoucí (oranžové pole). Z výsledků vyplývá, že zkušený zpracovatelský tým přípravy cvičení výrazným způsobem eliminuje frekvenci výskytu nežádoucí události, ale ne dopady ve vztahu k průběhu a výsledku cvičení. Mezi rizika s vysokou mírou patří ta, při kterých je nutné proškolit a připravit účastníky na cvičení. Zde je nutné zdokonalit pokyny pro cvičící, více je motivovat k aktivnímu přístupu ke cvičení minimalizovat únik informací ze zpracovatelského týmu účastníků cvičení.

Identifikace nebezpečí pro vyvíjený simulátor

Pro vyvíjený simulátor byla provedena pouze identifikace zdrojů nebezpečí metodou HAZOP (53), kterou aplikoval tým odborníků. HAZOP uvádí seznam možných příčin a následků odchylek, jakož i existující ochranná opatření, které chrání proti odchylce. Když tým rozhodne, že pro odchylku neexistují dostatečné záruky, obvykle doporučuje, aby byla podniknuta opatření ke snížení rizika (54). Při cvičení SIMEX 2016 byla využito vyvíjeného simulátoru a jeho jednotlivých modelů pro ověření jeho funkčnosti. V tabulce 13 je uvedena ukázka z aplikace metody HAZOP.

Tabulka 13: Aplikace metody HAZOP na ohrožené aktivum – vyvíjený simulátor pro potřeby cvičení orgánů krizového řízení

Vodící slovo	Prvek	Odchylka	Možné příčiny	Následky	Bezpečnostní a požadovaná opatření
Není	model počasí	není model počasí	nebyl nahrán do simulátoru, nebyl vytvořen	cvičení nebude odpovídat reálným podmínkám	kontrola simulátoru
Jakož i	zasahující jednotky	jiné zasahující jednotky	pro simulaci byly připraveny jednotky, které na místě zásahu nezasahují	více zapojených osob do cvičení, zvýšené náklady, zdržení cvičení.	kontrola harmonogramu činností cvičení
Zpožděny	zasahující jednotky	zpožděné zasahující jednotky	pokyn k simulaci byl dán později	cvičení bylo opožděno	plnění úkolů v zadaném termínu
Předčasně	zasahující jednotky	předčasně zasahující jednotky	pokyn k simulaci byl dán dříve	cvičení bylo zahájeno dříve	plnění úkolů v zadaném termínu
Jiný než	komunikační prostředek simulátoru	jiný než komunikační prostředek simulátoru	cvičící použili jiný komunikační prostředek než u simulátoru	cvičící nemají přehled o vývoji situace cvičení.	dodržovat nastavená komunikační pravidla
Není	záznam komunikace	není záznam komunikace	simulátor nenahrával komunikaci	nemožnost zpětné kontroly a rozboru cvičení	průběžně kontrolovat nahrávání

4 VYUŽITÍ VYTVOŘENÉHO SIMULÁTORU SIMEX A APLIKACE CAX MANAGER PRO POTŘEBY CVIČENÍ ORGÁNŮ KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ

Součástí krizové připravenosti je realizace cvičení. Příprava cvičení zejména orgánů krizového řízení na krajské a celostátní úrovni je časově a organizačně velice náročná a vyžaduje, aby členové zpracovatelského týmu měli v této oblasti zkušenosti a dovednosti. Moderním trendem, který se prosazuje do taktických součinnostních cvičení, je využití konstruktivní simulace. Simulátory mohou zkvalitnit a zefektivnit přípravu účastníků cvičení a poskytovat kontrolním prvkům okamžité informace o vývoji cvičení a podklady pro jeho vyhodnocení.

Na základě dosažených poznatků o současném stavu využitelnosti simulátoru pro zvýšení vycvičenosti aktérů krizového řízení při řešení krizových situací je uveden způsob využití simulátoru SIMEX a aplikace CAX Manager.

4.1 Vymezení krizového pracoviště pro výcvik s využitím simulátoru SIMEX

Současná rozmanitost krizových situací, jakož i složitost komplexní přípravy všech aktérů podílejících se na řešení krizové situace, vyžaduje i hledání nových forem přípravy personálu. Jednou z těchto nových možností je simulování (naprogramování) krizové situace či havárie a jejich následné řešení s využitím simulátoru. Tento přístup zvyšuje komplexnost výcviku. Nezanedbatelná přidaná hodnota spočívá v nekonečném počtu opakovatelnosti, bez rostoucích nákladů. Plně funkční 3D simulátor může být přesnějším nástrojem pro získávání potřebných znalostí i dovedností cvičících (55), (56).

V rámci projektu byla navržena komplexní architektura krizového pracoviště pro využití simulačních technologií. Základní prvky krizového pracoviště jsou navrženy následovně:

- simulátor vytvářející společné syntetické prostředí, ve kterém se odehrává cvičený scénář,
- simulovaný komunikační systém (náhrada reálných vysílaček, telefonů),
- podpůrné nástroje (záznam průběhu simulace a komunikace, prostředky pro řízení a vyhodnocení průběhu výcviku).

Praktické výstupy projektu lze charakterizovat následovně:

1. Ve spolupráci s odborníky z oblasti výcviku příslušníků krizových štábů na různých úrovních byl vytvořen speciální software CAX Manager. Software kromě pomoci při přípravě cvičení slouží rovněž ve fázi výcviku – k monitorování činnosti cvičících a řízení průběhu cvičení.
2. Byl vytvořen simulovaný komunikační systém umožňující hlasové zasílání zpráv i hlasovou komunikaci, i mezi vzdálenými místy cvičení, s využitím VPN.
3. Byly vytvořeny vhodné modely reagující na potřeby štábních cvičení, zaměřené na problémy kritické infrastruktury. Tyto modely pro konstruktivní simulaci obsahují distribuční sítě na rozsáhlých územích, funkční/procesní entity, agregované entity atd.
4. Byla vytvořena matice možnosti průřezového nasazení simulačních nástrojů pro různé úrovně výcviku, která je zachycena v tabulce 14. Možnost širokého využití simulačních technologií pro potřeby výcviku v návaznosti na efektivnost výcviku a jeho gradace je souhrnně demonstrována na obrázku 2.
5. Byl vytvořen základní obsahový rámec organizačního členění výcvikového řešení krizové situace s následující strukturou:
 - pracoviště štábu;
 - pracoviště podřízených jednotek;
 - pracoviště řídicího cvičení a rozehry.

Tabulka 14: Možnosti nasazení simulačních nástrojů pro různé úrovně výcviku

	Štáb na úrovni kraje, státu, rozsáhlých subjektů kritické infrastruktury	Štáb na úrovni obce s rozšířenou působností, obcí, subjektů kritické infrastruktury	Štáb velitele zásahu, velitel zásahu
Prostředky pro CAX	– CAX Manager – krizová situace – GIS	– CAX Manager – krizová situace – GIS	– krizová situace – 3D image generátor – virtuální/živá simulace
Rozsah území	– stát, kraj	– kraj, obce	– detail místa – havárie/mimořádné události
Simulace	– objekty kritické infrastruktury, sítě kritické infrastruktury – funkční, agregované entity	– komplexní entity reprezentující síly a prostředky	– komplexní entity s podrobnými modely chování a vlastností
Vizualizace	– mapové podklady a značky	– mapové podklady: detaily s aktuálním stavu a činnosti	– 3D scéna s podrobnou vizualizací
Komunikační systém	– telephony – emaily	– telephony – emaily – vysílačky	– vysílačky
Záznam	– události v čase – komunikace telefon/email – snímky stavu simulace	– události v čase – komunikace telefon/vysílačky/email – průběžný záznam simulace	– komunikace vysílačky – průběžný záznam simulace – průběžný záznam činnosti a chování cvičících

Pracoviště štábu

Primární cvičící (krizový štáb či štáby) provádějí svou obvyklou činnost. Veškeré osoby, se kterými primární cvičící komunikují (velitel zásahu, operační středisko, funkcionáři a osoby v krizovém řízení, kontaktní pracovníci firem apod.) jsou skuteční lidé. Z hlediska výcviku ideálně přímo ti, kteří budou na svých pozicích v reálné situaci. Podle potřeb je možné nahradit skutečné zástupce subjektů osobami ze skupiny roze hry (tzv. „role players“).

Komunikace primárních cvičících s ostatními subjekty (nadřízenými, koordinovanými) se uskutečňuje pomocí simulovaného komunikačního systému. Primární cvičící nepřichází do styku se simulátorem a není jeho obsluhou či fungováním nijak zatížen, soustřeďuje se pouze na svou činnost.

Pracoviště podřízených jednotek

Sekundárními cvičícími jsou např. velitelé složek integrovaného záchranného systému (zásahové jednotky hasičského záchranného sboru, Policie České republiky, zdravotnické záchranné služby) nebo velitelé podnikových zásahových jednotek, kteří komunikují s primárními cvičícími (reagují na pokyny štábu, podávají hlášení pro štáb).

Veškerá činnost podřízená sekundárním cvičícím (tj. činnost zásahových jednotek, např. hašení, transport materiálu či osob, různá opatření eliminující škody apod.) se realizuje v simulačním systému podle jejich pokynů.

Sekundární cvičící nejsou zatíženi nutností zvládnout obsluhu simulátoru – ta je zajištěna vyškolenými operátory, kteří technicky realizují odborně řízenou činnost. Sekundární cvičící pro svoji rozhodovací činnost využívají možnosti vizualizace simulované reality v 3D zobrazení nebo na mapovém podkladě.

Pracoviště řídicího cvičení a roze hry

Na pracovišti je zázemí pro poslední dvě skupiny zajišťující:

- skupina roze hry scénáře: skupina podřízená řídicímu cvičení, která rozehrává řešenou situaci podle připraveného scénáře (vytváří mimořádné události, incidenty) a doplňuje simulaci o další prvky (dopravu, obyvatele apod.). Systém je obsluhován opět proškolenými operátory.
- skupina roze hry rolí („role players“) – osoby reprezentující ostatní subjekty, se kterými cvičící komunikují (operační středisko, krizový štáb kraje, ostatní obce s rozšířenou působností, správa silnic či

železnic, Armáda České republiky, technické služby, firmy apod.); případné zásahy do simulovaného virtuálního světa vyplývající z činnosti uvedených osob opět realizují operátoři.

Podle výcvikových potřeb lze popsaná pracoviště doplnit odborníky provádějícími průběžné hodnocení a rozbor cvičení. Lze doporučit, aby byla k dispozici technická podpora řešící včas eventuální problémy tak, aby nedošlo k narušení průběhu výcviku.

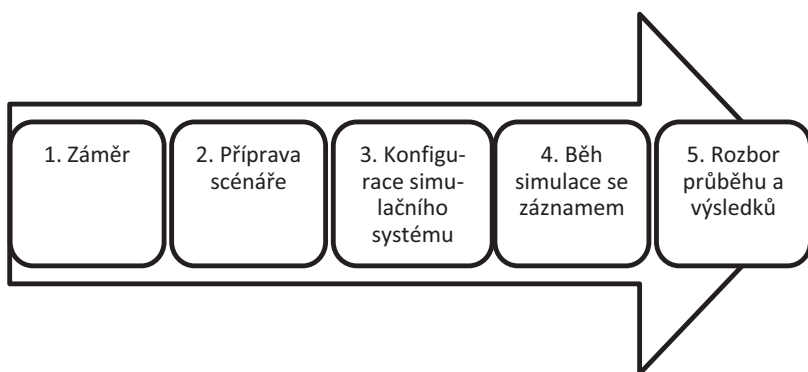
4.2 Příprava pracoviště a scénáře cvičení

Pro přípravnou etapu cvičení je velmi důležitá úvodní plánovací porada. Předmětem úvodní plánovací porady je zejména sladění požadavků na cvičení s možnostmi simulačních prostředků, jimiž simulátor SIMEX a aplikace CAX disponuje (případně jejich úpravou či doplněním). Jedná se zejména o požadavky na:

- na zavedení nových entit do simulačního systému (lidé, technika);
- implementaci organizačních struktur cvičící jednotky;
- rozsah území (terénní databáze), ve kterém cvičení proběhne;
- hlavní námět cvičení;
- stanovení dalších simulačních prostředků zapojených do cvičení.

Při volbě cílů je vhodné zvážit jejich množství, protože velké množství cílů dělá cvičení složitějším a náročnějším. Při stanovení cílů je nutné zvolit metody pro jejich hodnocení, aby bylo možné rozhodnout, zda cíle byly nebo nebyly splněny, příp. v jakém rozsahu.

Ačkoliv je každé cvičení jedinečné vlastní přípravnou a realizační fází, je možné stanovit pro organizaci kolektivního cvičení s využitím simulačních prostředků systematický přístup zachycený na obrázku 23.



Obrázek 23: Schéma využití pracoviště pro výcvik

Cvičení je nutné zabezpečit po stránce organizační a technické. Z pohledu organizačního je třeba stanovit účastníky cvičení, druh a téma cvičení, cíle cvičení, způsob vyhodnocení a také rozsah, termín a místo jeho provedení. Tyto informace jsou obsahem dokumentu Plán provedení cvičení (57).

Z technické stránky je nutno připravit cvičenou výchozí situaci v simulačním systému, tj. vytvořit modely lokality a prostředí, událostí, sil a prostředků a dále připravit Plán rozehry, ve kterém budou stanoveny role a úlohy cvičících a rozehry, a také předpokládaná časová posloupnost dějů a událostí, k nimž by reálně mohlo dojít, a které jsou pro cvičení brány jako skutečné včetně simulování činnosti necvičících orgánů (57).

V další fázi je nutné konfigurovat prostředky výcvikového pracoviště, zejména systém konstruktivní simulace, který tvoří páteř výcvikového zařízení a je základním vybavením pracoviště. Je nutné rozmístit síly a prostředky a další entity v syntetickém prostředí, přiřadit role obsluhy (operátorům), nastavit podpůrné prostředky například nástroje pro (po)automatické vyhodnocení cvičení, konfigurovat uzly komunikačního systému. Pracoviště je nutné vybavit podpůrnými nástroji, jimiž jsou prostředky simulovaného komunikačního systému, nahrazující reálné komunikační prostředky cvičících (telefony, vysílačky, apod.). Je rovněž nutné připravit podklady pro všechny účastníky cvičení, tzn. pro cvičící i pro technické zabezpečení – operátory simulátoru, rozehru, rozhodčí.

Před zahájením cvičení je nutné připravit cvičící i obsluhy briefingem. Průběh cvičení, tzn. sled a rozvoj událostí a reakcí v simulovaném virtuálním světě a činnost cvičících, zejména komunikace, je synchronně zaznamenáván. Záznam je možné využít při rozboru cvičení i pro tvorbu statistických výstupů z průběhu simulace. Důležitou roli má při sporných situacích, kdy je nutné přehrát a objektivně vyhodnotit provedenou činnost. Záznam se využívá i při následných diskusích o alternativním postupu řešení vzniklé situace, čímž obohacuje účastníky cvičení o alternativní myšlenky (58). Do záznamu cvičení může rozhodčí průběžně vytvářet v klíčových bodech poznámky. Průběžně probíhá průběžné vyhodnocení kvality rozhodování podle předem stanovených kritérií, například ohrožení, postižení občanů, ohrožení či zničení prvků kritické infrastruktury, majetku a životního prostředí.

Na základě průběžného hodnocení je možno zopakovat problematické části nebo vyzkoušet variantní řešení. Podle potřeby je možné rovněž provádět tzv. operační skoky, tj. přeskočit „bezdějové“ časové úseky. Po ukončení cvičení proběhne rozbor jeho průběhu a celkové vyhodnocení na základě záznamu s využitím podpůrných nástrojů. Výsledky jsou pre-

zentovány zúčastněným. Podle zpětné vazby je činnost výcvikového pracoviště zkvalitňována. U výcvikových řešení tohoto typu je nutné mít rovněž na paměti, že se kontinuálně rozvíjet (začlenění nových typů hrozeb, vazeb, postupů apod.) z důvodu udržení aktuálnosti a praktické využitelnosti výcvikového řešení (58). Vyhodnocení cvičení zpravidla obsahuje hodnocení splnění cílů cvičení, činnosti cvičících, zjištěné nedostatky a návrh opatření k odstranění zjištěných nedostatků, včetně lhůt (59).

V tabulce 15 je uvedena ukázka zpracovaného scénáře s tematikou vichřice, který je dále implementován do prostředí simulátoru SIMEX a aplikace CAX Manager. Tabulka obsahuje stanovené úkoly pro jednotlivé cvičící dle časového harmonogramu, tj. například pro příslušníky integrovaného záchranného systému, včetně popisu jejich činnosti, uveden subjekt, který úkoly provádí, subjekt, s nímž je nutná kooperace a součinnost a očekávaná reakce v simulátoru.

Tabulka 15: Ukázka zpracovaného scénáře pro simulátor SIMEX a CAX Manager

Čas	Činnost integrovaného záchranářského systému	Popis činnosti	Provádí	Součinnost	Reakce	Reakce pro simulaci
17:30	Informování složek IZS prostřednictvím KOPIS	Přijetí informace o tísňovém volání	KOPIS kontaktuje jednotlivé složky, předá informace z tísňového volání	KOPIS	HZS, PČR	
17:30	Informace z tísňového volání přijata, vyslání složek HZS – PS Pohořelice	Přesun SaP PS Pohořelice na místo zásahu	Vyslání vozidel HZS s posádkami na místo MU dle územní příslušnosti a předurčenosti z míst své dislokace.	KOPIS	HZS, PČR	Vyčleněné SaP IZS vyjedou na místo zásahu z míst své dislokace. Nasedají do vozidel. HZS – PS Pohořelice s CAS15 MAN
17:39	Výjezd JSDH Popice	Přesun sil a prostředků JSDH Popice na místo zásahu				Výjezd JSDH Popice s CAS24 Š706
17:41	Příjezd JSDH Popice	Příjezd JSDH Popice a zahájení zásahu	Velitel jednotky se seznamuje se situací, stává se z něj velitel zásahu. Vydává rozkaz k započetí hasebních prací.	JSDH	KOPIS	Vyčleněné SaP dojedou na místo zásahu

Čas	Činnost integrovaného záchranného systému	Popis činnosti	Provádí	Součinnost	Reakce	Reakce pro simulaci
17:48	Příjezd HZS – PS Pohorlice na místo MU	Příjezd HZS – PS Pohorlice na místo zásahu	Vyčleněné SaP HZS dojedou na místo zásahu. Velitel jednotky PS Pohorlice přebírá velení. Zjišťuje, že došlo k závadě na zařízení v důsledku silného větru. Požár se rozšiřuje do okolí na náletové dřeviny. Informuje KOPIS. Jednotky provádějí hasební práce	HZS	KOPIS	Vyčleněné SaP dojedou na místo zásahu. Posádky opouští vozidlo.
17:49	Jednotky HZS – PS Pohorlice připraveny k zásahu	Průzkum místa, upřesnění rozsahu, rozhodnutí o stupni poplachu	Na základě průzkumu VZ podává hlášení o rozsahu. Protože je poškozeno přibližně 25 domů (některé značně) vyžaduje účast statiků. S ohledem na povětrnostní podmínky požaduje další jednotky. Vyžaduje aktivaci KŠ ORP.	HZS	KOPIS	Proběhne prozkoumání entit (prostoru)
17:50	Výjezd PČR na místo	Příprava techniky k zásahu	Výjezd PČR za účelem zajištění provozovatele	PČR		PČR nasedá na vozidlo
17:50	Začátek provedení zásahu HZS	Příprava techniky k zásahu	Za pomoci techniky jsou hasena ohniska požáru s cílem eliminovat jeho rozšíření do okolí.	HZS		HZS zachraňuje osoby z plavidla, které narazilo do břehu.

Legenda: HZS – hasičský záchranný sbor, IZS – integrovaný záchranný systém, JSDH – jednotka sboru dobrovolných hasičů, KOPIS – Krajské operační a informační středisko, KŠ ORP – krizový štáb obce s rozšířenou působností, MU – mimořádná událost, PČR – Policie České republiky, PS – požární stanice, SaP – síly a prostředky.

4.3 Implementace scénáře cvičení

Na základě požadavků procvičované tematiky a úrovně cvičení, je nutno definovat všechny entity, které vytváří, doplňují a komplexně participují na cvičení. Podle analýzy námětu cvičení dochází k sumarizaci jednotlivých entit, které jsou postupně vkládány do simulátoru. Rozhodujícím krokem je vytvoření seznamů, které obsahují základní shluky entit zejména pro oblast:

- personálu – například ohrožení lidé, osádky zasahujících jednotek, příhlížející lidé apod.;
- technických prostředků – například vozidla zasahujících jednotek, pomocná vozidla, vozidla simulující běžnou dopravu apod.;
- prostředí – mapové podklady místa krizové situace a terenní data-báze s požadovanými vrstvami pro simulátor SIMEX.

4.3.1 Implementace vybraného scénáře do prostředí simulátoru SIMEX

Jednotlivým entitám, které vytvářejí základní personální soubory, je nutné přiřadit specifické role, jež tvoří základ cvičení v simulátoru SIMEX, a to role:

- cvičící;
- členové rozehry;
- další podpůrné.

Jednotlivé entity a jejich role jsou určující pro definování plánu spojení a rolí ve scénáři cvičení pro simulátor SIMEX. Pro ilustraci postupu jsou v rámci implementace demonstrovaného příkladu cvičení „vichřice“ vymezené role cvičících entit v oblasti personálu v následujícím rozsahu:

- Krajské operační a informační středisko Jihomoravského kraje;
- Hasičský záchranný sbor Jihomoravského kraje, stanice Mikulov;
- jednotka sboru dobrovolných hasičů obce (Strachotín, Milovice, Velké Pavlovice);
- Policie České republiky;
- Zdravotnická záchranná služba Jihomoravského kraje;
- vodní záchranná služba Českého červeného kříže;
- velitel zásahu;
- starosta obce Pavlov;
- starosta obce Hustopeče a krizový štáb obce s rozšířenou působností.

Jednotlivé entity je nutno dále rozdělit či sloučit do skupin v závislosti na počtu cvičících a operátorů simulátoru SIMEX. Pokud jsou počty cvičících omezeny, je možno některé role s podobnou náplní sloučit pod jednoho cvičícího, nebo role přesunout pod řízení členům rozehry. Při využití programovatelných softwarových (SW) telefonů je vhodné naprogramovat na jednu pracovní stanici telefonní čísla více rolí.

V závislosti na konečném stanovení rolí ve scénáři se definuje plán spojení, jehož součástí jsou telefonní, případně emailová spojení na všechny dotčené entity, které se cvičení účastní. Podle požadavků cvičení se do plánu spojení implementují informace o umístění jednotlivých cvičících entit a vybavení, které jsou k dispozici. Příklad plánu spojení pro cvičení „vichřice“ je uveden v tabulce 16. Telefonní čísla se jednotlivým rolím přidělují ze seznamu definovaných telefonních čísel v komunikačním modulu simulátoru SIMEX.

Tabulka 16: Plán spojení

Poř. číslo	Jednotka	Telefonní číslo	Pracovní stanice	Zařízení
1.	Krajské operační a informační středisko	112	PS15	SW telefon se sluchátky
2.	Hasičský záchranný sbor – požární stanice Mikulov		PS02	Telefon
3.	Jednotky sboru dobrovolných hasičů – Strachotín		PS03	Telefon
4.	Jednotky sboru dobrovolných hasičů – Perná		PS04	SW telefon se sluchátky
5.	Jednotky sboru dobrovolných hasičů – Milovice		PS05	SW telefon se sluchátky
6.	Jednotky sboru dobrovolných hasičů – Velké Pavlovice		PS10	SW telefon se sluchátky
7.	Policie České republiky	158	PS07	Telefon
8.	Zdravotnická záchranná služba	155	PS08	Telefon
9.	Vodní záchranná služba Českého červeného kříže		PS06	Telefon
10.	Velitel zásahu		PS01	Telefon

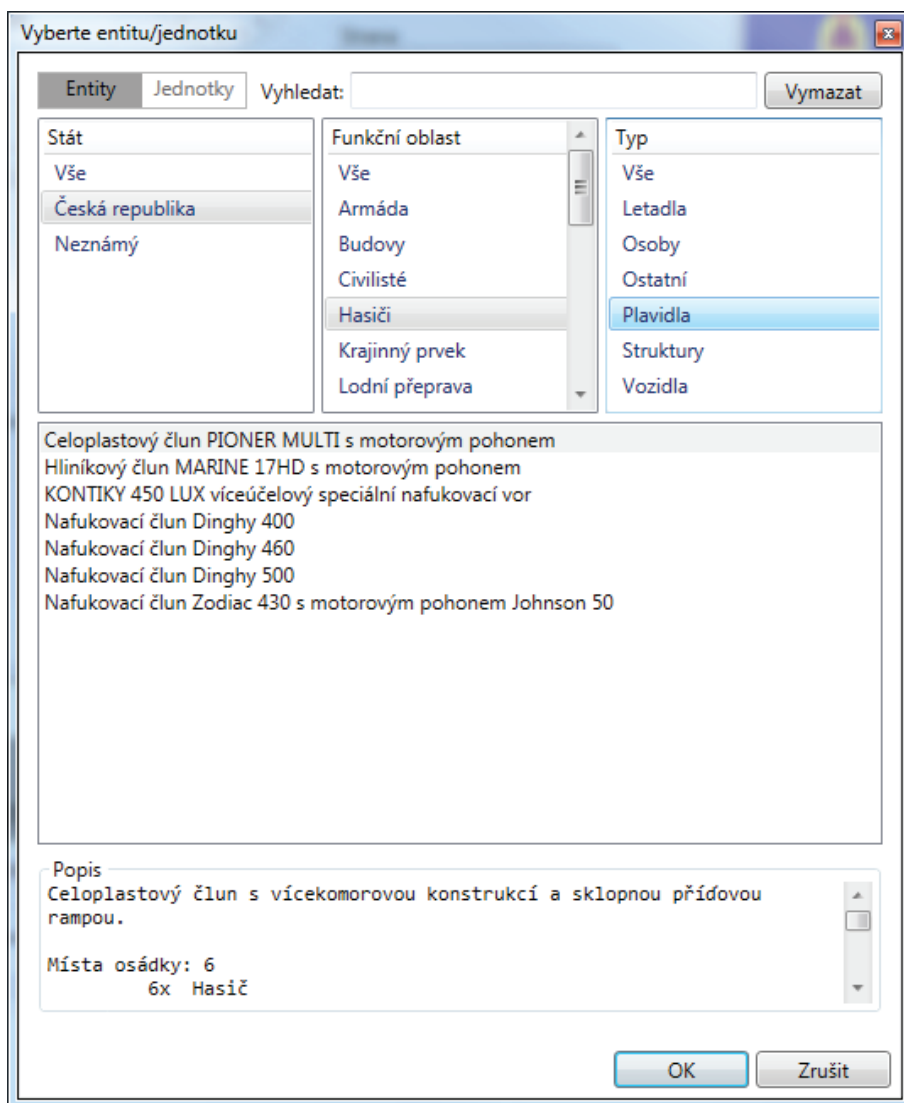
Poř. číslo	Jednotka	Telefonní číslo	Pracovní stanice	Zařízení
11.	Starosta obce Pavlov		PS09	Telefon
12.	Starosta obce Hustopeče		PS14	SW telefon se sluchátky
13.	Členové rozehry		PS13	Telefon
14.	Řídící cvičení		PS řídící	SW telefon se sluchátky
15.	Informační linka	1188	PS12	SW telefon se sluchátky
16.	Volná pozice		PS11	SW telefon se sluchátky

Legenda: PS – pracovní stanice, SW – software.

Implementace dopadů cvičení „vichřice“ vyžaduje rozfázovat řešení krizové situace na jednotlivé rozehry a z nich vyplývající dílčí scénáře v souladu s funkcionalitami a možnostmi konstruktivní simulace procesů v simulátoru SIMEX. Implementace předem připravených scénářů se realizuje na základě rozfázování souboru činností na jednotlivé kroky, které je možno provést v simulátoru SIMEX. Na základě úrovně cvičení je řídicím cvičení rozhodnuto, do jaké hloubky budou realizovány jednotlivé implementační kroky.

Při definování technických prostředků je nutno dbát na zachování reálnosti cvičení, vycházet z reálných technických prostředků a vybavení cvičících entit. Stejně platí pro simulované zasahující jednotky integrovaného záchranného systému. Na místo zásahu budou vysláni požární jednotky, které jsou stanoveny plánem předurčení jednotek požární ochrany k jednotlivým katastrálním územím obcí. Všechny jednotky musí být v simulátoru nadefinovány, včetně osádek a možného vybavení.

Dalším krokem implementace cvičení „vichřice“ je definování reálných technických prostředků. Ilustrační příklad je uveden na obrázku 24 pro výběr a definování plavidel (entit) pro naplnění činnosti v rámci rozehry cvičení. Ve spodní části obrázku je ukázka specifikace plavidla a posádky pro záchrannou akci a další podrobnosti.



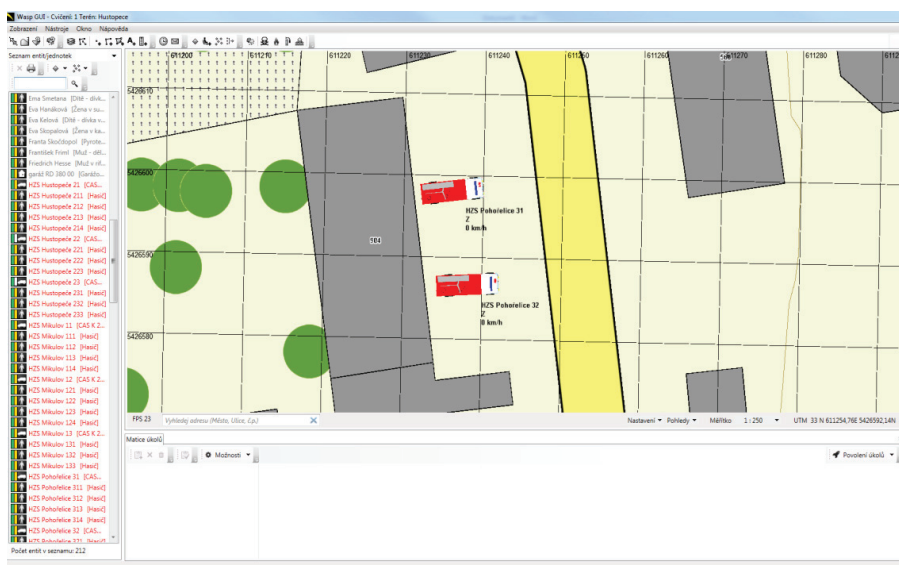
Obrázek 24: Výběr techniky definované v simulátoru SIMEX v sekci plavidel hasičského záchranného sboru

V případě, kdy dané technické prostředky nejsou v simulátoru definovány, je nutno vybrat z nabídky entitu, které má shodné funkcionality (osádky, vybavenost, stejné množství hasících prostředků apod.). Tuto entitu následně po vložení do scénáře upravit tak, aby odpovídala simulovanému technickému prostředku. Je možné zvýšit či snížit počet osádky, kapacitu hasících prostředků a dalšího vybavení.

Po vložení jakékoli entity do scénáře krizové situace je entitě definován volací znak. Další významným faktorem je definování strany, na které bude jednotka působit, souřadnice a výška nad terénem, v jaké má být entita vložena do mapy s možností natočení v terénu. Všechny detaily nastavení jsou vidět na obrázku 25.

Obrázek 25: Definování volacího znaku, vytvoření osádky a umístění entity na mapovém podkladu

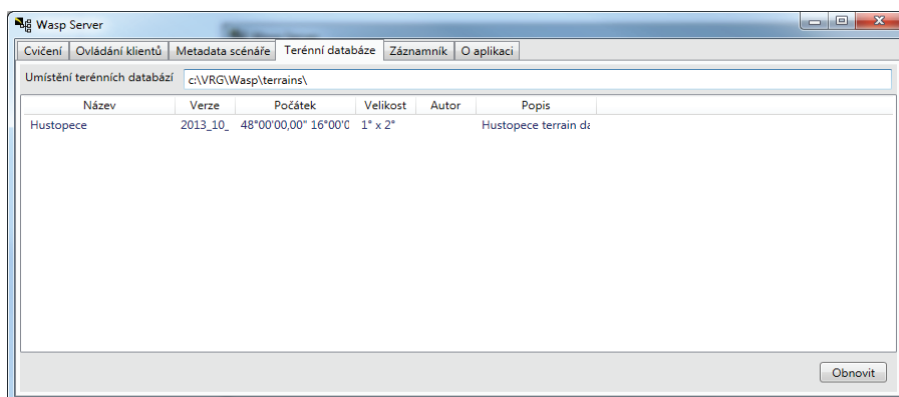
Součástí nastavení je možnost vložit osádku přímo do technického prostředku a upravit vybavení osádky. Je potřebné vzít v úvahu skutečné možnosti daného technického prostředku, především jeho nosnost a kapacitu. Proto je důležité v přípravné fázi cvičení zmapovat celkové množství jednotek ve vybrané oblasti výcviku. Na obrázku 26 je zobrazen celkový přehled entit technických prostředků a personálu Hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje, stanice Pohořelice. Jsou zde definovány veškeré entity, které je možné použít z dané stanice pro řešení krizové situace.



Obrázek 26: Přehled technických prostředků a personálu Hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje, stanice Pohořelice

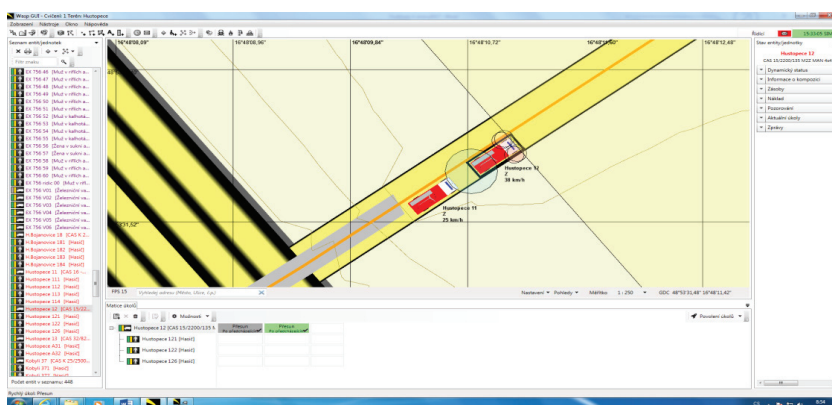
V rámci přípravné fáze cvičení je nutné zmapovat všechna zainterresovaná pracoviště záchranných jednotek, které se budou podílet na cvičení. Do oblasti zájmu při přípravě cvičení spadají rovněž entity, které se cvičení nebudou účastnit, ale jejich vybavení bude použito v rámci simulace řešení krizové situace. Při implementaci scénáře do simulátoru je nutno určit entity, které zasahují a řeší krizovou situaci a entity, které jsou krizovou situací ohroženy. Implementace ostatních entit jako jsou „příhlížející“ je důležité pro znázornění reálnosti scény. Podrobný proces výběru, vkládání a editování jednotlivých entit je podrobně popsán v Příručce pro obsluhu a údržbu simulátoru SIMEX – všeobecná část (60).

Pro cvičení s tematikou „vichřice“ je nutné definovat prostředí, kde se scéna krizové situace odehrává. Pro důkladné zmapování terénu je doporučována fyzická rekognoskace terénu v daném místě s pořízením fotodokumentace. Pro stanovení místa krizové situace je žádoucí mít k dispozici mapové podklady, vhodné pro implementaci do simulátoru SIMEX. Soubor mapových podkladů je nezbytné nahrát do základní složky simulátoru. Mapové podklady s terénní databází se spouští v prvním kroku simulace, což je patrné na obrázku 27. Jsou stěžejním vstupem do simulátoru SIMEX, protože bez připojení terénní databáze nelze v simulaci dále pokračovat.



Obrázek 27: Nahrání databáze pro připravované cvičení

V rámci přípravné fáze terénní cvičení a na základě připraveného scénáře řešení jednotlivých úkolů krizové situace je nutné nadefinovat a vložit do mapových podkladů přepravní trasy, po kterých se budou pohybovat jednotlivé entity. Při definování pohybu personálu je možné zadat v nabídce úkolů oblast, trasu nebo okruh, kde se bude personál pohybovat náhodně nebo podle předem naprogramovaného způsobu. Pro realnost scénáře je vhodné využít funkci s názvem Potulka se zastávkami, kdy se entity pohybují ve vymezeném prostoru nebo po trase s náhodnými přestávkami a následně pak pokračují v činnosti. Pro přesun zasahujících jednotek a pohyb ostatních vozidel se musí provést definování trasy přesunu. Každá jednotka se pohybuje pouze po trase, která jí je v rámci úkolu přidělena. Na obrázku 28 je trasa znázorněna červenou linkou.

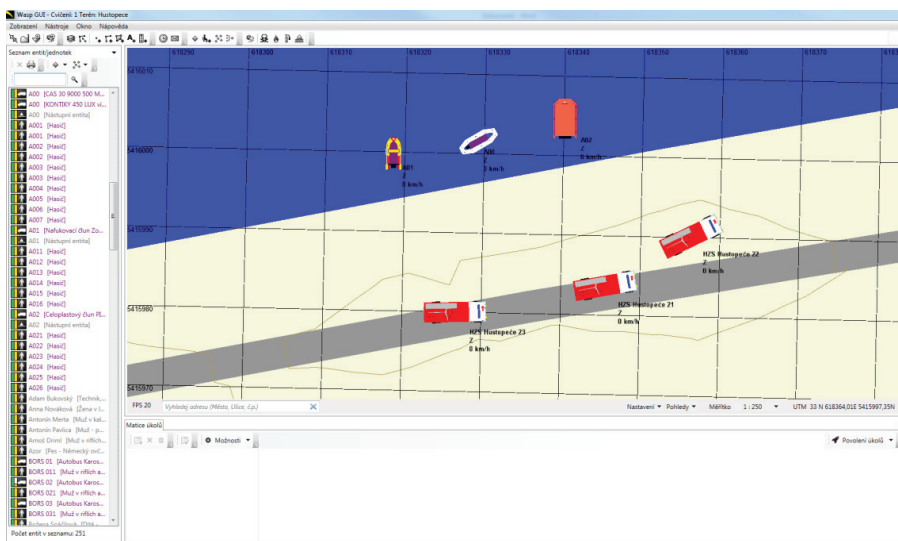


Obrázek 28: Přesun jednotek hasičského záchranného sboru na místo mimořádné události po vytyčené trase

Trasy je nutné kombinovat a v rámci řazení úkolů entity napojovat jednotlivé trasy za sebou. Na zakreslenou trasu lze entitu v průběhu přesunu připojit kdekoli a entita vždy dojede na konec trasy. Proto je důležité naplánovat a na mapovém podkladu přesně rozvrhnout jednotlivé trasy přesunů. Z uvedeného důvodu je vhodné si v přípravné fázi vytvořit pomocný dokument Plán přepravních tras. Při zadávání do simulátoru jsou jednotlivé trasy zadávány od místa výjezdu k první velké křižovatce nebo dopravnímu uzlu. Odtud se zadává nová trasa po další křižovatce a obdobným způsobem se postupuje až k cílovému bodu. Vzhledem k tomu, že přepravní trasy jsou jednosměrné, je nutno při obousměrném provozu na dané komunikaci definovat dvě protiběžné trasy.

Při definování scény krizové situace se definují hydrometeorologické podmínky, při nichž došlo ke krizové situaci. Podmínky je nutné nastavit v simulátoru SIMEX, protože mají vliv na viditelnost, přesuny entit a celkový průběh simulace.

V další fázi scénáře řešení krizové situace je nezbytné definovat předpokládané kroky řešení krizové situace a naprogramovat je do simulátoru. V případě scénáře s tematikou vichřice je činnost specifikována jako záchrana osob z plavidel a záchrana plavidel. Na obrázku 29 je zobrazen okamžik příjezdu zasahujících složek na místo krizové situace a spuštění záchranných člunů na vodu.



Obrázek 29: Situace na místě krizové situace

Na řídicím cvičení závisí, do jaké úrovně budou simulovány procesy na místě krizové situace. V závislosti na detailu simulace se následně programují jednotlivé procesy v simulátoru. Jednotlivé entity jsou ovládány operátory, kteří s nimi vykonávají standartní operační postupy potřebné pro vyřešení krizové situace.

Pro využití 3D pohledu na místo řešení krizové situace je nutné nastavit souřadnice zobrazení. Na obrázku 30 je zobrazeno místo krizové situace a rozmístění jednotek. Prostřednictvím 3D pohledu je rovněž možné provést letecký monitoring krizové situace.



Obrázek 30: Rozmístění jednotek na místě zásahu

Pro praktické využití simulátoru SIMEX je důležité připravit operátory pro ovládání jednotlivých entit. Podle scénáře a množství zainteresovaných entit je potřebné vyškolit operátory. Výcvik operátorů a jejich počet je závislý na požadavcích cvičení, zejména na jeho úrovni a na míře detailu. Požadavky na operátory a další obsluhu jednotlivých stanic simulátoru SIMEX se odvíjejí od cíle a rozsahu cvičení.

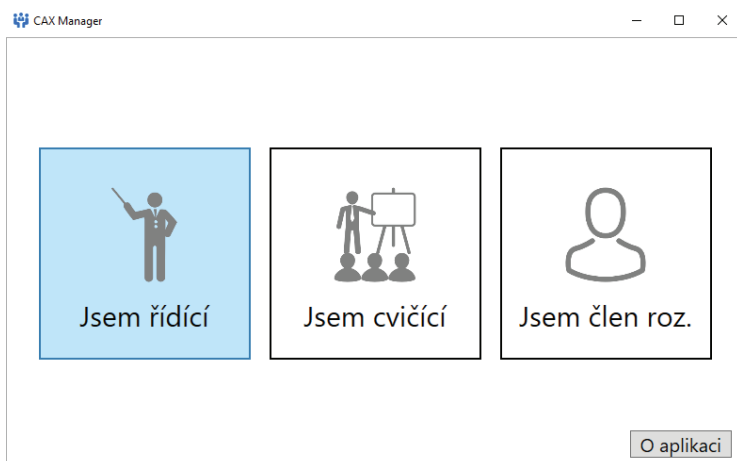
4.3.2 Implementace scénáře do CAX Managera

Cílem aplikace CAX Manager je otestovat chování, komunikaci a činnosti jednotlivých cvičících entit, tj. orgánů krizového řízení během mimořádné události nebo krizové situace. CAX Manager poskytuje řídicímu cvičení ucelený přehled o průběhu plnění úkolů jednotlivými cvičícími. Tematicky jsou preferována cvičení zaměřená na rozsáhlé mimořádné

události nebo krizové situace, kdy je žádoucí rozvíjet řadu rozeher a intenzivnější zatížení jednotlivých cvičících.

Obdobně jako v simulátoru SIMEX, v CAX Managerovi je nezbytné vytvořit cvičení s rozehrami a úkoly. Podkladem pro implementaci cvičení do CAX Managera jsou rovněž scénář cvičení, seznam entit, plán spojení apod.

Pro každé cvičení je nutné vytvořit aplikační soubor, do kterého jsou implementována všechna data. Cvičení lze tvořit pouze v roli řídícího, která se musí vybrat z nabídky ihned po spuštění CAX Managera, jak je zachyceno na obrázku 31. Přihlášení se k roli vyžaduje zadat bezpečnostní heslo, které zabraňuje zneužití údajů ve scénáři a znemožňuje jednotlivým cvičícím hrát jinou roli, než tu, jež jim byla přidělena.



Obrázek 31: Výběr rolí v CAX Managerovi

Následuje volba činnosti, která bude v CAX Managerovi realizována. Na výběr je ze tří možností práce se scénářem:

- nový – umožňuje vytvoření nového cvičení;
- upravit – slouží k editaci již vytvořeného cvičení;
- spustit – přesměruje na výběr aplikačního souboru a spustí vybrané cvičení.

Pro zpracování cvičení s tematikou vichřice, je nutné vybrat možnost „Nový“ a zadat název cvičení, vytvořit aplikační soubor a vložit základní informace o cvičení, což je patrné na obrázku 32. Červeným vykřičníkem jsou označeny povinné informace o zadávaném cvičení, bez jejichž vyplnění nelze pokračovat.

Průvodce vytvoření nového cvičení

Základní informace

Název cvičení: Vichřice

Uložit jako: C:\VRG\CAXManager\Director\cviceni_Vichrice.xml

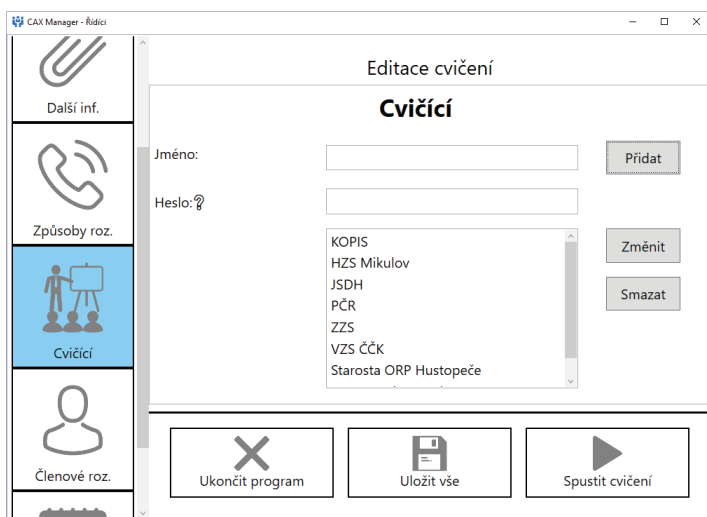
Simulační čas: od: 29. října 2017 17:10:00 do: 29. října 2017 18:45:00

Datum konání cvičení: od: 5. prosince 2017 11:00:00 do: 5. prosince 2017 16:00:00

Obrázek 32: Zadávání základních údajů o cvičení v CAX Managerovi

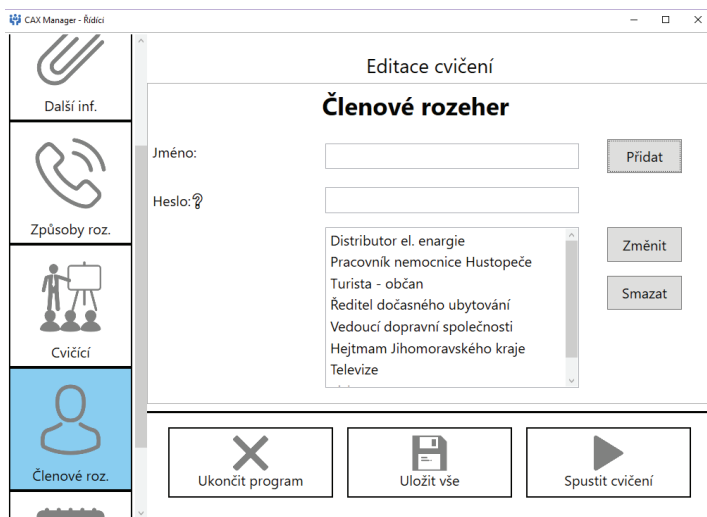
Při zadávání simulačního času je nutno brát v úvahu, že celý scénář se bude odehrávat ve vymezeném čase. CAX Manager nedovoluje zadat rozehru, plnění úkolů či další činnosti mimo vymezený časový interval. Z uvedeného důvodu je vhodné simulační čas, tj. čas ukončení simulace prodloužit o dostatečnou časovou rezervu pro dokončení jednotlivých úkolů cvičícími.

Kromě seznamu entit, který byl vytvořen při zadávání scénáře do simulátoru SIMEX, se v dalším kroku přípravy cvičení vytváří seznam všech cvičených rolí, což je zachyceno na obrázku 33. Podle počtu cvičících musí být role upraveny tak, aby každý cvičící měl v CAX Managerovi pouze jednu roli. Ke každé roli je vhodné přiřadit heslo, které bude předáno jen určenému cvičícímu v pomocné dokumentaci cvičení. Pokud existuje nedostatek cvičících, lze činnosti některých rolí sloučit, např. jednotky sboru dobrovolných hasičů, jak je patrné z obrázku 32. V tomto případě vykonává cvičící činnosti všech jednotek sboru dobrovolných hasičů.



Obrázek 33: Zadání rolí cvičících pro scénář vichřice

Důležitou roli ve scénáři při řešení krizové situace hrají členové rozehry, kteří zahajují rozehry a v průběhu scénáře dokreslují reálnost krizové situace. Členy rozehry jsou mimo jiné zástupci médií, což je patrné z obrázku 34.



Obrázek 34: Zadání pomocných rolí členů rozehry pro scénář vichřice

Jednotlivé roze hry je nutné zadat s podrobným popisem a detaily vzorového řešení úkolů. Nejprve se provede popis situace, kdy členové roze hry nahlásí krizovou situaci dle scénáře. Dále je potřeba zadat čas roze hry, entity, které budou situaci řešit a entity, na něž bude řešení delegováno. Počáteční fáze roze hry scénáře s tematikou vichřice je zobrazena na obrázku 35.

Název	Kdo roze hraje
Turista - občan	Volání na tísňovou linku
Roze hra	112
Čas	
Řešení	
Detaily	
Uložit	

Text Roze hry:

Jsem u obce Pavlov a vidím na hladině přehrady poškozené lodě. Posádka se marně snaží dostat ke břehu, ale nedaří se jim. Nejsem místní, neznám přístupové cesty. Nevím, která je to vodní nádrž.

Ukončit program Uložit vše Spustit cvičení

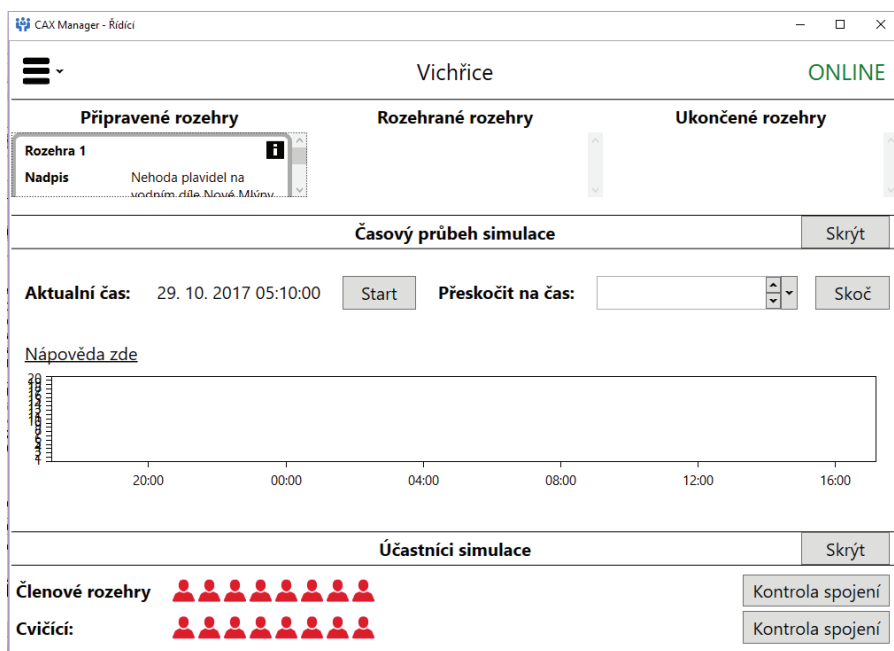
Obrázek 35: První roze hra scénáře s tematikou vichřice

Popsaným způsobem se do CAX Managera implementuje celý scénář krizové situace a všechny roze hry. Při spuštění cvičení je stěžejní rolí role řídícího, která musí být vždy spuštěna jako první v pořadí. Následně se musí vybrat aplikační soubor a spustí se cvičení. Řídící vystupuje v simulaci v roli pozorovatele s možností zahajovat a ukončovat roze hry.

Cvičící se může přihlásit do aplikace v okamžiku zahájení cvičení nebo až v jeho průběhu. Cvičící řeší roze hry realizací kroků, které obdrží od členů skupiny roze hry nebo jsou jim předány cvičícími.

Pro správné fungování CAX Managera je nutno nastavit emailové účty pro zasílání datových zpráv a komunikaci jednotlivých pracovních stanic. Emailová komunikace byla zvolena z důvodu její funkčnosti, bezporuchovosti a jednoduchosti na ovládání.

Na obrázku 36 je zobrazeno spuštěné cvičení na téma vichřice z pohledu řídícího cvičení. Na svém rozhraní má přehled o všech roze hrách, zadaných úkolech a průběhu jejich řešení. Ve střední části je zobrazena časová osa, která umožňuje sledovat zapojení jednotlivých cvičících do procesu řešení krizové situace.



Obrázek 36: Spuštěné cvičení v CAX Managerovi na téma vichřice

4.4 Vyhodnocení cvičení SIMEX 2016 s využitím simulátoru

V souladu s metodikou pro plánování a provádění cvičení FEMA (16) byl při cvičení SIMEX 2016 implementován cyklus cvičení zahrnující dílčí fáze. Využití metodiky zajišťuje důsledný a interoperabilní přístup nejen při navrhování cvičení, jeho přípravě a provádění, ale i při vyhodnocování cvičení a plánování zlepšení.

Vyhodnocení cvičení je základem pro další progres při výcviku aktérů krizového řízení s využitím simulačních technologií. Aby hodnocení bylo efektivní, musí posuzovat výkonnost vzhledem k cílům, musí identifikovat a dokumentovat silné a slabé stránky, jakož i oblasti pro zlepšení ve vztahu k rozhodujícím schopnostem.

Do SWOT analýzy byly shrnuty zkušenosti plynoucí z praktické verifikace cvičení na úrovni kraje a obce s rozšířenou působností i z testování jednotlivých kroků, realizovaných v rámci vzdělávacího procesu studentů Univerzity obrany. Předložená SWOT analýza demonstruje rozhodující zkušenosti z plánování zlepšení přípravy a výcviku aktérů krizového řízení s využitím simulačních technologií.

Vyhodnocení cvičení SIMEX 2016 proběhlo bezprostředně po skončení cvičení na Krajském úřadě Jihočeského kraje. Všichni účastníci, rozhodčí, pozorovatelé měli možnost se vyjádřit k realizovanému cvičení.

Kromě slovního vyjádření účastníci obdrželi formulář pro získání zpětné vazby, jehož součástí byly otázky pro zjištění silných stránek a oblastí pro zlepšení, jež cvičící zjistili během cvičení. Poskytování zpětné vazby umožnilo získat pohled cvičících a pozorovatelů na rozhodování a přijatá opatření. Formulář dal možnost cvičícím předložit konstruktivní kritiku k návrhu, kontrole nebo logistice cvičení a s jeho pomocí bude zlepšeno plánování budoucího cvičení.

Cvičení ukázalo připravenost kraje, měst i obcí, prověřilo nastavené postupy řešení a celkově bylo hodnoceno kladně. I přes své některé nedostatky, rozehry při cvičení poukázaly na některé oblasti, které bude nutné prověřit a nastavená řešení dle potřeby optimalizovat:

- zapojení představitelů obce s rozšířenou působností do řešení krizových situací, včetně přístupu k zajištění připravenosti správního obvodu obce s rozšířenou působností;
- spolupráce/komunikace mezi orgány krizového řízení kraje, obcí s rozšířenou působností a hasičského záchranného sboru kraje při vyrozumění tajemníka bezpečnostní rady obce s rozšířenou působností o vzniku mimořádné události;
- spolupráce a činnosti při řešení krizové situace mezi krizovým štábem kraje – krizovým štábem obce s rozšířenou působností – štábem hasičského záchranného sboru kraje – pracovní skupinou štábu hasičského záchranného sboru kraje u územního odboru hasičského záchranného sboru;
- zvýšení komunikace mezi krizovým štábem obce s rozšířenou působností a krizovým štábem Jihočeského kraje při řešení požadavků na věcné zdroje k řešení krizové situace;
- postupy řešení dopadů narušení dodávek zemního plynu u subjektů kritické infrastruktury, právnických a podnikajících fyzických osob plnících úkoly z krizového plánu kraje, sociálních a zdravotnických zařízení, školských zařízení, dětských domovů; provázanost krizového plánu a plánů krizové připravenosti;
- spolupráce a organizace činností PANELu nevládních neziskových organizací mezi krajskou úrovní, úrovní obcí s rozšířenou působností a hasičského záchranného sboru kraje při monitorování potřeb postižených občanů a poskytování humanitární pomoci.

Navržený a testovaný simulátor umožňuje v reálném čase simulovat požadované činnosti zúčastněných a zainteresovaných aktérů, organi-

zací a orgánů. Z důvodu časové tísně cvičící neodesílali informace o splnění úkolu prostřednictvím simulátoru. Proto není možné vyhodnotit plnění některých úkolů v simulátoru.

V rámci použití simulátoru byly zjištěny hlavní výhody v oblasti nahrávání hovorů a zaznamenávání průběhu jednotlivých činností u cvičících. Problémem je, že telefonická a emailová komunikace se musí uskutečňovat na speciálních komunikačních zařízeních odlišných od zařízení uvedených v krizových plánech. Při cvičení se vyskytl problém s kvalitou internetového připojení, které ovlivnilo komunikaci a záznam simulace.

Roze hry byly náročné na počet operátorů a prostory. Je nutné snížit počet odborníků a technického vybavení, které je nutné pro realizaci scénářů a obsluhu simulátoru. Roze hry by se měli stát více automatizované s možností korekce textu nebo času. Současný způsob zobrazování plnění úkolu v simulátoru prostřednictvím semaforu není dostatečný. Je nutné doplnit zobrazení obdržených roze her na ploše obrazovky cvičícího: cvičící subjekt obdrží roze hru, nový úkol a bude zaznamenávat stupeň rozpracování úkolu – přijetí úkolu (kdo ho přijal), rozpracování úkolu (kdo a jak na řešení úkolu pracuje, termíny pro plnění), ukončení úkolu (termín ukončení a výsledek). Tím cvičící uvidí všechny úkoly a stupeň jejich rozpracování. Zároveň mohou být ze strany roze hry zadány časy na plnění úkolů a simulátor může odpočítávat, kolik času cvičícím ještě zbývá ke splnění úkolu. Při cvičení nebyla v mapě simulátoru zobrazována opatření v obcích (varování, vyrozumění, informování, evakuace, zásobování). Je vhodné, aby cvičící více pracovali se simulátorem, ne pouze prostřednictvím telefonické a emailové komunikace. Cvičící by měl na simulátoru vidět časovou osu cvičení, aby se zorientoval, v jaké fázi cvičení se nachází. Zobrazení časového skoku pomůže v lepší orientaci ve cvičení, ve kterém je realizováno množství časových skoků.

Ve vztahu k simulátoru, jež byl testován v rámci cvičení, byla zpracovaná SWOT analýza zachycující vnitřní a vnější faktory. V analýze jsou naobrázku 37 zaznamenány silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby, týkající se testovaného simulátoru.

Silné stránky

- Možnost nahrávání hovorů zainteresovaných složek
- Zaznamenávání činností cvičících
- Možnost tisku průběhu simulace
- Využití záznamu simulace při zasedání krizového štábu
- Ověřena schopnost komunikovat se subjekty a sdílet informace mezi vybranými subjekty např. krizovými štáby krajů

Slabé stránky

- Vlastní systémy Operačního a informačního střediska hasičského záchranného sboru
- Nízké vybavení simulátorem - použití běžných telefonních linek
- Simulátor využívá jiná telefonní čísla, než tak, která jsou uvedena v krizových plánech
- Koordinátorovi cvičení chyběly informace o průběhu cvičení
- Velký počet operátorů při spouštění rozeher a ovládání simulátoru
- Značný rozsah cvičení (resp. rozeher)

Příležitosti

- Napojení všech cvičících na telefonní linky simulátoru
- Zavedení zobrazování situací pomocí semaforu
- Synchronizované roze hry a jejich automatické spouštění s možností korekce
- Zaznamenávání provedených opatření v obcích
- Využití mapových podkladů nejen pro roze hry, ale také pro cvičící
- Zaznamenat průběh cvičení pro všechny cvičící

Hrozby

- Závislost na dostupnosti internetu
- Velké nároky na počet nasazených specialistů
- Velké nároky na technické a programové vybavení
- Špatně připravené roze hry neprověřující krizové plány subjektů

Obrázek 37: SWOT analýza simulátoru při cvičení SIMEX 2016

5 DOPORUČENÍ PRO ORGANIZACI CVIČENÍ

Volba tématu cvičení má vycházet ze specifických hrozeb a rizik, vyskytujících se na území. Při přípravě cvičení je nutné vzít v úvahu identifikované oblasti ke zlepšení, jež vyplývají buď z reálných mimořádných událostí a krizových situací nebo z dříve provedených cvičení. Téma cvičení musí být v souladu s víceletým plánem cvičení. Důležité je pořádání seminářů a workshopů, které se orientují na účastníky cvičení, zástupce zainteresovaných obcí s rozšířenou působností a participující subjekty v souladu s plány a postupy, jež jsou aplikované v oblasti krizového řízení. Účastníky je vhodné aktivně zapojit a klást důraz na činnosti, směřující k dosažení vytýčeného cíle.

Při cvičeních, do kterých je zapojeno více zainteresovaných stran, řeší účastníci úkoly dle zpracovaných rozeher. Vznikající problémy související se vznikem mimořádné události nebo krizové situace, jsou oznamovány postupně prostřednictvím skupiny rozehra formou emailův aplikaci CAX nebo telefonních hovorů při využití simulátoru SIMEX. Cvičící řeší vzniklé problémy, odkazují se na příslušné orgány, plány a postupy. Zahrnováni jsou pracovníci z více úrovní, protože se tímto způsobem prověřují schopnosti vzájemné spolupráce. Realita je simulovaná tím, že se řeší komplexní a reálné problémy, které vyžadují kritické myšlení, rychlé řešení problémů a správnou reakci vyškoleného personálu.

Z provedeného cvičení se zpracovává vyhodnocení. Jedná se o souhrnnou zprávu, která poskytuje zúčastněným stranám analýzu problémů. Zpráva slouží jako komunikační nástroj, který informuje stakeholders a usměrňuje vývoj budoucích plánovaných cvičení. Při plánování cvičení je nutné naplánovat finanční, personální a materiální zdroje. Obecně platí, že členové plánovacího týmu nejsou cvičící. Je-li identifikována mezera mezi dostupností personálu a potřebami, je možné zvážit využití dobrovolníků. Klíčové kroky pro návrh cvičení zahrnují:

- nastavení základních bodů cvičení;
- výběr účastníků pro plánovací tým a návrh časové osy s definovanými milníky;
- vytvoření cílů cvičení;
- identifikace požadavků na hodnocení;
- zpracování scénáře cvičení;
- vytvoření dokumentace;
- koordinace logistiky;
- plánování kontroly a vyhodnocení cvičení.

Plánovací tým řídí a zodpovídá za návrh, vývoj, provádění a hodnocení cvičení. Tým stanovuje cíl a klíčové schopnosti, které mají být hodnoceny, vytváří realistické scénáře, zpracovává podkladovou dokumentaci, procesy a systémy, které jsou používány v hodnocení, kontrole a simulaci.

Plánovací tým cvičení musí být schopen řídit zúčastněné organizace, proto by měl zahrnovat zástupce řady oborů. Aby bylo cvičení efektivní, musí týmy:

- dodržovat jasnou organizační strukturu, s výraznou linií velení, odpovědnosti a povinností zodpovídat se vedoucímu plánovacího týmu;
- používat osvědčené postupy řízení, procesy a nástroje, jako je projektový záměr a časové plány, zprávy a jiná sdělení;
- identifikovat a porozumět požadovaným cílům a schopnostem;
- začlenit plánování hodnocení od začátku návrhu cvičení a vývoje;
- využívat odborníků s cílem vyvinout realistický a náročný scénář.

Bez ohledu na rozsah a složitost cvičení, je vhodné, aby byla dodržena organizační struktura s definovanými rolemi a odpovědnostmi. Doporučují se pracovníci v následujících oblastech:

- Řídící oblast. Koordinuje všechny plánované aktivity cvičení. Zahrnuje vedoucího týmu, který přiřazuje jednotlivé aktivity a odpovědnosti, poskytuje návody, stanovuje lhůty a monitoruje celý proces.
- Operační oblasti. Zajišťuje zejména technickou a funkční stránku zpracování scénářů a vyhodnocení.
- Plánovací oblast. Je odpovědná za zpracování dokumentace cvičení, shromažďuje a přezkoumává plány a postupy, které jsou hodnoceny při cvičení. Je rovněž zodpovědná za plánování vyhodnocení cvičení.
- Logistika. Zahrnuje zásoby, materiál, zařízení a služby, které zajišťují bezproblémový výkon cvičení – zajišťuje dopravu, značení, stravování, zdravotní servis, bezpečnost, komunikaci, VIP osoby, nábor účastníků cvičení, apod.
- Finanční oblast. Zabezpečuje finanční řízení a administrativní podporu v průběhu cvičení.

ZÁVĚR

Monografie významně akcentuje požadavky na připravenost členů krizových štábů. Praktická stránka přípravy a výcviku, je v této oblasti zatížena specifickým charakterem a podmínkami činností při řešení krizových situací. Výcvik většinou probíhá za okolností, které se výrazně liší od praxe, pro kterou se cvičící připravují. Jsou sice organizována taktická a součinnostní cvičení v terénu i na štábních úrovních, ale tato zaměstnání jsou vždy časově i ekonomicky velice nákladná. Proto kolaborativní cvičení s podporou modelování a simulace v rámci využití simulátoru SIMEX zapojuje příslušníky krizových štábů do teamové práce, umožňující efektivní řešení krizové situace.

Předložená monografie je průřezovou reflexi zpracovaného projektu *„Výzkum a vývoj simulačních prostředků pro výcvik součinnosti aktérů krizového řízení a subjektů kritické infrastruktury“* (registrační číslo TA04021582). Demonstruje dosažené výsledky, návrhy a doporučení plynoucí z teoretického i praktického ověřování relevantních postupů vedoucích k docílení efektivní přípravy a výcviku aktérů řešících krizové situace s využitím simulačních technologií. V projektu vytvořený simulátor SIMEX umožňuje při implementaci do organizační struktury krizového pracoviště dosáhnout požadovanou a potřebnou komplexnosti výcviku jeho příslušníků.

Metodiky práce a popis postupů, vedoucích k vytvoření simulátoru SIMEX, technické propojení jeho funkcionalit, vytvářejících optimální celek, jsou dostupné v rámci dokumentace projektu TAČR.

Poděkování

Monografie vznikla v rámci projektu *„Výzkum a vývoj simulačních prostředků pro výcvik součinnosti aktérů krizového řízení u subjektů kritické infrastruktury“*, registrační číslo TA04021582, který je financován TAČR v rámci aplikovaného výzkumu a experimentálního vývoje ALFA, podprogram Energetické zdroje a ochrana životního prostředí.

SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Typy cvičení dle Federální agentury pro zvládání krize	19
Tabulka 2: Rozdíly ve způsobech rozhodování u cvičení dle Federální agentury pro zvládání krize	21
Tabulka 3: Klíčové funkce krizového řízení zařazené do systému cvičení dle Federální agentury pro zvládání krize	22
Tabulka 4: Kritéria hodnocení cvičení	22
Tabulka 5: Technické vybavení krizového štábu	86
Tabulka 6: Průvodce a popis SMART cílů cvičení	95
Tabulka 7: Bodové hodnocení působení zdroje nebezpečí a dopadu	104
Tabulka 8: Obecná matice rizika a jeho charakteristika	105
Tabulka 9: Charakterizace rizika	105
Tabulka 10: Registr potenciálních nebezpečí a ohrožená aktiva	107
Tabulka 11: Odhad rizika	108
Tabulka 12: Matice rizika	109
Tabulka 13: Aplikace metody HAZOP na ohrožené aktivum – vyvíjený simulátor pro potřeby cvičení orgánů krizového řízení	110
Tabulka 14: Možnosti nasazení simulačních nástrojů pro různé úrovně výcviku	113
Tabulka 15: Ukázka zpracovaného scénáře pro simulátor SIMEX a CAX Manager	118
Tabulka 16: Plán spojení	121

SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Etapy používání konstruktivní simulace	39
Obrázek 2: Simulace a jejich použití pro různé úrovně výcviku	42
Obrázek 3: Lawsonovo pojetí procesu řízení	47
Obrázek 4: Mapové prostředí RESPO simulátoru	53
Obrázek 5: Prostředí simulátoru EDMSIM	54
Obrázek 6: Přehledová mapa simulační platformy MASA SYNERGY	55
Obrázek 7: Cvičící využívající systém ADMS-CONTROL	59
Obrázek 8: Cvičící využívající systém ADMS-EOC	60
Obrázek 9: Struktura uchovávaných dat	65
Obrázek 10: Schéma rozvodné sítě v simulátoru s vyznačenou závadou	70
Obrázek 11: Cyklus cvičení	71
Obrázek 12: Časové schéma využití výcvikového pracoviště	72
Obrázek 13: Vytvořené pracovní skupiny pro potřeby cvičení s využitím simulátoru	75
Obrázek 14: Struktura uspořádání prostředků výcvikového řešení	82
Obrázek 15: Propojení účastníků cvičení pomocí sítě VPN	92
Obrázek 16: Distribuční soustava vysokotlakého plynu v zájmovém území	94
Obrázek 17: Krizový štáb Hasičského záchranného sboru Jihočeského kraje	103
Obrázek 18: Vybavení pro záznam činností	103
Obrázek 19: Operátoři – Krajský úřad Jihočeského kraje	103
Obrázek 20: Zasedání krizového štábu Jihočeského kraje	103
Obrázek 21: Schéma telefonní sítě v simulátoru	103
Obrázek 22: Skupina rozhry	103
Obrázek 23: Schéma využití pracoviště pro výcvik	115
Obrázek 24: Výběr techniky definované v simulátoru SIMEX v sekci plavidel hasičského záchranného sboru	123

Obrázek 25: Definování volacího znaku, vytvoření osádky a umístění entity na mapovém podkladu	124
Obrázek 26: Přehled technických prostředků a personálu Hasičského záchranného sboru Jihomoravského kraje, stanice Pohořelice	125
Obrázek 27: Nahrání terénní databáze pro připravované cvičení	126
Obrázek 28: Přesun jednotek hasičského záchranného sboru na místo mimořádné události po vytyčené trase	126
Obrázek 29: Situace na místě krizové situace	127
Obrázek 30: Rozmístění jednotek na místě zásahu	128
Obrázek 31: Výběr rolí v CAX Managerovi	129
Obrázek 32: Zadávání základních údajů o cvičení v CAX Managerovi	130
Obrázek 33: Zadání rolí cvičících pro scénář vichřice	131
Obrázek 34: Zadání pomocných rolí členů rozeher pro scénář vichřice	131
Obrázek 35: První rozehra scénáře s tematikou vichřice	132
Obrázek 36: Spuštěné cvičení v CAX Managerovi na téma vichřice	133
Obrázek 37: SWOT analýza simulátoru při cvičení SIMEX 2016	136

SEZNAM ZKRATEK

Zkratka	Vysvětlení zkratky
ADMS	Pokročilý systém řízení katastrof Advanced Disaster Management System
CAX	Počítačově podporované cvičení Computer Assisted Exercise
ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DIS	Distribuované interaktivní simulace Distributed Interactive Simulation
DIS-ESP	Distribuovaná interaktivní simulace hlásící změnu stavu Distributed Interactive Simulation-Entity State Packet
EDMSIM	Simulátor pro řízení krizových situací a katastrof Emergency and Disaster Management Simulation
FEMA	Federální agentura pro zvládání krize Federal Emergency Management Agency
GPS	Globální polohový systém Global Position System
GUI	Grafické uživatelské rozhraní Graphical user Interface
HAZMAT	Nebezpečné látky Hazardous Materials
HEC – HMS	Hydrologické inženýrské centrum – Hydrologický modelovací systém Hydrologic Engineering Center – Hydrologic Modeling System
Hi-Fi	Simulátory s vysokou věrností High Fidelity Simulators
HPAC	Předpověď nebezpečí a posouzení schopností Hazard Prediction and Assessment Capability
IZS	Integrovaný záchranný systém
LAN/WAN	Lokální počítačové sítě/Rozlehlé počítačové sítě Local Area Network/Wide Area Network
MDS	Meteorologické server Meteorological Data Server
Metoda HA-ZOP	Analýza ohrožení a provozuschopnosti Hazard and Operability Study
MILES	kombinovaný sdružený laserový soubojový cvičný systém Multiple Integrated Laser Engagement System
OTF	Formát terénních databází

PANEL	Volné sdružení vybraných nestátních neziskových organizací za účelem jejich koordinace při poskytování sil, prostředků a činností pro řešení mimořádných událostí velkého rozsahu a krizových situací
Program HSEEP	Program pro cvičení a hodnocení vnitřní bezpečnosti The Homeland Security Exercise and Evaluation Program
Se-Fi	Simultárory s vybranou věrností Selective Fidelity Simulators
SIP	Protokol pro inicializaci relací Session Initiation Protocol
SWAT	Nástroj pro ohodnocení půdy a vodních zdrojů Soil and Water Assessment Tool
SWOT analýza	Analytická technika pro zhodnocení vnitřních a vnějších faktorů ovlivňujících úspěšnost organizace nebo záměru Akronym z počátečních písmen anglických názvů jednotlivých faktorů: Strengths - silné stránky, Weaknesses - slabé stránky, Opportunities – příležitosti, Threats – hrozby
TAČR	Technologická agentura České republiky
UHRB	Velmi podrobné modely budov Ultra High Resolution Building
VGHMUr	Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad
WaSiM-ETH	Modelování odtoku vody z povodí Water Flow and Balance Simulation Model
WES	Simulace použití zbraní a zbraňových systémů Weapon Effect Simulation

LITERATURA

1. Zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů.
2. Quyang, M. Review on Modeling and Simulation of Interdependent Critical Infrastructure System. *Reliability Engineering*[online].2014,**121**,43-60 [cit. 2017-10-15]. ISSN 0651-8320. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ress.2013.06.040>
3. Alcaraz, C., Zeadally, S. Citical Infrastructure Protection: Requirements and Challenges for the 21st Century. *International Journal of Critical Infrastructure Protection*[online]. 2015,**8**, 53-66 [cit. 2017-10-15]. ISSN 1874-5482. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.ijcip.2014.12.002>
4. Rinaldi, S., Peerenbom, J., Kelly, T. Identifying, Understanding and Analyzing Critical Infrastructure Interdependencies. *IEEE Control Systems*. 2001, **21**(6), 11-25. ISSN 1066-033X.
5. Löschel, A., Moslener, U.,Rübbelke, D. Energy Security-Concepts and Indicators. *Energy Policy*[online].2010, **38**(4), 1607-1608 [cit. 2017-10-16]. ISSN 0301-4215. Dostupné z: <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.019>
6. Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému, ve znění pozdějších předpisů.
7. Halberštát, L., Kovářík, F. Simulace a hry ve výcviku manažerů krizového řízení. *The Science for Population Protection*. 2012, **4**. 1-16. ISSN 1803-635X.
8. VR Group, a.s. *Koncept – specifikace modelů*. Brno: VR Group, a.s. 2015.
9. Stufflebeam, D.L., Zhang, G. *The CIPP Evaluation Model: How to Evaluate for Improvement and Accountability*. London – New York: The Guilford Press, 2017. ISBN 978-1-4625-2924-7.
10. IRIT– Institut de Recherche en Informatique de Toulouse [online].[cit. 2017-10-05]. 2017. Dostupné z: <https://www.irit.fr/>
11. Zásady pro přípravu a provedení cvičení orgánů krizového řízení České republiky. Praha: Odbor bezpečnostní politiky Ministerstva vnitra ČR, 2007.
12. Pokyn generálního ředitele Hasičského záchranného sboru ČR ze dne 2.2.2008, kterým se stanoví postup pro přípravu a provedení

- prověřovacích a taktických cvičení. *Sbírka interních aktů řízení Generálního ředitele Hasičského záchranného sboru České republiky*. Praha: GR HZS ČR, 2009.
13. Vyhláška č. 247/2001 Sb., o organizaci a činnosti jednotek požární ochrany, ve znění vyhlášky č. 226/2005 Sb. Příloha časopisu *112*. **5**, 2008.
 14. Vyhláška č. 328/2001 Sb., o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému.
 15. Executive Order 12127 –Federal Emergency Management Agency [online]. [cit. 2017-09-26]. 1979. Dostupné z: <https://fas.org/irp/offdocs/eo/eo-12127.htm>
 16. U. S. Department of Homeland Security. *The Homeland Security Exercise and Evaluation Program (HSEEP)* [online]. [cit. 2017-09-25]. FEMA, 2013. Dostupné z: https://www.fema.gov/media-library-data/20130726-1914-25045-8890/hseep_apr13_.pdf
 17. ManagementMania. *Metriky (Metrics)* [online]. [cit. 2017-09-29]. Management Mania, 2015. Dostupné z: <https://managementmania.com/cs/metriky>
 18. Vráb, V., Havelka, L. Vývojové trendy přípravy vojenských profesionálů s využitím STT. *Doktríny*. 2012, **2**.
 19. VR Group, a.s. *Výcvik orgánů krizového řízení ČR s využitím modelování a simulace*. Brno: VR Group, a.s., 2005.
 20. Lawson, K. *New Employee Orientation Training*. Taylor & Francis Ltd., 2006. ISBN 9780750663649.
 21. Fröhlich, T., Havlová, M. RESPO: projekt na zvýšení spolehlivosti provozu elektrizační soustavy: 2. díl: koncepce systému pro podporu řešení kritických stavů v elektro-energetice. *Časopis výzkumu a aplikací v profesionální bezpečnosti* [online]. 2011, **4**(3) [cit. 2017-07-05]. ISSN 1803-3687. Dostupné z: <http://www.bozpinfo.cz/josra/respo-projekt-na-zvyseni-spolehlivosti-provozu-elektrizacni-soustavy-2-dil-koncepce-systemu>
 22. EGÚ ČB, a. s. *Poznámky k realizaci projektu RESPO – ostrovnímu provozu v distribuční síti energetiky jaké nástroje pro zvýšení bezpečnosti dodávky elektrické energie domácnostem a subjektům kritické infrastruktury v krizové situaci* [online]. 2011 [cit. 2017-10-08]. České Budějovice: EGÚ ČB, a.s. Dostupné z: <http://docplayer.cz/16251761-Poznamky-k-realizaci-projektu-respo.html>

23. C4i Training & Technology's vision. *What is EDMSIM?* [online]. [cit. 25.7. 2017]. Dostupné z: <http://c4ic.com/products/edmsim/>
24. United Nations. Prevention Web. *The Knowledge Platform for Disaster Risk Reduction: Masa Products* [online]. [cit. 2017-09-23]. 2017. Dostupné z: <http://www.preventionweb.net/organizations/11614/profile>
25. United Nations. PreventionWeb – E/1994/85 *International Decade for Natural Disaster Reduction: Yokohama Strategy for a Safer World* [Online]. [cit. 2017-09-22]. 1994. Dostupné z: <http://www.preventionweb.net/files/resolutions/N9425945.pdf>
26. Barta, J., Vašková, M., Urbánek, J.J. Evaluation of Simulation Programs Applicable to the Support of Decision-making Processes in Crisis Management of Critical Infrastructure [online]. [cit. 2017-09-22]. *International Journal of Education and Learning Systems*. 1. 2016. 74-80. ISSN: 2367-8933. Dostupné z: <http://www.ias.org/iasas/filedownloads/ijels/2016/002-0010.pdf>
27. Pederson, D., Hartley, P. Critical Infrastructure Interdependency Modeling: A Survey of U.S. and International Research [online]. [cit. 2017-06-25]. Idaho National Laboratory, 2006.
28. McLean, Ch.R., Lee, Y.T., Jain, S., Hutchings, Ch.W. *Modeling and Simulation of Critical Infrastructure Systems for Homeland Security Application* [online]. [cit. 2017-09-22]. Gaithersburg: National Institute of Standards and Technology, 2011.
29. T-SOFT. *TEREX – TERoristický Expert* [online]. [cit. 2017-09-05]. T-SOFT. Dostupné z: <http://www.tsoft.cz/teroristicky-expert/>
30. United States Environmental Protection Agency. *ALOHA Software* [online]. [cit. 2017-10-05]. Washington: United States Environmental Protection Agency. Dostupné z: <https://www.epa.gov/cameo/aloha-software>
31. R Albuquerque Consulting. *RISKAN – kalkulátor pro podporu tvorby analýzy rizik* [online]. [cit. 2017-10-05]. Dostupné z: <https://riskan.com/Download/DownloadList.aspx>
32. Brennan, M., Skvortsov, A., Gailis, R. *HPAC (Hazard Prediction and Assessment Capability), SWAT (Joint Seminar Wargaming Adjudication Tool) Integration – A Technical Solution*. Melbourne: Department of Defence–Human Protection and Performance Division, 2006.
33. Říhová, V. Využití srážkovodtokového modelu HEC-HMS na pracovišti hydrologické předpovědní služby RPP ČHMÚ

- Ostrava[online].[cit. 2017-08-15]. Ostrava: RPP Ostrava, 2014.
Dostupné z: www.cmes.cz/sites/default/files/Rihova_HEC-HMS.pdf
34. ČHMÚ. *Průvodce informacemi Hlásné a předpovědní povodňové služby ČHMÚ pro povodňové orgány* [online].[cit. 2017-10-05].
Dostupné z:
http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/poboc/CB/pruvodce/hydrologicke_predpovedi_v_cr.htm
35. Hoogerwerf, T. Sacramento Soil Moisture Accounting Model (SAC-SMA) [online].[cit. 2017-11-01]. Dostupné z:
http://www.nws.noaa.gov/oh/hrl/general/chps/Models/Sacramento_Soil_Moisture_Accounting.pdf
36. Francesconi, W., Srinivasan, R., Pérez-Minana, E., Willcock, S.P., Quintero, M. Using the Soil and Water Assessment Tool (SWAT) to model ecosystem services: a systematic review. *Journal of Hydrology*. 2016,**535**.625-636. ISSN 0022-1694. DOI:
<https://dx.doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.01.034>
37. UZH. *HBV Light Model*.Zurich: University of Zurich – Department of Geography[online].[cit. 2017-09-01]. Dostupné z:
<https://www.geo.uzh.ch/en/units/h2k/Services/HBV-Model.html>
38. Seibert, J., Vis, M. J.P. Teaching hydrological modeling with a user-friendly catchment-runoff-model software package. *Hydrology and Earth System Sciences*. 2012.
39. Singh V.P., Frevert D.K. *Mathematical Models of Small Watershed Hydrology and Applications*. Colorado: Water Resources Publications, LLC., 2002. ISBN 1-887201-35-1.
40. WaSim-ETH. *The Hydrological Model System WaSim-ETH (Water Flow and Balance Simulation Model)* [online].[cit. 2017-10-16].Dostupné z: <http://www.wasim.ch>
41. Oulehlová, A., Spálenková, M., Malachová, H. Blackout Exercise Preparation and Organization by Crisis Management Authorities. In: *3rd International Conference on Lifelong Learning and Leadership for All*.Porto, 2017.
42. *Zásady pro přípravu a provedení cvičení*. Praha: Bezpečnostní rada státu, 2005. Usnesení Bezpečnostní rady státu ze dne 13. prosince 2005 č. 107.
43. Oulehlová, A., Kincl, P.,Malachová, H. Training the Crisis Management Members: Forest Fire Scenarios.In:*Safety and Reliability – Theory and Applications – Čepin & Briš (Eds)*. London: Taylor & Francis Group, 2017. s. 37-43. ISBN 978-1-138-62937-0.

44. Směrnice ministerstva vnitra č.j. MV-117572-2/PO-OKR-2011 ze dne 24. listopadu 2011, kterou se stanoví jednotná pravidla organizačního uspořádání krizového štábu kraje, krizového štábu obce s rozšířenou působností a krizového štábu obce [online].[cit. 2017-05-15].Dostupné z: file:///C:/Users/lmalach/Downloads/Kriz_staby_Smernice_MV_2011-1.pdf
45. VR Group, a.s. *Koncept – řešení společného výcviku složek kritické infrastruktury*. Brno: VR Group, a.s., 2015.
46. Vyhláška Ministerstva vnitra ze dne 5. září 2001 č. 328/2001 Sb.. o některých podrobnostech zabezpečení integrovaného záchranného systému, ve znění pozdějších předpisů [online].[cit. 2017-11-02].Dostupné z: <file:///C:/Users/lmalach/Downloads/VY328-2001.pdf>
47. Spálenková, M., Řezáč, D., Oulehlová, A. Cvičení orgánů krizového řízení a složek integrovaného záchranného systému v Jihočeském kraji – narušení dodávek zemního plynu velkého rozsahu.In: *Sborník 9. mezinárodní vědecké konference Bezpečnost regionů*. Brno: Vysoká škola Karla Engliš, 2016. s. 331-337. ISBN 978-80-86710-87-7.
48. Malachová, H., Oulehlová, A. Cvičení orgánů krizového řízení zaměřené na narušení dodávek zemního plynu velkého rozsahu s využitím simulace. *The Science for Population Protection*. 2017, **1**(9), 1-10. ISSN 1803-635X.
49. Spálenková, M., Oulehlová, A. Cvičení SIMEX 2016. *112*[online].[cit. 2017-10-26]. 2016, **15**(11). ISSN 1213-7057. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/casopis-112-rocnik-xv-cislo-11-2016.aspx?q=Y2hudW09Mg%3D%3D>
50. ISO/IEC 31010:2009*Risk management – Risk assessment techniques*.Geneva: International Organization for Standardization, 2009.
51. Osborn, A. *Applied Imagination: Principles and Procedures of Creative Problem-solving*. New York: Lyr Press, 2011. ISBN978-1447417101.
52. Paulus, P.B.,Nijstad, B.A. *Group Creativity. Innovation Through Collaboration*. Oxford: Oxford University Press, 2003. ISBN 978-0195147308.
53. International Electrotechnical Commission. *Hazard and Operability Studies (HAZOP Studies) – Application Guide*.IEC

- 61882:2001[online].[cit. 2017-09-28]. Dostupné z:
<https://webstore.iec.ch/publication/24321>
54. Chola MS – Risk Services. *Hazard& Operability Study (HAZOP)* [online].[cit. 2017-09-28]. Dostupné z:
<http://www.cholarisk.com/services/process-safety/qra-hazop/hazard-operability-study-hazop/>
55. Petz, I., Nečas, P. Simulation Techniques and Modelling in Training.In: *ICMT'09*. Brno: University of Defence, 2010. s. 482-485. ISBN 78-80-7231-649-6.
56. Oulehlová, A., Malachová, H., Řezáč, D. Use of Simulation in Cooperation Training of Critical Infrastructure Entities.In: *Distance Learning, Simulation and Communication 2015*. Brno : University of Defence, 2015.s. 103-112. ISBN 978-80-7231-992-3.
57. Hendrych, T., Kromer, A., Kratochvílová, D., Folwarczny, L., Majer, J. Metodika pro příprava členů krizových štábů. *112*[online].[cit. 2017-08-15].2008, **8**(9).ISSN 1213-7057.Dostupné z:
<http://www.hzscr.cz/clanek/casopis-112-rocnik-vii-cislo-9-2008-691727.aspx?q=Y2hudW09OQ%3d%3d>
58. Hubáček, M., Řezáč, D. Simulační technologie a výcvik záchranných složek. *The Science for Population Protection*.2013,**3**, 1-18. ISSN 1803-635X.
59. Řezáč, D. Výcvik součinnosti subjektů kritické infrastruktury a orgánů státní správy s využitím počítačové simulace. In: *20. medzinárodná vedecká konferencia Riešenie krizových situácií v špecifickom prostredí*.Žilina: FBI ŽU, 2015. s. 559-564.
60. VR Group, a.s. *Příručka pro obsluhu a údržbu simulátoru SIMEX*. Brno: VR Group, a.s., 2017.
61. Ostrom, L.T., Wilhelmsen, Ch.A. *Risk Assessment: Tools, Techniques and Their Applications*. Hoboken: John Wiley and Sons, 2012. ISBN 978-0-470-89203-9.