



ČESKÉ VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V PRAZE

**Fakulta biomedicínského inženýrství
Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva**

Analýza geografických nástrojů v krizovém řízení

Analysis of Geographic Tools in Crisis Management

Diplomová práce

Studijní program: Ochrana obyvatelstva

Studijní obor: Civilní nouzové plánování

Vedoucí práce: PaedDr. Ing. Jan Zelinka

Bc. Lubomír Kopřiva, DiS.

Kladno, květen 2017

Katedra zdravotnických oborů a ochrany obyvatelstva

Akademický rok: 2016/2017

Zadání diplomové práce

Student: **Lubomír Kopřiva, DiS.**
Studijní obor: Civilní nouzové plánování
Téma: **Analýza geografických nástrojů v krizovém řízení**
Téma anglicky: Analysis of Geographis Tools in Crisis Management

Zásady pro vypracování:

Cílem diplomové práce bude charakteristika geografie v podmínkách krizového řízení. Vzhledem k tomu, že krizové řízení představuje široké spektrum oblastí, nebude cílem této práce jeho obecná charakteristika, ale budou analyticky popisovány možné geografické nástroje v podmínkách krizových situací. Práce bude rozdělena na teoretickou a praktickou část. V teoretické části bude zhodnocen současný stav krizového řízení geografie, vymezeny základní pojmy a provedena analýza geoinformačních nástrojů a systémů. V praktické části bude za využití geoinformačních softwarových nástrojů využita metoda analýzy rizik pro vybrané území včetně mapy rizika. Na základě zjištěných poznatků budou metodou SWOT analýzy vyhodnoceny silné a slabé stránky rizikových oblastí a stanoveny vlastní doporučení a opatření s cílem zlepšení zjištěných nedostatků.

Seznam odborné literatury:

- [1] KOLEKTIV AUTORŮ, Ochrana obyvatelstva a krizové řízení, ed. 1., Praha: MV-generální ředitelství HZS ČR, 2005, 323 s., ISBN 978-80-86466-62-0
- [2] KONEČNÝ, Milan, ZLATANOVA, Sisi, BANDROVA I. Temenoujka, Geographic Information and Cartography for Risk and Crisis Management; Towards Better Solutions, ed. 1., Berlin Heidelberg: Springer, 2010, 446 s., ISBN 978 -3 -642 -03441 -1
- [3] KOVÁRNÍK, Libor, Základy topografie pro policisty, ed. 1., Praha: Vydavatelství PA ČR, 2005, ISBN 80-7251-209-9

Vedoucí: PaedDr. Ing. Jan Zelinka

Zadání platné do: 20.08.2018

.....
vedoucí katedry / pracoviště

.....
děkan

V Kladně dne 12.12.2016

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci s názvem Analýza geografických nástrojů v krizovém řízení vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů, které uvádím v seznamu bibliografických odkazů.

Nemám závažný důvod proti užití tohoto školního díla ve smyslu § 60 zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon).

V Praze dne 20. dubna 2017

.....
podpis

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu práce, kterým byl PaedDr. Ing. Jan Zelinka, za metodické vedení, vstřícný přístup a cenné rady. Dále bych chtěl poděkovat panu Ing. Martinu Staňkovi za rady a konstruktivní připomínky v oblasti praktické části diplomové práce.

Abstrakt

Diplomová práce „Analýza geografických nástrojů v krizovém řízení“ popisuje přínos a využitelnost geoinformačních technologií pro potřeby krizového managementu. Teoretická část diplomové práce se věnuje vztahu mezi geografii a krizovým řízením a vymezením základních pojmů v těchto oblastech. V dalších kapitolách jsou popsány geografické systémy využívané ve veřejné správě, zejména pak u složek integrovaného záchranného systému a analýza vybraných geografických informačních nástrojů. Práce poukazuje také na vývoj a aktuální trendy v oblastech geografie.

Praktická část diplomové práce se zabývá bezpečnostní analýzou tzv. měkkých cílů a vytvořením krizových scénářů dvou mimořádných událostí teroristického útoku pomocí softwarových programů pro modelování mimořádných událostí. Pro krizové scénáře bylo použito několik geografických nástrojů, a to jak komerčních, tak i licencovaných. Na základě získaných výsledků jsou v závěru práce navržena řešení zjištěných nedostatků.

Klíčová slova

Krizové řízení, mimořádná událost, geografický informační systém, geovizualice.

Abstract

The diploma thesis called “Analysis of Geographic Tools in Crisis Management” describes the utility and usability of geoinformatics technologies for the needs of the crisis management. The theoretical part is dedicated to the relationship between geography and crisis management and defines basic terms in this domain. Geographic systems that are used in the public administration, particularly by Integrated Rescue System (IRS) as well as the analysis of selected geographic information tools, are described in the following chapters. The thesis also refers to the evolution and current trends in the geographic domain. The practical part of the thesis is concerned with the security analysis of the so-called soft targets and is also concerned with the software programs construction of two disasters involving terrorist attacks. Some geographic tools, both commercial and licensed, are used for the crisis scenarios. Based on the obtained results, there are some solutions to the problems proposed in the end of the thesis.

Keywords

Crisis management, disaster, geographic information system, geovisualization.

OBSAH

1	Úvod	8
2	Rešerše literatury.....	10
3	Vztah krizového řízení a geografie	13
4	Vymezení základních pojmů.....	15
4.1	Základní pojmy z oblasti krizového řízení	15
4.2	Základní pojmy z oblasti geografie	21
5	Geoinformační technologie v krizovém řízení.....	26
5.1	Úvod do geoinformačních technologií.....	26
5.2	GIS v podmínkách složek IZS	31
5.3	GIS ve veřejné správě	39
5.4	Geovizualizace a individuální potřeba geoprostorových dat v krizovém řízení.....	40
6	Mapování rizik a zranitelnosti území.....	44
7	Aktuální trendy vývoje geoinformačních technologií	47
8	Softwarové nástroje pro krizové řízení	49
9	Analýza řešené problematiky a současného stavu	56
9.1	SWOT analýza.....	60
10	Scénář mimořádné události s použitím výbušniny	63
11	Scénář mimořádné události s použitím nebezpečné chemické látky	66
12	Navrhovaná bezpečnostní opatření.....	69
13	Diskuse.....	71
	Závěr	74
	Seznam použitých zkratk	76
	Seznam použité literatury.....	77
	Seznam použitých obrázků	82
	Seznam použitých tabulek	83
	Seznam příloh.....	84

1 ÚVOD

Geografické informační systémy jsou v současné době nepostradatelnými nástroji v mnoha oborech lidské činnosti. Jejich rozvoj je dán především digitalizací informací a přechodu z klasické papírové mapy do digitální podoby. Současné geografické systémy umožňují spojovat různá data a zobrazovat je na mapovém podkladu. Geoinformační technologie se vyvíjí po celém světě a studium zejména zahraničních poznatků a jejich následná aplikace v národních podmínkách může být pro společnost velkým přínosem.

Téma diplomové práce bylo zvoleno s ohledem na rychlý rozvoj geoinformačních technologií a softwarových nástrojů, které umožňují krizovým manažerům dosažení rychlejších, objektivnějších a názornějších výsledků ve všech fázích krizového managementu. V dnešní době, kdy jsou aktuální bezpečnostní hrozby spojené zejména s činností člověka, jako jsou migrace, terorismus nebo organizovaný zločin, které ohrožují hospodářství, ekonomickou stabilitu země a vnitřní pořádek, mohou právě geoinformační technologie významně přispět k účinné přípravě a rychlému řešení těchto situací. Geovizualizace těchto dat a jejich zobrazení na mapovém podkladě umožňuje získat představu o možném rozsahu události, jejích následcích nebo získat důležité prostorové informace pro její řešení.

Hlavním cílem diplomové práce je analýza geografických informačních systémů a nástrojů v podmínkách krizového řízení a k řešení mimořádných událostí. Geografie je jedním z vědních oborů, které krizový management využívá. Neznalost základních geografických znalostí může mít negativní dopad na rozhodovací činnost krizových manažerů. Cílem teoretické části diplomové práce je popsat základní vztahy mezi geografii a krizovým řízením, charakterizovat geografické technologie, nové trendy, jejich přínos a analyzovat vybrané geografické nástroje používané v krizovém managementu. Cílem praktické části diplomové práce je za využití techniky SWOT analýzy charakterizovat bezpečnostní otázky vybraného území jako možného tzv. měkkého cíle teroristického útoku. Následně s využitím geografických nástrojů a softwarových programů pro modelování mimořádných událostí je provedena simulace možného krizového scénáře. Na základě zjištěných

výsledků je provedeno hodnocení problémové situace a návrh řešení zjištěných nedostatků.

2 REŠERŠE LITERATURY

Geografické informační systémy jsou od samého počátku vývoje zapojeny do mnoha oborů lidské činnosti. S tím souvisí také velké množství nejen odborné literatury, ale také například vědeckých konferencí a jiných aktivit spojených právě s geografii. Spojení geografie a krizového řízení zažívá v tomto století velký rozvoj. Problematika krizového řízení je srozumitelně zpracována ve skriptech Ochrany obyvatelstva a krizového řízení, kterou zpracovalo Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky (dále jen GŘ HZS ČR) ve spolupráci s příslušníky hasičských záchranných sborů (dále jen HZS) krajů a Střední odborné školy požární ochrany a Vyšší odborné školy požární ochrany ve Frýdku – Místku jako základní pomůcku pro příslušníky HZS ČR. Skripta byla zpracována v roce 2015, poskytují aktuální přehled o krizovém řízení a jsou vhodná nejen pro příslušníky HZS ale i pro další odborníky krizového řízení. K dalším odborným studijním textům patří také jednotlivé moduly HZS ČR pod označením A – J, které se zabývají jednotlivými oblastmi krizového řízení a slouží také jako koncepční materiál v oblasti vzdělávání. Problematice geografie a kartografie se věnují publikace Úvod do kartografie (Krtička Luděk, 2006) a Kartografie I (Plánka Ladislav, 2014), které se zabývají základy kartografie, práce s mapou, druhy map nebo kartografickou interpretací. Velmi podrobně o technických aspektech mapy pojednává Geografická kartografie (Čapek a kol., 1992). Informační podporou krizového řízení se zabývá Drozdek Marek a Jelšovská Katarína ze Slezské univerzity v Opavě v rámci studijní opory Informační podpora krizového řízení se zaměřením na práci s geoinformačním systémem ArcGIS (2013).

Ze zahraničních autorů se geografickými informačními systémy (dále jen GIS) zabývá například Tomaszewski Brian v publikaci Geografické informační systémy pro krizový management (Geographic Information Systems for Disaster Management), ve které autor popisuje technické funkcionality, které GIS nabízí. Mezi další zahraniční literaturu patří Průvodce aplikacemi GIS v integrovaném záchranném systému (A Guide to GIS Applications in Integrated Emergency Management, MacFarlane, Robert, 2005), zabývající se mimo jiné i případovými studii vybraných mimořádných událostí, například únikem radioaktivního materiálu do veřejných kanalizací a ohrožení vody.

V České republice se problematice geografie a krizového řízení věnuje obsáhle prof. Konečný a kolektiv autorů v práci *Dynamická geovizualizace v krizovém managementu*. Jedná se o projekt, který sleduje soudobé kartografické trendy směřující k individualizaci kartografické reprezentace. Výzkum v této oblasti byl prováděn v letech 2005 – 2011 a lze jej považovat za celosvětově nejkomplexnější studii v této oblasti. Mezi další významný zdroj literatury od prof. Konečného patří *Kartografie a geoinformatika pro včasné varování a krizový management*. Analýzou rizik a následným zpracováním mapy rizika se podrobně zabývá Krömer Antonín, Musial Petr a Folwarczny Libor v publikaci *Mapování rizik* (2010).

Vzhledem k odlišným typům mimořádných událostí po celém světě a v době globalizace se zkoumané problematice věnuje podrobně zejména zahraniční literatura. Moderní nástroje a jejich využití v krizovém managementu popisuje publikace *Geografické informace a kartografie pro krizový management* (*Geographic Information and Cartography for Risk and Crisis Management*, kolektiv autorů, 2010), včetně českých zástupců, kteří zde analyzují nové metody a trendy v oblastech geografie, kterými jsou například rámcové definice pro 3D modelování a podporu v krizovém managementu (*A Framework for Defining a 3D Model in Support of Risk Management*, Serkan Kemec, Sisi Zlatanova, Sebnem Duzgun, 2010), nebo vývoj geoinformací a systému včasného varování (*Development of a Coupled Geoinformation and Simulation System for Early Warning*, Eva Ortlieb, Wolfgang Reinhardt and Franz-Xaver Traumer, 2010).

Celosvětové zkušenosti v oblasti geoprostorových informací a dat jsou nesmírně cenné. Na tento aspekt reagovala také OSN a to přijetím usnesení ze dne 14. prosince 2006, kterým vznikla pod záštitou United Nations Office for Outer Space Affairs (UNOOSA) platforma UN-SPIDER (*United Nations Platform for Space-based Information for Disaster Management and Emergency Response*), která má za cíl usnadnění a implementaci vesmírných technologií pro zvládání katastrof a řešení mimořádných událostí. V rámci své činnosti kolektiv autorů a odborníků vydává pravidelné zprávy a publikace zaměřené na konkrétní mimořádné události a využití geografických nástrojů ve všech fázích manažerského řízení. Jedná se například o práci *Hodnota geoinformací pro krizové řízení a řízení rizik* (*The Value of Geoinformation for Disaster and Risk Management*, 2010) nebo *Geoinformace*

pro krizové řízení a řízení rizik – Nejlepší příklady a praxe (Geoinformation for Disaster and Risk Management – Examples and Best Practices, 2011).

Z internetových zdrojů patří mezi nejzajímavější stránky <http://gisgeography.com/>, které nabízí informace o moderních trendech a interaktivní globální mapy, včetně odkazů na volně stažitelné aplikace a softwarové nástroje, tzv. open source software. Mezi české zdroje informací o geografických informacích patří <https://geoportal.gov.cz/>, který mimo obecné informace obsahuje také volně dostupné tematické mapy, nebo <http://www.gisportal.cz>, který informuje o aktuálních informacích z české i mezinárodní geoinformační komunity, publikuje vědecké i populárně naučné články a přináší reportáže z domácích i zahraničních konferencí. Internet je také zdrojem informací o konkrétních softwarových nástrojích. Některé nástroje jsou volně dostupné laické i odborné veřejnosti, například program ALOHA nebo GIS produkt Floreon+.

Problematikou geografických informačních systémů se zabývají také odborné konference, které se konají po celém světě, včetně České republiky (například Mezinárodní symposium GIS Ostrava, konference GIS ESRI Praha). Jako zdroj informací pro tuto práci byly použity odborné články 3D mapy pro krizový management (Three-dimensional Maps for Disaster Management, Temenoujka Bandrova, Sisi Zlatanova, Milan Konečný, z konference XXII ISPRS Congress, 2012, Melbourne, Australia), příspěvek Jaromíra Kolečky na XXII. sjezdu České geografické společnosti Ostrava 2010 Užitečné GIS nástroje pro krizový management (Utilizing the GIS Tools in Disaster Management) nebo příspěvek Implementace mobilních geoinformačních technologií při zdolávání mimořádných událostí, od Ing. Petra Paláčka, Ing. Jana Stankoviče – Institut Geoinformatiky, VŠB Technická univerzita Ostrava, který pojednává o moderních trendech a směru vývoje geoinformačních technologií.

Odborných publikací a článků na téma geografických nástrojů a krizového řízení je celá řada. Jelikož se jedná o celosvětové téma, je nezbytné věnovat pozornost zahraničním zdrojům, které poskytují podrobné informace o aktuálním vývoji těchto technologií. Vybrané poznatky je pak možné aplikovat také v podmínkách krizového řízení na národní úrovni.

3 VZTAH KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ A GEOGRAFIE

Přírodní katastrofy a mimořádné události provází lidstvo již od svého vzniku. Existuje celá řada přírodních katastrof, například zemětřesení, sopečná činnost, tsunami, povodně, sucha, laviny, lesní požár, sesuvy půdy, větrné bouře, apod. Sama lidská společnost však svou činností také způsobuje řadu mimořádných událostí, jako jsou například sesuvy půdy, úniky nebezpečných látek, průmyslové havárie, anebo také v současné době aktuální hrozby jako migrace, terorismus nebo organizovaný zločin. Literatura uvádí několik druhů členění mimořádných událostí. Všechny katastrofy a mimořádné události ale mají společnou vlastnost, a to, že způsobují ztráty na životech, majetku a poškozují životní prostředí.

Tyto jevy a jejich negativní dopady se budou objevovat stále. Lidské aktivity však mohou zmírnit zranitelnost společnosti, a to tak, že se zaměří na socio-ekonomické aktivity zapříčiňující náchylnost vůči katastrofám. Například populační růst a měnící se ekonomické ukazatele, které vedou k nekontrolovatelné urbanizaci, společně se všeobecnou chudobou obyvatel nutí žít stále větší množství lidí v obydlených, která jim neposkytují téměř žádnou ochranu, a navíc stojí v oblastech bezprostředně vystavených přírodním živlům. Na druhou stranu existuje dnes mnoho dalších možností, jak následky katastrof redukovat prostřednictvím zavedení moderních předpovědních technologií, vývoje systémů včasného varování, vylepšení využívání území atd. Všechna tato opatření můžeme zahrnout do činností, kterými se zabývá krizový management. [1]

Všechny události a jevy, které okolo nás vznikají, rozvíjejí se a zanikají, jsou spojeny v čase a konkrétním, reálným a jedinečným prostorem. Prostor, ve kterém se tento proces odehrává, nazýváme geografický prostor. Následky způsobené těmito událostmi mají zpravidla zpětný vliv na tento geografický prostor a zpravidla ho i mění. Všechna opatření, prováděná v souvislosti s mimořádnými situacemi, jsou limitována geografickými možnostmi. Je potřeba si uvědomit, že celý proces krizového řízení je o to složitější, že se charakter geografického prostoru v čase a pod vlivem krizových faktorů dynamicky vyvíjí.

Zatímco přírodní katastrofy se opakují v odpovídajících místech přirozeného zvýšeného rizika, technologické a jiné entropické havárie vykazují daleko nižší

míru souvislosti s územím a jeho vlastnostmi. Obzvláště kritická nejistota panuje v případě potenciálních mobilních zdrojů havárií, zejména tedy na pozemních, vodních a vzdušných komunikacích. Ačkoliv lze sotva předpovědět místa havárií na silnicích (byť nepochybně jsou známy úseky s vyšší nehodovostí), možné dopady havárií, a to zejména toxických spojených s rozptylem znečišťující látky do prostředí, lze zmírnit znalostí dotčeného území a jeho relevantních vlastností vzhledem k charakteru přepravovaných látek. Geoinformační technologie, kvalitní geodatabáze a výkonná zpracovatelská technika na bázi expertních systémů a poznatků mohou výrazně přispět ke správnému rozhodování ve všech fázích krizového řízení, a tím ke zmírnění přímých i nepřímých dopadů události. Významnou roli v podpoře rozhodování hrají jak geografické podklady o území, tak expertní geografické znalosti o interakcích prostředí a polutantu. Geovizualizace potenciálních či již probíhajících krizových procesů zásadním způsobem ovlivňuje rozhodování krizového managementu a jednání lidí. [2]

V případě neznalosti geografických informací, infrastruktury nebo reliéfních podmínek mohou být rozhodnutí ústředních orgánů státu ale i lokálních orgánů neefektivní, v některých případech dokonce kontraproduktivní.

4 VYMEZENÍ ZÁKLADNÍCH POJMŮ

Pro přiblížení studované problematiky jsou v následující části uvedeny vybrané definice a termíny související s tématem krizového řízení a geografie.

4.1 Základní pojmy z oblasti krizového řízení

Krizové řízení

Krizové řízení jako strategická, koncepční a praktická příprava na možný vznik krizové situace může být v obecné rovině součástí jakéhokoli řízení (managementu) určitého výseku lidské činnosti. Každá organizační struktura, ať už v rámci podnikového managementu či správního nebo státního úřadu, by měla mít připraveny základní strategie, opatření a postupy reagování na potenciální výskyt krizové situace. [3]

Existuje několik výkladů pojmu krizového řízení, včetně definice uvedené v zákoně č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení (krizový zákon). Krizové řízení představuje souhrn řídicích činností orgánů krizového řízení zaměřených na analýzu a vyhodnocení bezpečnostních rizik a plánování organizování, realizaci a kontrolu činností prováděných v souvislosti s přípravou na krizové situace a jejich řešením, nebo ochranou kritické infrastruktury. Představuje tedy účinnou nadstavbu pro řešení narůstajících dopadů různých událostí, kdy je nezbytné zasáhnout v definovaném rozsahu do základních práv a svobod nebo využít nadstandartních sil a prostředků. K tomuto účelu jsou využívána tzv. krizová opatření – organizační nebo technická opatření určená k řešení krizové situace. [4]

K orgánům krizového řízení patří:

- Vláda ČR,
- ministerstva a jiné ústřední správní úřady,
- Česká národní banka,
- orgány kraje a další orgány s působností na území kraje,
- orgány obce s rozšířenou působností,
- orgány obce.

Postavení, činnost a úkoly orgánů krizového řízení a dalších subjektů, které se na krizovém řízení podílejí, jsou zakotveny v právních předpisech, kterými jsou zejména:

- Ústavní zákon č. 1/1993 Sb., Ústava České republiky,
- Usnesení předsednictva České národní rady č. 2/1992 Sb., Listina základních práv a svobod,
- Ústavní zákon č. 110/1998 Sb., o bezpečnosti České republiky,
- zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému v platném znění,
- zákon č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení v platném znění (krizový zákon),
- zákon č. 241/2000 Sb., o hospodářských opatřeních pro krizové stavy v platném znění,
- zákon č. 320/2015 Sb., o Hasičském záchranném sboru České republiky v platném znění,
- zákon č. 273/2008 Sb., o Policii České republiky v platném znění,
- zákon č. 374/2011 Sb., o zdravotnické záchranné službě v platném znění.

Integrovaný záchranný systém

Pro koordinaci záchranných a likvidačních prací při mimořádných událostech je určen integrovaný záchranný systém (dále jen IZS). IZS vznikl z potřeby každodenní činnosti záchranářů, zejména při složitých haváriích, nehodách a živelních pohromách, kdy je třeba organizovat společnou činnost všech, kdo mohou svými silami a prostředky, kompetencemi nebo jinými možnostmi přispět k provedení záchrany osob, zvířat, majetku nebo životního prostředí. Je to systém spolupráce a koordinace složek, orgánů státní správy a samosprávy, fyzických a právnických osob při společném provádění záchranných a likvidačních prací, tak, aby stručně řečeno „nikdo nebyl opomenut, kdo pomoci může a vzájemně si nikdo z nich nepřekážel“. [5]

Z uvedené definice vyplývá, že IZS není institucí nebo organizací. Je to systém, zajišťující spolupráci a modelové postupy součinnosti mezi jeho základními a ostatními složkami a je součástí systému pro zajištění vnitřní bezpečnosti státu.

Mezi základní složky IZS podle § 4 odst. 1 zák. č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému patří:

- Hasičský záchranný sbor České republiky,
- jednotky požární ochrany zařazené do plošného pokrytí kraje jednotkami požární ochrany,
- poskytovatelé zdravotnické záchranné služby,
- Policie České republiky.

Podle závažnosti a charakteru mimořádné události mohou být povolány na pomoc základním složkám i ostatní složky IZS. Ostatní složky podle § 4 odst. 2 zák. č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému jsou:

- vyčleněné síly a prostředky ozbrojených sil,
- ostatní ozbrojené bezpečnostní sbory,
- ostatní záchranné sbory,
- orgány ochrany veřejného zdraví,
- havarijní, pohotovostní, odborné a jiné služby,
- zařízení civilní ochrany,
- neziskové organizace a sdružení občanů.

Mimořádná událost

Mimořádnou událostí rozumíme událost nebo situaci, která vznikla v určitém prostředí v důsledku živelní pohromy, havárie, nezákonnou činností, ohrožením kritické infrastruktury, nákazami, ohrožením vnitřní bezpečnosti a ekonomiky, která je řešena obvyklým způsobem orgány a složkami bezpečnostního systému podle zvláštních právních předpisů. [6]

Pokud mimořádná událost přesáhne svým rozsahem své účinky a nelze ji řešit obvyklým způsobem orgány a složkami bezpečnostního systému, označujeme ji jako krizovou situaci, kterou krizový zákon definuje jako škodlivé působení sil a jevů vyvolaných činností člověka, přírodními vlivy, a také havárie, které ohrožují život, zdraví, majetek nebo životní prostředí a vyžadují provedení záchranných a likvidačních prací, narušení kritické infrastruktury nebo jiné nebezpečí, při nichž je vyhlášen stav nebezpečí, nouzový stav nebo stav ohrožení státu. [7]

Rozlišování mimořádné události a krizové situace má své opodstatnění zejména pro činnost orgánů krizového řízení, aby bylo zřejmé, jak je událost velkého rozsahu, jaké je potřebovat aktivovat síly a prostředky a jaká opatření budou plnit orgány krizového řízení a složky bezpečnostního systému. Obecně je možné označit všechny výše popsané mimořádné situace, nouzové situace, pohromy nebo havárie jako mimořádné události. Termíny mimořádná událost a krizová situace jsou chápány pro účely této práce jako synonyma a v dalších částech práce je užíván pouze termín mimořádná událost.

Třídění mimořádných událostí má mnoho forem. Za základní lze považovat rozdělení na mimořádné události naturogenní, způsobené přírodními vlivy a antropogenní, tedy způsobené člověkem. Klasifikace, členění a třídění typů mimořádných událostí je první ze systémových kroků vedoucích ke kvalitní prevenci. Klasifikace mimořádných událostí je výsledkem monitorování prostředí člověkem, který pozorováním hledá možné příčiny jevů vytvářejících nebezpečné stavy. Samotné poznání příčin jevů je pro krizové manažery, kteří mají za úkol vypracovat nějaká protipatření, jen začátkem celého poměrně složitého postupu dalších činností zpravidla realizovaných v plánech. [8]

Cyklus krizového managementu

Přestože každá mimořádná událost má specifický průběh a vyžaduje rozdílný přístup, tak můžeme definovat hlavní činnosti, které by měl moderní krizový management zajistit. Tyto činnosti můžeme rozdělit do čtyř fází, a to [9]:

- prevence (mitigation),
- příprava (preparation),
- odezva (response),
- obnova (recovery).

Tyto fáze tvoří základní kontinuální cyklus, přičemž mimořádná událost nastává mezi fázemi příprava a odezva. Cyklus je graficky znázorněn na následujícím obrázku.



Obr. 1 - cyklus krizového managementu.

Zdroj: <http://mjcetenvsci.blogspot.cz/2014/11/disaster-management-cycle.html>

Všechny tyto fáze na sebe navazují a jsou kontinuální. To znamená, že po vypořádání se s následky mimořádné události a obnově území, jsou získané poznatky a zkušenosti využity zpět v preventivní fázi, aby byla společnost na stejnou událost lépe připravena. Každá z popisovaných fází v sobě zahrnuje řadu činností, ve kterých se využívají prostorová data a různé nástroje geografických informačních systémů.

Prevence

V této fázi jsou prováděny aktivity a činnost v dlouhodobém časovém horizontu. Tyto aktivity a činnosti probíhají v podstatě neustále, neboť vznik mimořádné události nelze předpovídat v konkrétním místě a čase. V první řadě se jedná o mapování a hodnocení rizik a hazardů (například analýza možného zatopení území při povodni). Míra rizika pak vychází ze zranitelnosti v prostoru působení hazardu (obyvatelstvo, kritická infrastruktura apod.). Tyto výstupy mohou být následně pomocí GIS syntetizovány do dalších souvislostí, jako např. rozmístění složek IZS. V této fázi jsou dále vytvářeny krizové plány.

V obecné rovině lze krizové plány rozdělit do třech typů [10]:

Obecné plány

Tyto plány definují, jak by měla obecně vypadat organizace jakékoli mimořádné události.

Plány rizik

V těchto plánech jsou již rozvedené činnosti a postupy, které se vykonávají v konkrétní případě mimořádné události. Pro řešení těchto mimořádných událostí na území České republiky slouží tzv. typové plány.

Místně spjaté plány

Tyto plány se vztahují na konkrétní, místo, lokalitu nebo oblast. Mohou být také specifikovány na konkrétní mimořádnou událost (např. povodňový plán) nebo více různých událostí (např. krizový plán kraje). Tyto plány mohou obsahovat již konkrétní data a mapové podklady dané lokality.

Z širšího kontextu fáze prevence zahrnuje také další činnosti, které vedou ke zmírnění následků mimořádné události, jako jsou například zákaz výstavby v ohrožených oblastech, budování ochranné infrastruktury, územní plánování apod. Fáze prevence patří z hlediska rozhodovacího procesu především do strategické úrovně.

Příprava

Příprava zahrnuje činnost krizového managementu v době, kdy je zřejmé, že nastane mimořádná událost. Důležitou roli zde hraje čas, jak rychle mimořádná událost nastoupí. V případě mimořádných událostí naturogenního charakteru, lze zhruba v řádech dní předpovídat nástup očekávané události, například na základě meteorologických předpovědí. Ne vždy je ale mimořádná událost očekávaná a také tyto události mohou nastat velmi rychle bez jakékoliv předpovědi. Mezi další neočekávané události lze v současné době označit teroristické útoky. V těchto případech jsou výše uvedené činnosti prováděny souběžně se záchrannými a likvidačními pracemi.

Z hlediska GIS hraje v této fázi hlavní roli příprava relevantních dat a mapových podkladů. Jednak jsou integrována existující data pro dané území, tedy především referenční podklady a výstupy krizového plánování, dále jsou získávány aktuální údaje (např. meteorologická situace nebo počty obyvatel v evakuovaných objektech) a jsou vytvářeny nové podklady, které souvisí s organizací záchranných a likvidačních prací. [10]

Odezva

Odezva nastává ihned po vzniku mimořádné události. Mezi hlavní úkoly patří především záchrana lidských životů a zamezení dalšímu rozšíření následků události. Stěžejní roli v této fázi hraje integrovaný záchranný systém. Kvalitní prostorová data jsou klíčová zejména na úrovni taktického rozhodování. [10]

Obnova

Cílem obnovovací fáze je zajištění stabilizovaného stavu území. Přechod z fáze odezvy do obnovy není konkrétně vymezen. Obecně lze říct, čím dříve započnou práce na obnově území, tím jsou efektivnější. Činnosti v této fázi lze rozdělit na krátkodobé (např. obnova dodávek vody) a dlouhodobé, které zahrnují kompletní obnovu území do původního stavu. Využití GIS v této fázi spočívá především v mapování škod a v mapové podpoře pro organizaci prací spojené s obnovou území. [10]

Krizový management ve své činnosti čerpá z mnoha disciplín a vědních oborů. Charakteristika všech oblastí, do kterých zasahuje, by značně přesáhla cíl této práce. Jak bylo v úvodu práce zmíněno, všechny mimořádné události nějakým způsobem souvisejí se zemským povrchem. Buď na zemském povrchu přímo vznikají, například sesuvy půdy, havárie, rozsáhlé požáry, nebo se zde projevují následky mimořádných událostí vzniklých nad zemským povrchem, jako jsou například vichřice, tornáda, nebo pod zemským povrchem, například zemětřesení. Z tohoto důvodu je tedy považována za jeden z nejdůležitějších oborů, který má v krizovém managementu své nezastupitelné místo, právě geografie.

4.2 Základní pojmy z oblasti geografie

Kartografie

Kartografie je věda, umění a technologie vytváření map, včetně jejich studia jako vědeckých dokumentů a uměleckých prací. V této souvislosti mohou být za mapy považovány všechny typy map, dále plány, náčrty, trojrozměrné modely a globusy, zobrazující Zemi nebo nebeskou sféru v jakémkoliv měřítku. [11]

Kartografie sama oboustranně souvisí s celou řadou dalších vědních oborů a technických disciplín, ze kterých čerpá a prezentuje jejich poznatky. Mezi

základní vědní obory patří geografie, geodézie, dálkový průzkum Země a topografie. [11]

Geografie

Geografie je mateřským oborem kartografie, se kterou souvisí především v oblasti map malých a středních měřítek a při zobrazování velkých územních celků (mapy, přehledné globusy, atlasy). Potřebou prezentovat v mapě jevy probíhající ve společnosti, socioekonomická geografie velmi silně ovlivnila vývoj tematické kartografie, kdy došlo k vývoji nových metod grafické prezentace dat. [11]

Geodézie

Geodézie poskytla přesné polohopisné a výškopisné základy, vyšší geodézie poskytla údaje o tvaru a rozměrech Země, ovlivnila kartografii především v mapách velkých měřítek, sloužících především k daňovým (katastrální, pozemkové mapy), vojenským (topografické mapy) a technickým účelům (podklady pro projektování). [11]

Dálkový průzkum Země

Dálkový průzkum Země je metodou sběru, ukládání a vyhodnocování environmentálních dat o zemském povrchu, která úspěšně řeší nedostatek geografických informací a jejich následné uplatnění při tvorbě tematických i obecně zeměpisných map malých a středních měřítek. [11]

Topografie

Nezbytnou součástí geografie a kartografie je také topografie. Na topografii je založen popis krajiny a jiných povrchových útvarů. Topografie představuje popis jednotlivých zeměpisných míst v nejširším slova smyslu, tedy nejen osad, nýbrž i větších území, se zvláštním ohledem na podrobnosti dotyčné místo vyznačující, a to jak fyzikálně-geografické, tak i umělé, vzniklé působením člověka s doložením co nejpřesnějších číselných dat o nich. [12]

Kartografická díla

Třídění kartografických děl lze provádět z mnoha hledisek podle toho, co a jak vyjadřují. Můžeme je např. členit podle počtu rozměrů na rovinná nebo prostorová. Mnozí kartografové užívají v tomto smyslu označení 2D, 2,5D, resp. 3D kartografická díla. Rovinná kartografická díla (2D, 2,5 D) jsou především plány a mapy, prostorová kartografická díla (3D) jsou např. reliéfní (plastické) mapy a globusy.

Rovinná kartografická díla však používají takové výrazové prostředky, které navozují (nebo by alespoň měla navozovat) prostorový dojem (vrstevnice, barevná hypsometrie, stínování, anaglyfy apod.). [13]

Mapa

Výsledným produktem kartografie je mapa. Je to zmenšené, zevšeobecněné a vysvětlené znázornění objektů a jevů na Zemi nebo ve vesmíru, sestrojené v rovině pomocí matematicky definovaných vztahů. [14] S pojmem mapa souvisí další pojmy jako soubor map (větší množství map, které znázorňují totéž území, ale liší se tématem, nebo zpracovávají totéž téma, ale v různých územích, například soubor turistických map, mapové ediční řady atd.), mapová díla (pokud jsou mapy vyhotoveny nejen dle jednotného měřítká, kartografického zobrazení a značkového klíče, ale na stejně velkých mapových listech pokrývají souvisle zájmové území) nebo tzv. státní mapové dílo (například Základní mapa České republiky nebo vojenské topografické mapy). [11]

Rozdělení map

Mapy vyjadřují skutečnost pro nejrůznější účely, jejich druhová skladba je proto neobyčejně pestrá. Přístup ke třídění map může vycházet z účelu, pro který je mapa používána, způsobu vzniku, skutečností, které vyjadřuje, či kartografického způsobu vyjádření. Řada map má víceúčelovou povahu a lze je proto klasifikovat rozmanitým způsobem. [15] Z hlediska kartografie lze mapy členit [13]:

- podle způsobu vzniku a dalšího využití (např. mapy původní, odvozené, podkladové atd.),
- podle měřítká (např. mapy velkých, středních, malých měřítek nebo mapy konstantních a proměnlivých měřítek),
- podle kartografických vlastností (např. konformní, ekvivalentní atd.),
- podle účelu, funkce a funkčního stylu (např. hospodářské, kulturní, sémiotické atd.),
- podle obsahu (např. obecně zeměpisné, tématické, chorografické atd.),
- podle formy vyjádření (záznamu) skutečnosti (např. analogové, obrazové, digitální atd.),
- podle zobrazovaného prostoru a územního rozsahu (např. mapy světa, zemských polokoulí, oceánů, moří atd.),

- podle koncepce (metody) vyjádření skutečnosti (např. analytické, diagnostické, syntetické atd.),
- podle časového hlediska (např. statické, genetické, retrospektivní atd.),
- podle ostatních kritérií (např. barevnost, materiál, podle druhů převažujících kartografických znaků, podle velikosti atd.).

Každá z výše uvedených map má svůj význam a jsou pro krizový management nezbytné. Mapové zobrazení krizových jevů a jejich následnou kartografickou podporu lze rozdělit do tří základních kategorií podle jejich určení a míry složitosti mapových podkladů [16]:

Mapy hazardů

Identifikují a zobrazují skutečné umístění nebezpečných oblastí a lokalit na základě výskytu určitého jevu. Obvykle se jedná o oblasti nebezpečné člověku nebo ohrožující jeho majetek. Tyto mapy představují obvykle pouze prosté prostorové vyjádření skutečných mimořádných událostí přírodního nebo antropogenního původu.

Mapy rizik (náchylnost, zranitelnost)

Vyžadují složitější výpočet podmíněné pravděpodobnosti, že daná lokalita bude zasažena určitým krizovým jevem nebo kombinací několika jevů, a zobrazují potenciální prostorový vzor takového výpočtu rizika.

Krizové mapy

Zahrnují další mapové podklady související s cyklem krizového řízení událostí, především plánovací, evakuační a řídicí mapové podklady.

Kartografické podklady mohou mít analogovou nebo digitální formu. Obě formy mají své kladné i záporné stránky. Výhody a nevýhody těchto produktů jsou popsány v následující tabulce.

Tab. 1 - Srovnání analogových a digitálních mapových podkladů.

Zdro: autor.

	Výhody	Nevýhody
Analogové	<ul style="list-style-type: none"> - dostupnost široké veřejnosti - k dispozici i v případě výpadku proudu - není potřeba vlastnit výpočetní techniku 	<ul style="list-style-type: none"> - obtížné skladování, náchylnost k poškození od externích vlivů - staticnost – zobrazení mapy nelze dynamicky (interaktivně) měnit - všechna data jsou zobrazena najednou - obtížná aktualizace - pevně dané měřítko
Digitální	<ul style="list-style-type: none"> - snadné uchovávání dat - dynamičnost, aktualizace - možnost propojitelnosti a sdílení dat - data jako vrstvy, možnost navolení požadovaných zobrazovaných dat - provádění analýz za použití analytických nástrojů - snadnější vyhledávání v mapě 	<ul style="list-style-type: none"> - větší nároky na tvorbu mapy, znalost specializovaného softwaru - nutnost technického zázemí

5 GEOINFORMAČNÍ TECHNOLOGIE V KRIZOVÉM ŘÍZENÍ

5.1 Úvod do geoinformačních technologií

Kartografie je svým původem instinktivní věda, která v současnosti prochází revoluční fází svého vývoje. Mapování je v moderním pojetí považováno za schopnost vytvářet znalostní rámec o prostředí v prostoru. Kartografie je kognitivní povahy, zprostředkovávala poznání po staletí převážně prostřednictvím papírových produktů, které vyjadřovaly geoprostorové myšlenky a umožňovaly ukládat i předávat prostorovou informaci. Mapy začaly být později aplikovány pro výzkum a analýzu stále složitějších prostorových problémů ve vědě i společnosti, Papírové mapy mají řadu pozitivních vlastností a dokázaly těžit z technologického vývoje probíhajícího po staletí, ale na straně druhé, všechny až donedávna postrádaly dynamickou a interaktivní pružnost jejich kognitivních alternativ. [17]

V posledních 50 letech zažila kartografie bouřlivé období, které změnilo jak kartografickou praxi, tak i teorii. Klíčovým prvkem těchto změn je geoinformatizace. Geoinformatizací rozumíme technologický posun související s nástupem výpočetní techniky jak do mapové produkce, tak do užití map. V souvislosti s tím došlo ke změně a rozšíření úlohy kartografie, která se vlivem geografických informačních systémů stává stále více vědou o vizuálním sdílení znalostí o prostoru, než pouze vědou o záznamu prostorové informace, čímž si udržuje svoji specifiku ve srovnání s geografickými informačními systémy. Novým historickým aspektem je také globalizace kartografických procesů. Zatímco v období konvenční kartografie, kdy vznikaly papírové mapy, probíhal kartografický proces lokálně, izolovaně, geografické informační systémy zvýraznily negativní důsledky lokálního zpracování, tj. nehomogenitu kartografického zpracování na různých mapových listech, nekompatibilitu souřadnicových systémů, různé kulturně podmíněné definice reprezentace prvků obsahu mapy apod. [17]

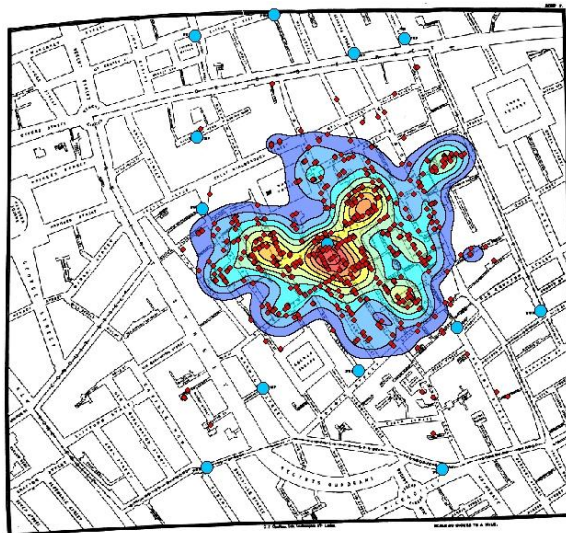
Geografický informační systém (z angl. Geographical Information System) a jeho první počátky vzniku lze datovat od počátku 19. století. V roce 1832 francouzský kartograf Charles Picquet znázornil pomocí barevné stupnice na mapě 48 městských částí Paříže, které označovaly úmrtnost v závislosti na epidemii cholery.

Vzhledem k rozsáhlosti epidemie cholery v Evropě v roce 1854 anglický lékař John Snow zmapoval část Londýna a zakreslil do mapy epicentrum nemoci a zdroje pitné vody. [18] Znárodnění oblasti je zobrazeno na obrázku 2, na obrázku 3 je modernější zobrazení stejné oblasti za využití softwarového nástroje ArcGIS Kernel Density.



Obrázek 2 - Vizuální znázornění území a obětí nakažených cholerou.

Zdroj: <https://www.gislounge.com/history-of-gis/>



Obrázek 3 - Vizuální znázornění území a obětí nakažených cholerou za využití nástroje ArcGIS Kernel Density.

Zdroj: <https://www1.udel.edu/johnmack/frec682/cholera/cholera2.html>

Dalším významným krokem v rozvoji GIS bylo na počátku 19. století použití tiskové techniky nazývané fotozinkografie, která umožňuje rozdělit mapu do více vrstev, například vrstva vegetace, vodstva apod. Velký pokrok však nastal s rozvojem informačních technologií a výpočetní techniky v 60. letech 20. století a také díky studené válce. První GIS vzniknul roku 1960 v Kanadě a sloužil k získávání a analyzování dat o využití půdy a přírodních zdrojů. Je označován jako CGIS (Canadian Geographic Information Systém). Jako autor CGIS je označován Dr. Roger Tomlinson. S dalším rozvojem přecházel GIS z armádní sféry a státní správy také do dalších oblastí veřejného života. S rostoucím rozvojem technologií začaly vznikat první GIS programy a softwarové nástroje. Mezi největší společnosti, zabývající se vývojem GIS můžeme označit například ESRI nebo Intergraph, které i v dnešní době jsou jedny z největších a nejznámějších geografických společností. [18]

V současné době GIS využívá mnoho různých oborů a odvětví. Mezi nejvýznamnější oblasti patří veřejná správa, krizový management, systémy rychlého zásahu, ochrana přírody, zemědělství, obrana, doprava, obchod a marketing. V následující tabulce jsou uvedeny hlavní obory využívající GIS a jejich uplatnění.

Tab. 2 – Hlavní obory využívající GIS.

Zdroj: <https://www.arcdata.cz/oborova-reseni/gis-v-oborech>

veřejná správa	zpřístupnění dat katastru nemovitostí, mapy komunikací, komunikace s veřejností, evidence majetku, územní plány, výzkum a prevence výskytu epidemií atd.
obrana	organizace vojenské přepravy, plánování vojenských cvičení, zhodnocení vlastností okolí rozmístění vojsk
správa inženýrských sítí	správa technických vedení, produktovodů, infrastruktura

ochrana přírody	identifikace černých skládek, rekultivace skládek, správa chráněných krajinných oblastí, mapování biotopů, sledování chráněných živočichů, rostlin, tvorba geologických a klimatických map
systém rychlého zásahu	informační systém krizového řízení, podpora IZS, tvorba plánů, mapování kriminality, analýza území
doprava	mapování silničních a uličních sítí, logistika, plánování, výstavba a opravy dopravní infrastruktury, sledování vozidel pomocí GPS, aktuální informace o dopravních událostech
zemědělství	monitoring škůdců a chorob, evidence užívané půdy, řízení rostlinné výroby, lesní hospodářství, těžba surovin
geologie	geologické mapování, rekultivace, těžba v krajině
školství	výcvikové a simulační projekty, spádová území škol
ostatní obory	pojišťovnictví, bankovníctví, obchod, realitní kanceláře, archeologie

Na území České republiky se začaly počátky rozmachu technologií geografických informačních systémů ve větším měřítku uplatňovat na začátku 90. let 20. století. Jedním z nejvýznamnějších impulsů pro zavádění GIS technologií bylo rozhodnutí Ministerstva životního prostředí vybavit všechna podřízená výzkumná a regionální pracoviště, včetně odborů životního prostředí okresních úřadů touto technologií. S ohledem na pravomoci krajů, které byly k 1. lednu 2000 na základě zákona č. 129/2000 Sb., o krajích v platném znění nově ustanoveny jako vyšší územně správní celky, bylo potřeba zvolit nástroj, který by pomohl pečovat o všestranný

rozvoj území a o potřeby občanů. Z tehdejší nabídky byla zvolena technologie desktop GIS řešení společnosti ESRI - PC Arc/Info. [19]

GIS má mnoho definic. Můžeme jej charakterizovat jako organizovaný souhrn počítačové techniky, programového vybavení, geografických dat a zaměstnanců navržený tak, aby mohl efektivně získávat, ukládat, aktualizovat, analyzovat, přenášet a zobrazovat všechny druhy geograficky vztažených informací. [20]

GIS slouží pro práci s prostorovými daty a jejich popisnými informacemi. Těmito daty rozumíme objekty, u kterých známe jejich prostorové umístění. Může se však jednat také o objekty, které mají pouze vztah k některému místu na zemském povrchu. Kromě toho, že se objekty na Zemi někde vyskytují, tak na sebe také vzájemně působí a jsou v interakci. GIS umožňuje na základě znalosti polohy jednotlivých objektů a jejich vlastností, vyhodnocovat vzájemné působení objektů mezi sebou a poskytovat tak nové informace. Tyto nové informace se mohou samy stát vstupem do další analýzy, která přinese opět nová data.

Je třeba si uvědomit, že GIS není počítačový systém na vytváření map, ačkoli mapy vytvářet může. GIS je hlavně analytický nástroj, který umožňuje pracovat s prostorovými vztahy mezi jednotlivými objekty. [21]

Základním prvkem každého informačního systému jsou data. Základní rozdělení dat pro geografické informační systémy je na vektorová a rastrová. Vektorová data uchovávají informace o jednotlivých objektech zájmového území formou bodů, linií a polygonů. Objekty jsou sdružovány do vrstev podle určité tématické souvislosti (např. vodstvo, lesy, budovy, památné stromy). Tyto datové vrstvy propojujeme s atributy objektů - jedná se o popisnou složku dat, která se společně s polohopisnou složkou (zakódovaná geometrie objektů) ukládá do geodatabáze. [21]

U rastrových formátů dat je nositelem informace pixel - může reprezentovat jeden celý objekt, jeho část, nebo je v pixelu ukryto více objektů, které pak nemůžeme rozeznat. Toto významně souvisí s hodnotou pixelové velikosti, která udává prostorové rozlišení rastru. Například ortofoto pořízené z leteckého snímkování může mít pixelovou velikost 10 cm (objekt o velikosti 10x10 cm zabírá v rastru právě jeden pixel).

Výhodou vektorových dat je především jejich přesnost a návaznost na atributy objektů. Rastrová data jsou naproti tomu vhodnější pro zpracování složitějších analytických výpočtů a modelů. [21]

Základní geografická prostorová data jsou uložena v různých datových formátech. Za nejběžnější rastrové můžeme zmínit TIFF, BMP, CIT, za vektorové například DGN a DXF. Tato data jsou prakticky všechna georeferencována, tzn. jsou znázorněna v určitém kartografickém zobrazení a nesou údaje o své vlastní poloze v rámci tohoto zobrazení. Spolu s tematickými daty, statistickými daty, metadaty a dalšími údaji vytváří tzv. geodatabázi. [11]

5.2 GIS v podmínkách složek IZS

Datový sklad IZS

Podklady pro tvorbu map obsahuje Centrální datový sklad, který spravuje Institut ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč, který byl vytvořen na přelomu let 2004 a 2005. Odtud jsou data dodávána na jednotlivá krajská ředitelství a následně implementována do informačních systémů. HZS ČR získává 90 % veškerých využívaných GIS dat od státních institucí zdarma na základě zákona 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému v platném znění. Data nejsou určena jen pro vlastní potřeby HZS ČR, ale využívají je i další složky IZS. [22]

Datový sklad obsahuje prostorová data, která nenesou pouze informaci o poloze, ale i tzv. atributovou část, tzn. vlastnosti spojené s prostorovými daty. Jedná se např. o výšky hladin záplavové vlny, skladované nebezpečné látky a jejich množství nebo počty osob v objektech. [4]

Poskytovatelé dat jsou nejčastěji státní organizace, ministerstva, veřejné výzkumné instituce, krajské úřady, ale také soukromé firmy. Jedním z hlavních poskytovatelů je především Český úřad zeměměřický a katastrální, který poskytuje pro HZS ČR zcela zásadní data jako:

ZABAGED – digitální geografický model území České republiky,

Ortofoto České republiky – sada leteckých snímků ČR s velikostí pixelu 0,25 m,

GEONAMES – databáze geografických jmen České republiky řešící pomístní názvosloví.

Mezi další hlavní dodavatele patří Armáda České republiky, Výzkumný ústav vodohospodářský T. G. Masaryka, Český statistický úřad, Central European Data Agency, a.s., Ředitelství silnic a dálnic, České dráhy, Český hydrometeorologický ústav, telekomunikační společnosti Telefónica O2 Czech Republic a.s. a Vodafone, Policie České republiky, SHOcart, Jaderné elektrárny Dukovany a Temelín a další.

GIS HZS ČR

Začátky využívání GIS u HZS ČR jsou úzce svázány s výstavbou systému Telefonního centra tísňového volání TCTV 112. O výstavbě systému bylo rozhodnuto v roce 2001 a důležitou součástí systému měly být také digitální mapové podklady. Bohužel HZS ČR disponoval v té době jen několika málo odborníky v oblasti geografických informačních systémů, kteří byli nerovnoměrně rozmístěni na všech organizačních stupních HZS ČR. V roce 2003 byla sestavena komise, s cílem koordinovat snahu o zavedení GIS u HZS ČR. V návaznosti na další činnosti byl zřízen Centrální datový sklad v Institutu ochrany obyvatelstva Lázně Bohdaneč. [23]

GIS z pohledu HZS ČR je systém, který napomáhá k rozhodování při záchraně osob zvířat a majetku. GIS je systém, který slouží jako informační podpora jak pro účely operačního řízení a příjmu tísňového volání, tak i pro účely například krizového řízení, IZS, prevence, vyšetřování požárů atd. GIS dále umožňuje provádění analýz, umožňující vyhledávání, routování a řadu dalších funkcionalit odvíjejících se od dat, která do něj vstupují.

Jednou z hlavních aplikací, kterou HZS ČR využívá je Tenký mapový klient. Tato aplikace je v upravené verzi dostupná také veřejnosti na internetu. Základem aplikace je podkladová mapa, která vychází z geografické báze dat ČÚZK ZABAGED® a je vizualizovaná pomocí mapového projektu, který je unikátním dílem specialistů HZS ČR z řad Komise GIS. V této mapě je kladen důraz na důležité orientační prvky, jako jsou např. čísla silnic a železnic, kilometráž silnic, železnic a vodních toků, čerpací stanice, telekomunikační vysílače, stavební objekty s čísly domovními/orientačními a v neposlední řadě specifická data HZS ČR. K zobrazení podkladové mapy na webu jsou využity mapové dlaždice, které jsou poskytovány jako služba mapového serveru. Ten je součástí centrálního datového skladu.

- integrace Google StreetView,
- načtení lokálně uložených dat na podkladovou mapu v prostředí webové aplikace.

GIS Policie ČR

Policie ČR díky širokému spektru činností, které jí ukládá současná legislativa, představuje pro aplikovanou geoinformatiku velmi vhodné prostředí, kde je potřeba řešit geografickou podporu z mnoha hledisek. Policejní mapy jistě nenahradí místní znalost, mohou však zásadně ulehčovat práci velkému okruhu uživatelů v rámci Policie ČR a jejích útvarů. V roce 2007 tak bylo rozhodnuto o realizaci Geografického systému Policie ČR. [24]

Hlavním gestorem je v současné době Oddělení krizového řízení kanceláře Policejního prezidia ČR. Mezi hlavní dodavatele mapových podkladů patří například HZS ČR, Český úřad zeměměřičský a katastrální nebo ELTODO, a. s. Pro práci s mapou jsou využívány softwarové aplikace jako například ArcGIS, QGIS, TeraStudio nebo Geomedia WebMap.

Policie využívá GIS hlavně v oblasti kriminality. Odbor prevence kriminality Ministerstva vnitra od června 2014 realizuje tzv. Mapy budoucnosti – moderní nástroj ke zvýšení efektivity a kvality výkonu veřejné správy v oblasti prevence kriminality založený na analýze a predikci kriminality. Každý trestný čin a přešůpek je lokalizován pomocí GPS a současně jsou zaznamenány další související informace, pomocí nichž je možné provádět prostorové analýzy. Především se jedná o tzv. hot-spot analýzy, nebo heat mapy (teplotní mapy), které jsou metodou ukazující prostorovou koncentraci určitého fenoménu. Pro policejní složky jsou významným prvkem, neboť dokáží rozeznat místa se zvýšenou kriminální aktivitou. Takové podklady jsou pro policejní sbory důležitým zdrojem informací při plánování rozmístění jednotek a větší koncentraci na daná místa. [24] Příklad mapování kriminality pomocí heat mapy je zobrazen na obrázku 5.



Obr. 5 – Příklad mapování kriminality na území Uherského Hradiště pomocí heat mapy.

Zdroj: HRUŠKA TVRDÝ, Lubor, Radek FUJAK a Jiří ŠEVČÍK. Mapy budoucnosti - moderní nástroj ke zvýšení efektivity a kvality výkonu veřejné správy v oblasti prevence kriminality založený na analýze a predikci kriminality. Moravská Ostrava: Accendo při vědecko-výzkumném ústavu Accendo - Centrum pro vědu a výzkum, z.ú., 2016. ISBN 978-80-87955-06-2.

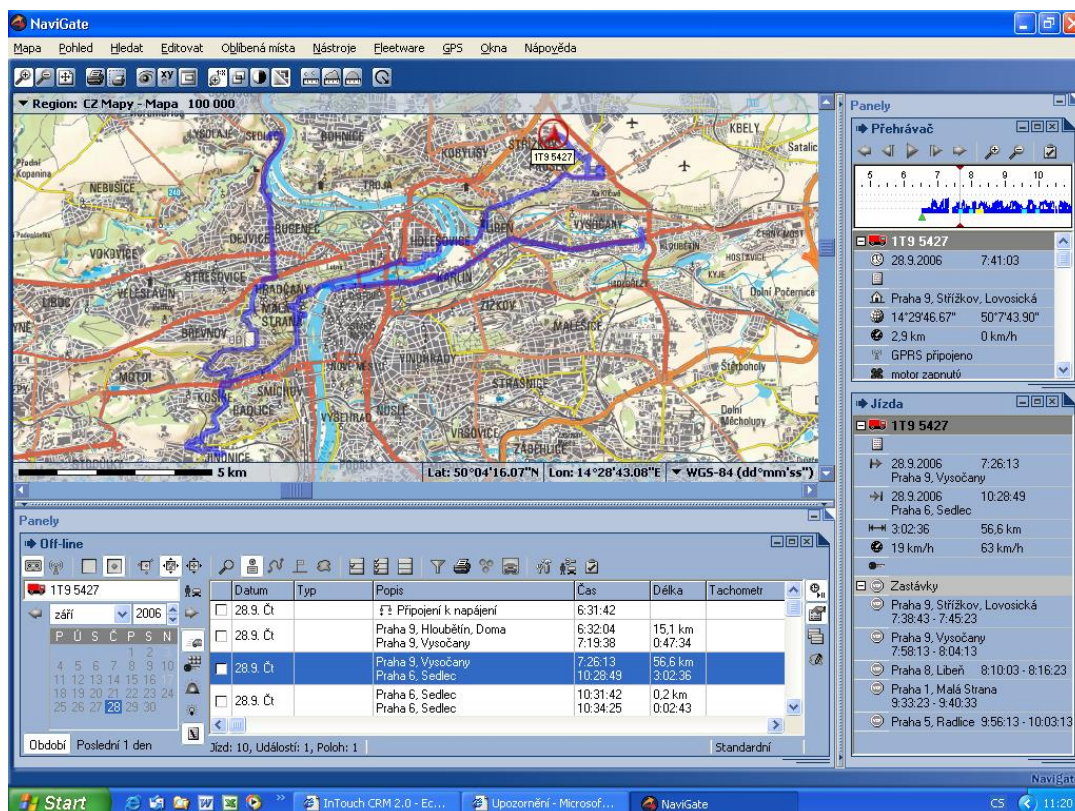
V oblasti zveřejňování dat týkajících se kriminality je nutno podotknout, že pracoviště GIS Policie ČR není gestorem za zpracování požadavků na základě zákona č. 106/1999 Sb., o svobodném přístupu k informacím a nevytváří centrálně analýzy kriminality. Některá z těchto dat jsou pro Policii ČR taktická data, některá dokonce citlivá a jejich zveřejněním by mohlo dojít k narušení procesu trestního řízení. V současné době tedy Policie ČR nemůže předávat veřejnosti celistvý a detailní obraz o výskytu trestné činnosti na území ČR. Informace a data, které policie zveřejňuje a která jsou volně dostupná, zpracovává společnost ProPolice/Otevřená společnost, o.p.s. v projektu Mapa kriminality, která je dostupná veřejnosti na internetu.

Dalším úsekem využití mapových podkladů je oblast operačního řízení. Od roku 2015 došlo postupně k zavedení aplikací Václav, Zikmund a Jitka na operační střediska Policie ČR, obvodní oddělení a další útvary. Tyto aplikace slouží pro

příjem tísňového volání a rychlé následné reakci, která spočívá v příjmu a lokalizaci oznámení, zanesení zjištěných informací, předání těchto informací na místně nebo věcně příslušné útvary a současně vyslání potřebných sil a prostředků. Součástí těchto aplikací je i mapový klient, který umožňuje filtrovat vrstvy mapy a zobrazit požadované informace. Se zavedením GPS do všech vozidel Policie ČR je v současné době možnost sledovat síly a prostředky na mapě a rychle reagovat vysláním nejbližší hlídky k místu oznámené události.

GIS Zdravotnické záchranné služby

Na operační střediska ZZS dodávají potřebný geovizualizační software různé soukromé firmy. Nejčastěji je využívána aplikace GISel IZS od firmy T-MAPY, spol. s.r.o., kterou využívá celkem 7 krajských operačních středisek ZZS. U třech krajských operačních středisek je využíván software dodávaný firmou MEDIUMSOFT, a.s. Dalšími individuálními aplikacemi vyskytujícími se na krajských operačních střediscích ZZS jsou například NaviGate (platforma pro vizualizaci a integraci širokého spektra prostorových dat nad mapovým podkladem) od firmy KomTes Chrudim s.r.o. nebo aplikace InfoMap firmy PJSOFT s.r.o. V současné době je ve vozech ZZS instalovaný přijímač GPS pro sledování těchto vozidel. Polohy vozidel se na některých krajských zdravotnických operačních střediscích zobrazují přímo v GIS, například v aplikaci GISel IZS, Fleetware nebo NaviGate.



Obr. 6 - Náhled aplikace Fleetware ke sledování GPS vozidel.

Zdroj: <http://www.echoton.cz/gps-sledovani-vozidel/fleetware.html>

Národní informační systém integrovaného záchranného systému (NIS IZS)

Každá základní složka IZS má své operační středisko, které disponuje vlastním přehledem o silách a prostředcích. Až do současné doby byl však problém v nejednotnosti a nekompatibilitě nástrojů, které využívají jednotlivé složky, zejména při příjmu oznámení a vysílání sil a prostředků na místo zásahu. V letech 2010 – 2015 byl tedy ve spolupráci HZS ČR, Policie ČR, zdravotnických záchranných služeb a krajů, realizován program „Jednotná úroveň informačních systémů operačního řízení a modernizace technologií pro příjem tísňového volání základních složek integrovaného záchranného systému“, jehož gestorem bylo Ministerstvo vnitra - Generální ředitelství Hasičského záchranného sboru České republiky. [25]

Program NIS IZS je souborem projektů v oblasti informačních a komunikačních technologií, jehož cílem bylo zvýšení kvality poskytovaných služeb občanům v úseku tísňového volání, operačního řízení a interoperability jednotlivých

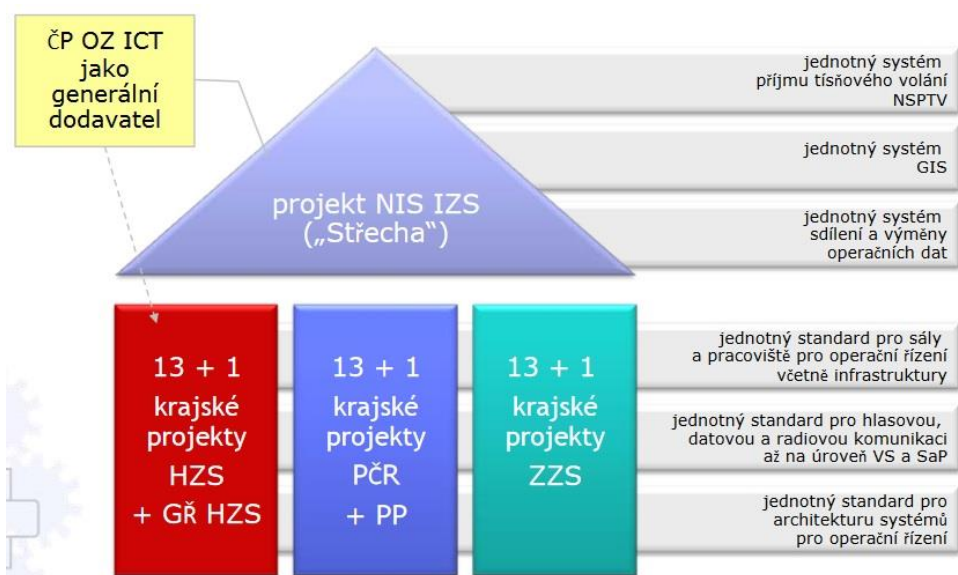
základních složek integrovaného záchranného systému a unifikace vybavení geoinformačními technologiemi u všech tří základních složek IZS.

Klíčovým přínosem projektu je zrychlení a zefektivnění spolupráce operačních středisek základních složek integrovaného záchranného systému, což se projevuje především zrychlením zásahu při mimořádných událostech a rychlejším poskytováním pomoci občanům.

Z pohledu základních složek IZS spočívá hlavní přínos projektu především v možnosti efektivní výměny a sdílení dat, informací a možnosti lepší koordinace.

Projekt tvoří 3 základní technologické bloky [25]:

- integrační platforma – řízení výměny dat základních složek integrovaného záchranného systému,
- GIS – geografický informační systém,
- vizualizace operační situace.



Obr. 7 - Struktura programu NIS IZS.

Zdroj: https://www.issz.cz/archiv/2013/download/prezentace/mvcr_prudil.pdf

Nový informační systém IZS umožňuje předat jakoukoliv informaci kterékoliv složce IZS do 4 sekund. Hasičům se tak například promítne v autě na tabletech plán nejkratší cesty k místu zásahu. Zdravotnická záchranná služba se také okamžitě dozvídá o tom, zda je na místě někdo, kdo potřebuje lékařskou pomoc a může neprodleně vyrazit. Operační středisko policie vidí, kde má nejbližší hlídku, která

bude na místě nejrychleji. [26] V rámci jednotlivých aplikací složek IZS může například Policie ČR mít okamžitý přehled o vyslání jednotky HZS na místo mimořádné události. Díky tomuto dochází ke zrychlení procesu a předávání informací mezi jednotlivými složkami.

Tento projekt je v současné době velmi efektivní. Operační střediska základních složek IZS mají pomocí GIS okamžitý přehled o vzniklých mimořádných událostech a mohou na ně velmi rychle reagovat, zejména vysláním nejbližší hlídky.

5.3 GIS ve veřejné správě

Krizové řízení je činnost, kterou se zabývají orgány krizového řízení na několika úrovních, ať už na centrální úrovni, ale také na nižších úrovních krajů, obcí s rozšířenou působností a obcí. I zde krizoví manažeři musí připravovat krizové nebo jiné plány a v případě vzniku mimořádné události řešit aktuální mimořádnou situaci. Nezbytnou součástí těchto činností se stává také využívání GIS. GIS se staly nezbytným a zejména efektivním nástrojem nejen pro činnosti spojené s krizovým řízením, ale také pro zdokonalení dalších služeb a činností úřadů veřejné správy.

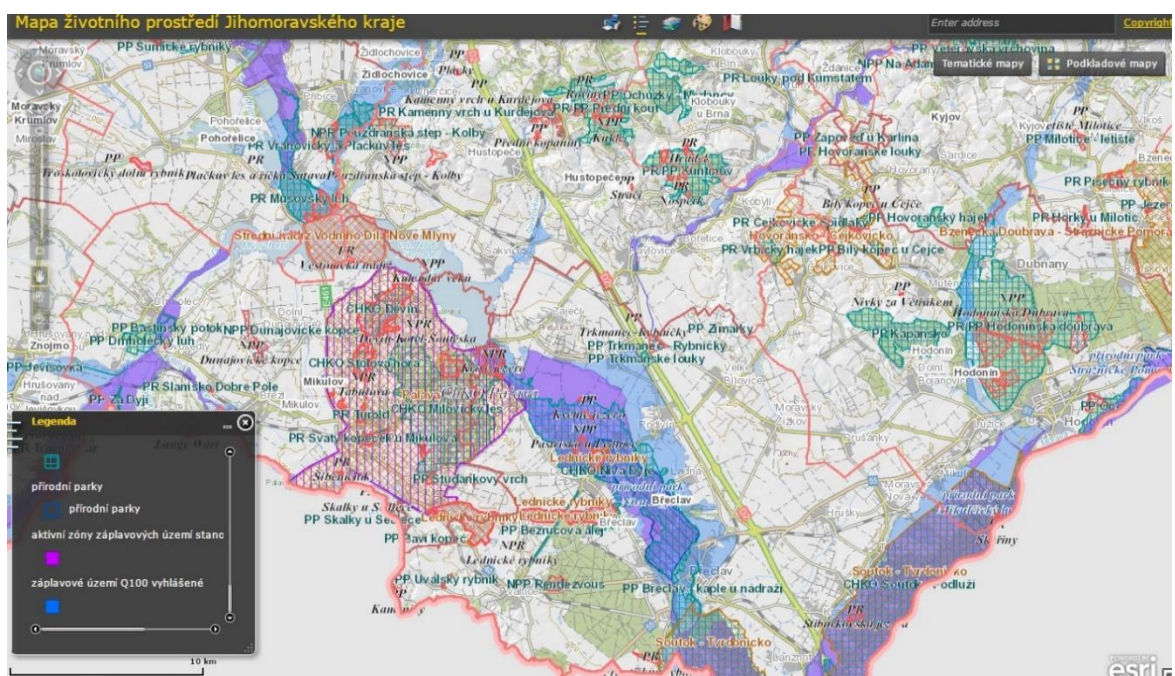
Základní legislativní rámec budování informačních systémů veřejné správy tvoří zákon č. 365/2000 Sb., o informačních systémech veřejné správy v platném znění. Základním koncepčním dokumentem v oblasti geoinformatizace na krajských úřadech je Typová úvodní studie GIS krajů České republiky, zpracovaná v roce 2003 firmou T- MAPY s.r.o.

Data krajské úřady získávají od státních i soukromých společností. Základní data dodává například ČÚZK prostřednictvím databáze ZABAGED, Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad v Dobrušce poskytuje především rastrové topografické mapy, digitální modely reliéfu a digitální modely území, které se využívají zejména pro krizové řízení, ale také soukromé subjekty jako například Geodis Brno s.r.o., SHOcart, s.r.o. a další. [2]

Vzhledem k množství a rozdílným dodavatelům dat, vznikla potřeba vytvořit jednotný nástroj, který budou využívat všechny orgány veřejné správy. V roce 2008 v koordinaci Ministerstva vnitra vznikl projekt s názvem Digitální mapa veřejné správy (dále jen DMVS), jehož cílem bylo vytvořit jednotný digitální vektorový

mapový podklad za celé území České republiky pro potřeby agend a informačních systému veřejné správy a také pro veřejnost. Zdrojem dat jsou digitální a digitalizované katastrální mapy ČÚZK, digitální účelové katastrální mapy, které byly vytvořeny v rámci činnosti samosprávy, digitální ortofomapy ČÚZK a digitální technické mapy, již vytvořené v rámci činnosti samosprávy nebo správců sítí. [27]

Praktickým výstupem projektu DMVS pro veřejnost jsou tzv. geoportály DMVS, které jsou veřejně k dispozici na internetu nebo na pracovištích orgánů krizového řízení. Například Jihomoravský kraj na internetových stránkách <http://mapy.kr-jihomoravsky.cz> poskytuje mapy územního členění, územního plánování, mapy ochrany přírody nebo kulturních památek.



Obr. 8 - Mapa části Jihomoravského kraje se zobrazením záplavových zón.

Zdroj: <http://gis.kr-jihomoravsky.cz/ozp/>

5.4 Geovizualizace a individuální potřeba geoprostorových dat v krizovém řízení

S prudkým rozvojem zejména informačních technologií na konci minulého století došlo také k rozvoji kartografie a s ní příbuzných oborů. Dnes je typickým kartografickým výstupem reprezentace geografických dat v digitální formě na monitoru počítače, případně na displeji přenosného digitálního zařízení.

Výrazné snížení technické i finanční náročnosti vytváření mapových výstupů přineslo i zásadní změnu přístupu k tvorbě map. Tradiční mapy byly statické, byly typicky využívány pro řadu různých úkolů a bylo tedy žádoucí, aby obsahovaly maximální možné množství informací, protože sloužily v první řadě jako analytický nástroj. Omezením byla pouze horní mez přípustného grafického zaplnění (tzn. aby mapa byla ještě čitelná). Dnes je snahou kartografů mapu individualizovat, tj. vytvářet pro různé úlohy a různé skupiny uživatelů různé mapové výstupy. Mapa by měla obsahovat pouze minimální množství (vhodně zobrazených) informací nutných pro to, aby byl uživatel schopen sdělovat informaci rychle a především správně interpretovat. [28]

Zatímco u práce s tradičními mapami se předpokládala poměrně vysoká úroveň znalostí uživatele, dnes jsou složité analytické operace prováděny zcela nebo částečně automaticky a informace jsou uživateli prezentovány ve formě, která odpovídá jeho individuální úrovni znalostí. I přes rozvíjející se digitalizaci je však nezbytné, aby krizoví manažeři a složky podílející se na řešení mimořádných událostí měli alespoň základní znalosti práce s mapou. Ne vždy je na místě mimořádné události možnost pracovat s mapou v elektronické formě. Příkladem může být řešení mimořádné události v nepřístupném terénu, taktické nebo prověřovací cvičení s více složkami IZS. V těchto případech může být jako zdroj informací o terénu využita právě analogová mapa. Krizoví manažeři by tak měli umět pracovat s mapou, znát výškopis, polohopis, popis mapy a orientovat se v terénu.

Jedním z aktuálních směrů výzkumu v kartografii je tzv. kontextová a adaptivní vizualizace. Podstatou adaptivní kartografie je automatická tvorba korektní vizualizace geodat vzhledem k situaci, účelu a osobnosti uživatele. V případě GIS je kartografická vizualizace řízena uživatelem a s ohledem na účel je zvolen obsah mapy a přiřazení odpovídající symboliky. Adaptivní mapy zůstávají mapami v konvenčním smyslu – jsou správným a dobře čitelným médiem pro přenos prostorových informací. [17]

Výše uvedená podstata adaptivní vizualizace je konceptuálním základem pro její konkrétní aplikaci. Souhrn výše zmíněných podmínek ovlivňujících adaptivní mapu se nazývá kontext. V této souvislosti tedy hovoříme o kontextové mapě. [29]

Variabilní vizualizace geografických dat kartografickými prostředky, která se adaptuje na měřítko, rozsah a kontext vizualizovaných dat se nazývá dynamická kartografická vizualizace.

Obsáhlý výzkum v této oblasti provedl tým odborníků pod vedením prof. Milana Konečného. Výzkum byl prováděn v letech 2005 – 2011 pod názvem „Dynamická geovizualizace v krizovém managementu“ a lze jej považovat za celosvětově nejkompexnější studii v této oblasti.

Hlavním smyslem geovizualizace v krizovém managementu je zejména snížení času pro rozhodnutí a přijetí řešení v dané situaci, dynamické zobrazení krizové situace v reálném čase, možnosti využití při tvorbě krizových scénářů, ale také psychologické ovlivnění uživatele mapy. Každá složka IZS má rozdílné nároky na zobrazení relevantních symbolů na mapě. Pro hasičský záchranný sbor je relevantní zobrazení například hydrantů, které již budou irelevantní pro policii nebo zdravotní záchrannou službu. Rozdílné požadavky jsou také u orgánů krizového řízení na operační, taktické nebo strategické úrovni. Cílem je tedy prezentovat požadované informace ve srozumitelné formě, aby je uživatel co nejsprávněji a nejrychleji použil a mohly být efektivně využity při řešení mimořádné události. Nejednotnost taktických a topografických značek není v současné době nijak vyřešena. Každá složka IZS, včetně Armády ČR používá jiné značení, což může mít negativní vliv v rozhodovacím procesu a řešení mimořádné události. Sjednocení značek, nejen na národní úrovni, ale také v rámci NATO může být v budoucnu pro krizové řízení přínosné.

Otázkou zůstává, zda by dispečink krizového řízení pod tlakem probíhající krizové události byl schopen, či vůbec měl čas tyto podklady vybrat, účelově (vzhledem k dané události) interpretovat a použít k urychlení správného rozhodnutí. Jistým řešením je předběžná příprava takových interpretovaných map pro možné scénáře jednotlivých typů krizových událostí, byť i v případě kvalitního software by je počítač mohl generovat na požádání. Předpokládaný nedostatek času a možné ohrožení výpadky spojení však hovoří prozatím proti generování takových podkladů on-line. Další nepřehlédnutelnou skutečností je to, že štáby krizového řízení nemají úplné povědomí o tom, jaká data a jaké způsoby jejich interpretace by ještě zvýšily efektivnost jejich práce. Štáb krizového managementu

6 MAPOVÁNÍ RIZIK A ZRANITELNOSTI ÚZEMÍ

Klíčovou činností, která určuje další vývoj krizového a havarijního plánování je analýza a hodnocení rizik. Analýza rizik je nástrojem pro posouzení rizika buď z hlediska kvalitativního, kvantitativního, případně kombinací obou způsobů. Kvalitativní vyjádření rizika je charakterizováno tím, že riziko je ohodnoceno nějakou verbální hodnotou ze zvolené stupnice hodnocení, případně je riziko slovně popsáno. Z pohledu kvantitativního jsou rizika hodnocena na základě matematických výpočtů s využitím hrozby, dopadů apod.

Riziko je možné vyjádřit jako posloupnost od faktorů rizika (popisuje vlastnosti, prostředí, vybírají se odlišnosti od normálního stavu), přes rizikovou událost (vyjadřuje výskyt škodlivého jevu, nežádoucí okolnosti), důsledky rizikové události až po stav po realizaci opravných činností. Hodnocení rizika je pak vyhodnocení takových ocenění srovnáním s cíli nebo kritérii. [30]

V současné době existuje mnoho analytických metod, které umožňují poměrně komplexně a podrobně určit a hodnotit rizika a získat tak potřebná data. Mezi základní metody patří Check List (kontrolní seznam), What – If Analysis (co se stane když), Preliminary Hazard Analysis (předběžná analýza ohrožení), Event Tree Analysis (analýza stromu událostí), Failure Mode and Effect Analysis (analýza selhání a jejich dopadů), SWOT analýza, KARS analýza, Hazard Operation Process (analýza ohrožení a provozuschopnosti), Causes and Consequences Analysis (analýza příčin a dopadů).

Výsledky analýzy rizik jsou pak využity pro zpracování mapy rizika. V praxi se používá název „mapa rizik“, popř. „mapa nebezpečí“ nebo také „mapa rizikovosti“ pro dva různé a navíc vzdálené pojmy, které je potřeba rozlišovat [31]:

1) Topografické znázornění míst v prostoru nebo čase, kde lze očekávat realizaci scénářů nebezpečí s příslušným rizikem (v angličtině risk map, risk exposure map, hazards map). Takovými jsou například mapy oblastí s výskytem seizmických jevů, hurikánů a tornád svahových sesuvů (například mapy nebezpečí, které vydává United States Geological Survey) nebo mapy záplavových území. Za mapy nebezpečí lze považovat také mapy sněhových oblastí, mapy větrových oblastí, mapy oblastí věčně zmrzlé půdy, mapy výskytu lymeské boreliózy, mapy

vulkanického rizika v okolí sopek a mnoho jiných obdobných. Dále sem patří také mapy politických a ekonomických rizik nebo mapy nebezpečí násilností. Všechny mapy jsou časově závislé, některé se mění jen zvolna (např. s rozvojem poznání), jiné velice rychle, jestliže se nebezpečí šíří (např. mapy válečných událostí, mapy oblastí ptačí chřipky).

Tyto mapy slouží k orientaci manažerů v různých postaveních a funkcích. Mají často značný ekonomický a sociální význam, neboť například ve výstavbě upozorňují na možná nebezpečí již v záměrech developerů, při investování a také při projektování a realizaci stavebních děl upozorňují na nebezpečí zvolené oblasti apod.

2) Tabelární nebo grafické znázornění rizik organizace nebo projektu (v angličtině označované jako risk map, corporate risk map, risk exposure map, probability-impact matrix). Tabelární mapa rizik je zpravidla uspořádána tak, že se sloupce člení podle pravděpodobné možnosti realizace nebezpečí a řádky podle závažnosti následků realizace. Tyto tabelární nebo grafické výstupy mapy rizik mají poskytovat rozhodovatelům přehled o stavu nebezpečí a rizik vyšetřovaného projektu.

V mapování rizik jde o klasifikaci a kvantifikaci rizika ve vztahu k území, tedy hodnotové vyjádření rizika na mapě. Riziko je zde pojímáno komplexně jako suma rizik pro jednotlivé typy mimořádných událostí. Základním předpokladem je, že do mapování rizik lze zahrnout jen takové typy mimořádných událostí, jejichž projev na území lze nějakým způsobem vyjádřit v kartografickém zobrazení, tedy na mapě. Do mapování rizik vstupují i jednoduché numerické a statistické analýzy, které napomáhají získání přesnějších a reálnějších výsledků. Zpracování mapování rizik je nemyslitelné bez podpory GIS. Jedině technologie GIS umožňují aplikovat všechny principy metody mapování rizik a získat tak využitelné výsledky. Mapy rizik slouží jako základní vstup do procesů havarijního a krizového plánování, podávají komplexní informaci o zatížení území riziky, jsou zdrojem analýzy ohrožení objektů a další. [32]

Proces tvorby mapy rizik se skládá z několika fází. Prvním je tvorba mapy nebezpečí. V této fázi je nutno hodnotově vyjádřit na mapovém podkladě úroveň kumulované míry rizika. Podkladem jsou mapy jednotlivých typů nebezpečí, tedy

na digitální mapě zakreslených projevů jednotlivých typů mimořádných událostí. Rovněž je nutno stanovit pro jednotlivé typy nebezpečí číselnou hodnotu míry rizika, která má pak při procesu kumulace rizik význam porovnávacího (váhového) koeficientu. V procesu mapování rizik je nutno zohlednit důležitý aspekt, a to, že intenzita působení nebezpečí na celé ploše území není konstantní. Například když nebezpečí pochází z určitého zdroje. V oblastech vzdálenějších od působení zdroje je ohrožení menší než v oblastech přilehlých ke zdroji. Intenzitu nebezpečí je tedy vhodné vyjádřit na základě fuzzy logiky a za použití koeficientu intenzity. Použití koeficientu má za následek zpřesnění popisu působení nebezpečí na daném území.

Druhou fází je analýza zranitelnosti definovaného území (obce, kraje) a tvorba mapy zranitelnosti. V této fázi je důležité hodnotové vyjádření ukazatele kumulované zranitelnosti území na mapovém podkladě. Pro přesnější zobrazení je vhodné - stejně jako u tvorby mapy nebezpečí, vyjádřit různé intenzity zranitelnosti pomocí koeficientů intenzity zranitelnosti.

Ve třetí fázi se stanovuje mapa připravenosti. Připravenost na území lze vyjádřit jako dostupnost sil a prostředků (např. složky IZS) a dostupnost prostředků ochrany obyvatelstva (např. pokrytí území koncovými prvky varování). Pro přesnější zobrazení je opět vhodné užít koeficient připravenosti.

Interakcí mapy nebezpečí, mapy zranitelnosti a mapy připravenosti vznikne mapa rizik. Na barevné škále je možné využít vizualizaci výsledků. Tato vizualizace upozorní na území s vyšší úrovní rizika a může pak být předmětem dalšího zkoumání. K takto definovanému území s vyšší úrovní rizika by pak měl být směřován zájem o snížení rizika nebo alespoň o jeho další nezvyšování. [32]

7 AKTUÁLNÍ TRENDY VÝVOJE GEOINFORMAČNÍCH TECHNOLOGIÍ

Mezi současné trendy a směry vývoje geoinformačních technologií patří například sémantický web, responsivní web, NoSQL databáze, cloud GIS, open GIS, 3D/4D vizualizace, senzorové sítě, ubiquitous mapování, ale také nástroje a systémy pro včasné varování nebo mapy rizik. Geoinformační technologie se v současné době vytváří a upravují pro konkrétní potřeby mimořádné události nejen na národní úrovni, ale zejména na mezinárodní úrovni a spolupráci národních i soukromých iniciativ.

3D Mapy

Trojrozměrné mapování přírodních rizik a mimořádných událostí zaznamenalo v posledních letech významný růst. Nové přístupy k 3D vizualizaci, například Google Earth nebo Virtual Earth přispěly k širšímu přijetí třetího rozměru v mnoha oblastech. Krizovým manažerům umožňuje 3D zobrazení jasnější vnímání katastrof. Nicméně aplikace a zavádění těchto map do praxe není tak jednoduché. Instituce veřejné správy jsou vybaveny základními 2D referenčními databázemi (například ZABAGED, DMU 25, GeoBase a další). Softwarové produkty poskytující 3D vizualizace však nejsou v souladu s kartografickými požadavky na používání symbolů, legendy a barevné kompozice. Touto nejednotností společných pravidel a standardů znakových sad mohou vznikat rozpory v následné komparaci s jinými mapovými podklady. Doposud neexistuje žádný univerzální standard pro tvorbu 3D map. Snahy o standardizaci se zaměřují spíše na datové formáty, nikoliv na vizualizaci a prezentaci dat. [33] I přes tuto nevýhodu 3D vizualizace efektivně prezentuje velké množství komplexních informací širokému spektru uživatelů, a to i těm, kteří mají málo znalostí a zkušeností v oblasti kartografie a GIS. Příkladem využití těchto map je například možnost využití při cvičení složek IZS, nebo při tvorbě evakuačního plánu. Ve 3D zobrazení má uživatel možnost vidět jednotlivé budovy nebo překážky, které ve 2D zobrazení nejsou viditelné a mohou být důležitým aspektem, který ovlivní činnosti spojené na místě mimořádné události.

Systemy včasného varování

Včasné varování je nedílnou součástí cyklu krizového managementu. Včasné varování znamená poskytnutí efektivních a včasných informací prostřednictvím určených institucí, které umožňují jednotlivcům vystaveným nebezpečí přijmout včasné opatření k vyvarování nebo snížení rizik a efektivně se na ně připravit. Včasné varování představuje způsob, kterým je předpovídáno nebo detekováno potenciální nebezpečí a vydáno varování. Povinnost šíření varování a reakcí nezbytných k eliminaci škod nebo ztrát přísluší do kompetence vlády a místních samospráv. [34]

System včasného varování tvoří čtyři základní prvky, kterými jsou znalost rizika, monitorovací a varovná služba, šíření a komunikace a schopnost reakce. [35] Nezastupitelné místo v tomto systému mají GIS, neboť právě pomocí mapy lze interpretovat shromážděná data o přírodních rizicích, jako jsou lesní požáry, hurikány, tsunami nebo zemětřesení. [9]

Na globální úrovni jsou do monitorování a včasného varování zapojeny organizace jako OSN, jejichž orgány sledují data o počasí, hrozby související s vodou a tsunami, sucha, požáry nebo také zdravotní rizika. Na národní úrovni, například v Japonsku, Mexiku, Taiwanu nebo USA využívají systémy pro včasné varování zejména při zemětřeseních. V České republice je monitorování přírodních rizik prováděno Systémem integrované výstražné služby (dále jen SIVS) ve spolupráci s Odborem hydrometeorologického zabezpečení Vojenského geografického a hydrometeorologického úřadu v oblasti operativní meteorologie a hydrologie (dále jen Odbor HMZ VGHMÚř). Výstražné informace SIVS vydává centrální předpovědní pracoviště ČHMÚ v Praze po konzultaci s regionálními předpovědními pracovišti ČHMÚ a po konzultaci s Odborem HMZ VGHMÚř. V České republice jsou tyto systémy včasného varování využívány pro nejpravděpodobnější přírodní mimořádné události – povodně.

Charakteristika všech nových trendů a technologií a zejména jejich technická specifikace by značně překročily rámec a cíle této práce. Další část práce bude proto věnována zejména problematice přípravy na krizové situace za využití konkrétních softwarových nástrojů a programů.

8 SOFTWAREVÉ NÁSTROJE PRO KRIZOVÉ ŘÍZENÍ

V současné době existuje velké množství softwarových nástrojů a programů pro krizové řízení. Softwarová podpora se využívá pro analýzu rizik, modelování, plánování, řízení, monitorování, interoperabilitu nebo k simulaci mimořádných událostí. Charakteristika všech programů by značně překračovala rámeček této práce. Pro základní přehled byly proto programy rozděleny na komerční a nekomerční a dále vybrány jednotlivé programy pro různé druhy mimořádných událostí. Některé programy jsou primárně určeny pro analýzu rizika nebo složité výpočty průběhu mimořádných událostí, ale právě jejich propojením s GIS se zjištěné informace stávají nepostradatelnými pro jednotlivé fáze krizového managementu.

Komerční produkty nejsou běžně veřejnosti dostupné, jedná se o placené služby. Lze o nich říci, že jsou mnohem více propracované a mají větší počet uživatelských funkcí než nekomerční. Mezi programy, které lze využít pro širokou podporu krizového řízení, patří ArcGIS. Tento software od americké společnosti ESRI patří mezi nejrozšířenější na světě. Může data nejen vytvářet a spravovat, ale především je dokáže analyzovat, nacházet v nich nové vztahy a vše přehledně vizualizovat. Výsledky lze poté sdílet nejen ve formátu tradiční mapy, ale i jako interaktivní aplikace či přehledné reporty. Mezi hlavní poskytované aplikace patří desktopové aplikace, serverové aplikace nebo mobilní aplikace. Jak bylo již zmíněno v předchozích kapitolách, tento software je nejvyužívanějším ve veřejné správě, včetně složek IZS. Mezi další největší světové poskytovatele dat patří produkty Geomedia nebo Global Mapper.

Jako vhodnou alternativu ve srovnání s komerčními produkty ESRI lze označit open-source software GRASS (Geografic Resources Analysis Support System). Americký software vyvinutý původně pro vojenské účely, patří mezi veřejně dostupné programy, jehož velkou výhodou je otevřenost programu a přístup ke zdrojovým kódům. Snadno jej lze doplnit o vlastní aplikace k řešení konkrétní úlohy. Mezi další výhody patří česká lokalizace a možnost 3D zobrazení.

Pro přesnější modelování konkrétních mimořádných událostí existují programy, jejichž výstup je zobrazen na mapovém podkladě a uživatel tak získá důležité informace o oblasti, ve které došlo k mimořádné události.

MIKE FLOOD

Ze zahraničních produktů využívaných pro modelování povodní patří například MIKE FLOOD. Tento program vznikl spojením jednorozměrného modelu říční hydrauliky MIKE 11 a dvojrozměrného modelu povrchových vod MIKE 21. Pomocí tohoto programu lze simulovat záplavy, vlnobití v pobřežních oblastech nebo záplavové vlny způsobené protržením hráze.

VLNA

V České republice je pro modelování povodní využíván český produkt VLNA nebo POSIM. VLNA je program, vyvinutý na Vysoké vojenské škole pozemního vojska ve Vyškově. Program umí stanovit výšku čela záplavové vlny v závislosti na vzdálenosti od vodního díla, které bylo narušeno a na charakteru terénu. V návaznosti na tyto výsledky je provedena vizualizace a zobrazení zasaženého území v prostředí MaGIS Professional Studio ve 3D pohledu. [36]

POSIM

POSIM (POvodňový SIMulátor) je program vytvořený společností T-SOFT. Jedná se o webovou aplikaci, umožňující simulovat reálné podmínky při vzniku povodní a jejich skutečné následky vztažené na konkrétní oblast. POSIM využívá mapových podkladů společnosti Google. Nevýhodou tohoto programu se může zdát skutečnost, že pracuje s historickými daty a při modelování si uživatel navolí rozsah povodně, např. 50 nebo 100 letá povodeň. Program však už neřeší situace, které mohly nastat v poslední době a které mohou změnit rozsah povodně, například nově vzniklé zástavy, vznik nových zadržovacích nádrží nebo jiných povodňových opatření a jiné skutečnosti.

HEC-RAS

Pro detailnější modelování povodní je proto vhodnější použít americké programy HEC-RAS a HEC GeoRAS. Zkratka HEC-RAS pochází z anglického názvu „Hydrologic Engineering Center’s River Analysis System“. Jedná se o soubor nástrojů, které slouží k analýze hydrogeologických dat. Tento program umožňuje vytvoření vlastního toku, břehových hran, hrází, zásobních míst, příčných a podélných překážek atd. Hlavní složkou je vytvoření příčných profilů. Program

pracuje s digitálním modelem terénu, který může být vytvořen ve dvou formách, a to jak v trojúhelníkovém formátu TIN, tak v klasickém rastrovém formátu. Umožňuje vytvořit osu toku, průtočnou osu, břehové linie a příčné řezy. Lze také dodat prvky týkající se využití půdy s dodáním součinitelů drsnosti, ale také mosty, hráze, zadržovací nádrže aj. HEC-GeoRAS vytváří soubory geometrických dat pro přenesení do programu HEC RAS. Po provedení propočtu v programu HEC-RAS je možné data nazpět převést do grafického rozhraní programu HEC-GeoRAS, kde mohou být provedeny další prostorové analýzy, jako například modelování záplavového území, modelování rychlosti proudění nebo modelování smykových ploch povrchu. [37]

Floreon+

Mezi zajímavý český GIS produkt patří Floreon+. Jedná se o projekt, který vznikl na Vysoké škole báňské – Technické univerzitě Ostrava. Cílem projektu je vytvoření integrační a provozní platformy pro monitorování, modelování, predikci a podporu řešení krizových situací, a to především se zaměřením na oblast Moravskoslezského kraje. Systém, vyvíjený v rámci projektu výzkumu a vývoje, umožňuje díky své modularitě a otevřenosti snadnou integraci různých tematických oblastí, regionů i dat. Jeho využití je především na úrovni podpory procesů krizového řízení, a to jak v rámci operativy, tak z pohledu simulací. [38]

Hlavním a nosným tématem celého projektu je oblast hydrologie. V této oblasti se vyvíjený systém zaměřuje především na získávání a analýzu relevantních dat v reálném čase, na které se aplikují predikční algoritmy. Výstupem jsou pak informace pro podporu rozhodování v rámci procesů krizového řízení v podobě predikovaných průtoků na vybraných tocích včetně vyhodnocení spolehlivosti těchto predikcí a srovnání se skutečným měřeným stavem, či predikce a vizualizace rozlivů vodních toků v krajině. Mimo oblast hydrologie, se projekt Floreon+ zaměřuje také na další oblasti, které úzce souvisejí s problematikou krizového řízení a jeho podpory. Aktuálně se výzkumné týmy zaměřují na témata modelování znečištění životního prostředí či problematiku monitorování a predikcí dopravních situací. [38]

TerEx

TerEx (Teroristický Expert) je software vyvinutý českou firmou T-SOFT. Tento program je určen pro rychlý odhad následků havárií a teroristických nebo vojenských útoků. Má rozsáhlé využití pro operativní jednotky IZS jak přímo na místě, tak i v řídicím středisku. Program poskytuje výsledky i při nedostatku přesných vstupních informací. Předpověď následků je založena na konzervativní prognóze – výsledky odpovídají takovým podmínkám, při kterých dojde k maximálním možným následkům (nejhorší varianta). TerEx má také návaznost na GIS, takže výsledky je možno přímo zobrazovat v mapách. Integrovanou součástí programu je modul pro zobrazování výsledků do mapy. Jako podklad je možno využít lokální geografická data, případně se připojit na služby mapového serveru Státního mapového centra. Každá instalace má rovněž možnost využití map z prohlížeče Google. [39]

Základní modely softwaru TerEx [39]:

TOXI – vyhodnocuje dosah a tvar oblaku dle koncentrace toxické látky.

UVCE – vyhodnocuje dosah působnosti vzdušné rázové vlny vyvolané detonací směsi látky se vzduchem.

PLUME – řeší výtokový oblak vznikající při déletrvajícím úniku látky do atmosféry. V rámci tohoto modulu existují tři možnosti – únik plynu, únik vroucí kapaliny s rychlým odparem, pomalý odpar kapaliny z louže.

PUFF – zabývá se rozptylem oblaku uvolněné látky při jednorázovém úniku do okolní atmosféry. Existují další dvě možnosti – jednorázový únik plyn do oblaku a jednorázový únik vroucí kapaliny s rychlým odparem do oblaku.

POISON – vyhodnocuje dosah a tvar oblaku otravné látky, který se po rozptýlení vytvoří na určitém území.

FLASH FIRE – vyhodnocují velikost prostoru ohrožení osob plamennou zónou. Tento modul má další tři typy – BLEVE, JET FIRE, POOL FIRE.

TEROR – vyhodnocuje možné následky exploze nástražného výbušného systému založeného na kondenzované fázi.

ATP-45B – vychází z předpisu NATO a řeší události s použitím otravné látky na určitém území. Obsahuje další dva typy událostí – ROTA a CHEM.

Podobný program k efektivnímu modelování úniku nebezpečných chemických látek a vytváření prognózy havarijních projevů je ROZEX. Tento program je používán zejména pro podporu zasahujících jednotek. Aplikace využívá databázi cca 8 000 látek obsahující fyzikálně – chemické vlastnosti, požárně a bezpečnostně technické charakteristiky, údaje o toxicitě, postupy při hašení a zdravotním ošetření. Generované následky lze také zobrazit do mapových vrstev a vizualizovat tak jejich dopady. [40]

ALOHA

Program ALOHA (Areal Locations of Hazardous Atmospheres) je nástroj pro modelování úniků nebezpečných (toxických, hořlavých, výbušných) látek do atmosféry. Na základě řady vstupních údajů a externích vlivů modeluje nebezpečnou zónu (Threat zone), kde nastává ohrožení vlastnostmi uniklé látky. Funkce programu je v mnohém totožná s programem TerEx, z čehož vyplývá i jeho nasazení v obdobných situacích. Od aktuální verze TerExu se odlišuje menším počtem látek v základní databázi, naopak z hlediska modelů šíření se jedná o velmi propracovaný a kvalitní nástroj. Možností zobrazit zákresy pouze v prostředí GIS systémů MARPLOT a ArcView (pomocí transformace nástrojem ALOHA Arc Tools) se mohou zdát omezené, nicméně rozsah a možnosti numerických výsledků a výpočtů staví ALOHA na úroveň nástrojů vyšší kvality.

Tato aplikace je na rozdíl od komerčního produktu TerEx šířena zdarma americkou organizací NOAA – National Ocean Service, Office of Response and Restoration a je vyvíjena cca přes 25 let. Z toho vyplývá široká mapová podpora oblastí severoamerického kontinentu a také značné ověření nástroje praxí.

Pro rozšíření základních vlastností programu jsou k dispozici zdarma další programy od NOAA. Kromě již zmíněného Arc Tools pro podporu transformace zákresů do vrstev ArcView jsou to databáze látek CAMEO a jednoduchý GIS prohlížeč MARPLOT.

XVR

Mezi další zajímavý produkt patří také simulační program XVR, který vytvořila nizozemská firma E-semble jako novou interaktivní pomůcku pro výcvik hasičů. Není to typický samostatný geografický nástroj, ale výukový program, na kterém lze ve virtuální realitě provádět simulaci řízení zásahu složek IZS při různých druhích mimořádných událostí, například požár, dopravní nehoda, zásah spojený s nebezpečnými látkami apod. Lze na něm provádět řízení zásahu na taktické, operační i strategické úrovni. V praxi se jedná o soubor softwarového vybavení a audiovizuální techniky (počítač, dataprojektor, ovládací jednotka – joystick), který umožňuje provádět úkony od začátku až do likvidace mimořádné události. V současné době program disponuje 27 jednotlivými prostředními zobrazenými v 3D (například město, silniční tunel, otevřená krajina, letiště), v rámci nich se následně utváří jednotlivé scénáře událostí. [41] Program tedy umožňuje nácvik činností v krizovém řízení v přímé interakci s mapou. Uživatel musí při rozhodování brát v úvahu charakter okolního terénu, příjezdové komunikace, městské zástavby a další urbanistické prvky.

2GIS

2GIS je v současné době jedním z nejdetailnějších geoinformačních systémů území města Prahy. Společnost 2GIS působí na trhu již 16 let a pokrývá více než 280 měst v osmi zemích světa (kromě ČR je to například Itálie, Kypr, Chile, Rusko či Spojené arabské emiráty). 2GIS nabízí volně stažitelnou aplikaci pro platformy Windows, Mac OS, Android, Windows Phone a BlackBerry. Aplikace obsahuje aktuální údaje o nejrůznějších místech a organizacích a dále informace jako například vstupy do budov, počty pater, indoor navigace obchodních center nebo parkovací zóny. Aplikace umožňuje také detailní 3D zobrazení. Tato aplikace může být užitečná zejména pro uživatele, který potřebují okamžitě získat základní informace o daném objektu. Náhled mapy a detailní informace o požadovaném objektu je znázorněn v příloze 1.

Softwarové nástroje mají v krizovém řízení své nezastupitelné místo. Hlavním cílem simulace a modelování mimořádné události je vytvořit co nejreálnější obraz dané skutečnosti a jevů, které vznikají při mimořádné události. V neposlední řadě

lze simulaci využít pro vzdělávání zasahujících členů bezpečnostních sborů a orgánů krizového řízení.

9 ANALÝZA ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY A SOUČASNÉHO STAVU

Na základě analýzy poznatků a informací o geografických a analytických softwarových nástrojích v teoretické části bude v praktické části této práce zpracován možný scénář dvou mimořádných událostí. S ohledem na aktuální hrozby a rizika, která v současné době představují ohrožení života lidí a bezpečnosti států nejen v Evropě, byl vybrán scénář možného teroristického útoku v hlavním městě Praze. Cílem praktické části je analýza současného stavu s využitím získaných poznatků v teoretické části práce a vytvoření modelového scénáře konkrétní mimořádné události. V závislosti na zjištěných výsledcích jsou dále přijata vlastní doporučení a návrhy na řešení situace a vybraných otázek v oblasti bezpečnosti.

Na obranu proti teroristickým útokům jsou přijímána nemalá bezpečnostní opatření a vynakládány velké finanční prostředky. Terorismus představuje hrozbu, na kterou je obtížné se dopředu připravit. Nevíme, kdy, kde a jakými prostředky dojde k útoku. Mezi základní principy ochrany patří analýza již proběhlých útoků a vyhodnocení, zda bylo možné přijmout bezpečnostní opatření, které by snížilo ztráty na lidských životech a majetku. Cílem teroristických útoků, případně jinak motivovaných útoků, jsou v poslední době tzv. měkké cíle. Tento termín není nikde přesně definován a je odvozen z anglického „soft targets“. Toto označení je bezpečnostní komunitou používáno pro označení míst s vysokou koncentrací osob a nízkou úrovní zabezpečení proti násilným útokům. Tím se liší od tzv. hard targets, tvrdých cílů, kterými jsou dobře chráněné a střežené objekty útoků (například některé státní objekty, vojenské objekty, objekty dalších bezpečnostních složek, ale i některé dobře chráněné či střežené nestátní či komerční objekty. Členění objektů na soft targets a hard targets je významné i z hlediska samotného přístupu k problematice zabezpečení. Vychází z optiky útočníků a jejich cíle, je zaměřené na pravděpodobnost útoku, nezkoumá pouze jeho dopad a význam pro společnost. Tento přístup je tedy v mnohém přínosný, neboť se zabývá ochranou subjektů, které by z hlediska tradičního pojetí protiteroristických opatření nebyly do těchto opatření zahrnuty – komerční, komunitní, soukromé osoby apod. [42]

Mezi měkké cíle lze zařadit následující objekty [42]:

- školská zařízení, knihovny,
- církevní památky a místa určená k uctívání,
- nákupní centra, tržiště, obchodní komplexy,
- kina, divadla, koncertní sály, zábavní centra,
- shromáždění, průvody, demonstrace,
- bary, kluby, diskotéky, restaurace a hotely,
- parky a náměstí, turistické památky a zajímavosti, muzea, galerie,
- sportovní haly a stadiony,
- významné dopravní uzly, vlaková a autobusová nádraží, letištní terminály,
- nemocnice, polikliniky a další zdravotnická zařízení,
- veřejná shromáždění, průvody, poutě,
- kulturní, sportovní, náboženské a další akce,
- komunitní centra.

Z uvedeného výčtu je zřejmé, že měkkých cílů existuje velké množství. Tento fakt silně limituje praktické možnosti jejich zabezpečení pouze ze strany státu a zvyšuje význam bezpečnostních opatření přijímaných samotnými měkkými cíli. Řada měkkých cílů navíc dokáže svoji bezpečnost zajistit i lépe (například má k tomu více prostředků – znalost prostředí, kontakt s ním, přítomnost lidí na místě, ale také finanční možnosti), než stát.

Podle statistických dat Global Terrorism Database Marylandské univerzity v USA, bylo v Evropě v letech 1998 – 2014 provedeno celkem 5297 teroristických útoků (zahrnuje dokončené i nedokončené útoky), jejichž cílem byly v 53% měkké cíle a v 41% vládní objekty, armáda nebo policie. Způsob provedení těchto útoků byl v 57% s použitím výbušniny. Mezi další způsoby útoků patří například sebevražedný ozbrojený útok, žhářský útok, útok střelnou zbraní (aktivní střelec) nebo útok nájezdem vozidla.

V následující části práce byl vytvořen možný scénář dvou mimořádných událostí. První událost se zabývá analýzou scénáře možného útoku na Staroměstském náměstí v Praze, kdy dojde k odpálení vozidla naloženého výbušninou. Druhý případ popisuje možné použití a rozptýlení nebezpečné chemické látky také na stejném místě.

Na základě statistických dat Pražské informační služby – Prague City Tourism za rok 2015, byla vytvořena tabulka nejnavštěvovanějších míst v Praze. Jedná se o nejvíce vyhledávané turistické cíle. Na základě vlastní analýzy dalších objektů, které jsou v kategorii tzv. měkkých cílů a ve kterých dochází k vysoké koncentraci lidí, byly do tabulky vybrány a zahrnuty další objekty, kterými jsou Mezinárodní letiště Václava Havla v Praze, Hlavní vlakové nádraží a Obchodní centrum Palladium na Náměstí republiky. Data o návštěvnosti těchto objektů byla získána z oficiálních internetových stránek.

Tab. 3 – Místa v Praze s nevyšší koncentrací lidí.

Zdroj: autor.

lokalita	celkový přibližný počet návštěvníků v roce 2015
Praha Hlavní nádraží	28 820 000
Obchodní centrum Palladium	15 800 000
Mezinárodní letiště Václava Havla v Praze	12 030 928
Pražský hrad	1 875 000
Petřín	1 479 000
ZOO Praha	1 318 000
AquaPalace Praha	996 500
Staroměstská radnice	716 000
Židovské muzeum	629 000
Karlův most	512 000
Václavské náměstí	335 000
Náměstí republiky	125 000

Získaná statistická data o vybraných místech byla v prostředí Tenkého mapového klienta HZS ČR zakreslena do podkladové mapy. Z důvodu velké vzdálenosti některých objektů a pro lepší názorné zobrazení byly pro názornou ukázkou vybrány a zobrazeny pouze lokality v centru Prahy. Na mapě jsou současně zobrazeny oddělení Policie ČR, výjezdové základy ZZS a HZS Hl. m. Prahy. Mapa je zobrazena v příloze 2.

Jako další byla provedena analýza prostřednictvím sběru dat Google Analytics o turisticky nejzajímavějších místech v Praze. K této analýze byla použita webová aplikace Sightsmap, která sbírá uživatelská data vložená samotnými uživateli Google. Na základě těchto dat je vytvořena tzv. heat mapa, která zobrazuje turisticky nejatraktivnější místa. Pro lepší identifikaci jsou vybrané lokality v mapě číselně označeny. Mapa je zobrazena v příloze 3.

Pro další modelování scénáře mimořádné události byla vybrána lokalita Staroměstského náměstí v historickém centru Prahy. Tato lokalita byla vybrána z důvodu otevřeného prostranství, pro které je obtížné vytvořit bezpečnostní opatření k zamezení teroristického nebo jiného útoku s ohrožením většího množství lidí.

Identifikaci rizikových lokalit je vhodné doplnit o další významné objekty, které se v jejich blízkosti nacházejí. Významnými objekty jsou pro krizové řízení takové objekty, kterým je zapotřebí věnovat zvýšenou pozornost. Čím více se významných objektů vyskytuje na určitém území, tím se pro takové území zvyšuje zranitelnost. K názornější představě o umístění významných objektů je zpracována mapa rizika. Pro identifikaci významných objektů lze využít například podklady a data z komplexního digitálního geografického modelu území České republiky ZABAGED. Tyto podklady lze dále například s využitím softwaru QGIS podrobněji analyzovat. V příloze 4 jsou zobrazeny možnosti zobrazení strukturovaných vrstev a mapové kompozice, které ZABAGED nabízí.

Na základě předchozích informací je Staroměstské náměstí vyhledávaným cílem turistů. Jeho poloha je v samotném historickém centru Prahy a je na hlavní trasou k dalším vyhledávaným atrakcím a památkám. Poloha Staroměstského náměstí je zobrazena v příloze 2. Na Staroměstské náměstí je možný také vjezd dopravním prostředkem a to z ulice Pařížská a dále lze pokračovat do ulice Dlouhá. Na náměstí

se odehrávají pravidelné kulturní, sportovní a jiné společenské akce s větším počtem shromážděných lidí, například při rozsvícení vánočního stromu navštíví náměstí v jeden okamžik i několik tisíc lidí.

9.1 SWOT analýza

Na základě získaných informací byla vypracována SWOT analýza, díky které byly zjištěny existující problémy a poznatky, které byly následně vyhodnoceny jako silné a slabé stránky a dále příležitosti a hrozby. Cílem této analýzy je přehledné zhodnocení současného stavu bezpečnostních opatření a odhalení případných nedostatků. Silné a slabé stránky, příležitosti a hrozby jsou uvedeny v následující tabulce.

Tab. 4 – SWOT analýza.

Zdroj: autor

<p>silné stránky</p> <ul style="list-style-type: none"> - kamerový systém - bezpečnostní opatření Policie ČR - typové činnosti složek IZS 	<p>slabé stránky</p> <ul style="list-style-type: none"> - turisticky atraktivní oblast - přístupnost dopravním prostředkem - podcenění bezpečnostních složek
<p>příležitosti</p> <ul style="list-style-type: none"> - preventivní činnost - informovanost veřejnosti o možnostech ohrožení - výcvik bezpečnostních složek 	<p>hrozby</p> <ul style="list-style-type: none"> - nedostatek financí - omezené personální stavy Policie ČR - vyvíjení nových typů útoků - nepředvídatelnost útoku - útok na více místech najednou

V současné době je na území hlavního města Prahy umístěno celkem 924 kamerových stanovišť a 72 monitorovacích pracovišť městského kamerového systému. Staroměstské náměstí a přilehlé okolní ulice jsou také pod dohledem kamerového systému, který nepřetržitě sleduje a vyhodnocuje Operační

a informační středisko Policie ČR a Operační středisko Městské policie hl. m. Prahy. Kamerový systém za posledních několik let prošel celkovou renovací, je digitalizovaný a většina kamer má vysoké rozlišení. Hlavním přínosem kamerového systému je zejména prevence kriminality, dohled nad veřejným pořádkem a v neposlední řadě hraje důležitou roli při objasňování a dokazování trestné činnosti.

Kamerové systémy prochází rychlým vývojem a v současné době se ve světě objevují technologie, které umí automaticky rozpoznávat obličeje. Jedná se sice o technologicky složitý proces, ke kterému je potřeba instalace nových speciálních kamer a softwaru, ale do budoucnosti tato technologie může významně přispět ke zvýšení bezpečnosti občanů a ochrany veřejného pořádku.

Další silnou stránku jsou bezpečnostní opatření prováděná Policií České republiky a Městskou policií hl. m. Prahy. Zvýšená bezpečnostní opatření jsou realizována nejen v případě konání sportovních, kulturních nebo jiných akcí, ale i s ohledem na bezpečnostní situaci v okolních státech Evropy. V návaznosti na teroristické útoky v okolních zemích byly například na několik měsíců posíleny hlídky Policie ČR a do opatření byla také zapojena Armáda České republiky.

Jako slabé stránky byly identifikovány hrozby, které souvisí s otevřeným prostorem, tzn. jedná se o turisticky vyhledávané místo, které je přístupné dopravním prostředkem. Spolu s přetížeností pozemních komunikací se jedná o otázku, kterou je nutné se zabývat. Další slabá stránka byla vyhodnocena jako podcenění bezpečnostních složek. Na rizikových místech jsou sice posíleny hlídky Policie ČR nebo městské policie, ale pokud si policista nebude všimnout podezřelých předmětů a osob, je takové opatření neúčelné.

Ochrana měkkých cílů je složitá a vždy bude existovat potenciální riziko vzniku mimořádné události. Jako příležitost k eliminaci nežádoucích jevů se jeví informování a spolupráce s občany o možných krizových scénářích a preventivní výchovná činnost v oblasti ochrany obyvatelstva. Jedná se o opatření obecné povahy, které lze aplikovat i na jiné události. Cílem této informovanosti by mělo být vzbudit ve veřejnosti zájem všimnout si okolního prostředí, mít důvěru ke spolupráci s bezpečnostními složkami a získání základních informací jak se chovat v případě

ohrožení. Bezpečnostní složky by měly v reakci na aktuální hrozby a rizika procházet výcvikem a procvičováním reakcí na krizové scénáře.

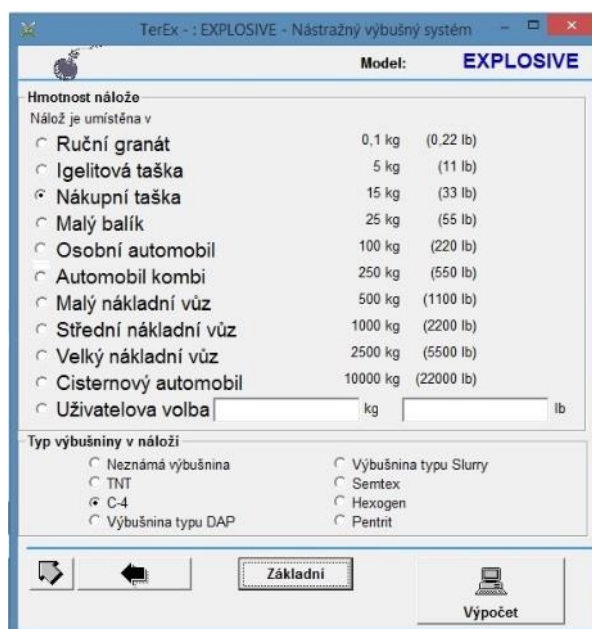
Mezi největší hrozby patří nepředvídatelnost útoku a způsob jeho provedení. Je nemožné předpovědět, kdy a kde dojde k teroristickému útoku. V případě útoku na více místech najednou může dojít ke ztížení podmínek pro činnost složek IZS. Způsob útoku nelze předpovědět, ale v rámci bezpečnostních opatření a prvků lze snížit jeho pravděpodobnost. Klíčovou roli v oblasti předcházení teroristickým útokům má Bezpečnostní a informační služba, která zabezpečuje a zpracovává všechny analytické a operativní informace, jež souvisí s bezpečností České republiky. Dalším důležitým orgánem je tzv. Národní kontaktní bod pro terorismus zřízený v rámci Národní centrály organizovaného zločinu. Tento orgán spolupracuje mimo jiné také s Europolem, Interpolem a dalšími zahraničními subjekty při předcházení, odhalování a vyšetřování teroristické trestné činnosti.

Jako další hrozbou se jeví omezené finanční možnosti subjektů podílejících se na zajišťování bezpečnosti. Zejména u Policie ČR došlo v minulých letech ke snížení rozpočtu a personálnímu podstavu na některých útvarech. Každé bezpečnostní opatření stojí řádově miliony korun, v závislosti na délce trvání. V této souvislosti je nutné řešit otázku navýšení finančních prostředků na zajištění bezpečnosti a platové ohodnocení příslušníků Policie ČR.

10 SCÉNÁŘ MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI S POUŽITÍM VÝBUŠNINY

Jedním z možných scénářů teroristického útoku je najetí vozidla do davu lidí. Aby byl útok ještě intenzivnější, bylo ve vozidle naloženo 15 kg výbušniny C-4, která byla aktivována řidičem po nehodě vozidla. K útoku došlo v období vánočních trhů v neděli dne 22. prosince 2016, kolem 18. hodiny, kdy se na trzích pohybuje řádově několik stovek lidí. K modelování této události byl využit program TerEx, který je takto vhodný pro rychlý odhad následků mimořádné události tohoto typu.

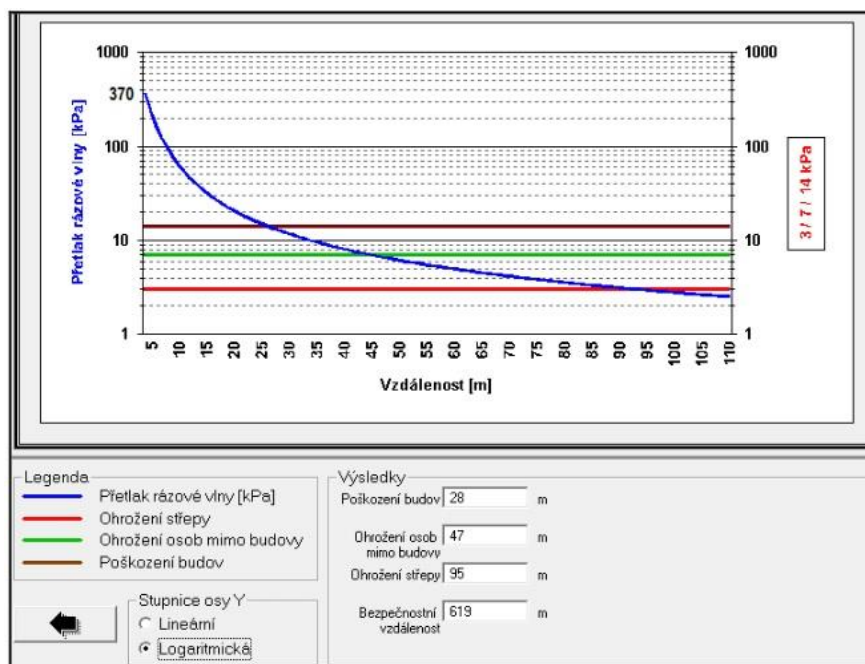
Po navolení požadovaných parametrů události (obr. 10) TerEx automaticky vypočítá oblast výbuchu a zobrazí další údaje o vzdálenosti ohrožení osob.



Obr. 10 - Navolení požadovaných parametrů v programu TerEx.

Zdroj: autor, prostřednictvím programu TerEx.

Při výbuchu došlo k velmi silné rázové vlně o intenzitě 370 kPa, která způsobí závažné poškození budov v okruhu 28 metrů a závažné poškození osob mimo budovy v okruhu až 47 metrů. Grafické znázornění účinků a předpokládané vzdálenosti tlakové vlny je zobrazeno v příloze 5. Velikost přetlaku rázové vlny je zobrazena v grafu na obrázku 11.



Obr. 11 - Grafové znázornění tlakové vlny.

Zdroj: autor, prostřednictvím programu TerEx.

Na základě přetlaku tlakové vlny lze odvodit úroveň zničení okolních budov a dopady na život a zdraví člověka. Zranění lidí způsobená vzdušnými rázovými vlnami mohou pocházet buď z přímého účinku rázové vlny, nebo nepřímo, kdy dojde k nárazu těla na překážku nebo zásahem letícího úlomku. Pro přehlednost jsou následky tlakové vlny zobrazeny v následující tabulce.

Tab. 5 – Následky tlakové vlny.

Zdroj:http://uchi.vscht.cz/uploads/pedagogika/bezpecnostni_inzenyrstvi/06.BI.Pozary%20a%20exploze.pdf

přetlak v čele tlakové vlny Δp (kPa)	úroveň zničení budov a konstrukcí
> 83	úplné zničení
> 35	vážné škody
> 17	střední škody
> 3,5	lehké škody
	dopady na člověka
16,5	poškození ušních bubíneků 1 %
19,3	poškození ušních bubíneků 10 %
34,5	poškození ušních bubíneků 50 %
43,5	poškození plic
100	úmrtí 1 %
121	úmrtí 10 %
141	úmrtí 50 %
176	úmrtí 90 %
200	úmrtí 100 %

Na základě analýzy zjištěných účinků je zřejmé že by došlo k velkému počtu úmrtí přítomných lidí, řádově by se mohlo jednat minimálně o desítky lidí. Další desítky až stovka přítomných lidí by utrpěly vážná zranění. K dalším zraněním osob by došlo také v okolních budovách. V závislosti na blízkosti výbuchu u konkrétní budovy by mohlo dojít také k narušení její statiky. Na šíření tlakové vlny má vliv mimo jiné i zastavěná oblast a mohlo by dojít k narušení budov, které nejsou zobrazeny ve výseči. Modelová situace byla zvolena s množstvím 15 kg výbušniny C-4. S jiným druhem nebo větším množstvím výbušniny by byly následky mnohem větší.

11 SCÉNÁŘ MIMOŘÁDNÉ UDÁLOSTI S POUŽITÍM NEBEZPEČNÉ CHEMICKÉ LÁTKY

Jako druhý scénář byla vybrána obdobná situace jako u prvního scénáře, s tím rozdílem, že se jednalo o vozidlo (mobilní zdroj) převážející nebezpečnou chemickou látku – chlor. Chlor je za normální teploty a tlaku žlutozelený silně dráždivý plyn, těžší než vzduch. Jeho účinek je závislý na koncentraci a době expozice. Expozice nízkým koncentracím plynného chloru (1-10 ppm) způsobuje bolesti v krku, kašel a dráždí oči a kůži. Expozice vyšším dávkám vyvolává pálení očí a kůže, zrychlené dýchání, zúžení bronchů, sípot, modré zbarvení kůže, akumulaci tekutin v plicích a bolest na plicích. Expozice vysokým dávkám může způsobit plicní kolaps a smrt. Zkapalněný chlor je v láhvi pod tlakem, po jejím otevření vytéká a na vzduchu se odpařuje. Protože je těžší než vzduch, drží se u země a za vhodných podmínek je schopen vytvořit po vypuštění dostatečně velkého množství plynu smrtící oblak do hloubky několika kilometrů. Chlor je pro účely terorismu snadno zneužitelný pro svou dostupnost a dostatečnou toxicitu. [43]

K modelování odhadu následků byl použit program ALOHA. Tento program na rozdíl od TerExu umožňuje definovat podrobnější údaje o atmosférických podmínkách nebo o zdroji úniku (tvar nádrže, míra zaplnění, velikost trhliny a další údaje). Základní vstupní data zůstala totožná jako v prvním scénáři. V dané době došlo k útoku za využití menšího cisternového vozidla převážející nebezpečnou chemickou látku – chlor. Po nárazu do jedné z budov na Staroměstském náměstí došlo k protržení zásobníků s chlorem, který začal unikat do okolí. Pro lepší přehlednost jsou definovaná data uvedena v následující tabulce.

Tab. 6 – Základní vstupní údaje do programu ALOHA.

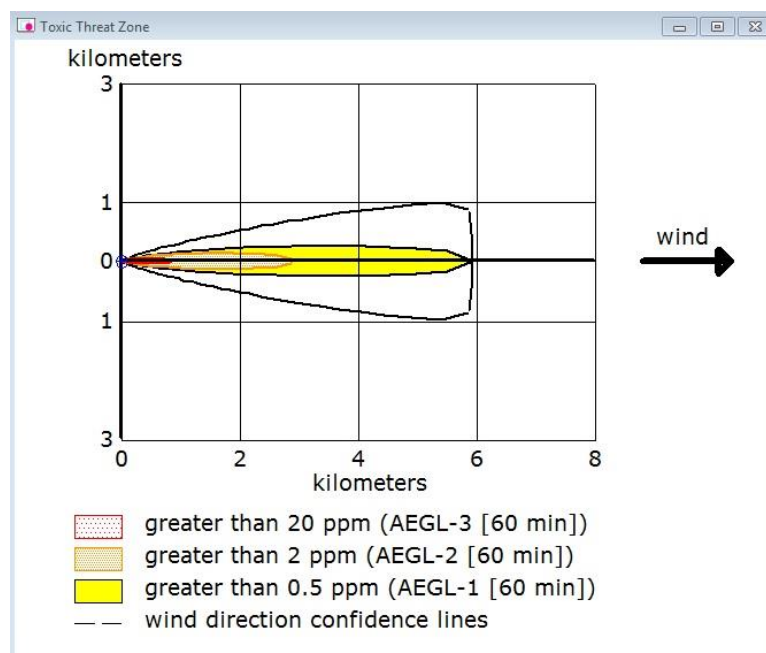
Zdroj: autor, prostřednictvím programu ALOHA.

lokality, čas	Staroměstské náměstí, Praha 22. prosince 2016, 18:00 hod.
chemická data	Chlor AEGL-1 ¹ (60min): 0,5 ppm AEGL-2 (60 min): 2 ppm AEGL-3 (60 min): 20 ppm IDLH: 10 ppm
meteorologická data	vítr: východní vítr, 5m/s, ve 3 metrech nad zemí terén: městská zástavba nebo les oblačnost: 75% teplota vzduchu: 0° C vlhkost: 75% bez inverze
síla zdroje	cisterna o průměru 2 m, délka 5 m únikový otvor o velikosti 0,5 m x 1m celkové množství uniklé látky 100 kg doba úniku 100 kg/min
zóna ohrožení	červená – 843 m (20 ppm) oranžová – 2,9 km (2 ppm) žlutá – 5,9 km (0,5 ppm)

Výsledky předpokládaného rozsahu úniku nebezpečné látky byly následně graficky zobrazeny, viz obrázek 12. Z výsledků je patrné, že i zdánlivě menší množství chloru (100 kg) má za následek vznik zóny se smrtelným zasažením v dosahu 843 metrů po směru větru a zdravotní postižení může způsobit až do vzdálenosti 5,9 km, v závislosti na meteorologických podmínkách a místě šíření. Na

¹ Acute Exposure Guideline Levels – směrnice úrovní akutní expozice, slouží k popisu rizika působení chemických látek rozptýlených ve vzduchu na lidi. Má celkem 3 úrovně závažnosti, jež jsou určeny pro expozici po dobu jedné hodiny.

základě zvoleného scénáře by v tomto případě mohlo dojít k desítkám úmrtí nejen v bezprostředním místě mimořádné události, ale dále také v dalších místech v závislosti na meteorologických podmínkách.



Obr. 12 – Grafické znázornění výsledků úniku nebezpečné chemické látky.

Zdroj: autor, prostřednictvím programu ALOHA.

Pro přehlednější zobrazení zasažené zóny a směru šíření byla data zobrazena v programu MARPLOT na mapovém podkladě OpenStreetMap. Výsledek je zobrazen v příloze 6. ALOHA umožňuje také export dat do prostředí ArcMap ESRI nebo Google Earth. Zobrazení v aplikaci Google Earth je znázorněno v příloze 7.

Pro řešení mimořádné události je možné dále využít široké spektrum GIS. Aplikace tenkého mapového klienta HZS ČR umožňuje například zobrazení příjezdových tras složek IZS. V příloze 8 je zobrazena příjezdová trasa HZS Hl. m. Prahy ze stanice Praha Holešovice. Policie ČR dále disponuje systémem událostí IS Zikmund, který umožňuje sledování hlídek PČR na mapě. Umožňuje tak operačnímu důstojníkovi vyslat na místo nejbližší hlídku nebo zakreslovat do mapy různé vlastní údaje, například uzavření ulic. Náhled aplikace s GPS pozicí vozidel je zobrazen v příloze 9.

12 NAVRHOVANÁ BEZPEČNOSTNÍ OPATŘENÍ

Ochrana tzv. měkkých cílů je velmi obtížná. Vzhledem k přístupu široké veřejnosti nelze zcela zabránit vzniku takového nebo podobného útoku. Na základě předchozí analýzy SWOT lze však najít způsoby, které by mohly přispět ke snížení rizika vzniku takové události.

Jedním z opatření je posílení a modernizace kamerového systému. Instalace kamer s vysokým rozlišením zejména v nočních hodinách může přispět ke zlepšení monitorování problematických míst a příjezdových komunikací. Kamerové systémy mají i další užitečné funkce, jako je prevence kriminality nebo napomáhání při odhalování spáchaných trestných činů.

Další problematickou částí je dopravní situace v některých lokalitách centra Prahy. V reakci na předchozí teroristické útoky byly v roce 2015 na území městské části Praha 1 instalovány tzv. bezpečnostní sloupky, které mají omezit možnost vjezdu vozidel v okolí židovských objektů. Konkrétně byly nainstalovány ve vyústění ulic U Starého Hřbitova a ulice Maiselova. Na základě předchozích útoků v zahraničí byly některé bezpečnostní prvky v České republice přijaty až v reakci na tyto situace. Centrum Prahy je z pohledu dopravy přetížené a vjezd do některých historických ulic a částí by měl být úplně zakázán. Jako vhodné řešení se jeví umístění bezpečnostního vysunovacího sloupku na vyústění ulic Pařížská a Dlouhá a zákaz vjezdu na náměstí z obou stran. Tento sloupek by byl ovladatelný Policií ČR a Městskou policií, aby v případě nutnosti mohlo dojít k vjezdu na náměstí. Radnice městské části Prahy 1 zpracovala v roce 2016 studii o proveditelnosti na ochranu zatížené zóny Staroměstského náměstí a přilehlých ulic, kde se počítá s instalací těchto vysunovacích sloupků. Tato studie má za cíl regulaci z důvodu dopravní vytíženosti, nicméně se také jedná o silný bezpečnostní prvek. Zatím však není zcela zřejmé, kdy k instalaci dojde.

Ke zvýšení bezpečnosti mohou dále přispět detektory výbušnin nebo použití speciálně vycvičených psů na odhalování výbušnin. Detektory výbušnin se využívají hlavně na letištích, ale existují také přenosné detektory, které umožňují vyhledávat výbušné předměty v terénu, například při kontrole vozidla.

V neposlední řadě je nutné řešit otázku finančních možností. Bezpečnostní opatření, ať už v podobě zajištění fyzické bezpečnosti, elektronických nebo mechanických prvků vyžadují nemalé investice. V rozpočtových kapitolách orgánů veřejné správy by proto mělo dojít k posílení rozpočtů, aby mohla být přijata kvalitní bezpečnostní opatření a investováno zejména do techniky bezpečnostních složek, Policie ČR a Městské policie.

V oblasti ohrožení obyvatelstva CBRN látkami hrají důležitou roli systémy včasného varování a vyrozumění a následná bezpečnostní opatření. V případě rozsáhlejší kontaminace území je evakuace území poměrně složitá a proto by lidé měli mít základní informace o individuální a improvizované ochraně, včetně informací o ukrytí v budovách. Nemusí se jednat vždy o úmyslný útok s využitím chemických látek, ale může se jednat o dopravní nehodu, havárii v podniku nebo jiný možný způsob úniku chemických látek. Chemické látky jsou součástí našeho života a v současné době jsou využívány v mnoha odvětvích lidské činnosti. Klíčovým prvkem v této oblasti je výchova a vzdělávání v oblasti ochrany obyvatelstva. Hlavním cílem by mělo být zvýšení povědomí veřejnosti o možnosti vzniku mimořádné události a informovat o základních principech chování v případě vzniku takové události. Tato otázka je mimo jiné řešena i v Koncepci ochrany obyvatelstva z roku 2013.

13 DISKUSE

Pro praktickou část diplomové práce bylo zvoleno konkrétní téma teroristických útoků na tzv. měkké cíle. Tento námět byl vybrán s ohledem na současné bezpečnostní hrozby. Geografická informační podpora hraje důležitou roli nejen při plánování bezpečnostních opatření, ale také při řešení nastalé mimořádné situace. Na základě provedené SWOT analýzy a analýzy dostupných informací o tomto tématu byly identifikovány silné a slabé stránky a zjištěny možné příležitosti a hrozby. Analýzou bylo zjištěno, že zajištění bezpečnosti je ovlivněno zejména finančními možnostmi dané organizace, v tomto případě orgánů veřejné správy a bezpečnostních sborů. Současné materiální a technické prostředky Policie ČR jsou často zastaralé a vyžadují obnovu. Jedním z navrhovaných řešení je vybavení Policie ČR moderními technickými prostředky a doplňovat je dle aktuální potřeby a aktuálních bezpečnostních hrozeb. Konkrétně se jedná o vybavení policistů přenosnými detektory výbušnin pro kontrolu odstavených vozidel v blízkosti zájmových objektů.

Dřívější zkušenosti i praxe ze zahraničí s podobnými mimořádnými událostmi ukazují, že bezpečnostní opatření a reakce jsou přijímána často až po vzniku takové události. I když je problematika ochrany měkkých cílů složitá, základním cílem by mělo být provedení analýzy rizik a hodnocení dalších opatření. K takové analýze lze využít i GIS a další softwarové produkty. Pro tuto práci byly k simulaci a odhadu následků mimořádné události vybrány nástroje TerEx a ALOHA a výsledky byly zobrazeny na mapovém podkladě. Jako pomocný nástroj byl použit Tenký mapový klient HZS ČR a webová aplikace Google Sightsmap. Pro simulaci výbuchu a zjištění možného místa ohrožení byl zvolen program TerEx. Simulace tímto programem je jednoduchá a pro zadaný scénář dostačující. Místo umístění nástražného výbušného systému nebo jiné použití výbušniny je obtížné dopředu předpovědět. Cílem simulace je poskytnout představu, jaké ohrožení a následky mohou být způsobeny.

Pro modelování úniku chemické látky byl vybrán program ALOHA, neboť poskytuje detailnější zadání vstupních dat, jako je teplota vzduchu, rozměr a množství nádrže s chemickou látkou nebo rychlost úniku v závislosti na

meteorologických podmínkách. Provedenou simulací bylo zjištěno, že použití nebezpečné chemické látky uprostřed centra města má za následek ohrožení většího množství obyvatel a podmínky pro činnost zasahujících složek IZS může značně komplikovat proměnlivá meteorologická situace.

S využitím dalších GIS lze s krizovými scénáři dále pracovat a analyzovat možné následky, dopady na infrastrukturu, nebo využívat data GIS pro přípravu krizových plánů. Pro další tyto činnosti jsou vhodné zejména GIS obsahující data o obyvatelích, firmách nebo 3D zobrazení budov. Z analyzovaných GIS lze doporučit 2GIS, který podrobně mapuje objekty v Praze. Jeho výhodou je široká podpora pro různé platformy, volná dostupnost a časté aktualizace.

V zahraničí se lze setkat s mnoha projekty, které vyvíjí GIS aplikace pro potřeby krizového řízení. Jedním z nich je COBACORE (zkratka z angl. COmmunity-BASed COmprehensive REcovery). Cílem tohoto projektu je umožnit rychlejší a účinnější reakce na mimořádné události v obnovovací fázi mimořádné události a lepší spolupráci mezi organizacemi, postiženými obyvateli a záchrannými složkami. Na mapě jsou zobrazeny síly a prostředky dostupné k řešení mimořádné události, bezpečné zóny nebo aktuální vývoj mimořádné události. Každý tak může online sledovat aktuální stav a řešení vzniklé události. V České republice vznikl v roce 2006 projekt Floreon⁺, jehož cílem je vytvoření integrační a provozní platformy pro podporu řešení krizových situací, především v oblasti hydrologie, ale pouze na území Moravskoslezského kraje. I přesto že tvorba takových systémů není jednoduchá, mají svůj význam a pro řešení mimořádné události mohou být přínosné. Podpora takových projektů, především na vysokých školách s výukou krizového řízení, se jeví jako přínosné využití GIS v tomto odvětví.

Je nutné si uvědomit, že k funkčnosti bezpečnostního systému nepřispívají jen bezpečnostní složky a orgány veřejné správy, ale je nutné do systému zapojit i veřejnost a obyvatele. Z tohoto důvodu je jedním ze základních navrhovaných opatření i zvýšení povědomí obyvatelstva o možných rizicích a ochraně obyvatelstva. K tomu by měl přispět i zvyšující se počet kvalifikovaných odborníků na problematiku krizového řízení a ochrany obyvatelstva a podpora ze strany odborných vysokých škol.

Jedním z klíčových problémů byla SWOT analýzou detekována dopravní situace v centru Prahy. Jedná se o několik let trvající problém nejen z pohledu dopravy a přetížení komunikací, ale také z pohledu bezpečnosti. Jedním z návrhů jak eliminovat rizika, je omezení vjezdu do vybraných lokalit, konkrétně z vyústění ulice Pařížská na Staroměstské náměstí. Vzhledem k tomu, že se jedná o turisticky a obchodně lukrativní místa, jsou tyto omezující opatření často vnímány ze strany dotčených subjektů negativně. Pro analýzu dopravní situace je možné využít GIS týkající se dopravní problematiky.

Na základě zjištěných výsledků lze vnímat bezpečnostní opatření jako dostačující. Existují ovšem příležitosti, se kterými je nutné se podrobněji zabývat. V neposlední řadě je možné položit si otázku, jakým způsobem bude vnímána skutečnost v případě vzniku mimořádné události, zda byly využity všechny možné prostředky k její eliminaci nebo musela být bezpečnostní opatření snížena z některých výše popsaných důvodů.

ZÁVĚR

Předkládaná diplomová práce popisuje důležitou roli geoinformačních technologií v krizovém managementu. V teoretické části jsou popsány základní principy práce s geografickými daty na různých úrovních krizového managementu, včetně základních složek integrovaného záchranného systému, které využívají tyto nástroje v mnoha činnostech. V rámci teoretických poznatků byly získávány informace a poznatky také ze zahraničních zdrojů, které mohou být v budoucnu přínosem a mohou být aplikovány do podmínek krizového řízení na národní úrovni.

V praktické části byly v programu TerEx a ALOHA vytvořeny dva krizové scénáře mimořádné události – teroristického útoku, které byly následně zobrazeny na mapovém podkladě. Při analýze byly využity další podpůrné geografické informační systémy 2GIS nebo Tenký mapový klient HZS ČR. Analýzou SWOT byly identifikovány silné a slabé stránky a vymezeny příležitosti a hrozby k řešení bezpečnostních otázek. Na základě získaných informací a zjištěných nedostatků jsou provedeny v závěru práce návrhy na řešení některých otázek souvisejících s bezpečností a ochranou tzv. měkkých cílů. Na základě zjištěných poznatků můžeme říci, že hlavní roli v přípravě na mimořádné události hrají finanční možnosti. Na mimořádnou událost typu teroristického útoku na tzv. měkké cíle je obtížné se připravit, nicméně lze snížit rizika pomocí implementace nových moderních technických prostředků. Jedná se především o kvalitní kamerové systémy, technické prostředky k zabránění vjezdu vozidel do vymezených lokalit a v neposlední řadě materiální vybavení příslušníků bezpečnostních sborů.

Při plánování a řešení mimořádné události lze využít hned několik užitečných geografických informačních systémů nebo webových aplikací. Některé jsou komerční, ale existují i volně dostupné nástroje, které usnadní a urychlí rozhodování v krizových situacích. V praktické části bylo také zmíněno téma vytváření nových geografických aplikací. V současné době se lze na některých vysokých školách setkat s projekty na řešení různých problematik s využitím geografických informačních systémů, nicméně také problematika ochrany

obyvatelstva a krizového řízení může být do budoucna směrem, do které by mohly být aplikovány nové zajímavé poznatky z geoinformačních technologií.

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČHMÚ	Český hydrometeorologický ústav
ČÚZK	Český úřad zeměměřický a katastrální
DMVS	Digitální mapa veřejné správy
GIS	Geografický informační systém
GPS	Global Positioning System
HZS ČR	Hasičský záchranný sbor České republiky
IZS	Integrovaný záchranný systém
KŘ	Krizové řízení
PČR	Policie České republiky
SIVS	System integrované výstražné služby
VGHMÚř	Vojenský geografický a hydrometeorologický úřad
ZABAGED	Základní báze geografických dat
ZZS	Zdravotnická záchranná služba

SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Hyogo Framework for Action* [online]. United Nations Office for Disaster Risk Reduction [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: <http://www.unisdr.org/we/coordinate/hfa>.
- [2] KONEČNÝ, Milan. *Dynamická geovizualizace v krizovém managementu*. Brno: Masarykova univerzita, 2011. ISBN 978-80-210-5858-3.
- [3] ZEMAN, Petr. *Česká bezpečnostní terminologie: výklad základních pojmů*. Brno: Masarykova univerzita, Mezinárodní politologický ústav, 2002. ISBN 80-210-3037-2.
- [4] KOLEKTIV AUTORŮ. *Ochrana obyvatelstva a krizové řízení: skripta*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2015. ISBN 978-80-86466-62-0.
- [5] HANUŠKA, Zdeněk, Milan DUBSKÝ a Květoslava SKALSKÁ. *Integrovaný záchranný systém a požární ochrana: modul I*. Praha: MV - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2010. ISBN 978-80-86640-59-4.
- [6] *Terminologický slovník - krizové řízení a plánování obrany státu* [online]. Ministerstvo Vnitra, 2017 [cit. 2017-02-04]. Dostupné z: <http://www.mvcr.cz/clanek/terminologicky-slovník-krizove-rizeni-a-planovani-obrany-statu.aspx>.
- [7] ČESKO. Zákon č. 240 ze dne 28. června 2000 o krizovém řízení v platném znění. In: *Sbírka zákonů České republiky*. 2000, částka 73.
- [8] VALÁŠEK, Jarmil a František KOVÁŘÍK. *Krizové řízení při nevojenských krizových situacích: účelová publikace pro krizové řízení*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR, 2008. ISBN 978-80-86640-93-8.
- [9] KONEČNÝ, Milan, Sisi ZLATANOVA a Temenoujka BANDROVA. *Geographic information and cartography for risk and crisis management*. Heidelberg: Springer Verlag, 2010. Lecture notes in geoinformation and cartography. ISBN 978-3-642-03441-1.

- [10] MACFARLANE, Robert. *A Guide to GIS Applications in Integrated Emergency Management*. Cabinet Office Emergency Planning College, 2005.
- [11] KRTIČKA, Luděk. *Úvod do kartografie*. Ostrava: Ostravská univerzita, 2007. ISBN 978-80-7368-344-3.
- [12] *Ottův slovník naučný: ilustrovaná encyklopedie obecných vědomostí*. Praha: Paseka, 2003. ISBN 80-720-3007-8.
- [13] PLÁNKA, Ladislav. *Kartografie I: část 1; Studijní opora*. Ostrava: Vysoká škola báňská - technická univerzita Ostrava, 2014.
- [14] ČAPEK, Richard, Miroslav MIKŠOVSKÝ a Ludvík MUCHA. *Geografická kartografie: Vysokoškolská učebnice pro studenty přírodovědecké fakulty UK skupiny studijních oborů 13 - Geografické vědy a studenty studijního oboru 76-12-8 Učitelství všeobecně vzdělávacích předmětů - zeměpis*. 1992. Učebnice pro vysoké školy. Státní pedagogické nakladatelství. ISBN 80-042-5153-6.
- [15] HUML, Milan. *Mapování a kartografie*. Praha: Vydavatelství ČVUT, 2001. ISBN 80-010-2383-4.
- [16] DYMON, Ute. An Analysis of Emergency Map Symbolology. In: *Journal of Emergency Management*. Boston, USA: Weston Medical Publishing, 2003. ISSN 1543-5865.
- [17] KONEČNÝ, Milan. *Kartografie a geoinformatika pro včasné varování a krizový management*. Vědecké spisy Vysokého učení technického v Brně: Edice Habilitační a inaugurační spisy, sv. 284. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2008. ISSN 1213-418X.
- [18] DEMPSEY, Caitlin. *History of GIS* [online]. 2012 [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: <https://www.gislounge.com/history-of-gis/>.
- [19] RENÉ, Miloš. *GIS pro státní správu a samosprávu*. Geoinformace. 2004. ISSN 1214-2204.
- [20] DROZDEK, Marek a Katarína JELŠOVSKÁ. *Informační podpora krizového řízení se zaměřením na práci s geoinformačním systémem ArcGIS*. Ostrava: Slezská univerzita v Opavě, 2013.

[21] BŘEHOVSKÝ, Martin a Karel JEDLIČKA. *Úvod do geografických informačních systémů*. Plzeň: Západočeská univerzita Plzeň, 1999.

[22] FRANCOVÁ, Michaela. *I hasiči slaví GIS day 19. listopadu 2014* [online]. [cit. 2017-01-05]. Dostupné z: <http://www.hzscr.cz/clanek/i-hasici-slavi-gis-day-19-listopadu-2014.aspx>.

[23] *Centrální datový sklad a jeho místo v GIS HZS ČR* [online]. 2014 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z: <http://www.gisportal.cz/2014/07/centralni-datovy-sklad-a-jeho-misto-v-gis-hzs-cr-serial/>.

[24] HRUŠKA TVRDÝ, Lubor, Radek FUJAK a Jiří ŠEVČÍK. *Mapy budoucnosti - moderní nástroj ke zvýšení efektivity a kvality výkonu veřejné správy v oblasti prevence kriminality založený na analýze a predikci kriminality*. ISBN 978-80-87955-06-2.

[25] *Závěrečná informace k realizovanému programu Jednotná úroveň informačních systémů operačního řízení a modernizace technologií pro příjem tísňového volání základních složek integrovaného záchranného systému* [online]. 2016 [cit. 2017-03-03]. Dostupné z: <http://is-izs.izscr.cz/>.

[26] ŠTRAUCHOVÁ, Zdenka. *Přes nový informační a komunikační systém IZS již prošlo 100 000 000 datových vět* [online]. In: 2016 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: <http://www.hzslk.cz/55.5152-pres-novy-informacni-a-komunikacni-system-izs-jiz-proslo-100-000-000-datovych-vet.html>.

[27] KUBÁTOVÁ, Eva. *Digitální mapa veřejné správy* [online]. In: 2010 [cit. 2017-01-10]. Dostupné z: http://www.issc.cz/archiv/2010/download/prezentace/kubatova_mvcr.pdf.

[28] KOVÁRNÍK, Libor. *Základy topografie pro policisty*. Praha: Vydavatelství PA ČR, 2005. ISBN 80-725-1209-9.

[29] KOLEKTIV AUTORŮ. *Konceptuální a technologické aspekty adaptivní geovizualizace*. In: Symposium GIS Ostrava 2013 Geoinformatika pro společnost. VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2013. ISBN 978-80-248-2951-7.

[30] HORÁK, Rudolf. *Průvodce krizovým plánováním pro veřejnou správu: prevence řešení mimořádných krizových situací*. Praha: Linde. ISBN 978-80-7201-827-7.

[31] TICHÝ, Milík. *Ovládní rizika: analýza a management*. Praha: C. H. Beck, 2006. Beckova edice ekonomie. ISBN 978-807-1794-158.

[32] KRÖMER, Antonín, Petr MUSIAL a Libor FOLWARCZNY. *Mapování rizik*. Ostrava: Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství, 2010. Spektrum (Sdružení požárního a bezpečnostního inženýrství). ISBN 978-80-7385-086-9.

[33] KONEČNÝ, Milan, Sisi ZLATANOVA a Temenoujka BANDROVA. Three-dimensional maps for disaster management. In: *ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences. XXII ISPRS Congress, 25 August – 01 September 2012, Melbourne, Australia: Copernicus Publications, 2012. ISSN 2194-9050.*

[34] *International Strategy for Disaster Reduction* [online]. 2011 [cit. 2017-02-05]. Dostupné z: <http://www.unisdr.org>.

[35] KONEČNÝ, Milan. Mobile and Adaptive Cartography and Geoinformatics in Early Warning and Crises Management. In: *17th United Nations Regional Cartographic Conference for Asia and the Pacific*. Bangkok: UNO, 2006. ISBN nebylo přiděleno.

[36] *Přehled dostupných programů pro modelování povodní* [online]. [cit. 2017-02-12]. Dostupné z: https://moodle.unob.cz/pluginfile.php/18797/mod_resource/content/2/P%C5%99ehled%20program%C5%AF%20pro%20mod.povodn%C3%AD.pdf.

[37] *Hydrologic Engineering Center* [online]. [cit. 2017-02-15]. Dostupné z: <http://www.hec.usace.army.mil/software/hecras/features.aspx>.

[38] *Floreon+* [online]. VŠB - Technická univerzita Ostrava, 2015 [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: <http://floreon.vsb.cz/website/>.

[39] HORÁK, Jan a Aleš KUDLÁK. *Pomůcka pro využívání softwaru pro rychlý odhad následků havárií a teroristických útoků program TerEx*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, 2007.

[40] *Rozex Alarm* [online]. TLP spol. [cit. 2017-03-12]. Dostupné z: <http://www.tlp-emergency.com/rozex.html>.

[41] HEJZLAR, Roman. Simulační program pro výcvik hasičů. *112: odborný časopis požární ochrany, integrovaného záchranného systému a ochrany obyvatelstva*. Praha: Ministerstvo vnitra - generální ředitelství HZS ČR, 2014. ISSN 1213-7057.

[42] KALVACH, Zdeněk a kol. *Základy ochrany měkkých cílů - metodika*. Praha: Ministerstvo vnitra, 2016. [cit. 2017-03-05]. Dostupné z: www.mvcr.cz/soubor/metodika-zaklady-ochrany-mekkych-cilu-pdf.aspx.

[43] PATOČKA, Jiří a Vladimír MĚRKA. Chlor nás příliš často děsí. In: *KONTAKT - časopis pro ošetrovatelství a sociální vědy ve zdraví a nemoci*. České Budějovice: Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích, Zdravotně sociální fakulta, 2005. ISSN 1804-7122.

SEZNAM POUŽITÝCH OBRÁZKŮ

Obrázek 1 - Cyklus krizového managementu	19
Obrázek 2 - Vizualní znázornění území a obětí nakažených cholerou.....	27
Obrázek 3 - Vizualní znázornění území a obětí nakažených cholerou za využití nástroje ArcGIS Kernel Density.....	27
Obrázek 4 - Základní zobrazení mapového klienta HZS ČR.....	33
Obrázek 5 - Příklad mapování kriminality na území Uherského Hradiště pomocí heat mapy	35
Obrázek 6 - Náhled aplikace Fleetware ke sledování GPS vozidel	37
Obrázek 7 - Struktura programu NIS IZS.....	38
Obrázek 8 - Mapa části Jihomoravského kraje se zobrazením záplavových zón	40
Obrázek 9 - Diferenciovaná potřeba geoprostorových dat v rozhodování během krizového řízení	43
Obrázek 10 - Navolení požadovaných parametrů v programu TerEx.....	63
Obrázek 11 - Grafové znázornění tlakové vlny	64
Obrázek 12 - Grafické znázornění výsledků úniku nebezpečné chemické látky .	68

SEZNAM POUŽITÝCH TABULEK

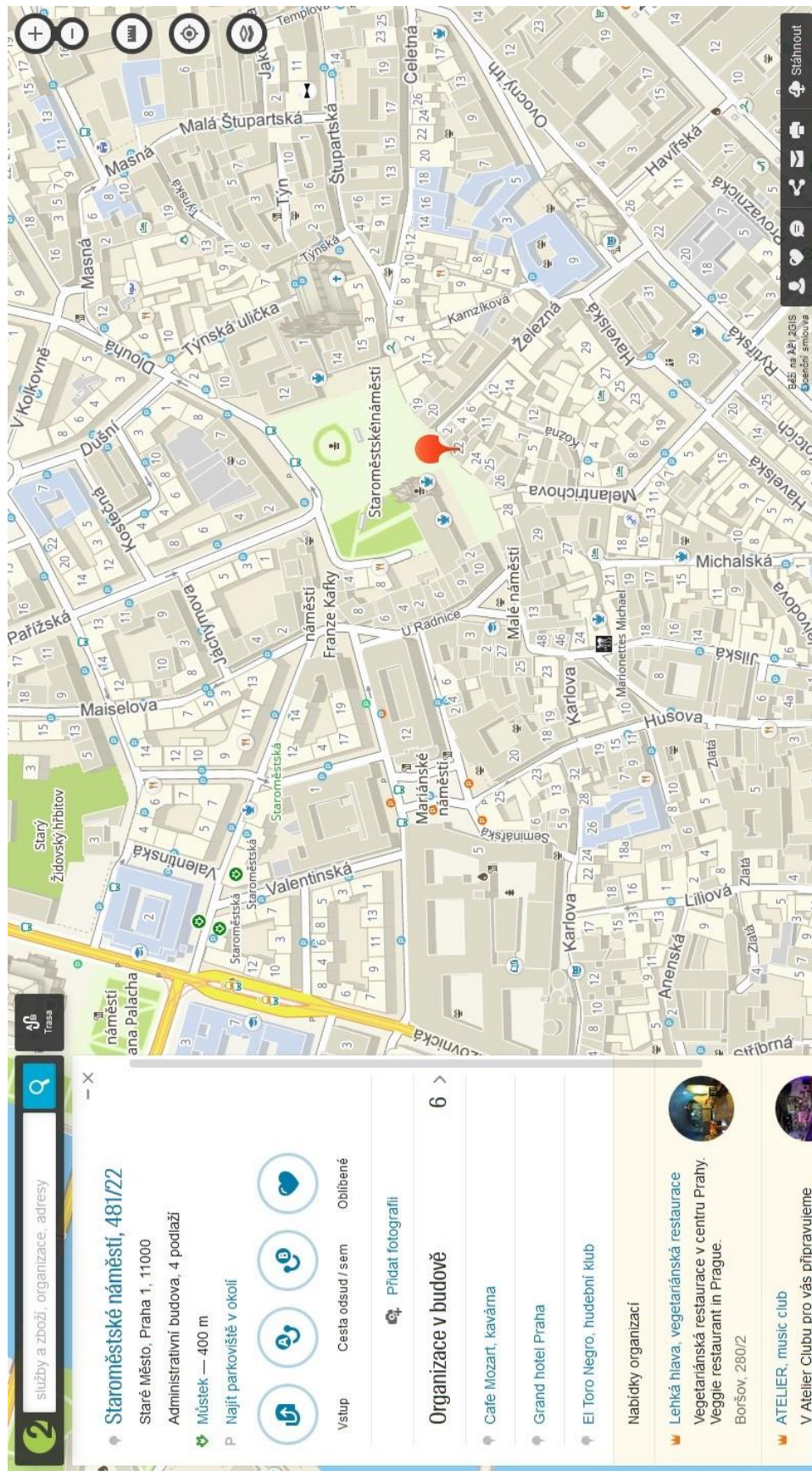
Tabulka 1 - Srovnání analogových a digitálních mapových podkladů	25
Tabulka 2 - Hlavní obory využívající GIS	28
Tabulka 3 - Místa v Praze s nevyšší koncentrací lidí	58
Tabulka 4 - SWOT analýza.....	60
Tabulka 5 - Následky tlakové vlny	65
Tabulka 6 - Základní vstupní údaje do programu ALOHA	67

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1 - Zobrazení informací o objektu v mapové aplikaci 2GIS	85
Příloha 2 – Vybrané lokality podle statistiky návštěvnosti	86
Příloha 3 – Heat mapa turisticky nejatraktivnějších míst v Praze.....	87
Příloha 4 – Možnosti využití dat ZABAGED pro zpracování map zranitelnosti.....	88
Příloha 5 – Znázornění oblasti ohrožení na mapovém podkladě.	89
Příloha 6 - Zobrazení zóny zasaženého území v programu MARPLOT.	90
Příloha 7 – Zobrazení zóny zasaženého území v aplikaci GoogleEarth.....	91
Příloha 8 – Zobrazení příjezdové trasy HZS hl. m. Prahy ze stanice Praha Holešovice	92
Příloha 9 – Zobrazení vozidel Policie ČR v aplikaci IS Zikmund	93

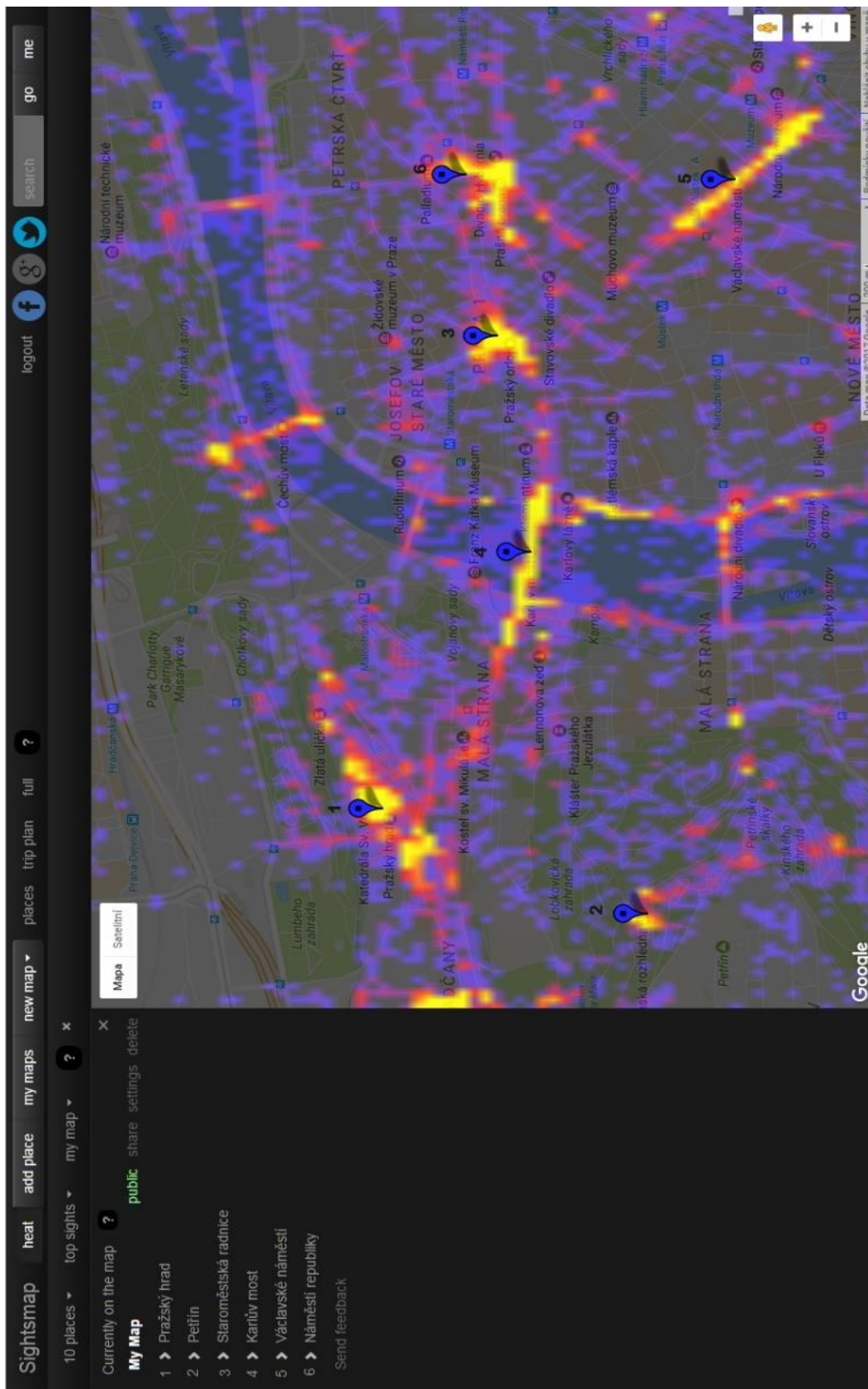
Příloha 1 - Zobrazení informací o objektu v mapové aplikaci 2GIS.

Zdroj: autor, prostřednictvím aplikace 2GIS.



Příloha 3 – Heat mapa turisticky nejatraktivnějších míst v Praze.

Zdroj: autor, prostřednictvím webové aplikace Sightsmap.



Příloha 4 – Možnosti využití dat ZABAGED pro zpracování map zranitelnosti.

Zdroj: <http://geoportal.cuzk.cz/geoprohlizec/default.aspx?wmcid=15894>.

The screenshot displays the ZABAGED web application interface. At the top, there is a search bar and navigation icons. The main map area shows a street grid with labels for streets like 'Kozlí', 'Dlouhá', 'Staroměstské náměstí', and 'Malé náměstí'. A legend on the right side is titled 'Strukturované vrstvy' and lists various data layers. A pop-up window in the bottom left corner shows a list of layers with checkboxes, including 'Mapové kompozice', 'Základní mapy ČR', 'Katastrální mapa', 'ZABAGED@', 'ZABAGED@ (vizualizace ZM10)', 'ZABAGED@-výškopis-vrstevnice', 'Ortofoto', 'Bodová pole', 'Geonames', 'Vektorová data nové podoby SM 5', 'Rastrová data katastrální složky SM 5', 'Data200', 'Archivní ortofoto', 'Správní hranice a hranice KÚ', 'Geomorfologické jednotky ČR', 'Územní jednotky (UX)', 'INSPIRE - Parcely (CP)', 'INSPIRE - Zeměpisná jména (GN)', 'INSPIRE - Vodstvo (HY)', 'INSPIRE - Dopravní síť (TN)', 'INSPIRE GGS - Grid ETRS89-GRS80', 'INSPIRE GGS - Grid ETRS89-LAEA', 'INSPIRE - Adresy (AD)', 'INSPIRE - Územní správní jednotky (AU)', 'INSPIRE - Budovy (BU)', 'INSPIRE - Nadmořská výška (EL)', 'INSPIRE - Ortofotosnímky (OI)', and 'Metadata'.

Strukturované vrstvy

- dm14g
- WMS ZABAGED
- SIDELNI, KULTURNÍ A HOSPODÁŘSKÉ OBJEKTY
- KOMUNIKACE
- ROZVODNÉ SÍTĚ A PRODUKTOVODY
 - Stožár elektrického vedení
 - Elektrické vedení
 - Dálkový produktovod, dálkové potrubí
 - Elektrárna parní, paroplynová, plynová a spalovací
 - Elektrárna vodní
 - Elektrárna větrná
 - Elektrárna solární
 - Elektrárna (plocha)
 - Rozvodna, transformovna (plocha)
 - Přecpávací stanice produktovodu (plocha)
- ÚZEMNÍ JEDNOTKY
- GEODETICKÉ BODY
- VRSTEVNICE
 - Vrstevnice hlavní
 - Vrstevnice zesílená
 - Vrstevnice doplňková
- TERÉNNÍ RELIÉF
- VODSTVO
- VEGETACE A POVRCH

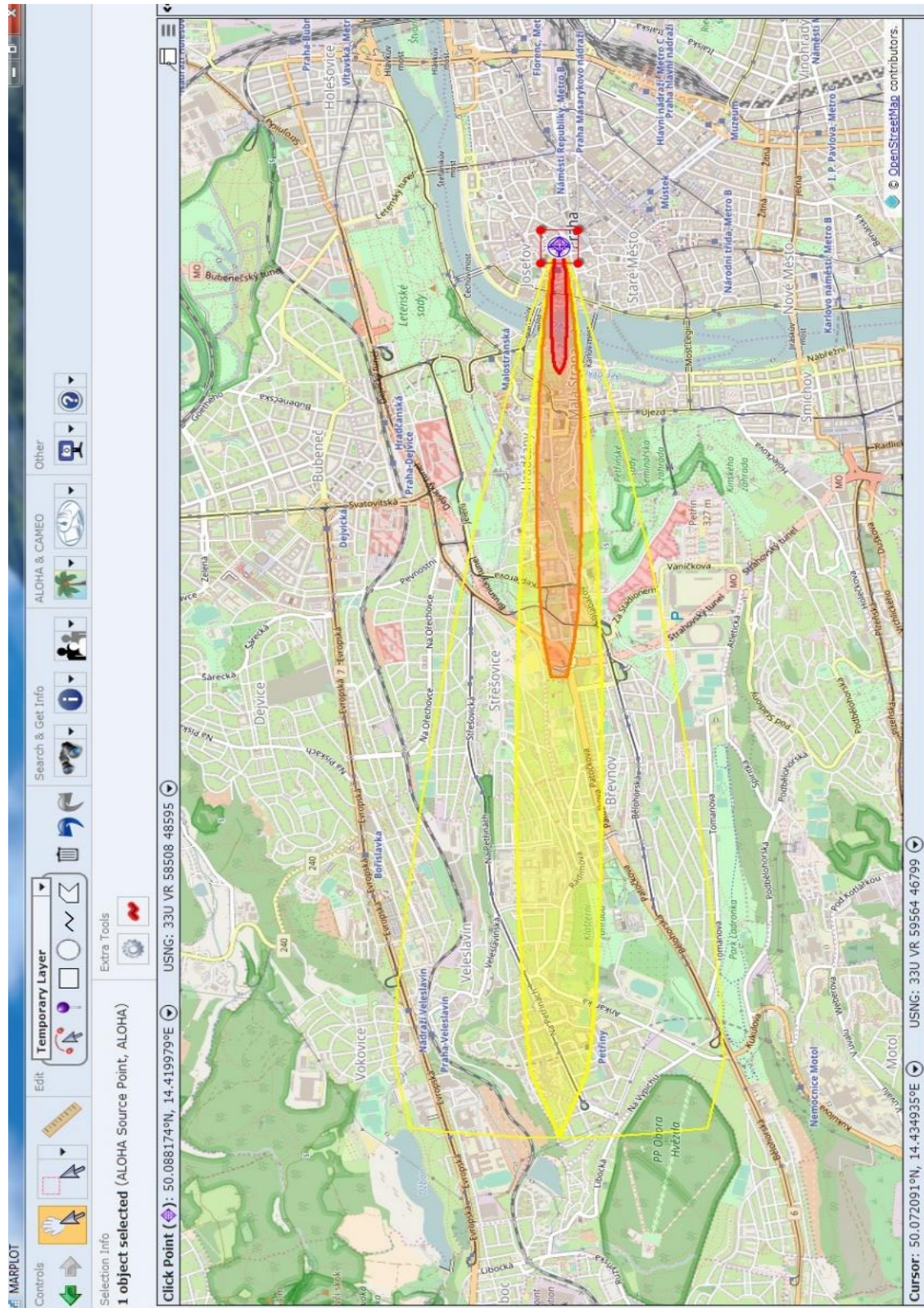
Změnit mapu

- Mapové kompozice
- Základní mapy ČR
- Katastrální mapa
- ZABAGED@
- ZABAGED@ (vizualizace ZM10)
- ZABAGED@-výškopis-vrstevnice
- Ortofoto
- Bodová pole
- Geonames
- Vektorová data nové podoby SM 5
- Rastrová data katastrální složky SM 5
- Data200
- Archivní ortofoto
- Správní hranice a hranice KÚ
- Geomorfologické jednotky ČR
- Územní jednotky (UX)
- INSPIRE - Parcely (CP)
- INSPIRE - Zeměpisná jména (GN)
- INSPIRE - Vodstvo (HY)
- INSPIRE - Dopravní síť (TN)
- INSPIRE GGS - Grid ETRS89-GRS80
- INSPIRE GGS - Grid ETRS89-LAEA
- INSPIRE - Adresy (AD)
- INSPIRE - Územní správní jednotky (AU)
- INSPIRE - Budovy (BU)
- INSPIRE - Nadmořská výška (EL)
- INSPIRE - Ortofotosnímky (OI)
- Metadata

1:3571 ETRS89 (geographic 2D): B=50°05'18" L=14°25'16"

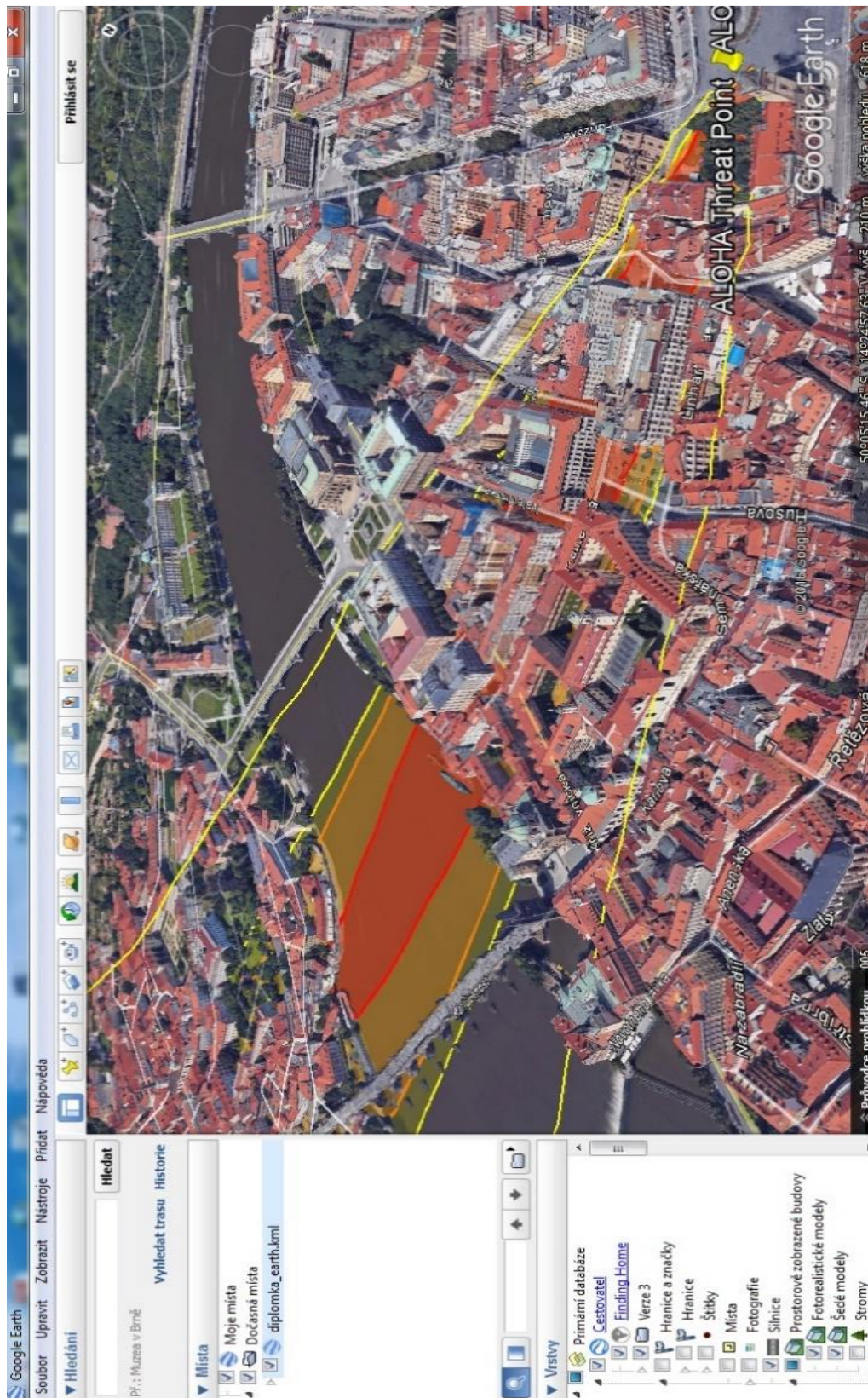
Příloha 6 - Zobrazení zóny zasaženého území v programu MARPLOT.

Zdroj: autor, prostřednictvím programu MARPLOT.



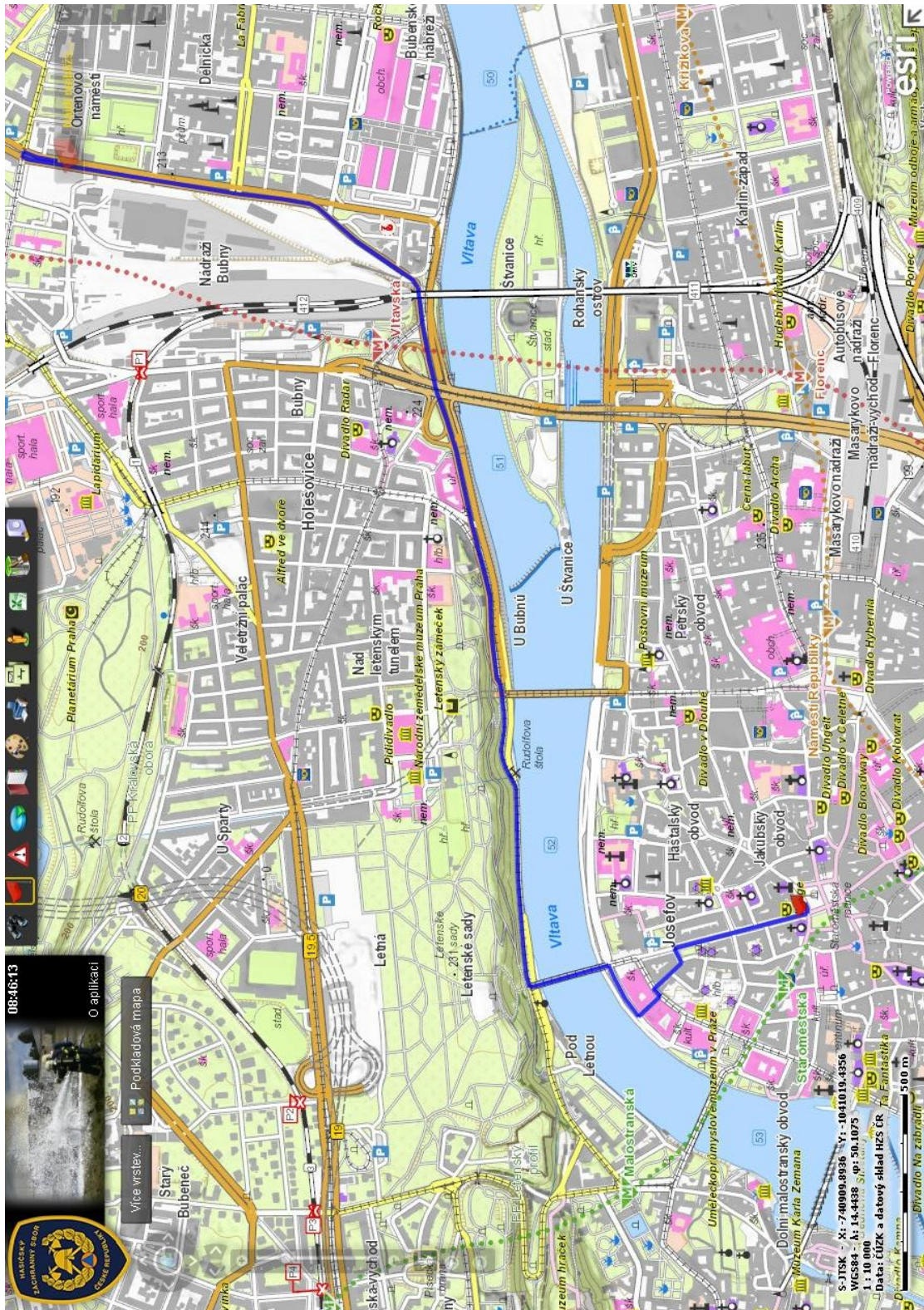
Příloha 7 – Zobrazení zóny zasaženého území v aplikaci GoogleEarth.

Zdroj: autor, prostřednictvím programu GoogleEarth.



Příloha 8 – Zobrazení příjezdové trasy HZS hl. m. Prahy ze stanice Praha Holešovice.

Zdroj: autor, prostřednictvím aplikace Tenký mapový klient HZS ČR.



Příloha 9 – Zobrazení vozidel Policie ČR v aplikaci IS Zikmund.

Zdroj: autor, prostřednictvím aplikace IS Zikmund.

