

Univerzita Palackého v Olomouci

Přírodovědecká fakulta

Katedra geoinformatiky



Studijní program: **P1301 Geografie**

Obor: **P1314 Geoinformatika a kartografie**

**RICH INTERNET APPLICATION
PRO PODPORU ROZHODOVACÍCH PROCESŮ
INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU**

Doktorská disertační práce

Mgr. Rostislav NÉTEK

Vedoucí práce: doc. Mgr. Jiří Dvorský, Ph.D.

Olomouc 2015

Autorské prohlášení

Prohlašuji, že jsem disertační práci doktorského studia oboru Geoinformatika a kartografie vypracoval samostatně pod vedením doc. Mgr. Jiřího Dvorského, Ph.D. Všechny použité materiály a zdroje jsou citovány s ohledem na vědeckou etiku, autorská práva a zákony na ochranu duševního vlastnictví. Všechna poskytnutá i vytvořená digitální data nebudu bez souhlasu univerzity poskytovat. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Olomouci dne 31. 3. 2015

podpis

Poděkování

Děkuji svému školiteli doc. Mgr. Jiřímu Dvorskému, Ph.D. za vedení práce a cenné rady, kterými přispěl k realizaci této disertační práce.

Za připomínky a konzultace odborného obsahu děkuji Mgr. Bc. Zdeňku Stachoňovi, PhD., doc. Vilému Pechancovi, Ph.D., RNDr. Aleně Vondrákové, Ph.D., por. Ing. Janě Měřičkové a kpt. Mgr. Janě Leitgebové.

V neposlední řadě patří vřelé poděkování členům Hasičského záchranného sboru, především por. Mgr. Josefu Koláčkovi a por. Mgr. Kamilu Kořínkovi z HZS Olomouckého kraje za přínosné a odborné rady, poskytnutí zpětné vazby při testování i nalezení praktického směru disertační práce.

OBSAH

SEZNAM ZKRATEK.....	5
ÚVOD	7
1 MOTIVACE.....	8
2 CÍLE PRÁCE.....	9
3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY.....	11
3.1 Rich Internet Application	11
3.2 Servisně orientovaná architektura	13
3.3 Cloud computing	13
3.4 Krizový management a jeho legislativní vymezení.....	16
3.5 Geoinformační technologie v oblasti krizového řízení.....	18
3.6 Implementace webových řešení v oblasti krizového řízení.....	18
4 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ.....	21
4.1 Centrální datový sklad HZS.....	21
4.2 Záměr praktické části.....	22
4.3 Metody řešení cílů práce.....	23
4.4 Postup zpracování	26
5 TRENDY PRO OBLAST KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ	28
5.1 Smart klient	28
5.2 Adaptivní vizualizace	29
5.3 Vymezení konceptu WebGIS 2.0	33
6 DC 1: TECHNOLOGICKÝ ASPEKT	35
6.1 Nedostatky předcházející generace mapových portálů.....	35
6.1.1 Technologické aspekty	37
6.1.2 Uživatelské aspekty	38
6.2 Obecná východiska - aktuální trendy	40
6.3 Geoinformační technologie.....	40
6.3.1 Flex (ArcGIS Viewer for Flex)	42
6.3.2 HTML5 (Leaflet, OpenLayers, ArcGIS API for JS).....	45
6.3.3 Silverlight.....	47
6.3.4 Porovnání technologií.....	48
6.4 Datové zdroje.....	50
6.4.1 Webové služby	50
6.4.2 Mapové služby (WMS, WMTS)	54
6.4.3 Objektové (WFS-T).....	57
6.4.4 Lokální přístup k datům (Shapefile)	59
6.4.5 Hybridní přístup k datům (GeoJSON).....	60
6.5 Úložiště – cloud computing z pohledu bezpečnosti.....	62

6.6	Komunitní GIS	66
6.6.1	Krizová mapa Česka.....	69
6.6.2	See-Think-Do	70
7	DC 2: ASPEKT UŽIVATELSKÉHO ROZHRAŇÍ.....	73
7.1	User Experience (UX) a použitelnost.....	73
7.2	Uživatelské testování a konvence	78
7.3	Přizpůsobení rozhraní mobilním zařízením.....	81
7.4	User Interface (UI): kompozice	83
7.5	User Interface (UI): grafické elementy.....	86
8	DC 3: PILOTNÍ APLIKACE – PŘÍPADOVÉ STUDIE.....	90
8.1	Editační klient (Flex)	91
8.2	Finální koncept Crismapp	95
8.2.1	Cílová skupina & zaměření	95
8.2.2	Technologie.....	96
8.2.3	Datový obsah	97
8.2.4	Editační režim	100
8.2.5	Funkce scénář.....	101
8.2.6	Kartografické aspekty.....	102
8.2.7	Uživatelské rozhraní.....	104
8.2.8	Administrace.....	106
8.2.9	Nasazení.....	107
9	DC 4: TESTOVÁNÍ	109
9.1	Editační klient (#1).....	110
9.2	Crismapp (#6).....	112
10	DC 5: NÁVRH METODIKY	116
10.1	Heuristická analýza použitelnosti.....	116
10.2	Maslowova pyramida	119
11	VÝSLEDKY	121
12	DISKUZE	127
13	ZÁVĚR.....	129
	POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE.....	130
	SUMMARY	139
	ANOTACE	141
	ANNOTATION	142
	PŘÍLOHY.....	143
	SEZNAM PŘÍLOH.....	144

SEZNAM ZKRATEK

AJAX	Asynchronous JavaScript and XML
AOPK	Agentura ochrany přírody a krajiny ČR
CDS	Centrální datový sklad
CMWS	Contextual Web Map Service
CRISMAPP	Crisis Map Application (finální koncept disertační práce)
ČR	Česká republika
ČÚZK	Český úřad zeměměřičský a katastrální
DC	Dílčí cíl
EMSR	Emergency Management Service - Rapid Mapping (Copernicus)
EU	Evropská unie
FOSS	Free and Open-Source Software
GIS	Geografický informační systém
GIT	Geografické informační technologie
GMES	Global Monitoring for Environment and Security
GML	Geography Markup Language
GNSS	Global Navigation Satellite System
GPS	Global Positioning System
HCI	Human-Computer Interaction
HTML	Hypertext Markup Language
HZS OK	Hasičský záchranný sbor Olomouckého kraje
INSPIRE	Infrastructure for Spatial Information in Europe
IT	Informační technologie
IZS	Integrovaný záchranný systém
JSON	JavaScript Object Notation
KGI	Katedra geoinformatiky Univerzity Palackého v Olomouci
OGC	Open Geospatial Consortium
PPGIS	Public Participation GIS
RIA	Rich Internet Application
REST	Representational State Transfer
SHP	Shapefile
SLD	Styled Layer Description
SOA	Service-oriented architecture
SOAP	Simple Object Access Protocol
S-JTSK	Souřadnicový systém Jednotné trigonometrické sítě katastrální
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
UI	User Interface (uživatelské rozhraní)
UX	User Experience (uživatelská zkušenost)
VGI	Volunteered Geographic Information

WFS	Web Feature Service
WFS-T	Transactional Web Feature Service
WGS84	Souřadnicový systém World Geodetic Systém 1984
WMS	Web Map Service
WMTS	Web Map Tile Service
XML	eXtensible Markup Language
ZM	Základní mapa

ÚVOD

Zásadními předpoklady pro efektivní zásah složek integrovaného záchranného systému v případě jakékoli krizové situace jsou nástroje pro podporu rozhodovacích procesů krizového řízení. Zatímco v minulosti se záchranáři spoléhali primárně na své zkušenosti a znalosti, v dnešní době již operátoři disponují oporou ve formě nástrojů (geo)informačních technologií, které umožní analyzovat situaci na místě zásahu ještě před vlastním příjezdem složek IZS. Úkolem aplikací pro podporu rozhodovacích procesů je jednak přesná prostorová lokalizace místa havárie, jednak poskytnutí co nejširšího spektra objektivních informací potřebných k vyvození správných závěrů jako podpora operátorů IZS. Vedle samotné kvality předané informace je v operačním řízení zásadní především uplynulý reakční čas (od vyvolání krizového stavu do vlastní reakce). Vhodně zvolené nástroje operačního řízení mají za cíl eliminovat ztráty na životech či majetku.

Kvůli velkým finančním ztrátám i obětem na životech při katastrofách je krizovému řízení přikládán stále vyšší důraz. Celosvětovým trendem je událostem předcházet resp. v co nejvyšší možné míře je eliminovat. Oblasti krizového managementu a bezpečnosti jsou ukotveny v legislativních rámcích státních i nadnárodních iniciativ, např. druhým pilířem evropské iniciativy GMES pro vývoj a operační nasazení informačních služeb. Jak uvedla v roce 2012 reprezentantka generálního sekretáře OSN pro Mezinárodní strategii omezování důsledků katastrof Margareta Wahlstrom: „Ekonomické ztráty způsobené přírodními katastrofami jsou odhadovány na částku minimálně 380 miliard USD, což je o 2/3 více než v roce 2005“ (Konečný a kol. 2012). Přední odborník v oblasti GIS pro krizový management prof. Konečný (Konečný 2011) zmiňuje charakteristické nedostatky této oblasti:

- užívání analogových map příp. statických digitálních zdrojů,
- nefunkčnost kartografické podpory krizového managementu v reálném čase,
- nedostatečná srozumitelnost kartografických podkladů v určitých situacích,
- omezená personalizace - mapy jsou potřebné pro uživatele a nikoliv uživatel pro mapy.

Jedním z řešení eliminujících zmíněné negativa je rozšíření flexibilních webových aplikací na úkor robustních desktopových řešení, které i přesto, že jsou stále hojně používané, v současné době technologicky ani koncepčně již zdaleka neodpovídají trendům a požadavkům. Zatímco existuje řada příspěvků popisujících dílčí aspekty (většinou technický návrh) krizových aplikací, žádná z prací nepodává komplexní návrh z pohledu použitelnosti, vycházející z výsledků objektivního testování.

1 MOTIVACE

Primární impulsem pro téma disertační práce byla diskuze s operačními důstojníky Hasičského záchranného sboru s nabídkou možné projektové spolupráce na jedné z konferencí, které se autor zúčastnil v prvním ročníku doktorského studia. Na základě dlouhodobé spolupráce s Katedrou geoinformatiky byl ze strany HZS OK specifikován požadavek na vytvoření jednoduchých vizualizačních klientů, s cílem eliminovat v té době zdoluhavý a neefektivní proces distribuce dat přes centrálu HZS v Lázních Bohdaneč. Od prvopočátku tak byla práce koncipována jako ryze aplikační s potencionálem reálného nasazení v praxi.

Zásadní vliv na zaměření práce měla trojice článků „Why Map Portals Don't Work“ (Timoney 2013), „Web Map Portals Must Die“¹ (MangoMap 2013) a „Gis is Dead“ (Bowden 2007) reagující na extrémně rychlý vývoj v oblasti IT na straně jedné², a naopak kritizující minimální pružnost GIS aplikací na straně druhé. Autor práce se zcela ztotožňuje s prezentovaným názorem, že soudobé aplikace jsou (byly) přeplněné nevyužitelnými nástroji a z pohledu použitelnosti jsou tak prakticky mrtvé.

Posledním ze stěžejních impulsů byla přednáška „User Experience Design“ v rámci Google Developer Group, v které přednášející Ondřej Havlíček diskutoval „kacířskou“ hypotézu, že správný UX může zachraňovat životy. Na příkladu havárie nukleární elektrárny Three Miles Island demonstroval základní principy použitelnosti, konkrétně eliminace chyb v krizových situacích na základě intuitivně navrženého uživatelského rozhraní, které nenutí člověka myslet (Krug 2005).

¹ Diskutuje i český odborník Jáchym Čepický: <http://les-ejk.cz/2013/08/proc-mapove-portaly-musi-zemrit/>

² Pro ilustraci např. <http://www.templatemonster.com/infographics/web-design-trends-years-2004-2014.php>

2 CÍLE PRÁCE

Hlavním cílem disertační práce je vymezit soubor pravidel, metod a doporučení určených pro sestavení pokročilých webových mapových klientů určených pro podporu rozhodovacích procesů krizového řízení. Na základě navrhnuté metodiky poté otestovat hypotézy a předpoklady na souboru k tomuto účelu vyvinutých aplikací dle reálných požadavků Hasičského záchranného sboru Olomouckého kraje.

Cíle disertační práce jsou rozděleny do postupných dílčích cílů:

- DC 1: Koncept aplikace – analýza technologických aspektů
- DC 2: Koncept aplikace – analýza metod uživatelského rozhraní
- DC 3: Sestavení pilotní aplikace a reálné nasazení
- DC 4: Testování a rozbor nasazených aplikací, sestavení doporučení
- DC 5: Návrh metodiky pro aplikace pro podporu rozhodovacích procesů

Na základě prakticky nabytých zkušeností autora s návrhem aplikací, konzultací s vedoucím práce i potencionálními uživateli-operátory HZS, došlo záměrně u části analyzující koncept aplikace k vydefinování dvou oddělených pohledů: technologického hlediska a aspektu použitelnosti uživatelského rozhraní.

Cílem prvního a druhého dílčího cíle je návrh koncepce klientů krizového řízení. V prvním dílčím cíli bude zpracován návrh technického řešení s důrazem na funkcionality RIA a SOA. Je nutné se zabývat problematikou interoperability mezi operačními systémy, webovými prohlížeči i platformami, s ohledem na desktopové i mobilní zařízení. V průběhu realizace disertační práce bude proveden rozbor funkcionality rozdílných technologií (Flex, Silverlight, HTML5). Dále práce bude analyzovat inovativní způsob sdílení programových prostředků pomocí modelu Cloud computing, s důrazem na přínos do oblasti krizového řízení a specifik s tímto modelem spojených (bezpečnost, dostupnost).

Dílčí cíl 2 má za úkol navrhnout koncepci z pohledu použitelnosti rozhraní. Realizace pilotních aplikací pro reálné potřeby HZS umožní navrhnout a ověřit přínosy a nedostatky konceptu v reálném nasazení z toho nejdůležitějšího pohledu. Z odborného hlediska je cílem možnost personalizace, z uživatelsko-kartografického pohledu je cílem navrhnout a ověřit intuitivní kompozici i vyjadřovací prostředky. V této části bude kladen důraz na zpětnou vazbu se členy HZS OK, kteří jsou schopni vystihnout všechny odborné souvislosti a kriticky vyhodnotit přínosy navrhnuté aplikace.

Syntéza poznatků získaných v předcházejících krocích bude aplikovaná do dílčího cíle 3 – sestavení, naprogramování a reálné nasazení konceptu. V průběhu zpracovávání disertační práce bude průběžně docházet k vývoji série mapových klientů různého obsahu i funkcionality, reflektující technologický pokrok i získané poznatky.

Dílčí cíl 4 zahrnuje komplexní proces testování a rozbor reálně nasazených aplikací. V rámci testování se bude jednat o zátěžové testy, statistické vyhodnocení a testování dostupnosti, specifické testování (v terénu, na mobilních zařízeních), analýzy použitelnosti a intuitivnosti pomocí metod uživatelského testování.

Dílčí cíl 5 si klade za cíl na základě kritické analýzy nedostatků stávajících mapových řešení specifikovat a vymezit aspekty nezbytné pro navrhnutí aplikace potřeb krizového řízení. Hlavním záměrem je návrh implementace dílčích opatření, doporučení a principů vedoucích k zefektivnění procesu operačního krizového řízení, konkrétně mapových aplikací využívajících metod RIA a SOA. Snahou autora je navrhnout hodnotící metodiku pro aplikace

použité ve všech fázích krizového cyklu (predikce a plánování, realizace, vyhodnocení). Záměrem dílčího cíle 5 je klasifikace metod v několika skupinách (technologické, organizační, kartografické, grafické, použitelnost) vycházející z expertních metod hodnocení webdesignu (např. Maslowova pyramida webdesignu).

Výsledkem bude souhrn metod, pravidel a doporučení pro reálně nasazenou aplikaci, která na základě výše uvedených hypotéz umožní zefektivnění rozhodovacího procesu při krizových situacích z hlediska časového, ekonomického i personálního.

Tabulka 1: Parametry zamýšleného souboru mapových klientů (dle tézí disertační práce)

Typ klienta	Data	Technologie
Vizualizační	Objekty ohrožení + zóny havarijního plánování	Flex
Editační	Zóny záplavových oblastí a povodní	HTML5
Mobilní	Stav techniky a osob při výjezdech	Leaflet, OpenLayers, ...
Adaptivní	Výjezdy HZS OK (požáry, nehody, ...)	ArcGIS Online

3 SOUČASNÝ STAV ŘEŠENÉ PROBLEMATIKY

Prakticky ve všech oblastech IT lze v posledních letech pozorovat enormní rozvoj internetových řešení, obecnými aplikacemi typu email počínaje, přes úložiště dokumentů a jejich editory až po virtuální prohlídky. Moderní technologie, vyšší výpočetní výkon i nové ideové principy vedou k eliminaci klasických softwarových řešení. Řešení vyžadující instalaci programu do počítače se stává technologicky překonané a uživatelsky méně preferované.

Tradiční přístup práce s GIS má stále mnoho omezení, zejména v možnostech sdílení a ukládání dat či programů, které uživatel musí mít "fyzicky" uložené ve vlastním počítači. Obecným trendem ve všech oblastech IT je ukládání, sdílení a distribuce jak dat, tak i programů či aplikací skrz prostředí internetu (Nétek 2013). Poptávku po čistě webových řešeních, umožňující vizualizaci i složitější analýzy přímo v prostředí prohlížeče, uspokojují principy a přístupy popisované v této kapitole.

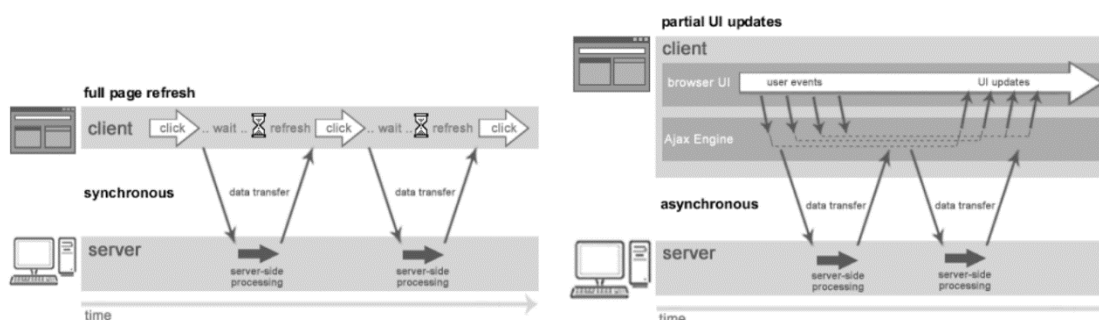
3.1 Rich Internet Application ³

Soudobým trendem v publikování a následné práci s (nejen prostorovými) daty a jejich výstupy na internetu, jsou řešení založená na konceptu RIA. Jedná se o webové aplikace, přinášející nástroje, postupy a konvence z desktopové platformy do interaktivních webových aplikací dostupných pouze skrz webový prohlížeč, což poskytuje vyšší uživatelský komfort.

Pojem RIA se poprvé objevuje na přelomu tisíciletí (Allaire 2002), avšak o plnohodnotném rozšíření RIA do oblasti GIS aplikací můžeme hovořit nejdříve o 5-7 let později. Technologie Microsoft Silverlight byla spuštěna až v roce 2007 (Johansson 2010), prostředí ArcGIS for Flex pro tvorbu GIS aplikací v prostředí Flex dokonce až v září 2010. Termín Rich Internet Application však nedefinuje pouze jednu jedinou technologii. Jedná se o obecný koncept, zahrnující řadu konkrétních technologií: Adobe Flash, AJAX, Apache Flex, HTML5, JavaFX, Microsoft Silverlight, OpenLaszlo, atd.

Z technického pohledu se jedná o webovou aplikaci, která striktně nevyžaduje tradiční princip request/response (požadavek/odpověď). Typické webové stránky či aplikace jsou tvořeny kódem na straně klienta, který je přímo interpretován ve webovém prohlížeči. Každá taková interakce na základě tohoto přístupu znamená odeslání nového požadavku na server a vrácení požadovaného kódu mapy pro další interpretaci a to i v případě, že následující požadavek na mapu je víceméně shodný s předcházejícím. Koncept RIA využívá odlišný postup, kdy je pouze nově načítaná část doplněna nezávisle na části již stávající (Meier 2008). V případě takového požadavku není nutné provádět celý proces, ale libovolným počtem nezávislých požadavků lze ovlivnit pouze část výsledku (Xu 2004), což má pozitivní vliv na výkon aplikace. Z uživatelského pohledu, možnosti aplikace nástrojů, které dříve byly možné pouze v desktopovém prostředí, přináší elegantní grafické provedení, uživatelsky přívětivější prostředí či možnosti off-line provozu. (Nétek 2013).

³ Obsah této kapitoly vychází z publikovaného článku: Nétek, R. (2013). HTML5 & RIA jako nová éra WebGIS?. Sborník příspěvků, Symposium GIS Ostrava 2013, VŠB-TU Ostrava.



Obrázek 1: Klasický synchronní model komunikace (vlevo) vyžaduje znovunačtení stránky při každém kroku, zatímco asynchronní model konceptu RIA umožňuje „dočtení“ pouze chybějící části zcela bez nutnosti obnovení stránky; převzato z: Barsch (2009)

Obecné charakteristiky RIA (rozšířeno dle Néték 2013):

- Běh aplikace pouze v prostředí internetového prohlížeče
- Přináší vlastnosti a zvyklosti z desktopového do webového prostředí
- Nevyžaduje žádné dodatečné instalace
- Okamžitá odezva bez nutnosti znovunačítání
- Podpora tzv. Multimedia Rich Elements (video, zvuky, animace, vektorová grafika, drag and drop, klávesová navigace, ...)
- Nezávislost na zvolené platformě
- Rychlejší zpracování požadavků
- Bohaté uživatelské rozhraní
- Estetický přínos a grafické zpracování
- Snadná distribuce a spuštění
- Podpora zobrazení na mobilních zařízeních
- Dostupný zdrojový kód
- Možnost uživatelského přizpůsobení

Na tomto místě je potřeba poprvé zmínit zásadní element ovlivňující celý průběh disertační práce – enormně rychlý vývoj (nejen webových) technologií v posledních letech. Zatímco při nástupu autora práce do doktorského studia (2010) se principy RIA teprve dostávaly na výsluní, webové aplikace postavené nad technologiemi Flex nebo Silverlight byly v té době považovány za vrchol. O necelých pět let později jsou výše zmíněné charakteristiky RIA prakticky standardem a zároveň i požadavkem jakýchkoliv webových aplikací, technologie Silverlight upadla v zapomnění. Tato skutečnost je v práci dále hlouběji diskutována, především v kapitole 6.1.

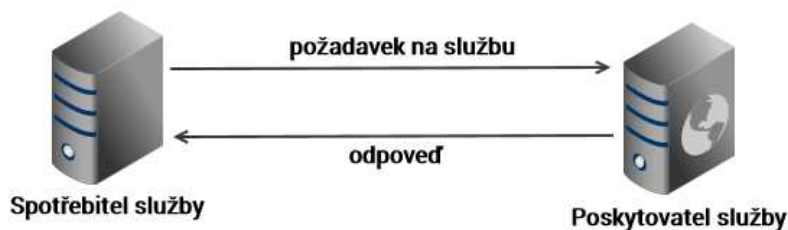
3.2 Servisně orientovaná architektura ⁴

V rámci prosazení se přístupu RIA, jde ruku v ruce s nasazením webových aplikací i využití servisně orientované architektury (architektura orientovaná na služby). Prakticky neexistuje jednoznačná definice pojmu SOA - jedná se o obecný přístup, obecnou koncepci pro kompozici služeb nezávislou na implementaci a platformě. Obecně se jedná o zpravidla standardizované služby, umožňující práci s daty bez lokálního přístupu k nim. Uživatelé tedy mohou sdílet data, mapy, kompozice, nástroje či celé aplikace, bez nutnosti zásahu či přímého vlastnictví surových dat (Schreiner 2007). Typickým příkladem implementace SOA do praxe jsou webové mapové služby (viz kapitola 6.4.1), kdy uživatel dostává pouze požadovaný obraz dat, která se reálně nacházejí na vzdáleném, v drtivé většině případů cizím, serveru.

Model SOA je postaven na interakci dvou stran – poskytovatelem služby a spotřebitelem služby (uživatel). Služba jako taková je specifikována popisem služby – metadaty. Konkrétní uživatel může přistupovat ke službě přímo, pokud zná její parametry nebo procházet a vyhledávat v registru služeb.

Charakteristika služeb na základě servisně orientované architektury (Nétek 2013):

- Není vyžadován přímý přístup k datům – uživatel nemusí mít data uložena lokálně ve svém zařízení
- Uživatel může pracovat s daty z více zdrojů a kombinovat je
- Data jsou uložena a spravována centrálně na jednom místě
- Z pohledu uživatele jsou data stále aktuální
- Centrální správa dat zajišťuje vyšší efektivitu
- Data lze rychleji aktualizovat (i v reálném čase)
- Nižší finanční náklady



Obrázek 2: Servisně orientovaná architektura je založená na interakci mezi poskytovatelem a spotřebitelem služby (upraveno dle Rychlý, 2007)

3.3 Cloud computing

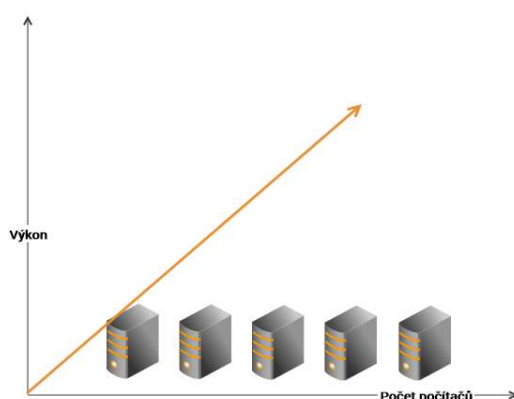
Model využití výpočetní techniky skrz internet, zjednodušeně řečeno poskytování služeb či programů uložených (na cizích serverech) v prostředí internetu. Kodera (2009) definuje cloud computing jako „technologie a postupy používané v datových centrech a firmách pro zajištění snadné škálovatelnosti aplikací dodávaných přes Internet“. Uživatelé mají přístup ke svým datům či programům prostřednictvím webového prohlížeče kdekoliv

⁴ Obsah této kapitoly vychází z publikovaného článku: Nétek, R. (2013). HTML5 & RIA jako nová éra WebGIS? Sborník příspěvků, Symposium GIS Ostrava 2013, VŠB-TU Ostrava.

na světě, ve skutečnosti však přesně nevědí, kde jsou data a aplikace fyzicky umístěny. Jak již název napovídá, pojem symbolizuje vyobrazení mraku – výpočetní prostředky ležící mimo dosah vlastní struktury, „někde v oblacích“.

V případě, že se jedná o placenou službu, platí uživatel za použití služby, ne však za vlastní data či software. Nabídka takových aplikací je neomezená, od kancelářských aplikací (např. Google Docs) přes systémy pro distribuované výpočty umožňující simulovat složité experimenty, až po analýzy prostorových dat. Na druhé straně existuje možnost vytvoření vlastního cloudu. Všeobecně lze tedy cloud computing definovat jako přístup k datového prostoru nebo výpočetnímu výkonu v prostředí internetu (Margaris 2011). Principy cloud computingu jsou v souladu s principy servisně orientované architektury, vzájemně na sebe navazují. Margaris (2011) definuje 5 pilířů cloud computingu následovně:

- Internetové technologie - služby dostupné prostřednictvím internetu
- Princip služeb - potřeby spotřebitelů a poskytovatelů jsou od sebe odděleny jednoznačně definovaným rozhraním, které lze označit jako službu
- Měření a platba dle využití - využití je sledováno na základě definovaných metrik, které následně umožňují její zpoplatnění
- Škálovatelnost a elasticita⁵ - výpočetní prostředky lze operativně navyšovat (teoreticky v neomezeném množství) nebo snižovat a reagovat tak na aktuální potřeby
- Sdílení zdrojů - realizuje úspory z rozsahu a maximalizuje efektivitu využití zdrojů



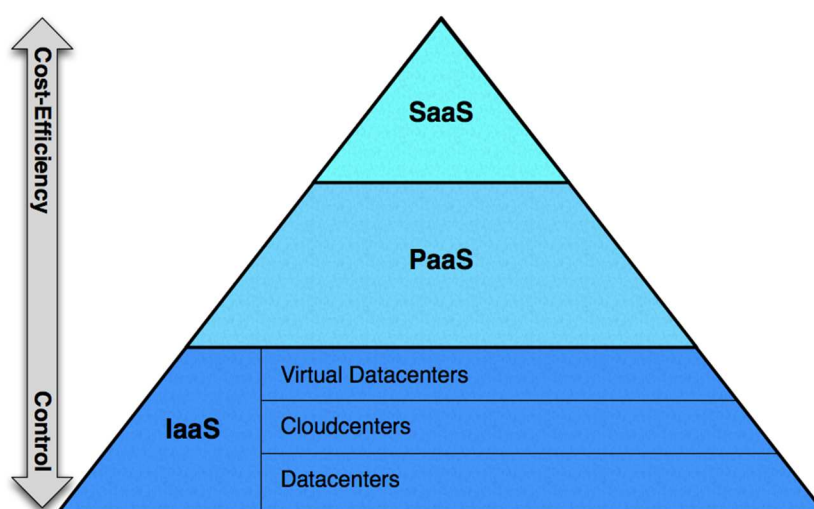
Obrázek 3: Škálovatelnost výpočetní techniky pružně reaguje na požadavky

Z taxonomického pohledu lze ke cloud computingu přistupovat ve třech úrovních. IaaS (Infrastructure as a Service) je nejnižší úroveň, ale poskytuje největší flexibilitu. Nabízí úložiště a výpočetní prostředky pro nasazení libovolného software. Uživatel může instalovat a konfigurovat vlastní aplikace, pronajímá si hardware (typicky celý server). IaaS je vhodný v případech, kdy uživatel chce využívat cloudové řešení, avšak nemůže nebo nechce udržovat vlastní technologické zázemí. Umožňuje nastavit výpočetní výkon přesně dle požadavků. PaaS (Platform as a Service) rozšiřuje IaaS o možnost správy platformy nad kterou aplikace běží, obdobně jako u komerčních webhostingů, často doplněný o prostředí pro tvorbu

⁵ Jedna z nejzásadnějších výhod pro nasazení pro aplikace s nárazovou zátěží (typicky krizové aplikace), dále diskutuje kapitola 0

aplikací a předinstalované nástroje. Poskytovatel dodává platformu, ale stará se provoz technologií a hardwaru. Nevýhodou (ale zároveň i pozitivem) je právě absence správy hardware. Hierarchicky nejvyšší úrovní cloud computingu je model SaaS (Software as a Service). Zákazník si od poskytovatele pronajímá konkrétní aplikaci či software a platí pouze za čas reálného využití.

Pro nasazení GIS řešení na cloud lze uplatnit dva odlišné přístupy. První možností je pronajmout si klasické komerční cloudové prostředí úrovně IaaS (např. Amazon S3, GoGrid, Skygone Cloud, iCloud) a zde si nainstalovat libovolné vlastní řešení. Přístup je vhodný pro komplexní a složité nástroje, poskytování služeb, pokročilou funkcionalitu, složité výpočty. Na druhé straně existují služby specializované přímo na oblast zpracování prostorových dat dle SaaS: GIS Cloud, GeoCommons, ArcGIS Online, MapBox, CartoDB či Crowdmap. Tyto služby umožňují vizualizovat, analyzovat a sdílet prostorová data. Jedná se prakticky o GIS klienty dostupné v prostředí Internetu.

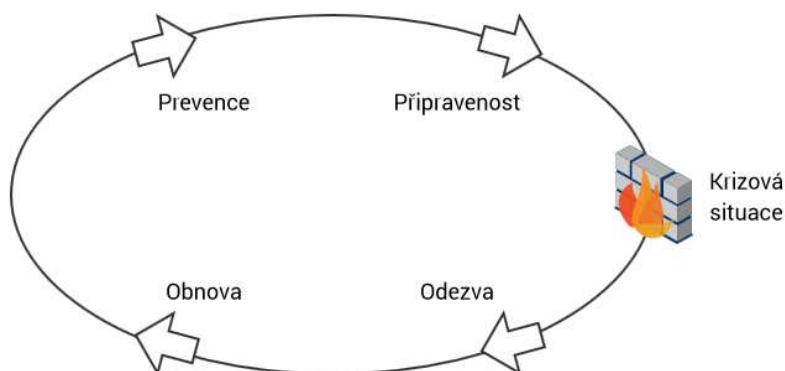


Obrázek 4: Distribuční modely cloud computingu; převzato z: Kodera (2009)

Z pohledu soukromí poskytuje cloud computing tři úrovně: veřejný, soukromý a komunitní. Veřejný model není nijak omezen, stojí na myšlence veřejného vzdáleného přístupu klienta kdykoliv a odkudkoliv. Je určen širokému okruhu uživatelů. Z pohledu bezpečnosti a soukromí dat se jedná o nejvíce diskutované téma a podrobněji je diskutováno v kapitole 0. Na soukromý model lze nahlížet dvěma způsoby, odborná literatura v tomto pohledu není jednotná. Liberálnější verze soukromého modelu popisuje „uzavření“ cloudu pro jediný subjekt, avšak nad infrastrukturou jiného poskytovatele (IaaS) např. Amazonu. Margaris (2011) pro soukromý model upřednostňuje vybudování zcela nezávislého cloudu, pouze pro potřeby daného subjektu, bez vazeb na poskytovatele třetí strany. Tento přístup vyžaduje vyšší vstupní náklady na pořízení infrastruktury, avšak přináší 100% zajištění bezpečnosti dat, což je v oblastech národního zájmu rozhodující. Komunitní cloud je přechodným stupněm, jak již název napovídá určený pro komunitní, podniková i mezipodniková řešení (např. GitHub). Umožňuje efektivnější práci, sdílení dat, nástrojů i výpočetních prostředků. Kombinuje veřejné funkce se službami pro interní potřeby jednotlivých společností či subjektů v zabezpečené soukromé části.

3.4 Krizový management a jeho legislativní vymezení

Krizový management neboli krizové řízení lze definovat jako souhrn činností příslušných orgánů zaměřených na analýzu bezpečnostních rizik a ohrožení, na monitorování rizikových činitelů, na prevenci vzniku krizových situací a na plánování, organizování a uskutečnění a kontrolu činností určených k vytvoření podmínek na řešení krizových situací (Konečný, Březinová a kol. 2011). Cílem krizového řízení je pokud možno předejít nebo minimalizovat ztráty na majetku a lidských životech v případě krizové situace. Antušák a Kopecký (2003) krizový management definují jako ucelený soubor přístupů, názorů, zkušeností, doporučení a metod, které vedou ke zvládnutí specifických činností ve všech fázích krizového cyklu.



Obrázek 5: Cyklus krizového jevu; upraveno dle Zlatanova a kol. (2012)

Cyklus krizového jevu (Emergency Response Cycle) je opakující se cyklus čtyř navzájem propojených, na sebe navazujících fází krizové situace. První fází cyklu je fáze prevence (mitigation), tedy snaha zcela eliminovat nebo minimalizovat riziko vzniku krizové situace (strategická rozhodnutí, budování protipovodňových opatření, zóny ochrany). Na tuto část navazuje fáze připravenosti (preparedness) – legislativní a technická opatření pro potencionální situaci (simulace, nácviky, krizové a evakuační plány) nebo předcházející reálné situaci (systémy včasného varování, senzorové sítě). Třetí fází cyklu je vlastní krizová situace, respektive okamžitá odezva (response) odezva na ní. V první řadě se jedná o záchranu lidských životů, minimalizaci dopadů na majetek, zajištění národní i veřejné bezpečnosti bezprostředně po krizové události. Tato fáze končí obnovovacími pracemi a přechází do závěrečné fáze obnovy (recovery). V krátkodobém horizontu se jedná o obnovení životně důležité infrastruktury, zajištění zásobování a obydlí, dlouhodobé práce zahrnují obnovu škod způsobené krizovou situací a navrácení postiženého území do původního stavu. V průběhu zotavení se cyklus vrací opět na začátek (Zlatanova a kol. 2012), (Konečný a kol. 2010).

Krizové řízení v České republice upravuje zákon č. 118/2011 Sb. (plné znění zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů - krizový zákon) o krizovém řízení a o změně některých zákonů a je zajišťováno soustavou orgánů a organizací propojených vzájemnými vazbami ve čtyřech hierarchických úrovních – celostátní, krajskou, na úrovni ORP a nejnižší na úrovni obcí. Dále je významným činitelem Integrovaný záchranný systém, tvořený Policií ČR, Hasičským záchranným sborem,

Zdravotnickou záchrannou službou a dalšími. Status IZS je ukotven v zákoně č. 239/2000 S. o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů.

Jedním z dílčích cílů disertační práce je sestavení konceptu aplikace pro krizové situace. Dle § 2 písm. b) zákona č. 240/2000 Sb., o krizovém řízení a o změně některých zákonů (krizový zákon), a dle § 2 písm. b) zákona 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů, „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“. Z pohledu legislativy může krizová situace (krizový stav) nabývat čtyř stupňů, jak uvádí tabulka Tabulka 2. Krizový plán je pak soupis metod a opatření reagující na krizový stav. Činitelem krizového stavu může být obecně přírodní nebo antropogenní vliv, konkrétně pak:

- Živelní pohromy (přírodní)
- Hromadné nákazy (přírodní)
- Provozní havárie a havárie spojené s infrastrukturou (antropogenní)
- Vnitrostátní společenské, sociální a ekonomické krize (antropogenní)

Tabulka 2: Krizové stavy dle legislativy ČR

Krizový stav	Vyhlašuje	Území	Platnost
Stav nebezpečí	Hejtman kraje	Kraj nebo část kraje	30 dnů (déle se souhlasem vlády ČR)
Nouzový stav	Vláda ČR	Celý stát nebo území státu	30 dnů (déle se souhlasem Poslanecké sněmovny ČR)
Stav ohrožení	Parlament ČR na návrh Vlády ČR	Celý stát	Není omezeno
Válečný stav	Parlament ČR	Celý stát	Není omezeno

Vedle zmíněných termínů lze v Zákonu č. 239/2000 Sb. narazit na pojem „mimořádná událost“. Mimořádnou událostí se rozumí „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“. Do mimořádných událostí lze zařadit všechny přírodní i antropogenní situace závažného negativního charakteru jako např. povodně, požáry, havárie, výbuchy, teroristické činy, vojenské zásahy atd. Vyhodnocení mimořádných událostí mají na starosti složky IZS (čtyři stupně poplachu).

Velmi okrajově se o krizovém řízení zmiňuje GeoInfoStrategie ⁶. V záměru GeoInfoStrategie předloženém Ministerstvem vnitra ke schválení vládě ČR v září 2012 se uvádí „Aktuální, jednotná a rychle dostupná prostorová data jsou nezbytná pro kvalitní operační a krizové řízení na všech úrovních“. Dále lze krizový podtext vyčíst u obecných charakteristik „Geoinfostrategie se stane účinným nástrojem koordinace a integrace jednotlivých aktivit subjektů...“.

⁶ Strategie rozvoje infrastruktury pro prostorové informace v České republice do roku 2020

Pro potřeby této práce je dále používán termín „krizová situace“ či „krizový stav“ v obecném slova smyslu, tedy jako pojem terminologicky reflektující jakoukoliv nestandardní situaci z výše uvedených definicí.

3.5 Geoinformační technologie v oblasti krizového řízení

Z pohledu nasazení GIT do praxe v oblasti krizového řízení je v ČR na nejvyšší úrovni bezpochyby Hasičský záchranný sbor. Zpravidla je vybaven softwary rodiny ArcGIS od společnosti Esri, programem GISelZS (IZS Operátor) ⁷ od společnosti T-MAPY a minoritními specializovanými nástroji (RCS Kladno či Profia). Sice neoficiálním, ale v praxi často používaným a ověřeným nástrojem operátorů středisek HZS je aplikace Mapy.cz ⁸, sloužící jednak jako alternativa k ověření/vyhledání adres a jednak z důvodu kvalitních leteckých snímků. HZS využívá jeden centrální datový sklad v Lázních Bohdaneč (viz kapitola 4.1 Centrální datový sklad HZS) společný pro všechna krajská ředitelství. Zdravotnická záchranná služba také využívá aplikaci GISelZS příp. řešení MEDIUMSOFT. Tyto systémy slouží k podpoře vnitřních organizačních procesů. U Policie ČR se lze setkat s nasazením GIT pouze ojediněle.

Konkrétní systémy popisuje detailně ve své práci Hoch (2007). U HZS je zaveden řídicí informační systém VÝJEZD, který v celém systému HZS zabezpečuje činnost HZS při zásazích. Je plně využitelný pro potřeby HZS, ovšem nezahrnuje prvky krizového řízení nad rámec záchranného zásahu. Bývá propojen s modulem Spojář určeným pro obsluhu operačních středisek.

Pro účely předkládané práce je vhodné odlišovat nasazení GIT v obecné rovině od implementace moderních webových nástrojů na principech RIA. Již z předchozího stručného popisu je patrné, že obvykle lze hovořit o nasazení spíše robustních desktopových/serverových řešeních, nikoliv však flexibilních webových aplikací. V kontextu této práce (orientované výhradně na webová řešení), dalších kapitol a vzhledem k širokému spektru prací (Oosterom, Zlatanova a kol. (2005), Hoch (2007), Lepeša (2008), Sladký (2009), Zlatanova a kol. (2012)) popisující nasazení klasických metod GIS, není potřeba tuto kapitolu detailněji rozebírat.

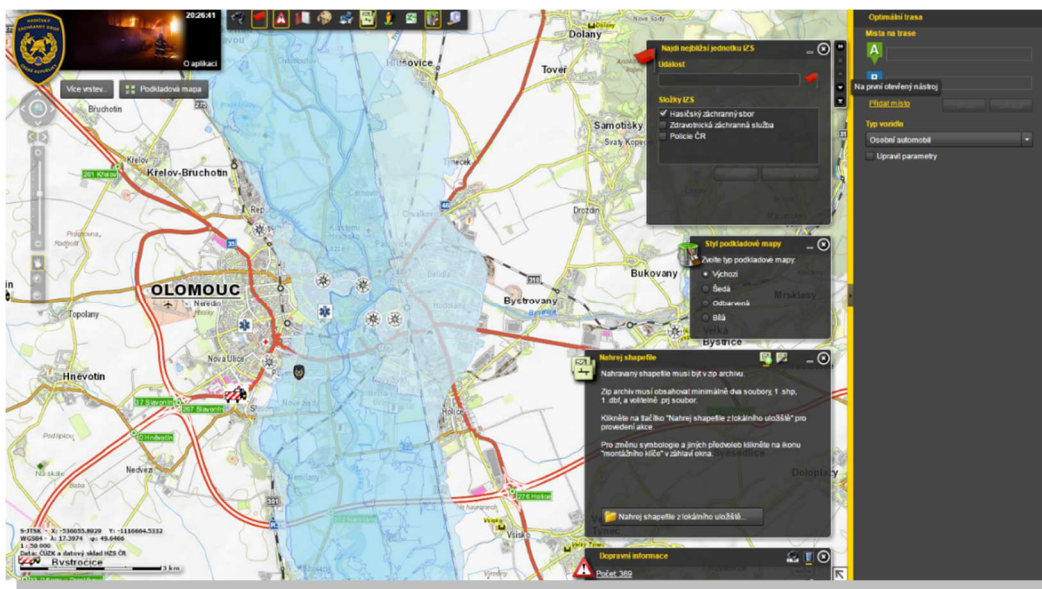
3.6 Implementace webových řešení v oblasti krizového řízení

V současné době je stěžejním (veřejně dostupným) příkladem implementace RIA do oblasti HZS (potažmo IZS) „Mapová aplikace GIS portálu HZS ČR“ ⁹ vybudovaná na technologii ArcGIS Viewer for Flex. Jedná se o tzv. tenkého klienta umožňující vizualizaci dat HZS. Z nestandardních funkcí lze jmenovat polohovou lokalizaci dopravních informací (dopravní nehody, omezení, překážky atd.), vyhledání nejbližší jednotky IZS, či specializované vrstvy (číslování stožárů osvětlení, železničních přejezdů, traumabody, zátopové zóny atd.). Spravuje ji Komise GIS HZS ČR. Legislativním podkladem je SIAŘ 26/2012 – „rozkaz č. 26 ze dne 29. 5. 2012, kterým se zřizuje řídicí komise pro koordinaci tvorby a provozování geografických informačních systémů u HZS ČR“ (Červenka 2012).

⁷ Popis GISelZS dostupný z URL: <http://gis.izscr.cz/wpgis/gisel-izs/>

⁸ Dostupné z URL <http://mapy.cz>

⁹ Dostupné z URL: <http://gis.izscr.cz/map2/>



Obrázek 6: Mapový klient HZS ČR; dostupné z URL: <http://gis.izscr.cz/>

Z pohledu interních potřeb se jedná o spolehlivé řešení. Jednotlivá krajská operační střediska si centrální aplikaci osvojila, pro specifické potřeby na úrovni krajů si vyvíjí vlastní klienty (viz Tabulka 3). Jak uvádí Červenka (2012) „u HZS ČR významně pomáhá nejen v operačním řízení ale například v krizovém řízení, ochraně obyvatel, prevenci a také jako podpora jednotek u zásahu. Díky potřebě specifických informací má HZS ČR k dispozici velké množství dat“. Na operačním středisku HZS OK byl pro interní potřeby nasazen vizualizační klient postavený na platformě ArcGIS Viewer for Flex, vytvořený por. Mgr. Kamilem Kořínkem. Původně se jednalo o základní konfiguraci tohoto nástroje umožňující jen triviální vizualizaci předpřipravených vrstev. V návaznosti na politiku aktualizace a distribuce dat HZS skrz centralizovaný sklad a navázání spolupráce s autorem práce došlo k rozšíření funkcionality, viz dílčí cíl 4 této práce - kapitola 8. Z technologií použitých pro jednotlivé klienty lze pozorovat většinovou orientaci na řešení společnosti Esri.

Tabulka 3: Vybrané (veřejně dostupné) mapové klienty krizového řízení

Klient	Technologie	Odkaz
HZS ČR	ArcGIS Viewer for Flex	http://gis.izscr.cz/map2/
Plzeňský kraj	ArcGIS Viewer for Flex	http://geoportal.plzensky-kraj.cz/gs/vsechny-mapy/
Ústecký kraj	OpenLayers (vrstvy GoogleMaps)	http://pkr.kr-ustecky.cz/pkr/
Liberecký kraj	MapServer	http://maps.kraj-lbc.cz/mapserv/dpp/index.php
Hl. město Praha	ArcGIS API for JavaScript	http://mpp.praha.eu/app/map/zatopy/
Zlínský kraj	ArcGIS Viewer for Flex (T-Mapy)	http://vms4.kr-zlinsky.cz/zaplavy/

Mimo HZS je v oblasti krizového managementu potřeba zmínit následující iniciativy. COPERNICUS (dříve GMES - Global Monitoring for Environment and Security) se zaměřuje na poskytování satelitních dat v oblasti životního prostředí a bezpečnosti. GMES, doplňující

direktivu INSPIRE, je iniciativa EU monitorující přírodní i antropogenní situace s jednoznačným cílem zefektivnění procesu krizového řízení. Konečný, Březinová a kol. (2011) uvádí, že „je založena na integrovaném shromažďování dat z družic provádějící monitorování Země“. Poskytuje dva druhy služeb, základní (core services) pro oblast bezpečnosti, ohrožení či atmosféry a navazující (downstream services) dle potřeby. GMES zavádí pojem „rapid mapping“ pro rychlé mapování zasažených oblastí ihned po katastrofě. Jak dodává Konečný, Březinová a kol. (2011) „snad poprvé v historii...jsou předepsány i časové limity pro tvorbu map“, pro mapy s následkem katastrofy se jedná o údaj do 24 hodin s denní aktualizací. Modul EMS (Early Warning System) ¹⁰ byl využit pro pořízení satelitních snímků vybuchlých vojenských skladů ve Vrběticích (viz kapitola 8.2.5). Hladíková (2014) zmiňuje pro totéž pojmy mapování v urgentním režimu a podpůrné mapování.

Project G-MOSAIC je součástí programu GMES a je zaměřen na vývoj a poskytování informačních služeb pro podporu evropských a národních bezpečnostních aktivit. Evropský projekt RESPOND poskytuje služby v oblasti podpory humanitární a rozvojové pomoci. Veškeré služby byly založeny na dodání družicových ortofotomap všech měřítek a odvozených tematických map pro podporu humanitárních aktivit v oblasti Afriky a Asie. DIPECHO (Disaster Preparedness European Commission's Humanitarian aid department), WIN (Wide Information Network) a EU-MEDIN (Euro-Mediterranean Disaster Information Network) jsou iniciativy Evropské unie v oblasti krizového managementu a včasného varování. Dalším projektem EU, s cílem návrhu a implementace servisně orientované architektury pro „Multi-Risk Management“ je ORCHESTRA (Open Architecture and Spatial Data Infrastructure for Risk Management).

Projekt Floreon je modulární systém vyvinutý pro modelování a simulaci situací způsobených povodňovými jevy s využitím moderních výpočetních a internetových technologií ¹¹. Zásadním přínosem tohoto konceptu je kombinace RIA a SOA (nejen) pro mapovou část. Z technologického pohledu je postavená na technologii Silverlight. Komunikace mezi moduly je zajištěna na principu webových služeb, čehož je využito především pro vizualizaci povodňových modelů a prostorových dat (Floreon 2013). Zjištěné poznatky utvrzují předpoklad, že návrh aplikace reflektující principy RIA a SOA by mohl být významným přínosem do oblasti krizového managementu.

¹⁰ Konkrétně EMSR113

¹¹ Zapojena je mj. Vysoká škola báňská - Technická univerzita Ostrava

4 METODY A POSTUP ZPRACOVÁNÍ

Předkládaná práce je svým tematickým i praktickým zaměřením specifická. Proto je vedle teoretických cílů práce uvedených v kapitole 2, nutné definovat i praktický záměr. Jak již bylo uvedeno, dílčí část aplikace (editační klient) vznikala na základě přímého požadavku operátorů HZS. Pro lepší pochopení důvodů a přínosů pro disertační práci, je potřeba nejprve ilustrovat proces distribuce dat skrz Centrální datový sklad HZS v Lázních Bohdaneč, kdy v návaznosti na politiku aktualizace a distribuce dat HZS skrz centrální sklad docházelo i k několikaměsíčnímu zpoždění v procesu aktualizace dat.

4.1 Centrální datový sklad HZS

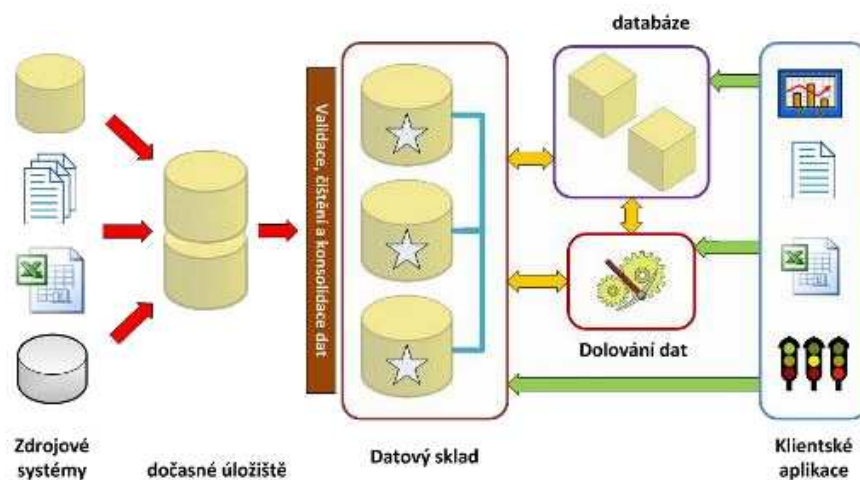
Dle Červenka (2012) „Centrální datový sklad (CDS) HZS ČR slouží jako vstupní filtr pro data do jednotlivých systémů HZS ČR, PČR, ZZS, MVČR – zde dochází k úpravám dat do stanoveného jednotného datového modelu, jejich verifikaci a atributovým úpravám“. CDS shromažďuje data od 25 poskytovatelů z veřejného i komerčního sektoru. Data jsou aktualizována, optimalizována a finalizována centrálně. Dvakrát ročně jsou data distribuována na lokální stanice ve formě zdrojových souborů ¹².

V případě požadavku změny v datech je proces zapracování následující: oznámení změny na CDS – provedení změny v centrální databázi – distribuce dat na místní stanice – manuální aktualizace v aplikacích (Leitgeblová a Červenka 2014), (Červenka 2012).

Centralizovaná správa dat poskytuje řadu výhod, na druhé straně manuální proces aktualizace nelze považovat za efektivní, v současné době překonaný. Jak uvádí např. Oosterom, Zlatanova a kol. (2005) „čas odezvy záchranných týmů hraje při řešení krizí klíčovou roli. Moderní geografické informační systémy mohou výrazně urychlit zásah v případě, že relevantní data jsou dostupná v nejkratší možné době.“ Jako ideální řešení se nabízí efektivnější publikování dat na základě principů SOA, konkrétně webových služeb. Tento postoj si uvědomuje i HZS. CDS zavádí poskytování webových mapových služeb WMS a WMTS, což Leitgeblová a Červenka (2014) potvrzují: „nedílnou součástí činnosti CDS je distribuce a vzdálená aktualizace dat pro vyhledávání na serverech HZS krajů. Nárůst této činnosti lze zaznamenat od roku 2010“. Regionální střediska HZS však spravují a publikují webové služby za svůj region. Například středisko HZS OK poskytuje vlastní ortofoto službu ve formě dlaždicové WMTS na úrovni Olomouckého kraje. Webové služby HZS bohužel nejsou veřejně dostupné.

Těsně před odevzdáním této práce, dne 17. 3. 2015, byly zveřejněny výsledky výběrového řízení vypsaneho Českou poštou s.p., odštěpným závodem Služby ICCT, zjednodušené podlimitní řízení dle zákona č. 137/2006 Sb., jehož předmětem byl nákup licencí na užití mapových podkladů pro Národní informační systém Integrovaného záchranného systému. Výhercem výběrového řízení (dodavatel digitálních mapových podkladů ČR - vektorových dat silniční a uliční sítě, turistických a cykloturistických sítí s přesahem 20 km v příhraničních oblastech) určené pro provoz tísňové linky 112 se stala společnost Central European Data Agency, a.s. (CEDA 2015).

¹² Formou Esri geodatabáze - dle příslušných smluv jsou data distribuována i dalším složkám IZS



Obrázek 7: Schéma aktualizace dat HZS, převzato: Červenka (2012)

4.2 Záměr praktické části

S ohledem na výše uvedené skutečnosti lze **celkový účel** definovat následovně: Stěžejním záměrem předkládané práce je vyvinout univerzální koncept krizové aplikace pro podporu rozhodovacích procesů Integrovaného záchranného systému. Nezbytným předpokladem je objektivní analýza teoretických východisek i reálné otestování, vycházející z porovnání se současným nedostatečným stavem.

Obsah (co?): Univerzálním konceptem má autor na mysli flexibilní webovou mapovou aplikaci nezávislou na platformě, integrující nejpoužívanější datové typy a webové služby, vyžadující minimální technické požadavky ze strany klienta i poskytovatele, s možností rychlého (alternativního) nasazení.

Cílová skupina (kdo?): Cílovou skupinou jsou všechny složky zapojené do IZS, respektive orgány krizového řízení¹³. Vzhledem k postavení HZS v rámci IZS, byla práce oponována HZS, což však neznamená, že by nebyla určena pro ostatní složky, právě naopak.

Umístění (kde?): Jako ideální umístění pro nasazení se nabízí Krizový a havarijný plán¹⁴. Jak uvádí Hoch (2007) „Informační systém Havarijního a Krizového plánování je postaven pro zpracování a údržbu těchto plánů ve snadné a kdykoliv využitelné podobě ... systém je zpracován jako webová aplikace s možným nasazením v lokálním intranetu nebo chráněné internetové podobě...uživatelům stačí k provozu pouze internetový prohlížeč“. Požadavek univerzálnosti však nevylučuje nasazení na jiných místech.

Nasazení (kdy?): Pojmem krizová aplikace má autor na mysli aplikaci určenou pro podporu řešení krizových situací. Záměrem je využití práce směřovat primárně do první fáze cyklu operačního řízení, tedy ihned po katastrofě. Práce si klade za cíl přinést efektivní nástroje pro podporu rozhodovacích procesů dle kritérií:

- Co nejrychlejší vyhodnocení krizové situace
- Prostorová lokalizace stávajícího stavu/jevu

¹³ Seznam orgánů krizového řízení Olomouckého kraje dostupný z URL: <http://www.hzscr.cz/clanek/hzs-olomouckeho-kraje-menu-krizove-rizeni-a-cnp-kriticka-infrastruktura-kriticka-infrastruktura.aspx>

¹⁴ Krizový a havarijný plán Olomouckého kraje je dostupný po autentizaci z URL: <https://khp.hasici-ol.cz>

- Aktualizace mapových a datových podkladů
- Porovnání současného stavu s dlouhodobým standardem
- Zorientování a lokalizace řídicích složek v prostoru
- Prvotní analýza určená pro strategické rozhodování

4.3 Metody řešení cílů práce

Autoři v odborné i populární (geoinformaticky/kartograficky/krizově zaměřené) literatury se omezují prakticky jen na konvenční metody použitelnosti oborových řešení (použitelnost z pohledu kartografie, statistické hodnocení, dotazníkové šetření, eye-tracking). Autor se do této práce snaží inovativně implementovat **metody obecné webové analytiky** (Maslowova pyramida webdesignu, framework See-Think-Do, persony, prototypování, A/B testování atd.). Samozřejmě, oblast webových mapových aplikací i krizové řízení jsou specifické obory se specifickými požadavky a ne všechny obecně platné principy na ně lze aplikovat. Taktéž ryzí webová analytika je primárně marketingově orientovaný nástroj s cílem zvýšit výkon webových řešení, v komerční sféře pak primárně generovat finanční zisk. Přístupy obecné webové analytiky ale vycházejí z mnohanásobně většího trhu. Výrazně vyšší konkurenční prostředí odfiltruje jen osvědčené přístupy (Ramsey 2012). Odvozené obory informačních věd s železnou pravidelností (a jistým časovým odstupem) je přijímají za své (Bowden 2007), potvrzuje to pohled na současné trendy oblasti GIS: personalizace, orientace na služby, cloud computing, sociální sítě, uživatelsky orientovaný (user-centered) design, mobile-first, atd. Je tedy krátkozraké zcela opomíjet obecně platné principy na úkor preferovat výhradně oborové metody. S tímto názorem se ztotožňuje i GI kompendium Evropské komise, ve své práci této problematice věnují kapitolu s názvem „Všeobecná integrace geoinformací do hlavního proudu informačních technologií“, kde se doslova praví „**Separace GIS od ostatních programových balíků**, tak jak se vyvinula v průběhu 80. a 90. let, **musí být překonána**. V případě geodat je jen málo věcí speciálních...z většiny hledisek jsou geoinformace podobné ostatním informacím a musí proto splňovat obecné standardy“ (Frank, Raubal a kol. 2000).

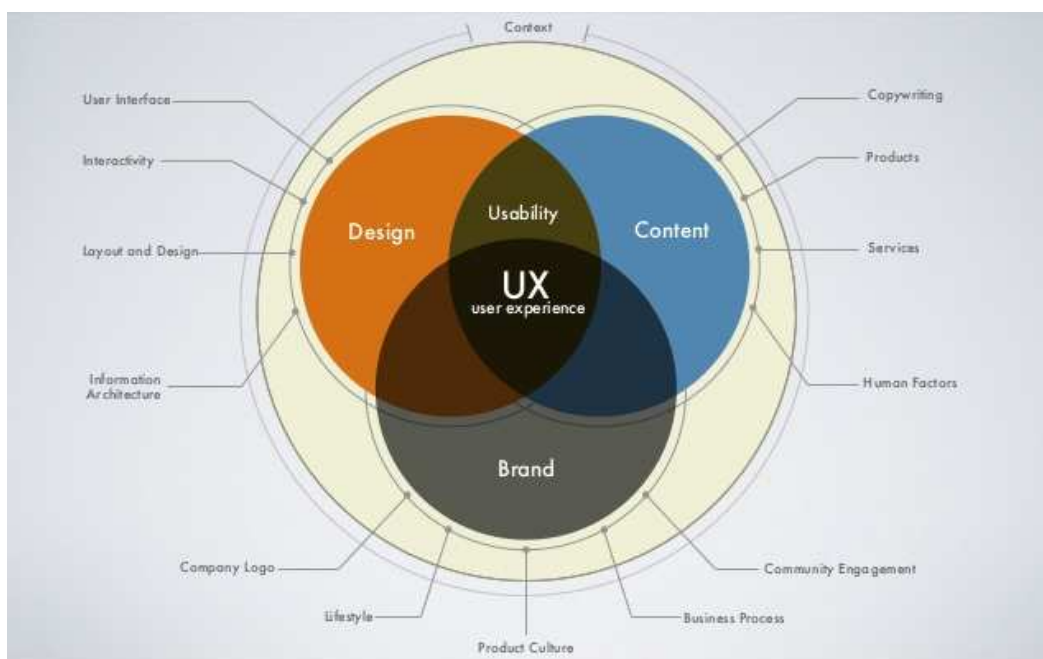
Na základě rešerše odborné literatury a konzultací bylo pro DC 1 (technologické aspekty) a DC 2 (aspekty použitelnosti) převzato obecné **schéma postupu** prací (detailně rozebírá např. Vondráková (2013).

Postup zpracování podkapitol DC se tedy opírá o následující kroky:

- 1) Specifikace problému
- 2) Předpoklad/hypotéza
- 3) Návrh možných řešení
- 4) Objektivní analýza a zhodnocení
- 5) Interpretace závěrů a doporučení

Východiskem disertační práce je analýza a praktické ověření teoretických předpokladů v rámci DC 1 a DC 2 na principech UX. Základním požadavkem a zároveň principem krizových řešení je jejich intuitivnost. **User Experience** (všeobecně přijímáno pod zkratkou UX)

poskytuje celou řadu nástrojů pro hodnocení uživatelského prožitku, tedy zkušenosti uživatele s produktem, jinými slovy UX odráží chování uživatele (Krug 2005). UX hledá odpověď na základní otázky: „Zvládne uživatel udělat v aplikaci to k čemu je určena?“ a „Zvládne to rychle a správně?“. V kontextu této práce tak lze UX považovat za ideální přístup. UX obnáší soubor konkrétních metod, aplikovaných v různých částech disertační práce, s cílem budování uživatelského prožitku = docílení záměrů definovaných v předchozí kapitole.



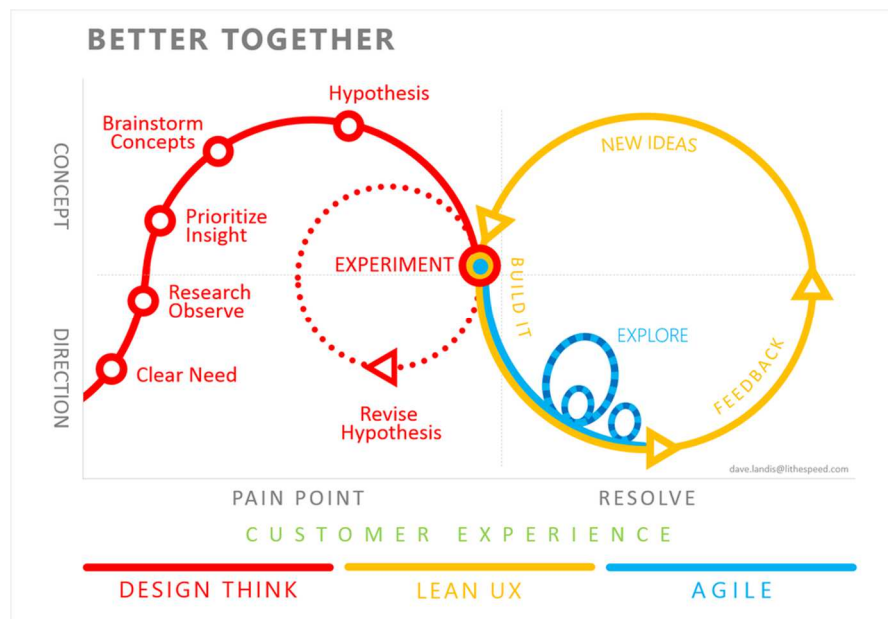
Obrázek 8: User Experience (UX) jako komplexní nástroj pro hodnocení uživatelského prožitku; převzato z: JarCreative (2011)

V neposlední řadě je důvodem prosazení UX metod snaha autora o změnu celkového přístupu k návrhu aplikací. Konvenční přístup návrhu GIS řešení vychází ze systémové strategie (system-oriented design), kdy výsledná aplikace vychází jen z možností, které jí dovolí systém nebo autor (Rudinský 2014). Uživatel se musí přizpůsobit aplikaci ¹⁵. Změna strategie na uživatele (v literatuře přijímáno pod termínem **user-centered design**, usability-first, neogeografie) vychází primárně z požadavků uživatele, upřednostňuje požadavky a nároky uživatele nad ostatní (Turner 2009). Aplikace se přizpůsobuje uživateli a nikoliv naopak. Autor pro tuto metodu v rámci této práce zavádí pojem „**pro-uživatelský přístup**“.

Tabulka 4: Shrnutí pojmů

Původní název	Přejatý název	Definice
User-Centered design	Pro-uživatelský přístup	strategie orientovaná primárně na uživatele
User-experience	UX	soubor metod s cílem uživatelského prožitku

¹⁵ Tento překonaný přístup detailně analyzuje kapitola 6.1



Obrázek 9: Pro-uživatelský přístup (user-centered desing); převzato z: Zimmerman (2006)

Strategie pro-uživatelského přístupu (Obrázek 9) vyžaduje aplikaci některých specifických metod. Charakteristickým prvkem zvoleného přístupu jsou tzv. **metody agilního vývoje**. Jedná se o cyklické metody vývoje, kdy neustálým opakováním celého cyklu a rozdělení cyklu do jednotlivých podcyklů, lze pružně a operativně reagovat na nové požadavky v průběhu vývoje. Správným nastavením parametru délky cyklu, lze ovlivňovat další vývoj (aplikovat nové nápady, včas reagovat na „slepé uličky“), ale především i získat relevantní zpětnou vazbu od zákazníka/uživatele. Jednou z vhodných metod agilního vývoje v oblasti softwarového inženýrství je **metoda scrum**. Metoda scrum vymezuje krátkou délku cyklu (v praxi týdenní či měsíční), tzv. iteraci (Scrum 2015). Výstupem každé iterace je nová verze aplikace, v praxi např. obohacení aplikace o novou funkci. Krok po kroku tak lze sledovat vývoj a v jakémkoli okamžiku na něj reagovat, v případě negativní změny s minimálními dopady. Vedlejším efektem z pohledu vývojáře je přínos verzování, možnost nasazení beta-verze atd. Jako vhodné se během zpracování práce ukázala metoda prototypování. Prototyp je výsledek konkrétní iterace, sloužící k otestování pouze konkrétní části funkcionality nebo designu. Dle Řezáč (2014) může být prototyp ve formě drátěného modelu (wireframe), částečně nebo plně funkční podoba vyvíjeného produktu, první dvě varianty se využívají v procesu vývoje. S plně funkčním prototypem se lze setkat víceméně pouze v etapě finálního testování a ladění (Řezáč 2014). V případě dlouhodobé práce, jako je zpracování disertační práce tohoto typu, se metoda scrum ukázala jako ideální.

Deskripce a analýza technologických aspektů (DC 1) vychází z metod objektivního hodnocení – kvalitativního výzkumu. V případě porovnání technologií či datových zdrojů, je vedle teoretických východisek využíváno také praktických případových studií, respektive jejich srovnání. Jak uvádí Vondráková (2013) a Yin (1994) vhodné pro tento typ hodnocení je explanatorní a/nebo testovací studie. Explanatorní studie „rozebírá jednotlivé příčiny jevu, přitom obvykle využívá nějakou vytvořenou teorii. Cílem je odkrývat méně známé nebo dosud neznámé vztahy, analyzovat jejich charakter, identifikovat příčiny a důsledky“ (Vondráková 2013). Testovací případová studie „zdůvodňuje použité mechanismy, důraz je kladen na testování správnosti teorie“ (Vondráková 2013). Pro pochopení a využití

potenciálu participativních nástrojů a sociálních sítí byla použita metoda See-Think-Do (Kaushik 2013) (detailně popsána a rozebrána v kapitole 6.6.2), formálně odpovídající explanatorní studii.

Hodnocení aspektu použitelnosti (DC 2) a z ní posléze vycházející návrh metodiky (DC 5) v nejvyšší míře využívá metod UX. Cílem snažení je, aby výsledný produkt byl smysluplný, použitelný a funkční, respektive předložená metodika na takový produkt odkazovala. Primárním nástrojem byla zvolena Heuristická analýza použitelnosti. Heuristická analýza je dle Nielsen (1994) „kvalitativní zhodnocení kompletního webu, aplikace, nebo systému, díky kterému získáme přesnou představu o slabých a silných místech testovaného objektu.“ I když se jedná o subjektivní metodu, hodnocení probíhá dle předem přesně stanovených kritérií. Formulace kritérií a parametrů vychází zpravidla z komplexního vzorku zkoumaných řešení, čímž je snaha subjektivní vliv eliminovat na nejnižší možnou míru. Nielsen (1995) definuje 10 základních principů použitelnosti, které lze rozšířit dle zaměření zkoumané aplikace, což je obsahem kapitoly 10.2. V návaznosti na výše definovaný cíl snažení (smysluplný, použitelný a funkční) autor aplikoval princip Maslowovy pyramidy jako alternativní formu hodnocení použitelnosti. Maslowova pyramida potřeb, v prostředí webdesignu známá jako Maslowova pyramida webdesignu, je teorie Abrahama Maslowa, znázorňující potřeby v logickém pořadí ve formě pyramidy (Řezáč 2014). Základní myšlenkou je, že pokud nedojde k naplnění potřeb ve spodních patrech pyramidy, celý systém se zhroutí. Analogicky v oblasti webdesignu zkoumaná aplikace musí stát na základech nejdůležitějších parametrech (naležitelnost, dostupnost). O této metodě a její aplikaci do oblasti krizového managementu pojednává kapitola 7.1 User Experience (UX) a použitelnost a její aplikace pro hodnocení je řešeno v kapitole 10.2 Maslowova pyramida.

4.4 Postup zpracování

V průběhu doktorského studia byla provedena rešerše odborné literatury. Postupně byly prakticky osvojeny technologie Flex, Silverlight a HTML5 ¹⁶. Vedle řady testovacích případů se autor v rámci doktorského studia podílel na reálném nasazení řady aplikací ¹⁷, což pozitivně přispělo ke zpracování disertační práce.

Uvolnění specifikace HTML5 a nástup mobilních platforem vedlo k operativnímu přehodnocení původních záměrů. Z důvodu osvojení si HTML5 byla absolvována stáž na univerzitě FHNW Muttensz ve Švýcarsku. Pro osvojení si metod GIS v oblasti včasného

¹⁶ Konkrétně platformy: GoogleMaps API, UMN MapServer, ArcGIS Viewer/API for Flex, ArcGIS Viewer for Silverlight, OpenLayers2, ArcGIS API for JavaScript, Leaflet, OpenLayers3 (chronologicky)

¹⁷ Autor práce je autorem kompletních mapových aplikací:

- Virtuální studovna CHKO Litovelské pomoraví (Virtus), dostupné z URL: <http://virtus.upol.cz/>
- BotanGIS, dostupné z URL: <http://botangis.upol.cz>
- Atlas Zahraniční rozvojové spolupráce ČR, URL: <http://geoinformatics.upol.cz/app/rozvoj/>
- Mapa budov Univerzity Palackého: dostupné z URL: <http://mapy.upol.cz/>
- Mapový klient pro pasportizaci obcí (Voucher Olomouckého kraje pro firmu Geocentrum s.r.o.)

Dále se autor podílel na mezinárodním open-source projektu OpenWebGlobe formou implementace podpory WMTS: OpenWebGlobe <http://www.openwebglobe.org/wmts-support-for-openwebglobe/>

V teoretické části práce autor nejprve definoval originální myšlenku konceptu WebGIS 2.0, průběžně následovala tvorba dílčích klientů dle konkrétních požadavků HZS, viz případové studie v kapitole 8. Následně došlo k vydělení DC 1 a DC 2 a analýze dle aspektů technologických a použitelnosti. V DC 3 dochází k syntéze získaných poznatků ve formě vytvoření dílčích případových studií, jejich porovnání a především finálního konceptu. V dalším kroku bylo provedeno komplexní testování. Přehledně postup prací zachycuje Obrázek 10. V posledním DC vznikla komplexní hodnotící metodika, na které navázala sada doporučení a závěrů. Vzhledem k rozsahu (cca 170 otázek) byla zformována alternativní varianta hodnocení, aplikující metodu Maslowovy pyramidy.

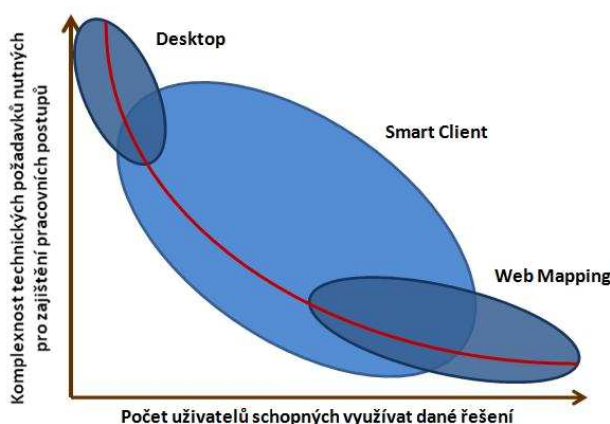


5 TRENDY PRO OBLAST KRIZOVÉHO ŘÍZENÍ

Ještě před několika lety dominovala odborné literatuře i praktickému užití robustní serverově založená řešení (typicky mapové servery) s omezenou funkcionalitou. Technologický pokrok umožňuje nahrazení flexibilními webovými mapovými klienty, typologicky nazvaným smart klient.

5.1 Smart klient ¹⁸

Z pohledu komponentů, lze jakoukoli mapovou aplikaci definovat jako tlustý nebo tenký klient v závislosti na tom jakou funkcionalitu poskytuje. Tenký klient neobsahuje žádnou aplikační logiku. Aplikační logiku mu zprostředkuje aplikační server, ke kterému tenký klient přistupuje. V případě tenkého klienta probíhají veškeré operace na straně řídicího serveru a nikoli na straně PC klienta. Tenký klient je často představován pouze webovým prohlížečem, a nevyžaduje tedy žádnou instalaci programového vybavení ¹⁹. Technologie tenkého klienta umožňuje výrazně snížit náklady na straně uživatele. Naopak tlustý klient v sobě integruje funkcionalitu, vykonává část logiky aplikace. Na straně serveru je pouze služba, která zpracovává požadavky klienta do formy dotazů do příslušného datového úložiště a obdržená data přeposílá zpátky na klienta. Data se tedy na serveru nijak nezpracovávají. Veškerá práce s vykreslením grafických dat je na klientské aplikaci. Tlustý klient bývá obvykle desktopová aplikace, za standardních okolností vyžadující instalaci. Vlastní data se přenáší ve formátu stanovené GIS softwarem (*.shp, *.dgn, *.kml apod.).



Obrázek 11: Hierarchie tenkého, smart a tlustého klienta, zdroj: (Geomedia 2014)

Aplikace založené na konceptu RIA umožňují využít tzv. smart klienta. Jedná se o rozšíření tenkého klienta, hierarchicky spadající mezi tenký a tlustý klient (Nétek 2014). Rozšiřuje možnosti a funkce tenkého klienta, avšak stále plně v prostředí webového prohlížeče. Ve srovnání s tenkým klientem zvolené řešení poskytuje vyšší technické i výkonnostní možnosti (Geomedia 2014), analytické nástroje (vyhledávání trasy, prostorové

¹⁸ Obsah této kapitoly vychází z publikovaného článku: Nétek, R. (2014). Smart klient pro krizové řízení. Sborník příspěvků, Symposium GIS Ostrava 2014, VŠB-TU Ostrava.

¹⁹ Pro své spuštění však může vyžadovat instalaci zásuvných modulů (Flash, Silverlight) či povolení knihoven (Java, ActiveX) v prohlížeči

dotazy, síťové analýzy apod.) či možnost přímé editace atributové i prostorové složky geodat. Za typického smart klienta lze označit řešení ArcGIS Viewer for Flex (Obrázek 6: Mapový klient HZS ČR), Geomedia Smart Client (Obrázek 12) nebo pokročilejší aplikace postavené na principu mashup (GoogleMaps API, některé z API firmy Esri).



Obrázek 12: Řešení "Geomedia Smart Client" jako příklad smart klienta

5.2 Adaptivní vizualizace

V oblasti krizového řízení nelze s dostatečným předstihem predikovat prostorovou ani časovou lokaci nástupu krizové události. Řídící i zasahující jednotky se tak snaží ve fázi prevence (viz cyklus krizového jevu, kapitola 3.4) připravit soubor metod a opatření, které jim umožní co nejpružněji reagovat na průběh dané krizové situace. Havarijní a krizové plánování se odehrává v několika úrovních (státní, krajské), nicméně základem všech prvků bezpečnostního plánování je vždy havarijní plán. Havarijní plány obsahují postupy při řešení mimořádných událostí (Konečný, Březinová a kol. 2011) definující jednak obecné postupy a metody, ale i konkrétní kroky pro různé typy předdefinovaných událostí. V České republice, potažmo střední Evropě, lze hovořit o živelních katastrofách (především povodních či větrných smrštích), požárech, biologických epidemiích a jaderném zamoření, naopak vyloučit lze tektonickou či glaciální činnost, extrémní klimatické a oceánické jevy (tajfun, tsunami). Na základě dlouhodobých analýz lze nastavit mechanismy pro předem vytipované pravděpodobné scénáře. V případě krize, hraje připravenost jednotek krizového řízení i obyvatelstva významnou roli a umožňuje tak eliminovat ztráty na životech i majetku.

Řada odborníků se snaží principy přizpůsobení aplikovat i do oblasti kartografie a geoinformačních systémů. Reagují tak na nepružnost a nepřizpůsobivost stacionárních řešení, kdy zcela totožné metody a výstupy slouží k řešení odlišných a specifických situací²⁰. V literatuře se lze setkat s pojmy Adaptivní kartografie (Talhofer a Kubíček 2012), adaptivní

²⁰ Zmínit lze extrémní povodeň v roce 1997, kdy záchranné týmy disponovali totožnými mapovými podklady v případě povodní nadregionálního charakteru i pro lokální chemickou nehodu

vizualizace (Kozel, Štampach a kol. 2010), dynamická geovizualizace (Konečný, Březinová a kol. 2011), kontext (Abowd a Dey 1999), přizpůsobení, customizace, atd.

Na půdě Masarykovy Univerzity v Brně probíhal v letech 2005-2011 projekt „Dynamická geovizualizace v krizovém managementu“²¹ (Konečný a kol. 2011) pod vedením prof. Milana Konečného, který lze považovat za celosvětově nejkomplexnější studii v této oblasti. Jedná se o výborný zdroj teoretických východisek, které si autor práce (i na základě konzultací se členy autorského týmu) dovolil upravit a rozšířit s ohledem na technologické možnosti, které v době zpracování originální studie nebyly dostupné. Konečný a kol. (2011) ve své studii definují jako základ adaptibilního systému pojem kontext – „znalost okolností, za kterých uživatel mapu používá a jejich vlivu na čitelnost a využitelnost mapy“. Dále v rámci kontextu definují 10 jeho parametrů: uživatelské schopnosti, správa dat, funkce mapy, místo, doba, činnost, situace, fáze, technologie, operační rozsah (viz Tabulka 5).

Princip adaptace vychází z následující posloupnosti: 1) definováním odpovědí na uvedené otázky je specifikován kontext. 2) daný koncept je porovnán s oborem hodnot (= předdefinovanými scénáři) 3) v případě, že daný kontext odpovídá scénáři, dochází k adaptibilnímu přizpůsobení aplikace dle navolených parametrů.

Tabulka 5: Typy kontextů dle Konečný a kol. (2011)

Co?	Co se událo?	Situace
	Co má být provedeno	Činnost
Kdy?	Kdy se krizový jev udál?	Doba
	V jaké fázi se krizový jev nachází?	Fáze
Kde?	Kde se krizový jev udál?	Místo
	Jaký má plošný rozsah?	Operační rozsah
Kdo?	Kdo bude mapu využívat?	Uživatelské schopnosti
	Kdo spravuje jaká data?	Správa dat
Jak	Jak bude mapa využívána?	Funkce mapy
	Jaká je velikost zobrazovací jednotky?	Technologie

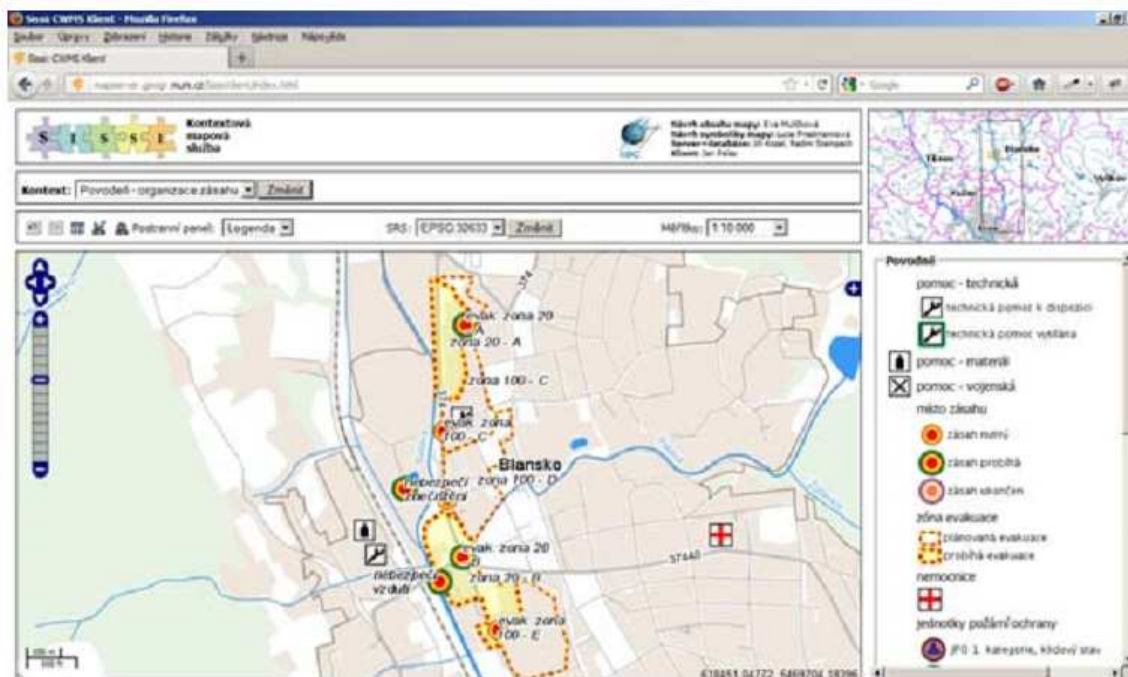
Jedním z hlavních výstupů zmíněné studie je návrh a implementace „kontextové webové mapové služby (Contextual Web Map Service – CWMS). Jedná se o rozšíření klasické webové mapové služby WMS (detailně popisuje kapitola 6.4.1 Webové služby) fungující na principu komunikace klient-server. Dle Kubíček, Friedmannová a kol. (2013) CWMS přináší rozšíření specifikace WMS 1.1.1:

- GetElementaryContextTypes – metadatový formát umožňující získat informace o kontextových typech a kontextech, které služba podporuje (obdoba GetCapabilities)
- popis uživatelského kontextu v běžných dotazech WMS
- konceptuální změnu v odpovědi na dotaz GetCapabilities

Neúspěšná snaha prosadit specifikaci CWMS jako standard u konsorcia OGC a konec zmíněného projektu měly za následek utlumení dalšího vývoje. Vzhledem k závislosti na

²¹ Dostupné z URL <http://geokrima.geogr.muni.cz>

projektovém financování, nebyla zajištěna udržitelnost po skončení projektu a rozšíření poznatků mimo vývojový tým. Pilotní aplikace Sissi ²² (klient podporující CWMS, který by mohl sloužit odborné veřejnosti k otestování), ale i dokumentace a další materiály byly/jsou dostupné pouze uzavřené skupině po přihlášení, což brzdí další vývoj. Jako řešení této situace se nabízí zveřejnění zdrojových kódů (GitHub), které by přineslo konstruktivní zpětnou vazbu od širší skupiny uživatelů. V neposlední řadě se WMS stává z hlediska výkonosti překonaná, nahrazuje ji dlaždicová alternativa WMTS (rozbor v kapitole 6.4.1).



Obrázek 13: Mapový klient Sissi zobrazující kontextovou webovou službu CWMS (zdroj: Talhofer and Kubíček 2012)

Talhofer and Kubíček 2012 či Konečný, Březinová et al. 2011 se v aplikaci CWMS do praxe omezují pouze na adaptaci kartografických a grafických aspektů (generalizace, symbologie, grafické uživatelské prostředí) nebo informační náplň, podle nich se jedná o přizpůsobení zobrazovaných jevů a objektů na základě kontextu. Současné technologické principy RIA přináší možnost adaptivně reagovat i na změny kompozice celého mapového klienta, datového obsahu či funkcionality. Typy přizpůsobení lze definovat ze dvou pohledů (upraveno dle Talhofer a Kubíček (2012) a (Kubíček, Friedmannová a kol. 2013).

- Přizpůsobení dle předem definovaných pravidel
- Přizpůsobení dle uživatele
- Kombinace obého
- Informační doména (adaptován je informační obsah)
- Doména uživatelského rozhraní (adaptováno je uživatelské rozhraní)
- Prezentační doména (adaptována je vizualizace informací)
- Technologická doména (adaptováno je kódování informací)

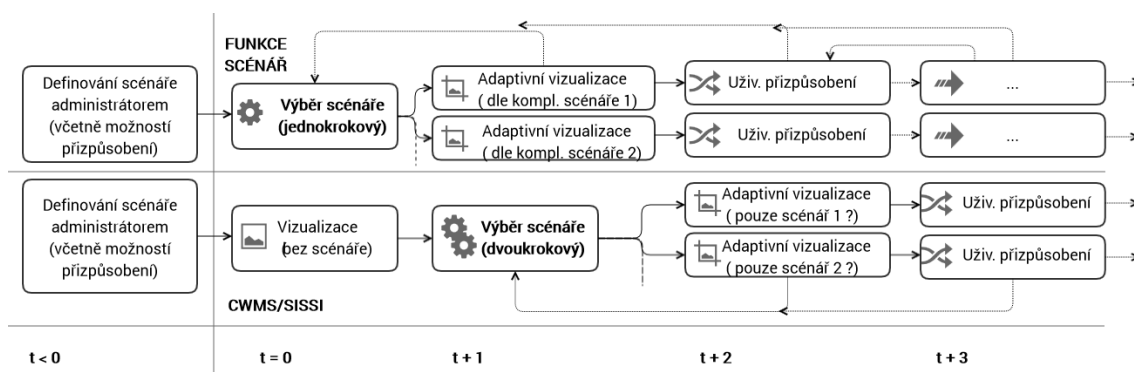
²² V době zpracování této práce veřejně nedostupné – URL: <http://mapserver.geogr.muni.cz/Sissi/>

Autor v rámci této práce přichází s návrhem vlastního řešení, více respektující pro-
uživatelský přístup. V kontextu celé disertační práce se jedná pouze o jednu z dílčích
funkcionalit navrhovaného konceptu, proto v dalším textu bude popisována jako „funkce
scénář“. Navrhovaná funkce scénář se oproti CWMS/Sissi odlišuje ve třech skutečnostech:

- 1) Nezávislost na datovém typu, scénář lze definovat pro vlastní (lokálně umístěná) data,
webové služby, kombinaci obou typů bez ohledu na jejich formu, typ (rastr/vektor),
poskytovatele ²³. CWMS definuje scénář pouze pro jediný typ webových služeb.
- 2)
 - a) V přípravné fázi krizového cyklu ($t < 0$) je administrátory definován kompletní scénář.
Uživatel v čase $t = 0$ volí z několika předdefinovaných scénářů. Přizpůsobená
vizualizace dle scénáře v čase $t + 1$ reflektuje základní i volitelný mapový obsah
(zapnuté i vypnuté podkladové i tematické vrstvy), kartografickou symbolologii,
kompozice klienta (GUI – nástrojové lišty, nadpis, tiráž), grafické provedení (design,
barevné schéma, průhlednost), funkcionalita (volba nástrojů), měřítko (výchozí
rozsah a místo mapového pole). Dle výše uvedeného rozdělení se jedná o
*Přizpůsobení: dle definovaných pravidel / Doména: Informační, prezentační,
technologická, uživatelského rozhraní.*
 - b) Jak uvádí (Kubíček, Friedmannová a kol. 2013) „Jakým způsobem byla tato mapa
(především její obsah a symbolika) vygenerována, záleží na konkrétní implementaci
kontextové mapové služby“. CWMS jako takové tedy nijak neřeší otázku vizualizace.
Funkce scénář zajišťuje jednotnou symbolologii.
 - c) V mezích předdefinovaného scénáře může uživatel libovolně přizpůsobovat aplikaci
dle svých požadavků ($t + 2$) (změna měřítka, polohy, vrstev, kompozice-panelů, atd.)
Přizpůsobení: dle uživatele / Doména: Informační, uživatelského rozhraní.
 - d) Návrh aplikace počítá s intuitivní administrací, umožňující definování nového scénáře
kdykoliv v čase $t < > 0$.
- 3)
 - a) Zásadní změnou je upřednostnění volby scénáře, principiálně posouvá výběr
kontextu o krok dříve ($t = 0$), zatímco u CWMS/Sissi uživatel volí scénář až v rozhraní
mapy ($t + 1$). Důvodem je pro-uživatelský přístup. Paradoxně záměrně „omezuje“
možnosti uživatele. Cílem je minimalizace nepotřebných objektů a kroků vzhledem
k danému kontextu. Odstranění přebytečné funkcionality (nástroje a volby) i obsahu
(mapové vrstvy), které jsou v daném konkrétním konceptu nepotřebné.
 - b) Z pohledu přívětivosti u klienta Sissi je nevhodně zvolen dvoukrokový způsob, kdy
nejprve je nutné vybrat z formuláře volbu scénáře, a tu posléze potvrdit tlačítkem
změnit. Upřednostňována je volba jediným krokem.
 - c) Po diskuzi s dr. Zdeňkem Stachoňem ²⁴, byla přidána volba scénáře jako jedna
z nabídek uživatelského přizpůsobení. Tzn., že uživatel může kdykoliv ($t > 1$) přepínat
mezi jednotlivými scénáři, aniž by se musel vracet do výchozí volby v kroku $t = 0$.
 - d) Ve výsledku tak funkce scénář umožňuje kombinaci *přizpůsobení dle definovaných
pravidel i uživatele / všech 4 domén.*

²³ Tento přístup umožňuje teoreticky definovat scénáře i zcela bez dat

²⁴ Člen autorského týmu CWMS/Sissi



Obrázek 14: Uživatelský postup volby scénáře: funkce scénář autora (nahore) a CWMS/Sissi (dole)

5.3 Vymezení konceptu WebGIS 2.0

Předkládaná práce si klade za cíl navrhnout a vyvinout koncept mapového klienta vycházející z principů Web 2.0 ²⁵. Pinde a Jiulin (2011) definuje pojem Web 2.0 jako kombinaci tří prvků: obsah vytvářený uživateli, Internet jako platformu a zapojení multimediálních elementů. Jiné názory rozšiřují tento pohled o přizpůsobení obsahu uživateli (personalizace), sdílení aplikací (roli cloud computingu) a orientace na mobilní zařízení ²⁶ (Zbieczuk 2007), (Pinde a Jiulin 2011). Přípony 2.0 nebo 3.0 neoznačují vývojovou verzi či aktualizaci World Wide Web, jak by se na první pohled mohlo zdát. Značí odlišný přístup k vývoji a využívání webových aplikací. Trvale statický obsah typický pro předcházející první éru, byl nahrazen sdílením obsahu a přizpůsobením obsahu uživateli. Pojem Web 2.0 byl použit poprvé v roce 1999 (DiNucci 1999), o prosazení myšlenky Web 3.0 se prosadil Tim Berners-Lee ²⁷, když v roce 2001 publikoval svůj návrh sémantického webu (Berners-Lee 2001), (Williams 2012). I když se různé definice Web 2.0 v některých detailech liší, jedná se o všeobecně přijaté a užívané řešení. Pinde a Jiulin (2011) ve své práci uvádějí, že se „nacházíme uprostřed této éry“. V době zpracování disertační práce lze hovořit o překrývání konce Web 2.0 a začátku Web 3.0.

Disertační práce operuje s termínem **WebGIS 2.0**, jako originální řešení autora (Nétek 2014). Ze stylistického pohledu koncept WebGIS 2.0 kombinuje samostatné myšlenky WebGIS + Web 2.0. Z technologického pohledu koncepce kombinuje nejmodernější metody v kontextu GIT. Principiálně vychází z metod servisně-orientované architektury a internetu jako platformy, Rich Internet Application a Cloud computing (Timoney 2013).

V obecné rovině je termín WebGIS přijímán jako paradigma pro přístup a nakládání s geografickými informacemi skrz prostředí Internetu. Pojmem WebGIS se detailně zabírá řada publikací, je pojmem rozšířeným a obecně přijímaným v uvedeném slova smyslu. Navzdory skutečnosti, že existuje silný potenciál využití termínu WebGIS 2.0, v odborné ani populární literatuře se tento pojem neobjevuje ²⁸. V relevantní formě termín WebGIS 2.0

²⁵ V literatuře se lze setkat s pojmem Web 3.0 označující sémantický web, momentálně bez ustálené definice. Web 3.0 přináší pojem Internet věcí (Internet of Things), u kterého se předpokládá raketový vzestup.

²⁶ Z pohledu návrhu webových aplikací/prezentací se na úkor ostatních prosazuje postoj „mobile-first“, tedy optimalizace primárně pro mobilní zařízení a teprve v druhém sledu pro ostatní (PC, notebooky, TV)

²⁷ Autor World Wide Web a ředitel konsorcia W3C

²⁸ Vyhledávač Google po zadání termínu „WebGIS 2.0“ vykazuje jen 450 výsledků

zmiňuje ve svých pracích Pinde a Jiulin (2011), Mairo (2013), nebo Tilio (2009), která použila příponu 2.0 u pojmu WebGIS poprvé v roce 2009.

Z pohledu uživatele, lze mapové aplikace respektující principy WebGIS 2.0 charakterizovat následujícími požadavky: interoperabilita, přenositelnost, podpora OGC standardů a webových služeb, flexibilita a možnost personalizace, podpora mobilních zařízení, možnost nasazení v cloudovém prostředí. Obecně, jedná se o respektování a následování aktuálních trendů, s důrazem na platformu Internetu. Pojem WebGIS 2.0 lze ilustrovat pomocí rovnice:

$$\text{WebGIS 2.0} = \text{Web 2.0} + \text{WebGIS} = (\text{SOA} + \text{RIA} + \text{cloud}) + (\text{web} + \text{GIS/GIT})$$

Za typické představitele pojmu WebGIS 2.0 lze považovat projekty GIScloud, ArcGIS Online, CartoDB či MapBox, tedy komplexní geoinformatické nástroje umístěné v prostředí cloudu. Oproti řadě jen vizualizačních dalších nástrojů, však přináší pokročilejší analytické nástroje, na které jsou uživatelé zvyklí z klasických GIS softwarů (ArcGIS for Desktop/ArcMap, QGIS, GRASS, apod.). Z větší či menší míry tak aplikace WebGIS 2.0 umožňují nahradit desktopová řešení. V neposlední řadě jsou to silně pro-uživatelsky orientovaná řešení, s důrazem na uživatelskou přívětivost a intuitivnost (viz kapitola 4.3).

Terminologicky lze spatřit podobu s pojmem Cloud GIS (cloudový GIS). Zatímco Cloud GIS je orientován výhradně na umístění v cloudovém prostředí a cloud je prvkem stěžejním, WebGIS 2.0 není v tomto ohledu striktní. WebGIS 2.0 umožňuje cloudové úložiště jako jednu z alternativ. K aplikaci lze přistupovat i z vlastního serveru či webhostingu, upřednostňující bezpečnostní důvody (detailně pojednává kapitola 0

Úložiště). Cloud GIS tedy lze považovat za podmnožinu WebGIS 2.0.

Z pohledů teoretických cílů i praktického záměru práce, vyžadující aplikaci nejmodernějších trendů v oblasti WebGIS ²⁹, lze považovat využití principu WebGIS 2.0 za správné ³⁰, umožňující naplnit stanovené cíle.

²⁹ Autor práce vidí budoucnost v tzv. webových terminálech. Uživatelská koncová zařízení (PC, notebook, tablet, Smart TV, hodinky, atd.) budou obsahovat jen a pouze webový prohlížeč, sloužící k připojení ke všem potřebným aplikacím či nástrojům, ke kterým bude uživatel přistupovat prostřednictvím internetu (tedy vzdáleně, na principu cloudu, obdobně jako k emailovým schránkám ve webovém rozhraní). Takovýto způsob eliminuje potíže s duplicitou a aktuálností dat, nástrojů i programů. Že se jedná o reálně proveditelnou myšlenku, potvrzuje strategie firmy Adobe, která své grafické programy poskytuje již jen cloudovou formou (dostupné z URL: <http://www.adobe.com/cz/creativecloud.html>), nebo zařízení Chromebook (dostupné z URL: <https://www.google.com/chrome/devices/>), které přesně vystihuje popsany princip. V oblasti GIS by se jednalo o kompletní řešení. Vedle vlastní GIS aplikace, zahrnující vyhledání a přístup k datovým službám, možnost publikování vlastních dat včetně potřebných nástrojů (ortorektifikace, korekce, generalizace apod.), veřejné vypublikování, sdílení apod.

³⁰ Že se nejedná o nereálnou myšlenku, ale o vhodný business model, potvrzuje např. produkt CEDA Web Services (dostupné z URL: <http://www.ceda.cz/cs/sluzby/cws/>)

6 DC 1: TECHNOLOGICKÝ ASPEKT

Při bližším pohledu do oborové literatury lze najít řadu prací hodnotící mapové díla z pohledu kartografických aspektů, vizualizace či mapové symbologie. Na mapové aplikace určené pro nasazení v oblasti krizového řízení je potřeba nahlížet z většího nadhledu. Komplexní strukturu aspektů mapové tvorby, primárně vydělené do skupin aspektů technologických a netechnologických ³¹, prezentuje ve své práci Vondráková (2013). Na základě konzultace s autorkou bylo originální dělení uzpůsobeno zaměření této práce ³², mimo jiné slouží jako osnova DC 1 a DC 2.

Skupina technologických aspektů

- Technologické
 - o Hardwarové + softwarové
 - o Standardizační
 - o Vizualizační (kartografické, geo-informační)
- Datové
- Bezpečnostní
- Participativní

Skupina netechnologických aspektů

- Uživatelské
 - o Použitelnosti
 - o Koncepční + organizační
 - o Vizualizační (psychologické, estetické)
- Politické, legislativní

6.1 Nedostatky předcházející generace mapových portálů

Vzhledem k technologickým možnostem i odlišnému „mentálnímu“ přístupu k webovým aplikacím na přelomu tisíciletí, je vhodné ilustrovat situaci předcházející éry k následnému porovnání se současným stavem. Jako předcházející generaci v kontextu této práce lze označit řešení před příchodem plnohodnotných RIA.

Předpoklad: Lze předpokládat, že pozitiva a přínosy principu WebGIS 2.0 a pro-uživatelský přístup zcela převáží nad negativy robustních řešení předcházející generace

Návrh řešení: Přímé porovnání jednotlivých aspektů obou skupin

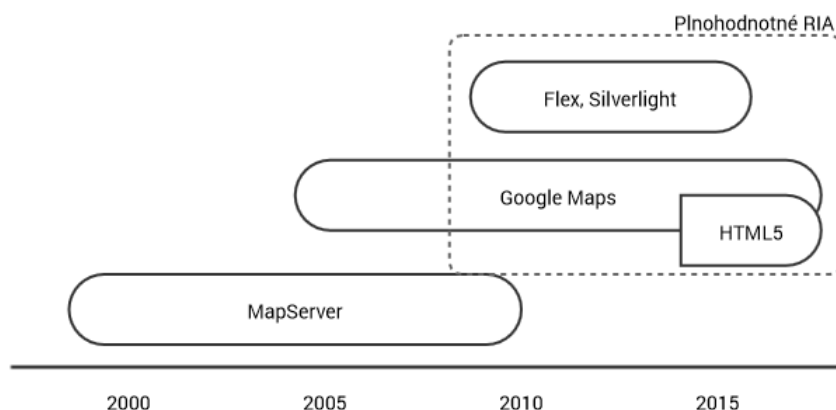
První generace webových mapových aplikací byla založena striktně na principu tenkého klienta. Na straně uživatele se nacházel prakticky jen klient vracející pouze výstupy ze serveru, (na základě uživatelských požadavků), kdy každý krok v mapě vyžadoval de facto nový výstup (viz dále). „Dynamiku“ tehdejších řešení, lze z dnešního pohledu hodnotit spíše jako opakovanou sekvenci statických dotazů/výstupů. V tomto období nechyběla snad v žádné geoinformatické práci klasifikace internetových map na statické/dynamické a

³¹ I přesto, že se autorka ve své práci zabývá pouze skupinou netechnologických aspektů (navíc primárně analogových map), použitou hierarchii lze označit za vhodnou

³² Vypuštěním aspektů, které jsou nerelevantní k tématu této práce, např. ekonomické, historické, etické, matematické aj. Naopak některé aspekty se překrývají a spadají do obou skupin

náhledové/interaktivní ³³ dle Kraak a Brown (2001) nebo Kraak a Ormeling (2003). V každém případě se jednalo o izolované a uzavřené systémy. Strukturálním pokrokem byla aplikace tzv. trojvrstvé architektury, kdy veškerou aplikační logiku obstarávaly robustní systémy na straně serveru ³⁴ (Nétek 2008).

Za zásadní přelom v oblasti WebGIS lze považovat rozšíření platformy Google Maps, okolo roku 2005. Zimmermann (2012) uvádí, že „Kraak a Brown (2001) nebo Kraak a Ormeling (2003) vydali své knihy ještě před příchodem serveru Google Maps, který zásadně změnil publikování webových map“. Google Maps přináší do prostředí čistě webových aplikací přívětivější prostředí z pohledu uživatele, ale především přístupné API z pohledu vývojářů znamená novou funkcionalitu (viz dále) ³⁵. V roce 2006 vychází první ucelená publikace (Brown 2006) o Google Maps, o rok později sice přichází Silverlight jako typický zástupce technologií RIA, nicméně řada odborníků polemizuje nad rovnicí Google Maps = RIA. Toto bouřlivé období lze označit jako vývojový předstupeň plnohodnotných RIA, o RIA v pravém slova smyslu lze hovořit cca od roku 2010 (Johansson 2010). Za další milníky je pak nutné považovat rozšíření mobilních technologií po roce 2010 (první verze mobilního OS Android byla představena 30. 4. 2009 (Ducrohet 2009), iPad firmy Apple, znamenající revoluci v používání mobilních zařízení, byl uveden 27. 1. 2010 (Smith 2010)) a v neposlední řadě uvolnění specifikace HTML5 v roce 2014 ³⁶. V kontextu této práce tedy dochází k porovnávání technologických řešení předkládaného principu WebGIS 2.0 (plnohodnotné RIA) vs. generace mapových serverů. Obdobně jako DC 1 a DC 2 této práce, lze rozbor odlišit z pohledu technologického a uživatelského.



Obrázek 15: Ilustrace technologického vývoje WebGIS

³³ Z dnešního pohledu již nevyhovující, proto není v této práci detailněji rozebíráno.

³⁴ Analogicky k termínu WebGIS 2.0, se nabízí pojmenování první generace WebGIS 1.0 pro víceméně statický obsah

³⁵ Autor práce se problematikou mapových technologií zabýval v bakalářské i diplomové práci. Zatímco bakalářská práce (2003) hodnotí primárně mapové servery a na přínosy Google Maps jakožto ideální potencionální portál upozorňuje až v diskuzi, diplomová práce (2005) představuje aplikaci postavenou kompletně na platformě Google Maps API.

³⁶ Specifikace HTML5 ve finální podobě sice byla vydána 28. 10. 2014, nicméně základní elementy byly již několik let známy a využívány. První návrh specifikace byl uvolněn 22. 1. 2008, s tutoriály se lze setkávat postupně cca od roku 2010.

6.1.1 Technologické aspekty

Jak již bylo zmíněno, z technologického pohledu byla předchozí generace mapových portálů budována striktně na principu komunikační linie klient-server (tenký klient) se všemi výhodami i omezeními z tohoto plynoucími. Veškeré mapové operace (změna měřítka, polohy mapy, aktivace/deaktivace vrstev apod.) vyžadovaly opětovné vygenerování celého mapového pole³⁷, bez ohledu na předcházející stav – tedy i v případě, že např. pohyb v mapě byl minimální nebo dokonce i při kroku zpět. V kontextu tehdejší rychlosti internetového připojení byla celková odezva pomalá, především pak při každém kroku přerušovaná načítáním (viz Tabulka 6: Srovnání technologických aspektů).

S rozvojem webových technologií (především s rozšířením HTML5), se řešení vyžadující jakékoli instalace (ať už do operačního systému-software nebo prohlížeče-plugin) stávají technologicky překonané i uživatelsky méně preferované.

Typickým příkladem éry robustních řešení byl velmi úspěšný produkt MapServer s řadou nadstaveb (p.mapper, Chameleon) nebo GeoServer. Zatímco se celý projekt MapServer (i přes evidentní pokusy o oživení - MapCache, propojení s OpenLayers) bohužel nedokázal adaptovat na vývoj internetových technologií, zcela ztratil svou dominantní pozici a postupně upadá v zapomnění³⁸, GeoServer se přetransformoval v úspěšnou open source platformu pro publikování a sdílení prostorových dat.

Tabulka 6: Srovnání technologických aspektů

	Předcházející generace	WebGIS 2.0
Odezva	Přerušovaná při každém kroku	Plynulé (asynchronní) načítání dat
Rychlost	Pomalá (generování nového požadavku při každém kroku)	Okamžitá odezva
Dostupnost serveru	Nízká (mnoho požadavků) + pomalé internetové připojení	Výborné (v závislosti na internetovém připojení)
Přenášený objem dat	Velký	Malý
Přístupnost	Uzavřený systém	Otevřený systém, možnost propojení
Standardizace	Žádná	Důraz na využívání standardizovaných služeb
Datové formáty	Zpravidla orientaci na jediný podporovaný formát	Libovolné, možnost kombinace
Nutnost instalace pluginů	V závislosti na technologii, zpravidla ano	V závislosti na technologii, zpravidla ne

³⁷ MapServer, původně známý jako UMN Map Server, vznikl jako open source projekt v roce 1994 na univerzitě v Minnesotě. Na přelomu tisíciletí se jednalo o (kvantitativně i kvalitativně) globálně nejrozšířenější příklad WebGIS. O veleúspěšnosti MapServeru ve své době svědčí i fakt, že pojem mapový server se stal synonymem pro mapové aplikace nejen mezi laickou veřejností.

Je však potřeba odlišovat pojmy „MapServer“ (UMN Map Server) jakožto konkrétní projekt, a „mapový server“ (anglicky „map server“) jakožto aplikační vrstvu tzv. trojvrstvé architektury

³⁸ Viz. reference projektu - funkční jediný odkaz, poslední aktualizace datována k 2.5.2015 (dostupné z URL: <https://github.com/mapserver/mapserver/wiki/MapServer-Site-Gallery>)

Podpora vektorových prvků	Pouze ve formě rastrového obrazu	Rastr i vektor
Možnost editace „on-screen“ v reálném čase	Ne	Ano
Geoprocessing, analýzy „on-screen“	Minimálně	Ano
Sdílení dat a centrální správa	Částečně	Ano
Podpora cache (zrychlení načítání)	Vyžadován vlastní cache modul	Standardně
Podpora cloud computing	Žádná (neexistuje)	Ano
Podpora webových služeb	Žádná (neexistuje)	Ano
Možnost práce offline	Ne	Ano
Funkcionalita	Široké spektrum nevyužívaných nástrojů	Jen použitelné funkce

6.1.2 Uživatelské aspekty

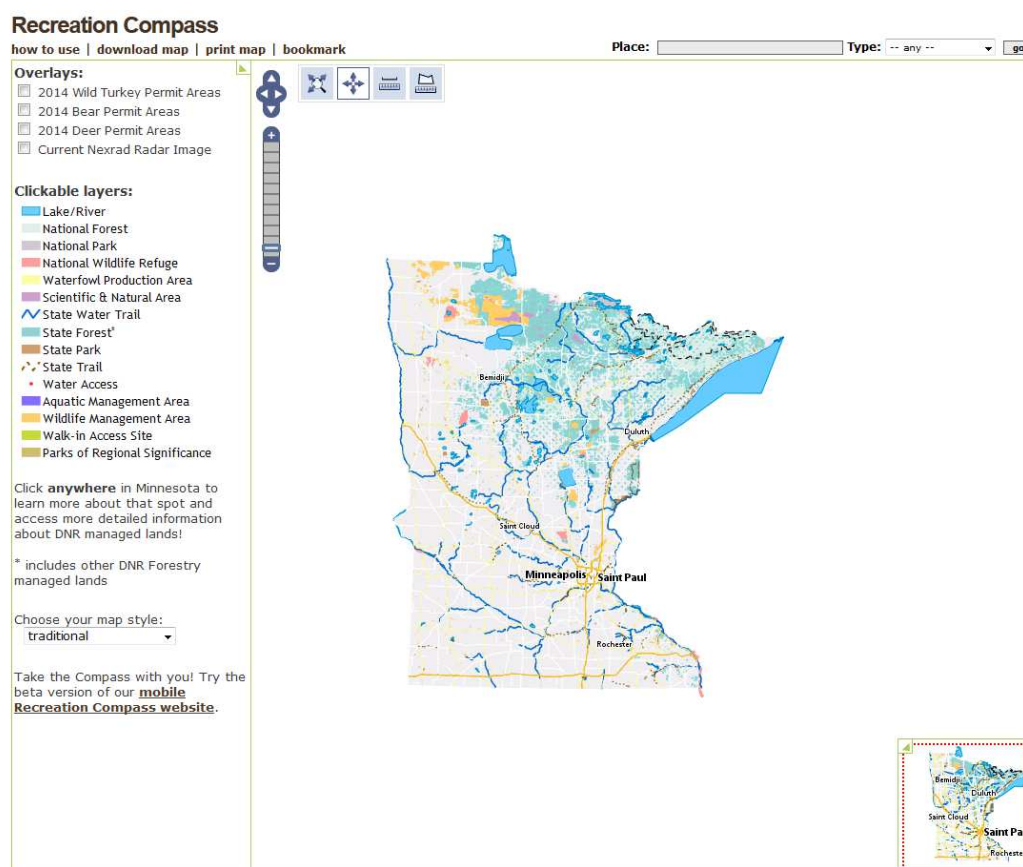
Z pohledu uživatelského aspektu je zásadním nedostatkem řešení minulé generace celkový přístup k uživatelskému prostředí mapy. Autoři kritizující tehdejší řešení (Bowden (2007), MangoMap (2013), Timoney (2013)) mají spíše než vlastní grafické zpracování na mysli uživatelsky nepřehledné a nepříjemné prostředí. Typickým znakem bylo přehučení kompozice mapové aplikace co nejvyšším počtem (často zbytečných a nepoužívaných) nástrojů a funkcí, nemluvě o nevhodné kompozici nebo umístění výrazných vizuálních prvků (reklamy), které odváděly pozornost uživatele od mapy. Uživatel tak byl v případě neznalosti prostředí zahlcen nerelevantními informacemi. Z dnešního pohledu (pro-uživatelský přístup), s cílem co nejvyšší uživatelské intuitivnosti, plnily původní aplikace zcela opačný význam.

Jako (odstrašující) příklady stále fungujících aplikací, s dnes již překonaným uživatelským prostředím, lze zmínit např. Veřejný registr půdy LPIS (dostupné z URL: <http://eagri.cz/public/app/lpisext/lpis/verejny/>), starší verzi českého programu Marushka (dostupné z URL: <http://mapy.sokolov.cz/marushka/>) nebo jednu z mála stále fungujících referencí MapServeru (dostupné z URL: <http://www.dnr.state.mn.us/maps/compass.html>).

Tabulka 7: Srovnání uživatelských aspektů

	Předcházející generace	WebGIS 2.0
Odezva	Nutnost zadat dotaz pro každou změnu	Plynulé (asynchronní) načítání dat
Nabídka nástrojů	Široké spektrum nevyužívaných nástrojů	Jen použitelné funkce
Intuitivnost	Minimální	Vysoká
Mapový obsah	Široké spektrum nepoužívaných vrstev	Jen používané vrstvy
Dynamická legenda	Ne	Ano

Graficky atraktivní efekty	Minimálně	Ano
Možnost překrývání/průhlednost	Ne	Ano
Přístupnost (interoperabilita)	Optimalizované pouze pro nejrozšířenější prohlížeče (IE)	Nezávislé na platformě i prohlížeči
Ovládání dotykem	Ne	Ano
Podpora mobilních zařízení	Ne	V závislosti na konkrétní technologii
Responsivní zobrazení	Ne	Ano



Obrázek 16: Z dnešního pohledu překonané uživatelské rozhraní platformy MapServer

Doporučení a závěry: Je očividné, že technologické i uživatelské řešení předcházející generace je překonané a v současné době krajně nevhodné. Jednoznačně lze doporučit nahrazení navrhovaným principem WebGIS 2.0 při respektování pro-uživatelského přístupu.

6.2 Obecná východiska - aktuální trendy

Před vlastní analýzou jednotlivých dílčích cílů je vhodné definovat východiska technologických aspektů – obecná kritéria, které by navrhovaná aplikace měla splňovat. Již z tématu je patrné, že předkládaná práce operuje s řadou moderních metod a přístupů. Obecně řečeno, východiskem budiž akceptování současných trendů a nejmodernějších postupů v oblasti GIS, WebGIS a webové kartografie.

Při pohledu na současné trendy jsou v oborové literatuře (Scharl a Tochtermann (2010), Pinde a Jiulin (2011), Mairo (2013), (Cityworks 2014), Esri (2015)) skloňovány nejčastěji pojmy: sémantický web, mobilní GIS, responsivní web, distribuovaný GIS, webové služby a SOA, přístupnost, user-centered design, NoSQL databáze, cloud GIS, 3D vizualizace, open GIS, standardizace, volunteered geographic information (VGI), public-participation GIS (PPGIS) a crowdsourcing, senzorové sítě apod.

Některé z uvedených trendů již dříve specifikuje koncept WebGIS 2.0 a pro-uživatelský přístup. Problematiku přístupnosti a zobrazení na mobilních zařízeních diskutuje kapitola 7.3; inovativní přístup NoSQL databází zasahuje do preferencí formátu GeoJSON (kapitola 6.4.4); otázku standardizace, distribuovaného a otevřeného přístupu k datům diskutuje kapitola 6.4 respektive 6.4.1; přínosům VGI, participace i zapojení sociálních sítí je věnována kapitola 6.6. Z výše uvedených trendů tedy není v této práci věnován prostor prakticky jen oblasti senzorových sítí.

6.3 Geoinformační technologie

Oblast internetových technologií, respektive technický pokrok a vývoj z pohledu GIS/GIT, je jedním z pilířů překládané práce. Tato kapitola přináší analýzu a objektivní zhodnocení aktuálních metod využívaných v oblasti WebGIS.

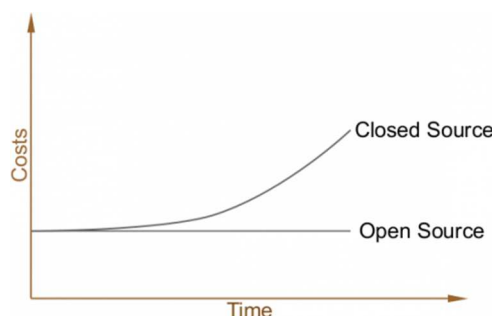
Předpoklad: V oblasti webových technologií lze předpokládat následování směru obecného IT - rozšíření univerzálních a platformě nezávislých řešení na úkor uzavřených technologií. Značný vliv lze očekávat u segmentu mobilních zařízení

Návrh řešení: Teoretická rešerše + objektivní analýza stavu vycházející z praktického testování i reálného nasazení diskutovaných technologií

Na otázku, zda pro potřeby krizového řízení zvolit komerční nebo nekomerční (FOSS – Free and Open-Source Software) řešení, není na tomto místě jednoduché odpovědět, kompletní porovnání všech aspektů by vydalo na vlastní práci. Z pohledu složek IZS, především HZS a armády, je zásadním prvkem bezpečnost a zabezpečení 100% dostupnosti (viz kapitola 0). Vedle jistého subjektivního odporu ke svobodným projektům pramenící z historických přežitků u armády a HZS, je nejzávažnějším argumentem proti FOSS jejich napadnutelnost. Při pohledu na softwarové vybavení (kapitoly 3.5 a 3.6) na první pohled převažují komerční řešení (firmy Esri). Při bližším pohledu však lze protiargumentovat, že se jedná o celosvětově rozšířené řešení a napadnutelnost je stejně sporná jako u FOSS. Mimochodem firma Esri se postupně přiklání k poskytování zdrojových kódů pod principy open source, včetně aplikace ArcGIS Viewer for Flex t. č. využívané i HZS (viz kapitoly 3.6

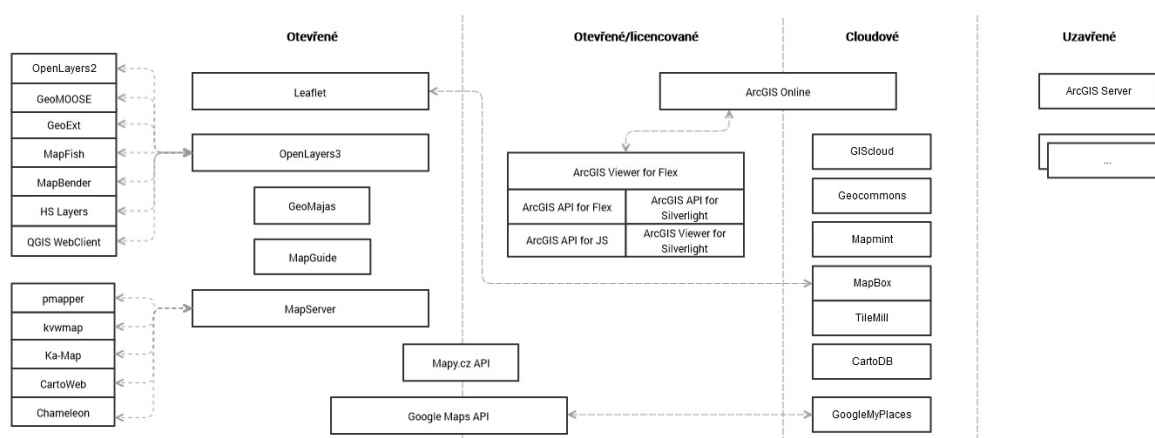
a 6.3.1) ³⁹. Naopak zásadní výhodou je možnost uzpůsobení a změn dle individuálních požadavků. Při nutnosti rozšíření a/nebo uzpůsobení již nasazené aplikace, jsou časové i finanční náklady otevřených řešení jednoznačně nižší, viz Obrázek 17.

Obecně na tuto problematiku lze vždy nahlížet ze dvou pohledů, i po několika konzultacích se členy HZS nelze vyvodit v této otázce jednoznačný konsenzus. Při prvořadém zachování bezpečnosti dat, v případě programového a aplikačního vybavení závisí spíše na okolnostech konkrétní situace ⁴⁰.



Obrázek 17: Porovnání finančních nákladů komerčního vs. otevřeného řešení;
převzato z: Customweb (2015)

Nejobsáhlejší rešerši webových klientů provedl Carrillo (2012). Ve své práci předkládá seznam 44 webových mapových klientů uvolněných pod principy FOSS. Bohužel orientace jen na čistě otevřené řešení a uplynutí 3 let od zveřejnění, má za následek, že polovina klientů již nefunguje, naopak chybí (v té době neexistující) cloudové řešení. V současné době tedy aktuální rešerše obdobného rozsahu pravděpodobně neexistuje. Na základě vlastní zevrubné rešerše, posouzení situace reálného nasazení i technologických přínosů, byl seznam technologií pro přímé porovnání omezen na trojici technologií (Flex, HTML5, Silverlight) a pětici konkrétních platform/knihoven (ArcGIS Viewer for Flex, Leaflet, OpenLayers, ArcGIS API for JS, ArcGIS Viewer for Silverlight).



Obrázek 18: Platformy a knihovny pro tvorbu webových mapových aplikací

³⁹ Z této strategie pak těží např. firma T-mapy, která upravené produkty následně komerčně poskytuje, mimo jiné i HZS.

⁴⁰ Na základě přímého požadavku HZS, respektive komplikovaných autorsko-právních podmínek i technických omezení (max. 25 000 zobrazení/den) bylo z hodnocení **vyloučeno řešení Google Maps API**.

6.3.1 Flex (ArcGIS Viewer for Flex) ⁴¹

V současné době je v oblasti geoinformačních aplikací považována za nejrozšířenější technologie Flex, pomocí níž lze vytvářet vysoce interaktivní webové aplikace či mapy (Johansson 2010). Novák (2009) potvrzuje, že Adobe Flex poskytuje vynikající možnosti, a je tak v současné době jedna z nejdůležitějších technologií RIA. Technologie Flex byla uvedeno v roce 2007 komerční společností Adobe, momentálně již však spadá pod iniciativu open source projektu Apache, lze se tedy setkat s názvy Adobe Flex, Apache Flex i Adobe/Apache Flex. Jedná se o prostředí pro tvorbu RIA aplikací, které jsou kompilovány do stejného formátu jako populární Adobe Flash, běží tedy ve stejném runtime prostředí. Toto přináší obrovskou výhodu, neboť pro spuštění aplikace vyvinuté v prostředí Flex je nezbytný pouze přehrávač Adobe Flash Player nainstalovaný ve webovém prohlížeči, případně Adobe AIR v případě vývoje aplikace na desktopu (Nétek 2013). Nevýhodou je tedy nutnost instalace pluginu do webového prohlížeče, což je však u technologie Flex eliminováno faktem, že Adobe Flash Player plugin je již standardně instalován jako součást téměř ve všech webových prohlížečích, protože jej vyžaduje mnoho dalších internetových prvků (videa, reklamy, hry, bannery, animace, atd.). Dle Balun (2013) dosahuje Flex penetrace na uživatelských zařízeních hodnoty okolo 97 %.

Na jedné straně Flex využívá z Flashe pouze ty nejlepší vlastnosti, běhové prostředí, programovací jazyk ActionScript a snaží přidávat nové funkce. Na druhou stranu se jedná o open-source projekt s širokým prostorem pro vývoj vlastních aplikací, což u Adobe Flash nebylo možné. Je potřeba zmínit, že Flex není rovno Flash, ve skutečnosti se obě technologie výrazně liší.

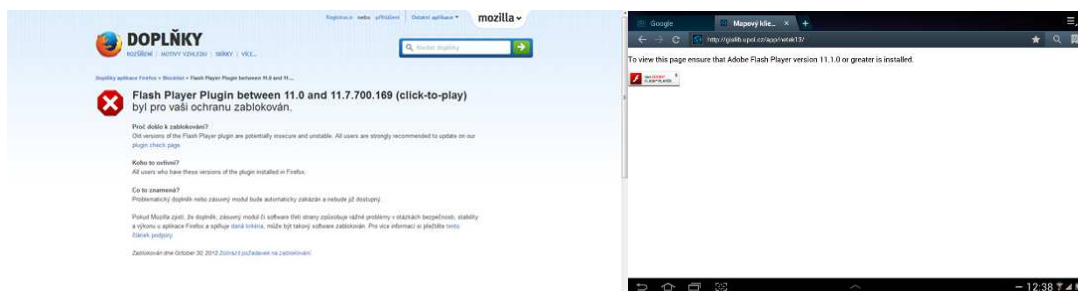
Další nevýhodou je nutnost jednostranného procesu kompilace. Vývoj aplikace probíhající ve vývojovém prostředí (Flex Builder – formát souboru *.MXML) vyžaduje kompilaci do zkompilovaného souboru *.SWF, který je následně vložen do standardního HTML dokumentu. Zkompilovanou verzi však nelze nijak upravit, jakákoliv další úprava vyžaduje novou kompilaci z původních dat. Ve srovnání s tenkým klientem zvolené řešení poskytuje vyšší technické i výkonnostní možnosti.

Naprosto zásadní nevýhodou je fakt, že Flex/Flash není podporován (a tudíž nelze spustit) na platformách iOS, Andriod, Windows Phone (tedy mobilní zařízeních + Apple) ⁴², nezřídka způsobuje problémy i v desktopových prohlížečích (Obrázek 19). Řada názorů ⁴³ dokonce považuje Flash/Flex za slepou vývojovou větev (B.Bernard (2012), Granneman (2015)), každopádně lze předpokládat, že vzhledem k masivnímu nástupu HTML5 ztratí Flash/Flex konkurenceschopnost. Balun (2013) dodává, že v nejnovější verzi Windows 8 Flash podporován a spekuluje se, že v dalších Windows by mohla být podpora ukončena již definitivně.

⁴¹ Obsah této kapitoly vychází z publikovaného článku: Nétek, R. (2013). HTML5 & RIA jako nová éra WebGIS?. Sborník příspěvků, Symposium GIS Ostrava 2013, VŠB-TU Ostrava.

⁴² Existují však neoficiální či částečné řešení, které umožňují přehrátí např. videí YouTube

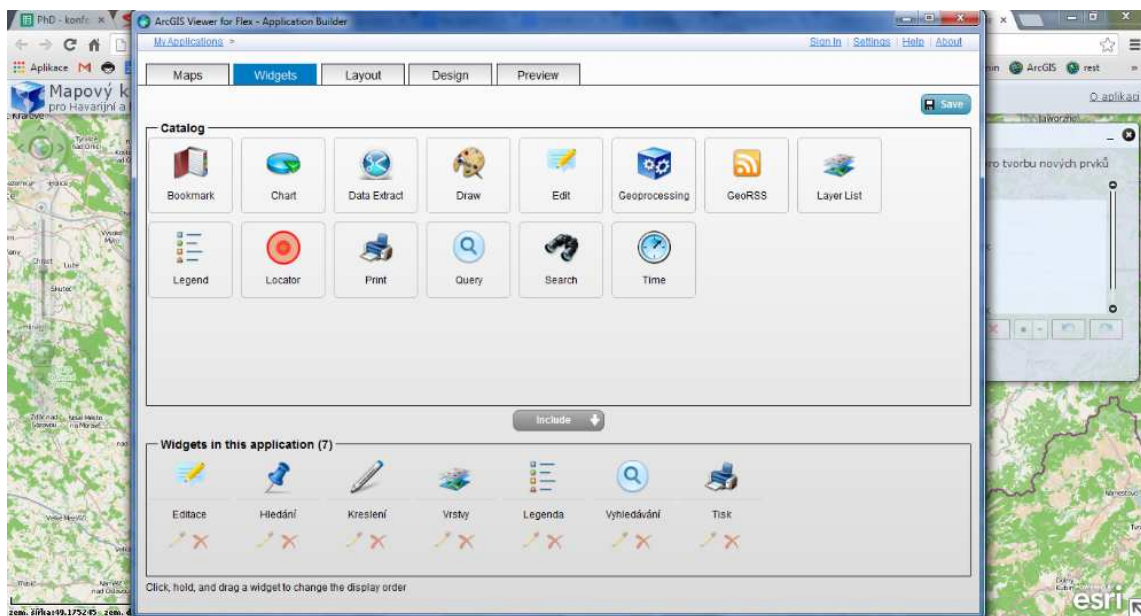
⁴³ Včetně autora práce



Obrázek 19: Technologie Flash/Flex se vyznačuje problémy s kompatibilitou jak v desktopových prohlížečích (vlevo), tak především mobilních zařízeních (vpravo)

ArcGIS Viewer for Flex ⁴⁴

Přední hráč v oblasti vývoje GIS softwaru, společnost Esri, vyvinula vlastní Flex klient pro práci s geografickými daty, s cílem vytvořit vysoce interaktivní webovou mapovou aplikaci, která podporuje zobrazování prostorových dat, prostorové i atributové dotazování, tzv. „on-screen“, geokódování, tisk a další nástroje v jediném webovém klientu. Jedná se o otevřenou a bezplatnou aplikaci, která je určena pro vývojáře, kteří chtějí přizpůsobit vzhled, funkčnost a obsah jejich mapových aplikací. S ArcGIS Viewer for Flex lze nativně kombinovat webové služby ArcGIS for Server (především REST) a ArcGIS on-line s dalším mapovým obsahem přímo ve vlastní plně editovatelné a rozšiřitelné webové aplikaci. Uživatelé mohou transformovat prostorová data do vizuálně bohaté interaktivní mapy, umožňující dotazování, zobrazení atributů, vyhledání adresy, identifikaci objektů, či provádění prostorových analytických funkcí (Nétek 2013).

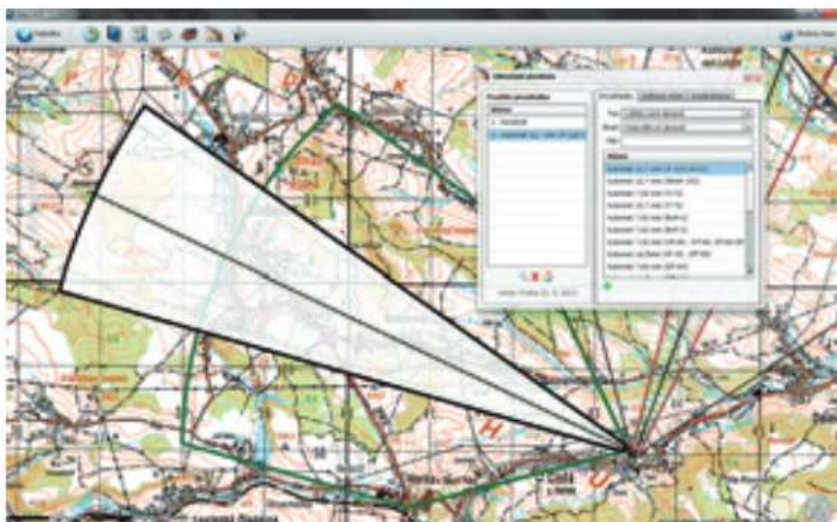


Obrázek 20: ArcGIS Viewer for Flex Application Builder - grafické rozhraní umožňující konfiguraci

⁴⁴ Obsah této kapitoly vychází z publikovaného článku: Nétek, R. (2013). HTML5 & RIA jako nová éra WebGIS?. Sborník příspěvků, Symposium GIS Ostrava 2013, VŠB-TU Ostrava.

Od verze 2.5 je k dispozici také tzv. ArcGIS Viewer for Flex Application Builder – uživatelské grafické prostředí (GUI) umožňující většinu nastavení a kompilaci formou „drag and drop“. Do uvolnění Application Builderu byla základní konfigurace možná pouze skrz konfigurační soubor config.xml, zásadnější úpravy pak pouze ve vývojovém prostředí (viz výše) před kompilací. Objektivně je potřeba podotknout, že v té době již tak oblíbené řešení ArcGIS Viewer for Flex, si tímto krokem získalo značnou popularitu u vývojářů i uživatelů. V současné době je ArcGIS Viewer for Flex dostupný jako open source na úložišti GitHub. V kontextu uvolnění prohlížečky ArcGIS Viewer for Flex ⁴⁵ bylo vytvořeno také API rozhraní ArcGIS API for Flex. Tato technologie byla použita pro neveřejnou aplikaci Armády ČR (Obrázek 21) nebo např. Kontaminace Cenia (dostupné z URL: <http://kontaminace.cenia.cz>).

Z pohledu krizového řízení lze jednoznačně potvrdit, že se jedná o vhodné řešení. Zárukou budiž popularita centrálního Mapového klienta HZS ČR (viz Obrázek 6), nasazení na regionálních stanicích HZS (viz kapitola 3.6), i u Armády ČR (viz Marša (2014) nebo Obrázek 21). Z výpovědí v rámci rozhovorů, které autor práce uskutečnil s operátory na HSZ OK, lze potvrdit spokojenost z pohledu funkcionality i uživatelského rozhraní. Operátoři si osvojili rozhraní aplikace natolik, že ji dokonce považují za standardní předlohu nově navrhovaných řešení, a dokonce doporučují z obdobné kompozice a rozhraní vycházet (viz kapitola 7.4).



Obrázek 21: Nasazení technologie ArcGIS API for Flex u Armády ČR, zdroj: Marša (2014)

⁴⁵ V rámci osvojení praktických vědomostí vytvořil autor na této technologii několik reálně nasazených projektů. Pro projekt „VIRTUS“ byl vyvinut prototyp vizualizačního klienta obsahující veškerá dostupná prostorová data různých typů a formátů o CHKO Litovelské Pomoraví včetně propojení na databázovou sekci. Pro projekt „Atlas zahraniční rozvojové spolupráce“ byla vyvinuta série klientů pro 11 rozvojových zemí, zobrazující tematické i demografické charakteristiky daných zemí, včetně pokročilých funkcí jako např. „on-screen“ výpočet demografických statistik. Nejkomplexnější řešení bylo vyvinuto pro projekt „BotanGIS“, kombinující přínosy RIA s modelem Cloud computing. Výsledkem je kompletní oddělení obsahové složky od vlastního technického řešení. Zatímco aplikace je umístěna standardně na serveru, kompletní obsah aplikace včetně symbologie je spravován centralizovaně přes cloudové rozhraní ArcGIS Online. Vedle Flexového klienta, byly vyvinuty prototypy aplikace (s totožnou funkcionalitou i mapovým obsahem) na technologiích Silverlight a HTML5 sloužící pro experimentální porovnání jednotlivých aspektů. V neposlední řadě byl vyvinut a implementován modul pro „on-screen“ editaci umožňující editaci prostorových i atributových dat přímo v prostředí webového prohlížeče v reálném čase.

6.3.2 HTML5 (Leaflet, OpenLayers, ArcGIS API for JS)

HTML5 je specifikace značkovacího jazyku HTML od World Wide Web Consortium (W3C). Finální specifikace HTML 5.0 byla uvolněna koncem roku 2014 (Bright 2014). HTML5 umožňuje přehrávání multimédií přímo ve webovém prohlížeči či vytváření aplikací, které pracují i bez připojení k internetu. HTML verze 5 přináší nové, zkrácené a rychlejší HTML tagy oproti předcházející verzi 4. Nabízí možnost vložení multimediálních elementů přímo do stránky bez použití prostředí Adobe Flash (vyžadující instalaci zásuvného modulu). Nejnovější verze většiny moderních webových prohlížečů již momentálně podporují specifikaci HTML5. Z pohledu digitální kartografie je nejvýznamnějším přínosem podpora nového prvku <canvas> (Nétek 2013). Jedná se o bitmapové kreslicí plátno, které lze použít při běhu webové stránky pro zobrazení grafů, grafiky či jiných vizuálních prvků jako např. mapy. Obecně tedy lze tag <canvas> využít pro generování 2D i 3D grafiky (Pilgrim 2014). Obraz je vykreslen na plátno pomocí skriptu, uživateli je umožněn neomezený pohyb kolem osy x a y. Webová stránka či aplikace podporující specifikaci HTML 5 nevyžaduje instalaci zásuvných modulech, je tedy nezávislá na operačním systému, použitém prohlížeči i platformě, (PC, mobil, tablet, Smart TV). Drtivá většina producentů (včetně lídrů v oblasti GIT firmy Esri a Google ⁴⁶), při vývoji nových řešení upřednostňuje HTML5 před ostatními technologiemi (WebMapSolutions 2015).

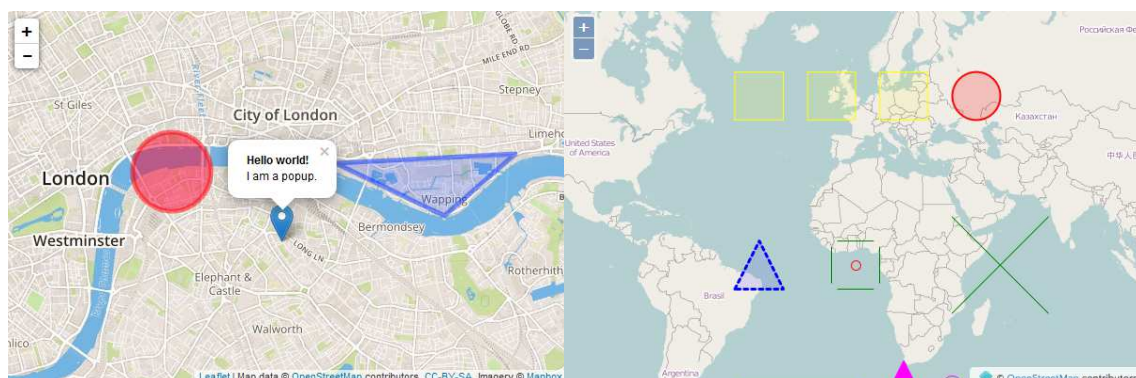
Leaflet a OpenLayers

Leaflet (dostupné z URL: <http://leafletjs.com>) a OpenLayers (dostupné z URL: <http://openlayers.org>) jsou JavaScriptové knihovny vyvinuté pro tvorbu interaktivních webových map, uvolněné pod licencí „open source“ ⁴⁷. Zvolené řešení tak umožňuje, na rozdíl od komerčních softwarů, přizpůsobit aplikaci zcela na míru, a to za minimální náklady, bez porušení licenčních, technologických či finančních podmínek. Technologicky vychází z principů HTML5 a CSS3, ze své podstaty podporují zobrazení na mobilních zařízeních. Pro výchozí mapové podklady využívá svobodného projektu OpenStreetMap. Obě řešení umožňují asynchronní načítání dat, podporují většinu známých geografických formátů, výchozím preferovaným je však formát GeoJSON (viz kapitola 6.4.4). Jedná se o velmi silné programovací nástroje, na druhou stranu vyvíjené s minimálními nároky i velikostí (Leaflet 33KB). Obsahují řadu předdefinovaných nástrojů a pluginů, obsáhlou dokumentaci, tutoriály a API. Dostupnost zdrojového kódu však umožňuje implementaci téměř libovolné vlastní funkcionality (Leaflet 2015), (OpenLayers3 2015). Principiálně se jedná o velmi podobné řešení, s velmi podobnou strukturou zdrojového kódu, podobných nástrojů, vizualizace, prakticky stejných nároků. Zatímco Leaflet je kontinuálně vyvíjen od svého vzniku v roce 2011 tvůrcem Vladimírem Agafokinem, situace projektu OpenLayers je komplikovanější. OpenLayers spatřilo světlo světa v roce 2006 pod hlavičkou společnosti MetaCarta jakožto alternativa GoogleMaps (OpenLayers3 2015). V roce 2007 se transformuje pod hlavičku Open Source Geospatial Foundation. Následné snahy o rekonstrukci projektu vyústí v ukončení vývoje (pod názvem OpenLayers2), vzniku OpenLayers Dev Team (nynější správce). Po několikaletém čekání, a kompletním přepracování přichází nové OpenLayers3 (s původní

⁴⁶ Na HTML5 jsou založena např. řešení Google Maps, ArcGIS Online, ArcGIS API for JS, GeoMobile for ArcGIS, šablony rodiny Esri, dále projekty GIScloud, MapBox knihovny Leaflet či OpenLayers3 a řada dalších

⁴⁷ BSD – Berkeley Software Distribution

knihovnou je shodný víceméně jen název) až na podzim roku 2014 (Rolando 2014). Dlouhá prodleva, několikeré odsouvání spuštění knihovny a nekompatibilita s verzí OL2 mělo za vliv hromadný odchod vývojářů k alternativním platformám ⁴⁸.



Obrázek 22: Porovnání výchozích stavů (tzv. HelloWorld) mapových knihoven Leaflet (vlevo) a OpenLayers3 (vpravo)

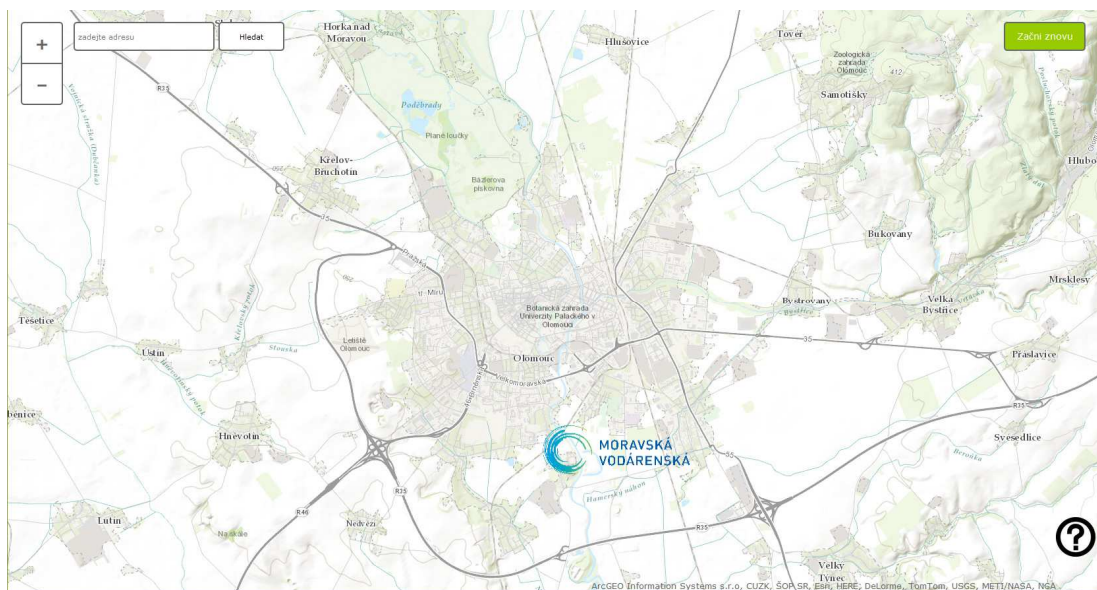
ArcGIS API for JavaScript

Alternativou výše zmíněných řešení je také JavaScriptová varianta API firmy Esri. Esri poskytuje díky své API vedle nástrojů srovnatelných s Leaflet nebo OpenLayers také pokročilejší funkce, které jsou však vázány na datové vrstvy a pokročilé funkce serveru ArcGIS for Server (geoprocessing, síťové analýzy). I když se jedná o veřejně dostupné API a programátoři mohou veřejně využívat funkcionalitu API i datové vrstvy poskytované Esri, dle ne zcela jasně specifikovaných licenčních podmínek ⁴⁹ je tento postup možný pouze pro vývojové nebo studijní účely. Právně je využití ArcGIS API for JavaScript umožněno pouze subjektům s platnou licencí firmy Esri, kterým v tom případě poskytuje kvalitní konkurenceschopné nástroje. Dochází zde však k alternaci dvou různých technologií, ArcGIS API for JavaScript a ArcGIS Viewer for Flex. Vzhledem k popsaným výhodám řešení ArcGIS Viewer for Flex je JavaScriptové API používáno pro aplikace vyžadující zobrazení na mobilním zařízení, propojení s cloudovým úložištěm ArcGIS Online, případně s pokročilou funkcionalitou např. Jankovský (2009) nebo ⁵⁰, pro které je naopak JavaScriptové API velmi vhodné. Na základě dostupných zdrojů je tohoto řešení u HZS využíváno spíše ojediněle (Jankovský 2009).

⁴⁸ Na základě těchto zcela objektivních důvodů byl i autor práce nucen migrovat k jiné platformě (Leaflet). Vzhledem k pozdnímu uvolnění není knihovna OpenLayers zahrnuta do hodnocení, ani jí není využito v žádné testovací či reálně nasazené aplikaci či jiné součásti této práce.

⁴⁹ Diskutováno osobně i emailem s ArcData Praha

⁵⁰ Autor ve spolupráci s Mgr. Stanislavem Popelkou, zpracoval na technologii ArcGIS API for JS mj. aplikaci s pokročilou funkcionalitou vyhledávání trasy odpadních splašků z libovolného místa v Olomouci do čističky odpadních vod (webová obdoba Network Analyst), která je umístěna v nově budované Pevnosti poznání v Olomouci, viz <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/phd/netek15/cov/> nebo Obrázek 23: Uživatelské rozhraní mapy vytvořené pomocí ArcGIS API for JS



Obrázek 23: Uživatelské rozhraní mapy vytvořené pomocí ArcGIS API for JS

6.3.3 Silverlight

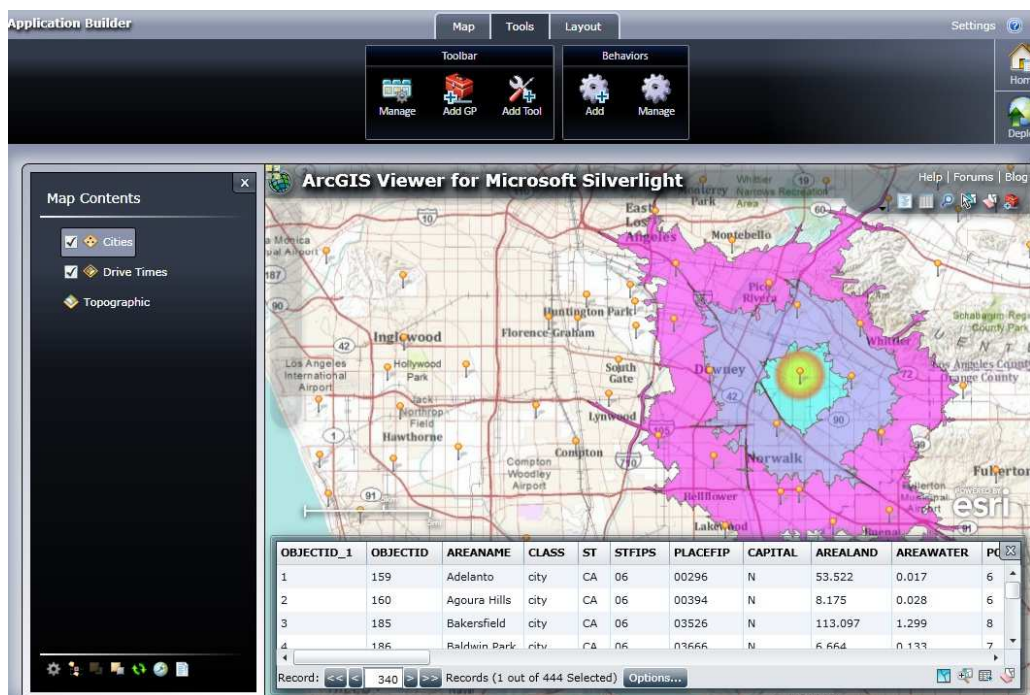
Prostředí Microsoft Silverlight je přímou konkurencí společnosti Microsoft k Flash/Flex. Silverlight umožňuje vytvářet interaktivní obsah i grafiku na principu RIA. Nutná instalace pluginu do prohlížeče, omezení, co se týče prohlížeče i operačního systému⁵¹, využití vlastního programovacího jazyka XAML jsou důvody bránící od počátku většímu rozšíření. Za výhody lze považovat provázanost s vývojovým prostředím Visual Studio⁵² či podpora SOAP. Dle Balun (2013) dosahuje penetrace Microsoft Silverlight na uživatelských zařízeních hodnoty pouze okolo 55 %.

Firma Esri uvolnila dvojici rozhraní pro Silverlight ArcGIS Viewer for Silverlight a ArcGIS API for Silverlight. Toto řešení však z pohledu funkcionality nepřináší žádné odlišné nástroje oproti Flexové nebo JavaScriptové variantě, vyznačuje se pouze odlišným uživatelským prostředím. O nasazení Silverlight lze uvažovat jako o alternativě (pokud některé z výše uvedených aplikací nelze využít) u vnitropodnikových řešení⁵³ nebo v případě požadavku vizuálního odlišení od konkurence. Tato strategie však přináší zcela opačný efekt, kdy uživatelé preferují známé prostředí. V oblasti krizového řízení se s platformou Silverlight nesetkáváme.

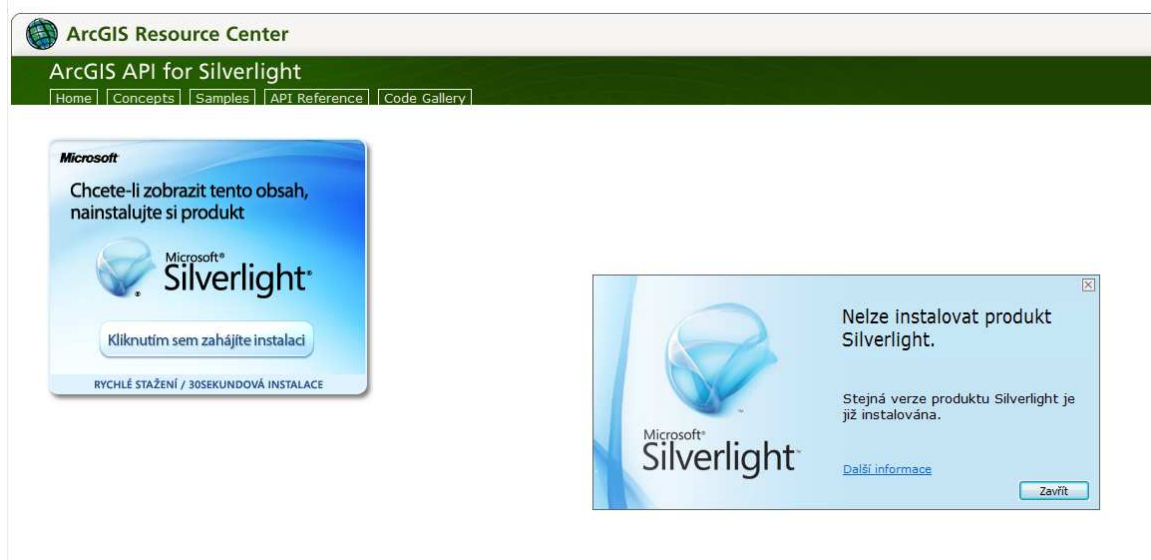
⁵¹ Podporovány jsou pouze prohlížeče Internet Explorer, Google Chrome, Firefox a Safari. Bohužel i v těch dochází k nekompatibilitě, viz Obrázek 25

⁵² Vývojové prostředí platformy Microsoft Windows či .NET

⁵³ Např. nasazení GIS ve strojírenském podniku Vítkovice (<http://itsolutions.vitkovice.cz/38/en/node/2757>)



Obrázek 24: Uživatelské prostředí mapové aplikace nad technologií Microsoft Silverlight



Obrázek 25: Prostředí Microsoft Silverlight vyžaduje instalaci pluginu

6.3.4 Porovnání technologií

V kontextu předcházejících kapitol a současného stavu řešené problematiky byl seznam technologií pro přímé porovnání omezen na HTML5 a Flex. Přehledné hodnocení podává Tabulka 8: Hodnocení technologického aspektu.

Tabulka 8: Hodnocení technologického aspektu

Aspekt	HTML5 (Leaflet, ArcGIS API for JS)	Flex (ArcGIS Viewer/API for Flex)
Grafický aspekt	jQuery efekty, CSS3 (průhlednost, stínování, oblé rohy, ...)	Průhlednost, stínování, oblé rohy, ...
Celkový dojem	Uživatelsky atraktivní	Uživatelsky atraktivní
Možnost rozšíření	Úpravy zdrojového kódu, dostupnost řady pluginů	Úpravy zdrojového kódu + nutnost kompilace
Nutnost instalace do prohlížeče	Ne	Vyžadován plugin
Podpora prohlížečů	100% penetrace	97 % penetrace
Multiplatformnost	Bez omezení	Podpora Windows, OS X, Linux a Solaris
Zobrazení na mobilních zařízeních	Ano	Není podporováno na OS Android ani iOS, problémové na WindowsPhone
Vývojové prostředí	Libovolný textový editor + řada specializovaných GUI nástrojů, komerční i nekomerční varianty	Pouze Flex Builder, nutnost komplikace
Asynchronní načítání dat	Ano (dle volby)	Vždy
Podpora dotykového ovládání	Ano	Částečně
Webové mapové služby, GEOSJON	Ano	Ano
Pokročilá funkcionalita (např. editace „on-screen“)	Ano	Ano
Offline	Ano	Ano
Podpora Cloud computing	Ano	Ano
Podpora kešování	Ano	Ano

Obecně řečeno HTML5 i Flex přináší do oblasti WebGIS pokročilé možnosti vyjadřovacích prostředků (uživatelsky atraktivního designu), s tím spojených vhodnějších metod kartografické vizualizace (umožňující např. 100% respektovat zásady tvorby legendy a znakového klíče) i funkcionality. V řadě srovnávaných kritérií dosahují oba **obdobných výsledků**. Díky uložení mapy jako HTML dokument není vyžadováno přizpůsobení aplikaci různým platformám a stačí tedy definovat pouze jedinou verzi. **Za zásadní nevýhody řešení Flex je potřeba považovat nutnost kompilace při jakémkoliv zásahu do zdrojového kódu aplikace a minimální podpora zobrazení na mobilních zařízeních.**

Důležitou roli v rozhodování na úrovni konkrétního produktu hraje finanční stránka, respektive **licencování**. V případě požadavků minimálních nákladů a/nebo svobodné licence je jednoznačnou volbou řešení Leaflet (příp. OpenLayers). Naopak pokud uživatel disponuje licenci Esri, mohou převážet plusy komerčního poskytovatele Esri, obzvláště pak v případě propojení s ArcGIS for Server.

Konečné rozhodnutí tak závisí spíše na daných okolnostech nebo osobě programátora, což ve výsledku vede k vytěžení výhod obou přístupů – vzniku hybridních geografických platforem, jakožto kombinace open source i komerčních řešení. K tomuto závěru dochází ve svých studiích také Arlt (2012) „Nikdo. Dobrý vývojář vybere vhodný nástroj podle projektu“ nebo Néték (2014): „Použijte obě a vyberte to nejlepší“.

Závěry a doporučení: HTML5 i Flex jsou nejpreferovanějším řešením v oblasti WebGL, při porovnání dosahují obdobných výsledků. Flex není podporován mobilními platformami, vyžaduje jednostrannou kompilaci, na druhou stranu v praxi je zavedeným a oblíbeným řešením. Ostatní možnosti zaujímají minoritní podíl. Nelze jednoznačně určit, které z uvedených technologií poskytuje vyšší možnosti v oblasti webových aplikací krizového managementu. V závislosti na účelu, cílové skupině, funkcionalitě, licenci a požadavku na (ne)zobrazení na mobilních zařízeních je vhodné zvolit konkrétní technologii dle konkrétních požadavků. S výhledem do budoucnosti však bude HTML5 získávat na úkor Flex stále více na popularitě.

6.4 Datové zdroje

Na oblast datových zdrojů, přesněji na komunikační linku data-jejich vizualizace v mapovém okně aplikace, lze nahlížet ze dvou protichůdných pohledů. Konvenční přístup využívá lokálně umístěná data. V případě serverového řešení jsou data umístěna na totožném (vlastním) serveru jako aplikace, v případě intranetové nebo lokální aplikace pak jsou uložena v přímém dosahu (lokální síť, na disku). Druhý pohled využívá principu webových služeb, tedy přístup k datům ve formě služeb ⁵⁴, které mohou být umístěny na libovolném serveru. Kapitola přináší pohled na oba přístupy, u lokálně umístěných dat posléze diskutuje přínosy formátu GeoJSON.

Předpoklad: Nezpochybnitelný trend centralizovaných a standardizovaných webových služeb lze očekávat i u lokálně sdílených dat, tedy preferování otevřených webových formátů na úkor uzavřených proprietárních formátů typu Shapefile.

Návrh řešení: Deskripce východisek webových služeb a analýza konkrétních přístupů s možností jejich transformace do oblasti lokálně sdílených dat

6.4.1 Webové služby ⁵⁵

Webové mapové služby je řada standardů vyvinutých a rozšiřovaných pod hlavičkou sdružení Open Geospatial Consortium (OGC). Jsou určené pro sdílení geografických dat v prostředí internetu na principu SOA. Uživatelé mohou jejím prostřednictvím sdílet data, mapy i aplikace bez nutnosti lokálního přístupu k nim, v praxi tak uživatel pracuje pouze s daty skrz službu, nikoli se surovými daty (Panda 2005). Základní přínosy webových služeb jsou (Néték a Balun 2014):

- uživatel může mít přístup k mapám z několika serverů a nemusí mít požadovaná data uložena na svém počítači či serveru,

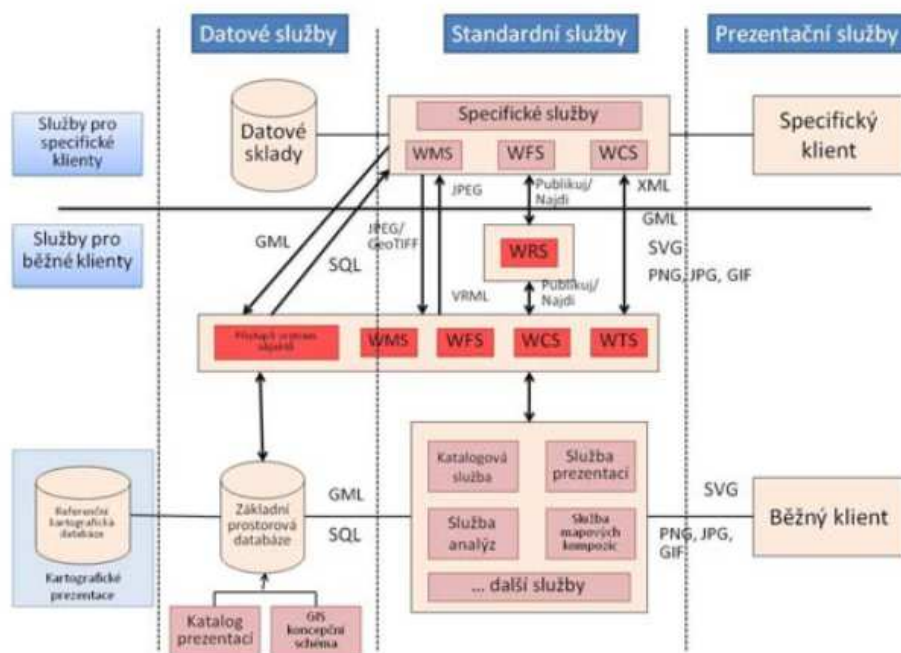
⁵⁴ Fakticky se vůbec nejedná o originální data, ale o jejich obraz

⁵⁵ Obsah této kapitoly vychází z publikovaného článku: Néték, R. (2014). Smart klient pro krizové řízení. Sborník příspěvků, Symposium GIS Ostrava 2014, VŠB-TU Ostrava.

- data jsou uložena a spravována na jednom místě,
- uživatel není závislý na žádné softwarové platformě a obvykle ani nepozná, jaký software je využíván na serveru, který mapové služby poskytuje,
- pro přístup a využití dat obvykle postačí jednoduchá aplikace na straně uživatele (tenký klient ve formě webového prohlížeče),
- uživatel má přístup pouze k výslednému obrázku sestavenému z dat, což může snižovat riziko zneužití a nedovoleného šíření originálních dat,
- centrální správa dat na jednom místě zvyšuje efektivitu a rychlost při snížení finančních nákladů.

Webové služby pracují na principu SOA, tedy výměny dat mezi serverem a klientem. Klient webové služby volá vybranou metodu služby, předává jí parametry volání a zpět od služby dostává odpověď. Klientem webové služby může být buď uživatel ovládaná aplikace nebo jiná webová služba. Mapové služby představují rozvíjející se technologii sdílení prostorových dat prostřednictvím Internetu/intranetu pro široké pole uživatelů. Tyto služby poskytují jistou funkcionalitu pro práci s mapovými kompozicemi a nevyžadují od uživatelů žádnou znalost technologie a ani žádnou instalaci programových produktů (Nétek 2014).

Přínosem do oblasti prostorových informací je sdílení bezešvých dat v prostředí Internetu. Uživatelé tak mohou přijímat i sdílet mapy a aplikace bez nutnosti přímého přístupu k originálním datům, což je v případě krizové situace neocenitelná výhoda. Mapová služba může být realizována jako veřejně přístupná nebo jako neveřejná, dostupná v rámci internetu či intranetu s možností velmi detailní definice přístupových práv. Důležitým aspektem webových služeb je možnost tzv. kaskádování. Jedná se o situaci, kdy jedna služba přebírá prostorová data ze služby jiné. Tento princip umožňuje kombinování vrstev a tvorbu nových odvozených dat, typicky tematických map (Nétek 2014).



**Obrázek 26: Architektura servisně orientované architektury s využitím webových služeb;
převzato z: Talhofer a Kubiček (2012)**

Do webových mapových služeb lze zahrnout: Web Map Service (WMS), Web Map Tiled Service (WMTS), Web Feature Service (WFS), Transactional Web Feature Service (WFS-T), Web Processing Service (WPS), Web Catalog Service (CSW), Web Registry Service (WRS), Web Terrain Service (WTS), Styled Layer Desriptor (SLD), Symbology Encoding (SE), a další. Talhofer a Kubiček (2012) uvádějí základních šest typů webových služeb, které lze rozšířit navíc o skupinu služeb stylování (SLD, SE).

- rejstříkové služby (CSW, WRS)
- mapové služby (WMS, WMTS)
- objektové služby (WFS, WFS-T)
- služby pro přístup ke coverage (WCS)
- služby pro přístup k výškovým datům (WTS)
- služby pro přístup k vrstvám objektů

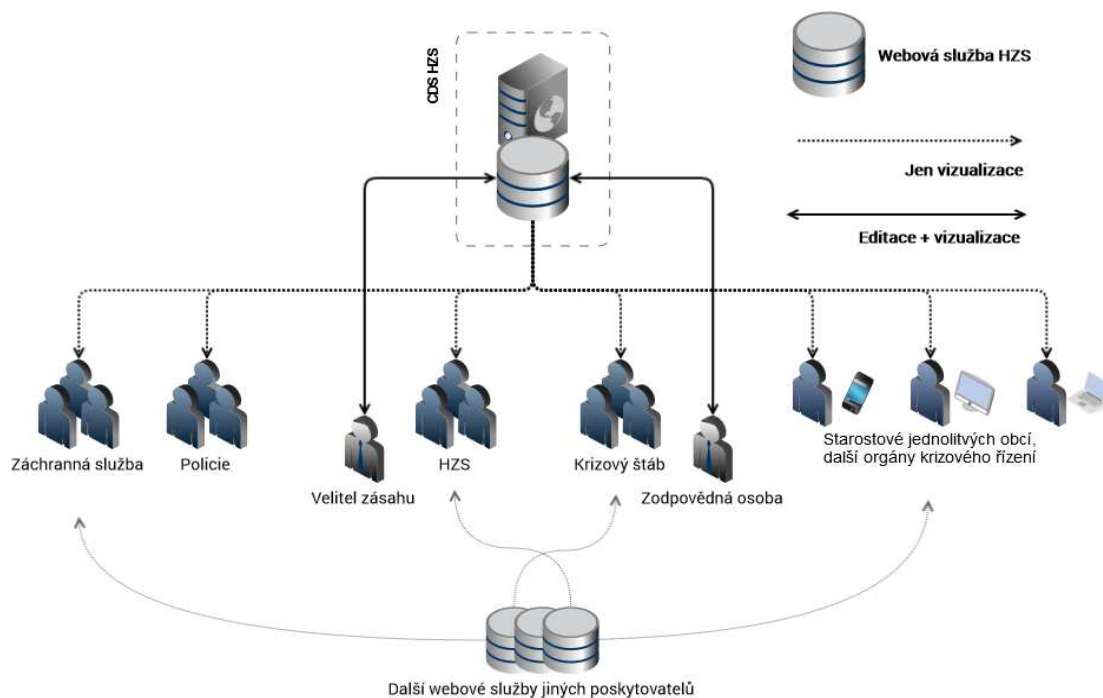
Užití webových mapových služeb na příkladu modelové situace

Do oblasti krizového managementu přináší využití "vzdálených" webových služeb řadu výhod přímo souvisejících s modelem jejich distribuce. Na modelové situaci „povodeň-zásah složek IZS“, lze vhodně demonstrovat efektivní využití mapových služeb.

Centrální správa dat je zajišťována CDS v Lázních Bohdaneč, která publikuje veřejné i neveřejné mapové služby. Členové orgánů krizového řízení (HZS, Policie Záchraná služba, krizové štáby, starostové postižených obcí, jiné složky) si při aktivaci pohotovostního režimu nastaví mapovou aplikaci včetně připojení webových mapových služeb. Pro uživatele využívající mapy pasivně (jen vizualizace), tím prakticky končí veškerá starost o data. Kdykoliv v době krizové situace, tak jsou zobrazeny nejaktuálnější dostupné datové zdroje, bez nutnosti jakéhokoliv nastavování či aktualizace. Taková data pak slouží jako podpora rozhodovacích procesů – u lokalizace záplavové vlny a postižených míst, se může jednat o stanovení evakuačních zón, rozmístění vozidel a jednotek, aktuální stav infrastruktury umožňuje plánování objízdných tras a zásobování, v krajní situaci lze zmapovat a určit prioritní oblasti evakuace obyvatel.

V případě nástupu povodně (či jiné krizové situace) je potřeba na nastalou situaci okamžitě reagovat. Princip SOA umožňuje reagovat na změny v reálném čase. V případě scénáře povodně, kdy se situace mění každou hodinou, uživatelé jsou mnohdy i životně závislí na poskytovaných informacích, není přípustné a mnohdy ani logisticky možné, přistupovat ke sdílení dat klasickým způsobem (kapitola 4.1). Navíc, distribuce dat decentralizovaným způsobem ani nedokáže zajistit přenos požadovaných informací ke všem uživatelům včas. Vybraní uživatelé s právem editace (velcí důstojníci HZS, kartograf v rámci krizového štábu) mohou na základě autentizace editovat geometrickou a/nebo atributovou složku dané webové služby. Editaci tak lze provést ihned po zjištění daného jevu nebo změny jevu (průchod povodňové vlny, stav vodní hladiny apod.). Tímto je zcela eliminován proces distribuce dat zdlouhavými konvenčními cestami k uživatelům, kteří tak mají k dispozici aktuální data ihned. Vedle časového hlediska, které je v tomto případě naprosto zásadní, přináší úspory finanční i organizační. Při vhodném nastavení hierarchie práv je zajištěna správnost dat (jasně určené zodpovědné osoby), minimalizována možnost záměrných či

náhodných chyb (verzování umožňuje dohledat a napravit chyby) nebo naopak eliminována duplicita dat, v neposlední řadě zachována jejich bezpečnost (nepracuje se s daty v originální podobě, tak jak tomu je u lokálně uložených souborů).



Obrázek 27: Využití webových služeb složkami krizového řízení - modelová situace

Jak uvádí Vondráková, Voženílek a kol. (2012), princip SOA umožňuje mapovou syntézu – kombinaci datových vrstev různých poskytovatelů. Překryvem vrstvy povodňové vlny (poskytovatel CDS HZS) a uliční sítě (ČÚZK) nebo registru půd (MZe, AOPK) vzniká syntetická mapa vhodná pro analýzu a šetření zatopeného území, která může dále sloužit jako podklad obnovovacích prací. Evropská iniciativa INSPIRE pro tento proces, umožňující kombinaci zdánlivě heterogenních vrstev odlišného tematického zaměření i původu, zavádí pojem harmonizace (Kapoun 2010) ⁵⁶. Zásadním předpokladem je respektování standardů. Proces standardizace umožňuje interoperabilitu mezi řadou různých specifikací webových služeb (viz výše). Vývojem standardů v oblasti GIS se zabývá především Open Geospatial Consortium (OGC) ⁵⁷. Standardizované služby respektují specifikace, podmínky, metody, postupy a činnosti umožňující interoperabilitu, konkrétně se jedná o definování přípustných operací a jejich průběh (získání metadat, vizualizace dat, popis prvku apod.) (OGC 2015).

V neposlední řadě, je potřeba zmínit kritérium dostupnosti webových služeb. INSPIRE ve svých podkladech přímo definuje parametry dostupnosti webových služeb, které se jejich poskytovatelé zavazují plnit (kapitola 0).

⁵⁶ INSPIRE definuje 5 základních implementačních pravidel: metadata, specifikace dat, síťové služby, sdílení dat a monitoring. Část harmonizace spadá do sekce specifikace dat, a zahrnuje závazné dokumenty DS-D 2.5 Generic Conceptual Model a DS-D 2.6 Methodology for Specification Development Kapoun, Z. (2010). Návrh systému služeb pro harmonizaci dat vybrané datové sady dle směrnice INSPIRE, Masarykova Univerzita.

⁵⁷ Zmínit je potřeba i organizaci ISO (International Organisation for Standardization), která např. OGC standard WMS přejala jako mezinárodní normu ISO 19128

6.4.2 Mapové služby (WMS, WMTS)

Typologicky jde webové služby v oblasti GIS dělit na služby mapové (obdoba rastrových dat) a objektové (obdoba vektorových dat). Nejrozšířenějším standardem pro sdílení prostorových dat je mapová služba **WMS (Web Map Service)**. Jedná se o standard OGC, momentálně ve verzi 1.3.0. WMS server generuje obraz dat na základě požadavku klienta (rozsah, měřítko, obsah aktivních vrstev, symbologie), který následně posílá mapu uživateli zpět ve formě obrazu, zpravidla rastrového formátu (PNG, JPG). Tento rastrový obraz však zachycuje data vektorového i rastrového původu. Při každém, byť minimálním, pohybu v mapovém poli, je zaslán nový dotaz na server a vygenerován nový výstup. Tento postup vychází z komunikační architektury předcházející generace. Vzhledem k nástupu asynchronní dlaždicové alternativy WMTS (viz dále), dochází průběžně ke snížení vytížení WMS služeb. Vedle klasické WMS, s kterou se uživatel setká v drtivé většině případů, je definována i tzv. Queryable WMS, vracející atributové informace o daném prvku mapy. WMS definuje tři operace (OGC 2015):

- GetCapabilities – seznam metadatových parametrů
- GetMap – vrací vlastní obraz dat (mapu)
- Get FeatureInfo – atributový popis daného prvku v mapě

WMTS (Web Map Tiled Service) je novější dlaždicovou alternativou k WMS, také se jedná o standard specifikace OGC. Dlaždicová v tomto smyslu znamená, že na straně serveru je již předpřipravená kompletní dlaždicová struktura dat (Obrázek 28, Obrázek 29). Jedná se o princip mapové cache, tedy výběru jen potřebné části dat (výřezu) z již předchystaných geodat, nikoliv generování požadavků na straně serveru. Zvolený princip umožňuje jednak vyšší rychlost načítání, jednak asynchronní „dočítání“ pouze chybějící části mapy. To znamená, že při každém pohybu mapy (požadavku) uživatele není třeba generovat nový výstup a překreslovat celé mapové pole, jak tomu je u WMS (Obrázek 30). Při volbě WMTS je práce podstatně rychlejší než při použití služby WMS (Homola 2011).

Struktura standardizovaných (OGC i INSPIRE) dlaždic pokrývá území celé zeměkoule v několika (desítkách) úrovních⁵⁸. Používá čtvercových dlaždic o rozměru 256 x 256px, výchozí úroveň zachycuje celou zeměkouli na jediné dlaždici. „Každá další podrobnější úroveň má rozlišení rovné dvojnásobku předchozího a proto každá dlaždice jedné úrovně je tvořena 2 x 2 dlaždicemi následující úrovně“ (Homola 2011). Totožného principu dlaždic dnes využívají již všechny nejrozšířenější systémy jako Google Maps, OpenStreetMaps, BingMaps, Mapy.cz a řada dalších. WMTS využívá i ČÚZK pro publikování svých datových vrstev: Ortofoto, Základní mapa ČR, ZABAGED.

⁵⁸ V praxi se využívá maximální úrovně 18-21, úroveň je zpravidla uváděna jako parametr URL adresy



Obrázek 28: Dlaždicová struktura služby WMTS; převzato z: Homola (2011)

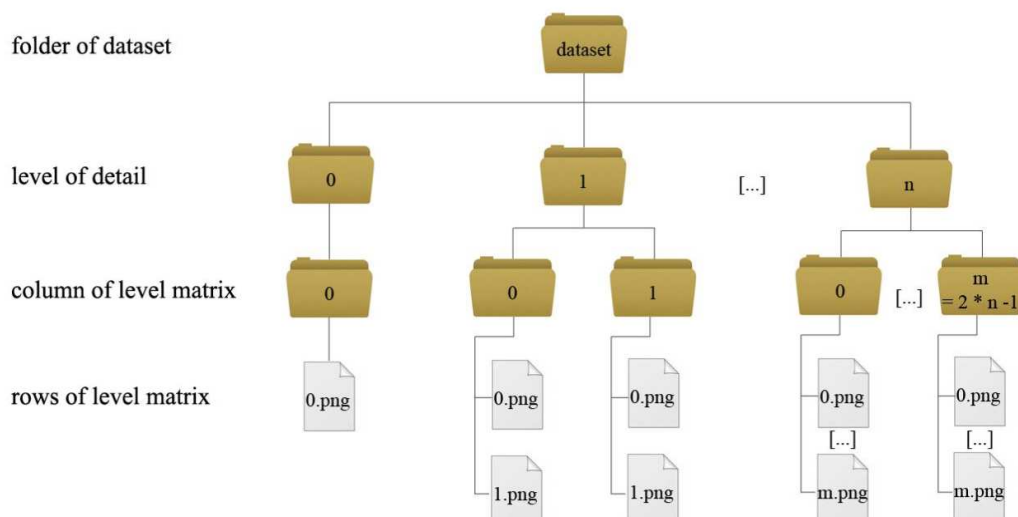
Zatímco pro publikaci WMS jakožto webovou službu je potřeba disponovat správně nastaveným a dostupným serverovým řešením podporující publikaci prostorových dat (GeoServer, ArcGIS for Server, apod.), z principu WMTS lze pro publikování služby využít libovolného webhostingu, serveru či je dokonce spustit na lokálním zařízení (tzv. localhost) bez přístupu internetu. Distribuce dat i přístup k nim je pomocí WMTS efektivnější. Předpokladem je precizní prostorová lokalizace daných dat (ortorektifikace) včetně odpovídajícího souřadného systému a správná datová struktura dlaždic, jak ilustruje Obrázek 29⁵⁹. Pro publikování takto připravených dat lze použít open source nástroje TileServer firmy Klokan Technologies (příp. linuxového nástroje TileStache). Ten umožňuje publikovat⁶⁰ geodata v dlaždicových formátech WTMS, TMS⁶¹ a TileJSON. V případě lokální dostupnosti dlaždicové struktury dat (localhost, intranet), lze k datům přistupovat a vizualizovat je offline, tedy zcela bez internetového připojení. To lze považovat za velmi přínosné v kontextu závažné krizové situace, kdy může dojít ke ztrátě internetového spojení nebo i dodávky elektrické energie. V takovém případě jsou k dispozici záchranářům pouze analogové mapy. Vytvořením lokální verze aplikace, včetně připojených datových vrstev, která by umožnila práci offline např. na notebooku, lze získat vhodnou alternativu papírových map pro podporu krizového řízení zpravidla v době nejvyšší krize.

TileServer, řešení umožňující publikovat rastrová data jako WMTS, je volitelným „předstupněm“ finální mapové aplikace. Prakticky se jedná o 5 souborů, nakonfigurovaných pro daný server/webhosting. Ty posléze zajistí automaticky publikování jakýchkoliv dalších dat, přidáných do stejné složky a v souborové struktuře odpovídající WMTS.

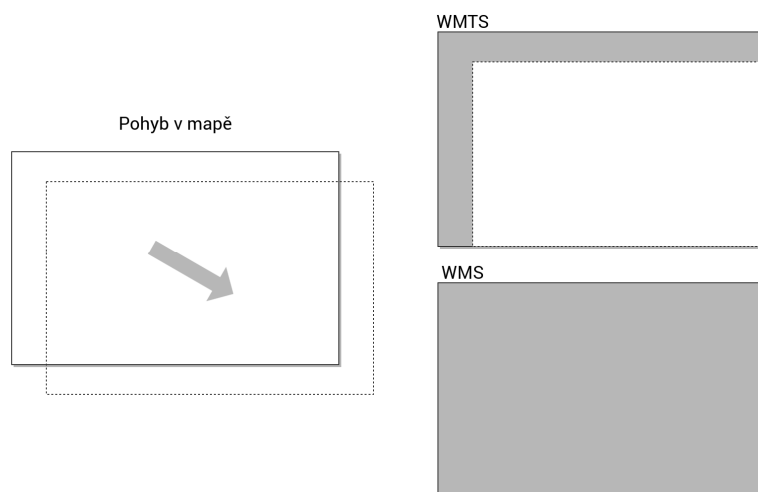
⁵⁹ Několik úrovní měřítka (zoom), v každé úrovni pak rozdělení původního obrazu do dlaždic. Pro tento proces lze doporučit např. program MapTiler (dostupné z URL: <http://www.maptiler.com/>), který na základě specifikování rozsahu (extentu) originálních dat a volby minimálního/maximálního měřítka sám vygeneruje kompletní strukturu dlaždic, včetně možnosti uploadu na cloudové úložiště Amazon či Dropbox. Autor práce absolvoval ve Švýcarsku v sídle firmy Klokan Technologies krátkou týdenní stáž.

⁶⁰ Použít lze libovolný komerční či nekomerční hosting či server s podporou php5.2+ a povoleným mod_rewrite/.htaccess

⁶¹ TMS je předchůdce WMTS, prosazovaný skupinou OSGeo, zrcadlově otočené osy souřadnic, neuznán jako standard OGC

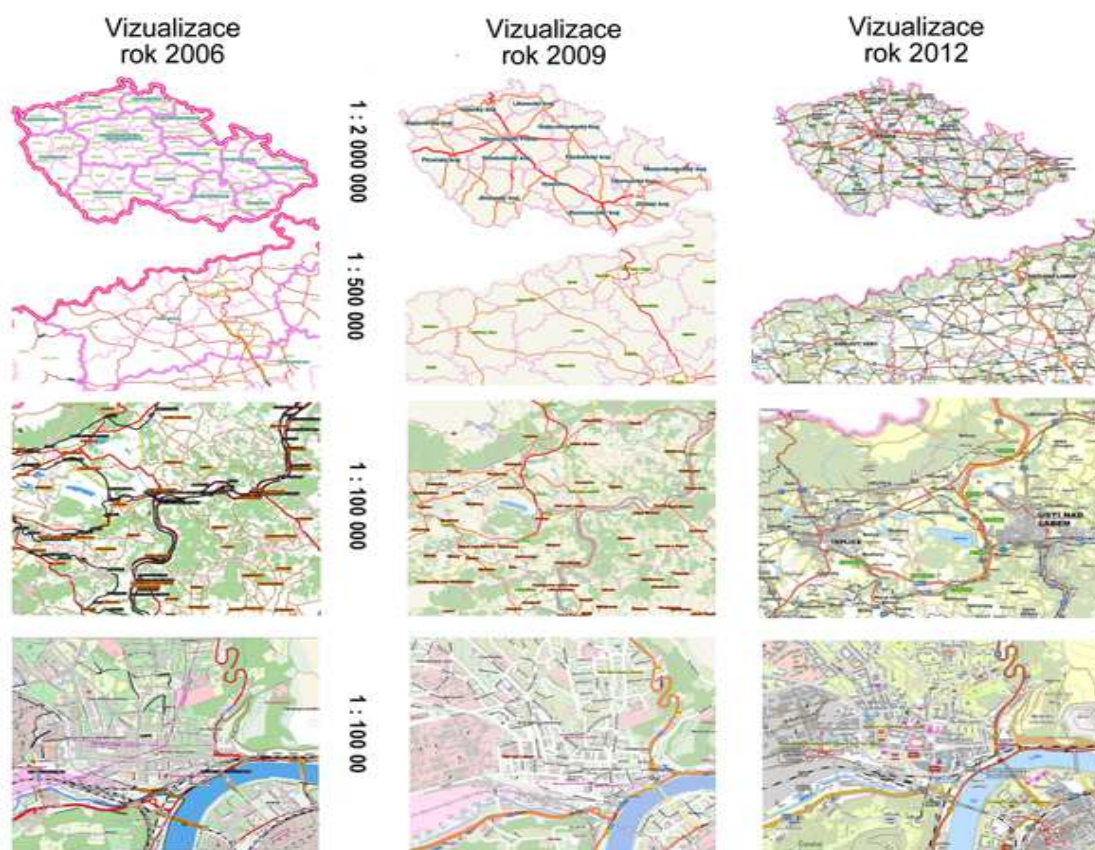


Obrázek 29: Souborová struktura jednotlivých úrovní WMTS; převzato z Herman (2015)



Obrázek 30: Při pohybu v mapě (vlevo) služba WMTS načítá pouze chybějící část dlaždic mapového pole, zatímco WMS načítá celý obraz mapové pole kompletně znovu

Pozitivně hodnotí přechod na mapové dlaždice mimo jiné ppl. Zdeněk Červenka z CDS HZS v Lázních Bohdaneč. Vedle rychlosti odezvy, zmiňuje aspekty kartografické vizualizace, konkrétně propracovanější symbologii map. „Dříve se vizualizovala přímo vektorová data, což přinášelo velká rychlostní omezení. V současné době se vytvoří mapový projekt a díky jeho následnému převedení do mapových dlaždic lze využít všechny kartografické možnosti zobrazení dat“ (Červenka 2012). Proces vývoje kartografické symbologie webových služeb CDS HZS ilustruje Obrázek 31.



Obrázek 31: Využití služby WMTS má vliv mj. i na propracovanější symbologii vrstev;
zdroj: Červenka (2012)

6.4.3 Objektové (WFS-T)

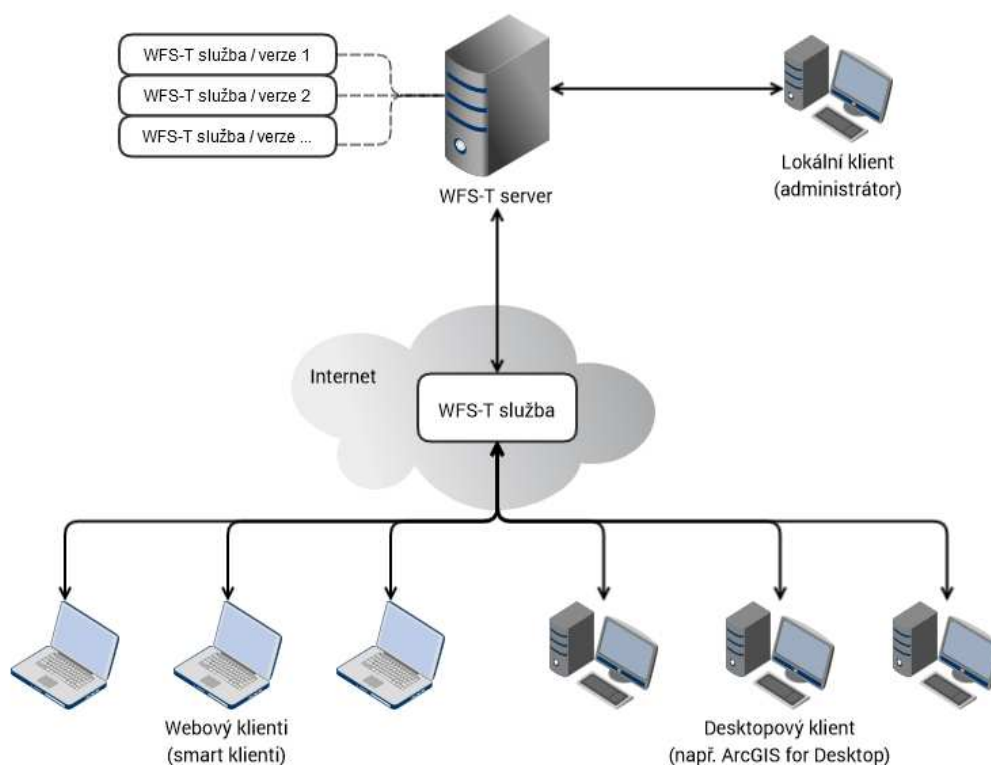
Obě zmíněné mapové služby WMS i WMTS nelze nijak editovat, jsou vhodné pro data rastrového původu a data stálejšího charakteru (ortofoto, topografické mapy, základní mapy), u kterých se nepředpokládá častá aktualizace.

Pro poskytování dat ve formě objektů byl v roce 2010 přijat OGC standard WFS (Web Feature Service), v současnosti dostupný ve verzi 2.0 (přejato jako ISO 19142). WFS sama o sobě umožňuje pouze vizualizaci vektorových dat, pro možnost editace je zásadní její rozšíření WFS-T (Transactional Web Feature Service). Z pohledu vývoje aplikace pro potřeby krizového managementu, respektive požadavku „on-screen“ editace v reálném čase je WFS-T zásadní. Prostřednictvím vhodného klienta umožňuje prostorovou i atributovou editaci objektů přímo v mapě. Řídící operátor tedy může v prostředí mapového klienta ve webovém prohlížeči (ale i v klasické desktopové GIS aplikaci) spravovat/editovat data, tedy provádět aktualizaci v reálném čase. Specifikace OGC definuje u WFS-T jedenáct operací, z nichž podstatná pro editaci je podstatná operace především operace „Transaction“ (OGC 2015):

- GetCapabilities - obsahuje informace o metadatech popisujících službu; povinné
- DescribeFeatureType - vypíše typy dat
- GetPropertyValue - umožňuje získat hodnotu nebo hodnoty parametru objektu
- GetFeature - vrací vybrané objekty

- LockFeature - uzamkne objekt při editaci, aby nemohl být editován ze dvou míst zároveň
- GetFeatureWithLock – vrátí vybrané objekty a uzamkne je
- Transaction - úprava dat
 - o insertFeature – vložení nového prvku
 - o updateFeature – úpravy již stávajícího prvku
 - o deleteFeature – smazání prvku
- operace nad dotazy: CreateStoredQuery, DropStoredQuery, ListStoredQueries, DescribeStoredQueries

Během měsíční stáže na Faculty of Earth Science, University of Island, v Reykjavíku autor uskutečnil sérii konzultací s doc. Jónsdóttir (University of Iceland) a p. Gylfasonem (Civil Protection in Iceland). Byl prezentován tehdejší stav disertační práce s představou vizualizačního klienta. Na základě kritických připomínek, návrhů a následné diskuze byl v rámci této stáže navrhnout koncept vizualizačně-editačního klienta umožňující „on-screen“ editaci na základě SOA architektury, konkrétně využívající WFS-T. Tento koncept byl aplikován pro potřeby projektu BotanGIS ⁶² a editačního klienta HZS, jakožto nadstavbový widget do stávající aplikace ArcGIS Viewer for Flex. Tato případová studie je popsána v kapitole 8.1.



Obrázek 32: Princip využívání služby WFS-T

⁶² Administrace rozmístění rostlin a keřů v Botanické zahradě UP pro nezávislý přístup 4 osob, viz <http://botangis.upol.cz/botangis/mapa>

6.4.4 Lokální přístup k datům (Shapefile)

I přes nesporné výhody webových služeb, může nastat řada situací zabraňující nebo přímo zakazující jejich využití. Do omezení, která vylučují použití webových služeb, lze zahrnout:

- Technická omezení – formát, struktura či kódování dat znemožňující jejich publikování prostřednictvím internetu. Do této skupiny se nezahrnuje velikost dat, která v tomto případě nehraje roli. Zpravidla se jedná o nestandardní formát dat.
- Legislativní omezení – vládní či evropská nařízení výslovně zakazují publikování dat prostřednictvím internetu či produktů třetí strany
- Bezpečnostní omezení – chráněné datové zdroje různé úrovně, data zašifrovaná či data podléhající utajení
- Subjektivní – Individuální subjektivní názory a přejitky. Ve své práci vystihuje tento problém Frank, Raubal a kol. (2000) následovně: „Organizace obvykle (chybně) věří, že vlastnění dat jim dává moc a nerozumí tomu, že v dnešním konkurenčním, ale kooperujícím světě přináší sdílení informací výhody všem zúčastněným partnerům. Technické prostředky dnes umožňují řešit všechny otázky sdílení dat – jsou-li odsouhlasena jasná pravidla, může být vytvořeno technické řešení, které je obvykle založené na standardních komponentách“.

Mezi vektorovými formáty v oblasti GIS je zcela jednoznačně nejrozšířenějším formát Shapefile. Uzavřený formát Shapefile vznikl původně jako proprietární datový formát pouze pro programy firmy Esri. Postupem času se stal oblíbeným a rozšířeným natolik, že i ostatní (konkurenční) softwarová řešení dokáží s Shapefile pracovat. V žádném případě nelze hovořit o standardu, je potřeba mít stále na mysli, že se jedná o komerční produkt jednoho jediného výrobce. Formát Shapefile byl vyvinut v devadesátých letech minulého století ⁶³, tedy v době kdy webová řešení ani neexistovala, proto **není vhodný** pro sdílení prostorových informací v prostředí Internetu. Z pohledu krizového řízení vykazuje dva základní nedostatky. 1) Soubor jako takový je de facto složen z 3 až 6 souborů (*.shp, *.shx, *.dbf, *.prj, ...), 2) uzavřenost - pro jeho vizualizaci je nutné mít nainstalovaný GIS software – stává se tedy nevhodný pro účely krizového řízení, neboť např. Policie ČR či obecní úřady vůbec nedisponují geoinformačními technologiemi. O pravdivosti této situace byl autor ujištěn během konzultací.

S vizí univerzálního prostorového formátu přichází v roce 2000 konsorcium OGC a uvolňuje formát GML, strukturně odpovídající a vycházející ze značkovacího jazyku XML. Na totožných principech vzniká i formát KML (Keyhole Markup Language) ⁶⁴, který se stává standardem OGC v roce 2008. KML se stává celosvětově populárním formátem i u laické veřejnosti díky propojením s aplikací Google Earth (OGC 2015). Proti využití v krizovém managementu hraje jedna z nestandardních vlastností formátu KML. KML jakožto nativní formát společnosti Google si přináší (jinak užitečnou) funkci uložení do mezipaměti (cache) serverů Google. Jinak řečeno při první vizualizaci souboru KML (v Internetu přes protokol

⁶³ Dnes i samotné produkty firmy Esri preferují nahrazení jednotlivých souborů formátu Shapefile komplexnějšími geodatabázemi (*.GDB) j

⁶⁴ Původně vyvinutý firmou Keyhole, v roce 2004 odkoupená konglomerací Google

http) si Google jeho obraz uloží pro příští rychlejší načtení. Při dalším načtení stejného souboru Google automaticky podbízí před-cache-ovanou variantu dat, a to i v případě reálné změny originálních dat. Bohužel není nikde specifikováno, jak dlouho se udržuje dočasný obraz dat, z vlastního šetření se jedná o rozmezí od jednotek minut po několik jednotky hodin. V případě požadavku na „vizuální“ změnu dat, je potřeba publikovat soubor pod jiným jménem na server, přepsání stávajícího souboru nefunguje. Tento postup však zcela popírá veškeré předpoklady na efektivní a rychlé zpracování dat v krizové situaci a je krajně nevhodný. Popisovaná situace se týká jen a pouze webových aplikací, respektive odkazování na KML soubor pomocí protokolu http - tedy umístění KML souboru na libovolný server ⁶⁵.

V odborné komunitě se však pro webové aplikace prosadil formát GeoJSON, eliminující neduhy KML i Shapefile. Při srovnání zmíněné trojice formátů s ohledem na nasazení ve webovém (nikoliv klasickém softwarovém) prostředí, splňuje formát GeoJSON všechny potřebné aspekty. Podrobnější informace o formátu GeoJSON, jsou záměrně zařazeny do další kapitoly.

Tabulka 9: Porovnání lokálních datových formátů

	Shapefile (SHP)	KML	GeoJSON
Typ formátu	Uzavřený	Otevřený	Otevřený
Počet souborů	3-6	1	1
Okamžité promítnutí změn	Ano	Ne (Google cache)	Ano
Editace v GIS programu	Ano	Ano	Částečně
Editace textovým editorem	Ne	Ano	Ano
Editace webovým klientem	Částečně	Částečně	Ano
Možnost sdílení	Nutno zabalit	Libovolné	Libovolné
Sémantika	Ne	Částečně	Ano
Náhled v úložišti GitHub	Ne	Ne	Ano

6.4.5 Hybridní přístup k datům (GeoJSON)

V případě technických, legislativních, bezpečnostních či subjektivních omezení webových služeb je typickou alternativou využít lokálního přístupu k datům, tedy do aplikace načítat data ze stejného zařízení (v případě serveru data umístěná na stejném serveru, v případě počítače z harddisku), viz předcházející kapitola. Takovýto přístup však zcela vyvrací všechny popsané výhody centralizovaného sdílení dat pro případ krizové situace (kapitola 6.4.1) a nelze ho považovat za uspokojivý.

Z principů webových mapových služeb vycházejí i formáty KML a GeoJSON. Vzhledem k jejich datové povaze samozřejmě nelze hovořit o webových službách v pravém slova

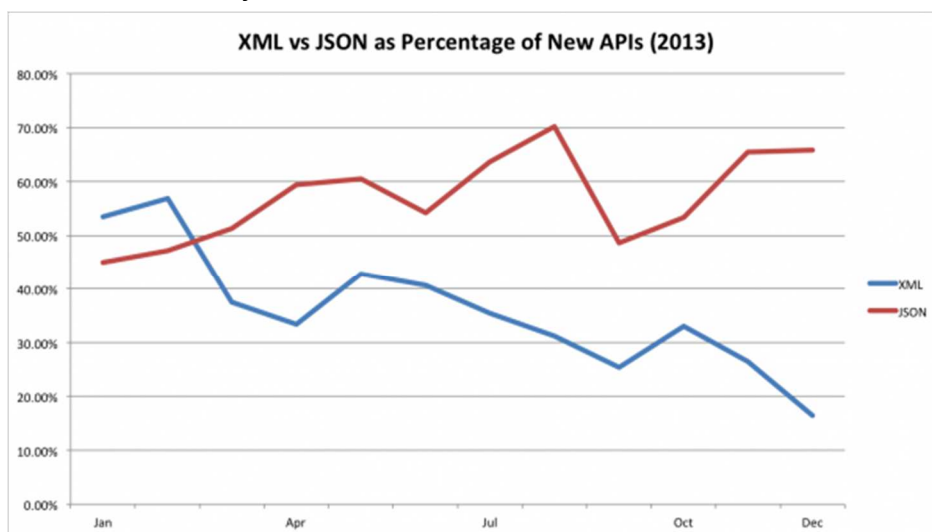
⁶⁵ V případě lokálně načítaných dat se tento problém nevyskytuje. Námitka, která se automaticky nabízí, tedy načítání KML souborů lokálně i do webových aplikací (umístění KML souborů na stejný server jako je vlastní aplikace) je bohužel mylná, neboť webové aplikace vyžadují načtení KML souboru na základě absolutní serverové adresy, tedy začínající na protokolu http.

Autor strávil s řešením tohoto problému nemalý čas, bohužel bez uspokojivého řešení. Při zadání fráze „kml cache“ vykazuje vyhledávač Google přes 500 000 výsledků, nejedná se tedy o ojedinělý problém.

smyslu, jedná se o souborové formáty. Na druhou stranu umožňují „vzdálený přístup“ na principech SOA. Autor práce pro tento stav zavádí pojem **hybridní přístup**. Jedná se tedy o kombinaci klasického souboru, avšak centrálně uloženého a spravovaného, s přístupem obdobným jako u webových služeb (protokol http).

Formát GeoJSON se ukazuje jako nezávislý formát pro přenos prostorových a atributových informací. GeoJSON historicky vychází z formátu JSON ⁶⁶, což je univerzální datový formát nezávislý na platformě, který lze číst a upravovat v libovolném programovacím jazyku, podporující sémantickou strukturu dat, a efektivnější automatické zpracování. JSON je stále populárnější „lightweight“ alternativou k formátu XML, sloužící pro komunikaci s webovými službami. JSON podporuje asynchronní přístup. Pohled na Obrázek 33 objektivně deklaruje vyšší popularitu zavádění formátu JSON/GeoJSON oproti XML/KML.

Jednoduchá struktura, nezávislost, možnost pojmout různé typy dat (body, linie, polygony, multibody, multilinie, multipolygony, kolekce dat), rozšíření TOPOJSON a další způsobily, že se mezi webovými vývojáři a odborníky stal GeoJSON upřednostňovaným ⁶⁷ GIS formátem (GeoJSON 2008). Tento zcela objektivní fakt potvrzuje řada nezávislých odborníků (Jones (2013), Dollins (2013)), na GeoJSON se adaptoval Google (Kovnats 2014), jeho potenciál vycítila firma Esri, která zakomponovala GEOSJSON do svých webových API (Turner 2014), na progres zareagovali i výrobci desktopových řešení - dnes je GeoJSON podporován všemi hlavními GIS softwary.



Obrázek 33: Implementace JSON a XML, převzato z: DuVander (2013)

V neposlední řadě je potřeba zmínit, že GeoJSON vychází z databázového konceptu NoSQL ⁶⁸. Tedy data nejsou ukládána do klasické relační databáze ve formě tabulek, jak je tomu u obecných (SQL, Oracle) i prostorových (Shapefile, PostGIS) databází. Výhodou takového přístupu je efektivní škálovatelnost a vyhledávání v datovém obsahu/struktuře.

⁶⁶ Praktické ověření, že GIS přebírá funkční a již osvědčené technologie z obecného IT

⁶⁷ Záměrně nelze použít termín standardem, neboť i přesto, že GEOJSON je de facto za standard uznáván, OGC jej stále jako standard nepřijalo. Tato strategie se setkává se značnou vlnou nevole, viz Dollins (2013). Pozn. autora: z dostupných zákulisních informací lze usuzovat, že se jedná spíše o politické zdržování Esri, pramenící z obavy oslabení „monopolního“ postavení

⁶⁸ NoSQL lze interpretovat jako Not Only SQL, nikoliv jako Not SQL, jak by se na první pohled mohlo zdát

V době dokončení disertační práce se jedná o jeden z nejprogresivnějších nových přístupů, skloňovaný především v souvislosti s big data (NoSQL 2015).

Struktura formátu GeoJSON:

```
{
  "type": "FeatureCollection",
  "features": [
    {
      "type": "Feature",
      "geometry": {
        "type": "Point",
        "coordinates": [49.5, 17.2]
      },
      "properties": {
        "vlastnost": "hodnota"
      }
    }
  ]
}
```

Doporučení a závěry: Princip servisně-orientované architektury respektive standardizovaných webových mapových služeb je v oblasti WebGIS již zavedený, což je potřeba kladně kvitovat. Pro mapové služby je vhodnější upřednostnit dlaždicovou variantu WMTS oproti ve všech ohledech náročnější WMS, pro editační úkony se nabízí WFS-T. Na druhou stranu je (nepochopitelně) stále hojně preferován uzavřený proprietární archaický formát Shapefile, který popírá veškeré trendy. Autor přichází s návrhem hybridního řešení, tedy sdílení lokálních souborů za principů SOA. Jako ideální se jeví otevřený formát GeoJSON, který si získává značnou popularitu, do budoucna lze JSON očekávat jako plnohodnotný standard. Vzhledem k časové neflexibilitě formátu KML, nelze KML považovat v krizovém managementu za vhodný.

6.5 Úložiště – cloud computing z pohledu bezpečnosti

Předpoklad: Cloud computing může oproti konvenčním úložištím poskytovat efektivnější nástroje pro správu a přístup k datům. Je však potřeba důsledně zvážit otázku zabezpečení dat.

Pro oblast datových zdrojů je v otázkách národní bezpečnosti, krizového řízení, zapojení armády nebo HZS zcela prioritní jejich bezpečnost. Z diskuzí, které autor během přípravy práce absolvoval se zástupci armády i HZS, vyplynuly striktní závěry, co se týče zabezpečení originálních dat, jejich dostupnosti a možnosti publikování. Autor byl opakovaně ujištěn, že u dat či aplikací poskytovaných HZS či armádou ČR, ať už pro interní nebo krizové účely, v žádném případě **nepřípadá v úvahu využití jakékoli služby třetí strany**. Pro nasazení aplikace v reálném provozu jediná možná varianta spočívá v umístění aplikace na server HZS.

Prvotním záměrem autora práce bylo v co nejvyšší míře využít konceptu WebGIS 2.0 - optimalizovat návrh i vlastní vývoj aplikace výhradně pro cloudové řešení. Návrh „pouze cloudové“ aplikace sebou nese jistá specifika: v případě problémů na jedné instanci, lze rozhraní aplikace i data díky redundantnímu způsobu záloh ihned obnovit z jiné instance

cloudu, aplikace však proto musí být uzpůsobena. Z technologického hlediska se jedná o separaci procesu zpracování dat a jejich ukládání, tak aby byla zachována okamžitá dostupnost dat pro další (záložní) instance.

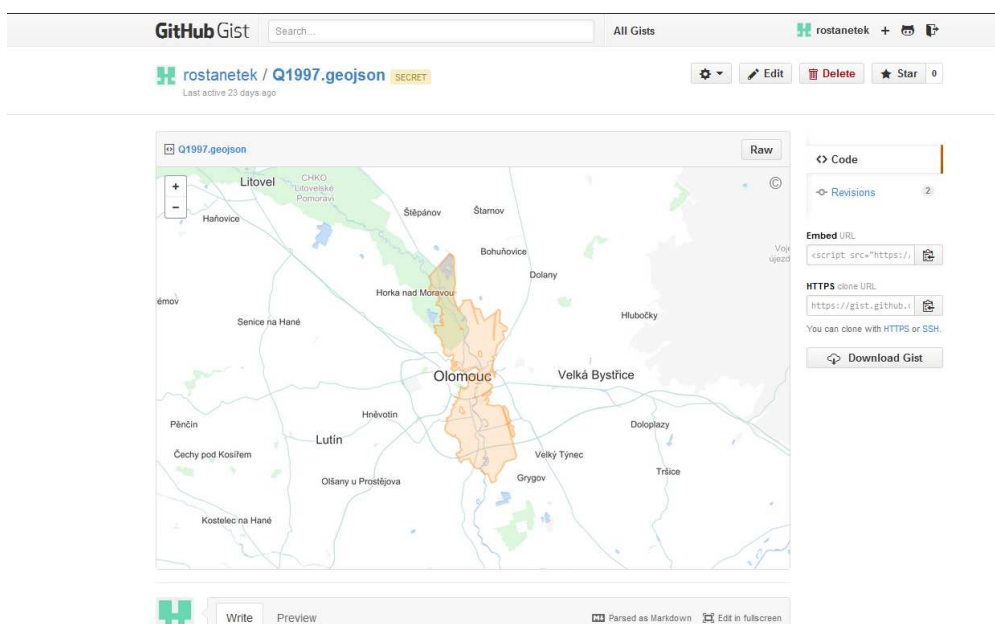
Na základě výše zmíněných skutečností, byly **požadavky na pilotní aplikaci přehodnoceny** - namísto pouze cloudového řešení, byl návrh zobecněn na univerzální, snadno přenositelnou aplikaci. Možnost umístění na cloud se tak stává pouze jednou z možných alternativ.

Ve smyslu potencionální modelové situace - havárie primárního serveru - byly s odborníky diskutovány alternativní možnosti využití externích datových úložišť a nasazení aplikace v cloudovém prostředí. Zcela jednoznačně negativní přístup zaujímá Armáda ČR⁶⁹, která nepřipouští žádné řešení mimo vlastní dikci. V prostředí Armády je to zcela pochopitelné, alternativa „zvenci“ se zde vzhledem k nastaveným bezpečnostním podmínkám, které by ve výsledku mohly ohrozit obranyschopnost státu, nemá šanci prosadit. Postoj armády je v tomto striktní a jakákoliv diskuze, jak se autor nejednou ujistil, je bezpředmětná.

Konkrétněji byla diskuze vedena se zástupci HZS OK, por. Josefem Koláčkem a por. Kamilem Kořínkem. Autor byl seznámen s technickým zajištěním služeb HZS OK. Operační středisko HZS Olomouckého kraje, sídlící na adrese Schweitzerova 91, Olomouc, zajišťuje provoz tísňových linek 112 i 150 a disponuje vlastním serverovým řešením pro krizové potřeby, proto je nadstandardně zabezpečeno. Infrastruktura budovy je jištěna jednak vlastními výkonnými dieselagregátory zajišťující vlastní dodávku energie po dobu několika dní, jednak dočasnými záložními zdroji (UPS) zajišťující překlenutí doby mezi výpadkem energie z veřejné sítě a spuštěním vlastních dieselagregátorů. Kritická infrastruktura je tedy zcela nezávislá na okolí. Autor byl ujištěn, že i HZS striktně vyžaduje umístění aplikace v rámci vlastní infrastruktury, která v případě poškození primárního serveru či přerušení dodávky elektrické energie, disponuje ověřeným záložním řešením. V návaznosti na koncept pilotní aplikace představené v kapitole 8.2.5 byl prezentován návrh ukládání a sdílení alespoň dat veřejného či prezentačního charakteru (např. povodňové vlny) v cloudovém úložišti GitHub⁷⁰. Vedle ukázkového reflektování principů WebGIS 2.0 (centralizace, verzování, atd.) podporuje i náhled prostorových dat. Tento návrh byl členy HZS hodnocen veskrze pozitivně, a jako kompromis byl využit pro reálné potřeby aplikační části práce.

⁶⁹ Diskutováno s doc. Talhoferem (také během obhajoby tezí disertační práce) a por. Janou Měříčkovou (v rámci konference Cartocon 2014)

⁷⁰ Systém správy verzování, obecně nazývaný Git, je možné implementovat na libovolnou infrastrukturu, včetně zcela uzavřeného řešení typu server HZS



Obrázek 34: Úložiště GitHub umožňuje náhled prostorových dat

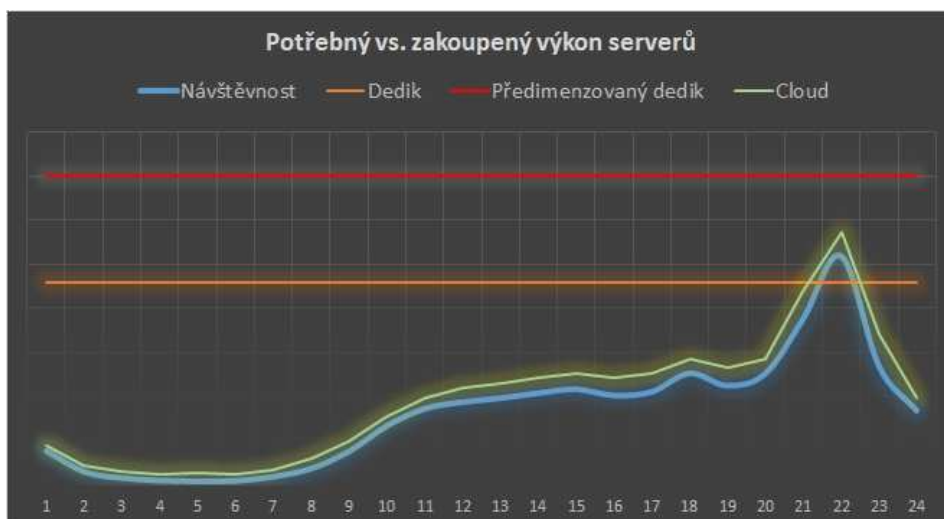
Následující část kapitoly si klade za cíl demonstrovat využití cloudu jako bezpečnou alternativu v případě výpadku i záložního (sekundárního) řešení HZS. Tento koncept byl představen zástupcům HZS v čistě teoretické rovině. Obecně je cloudové úložiště primárně vhodné pro výkonné aplikace bez potřeby budování nákladné a předimenzované infrastruktury, poskytující přínosy:

1. Škálovatelnost a elasticita – ihned pružně reagují na výkonové požadavky dle aktuální potřeby (viz Obrázek 3)
2. Centralizovaný přístup za každých okolností
3. Dostupnost bez ohledu na technický stav vlastní infrastruktury
4. Redundantní zálohování (duplikace záloh dat pro potřeby obnovení)⁷¹

Přeneseno do oblasti krizového managementu, příčinami pro upřednostnění cloudového úložiště od vlastního serveru mohou být:

- Ad 1. Projekty s nárazovou návštěvností, typicky krizové aplikace (např. Krizová mapa ČR popisovaná v kapitole 6.6.1) dlouhodobě s nulovou či minimální návštěvností, naopak s obrovským nárůstem přístupů a přenosem dat v době krize, který vlastní server nemusí zvládnout. Díky škálovatelnosti cloudové úložiště tento problém eliminuje. Reakci trendu výkonosti cloudu, kopírujícího trend návštěvnosti, vhodně ilustruje Obrázek 35
- Ad 2. Zajištění totožného přístupu k aplikaci vždy a odkudkoliv
- Ad 3. Záložní řešení při nedostupnosti vlastního serveru, mimo již diskutovaného výpadku energie se může jednat o živelní katastrofy (zatopení, požár, zemětřesení) elektromagnetický či jaderný výbuch, sabotáž, atd.
- Ad 4. Obnova záloh z technicky i geograficky zcela oddělených a nezávislých úložišť

⁷¹ Např. Amazon S3 ukládá redundantní zálohy dat na dvě geograficky různá serverová úložiště



Obrázek 35: Škálovatelnost cloudu reaguje na nárazovou návštěvnost při krizových situacích; převzato z: Soukup (2014)

Nejvíce diskutovaným problémem cloud-computingu je bezpochyby bezpečnost a zachování soukromí. Co se týče **dostupnosti dat/služeb**, argument HZS i Armády ČR proti cloudu zní: požadavek 100% dostupnosti, bez výjimky. Žádný z komerčních poskytovatelů webhostingu či cloudu oficiálně negarantuje (a pravděpodobně ani nikdy nebude garantovat) 100 % dostupnost. Jedná se čistě o formální stanovisko, kterým se poskytovatelé chrání před žalobami ze strany zákazníků. I přesto, že v praxi reálná dostupnost může být opravdu 100 %, ve smluvních podmínkách bývají definovány hodnoty 99.99 % (Amazon) či 99,95 % (Forpsi, WEDOS) dostupnosti za rok. Argument HZS či Armády ČR ohledně 100 % dostupnosti je pochopitelný, na druhé straně vyvstává otázka, jestli oni sami na vlastních řešeních této dostupnosti dosahují ⁷². Dostupnost dat je mimochodem jednou z klíčových norem směrnice INSPIRE, která uvádí hodnotu „pouze“ 99.00 % (Horák, Růžička a kol. 2013). Testování výkonosti a dostupností serverů ČÚZK, které provedl Horák, Růžička a kol. (2013), vykazuje dostupnost 99.8 %. Argument 100 % dostupnosti tedy nelze považovat za relevantní, je otázkou do jaké míry jde spíše o subjektivní názor kritiků. Každopádně v této otázce je potřeba v blízké budoucnosti nastolit objektivní diskuzi mezi oběma zúčastněnými stranami. Věcně tuto problematiku hodnotí např. Šimeček (2013). Kapitola 9 - DC 4: Testování - mj. hodnotí pilotní studie umístěné v cloudu z pohledu dostupnosti.

Nejpalčivější kritikou cloudového přístupu je zachování **soukromí**. I přes jednoznačnou garanci poskytovatelů, v případě řešení jakékoli komerční služby, je nutné brát v potaz míru potenciálního zneužití či (ne)chtěného úniku dat. Tento fakt je objektivně **zásadní překážkou pro rozšíření cloudových technologií** v oblasti krizového řízení.

⁷² Pozn. autora: Ne. Subjektivně: vyšší věrohodnost ohledně procent dostupnosti poskytuje celosvětově osvědčené a trojnásobně jištěné cloudové úložiště Amazon S3 (kterému svěřily své projekty např. NASA, SAP, NASDAQ apod.) než jednoúčelový server, mimochodem jistě servisovaný externí firmou

Objektivně: V případě automatické replikace dat (a už vůbec ne v případě manuální či plánované zálohy kopírováním - zpravidla v nočních hodinách) nelze zaručit 100.00 % dostupnost. Fakticky je v nějaký okamžik server fyzicky nedostupný. I když se může jednat o zlomek sekundy, požadavek 100 % de facto není splněn.

Bohužel tento problém neřeší ani využití soukromého cloudu (jakožto protějšek veřejného). Jančík (2011) cituje největšího kritika Richarda Stallmana: „Jedním z důvodů, proč byste neměli používat webové aplikace ke své práci, je ztráta kontroly. ... Pokud používáte proprietární program nebo webový server, jste bezbranní. Jste v rukou toho, kdo vyvinul tento software.“ Příznivci cloudu sice argumentují stejnou možností napadnutelnosti (ztráta či krádež) při jakémkoliv (jiném) způsobu práce s daty, v rámci otázek národního zájmu je však strategická kontrola zabezpečení dat prioritní.

Závěr a doporučení: Cloud computing přináší (především z technologického a organizačního hlediska) nesporné objektivní výhody, sporná je otázka dostupnosti, bohužel ale nesplňuje zásadní požadavek nezávislého fungování systému bez ohledu na cizí vlivy. V oblasti krizového managementu pravděpodobně nelze v blízké budoucnosti očekávat širší prosazení principů cloud-computingu, minimálně ne u dat neveřejného či utajeného charakteru.

6.6 Komunitní GIS

Významnou roli v procesu získávání informací dnes hraje tzv. participace, tedy zapojení veřejnosti do procesu sběru dat. Dle Pánka (Pánek 2011) se jedná o „metodu získávání, správy a manipulace s geografickými informacemi, která poskytuje znevýhodněným skupinám ve společnosti informace a znalosti o prostorových jevech v jejich komunitě“ (Pánek 2011). Z pohledu zapojení veřejnosti hovoříme o komunitním mapování/GIS, s kterým jsou spjaty pojmy crowdsourcing či VGI (Volunteered Geographic Information) značící zapojení laické i odborné veřejnosti do komunitních projektů jako např. OpenStreetMap.

Předpoklad: U komunitně vytěžených dat a zapojení sociálních sítí jako rychlého (alternativního) zdroje dat, lze v oblasti krizového řízení očekávat pozitivní přístup.

Návrh řešení: Rešerše a analýza možných participativních metod, podpořená reálnými studiemi

V oblasti krizového managementu se nejedná o ojedinělou aktivitu, s organizovaným i samovolným zapojením veřejné komunity do mapování krizových situací se lze setkat ve větší míře poprvé při zemětřesení na Haiti v roce 2010 ⁷³, následně lze jmenovat výbuch jaderné elektrárny Fukušima v roce 2011, hurikán Sandy v roce 2012 ⁷⁴, z aktuálních událostí cyklon Pam v březnu 2015 (Tomnod 2015) a řady dalších. Seznam humanitárních projektů podává organizace Humanitarian OpenStreetMap Team (dostupné z URL <http://hotosm.org>), případně TomNod (dostupné z URL: <http://www.tomnod.com/>), aktivitu Google v této oblasti zastřešuje Google Crisis Reponse (dostupné z URL:

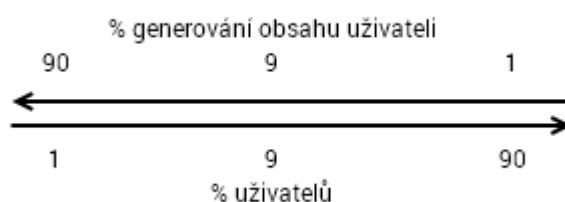
⁷³ Na základě kombinace OpenStreetMap a satelitní snímků po katastrofě vznikla aktuální mapa postižené oblasti Port-au-Prince do dvou dnů, následně využita jako jediné dostupné podklady např. Světovou bankou

⁷⁴ Monitoring dopadu hurikánu, hodnocení snímků do tří skupin viditelného poškození, dostupné z URL: sandy.hotosm.org

<http://www.google.org/crisisresponse/resources.html>) ⁷⁵. Z konkrétních (celosvětových) nástrojů lze zmínit Map Your World (dostupné z URL: <http://mapyourworld.org/>) nebo Crowdmap (dostupné z URL: <https://crowdmap.com>). (Pánek a kol. 2014)

Komunitně vytěžená data jsou v současné stereotypní společnosti, i přes jejich nesporný potenciál, stále považována za podřadná. Zapojení uživatelů do procesu sběru dat lze využít jako alternativu k „oficiálním“ zdrojům. V případě rychlého nástupu krizové situace, mohou takto získaná data zcela zastoupit konvenční zdroje informací, především pak s ohledem na stále rostoucí popularitu sdílení obsahu na sociálních sítích (viz další kapitola). Faktorem v oblasti komunitního mapování je uvědomělost uživatele – vlastní snaha o zapojení, která však přináší i negativní stránku věci. Právem kritizovaným nedostatkem zapojení neodborné veřejnosti je relevantnost a obsahový přínos zadávaných informací. Nedílnou součástí obdobných systémů je fáze verifikace, tedy objektivních mechanismů pro zachování kvality dat (vžitý termín quality assurance). Roli veřejnosti pak vedle vlastního sběru lze spatřovat i ve verifikaci dat. Častější je však přístup zapojení vrstvy odborného/nezávislého verifikátora.

Fáze verifikace komunitního mapování je z pohledu podpory krizového managementu **zcela zásadní**, je považována za důležitější než samotný sběr dat. Nesprávně interpretované informace – na základě špatných dat – mohou mít v případě krizových situací katastrofální následky. Špatně odhadnutý geografický či časový průběh např. kulminační vlny povodně, může v krajním případě způsobit i ztráty na životech. Ve výsledku tak může dojít k vlastnímu poškození komunity, která do cyklu sběru dat na začátku vstupovala s pozitivním úmyslem. K tomuto stavu dochází při porušení pravidla 90-9-1. To říká, že 90 % jsou jen pasivní uživatelé bez aktivního zapojení (tvořící 1 % obsahu), 9 % jsou příležitostní přispěvatelé a pouze 1 % zapojených jsou aktivní nadšenci (tvořící 90 % obsahu). Nedodržení této rovnováhy, zpravidla zvýšení poměru nezkušené veřejnosti vede k nárůstu chybovosti dat a v případě nevhodného mechanismu kontroly dat, potencionálně k omezení důvěryhodnosti podkladů pro krizové rozhodovací procesy. (Pinde a Jiulin 2011, Sui, Elwood a kol. 2012)



Obrázek 36: Pravidlo 90-9-1: 90 % obsahu je tvořeno 1 % aktivních uživatelů

⁷⁵ Motivace Google pro zapojení do obdobných projektů je kontroverzní, spíše než o humanitární záměry jde o marketingový obraz. Prospěchářské záměry lze vhodně ilustrovat na komunitní platformě Google MapMaker (URL: <https://www.google.cz/mapmaker>), umožňující veřejnosti hlásit a opravovat chyby v Google Maps. Na první pohled bohubilá činnost, mimochodem obdoba strategie OSM, však ve skutečnosti je jen komerční zástěrkou. Uživatelé zcela zadarmo udržují mapové podklady Google aktualizované, je na druhou stranu nesmí využít! Potvrzení podávají samotné podmínky: „**V případě Google Map Maker dává uživatel Googlu bezplatnou, trvalou a neodvolatelnou licenci k využívání obsahu, který v rámci této služby vytvořil. Souhlasí také s tím, že tento obsah může být upravován a mohou z něj být vytvářena odvozená díla.**“

Jedním z možných zdrojů komunitního mapování jsou stále populárnější sociální sítě. Především mladší uživatelé jsou navyklí sdílet jakékoli „nestandardní“ zážitky prostřednictvím sociálních sítí, které se tak stávají přehlacené informacemi. Z pohledu krizové situace ale tento stav přináší následující přínosy:

- Časový charakter/aktuálnost – uživatelé informace sdílí prostřednictvím sociálních sítí ihned po jejich zjištění. V praxi se tak jedná o nejrychleji dostupný typ informací (nezřídka přebírané i médii), mimořádně vhodný z charakteru krizové situace
- Informační charakter – vedle textové informace velmi často doplněné o multimediální prvky (foto, video) s vyšší vypovídající hodnotou
- Tematické i geografické filtrování – na základě tzv. hashtagů (fráze uvozená symbolem #, např. „#povoden“), lze snadno filtrovat informace relevantní pouze ke konkrétní události. Při povolené lokalizaci ze strany uživatele pak lze omezit informace navíc i dle území



Obrázek 37: Sociální sítě se stávají hlavním zdrojem informací v první fázi krizové situace; zdroj: Twitter

I přes fakt, že jsou uživatelům momentálně k dispozici desítky až stovky sociálních sítí, pro oblast krizového řízení lze jejich rozsah omezit na nejpoužívanější Facebook, Twitter, YouTube a Instagram. Objektivně je potřeba uznat, že v současné době se sociální sítě stávají v první fázi krizové situace nepostradatelným zdrojem informací, na který si řada uživatelů navykla. V rámci povodní v roce 2013 se sociální sítě staly jedním ze základních informačních pilířů České televize a na zmíněném principu fungovala mj. Krizová mapa Česka (Fusková 2014).

6.6.1 Krizová mapa Česka

Krizová mapa Česka byl ⁷⁶ unikátní projekt České televize (ČT), konkrétně iniciátorky Pavlína Kvapilové (bývalá ředitelka Nová Média v ČT) a Jaroslava Valůcha ze sdružení The Standby Task Force ⁷⁷. Ve spolupráci s IZS byla v únoru 2012 představena platforma pro veřejné sdílení dat v případě krizové události. Strategie projektu byla založena na získávání dat na principu crowdmappingu - data do mapy byly zadávána přímo samotnými uživateli nebo extrahována ze sociálních sítí. Konkrétně byly do mapy syntetizovány záznamy z Facebooku a Twitteru dle tagu (#krizovamapa, #povodne či #povoden), e-mailu do redakce ČT a na základě přímého záznamu do mapové aplikace. V mapě však byly zobrazeny jen verifikované informace, tedy jen důvěryhodné a relevantní záznamy ověřené vyškolenými pracovníky. Technologicky byla aplikace založena na platformě Ushahidi, otevřeném cloudovém řešení pro potřeby komunitního mapování, využívající mapových podkladů Google Maps. Mapa zobrazovala vedle povodňových vrstev především reportované informace přímo od uživatelů, a to včetně fotografií (Gisportal 2012). Uživatel může fakticky v průběhu krize zastávat 3 role:

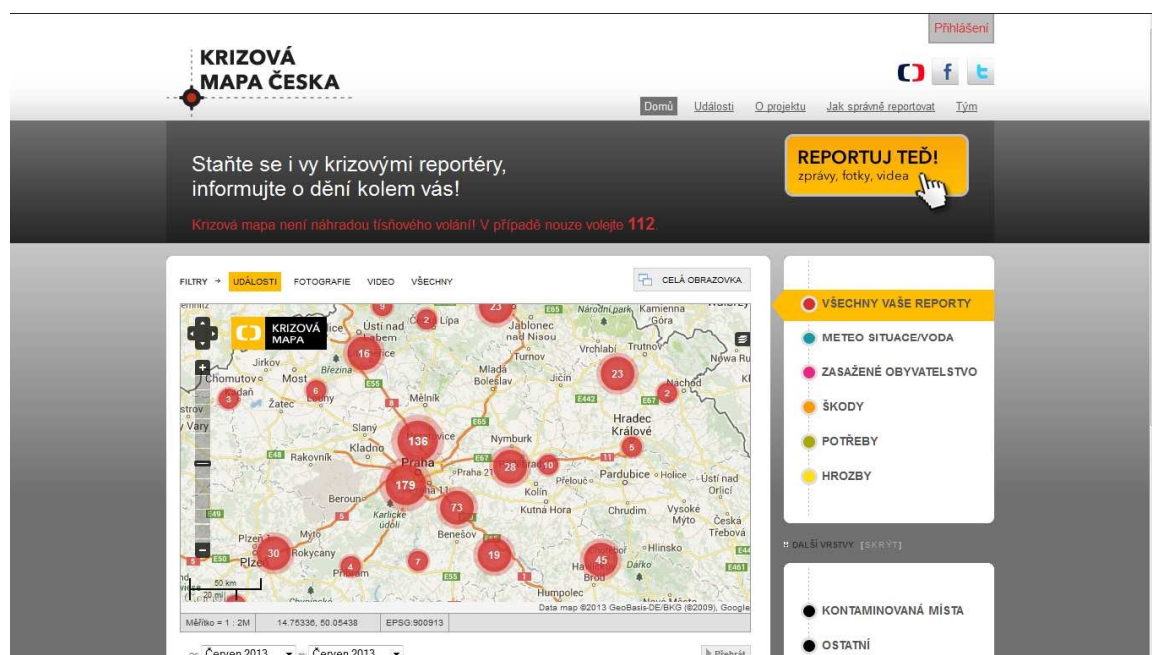
- Zdroj informací – reportování původních informací
- Verifikace – ověření pravdivosti
- Konzument informací – uživatel v postižené oblasti s cílem získání relevantních informací

Princip Krizové mapy byl založen na aktivaci až v době krizové situace, během nekrizového stavu byla vlastní aplikace nedostupná. Krizová mapa byla aktivována pouze jednou, během povodní v roce 2013. Během deseti dní fungování ji navštívilo 378 tisíc uživatelů, bylo přijato 2 798 zpráv, 4 500 příspěvků z Facebooku a 9 000 tweetů, v mapě se pak zobrazilo verifikovaných 1880 reportů (Vyletal 2013). Autor dopňuje, že „vůbec nejčastěji lidé krizovou mapu využívali pro nahrávání fotek a informace o momentálním stavu řek“. Dle Gisportal (2012) „Krizová mapa nemá ambice nahradit složky IZS a živelně koordinovat pomoc v postižených lokalitách, ale právě naopak má být doplňkem tohoto dobře fungujícího systému.“ Vzhledem ke stále sílícímu vlivu mobilních zařízení, dostupnosti internetu a zvyku sdílet i hledat informace primárně na Internetu, lze podobný koncept využít jako alternativní, avšak použitelný zdroj informací.

Analýza webového rozhraní Krizové mapy za pomocí metod eye-trackingu je diskutována v kapitole 7.3.

⁷⁶ ČT od projektu v původní podobě upustila, s tím že sama vyvine nový koncept. Bohužel do dnešního dne není oficiálně ani neoficiálně znám jediný náznak nové aplikace, důvodem jsou pravděpodobně personální změny v Oddělení nových médií ČT

⁷⁷ Do projektu byly zapojeny také členové Katedry geoinformatiky UP, sám autor byl s Jaroslavem Valůchem v kontaktu stran možné budoucí spolupráce



Obrázek 38: Krizová mapa Česka – aktivní stav při povodních v roce 2013

6.6.2 See-Think-Do

V roce 2013 zveřejnil přední světový webový analytik (American Statistical Association Chicago 2009) Avinash Kaushik framework nazvaný See-Think-Do (Kaushik 2013). Jedná se o komplexní koncept primárně orientovaný na obsahový marketing - typicky zaměřený na problematiku marketingu služby či produktu realizovaného prostřednictvím internetu. Ve zjednodušené podobě lze See-Think-Do charakterizovat ve třech stupních:

- See – skupina čistě potencionálních uživatelů, kteří v současném stavu nijak neprojevují zájem o daný produkt. Dle Kaushika je potřeba různými nenásilnými a atraktivními formami (tematické blogy či sociální sítě často bez zjevné náležitosti k danému produktu, newsletter) budovat povědomí o daném produktu či značce
- Think – skupina uživatelů, kteří reálně uvažují o koupi, zjišťují informace o produktu, rekognoskují možnosti nákupu. Dle Kaushika je vhodné takovému uživateli předložit tematický prémiový obsah (video návody, ebook)
- Do – klasický zákazník s konkrétním zájmem o daný produkt

Kaushik prezentoval framework jako čistě marketingový nástroj a přichází s názorem, že jakéhokoli uživatele lze považovat za potencionálního zákazníka a z pohledu marketingu k němu, na základě vhodně zvolené metody pro danou skupinu, také tak přistupovat ⁷⁸. Inovativní na tomto přístupu je orientace především na skupiny „See“ a „Think“, které jsou jinak zcela opomíjeny či rovnou zavrhovány.

Z pohledů komunitního GIS, však lze zmíněné principy beze zbytku aplikovat i do oblasti krizového managementu. Příkladem budiž prakticky jakákoliv krizová aplikace

⁷⁸ Populárním příkladem budiž obchod s hračkami nebo cukrářství. Zatímco vlídný a nenucený přístup prodejců (např. ukázky/ochutnávky) směrem k návštěvníkům, kteří původně nemají zájem nebo prostředky (typicky děti) k nákupu, generuje vysokou pravděpodobnost k nákupu v budoucnu, naopak negativní postoj prodávajících vede k minimální konverzi.

integrující záznamy ze sociálních sítí (viz výše) nebo VGI. Ideální modelovou situací budiž princip Krizové mapy Česka. Obsahovou strategii pro latentní stav v klidovém stavu, pak lze charakterizovat strukturou:

- See – teoreticky libovolný uživatel Internetu, ve standardním stavu bez zjevné příslušnosti ke Krizové mapě. V první fázi je zásadní, aby uživatel (pro případ krizové situace) věděl, že aplikace vůbec existuje. Nabízí se budovat obecné povědomí o projektu/značce formou médií, sociálních sítí, apod. V tomto případě je však nutné odfiltrovat uživatele s nízkou IT gramotností.
- Think – skupina potencionálně zapojených uživatelů, ve standardním stavu s nepřímým vztahem ke Krizové mapě, zpravidla s vyšší IT gramotností. Jako nepřímý vztah lze definovat oborovou (zájem o příbuzné obory např. internetová řešení, GIS, mapování ⁷⁹), sociální (dobrovolnické/humanitární organizace, komunitní projekty) či geografickou (místa s vyšší pravděpodobností krizové situace-často zaplavovaná území, muniční sklady, okolí jaderných elektráren apod.) vazbu uživatele k projektu. Vzhledem k jisté pravděpodobnosti zapojení je vhodné uživatele informovat o principech a službách aplikace, případně i motivovat (modelové situace, možnost nezávazného otestování, soutěže ⁸⁰).
- Do – uživatel s konkrétním zájmem o Krizovou mapu nebo přímo aktivně zapojený do projektu. Potřeba předat co nejvíce relevantních informací ve formě tutoriálů, návodů, školení, videí, apod.

V případě využití See-Think-Do v oblasti participativních metod lze (analogicky k obecnému přístupu) považovat libovolného uživatele (tomto případě ČR/SR) za potencionálně aktivního uživatele Krizové mapy. Kaushik přichází s tvrzením, že skupina reálných zákazníků skupiny „Do“ generuje pouze 2% konverzní poměr (Kaushik 2013) i přesto, že jsou do ní vkládány největší prostředky. I když nelze toto tvrzení explicitně verifikovat i na model krizového managementu ⁸¹, z výše uvedeného rozdělení je patrné, že potenciál skupin „See“ a „Think“ je několikrát vyšší, ve srovnání se skupinou „Do“. Jakoubek (2009) pro obdobné rozdělení používá názvy skupin: příležitostní, pravidelní a high-end uživatelé.

Význam proaktivního přístupu ke všem skupinám lze rozdělit do dvou úrovní. V první řadě, se jedná samozřejmě o významné navýšení povědomí daného projektu rekrutující vyšší počet aktivních i pasivních uživatelů v době krizové situace (= aktivní stav aplikace), což při vhodně zvolených metodách ve výsledku generuje relevantnější informace (Obrázek 39). Zde je potřeba zdůraznit, že takto získané informace z veřejných zdrojů jsou neocenitelným zdrojem pro zásahové jednotky, především z časového hlediska, ale i pro samotnou veřejnost v zasažené oblasti.

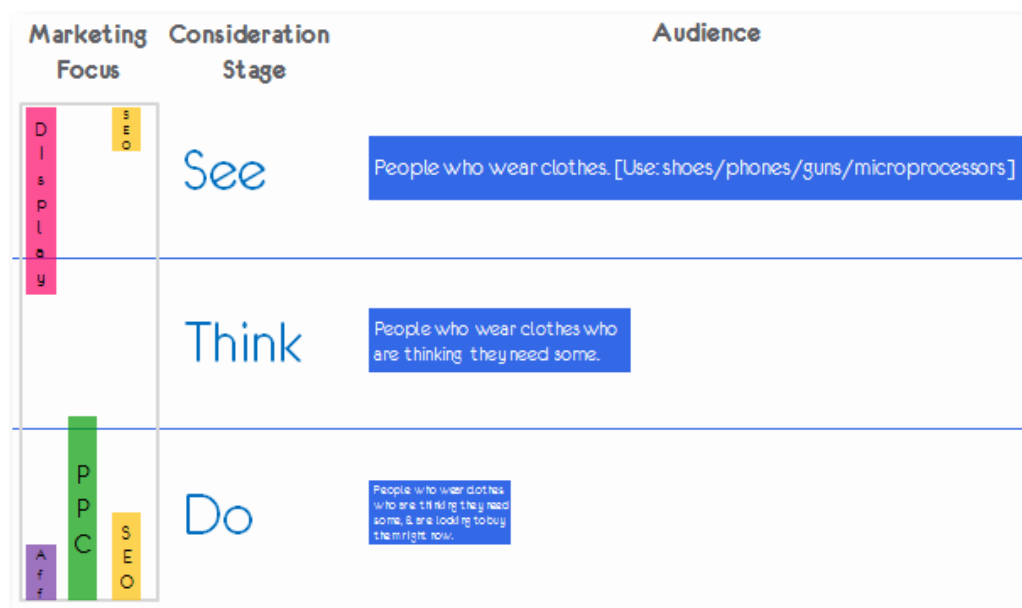
Na základě aplikovaného přístupu jednotlivých skupin lze volit strategii vlastního řízení projektu a predikci uživatelských rolí – v případě akutní potřeby je možné ihned

⁷⁹ Typický zástupce: přispěvatel do OpenStreetMap, student geoinformatiky

⁸⁰ Motivačního principu soutěže využívá např. projekt StaréMapy.cz, kde dobrovolníci z řad laické i odborné veřejnosti pomáhají georeferencovat sbírku map

⁸¹ Do současné doby, se žádná jiná práce touto formou aplikace nezabývala

záměrně cílit s konkrétními požadavky na konkrétní uživatele a nikoliv teprve vymýšlet strategii (osvědčené dobrovolníky ze skupiny „Think“ lze využít pro zpracování nebo rektifikování dat, zkušené GIS odborníky ze skupiny „Do“ pro verifikaci dat apod.).



Obrázek 39: Potencionální uživatelé dle frameworku See-Think-Do; převzato z Kaushik (2013)

Závěry a doporučení: Informace a data získaná na základě metod komunitního mapování mohou sloužit jako alternativa ke konvenčním zdrojům informací. Zásadní je fáze verifikace dat. Zvláště pak nelze ignorovat potenciál sociálních sítí, jakožto nejrychlejšího zdroje informací. Autor přichází s myšlenkou aplikace frameworku See-Think-Do, jakožto zapojení veřejnosti do procesu komunitního mapování ve třech úrovních. Krizová mapa Česka přichází s inovativním přístupem aktivace vlastní mapy až při nástupu krizové situace. Zásadní roli v ní hrají samotní uživatelé, data jsou do mapy extrahována na principu komunitního mapování. Uživatelé jsou vlastním zdrojem informací i nástrojem verifikace těchto informací.

7 DC 2: ASPEKT UŽIVATELSKÉHO ROZHRAŇÍ

Talhofer a Kubíček (2012) definují současný stav krizového řízení ve čtyřech úrovních:

- Stacionární databázový systém
- Segment pořizování správy a distribuce dat
- Segment komunikačních prostředků
- Segment uživatelů

Zatímco první dva uvedené segmenty jsou ovlivnitelné přímým zásahem do systému z pozice administrátora a část segmentu uživatelů ovlivnit přímo nelze (vzdělání, nálada, okolní vlivy), segmentu komunikačních prostředků s cílem ovlivnit segment uživatelů (chování) je v odborné literatuře věnován velký prostor. Interdisciplinární obor zkoumající interakci člověk-počítač se nazývá Human-Computer Interaction (HCI). Dílčí část HCI, zkoumající proces návrhu a tvorby webového uživatelského rozhraní, se nazývá User Experience.

Dílčí cíl 2 této práce přináší přehled aspektů z pohledu webového rozhraní. Jedná se o ovlivnění uživatelského prožitku ze strany rozhraní k uživateli (tedy prostřednictvím webového rozhraní), proto není záměrně kapitola titulována jako např. „uživatelský aspekt“.

7.1 User Experience (UX) a použitelnost

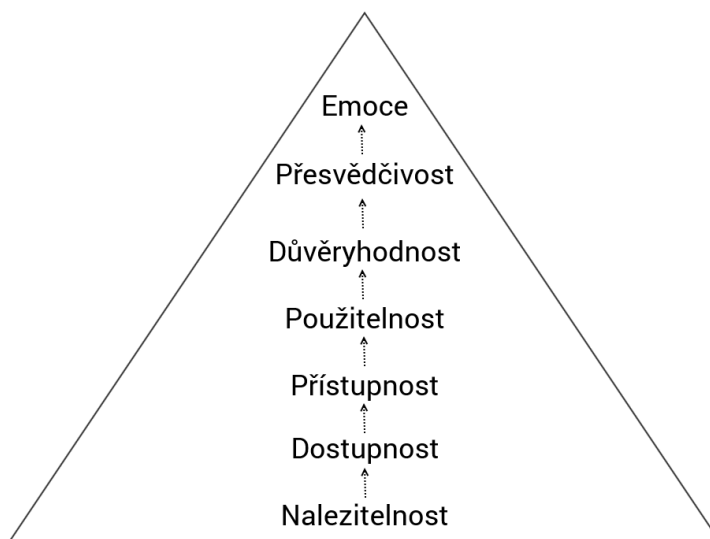
Předpoklad: Použitelnost a orientace na uživatele (nikoliv na systém) jsou základním předpokladem moderních aplikací. Obecným východiskem je návrh co nejintuitivnější aplikace. Návrh řešení: Rozbor a aplikace metod UX

User Experience (vžitý název: UX, zpravidla se nepřekládá) je soubor pravidel a metod sloužící ke zvýšení použitelnosti webových stránek a aplikací (Krug 2005). Existuje řada přístupů k UX, které se navzájem rozcházejí (Evans et al. 1999; Kingston et al. 2000; Tang a Coleman 2005) ve vlastním obsahu i výčtu konkrétních metod, které lze do UX zařadit. Zatímco někteří autoři se omezují jen na vizuální část (spíše UI – kapitola 7.3), což kritizuje např. Prokop (2013), skupina autorů se shoduje v komplexním pojetí. Výběr několika aktuálních definic odborníků uvádí Válka (2011), v každém případě je za základ a bibli UX považován bestseller Stevea Kruga „*Don't make me think!*“ (Krug 2005), který jasně vystihuje cíl celého snažení. I když se na první pohled může zdát, že UX nemá s GIS a kartografií nic společného, opak je pravdou. Celé snažení webové kartografie lze shrnout citací profesora Voženílkova v jedné z přednášek „*nejlepší mapa je taková mapa, která nepotřebuje legendu*“. Autor si dovoluje toto tvrzení upravit v kontextu této práce na „***mapa použitelná (nejen) při krizových situacích je taková mapa, která je intuitivní a nenutí uživatele ve stresové situaci přemýšlet***“. Toto tvrzení se stalo mottem a v přeneseném slova smyslu hlavním cílem disertační práce.

UX kombinuje obory jako psychologie, design, programování, analytického přístupu, marketingu a další. Vzhledem k obšírnému pohledu na UX i specifikům krizového managementu, bylo rozhodnuto k vlastnímu definování seznamu metod a východisek UX (Tabulka 10). Výběr vycházející ze zevrubné rešerše byl proveden na základě expertní analýzy s nejlepším úmyslem autora. Jedná se o aplikaci Maslowovy pyramidy webdesignu

(metoda vycházející z obecné Maslowovy pyramidy potřeb), jasně stanovující hierarchii a návaznost potřeb (Řezáč 2014), viz kapitola 4.3. Maslowovu pyramidu lze definovat pomocí kritérií:

- Výchozí stav: Neznalost uživatelského prostředí (nezaujatý uživatel)
- Postup: Od základů pyramidy ke špičce (zespoda nahoru)
- **Cíl: Projít postupně (bez přeskočení!) do nejvyššího patra pyramidy**
- **Splnění cíle:** Naplnění potřeb uživatele = **smysluplnost aplikace**
- Nesplnění cíle: Nedojde-li k naplnění potřeb ve spodních patrech pyramidy, zhroucení celého systému, aplikace ztrácí smysl
- Předpoklad: **Pevné základy** spodních pater pyramidy (aby aplikace byla použitelná, musí být nejprve dostupná; aby byla přesvědčivá, musí být použitelná atd.)



Obrázek 40: Maslowova pyramida webdesignu, upraveno dle Řezáč (2014)

Tabulka 10: Metody a východiska UX z pohledu krizového managementu na základě Maslowovy pyramidy webdesignu, upraveno dle (Nielsen 1995), Garrett (2000), (Usability.gov 2015)

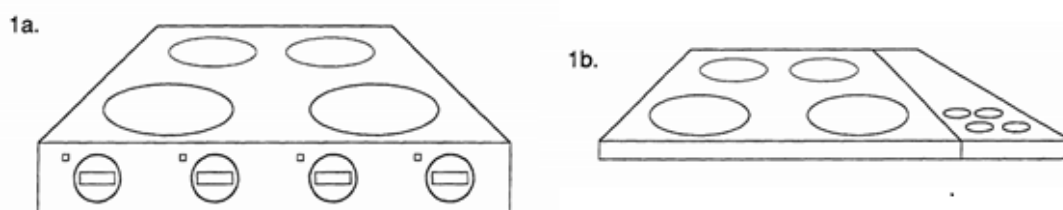
Nalezitelnost	
Obsahová strategie	Nalezitelnost je základním pilířem celé pyramidy, bývá i vyčleňován i mimo ni, jakožto nutný předpoklad a podmínka. V obecné rovině se jedná o fakt, že pokud uživatel web nenajde, nikdy na něj nepřijde, a celý zbytek pyramidy se zbortí. Využívá metod marketingu, SEO, linkbuildingu (budování odkazů), indexací do vyhledávače, brandu (budování povědomí o značce), sociálních sítí apod. Při nasazení pro potřeby krizového managementu (nekonkurenční prostředí) lze předpokládat dvě varianty: 1) využití úzkým okruhem uživatelů (členové IZS, krizového štábu), kteří jsou obeznámeni, že aplikace existuje, s přístupem k ní i jejím fungováním nebo naopak 2) nasazení masmédií (TV, rádio, noviny) pro šíření povědomí Není potřeba primárně řešit, ale např. HZS přistoupil na strategii popularizace služeb HZS a šíření obecného povědomí o jejich aktivitách

	formou sociálních sítí. Budování povědomí přímo vychází z frameworku See-Think-Do, viz kapitola 6.6.2
Dostupnost	
Management projektu	Zahrnuje dlouhodobou strategii, plánování projektu, udržování infrastruktury a databáze, administraci, apod. V případě krizového plánu je dán legislativními a jinými rámci (Zákon č 118/2011 Sb., č.239/200 Sb., č. 240/2000 Sb., krizový plán, nařízení HZS). Diskutováno v kapitolách: 3.4 Krizový management a jeho legislativní vymezení a 4.1 Centrální datový sklad HZS
Dostupnost	Zahrnuje reálnou dostupnost aplikace, tedy technické i funkční zabezpečení jejího chodu (hardware), správné načtení bez chyb, napojení na databázi, rychlost načtení apod. Fungování a dostupnost je potřeba ověřit (zátežovým) testováním. Zahrnuje také čitelnost z pohledu zásadních chyb negrafického charakteru (kódování, struktura kódu, definování typu dokumentu-DTD, chybějící skripty, knihovny, styly apod.).
Rozlišení	Optimalizace zobrazení aplikace pro různé rozlišení i druhy zařízení (smartphone, tablet, notebook, monitor, smart TV, projektor, apod.). V současné době je největší důraz kladen na optimalizaci zobrazení na mobilních vs. desktopových zařízeních z několika přístupů: 1) responsivní web 2) mobilní web 3) mobilní aplikace Je potřeba zdůraznit, že všechny tři přístupy jsou technicky i provedením zcela odlišné. Lze zahrnout i přizpůsobení pro ovládání dotykem. Diskutováno v kapitole 7.5.
Informační architektura	Vlastní technologické požadavky (software), konkrétně serverová řešení, architektura mapového klienta, případné databáze apod. U webových řešení je třeba zabývat se sémantikou zdrojového kódu, eliminovat závažné chyby. Vhodně zvolené technologie umožní přenositelnost a interoperabilitu v případě, že je vyžadována. V současné době je stále méně kladen důraz na 100% validitu, naopak je vyžadováno testování zobrazení v různých prohlížečích. Diskutováno v kapitolách 5 a 6 jako DC 1.
Obsah	Vlastní datový (atributy, multimedia) a mapový obsah (vrstvy, webové služby), umožňující uživateli provést úkon pro jaký je aplikace určena. Řeší jen vizualizaci samotného obsahu do uživatelského rozhraní, nikoliv grafické provedení, styl, design. Diskutováno v kapitole 6.4 Datové zdroje.
Přístupnost a použitelnost	
Krizové aspekty	Specifický aspekt uživatelské přívětivosti. Společně se standardizací (viz dále) ovlivňuje intuitivnost uživatele v rozhraní krizové aplikace. Ta se posléze odráží v rychlosti nebo přesnosti požadované operace.
Kartografické aspekty	Standardní kartografické aspekty webových map (Voženílek, Kaňok a kol. 2011). Zahrnuje vizualizaci mapové symbologie, zákonitosti legendy (úplná, nezávislá, uspořádaná), měřítko (dělení) a dalších kompozičních prvků, dodržování všeobecných kartografických zásad atd. Reflektuje psychologii působení barev a kartografické zásady v prostředí webového rozhraní (web safe colours, model RGB), volbu barev pro kvalitativní/kvantitativní jevy, vizualizaci mapových znaků (ikony - z pohledu kartografického) atd.
Geoinformatické aspekty	Standardní geoinformatické aspekty webových map. Zahrnuje souřadnicový systém (správné vykreslení), rozsah území, generalizaci, zákonitosti dynamické legendy (v souladu s označením na mapě, jen aktivní vrstvy), dynamického měřítko, generování popisků, přizpůsobení symbologie měřítku či rozsahu mapového pole atd.

Standardy a konvence	Vlach (2009) uvádí, že „Funkčnost čtených prvků stránky jako navigace či vyhledávání je již svým způsobem ustálena, a hlavní důraz je kladen na snadnou použitelnost pro uživatele. Vychází z metodicky získaných znalostí o chování uživatelů a vyhledávačů.“ Zahrnuje jak obecně zažité konvence (logo s odkazem na výchozí pozici/homapege, podtčení odkazu, změna barvy odkazu po najetí, vyhledávání, formuláře, drobečková navigace, nadpisy atd.) i standardy OGC, ISO a dalších. Jak uvádí Krug (2005) instrukce jsou mrtvé, uživatelé očekávají to na co jsou zvyklí, a nehodlají se učit nic nového. V oblasti GIS/kartografie se jedná o konvence zobrazení GIS vrstev v levém sloupci, tlačítek +/- pro změnu měřítka, zažité symbologie atd. Dodržování daných i nepsaných pravidel je klíčovým aspektem použitelnosti v jakékoli rovině webového řešení, u krizového managementu dvojnásob. Pro oblasti, kde časová složka a s ní spjatý stres má vliv na kvalitu rozhodovacích procesů, přináší standardní postupy a zažitá řešení významné usnadnění pro uživatele. Bohužel HZS disponuje standardizovanou symbologií jen v omezeném rozsahu (data dodávaná z CDS), mezi jednotlivými středisky na regionálních úrovních není standardizace nijak striktně ošetřena. Navazuje na dodržování pravidel a zásad kartografie. Diskutuje kapitola 7.2 Uživatelské testování a konvence.
User Interface (UI)	Obecná vědní disciplína, analyzující použitelnost libovolného rozhraní (Obrázek 41: Použitelnost v obecné rovině – pravý návrh ovládání sporáku je pro uživatele jednoznačně intuitivnější než levý; převzato z: Lanter (1991) Obrázek 41). Kompletní grafické zpracování uživatelského rozhraní. Zahrnuje celkovou kompozici, navigační prvky, zpracování jednotlivých grafických elementů, typografii, zpracování vizualizace. Cílem je poskytnout vizualizační nástroje s cílem pochopení a porozumění předávané informace (ikony, barvy, struktura). Stojí na estetice a výtvarném zpracování. U obsáhlejších aplikací může suplovat roli filtru, zvýrazňující nejdůležitější prvky, protože jak praví Nielsen (1995) „webový obsah uživatel nečte, ale skenuje“. Podléhá psychologickým vlivům (psychologie barev), standardům (logo vlevo nahoře, košík u eshopu vpravo), trendům (flat design, minimalismus, megamenu) i technologiím (responsivní web, velikost tlačítek pro dotykové ovládání). Diskutují kapitoly 7.3 a 7.4.
Interakční design	Rozšiřuje UI o možnosti interaktivity. Řeší interaktivitu obecnou (odkazy) i oborovou (vyskakovací okna, změna měřítka, adaptace dle scénáře), dynamické prvky (animace). Diskutuje kapitola 7.5.
Důvěryhodnost a přesvědčivost	
Poskytovatel, autor	Důvěryhodnost je důležitým aspektem v oblasti webového marketingu, významně spjatý s budováním povědomí o značce. V oblasti krizového managementu, pokud je z aplikace patrný její jednoznačný účel a autorem/poskytovatelem je všeobecně důvěryhodná organizace (IZS, HZS, Armáda), tento aspekt nehraje klíčovou roli. Zpravidla bývá ošetřeno v tiráži, nápovědě či copyrightu.
Emoce	
Vizuální strategie	Nejvyšší stupně pyramidy rozhodují o její oblíbenosti v konkurenčním prostředí na základě vytvoření vazby, emocí, pozitivních zkušeností z používání. Vzbuzení pozitivních emocí ze strany uživatele vizuálním vjemem, ať už s přímým úmyslem nalákání uživatele nebo s úmyslem zřehlednění rozhraní (zefektivnění interakce), bývá rozhodujícím faktorem úspěchu či neúspěchu projektu. Částečně souvisí s návrhem UI, zasahuje do vzhledu

	uživatelského rozhraní s úmyslem zvýšení atraktivity. Neřeší však rozhraní po pragmatické nebo obsahové stránce. V oblasti krizového řízení hraje roli především pro zainteresované uživatele z řad veřejnosti, u kterých estetický přínos může vyvolat pozitivnější emoce, než strohý (praktický) design.
Touha	Nadstandardní vlastnosti nebo nástroje vzbuzující v uživateli pocit, že dostává „něco na víc“. Z pohledu webových aplikací lze zmínit možnost přizpůsobení rozhraní (barevné schéma, oslovení jménem), obsahu (možnost připojení vlastních dat/webových služeb, změna průhlednosti vrstev) či kontextu věci (požár, povodeň, apod.). V této práci diskutuje kapitola 5.2 Adaptivní vizualizace a případová studie v kapitole 8.2.

Řezáč (2014) celý postup shrnuje v pojmu „zlaté kruhy“ do třech otázek: „Co? Proč? Jak?“. Z výše uvedeného seznamu, z kontextu této kapitoly i celého procesu webdesignu je patrné, že aspekt použitelnosti si zaslouží dostatečnou pozornost, proto je metodám použitelnosti věnováno několik dalších kapitol. V obecné rovině použitelnost zkoumá přehlednost, ovladatelnost a intuitivnost (jakéhokoli) rozhraní (Obrázek 41). Prací řešících použitelnost z pohledu kartografických pravidel je celá řada (Kraak a Brown 2001, Kraak a Ormeling 2003, Slocum a kol. 2009, Voženílek, Kaňok a kol. 2011, Vondráková 2013).



Obrázek 41: Použitelnost v obecné rovině – pravý návrh ovládání sporáku je pro uživatele jednoznačně intuitivnější než levý; převzato z: Lanter (1991)

Laicky řečeno, každá webová stránka nebo aplikace by měla být použitelná. Použitelnost v tomto slova smyslu znamená, že uživatel na webové stránce/aplikaci:

- vykoná činnost, ke které je určena nebo najde požadovanou informaci
- vykoná daný úkon rychle
- vykoná daný úkon sám a intuitivně
- vykoná daný úkon správně

Použitelnost v oblasti webových aplikací lze definovat jako vliv webové stránky na uživatele, přímo ovlivňující jeho rozhodování, chování a jednání, tzv. interakci, v rámci dané stránky Nielsen (1995). Definice stanované Mezinárodní organizací pro normalizaci (ISO) říká „použitelnost určuje "do jaké míry může být produkt používán specifickými uživateli, aby dosáhli specifických cílů účinnou, efektivní a uspokojivou cestou ve specifickém kontextu použití“.

Závěry a doporučení: UX poskytuje vhodné nástroje pro respektování použitelnosti. Jako vhodný nástroj pro docílení uživatelsky použitelné aplikace lze doporučit koncept Maslowovy pyramidy.

7.2 Uživatelské testování a konvence

Předpoklad: Uživatelské testování je nedílnou součástí návrhu a strategie krizových projektů

Kapitola uživatelského testování použitelnosti je zařazena zcela záměrně na tomto místě, i když název evokuje spíše k zařazení na konci kapitoly. Uživatelské testování⁸², je nedílným prvkem samotného procesu vývoje webových aplikací. Podmínkou použitelné webové aplikace je uskutečnění metod uživatelského testování již během jednotlivých fází procesu vývoje webu, nikoliv na jejím konci. Fakticky, uživatelské testování provedené na hotovém řešení, postrádá logiku a zcela ztrácí význam. Zpětná vazba reálných uživatelů získaná již během vývoje, umožňuje pružně reagovat a eliminuje tak budoucí problémy. Nielsen (1994) uvádí, že čím dříve je uživatelské testování provedeno, tím více nákladů ušetří na jejich odstranění. V oblasti webdesignu se využívá celá řada metod testování:

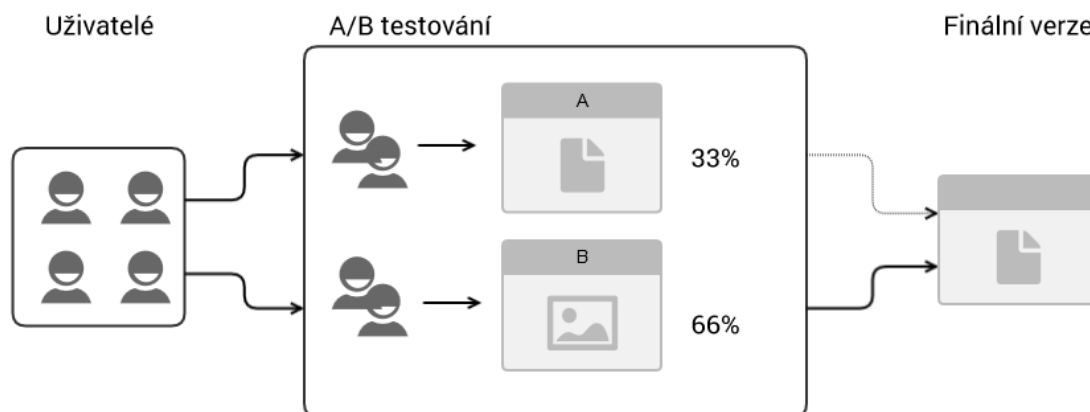
- osoby (imaginární profil uživatele pro predikci jeho chování),
- focus groups (skupinové diskuze),
- eye-tracking (sledování pohybu očí),
- mouse-tracking (sledování pohybu myši),
- screen-capture (záznam obrazovky),
- řízené rozhovory,
- klasické dotazníkové šetření,
- card-sorting (třídění karet),
- A/B testování,
- (retrospektivní) think aloud (přemýšlení nahlas) a další.

Každá metoda testování je pochopitelně vhodná pro jinou fázi, má své výhody i nevýhody, často dochází k jejich kombinaci. Z pohledu cílové skupiny této práce jsou některé metody nevhodné. Katedra geoinformatiky disponuje laboratoří eye-tracking, která se nabízí jako ideální a objektivní metoda uživatelského testování. Dle Coltekin, Demsar a kol. (2014) vyžaduje relevantní eye-tracking výzkum vyšetření minimálně 10 respondentů v eye-tracking laboratoři. Bohužel z logistických a personálních důvodů, není tato metoda prakticky použitelná pro cílovou skupinu této práce. Méně náročnou alternativu eye-trackingu plně dostačující pro popisovaný účel poskytuje mouse-tracking – sledování pohybu kurzoru myši.

Z těchto důvodů byly zvoleny alternativní metody, nevyžadující fyzickou přítomnost zkoumaného subjektu v laboratoři katedry. Ve fázi návrhu aplikace se jednalo o metodu person a rozhovorů s operátory HZS, ve fázi ověření wireframů (tzv. drátěné modely-schéma) byla z časových důvodů zvolena (jednorázově) metoda focus group ve formě panelové diskuze s cílem ujasnění funkcionality, obsahu a celkového konceptu. Pro fázi vlastního vývoje autor zvolil agilní metodu zvanou scrum (blíže popisuje kapitola 4.3), kdy výsledkem každé iterace je funkční prototyp (metoda prototypování). Pro testování jednotlivých návrhů (tzv. alfa-verzí) byla využita kombinace metod A/B testování a think-aloud. A/B testování porovnává dva testovací návrhy (verze A a verze B) zobrazené polovině respondentů. Kombinované testování probíhalo na vzorku 12 respondentů (studenti a členové Katedry

⁸² Nezaměňovat s pilotními či zátěžovými testy, které jen hledají a napravují vzniklé chyby. Uživatelské testování se snaží těmto chybám předcházet

geoinformatiky, vysokoškolské vzdělání v oboru GIS), zařazení tohoto kroku mělo zásadní vliv na vzhled aplikace. A/B testování na nezávislých respondentech eliminovalo subjektivní vliv autora. Hlavní vývojové verze (beta-verze) byly konzultovány se zástupcem HZS, přičemž v jedna z iterací měla silný vliv na obsah této kapitoly (viz dále), v posledním kroku vývoje proběhlo pilotní testování, konkrétně mouse-tracking + řízený rozhovor se zástupcem HZS. Výše popsaná posloupnost kroků je inspirována obsáhlým návodem uživatelsky orientovaného testování dle Zimmerman (2006).



Obrázek 42: A/B testování

Při vývoji mapové aplikace je krajně nezbytné vycházet ze znalostí základních pravidel kartografie (Voženílek, Kaňok a kol. 2011) ale i z principů webdesignu, zahrnující znalosti psychologické, ale i technické (např. rozestupy mezi tlačítky pro ovládání dotykem). Při předpokladu, že autor v co nejvyšší míře respektuje zmíněná pravidla, vstupuje do procesu vývoje a návrhu webových rozhraní významnou měrou další prvek. **Ustálené konvence a standardizované postupy jsou** (většinou) z hlediska uživatelské použitelnosti **nadřazený teoretickým poučkám a pravidlům**. Zmínit lze příklady z kartografické vizualizace: ustáleným trendem pro označení stavu dopravní/krizové situace je barevné schéma zelená-oranžová-červená (klid-pozor-nebezpečí); celosvětově přejaté hodnocení tratí/sjezdovek/tobogánů vychází ze stupnice modrá-červená-černá (od nejjednodušší po nejtěžší). Tento přístup kritizuje např. Kaňok a Voženílek (2007), který tvrdí že kvantitativnímu prvku je přiřazena kvalitativní stupnice, což není správně z kartografického pohledu nebo lesnické mapy, které primárně vycházejí z lesnické, nikoliv kartografické, symbologie. Při položení otázky „co je více?“ - doslovné respektování kartografických či jiných pravidel nebo přívětivost pro uživatele - je odpověď nasnadě. Je potřeba mít stále na mysli cílovou skupinu mapy, tedy konkrétního uživatele, pro kterého je mapa určena. V tomto případě členy IZS, respektive HZS.

Prakticky tento fakt pocítil autor při návrhu kompozice pro studii editačního klienta popisovaného v rámci DC 3, kapitole 8.1. Autor vycházel z pravidla kartografické kompozice, resp. ustálené kompozice GIS programů, kdy při levém okraji obrazovky se nachází pole vrstev a legendy, zbytek směrem vpravo zabírá mapové pole. Tento návrh respektuje pravidlo F (zvyklost uživatelů číst zleva doprava, shora dolů, viz další kapitola), při A/B testování preferovalo tuto variantu kompozice 77.7% respondentů (Obrázek 10obrázek 43 nahoře), tedy hned trojice aspektů nasvědčovala správnému rozhodnutí. Při konzultaci s por. Kolářkem z HZS OK, však byl autor konfrontován s kompozicí řešení ArcGIS

Viewer for Flex. Operátoři zvyklí na jeho kompozici, nepreferovali umístění vrstev/legendy striktně vlevo, protože byli zvyklí na oddělení funkcionality do dvou oken, trvali však na horním vodorovném pruhu s ikonami–funkcionalita (Obrázek 1Obrázek 43 dole). Tato nepředvídatelná skutečnost však reálně potvrdila:

- nutnost a objektivní přínos **uživatelského testování během procesu vývoje**
- důležitost testování **přímo na cílové skupině** (jiné výsledky než na nezávislých respondentech)
- **vhodnost agilní metody** vývoje scrum (autor mohl operativně zareagovat na vzniklou situaci a ihned aplikaci přizpůsobit požadavkům HZS; v případě zjištění u hotové aplikace, by byla reakce takřka nemožná)

V reakci na výše popsanou situaci je však potřeba apelovat na standardizační komise (OGC, ISO) a především lídry v oboru (Google, Esri) určující trendy s potenciálem značného rozšíření (např. produkty ArcGIS, Google Maps). Kde jinde, než u produktů ovlivňující masu odborných i laických uživatelů, by se mělo pečlivě provádět uživatelské testování. Chybné návyky u byt' jediného, ale úspěšného produktu, mohou zmařit úsilí odborníků i několika generací.



Obrázek 43: Zažité konvence (řešení ArcGIS Viewer for Flex-obr. dole) mohou být nadřazené kartografickým/GIS pravidlům (pole legendy při levém okraji-obr. nahoře), pro ověření je však zásadní krok uživatelského testování

Z nejaktuálnějších témat v oblasti konvencí lze zmínit uvolnění programu ArcGIS Pro, které nevychází z klasického rozhraní produktů Esri, ale jak uvádí Nýdrle (2015), uživatelské prostředí využívá dnes již v aplikacích obvyklé ribbon menu, na které jsou uživatelé zvyklí z produktů Microsoft Office. Jedná se o ukázkové přejímání uživatelsky osvědčených konvencí z oblasti obecného IT do GIS/GIT.



Obrázek 44: Tzv. ribbon menu jako ukázka přejímání konvencí z obecného IT do oblasti GIS

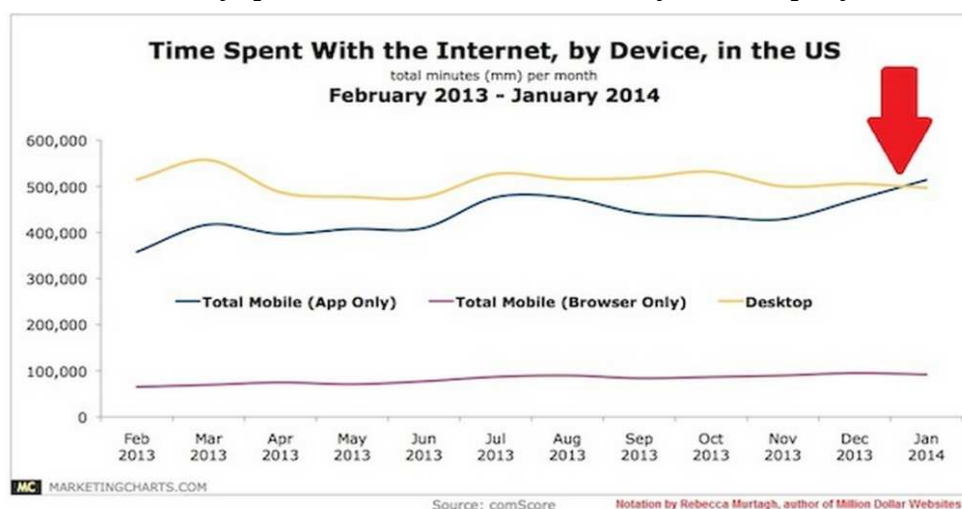
Závěry a doporučení: Provedení uživatelského testování je zcela zásadní nástroj pro ověření použitelnosti navrhovaného i stávajícího řešení. Ustálené konvence a standardy bývají zpravidla nadřazeny teoretickým poučkám, je však více než vhodné ověřit tuto skutečnost právě uživatelským testováním.

7.3 Přizpůsobení rozhraní mobilním zařízením

Předpoklad: Lze očekávat stále významnější vliv segmentu mobilních zařízení, proto je potřeba pozitivního přístupu k přizpůsobení rozhraní

Návrh řešení: Rešerše a analýza metod vycházející z responsivního zobrazení

V současné době se vyrovnává počet uživatelů přistupujících z desktopového prostředí (stolní počítač, notebook) oproti přístupům z mobilních zařízení (tablet, chytré telefony, tzv. smartphone, čtečky knih). Navíc na opačné straně spektra se pak objevují Smart TV (televizní přijímače sloužící i jako připojení na internet) či interaktivní tabule. Je potřeba zásadně vyvrátit argument, že mobilní přizpůsobení není podstatné. Je jen otázkou času kdy mobilní zařízení převálčují ostatní (v ČR je dle gemius (2015) a Netmonitor (2015) po prvním kvartále roku 2015 podíl mobilních 12 %; v USA stav již v roce 2014 zcela vyrovnal - Obrázek 45), při vývoji a nasazení webových projektů se očekává několikaletá životnost a veškeré indicie naznačují na stálý růst segmentu mobilních přístupů. Kaushik (2013) uvádí, že **mobilní zážitek musí být pro uživatele zcela srovnatelný s desktopovým** ⁸³.

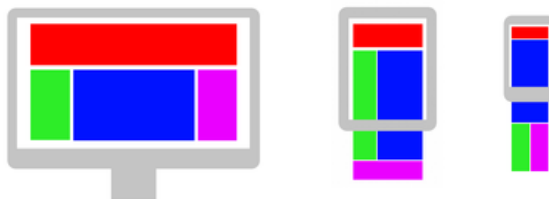


Obrázek 45: Vývoj času stráveného na desktopových a mobilních zařízeních, zdroj: Pítra (2015)

⁸³ Google ve svém algoritmu vyhledávání dokonce preferuje weby, které jsou „mobile-friendly“: <https://developers.google.com/webmasters/mobile-sites>

Vzhledem k předpokladu používání krizových aplikací v terénu, strategie projektu musí jednoznačně počítat s přizpůsobením mobilním zařízením. K zobrazení na ne-desktopových zařízeních lze přistupovat z několika pohledů:

- Responsivní design: Jeden z nejdiskutovanějších trendů a podmínka současného webdesignu. Jedná se o způsob stylování HTML dokumentu, které se dynamicky přizpůsobuje vlastnostem (především šířce) zařízení. Fakticky se jedná o definování breakpointů (mezních bodů) a vytvoření stylů (kompozice) mezi těmito breakpointy pomocí tzv. Media Queries. Responsivní design zaručuje přizpůsobení obsahu libovolnému typu zařízení, není potřeba definovat různé varianty obsahu. Přizpůsobuje (mění) se kompozice a grafické rozhraní (Marcotte 2011).



Obrázek 46: Princip responsivního designu (zdroj: Wikipedia 2015)

- Mobilní web: vlastní mobilní duplicita stránky. Na základě detekce zařízení je zobrazena buď desktopová, nebo mobilní varianta. Ta zpravidla běží na zvláštní doméně m.domena.cz. Nutné vytvoření duplicitní stránky s totožným obsahem.
- Mobilní aplikace: vytvoření specializované mobilní aplikace pro konkrétní platformu (iOS, Android, Windows Phone). Nutné vytvoření tolika duplicit, pro kolik platform má být aplikace přizpůsobena.
- Optimalizovaná varianta: jediné rozhraní webové aplikace, otestované a optimalizované primárně pro mobilní zobrazení, kdy nedochází ke změně kompozice. Oproti klasickému přístupu (vycházejí z desktopové verze) vychází z principu mobile-first, tedy vývoje a testování nejprve pro mobilní zařízení a teprve posléze „odladění“ pro ostatní (od složitějšího k jednoduššímu). Je potřeba zdůraznit, že responsivita nerovná se optimalizace pro mobilní zařízení. Zatímco responsivní web mění svou strukturu/kompozici, optimalizovaná varianta nikoliv. U responsivního webu se tomuto způsobu přibližuje zásada konzistentního rozhraní (minimální změny, totožná navigace a obsah mezi jednotlivými breakpointy).

Vzhledem ke složitosti distribuce, nejsou **mobilní web a mobilní aplikace v oblasti krizového managementu vhodné**. Z pohledu webových prezentací je responsivita ideální řešení, pro specializované aplikace kde není změna kompozice vítaná, požadavek na responsivitu lze vypustit a naopak je vhodné klást **důraz na optimalizaci**. Při návrhu webu je vzhledem k stále rostoucímu počtu mobilních uživatelů vhodné vycházet z principu „mobile-first“. Řešením je tedy návrh strategie, samotný vývoj uživatelského rozhraní, aplikace metod UI i uživatelské testování již s vědomím optimalizace pro mobilní řešení. K tomuto kroku je přímo vázáno i přizpůsobení dotykovému ovládání.

Závěry a doporučení: Segment mobilních zařízení má dlouhodobě rostoucí tendenci. Je nezbytně nutné při návrhu aplikací reflektovat přizpůsobení mobilním zařízením, nebo ještě lépe z mobilních rozhraní přímo vycházet (mobile-first). V případě požadavku neměnné kompozice není responsivní přístup zcela vhodný, lepším řešením je optimalizované rozhraní.

7.4 User Interface (UI): kompozice

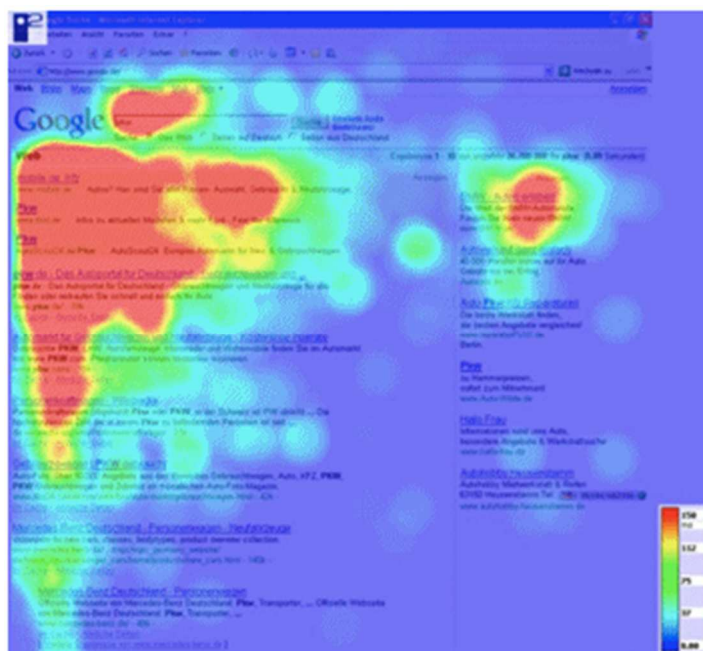
Předpoklad: Návrh kompozice a grafických elementů významnou měrou ovlivňuje chování uživatele (intuitivnost), proto je vhodné této oblasti klást zvýšenou pozornost.

Návrh řešení: Rozbor vybraných metod UI v kontextu použitelnosti

User Interface (UI) se zabývá použitelností konkrétních prvků uživatelského rozhraní, ať už jednotlivých elementů (ikony, typografie, barvy), ale i celkové kompozice a umístění daných prvků. Snaží se nalézt kompromis mezi estetickou stránkou a použitelností, respektive směr, jak estetickou hodnotu a atraktivitu využít ve prospěch uživatele. Pro uživatelský přístup reflektuje pojem uživatelsky zaměřené rozhraní (user-centered interface), UI se snaží posunout rozhraní na další úroveň tak, aby bylo respektovalo potřeby uživatele a bylo příjemné (user-friendly interface) (Krug 2005).

Jedním ze základních východisek UI z pohledu kompozice webových rozhraní je pravidlo písmene F. Vychází z principu čtení zleva-doprava a shora dolů (připomínající právě písmeno F) v oblastech používajících jako písmo latinku⁸⁴. Na základě řady šetření, jejichž základ položil průkopník oboru použitelnosti Jakob Nielsen, bylo prokázáno několik základních rysů, jakým uživatelé přistupují k webovému rozhraní (upraveno dle Nielsen (1995):

- Uživatelé začínají prohlížet web z levého horního rohu
- Nejdůležitější elementy (nadpis, logo) se proto umísťují doleva nahoru
- Prvních 10 vteřin rozhoduje o opuštění nebo setrvání uživatele
- Uživatelé nečtou celý obsah, ale „skenují“
- Stejnými pravidly se řídí obsah rozhraní pro mobilní zařízení



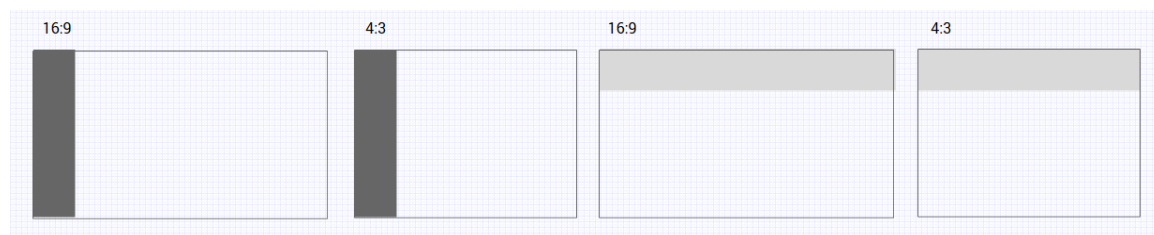
Obrázek 47: Pravidlo písmene F jako základní princip UX/UI

⁸⁴ Mimo hebrejská a asijská písma takřka celý svět

Při návrhu kompozice mapové aplikace autor využil dvou přístupů. V případě editačního klienta (kapitola 8.1) byl původní návrh upraven na základě přímého požadavku HZS na základě zvyklosti operátorů na rozhraní ArcGIS Viewer for Flex (viz předcházející kapitola). Důležitou roli v tomto rozhodnutí hrál fakt, že editační klient byl navrhován pouze pro desktopové prostředí jako rozšiřující widget do ArcGIS Viewer for Flex. Jak již bylo zmíněno, technologii Flex nelze zobrazit na mobilním zařízení, nebyl zde požadavek a záměr zobrazení na mobilních klientech ze strany HZS ⁸⁵, tudíž nebyl důvod nepoužít kompozici navrhovanou HZS.

V případě hlavní pilotní aplikace však bylo předpokladem zobrazení na mobilních zařízeních a tomuto účelu musela být uzpůsobena i kompozice. Výchozí podmínkou byla akceptace pravidla F ⁸⁶, pro-uživatelský přístup ovlivnil zahrnutí pouze podstatných nástrojů a prvků, hlavní roli ale hrála analýza poměru stran obrazovky. Stávající situace stolních monitorů odkazuje na jednoznačný trend širokoúhlých monitorů, nejčastěji o poměru stran 16:9 ⁸⁷. Tento trend (16:9 nebo 16:10) lze pozorovat i v segmentu tabletů, ovšem s výjimkou produktů firmy Apple. K diskuzi je, zda širokoúhlé zobrazení, vhodné spíše pro sledování filmů a práci, má v segmentu mobilních zařízení opodstatnění ⁸⁸.

Při respektování pro-uživatelského přístupu i podpory zobrazení na mobilních zařízeních je cílem omezit nemapové prvky na minimum a naopak preferovat mapové pole. Za předpokladu stejné výšky obrazovky (vždy 800 px) lze porovnat obsah vodorovného i svislého pruhu. Z důvodu objektivnosti byla zvolena stejná šířka kratší strany (vodorovný=200 px vysoký; svislý=200px široký). Z vizuálního i tabelárního porovnání je patrné, že zatímco při vodorovném pruhu zůstává poměr pruhu k mapovému poli stejný, u svislého pruhu dochází logicky k rozdílu poměru. Zatímco u 16:9 zabírá pruh 14 % obrazovky, u 4:3 je to 19 %, rozdíl je tedy přibližně 1/3 ušetřeného místa ve prospěch širokoúhlého poměru 16:9. V praxi je jednak svislý pruh využitelnější (lze přímo do něj zobrazit legendu a další prvky), zatímco u vodorovného pruhu je prostor jen pro ikony a vlastní okno (např. legendy) je nutné otevřít v prostoru mapového pole, navíc v praxi lze předpokládat větší šířku popisovaného pruhu, která naopak ještě zmenší poměr prostoru mapového pole u 4:3.



Obrázek 48: Kompozice se svislým a vodorovným pruhem při poměrech obrazovky 16:9 a 4:3 při zachování stejné výšky obrazovky

⁸⁵ Pro potřeby disertační práce posléze vznikly i varianty podporující mobilní zařízení, ty však byly čistě iniciativou autora

⁸⁶ Pravidlo F reflektuje např. Google Maps, částečná i nové rozhraní mapy.cz

⁸⁷ Objevují se i poměry monitoru 21:9 jako alternativa dvou monitorů vedle sebe

⁸⁸ Důraz firmy Apple na ergonomii a uživatelsky příjemné rozhraní je podle řady studií důvodem volby 4:3, které je pro práci na tabletech vhodnější. Obecně je UX produktů Apple považováno za vynikající.

Tabulka 11: Porovnání velikosti vodorovného a svislého pruhu při poměru obrazovky 16:9 a 4:3 při zachování stejné výšky obrazovky

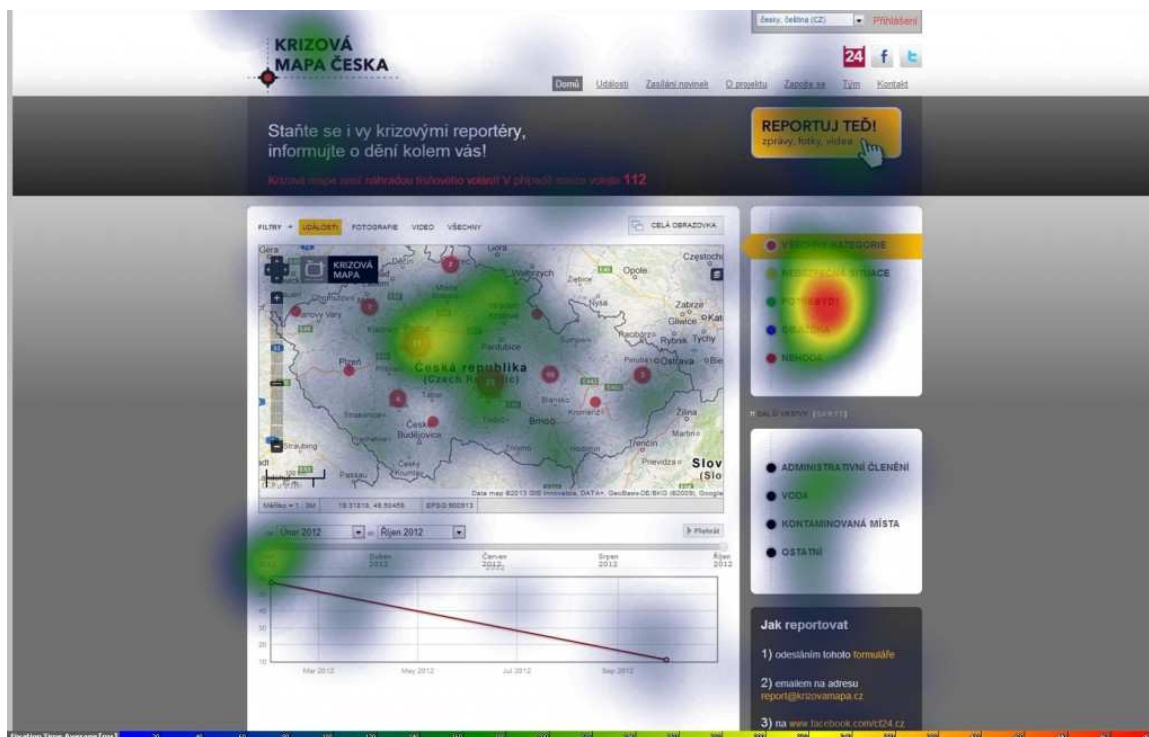
	4:3 [px] (1067x800px)	4:3 [%]	16:9 [px] (1422x800px)	16:9 [%]
Bez pruhu	853 600 px	100 %	1 137 600 px	100 %
Plocha vodorovného pruhu (výška 200px)	213 400 px	25 %	284 400 px	25 %
Plocha svislého pruhu (šířka 200px)	160 000 px	19 %	160 000 px	14 %
Rozdíl (ušetření místa)	53 400 px	6 %	124 400 px	9%

Vhodnost zvolené kompozice byla ověřena pomocí analytického nástroje mYx. Ten zaznamenává interakci (polohu a četnost) kliknutí uživatelů v mapě, prakticky se jedná o skript vložený do těla aplikace, kdy uživatel netuší, že je sledováno jeho chování a chová se tak zcela přirozeně. Následně z naměřených dat umožňuje sestavit tzv. heatmapy (teplotní mapy), které podávají lepší představivost o chování uživatele, konkrétně oblastí s nejčastějším klikem myši. Zařazení tohoto testování bylo iniciativou autora nad rámec práce. Měření bylo aktivní po dobu 12 dní, bylo zaznamenáno celkem 1254 kliků z 46 přístupů. Nástroj mYx nelze považovat za objektivní studii na úrovni metod např. eye-trackingu, avšak pro základní interpretaci objektů zájmu (potvrzení či vyvrácení navržené kompozice) přináší použitelné výsledky.



Obrázek 49: Click heatmapa – ověření kompozice pomocí analytického nástroj mYx (výřez)

V eye-tracking laboratoři Katedry geoinformatiky byl proveden výzkum kompozice webového rozhraní Krizové mapy ČR autory Brychtová, Paszto a kol. (2013). Krizovou mapu popisuje kapitola 6.6.1. Z pohledu uživatele, je u webových map nejvýznamějším prvkem pochopitelně mapové pole. U specializovaných aplikací se vyskytují kompoziční prvky s významem přesahující vlastní mapové pole. Krizová mapa implementuje funkci reportování výskytu krizových situací (žluté tlačítko „reportuj teď“), která je z pohledu účelu aplikace minimálně stejně důležitým prvkem jako mapové pole. Tento příklad demonstruje špatný návrh UI. Lze předpokládat, že v procesu vývoje bylo vynecháno uživatelské testování, neboť analýza mapové kompozice za pomoci objektivních metod eye-trackingu odhalila minimální fixaci uživatelů na tlačítko „reportuj teď“ (Brychtová, Paszto a kol. 2013).



Obrázek 50: Nevhodně zvolené metody UI mají za následek minimální fixaci uživatelů na tlačítku „reportuj teď“ zajišťující primární účelu Krizové mapy

7.5 User Interface (UI): grafické elementy

UX i UI se zabývají otázkou přístupnosti. Zatímco UX zkoumá „proč“, UI se snaží odpovědět na „jak, jakým způsobem“, respektive se snaží předvídat potřeby uživatelů. Porozumět všem UI aspektům grafických elementů by vydalo na vlastní knihu, tato kapitola se snaží postihnout vybrané elementy z hlediska jejich grafického zpracování (vyjadřovacích prostředků) ve smyslu zvýšení efektivity práce s interaktivní mapou ve webovém prostředí.

V závislosti na vyšší míře interakce u mapových aplikací, vstupuje do hry další proměnná – respektování pravidel interakčního designu. Interakční design, jak již název napovídá, vychází z komunikačního dialogu uživatel-rozhraní, tedy interakce. Rozdílem oproti klasickému monologu je změna stavu rozhraní, tedy reakce na krok uživatele (Manak 2015). V případě webového rozhraní se nejčastěji jedná o vizuální změnu spojenou s odkazem. Typickým příkladem budiž změna barvy/podtržení odkazu při najetí myši (tzv. hover efekt), změnu kurzoru myši, u mapových aplikací lze zmínit změnu měřítka po kliknutí na příslušné tlačítko, aktivace vrstvy zatrhnutím formulářového pole apod. Principem interakčního designu je podpořit lidské vnímání, pochopit a přiblížit smysl daného elementu. Demonstrovat lze změnu kurzoru v závislosti na vykonávané interakci (Obrázek 51), vyjadřovací prostředky každé varianty by měly v uživateli evokovat a podporovat vykonávanou akci (call to action). Ne vždy je to však možné, např. u textových odkazů je proto nezbytné vždy používat jednotný vyjadřovací prostředek při změně stavu – podtržení nebo změnu barvy fontu. U mapové funkcionality lze podpořit interakční smyslové vnímání ikonami či typografickými prvky, např. +/- pro změnu měřítka apod.



Obrázek 51: Změna kurzoru jakožto základní princip interakčního designu, upraveno dle: Manak (2015)

UI podléhá psychologickým vlivům (kognitivní aspekty), technickým požadavkům (Web-safe colour) ale i trendům. Ještě v nedávné minulosti dominovaly grafickému zpracování spíše výrazné barvy, stínování, efekty a přechody, zapomenout nelze na oblé hrany. Trendem soudobého zpracování je tzv. flat design – zjednodušení do geometricky jednoduchých (čtvercových) tvarů, ostrých hran, zcela přechodů a efektů, spíše potlačené barvy až minimalistický design, typograficky čisté písmo, větší fonty, zakomponování ikon. S nástupem mobilních technologií se stále více dbá na použitelnost. Právě flat design je jedním ze stylů, jak použitelnost pozitivně ovlivnit.

V obecné rovině se grafický design a UI omezuje zpravidla na hodnocení líbí/nelíbí či moderní/zastaralý. Tento přístup pochopitelně není zcela šťastný, opět je potřeba zdůraznit potřebu uživatelského testování. Jak uvádí Řezáč (2014) „to, zda grafická interpretace předává tu správnou zprávu uživatelům nebo podporuje konverze, nezjistíte bez analýzy chování návštěvníků či testování grafického návrhu“. Proto byla v rámci dílčího cíle zařazena série jednoduchých uživatelských testů, s cílem ověření správnosti a vhodnosti navrhnutého řešení z pohledu UI. Pro ověření byla zvolena metoda prostého porovnání 2 stimulů na vzorku 12 respondentů (kapitola 7.2). Postup byl u všech úloh vždy stejný, každý z respondentů dostal primitivní zadání úlohy, kterou musel splnit na variantě A i B, vzhledem k zachování objektivity polovina subjektů byla testována v pořadí A-B, druhá opačně. Jako stimulus A je vždy označen koncept autora Crismapp. Vedle vlastní použitelnosti byla metodou retrospective think-aloud (retrospektivní přemýšlení nahlas) provedena s respondenty krátká rekonstrukce vlastního myšlenkového procesu. V rámci rozhovoru byla nepřímým způsobem hodnocena vlastní vizuální stránka, neboť úlohy byly koncipovány záměrně tak, aby respondenti vykonávali obsahově totožné úlohy odlišující se vizuálním zpracováním. I přesto, že si je autor vědom faktu, že vzorek respondentů je na hranici regulérnosti, byly výsledky přínosné a až na jednu úlohu i zcela jednoznačné.

Test # 1 - bodové znaky



Cíl: porovnání symbologií bodových znaků

Stimulus A (vlevo): Symbologie navržená pro koncept Crismapp (GeoJSON)

Stimulus B (vpravo): Symbologie ArcGIS (webová služba REST)

Zadání: Určete bodový znak pro požár

Hodnocení: splnění úkolu (ano/ne)

Výsledek: 100 % úspěšnost u obou stimulů,

Časová složka: nepodstatná

Subjektivní hodnocení respondentů: výběr preferované varianty respondenty nehrál vliv na splnění úkolu, nicméně 75 % respondentů preferovalo stimulus A čistě z důvodu grafického zpracování. Konfiguraci bodových znaků pro aplikaci Crismapp popisuje kapitola 8.2.7.

Test # 2 – ovládací tlačítka



Cíl: otestování velikosti tlačítek

Stimulus A (vlevo): Návrh tlačítek pro koncept Crismapp

Stimulus B (vpravo): Původní velikost tlačítek Leaflet

Zadání: Změňte přiblížení mapy z výchozího nastavení na maximum a zpět bez kolečka myši

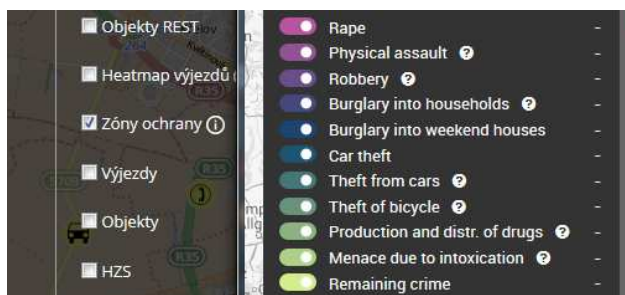
Hodnocení: splnění úkolu (ano/ne)

Výsledek: 100 % úspěšnost u obou stimulů

Časová složka: nepodstatná

Subjektivní hodnocení respondentů: výběr preferované varianty respondenty nehrál vliv na splnění úkolu, nicméně 100 % respondentů preferovalo stimulus A z důvodu o 30% větší plochy. Tento element hraje důležitou roli především při ovládání dotykem. Dle Marcotte (2011) je doporučena minimální velikost cca 1cm². Zatímco výchozí tlačítka Leaflet opisují čtverec o straně 26px (6,8 mm) navíc s oblými rohy (border-radius: 4px), které navíc opticky i fakticky zmenšují aktivní plochu, autorem navržené řešení vychází z čtverce o straně 36px (9,5 mm) bez oblých rohů a stínování (flat desing). Přináší tak o 1/3 větší aktivní plochu. Dalším aspektem je vertikální vzdálenost mezi tlačítky, dle Marcotte (2011) se doporučuje mezera alespoň ½ výšky ploch mezi kterými se mezera nachází.

Test # 3 – formulářová pole



Cíl: otestování „zaškrťovacích“ polí

Stimulus A (vlevo): Návrh konceptu Crismapp (klasický)

Stimulus B (vpravo): Zpracování přepínače (Czechcrime⁸⁹)

Zadání: Aktivujte 2 první vrstvy

Hodnocení: splnění úkolu (ano/ne)

Podmínka: omezení na maximálně 10 s.

Výsledek: 100 % úspěšnost u stimulu A, 92 % úspěšnost u stimulu B

Časová složka: v průměru o 2.5 s. delší reakční čas u stimulu B

Subjektivní hodnocení respondentů: U formulářových polí se lze setkat s konvenčním přístupem využívající klasické zaškrťovací boxy (vlevo) a modernějším zpracováním pomocí

⁸⁹ Dostupné z URL: <http://www.czechcrime.org/>

posuvníku (vpravo). I přes shodu všech respondentů, že stimulus B je vizuálně přitažlivější, celých 83 % preferovalo klasickou verzi z důvodu jisté konzervativnosti. Dle rozhovorů s respondenty se pouze 2 z dotázaných dříve setkali s vodorovným posuvníkem, zbytek nikoliv, což je důvodem zjištěných závěrů. V tomto případě převažuje aspekt zvyklostí nad aspektem vizuálního zpracování, proto byl v aplikaci použit klasický checkbox. Při širším rozšíření horizontálního posuvníku mezi veřejností, lze v budoucnosti očekávat rozdílné závěry.

Závěry a doporučení: Vizuální zpracování a celková kompozice do značné míry ovlivňují intuitivnost respektive chování uživatele nad mapou. Je nezbytné respektovat pravidla UI/UX při návrhu kompozice i jednotlivých grafických elementů. Při tvorbě kompozice lze vycházet z osvědčeného pravidla F (obzvláště u širokoúhlých zařízení lze doporučit svislou kompozici lišt oproti vodorovné), nicméně v závislosti na konkrétním projektu, cílové skupině a zvyklostem lze důrazně doporučit uživatelské testování na vzorku respondentů reálných uživatelů.

Obecně ve webovém prostředí je nutné vycházet ze zákonitostí interakčního designu (jednoznačně identifikovatelné odkazy a interakční prvky). Také do této oblasti zasahuje vliv pro-uživatelského přístupu. Flat design odkazující na použitelnost, omezuje rušivé a zbytečné grafické elementy, je potřeba dodržovat minimální velikost ovládacích prvků mapy.

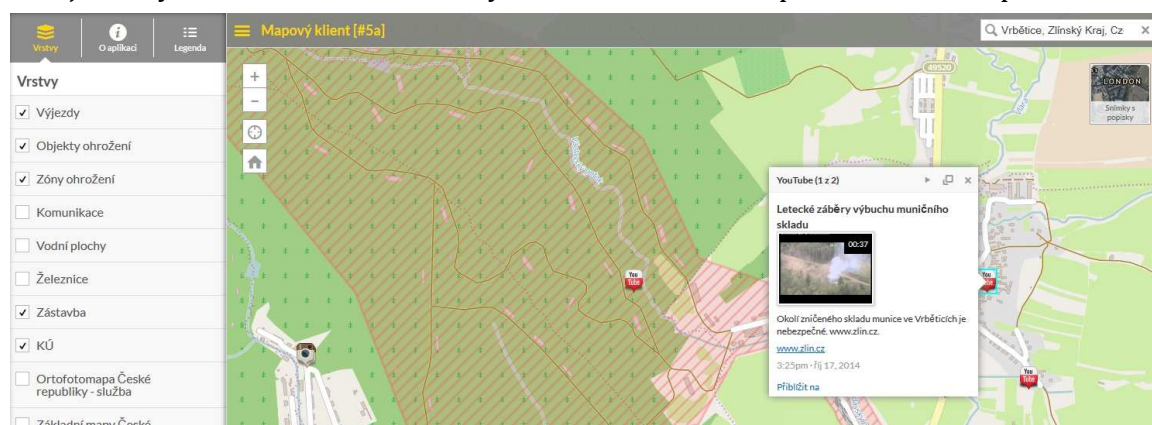
8 DC 3: PILOTNÍ APLIKACE – PŘÍPADOVÉ STUDIE

V rámci případových studií vzniklo 7 pilotních aplikací, dostupné jsou z URL: <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/phd/netek15>. V klasickém pojetí (tenkého klienta) lze na mapové služby nahlížet dle jejich vlastností jako na služby prohlížeč (vizualizační) nebo editační a jejich kombinaci.

První skupina aplikací (#1, #2, #3a, #3b) představuje variabilitu editačního klienta. Editací klient v tomto pojetí kombinuje obě zmíněné vlastnosti. Samozřejmostí je funkce vizualizační, inovativní je implementace režimu editace, který aktivuje možnost upravování topologie, atributů i vyjadřovacích prostředků zvolené vrstvy přímo v mapovém klientovi. Aplikace #1 vychází z podnětů HZS a jedná se o reálně nasazené desktopové řešení (viz další kapitola). Vzhledem k omezením technologie Flex, vznikly varianty #2 a #3 se zcela totožnou funkcionalitou, ale nad jinými technologiemi, jakožto iniciativa autora v reakci na technologický vývoj. Prakticky se jedná o nutný mezikrok, protože editační aplikace #3 je zakomponována do finálního konceptu.

Pilotní klient #4 je čistě vizuální klient se základní funkcionalitou, avšak primárně uzpůsobený pro zobrazení na mobilním zařízení, především co se týče dotykového ovládání. Klient #5 se vyznačuje také rozhraním přizpůsobeným pro mobilní zařízení, hlavním přínosem je však implementace vrstev sociálních sítí, jakožto příklad komunitních zdrojů (Obrázek 52). Poslední ukázka (#7) byla zařazena na konci zpracování jako reakce na situaci po výbuchu vojenských skladů ve Vrběticích, slouží k prostému porovnání situace před a po výbuchu. Obdobné porovnání situace před a po výbuchu představil Cibulka (2014) na webových stránkách Českého rozhlasu, nasazení datových zdrojů Copernicus EMSR pro urgentní účely a podpůrné mapování (ukázkové nasazení této práce) diskutuje Hladíková (2014).

Aplikace #2, #3, #4, #5 a #7 lze považovat za výsledky postupných kroků - čistě demonstrační ukázky vhodné pro účely disertační práce, avšak bez potenciálu dalšího nasazení, proto jim není přikládán hlubší význam. U vydělení varianty „a“ a „b“, dochází k demonstračnímu odlišení výchozí šablony ArcGIS Online (včetně uložení na ArcGIS Online) respektive úpravy zdrojového kódu a přenesení na vlastní úložiště. Nadstavbové aplikace vznikaly mimo jiné v reakci na technologické změny v průběhu doktorského studia, a s cílem osvojení a výběru vhodné funkcionality směrem k hlavnímu aplikačnímu konceptu.



Obrázek 52: Pilotní aplikace #5 implementující vrstvy sociálních sítí jakožto komunitní zdroj dat (video z kanálu YouTube v oblasti Vrbětic)

Hlavní koncept práce představuje klient Crismapp #6. Zahrnuje veškerá teoretická východiska diskutovaná v předcházejících částech práce, funkcionalitu z dílčích aplikací a komplexní administraci. Byl vyvinut s jednoznačným cílem univerzální flexibilní aplikace pro podporu rozhodovacích procesů na základě principů WebGIS 2.0. Hlavnímu konceptu práce je věnována kapitola 8.2. Finální koncept Crismapp.

Tabulka 12: Seznam případových studií (dostupné z: <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/phd/netek15>)

Název	Funkce	Data	Technologie	Umístění	Pozn.
[#1]	Editační	WFS-T, REST	ArcGIS Viewer for Flex	Libovolné*	
[#2]	Editační	WFS-T, REST	ArcGIS API for JS	Libovolné*	
[#3a]	Editační	WFS-T, REST	ArcGIS Online (obsah) + JS (kompozice)	Libovolné	Upraven zdroj. kód
[#3b]	Editační	WFS-T, REST	ArcGIS Online (obsah) + JS (kompozice)	Cloud (ArcGIS Online)	Výchozí šablona
[#4]	Mobilní vizualizační	WFS, REST	ArcGIS API for JS	Libovolné*	Optimalizace pro mobilní z.
[#5a]	Responsivní vizualizační	WFS, WMTS, sociální sítě	ArcGIS Online (obsah) + JS (kompozice)	Libovolné*	Upraven zdroj. kód
[#5b]	Responsivní vizualizační	WFS, WMTS, sociální sítě	ArcGIS Online (obsah) + HTML5/JS (kompozice)	Cloud (ArcGIS Online)	Výchozí šablona
[#6]	Hlavní koncept (vizualizační i editační)	WMS, WFS, WFS-T, WMTS, REST, GeoJSON	Leaflet	Libovolné*	Adaptivní scénáře
[#7]	Srovnávací Vrbětice	WMS, WMTS	Leaflet	Libovolné*	Srovnání před/po

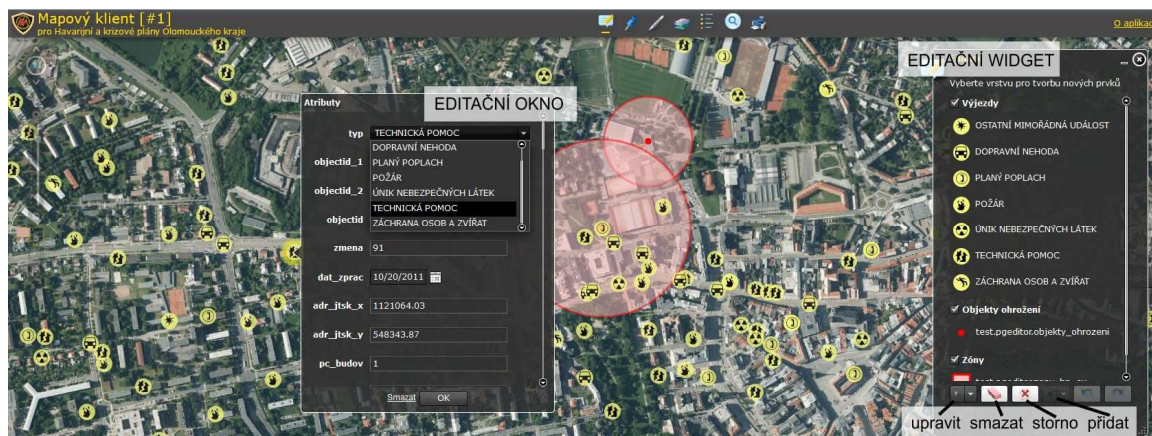
Libovolné * = lze umístit na webhosting i cloudové úložiště s podporou PHP

8.1 Editací klient (Flex)

Na základě přímých požadavků ze strany HZS OK byl na přelomu let 2012/2013 autorem navržen klient kombinující editační a vizualizační nástroje, využívající principů WebGIS 2.0. Motivací k tomuto kroku byl nevyhovující stav šíření datových zdrojů přes CDS HZS v Lázních Bohdaneč, který manuálně distribuoval data pouze dvakrát za rok (popsáno v kapitolách 1 a 4.1).

Jako výchozí technologie bylo zvoleno řešení ArcGIS Viewer for Flex. Volba technického řešení vycházela z aplikace osvědčené a osvojené členy HZS na celostátní úrovni. Fakticky se jednalo o nasazení nejnovější verze ArcGIS Viewer for Flex na krajské centrum HZS, jakožto intranetovou alternativu k celostátní veřejné Mapové aplikaci GIS portálu HZS ČR (popsána v kapitole 3.6), která byla hodnocena ze strany HZS OK velmi kladně. Na základě spolupráce autora s HZS proto bylo rozhodnuto o zprovoznění vlastního neveřejného klienta na regionální úrovni. Ten byl posléze rozšířen o nakonfigurovaný editační widget a doplněn reálnými daty HZS OK. Veškerá data jsou načítána na principu webových služeb, konkrétně protokolu REST publikované pomocí ArcGIS Serveru. Aplikace je určena k vnitřním účelům

HZS Olomouckého kraje pro monitorování nehod a zásahů, veškeré kroky byly konzultovány s tehdejšími operátory služeb GIS por. Kamilem Kořínkem, který poté aplikaci dále udržoval.



Obrázek 53: Editační rozhraní pilotní aplikace #1 – vrstva výjezdy

Pro potřeby disertační práce byla vytvořena zcela totožná (veřejně dostupná) kopie jako pilotní aplikace #1, dostupná z URL: <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/phd/netek15/1>. Vzhledem k veřejnému charakteru práce se pochopitelně nejedná o data „ostrá“, ale o reálná data HZS OK z roku 2011 ⁹⁰.

Mapový klient poskytuje základní funkcionalitu: změna měřítka, změna podkladových i tematických vrstev, atributové i fulltextové vyhledávání, kreslení a měření, dynamická legenda s možností personalizace (průhlednost, pozice v legendě/mapě), tisk, identifikace atributů ve vyskakovacím okně, nápověda). Uživatel má k dispozici šest podkladových vrstev (Základní mapu ČR - ČÚZK, Ortofoto ČR - ČÚZK, Ortofoto bez/s popisky - Esri, Šedá pokladová, OSM) a několik tematických vrstev (objekty ohrožení, zóny ohrožení, výjezdy, městských částí, uliční síť a adresní body). Jak již bylo naznačeno, zásadní je rozšíření klienta o editační funkcionalitu, konkrétně založené na principu webové služby WFS-T (kapitola 6.4.3). Tento způsob umožňuje editaci dat v klientovi z technologického hlediska. Pokud je editační widget aktivní, pak je uživateli umožněna editace „on-screen“ - úpravy prostřednictvím webového klienta jsou v reálném čase ukládány díky službě WFS-T do serverové prostorové databáze, a v tomtéž okamžiku jsou paralelně ihned aktualizovány ve všech ostatních připojených (webových i desktopových) klientech využívající tutéž WFS-T službu. Pokud je funkce deaktivovaná, data jsou dostupná pouze jako vizualizační služba. V případě terénního nasazení lze využít dvouúrovňového přístupu - autentizace pro pověřené pracovníky v editačním režimu, oproti vizualizačnímu režimu pro ostatní pracovníky. Dvouúrovňový přístup nebyl ze strany HZS OK akceptován ⁹¹. Přínos tohoto řešení spočívá v „centralizaci“ správy dat, uživatelé k datům přistupují skrz jedinou webovou službu. Nedochozí k duplikaci

⁹⁰ Data jsou uložena ve zcela totožném formátu a struktuře na aplikačním serveru KGI, jsou uchovávána v databázi PostgreSQL s nadstavbou PostGIS umožňující správu prostorových dat. Vrstvy jsou publikovány z databáze jako webové služby protokolu REST pomocí publikačního průvodce ArcGIS for Server: <http://virtus.upol.cz:6080/arcgis/rest/services/netek15/edit/FeatureServer>

⁹¹ Dvouúrovňový přístup byl autorem implementován v rámci aplikace BotanGIS (<http://botangis.upol.cz>) pro správce jednotlivých skleníků Botanické zahrady UP. Dále bylo tento princip aplikován pro hlavní pilotní aplikaci #6, popisované v další kapitole

dat, jakoukoliv změnu je nutné provést pouze jednou. Provedené změny jsou pak ihned aktualizovány u všech odběratelů, bez nutnosti jakékoli distribuce dat, za nulové náklady, v reálném čase. Tematická data jsou uložena v lokálního souřadném systému S-JTSK / Křovák East North (EPSG 5514). Charakteristikou zvoleného Flex řešení je ukládání do paměti prohlížeče (cache). Nedynamicky načítané vrstvy (podkladové vrstvy) a celá konfigurace klienta jsou při opakovaném zobrazení načítány přímo z mezipaměti, což razantně zrychluje rychlost načítání (konkrétní hodnoty uvádí kapitola 9 v rámci pilotního testování). Při změně konfigurace je však nutné promazat cache prohlížeče.

Vlastní editační widget se skládá ze dvou souborů. Soubor `editation.swf` je komprimovaný Flex soubor, který umožňuje komunikaci s WFS-T serverem. `Editation.xml` je konfigurační soubor nezbytný pro nastavení mj. osmi základních parametrů (true nebo false).

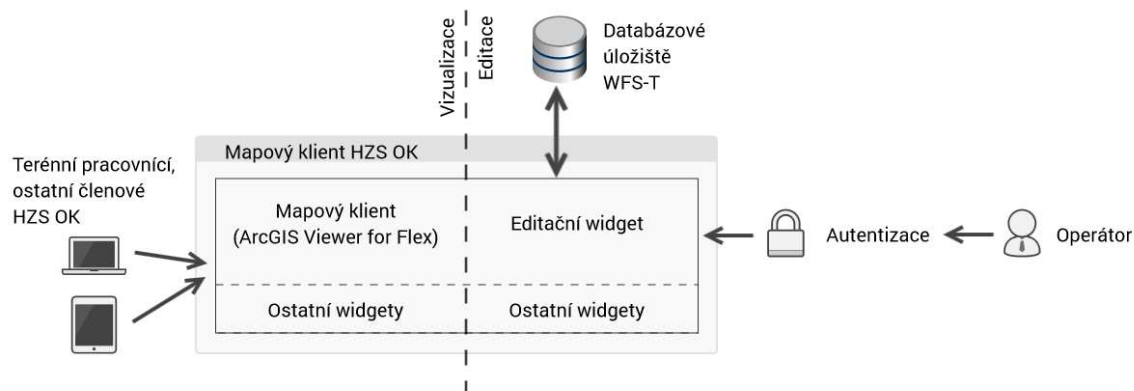
```
<?xml version="1.0" ?>
<configuration>
  <createoptions>

<polygondrawtools>polygon,freehandpolygon,extent,autocomplete</polygondrawtools>
  <polylinedrawtools>polyline,freehandpolyline,line</polylinedrawtools>
  </createoptions>

  <addfeatures>true</addfeatures>
  <deletefeatures>true</deletefeatures>
  <toolbarvisible>true</toolbarvisible>
  <toolbarcutvisible>false</toolbarcutvisible>
  <toolbarmergevisible>false</toolbarmergevisible>
  <toolbarreshapevisible>false</toolbarreshapevisible>
  <updategeometry>true</updategeometry>
  <updateattributes>true</updateattributes>

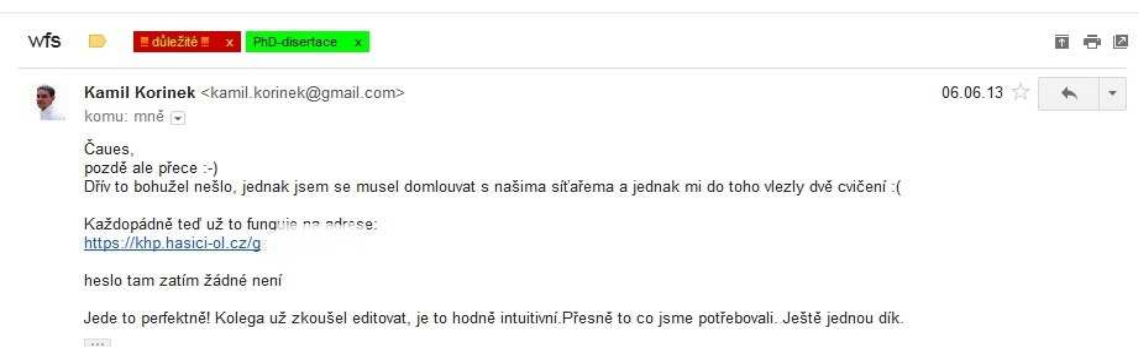
  <layersettings>
    <layer name="hasici">
      <singletomultilinethreshold>500</singletomultilinethreshold>
    </layer>
  </layersettings>
</configuration>
```

Editační widget umožňuje tři základní operace: přidat nový, editovat a smazat stávající záznam, a to jak z pohledu atributů tak vlastní geometrie. V případě editovatelné vrstvy s více atributy (např. vrstva výjezdy: nehoda, poplach, požár, ...) operátor nejprve vybere daný atribut kliknutím na příslušnou ikonu v editačním widgetu. Následuje vlastní lokalizace události v mapě, v posledním kroku se zobrazí vyskakovací okno pro zadání předdefinovaných atributů (druh, datum, název, popis) viz Obrázek 53. Stejný postup slouží i k editaci stávajících záznamů, prostorové umístění lze měnit přesunutím bodového znaku či změnou průběhu linie/polygonu za pomoci myši. Vymazání se provádí odpovídajícím tlačítkem. Kliknutím mimo vyskakovací okna respektive zavření okna dojde k automatickému a okamžitému uložení provedených změn pomocí služby WFS-T.



Obrázek 54: Struktura editačního klienta

Reálné nasazení aplikace pro interní účely bylo posléze kladně kvitováno iniciátorem por. Kořínkem z HZS OK.



Obrázek 55: Reakce por. Kořínka z HZS OK k nasazení aplikace

Z nasazení totožné aplikace v krizovém řízení lze dále zmínit např. iniciativu hlavního hygienika ČR Vladimíra Valenty, který prosadil absolutně totožné řešení pro (neveřejného) klienta při monitorování kontrol během tzv. metylalkoholové aféry: „Kterýkoliv dozorový orgán ... si kliknutím otevřeli informaci o tom, co o alkoholu již bylo zjištěno. Takže dříve, než naši pracovníci vyjeli do terénu, věděli, co v dané oblasti bylo za problém a co tam zjistily další instituce, což byla ohromná pomoc. ... Rychlost předávání informací mezi úřady je přitom důležitá. Čím dříve si je dokážou předat, tím rychleji může přijít konkrétní opatření“ (Válová 2012). Autorem technického řešení této aplikace byl HZS Libereckého kraje. Na závěr lze citovat pozitivní dokumentaci Mapové aplikace GIS portálu HZS ČR (Červenka 2012):

- „finanční úspora, protože není nutná softwarová licence pro jednotlivé koncové uživatele
- možnost tvorby řešení šitých na míru koncového uživatele
- správa přístupových práv/správa obsahu
- jednotná a centralizovaná správa dat v geodatabázi
- sdílení dat a mapových služeb nejen v rámci kraje, ale i mezi kraji, celorepublikově, případně mezi složkami IZS
- možnosti vizualizace dynamických dat jako např. data o aktuálně řešených událostech, GPS poloha vozidel, meteorologická situace, dopravní informace apod.“

Nasazení zmíněné aplikace bylo publikováno v odborných článcích, jejich přehled podává kapitola 11 Výsledky.

Podrobný a kompletní popis nastavení, konfigurace a uplatnění totožné aplikace pro potřeby Botanické zahrady UP, které autor vytvořil v rámci projektu BotanGIS, popisuje kapitola autora v učebních skriptech: Dobešová, Z., Burian, J., Miřijovský, J., Vávra, A., Néték, R., Popelka, S. (2013): Tvorba geografického informačního systému malého území. Univerzita Palackého, Olomouc, 106s

8.2 Finální koncept Crismapp

Veškeré předcházející kroky, ať už ve formě teoretických analýz nebo dílčích pilotních klientů, byly jen jistými dílčími stupni a předpoklady pro hlavní praktický výstup disertační práce – finální koncept krizové aplikace. Autor pro ni zavedl akronym Crismapp – Crisis Map Application. Jedná se o originální aplikaci, navrhnoutou a vyvinutou v rámci disertační práce pro podporu rozhodovacích procesů krizového řízení. Finální aplikace respektuje podmínky a požadavky, které vyplynuly z předcházejících částí disertační práce, víceméně shrnuje závěry jednotlivých dílčích cílů:

Tabulka 13: Finální koncept souhrnně reflektuje požadavky jednotlivých dílčích cílů

Požadavky	Řešení
Interoperabilita, nezávislost na platformě; podpora mobilních zařízení; nevyžadující instalaci na straně uživatele; běh plně ve webovém prohlížeči; okamžitá odezva bez znovunačítání	Princip WebGIS 2.0 (RIA) + technologie HTML5 (Leaflet)
Podpora webových služeb, zajištění aktuálnosti dat	Princip WebGIS 2.0 (SOA)
Možnost práce offline	Princip WebGIS 2.0 (WMTS+GeoJSON)
Správa vlastních (soukromých) dat; verzování změn; podpora příloh a multimediálních elementů	Hybridní přístup (GeoJSON) + cloudové úložiště (GitHub/Gist)
Editace geometrie i atributů v reálném čase	Editační režim
Intuitivní uživatelské rozhraní dle principů UX/UI, příjemné a atraktivní grafické zpracování	Pro-uživatelský přístup
Adaptivní přizpůsobení	Funkce scénář
Flexibilní a přenosná aplikace; minimální instalační požadavky, možnost nastavení a správy	Komplexní administrace
Nulové náklady na údržbu; možnost rozšíření za minimální náklady	Otevřené knihovny (Leaflet, geojson.io, ArcGIS for JS API)

8.2.1 Cílová skupina & zaměření

Podle Talhofer a Kubíček (2012) struktura orgánů krizového řízení probíhá ve třech úrovních: strategické (celková koncepce), operační (určuje priority, monitoruje a řídí odezvu na krizové jevy) a taktické (krizové řízení v první linii, terénní řešení). Smyslem této práce je nabídnout složkám IZS a všem zainteresovaným stranám krizového řízení komplexní podpůrný nástroj pro řešení prostorových úloh. Z hlediska cílové skupiny je tedy určen pro

všechny tři zmíněné úrovně: na úrovni strategické se může jednat o plánování strategických a predikčních rozhodnutí (evakuační zóny, výpočet ohrožených obyvatel, definování strategie), v operační úrovni se nabízí rozmístění hlídek, plánování nasazení vozidel, zásobovacích cest apod.; taktické úrovni pak poslouží jednak jako mapové podklady v terénu, jednak pro monitoring a aktualizaci reálného stavu v terénu, čehož zpětně využívají obě nadřazené úrovně. Autor osobně vidí nejvyšší přínos při využití u poslední úrovně, neboť v případě náhlé krizové situace je prioritní co nejrychlejší se zorientování zásahových jednotek v terénu, rekognoskace stavu a aktualizace dat v postižených oblastech. Časová složka v tomto případě převažuje nad ostatními proměnnými, na základě aktuálních dat poté operátoři mohou provádět analýzy nutné pro navazující práce. Typicky lze demonstrovat komunikační linku hasič-operátor-velitel, kdy informace předané z terénu do operačního střediska vstupují do rozhodovacího procesu, na základě kterého velitelský (krizový) štáb činí další rozhodnutí.

Z hlediska cyklu krizového jevu je aplikace zaměřena primárně na fázi ihned po katastrofě (fáze odezvy), díky její univerzálnosti je vhodná i do ostatních fází, např. vyhodnocení škod či četnosti zásahů ve fázi obnovy, predikce či tvorba protikrizových opatření ve fázi prevence. Aplikace byla navržena s požadavkem co nejvyšší flexibility a to jednak z technologického hlediska, ale také z hlediska organizačního. Vedle různých forem nasazení v oblasti krizového managementu (povodně, požáry, výbuch Vrbětice, kooperace složek při pádu letadla) ji lze využít např. pro pasportizaci obcí, územní plány a infrastrukturu i úzce zaměřená témata (pasportizace hřbitovů, zemědělských polí apod.). Tato flexibilita je umožněna komplexní a přívětivou administrací, umožňující přizpůsobit obsahové, kompoziční, grafické i funkční parametry podle požadavků. Využití principů open source (především knihovny Leaflet) pak umožňuje za minimální nebo nulové náklady aplikaci dále rozšířit o nestandardní funkcionalitu případně jinak přizpůsobit požadavkům koncového zákazníka, na rozdíl od komerčních softwarů bez porušení licenčních, technologických či finančních podmínek.

Koncept aplikace Crismapp lze hierarchicky rozdělit to tří úrovní přístupu:

- úroveň 1 – pouze vizualizace (veřejný přístup bez autentizace)
- úroveň 2 – editační (nutná autentizace, typicky operační velící důstojník)
- úroveň 3 - administrace (nutná autentizace, typicky správce GIS)

Zatímco úroveň 1 je určená pro „veřejnost“ (v tomto kontextu myšleno všechny členy HZS či krizového plánu) a umožňuje pouze vizualizaci, úroveň 2 umožňuje po autentizaci také editaci geometrie i atributů, správu příloh a poznámek ke každému z objektů v mapě. Ke každému objektu tak lze přidat buď textový popis, nebo přílohu, případně oboje. Úroveň 3 umožňuje komplexní administraci celé aplikace, její instalaci a konfiguraci.

8.2.2 Technologie

Klient Crismapp využívá nejmodernějších internetových technologií, je přizpůsoben a optimalizován jak pro zobrazení z počítače či notebooku, tak z tabletu, mobilního telefonu či jiného mobilního zařízení. Aplikace plně využívá konceptu WebGIS 2.0. Pro spuštění je vyžadován jen webový prohlížeč a internetové připojení.

Technologicky je aplikace vytvořena na základě značkovacího jazyku HTML5. Mapovou funkcionalitu obstarává JavaScriptová platforma Leaflet (popsána v kapitole 6.3.2). Dynamický obsah webové aplikace v HTML5 je generovaný skriptovacím jazykem PHP. Editací režim využívá v závislosti na formátu spravovaných vrstev dvou knihoven: ArcGIS API for JavaScript (pro vrstvy typu REST) a open-source knihovnu geojson.io běžící nad platformou Leaflet (pro GeoJSON).

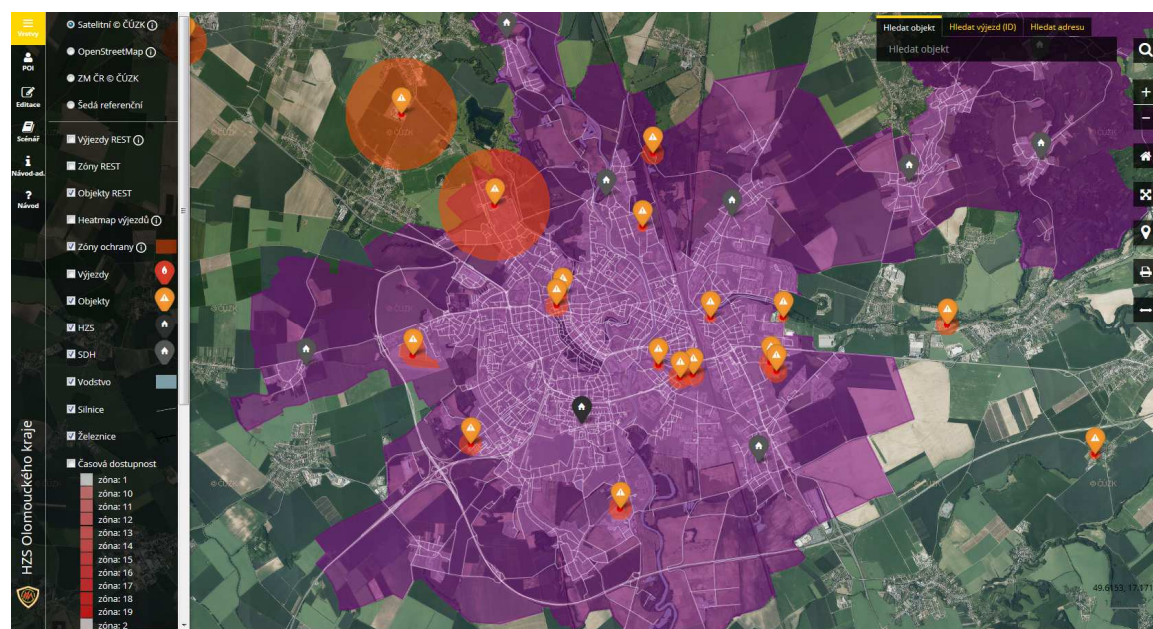
Veškeré stylování je zajištěno pomocí CSS3. Administrační část využívá taktéž kombinace HTML5 a PHP. Veškeré parametry, které v administraci lze nastavit, jsou ukládány do relační databáze MySQL. Přístup kombinující open source s možnostmi (API) komerčních řešení nazývá Augustýn (2015) jako hybridní geografické workflow. Daný přístup umožňuje vytěžit maximum ze všech zainteresovaných platform.

Tabulka 14: Použité technologie a knihovny

Značkovací jazyk	Mapová knihovna	Stylování	Editace (WFS-T)	Editace (GeoJSON)	Databáze
HTML5 (dynamicky generovaný PHP)	Leaflet	CSS3	ArcGIS API for JS	geojson.io (Leaflet)	MySQL

Tabulka 15: Minimální a doporučené požadavky

Minimální	databáze MySQL 5.0	PHP 5.3	10MB místa (bez uložených příloh)		
Doporučené	databáze MySQL 5.5	PHP 5.4	25MB místa (bez uložených příloh)	povolený .htaccess	přístup na FTP + do databáze



Obrázek 56: Uživatelské rozhraní webového klienta Crismapp

8.2.3 Datový obsah

Cílem bylo vytvořit komplexní mapovou aplikaci, která jednak umožní shromažďovat a evidovat soukromá data (v případě HZS OK regionálního či neveřejného charakteru), ale

i napojení na centrálně poskytované vrstvy CDS HZS, Českého úřadu zeměměřického a katastrálního (ČÚZK), Agentury ochrany přírody a krajiny ČR (AOPK) a dalších.

Volitelným předstupněm Crismapp je TileServer, řešení umožňující publikování vlastních dat jako WMTS. V případě potřeby je možné vlastní data rychle vypublikovat jako WMTS a ihned vizualizovat v aplikaci. Lokálního přístupu k datům umožňuje dokonce i práci offline. Princip WMTS a TileServeru je popsáno v kapitole 6.4.2.

Jedna z pozitivních konotací pro volbu platformy Leaflet byla podpora asynchronního načítání dat, které eliminuje časové prodlevy při překreslování mapového pole při práci s mapou. Leaflet nativně upřednostňuje pro vektorová data formát GeoJSON, nicméně podporuje i řadu dalších formátů (*.shp, *.kml, *.gml apod.). Předkládané řešení klienta Crismapp kombinuje dva datové přístupy. Pro webové služby centrálního charakteru je využíváno standardů OGC: WMS, WMTS⁹², WFS, WFS-T a Esri Dynamic Layer (REST).



Obrázek 57: Aplikace Crismapp podporuje nejpoužívanější datové formáty

Pro soukromá/lokální data HZS OK je primárně podporována struktura formátu GeoJSON (*.geojson nebo *.json) tedy hybridní přístup (popsáno v kapitole 6.4.5). Oproti uzavřeným komerčním formátům (např. Shapefile), je GeoJSON otevřený flexibilní formát umožňující uložit prostorové i neprostorové informace, který lze upravovat jak v konvenčních GIS programech, tak např. obyčejným textovým editorem. Zásadní výhodou formátu Geojson oproti konkurenci je však možnost jej načítat z libovolného webového serveru i lokálně, což v krizovém řízení přináší možnost práce offline. Není tedy potřeba publikovat prostorová data skrz komplikované mapové servery, naopak lze využít téměř jakékoli webové úložiště, vlastní server či libovolný webhosting. Pilotní aplikace Crismapp využívá ukládání dat GeoJSON do úložiště Github/Gist. Přínosem a zároveň důvodem tohoto řešení je možnost tzv. verzování, tedy porovnávání změn mezi jednotlivými verzemi dokumentu (časová proměnlivost) i možnost případného návratu k již existující verzi v případě chyb. Tento krok je však čistě volitelný. V administraci Crismapp stačí pouze změnit stávající GitHub/Gist strukturu odkazu na absolutní nebo relativní adresu k souboru.

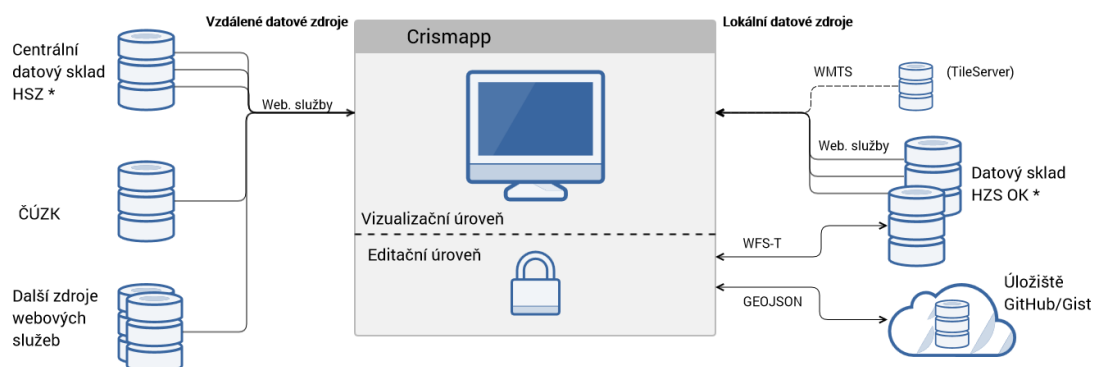
URL	GitHub účet	Gist ID	parametr
https://gist.githubusercontent.com/rostanetek/7d8fe3dd79409f2b864c/raw	rostanetek	7d8fe3dd79409f2b864c	raw

Struktura odkazu souboru typu GeoJSON uloženého na úložišti GitHub/Gist: GitHub účet zůstává stejný pro všechny vrstvy spravované pod jedním účtem; Gist ID: 20ti místný identifikátor konkrétní vrstvy; parametr: raw=zdrojový kód; edit=možnost úpravy

Obecně řečeno, aplikace hybridního přístupu - formátu GeoJSON, byla záměrně prosazena z jediného důvodu: centralizovaná a efektivnější správa/editace, obdobně jako u

⁹² Pro WMTS lze tedy využívat vlastních (lokálních) dat i klasických („cizích“) zdrojů webových služeb

webových služeb (viz kapitola 6.4.5). I přesto, že aplikace technicky dokáže zpracovat a vizualizovat formáty *.shp a *.kml, záměrně byla tato možnost (v kontextu nevýhod diskutovaných v kapitole 6.4.4) v administraci zakázána. Návrh GitHub úložiště nebyl z důvodu soukromí ze strany HSZ plně akceptován (viz kapitola 0). Pro pilotní studii Crismapp jakožto výstup disertační práce, však je plně využito cloudového úložiště ve výše uvedeném slova smyslu. V teoretické rovině byla zástupcům HZS OK navržena alternativa vlastního Git úložiště. Tato varianta respektuje veškeré požadavky na zabezpečení soukromí a byla považována za ideální kompromis.



Obrázek 58: Koncept Crismapp kombinuje editovatelné vrstvy z vlastního úložiště s veřejnými webovými mapovými službami

Kromě datových vrstev vztažených k výbuchu skladu ve Vrběticích (viz dále) aplikace Crismapp pracuje s reálnými daty. Většina dat byla poskytnuta HZS OK (výjezdy vozidel HZS OK – jedná se o reálná data z roku 2011, zóny a objekty ohrožení na území Olomouce, stanice HZS a SDH, záplavové zóny Q100 a povodně 1997 včetně vrstev zatopených oblastí a uliční síť s reálnými údaji o dotčeném obyvatelstvu, časová dostupnost výjezdů jednotek na území města Olomouce), Katastrální mapa a Ortofoto 2007 jsou přebírány v rámci webové služby WMS/WMTS z ČÚZK. Speciálním typem vrstvy je „Esri Heatmap“, která je dynamicky generovaná z REST vrstvy výjezdů HZS OK a tvoří tzv. teplotní mapu výjezdů.



Obrázek 59: Dynamicky generovaná „heatmap“ výjezdů HZS na území města Olomouce (výřez)

8.2.5 Funkce scénář

Princip adaptivní vizualizace je v aplikaci Crismapp implementován jako funkce scénář. Kompletní teoretický popis tohoto řešení přináší kapitola 5.2.

Vlastní volba je zcela intuitivní, jedná se o prosté kliknutí na název konkrétního scénáře, všechny parametry se automaticky přizpůsobí dle pravidel předdefinovaných v administraci. Původně aplikace počítala s třemi výchozími scénáři (výchozí, požár, povodeň), ale v rámci reakcí na situace po výbuchu muničních skladů ve Vrběticích, byl dodatečně přidán čtvrtý scénář Výbuch Vrbětice. Scénář výchozí zahrnuje nejširší možnou funkcionalitu a všechny mapové vrstvy, scénáře povodeň a požár pak obsahově i graficky reflektují daný kontext.

Autor se snažil v rámci situace ve Vrběticích kontaktovat zástupce Armády ČR s možností předvedení aplikace a žádostí o zpětnou vazbu. Bohužel se jedná o velmi ožehavé téma, ke kterému se zástupci Armády nesmí nijak oficiálně vyjadřovat. Paradoxně díky iniciativě Copernicus, respektive modulu EMSR, který je cílený na pořizování aktuálních satelitních snímků při podobných situacích, má veřejnost možnost bezplatně a bez omezení získat satelitní snímky, vrstvy ohrožených obcí a komunikací z postižené oblasti 3 dny po výbuchu (Hladíková 2014). Autor zakomponoval tato reálná data do příslušného scénáře, pro větší autentičnost jsou doplněny vrstvami evakuační zóny a rozmístění jednotek AČR. Tyto dvě vrstvy však jsou zcela fiktivní, nezakládají se na pravdě a slouží pro ilustraci možného nasazení. Rastrové vrstvy EMSR Copernicus byly ortorektifikovány a následně publikovány pomocí TileServeru jako WMTS pro účely této práce.

Funkci scénář je nejprve potřeba kompletně definovat v administraci aplikace Crismapp. Kontextová situace je tedy vázaná na definici následujících parametrů:

- Mapový obsah - volba aktivních i neaktivních, podkladových i tematických vrstev
- Symbologie - kartografické vyjádření daných vrstev, vzhledem k volitelným parametrům u každé z vrstev (barva, průhlednost, border, ikona), lze mít pro 2 různé scénáře totožný datový obsah s různou symbolií
- Kompozice a funkcionalita – definice aktivních nástrojů, ovládacích prvků, boční lišty, titulek+nadpis
- Grafické provedení – definice grafického zpracování uživatelského rozhraní (vlastní nebo předdefinovaný CSS soubor)
- Lokace výchozího pohledu – souřadnice a měřítko (zoom) při načtení mapy

ID	ID ↑	ID podkladové mapa která je zapnuta na začátku, typicky pro OSM: 1. Musí být vyplněno!	Výchozí bod - X souřadnice lat	Výchozí bod - Y souřadnice lon	Výchozí zoom např. 18	Titulek v levém sloupci	Název účtu Github odkud se načítají Geojsony, např.: geocentrum 1	Metatag <title> metatag title (titulek stránky) v horní liště prohlížeče	Adaptivní - link	Adaptivní - název css souboru např. sidebar_red.css, pokud prázdné pak výchozí sidebar.css	Adaptivní - při načtení funkce co se má provést při načtení (body onload)
1	2		49.593687	17.251614	13	 HZS Olomouckého kraje	rostanetek	Mapový klient [#6] - default	default	sidebar.css	
2	4		49.593687	17.251614	10	 HZS OK POŽAR	rostanetek	Mapový klient [#6] - pozar	pozar	sidebar_red.css	document.getElementById('vrstvy').click(); document.getElementById('showmenu').click();
3	2		49.593687	17.251614	13	 HZS OK POVODEŇ 1997	rostanetek	Mapový klient [#6] - povodeň 1997	povoden	sidebar_blue.css	document.getElementById('vrstvy').click(); document.getElementById('showmenu').click();
4	2		49.116052	17.908707	15	 VÝBUCH VRBĚTICE	rostanetek	Mapový klient [#6] - výbuch Vrbětice	vrbetice	sidebar_orange.css	document.getElementById('vrstvy').click(); document.getElementById('ui-id-3').click();

Obrázek 61: Administrace umožňuje kompletní definování scénářů dle parametrů (výřez)



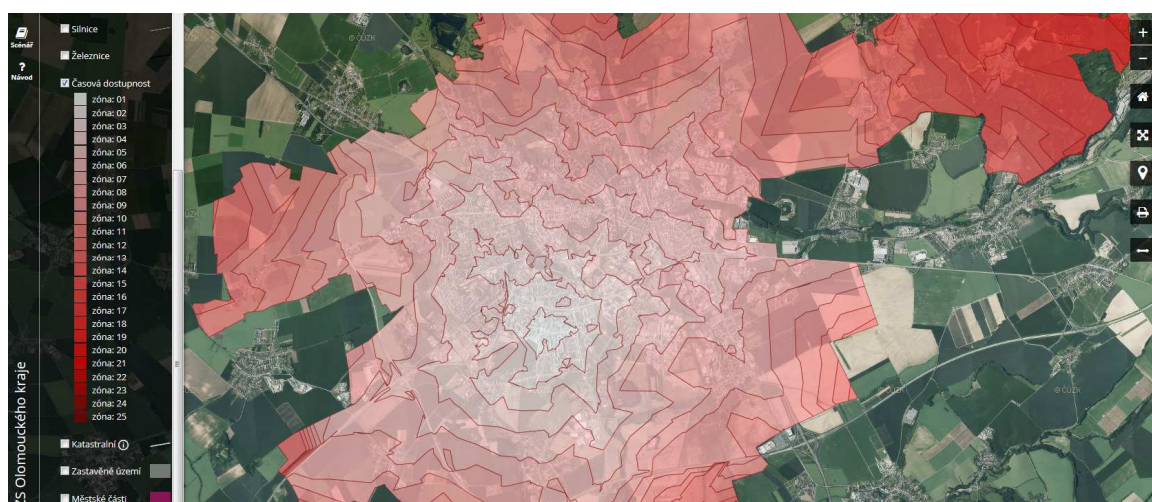
Obrázek 62: Aplikace Crismapp disponuje 4 předdefinovanými scénáři

8.2.6 Kartografické aspekty

Aplikace kartografické vizualizace v oblasti krizového řízení je relativně opomíjené téma. Legislativa (nařízení vlády ČR č. 430/2006 Sb. O stanovení geodetických referenčních systémů a státních mapových děl) určuje závazná mapová díla (KN, ZM a další) a referenční systém (pouze WGS84). Jak uvádí Tajovská (2011) „jsou stanoveny pouze případné mapové podklady ... samotný zakres či způsob vizualizace závisí na jednotlivé instituci či jedinci.“

V praxi tak nejenže každý kraj disponuje s jinými daty, ale používá i jinou symbologii. Díky principu využití jednotných webových služeb, tak lze hovořit o jednotné symbologii alespoň na úrovni Základní mapy ČR či základní mapy HZS. Zde je vhodné apelovat a vyzvat příslušné subjekty a organizace k diskuzi ohledně standardizace a zavedení jednotných informačních kanálů v oblasti vizualizace.

Navrhovaný koncept Crismapp poskytuje relativně široké spektrum možností kartografické vizualizace. Samozřejmě se nejedná o plnohodnotný kartografický nástroj s možnostmi jako klasické GIS softwary, je však třeba mít na paměti technické možnosti a samotný účel webové vizualizace. Je potřeba upozornit, že vyjadřovací prostředky mapových služeb REST nelze nijak ovlivnit, jejich symbologie je pevně nastavená ve specifikaci publikované služby poskytujícího serveru. Pro vlastní vrstvy formátu GeoJSON poskytuje Crismapp nastavení u liniových a polygonových znaků dle následujících parametrů: barva výplně příp. ohraničení (HEX nebo colournames), šířka ohraničení (px), průhlednost (0-1). V případě linií i polygonu lze volit stejnou barvu pro všechny objekty nebo formu pseudokartogramu - specifikovat různé hodnoty barev libovolnému počtu tříd (dle operátorů <, =, >). Aplikace bohužel není přizpůsobena pro zobrazení rastrů či složitějších liniových/polygonových symbolů.



Obrázek 63: Crismapp umožňuje vytvoření pseudokartogramu pro libovolný počet tříd (výřez)

V případě bodových znaků je situace jednodušší, neboť definování odkazu ikony umožňuje zobrazit prakticky libovolný bodový znak. Tento přístup je podporovaný, nicméně se ho v praxi využívá minimálně, důvodem je nutnost předpřipravit všechny potencionálně možné znaky (ikony) do příslušného formátu. Užitečnějším přístupem je vytvoření sady předdefinovaných symbolů, z kterých uživatel pouze vybírá potřebné k danému tématu. Ve výchozím nastavení jsou bodové znaky vizualizovány jako kombinace tzv. „pin“ znaku libovolné barvy s ikonou bílé barvy. V tomto případě se jedná o dynamicky generované ikony webového fontu Font Awesome, což je vektorová alternativa klasických fontů obsahující namísto typografických znaků obrázkové ikony. Definování bodového znaku v administraci Crismapp (Obrázek 64), v praxi obnáší pouze definování barvy pin znaku a zadání názvu odpovídající ikony (kompletní seznam ikon dostupný z URL: <http://fontawesome.github.io/Font-Awesome/icons/>).



Obrázek 64: Příklady vlastních bodových znaků

Mapová aplikace zobrazuje data v souřadnicovém systému Web Mercator (Pseudo Mercator) EPSG: 4326. Tento souřadnicový systém je nezbytný pro správnou lokalizaci dat v mapě, je využíván drtivou většinou všech mapových aplikací (GoogleMaps, OpenStreetMap, Mapy.cz, atd.). Data z libovolného souřadnicového systému lze do EPSG:4326 převést ve všech GIS softwarech, v rámci přílohy 3 této práce je popsán detailní návod pro program QGIS. V případě dat v jiném souřadnicovém systému, lze zajistit správnou transformaci pomocí transformační open-source knihovny proj4s, která je taktéž v platformě Leaflet, potažmo Crismapp, podporována.

8.2.7 Uživatelské rozhraní

Popisovaný webový klient se vyznačuje minimalistickým, avšak přehledným designem s účelem co nejintuitivnějšího ovládání pomocí myši i dotykové obrazovky. Výsledná verze rozhraní vychází z předpokladů UX/UI diskutovaných v rámci kapitoly 7, především pak je výsledkem dlouhodobého procesu verifikace a uživatelského testování vycházející z původního návrhu 4 odlišných verzí.

Při pravém okraji obrazovky se nachází nejpoužívanější nástroje (vyhledávání, změna měřítka, návrat do výchozí pozice, zobrazení na celou obrazovku, lokalizace aktuální pozice, tisk, měření linií a ploch). Při levém okraji se nachází hlavní menu (vrstvy, seznam předdefinovaných bodů zájmu, scénář, nápověda, případně i editace), které lze minimalizovat. Kompozice layoutu s bočním svislým panelem vychází z pravidla F a ustálené konvence GIS softwarů, které v panelu při levém okraji nabízí standardně přehled vrstev s legendou (TOC - Table of Content). V oblasti obecného webdesignu (Wordpress, UXpin) i WebGIS řešení (mapy.cz, GoogleMaps) se nejedná o nijak ojedinělé řešení. Především pak návrh rozhraní vychází z objektivně verifikovaných šetření, co se týče kompozice (kapitola 7.4) i uživatelského testování (kapitola 7.2). V neposlední řadě je výhodou navrženého rozhraní snadné přizpůsobení na mobilních zařízeních bez nutnosti zásadní změny kompozice, jak by tomu bylo např. u horizontálního panelu, která by mohla vést k dezorientaci uživatele.

Většinu obrazovky zabírá vlastní mapové pole pro lepší orientaci uživatele v mapě. Informace o konkrétním objektu lze získat kliknutím na sledovaný objekt ve formě vyskakovacího okna, obsahující veškeré dostupné textové a atributové informace. Vedle další řady již standardních funkcí (interaktivní vyhledávání s našeptávačem či „on-screen“ měření) stojí za zmínku především funkce lokalizace aktuální pozice. Ocení ji operátoři či hasiči v terénu na mobilním zařízení. Při aktivovaném senzoru GPS (případně dle lokace IP adresy) tato funkce zobrazí v mapě aktuální reálnou polohu v mapě (Obrázek 65). Následně může uživatel zadat zjišťované parametry nebo využít funkci přílohy, která umožňuje ke každému objektu přidat textový popis nebo např. fotografii aktuálního stavu v terénu.



Obrázek 65: Emulace zobrazení na mobilním zařízení, modrý bod uprostřed lokalizuje aktuální pozici uživatele v terénu na základě GPS/IP adresy

V mapě se lze pohybovat pomocí myši tzv. drag & drop - stisknutím levého tlačítka a táhnutím myši do požadovaného směru. Dvojitý klik do mapy znamená její přiblížení. Pro přiblížení/oddálení lze použít také ikony +/- (viz níže) nebo kolečko myši. Pravým tlačítkem myši lze vyvolat kontextovou nabídku, která také umožňuje přiblížení či oddálení mapy. Nabídka záložek při levém okraji obsahuje v úrovni 1 čtyři záložky:

- Vrstvy - umožňuje zobrazit vrstvy v mapě. V horní části se nachází výběr podkladové mapy. Níže je pak k dispozici přehled všech vrstev, které zobrazíte kliknutím na název vrstvy (= zatrhnutím tlačítka). V aplikaci je možné zobrazit libovolný počet vrstev, ale pouze jednu podkladovou mapu.
- POI - obsahuje seznam předdefinovaných bodů. Kliknutím na název konkrétního bodu se mapa na něj automaticky přiblíží.
- Scénář – funkce scénář, volbou konkrétního scénáře se aplikace adaptivně přizpůsobí dle přednastavených parametrů, více v kapitole 8.2.5
- Návod – kompletní návod (nápověda) popisující ovládání mapy

Úroveň 2 je rozšířena o záložku „Editace“ (popsáno v kapitole 8.2.4) a „Návod-ad.“ podávající stručný návod pro administrátora. Vyhledávání se nachází v pravém horním rohu obrazovky, ve výchozím stavu je rozděleno do tří záložek (hledat dle objektu, ID výjezdu a adresy). Vyhledávání implementuje tzv. našeptávač, po zadání několika prvních znaků se uživateli zobrazí v našeptávacím okně potenciální výsledky. Po potvrzení jedné z možností, se mapa automaticky přiblíží a zvýrazní dané místo. Kliknutím na ikonu lupy vpravo, lze hledání minimalizovat. Nástroje při pravém okraji slouží k ovládání a rozšířené funkcionalitě mapy. V rámci respektování pravidel WebGIS 2.0 a pro-uživatelského přístupu, obsahují pouze reálně využívané nástroje:

- Zoom/změna měřítka – umožňují přiblížení/oddálení mapy. Lze použít také kolečko myši v obou směrech, příp. dvojklik levým tlačítkem myši pro přiblížení.
- Domů – Zobrazí výchozí pozici mapy.
- Celá obrazovka – Umožní maximalizovat mapové pole na celou obrazovku monitoru, bez lišt prohlížeče. Pro zrušení zmáčknete klávesu ESC nebo F11.

- Lokalizace – Umožní přibližně lokalizovat Vaši aktuální pozici. Přesnost lokalizace se může pohybovat od několika metrů v případě aktivní GPS při přístupu přes mobil/tablet až po několik kilometrů v případě internetového kabelového připojení.
- Tisk
- Měření linií a ploch – Klikáním do mapy označte zjišťovaný průběh linie nebo obvodu plochy. Dvojklikem ukončíte měření a zobrazíte obsah měřené plochy (nutné min. 4 body).



Obrázek 66: Lišta nástrojů při pravém okraji obrazovky (otočeno o 90°)

8.2.8 Administrace

Úroveň 3 představuje komplexní administraci, umožňující veškeré nastavení aplikace, rozdělené do 8 dílčích záložek: Nastavení vrstev, Kartogram, Pořadí vrstev, Vyhledávání, Seznam POI bodů, Obecné nastavení mapy/adaptivní scénáře, Podkladové mapy, Uživatelé. Konkrétní možnosti nastavení ve formě dokumentace administrační části podává příloha 3.

Nastavení vrstev											
Kliknutím na název sloupce v záhlaví tabulku se řadíte.											
ID	Veřejný název (alias)	Typ dat	Odkaz	Typ vrstvy	Zobrazit v mapě	Načíst při startu mapy	Kartogram	Atribut (=název sloupce) pro tvorbu kartogramu	Název/alias atributu kartogramu v legendě	Tloušťka borderu	Barva ve formátu HEX (#FOFOFO) příp. colornames (red). U bodových vrstev POUZE COLORNAMES!
24	Železnice	GEOJSON	7fee95b26468c8b8c70d	linie	ano	ne	ne			2	black
25	Katastrální	WMS	'http://services.cuzk.cz/wms/wms.asp' ('interactive': true, 'layers': 'RST_XN_L_RST_KMD_L.parcelni_cisla_1.hranice_parcel_1.omp', 'format': 'image/png', 'transparent': true, 'attribution': 'Katastrální mapa ČR © ČÚZK', 'draw': true, 'crs': 'L:CRS:EPSG900913')	linie	ano	ne	ne			2	white
28	Polohopi	GEOJSON	ae9d1cc23db3a992bbec	polyg	ne	ne	ano	KUL	vlastní	1	white
33	Zastavěné území	GEOJSON	f32f83aaa163000bcb41	polyg	ano	ne	ne			1	lightgrey
34	Zástavba	GEOJSON	9521dc012f5c57250652	polyg	ne	ne	ne			1	darkgrey
35	Vodstvo	GEOJSON	424ae857d9ad6dc5d069	polyg	ano	ne	ne			1	lightblue
36	Silnice	GEOJSON	7c30b50e764584333df5	linie	ano	ne	ne			1	white
37	KÚ Olomouc	GEOJSON	6bc06e9e9eb23355e01e	polyg	ano	ne	ne			2	purple
38	SDH	GEOJSON	777f0103a1a54eeb3985	body	ano	ne	ne			ion-home	gray
39	Městské části	GEOJSON	cdcd31f98e09e425b72c	polyg	ano	ne	ne			1	DeepPink
40	HZS	GEOJSON	1fc3535fe60885ead076	body	ano	ne	ne			ion-home	black

Obrázek 67: Crismapp poskytuje komplexní administraci

Kořenový adresář Crismapp obsahuje veškeré potřebné soubory a knihovny, cca 115 souborů (obrázky, CSS, JS, návody, logo) z důvodu jednoduššího a přehlednějšího přístupu vše přímo v kořenové složce + 3 souborové složky (font-awesome, images, helpers) + složku pilotní aplikace (ve výchozím nastavení složka „app“). Flexibilita aplikace umožňuje rychle vytvořit duplicitního klienta se zcela rozdílným zaměřením, obsahem, grafickým zpracováním atd. Toho lze docílit vytvořením duplikátu složky „app“ pod novým jménem (např. „app2“). V případě několika dílčích (nezávislých) klientů, pak jsou potřebné knihovny a skripty jednotné v kořenovém adresáři, zatímco konfigurační soubory jednotlivých klientů jsou v příslušné podsložce (app, app2) jedinečné. Soubory v kořenovém adresáři jsou tedy shodné pro libovolný počet na sobě nezávislých klientů, případná změna ve funkcionalitě se

posléze promítne do všech. Pro přenos aplikace na jiný server nebo vytvoření nové složky/obce je potřeba tří základních kroků: vlastní databáze, vlastní složky se soubory a vlastního GitHub účtu pro ukládání GeoJSON souborů, celý proces podrobně popisuje příloha 3.

8.2.9 Nasazení

Výchozí nastavení aplikace bylo poskytnuto operátorům HZS Olomouckého kraje v čele s por. Josefem Kolářkem v březnu 2015, v době odevzdání disertační práce probíhal testovací provoz (Obrázek 68) a poslední fáze připomínkovacího řízení (viz kapitola 12 Diskuze).

Vzhledem k charakteru dat, byla pro potřeby obhajoby disertační práce vytvořena duplicitní verze, lišící se pouze v obsahu některých datových vrstev – reálná data z roku 2011. Jedná se samozřejmě o zálohu původních dat, sloužící k demonstračním účelům. Tato veřejně dostupná pilotní verze aplikace Crismapp je dostupná z URL: <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/phd/netek15/>, kompletní zdrojové kódy (zálohy výchozího stavu) jsou k dispozici na CD přiloženém k disertační práci.

Tabulka 16: Souhrn parametrů aplikace Crismapp

Podkladové vrstvy	Tematické (překryvné) vrstvy	Zdroje dat	Typy dat
▪ Satelitní ▪ OpenStreetMap ▪ ZM ČR ▪ Šedá referenční	▪ Výjezdy (2011), zóny, objekty HZS OK ▪ Stanice HZS, SDH ▪ Časová dostupnost výjezdů ▪ Vodstvo, silnice, železnice, městské části ▪ Povodně (1997+Q100), zasažené budovy a obyvatelstvo (1997) ▪ Ortofoto, Katastrální	▪ HZS OK ▪ CDS HZS ▪ ČÚZK ▪ Copernicus	▪ GeoJSON ▪ REST ▪ WMS ▪ WMTS ▪ WFS/WFS-T ▪ Esri Heatmap

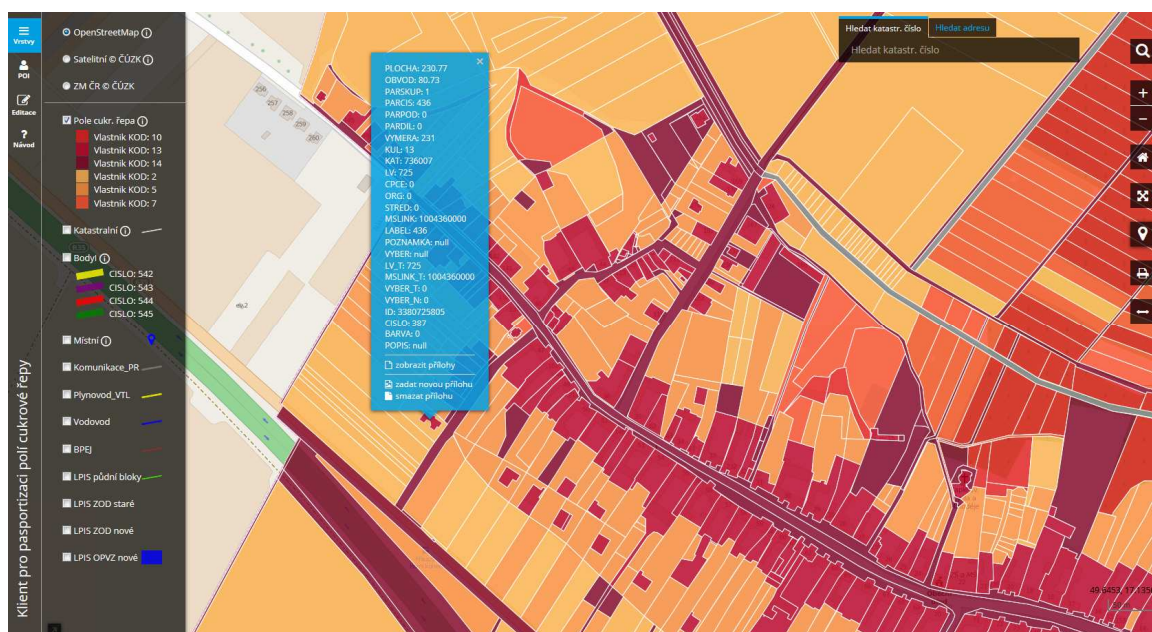
Scénáře	Funkcionalita	Nástroje
▪ Výchozí ▪ Požár ▪ Povodeň ▪ Výbuch Vrbětice	▪ Zoom, pan, náhledová mapa ▪ Odečet souřadnic, měřítko ▪ Dynamická legenda, TOC ▪ POI, editace, scénář, nápověda ▪ Vyhledávání s našeptávačem (atribut + fulltext)	▪ Výchozí pozice ▪ Fullscreen ▪ Aktuální lokace uživatele ▪ Tisk ▪ Měření



Obrázek 68: Testovací provoz aplikace Crismapp na HZS Olomouckého kraje

Koncept aplikace Crismapp byl publikován v odborných člancích, jejich přehled podává kapitola 11 Výsledky.

Značnou flexibilitu aplikace dokumentuje i možnost transformace webového klienta do zcela odlišné oblasti zaměření než krizový management. Pro pilotní studii potřeby precizního zemědělství byl ve spolupráci Katedry geoinformatiky s firmou Geocentrum vytvořen testovací klient se zaměřením na pasportizaci polností (dostupné z URL: <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/phd/netek15/cukr>), který byl publikován v článku: Néték, R., Dostálová Y., Pechanec V. (2014): Mobilní mapový klient pro pasportizaci polí. Listy cukrovarnické a řepařské, 131(4), 137-140.



Obrázek 69: Flexibilitu aplikace dokazuje transformace pro potřeby precizního zemědělství

9 DC 4: TESTOVÁNÍ

Předpoklad: Předpokladem pro úspěšné rozšíření aplikace je provedení pilotního a zátěžového testování, které umožní odhalit případné chyby technického charakteru

Návrh řešení: Série testování pro ověření kritérií kapacity, dostupnosti, výkonnosti aj.

Vývoj obou pilotních aplikací probíhal na základě agilní metody scrum, aplikace tedy byly mnohonásobně testovány během vlastního procesu vývoje. Vedle uživatelského testování popsaného v dílčích kapitolách práce, proběhlo v rámci fáze pilotního provozu také zátěžové testování obou pilotních aplikací (klienta Flex i Crismapp).

Zátěžovým testování webových služeb se podrobněji zabývali Horák, Růžička a kol. (2013) (okrajově zmíněno v kapitole 0). Autoři vycházejí z požadavků INSPIRE, které definují 3 základní kritéria pro webové služby: výkonnost, kapacitu a dostupnost:

- Výkonnost – Dle INSPIRE doba odezvy pro zaslání prvotní odpovědi na požadavek vyhledávací služby musí být za normální situace nejvýše 3 sekundy, u prohlížečské služby nejvýše 5 sekund (pro obraz o velikosti 470 kb).
- Kapacita – Dle INSPIRE minimální počet požadavků simultánně vyřizovaných prohlížečskou službou musí být 20 požadavků za sekundu při současném splnění kvalitativních kritérií týkajících se výkonnosti.
- Dostupnost - Dle INSPIRE dostupnost webových služeb musí být minimálně 99 %.

(Horák, Růžička a kol. 2013)

Je potřeba zdůraznit, že uvedená kritéria INSPIRE slouží primárně pro orientaci - týkají se pouze webových služeb (nikoliv celé aplikace), navíc jsou vztažena vždy k jedné konkrétní službě jediného poskytovatele (nikoliv ke kombinaci od různých poskytovatelů), u parametru prohlížečské služby se jedná o jediný obraz 470kb, zatímco mapové aplikace vrací obraz celého mapového pole, který v závislosti na počtu a charakteru vrstev (rastrové/vektorové) může mít proměnnou velikost. Dle dostupných pramenů pravděpodobně neexistuje závazné nařízení, které by definovalo obdobné kritéria a parametry pro celé aplikace.

V oblasti obecného webdesignu se obecně očekává 100 % dostupnost, zásadnější velmi z hlediska konkurenčního prostředí je parametr výkonnosti, respektive doby odezvy. Rychlost načítání vstupuje jednak do algoritmu vyhledávání Google a ovlivňuje tak pozici ve výsledcích (tzv. SERP) (Google 2010), především pak významně ovlivňuje zájem uživatele o danou stránku. Prachař (2014) uvádí, že „pokud aplikace zareaguje na interakci s uživatelem do 200 ms, vnímá uživatel odezvu jako okamžitou, pokud do jedné sekundy, vnímá uživatel odezvu jako rychlou, nad 3 sekundy už přestává být dojem pozitivní a nad 10 sekund už působí odezva neúnosně“, stejně tak Google pro webové prezentace uvádí uspokojivý čas okolo 1.5 sekundy (Google 2010).

U komplexních mapových aplikací, kombinujících několik zdrojů dat nelze striktně vycházet z východisek INSPIRE pro jednotlivé webové služby ani z obecných východisek pro webové prezentace. Z výše uvedených důvodů definoval autor (na základě expertního odhadu diskutovaného s 2 konzultanty) pro potřeby testování vlastní parametry následovně:

- **Kapacita** – Vzhledem k reálným možnostem testování byl parametr kapacity upraven na 10-20 simultánních přístupů (omezeno počtem počítačů v učebně KGI, kde testování probíhalo).
- **Dostupnost** – Ponechán parametr 99% dle INSPIRE.

- **Výkonnost** – Zásadní roli ve výsledcích testování hraje rychlost připojení, níže uvedené hodnoty jsou určeny pro mobilní zařízení s pomalým mobilním připojením ($< 1 \text{ MB/s}$), u vysokorychlostního internetu lze vycházet z hodnot definovaných INSPIRE do 5ti vteřin. Pro potřeby dílčího cíle a vzhledem k charakteru aplikací využívající cachování, byla výkonnost rozdělena do 2 parametrů:
 - o První načtení – čas odezvy po načtení mapy včetně výchozích dat (nikoliv pouze zaslání odpovědi) byl stanoven na 5ti násobek zobrazení dle INSPIRE, tedy 25 sekund
 - o Opakované načtení – čas odezvy po načtení mapy včetně výchozích dat byl stanoven na 2 násobek zobrazení dle INSPIRE, tedy 10 sekund.

Testování probíhalo duplicitně ze dvou zařízeních s rozdílnou rychlostí připojení pro objektivnější výsledky a vyšší vypovídací schopnost:

- o Stolní PC (Intel Core i7 2700K, 3.5GHz, RAM 8 GB, HDD 500GB, Windows7 Professional 64-bit) s kabelovým připojením 100 Mb/s – odpovídající podmínkám standardního PC operátora HZS
- o Notebook Asus (Intel Core i5 480M, 2.6GHz, RAM 4GB, HDD 640GB, Windows 7 Professional 64-bit) s pomalým WiFi připojením 0.7 Mb/s – simulující nasazení v terénu

Zátěžové testování (ani veřejný přístup) nebyl na server HSZ OK umožněn. Pro potřeby testování byly zcela totožné distribuce aplikace umístěny na čtveřici alternativních úložišť s cílem sledování možných odchylek:

- o Amazon S3 - cloudové úložiště Amazon, zřízené výhradně pro potřeby disertační práce
- o WEDOS- Komerční webhosting autora
- o Server Katedry geoinformatiky UP – vlastní server KGI, pro potřeby testování lze charakteristicky i technologicky považovat za referenční období serveru HZS OK
- o Localhost – lokální přístup k aplikaci

Konkrétní odkazy na URL testovaných aplikací jsou dostupné z: <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/phd/netek15>

9.1 Editační klient (#1)

Kapacita a dostupnost – Zátěžové testování, desktopová varianta. Simultánní přístup 12 uživatelů ze stolního počítače (HP Elite 8300 CMT i7-3770, 8 GB, 500GB, Windows7 Pro) s kabelovým připojením (100 Mbit/s). Zátěžové testování proběhlo v počítačové učebně Katedry geoinformatiky, jednotně v prohlížeči Chrome, pro měření rychlosti odezvy byla použita vývojářská konzole (F12 - Network), pro zachování objektivity v anonymním okně s vymazanou cache pro každý server. Při simultánním přístupu nebyl u žádné varianty pozorován dramatický pokles rychlosti načítání, zpoždění či sekání. Maximální doba načtení při simultánním testování byla 14 sekund, požadavek na kapacitu lze považovat za splněný. Dostupnost 100 %. Aplikace byla načítána vždy ve výchozím zobrazení, tedy s vrstvou OpenStreetMap jako primární podklad překrytou Ortofoto snímkem (WMS ze serveru ČUZK) a vrstvami objekty, zóny a výjezdy (REST z serveru KGI).

Výkonnost – Doba odezvy měřena pro totožnou aplikaci na čtyřech odlišných serverech, u vysoké rychlosti připojení se zanedbatelnými rozdíly. Pro stolní PC s vysokorychlostním internetem při úvodním načtení v průměru 4 sekundy (onload do 500ms, přenesená data 2.8MB), pětikrát opakované obnovení stránky vykazovalo v průměru dobu načtení 3.3 sekundy (onload 150-300ms, přenesená data cca 700KB). Zrychlení díky využití mapové cache je pozorovatelné, nicméně nehraje zásadní roli. Pro notebook s pomalým internetovým připojením je odezva úvodního načtení přibližně desetinásobná, okolo 35 vteřin, třikrát opakované obnovení stránky vykazovalo v průměru dobu načtení lehce přes 10 sekund (onload okolo 500 ms, přenesená data cca 1 MB). Zrychlení díky využití mapové cache je nepochybné, umožňuje stlačit rychlost načtení na třetinu výchozí hodnoty.

Veškeré testování proběhlo v prohlížeči Chrome, při pokusném srovnání s Mozilla Firefox a Internet Explorer 11, Chrome vykazoval o 1 až 2 vteřiny rychlejší čas načtení.

Tabulka 17: Výsledky testování výkonnosti pilotního klienta #1

	Amazon S3		WEDOS		Server KGI		Localhost	
	první	Ø d. pěti	první	Ø d. pěti	první	Ø d. pěti	první	Ø d. pěti
Stolní PC 100Mb/s	3.9 s	3.2 s	4.1 s	3.4 s	3.9 s	3.5 s	3.6 s	3.5 s
	500 ms	220 ms	420 ms	159 ms	166 ms	300 ms	257 ms	200 ms
Notebook 0.7 Mb/s	35.4 s	11.2 s	34.2 s	9.8 s	36.6 s	14 s	31.5 s	9 s
	1.3 s	525 ms	1.7 s	400 ms	610 ms	1.3 s	670 ms	610 ms

Pozn.: první = čas prvního načtení (bez cache); Ø d. pěti = průměrný čas dalších pěti načtení (s cache); první řádek uvádí čas kompletního načtení, druhá hodnotu onload

Vedle vlastního testování byl pro srovnání zařazen výkonový test jednoho z nejpoužívanějších nezávislých nástrojů pro měření dostupnosti webových rozhraní WebPagetest⁹³, který vykazuje dobu odezvy dokonce pod 1 sekundu (Obrázek 70). Detaily testování jsou dostupné z URL: http://www.webpagetest.org/result/150404_VQ_MS1/

⁹³ Dostupné z URL: <http://www.webpagetest.org>

Web Page Performance Test for

geoinformatics.upol.cz/dprace/phd/netek15/1

From: Prague, Czech Republic - Chrome - Cable
4. 4. 2015 19:21:49

[Need help improving?](#)

A	A	F	N/A	F	X
First Byte Time	Keep-alive Enabled	Compress Transfer	Compress Images	Cache static content	Effective use of CDN

[Summary](#) [Details](#) [Performance Review](#) [Content Breakdown](#) [Domains](#) [Screen Shot](#)

Tester: WPTORGPRG-194.212.90.66

[Re-run the test](#)

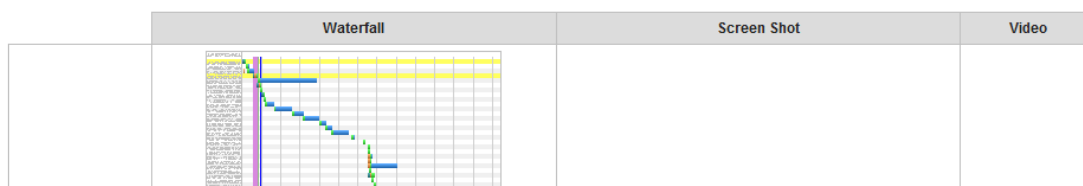
[Raw page data - Raw object data](#)

[Export HTTP Archive \(.har\)](#)

[See in ShowSlow](#)

[View Test Log](#)

	Load Time	First Byte	Start Render	DOM Elements	Document Complete			Fully Loaded			
					Time	Requests	Bytes In	Time	Requests	Bytes In	Cost
First View	0.960s	0.251s	0.000s	18	0.960s	6	69 KB	13.348s	98	4,357 KB	\$\$\$\$\$
Repeat View	0.604s	0.126s	0.000s	18	0.604s	1	6 KB	0.604s	1	6 KB	



Obrázek 70: Výsledky testování výkonnosti pro pilotní klient #1 nezávislým nástrojem WebPagetest (výřez); zdroj: http://www.webpagetest.org/result/150404_VQ_MS1/

V rámci pilotního testování byly následně zařazeny další kroky pro ověření funkcionality, které lze v této kapitole v krátkosti zmínit.

Krok 2: Test na stolním počítači s kabelovým připojením (>100 Mbit/s) operátory HZS. Testováno dvojicí operátorů, navíc s metodou retrospektivního think-aloud. Dle výpovědi operátorů byla aplikace svižná a stabilní. Cílem bylo kritické zhodnocení při nasazení v podmínkách blížící se reálnému nasazení, celková zpětná vazba.

Krok 3: Testování na mobilním zařízení (tablet Samsung Galaxy tab 3) s WiFi připojením. Neúspěšné. Tablety s operačním systémem Android nepodporují zobrazení technologie Flex. Aplikace nebyla načtena.

Krok 4: Dodatečně implementována podpora Flex do systému Android nestandardním postupem. Při WiFi připojení bez znatelných omezení/výkyvů. První načtení aplikace cca 12 sekund, opakovaná načtení v průměru 5-7 sekund díky cache. Tento krok nelze vzhledem k nestandardnímu zásahu do OS Android považovat za relevantní, především pak z pohledu nulové možnosti rozšíření. Závinnost na zvolené technologii Flex a její řešení obsáhle diskutují kapitoly 6.3.1 a 8.1.

Závěry: Z výše uvedeného testování je patrné, že kritéria dostupnosti a kapacity byly naplněny. Co se týče výkonnosti, primárním aspektem testování je rychlost připojení. Vysokorychlostní připojení umožňuje načtení aplikace do 4 vteřin, což lze považovat za dostatečné. U pomalejšího připojení se průměrná doba načtení za pomoci cache pohybuje okolo 10 vteřin, což je na hranici stanovených kritérií. Závažnějším nedostatkem je omezení technologie Flex pouze na desktopová řešení.

9.2 Crismapp (#6)

Pro testování finálního konceptu Crismapp (úroveň 1) byl zvolen obdobný postup jako u editačního klienta, s jediným rozdílem. Pro porovnání výkonnosti byly na všechny čtyři porovnávané servery (Amazon, Wedos, KGI, localhost) umístěny totožné zdrojové kódy

aplikace avšak bez dynamického napojení na administraci. Důvodem tohoto rozhodnutí byla nemožnost připojení k jedné MySQL databázi ze čtyř různých (jiných) serverů, než na kterém je databáze umístěna. Na samotný chod, funkcionalitu i načítání vlastní aplikace toto rozhodnutí nemělo žádný vliv a vlastní klient je plně funkční.

Kapacita a dostupnost – Stejná charakteristika jako v předchozím testování, simultánní přístup 12 uživatelů ze stolního počítače s vysokorychlostním internetem v učebně Katedry geoinformatiky, s vymazanou cache pro každý nový server. U pilotního klienta Crismapp lze v některých případech (prohlížeč Firefox v kombinaci s datově náročnějšími vrstvami) pozorovat mírné zaseknutí (v řádech stovek milisekund) při prvním načtení, což je však důsledek zvolené technologie Leaflet a asynchronního načítání dat. Při simultánním přístupu v prohlížeči Chrome nebyl u žádné varianty pozorován dramatický pokles rychlosti načítání, zpoždění či sekání. Maximální doba načtení při simultánním testování do 10 sekund, požadavek na kapacitu lze považovat za splněný. Dostupnost 100 %, bez jediného problému. Aplikace byla načítána vždy ve stejném výchozím zobrazení, tedy s Ortofoto snímkem (WMS ze serveru ČUZK) jako podklad a trojicí vrstev objekty, zóny a výjezdy (REST z serveru KGI).

Výkonnost – Doba odezvy měřena pro totožnou aplikaci na čtyřech odlišných serverech, u vysokorychlostního připojení v rozmezí 3 sekund při prvním načtení (přenesená data 4.7 MB), maximum pod 4 vteřiny lze považovat za dostačující. Pětkrát opakované obnovení stránky vykazovalo v průměru dobu načtení 2 sekundy, paradoxně v polovině případů je opakované načtení o nepatrný okamžik pomalejší než načtení první (přenesená data cca 1.5MB). Zrychlení díky využití mapové cache je v tomto případě minimální až záporné, při vysoké rychlosti připojení nehraje žádnou roli. Pro notebook s pomalým internetovým připojením byla odezva opět znatelně delší, až 20ti násobná oproti pomalému připojení, pro první načtení okolo 50 sekund (4 MB dat), při opakovaném načtení se většinou čas pohyboval v rozmezí 10 – 25 sekund (700-1500KB přenesených dat, víceméně stejná doba odezvy jako onload). Zrychlení díky využití mapové cache je při tomto typu připojení patrné a zásadně urychluje rychlost načtení. Veškeré testování proběhlo v prohlížeči Chrome, při pokusném srovnání s Mozilla Firefox a Internet Explorer 11, Chrome vykazoval až o 10 vteřin rychlejší čas načtení, navíc bez viditelného „kousnutí“.

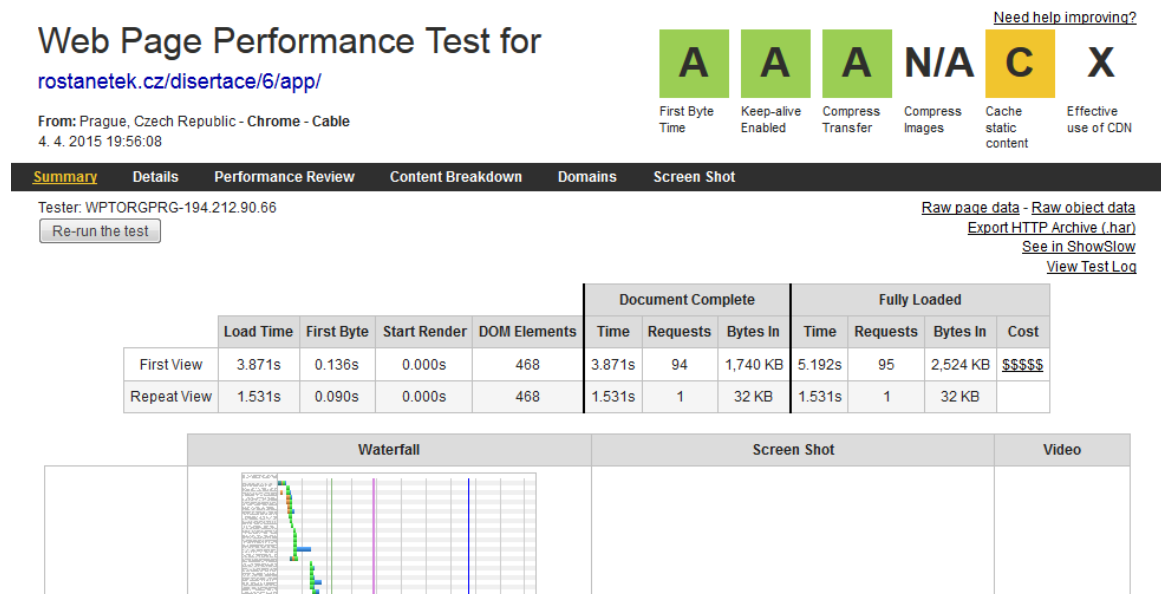
Tabulka 18: Výsledky testování výkonnosti pilotního klienta Crismapp (#6)

	Amazon S3		WEDOS		Server KGI		Localhost	
	první	Ø d. pěti	první	Ø d. pěti	první	Ø d. pěti	první	Ø d. pěti
Stolní PC 100Mb/s	3.7 s	2.5 s	1.8 s	2.1 s	1.2 s	1.8 s	1.1 s	2.1 s
	1.75 s	1.3 s	975 ms	1.3 s	1.6 s	1.5 s	1.5 s	1.5 s
Notebook 0.7 Mb/s	49.6 s	17.5 s	49.3 s	17.5 s	49.2 s	13.5 s	44.5 s	11.7 s
	50 s	17.5 s	48.4 s	17.5 s	49 s	13 s	40 s	12 s

Pozn.: první = čas prvního načtení (bez cache); Ø d. pěti = průměrný čas dalších pěti načtení (s cache); první řádek uvádí čas kompletního načtení, druhá hodnotu onload

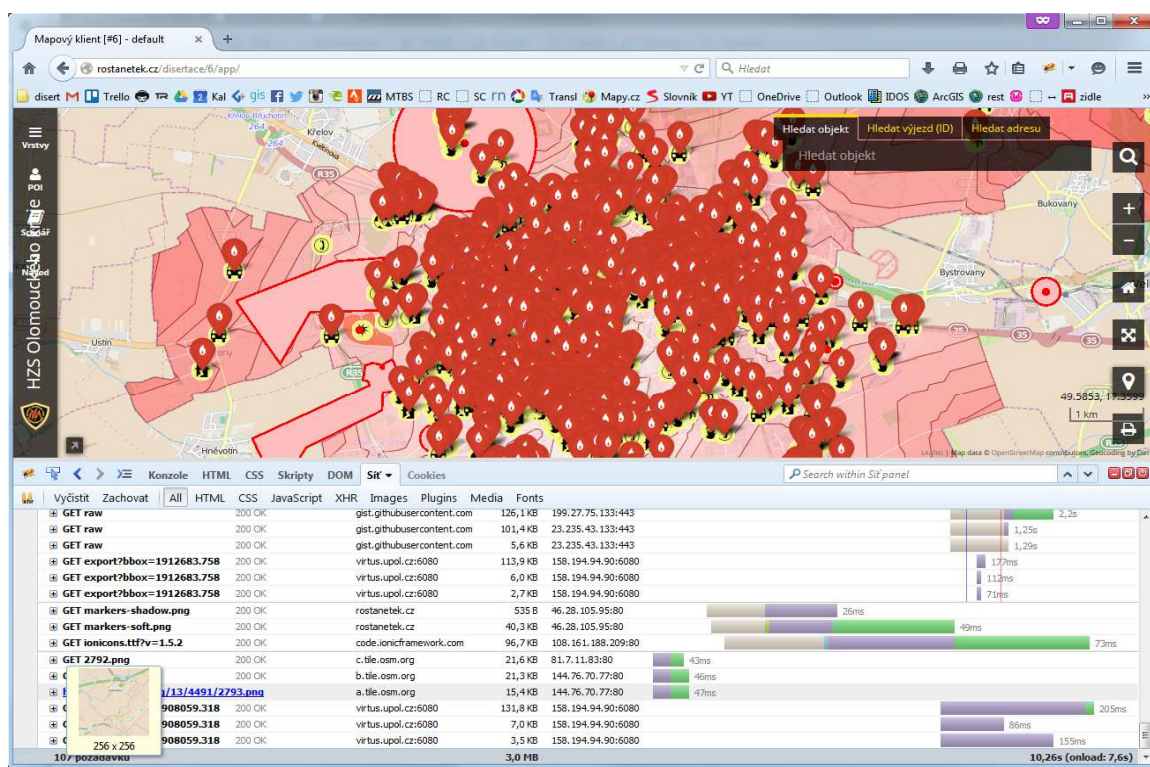
Následně byl proveden test pomocí nezávislého nástroje WebPagetest. Doba odezvy při prvním načtení se pohybuje pod 4 vteřinami, při opakovaném načtení hodnota klesá na 1.5

sekundy (Obrázek 71). Detaily testování jsou dostupné z URL: http://www.webpagetest.org/result/150404_95_NYJ.



Obrázek 71: Výsledky testování výkonnosti pro pilotní klient Crismapp nástrojem WebPagetest při výchozím zobrazení vrstev (výřez); zdroj: http://www.webpagetest.org/result/150404_95_NYJ/

Pro zjištění závislosti datové náročnosti vrstev, které jsou aktivní při načtení aplikace, byl test opakován s maximálním možným datovým tokem, tedy s aktivními všemi vrstvami hned při spuštění. Při prvním zobrazení bylo nutné načíst a zobrazit obsah všech vrstev do mapového pole. Jako vstupní parametr byla v tomto případě již použita URL ostrého klienta (napojeného na administraci). Opakovaně potvrzený výsledek v rozmezí 10-15 vteřin vysokorychlostního připojení, při načítání 15ti různých vrstev od rozdílných poskytovatelů lze hodnotit velmi pozitivně.



Obrázek 72: Výsledky výkonosti při zapnutí všech dostupných vrstev – 10.26 vteřin

V rámci pilotního testování konceptu Crismapp přímo operátory HZS proběhlo zaučení zástupce HZS OK autorem na stolním počítači (viz kapitola 8.2.9) i simulace terénního nasazení na tabletu (mobilní internet). Manipulace s aplikací byla přenechána zástupci HZS mimo operační středisko. Je potřeba brát v potaz, že se nejednalo o reálně stresovou situaci, reakční doba aplikace úměrná síle signálu mobilního internetu a aktivním vrstvám. Diskutována byla především velikost ikon pro změnu měřítka a symbologie. Na základě připomínek byl přepracován vzhled tlačítek (kapitola 7.5) – velikost zvětšena z původní velikosti o cca 1/3 včetně zvětšení rozestupů mezi jednotlivými tlačítky tak, aby nedocházelo k „překlikům“ – tento požadavek vzešel z možnosti ovládání tabletu při terénním výjezdu v automobilu.

Závěry: Z výše uvedeného testování je patrné, že kritéria dostupnosti a kapacity navrhnutého konceptu Crismapp byly naplněny. Co se týče výkonosti, primárním aspektem testování je rychlost připojení. Vysokorychlostní připojení umožňuje načtení do 2-4 vteřin, což lze považovat za výborné. U pomalejšího připojení (< 1 MB/s) se průměrná doba načtení za pomoci cache pohybuje v rozmezí 12 – 17 vteřin (limit 10 s), pro první načtení okolo 50 vteřin (limit 25 s), což je překročení vlastních limitů. Je však potřeba kalkulovat s faktem, že aplikace načítá data z cizích zdrojů (webové služby), proto překročení limitu nelze připisovat pouze na vrub vlastnímu řešení, ale také závislosti na datovém přenosu, v tomto případě hlavně obrazových dat leteckých snímků služby WMS z ČÚZK. V neposlední řadě je potřeba přiznat, že stanové limity jsou možná až příliš tvrdé, s ohledem na fakt, že výchozí pravidla INSPIRE platí pouze pro jeden obraz jediného poskytovatele.

10 DC 5: NÁVRH METODIKY

Návrh metodiky je vyústěním předchozích dílčích cílů. Shrnuje v sobě teoretická východiska i praktické poznatky ověřené obsahem této práce. Cílem kapitoly je podat komplexní hodnotící metodu s ohledem na specifika krizových situací. Navržená hodnotící kritéria byla definována se záměrem aplikace hodnocení ve všech fázích cyklů krizového jevu. Obecným posláním celé kapitoly je předložit univerzální nástroj, umožňující objektivní hodnocení aplikací s cílem geografické podpory krizového řízení. Použití hodnotících kritérií lze aplikovat v následujících fázích vývoje aplikace:

- Fáze teoretického návrhu – smyslem je předejít všem potencionálním problémům již ve fázi strategického plánování
- Fáze vývoje – vedle ověření správného směru vývoje, lze stále předejít koncepčním problémům, respektive operativně a zavčas na problémy již vzniklé při minimálních nákladech zareagovat
- Pilotního testování – odhalí zásadní nedostatky a umožní reagovat na vzniklé situace ještě před reálným nasazením (oprava, vydání beta verze, oddálení spuštění apod.)
- Stávajících aplikací – slouží jako kritéria hodnocení či porovnávání

V rámci dílčího cíle 5 bylo na základě nabitých zkušeností a vědomostí v průběhu práce a po diskuzi s vedoucím práce rozhodnuto využít dvě metody hodnocení: heuristickou analýzu použitelnosti a princip Maslowovy pyramidy. Důvodem tohoto kroku byla sice komplexní, ale tematicky obsáhlá a tím pádem časově náročnější Heuristická analýza.

Tabulka 19: Porovnání hodnotících metod

Metoda	Počet	Náročnost	Odbornost	Požadavky
Heuristická analýza použitelnosti	Spíše menší počet hodnotitelů	Časově náročné, úměrné počtu respondentů	Převážně odborníci v oboru	Minimální: digitální nebo analogová verze hodnotícího sešitu
Maslowova pyramida	Spíše větší počet hodnotitelů	Minimálně časově náročné	Libovolné	Minimální: analogová nebo digitální verze pyramidy

10.1 Heuristická analýza použitelnosti

Cílem snažení posledního dílčího cíle je, aby výsledný produkt byl smysluplný, použitelný a funkční, respektive aby předložená metodika na takový produkt odkazovala. Primárním nástrojem byla zvolena Heuristická analýza použitelnosti. Heuristická analýza je dle Nielsen (1994) „kvalitativní zhodnocení kompletního webu, aplikace, nebo systému, díky kterému získáme přesnou představu o slabých a silných místech testovaného objektu.“ I když se jedná o subjektivní metodu, hodnocení probíhá dle předem přesně stanovených kritérií. Formulace kritérií a parametrů vychází zpravidla z komplexního vzorku zkoumaných řešení, čímž je snaha subjektivní vliv eliminovat na nejnížší možnou míru. Heuristická metoda patří mezi klasické a osvědčené metody hodnocení, zpravidla je vykonávána menším počtem hodnotitelů (do 5 osob). Vyšší počet hodnotitelů již nemá na kvalitu výsledků zásadní vliv,

s vyšším počtem hodnotitelů nedochází ke zpřesnění výsledků, naopak časové (finanční) požadavky stále stoupají úměrně počtu hodnotitelů. Částečnou nevýhodou zvolené metody je požadovaná odbornost, úroveň znalostí a zkušeností k efektivnímu použití heuristik. V případě vhodně zvolených hodnotitelů poskytuje heuristická analýza relativně rychlou a levnou zpětnou vazbu (Čapková 2010) umožňující navrhnout vhodná nápravná opatření.

Heuristická analýza použitelnosti vychází z 10 principů použitelnosti dle Nielsen (1994), (Inflow 2015):

- Viditelnost stavu systému,
- Propojení systému a reálného světa,
- Uživatelská kontrola a svoboda,
- Standardizace a konzistence,
- Prevence chyb,
- Rozpoznání namísto vzpomínání,
- Flexibilní a efektivní použití,
- Estetický a minimalistický,
- Schopnost uživatelů pochopit, poznat a vzpamatovat se z chyb,
- Náповěda a návody.

V rámci práce vznikl soubor 170 hodnotících otázek, jako komplexní způsob hodnocení. Tento soubor je rozdělen do 10 logických kategorií odpovídající základním aspektům dílčích cílů: (Obecné, GIS, Karto, Použitelnost, Administrace, Bezpečnost, Obsah, Grafika, Vyhledávání, Technologické). Fakticky se jedná o tabulkový soubor GoogleDocs (cloudová obdoba MS Excel) rozdělené do 1+10 listů. Každý z 10 listů obsahuje sérii (11-37) tematicky příbuzných otázek dle uvedených kategorií. Otázky jsou pokládány ve formě např.: „Aplikace se v pořádku načte, zobrazí a funguje“. Hodnotící metodika spočívá v přiřazení odpovědi ke každé zodpovězené otázce, odpovědi se přiřazují ve formě ohodnocení z předdefinované množiny hodnot: -1 = nesplňuje, 0 = částečně, 1 = splňuje, prázdné pokud otázka není relevantní. Otázka je uvedena v poli B, odpověď hodnotitel zadává do pole D (zvýrazněno). V závislosti na specifikaci koeficientu (výchozí hodnota 1 v poli A – rozdílný koeficient může, ale nemusí být zadán), je vypočítáno skóre jednotlivé otázky v poli E. Pole F slouží pouze jako pomocné pro výpočet celkového skóre, pro případné poznámky je určeno pole F. Kompletní seznam hodnotících listů se všemi otázkami je součástí příloh 1 a 4.

Prvním listem celého dokumentu je list „Výsledky“. Tento list přehledně zobrazuje statistiky (počet otázek, odpovědí, % zodpovězených) a souhrnné výsledky za jednotlivé listy i celkový výsledek. Výsledky lze odečítat v absolutních hodnotách (= bodech) i procentuálním přepočtem (= skóre). V případě, že hodnotitel využije možnosti koeficientu, jsou body i skóre zobrazeny bez i s koeficientem (Obrázek 74).

Jak uvádí Čapková (2010) „heuristiky nejsou pevný seznam definitivních faktů, jedná se o jistá vodítka, která může hodnotitel použitelnosti použít jako startovní čáru, od které začne aplikovat svou expertízu“. Z tohoto vychází i předkládaný soubor otázek. Seznam otázek ani listů není závazný a neměnný - naopak se očekává možnost doplnění či rozšíření operativně v kontextu individuálně hodnocené aplikace.

Obrázek 73: Hodnotící kritéria heuristické analýzy jsou rozdělena do 10 logických kategorií (listů)

Obrázek 74: První list poskytuje výsledky hodnotících kritérií (údaje pro Crismapp)

Aplikace Crismapp dosáhla pomocí této metody hodnocení skóre 97 % (viz Obrázek 74), řešení ArcGIS Viewer for Flex (pilotní aplikace #1, centrální mapový klient CDS HZS) pak 92 %. Na základně expertního odhadu byla minimální hranice použitelnosti stanovena na 90 %. V kontextu (ne)interoperability řešení Flex je možné některé koeficienty Heuristické analýzy (dostupnost) naddimenzovat, potom by stanovená hranice splněna nebyla.

10.2 Maslowova pyramida

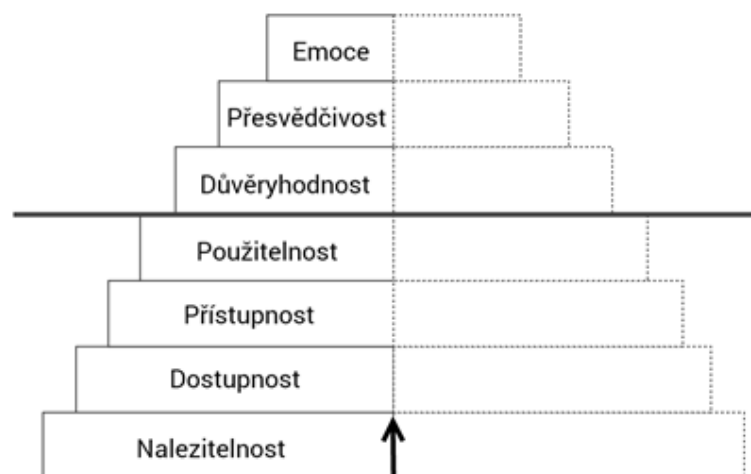
Vzhledem k relativně vysokému počtu hodnotících otázek, vyžadující poctivý a časově náročný proces zpracování, byla navržena alternativní (jednodušší) metoda, vycházející z principu Maslowovy pyramidy. Maslowova pyramida potřeb, v prostředí webdesignu známá jako Maslowova pyramida webdesignu, je teorie Abrahama Maslowa, znázorňující potřeby v logickém pořadí ve formě pyramidy (Řezáč 2014). Základní myšlenkou je, že pokud nedojde k naplnění potřeb ve spodních patrech pyramidy, celý systém se zhroutí. Analogicky v oblasti webdesignu zkoumaná aplikace musí stát na základech-nejdůležitějších parametrech (naležitelnost, dostupnost). Princip Maslowovy pyramidy a její přenesení pro aplikace krizového managementu je popsána podrobně v kapitolách 4.3 a 7.1.

Předkládaný návrh metodiky hodnocení dělí svisle pyramidu na 2 zrcadlové části. Levá polovina vychází z obecného principu Maslowovy pyramidy s přihlédnutím ke specifikům krizového managementu tak, jak je popsáno v kapitole 7.1. Jedná se tedy o posloupnost kroků (pater pyramidy) od základů vzhůru v pořadí:

- naležitelnost a dostupnost – základní pilíře pyramidy, pokud uživatel aplikaci nenajde nebo by aplikace nebyla dostupná, zbytek pyramidy postrádá smysl, jedná se o nezbytně nutné podmínky
- přístupnost – odpovídá na otázku, jestli je aplikace přístupná a uživatel ji dokáže ovládat
- použitelnost – použitelnost aplikace ve vlastním slova smyslu, intuitivnost použití
- přesvědčivost a důvěryhodnost – odpovídá na otázku důvěryhodnosti autora, bezpečnosti apod.
- emoce – vytvoření pozitivní vazby u uživatele, oblíbenost na základě pozitivních emocí, vrchol pyramidy

Jak již bylo zmíněno, principem hodnotící metody je postupný průchod všemi patry pyramidy od základů vzhůru ke špičce. V případě dosažení vrcholu pyramidy lze aplikaci považovat za smysluplnou a řádně navrženou, naopak vypadnutí z cyklu pyramidy v některém z pater přímo odkazuje na zásadní nedostatek hodnoceného řešení. Jedná se o velmi rychlou, časově i finančně nenáročnou, ale zároveň efektivní metodu pro odhalení chyb ať už v procesu návrhu aplikace nebo pro funkční řešení. Hodnocení není striktně vázáno na erudovaného odborníka jako u heuristické analýzy. Z pohledu klasifikace úspěšnosti/neúspěšnosti je pochopitelně primárním cílem dosáhnout vrcholu pyramidy, pak lze subjekt hodnotit pozitivně.

V kontextu krizového managementu jakožto úzce profilované cílové skupiny, nelze striktně vycházet ze všech aspektů konkurenčního (business) prostředí klasického webdesignu: např. naležitelnost v obecné rovině stojí na marketingu a SEO, přesvědčivost a důvěryhodnost u krizových aplikací může být naopak jednoznačně zaručena legislativou, vzhledem k tematickému zaměření a časovým okolnostem nelze očekávat vytvoření pozitivní vazby (viz kapitola 7.1.). Na základě expertního odhadu a zkušeností autora proto lze pomyslnou laťku smysluplnosti snížit nad patro použitelnosti. Jinými slovy aspekty naležitelnost-dostupnost-přístupnost-použitelnost jsou vždy nezbytným předpokladem, pokud při hodnocení aplikace dojde k vypadnutí z pyramidy „pod čarou“, pak lze jednoznačně hovořit o nepoužitelném řešení. Patra od aspektu důvěryhodnosti výše je potřeba v oblasti krizového managementu hodnotit vždy individuálně v kontextu zaměření aplikace, cílové skupiny a dalších okolností.



Obrázek 75: Aplikace Maslowovy pyramidy pro hodnocení v krizovém managementu, v pravé části může autor seřadit aspekty dle svého uvážení - v případě nesymetrického obrazu není strategie aplikace správná a je potřeba ji přehodnotit

Pravá část pyramidy ⁹⁴ je ve výchozím stavu otevřená, jedná se o volitelnou část, umožňující zapojení vývojáře/autora do hodnocení s cílem zvýšení sebereflexe. Vychází z předpokladu, že do volných pater pyramidy si hodnotitel sám dosadí aspekty. Hodnotitel vybírá ze stejné množiny aspektů (levá část), avšak jejich pořadí důležitosti určuje dle svého uvážení. V praxi se tak jedná o nezávislé subjektivní ohodnocení (seřazení) uvedených sedmi aspektů dle důležitosti od nejvíce po nejméně důležitý aspekt. Autorská posloupnost aspektů je poté ve vzestupném pořadí zařazena do pravé (volné) části pyramidy. Cílem je pochopitelně zrcadlový obraz levé a pravé poloviny. V případě zachování symetrické pyramidy si je autor správně vědom aspektů použitelnosti a u hodnocení Maslowovou pyramidou lze předpokládat pozitivní výsledek. Nesymetrický obraz pyramidy je ukazatelem nevhodné strategie celého projektu použitelnosti a smysluplnosti aplikace. Tento způsob hodnocení je vhodný, mimo hodnocení ex-post, zařadit ihned na začátku celého procesu návrhu, ještě před vlastním vývojem či ihned po jeho započetí.

Na základě zkušeností autora, lze doporučit aplikovat hodnocení Maslowovou pyramidou opakovaně, především jako reflexi nesprávně vedené strategie nebo preferování pouze některých dílčích aspektů (např. nesebekritických webdesignerů, nedodržující standardy a konvence, či preferujících vizuální stránku nad ostatními aspekty). Pokud by byla ve strategii nesprávně preferována např. emoční stránka nad dostupností, pak skutečnost, že se pomyslná pyramida zřítí, lze v tomto případě odhalit při minimálních nebo nulových ztrátách prakticky ihned.

Závěr: Maslowova pyramida přináší rychlý, levný, ale zároveň velmi efektivní nástroj pro hodnocení smysluplnosti (nejen) krizových aplikací. V případě vypadnutí hodnoceného subjektu z pyramidy ve spodních patrech, lze očekávat neúspěch navrženého řešení, naopak dosažení vrcholu pyramidy indikuje na správnou strategii aplikace. Volitelná pravá část pyramidy umožňuje sebereflexi autorského týmu ještě před/v průběhu vlastního návrhu.

⁹⁴ Myšlenka pravé části pyramidy vznikla na základě konzultace s dr. Vondrákovou

11 VÝSLEDKY

Oblast krizového managementu je komplexní záležitostí. Cílem krizového řízení je pokud možno předejít nebo minimalizovat ztráty na majetku a lidských životech v případě krizové situace, čemuž může pomoci vhodně řešená aplikace pro podporu rozhodování složek IZS. Výsledky této disertační práce byly vytvořeny s cílem komplexního náhledu na problematiku webových aplikací z pohledu technologického, datově-obsahového, uživatelského i obecně-organizačního. Snahou autora bylo aplikovat nejnovější trendy a poznatky nejen z oboru GIS/GIT, ale i metody obecného webdesignu. Záměrem práce bylo prezentovat komplexní seznam metod a postupů pro zefektivnění krizového řízení a aplikovat je na koncept pilotní aplikace. Hlavním cílem disertační práce bylo vymezit soubor pravidel, metod a doporučení určených pro sestavení pokročilých webových mapových klientů určených pro podporu rozhodovacích procesů krizového řízení, k čemuž bylo využito dílčích cílů.

Prvotním výsledkem bylo definování pojmu WebGIS 2.0 jakožto originální řešení autora, využívá strategii orientace na uživatele (nikoliv na systém), pro který zavádí pojem **pro-uživatelský přístup** jako alternativu user-centered design a teoretický koncept „funkce scénář“, jakožto vlastnost adaptivního přizpůsobení dle předdefinovaných scénářů v navrhované webové aplikaci. Oproti CWMS (Contextual Web Map Service) přináší **funkce scénář** - nezávislost na datovém typu, jednotnou symbologii a upřednostnění volby scénáře o krok dříve na pomyslné časové ose. Funkce scénář jako taková je dílčí funkcionalitou finálního návrhu aplikace. Koncept **WebGIS 2.0** ze stylistického pohledu kombinuje myšlenky WebGIS + Web 2.0, z technologického pohledu koncepce kombinuje nejmodernější metody v kontextu GIT, vychází z kombinace metod servisně-orientované architektury a internetu jako platformy (Rich Internet Application). Z pohledu záměru práce lze WebGIS 2.0 považovat za předpoklad umožňující naplnit stanovené cíle.

DC 1: Technologický aspekt – Výsledkem prvního dílčího cíle je analýza technologických aspektů webových mapových aplikací. Základem je řešení **nedostatků tzv. předcházející generace** vycházející z přímé konfrontace technologických i uživatelských aspektů předcházející generace vůči konceptu WebGIS 2.0. Kapitola analyzuje obecný pohled a přístup ke geoinformačním technologiím, konkrétní platformy (Flex, HTML5, Silverlight) i knihovny (Leaflet, ArcGIS API, OpenLayers), dále hodnotí datové zdroje. Konkrétně kladně kvituje rozšíření webových služeb, **upřednostňuje** nahrazení WMS dlaždicovou variantou **WMTS**, naopak silně **kritizuje překonaný lokální přístup** k datům, na jejímž základě poskytuje vlastní řešení, tzv. **hybridní přístup**. Dále kapitola předkládá návrh cloud computingu jako platformu pro sdílení dat, na základě diskuze ohledně zajištění **bezpečnosti a soukromí** však **cloud computing** doporučuje nikoliv jako prioritní, ale jako alternativní variantu. V poslední podkapitole autor přichází s myšlenkou komunitního mapování a sociálních sítí jako alternativní avšak rychlé alternativě zdrojů prostorových dat pro krizové řízení. Diskutuje přínos Krizové mapy Česka a přichází s myšlenkou aplikace frameworku See-Think-Do pro krizové řízení.

Konkrétní doporučení lze shrnout následovně: Řešení tzv. předcházející generace (robustní neflexibilní serverové systémy) jsou překonané a objektivně nevhodné. Jednoznačně lze doporučit nahrazení navrhovaným principem WebGIS 2.0, kombinujícím princip internetových technologií a servisně orientované architektury, při respektování pro-

uživatelského přístupu. Z pohledu vhodných technologií HTML5 jednoznačně převyšuje Flex, z důvodu podpory mobilními zařízeními. Z konkrétních knihoven doporučuje Leaflet, případně ArcGIS API for JS, z webových služeb WMTS a WFS-T. Definováním hybridního přístupu jednoznačně preferuje otevřený formát GEOJSON, naopak rezolutně odmítá uzavřený Shapefile jako formát pro webové aplikace. V oblasti krizového managementu pravděpodobně nelze v blízké budoucnosti očekávat širší prosazení principů cloud-computingu, minimálně ne u dat neveřejného či utajeného charakteru, protože (i přes nesporné výhody) nesplňuje zásadní požadavek nezávislého fungování systému a zajištění bezpečnosti. Data získaná na základě metod komunitního mapování mohou sloužit jako alternativa ke konvenčním zdrojům informací. Zásadní je fáze verifikace dat. Zvláště pak nelze ignorovat potenciál sociálních sítí, jakožto nejrychlejšího zdroje informací. Autor přichází s myšlenkou aplikace frameworku See-Think-Do, jakožto zapojení veřejnosti do procesu komunitního mapování ve třech úrovních. V tomto přístupu i Krizové mapě ČR se uživatelé stávají vlastním zdrojem informací i nástrojem verifikace těchto informací.

Výsledky řešení prvního dílčího cíle (DC1) byly prezentovány v následujících recenzovaných publikacích:

- Néték R., Dobešová Z., Vávra A. (2013): Innovation of Botany Education by Cloud-based Geoinformatics System. In: Wang Q. (Ed.): Innovative Use of Online Platforms for Learning Support and Management. Int. J. Information Technology and Management. ISSN: 1741-5179.
- Néték, Vondráková, Dobešová: BotanGIS: Cloud-oriented Solution for Thematic Maps of Botanical Garden. Proceedings of 26th International Cartographic Conference, Dresden, 2013. ISBN 978-1-907075-06-3
- Néték, R. (2013): Interconnection of RIA and Cloud Computing for Web Map Solutions. SGEM 2013. Conference Proceedings Volume I, STEF92 Technology Ltd., Sofia, Bulgaria, ISSN 1314-2704
- Vondráková A., Voženílek V., Néték R.: Service-Oriented Architecture as a Tool for Map Synthesis. In: Ed. Jobst, M. Service-Oriented Mapping 2012, Jobstmedia Management Verlag, Wien, 2012. ISBN-13: 978-3-9502039-2-3.
- Vondráková A., Voženílek V., Néték R.: Non-technological Aspects of Service-Oriented Map Production Service-Oriented Architecture as a Tool for Map Synthesis. In: Ed. Jobst, M. Service-Oriented Mapping 2012, Jobstmedia Management Verlag, Wien, 2012. ISBN-13: 978-3-9502039-2-3.
- Néték, R. (2013): HTML5 & RIA jako nová éra WebGIS? In: Sborník příspěvků, Symposium GIS Ostrava 2013 VŠB-TU Ostrava.
- Néték, R. (2012): Impact of the Implementation of HTML5 Elements into WebGIS Applications. Proceedings of First InDOG Doctoral Conference. Olomouc, Palacký University. ISBN: 978-80-244-3260-1.
- Néték, R. (2012): New trends in Geoinformatics: Eye-tracking, RIA, Cloud-computing. In: Svobodová, H. (ed.): Geography and Geoinformatics: Challenge for Practise and Education. Proceedings of 19th International Conference. Brno, Masarykova universita. ISBN: 978-80-210-5799-9

- Nétek, R.: WebGIS 2.0 Concept for Crisis Management Information System. In: Proceedings of International Workshop of the ICA Commission Cartography in Early Warning and Crisis Management, Wuhan, China, 2013.

DC 2: Aspekt uživatelského rozhraní – Výsledkem druhého dílčího cíle je analýza použitelnosti uživatelského rozhraní. Jedná se o aplikaci metod User Experience a User Interface (UX/UI). Autor definuje základní tvrzení, které je cílem dalšího snažení: „**mapa použitelná (nejen) při krizových situacích je taková mapa, která je intuitivní a nenutí uživatele ve stresové situaci přemýšlet**“. Maslowova pyramida poskytuje komplexní nástroj pro zajištění použitelnosti, umožňuje naplnit smysluplnost mapy. Obecný přístup autor rozšiřuje o specifika krizového managementu. Dále kapitola popisuje princip **uživatelského testování**, s jednoznačným závěrem nutnosti zařazení uživatelského testování do procesu návrhu krizových aplikací včetně otestování na reálné cílové skupině. Následující podkapitoly se zabývají **nutností optimalizace uživatelského rozhraní mobilním zařízením** a aplikací **metod UI** z pohledu kompozice a grafických elementů mapy.

Konkrétní doporučení lze shrnout následovně: UX poskytuje vhodné nástroje pro respektování použitelnosti. Jako vhodný nástroj pro docílení uživatelsky použitelné aplikace lze doporučit koncept Maslowovy pyramidy. Provedení uživatelského testování je zcela zásadní nástroj pro ověření použitelnosti navrhovaného i stávajícího řešení. Ustálené konvence a standardy bývají zpravidla nadřazeny teoretickým poučkám, je však více než vhodné ověřit tuto skutečnost právě uživatelským testováním. Při návrhu aplikací je nutné reflektovat přizpůsobení mobilním zařízením nebo ještě lépe z mobilních rozhraní přímo vycházet (mobile-first). V případě požadavku neměnné kompozice není responsivní přístup zcela vhodný, lepším řešením je optimalizované rozhraní. Vizualní zpracování a celková kompozice ovlivňují intuitivnost respektive chování uživatele nad mapou. Při tvorbě kompozice lze vycházet z osvědčeného pravidla F (obzvláště u širokoúhlých zařízení lze doporučit svislou kompozici listů oproti vodorovné), nicméně v závislosti na konkrétním projektu, cílové skupině a zvyklostem lze důrazně doporučit uživatelské testování na vzorku respondentů reálných uživatelů. Obecně ve webovém prostředí je nutné vycházet ze zákonitostí interakčního designu (jednoznačně identifikovatelné odkazy a interakční prvky). Také do této oblasti zasahuje vliv pro-uživatelského přístupu. Flat design odkazující na použitelnost omezuje rušivé a zbytečné grafické elementy, je potřeba dodržovat minimální velikost ovládacích prvků mapy.

Výsledky řešení druhého dílčího cíle (DC2) byly prezentovány v následujících recenzovaných publikacích:

- Nétek, R. (2013): Designing of Smart Client for Fire Brigade of Olomouc Region. Proceedings of Second InDOG Doctoral Conference. Olomouc, Palacký University. ISBN: 978-80-244-3735-4.
- Pánek, Nétek, Vávra, Voženílek: Web atlas technology as a tool of Czech Official Development Assistance. Proceedings of 26th International Cartographic Conference, Dresden, 2013. ISBN 978-1-907075-06-3
- Dobešová, Z., Burian, J., Miřijovský, J., Vávra, A., Nétek, R., Popelka, S.(2013): Tvorba geografického informačního systému malého území. Univerzita Palackého, Olomouc, 106s.ISBN 978-80-244-3825-2

DC 3: Pilotní aplikace-případové studie – Dílčí cíl popisuje proces realizace série případových studií. V rámci disertační práce vzniklo **7 pilotních aplikací**, výsledky jsou dostupné z URL: <http://geoinformatics.upol.cz/dprace/phd/netek15>. Aplikace #1 byla vytvořena na základě požadavků a konzultací s operátory Hasičského záchranného sboru Olomouckého kraje, proto je jí věnována celá podkapitola, popisující proces návrhu, vlastní vývoj i zpětnou vazbu k reálnému nasazení ze strany HZS. Vzhledem k zvolené technologii Flex, která neumožňuje zobrazení na mobilních zařízeních, byly navrženy alternativní dvojice klientů. Klient #4 se vyznačuje optimalizovaným rozhraním pro dotykové mobilní zařízení, aplikace #5 implementuje vrstvy sociálních sítí jako příklad komunitních zdrojů, klient #7 poskytuje srovnání před a po výbuchu muničního skladu ve Vrběticích. **Hlavním praktickým výsledkem celé práce je návrh konceptu Crismapp** (Crisis Map Application). Jedná se o reálně nasazený klient pro potřeby krizového managementu primárně v první fázi krizového cyklu, respektující všechny dílčí poznatky a teoretická východiska zjištěné v předchozí části práce.

Z hlediska cílové skupiny je Crismapp určena pro strategické, taktické i operační řízení, fakticky je dostupná ve třech úrovních: vizualizace, rozšířený editační režim, plná administrace. Technologicky aplikace vychází z principu WebGIS 2.0, podporuje celou řadu webových standardů i hybridní přístup (GeoJSON). Je vytvořena na základě značkovacího jazyku HTML5, Mapovou funkcionalitu obstarává Leaflet, obsah je dynamicky generován pomocí PHP. Vedle základní mapové funkcionality disponuje řadou pokročilých funkcí, zmínit lze editační režim umožňující editaci atributové i prostorové složky geodat přímo v prostředí webového prohlížeče, napojení na cloudové úložiště GitHub/Gist zaručující centralizovaný přístup a možnost verzování, implementace již zmíněné funkce scénář se 4 předdefinovanými kontexty (výchozí, požár, povodeň, Vrbětice) či komplexní administraci. Aplikace je naplněna reálnými daty pro reálné účely, umožňuje centralizovanou aktualizaci a správu dat v reálném čase a momentálně se nachází ve fázi pilotního testování ze strany HZS OK. Flexibilitu navrženého řešení dokumentuje pilotní transformace do oblasti precizního zemědělství.

Výsledky řešení prvního dílčího cíle (DC3) byly prezentovány v následujících recenzovaných publikacích:

- Nėtek, Voženřlek, Balun (2014): Rich Internet Application for Crisis Management Support – Case Study on Floods in Olomouc City. In Proceedings of the Fifth International Conference on Innovations in Bio-Inspired Computing and Applications IBICA 2014. Advances in Intelligent Systems and Computing, vol 303, pp 111-120. ISBN 978-3-319-08155-7.
- Nėtek, Balun (2014): WebGIS Solution for Crisis Management Support - Case Study of Olomouc Municipality. In Computational Science and Its Applications – ICCSA 2014. Lecture Notes in Computer Science, vol. 8580, pp 394-403. ISBN 978-3-319-09128-0.
- Nėtek, R.: Smart klient pro krizové řízení. In: Sborník příspěvků, Symposium GIS Ostrava 2014 VŠB-TU Ostrava.
- Nėtek, R.: Smart Web Client for Crisis Management Support. Proceedings of The 9th International Conference on Geoinformation for Disaster Management, Hanoi, Vietnam, 2013.
- Nėtek, R. On-screen Editing of Map Content via Web Browser in Real Time. CARTOCON2014 Conference Proceedings .1st edition, CARTOCON2014 conference, Palacký University, Olomouc, 110 p.s.ISBN 978-80-244-3979-2

- Néték, R., Dostálová Y., Pechanec V. (2014): Mobilní mapový klient pro pasportizaci polí. Listy cukrovarnické a řepařské, 131(4), 137-140.

DC 4: Testování – Vedle uživatelského testování popsaného v dílčích kapitolách práce, proběhlo v rámci fáze pilotního provozu také zátěžové testování obou pilotních aplikací. Výsledkem čtvrtého dílčího cíle je návrh, provedení a vyhodnocení testování dle kritérií výkonnosti, kapacity a dostupnosti. Návrh kritérií vychází z parametrů, které definuje direktiva INSPIRE pro webové služby. U výkonnosti dochází k vydělení prvního načtení a opakovaného načtení, zásadní vliv na výsledky testování přináší rychlost internetového připojení, proto celé testování zohledňuje dvě rychlosti. Vlastní testování proběhlo na čtveřici úložišť s cílem sledování možných odchylek (cloudové Amazon S3, komerční webhosting, vlastní server, localhost).

Kritéria dostupnosti a kapacity (souběžný přístup 12 klientů, 100 % dostupnost) byly beze zbytku naplněny u obou testovaných aplikací. Zásadní roli v průběhu aspektu testování je rychlost připojení. Vysokorychlostní připojení (> 100 MB/s) umožňuje načtení obou testovaných aplikací do limitu 5 vteřin. U pomalého připojení (< 1 MB/s) se průměrná doba načtení editačního klienta #1 za pomoci cache pohybuje okolo 10 vteřin, což je na hranici stanovených kritérií, za kritický nedostatek je nutné považovat omezení technologie Flex pouze na desktopová řešení. Průměrná doba načtení vlastního konceptu Crismapp za pomoci cache se pohybuje lehce nad limitem 10 vteřin, pro první načtení je to však dvojnásobek limitní hodnoty, cca 50 vteřin. Překročení stanovených limitů nelze připisovat pouze na vrub vlastnímu řešení, ale závislosti na datovém přenosu. V neposlední řadě je potřeba přiznat, že stanové limity jsou možná až příliš tvrdé (výchozí pravidla platí pro jeden obraz jediného poskytovatele).

Výsledky řešení čtvrtého dílčího cíle (DC4) byly prezentovány v následujících recenzovaných publikacích:

- Néték, R.: Real-time Mobile Mapping Client for Emergency Management – Case study: Blasts in Vrbětice. In: Congeo. V recenzním řízení.

DC 5: Návrh metodiky – Výsledkem posledního dílčího cíle je komplexní návrh metodiky pro analýzu a hodnocení webových mapových aplikací v oblasti krizového managementu na základě Heuristické analýzy použitelnosti a Maslowovy pyramidy webdesignu. Cílem kapitoly je podat komplexní hodnotící metodu s ohledem na specifika krizových situací. Navržená hodnotící kritéria byla definována se záměrem aplikace hodnocení ve všech fázích cyklů krizového jevu. Pro vlastní hodnocení je využito dvou odlišných metod. **Heuristická analýza použitelnosti** je kvalitativní metoda hodnocení vycházející z tzv. heuristik. Jedná se o časově relativně **náročnou metodu** vyžadující jistou odbornost uživatele, na druhou stranu **podává detailní rozbor hodnocené aplikace**. V rámci heuristické analýzy vznikl soubor 170 hodnotících otázek rozdělených do 10 skupin. Hodnotící metodika spočívá v přiřazení odpovědi ke každé otázce (-1 = ne, 0 = částečně, 1 = ano, případně prázdné). Celá hodnotící metoda je dostupná ve formě digitálního či analogového dokumentu jako příloha práce, úvodní list „výsledky“ zobrazuje dílčí i celkové skóre hodnocené aplikace. Výhodou předloženého řešení je fakt, že seznam heuristik není uzavřený, hodnotitel může jednotlivé otázky i celé skupiny upravit dle kontextu hodnocené aplikace. Aplikace Crismapp dosáhla skóre 97 %, řešení ArcGIS Viewer for Flex 92 %. Na základě expertního odhadu byla minimální hranice použitelnosti stanovena na 90 %.

Maslowova pyramida vznikla v reakci na časovou i odbornou náročnost výše uvedeného řešení. Jedná se o přesně stanovený průběh na sebe navazujících kroků, obrazně tvořících model pyramidy, jejichž návaznost je nezbytně nutné dodržet. V případě vypadnutí z pyramidy, se celý systém zhroutí a hodnocenou aplikaci lze vyhodnotit jako nesmyslnou či nepoužitelnou. Dané patro pyramidy ihned odkazuje na konkrétní nedostatek. Levá část pyramidy zohledňuje klasický přístup upravený dle potřeb krizového řízení (viz předchozí text práce), pravá část jakožto vlastní koncept je pro autora volitelná a umožňuje sebereflexi vývojáře/hodnotitele. Smyslem je seřadit jednotlivé aspekty dle uvážení autora dle důležitosti. V případě, že vytvořená pyramida je nesymetrická, jedná se o ukazatel špatně nastavené strategie projektu nebo vývoje. **Maslowova pyramida přináší efektivní nástroj pro hodnocení smysluplnosti** (nejen) krizových aplikací, jako rychlou a levnou alternativu k heuristické analýze.

12 DISKUZE

Předkládaná disertační práce je zaměřená na využití různých nástrojů GIT při krizovém mapování. Dílčí cíle na sebe logickým způsobem navazují a vzájemně se doplňují, nicméně při zpracování bylo nutné čelit řadě výzev a překážek.

Z celkového pohledu bylo jednoznačně nejvíce diskutabilní i nejvíce diskutované téma bezpečnosti cloudu. Jak je uvedeno v kapitole 6.5, autor byl nucen ustoupit z původních záměrů preferovat cloudové úložiště na úkor ostatních možností. Po řadě diskuzí, vyslechnutí „příznivců“ obou táborů a především vyjasnění si požadavků ze strany HZS (i Armády ČR), byl autor nucen přehodnotit i svůj osobní názor. I přes nesporné výhody komerčních cloudových řešení, je otázka bezpečnosti dat stále prioritní. Řešením by tak mohlo být vytvořením vlastního uzavřeného cloudového úložiště např. pouze pro složky IZS, které by splňovalo nároky kladené na bezpečnost. Na druhou stranu autor práce stále není osobně přesvědčen, že stávající technické a organizační zabezpečení serverů HZS/Armády ČR požadované nároky sami 100% splňují, a jestli se spíše nejedná o jistý odpor ke změně dlouhodobě zakořeněného systému.

V kontextu hlavní pilotní studie Crismapp, lze symbologii objektivně považovat za oblast potencionálního vylepšení. V rámci celé práce je otázka kartografické vizualizace dat zmiňována jen okrajově, jednak z důvodu odlišného zaměření práce, jednak HZS této oblasti nepřikládají primární význam. Navrhnutá aplikace umožňuje definovat řadu proměnných (barva, průhlednost, okraj, šířka linií apod.), nicméně z kartografického hlediska je možnost vizualizace např. rastru či tvorby kartogramů omezená. Na druhou stranu je potřeba zmínit, že u bodových znaků, lze tento problém vyřešit libovolnou ikonou, především pak, že pro potřeby IZS se navrhnuté možnosti jeví jako dostačující, neboť neexistuje žádná závazná symbologie.

Zásadní otázkou vedle technologických požadavků je možnost rozšíření. Koncept aplikace vychází z principů open source, které sice vyžadují zásah programátora, nicméně umožňují téměř libovolné rozšíření. Aplikace je projektována jako přenositelná, lze ji umístit na libovolný webový server a instalace je otázkou několika minut. Z pohledu finančních záležitostí, šíření výchozího stavu aplikace nevyžaduje žádné dodatečné náklady. Koncept aplikace je přizpůsobený jak hybridnímu tak lokálnímu přístupu k datům, nicméně preferovány jsou webové služby. Do budoucna tak lze výchozí stav dle libosti rozšířit o standardizované datové zdroje poskytovatelů ČHMU, CEDA, AČR apod. V kontextu možného dalšího vývoje lze hovořit o ještě vyšší míře přizpůsobení (denní doba, zvyklosti uživatele, vlastní a/nebo standardně definované verze scénářů, napojení na senzorové sítě, tiskový modul dle zvolené kompozice, atd.).

Na základě zpětné vazby od uživatelů lze pozitivně hodnotit funkci scénář a on-screen editaci dat, naopak zapracovat lze na symbologii některých prvků či ještě vyšší míře přizpůsobení uživateli. Členové HZS překvapivě nevyužijí funkci příloh, umožňující ve vyskakovacím okně přidat např. fotografii ke konkrétnímu objektu. Při krizových situacích tento prvek postrádá význam. Naopak bylo diskutováno přizpůsobení aplikace pro „popularizační“ účely (den otevřených dveří, exkurze, sociální sítě apod. s cílem prohloubení povědomí o HZS mezi veřejností), kde by naopak tento prvek měl významnou roli.

Otázkou zůstává, jak by ovlivnilo vývoj aplikace dřívější uvolnění knihovny OpenLayers, která poskytuje zcela konkurenceschopné nástroje knihovně Leaflet. Na tuto otázku však nelze v dohledné době objektivně odpovědět.

V reakci na výsledky testování se nabízí diskuze nad otázkou zlepšení výkonnosti konceptu Crismapp, konkrétním řešením by mohla být komprimace CSS a JS souborů. Autor provedl v rámci testování i tuto možnost, komprimace dílčích souborů do jednoho dosáhla hodnoty 71 %. Při testování u vysokorychlostního připojení nebyl upozorován prakticky žádný rozdíl, u pomalejšího připojení se jednalo o úsporu v řádu pouze několika málo sekund. Na druhou stranu tímto krokem přehlednost zdrojového kódu klesla na minimum. Komprimované CSS i JS soubory jsou značně nepřehledné, celý koncept řešení otevřeného pro možné rozšíření, tím pádem ztrácí na významu. Obdobně si autor pohrával s myšlenkou zapojení CSS preprocesoru (LESS), který by tento problém dokázal eliminovat, na druhé straně komprimace obnáší vždy krok navíc. V žádném případě nelze uvedené myšlenky zatracovat, v případě dlouhodobě neměnného nastavení je statická komprimovaná verze nepochybně efektivnější. Avšak při požadavku dynamické reakce v případě častých změn je diskutabilní, zda časová úspora aspektu výkonnosti je natolik výrazná, že převáží negativa komprimačního procesu. Z uskutečněných pokusů vyplývá, že nikoli. Dle porovnání výchozí a komprimované verze pomocí nástroje WebPagetest je časová úspora pouhých $0.127\text{ s} = 2.8\%$ (z 4.538s na 4.411s), negativum komprimačního kroku není ani zdaleka převáženo časovou úsporou⁹⁵. Vezmeme-li v potaz navíc datovou náročnost některých vrstev (ortofoto či základní mapa), které zásadně ovlivňují rychlost načtení, hraje zařazení komprimace minimální roli. Nicméně koncept Crismapp nastavení komprimačních mechanismů nijak nebrání. Naopak velmi kladně lze z pohledu výkonnosti hodnotit zapojení cache.

V kontextu dvou velmi aktuálních událostí, výbuchu muničního skladu ve Vrběticích a havárii letounu Airbus A320 4U9525 ve Francii dne 24. 3. 2015, nachází aplikace Crismapp (bohužel) další využití. Autor přidal do pilotního konceptu scénář Vrbětice s aktuálním satelitním snímkem (EMRS Copernicus), doplněný o sice fiktivní, nicméně na reálném základě odpovídající rozmístění jednotek AČR a evakuačních zón. Pro (v době odevzdání jen několik dní čerstvou) leteckou katastrofu ve Francii se nabízí využití aplikace pro koordinaci pátracích týmů, zaznačení (ne)probádaných oblastí či strategii úklidu trosek.

⁹⁵ Dostupné z URL: http://www.webpagetest.org/result/150404_65_9e05b58cf15e325265dc976104037688/

13 ZÁVĚR

Správně interpretovaná data a především včasné vyhodnocení kritické situace mohou v oblasti krizového managementu hrát zásadní roli ve smyslu záchrany lidských životů, evakuačních nařízeních či záchrany majetku. Cílem disertační práce bylo přinést návrh flexibilní komplexní webové aplikace jako nástroj pro podporu rozhodovacích procesů Integrovaného záchranného sboru. Autorem vytvořená práce splňuje tyto cíle, předkládá koncept využití nejmodernějších geoinformačních technologií v krizovém řízení a aplikuje jeho části v dílčích úkolech, jejichž výstupy prezentuje zejména prostřednictvím prostorové vizualizace.

Během řešení dílčích cílů disertační práce byly využity informační zdroje, metody, znalosti a prostředky z oborů geoinformatiky, webové kartografie, open source, webdesignu, psychologie, programování, marketingu, krizového řízení. Společná integrace a zejména aplikace metod pro podporu prostorového rozhodování krizových událostí se ukázala jako přínosná.

Výsledkem disertační práce je seznam návrhů a doporučení pro oblast krizového řízení, z pohledu technologického, datově-obsahového, uživatelského i obecně-organizačního, za inovativní autorské přínosy lze považovat definici WebGIS 2.0, vlastní koncept klienta Crismapp, aplikace frameworku See-Think-Do do oblasti krizového mapování a Maslowovy pyramidu jako analytického hodnotícího nástroje. Snahou autora bylo aplikovat nejnovější trendy a poznatky nejen z oboru geoinformačních systémů přidružených technologií, ale i metody obecného webdesignu. Hlavním aplikačním výstupem je série aplikací pro reálné nasazení v potřebách krizového managementu, především autorský návrh konceptu Crismapp, vyvinutý ve spolupráci s Hasičským záchranným sborem Olomouckého kraje. Posledním výsledkem této práce je návrh hodnotící metodiky, podávající komplexní nástroj pro analýzu a zhodnocení plánovaných i stávajících aplikací, integrující veškeré aspekty ověřené v této práci. Postupy a výsledky jsou dále aplikovatelné, reálně ověřené a mohou se stát součástí širšího výzkumu, lze je přímo využívat nebo na ně dále navazovat.

Skrytým přáním autora nicméně je, aby výsledky této práce musely být využity co nejméně, aby krizový management zůstal vždy jen ve fázi prevence - bez ztrát na životech či majetku.

POUŽITÁ LITERATURA A INFORMAČNÍ ZDROJE

Abowd, G. D. and A. K. Dey (1999). Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. Proceedings of the 1st international symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, Atlanta, US.

Allaire, J. (2002). Macromedia Flash MX - A next-generation rich client. San Francisco, USA, Macromedia, Inc.

Antušák, E. and Z. Kopecký (2003). Úvod do teorie krizového managementu. Praha.

Ardielli J., Horák J., Růžička J. (2012): View Service Quality according to INSPIRE Implementing Rules. ELECTRONICS AND ELECTRICAL ENGINEERING ISSN 1392 – 1215, No.3(119), 2012, p. 69-74.

Arlt, P. (2012). Mapping with Leaflet. Esri use Conference 2012. San Diego, USA, Esri.

Augustýn, R. (2015). "GISMentors." Cit. 15.3.2015, dostupné z:
<http://www.gismentors.cz/mentors/augustyn/>.

B.Bernard. (2012). "Smutný pád Flexu." Cit. 15.3.2015, dostupné z:
<http://devblog.cz/2012/10/smutny-pad-flexu/>.

Balun, M. (2013). GIS NÁSTROJE PRO PODPORU EVAKUACE OBYVATEL PŘI ZATOPENÍ OBJEKTŮ V KRIZOVÝCH SITUACÍCH Univerzita Palackého.

Bambang, R. (2003). "Development of disaster information management systems in Asia by using internet GIS." Cit. 5.8.2013, dostupné z:
[http://www.adrc.or.jp/publications/Venten/HP/Paper\(Bambang1\).htm](http://www.adrc.or.jp/publications/Venten/HP/Paper(Bambang1).htm).

Barsch, R. (2009). Web-based technology for storage and processing of multi-component data in seismology, University Munchen.

Berners-Lee, T. (2001). "The Semantic Web." Scientific American.

Bowden, T. (2007). GIS is dead. FOSS4G Conference Victoria, Canada.

Bright, P. (2014). "HTML5 specification finalized." Cit. 15.3.2015, dostupné z:
<http://arstechnica.com/information-technology/2014/10/html5-specification-finalized-squabbling-over-who-writes-the-specs-continues/>.

Brown, M. C. (2006). Hacking Google Maps and Google Earth. Indianapolis, Wiley Publishing, Inc.

Brychtová, A., V. Paszto and kol. (2013). Web-design evaluation of the Crisis Map of the Czech Republic using eye-tracking. 13th International Multidisciplinary Scientific GeoConference SGEM 2013, Albena, Sofia, Bulgaria.

CAJTHAML, J. (2010). Digital technologies in analysis of the Müller's map of Bohemia. In: Proceedings of 5th International Workshop on Digital Approaches in Cartographic Heritage, ICA Commission on Digital Technologies in Cartographic Heritage, Vienna.

Cajthaml, J. (2013). Jak georeferencovat staré mapy. Kartografické listy, ISSN 1336-5274, sv. 21

Carrillo, G. (2012). "Web mapping client comparison v.6." Cit. 10.6.2014, dostupné z:
<http://geotux.tuxfamily.org/index.php/en/component/k2/item/291-comparacion-clientes-web-v6>.

CEDA. (2015). "Data CEDA pro GIS Integrovaného záchranného systému." Cit. 25.3.2015, dostupné z:
http://www.ceda.cz/cs/data-ceda-pro-gis-integrovaneho-zachranneho-systemu__s1021x7935.html.

- Cibulka, J. (2014). "Po výbuchu: Vrbětický areál na satelitních snímcích." Cit. 15.3.2015, dostupné z: http://m.rozhlas.cz/zpravy/data/_zprava/po-vybuchu-vrbeticky-areal-na-satelitnich-snimcich--1433558.
- Cityworks. (2014). "Current Trends in GIS." Cit. 10.3.2015, dostupné z: <http://www.cityworks.com/2011/07/gis-post/>.
- Coltekin, A., U. Demsar, A. Brychtova and J. Vandrol (2014). Eye-hand coordination during visual search on geographic displays. Eye Tracking for Spatial Research (ET4S). Wien, ETH Zurich: 71.
- Consortium, O. (2006). "Towards an open disaster risk management service architecture for INSPIRE and GMES." Cit. 5.8.2013, dostupné z: http://www.eu-orchestra.org/docs/20050223_White%20Paper_v9.pdf.
- Customweb. (2015). "Open Source – Your Gain." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://www.customweb.com/en/open-source-your-gain>.
- Čapková, V. (2010). TESTOVÁNÍ A HODNOCENÍ POUŽITELNOSTI PORTÁLU VS Univerzita Pardubice.
- Červenka, Z. (2012). "GIS HZS ČR." dostupné z: <http://gis.izscr.cz/wpgis/sample-page/>.
- Červenka, Z. (2012). "Jak postupoval vývoj mapového projektu" Cit. 12.10.2014, dostupné z: <http://gis.izscr.cz/wpgis/86/>.
- DiNucci, D. (1999). "Fragmented Future." 53(4).
- Dobešová, Z., Burian, J., Miřijovský, J., Vávra, A., Néték, R., Popelka, S.(2013): Tvorba geografického informačního systému malého území . Univerzita Palackého, Olomouc, 106s.ISBN 978-80-244-3825-2
- Dollins, B. (2013). "OGC Abandons the Web." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://blog.geomusings.com/2013/05/30/ogc-abandons-the-web/>.
- Ducrohet, X. (2009). "Android 1.5 is here! ." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://android-developers.blogspot.cz/2009/04/android-15-is-here.html>.
- DuVander, A. (2013). "JSON's Eight Year Convergence With XML." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://www.programmableweb.com/news/jsons-eight-year-convergence-xml/2013/12/26>.
- Esri. (2015). "GIS Trends and Topics | Trends in Mapping." Cit. 10.3.2015, dostupné z: <http://www.esri.com/products/arcgis-capabilities/mapping>.
- Floreon. (2013). "Floreon." Cit. 5.8.2013, dostupné z: <http://floreon.vsb.cz/base/>.
- Frank, A. U., M. Raubal and M. v. d. Vlugt (2000). Průvodce světem geoinformací a GIS. Vienna, European Communities.
- Fusková, D. (2014). Geoinformace v prostředí sociálních sítí, Univerzita Palackého v Olomouci.
- Garrett, J. J. (2000). The Elements of User Experience. USA, UXdesign.
- gemius. (2015). "gemiusRankings." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://www.rankings.cz/en/rankings/pc-vs-nonpc.html>.
- GeoJSON. (2008). "GeoJSON Format Specification." dostupné z: <http://geojson.org/geojson-spec.html>.
- Geomedia. (2014). "GeoMedia® Smart Client." Cit. 12.2.2015, dostupné z: <http://smartclient.intergraph.at/documentation/Overview/cs>

- Gisportal. (2012). "Krizová mapa Česka." dostupné z: <http://www.gisportal.cz/2012/02/krizova-mapa-ceska/>.
- Goodchild, M.F. et al. (2014) Critical spatial thinking. In R.J. Stimson, editor, *Handbook of Research Methods and Applications in Spatially Integrated Social Science*, pp. 26–42. Cheltenham: Edward Elgar
- Google. (2010). "Using site speed in web search ranking " Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://googlewebmastercentral.blogspot.cz/2010/04/using-site-speed-in-web-search-ranking.html>.
- Granneman, S. (2015). "What's wrong with Macromedia Flash?" Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://www.granneman.com/webdev/graphicsmultimedia/multimedia/flash/whatswrongwithflash/>.
- Hališková, I. (2005). Geografické informace pro včasné varování, analýza, klasifikace, interpretace, Masarykova univerzita.
- Havrdová, J. (2010). GIS podpora pro rozhodování v krizovém a operačním řízení, Západočeská univerzita v Plzni.
- Herman, L. (2015). 3D VIZUALIZACE MODELŮ TERÉNU POMOCÍ WEBOVÝCH TECHNOLOGIÍ. GIS Ostrava 2015. Ostrava.
- Hladíková, J. (2014). "Služba krizového řízení Copernicus využita pro mapování výbuchů ve Vrbětích." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://www.gisportal.cz/2014/12/sluzba-krizoveho-rizeni-copernicus-vyuzita-pro-mapovani-vybuchu-ve-vrbeticich/>.
- Hoch, K. (2007). Informační podpora krizového řízení, Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně.
- Homola, V. (2011). Porovnání aktuálnosti a některých vlastností několika mapových serverů, VSB-TU.
- Horák, J., J. Růžicka and J. Ardieli (2013). VÝKONOVÉ A ZÁTĚŽOVÉ TESTY STAHOVACÍCH SLUŽEB ČUZK DLE POŽADAVKŮ INSPIRE. GIS Ostrava 2013. Ostrava, VŠB-TU: 9.
- Horak J., Orlik A., Stromsky J. (2008). Web services for distributed and interoperable hydro-information systems. Hydrol. Earth Syst. Sci., 12, 635-644. ISSN: 1027-5606. <http://www.hydrol-earth-syst-sci.net/12/635/2008/hess-12-635-2008.pdf>
- Charvát, K. and kol. (2008). SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE AND GEOVISUALIZATION IN EMERGENCY MANAGEMENT. Resilience of Cities to Terrorist and other Threats: Learning dostupné z: 9/11 and further Research Issues. Dordrecht, Springer - Verlag: 443 - 474.
- Chicago, A. S. A. (2009). "American Statistical Association 2009 Statistical Advocate of the Year Award Ceremony." Cit. 15.8.2010, dostupné z: <http://www.chicagoasa.org/Workshops/e051509.htm>.
- Inflow. (2015). "heuristická analýza." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://www.inflow.cz/heuristicka-analyza>.
- INSPIRE. (2006). "Směrnice INSPIRE ", dostupné z: <http://www.cenia.cz/inspire>.
- Jakoubek, K. (2009). Návrh použitelného uživatelského rozhraní webového geografického informačního systému Univerzita Pardubice.
- Jančík, M. (2011). "Cloud computing: čeká nás doba oblačnosti?" Cit. 15. 3. 2015, dostupné z: <http://www.geobusiness.cz/2011/01/cloud-computing-ceka-nas-doba-oblacnosti/>.
- Jankovský, Z. (2009). Řešení optimální jízdy vozidel HZS k lesním požárům pomocí GIS webového serveru, ČVUT.

- JarCreative. (2011). "Best Practices for University Websites." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://www.slideshare.net/jarcreative/best-practices-for-university-websites>.
- Johansson, H. (2010). Rich Web Map Applications. Sweden, Chalmers University of Technology.
- Jones, R. (2013). "Shapefiles, GeoJSON and KML " Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://apprentice.craic.com/tutorials/28>.
- Kaňok, J. and V. Voženílek (2007). "Chyby v mapách." *GeoBusiness* **6-7**(1/2007-12/2008).
- Kapoun, Z. (2010). Návrh systému služeb pro harmonizaci dat vybrané datové sady dle směrnice INSPIRE, Masarykova Univerzita.
- Kaushik, A. (2013). Cit. 3.3.2015, dostupné z: <http://www.kaushik.net/avinash/see-think-do-content-marketing-measurement-business-framework/>.
- Kodera, J. (2009). "Webové aplikace pro Cloud Computing." Cit. 2.6.2014, dostupné z: <http://www.slideshare.net/jankodera/webove-aplikace-pro-cloud-computing>.
- Konečný, M. (2004). ICA and Natural Hazards. Conference of Proceedings on Cartographic Cutting-Edge Technology for Natural Hazard Management. TU Dresden.
- Konečný, M. (2009). Editing map client for geodata updating in emergency situations. Sborník ze společné mezinárodní konference ISZL/CEE-SDI/ ICT for Rural 2009, Praha, Česká zemědělská univerzita.
- Konečný, M. (2011). CARTOGRAPHY: Challenges and Potentials in Virtual Geographic Environments Era. *Annals of GIS. Honkong, Taylor & Francis.* **17**: 135-146.
- Konečný, M. (2011). The usability of selected base maps for crises management: users' perspectives. *Applied Geomatics, Springer.* **3**: 189–198.
- Konečný, M., Š. Březinová and M. Drápela (2011). Dynamická geovizualizace v krizovém managementu. Brno, Masarykova univerzita.
- Konečný, M. and kol. (2010). Geographic Information and Cartography for Risk and Crisis Management; Towards Better Solutions. Berlin Heidelberg, Springer.
- Konečný, M. and kol. (2011). "Dynamická geovizualizace v krizovém managementu." dostupné z: <http://geokrima.geogr.muni.cz/>.
- Konečný, M. and F. Ormeling (2005). The role of cartography in the GSDI world. Conference of the Global Spatial Data Infrastructure. Cairo, Egypt.
- Kovnats, J. (2014). Maps Made Easier: GeoJSON in the Maps API. Google I/O. San Francisco, USA.
- Kozel, J., R. Štampach and J. Zbořil (2010). Adaptive map visualization: dostupné z: context selection to web service configuration. 3rd ISDE DIGITAL EARTH SUMMIT, Sofia, University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Sofia.
- Kraak, M. J. and A. Brown (2001). Web Cartography: developments and prospects. London, Taylor & Francis.
- Kraak, M. J. and F. Ormeling (2003). Cartography: Visualization of Geospatial Data. Harlow, Pearson Education.
- Krug, S. (2005). Dont make me think, New Riders; 2nd edition.

Kubíček, P. (2011). Flood Management and Geoinformation Support within the Emergency Cycle (EU Example). Environmental Software Systems. Frameworks of eEnvironment. Chennai, India, Springer: 77-86.

Kubíček, P., L. Friedmannová and M. Kolář (2013). KONCEPTUÁLNÍ A TECHNOLOGICKÉ ASPEKTY ADAPTIVNÍ GEOVIZUALIZACE GIS Ostrava 2013. Ostrava, VŠB-TU Ostrava: 7.

Lanter, D. P. (1991). User-Centered Graphical User Interface Design for GIS. Oxfordshire, National Center for Geographic Information and Analysis

Leaflet (2015). Leaflet - An Open-Source JavaScript Library for Mobile-Friendly Interactive Maps.

Leitgeblová, J. and J. Červenka. (2014). "Centrální datový sklad a jeho místo v GIS HZS ČR." Cit. 12.10.2014, dostupné z: <http://www.gisportal.cz/2014/07/centralni-datovy-sklad-a-jeho-misto-v-gis-hzs-cr-serial/>.

Lepěša, J. (2008). Víš odkud voláš na tísňovou linku 112, MV – Generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru ČR.

Mairo, I. (2013). "Gis & Web Gis 2.0 Projects." Cit. 5.6.2012, dostupné z: http://www.italomairo.com/cms/my-projects/gis_webgis.

Manak, M. (2015). "Usnadněte lidem práci s UI díky správným kurzorům." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://www.manakmichal.cz/blog/user-experience/usnadnete-lidem-praci-s-ui-diky-spravnym-kurzorum/>.

MangoMap. (2013). "Web Map Portals Must Die." 2.6.2014.

Marcotte, E. (2011). Responsive Web Design. A Book Apart.

Margaris, N. (2011). Cloud Computing v českém prostředí, Vysoká škola ekonomická v Praze.

Marša, J. (2014). Dlouhodobé cíle geografického zabezpečení resortu obrany a jejich realizace. ArcRevue. Praha, ArcData Praha. 4.

Meier, J. D. (2008). Rich Internet Application Architecture Guide.

Mitasova H., Hofierka, J., Harmon R.S., Barton M.C., Ullah, I., 2013, GIS-based Soil Erosion Modeling, In: Shroder, J. (Editor in Chief), Bishop, M.P. (Ed.), Treatise on Geomorphology. Academic Press, San Diego, CA, vol. 3, Remote Sensing and GIScience in Geomorphology, pp. 228-258.

Nétek, R. Students Tell Their Story by Web Maps – Educational Case Study. 14th SGEM GeoConference on Informatics, Geoinformatics and Remote Sensing. Albena, SGEM2014. 3: 8.

Nétek, R. (2008). Frekvence využívání mapových metod na mapových portálech, Univerzita Palackého.

Nétek, R. (2013). HTML5 & RIA jako nová éra WebGIS? . Sborník příspěvků, Symposium GIS Ostrava 2013, VŠB-TU Ostrava.

Nétek, R. (2014). "Advanced Web Application for Editing Purposes in Disaster Management." Ecoterra 11(3): 8.

Nétek, R. (2014). On-screen Editing of Map Content via Web Browser in Real Time. Proceedings of Forum of Young Geoinformaticians 2014. Zvolen.

Nétek, R. (2014). Smart klient pro krizové řízení. Symposium GIS Ostrava 2014 Ostrava, VŠB-TU.

- Nétek, R. and M. Balun (2014). "WebGIS Solution for Crisis Management Support - Case Study of Olomouc Municipality." *Lecture Notes in Computer Science* **8580**: 9.
- Nétek, R., Z. Dobešová and A. Vávra (2013). "Innovation of Botany Education by Cloud-based Geoinformatics System." *Int. J. Information Technology and Management*.
- Nétek, R., A. Vondráková and Z. Dobešová (2013). *BotanGIS: Cloud-oriented Solution for Thematic Maps of Botanical Garden*. Proceedings of 26th International Cartographic Conference. Dresden.
- Netmonitor. (2015). "Již 4 miliony uživatelů navštěvují internet z mobilních zařízení." dostupné z: <http://www.netmonitor.cz/tz-jiz-4-miliony-uzivatelu-navstevuji-internet-z-mobilnich-zarizeni>.
- Nielsen, J. (1994). *Heuristic evaluation*. New York, USA, John Wiley & Sons.
- Nielsen, J. (1995). "10 Usability Heuristics for User Interface Design." Cit. 12.2.2015, dostupné z: <http://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>.
- NoSQL. (2015). "NoSQL Database." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://nosql-database.org/>.
- Novák, J. (2009). *Analysation of RIA methods and techniques*, Masarykova Universita.
- Nýdrle, J. (2015). "ArcGIS Pro recenze." Cit. 25.3.2015, dostupné z: <http://www.gisportal.cz/2015/03/arcgis-pro-recenze/>.
- OGC. (2015). "OGC® Standards and Supporting Documents." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://www.opengeospatial.org/standards>.
- Oosterom, P., S. Zlatanova and E. M. Fendel (2005). *Geo-information for Disaster Management*. Berlin, Springer.
- OpenLayers3. (2015). "OpenLayers - A high-performance, feature-packed library for all your mapping needs." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://openlayers.org/>.
- Panda, D. (2005). "An Introduction to Service-Oriented Architecture dostupné z: a Java Developer Perspective." Cit. 12.4.2014, dostupné z: <http://www.onjava.com/pub/a/onjava/2005/01/26/soa-intro.html>.
- Pánek, J. (2011). "Participativní GIS, aneb konec GISu „o nás, bez nás“?" Cit. 15.3.2015 dostupné z: <http://www.gisportal.cz/2011/03/participativn%C3%AD-gis-aneb-konec-gisu-o-n%C3%A1s-bez-n%C3%A1s/>.
- Pánek, J. and kol. (2014). *GeoParticipace*. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci.
- Pilgrim, M. (2014). "Říkejme tomu (plocha na) kreslení." Cit. 12.3.2015, dostupné z: <http://kniha.html5.cz/canvas.html>.
- Pinde, F. and S. Jiulin (2011). *Web GIS: Principles and Applications* Esri Press.
- Pítra, L. (2015). "Google a mobilní přívětivost webu." Cit. 26.3.2015, dostupné z: <http://www.lukaspitra.cz/google-a-mobilni-privetivost-webu/>.
- Prachař, J. (2014). "Změřte rychlost vašeho webu, prohlížeče mají stopky." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://www.zdrojak.cz/clanky/zmerte-rychlost-vaseho-webu-prohlizece-maji-stopky/>.
- Prokop, M. (2013). "Na obranu nudné použitelnosti před sexy UX." Cit. 12.10.2014, dostupné z: <http://www.sovavsiti.cz/weblog/181/obrana-pouzitelnosti-pred-ux>.

Pyros. (2011). "Ostravské Econicy mají novinku, komunikují s operačním střediskem přes dotykový tablet." dostupné z: <http://www.pozary.cz/clanek/42379-pyros-ostavske-econicy-maji-novinku-komunikuji-s-operacnim-strediskem-pres-dotykovy-tablet/>

Ramsey, P. (2012). "Spatial IT vs GIS " Cit. 2.2.2015, dostupné z: <http://blog.cleverelephant.ca/2012/10/spatial-it-vs-gis.html>

Rolando, P. (2014). "OpenLayers 3.0 Released!" Cit. 12.3.2015, dostupné z: <http://boundlessgeo.com/2014/08/openlayers-3-0-released/>

Rudinský, J. (2014). "Přehled metod UX výzkumu." Cit. 12.2.2015, dostupné z: <http://www.slideshare.net/ExperienceU/prehled-metod-ux-vyzkumu>.

Rychlý, M. and P. Weiss (2007). Architektura orientovaná na služby. Návrh orientovaný na služby. Webové služby. Brno, Vysoké učení technické v Brně.

Řezáč, J. (2014). Web ostrý jako břitva. Praha, Barique Partners.

Scrum. (2015). "Learn About Scrum." Cit. 12.2.2015, dostupné z: <https://www.scrumalliance.org/why-scrum>.

Scharl, A. and K. Tochtermann (2010). The Geospatial Web. London, Springer-Verlag

Schreiner, V. (2007). Implementace SOA pomocí moderních ICT principů. Brno, Masarykova Univerzita.

Sladký, J. (2009). Síťové analýzy v GIS pro složky IZS, Západočeská univerzita v Plzni.

Slocum, T. A. and kol. (2009). Thematic Cartography and Geovisualization. Upper Saddle River, NJ., Pearson Education Inc.

Smith, C. (2010). "Apple Launches iPad." Cit. 12.6.2013, dostupné z: <https://www.apple.com/pr/library/2010/01/27Apple-Launches-iPad.html>.

Soukup, P. (2014). "Proč jsme migrovali do cloudu Amazonu (AWS)." Cit. 15. 3. 2015, dostupné z: <https://www.souki.cz/proc-jsme-migrovali-do-cloudu-amazonu-aws>.

Staněk, K. and kol. (2007). AN ADAPTIVE CARTOGRAPHIC VISUALIZATION FOR SUPPORT OF THE CRISIS MANAGEMENT. XXIII International Cartographic Conference - Cartography for everyone and for you. Moscow, Roskartografija: 9.

Sui, D. Z., S. Elwood and M. F. Goodchild (2012). Crowdsourcing Geographic Knowledge: Volunteered Geographic Information (VGI) in Theory and Practice. New York, Springer.

Šimeček, P. (2013). "Cloud - nejvíc nebezpečná věc pro české firmy!!!" Cit. 15. 3. 2015, dostupné z: <http://padak.keboola.com/cloud-nejvic-nebezpecna-vec-pro-ceske-firmy>.

T-SOFT. (2006). "Portál krizového řízení České republiky." dostupné z: <http://www.emergency.cz/cz/01.asp>.

Tajovská, K. (2011). MAPOVÁ SYMBOLIKA V KRIZOVÉM ŘÍZENÍ, Masarykova Univerzita v Brně.

Talhofer, V. (2001). "Příspěvek k hodnocení užítosti digitálních dat " Cit. 5.8.2013, dostupné z: http://gis.zcu.cz/kartografie/konference2001/sbornik/talhofer/Talhofer_referat.htm.

Talhofer, V. and P. Kubíček (2012). Možnosti aplikace adaptivní kartografie v krizovém řízení

The Science for Population Protection. Lázně Bohdaneč, MV – GR HZS ČR, IOO Lázně Bohdaneč. 4: 157-165.

Tilio, L. (2009). Webgis 2.0 - democracy per la programmazione economica, Università degli Studi della Basilicata.

Timoney, B. (2013). "Why Map Portals Don't Work." Cit. 2.6.2014, dostupné z: <http://mapbrief.com/2013/02/05/why-map-portals-dont-work-part-i/>.

Tomnod. (2015). "Tomnod." dostupné z: <http://www.tomnod.com/>.

Turner, A. (2009). "How Neogeography Killed GIS." dostupné z: <http://www.slideshare.net/ajturner/how-neogeography-killed-gis>.

Turner, A. (2014). "ArcGIS Online supports GeoJSON." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://blogs.esri.com/esri/arcgis/2014/12/16/arcgis-online-geojson/>.

Usability.gov. (2015). "Usability." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://www.usability.gov/>.

Válka, O. (2011). "Co je UX design." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://valka.info/notes/2011/04/co-je-ux-design/>.

Válová, H. (2012). "V kauze alkoholu jsme zaváhali, přiznal nový hygienik." Cit. 15.3.2015, dostupné z: V kauze alkoholu jsme zaváhali, přiznal nový hygienik.

Vetere, A. and I. Kelman. (2003). "EU Role in Risk and Disaster Management." Cit. 5.8.2013, dostupné z: <http://www.ilankelman.org/miscellany/RiskRolesEU.rtf>.

Vlach, R. (2009). "Webové stránky." Cit. 5.8.2013, dostupné z: <http://navolnenoze.cz/blog/webove-stranky/>.

vnitra, M. (2012). Záměr vypracování Strategie rozvoje infrastruktury pro prostorové informace v České republice do roku 2020.

Vondráková, A. (2013). NETECHNOLOGICKÉ ASPEKTY MAPOVÉ TVORBY V ATLASOVÉ KARTOGRAFII Univerzita Palackého v Olomouci.

Vondráková, A., V. Voženílek and R. Néték (2012). Service-Oriented Architecture as a Tool for Map Synthesis. Service-Oriented Mapping Wien, Jobstmedia Management Verlag.

Voženílek, V., J. Kaňok and kol. (2011). Metody tematické kartografie : vizualizace prostorových jevů. Olomouc, Univerzita Palackého v Olomouci.

Vyletal, M. (2013). "Za deset dní zaznamenala Krizová mapa České televize 378 tisíc návštěv." Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://www.lupa.cz/clanky/za-deset-dni-zaznamenala-krizova-mapa-ceske-televize-378-tisic-navstev/>.

Walsch, E. (2007). "Web 2.0 and beyond - changing the map, anywhere, any device." Geospatial Information & Technology Association.

WebMapSolutions. (2015). "The Future of the Esri Flex for ArcGIS Viewer " Cit. 15.3.2015, dostupné z: <http://www.webmapsolutions.com/future-flex-arcgis-viewer>.

Williams, J. (2012). "Introducing The Concept Of Web 3.0." Cit. 12.2.2015, dostupné z: <http://www.tweakandtrick.com/2012/05/web-30.html>.

Xu, Z. (2004). Surviving by specializing: a web service prospect of interactive web map for public use. Advances in Spatial Analysis and Decision Making. Q. Z. Li, W. Kainz. Hong Kong, Taylor & Francis: 315-320.

Yin, R. K. (1994). Case study research : design and methods., Thousand Oaks : Sage Publications.

Zákon č. 118/2011 Sb. o krizovém řízení a o změně některých zákonů

Zákon č. 239/2000 Sb., o integrovaném záchranném systému a o změně některých zákonů

Zbiejczuk, A. (2007). WEB 2.0 - charakteristiky a služby Masarykova univerzita.

Zimmerman, S. J. (2006). The SAP User-Centered Design Process SAP User Experience. Burlington, USA, Design & Research Methodology.

Zimmermann, M. (2012). Kartografické vyjadřovací prostředky v prostředí google maps, Masarykova univerzita.

Zlatanova, S. and kol. (2012). Intelligent Systems for Crisis Management. Berlin Heidelberg, Springer Verlag.

SUMMARY

Essential prerequisites for effective intervention of the Integrated Rescue System in case of any emergencies are tools for decision-making support. While in the past rescuers relied primarily on his experience and knowledge, nowadays, operators already have a foothold in the form of tools (geo) information technology, which allows to analyze the situation on the fire before the arrival. The task of applications to support decision-making processes is both accurate spatial localization of the site of the accident and also provide the widest possible range of objective information needed to draw the right conclusions as to encourage operators. Besides the quality of the information transmitted is in the operational management of essential, particularly elapsed reaction time (dostupné z: invoking a state of crisis in their own reactions). Suitably selected operational management tools to minimize the time delay is intended to eliminate the loss of property or life.

One solution eliminating the negatives is the extension of flexible web applications at the expense of robust desktop solutions that technologically nor conceptually already fall far short of trends and demands. The motivation was to establish cooperation with the Fire Brigade Olomouc Region in order to eliminate the time consuming and unefficient process of distributing data over headquarters.

The main aim of the dissertation thesis is to define a set of rules, methods and recommendations intended to build advanced web mapping client designed to support decision-making processes of crisis management. Based on the proposed methodology, then test hypotheses and assumptions on file for this purpose developed applications according to real requirements of the Fire and Rescue Service of Olomouc Region. The aims were divided into sub-goals:

Sub-goal 1: Analysis of the technological aspects

Sub-goal 2: Analysis of user interface

Sub-goal 3: Design of methodology for support decision-making processes applications

Sub-goal 4: Development of pilot applications

Sub-goal 5: Testing and analysis of deployed applications, recommendations

Processing procedure was divided into several phases, which were addressed different sub-goals. Phases of the dissertation thesis are schematically indicated on Figure 1 and correspond to subtasks.

The aim of crisis management is, if possible, prevent or minimize loss of property and human lives in case of an emergency. This dissertation work could bring a suitable solution for decision support applications. The results of this dissertation were created with the aim of a comprehensive insight into the problems of Web applications dostupné z: the perspective of technology, content, user and organizational. The aim of the author was to apply the latest trends and knowledge not only in the field of GIS / GIT but also methods of web design. The intention of this work was to present a comprehensive list of methods and procedures to streamline crisis management and apply them to the concept of pilot applications. The main aim of the thesis was to define a set of rules, methods and recommendations intended to build advanced web mapping client designed to support decision-making processes of crisis management, which was used sub-objectives.

The primary outcome was defining the term WebGIS 2.0 as an original view of the author, and the theoretical concept of "function" scenario as a characteristic of the adaptive

adjustment according to predefined scenarios in the web application. Sub-goal 1 - The result is the gap analysis solutions. Preceding generations and complex evaluation and comparison of the technological aspect of the matter platforms and technologies, data source and security, including a detailed comparison. The result is a preference HTML5 technology and library Leaflet, web services WMTS and WFS-T, a hybrid approach for defining format support GEOJSON.

Sub-goal 2- The result is an analysis of the usability of a user interface characterized by UI / UX: composition, graphic elements, user testing and optimization for mobile devices, including exemplary.

Sub-goal 3- The result is a real-life editing client, the main result is the concept of a pilot web mapping application for crisis management, respecting the above findings, with real data for real purposes.

Sub-goal 4 - Stress testing has been performed, the incorporation of requirements drawn dostupné z: the results of testing.

Sub-goal 5 - The result is a comprehensive design methodology for analysis and evaluation of Web mapping applications in the field of crisis management based on heuristic analysis, and Maslow pyramid, accompanied by a summary of the general and specific recommendations.

The aim of this work was to bring about a proposal flexible complex web application as a tool to support decision-making processes of the Integrated Rescue Service. The author created the work meets these objectives, presents the concept of using GIT in phenological research and applied his part in the partial tasks whose results are presented mainly through spatial visualization.

While addressing specific objectives of the dissertation were used information sources, methods, knowledge and resources in the fields of geoinformatics, web design, psychology, programming, marketing, crisis management. Common integration and in particular the application of methods for processing spatial visualization of crises has proved beneficial.

The result of the dissertation is a list of suggestions and recommendations for crisis management, in terms of technology, data-content, user and organizational-general. The aim of the author was to apply the latest trends and knowledge not only in the field of GIS / GIT but also methods of web design. The main application output is a series of applications for the real-life needs in crisis management, specifically developed in collaboration with the Fire Brigade of Olomouc Region. The final result of this work is the evaluation methodology, serving a comprehensive tool for analysis and evaluation of planned and existing applications, integrating all aspects verified in this work. Procedures and results are also applicable, realistically verified and may become part of a wider research, you can directly use or continue to build on them.

ANOTACE

Název práce	RICH INTERNET APPLICATION PRO PODPORU ROZHODOVACÍCH PROCESŮ INTEGROVANÉHO ZÁCHRANNÉHO SYSTÉMU
Autor práce	Mgr. Rostislav Néték
Pracoviště	Katedra geoinformatiky, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci
Anotace	Cílem disertační práce je vymezit soubor pravidel, metod a doporučení určených pro sestavení pokročilých webových mapových klientů určených pro podporu rozhodovacích procesů krizového řízení. Na základě navrhnuté metodiky poté ověřuje předpoklady na souboru k tomuto účelu vyvinutých aplikací dle reálných požadavků Hasičského záchranného sboru. V prvním dílčím cíli je zpracován návrh technického řešení s důrazem na funkcionalitu Rich Internet Application a uživatelsky orientovaného přístupu. Zabývá se problematikou interoperability mezi operačními systémy, webovými prohlížeči i platformami, s ohledem na desktopové i mobilní zařízení. Byl proveden rozbor funkcionality rozdílných technologií (Flex, Silverlight, HTML5 a analýza sdílení programových prostředků pomocí modelu Cloud computing, s důrazem na přínos do oblasti krizového řízení a specifik s tímto modelem spojených (bezpečnost, dostupnost). Dílčí cíl 2 navrhuje koncepci z pohledu použitelnosti. Z uživatelského pohledu je cílem navrhnout a ověřit intuitivní kompozici i vyjadřovací prostředky. Syntéza poznatků získaných v předcházejících krocích je aplikovaná do dílčího cíle 3 – sestavení, naprogramování a reálné nasazení konceptu. V průběhu zpracovávání disertační práce došlo k vývoji série mapových klientů různého obsahu i funkcionality, reflektující technologický pokrok i získané poznatky. Dílčí cíl 4 zahrnuje proces testování a rozbor reálně nasazených aplikací. Dílčí cíl 5 si klade za cíl na základě kritické analýzy nedostatků stávajících mapových řešení specifikovat a vymezit aspekty nezbytné pro navrhnutí aplikace potřeb krizového řízení. Hlavním záměrem je návrh implementace dílčích opatření, doporučení a principů vedoucích k zefektivnění procesu operačního krizového řízení, konkrétně mapových aplikací. Snahou autora je navrhnout komplexní hodnotící metodiku vycházející z expertních metod hodnocení webdesignu (Heuristická analýza, Maslowova pyramida webdesignu).
Klíčová slova	Rich Internet Application, krizové řízení, aplikace, webové služby, technologie
Rozsah práce	137 stran
Jazyk	Čeština

ANNOTATION

Title	RICH INTERNET APPLICATION FOR SUPPORT OF DECISION-MAKING PROCESSES OF INTEGRATED RESCUE SYSTEM
Author	Mgr. Rostislav Néték
Department	Department of Geoinformatics, Faculty of Science, Palacky University, Olomouc
Abstract	The main goal of this work is to define a set of rules, methods and recommendations intended to build advanced web mapping client designed to support decision-making processes of crisis management. Based on the proposed methodology then verifies the assumptions on file for this purpose developed applications according to the real requirements of the Fire Service. In the first sub-goal there is a proposal of technical solutions with an emphasis on functionality and Rich Internet Application user-oriented approach. It deals with the issue of interoperability among operating systems, web browsers and platforms, with regard to desktop and mobile devices. An analysis of different technologies (Flex, Silverlight, HTML5) have been made. Cloud computing have been analyzed with emphasis on the contribution to the field of crisis management and the specifics associated with this model (security, availability). Sub-goal 2 proposes the concept in terms of usability. Dostupné z: the user's perspective the aim is to design and verify intuitive composition and means of expression. The synthesis of knowledge gained in previous steps is applied to sub-goal 3 - programming and deployment the main concept. During the processing of the dissertation it was necessary to develop a series of map clients with different content and functionality, reflecting technological progress and lessons learned. Sub-goal 4 covers the process of testing and analysis realistically deployed applications. Sub-Goal 5 aims based on critical analysis of the shortcomings of the existing mapping solutions to specify and define the aspects necessary for designing application needs of crisis management. The main aim is to design, implementation of measures, recommendations and principles to streamline the process of operational crisis management, specifically mapping applications. The aim of the author is to propose a comprehensive evaluation methodology based on expert web design evaluation methods (heuristic analysis, Maslow pyramid).
Keywords	Rich Internet Application, crisis management, web services, technology, Internet
Range	137 pages
Language	Czech

PŘÍLOHY

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Heuristická analýza použitelnosti (11 listů) – vázaná příloha

Příloha 2: Kompletní zdrojové kódy všech pilotních aplikací – součástí přiloženého DVD

Příloha 3: Návod na administraci a instalaci klienta Crismapp – součástí přiloženého DVD

Příloha 4: Heuristická analýza použitelnosti (zdroj) – součástí přiloženého DVD

Příloha 5: Vlastní DVD