

# MOŽNOSTI APLIKACE ADAPTIVNÍ KARTOGRAFIE V KRIZOVÉM ŘÍZENÍ

## POSSIBILITIES OF THE APPLICATION OF ADAPTIVE CARTOGRAPHY IN CRISIS MANAGEMENT

Václav TALHOFER, Petr KUBÍČEK

Dostupné na [http://www.population-protection.eu/attachments/042\\_vol4special\\_talhofer\\_kubicek.pdf](http://www.population-protection.eu/attachments/042_vol4special_talhofer_kubicek.pdf).

### Abstract

*The article is dealing with an adaptive cartography method application in web mapping services. The general theory is adapted for applications in the field of crisis management and is validated on a pilot project dealing with situations of floods before, during and recovery solution in the affected areas.*

### Keywords

*Adaptive cartography, crises management, command and control system, GIS.*

## 1 Geografická data v krizovém řízení

Současné systémy velení a řízení u všech složek zapojených do integrovaných záchranných systémů (stálých i dočasných) jsou založené na komunikačních a informačních systémech. Po technické a technologické stránce jsou zpravidla tvořené:

- *stacionárním databázovým systémem* s jednou databází nebo několika distribuovanými databázemi,
- *segmentem* pořizování, správy a distribuce dat,
- *segmentem uživatelů*, kteří mohou používat jak stacionární, tak i mobilní přístroje a zařízení pro komunikaci s databázovým systémem,
- *segmentem komunikačních prostředků*.

Z organizačního hlediska je možné definovat tři základní úrovně velení a řízení:

- *úroveň centrálního řízení a rozhodování*,
- *úroveň řízení útvarů a jednotek*,
- *úroveň řízení malých skupin a jednotlivců*.

Mezi všemi úrovněmi jsou zabezpečovány obousměrné datové toky ve vertikálním i horizontálním směru.

Z obecného hlediska je možné tyto systémy vytvářet v uvedených třech základních úrovních s následujícími definovanými schopnostmi:

- *Komunikovat a sdílet informace*. Významem této schopnosti je především

překonání informačních bariér a vytvoření schopnosti získat informace ze všech spolupracujících složek IZS a podporovat práci na společném řešení úkolu.

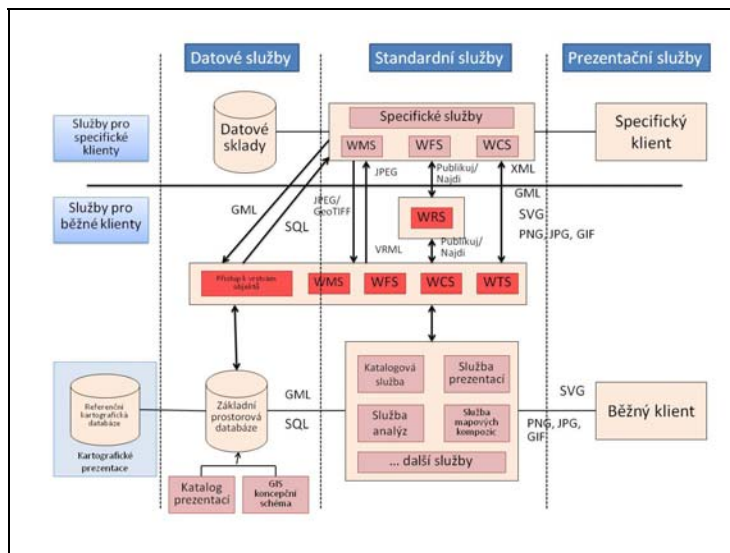
- *Společně plánovat a řídit.* Smyslem je překonání bariér znemožňujících bezprostřední spolupráci při plánování a řízení záchranné operace a vytvoření schopnosti efektivně spolupracovat při jejím plánování a řízení. Součástí této schopnosti je i zavedení pokročilých nástrojů pro podporu vzájemné spolupráce při řešení operačních úloh a podporu rozsáhlé vertikální a horizontální spolupráce. Je zde definována i uživatelská schopnost spoluvytvářet společný obraz prostoru zásahu a rozumět mu způsobem, který je odpovídající jejich roli.
- *Zjistit a jednat.* Významem je překonání bariér ve vzájemné spolupráci jednotlivých technických a technologických platforem součástí ISZ. Schopnost zahrnuje i „bezešvě“ propojení stacionárních i mobilních senzorů a na základě automatizovaného vyhodnocení dat a informací, které senzory získají, umožnit zvolení optimální varianty řešení krizové situace. Veškeré informace jsou plně sdíleny mezi jednotlivými aplikacemi napříč stupni velení a řízení a napříč všemi součástmi IZS (stálými i dočasně aktivovanými).

Výstavba integrovaných prostředí je založena na servisně orientovaných databázových systémech s přístupy řízenými jazykem SQL. Nedílnou součástí integrovaných systémů je vždy *databáze geografických dat* (někdy též prostorových dat), které jsou určené nejen k lokalizaci všeobecných geografických objektů a jevů, ale i objektů a jevů, které souvisí s řešením konkrétních odborných úloh. Geografická data spolu s tematickými daty z oblasti krizového řízení umožňují navíc analyzovat možná budoucí rizika, podporovat plánování a řízení a podobně.

Z uživatelského hlediska jsou databáze geografických dat budovány ve smyslu ISO standardů s otevřenými formáty dat podle specifikací mezinárodního konsorcia pro otevřenou výměnu data (*Open Geospatial Consortium – OGC*) a v profilech definovaných zodpovědnými národními nebo mezinárodními organizacemi (například Český úřad zeměměřický a katastrální, Ministerstvo vnitra, Ministerstvo obrany, Ministerstvo zemědělství), které často vycházejí z mezinárodních standardů definovaných nadnárodními organizacemi, například Evropskou unií (*Infrastructure for SPatial InfoRmation in Europe – INSPIRE*), NATO (*Defence Geospatial Information Working Group – DGIWG*).

Příklad využití uvedených přístupů je uveden na následujícím obrázku (Obr. 1). V uvedené architektuře jsou vlastní služby zabezpečovány klíčovými komponenty, kterých je *zpravidla šest typů* (NC3A, 2006):

- *rejstříkové služby* (Web Registry Service – WRS),
- *mapové služby* (Web Mapping Service – WMS),
- *objektové služby* (Web Feature Service – WFS),
- *služby pro přístup ke coverage* (Web Coverage Service – WCS),
- *služby pro přístup k výškovým datům* (Web Terrain Service – WTS),
- *služby pro přístup k vrstvám objektů* (Access Object Layer – AOL).



Obr. 1

*Příklad servisně orientované architektury databázového systému  
(upraveno podle (NC3A, 2006))*

Uvedené služby jsou zpravidla doplněné odpovídajícím *systemem vizualizace prostorových geografických dat*, který odpovídá jak podstatě získaných dat (jejich obsahu), tak i základním kartografickým zásadám. Prostředí komunikačních a informačních technologií však umožňuje přizpůsobit systém vizualizace řešeným úkolům, úrovni velení, schopnostem a potřebám koncového uživatele a v neposlední řadě i denní a roční době, ve které se řeší daná situace. Cílem tohoto řešení je poskytnout konkrétnímu uživateli na dané pozici a v daném čase takovou informaci, která mu pomůže jeho problém efektivně řešit, a naopak minimalizovat informaci, která není v daný okamžik nezbytná. Lze tedy definovat dynamické změny v zobrazovaném obsahu a jako nástroj pro toto řešení použít *metody adaptivní kartografie*. Nezbytným *předpokladem jejího efektivního využití* je však vybudovaný a provozuschopný systém s integrovanými sítěmi a s integrovanými a interoperabilními daty.

## 2 Adaptivní kartografie a její aplikace v dynamických procesech

Cílem kartografické tvorby jako základního nástroje vizualizace geografické informace je prezentovat uživateli informace vždy v takové formě, aby je co nejsprávněji a nejrychleji pochopil a mohl je tak využít s maximální možnou mírou efektivity. Klasické papírové mapy předávají informace ve statické,

neměnné formě, v jednom měřítku a s jednou rozlišovací úrovní dat dané použitým měřítkem, způsobem generalizace obsahu a jeho grafickým vyjádřením. Prostředí informačních a komunikačních technologií však umožňuje vizualizovanou informaci poskytovat uživateli v podstatě „na míru“ podle jeho okamžitých představ a podle okolností, v jakých se uživatel nachází. Prostředkem, kterým toho je v případě *kontextové kartografické vizualizace* dosahováno, je *dynamický vizualizační systém*, který monitoruje vybrané charakteristiky prostředí a okolnosti svého používání (jak aktivně, např. pomocí senzorů, tak pasivně, např. na základě vstupů od uživatele) a na základě těchto kontextových informací mění volbu reprezentace zobrazovaných jevů a objektů podle předdefinovaných (nebo uživatelem definovaných) pravidel.

Podle obecné teorie (Reichenbacher, 2004), termín kontext může v různých souvislostech nabývat mnoha odlišných významů. V této práci je využíván přístup vycházející z definice kontextu, kterou publikovali (Dey & Abowd, 1999):

*„Kontext je jakákoliv informace, která může být využita k charakterizaci situace určité entity, přičemž entitou zde rozumíme osobu, místo nebo objekt, jež lze považovat za relevantní z pohledu interakce mezi uživatelem a aplikací, včetně daného uživatele a dané aplikace“.*

*Způsobů, kterými lze v rámci kontextové kartografické vizualizace provádět adaptaci, je nepřeberně množství. Vhodnost jejich použití obecně závisí na podmínkách, za kterých je kontextová služba využívána.“*

Mezi základní postupy patří *změna výběru zobrazované části mapy*, která se silně váže i na *volbu měřítka*. Další skupina metod pak slouží k *umožnění co nejlepší orientace uživatele v rámci zobrazeného výřezu mapy*. Obecně se vychází z míry relevance jednotlivých datových vrstev pro danou konfiguraci kontextu. Data vyhodnocená v daném případě jako málo relevantní nebo irelevantní nejsou zobrazována vůbec, čímž je omezena kognitivní zátěž uživatele. Dalšími metodami jsou *metoda výběru zobrazovaných prvků* a další *metody kartografické generalizace* (tj. různé metody zevšeobecňování mapových prvků) byly podrobně popsány v rámci tradiční kartografie (česky např. (Lauer mann, 1974), (Hojovec, Daniš, Hájek, & Veverka, 1987)).

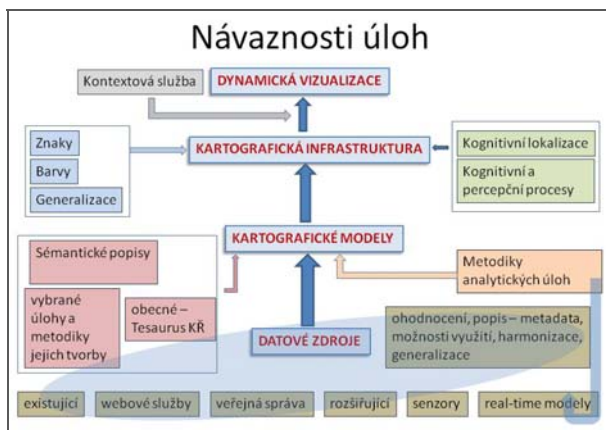
Jedním z hlavních problémů vyplývajících z podstaty kontextové vizualizace je *variabilita míry relevance v různých kontextech*. Zatímco v klasické kartografii lze u jednotlivých prvků stanovit stabilní míru relevance a na tomto základě sestavit jejich trvalou hierarchii, podle níž se pak procesy generalizace řídí, v kontextové vizualizaci se míra relevance jednotlivých prvků mění podle aktuální konfigurace parametrů kontextu. Pro adaptaci vizualizace lze též využít *změny hodnot* kterékoliv z vizuálních a dynamických *proměnných* spojenou se *změnou symboliky*. Typicky ji lze využít při změně typu uživatele – např. v mapách pro děti dáme přednost figurálním znakům, zatímco při zobrazování stejných dat v mapách pro dospělé použijeme symbolické znaky. Podobně lze odlišit vizualizaci dat pro laiky a pro specialisty. Změnou použité symboliky může kontextová služba reagovat i na změnu použitého zobrazovacího zařízení (v závislosti na jeho velikosti, rozlišení, apod.). Podrobněji je tato problematika popsána např. (Nivala & Sarjakoski, 2005) nebo (Zbořil, 2008).

### 3 Uživatelské řešení adaptivní kartografie v rámci kontextů

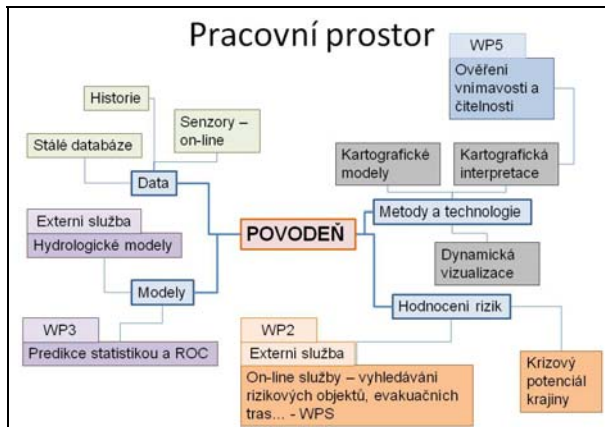
Systém adaptivní kartografie byl v uplynulých letech dílčím způsobem aplikován pro potřeby krizového řízení v rámci výzkumného záměru Masarykovy univerzity „Dynamická geovizualizace v krizovém řízení“ (kód projektu MSM0021622418, (MUNI, 2007)). Zde byla, kromě jiného, navržena *kontextová mapová služba (Context Web Mapping Service, CWMS)* a potom následné i její implementace, která představuje přemostění konceptuálních principů adaptivní kartografické vizualizace a jejich aplikačního využití v oblasti krizového managementu prostřednictvím standardizovaných mapových služeb (Kozel, 2009).

Veškeré teoretické práce a dílčí postupy adaptivní kartografie a kontextové služby bylo nutné ověřit v rámci komplexní technologie na příkladu vhodného scénáře krizového řízení. Vzhledem k častým povodňovým nebezpečím, jež v posledních letech zasáhly naši republiku a způsobily rozsáhlé škody, byl jako pilotní projekt vybrán scénář „Povodně“. V této oblasti je vysoký potenciál pro využití dynamické kontextové kartografie, která umožňuje efektivnější řešení krizových situací ve všech fázích během mimořádných událostí v průběhu povodní. Nástroje této kartografické vizualizace se uplatní během přípravy na řešení krizové situace, odezvy na konkrétní úlohy během řešení situace i při následné obnově postižené lokality. K tomu byly definovány hlavní bloky úloh a řešeny jejich vertikální i horizontální návaznosti (viz Obr. 2).

Datové, technologické i technické řešení pilotního projektu odpovídalo plnění hlavního i dílčích cílů. Jádrem celého systému byla kontextová mapová služba, doplněná o nové kontexty povodní. Především byl vytvořen základní pracovní prostor, jehož schéma je na následujícím obrázku (Obr. 3).



Obr. 2  
Návaznosti bloků úloh v pilotním projektu „Povodně“

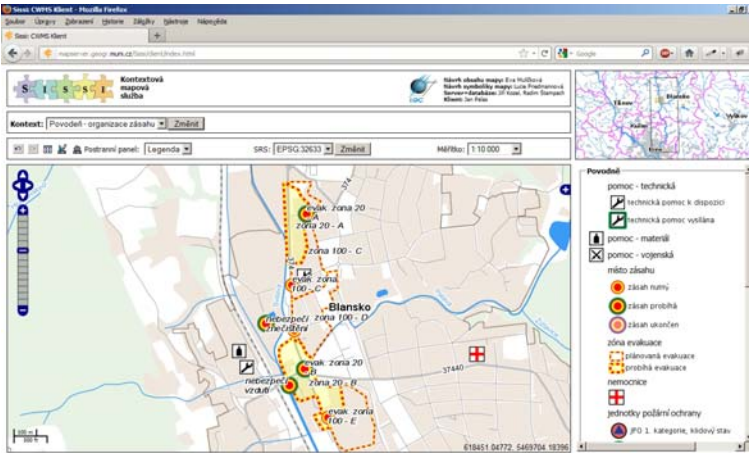


Obr. 3  
Základní pracovní prostor pilotního scénáře „Povodeň“

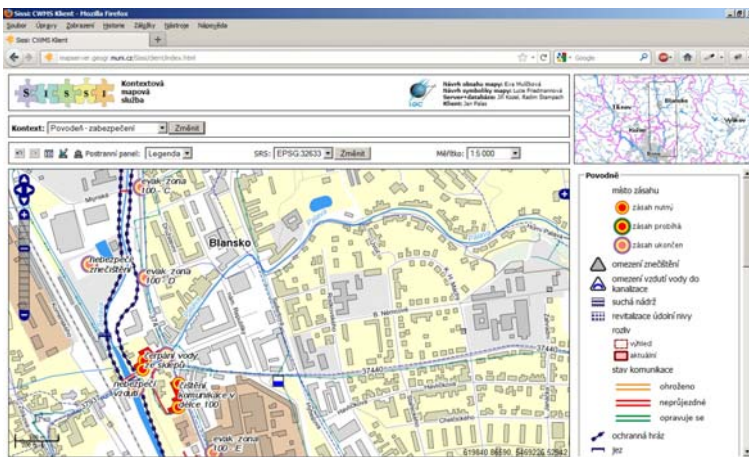
Samotnému průběhu experimentu předcházelo několik fází, ve kterých probíhal především:

- *rozběr činností a pravomocí*: postižení všech aktivit – kdo za co zodpovídá, jaký je typický operační rozsah, jaké jsou komunikační toky, co se řeší;
- *rozběr mapové části povodňového plánu* – objekty zájmu, postižení sémantiky jevů, úroveň zobrazení;
- *doplnění databázi a znakových sad o relevantní jevy* – zejména zohlednění přírodních podmínek;
- *návrh jádrových kontextů, operačních kontextů* - tvorba kartografických modelů, kartografické infrastruktury;
- *psychologické testování navržených znakových sad a výběr vhodné vizualizace na základě zjištěných výsledků*.

Podle připraveného scénáře pilotního projektu probíhaly všechny etapy v operačních skocích až po fázi obnovy, při které byly zobrazeny všechny objekty, které byly poškozené nebo zničené, a všechny spolupracující složky, které se podílejí na obnově v první fázi. Následující obrázky ilustrují grafické uživatelské prostředí, ve kterém je implementována kontextová služba. Celý systém včetně použitých teoretických principů je popsán v (Talhofer & Kubíček, 2011) a případně i v (Kubíček, Mulíčková, Konečný, & Kučerová, 2011).



Obr. 4  
Ukázka zobrazení mapy ve fázi Příprava t-1 v kontextu „Organizace zásahu“  
v měřítku 1:10 000



Obr. 5  
Ukázka zobrazení mapy ve fázi Obnova v čase t+4 v kontextu Technické  
zabezpečení v měřítku 1:5 000

#### 4 Možnosti dalšího rozvoje

Pilotní projekt a provedený experiment prokázal výhodnost kontextové mapové služby pro zobrazování situace vyžadující zásahy složek Integrovaného záchranného systému. Současně pilotní projekt prokázal, že celý systém

geografické podpory krizového řízení je možné plně provázat se zavedenými standardními operačními postupy a připravit systém zobrazování relevantních informací vzhledem k úrovni pozice konkrétní složky, vzhledem k odborné činnosti složky a vzhledem k operačnímu času daného zásahu.

Rovněž projekt prokázal použitelnost navrhovaných sad mapových znaků pro vyjádření tematické informace z oblasti krizového řízení. S využitím kognitivního testování byly navrženy dvě sady mapových znaků a tyto sady otestovány s cílem vybrat optimální variantu. Vzhledem k nedostatku času nebylo možné vytvořit sadu, která by sloučila nejlepší řešení z obou sad do jedné, nicméně projekt naznačil cestu, jak tuto fázi v budoucích projektech dokončit.

### Poděkování

Příspěvek byl připraven v rámci řešení zmiňovaného výzkumného záměru Masarykovy univerzity „Dynamická geovizualizace v krizovém řízení“ (kód projektu MSM0021622418) a rovněž s přispěním výsledků projektu obranného výzkumu „Geografické a meteorologické faktory bojiště, jejich dynamická vizualizace a lokalizace v systémech velení a řízení“ (kód projektu – METEOR) řešeného na Univerzitě obrany.

### Literatura

- [1] DEY, A. K. a ABOWD, G. D. Towards a Better Understanding of Context and Context-Awareness. In *Proceedings of the 1st international symposium on Handheld and Ubiquitous Computing*. Atlanta, USA: GIT, 1999.
- [2] HOJOVEC, V., DANIŠ, M., HÁJEK, M. a VEVERKA, B. *Kartografie*. 1. vyd. Praha: Geodetický a kartografický podnik v Praze, 1987.
- [3] KOZEL, J. *Kontextová mapová služba*. [Disertační práce.] Brno: Masarykova univerzita, 2009.
- [4] KUBÍČEK, P., MULÍČKOVÁ, E., KONEČNÝ, M. a KUČEROVÁ, J. Flood Management and Geoinformation Support within the Emergency Cycle (EU Example). In HŘEBÍČEK, J. S. *Environmental Software Systems. Frameworks of eEnvironment* (IFIP Advances in Information and Communication Tec. ed., pp. 77-86). London: Springer Heidelberg Dordrecht London New York, 2011.
- [5] LAUERMANN, L. *Technická kartografie I*. Brno: Vojenská akademie Antonína Zápotockého, 1974.
- [6] MUNI. *Masarykova univerzita, Brno, Výzkumný záměr: Dynamická geovizualizace v krizovém řízení*. 2007. Získáno 12. 12 2011, z Geokrima: <http://geokrima.geogr.muni.cz/index.html>.
- [7] NC3A. *Bi-SC AIS Core Geographic Services, Integration Services White Paper*. Hague, Belgium: NATO Consultation, Command and Control Agency (NC3A), 2006.



- [8] NIVALA, A. M. a SARJAKOSKI, L. T. Adapting Mapp Symbols for Mobile Users. In *Proceedings of the 22th International cartographic Conference 2005: Mapping Approaches into Changing World*. A Coruna, Španělsko, 2005.
- [9] REICHENBACHER, T. *Mobile Cartography - Adaptive Visualisation of Geographic Information on Mobile Devices. Dissertation Thesis*. 2004. Získáno 06. 06 2008, z Tobias Reichenbach's Webpage: <http://tumb1.biblio.tu-munichen.de/publ/diss/bv/2004/reienbacher.pdf>.
- [10] TALHOFFER, V. a KUBÍČEK, P. *Vizualizace pro krizové řízení v praxi HZS ČR a IZS ČR, studie pro projekt výzkumu a vývoje "Výzkumná podpora HZS ČR a dalších služek IZS ČR", kód projektu VG20102015062*. Brno: Institut ochrany obyvatel HZS, 2011.
- [11] ZBOŘIL, J. Adaptation Methods. In *Contextual Cartographic Visualization. Proceedings. Second International Conference On Cartography and GIS*. Sofia, Bulharsko: University of Agriculture, Civil Engineering and Geodesy, 2008, s. 283-287.

**Kontaktní údaje:**

doc. Ing. Václav Talhofer, CSc.,

Univerzita obrany, Fakulta vojenských technologií, Katedra vojenské geografie a meteorologie, Kounicova 65, 66210 Brno,

e-mail: [vaclav.talhofer@unob.cz](mailto:vaclav.talhofer@unob.cz).

RNDr. Petr Kubíček, CSc.,

Masarykova univerzita, Přírodovědecká fakulta, Geografický ústav, Kotlářská 2, 611 37 Brno,

e-mail: [kubicek@geogr.muni.cz](mailto:kubicek@geogr.muni.cz).