

## Geovizualizácia dát o krajine na podporu riešenia krízových situácií

Jaromír KOLEJKA

**Abstract:** *Geographic data on the landscape can support the decision making in disaster management in the operative, short-, medium- and long-term stage. Digital terrain model, maps on geology, soil, waters, land use are especially useful in purpose oriented interpreted forms. Combined and visualized presentation of interpreted data layers can make disaster management much more efficient.*

**Keywords:** *disaster management, soil, geology, terrain, land use*

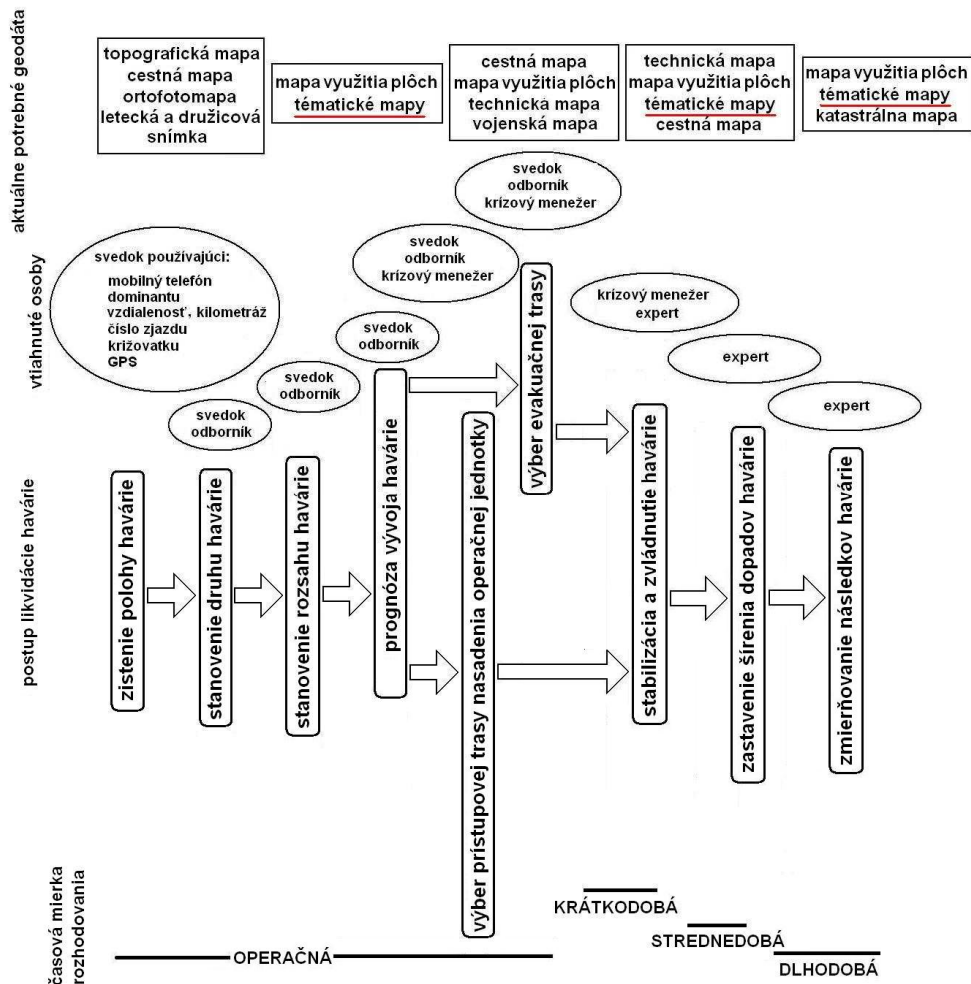
### Úvod

Krízový manažment (krízové konanie – ďalej KK) je zložitý súbor činností, ktorých cieľom je záchrana a ochrana ľudských životov a majetku. Keďže mnoho krízových situácií sa odohráva v krajine a má výrazný priestorový aspekt, v jednotlivých krokoch konania krízových štábov sa môžu veľmi účelne uplatniť geografické dáta a znalosti (Rao, Eisenberg, Schmitt, eds., 2007). Krízové situácie možno z praktického hľadiska rozdeliť do dvoch základných skupín:

1. priebeh škodlivých (pre človeka) prírodných procesov,
2. udalostí súvisiace s haváriou technických zariadení.

Medzi týmito dvomi hlavnými skupinami krízových situácií existuje rad spoločných kombinácií, pretože človek sa môže stať triggerom niektorých škodlivých procesov (zosuvy, lesné a iné požiare v otvorenej krajine, otrasy po explóziách, povodne po narušení technických vodohospodárskych diel atď.). Rovnako prírodné javy sa môžu stať príčinou havárií technických zariadení a niektoré procesy takisto môžu znižovať bezpečnosť strojov a technológií (hmla, vietor, vysoké či nízke teploty, mass movements, otrasy, povodne môžu narušiť infraštruktúru a pod.) a ich stav ohrozuje ľudí a majetok.

Kartografická a znalostná podpora krízového konania odborníkmi sa stáva do istej miery kritériom jeho úspešnosti (Konecny, 2010). V súvislosti s prebiehajúcou katalogizáciou krízových procesov v mnohých krajinách sveta nastáva obdobie vypracovania akýchsi metodických návodov ako ich riešiť. Krízové plány podnikov predstavujú určitý vzor, aké kroky za akých okolností podniknúť, avšak len málokedy sa spoliehajú na podporu priestorových dát a znalostí ich účelného použitia. Katalogizácia smeruje teda aj k tomu, že upozorňuje štáby na priestorový charakter konkrétnej udalosti, jej integrácie s prostredím a na potrebu aplikácie priestorových – senzú geografických dát. Mapové podklady sú klasickým prípadom využitia predpripravených podkladov pre prípadné použitie v krízovom konaní, ale len málokedy sú priamo pripravované pre takéto použitie. Bez máp sa krízové konanie nemôže obísť (obr. 1). Aj keď v súčasnej dobe stále prevažuje použitie len topografických máp a používa sa dominantne ich priestorová analýza pre rozhodovanie, niet pochyb o tom, že tematické mapy, a medzi nimi geografické podklady a znalosti môžu hrať významnú úlohu. Otázkou však zostáva, či geografické podklady vypracovať vopred, a to plošne pre rôzne záujmové územia a pre konkrétne scenáre vybraných udalostí, alebo pripraviť metodiky pre účelové interpretácie dát umiestnených na dostupných mapových serveroch či geodatabázach. Možnosťou ako vopred premyslieť použitie relevantných geodát, je dôkladná analýza známych udalostí a simulácia možných prípadov škodlivých procesov v prostredí. Analýza minulých udalostí dáva možnosť posúdiť, či niektoré podklady mohli byť pre riešenie udalosti užitočné a v akej podobe, zatiaľ čo simulácie umožňujú testovať rôzne alternatívy výberu, interpretácie a použitia disponibilných údajov a tiež poukázať na potrebu vývoja vhodných, ale zatiaľ chýbajúcich podkladov. Predkladaný príspevok si kládie za cieľ pripomenúť dôvody a predložiť niektoré ukážky a možnosti, ako účelovo interpretovať priestorové dáta pre potreby riešenia konkrétnej krízovej udalosti, pričom tento proces sa nezaobíde bez geografického myslenia.



Obr. 1. Možnosti využitia priestorových dát v krízovom konaní

## Geografická dátová podpora krízového konania

Vstup geografických dát na scénu riešenia udalosti nastáva v momente lokalizácie (kde?) a klasifikácie (čo?) udalosti. Krízový štáb rozbieha svoju činnosť v prvom rade v zmysle záchrany ohrozených ľudských životov. Udalosť sa stala a môže rozvíjať v interakcii s prostredím. Rozmer udalosti značí už na začiatku istú mieru ohrozenia a má priamy vplyv na prognózu vývoja, pretože rozmer udalosti je v priamej úmere k potrebe nasadenia prostriedkov a potrebe času riešenia. Znalosť iniciálneho (v momente nahlásenia krízového dispečingu) teritoriálneho rozsahu udalosti umožňuje posúdiť interakciu s odlišnými typmi geografického prostredia. Je totiž možné očakávať iné správanie škodlivého procesu v rôznych typoch prostredia, čo je podstatné pre prognózu jej ďalšieho vývoja. Relevantné geografické podklady v tomto momente môžu byť úspešne reprezentované buď súborom analytických máp o jednotlivých zložkách prírodného prostredia, resp. primárnej štruktúry krajiny, druhotnej štruktúry krajiny (využitie plôch), prípadne aj terciárnej štruktúry (diferenciácia záujmov, obyvateľstva, hodnôt), alebo (v lepšom prípade) geodatabázou digitálneho modelu krajiny, čiže nižším počtom integrovaných mnohoparametrových dátových vrstiev zastupujúcich v maximálne nožnej mierke jednotlivé krajinné štruktúry. Veľkým problémom v tomto momente je dostupnosť relevantných geodát. Krízové štáby v ČR zatiaľ nemajú legislatívne podporenú možnosť operatívne

vstupovať do rezortných a samozrejme aj súkromných geodatabáz a vo väčšine prípadov si budujú databázy sami vlastne na základe svojej iniciatívy, pričom obsah týchto geodatabáz nie je oficiálne predpísaný. Istým vodítkom pre budovanie „krízových“ geodatabáz môže byť katalóg rozhodujúcich krízových udalostí (javov, procesov), ktorých je takto v ČR evidovaných okolo 70. Vopred je tak možné koncipovať obsah geodatabáz podľa scenárov riešenia v katalógu menovaných typov udalostí. Súčasná situácia v ČR je tak charakteristická skôr budovaním týchto geodatabáz „ad hoc“, než dôkladne premysleným postupom.

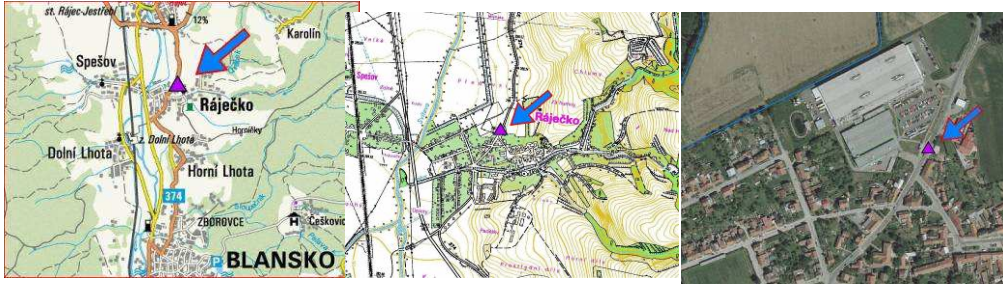
V závislosti od typu udalosti je vhodné mať k dispozícii podklady o reliéfe, geologickej stavbe, pôdach, ovzduší pred a v priebehu udalosti, o vodných objektoch, o vegetácii (reálnej), prípadne aj o živočíchoch. Tieto faktory totiž môžu mať kritický vzťah ku genéze a vývoji udalosti, a to ako príčinné faktory, regulačné faktory či katalyzačné faktory. Podobne sa môže uplatniť informácia o využití plôch. Informácie o terciárnej štruktúre krajiny však majú kľúčový význam, pretože ide o ľudské životy a majetok. U niektorých typov udalostí sa v prípade vyhľadávania evakuačných trás rovnako uplatňujú fyzikogeografické údaje, napríklad únosnosť pôdy pre rôznu transportnú techniku, priechodnosť lesa, strmosť svahov a ich zatienenie voči vetru, žiareniu, či výhľadu, vodné objekty.

Nezastupiteľnú úlohu môžu hrať fyzikogeografické údaje o krajine v procesoch krátko-, stredne a dlhodobých remediačných opatrení. V týchto časových mierkach je treba počítať s intenzívnou interakciou škodlivej udalosti s prostredím. Bez znalosti prostredia nie je možné definovať výber opatrení, harmonogram ich realizácie a kontroly príbežných a trvalých výsledkov. Podľa toho, ktorá zložka prírodného prostredia je najviac zasiahnutá udalosťou (v každom prípade sú však priamo či nepriamo dotknuté všetky), je treba získať či aktivovať relevantné komponentné alebo integrované dáta, tie podrobiť účelovej interpretácii z hľadiska riešenia aktuálneho problému (scenáraj) a spoločne s potrebnými aplikačnými poznatkami ponúknuť krízovému štábu. Úlohou geografa v podobných situáciách je integrovane vyhodnotiť nielen priestorový vzťah udalosti k danej zložke prírodného prostredia, ale aj posúdiť možné interakcie medzi komponentmi, medzi priamo aj nepriamo zasiahnutými. Podľa komplexných znalostí a ich priestorového priemetu by mal prebiehať výber nápravného opatrenia, lokalizácia jeho nasadenia v území a prípadne aj harmonogram opatrení.

### **Experiment so simulovanou cestnou toxickou haváriou**

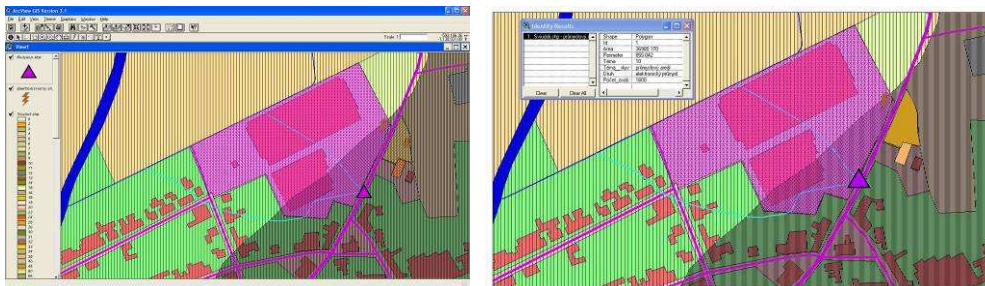
V rámci plnenia úloh výskumného zámeru MŠMT ČR č. MSM0021622418 "Dynamická geovizualizácia v krízovom manažmente", ktorý vyvíja nástroje a postupy, podporujúce optimálne rozhodovanie v prípade ohrozujúcich javov pomocou vhodne vizualizovaných a interpretovaných geografických dát, opakovane prebieha experiment so simuláciou vybraných krízových scenárov. Jedným z nich je aj príklad toxikkej havárie na ceste v susedstve obce a priemyselného podniku. Cieľom experimentu je predovšetkým testovanie komunikácie medzi orgánmi zúčastnenými na riešení krízovej situácie a cieleňá vizualizácia relevantných dát v priebehu jednotlivých etáp krízového konania na podporu rozhodovania zúčastnených skupín osôb – od profesionálov a poverených funkcionárov KK, cez zapojených odborníkov po laickú verejnosť. Jednou z úloh je aj efektívne použitie fyzikogeografických (geodát o prírode), ich prepojenie s ďalšími použitými dátami, účelová interpretácia a vizualizácia. Jednou z podmienok riešenia projektu je maximálne použitie existujúcich dostupných digitálnych geodát a demonštrovanie ich aplikácie v KK, vrátane ich účelovej interpretácie pre potreby KK.

Podpora KK geopriestorovými dátami sa začína lokalizačnými mapami – topografickou a cestnou, slúžiacimi k pochopeniu základných parametrov okolia udalosti a prístupu k nej. Vo väčšine prípadov sa odohráva v najmenej trojstupňovom približovaní (zooome) od regionálnej po lokálnu úroveň, pričom jednotlivé úrovne je vhodné podriaďovať aspoň rámcovo úrovniam administratívneho členenia, štátnej správy a samosprávy územia. V ČR tomu odpovedá úroveň kraja – obce s rozšírenou pôsobnosťou (tzv. malé okresy) – obce – časti obce (lokality udalosti) (obr. 2).



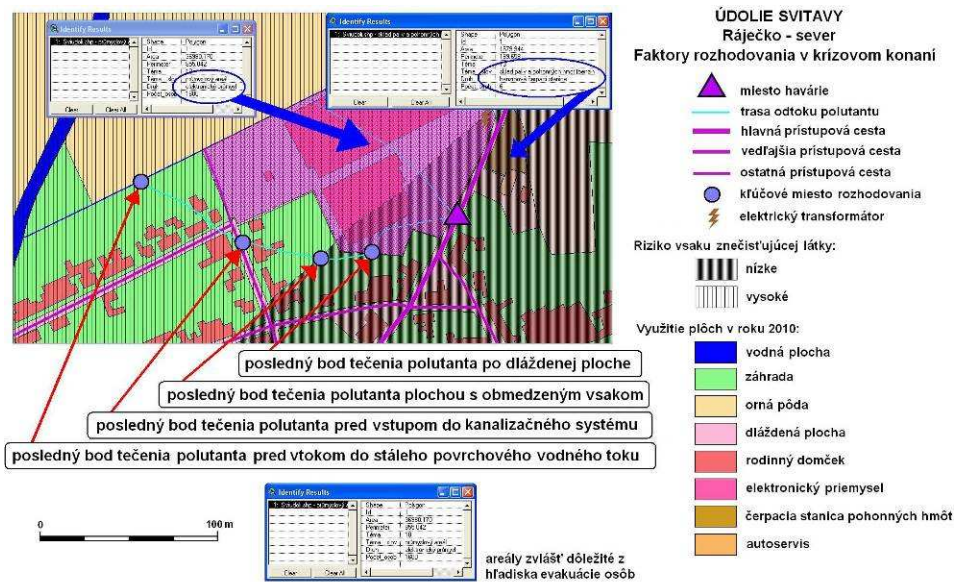
**Obr. 2.** Postupné mapové približovanie sa k miestu udalosti pomocou cestnej a topografickej mapy a leteckej snímky (Zdroj: ČÚZK, GEODIS BRNO)

V ďalšej etape KK po zistení typu udalosti – v tomto prípade toxická havária na ceste (únik kvaľpalného polutantu) – je treba v rámci prognózy odhadnúť smer pohybu znečisteniny. K tomu je možné použiť digitálny model reliéfu a nástroje hydrologického modelovania v GIS. Pre miesto havárie je tak možné odvodiť trasy povrchového odtoku pripadajúce do úvahy. Na mieru (množstvo a rýchlosť) povrchového odtoku polutantu bude mať vplyv využitie plôch, charakter pôdného pokryvu, geologického prostredia a sklon terénu. Z hľadiska možného scénára tohto typu udalosti je možné mať k dispozícii vopred pripravené interpretované mapy uvedených faktorov ako mapy rizík pohybu kvaľpalného polutantu (viskózný, s redukovanou vsakovacou schopnosťou), alebo mať k dispozícii expertný systém, ktorý takéto mapy derivuje z dát vo vlastnom mapovom serveri štábu KK či stiahnutých zo vzdialených serverov. Jednotlivé mapy je potom možné podrobiť analýze pre potreby rozhodovania v štábe KK každú zvlášť, alebo, čo je lepšie, avšak intelektuálne náročnejšie, v kombinovanej podobe (obr. 3).



**Obr. 3.** Kombinované zobrazenie situácie v priestore toxickej havárie na ceste pozostáva z mapy využitia plôch, geologickej mapy interpretovanej z hľadiska rizika vsakovania polutantu, namodelovaných pravdepodobných trás povrchového odtoku polutantu, prístupovej cestnej siete a vybraných ohrozených objektov (stavebné a vodné), vpravo pripojená tabuľka ukazujúca podrobnosti o ohrozenom objekte s uvedením počtu prítomných osôb (Zdroj: ČÚZK, ČGS)

Táto kombinovaná úprava podkladov (obr. 3) je v podobe ponuky k podpore rozhodovania predávaná krízovému štábu. Vzhľadom k tomu, že manažment KK je v permanentnej časovej tiesni a na ďalšiu analýzu máp nemá dostatok času a kľudu, je vhodné takéto podklady cieľovo interpretovať a poskytnúť štábu jednoznačné informácie pre rozhodovanie (obr. 4).



**Obr. 4.** Finálne interpretované geografické podklady pre podporu rozhodovania štábu KK (Zdroj: ČÚZK, ČGS)

Veľmi užitočné je relevantné informácie pre rozhodovanie prezentovať v čo najnázornejšej podobe. Variantu v 3D podobe uvíta ako štáb KK, tak aj postihnutá verejnosť (obr. 5).

## Záver

Súčasný vývojové tendencie v podpore KK geografickou informáciou charakterizujú procesy integrácie a vizualizácie (Fan, Li, Li, Liu, 2010). Sú pomerne náročné na kapacitu spracovateľských a komunikačných zariadení. Úloha geografov je však zatiaľ pomerne v pozadí, keďže dominujú skôr administratívne a technokratické postupy rozhodovania. Priestorovosť a syntéza, hlavné princípy geografického myslenia, sa však postupne presadzujú a posunom z tradičných stredne a dlhodobých rozhodnutí sa stále viac uplňujú v operatívnej a krátkodobej fáze KK. Paralelne s vývojom pokročilejších technológií však musí prebiehať aj rozvoj expertných systémov pre konverzie a interpretácie dát a tiež zber kvalitnejších údajov.



**Obr. 5.** Kombinovaná 3D vizualizácia – vľavo: reliéf podľa digitálneho modelu, cestná sieť a vodné toky, 3D stavby – podľa ZABAGEDu, plne farebná ortofotosnímka, farebne vyznačené objekty s koncentráciou obyvateľov, výška modelov symbolizuje počet prípadných evakuovaných ľudí, vpravo: reliéf podľa digitálneho modelu, cestná sieť a vodné toky, 3D stavby – podľa ZABAGEDu, riziko vsakovania – podľa geologickej mapy, potlačená farebná ortofotosnímka (Zdroj dát: ČÚZaK, ČGS, GEODIS BRNO)

## Literatúra

- FAN, J., LI, D., LI, W., LIU, L., 2010: The research on Chinese natural disaster reduction system of systems. In: Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Cartography and GIS, June 15-20, 2010, Nessebar, ICA/University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Sofija, 1-10.
- KONECNY, M., 2010: Early warning and crisis management geographic information research agenda. In: Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Cartography and GIS, June 15-20, 2010, Nessebar, ICA/University of Architecture, Civil Engineering and Geodesy, Sofija, s. 1.
- RAO, R. R., EISENBERG, J., SCHMITT, T., edits. (2007): Improving disaster management. The role of IT in mitigation, preparedness, response, and recovery. National Academic Press, Washington, 177 s.

## Landscape Data Visualizing for Support of Crisis Situations

Jaromír KOLEJKA

*Summary: Disasters and their consequences in the open landscape have a territorial aspect. They interact with the environment in many ways. Both advantages of geography – spatial thinking and territorial synthesis – can be very useful in individual stages of disaster management. Topographic maps, road maps, land use maps can be applied predominately in the initial stages of disaster management operations to support right response forces deployment and protection of human lives and property. Data on nature, e.g. soil maps, forest maps, land use maps, slope maps can be applied for the identification of safe evacuation routes during operation period. Thematic maps on the nature can support the decision making during the mitigation period when short-, medium- and long-term measures have to be applied. There are two principal options how to use geospatial data: in its original form, and/or in the purpose oriented interpreted form. The geographic expert application knowledge must be available in both cases. The geodata utilizing relies on the data processing regime: on line or off-line if dealing with geodatabases and map servers. The example of various geodata applications in the road toxic accident management is presented in the paper. Geography is responsible not only for relevant data selection, mining, interpretation and presentation, but also for the derivation of understandable map outputs showing critical points for disaster management forces and technology deployment. 3D presentation of key information about the accident and surrounding environment is preferable for wide public.*

---

### Adresa autora:

doc. RNDr. Jaromír Kolejka, CSc.  
Katedra geografie  
Pedagogická fakulta, Masarykova Univerzita  
Poříčí 7, 602 00 Brno  
[kolejka@ped.muni.cz](mailto:kolejka@ped.muni.cz)