

Slovenská technická univerzita v Bratislave, Stavebná fakulta

**Ing. Linda Gálová**

Autoreferát dizertačnej práce

**GEOINFORMAČNÁ PODPORA MANAŽMENTU  
PROTIPOVODŇOVEJ OCHRANY**

na získanie akademického titulu doktor (philosophiae doctor, PhD.)

v doktorandskom študijnom programe: 3636 geodézia a kartografia

Bratislava 2014

Dizertačná práca bola vypracovaná v dennej forme doktorandského štúdia na Katedre geodetických základov Stavebnej fakulty Slovenskej technickej univerzity v Bratislave.

**Predkladateľ:** Ing. Linda Gálová  
Katedra geodetických základov  
Stavebná fakulta, STU v Bratislave  
Radlinského 11, 813 68 Bratislava

**Školiteľ:** doc. Ing. Juraj Janák, PhD.  
Katedra geodetických základov  
Stavebná fakulta, STU v Bratislave  
Radlinského 11, 813 68 Bratislava

**Konzultant:** Ing. Róber Fencík PhD.  
Katedra mapovania a pozemkových úprav  
Stavebná fakulta, STU v Bratislave  
Radlinského 11, 813 68 Bratislava

**Oponenti:** Prof. Ing. Kamila Hlavčová, PhD.  
Katedra vodného hospodárstva krajiny  
Stavebná fakulta, STU v Bratislave  
Radlinského 11, 813 68 Bratislava

Ing. Vladimír Stromček, PhD.  
G-BASE s.r.o.  
Prešovská 43, 821 02 Bratislava

Ing. Andrea Majlingová, PhD.  
Požiarnotechnický a expertízny ústav MV SR v Bratislave  
Rožňavská 11, 831 04 Bratislava

Autoreferát bol rozoslaný: .....

Obhajoba dizertačnej práce sa koná ..... o ..... h  
na Katedre geodetických základov SvF, STU v Bratislave, Radlinského 11, 813 68 Bratislava

Prof. Ing. Alojz Kopáčik, PhD.  
dekan Stavebnej fakulty STU  
Radlinského 11, 813 68 Bratislava

# Obsah

<b>Úvod.....</b>	<b>2</b>
<b>1 Súčasný stav manažmentu protipovodňovej ochrany a priestorových dát .....</b>	<b>3</b>
1.1 Povodne a ochrana pred povodňami v podmienkach Slovenskej republiky .....	3
1.1.1 Analýza povodňových rizík .....	3
1.1.2 Organizačná štruktúra ochrany pred povodňami .....	4
1.1.3 Legislatíva Slovenskej republiky pre oblasť ochrany pred povodňami .....	5
1.2 Geoinformačná podpora ochrany pred povodňami .....	6
<b>2 Cieľ dizertačnej práce a predpokladaný prínos.....</b>	<b>7</b>
<b>3 Návrh konceptuálneho modelu povodňového krízového riadenia .....</b>	<b>8</b>
3.1 Analýza požiadaviek používateľov .....	8
3.2 Definovanie skupín používateľov .....	9
3.3 Popis jednotlivých prípadov použitia.....	10
3.4 Vyhľadávanie zdrojov priestorových dát vhodných pre povodňové krízové riadenie.....	12
3.5 Štruktúra konceptuálneho modelu povodňového krízového riadenia .....	13
3.6 Aplikácia modelu povodňového krízového riadenia.....	20
<b>4 Výsledky práce a diskusia .....</b>	<b>21</b>
<b>Záver.....</b>	<b>23</b>
<b>Prínos pre vedu a prax v oblasti geodézie a geoinformatiky.....</b>	<b>24</b>
<b>Summary .....</b>	<b>25</b>
<b>Zoznam použitej literatúry.....</b>	<b>26</b>
<b>Zoznam publikovaných prác doktoranda.....</b>	<b>28</b>

## Úvod

Povodne, podobne ako sucho, tornáda, zemetrasenia a pod., patria medzi katastrofické prírodné javy, ktoré ovplyvňujú kvalitu prirodzeného životného prostredia. Ľudstvo sa s povodňami stretáva od nepamäti, čo dokumentujú nielen najstaršie zachované literárne diela ako Epos o Gilgamešovi alebo záznamy o povodniach na Níle v Biblii, ale aj archeologické nálezy. Zo začiatku sa ľudstvo pred povodňami obrátilo útekem, alebo presunom aktivít do bezpečných oblastí. Postupne, na základe získaných skúseností, sa ľudia naučili, akým spôsobom sa proti povodňam brániť, či aspoň ako s nimi žiť. S technickým pokrokom sa ľudia prestali zaplavovaným územiám vyhýbať a budovali obydlia v blízkosti vodných tokov, lebo ľudský život bol vždy veľmi úzko spojený s vodou.

V rámci diskusií sa medzi odborníkmi a laikmi veľa hovorí o tom, že prichádzajúce zmeny klímy prinesú ešte väčšie zmeny v cirkulácii vody v prírode, t.j. budeme mať častejšie a silnejšie obdobia sucha resp. povodní. Masmédiá neustále prinášajú správy z celého sveta o živelných pohromách, napr. požiaroch, ktoré pohlcujú obrovské územia, ľudoch, ktorí prišli o svoje obydlia v dôsledku ničivých povodní, zemetrasení alebo víchríc, teroristických útokoch, ekologických haváriách, leteckých nešťastiach a mnoho ďalších situáciách ohrozujúcich majetok, zdravie a životy obyvateľov.

Je takmer nemožné úplne zabrániť výskytu týchto pohrôm, ale je v našich silách im účinne predchádzať a zmierňovať ich následky na minimum. Pre tieto a ďalšie činnosti sa postupom času vytvoril samostatný odbor nazvaný krízový manažment, ktorého hlavnou úlohou je znižovať dopad krízových situácií na obyvateľstvo a životné prostredie.

V priebehu riešenia krízových situácií pri povodniach je dôležité získať informácie z najrôznejších oblastí, ktoré môžu značným spôsobom urýchliť a zefektívniť riešenie. V súčasnosti existuje a v praxi sa používa množstvo heterogénnych dát. Ide o rôzne dátové formáty alebo modely, ktoré v mnohých prípadoch obsahujú dáta s rovnakou informačnou hodnotou, len možno s rozdielnou sémantikou dátového modelu, resp. sú bez pôvodného dátového modelu.

Rýchlejšie a efektívnejšie rozhodovanie orgánom krízového riadenia pri riešení krízových situácií poskytujú geografické informačné systémy (ďalej GIS), nakoľko umožňujú pracovať s veľkým množstvom a rozsahom informácií. GIS poskytujú nástroje napr. na tvorbu a kartografickú vizualizáciu digitálnych máp zobrazujúcich rozsah ohrozenia, prípadne navrhujúcich konkrétne riešenie krízových situácií a zobrazovanie vodohospodárskych objektov a sietí s presnou lokalizáciou v teréne, napĺňanie databáz a tvorbu priestorových analýz. Problémom je, že potrebné dáta sa nachádzajú vo viacerých inštitúciách a často krát sú reprezentované rozdielnou syntaxou a sémantikou. Preto je nutné všetky získané informácie harmonizovať, vypracovať podmienky ich interoperability, tzn. používať spoločné štandardy v súlade napr. so smernicou INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe (ďalej INSPIRE).

V dizertačnej práci sa venujeme problematike krízového manažmentu so zameraním sa na oblasť ochrany pred povodňami, ako najčastejším typom krízovej situácie vyskytujúci sa na našom území. Z pohľadu geoinformatiky sa zameriavame na problematiku priestorových dát a možnosti ich harmonizácie pre potreby riešenia povodňových krízových situácií. Cieľom dizertačnej práce je navrhnúť univerzálny konceptuálny model na podporu riadenia protipovodňovej ochrany, ktorý bude komplexne riešiť celý priebeh povodňovej krízovej situácie a s ňou spojené činnosti pre územie a podmienky Slovenskej republiky (ďalej SR). Model je zameraný na štruktúru súborov priestorových dát s uvážením požiadaviek a dátových špecifikácií smernice INSPIRE z hľadiska jej implementácie do legislatívy SR.

# 1 Súčasný stav manažmentu protipovodňovej ochrany a priestorových dát

Vzhľadom na stále častejší výskyt rôznych krízových situácií je potrebné dosiahnuť vyššiu pripravenosť obyvateľstva na ochranu života, zdravia a majetku, čo je práve úlohou krízového riadenia (ďalej KR) a civilnej ochrany (ďalej CO). Môžeme konštatovať, že v krízovom manažmente (ďalej KM) resp. KR, ide hlavne o komplexné zhodnotenie pravdepodobnosti výskytu krízovej situácie a prijatie nevyhnutných opatrení na zníženie jej negatívnych dopadov. Predpokladom k efektívnemu riešeniu je vypracovanie a vyhodnotenie mapových podkladov, návrhov, štúdií, projektov a rôznych dokumentov na riešenie konkrétnych krízových situácií orgánmi a zložkami KR a CO. Automatizované spracovanie mapových podkladov v prostredí počítačov, umožňuje používanie komplikovanejších analýz a riešení, čo vedie k efektívnejším výsledkom. Tento fakt upevňuje postavenie GIS v oblasti KR.

## 1.1 Povodne a ochrana pred povodňami v podmienkach Slovenskej republiky

Povodne sú prirodzenou súčasťou hydrologického cyklu. Územie SR zasiahlo od roku 2010 viacero extrémnych povodní, ktoré postihli viac ako 33 tisíc obyvateľov. Voda zaplavila takmer 30 tisíc bytových a 7,5 tisíc nebytových budov, vyše 113 tisíc hektárov územia (z toho vyše 7 tisíc hektárov v zastavaných územiach obcí) a spôsobila mimoriadne veľké povodňové škody za desiatky miliónov eur.

Vedecky doložené výsledky a v praxi potvrdené poznatky preukázali, že hlavnou príčinou týchto mimoriadnych povodní boli dlhotrvajúce plošné rozsiahle zrážky, ktoré sa vyskytli v relatívne krátkom časovom úseku za sebou. Tieto zrážky trvali tak dlho, že mali za následok vysokú nasýtenosť povodia a vyčerpanie retenčnej schopnosti krajiny. Prirodzené retenčné priestory na akumuláciu povodní sa značne zmenšili vplyvom osídľovania údolných nív a intenzívneho poľnohospodárskeho obrábania území. Je zrejmé, že povodňovú situáciu výrazne zhoršil človek, v dôsledku stavebných zásahov, urbanizácie a využívania oblastí, ktoré sa nachádzajú v kontakte s tokmi. Cieľom vodohospodárov je maximálne využitie potenciálov vodných zdrojov a zároveň ochrana obyvateľstva pred nepriaznivými dôsledkami povodní. Súčasný poznatky o účinku klimatických zmien ukazujú, že v tomto storočí budú pravdepodobne zvýšené riziká povodní. Preto problematika povodní a boj proti povodňam je a ostane aktuálnou témou aj pre nadchádzajúce obdobie. Treba si ale uvedomiť, že povodne sú hydrologický jav ignorujúci štátne hranice, a preto úsilie na zdokonalenie protipovodňovej ochrany zákonite nadobúda čoraz širší medzinárodný rozmer. K protipovodňovej ochrane je preto nevyhnutné pristupovať ako k súčasť integrovaného a komplexného riadenia vzájomne sa ovplyvňujúcich činností v celých povodiach riek.

### 1.1.1 Analýza povodňových rizík

Zóny prírodného rizika (DS NZ INSPIRE, 2013) sú miesta, kde sa prírodné rizikové oblasti pretínajú s husto obývanými oblasťami a / alebo s oblasťami s environmentálnou, kultúrnou alebo ekonomickou hodnotou. Povodňové riziko v tomto kontexte je definované ako:

$$R = H \cdot E \cdot S \quad , \quad (1.1)$$

kde hlavnými komponentmi sú:

**R** ..... riziko (*risk*),

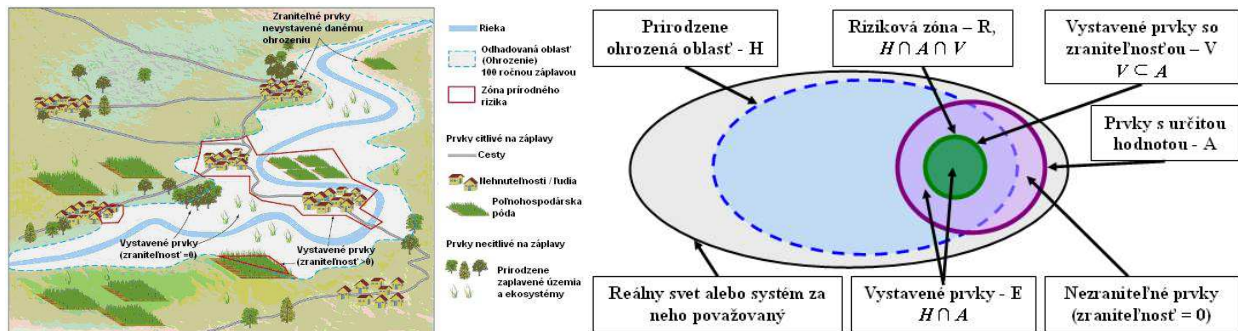
**E** ..... vystavenie (*exposure*),

**H** ..... ohrozenie (*hazard*),

**S** ..... náchylnosť (*susceptibility*).

Z hľadiska ochrany pred prírodnými rizikami, v našom prípade povodňou, kľúčovú úlohu hrajú komponenty, vystavené prvky a náchylnosť, kde pozitívnymi zásahmi môžeme ovplyvniť veľkosť celkového rizika. Ohrozenie povodňou, ktoré je dané prírodnými procesmi, prakticky nejde ovplyvniť. Je však možné predpovedať jej výskyt a prijať potrebné opatrenia na elimináciu alebo aspoň zníženie následkov ohrozenia.

Na obrázku 1.1 sú zobrazené priestorové vzťahy medzi jednotlivými vyššie vymedzenými pojmami a schematické zobrazenie abstraktného konceptuálneho modelu Zóny prírodného rizika.



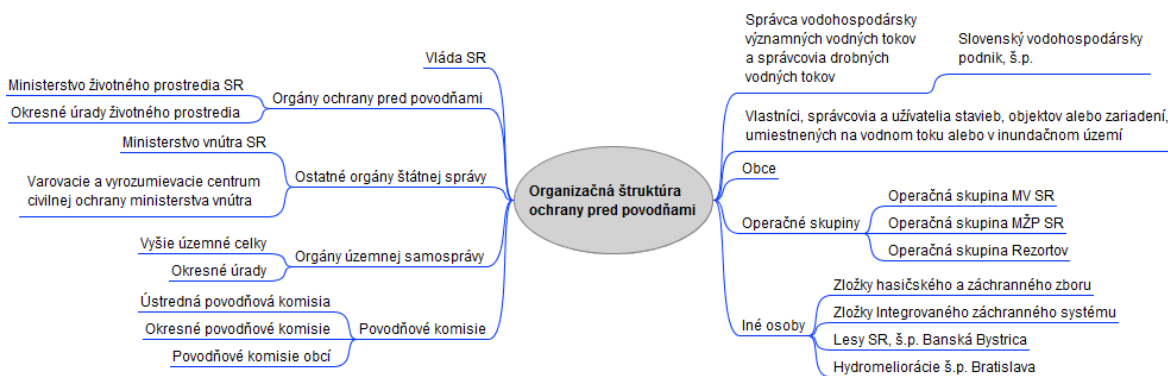
Obr. 1.1 Priestorové vzťahy medzi objektmi a schéma zobrazujúca hlavné komponenty modelu Zóny prírodného rizika (spracované podľa DS NZ INSPIRE, 2013)

### 1.1.2 Organizačná štruktúra ochrany pred povodňami

Ochranu pred povodňami v SR podľa zákona č. 7/2010 Z. z. vykonávajú inštitúcie uvedené v tabuľke 1.1, respektíve graficky zobrazené na obrázku 1.2.

Tab. 1.1 Inštitúcie zabezpečujúce ochranu pred povodňami v SR

a) vláda SR	f) správca vodohospodársky významných a drobných vodných tokov
b) orgány ochrany pred povodňami	g) vlastníci, správcovia a používatelia stavieb, objektov alebo zariadení, umiestnený na vodnom toku alebo v inundačnom území
c) ostatné orgány štátnej správy	h) obce
d) orgány územnej samosprávy	i) operačná skupina
e) povodňové komisie	j) iné osoby



Obr. 1.2 Inštitúcie zabezpečujúce ochranu pred povodňami v SR

### 1.1.3 Legislatíva Slovenskej republiky pre oblasť ochrany pred povodňami

Problematika vodného hospodárstva je v podmienkach SR legislatívne ošetrená zákonom č. 364/2004 Z. z. o vodách (vodný zákon) v znení neskorších predpisov. Uvedeným zákonom bola do legislatívy SR implementovaná rámcová smernica Európskeho parlamentu 2000/60/ES z 23. októbra 2000. Nakoľko sa smernica primárne venuje len pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva (ochrana povrchových a podzemných vôd), neskôr bola vypracovaná rámcová smernica Európskeho parlamentu 2007/60/ES o hodnotení a manažmente povodňových rizík. Na zosúladienie legislatívy SR s legislatívou EÚ, bolo potrebné prijať nový zákon a vykonávacie vyhlášky, ktoré transponujú smernicu 2007/60/ES do legislatívy SR. Koncom roka 2009, NR SR schválila zákon č. 7/2010 Z. z. o ochrane pred povodňami z dielne MŽP SR. V súčasnosti pracovná skupina 5 „Povodne“ pripravuje návrh nového zákona o ochrane pred povodňami.

Úlohou smernice 2007/60/ES a teda aj jej implementáciou do národných podmienok prostredníctvom zákona 7/2010 Z. z., je ustanoviť rámec na hodnotenie a manažment povodňových rizík (ďalej MPR) s cieľom znížiť nepriaznivé dôsledky na ľudské zdravie, životné prostredie, kultúrne dedičstvo a hospodársku činnosť spojené s povodňami v Európskom spoločenstve. Dôležité termíny, vyplývajúce zo smernice 2007/60/ES, ktoré musia členské štáty EÚ a tým pádom aj SR dodržať sú uvedené v tabuľke 1.2.

Tab. 1.2 Termíny a úlohy na dosiahnutie súladu so smernicou 2007/60/ES

Termín	Úloha na dosiahnutie súladu so smernicou
do 26. novembra 2009	uviesť do účinnosti zákon, záväzné právne predpisy a správne opatrenia (vykonávacie vyhlášky),
do 22. decembra 2010	rozhodnúť o nevykonaní predbežného hodnotenia povodňového rizika, ak ho už vykonali pred týmto termínom,
do 22. decembra 2011	dokončiť predbežné hodnotenie povodňového rizika, ak túto úlohu ešte nespĺnili,
do 22. decembra 2013	dokončiť mapy povodňového ohrozenia a rizika,
do 22. decembra 2015	zabezpečiť, aby plány manažmentu povodňového rizika boli dokončené a zverejnené,
do 22. decembra 2018	a potom každých 6 rokov prehodnotiť a v prípade potreby aktualizovať predbežné hodnotenie povodňového rizika,
do 22. decembra 2019	a potom každých 6 rokov prehodnotiť a v prípade potreby aktualizovať mapy povodňového ohrozenia a rizika,
do 22. decembra 2021	a potom každých 6 rokov prehodnotiť a v prípade potreby aktualizovať plány manažmentu povodňového rizika.

#### *Manažment povodňových rizík*

Analýza zložiek povodňového rizika, z ktorých sa skladá komplexný systém ochrany pred povodňami dokazuje, že protipovodňová ochrana je celospoločenská úloha. Ochrana pred povodňami sa týka všetkých, od jednotlivcov, cez obce až po vládu a v žiadnom prípade ju nemožno zúžiť len na povinnosti úzkeho okruhu štátnych orgánov a organizácií.

Hodnotenie ohrozenia (zraniteľnosti) a hodnotenie rizika, ako súčasti analýzy povodňového rizika a opatrenia na minimalizáciu rizika povodní predstavujú základné prvky MPR. Cyklus MPR je popísaný napr. v prácach Bačík a Ryšavá (2011), Zeleňáková (2009) alebo Majlingová a Lubinská (2011).

## 1.2 Geoinformačná podpora ochrany pred povodňami

V minulosti zložky krízového riadenia používali statické kartografické vizualizácie (analogové mapy) vychádzajúce z predspracovaných postupov riešenia povodňových krízových situácií. Základom efektívneho KR je schopnosť rozhodovať na základe relevantných a dostatočne kvalitných informácií. Je potrebné, aby zber, spracovanie, či analýza potrebných dát trvali relatívne krátku dobu a prístup k nim bol neobmedzený. Na základe uvedených požiadaviek GIS predstavujú efektívny a rýchly nástroj, nakoľko umožňujú pracovať s veľkým množstvom a rozsahom informácií, čo pomáha orgánom krízového riadenia v rozhodovacom procese. Problémom ale ostáva, že potrebné dáta sa nachádzajú vo viacerých inštitúciách a bývajú reprezentované rozdielnou syntaxou a sémantikou. Preto je nutné v najbližšom období informácie a ich zdroje harmonizovať, tzn. používať spoločné štandardy napr. podľa iniciatívy INfrastructure for SPatial InfoRmation in Europe (ďalej INSPIRE), aby bola zabezpečená interoperabilita systémov.

### *Zdroje dát na riešenie krízových situácií spôsobených povodňami*

Nakoľko sa riešenia krízových situácií zúčastňujú rôznorodé subjekty a zložky (v závislosti na type a rozsahu situácie, fázy a úrovne riadenia), rôznorodé budú aj informácie, IS a ich rozhrania, ktoré potrebujú ku svojej práci.

### *Členenie vstupných dát a podkladov*

Vstupné dáta (Tab. 1.3) patria medzi základné stavebné kamene riešenia povodňových krízových situácií. Ich zhromaždenie, úprava a analýza ovplyvňujú zásadným spôsobom časové a finančné nároky na následné spracovanie pre konkrétne aplikácie.

Tab. 1.3 Vstupné dáta používané pri riešení krízových situácií

Rozdelenie vstupných dát z rôznych hľadísk		
Hľadisko <i>pôvodu</i>	primárne	dáta pochádzajúce z prvotného sledovania stavu, dejov a činností
	sekundárne	prevzaté dáta
Hľadisko <i>formy uchovávania</i>	analogové	papierové mapy
	digitálne	rastové alebo vektorové dáta
	popisné	listiny, registre, správy, štatistické vyhodnotenia a pod.
Hľadisko <i>obsahovej náplne</i>	topografické	základné rozdelenie dát vhodných
	tematické	pre povodňový KR je uvedené
	metadáta	v nasledujúcom texte

Podrobná analýza priestorových dát a ich správcov, z hľadiska obsahu, vlastností a správy, ktoré sa používajú v procese ochrany pred povodňami, je uvedená v predkladanej dizertačnej práci. Snaha o previazanie a rýchly prístup k veľkému množstvu dát uložených často vo veľkých vzdialenostiach od seba, viedla k myšlienke vytvorenia infraštruktúr priestorových informácií (ďalej SDI).



## 2 Ciel' dizertačnej práce a predpokladaný prínos

Ciel'om dizertačnej práce je navrhnuť univerzálny model na podporu riadenia ochrany pred povodňami, ktorý bude komplexne riešiť celý priebeh povodňovej krízovej situácie a s ňou spojené činnosti. Navrhnutý model povodňového krízového riadenia pre územie a podmienky Slovenskej republiky je zameraný na štruktúru súborov priestorových dát s uvážením požiadaviek a dátových špecifikácií smernice INSPIRE z hľadiska jej implementácie do legislatívy Slovenskej republiky.

Na dosiahnutie uvedeného cieľa práce je potrebné si vytýčiť nasledovné predpoklady a čiastkové úlohy:

1. Zhodnotiť súčasný stav v oblasti protipovodňovej ochrany a geoinformačnej podpory povodňového krízového riadenia.
2. Analyzovať súčasný stav používania zdrojov priestorových dát na podporu povodňového krízového riadenia.
3. Analyzovať informačné toky vstupujúce do informačného systému povodňového krízového riadenia.
4. Definovať skupiny a požiadavky používateľov pre potreby protipovodňovej ochrany.
5. Analyzovať možnosti vytvorenia súborov priestorových dát protipovodňovej ochrany podľa dátových špecifikácií INSPIRE.
6. Definovať triedy priestorových objektov, atribúty a vzájomné vzťahy modelu povodňového krízového riadenia.
7. Definovať návrh konceptuálneho modelu povodňového krízového riadenia.
8. Overiť funkčnosť modelu povodňového krízového riadenia vo forme vytvoreného používateľského scenára.

### 3 Návrh konceptuálneho modelu povodňového krízového riadenia

V rámci PKR resp. MPR nie je dostatočne doriešená otázka geoinformačnej podpory. Navrhovaný model na podporu PKR má orgánom a zložkám činným v krízovom riadení uľahčiť vzájomnú komunikáciu a poskytovanie dát a informácií na zefektívnenie ich práce. Počas tvorby návrhu modelu sme:

- vykonali rozsiahlu analýzu požiadaviek používateľov,
- definovali skupiny používateľov systému PKR,
- definovali a špecifikovali používateľské scenáre a namodelovali prípady použitia,
- identifikovali správcov a poskytovateľov súborov priestorových dát,
- vyhľadali zdroje priestorových dát na internete,
- namodelovali triedy priestorových objektov modelu PKR zameraného na štruktúru priestorových dát používaných v SR s uvážením požiadaviek a dátových špecifikácii smernice INSPIRE.

Oblasť povodňového krízového riadenia (ďalej PKR) vyžaduje koordináciu mnohých krízových zložiek zo širokej oblasti pôsobnosti, a preto jazyk UML predstavuje efektívny nástroj, ktorý poskytuje široké možnosti na modelovanie systémov od definovania požiadaviek až po ich implementáciu.

#### 3.1 Analýza požiadaviek používateľov

V manažmente ochrany pred povodňami sa vykonávajú rôzne činnosti v rôznych časových obdobiach. V rámci týchto činností je možné používať GIS na podporu zlepšenia PKR. Rozdelili sme ich do troch skupín aj na základe etáp cyklu MPR podľa Bačík a Ryšavá (2011) na:

##### 1. *Obdobie prevencie:*

- a) *územné plánovanie,*
- b) *využívanie krajiny,*
- c) *modelovanie a vizualizácia povodňových krízových situácií,*
- d) *príprava, realizácia, údržba a oprava preventívnych technických a netechnických opatrení,*
- e) *organizačná, metodická, technická a personálna pripravenosť,*
- f) *povodňové krízové plánovanie.*

##### 2. *Obdobie reakcie na vzniknutú krízovú situáciu:*

- a) *včasné varovanie pred nebezpečenstvom povodne (v zmysle zákona č. 7/2010 Z. z.):*
  - *predpovedná povodňová služba, hlásna povodňová služba, hliadková služba, varovanie obyvateľstva,*
- b) *monitorovanie,*
- c) *simulácia krízových situácií,*

d) *vykonávanie zásahov povodňových zabezpečovacích a povodňových záchranných prác.*

**3. *Obdobie po krízovej situácii:***

- a) odstraňovania následkov povodní a poučenia z ich priebehu,
- b) analyzovanie príčin, priebehu a následkov povodní,
- c) rozbor účinnosti preventívnych opatrení a opatrení, ktoré sa vykonali počas povodní,
- d) vyhodnocovanie škôd pre stanovenie výšky poistného plnenia od poisťovní,
- e) aktualizácia máp povodňového ohrozenia, máp povodňového rizika, plánov manažmentu povodňových rizík a povodňových plánov,
- f) obnovenie podmienok na normálny život v povodňami zasiahnutých územiach, zmiernením sociálnych a ekonomických dopadov záplav na postihnuté obyvateľstvo.

## **3.2 Definovanie skupín používateľov**

V rámci analýzy požiadaviek používateľov je potrebné definovať možných používateľov systému PKR, ich požiadavky, kompetencie, prístupové práva a obmedzenia na základe príslušnej skupiny používateľov. Na základe uvedeného delenia s prihliadnutím na národné podmienky, sme potenciálnych používateľov rôznych dát a informácií týkajúcich sa ochrany pred povodňami v SR identifikovali a rozdelili do nasledovných skupín (Obr. 3.1):

### **1. *Gestor***

Do skupiny gestor by mali patriť pracovníci SVP, š.p. definovaní zákonom č. 7/2010 Z. z., ako správca vodohospodársky významných vodných tokov. Ako autorizovaní používatelia systému sú súčasne aj tvorcom dát z oblasti protipovodňovej ochrany. Uvedení používatelia budú mať zabezpečený neobmedzený prístup do systému PKR a aj práva na prácu s dátami prostredníctvom autorizovaných klientov.

### **2. *Povinné osoby***

Do skupiny povinné osoby by mali patriť autorizovaní používatelia systému (producenti dát) z ISVS a jednotlivých oblastí protipovodňovej ochrany (Obr. 1.2), definovaný zákonom č. 7/2010 Z. z., napr. poverené osoby z MV SR, z MŽP SR, z okresného úradu životného prostredia, z vyššieho územného celku, z okresného úradu, zo SHMÚ, z VÚVH, z rezortných organizácií, ktorí zodpovedajú za prevádzku a aktualizáciu dát a pod. Uvedení používatelia budú mať zabezpečený neobmedzený prístup do systému PKR (rovnako ako skupina Gestor) a aj práva na prácu s dátami prostredníctvom autorizovaných klientov.

### **3. *Úzka verejnosť***

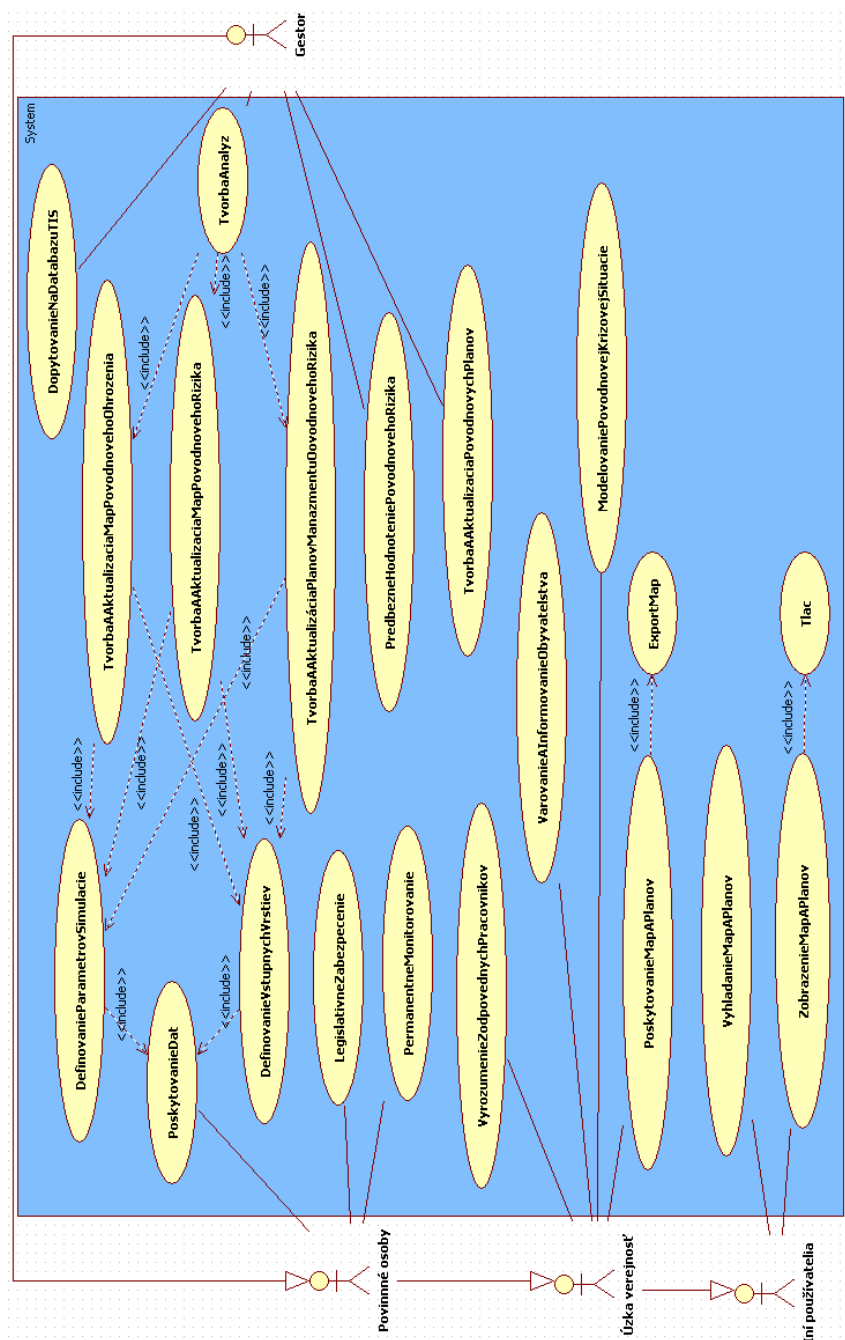
Do skupiny úzka verejnosť by mali patriť autorizovaní používatelia systému (Obr. 1.2), napr. poverené osoby z mesta (magistrátu) alebo obce (obecného úradu), z IZS (útvary HaZZ, Polícia SR, Armáda SR a pod.), z povodňových komisií, z bezpečnostných rád, z krízových štábov, z operačných skupín a ostatné (poverené) subjekty, ktoré môžu pomôcť napr. dopravnými prostriedkami (na evakuáciu), ťažkou mechanizáciou a pod.. Uvedení používatelia budú mať zabezpečený prístup do systému prostredníctvom tenkého klienta s rozšírenou funkcionalitou.

#### 4. Iní používatelia

Do skupiny iní používatelia by mali patriť neautorizovaní používatelia, napr. vlastníci, správcovia a používatelia pozemkov, stavieb, objektov alebo zariadení, ktoré sú umiestnené na / pozdĺž vodného toku alebo v inundačnom území, poľnohospodári, médiá, iné osoby a široká verejnosť. Uvedené osoby budú mať zabezpečený prístup k informáciám s obmedzenými právami cez webové služby.

### 3.3 Popis jednotlivých prípadov použitia

Hlavná štruktúra prípadov použitia modelu PKR bola navrhnutá formou UML diagramu prípadov použitia (pozri kapitola 3.1) v programovom prostredí *StarUML*, verzia 5.0 (*staruml.sourceforge.net*). Výsledný UML diagram prípadov použitia je na obrázku Obr. 3.1.



Obr. 3.1 UML diagram prípadov použitia modelu PKR

Funkčné požiadavky na systém PKR môžu byť:

1. *dopytovanie sa na databázu TIS SVP, š.p.,*
2. *predbežné hodnotenie povodňového rizika*
3. *tvorba analýz*
  - *tvorba a aktualizácia máp povodňového ohrozenia,*
  - *tvorba a aktualizácia máp povodňového rizika,*
  - *tvorba a aktualizácia plánov manažmentu povodňového rizika,*
4. *tvorba a aktualizácia povodňových plánov,*
5. *poskytovanie dát,*
6. *legislatívne zabezpečenie,*
7. *monitorovanie a permanentné získavanie informácií,*
8. *vyrozmene zodpovedných pracovníkov,*
9. *varovanie a informovanie obyvateľstva,*
10. *modelovanie povodňovej krízovej situácie* – interaktívne modelovanie povodňovej krízovej situácie priamo na mieste na základe konkrétnych zistených informácií, umožňuje zobraziť rozsah prípadnej katastrofy pre napr. vymedzenie ohrozenej oblasti a následnú evakuáciu osôb,
11. *poskytovanie máp a plánov,*
12. *vyhľadanie máp a plánov,*
13. *zobrazenie máp a plánov,*

Medzi nefunkčné (systémové) požiadavky patrí:

1. *zaistenie integrity a konzistencie dát,*
2. *transakčné spracovanie dát,*
3. *zamedzenie redundancie dát,*
4. *jednoduché rozširovanie systému,*
5. *minimálne kapacitné obmedzenie,*
6. *integrita systému.*

Uvedené nefunkčné požiadavky nie sú predmetom navrhovanej štruktúry databázy, avšak sú súčasťou tvorby každého robustného informačného systému. Podrobný popis obsahu jednotlivých prípadov použitia je uvedený v predkladanej práci.

Korešpondujúcim pojmom k prípadu použitia je scenár prípadu použitia, ktorý je definovaný ako sekvencia krokov popisujúcich interakciu systému a aktéra jedného prípadu použitia. Prípady použitia reprezentujú len vonkajší pohľad na systém, tzn. vyjadrujú čo (ale nie ako) budúci systém ponúkne používateľovi.

V rámci predkladanej práce boli podrobne rozpracované scenáre prípadov použitia modelu PKR *Modelovanie povodňovej krízovej situácie, Predbežné hodnotenie povodňového rizika, Tvorba a aktualizácia máp povodňového ohrozenia a Tvorba*

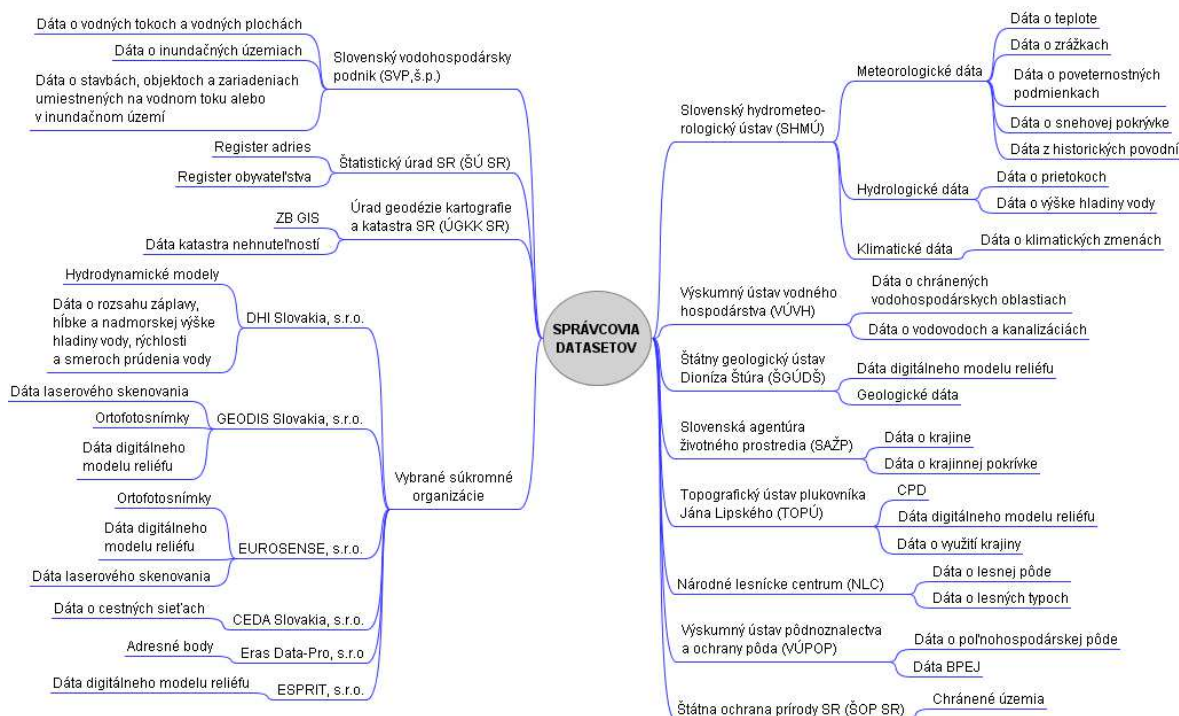
a aktualizácia máp povodňového rizika. Jednotlivé scenáre boli definované na základe poznatkov a konzultácií s odborníkmi z domény povodne, z dátových špecifikácií DS NZ INSPIRE, smernice 2007/60/ES a zákona č. 7/2010 Z. z.. Scenáre opisujú postup, ako môžu vyzerat' jednotlivé kroky riešenia. V uvedených prípadoch použitia sú uvedené všetky dáta, ktoré vstupujú do procesu modelovania scenára. Uvedené príklady vstupných dát poukazujú na existujúce prepojenie s inými INSPIRE relevantnými témami.

### 3.4 Vyhľadávanie zdrojov priestorových dát vhodných pre povodňové krízové riadenie

Prvotné prešetrenie dostupných environmentálnych a vodohospodárskych informácií o používaných súboroch priestorových dát v rámci povodní (Gálová, 2012) sme získali štúdiom Informačného systému o území (ďalej ISÚ) prostredníctvom Centrálného geografického systému (ďalej CGS), ktorý je priamo prepojený na Metainformačný systém informácií o životnom prostredí (ďalej EnviroInfo) rezortu životného prostredia, kde sú formou metadát popísané súbory priestorových dát (napr. obsah, rozsah, formát a zobrazenie dát, kľúčové slová, dátum poslednej aktualizácie či podmienky použitia dát).

V CGS sme vyhľadali možné príklady súborov priestorových dát od správcov SVP, š.p., SHMÚ, SAŽP, ŠOP SR, SSC, ŠGÚDŠ a VÚVH vhodné na riešenie úloh a podporu riadenia ochrany pred povodňami. Súbory priestorových dát sme analyzovali na základe metadát. Zamerali sme sa na prvky metadát, ako sú napr. typ informácie, formát, kľúčové slová a súradnicový systém. Podrobnejší popis jednotlivých súborov priestorových dát a služieb je uvedený na Enviroportáli (<http://geo.enviroportal.sk>).

Na základe analýzy zdrojov dát v SR sme definovali štruktúru správcov datasetov (Obr. 3.2), ktorých dáta sa používajú, resp. by bolo možné a vhodné použiť pri PKR resp. MPR.



Obr. 3.2 Schéma správcov a súborov priestorových dát vstupujúcich do riešenia ochrany pred povodňami

### 3.5 Štruktúra konceptuálneho modelu povodňového krízového riadenia

V súčasnej dobe, sú povodne jedinou z kategórií ohrozenia, ktorá vyžaduje, aby členské štáty poskytli informácie a súvisiace priestorové dáta o nepriaznivých účinkoch minulých povodní na špecifické objekty (vystavené prvky), o povodňovom ohrození a povodňovom riziku. Pracovná skupina Zóny prírodného rizika v spolupráci s pracovnou skupinou o povodniach zabezpečuje súlad medzi požiadavkami na podávanie správ v rámci smernice 2007/60/ES a dátovými špecifikáciami INSPIRE (DS NZ INSPIRE, 2013). Z uvedeného dôvodu a potreby integrácie rôznorodých dátových zdrojov do jedného systému, je potrebné na tvorbu jednotlivých čiastkových úloh MPR vypracovať komplexné metodiky a harmonizované dátové modely na základe dátových špecifikácií a požiadaviek smernice INSPIRE.

V počiatočnej fáze tvorby modelu PKR sme stanovili základné charakteristiky vstupných dát medzi ktoré patrí všeobecná charakteristika dát, výber objektov, špecifikácia metadát a pod. Na základe analýzy sme do návrhu štruktúry modelu PKR (Obr. 3.3), ktorý poskytne východisko na riešenie povodňových krízových situácií, zakomponovali dáta definované zákonom 7/2010 Z. z. a tiež používané dáta v rámci jednotlivých organizácií.

Pri definovaní relevantnosti zdrojov priestorových dát (topografických a tematických) vychádzame z ich predpokladanej významnosti pre dané riešenie, ako aj z metadátových kritérií, kde je potrebné zhodnotiť dáta z pohľadu ich pôvodu, spôsobu spracovania, kvality, dostupnosti a výslednej použiteľnosti na stanovený účel. Dôležitým aspektom pri posudzovaní použiteľnosti dátových zdrojov je tiež časový faktor, ktorý vstupuje do riešenia napr. v prípade modelovania priebehu povodňovej vlny, kde je potrebné uvažovať napr. zmenu koryta vodného toku v rôznych časových obdobiach.

Na základe definovaných vstupných dát PKR, ktoré boli vyhodnotené ako relevantné na riešenie povodňových krízových situácií, sme navrhli štruktúru modelu. Základom modelu PKR sú dve hlavné triedy priestorových objektov:

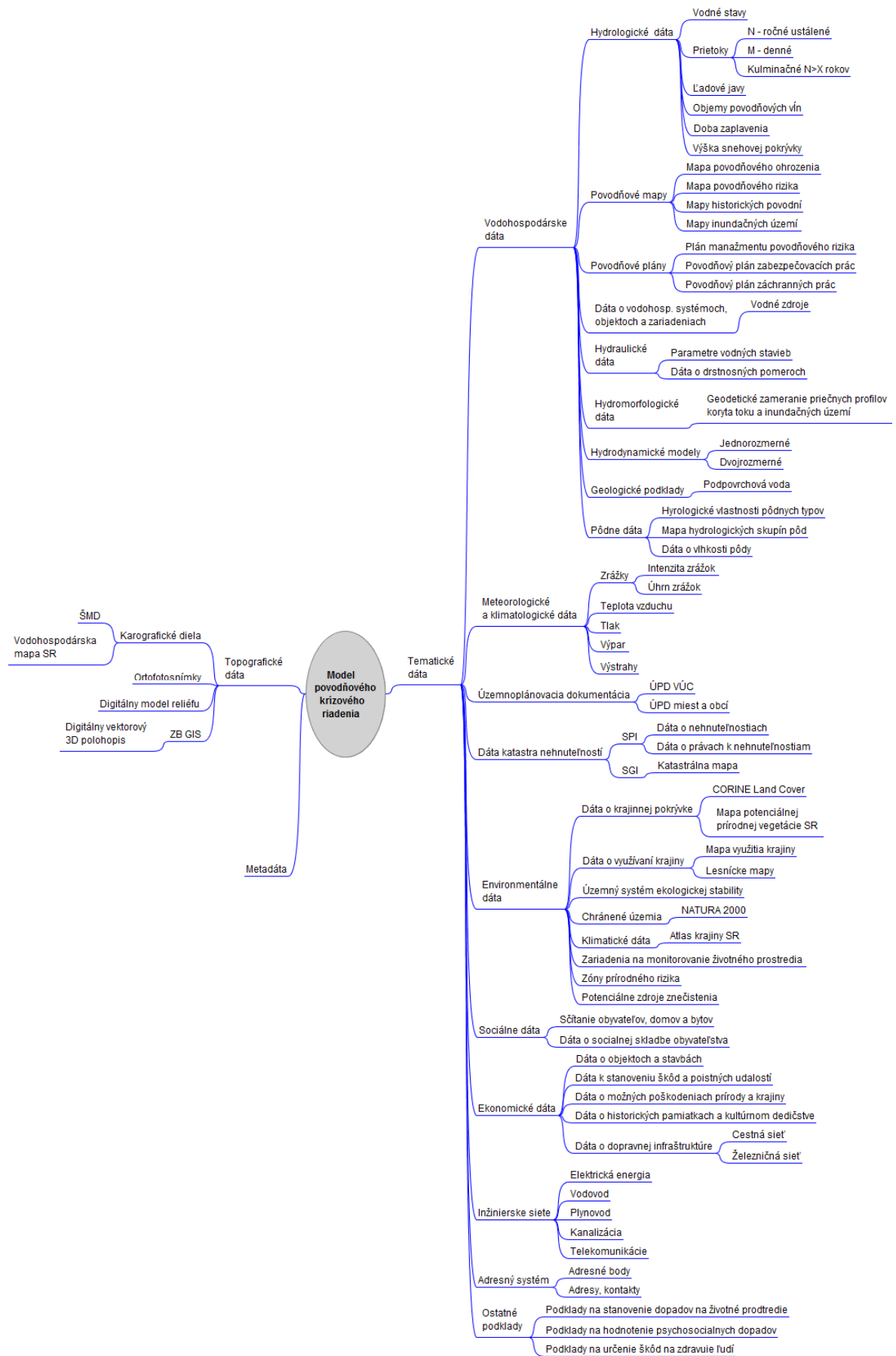
**1. Topografické dáta** – *slúžia na tvorbu mapových podkladov pre PKR*, patria sem štátne mapové diela, ortofotosnímky, DMR, vektorový polohopis **ZB GIS**<sup>®</sup>. Topografické dáta slúžia ako základ na priestorovú lokalizáciu ostatných dát slúžiacich na podporu PKR.

**2. Tematické dáta** – *slúžia ako potrebné doplnkové podklady pre PKR a na riešenie konkrétnych povodňových situácií*, patria sem napr. vodohospodárske dáta, hydrometeorologické a klimatologické dáta, územnoplánovacia dokumentácia, dáta katastra nehnuteľností, ekonomické dáta, verejné a štátne služby, environmentálne dáta, sociálne dáta a adresný systém. Tematické dáta slúžia na podporu PKR a na tvorbu priestorových analýz.

Ako už bolo spomenuté, GIS používané pre potreby povodňového krízového riadenia sú prevažne medziúrovňové systémy, preto je dôležité zabezpečenie interoperability a harmonizácie používaných dát. Prekážkami úspešnej spolupráce medzi orgánmi ochrany pred povodňami (aj pri cezhraničnej spolupráci) môžu byť napr. rôzne úrovne skúseností a znalostí pri riadení alebo rôzne úrovne dostupnosti dát (napr. nedostatok meteorologických a hydrologických dát pre celý riečny systém). Ďalšími možnými problémami je používanie rôznych nekompatibilných dátových modelov, resp. monitorovacích techník, čo vedie k používaniu dát rôznej kvality pri analýze situácie v rámci prípravy alebo samotného riešenia povodňovej krízovej situácie, či už na národnej úrovni alebo na oboch stranách hranice.

Nevyhnutnou súčasťou GIS sú digitálne dáta (vrstvy), reprezentujúce vybrané objekty reálneho geografického prostredia. Výber jednotlivých tried objektov (vrstiev) je vysoko účelový a podriadený potrebám používateľa.



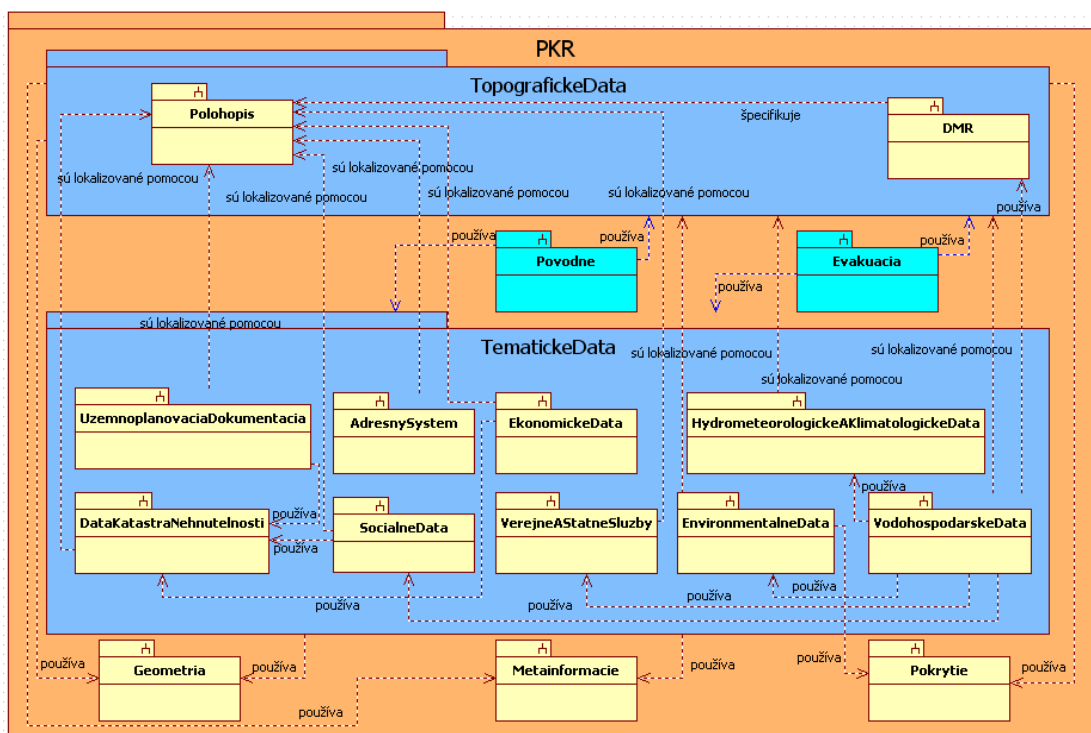


Obr. 3.3 Návrh štruktúry vstupných dát pre model povodňového krízového riadenia

Analýzou a vyhľadávaním vstupných dát sme zistili, že niektoré objekty a vrstvy v rámci datasetov jednotlivých správčov a systémov sú duplicitné. Na zvýšenie efektívnosti toku dát je potrebné navrhnúť optimálnu štruktúru datasetov konceptuálneho modelu PKR, ktorý bude obsahovať datasety od jednotlivých správčov v požadovanej štruktúre, popísané potrebnými metadátami, a tak splniť podmienky ich interoperability. Jedným zo spôsobov ako je možné harmonizovať štruktúru dát modelu PKR je použiť dátové špecifikácie tém smernice INSPIRE (vychádzajúce zo štandardov ISO) a rozšíriť ich o tematické objekty potrebné na PKR, resp. o objekty súborov priestorových dát ISVS.

Prvotná analýza štruktúry vstupných dát navrhovaného modelu PKR (Obr. 3.3) a modelu INSPIRE (INSPIRE Consolidated UML Model) prebiehala na úrovni definície tried objektov metódou porovnania tematických vrstiev objektov, pričom sme zjednotili označenia zodpovedajúcich si tried objektov podľa tém INSPIRE. Model tried objektov identifikuje objekty a vzťahy medzi nimi. Návrh štruktúry tried konceptuálneho modelu PKR sme vytvorili s využitím UML diagramov tried v programovom prostredí *StarUML* (*staruml.sourceforge.net*).

Konceptuálny model tried sme navrhli a zostavili tak, aby pokryl všetky oblasti dát potrebných na PKR. Obsahuje vybrané entity fyzicko-geografickej ako i sociálno-ekonomickej sféry, ktoré sú vzájomne prepojené. Ako prvé sme definovali balíček tried objektov **Povodne**, na základe ktorej sme definovali dva hlavné balíčky pre triedy objektov **Topografické dáta** (obsahuje balíčky tried objektov Polohopis a DMR) a **Tematické dáta** (obsahuje balíčky tried objektov Vodohospodárske dáta, Hydrometeorologické dáta, Územnoplánovacia dokumentácia, Environmentálne dáta, Dáta katastra nehnuteľností, Ekonomické dáta, Sociálne dáta, Verejné a štátne služby a Adresný systém), ktorých objekty spolu súvisia a medzi sebou komunikujú. Nakoniec sme definovali balíček tried objektov **Evakuácia** ako jeden z možných príkladov prípadov použitia modelu PKR. Balíček Evakuácia vychádza a je napojená na súvisiace triedy objektov modelu PKR. Pre ucelenú funkcionálnosť PKR sme podľa modelu INSPIRE (INSPIRE Consolidated UML Model) definovali balíčky tried objektov **Geometria**, **Metainformácie** a **Pokrytie** (Obr. 3.4). Celkovo sme v práci navrhli štruktúru šestnástich balíčkov tried objektov.



Obr. 3.4 Hlavná štruktúra modelu povodňového krízového riadenia

Vzhľadom na to, že objekty definované v smernici INSPIRE prioritne nepokrývajú celú oblasť PKR, sme dátové špecifikácie INSPIRE použili len ako referenčný podklad pre prekrytové objekty definované smernicou a tiež vhodné pre PKR. Na komplexnú harmonizáciu navrhnutého modelu PKR sme špecifikovali objekty na základe používateľských požiadaviek a konzultácie s expertmi na povodne.

Navrhovaný model PKR sme mapovali na model INSPIRE na základe dátových špecifikácií jednotlivých vybraných tém a podľa nariadení vlády č. 1089/2010 s doplnením č. 1253/2013. Konceptuálny model bol doplnený o konkrétne požiadavky podľa smernice 2007/60/ES a špecifikácie PKR. Nakoľko navrhovaný model PKR je špecifickejšie zameraný ako komplexný model INSPIRE, na zjednodušenie modelu PKR boli niektoré atribúty tried objektov agregované a skombinované z viacerých tried objektov. Abstraktné objektové triedy zastrešujú dedičné triedy objektov rovnakej povahy. Atribúty jednotlivých objektov sú podľa dôležitosti rozdelené na povinné a voliteľné (*voidable*).

Názvy tried objektov sme definovali v slovenčine (slovenská mutácia názvu podľa INSPIRE alebo novo definovaný názov triedy objektov). Názvy atribútov sú pomenované v originálnom znení (v angličtine), hodnoty pre zoznamy kódov sú definované na základe národných požiadaviek a špecifikácií v slovenčine. V modeli je uvážaná aj násobnosť (kardinalita) vzťahov podľa notácie jazyka UML.

Pri návrhu modelu PKR sme vychádzali z dátových špecifikácií tried objektov (DS NZ INSPIRE, 2013) a aplikačnej schémy **Zóny prírodného rizika** (*NaturalRiskZones*) (pozri kapitolu 3.2). Okrem uvedenej aplikačnej schémy existujú aj rozširujúce aplikačné schémy definované na základe konkrétnych špecifických požiadaviek príslušných smerníc. Rozpracovali sme aplikačnú schému **Povodne** (*Floods\_Model*), v ktorej je navrhnuté ako môžu byť riešené požiadavky smernice 2007/60/ES (smernica Flood Direction – ďalej FD) pre SR napríklad o podávaní správ (Obr. 3.5).

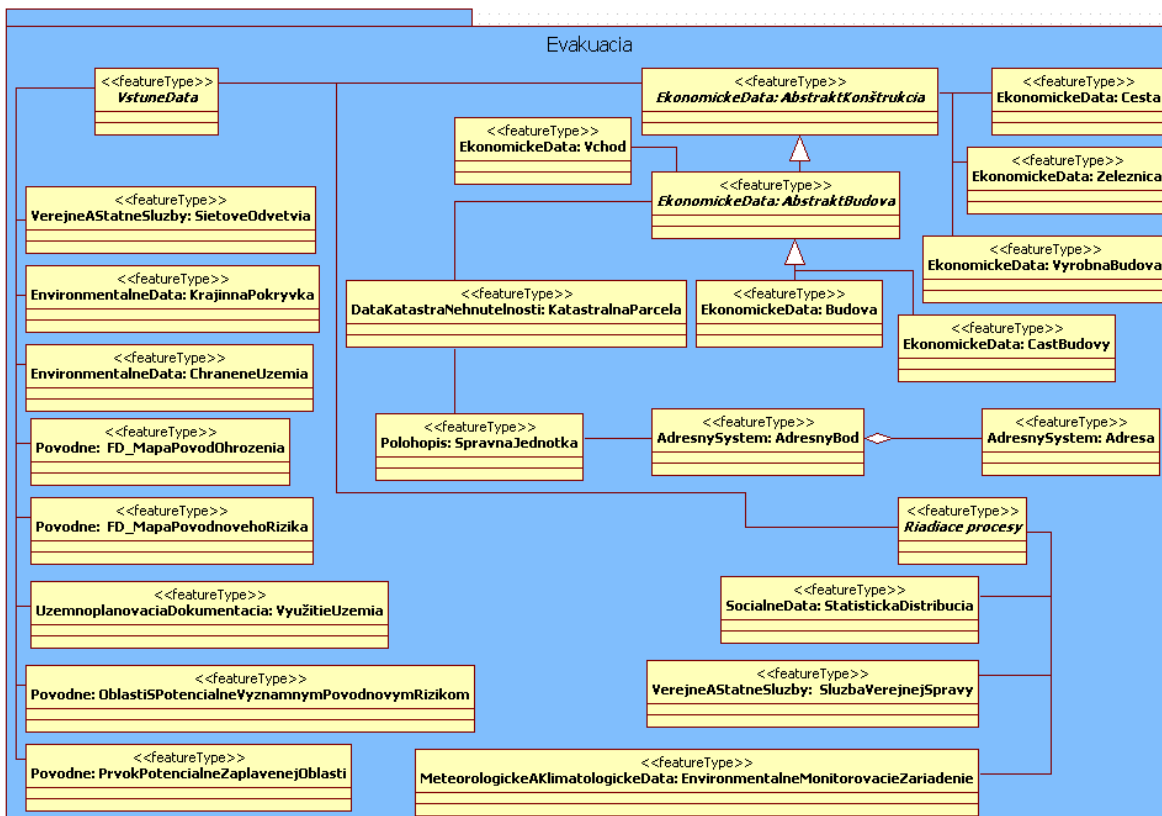
Aplikačná schéma **Evakuácia** predstavuje harmonizovanú štruktúru dát formou tried objektov, ktoré vstupujú do procesu tvorby prípadu použitia "Modelovanie povodňovej krízovej situácie". Aplikačná schéma bude slúžiť na tvorbu evakuačných plánov resp. aj na samotnú evakuáciu vykonávanú a riadenú v reálnom čase.

Trieda objektov zoskupuje abstraktnú triedu objektov **Vstupné dáta**, ktorá obsahuje triedy objektov **FD\_Map**a povodňového ohrozenia, **FD\_Map**a povodňového rizika, Sieťové odvetvia, Krajinná pokrývka, Chránené územia, Využitie územia a Oblasť s potenciálne významným povodňovým rizikom, Prvok potenciálne zaplavenej oblasti. Abstraktná trieda objektov **Riadiace procesy** obsahuje triedy objektov Štatistická distribúcia, Služba verejnej správy a Environmentálne monitorovacie zariadenie. Do aplikačnej schémy sú zakomponované objekty budovy a dopravná infraštruktúra s napojením na adresný systém a vlastníkov ohrozených nehnuteľností (Obr. 3.6). Aplikačná schéma pozostáva z tried objektov (prevzatá štruktúra a atribúty tried objektov) modelovaných vo vybraných triedach objektov modelu PKR.

V predkladanej práci je uvedený podrobnejší popis jednotlivých definovaných balíčkov a štruktúra tried objektov (atribúty, zoznamy kódov, enumerácie a vzťahy). K jednotlivým balíčkom sú definované aj správcovia vstupných zdrojov dát. Celá štruktúra modelu PKR je zobrazená v prílohe č. 12 a kompletný model PKR v jazyku UML je uvedený v prílohe č. 13 (elektronická príloha) predkladanej práce.







Obr. 3.6 UML diagram aplikačnej schémy Evakuácia

### 3.6 Aplikácia modelu povodňového krízového riadenia

Pre lokálne územia (mestské prostredie) sú, počas teplých období roka, najväčším ohrozením prívalové zrážky, pri ktorých spadne na relatívne malú plochu horných častí povodí (desiatky km<sup>2</sup>) viac ako 50 mm vrstva vody. Aj takéto zdanlivo nepatrné množstvo vody môže spôsobiť v dolných častiach povodí lokálne povodne s ničivými následkami.

Z výsledkov kvantitatívnej analýzy vyplýva (Novák, 2011), že manažmentom porastov (zalesňovanie, odlesňovanie, zmena štruktúry porastov), úpravou pôdnych pomerov ani technickými opatreniami v horných častiach povodí (malé vodné nádrže, prehrádzky) nie je možné v plnej miere v podmienkach Slovenska zabrániť lokálnym povodňami. Avšak napr. pasívne protipovodňové opatrenia (výstavba mimo záplavového územia, zvýšenie vodivosti tokov, revitalizácia povodí) môžu významne znížiť škody spôsobené lokálnymi povodňami.

Uvádame návrh riešenia povodňovej krízovej situácie na základe scenára prípadu použitia "Modelovanie povodňovej krízovej situácie" definovaného (kapitola 4.1.3, Tab. 4.1) a na podklade harmonizovaných súborov priestorových dát aplikačnej schémy "Evakuácia" modelu PKR (Obr. 4.20) pre lokálne územia (napr. mestské prostredie):

1. krok – **Prístup do systému a zdieľanie dát** – definovanie prístupových práv pre autorizovaných používateľov systému PKR (kapitola 4.1.1). Prístup do databáz potrebných priestorových dát pre PKR vo vhodných formátoch, v súlade s princípmi INSPIRE, na identifikáciu ohrozeného územia a objektov. Zdieľaný prístup k zdrojom dát zabezpečí ich dostupnosť koncovým používateľom v reálnom

čase prostredníctvom WMS s ohľadom na zaťaženie internetovej siete a spôsob aktualizácie dát.

2. krok – **Zdroje súborov dát** – medzi podklady patria vyhotovené mapy povodňového ohrozenia (rozsah záplavy – vhodné je mať k dispozícii aj jednotlivé záplavové vlny v potrebných časových intervaloch) a mapy povodňového rizika (obsahujúce orientačný počet obyvateľov, druh hospodárskej činnosti, umiestnenie zariadení (priemyselné zariadenia, ktoré by mohli spôsobiť havarijné znečistenie v prípade záplav a potenciálne postihnuté chránené územia). Doplnené o súbory dát o budovách nachádzajúcich sa v meste a jeho bezprostrednom okolí (s pridaním informácií o budove ako napr. materiál fasády, materiál strechy, plocha jednotlivých podlaží, počet izieb, vybavenie jednotlivých izieb a pod., pomocou ktorých je možné stanoviť predbežné vyčíslenie poškodenia interiéru a pod.), pozemkoch (vlastníci parciel), cestách a ostatnej infraštruktúre, adresnom systéme (adresné body s napojením na adresy), objektoch verejnej správy (napr. miesta civilnej ochrany (napr. evakuačné centrá, miesta a sklady, sídlo krízového štábu, polohu sirén, Jednotky CO a IZS a pod.)) na podklade ortofotosnímkov a DMR. Na základe použitia aplikačnej schémy je zabezpečené použitie harmonizovaných dát podľa smernice INSPIRE.
3. krok – **Analýza a zhodnotenie zraniteľnosti ohrozených (vystavených) objektov** – tvorba priestorových analýz na vstupných súboroch dát, výsledkom ktorých je hodnotenie zraniteľnosti územia a objektov (budov). Na priame použitie v PKR a komplexné hodnotenie ohrozených objektov je vhodné použiť objekty budov doplnené o atribúty obsahujúce informácie o ploche, výške budov (počet podlaží) a type využitia v kombinácii s katastrálnymi dátami (vlastníci), doplnené o adresné body (napojené na vchody) a počet obyvateľov v budove (počet evakuovaných).
4. krok – **Modelovanie povodňovej krízovej situácie** – stanovenie evakuačných trás a evakuačných centier na podklade cestnej siete a adresných bodov (vchod do budovy) so zadefinovaním obmedzení prejazdnosti v zaplavenom území (napr. vytvorenie prieniku záplavových vln s komunikáciami, podľa zvolených kritérií prejazdnosti). Potrebné je neustále pripojenie na sledovanie hydrometeorologickej situácie (zmeny výšky hladiny vody a prietokov), na základe ktorých je možné vykonávať operatívne priestorové analýzy v reálnom čase (zmeny evakuačných trás).

#### ***Overenie funkčnosti vybraného prípadu použitia modelu PKR***

V predkladanej práci je uvedený optimálny postup operatívneho riadenia evakuácie v rámci PKR na vybranej lokalite Moravský svätý Ján. Modelovaný je scenár povodne s malou pravdepodobnosťou výskytu (scenár extrémnej povodne – pretrhnutie ochrannej hrádze rieky Moravy v šírke 100 m). Podrobný postup tvorby priestorových analýz v programovom prostredí ArcGIS a vytvorenie nástroja na generovanie bariér na cestách pre cestné úseky, ktoré budú pri stúpaní hladiny vody neprejazdné, je publikovaný v práci (Gálová, 2008).

## **4 Výsledky práce a diskusia**

Je zrejmé, že svet prechádza rýchlymi zmenami, ak uvážime rýchly nárast populácie, urbanizácie územia, ekonomického rozvoja a spoločensko-politickej štruktúry. Existujú presvedčivé dôkazy o tom, že emisie skleníkových plynov môžu byť príčinou

zmeny zemskej klímy, ktoré povedie z hydrometeorologického pohľadu k nárastu krízových situácií ako sú povodne (IPCC, 2007).

Medzi hlavné príčiny povodní v stredoeurópskych podmienkach patria dlhodobá zrážková činnosť, privalové dažde, upchania koryta vodného toku a aj zmena klimatických podmienok, čoho dôsledkom sú extrémne výkyvy počasia. Častejšie sú víchrice, subtropické až tropické teploty v lete a dlhšie obdobia bez dažďov. Celkový vzhľad krajiny sa zmenil, pribudlo mnoho nových asfaltových plôch, hypermarketov a vytrácajú sa mokrade, obrábaných polí je čím ďalej tým menej, zvýšená ťažba dreva prispieva k rýchlemu odtoku zrážkovej vody, ktorú nedokážeme na danom území zadržať.

V predkladanej práci zameranej na geoinformačnú podporu manažmentu ochrany pred povodňami, boli rozpracované jednotlivé etapy návrhu konceptuálneho modelu PKR. Na základe zhodnotenia dosiahnutých výsledkov možno konštatovať splnenie stanoveného cieľa a s tým súvisiacich čiastkových úloh, ktoré vyústili do návrhu modelu pre podporu rozhodovania v PKR. Navrhnutý konceptuálny model pre podporu rozhodovania v PKR, napomôže na kvalitatívne vyššej úrovni všetkým zložkám krízového riadenia pri všetkých etapách cyklu MPR (obdobie prevencie, obdobie reakcie na vzniknutú krízovú situáciu, obdobie po povodňovej krízovej situácii) ak budú zabezpečené nasledovné požiadavky na vlastnosti riadiacich procesov a použitých dát:

### **1. Harmonizácia používaných dát**

SR, ako členský štát EÚ, by sa mala riadiť platnými smernicami a nariadeniami, a preto pri zbere dát a ich implementácii sa musí riadiť existujúcimi medzinárodnými štandardami (INSPIRE). Navrhnutý model PKR zameraný na štruktúru súborov priestorových dát s uvážením požiadaviek a dátových špecifikácií smernice INSPIRE spĺňa požiadavky harmonizácie.

### **2. Odolnosť**

PKR musí byť odolné voči javom, ktoré sa často vyskytujú počas povodňových krízových situácií, ako napr. výpadok elektrickej energie. Pre takýto prípad by mali byť k dispozícii, pre hlavné servery a databázy systému, alternatívne zdroje energie (generátory). Ďalej môže nastať aj výpadok komunikačných kanálov, tzn. že v takomto prípade musí byť zaistené, aby súbory dát boli prístupné nie len, keď je k dispozícii pripojenie na internet (on-line) ale aj off-line.

### **3. Aktuálnosť**

Nutnosť aktualizácie dát je daná povahou požiadaviek používania, kedy napr. skúsenosti zo vzniknutých krízových situácií vyvolávajú požiadavky na nové funkcie, nové zdroje a typy dát alebo nový prístup k dátam. Zaisť sa tým väčšia životnosť a obnova cyklu PKR prispôbená požiadavkám používateľov (otvorený model). Je tiež potrebné, aby vstupné priestorové dáta mali požadovanú aktuálnosť a presnosť.

### **4. Dostupnosť zdrojov dát**

Zdroje dát PKR môžu byť buď interné (dáta spravované Gestorom – SVP, š.p.) alebo externé (dáta spravované v rámci ISVS, orgánov samosprávy a súkromných spoločností).

Nakoľko územie EÚ má mnoho riek, ktoré pretekajú cez viacero štátov, je nevyhnutné na zabezpečenie efektívneho MPR a splnenie jednotlivých úloh zabezpečiť spoločný prístup. Jednou z úloh pre zosúladenie metód PKR je pre oblasti hraničných



tokov zharmonizovať súbory priestorových dát z oblasti ochrany pred povodňami (zosúladiť používané súradnicové a výškové geodetické systémy).

Cieľom do budúcnosti je vybudovať a prevádzkovať jednotný systém na podporu rozhodovacieho procesu štátnej správy a zložiek krízového riadenia v rámci PKR, ktorý bude prepojený s jednotlivými harmonizovanými dátovými zdrojmi a to na regionálnej, centrálnej a medzinárodnej úrovni. Mal by byť založený na harmonizovaných dátach a aktuálnych informáciách od všetkých dotknutých subjektov.

## **Záver**

Problematika povodní a boja proti povodňam je a ostane veľmi aktuálnou témou aj v nadchádzajúcom období. Procesy globálneho otepľovania, ktoré prinášajú klimatické zmeny na kontinentoch, zvyšujú nebezpečenstvo ich výskytu a s tým súvisiace povodňové škody. V rámci krízového riadenia čoraz častejšie do popredia sa dostáva otázka využívania geoinformačnej podpory. GIS umožňujú efektívnejšie a rýchlejšie rozhodovanie orgánov krízového riadenia a ich aplikácie sa využívajú najmä na tvorbu, analýzu a vizualizáciu informácií v procesoch PKR.

Na riešenie rôznorodých typov krízových situácií v rámci PKR sa používa široké spektrum heterogénnych dát. Väčšinu priestorových informácií v SR zastrešuje rezort geodézie a kartografie v rámci IS GKK. Dáta potrebné v krízovom riadení sú okrem IS GKK poskytované aj inými súčasťami ISVS, orgánov samosprávy a súkromných spoločností. Z dôvodu rôznorodosti dát je potrebné zabezpečiť ich harmonizáciu podľa dátových špecifikácií tém definovaných smernicou INSPIRE.

V práci sme navrhli univerzálny konceptuálny model na podporu PKR ako súčasť MPR, ktorý komplexne rieši celý priebeh povodňovej krízovej situácie a s ňou spojené činnosti. Model PKR pre územie a podmienky SR je zameraný na štruktúru súborov priestorových dát s uvážením požiadaviek a dátových špecifikácií smernice INSPIRE. Návrh modelu PKR pozostáva z definovania jednotlivých krokov procesu tvorby modelu od analýzy požiadaviek používateľov cez definovanie skupín používateľov, definovanie a špecifikáciu používateľských scenárov, modelovanie prípadov použitia až po modelovanie tried objektov. Súčasťou návrhu modelu PKR je aj charakteristika a analýza potrebných zdrojov priestorových dát, ich správcov a ich dostupnosti. Navrhovaný model PKR poskytuje účinnú geoinformačnú podporu všetkých činností riadenia v rámci MPR, bez ohľadu na riadiacu úroveň (od strategického až po operatívne). Model PKR je nedefinovaný s ohľadom na požiadavky smerníc 2007/60/ES, 2000/60/ES a 2007/2/ES s uvážením ich implementácie do národných podmienok podľa zákonov 7/2010, 3/2010 a špecifických požiadaviek PKR. Model PKR je harmonizovaný v súlade s požiadavkami INSPIRE, čo zabezpečí súlad s požiadavkou smernice 2007/60/ES o podávaní správ v rámci MPR. Navrhnutý model PKR je otvoreným systémom umožňujúcim jeho editáciu a ďalšie rozšírenie vyplývajúce z budúcich požiadaviek potenciálnych používateľov. Vstupné dáta a metódy sú analyzované a testované z pohľadu geoinformatiky a sú harmonizované s ohľadom na špecifiká prístupnosti a kvality priestorových a povodňových dát na Slovensku.

## Prínos pre vedu a prax v oblasti geodézie a geoinformatiky

Vzhľadom na stále častejší výskyt rôznych krízových situácií je potrebné dosiahnuť vyššiu pripravenosť obyvateľstva na ochranu života, zdravia a majetku, čo je práve úlohou krízového manažmentu resp. krízového riadenia. Základom efektívneho krízového riadenia je schopnosť rozhodovať na základe relevantných a dostatočne kvalitných informácií. Je potrebné, aby zber, spracovanie, či analýza potrebných dát trvali relatívne krátku dobu a prístup k nim bol neobmedzený. Na základe uvedených požiadaviek predstavujú GIS efektívny a rýchly nástroj, nakoľko umožňujú interaktívne pracovať s veľkým množstvom a rozsahom informácií, čo pomáha orgánom krízového riadenia v rozhodovacom procese. Mimoriadne aktuálnou je v súčasnosti problematika geoinformačnej podpory v rámci povodňového krízového riadenia. Problémom stále ostáva, že na Slovensku sa priestorové dáta a informácie používané v rámci povodňového krízového riadenia nachádzajú vo viacerých inštitúciách a bývajú reprezentované rozdielnou syntaxou a sémantikou. Aby bol zabezpečený súlad informácií, je nutné v najbližšom období dáta a ich zdroje harmonizovať. Zároveň je vhodné vzhľadom na nadnárodný význam uvedenej problematiky dodržiavať medzinárodné štandardy a harmonizovať dáta aj podľa požiadaviek smernice INSPIRE.

Cieľom dizertačnej práce bolo navrhnúť univerzálny konceptuálny model, na podporu riadenia ochrany pred povodňami, ktorý komplexne rieši celý priebeh povodňovej krízovej situácie a s ňou spojené činnosti v rámci všetkých etáp MPR. Navrhnutý model PKR pre územie a podmienky SR je zameraný na štruktúru súborov priestorových dát s uvážením požiadaviek a dátových špecifikácií smernice INSPIRE, z hľadiska jej implementácie do legislatívy SR.

S ohľadom na splnenie stanoveného cieľa a vymedzených čiastkových úloh môžeme sumarizovať prínosy pre vedu a prax do nasledovných bodov:

- návrh efektívnej (optimalizovanej) štruktúry zdrojov priestorových dát a ich správcov používaných na podporu povodňového krízového riadenia,
- definovanie skupín používateľov, ich kompetencií a úloh za účelom spravovania a poskytovania priestorových dát v rámci povodňového krízového riadenia,
- vytvorenie postupov pre jednotlivé scenáre prípadov použitia modelu povodňového krízového riadenia,
- zostavenie konceptuálneho modelu na podporu riadenia povodňových krízových situácií v rámci MPR, ktorý je zastrešený prostredníctvom ISKM,
- harmonizácia vhodných priestorových dát a informácií pre povodňové krízové riadenie v podmienkach SR podľa dátových špecifikácií INSPIRE,
- vytvorenie jednotlivých tried objektov, atribútov a vzájomných väzieb medzi objektmi modelu povodňového krízového riadenia pre územie a podmienky SR podľa dátových špecifikácií smernice INSPIRE,
- spracovanie aplikačných schém súborov priestorových dát Povodne a Evakuácia, podľa dátových špecifikácií pre jednotlivé témy smernice INSPIRE, vstupujúce do procesu povodňového krízového riadenia,
- v oblasti geoinformatiky je prínosom podrobné rozpracovanie problematiky predmetnej domény, ktoré môže slúžiť ako vhodný podklad na modelovanie systémov vo všetkých príbuzných oblastiach (riadenie iných krízových situácií ako napr. požiare, zosuvy pôdy a pod.), ale aj iných priestorových informačných systémov.

## Summary

The issue of floods and flood-fighting is and shall remain a very hot topic in the coming period. Processes of global warming, a consequence of climate change on the continents, increased the likelihood of their occurrence and related flood damage. Given the increasing relevance of various crisis situations requires higher readiness of the population to protect the life, health and property, which is precisely the task of crisis management. The basis of an effective crisis management is the ability to make decisions based on relevant and sufficient quality information. It is necessary for the collection, processing and analysis of data necessary lasted a relatively short time and access was restricted. Based on these requirements represent GIS efficient and fast tool since it allows to work interactively with a large number and range of information, which helps emergency management authorities in the decision-making process. Special topical issue is currently geoinformation support of the flood crisis management. The problem still remains that in Slovakia spatial data and information used in the flood crisis management found in several institutions and tends to be represented by a different syntax and semantics. To ensure compliance information is required in the near term data and harmonize their resources. It is also appropriate given the transnational significance of that issue to comply with international standards and harmonize data according to the requirements of the INSPIRE Directive.

The theme of this thesis is to create a proposal of an universal model, supporting the management of flood protection, that will comprehensively address the entire course of the flood crisis and related activities. The proposed model of the flood crisis management for the territory of the Slovak Republic and it is focused on the structure of spatial data taking into account the requirements and data specifications of the INSPIRE Directive. Input data and methods are analyzed and tested in scope of Geoinformatics and are harmonized with regard to the specifics of the accessibility and quality of spatial data and flood in Slovakia. The paper points to the shortcomings of the input data with proposing possible options to address them. The proposed model of flood crisis management is an open system enabling the editing and further expansion resulting from the future requirements of potential users.

In the present thesis we propose a universal conceptual model to support of the flood crisis management, which comprehensively addresses the entire course of the flood crisis and related activities. The model of the flood crisis management for the territory and the conditions of the Slovak Republic is focused on the structure of spatial data taking into account the requirements and data specifications of the INSPIRE Directive. Proposal model of the flood crisis management consists of defining the different steps of the process of creating the model from the analysis of user requirements through defining user groups and define the specification of user scenarios, modeling of use case to modeling feature classes. The proposal model of flood crisis management is also characteristic and analysis of spatial data necessary resources, their managers and their availability. The proposed model of flood crisis management provides efficient support for all geo-information management activities within management of flood risk, regardless of the control level (from strategic to operational). Model of flood risk management is defined by considering the requirements of Directives 2007/60/EC, 2000/60/EC and 2007/2/EC and their implementation into national conditions according to law 7/2010, 3/2010 and the specific requirements of the flood crisis management.

## Zoznam použitej literatúry

- BAČÍK, M. - RYŠAVÁ, Z.:** Ochrana pred povodňami z pohľadu legislatívy. In *Manažment povodí a povodňových rizík 2011*, Vedecká konferencia, Častá – Papiernička [CD-ROM]. Bratislava : Výskumný ústav vodného hospodárstva, 2011, 24 s. ISBN 978-80-89062-83-6.
- DS.** *INSPIRE Consolidated UML Model*, [on-line]. INSPIRE, 2013, [cit 10.05.2014]. Dostupné na internete: <<http://inspire.ec.europa.eu/data-model/approved/r4618/html/>>.
- DS NZ INSPIRE.** *D2.8.III.12\_3.0rc3 Data Specification on Natural Risk Zones – Draft Guidelines*, [on-line]. INSPIRE, 2013, [cit 10.06.2013]. Dostupné na internete: <[http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data\\_Specifications/INSPIRE\\_DataSpecification\\_NZ\\_v3.0rc3.pdf](http://inspire.ec.europa.eu/documents/Data_Specifications/INSPIRE_DataSpecification_NZ_v3.0rc3.pdf)>.
- Enviroportal.** Informačný systém o území, Centrálny geografický systém, Metainformačný systém informácií o životnom prostredí [on-line]. [cit. 08.02.2014]. Dostupné na internete: <<http://geo.enviroportal.sk>>.
- GÁLOVÁ, L.:** *Využitie geoinformačných systémov na podporu riadenia v krízovom manažmente*: Diplomová práca, Stavebná fakulta, STU v Bratislave, 2008, evidenčné číslo: 3296/2008-8.
- GÁLOVÁ, L.:** Návrh konceptuálneho modelu pre riešenie povodňových krízových situácií v súlade so smernicou INSPIRE. In *Juniorstav 2012: 14. Odborná konferencia doktorského studia*. [CD-ROM]. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2012, s. 458. ISBN 978-80-214-4293-8.
- IPCC.** *Climat Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Intergovernmental Panel on Climate Change, Fourth Assessment Report, Working Group II., [on-line]. 2007, [cit 17.06.2013]. Dostupné na internete: <<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg2.htm>>.
- MAJLINGOVÁ, A. – LUBINSZKÁ, Z.:** An assessment of urban area flood susceptibility. In *Symposium GIS Ostrava 2011* [on-line]. Sborník z mezinárodného sympozia konaného 24.-26.01.2011 v Ostravě. VŠB Technická univerzita Ostrava. [cit. 11.02.2011]. Dostupné na internete: <[http://gis.vsb.cz/GIS\\_Ostrava/GIS\\_Ova\\_2011/sbornik/papers/Lubinszka.pdf](http://gis.vsb.cz/GIS_Ostrava/GIS_Ova_2011/sbornik/papers/Lubinszka.pdf)>.
- Nariadenie komisie (EÚ) č. 1089/2010** z 23. novembra 2010, ktorým sa vykonáva smernica Európskeho parlamentu a rady 2007/2/ES, pokiaľ ide o interoperabilitu súborov a služieb priestorových údajov, 2010.
- Nariadenie komisie (EÚ) č. 1253/2013** z 21. októbra 2013, ktorým sa vykonáva smernica Európskeho parlamentu a rady 2007/2/ES, pokiaľ ide o interoperabilitu súborov a služieb priestorových údajov, 2013.
- Smernica Európskeho parlamentu a rady 2000/60/ES** z 23. októbra 2000, ktorou sa ustanovuje rámec pôsobnosti pre opatrenia spoločenstva v oblasti vodného hospodárstva. Úradný vestník Európskej únie, mimoriadne vydanie, kap. 15/zv. 5, L 327, s. 1-346.
- Smernica Európskeho parlamentu a rady 2007/2/ES** zo 14. marca 2007, ktorou sa zriaďuje *Infraštruktúra pre priestorové informácie v Európskom spoločenstve (Inspire)*. Úradný vestník Európskej únie L 108/1.
- Smernica Európskeho parlamentu a rady 2007/60/ES** z 23. októbra 2007 o hodnotení a manažmente povodňových rizík. Úradný vestník Európskej únie L 288/27.
- StarUML** [on-line]. *Open source UML platforma*, [cit.15.08.2012]. Dostupné na internete: <[staruml.sourceforge.net](http://staruml.sourceforge.net)>.

**VAN WESTEN, C. J.:** Remote sensing and GIS for natural hazards assessment and disaster risk management. In: *Application of space technology for disaster risk reduction* : international training course lecture notes [on-line]. Dehradun, India. - Dehradun : Indian Institute of Remote Sensing (IIRS) : Centre for Space Science and Technology Education in Asia and the Pacific (CSSTEAP), 2012, 61 p. [cit. 20.07.2013]. Dostupné na internete: <<http://www.slideshare.net/ceesvanwesten/remote-sensing-and-gis-for-natural-hazards-assessment-and-disaster-risk-management>>.

**Zákon č. 364** z 13. mája **2004** o *vodách* v znení neskorších predpisov zákona č. 384/2009 Z. z. a zákona 134/2010 Z. z. (vodný zákon). Zbierka zákonov č. 364/2004, čiastka 153, s 3530-3578.

**Zákon č. 3** z 2. decembra **2009** o *národnej infraštruktúre pre priestorové informácie*, ktorým je do právneho systému SR implementovaná rámcová smernica Európskeho parlamentu 2007/2/ES z 14. marca 2007, ktorou sa zriaďuje Infraštruktúra pre priestorové informácie v Európskom spoločenstve (Inspire). Zbierka zákonov 3/2010, čiastka 2, s 7-16.

**Zákon č. 7** z 2. decembra **2009**, v znení zákona č. **180/2013** Z. z., ktorým sa mení zákon č. **666/2004** Z. z. o *ochrane pred povodňami* a ktorým je do právneho systému SR implementovaná rámcová smernica Európskeho parlamentu 2007/60/ES z 23. októbra 2007 o hodnotení a manažmente povodňových rizík. Zbierka zákonov 7/2010, čiastka 3, s 26-56.

**ZELEŇÁKOVÁ, M.:** *Posudzovanie povodňového rizika*. Košice : Technická univerzita v Košiciach, 2009. 101 s. ISBN 78-80-553-0315-4.

## Zoznam publikovaných prác doktoranda

### Vedecké práce v domácich nekarentovaných časopisoch

- Fencík, Róbert - **Gálová, Linda** - Hudec, Peter: Využitie GIS v krízovom manažmente pre potreby protipovodňovej ochrany. In *Acta hydrologica Slovaca*. Roč. 10, č. 2 (2009), ISSN 1335-6291. s. 245-253.
- Danek, Ladislav - **Gálová, Linda** – Kliment, Tomáš – Fencík, Róbert: Model webového povodňového portálu pre mestá a obce. In *Acta hydrologica Slovaca*. Roč. 13, č. 1 (2012), ISSN 1335-6291. s. 186-195.
- Kliment, Tomáš - **Gálová, Linda** - Ďuračiová, Renata - Fencík, Róbert– Kliment, Marcel: Geospatial information relevant to the flood protection available on the mainstream web. In *Slovak Journal of Civil Engineering*. Volume 22, 2014, No.1, Pages 9–18, ISSN 1210-3896.

### Odborné články v zahraničí publikované v recenzovaných zborníkoch z konferencií alebo seminárov

- Gálová, Linda**: Využitie geoinformačných systémov na podporu riadenia v krízovom manažmente pre oblasť povodní. In *Juniorstav 2009: 11. Odborná konferencia doktorského studia*. Brno, 4.2.2009. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2009. ISBN 978-80-214-3810-1. - S. 348.
- Gálová, Linda**: Ochrana pred povodňami - stav legislatívy Slovenskej republiky a priestorové údaje. In *Juniorstav 2010: 12. Odborná konferencia doktorského studia*. Brno, VUT, 24.2.2010. Brno: Vysoké učení technické v Brně, 2010. ISBN 978-80-214-4042-5. – S. 336.
- Gálová, Linda** – Kliment, Tomáš: Návrh a realizácia používateľského scenára pre mapy povodňového ohrozenia v SDI. In *Juniorstav 2011: 13. Odborná konferencia doktorského studia*. Brno, VUT, 04.2.2011. Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2011. ISBN 978-80-214-4232-0. – S. 384.
- Kliment, Tomáš - Ďuračiová, Renata - **Gálová, Linda** – Cibulka, D - Tuchyňa, Martin: Theoretical Aspects and Open Issues in SDI Establishment within Geodetic and Cadastral Domain at the Slovak University of Technology. In *Symposium GIS Ostrava 2011*. Ostrava: VŠB - Technická univerzita Ostrave, 2011. ISBN 978-80-248-2366-9. 9 s.
- Gálová, Linda**: Návrh konceptuálneho modelu pre riešenie povodňových krízových situácií v súlade so smernicou INSPIRE. In *Juniorstav 2012: 14. Odborná konferencia doktorského studia*. Brno, VUT, 26.1.2012. - Brno : Vysoké učení technické v Brně, 2012. – ISBN 978-80-214-4293-8. – S. 458.

### Publikované príspevky na domácich vedeckých konferenciách

- Gálová, Linda** – Kliment, Tomáš: Harmonizácia údajov - základný prvok interoperability v GIS krízového manažmentu. In *XVI. Medzinárodné slovensko-polsko-české geodetické dni 2010*, Tatranská Lomnica, prezentácia príspevku, anotácia príspevku v zborníku konferencie, príspevok v CD zborníku z konferencie. ISBN 978-80-969692-5-8.
- Gálová, Linda** – Kliment, Tomáš: Heterogénne dáta v povodňovom krízovom manažmente. In *Pedagogické listy 16/2010 : Geodetická a kartografická podpora*

*protipovodňovej ochrany*. Zošit 16, Bratislava : STU v Bratislave, 2010. ISBN 978-80-227-3424-0. s. 40-50.

Kliment, Tomáš – **Gálová, Linda**: Vyhľadávanie, hodnotenie a používanie povodňových dát v infraštruktúre priestorových informácií. In *Pedagogické listy 16/2010: Geodetická a kartografická podpora protipovodňovej ochrany*. Zošit 16, Bratislava: STU v Bratislave, 2010. ISBN 978-80-227-3424-0. s. 64-73.

Kliment, Tomáš – **Gálová, Linda** – Ďuračiová, Renata – Fencík, Róbert: Možnosti vyhľadávania geopriestorových informácií pre doménu protipovodňovej ochrany v prostredí webu, In *Enviro-i-Fórum 2013*, Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen 2013, s. 35 – 39, ISBN 978-80-89503-25-4.

#### Abstrakty príspevkov z domácich konferencií

Kliment, Tomáš – **Gálová, Linda** – Ďuračiová, Renata – Fencík, Róbert: Analýza zdrojov geopriestorových informácií protipovodňovej ochrany dostupných v prostredí webu. Zborník abstraktov zo semináru 60 rokov pôsobenia Katedry geodetických základov. STU Bratislava, 2012. ISBN 978-80-227-3843-9.

#### Postery z domácich konferencií

Fencík, Róbert - **Gálová, Linda**: Možnosti použitia environmentálnych dát pre potreby krízového manažmentu (poster). In: *Enviro i Fórum 2009* : Odborné fórum o environmentálnej informatike. Zborník prezentácií 5.ročník.Zvolen, SR, 9.-11.6.2009. - Bratislava : Slovenská agentúra životného prostredia, 2009. ISBN 978-80-88850-87-8.