

Tematické mapy protipovodňovej ochrany v prostredí ArcGIS

Róbert Fencík¹, Peter Hudec¹

¹Katedra mapovania a pozemkových úprav, Stavebná fakulta, STU Bratislava, Radlinského 11
813 68, Bratislava, Slovenská republika
robert.fencik@stuba, peto.hudec@gmail.com

Abstrakt. Katastrofické povodňové udalosti posledných rokov ukázali ničivú silu vody a poukázali znovu na aktuálnosť problematiky zameranej na otázky spojené s ochranou proti povodňam. Geografický informačný systém (GIS) predstavuje účinný a efektívny nástroj na simulovanie a modelovanie záplavových štúdií. Rôzne typy priestorových analýz s heterogénnymi dátami umožňujú tvorbu tematických máp povodňového ohrozenia a rizika. Vytvorené mapy povodňového ohrozenia a rizika v prostredí ArcGIS v.9.3 znázorňujú potenciálne nepriaznivé dôsledky povodní a je ich možné použiť pri plánovaní preventívnych protipovodňových opatrení, simulácii povodní, pri operatívnom krízovom manažmente, atď.

Kľúčové slová: geografický informačný systém, protipovodňová ochrana, heterogénne dáta, mapy povodňového ohrozenia, mapy povodňového rizika.

1 Úvod

V poslednom desaťročí je región strednej a východnej Európy čoraz častejšie postihovaný povodňami rôzneho rozsahu. Následky povodní neustále poukazujú na skutočnosť, že spoločnosť je povodňami veľmi zraniteľná. Pri týchto povodniach boli zaznamenané značné materiálne škody a nie sú výnimočné prípady strát na ľudských životoch. Len na území Slovenska za posledných 11 rokov spôsobili povodne stratu 54 ľudských životov, postihli 2680 obcí a miest a celkové povodňové škody presiahli viac ako 18,7 miliárd Sk [1]. Z tohto dôvodu je v súčasnosti problematika ochrany pred povodňami vysoko aktuálna. V súčasnosti sa pripravuje zosúladenie slovenskej legislatívy (právnych dokumentov) o ochrane pred povodňami s európskymi právnymi dokumentmi. V rámci manažmentu povodňových rizík (prevencie a ochrany, pripravenosti a reakcie na nebezpečenstvo) je nevyhnutné mať k dispozícii modelové situácie možných záplavových scenárov v predstihu resp. musia byť vytvorené v relatívne krátkom časovom intervale. Ako veľmi vhodný nástroj sa pre tieto účely javí používanie GIS.

2 Legislatíva v oblasti protipovodňovej ochrany

Problematika ochrany pred povodňami je v podmienkach Slovenskej republiky (SR) legislatívne ošetrená zákonom č. 364/2004 Z.z. o vodách [5] a č. 666/2004 Z.z. o ochrane pred povodňami [6], ktorý upravuje organizáciu ochrany pred povodňami, pôsobnosť orgánov štátnej správy ochrany pred povodňami, práva a povinnosti právnických a fyzických osôb pri činnostiach súvisiacich s poskytovaním pomoci pri ochrane pred povodňami a pri koordinácii týchto činností a ustanovuje sankcie za ich porušenie, resp. neplnenie.

Protipovodňová ochrana je problém globálny a legislatívne je podchytený aj v rámci Európskej únie (EÚ). 23. októbra 2007 bola schválená smernica Európskeho parlamentu a Rady 2007/60/ES o hodnotení a manažmente povodňových rizík [6], ktorou sa novelizuje smernica 2000/60/ES z 23. októbra 2000. Jej úlohou je v Európskom spoločenstve (ES) ustanoviť efektívny právny rámec na hodnotenie a manažment povodňových rizík s cieľom znížiť nepriaznivé dôsledky povodní na ľudské zdravie, životné prostredie, kultúrne dedičstvo a hospodársku činnosť. Smernica rozdeľuje celý cyklus prác na tri etapy:

- a) Predbežné hodnotenie povodňového rizika,
- b) Mapy povodňového ohrozenia a mapy povodňového rizika,
- c) Plány manažmentu povodňového rizika.

Na dosiahnutie súladu legislatívy SR a EÚ je potrebné vykonať transpozíciu a implementovať smernicu 2007/60/ES do právneho systému SR do 26. novembra 2009. Bude potrebné novelizovať existujúci zákon č. 666/2004 Z.z. o ochrane pred povodňami, resp. prijať nový zákon. Na tejto úlohe

momentálne pracuje pracovná skupina 3.2 „Povodne a sucho“, ktorá bola ustanovená ešte v rámci implementácie európskej smernice o vode 2000/60/ES.

Mapy povodňového ohrozenia a mapy povodňového rizika

Podľa [7] sú členské štáty EÚ povinné vytvoriť na úrovni správneho územia povodia alebo správnej jednotky mapy povodňového ohrozenia a rizika v najvhodnejšej mierke. *Mapy povodňového ohrozenia* pokrývajú geografické oblasti, ktoré by mohli byť zaplavené podľa nasledujúcich scenárov:

- a) povodne s nízkou pravdepodobnosťou opakovania alebo scenáre výnimočných udalostí,
- b) povodne so strednou pravdepodobnosťou opakovania (doba opakovania ≥ 100 rokov),
- c) prípadne povodne s vysokou pravdepodobnosťou opakovania.

Pre každý scenár sa zobrazí rozsah povodne, hĺbka vody alebo výška hladiny vody a ak je to potrebné aj rýchlosť prúdenia toku alebo príslušný prietok vody.

Mapy povodňového rizika uvádzajú potenciálne nepriaznivé dôsledky spojené s povodňami podľa scenárov a obsahujú orientačný počet potenciálne postihnutých obyvateľov, druh hospodárskej činnosti v potenciálne postihnutej oblasti, zariadenia, ktoré by mohli v prípade zaplavenia spôsobiť havarijné znečistenie, a potenciálne postihnuté chránené oblasti a iné informácie, ktoré považujú členské štáty za užitočné. Členské štáty EÚ musia zabezpečiť, aby boli mapy povodňového ohrozenia a rizika dokončené do 22. decembra 2013.

3 Tematické mapy v prostredí ArcGIS

Na tvorbu tematických máp sme použili softvér ArcGIS v. 9.2. Boli vytvorené na základe simulácie krízového scenára, ktorý predpokladá preliatie ochrannéj línie pri extrémnej hladine Dunaja. Pri tomto scenári bola použitá výška hladiny na Dunaji na úrovni vodného stavu 1175cm na vodočte Bratislava. To je vodný stav, ktorý zodpovedá návrhovej hladine 1000 – ročnej vody. Extrémna povodňová situácia bola simulovaná počas 6 hodín v 13 časových krokoch (po pol hodine) [4].

Do procesu tvorby tematických máp vstupuje veľké množstvo heterogénnych dát. Ich zhromaždenie, spracovanie a analýza zásadným spôsobom ovplyvňuje časové aj finančné nároky na spracovanie výsledkov. Absencia potrebných dát vedie k nedostatočnej vypovedacej schopnosti výsledkov a naopak zhromaždenie zbytočne veľkého množstva dát vedie k plytvaniu s časom a finančnými prostriedkami. Z pohľadu obsahovej náplne vstupné dáta rozdeľujeme do troch základných skupín [3]:

- a) topografické dáta,
- b) tematické dáta,
- c) metadáta.

3.1 Charakteristika záujmového územia

Záujmové územie sa nachádza v Bratislave, hlavnom meste SR, pričom zasahuje do mestských častí Staré Mesto a Ružinov. Ide o územie, ktoré je ohraničené Záhradníckou ulicou zo severu, Bajkalskou ulicou a Prístavným mostom z východu, riekou Dunaj z juhu a zo západu prechádza približne na riečnom kilometri (RKM) 1868 kolmo na Dunaj k Dostojevskému radu a ďalej pozdĺž Karadžičovej ulice (obr.1). Územie je rovinaté s hustou mestskou zástavbou, s veľkým množstvom bytových a nebytových budov a inžinierskych stavieb. Značne rozvinutá je dopravná infraštruktúra zahŕňajúca okrem iného Žimný prístav, autobusovú stanicu a dva z piatich bratislavských mostov cez rieku Dunaj. Celková výmera územia je približne 4 km².



Obr. 1. Priestorové vymedzenie záujmového územia.

3.2 Štruktúra vstupných dát

Pre tvorbu tematických máp sme použili nasledovné vstupné heterogénne dáta:

Záplavový model

Záplavový model vyjadrujúci postup rozsahu záplavy v čase predstavuje základný podklad pre tvorbu tematických máp pre potreby protipovodňovej ochrany. Záplavový model pre záujmové územie poskytol DHI SLOVAKIA, s.r.o. Obsahuje výsledky simulácií šírenia sa záplavy počas 6 hodín v 13 časových krokoch. Postup tvorby a informácie o vytvorenom modeli sú podrobnejšie uvedené v [4].

Digitálna ortofotosnímk

Digitálnu ortofotosnímk poskytl spoločnosť EUROSENSE, s.r.o. Snímkovanie bolo vykonané 15.04.2007 v snímkovej mierke 1:8 000. Digitálna ortofotosnímk má rozlíšenie 20cm/pixel.

Obrysy budov

Obrysy budov sú vyhotovené vo formáte *.shp. Vektorizované podľa vektorovej katastrálnej mapy záujmového územia a aktualizované podľa digitálnej ortofotosnímk.

Adresné body

Vektorová vrstva adresných bodov záujmového územia je vytvorená vo formáte *.shp (typ geometrie - bod). K jednotlivým adresným bodom prislúchajú nasledovné atribúty uložené vo formáte *.dbf.

- súpisné číslo,
- orientačné číslo,
- počet poschodí,

- d) typ strechy,
- e) účel budovy.

Adresné body poskytl spoločnosť ErasData-Pro, s.r.o. Je vlastníkom autorských práv na vektorovú vrstvu adresných bodov a údajov s ňou súvisiacou.

Digitálna technická mapa Bratislavy

Priestorové dáta Digitálnej technickej mapy Bratislavy (DTMB) poskytol Magistrát hlavného mesta SR Bratislavy. Technická mapa je objektovo štruktúrovaná do vrstiev – súborov, ktoré sú vo formáte *.dgn. Tvoria ju 3 skupiny dát:

- a) dáta digitálnej katastrálnej mapy,
- b) dáta polohopisu a výškopisu,
- c) dáta technického vybavenia.

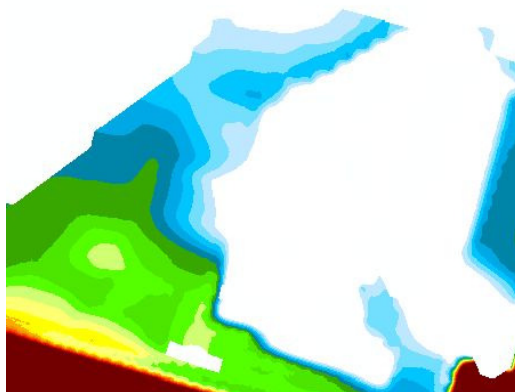
Pre účely tvorby tematických máp protipovodňovej ochrany sme využili len dáta technické vybavenia - vrstvy Vodovod, Kanalizácia a Plyn.

3.3 Tvorba a vizualizácia tematických máp

Požiadavky na obsah a formu tematických máp vytváraných pre potreby protipovodňovej ochrany môžu byť odlišné v závislosti od účelu a cieľovej skupiny používateľov. Zamerali sme sa na tvorbu máp, ktoré môžu byť použité pre manažment povodňového rizika a predbežné hodnotenie povodňového rizika.

Tvorbe tematických máp pre účely protipovodňovej ochrany predchádzala nevyhnutná úprava a konverzia vstupných dát do formátov použiteľných na tvorbu priestorových analýz v prostredí ArcGIS v.9.2 a následne ich kontrola, filtrácia a editácia.

Najdôležitejšou a najťažšou úlohou je vytvoriť funkčný a použiteľný *Záplavový model*. V rámci tvorby tematických máp potrebujeme z textových súborov (výsledkov simulácií záplavy) vytvoriť jeden rastrový súbor v tvare polygónu, kde zmena výšky vodnej hladiny bude vyjadrená hypsometricky (obr. 2).



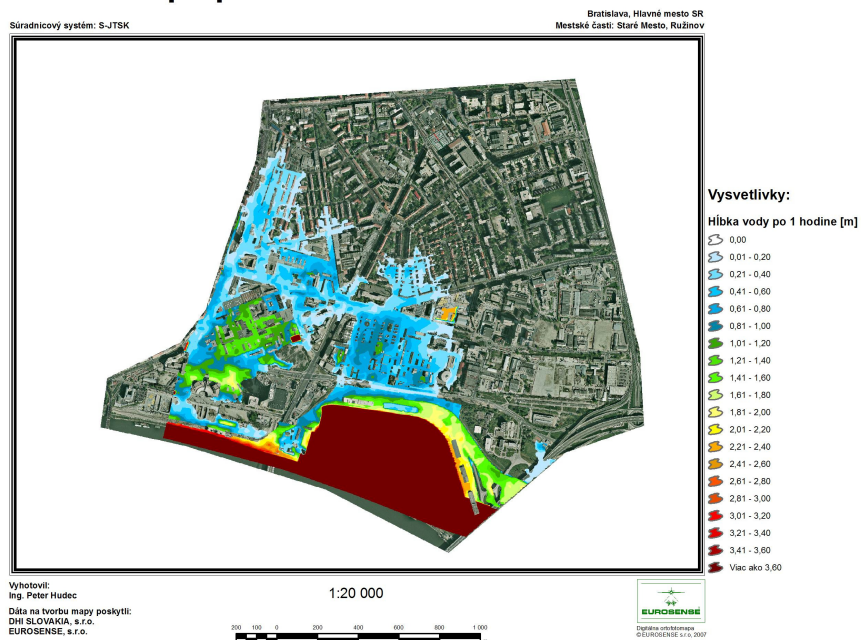
Obr. 2. Záplavový model vyjadrený hypsometricky.

Celý proces tvorby *Záplavového modelu* pozostáva z niekoľkých čiastkových krokov (konverzia, orezanie, interpolácia a reklasifikácia). Na ich tvorbu sme použili niekoľko základných funkcií softvéru ArcGIS: Erase, Minus, Kriging, Polygon to Raster, atď. Podrobný postup tvorby *Záplavového modelu* je popísaný v [2].

Mapy povodňového ohrozenia sme vytvorili jednoduchým prekrytom vybraných dátových vrstiev s vhodne zvolenými vizualizačnými parametrami (obr. 3, 4). Mapy povodňového rizika (obr. 5, 6, 7, 8) sme vytvorili pomocou priestorových analýz použitím štruktúrovaného dopytovacieho jazyka (angl.

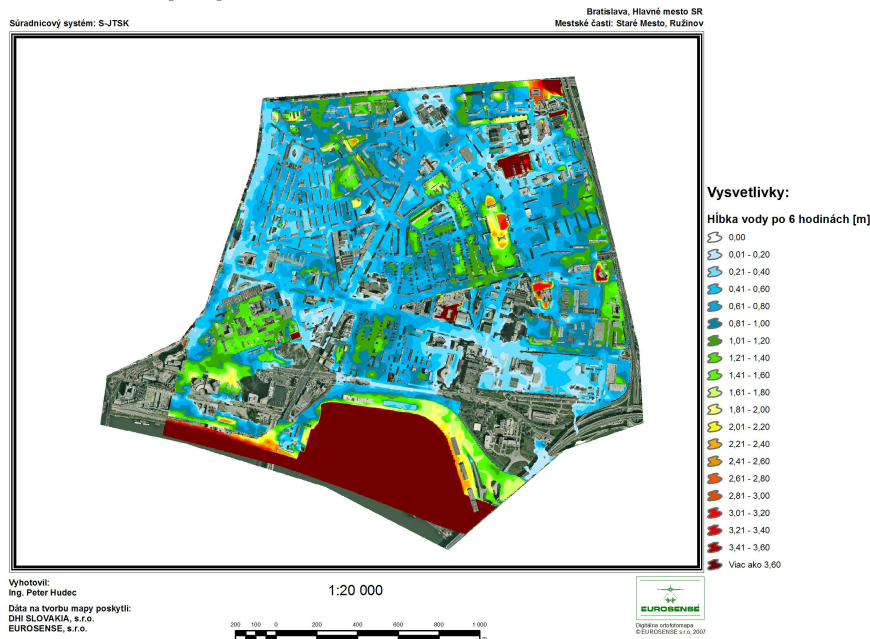
Structured Query Language – SQL). Použili sme funkciu Výber podľa umiestnenia (angl. Select by attributes), ktorá nám umožnila nájsť prvky podľa priestorového vzťahu k iným prvkom. Tento priestorový vzťah vznikol v našom prípade medzi rozsahom záplavy (záplavový model) a prvkami tematických vrstiev (Budovy, Plyn, atď.). Vytvorené mapy sú len názorným príkladom použitia GIS v protipovodňovej ochrane. Je možné vytvoriť veľké množstvo rôznych mapových výstupov, pričom vždy záleží len od požiadavky objednávateľa.

Mapa povodňového ohrozenia



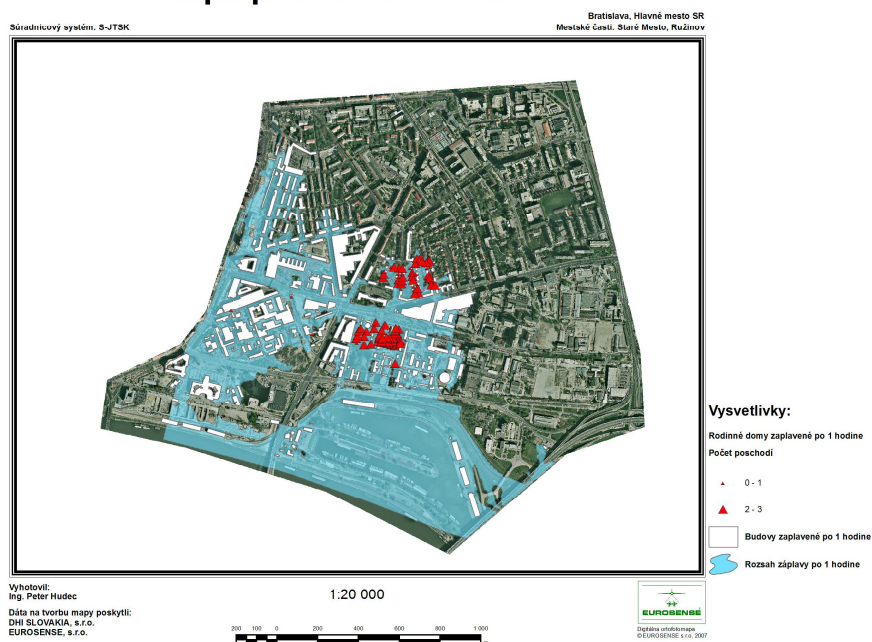
Obr. 3. Mapa povodňového ohrozenia.

Mapa povodňového ohrozenia



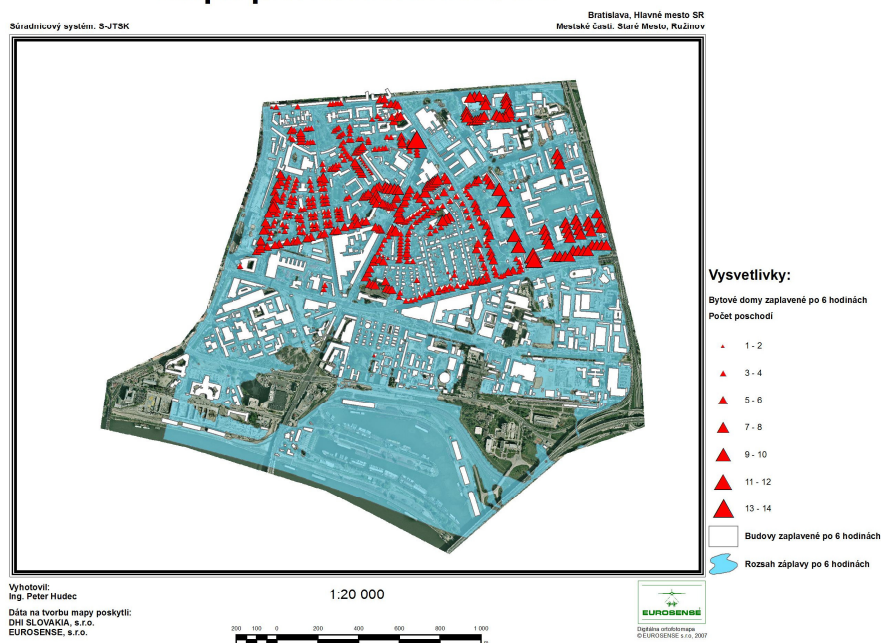
Obr. 4. Mapa povodňového ohrozenia.

Mapa povodňového rizika



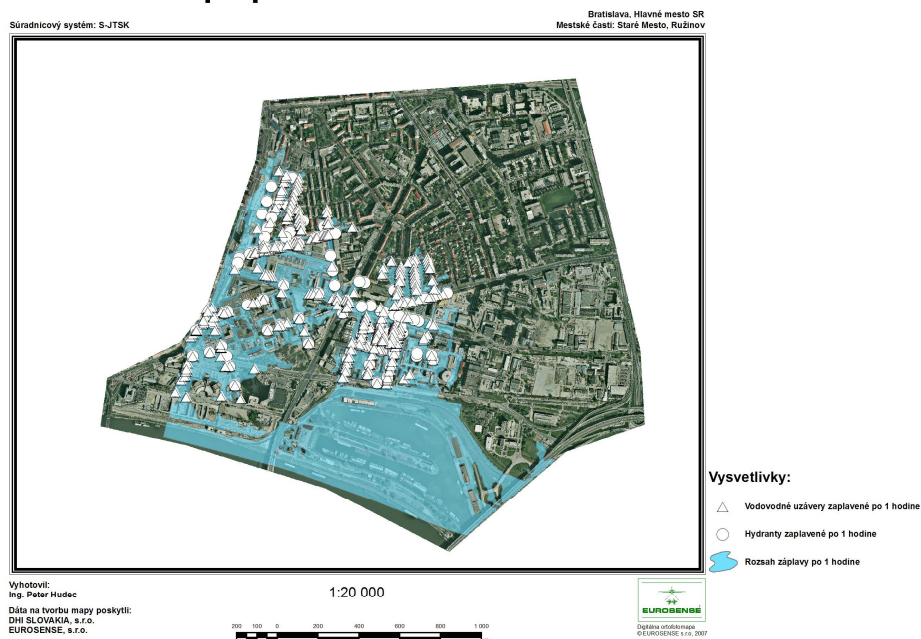
Obr. 5. Mapa povodňového rizika.

Mapa povodňového rizika



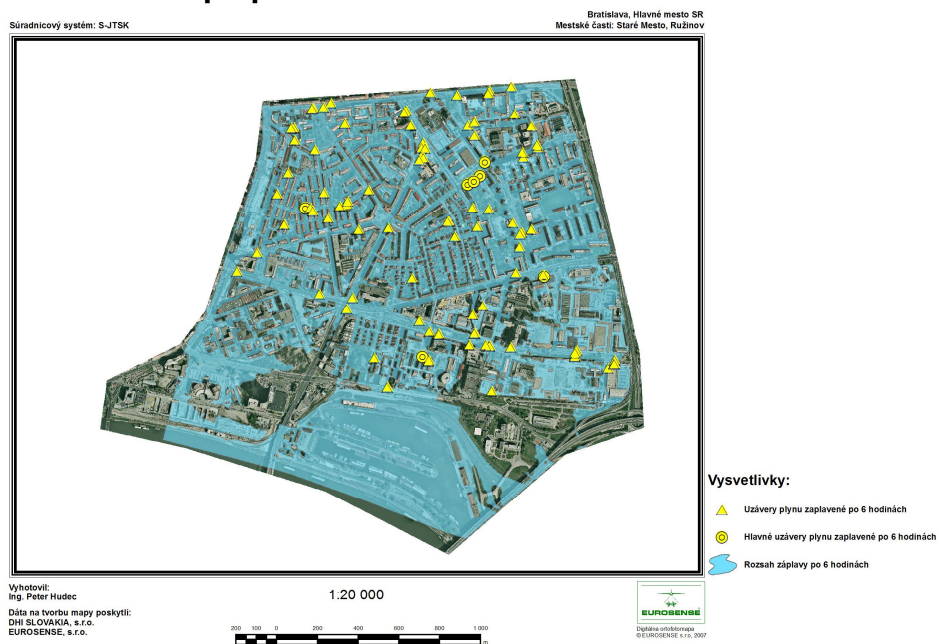
Obr. 6. Mapa povodňového rizika.

Mapa povodňového rizika



Obr. 7. Mapa povodňového rizika.

Mapa povodňového rizika



Obr. 8. Mapa povodňového rizika.

4 Záver

Problematika protipovodňovej ochrany je čoraz naliehavejšia celospoločenská úloha. Vychádza sa z toho, že frekvencia povodní za posledné desaťročie má zvyšujúcu sa tendenciu, a ako už bolo spomenuté, spôsobené materiálne škody a straty na ľudských životoch sú značné. Postup tvorby vytvorených máp povodňového ohrozenia a rizika pomocou softvéru ArcGIS a jeho modulov je aplikovateľný pre všetky mestá a obce v jednotlivých povodiach riek na Slovensku. Na základe vytvorených máp povodňového ohrozenia a rizika môžeme konštatovať, že najdôležitejšou a najťažšou etapou je vytvoriť funkčný a použiteľný *Záplavový model*.

Vytvorené tematické mapy poukazujú na vhodnosť použitia softvéru ArcGIS všade tam, kde je nutné vykonať rýchle a efektívne rozhodnutia pri záchranných prácach pre potreby povodňovej ochrany. Vzhľadom na to, sa použitie GIS ako podsystému Integrovaného záchranného systému pri riešení povodňovej problematiky jednoznačne ukazuje ako vhodný nástroj, a je už len na orgánoch štátnej správy a územnej samosprávy čím skôr ho začať aplikovať v praxi.

Príspevok vznikol na základe riešenia grantového projektu VEGA č. 1/4210/07 Multikriteriálna analýza rizík zaplavovaných území pri povodniach.

Referencie

1. Halmo N. Program protipovodňovej ochrany Slovenskej republiky. *Zborník príspevkov z medzinárodnej konferencie Ochrana pred povodňami*, Podbanské, Výskumný ústav vodného hospodárstva, 2006, s. 10-22.
2. Hudec P. *Heterogénne dáta pre informačný systém protipovodňovej ochrany*. Dizertačná práca, Bratislava, STU Stavebná fakulta, 2008, (v tlači).
3. Říha J. a kol. *Riziková analýza záplavových území*. Brno, Ústav vodních staveb FAST VUT, 2005, 286 s.
4. *Dvojrozmerná záplavová štúdia Areálu SPP, a.s. na Mlynských nivách*. Záverečná správa. Bratislava, DHI SLOVAKIA, s.r.o., 2006, 23 s.
5. Zákon č. 364/2004 Z.z. o vodách.
6. Zákon č. 666/2004 Z.z. o ochrane pred povodňami.
7. Smernica Európskeho parlamentu a Rady 2007/60/ES z 23. októbra 2007 o hodnotení a manažmente povodňových rizík.

Annotation: Thematic maps of a flood protection in an ArcGIS Environment. The catastrophic flood events of last years showed a devastated water force and again pointed out currentness of problems aimed on the questions which are linked with the flood protection. Geographical information systems are an effective tool for simulation and modelling the flood scenarios. Different types of the spatial analyses with heterogeneous data enable to create the thematic maps of flood hazard and flood risk. The flood hazard and flood risk maps created in ArcGIS v.9.3 showed potentially adverse consequences of the floods and their can be used for the planning preventive water flood measures, flood simulation, an operative crisis management and so on.

Keywords: geographical information system, flood prevention, heterogeneous data, maps of flood jeopardy, maps of flood risk