

MOŽNOSTI APLIKÁCIE GEOINFORMATIKY DO OBLASTI MANAŽMENTU RIZÍK VZNIKU MIMORIADNEJ UDALOSTI

Andrea MAJLINGOVÁ^{1,2}

¹ Katedra protipožiarnej ochrany, Drevárska fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24,
960 53 Zvolen, Slovensko
majlingova@tuzvo.sk

² Fakulta špeciálneho inžinierstva, Žilinská univerzita v Žiline, Ul. 1. mája 32, 010 26 Žilina, Slovensko

Abstrakt

V príspevku je predstavený prístup k optimalizácii tvorby dokumentu Analýza územia obvodu z hľadiska možného vzniku mimoriadnych udalostí, ktorý vypracovávajú odbory civilnej ochrany a krízového riadenia obvodných úradov na Slovensku. Tento dokument obsahuje popis jednotlivých druhov mimoriadnych udalostí, ktoré sa na danom území vzhľadom na jeho charakter môžu vyskytnúť. Okrem samotného ohrozenia popisuje aj dopady týchto druhov udalostí s ohľadom na rozsah zasiahnutého územia, komunity. Avšak rozsah tohto územia je najčastejšie stanovený len na základe udalostí (veľkosť zasiahnutého územia), ktoré sa vyskytli v minulosti. Úplne absentuje postup so zapojením matematického či počítačového modelovania. V príspevku je rozobratý prístup k stanoveniu rozsahu zasiahnutého územia cez počítačové modelovanie v programoch ALOHA a HEC-RAS. Analýza rizika bola vykonaná pre mestá Prešov a Bardejov.

Abstract

In this paper is presented an approach to optimize the elaboration of a document called Analysis of a district for potential emergencies, which is elaborated by the department of civil protection and crisis management, belonging under management of District Offices, in Slovakia. This document contains a description of the types of emergencies that can occur in specified area due to its nature. Except the hazards it describes the impact of those types of emergencies with respect to the extent of the affected area as well as the community affected. However, the extent of this area is mostly determined only based on the events (extent of the affected area) that occurred in the past. There completely absent the method using a mathematical or computer modelling. In the paper is introduced an approach to the assessment of the affected areas using computer modelling in programs ALOHA and HEC-RAS. The risk analysis was performed for towns Presov and Bardejov.

Kľúčové slová: ALOHA, HEC-RAS, GIS, riadenie rizík

Keywords: ALOHA, HEC-RAS, GIS, risk management

1 ÚVOD

Poslaním civilnej ochrany je v rozsahu ustanovenom v Zákone NR SR č. 42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva v znení neskorších zmien a doplnení chrániť život, zdravie a majetok a utvárať podmienky na prežitie pri mimoriadnych udalostiach a počas vyhlásenej mimoriadnej situácie.

Mimoriadnou situáciou sa rozumie obdobie ohrozenia alebo obdobie pôsobenia následkov mimoriadnej udalosti na život, zdravie alebo na majetok, ktorá je vyhlásená podľa tohto zákona; počas nej sa vykonávajú opatrenia na záchranu života, zdravia alebo majetku, na znižovanie rizík ohrozenia alebo činnosti nevyhnutné na zamedzenie a pôsobenie následkov mimoriadnej udalosti.

Mimoriadnou udalosťou sa v zmysle tohto zákona rozumie živelná pohroma, havária, katastrofa alebo teroristický útok. Pričom, živelné pohromy sú najmä povodne a záplavy, krupobitia, následky víchrice, zosuvy pôdy, snehové kalamity a lavíny, rozsiahle námrazy, zemetrasenia. Havárie sú najmä požiare a výbuchy,

úniky nebezpečných látok, prípravkov a odpadov, ropných produktov s nasledujúcim kontaminovaním územia, ovzdušia, vodných tokov, zdrojov pitnej vody a podzemných vôd, poškodenie vedení rozvodných sietí, ich zariadení a diaľkovodov. Katastrofy sú najmä veľké letecké, železničné, lodné a cestné nehody spojené s požiarmi, prípadne s únikom nebezpečných látok, havárie jadrových zariadení, porušenie vodných stavieb.

Identifikácia a aktualizácia hrozieb z hľadiska prírodných pohrôm, havárií, katastrof a teroristických útokov sa na Slovensku vykonáva už na úrovni obvodných úradov na odboroch civilnej ochrany a krízového riadenia, v rámci vypracovania a každoročnej aktualizácie dokumentu „Analýza územia obvodu z hľadiska vzniku možných mimoriadnych udalostí“ (ďalej „Analýza územia obvodu...“. Tento sa vypracúva na základe kategorizácie územia podľa Nariadenia vlády Slovenskej republiky zo dňa 16.12.1996 č.25/1997 Z. z. o kategorizácii územia Slovenskej republiky.

Analýza územia je v zákone NR SR č.42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva v znení neskorších predpisov definovaná ako posúdenie nebezpečenstva pre prípad vzniku mimoriadnej udalosti s ohľadom na zdroje ohrozenia. Vyhotovuje sa vo forme súboru dokumentov. Štruktúru, obsah a rozsah vypracovania analýzy a termíny jej aktualizácie určuje 13/XXVI/12 Pokyn generálneho riaditeľa sekcie krízového manažmentu a civilnej ochrany Ministerstva vnútra Slovenskej republiky na vypracovanie dokumentu „Analýza územia z hľadiska možných mimoriadnych udalostí“.

Obsahom tejto analýzy je popis možných mimoriadnych udalostí pre jednotlivé obvody a ich dopadov, no predovšetkým na podklade rozsahu ohrozeného územia z predchádzajúcich skúseností, avšak takmer úplne bez prípadného modelovania a simulácie.

Príspevok sa zaoberá, z hľadiska procesu posudzovania rizík, najmä na možnosti posúdenia jednotlivých komponentov rizika (náchylnosť, expozícia, zraniteľnosť) s využitím nástrojov GIS a systémov pre modelovanie a simuláciu s využitím existujúcich a dostupných dát na Slovensku. Modelovým územím sú východoslovenské mestá Bardejov a Prešov.

2 OPTIMALIZÁCIA PROCESU RIADENIA RIZÍK V PODMIENKACH SLOVENSKA

2.1 Riadenie rizík

Riadenie alebo manažment rizík je logická a systematická metóda určovania súvislostí v akýchkoľvek činnostiach, funkciách alebo procesoch, identifikovania rizík, ich analýzy, hodnotenia, znižovania a priebežného monitorovania, ktorá umožňuje minimalizovať straty a maximalizovať príležitosti (Šimák 2006).

Riziko je vždy ponímané ako pravdepodobnosť výskytu určitého negatívneho javu. Aj otázky typu „kedy“ alebo „ako často indikujú, že sa hovorí o riziku. Je ho možné zaznamenať a pozorovať na vzťahu medzi škodami spôsobenými danou negatívnou (nežiaducou) udalosťou a frekvenciou jej výskytu alebo zistiť definovaním doby návratnosti pre určitý scenár, týkajúci sa konkrétnej udalosti.

Riziko je možné stanoviť na základe nasledovného vzorca:

$$R = \text{pravdepodobnosť vzniku udalosti} \times \text{výška strát} \quad (1)$$

Riziko (R) sa rozumie aj ako funkcia jeho jednotlivých komponentov: hazardu (H), zraniteľnosti (Z), expozície (E) a odolnosť/pružnosti (P) systému:

$$R \in \{(H_i, Z_i, E_i, P_i)\}, \text{ pre } i = 1, \dots, n \quad (2)$$

Na stanovenie rizika existuje viacero spôsobov, v závislosti od toho s ktorými komponentmi rizika sa uvažuje.

Náchylnosť (angl. susceptibility) je súčasťou jedného z komponentov rizika, a to expozície, resp. vystavenia (angl. exposure). Pod expozíciou (vystavením) možno chápať počet komunít či oblasť životného prostredia či iných prvkov systémov existujúcich v posudzovanom území, ktoré by mohli byť potenciálne poškodené či zničené konkrétnym činiteľom prírodného či technického charakteru. Náchylnosť potom predstavuje „slabé“ stránky týchto systémov, ktoré za určitých okolností (podmienok) môžu priamo podnietiť vznik mimoriadnej

udalosti alebo podnietiť jej priebeh. V procese analýzy náchylnosti územia je preto potrebné stanoviť hrozby, ktoré vyplývajú z charakteru územia či druhu priemyslu, ktorý je v danom území prevádzkovaný.

Ako už bolo spomenuté hrozby, ktoré sa vyskytujú na území obvodu majú byť v zmysle zákona o civilnej ochrane obyvateľstva evidované v dokumente „Analýza územia obvodu...“.

Medzi najčastejšie prírodné pohromy sa na Slovensku radia povodne (spôsobené privalovými zrážkami či ľadové povodne), lesné požiare, veterné smršte, zosuvy pôdy (najmä ako následok dlhodobých alebo privalových zrážok).

Ďalej je možné uvažovať s haváriami, v tomto prípade najmä závažnými priemyselnými haváriami priamo súvisiacimi s požiarom, výbuchom či nadmernou emisiou nebezpečnej látky alebo viacerých nebezpečných látok, ale aj inými druhmi havárií technických zariadení, ako sú chladiarenské zariadenia používané na skladovanie amoniaku napr. v hydínárňach alebo zimných štadiónoch či s haváriami spojenými s prepravou nebezpečných látok po cestných komunikáciách alebo po železnici.

Zraniteľnosť predstavuje vlastnosť systému, ktorá je priamo spätá s dopadmi mimoriadnej udalosti, so škodami, ktoré vznikli v jej dôsledku, ich výškou. Najčastejšie sa stanovuje pre tieto tri sféry: sociálna, environmentálna a ekonomická.

Odolnosť/pružnosť systému je v nepriamej úmere k jeho zraniteľnosti. Keď zraniteľnosť predstavuje dopady mimoriadnej udalosti, potom odolnosť/pružnosť systému predstavuje opatrenia, ktoré smerujú k jej minimalizácii, a to formou plánovania a realizácie preventívnych a represívnych opatrení. Sem patria a zásahové/záchranné zložky.

Vo svete sa riadením rizík a posudzovaniu jeho jednotlivých komponentov venuje viacero odborníkov: riadením rizík sa zaoberal najmä Villgran de León (2008), posudzovaním jednotlivých komponentov rizika a jeho redukciou sa zaoberajú vo svojich prácach Brauch (2005), Thywissen (2006), Birkmann (2006), Warner (2007), Bohle (2007), Hossini (2008), Afifi, Warner (2008). Títo odborníci sú združení pod Inštitútom pre bezpečnosť obyvateľstva a životného prostredia UNU – EHS (United Nations University – Environmental and Human Security).

2.2 Optimalizácia riadenia rizík

Z hľadiska optimalizácie celého procesu riadenia a posudzovania rizík je prirodzenou voľbou orientácia na geografické informačné systémy (GIS) a systémy pre modelovanie a simuláciu priebehu mimoriadnych udalostí.

V súčasnosti sa pre posúdenie rizík využíva najmä vizualizačná funkcia GIS. Na správu a vizualizáciu priestorových údajov sa na odboroch civilnej ochrany a krízového riadenia využíva systém nazývaný CIPREGIS. Aj mapové podklady, ktoré sú súčasťou dokumentu „Analýza územia obvodu...“, obsahujú výstupy z tohto prostredia. Tento systém je vytváraný na báze programu ArcGIS, avšak nevyužíva takmer žiadne funkcie pre tvorbu geopriestorových analýz ako sú vzdialenosťné analýzy, geoštatistika a iné.

Vo všeobecnosti, profesionálne GIS systémy umožňujú okrem vizualizačnej funkcie využívať ďalšie priestorovo orientované funkcie a nástroje, ktoré je možné priamo pripojiť do základného prostredia týchto systémov najmä v podobe rozšírení. Príkladom môžu byť produkty firmy ESRI – ArcGIS, Spatial Analyst, 3D Analyst, Network Analyst a iné. K dispozícii sú však aj OpenSource GIS prostredia, na ktoré sú prednostne orientovaní odborníci v zahraničí. Na Slovensku je ESRI platforma ešte stále najrozšírenejšia.

Prostredie profesionálnych GIS systémov je možné využiť najmä pre účely analýz náchylnosti, resp. vystavenia komunit prostredia na vznik mimoriadnych udalostí alebo len na samotnú identifikáciu potenciálnych hrozieb. Na tento účel je však možné využiť aj voľne dostupné prostredie systému Google Earth.

Pre prácu v prostredí Google Earth nie je potreba žiadnej licencie, podkladových údajov. Potrebný je len prístup k internetu. Ide o systém, ktorý je bežne využívaný aj základnými záchrannými zložkami

Integrovaného záchranného systému na Slovensku, najmä príslušníkmi Hasičského a záchranného zboru SR.

Pre analýzu náchylnosti systému/prostredia vzhľadom na potenciálny výskyt mimoriadnych udalostí je však okrem informatickej a informačnej podpory aj potrebná aj samotná metodika spracovania údajov.

Na Slovensku bola doteraz vytvorená a na konkrétnych modelových územiach preverená metodika pre stanovenie náchylnosti územia na výskyt lesného požiaru (Holécy, Škvarenina, Tuček, Mindáš 2003; Tuček Majlingová 2009; Majlingová, Sedliak 2010), na vznik povodne (Lubinszká, Majlingová 2011; Majlingová, Závacká, Kliment 2012). Zo zahraničných autorov sa problematike stanovenia náchylnosti malého povodia na vznik povodne sa zaoberal David (2008).

Pre účely zraniteľnosti, a teda modelovania a simulácie dopadov mimoriadnych udalostí je možné aj v našich podmienkach využiť nástroj pre chemické hodnotenie pravdepodobne ohrozenej oblasti po haváriách s únikom nebezpečnej látky (NL) a na zisťovanie následkov úniku nebezpečných látok – systém ALOHA. Na analýzu dopadov povodní je možné aplikovať hydrodynamický model HEC-RAS, umožňujúci simuláciu ustáleného aj neustáleného prúdenia, a to v jednoduchých i zložených profiloch. Na modelovanie a simuláciu správania sa prírodných a lesných požiarov sa osvedčilo programové prostredie FARSITE (Majlingová, Vida 2008; Glasa, Weisenpacher, Halada 2010).

V príspevku sú predstavené možnosti a výsledky využitia prostredí ArcGIS, HEC-RAS, Google Earth a ALOHA pre vizualizáciu, modelovanie a simuláciu dopadov 100-ročnej a 500-ročnej povodne (Boguská 2012), zosuvov pôdy (Verbovská 2011) a úniku amoniaku na príklade dvoch východoslovenských miest Bardejov a Prešov.

3 MATERIÁL A METODIKA

3.1 Modelové územie

Modelovým územím pre modelovanie 100-ročnej a 500-ročnej povodne je mesto východoslovenské Bardejov. Hrozbou z hľadiska povodní je vodný tok Topľa, ktorý preteká mestom. Povodňou v roku 2010 bolo postihnuté aj mesto Prešov. Dlhodobé zrážky spôsobili zosuvy pôdy aj v obývaných častiach mesta. Na príklade mesta Prešov sú popísané možnosti využitia prostredia Google Earth na vizualizáciu ohrozených oblastí, ale aj príklady týkajúce sa použitia prostredia ALOHA na určenie zóny ohrozenia a zároveň koncentrácie unikajúcej nebezpečnej látky, ktorou je amoniak, ktorý sa ešte aj v súčasnej dobe nachádza v technológii zimného štadióna.

3.3 Scenáre udalostí a použité údaje

Pre modelovanie dopadov 100 a 500-ročnej povodne bolo vybrané mesto Bardejov, aj vzhľadom na dostupnosť údajov potrebných do modelovania. Samotné hydrodynamické modelovanie, resp. výpočet bolo vykonané v prostredí HEC-RAS. Na tvorbu a spracovanie vstupných geopriestorových údajov a vizualizáciu výsledkov modelovania bolo použité prostredie ArcGIS Desktop s rozšírením HEC-GeoRAS.

Ako podklad pre tvorbu vstupných geopriestorových údajov do modelovania boli použité ortofotosnímky z daného územia, ktoré poskytol Topografický ústav Jána Lipského v Banskej Bystrici. Pre priradenie výškových atribútov jednotlivým prvkom bol použitý digitálny model terénu s priestorovým rozlíšením 10x10 m, ktorý bol rovnako poskytnutý Topografickým ústavom. Údaje o technických parametroch vodného toku boli získané zo Slovenského vodohospodárskeho podniku, pobočka Košice. Údaje o prietoku Q_{100} a Q_{500} boli odvodené z vypočítanej konšumpčnej krivky na základe údajov prietokov Q_5 , Q_{10} , Q_{25} , Q_{50} , uvedených v technickej dokumentácii k tomuto toku. Prietoky boli stanovené na $330\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ pre prípad 100-ročnej povodne a $456\text{m}^3\cdot\text{s}^{-1}$ pre 500-ročnú povodeň. Sklon koryta bol stanovený 2,5 % na hornej časti toku a na dolnej časti toku hodnota 3 %.

Prostredie Google Earth bolo použité na vizualizáciu oblastí v meste Prešov, kde nastali, v dôsledku dlhodobých dažďov v júni 2010, zosuvy pôdy. Tieto oblasti zároveň predstavujú hrozbu do budúcnosti a informácie o nich sa použijú do analýzy náchylnosti územia na výskyt zosuvov pôdy.

Územie mesta Prešov bolo zároveň aj modelovým územím pre modelovanie, resp. výpočet zóny ohrozenia a zároveň výpočet koncentrácie nebezpečnej látky – unikajúceho amoniaku zo zimného štadióna, v prostredí systému ALOHA. Programové prostredie obsahuje okrem iného aj databázy najčastejšie používané a prepravovaných nebezpečných látok a ich fyzikálne vlastnosti. Výsledkom výpočtu (modelovania) je jednoduchý priemet predpokladanej hranice zraňujúcej alebo smrteľnej koncentrácie v teréne.

Ako vstupné údaje do výpočtu boli zadávané informácie týkajúce sa chemickej látky, parametrov budovy, odkiaľ amoniak uniká, meteorologických podmienok, popisu zdroja (nádrž a jej parametre, množstvo skladovanej látky, veľkosť otvoru, z ktorého amoniak uniká), vid' Obr. 1. Informácie o používanej technológii a jej parametroch je možné získať z havarijnej dokumentácie danej prevádzky. Parametre chemickej látky sú načítané do prostredia automaticky po výbere danej látky v zozname/databáze nebezpečných látok, ktorý je súčasťou programu.

```
SITE DATA:
Location: PREŠOV - ZIMNY, SLOVAKIA
Building Air Exchanges Per Hour: 1.21 (unsheltered single storied)
Time: April 8, 2011 1400 hours DST (user specified)

CHEMICAL DATA:
Chemical Name: AMMONIA                      Molecular Weight: 17.03 g/mol
AEGL-1 (60 min): 30 ppm    AEGL-2 (60 min): 160 ppm    AEGL-3 (60 min): 1100 ppm
IDLH: 300 ppm             LEL: 160000 ppm    UEL: 250000 ppm
Ambient Boiling Point: -29.2° F
Vapor Pressure at Ambient Temperature: greater than 1 atm
Ambient Saturation Concentration: 1,000,000 ppm or 100.0%

ATMOSPHERIC DATA: (MANUAL INPUT OF DATA)
Wind: 6 meters/second from NW at 3 meters
Ground Roughness: urban or forest           Cloud Cover: 5 tenths
Air Temperature: 12° C                      Stability Class: D
No Inversion Height                         Relative Humidity: 50%

SOURCE STRENGTH:
Direct Source: 0.3 tons                     Source Height: 0
Release Duration: 1 minute
Release Rate: 10 pounds/sec
Total Amount Released: 600 pounds
Note: This chemical may flash boil and/or result in two phase flow.
      Use both dispersion modules to investigate its potential behavior.
```

Obr. 1. Informácie vstupujúce do výpočtu zasiahnutého/ohrozeného územia únikom amoniaku

4 VÝSLEDKY

4.1 Výsledky modelovania povodne na území mesta Bardejov

Modelovanie priebehu povodne bolo vykonané na rieke Topľa (úsek dlhý takmer 4 km) pretekajúcej cez mesto Bardejov. Vo výpočte sme uvažovali s prietokom $330 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pri 100-ročnej povodni (Q_{100}) a $456 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$ pri 500-ročnej povodni (Q_{500}).

Výsledky modelovania povodne z prostredia HEC – RAS, resp. HEC-GeoRAS majú grafickú i tabuľkovú podobu. V grafickej podobe sú prezentované výsledky (ukážky) týkajúce sa parametrov jednotlivých profilov vodného toku pri povodni, parametrov priečných profilov, graf celého profilu vodného toku pri povodni, ratingové krivky, graf perspektívy X-Y-Z.

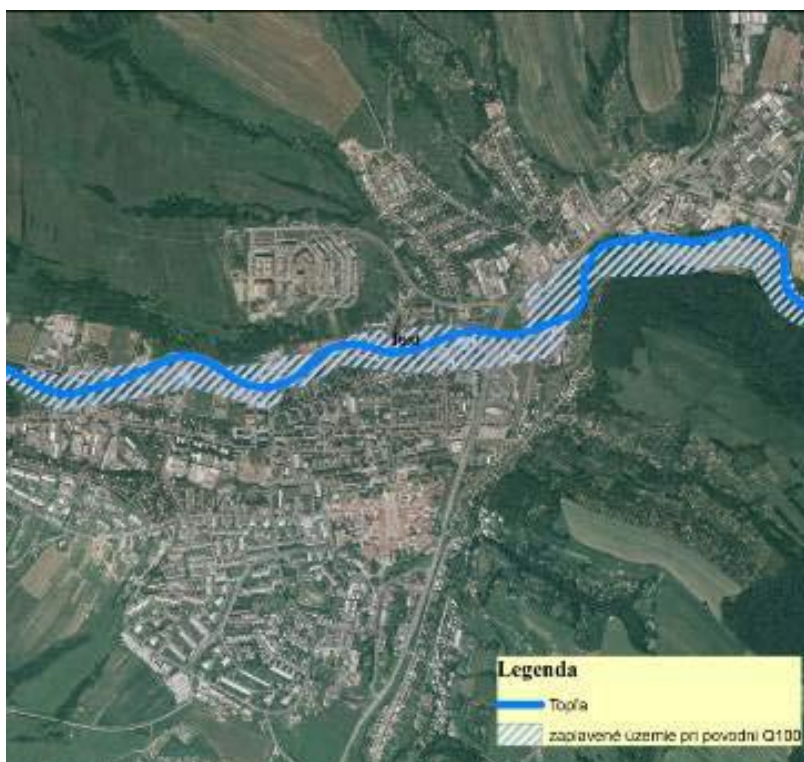
Prostredie HEC-RAS ponúka dva základné typy tabelárnych výstupov, ide o detailné tabuľkové výstupy a sumárne tabuľky. Detailné tabuľkové výstupy sa týkajú najmä popisu parametrov vodného toku zachytených na jednotlivých priečných profiloch (Obr. 2) pri rôznych scenároch povodne (Q_{100} a Q_{500}). Ide o údaje typu plocha vodného toku, jeho prietok, energia a ďalšie, popísané už vyššie.

Cross Section Output						
File Type Options Help						
River:	Topla	Profile:	PF 1			
Reach:	Topla	RS:	2385.18	Plan:	P1	
Plan: P1		Topla	Topla RS: 2385.18	Profile: PF 1		
E.G. Elev (m)	269.05	Element	Left OB	Channel	Right OB	
Vel Head (m)	0.38	Wt. n-Val	0.050	0.035	0.050	
W.S. Elev (m)	268.67	Reach Len. (m)	198.90	328.61	198.90	
Crit W.S. (m)	268.67	Flow Area (m ²)	82.30	15.52	35.17	
E.G. Slope (m/m)	0.017042	Area (m ²)	82.30	15.52	35.17	
Q Total (m ³ /s)	330.00	Flow (m ³ /s)	232.77	50.11	47.12	
Top Width (m)	186.53	Top Width (m)	71.56	19.28	95.69	
Vel Total (m/s)	2.48	Avg. Vel. (m/s)	2.83	3.23	1.34	
Max Ch Dpth (m)	1.42	Hydr. Depth (m)	1.15	0.81	0.37	
Conv. Total (m ³ /s)	2527.9	Conv. (m ³ /s)	1783.0	383.8	361.0	
Length Wtd. (m)	209.47	Wetted Per. (m)	72.99	19.28	95.69	
Min Ch El (m)	267.79	Shear (N/m ²)	188.44	134.55	61.43	
Alpha	1.22	Stream Power (N/m s)	532.98	434.34	82.30	
Frcn Loss (m)	3.73	Cum Volume (1000 m ³)	246.39	6.36	66.43	
C & E Loss (m)	0.09	Cum SA (1000 m ²)	244.18	18.62	135.34	

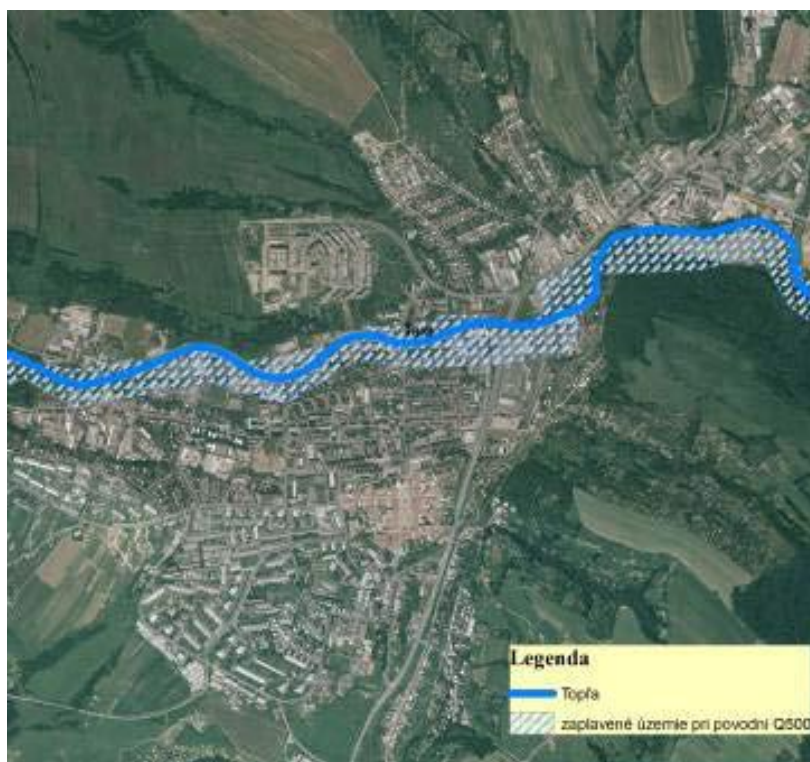
Obr. 2. Rozsah zaplaveného územia pri 100-ročnej povodni

Pre prvotné účely posúdenia dopadov povodne, krízového plánovania a riadenia, ako aj plánovania, riadenia a koordinácie záchranných zložiek je dôležité poznať rozsah zaplaveného územia a výšku hladiny vody pri povodni, a to najmä prostredníctvom vizualizácie výsledkov v prostredí GIS alebo Google Earth.

Rozsah zaplaveného územia pri 100-ročnej povodni na podklade ortofotosnímkov z územia mesta Bardejov je znázornený na Obr. 3. Rozsah zaplaveného územia pri 500-ročnej povodni zase na Obr. 4.



Obr. 3. Rozsah zaplaveného územia pri 100-ročnej povodni



Obr. 4. Rozsah zaplaveného územia pri 500-ročnej povodni

Vychádzajúc z výsledkov modelovania je možné určiť, že pri povodni spôsobenej Q_{100} bude zaplavené územie s výmerou 686 028,68 m² (68,6 ha) a pri povodni spôsobenej Q_{500} pôjde o územie o výmere až 746 707,34 m² (74,7 ha).

Pri storočnej povodni budú zasiahnuté najmä tieto ulice: Kutuzovova, Toplianska, Nábřežná, Kúpeľná, Kacvinského, Gróner, Slovenská, Duklianska, Kelleraova, Štefániková, Tarasa Ševčenku, a Družstevná. Pri päťstoročnej povodni budú okrem týchto zasiahnuté aj ulice Pod Vinbargom a Českej Lipy. Tieto informácie boli získané načítaním výslednej zóny ohrozenia (polygón) do prostredia Google Earth a aktiváciou vrstvy Cesty, ktorá obsahuje aj názvy ulíc.

4.2 Identifikácia zosuvmi ohrozených oblastí na území mesta Prešov

V prostredí Google Earth boli vytvorené vrstvy zosuvných a poddolovaných plôch na území mesta Prešov. Tieto boli zakreslené na základe údajov z posledných zosuv pôdy na tomto území, ktoré vznikli z dôvodu dlhotrvajúcich dažďov v júni 2010. Informácie o predchádzajúcom výskyte zosuvov dovtedy neboli evidované. Vzhľadom na administratívne delenie mesta a pre detailnosť sú tieto plochy rozdelené do troch samostatných obrázkov.

Prvé ohrozené územie - územie Solivaru a Šalgovíka je znázornené na Obr. 5.

Na obrázku, sú pod označením 1 a 2 vykreslené zosuvné územia. Prípadný zosuv pôdy v lokalite označenej číslom 2 nepredstavuje až také veľké ohrozenie pre sídlisko Sekčov ani pre miestnu časť Šalgovík, keďže sa rozprestiera pozdĺž Šalgovického potoka, mimo obývanej oblasti. Ohrozená v tomto prípade je len cestná komunikácia spájajúca Prešov - Šalgovík s obcou Teriakovce, ale prípadné deštruktívne účinky na túto cestnú komunikáciu neznamenajú ohrozenie prístupu do tejto obce, keďže do tejto obce vedie ešte jedna prístupová komunikácia.

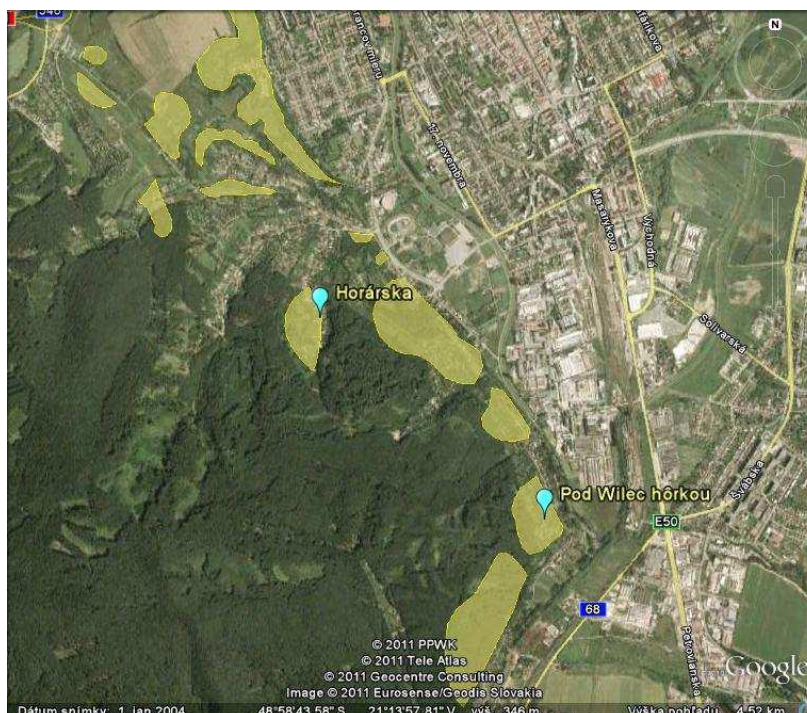
Za väčšie nebezpečenstvo možno považovať zosuvné územie pod označením číslo 1. Ako je vidieť na obrázku, toto územie zasahuje do zastavaného obývaného územia Šalgovíka, a tvoria ho rodinné domy. Zároveň však zosuv pôdy môže narušiť aj bytové domy na uliciach Karpatská, Ďumbierska, Sibírska, Hapáková, Tekeľová na sídlisku Sekčov, nachádzajúce sa v priamej blízkosti tohto územia.

Pod označením číslo 3 a 4 sa nachádzajú poddolované územia, táto skutočnosť súvisí s ťažbou kamennej soli na území Solivaru. Tieto oblasti tak isto spadajú do geologicky nestabilných plôch mesta Prešov, nepredpokladajú sa deštrukčné účinky, avšak nie je to možné vylúčiť. Tieto oblasti zasahujú do zastavaných plôch mestskej časti Solivar.



Obr. 5. Geologicky nestabilné plochy - Solivar, Šalgovík

Ďalším územím s hrozbou zosuvov zeme je katastrálne územie mesta Prešov. Samotné centrum mesta neleží na geologicky nestabilných plochách. Nestabilné plochy tvorí územie Šarišskej vrchoviny, na ktorom sa rozprestierajú miestne časti Vydumanec, Za Kalváriou a Borkút.



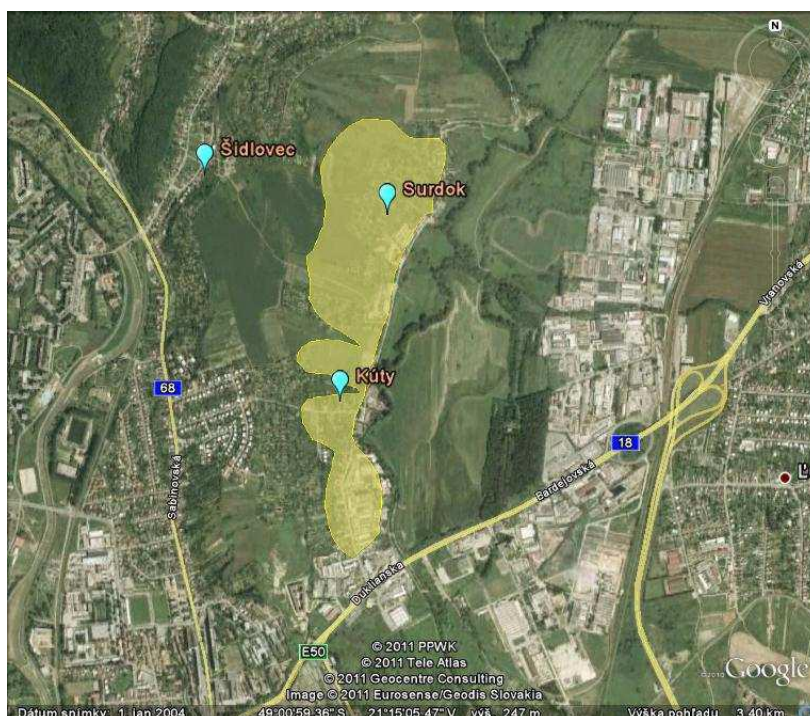
Obr. 6. Zosuvné plochy - Za Kalváriou

Na Obr. 6 sú znázornené zosuvné územia v tejto časti mesta, najväčšia koncentrácia výskytu zosuvných území je práve v časti Za Kalváriou (ulica Horárska). Na zosuvných plochách tejto časti sa nachádzajú aj

plochy zastavané rodinnými domami aj objekty určené na rekreáciu (záhradky). Ohrozené sú aj cestné komunikácie vo všeobecnosti sú to miestne komunikácie menšieho významu. Hlavné prístupové komunikácie do tejto oblasti nepatria medzi ohrozené. V miestnej časti Vydumanec sú ohrozené len rekreačné objekty. V časti Borkút sú to rovnako len rekreačné objekty, V časti Borkút sú to takisto rekreačné oblasti, ulica Pod Wilec hôrkou tvorí dokonca jednu z prístupových komunikácií do tejto oblasti. Na tejto ulici sú ohrozené rodinné domy.

V katastrálnom území Prešov sa z dôvodu zosuvov pôdy nestabilné plochy nachádzajú aj v miestnej časti Šidlovec, tieto však ohrozujú len záhradkárske osady.

V miestnej časti Surdok a Kúty tieto plochy ohrozujú ako záhradkárske osady, tak aj zastavané plochy. Ako je vidieť na Obr. 7, táto miestna časť sa rozprestiera v podstate okolo jednej cestnej komunikácie, kde na jednej strane zastavané plochy tvoria rodinné domy a na druhej strane medzi cestnou komunikáciou a riekou Sekčov tvoria zastavané plochy obchodné priestory rôznych firiem zameraných na stavebný priemysel.



Obr. 7. Zosuvné plochy - Zosuvné územie - Kúty, Surdok

4.3 Výsledky výpočtu ohrozenia mesta Prešov unikajúcim amoniakom zo zimného štadióna

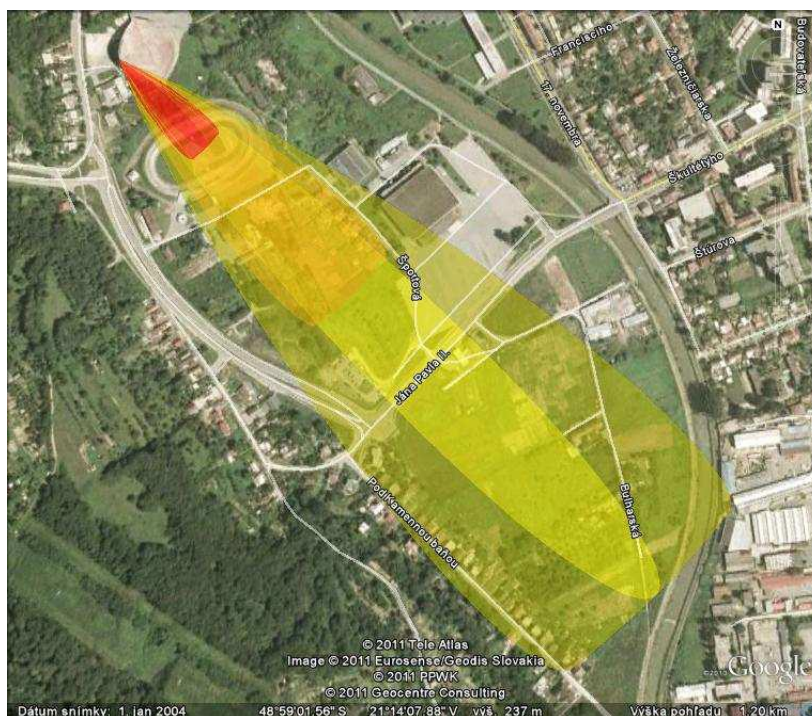
Výber počítačového programu, ktorý modeluje úniky nebezpečných látok, bol v súlade s prílohou č. 1 vyhlášky Ministerstva vnútra Slovenskej republiky č. 533/2006 Z. z. o podrobnostiach o ochrane obyvateľstva pred účinkami nebezpečných látok, v ktorej sú určené parametre hodnotiaceho programu na modelovanie vyhodnotenia oblasti ohrozenia pri úniku chemických nebezpečných látok. Program ALOHA tieto parametre spája.

Definovaním vstupných parametrov, ktoré sú uvedené v tabuľke na Obr. 1 sme namodelovali úniky nebezpečných látok.

Je potrebné spomenúť, že v dokumentoch poskytnutých Obvodným úradom a v dokumentoch poskytnutých Mestským úradom Prešov je definovaná zóna ohrozenia, avšak nikde nie je konkretizovaný spôsob získania polomeru a plochy ohrozenia v prípade úniku nebezpečnej látky. Spomenutý je len fakt, že tieto údaje poskytol prevádzkovateľ daných objektov. Je to na pováženie práve v prípade zimného štadiónu, vzhľadom na skutočnosť, že prevádzkovateľ je mestská firma – Mestská správa služieb Prešov, s.r.o.

V prípade modelovania úniku nebezpečnej látky prostredníctvom programu ALOHA sme došli k iným záverom ako sú uvedené v dokumente „Analýza územia obvodu z hľadiska vzniku mimoriadnych udalostí“.

Na obr. 8 sú znázornené zóny ohrozenia v prípade úniku amoniaku, za podmienok stanovených v tabuľke na Obr. 1.



Obr. 8. Zosuvné plochy - Zosuvné územie - Kúty, Surdok

Vypočítané parametre pre jednotlivé zóny ohrozenia:

- AEGL – 3 (60 min) = 1 100 ppm/824,8 mg.m⁻³ amoniaku (červená farba) → v osi vzdialenosť 166 m , zóna priameho ohrozenia 2 744 m², bezpečnostná zóna 6 645 m². Pri tejto koncentrácii môže dôjsť k ohrozeniu obyvateľstva až do takej miery, že im spôsobí vážne poškodenie zdravia alebo až smrť.
- AEGL – 2 (60 min) = 160 ppm/120 mg.m⁻³ amoniaku (tmavožltá farba) → v osi vzdialenosť 447 m, zóna priameho ohrozenia 19 540 m², bezpečnostná zóna 48 472 m². Pri tejto koncentrácii sa predpokladá, že obyvateľstvo (aj senzibilní ľudia) bude ohrozené takým spôsobom, že môže dôjsť k nezvratnému alebo inému dlhotrvajúcemu poškodeniu zdravia alebo porušeniu schopnosti vyliečenia sa.
- AEGL – 1 (60 min) = 30 ppm/22,5 mg.m⁻³ amoniaku (svetložltá) → v osi vzdialenosť 1032 m, zóna priameho ohrozenia 105 598 m², bezpečnostná zóna 259 320 m². Pri tejto koncentrácii sa síce predpokladajú dopady na obyvateľstvo, ale následky nie sú nezvratné, sú prechodné a zvrátne po ukončení vystavenia sa. U vnímavejších jedincov sa môžu vyskytnúť príznaky ako pocit nepohodlia, podráždenia alebo iné príznaky.

* Stanovené kritické úrovne vystavenia (Acute Exposure Guideline Levels - AEGLs) sú hodnoty vystavenia, ktoré majú pomôcť osobám zodpovedným za zdoľvanie mimoriadnych udalostí spojených s únikom chemickej látky alebo pri iných katastrofách, pri ktorých je obyvateľstvo vystavené nebezpečnej chemickej látke, ktorá sa koncentruje v ovzduší.

Zóna priameho ohrozenia koncentráciou 1100 ppm ohrozuje len cyklistický štadión. Zóna priameho ohrozenia 160 ppm ohrozuje už aj rodinné domy na ulici Športová a bezpečnostná zóna zasahuje Mestskú športovú halu. Zóna priameho 30 ppm zasahuje ulicu Bulharská, kde v danom priestore sa nachádza čerpacia stanica pohonných hmôt, do ulice Pod kamennou baňou, kde sa nachádzajú rodinné domy zasahuje bezpečnostná zóna pre koncentráciu 30 ppm.

Tu nastáva rozpor s modelovou situáciou a údajmi uvedenými v dokumente „Analýza územia obvodu z hľadiska vzniku mimoriadnych udalostí“, kde sa uvádza plocha ohrozenia 0,20 ha čiže 2000 m² a rozsah ohrozenia 25 m. Ako už bolo uvedené, autori analýzy neuvádzajú akým spôsobom boli vyhodnotené tieto údaje ani za akých podmienok, čo považujeme za nedostatok. Tak isto je to aj v prípade plánu evakuácie poskytnutého Mestským úradom Prešov, kde sa nachádzajú rovnaké informácie, nakoľko boli prebraté práve z tohto dokumentu.

Rozpor vo veľkosti zóny ohrozenej únikom nebezpečnej látky, v tomto prípade amoniaku vychádza z nedostatku informácií o spôsobe a vstupných parametroch výpočtu úniku amoniaku, výsledky ktorého sú uvedené v dokumente Analýza územia obvodu. Tu predstavený scenár počíta s konkrétnymi meteorologickými údajmi i konkrétnou poruchou na technológii (veľkosť otvoru z ktorého uniká amoniak, parametre technických zariadení a pod.). Tieto informácie však absentujú v prípade údajov uvedených v dokumentácii Obvodného a Mestského úradu v Prešove. Preto ich nie je možné porovnávať.

5 DISKUSIA A ZÁVER

Príspevok sa vo svojom obsahu zameriava na popísanie možností využitia geografických informačných systémov a systémov pre modelovanie a simuláciu v procese optimalizácie posúdenia rizika vzniku mimoriadnej udalosti, pre podporu rozhodovania krízových štábov a podporu riadenia a koordinácie záchranných zložiek, so zámerom ochrany života a zdravia obyvateľov, ich majetku, ako aj znižovania dopadov mimoriadnych udalostí na životné prostredie.

Riadenie rizika je neustály kolobeh posudzovania rizika vzhľadom na jeho jednotlivé komponenty. Z hľadiska prevencie je dôležitá identifikácia hrozieb a posúdenie náchylnosti územia, resp. systémov, ktoré na danom území existujú na poškodenie, resp. zničenie negatívnym javom (mimoriadna udalosť) či už prírodného alebo technického charakteru. Použitie geografických informačných systémov pre tento účel je možné považovať za optimalizačný prístup. Využívajú sa ako profesionálne komerčné GIS prostredia, tak aj Open Source GIS prostredia. Na Slovensku sa využíva najmä profesionálny GIS systém od firmy ESRI – ArcGIS spolu s jeho extenziami. V zahraničí sa prax krízového riadenia orientuje viac na OpenSource GIS riešenia. Výsledky analýzy náchylnosti sú často kombinované s údajmi o aktuálnej meteorologickej situácii, a týmto spôsobom sa používajú v procese posúdenia aktuálnych hrozieb a ich distribúcie v území. Často sú výsledky týchto analýz súčasťou varovných systémov (protipovodňový, protipožiarny a pod.).

Pre identifikáciu a mapovanie hrozieb je možné využiť aj užívateľsky jednoduchší program, ktorý pre prácu vyžaduje len internetové pripojenie. Ide o program Google Earth. Výsledky použitia tohto prostredia pre účely identifikácie hrozieb sú popísané na príklade identifikácie zosuvmi ohrozených oblastí na území mesta Prešov. Ide o zjednodušené riešenie, ktoré umožňuje popísať oblasti a ulice, ktoré je potrebné v prípade aktuálnej hrozby evakuovať.

Zraniteľnosť hovorí o dopadoch mimoriadnej udalosti. Tieto dopady môžeme posudzovať ešte pred vznikom mimoriadnej udalosti, kedy ich možné využiť na plánovanie preventívnych opatrení (zábrany, využitie krajiny, plánovanie počtu a rozmiestnenia síl a prostriedkov). Dopady je však možné operatívne aj počas mimoriadnej udalosti. Vtedy sa však opatrenia zameriavajú najmä na ochranu obyvateľstva, kritickej infraštruktúry a kultúrnych hodnôt. Pre účely posudzovania dopadov mimoriadnych udalostí sa v domácich podmienkach i zahraničí s úspechom využívajú či už samotné geografické informačné systémy alebo systémy pre modelovanie a simuláciu týchto udalostí. Pre modelovanie dopadov povodní sa využívajú hydrodynamické modely MIKE alebo HEC-RAS, ktoré vyžadujú podporu GIS. Hydrodynamický model HEC-RAS je bez licencie a teda je voľne dostupný. V príspevku je popísané použitie modelu HEC-RAS na modelovanie dopadov 100 a 500-ročnej povodne na rieke Topľa na územie mesta Bardejov. Pre modelovanie je kritickým existencia údajov, resp. aktuálnych údajov (technických parametrov) o vodných tokoch a ich protipovodňových úpravách, prietokoch. Ako limitujúce sa ukazuje aj priestorové rozlíšenie použitého digitálneho modelu terénu. Dostupný je digitálny model reliéfu s priestorovým rozlíšením 10 m, čo sa ukazuje byť vzhľadom na výsledky doterajšieho modelovania ako nedostatočné. Zlepšenie by priniesol digitálny model reliéfu s vyšším priestorovým rozlíšením.

Na výpočet zasiahnutého územia nebezpečnou látkou je možné využiť voľne šíriteľný program ALOHA. Tento je možné použiť pre modelovanie v akomkoľvek území, pre konkrétne modelové podmienky, jednu alebo viaceré nebezpečné látky. Výhodou tohto programu je možnosť exportovania výsledkov výpočtu priamo do formátu kompatibilného s prostredím Google Earth, ktoré je možné používať rovnako bez licencie. Týmto spôsobom po aktivovaní vrstvy cesty je možné identifikovať jednotlivé ulice, ktoré je potrebné v prípade potreby evakuovať. Vizualizácia výsledkov je možné aj v prostredí ArcGIS prostredníctvom rozšírenia.

Vylepšením tohto prístupu je implementovanie vrstvy budov (súčasť centrálnej priestorovej databázy SR), ktoré okrem identifikačných údajov obsahuje údaje o ploche, výške budov a type ich využitia. Niektoré z budov týkajúcich sa kritickej infraštruktúry sú identifikované (úrady, nemocnice a pod.). Pre účely je priameho využitia v praxi krízového riadenia by bolo potrebné doplniť túto databázu o údaje o ulici a čísle domu a prípadne aj o počet obyvateľov (evakuovaných).

Použitie GIS v oblasti riadenia (manažmentu) rizík je logickým záverom. Posudzovaný problém vidí priestorovo. To umožňuje identifikovať vzťahy medzi jednotlivými objektmi a javmi, a tým predchádzať domino efektom a synergickým javom. Je účinným nástrojom prevencie v oblasti ochrany obyvateľstva najmä v čase mimo vojny a vojnového ohrozenia.

POĎAKOVANIE

Tento príspevok vznikol vďaka podpore projektu TÁMPO-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001 a projektu „Centrum excelentnosti pre podporu rozhodovania v lese a krajine“, ITMS: 26220120069, Operačný program Výskum a vývoj, financovaný z prostriedkov ERDF.

LITERATURA

1. Zákon NR SR č.42/1994 Z. z. o civilnej ochrane obyvateľstva v znení neskorších predpisov
2. Pokyn generálneho riaditeľa sekcie krízového manažmentu a civilnej ochrany Ministerstva vnútra Slovenskej republiky 13/XXVI/12 na vypracovanie dokumentu „Analýza územia z hľadiska možných mimoriadnych udalostí“.
3. Šimák, L. (2006) Krízový manažment vo verejnej správe. ŽU Žilina, 3. vydanie, ISBN 80-88829-13-5.
4. Villagran de León, J. C. (2008) The Integral Risk Management Framework. United Nations University – Institute of Environment and Human Security, Germany, p. 40.
5. Brauch, H.G. (2005) Threats, Challenges, Vulnerabilities and Risks. United Nations University – Institute of Environment and Human Security, Germany, p. 104, ISBN 3-9810200-4-9.
6. Thywissen, K. (2006) Components of Risk. A Comparative Glossary. United Nations University – Institute of Environment and Human Security, Germany, p. 52, ISSN 1816-1154.
7. Birkmann, J. (2006) Vulnerability Assessments – Theoretical frameworks and practical applications. Presentations to the workshop, p. 42.
8. Warner, K. (2007) Perspectives on Social Vulnerability. United Nations University – Institute of Environment and Human Security, Germany, 2007, p. 136, ISSN 1816-1154.
9. Bohle, H.G. (2007) Living with Vulnerability. Livelihoods and Human Security in Risky Environments. United Nations University – Institute of Environment and Human Security, Germany, p. 32, ISSN 1814-6430.
10. Hossini, V. (2008) The Role of Vulnerability in Risk Management. University of Bonn, Germany, s. 58.
11. Afifi, T., Warner, K. (2008) The Impact of Environmental Degradation on Migration Flows across Countries. United Nations University – Institute of Environment and Human Security, Germany, p. 27.
12. Holecý, J., Skvarenina, J., Tuček, J. a Mindas, J. (2003) Fire risk insurance model for forest stands growing in the area of Slovak Paradise. In: Forest Fire in the Wildland-Urban Interface and Rural Areas in Europe: An Integral Planning and Management Challenge, Institute of Mediterranean Forest Ecosystems and Forest Products Technology, Athens, Greece, 15–16 May 2003, pp. 161–172.

13. Tuček, J., Majlingová, A. (2009) Forest fire vulnerability analysis. In: Štrelcová Katarína (eds.), *Bioclimatology and natural hazards*. Dordrecht, Springer Science+Business Media B.V., pp. 219-230. ISBN 978-1-4020-8875-9.
14. Majlingová, A. a Sedliak, M. (2010) Social vulnerability to the wildland fire. In *Bezbednosni inženjering. 2. medjunarodna naučna konferencija i 12. medjunarodna konferencija Zaštite od požara i eksplozije. 21.-22. oktobar 2010, Visoka tehnička škola strukovnih studija u Novom Sadu, Novi Sad, Serbia*, p. 136-145.
15. Lubinszká, Z. a Majlingová, A. (2011) An assessment of urban area flood susceptibility. In *Zborník zo Sympozium GIS Ostrava 2011*, eds. Jan Růžička, Kateřina Pešková. VŠB - Technická univerzita Ostrava, Ostrava, Česká republika. 15 s. ISBN 978-80-248-2366-9.
16. Majlingová, A., Závacká, M. a Kliment, D. (2012) An assessment of Hucava mountain stream catchment susceptibility to flooding. In: *Journal of Forest Science*. Vol. 58/2012 (12). Mezinárodní lektorovaný vědecký časopis České akademie zemědělských věd, Praha, Česká republika, p. 553 – 559.
17. David, V. (2008) Metodika stanovení povodňového rizika v malých povodích. *Symposium GIS Ostrava 2008. Sborník z mezinárodního symposia konaného 27.-30.1.2008 v Ostravě*. VŠB Technická univerzita Ostrava.
18. Majlingová, A., a Vida, T. (2008) Possibilities of forest fire modeling in Slovak conditions. *Proceedings from the International Symposium GIS Ostrava 2008*, Ostrava, Česká republika.
19. Glasa, J., Weisenpacher, P. a Halada, L. (2010) Tragic forest fire in Slovak Paradise: ten years after. In: *Proc. of the Int. Conf. on Forest Fire Research (D. X. Viegas, ed.)*, Coimbra, University of Coimbra, Portugal, 15 p. ISBN 978-989-20-2157-7.
20. Boguská, D. (2012) Posúdenie zraniteľnosti a pripravenosti mesta Bardejov na zdoľávanie mimoriadnych udalostí. *Diplomová práca*. Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 103 s.
21. Verbovská, Z. (2011) Hodnotenie odolnosti a zraniteľnosti mesta Prešov. *Diplomová práca*, Technická univerzita vo Zvolene, Zvolen, 82 s.