

# Využitie geografických informácií pri riešení krízových udalostí na príklade priemyselnej havárie vo VOP Nováky

Por. Mgr. Slavomír Adam  
Topografický ústav, Ružová 8,  
975 53 Banská Bystrica, Slovenská republika  
Kontakt: [adam@topu.army.sk](mailto:adam@topu.army.sk)

**Abstrakt.** Modelovanie priebehu explózie vo VOP Nováky je v súčasnosti jedným z dôležitých faktorov, ktoré môžu bezprostredne ovplyvniť úroveň a rýchlosť vyšetrovania tejto priemyselnej havárie. Rozvoj výroby, zavádzanie nových technológií a používanie stále väčšieho množstva nových druhov nebezpečných látok neustále prinášajú so sebou čoraz väčšie riziká vzniku podobných priemyselných havárií. A práve geografické informácie sú často v podmienkach bezprostredne po rôznych deštruktívnych činnostiach priemyselných havárií jediný zdroj pre informovanie krízového manažmentu a riadenie jednotlivých zložiek podieľajúcich sa na likvidácii a rekonštrukcii následkov mimoriadnych udalostí.

**Kľúčové slová:** digitálny model terénu, letecká meračská snímka, ortofoto snímka, krízový manažment

**Abstract.** The usage of geographical information in the solution of crisis events by way of an example industrial accident in Military repairing company in Novaky. Nowadays the simulation of explosion that was in Military repairing company in Novaky is one of the most important factors having an influence on the standard and speed of the investigation of this industrial accident. The development of production, the establishment of new technologies, the usage of an abundance of new kinds of dangerous materials constantly brings bigger and bigger chance of occurrence industrial accidents like this. In conditions immediately after different destructive activities of industrial accidents geographical information is often the only source of information for crisis management and the only source of control of separate parts that participate in liquidation and reconstruction of emergency results.

Keywords: digital terrain model, aeroimages, orthophoto, crisis management

## 1 Úvod

Vojenský opravárenský podnik Nováky (ďalej len VOP Nováky) je akciová spoločnosť so 100% majetkovou účasťou štátu.

Medzi hlavné činnosti VOP Nováky patrí výroba školnej, cvičnej a ostrej munície, vývoj a výroba špeciálnych zariadení, opravárenská činnosť, delaborácia a likvidácia munície.

Podľa dostupných informácií k výbuchu vo VOP Nováky došlo v delaboračnej miestnosti dňa 2. marca 2007 v popoludňajších hodinách. Epicentrum výbuchu zostalo len so zvyškami najsilnejších železobetónových profilov z pôvodných budov,

blízke okolie bolo okrem výrazného poškodenia budov aj so známkami po tepelnom poškodení.

Po výbuchu minister obrany na mieste havárie zriadil krízový štáb, ktorého súčasťou boli jednotlivé zložky ministerstva vnútra a ozbrojené sily SR. Náčelník GŠ OS SR paralelne zvolal krízový štáb na ministerstve obrany a zároveň aktivoval všetky pohotovostné skupiny a zložky OS SR, ktoré sú zamerané na riešenie podobných situácií, zamerané na záchranu ľudských životov a zamedzeniu ďalších škôd.

5.marca 2007 bola telefonickým rozhovorom dohodnutá spolupráca krízového manažmentu vo VOP Nováky a Topografického ústavu v Banskej Bystrici (ďalej len TOPÚ )

## **2 Stručný popis požiadaviek krízového manažmentu**

Pri prvom telefonickom kontakte krízový manažment nemal jasnú predstavu o možnostiach pomoci TOPÚ pri riešení tejto udalosti.

Pri prvom stretnutí 8. marca 2007 vedenie TOPÚ informovalo krízový manažment o dostupných informačných zdrojoch, ktoré môže poskytnúť resp. vytvoriť. Ešte pred presným definovaním úloh krízového manažmentu vedenie TOPÚ vydalo predbežné úlohy vedúcim jednotlivých úsekov TOPÚ na zhromaždenie všetkým informačných materiálov z danej oblasti.

Hlavnými tvorcami požiadaviek boli členovia Kriminalistického a expertízneho ústavu Policajného zboru, ktorí žiadali spracovanie nasledujúcich úloh:

- Fotografické zobrazenie budovy určenej na delaboráciu munície v stave pred výbuchom
- Fotografické zobrazenie budovy určenej na delaboráciu munície v stave po výbuchu
- Fotografické zobrazenie budovy určenej na delaboráciu munície v stave po výbuchu s využitím možnosti priestorového zobrazenia a so zjednodušeným zakreslením pôdorysu budovy
- Digitálny model reliéfu epicentra výbuchu s čo najlepším rozlíšením
- Využitie aktuálnych ortogonalizovaných leteckých meračských snímok (ďalej len LMS)

Priame informačné zdroje, ktoré mohol TOPÚ okamžite poskytnúť, boli LMS a ortofotosnímky z danej oblasti v čase pred výbuchom, kde sa nachádzali aj požadované záujmové objekty.

Pre podrobnejšie priestorové analýzy a pre spracovanie požadovaných úloh TOPÚ vypracoval:

- Aktuálny fotogrametrický snímkový blok celého areálu VOP Nováky po výbuchu
- Digitálny model reliéfu epicentra výbuchu a blízkeho okolia
- Ortofotosnímku epicentra výbuchu a blízkeho okolia.

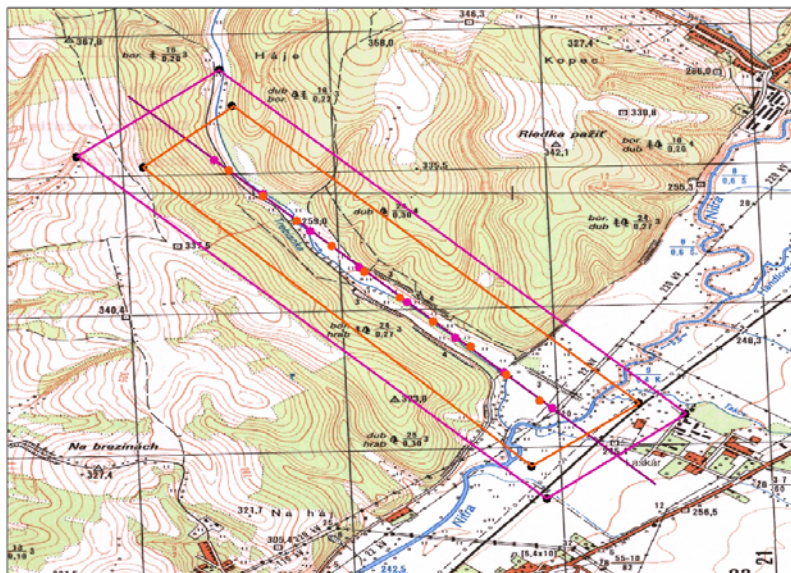
### 3 Príprava a základné charakteristiky tvorby poskytnutých produktov

#### 3.1 Fotogrametrický snímkový blok územia

Aktuálne LMS zo záujmovej oblasti bezprostredne po výbuchu a ich spracovanie technológiou digitálnej fotogrametrie predstavujú významný informačný zdroj, ktorý umožní zbierať, analyzovať a ďalej využívať informácie pre tvorbu ďalších produktov. V danom prípade sa z takto spracovaných LMS využíva nielen geometrická hodnota LMS, ale aj ich ďalší informačný obsah pre interpretáciu rôznych kvantitatívnych a kvalitatívnych prvkov. V súvislosti s nebezpečenstvom explózie nevybuchutej munície a pre vykonávanie pyrosanačných prác práve LMS a metódy, ktoré bezkontaktným spôsobom umožňujú rekognoskáciu terénu predstavujú neoceniteľný prínos.

Príprava snímkovacieho letu sa začala už po prvom telefonickom kontakte krízového manažmentu a TOPÚ. Projekt leteckého snímkovania bol spracovaný 8. marca 2007.

Zo širšieho geografického hľadiska sa skúmané územie nachádza v centrálnej časti Hornonitrianskej kotliny na rozhraní geomorfologických celkov Prievidzská a Rudnianska kotlina v doline dolného toku rieky Trebiánka. Práve kvôli polohe areálu VOP Nováky v úzkej eróznej doline, ktorej orientácia je SZS – JJV sa zvolila len jedna náletová os s tromi mierkami – 1:2000, 1:3000, 1:4000 (obr. 1).



**Obr. 1** Náletová os so stredmi LMS mierok 1:3000, 1:4000

Prvé snímkovanie bolo uskutočnené 12. marca 2007 na čiernobiely fotografický film Kodak 2402 fotogrametrickou kamerou Wild RC30, ktorá je vybavená riadiacim systémom letu ASCOT. Druhý snímkovanie bolo vykonané 13. marca 2007 na farebný fotografický film Kodak 2444 v tých istých mierkach a tou istou kamerou. Počet snímok v mierke 1:2000 bol 13, kde výška letu bola 566 m. n. m., počet snímok v mierke 1:3000 – 10, výška letu 719 m. n. m., počet snímok v mierke 1:4000 – 8, výška letu 872 m. n. m. Čiernobiele spracovanie negatívov bolo 13. marca 2007 vo fotolaboratóriu TOPÚ a farebné spracovanie negatívov bolo 15. marca 2007 v Hradci Králové vo fotolaboratóriu firmy Argus Geosystem v Českej republike.

Digitalizácia LMS sa vykonala fotogrametrickým skenerom VEXCEL ULTRASCAN 5000, kde rozlišovacia schopnosť skenera u čiernobielych LMS bola nastavená na 21 $\mu$ m, čo predstavuje 1200 Dpi a 20 $\mu$ m u farebných LMS, čo predstavuje 1270 Dpi.

Na základe pohľadovej kontroly kvality naskenovaných LMS sa za najvhodnejšie na spracovanie fotogrametrického snímkového bloku vybrali farebné LMS v mierke 1:4000. Rozlíšenie obrazového elementu (pixela) takto naskenovanej snímky predstavuje 8 cm na zemskom povrchu.

K prípravným prácam pre vyhotovenie fotogrametrického modelu bolo aj spracovanie projektu rozloženia vlicovacích bodov pre tzv. absolútnu (geodetickú) orientáciu, ktorou sa fotogrametrický model prevedie na potrebnú orientáciu na existujúci súradnicový systém, ktorý je totožný so súradnicovým systémom vlicovacieho podkladu. Pre daný fotogrametrický snímkový blok bol zvolený súradnicový systém WGS 84/UTM. Pre relatívne malú rozlohu spracovaného územia sa zvolila metóda priameho zamerania vlicovacích bodov v teréne metódou GPS ako signalizovať známe geodetické body. Pre výber vlicovacích bodov boli využité čiernobiele LMS v mierke 1:4000. Za vlicovacie body boli prevažne určené jednoznačne identifikovateľné body ako v teréne tak aj na meračskej snímke (napr. betónové mostíky, rohy železničných podvalov, rohy železničných priecestí, čiary na parkovisku).

Rozmiestnenie vlicovacích bodov na fotogrametrickom snímkovom modeli nebolo ideálne kvôli riečnemu reliéfu územia, kde dva rovnobežné svahy doliny rovnomerne pokryté lesným porastom neumožnili určiť fotogrametricky signalizovateľný bod na teréne. Všetky vlicovacie body boli líniovo rozmiestnené v odlesnenej časti doliny pozdĺž celého priemyselného areálu. Odlesnená časť doliny predstavovala šírku cca 200 m. Celá dolina aj príľahlé svahy predstavovali šírku cca 800 m. Na celé územie bolo vybratých 14 vlicovacích bodov, z čoho 4 boli zrušené priamo v teréne geodetmi a určené ako nevyhovujúce a 4 boli premiestnené na vhodnejšie miesta.

Fotogrametrický snímkový blok územia bol vypracovaný na pracovnej stanici HELAVA, pri použití softwaru SOCET SET verzia 4.4.

Samotný proces vyhodnotenia bol rýchly a bez komplikácií. Relatívne najzdĺhavejší proces vyhodnotenia bola relatívna (vzájomná) orientácia, ktorej výsledkom je opticko-priestorový model územia, čo spôsobili už spomínané zalesnené oblasti na snímkach. Problém bol spôsobený náročným vyhľadávaním kvalitných identických bodov tzv. tie pointou na snímkach, ktoré boli pokryté lesným porastom. Ťažšie vyhľadávanie identických bodov v zalesnených oblastiach bolo spôsobené aj tým, že prevažnú časť lesných porastov tvorili listnaté lesy, ktoré boli

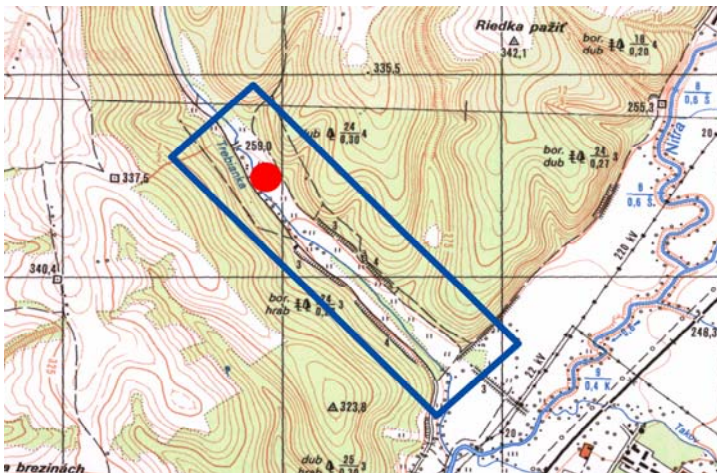
v jarých mesiacoch ešte bez listov a nevytvárali jednoznačne identifikovateľnú korunu, ktorá v mnohých prípadoch môže slúžiť ako vhodne vybraný „tie point“.

Priemerná chyba (odchýlka) záverečného výpočtu aerotriangulácie bola v x - súradnici 0,053m, v y -súradnici 0,061m, v z -súradnici 0,074m, čo sa považuje za priaznivý výsledok.

Kompletný snímkový blok (8 LMS) bol odovzdaný 22. marca 2007.

## Digitálny model reliéfu

Pre detailnejšie analýzy terénu, ale aj pre možnosti vizualizácie a modelovania, sa krízovému manažmentu vytvoril digitálny model reliéfu (ďalej len DMR), priestoru s najväčším poškodením budov a okolitej krajiny v priemyselnom areáli tzv. červená zóna (obr.2).

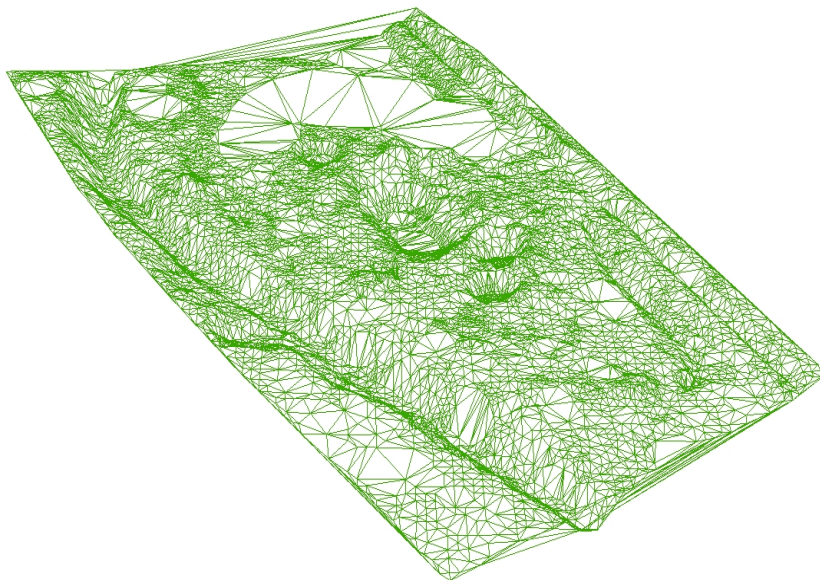


**Obr. 2** Červená zóna v areáli VOP Nováky

V DMR mali byť reprezentované najdôležitejšie prvky prírodných a umelých objektov narušených deštručnou činnosťou výbuchu.

Ako vstupné údaje pre výpočet DMR boli použité 2 zorientované snímky z fotogrametrického snímkového bloku celého územia, ktoré vytvárajú stereo model najviac postihnutého územia.

Pre vytvorenie vstupného bodového poľa DMR sa použil formát nepravidelnej trojuholníkovej siete TIN, ktorý sa generoval automatickou extrakciou zo zadanej stereo dvojice (obr.3).



**Obr. 3.** TIN model územia

Pomocný interval pre rozmiestnenie bodov nepravidelnej siete bol 2 metre. Náročnejšou časťou vytvárania modelu bola manuálna editácia a úprava, kde sa pridávali, ale aj odoberali body vygenerovaného vstupného bodového poľa, čím sa vylepšili povinné spojnice medzi bodmi a maximálnou mierou sa priblížili aproximovanej ploche reliéfu terénu. K ďalším editáciám patrili úpravy a zmeny výšok bodového poľa. Zvláštna pozornosť sa venovala konvexným a konkávnym formám terénu, ktoré boli vytvorené neprirodzenou činnosťou výbuchu.

Celkový počet vygenerovaných a doplnených bodov na ploche vytvoreného DMR(23654 m<sup>2</sup>) bol 7464 (obr.4).



**Obr. 4.** Bodové pole DMR

### **3.3 Ortofotostnímk**

Využitie ortofotostnímk, ktorá obsahuje polohovo presné a úplné informácie z LMS v čase po výbuchu sa stáva základnou informačnou vrstvou geografických informácií, ktoré využíva krízový manažment.

Rôzne interpretácie ortofotostnímk ako 2D obrazu v kombinácii s inými geografickými produktmi a podkladmi má širšie uplatnenie u viacerých zložiek krízového manažmentu ako samotný fotogrametrický snímkový blok alebo DMR.

Tak ako DMR tak aj ortofotostnímk bola zhotovená len z tej časti areálu VOP, ktorá bola najviac postihnutá výbuchom. Ako vstupné údaje na vytvorenie ortofotostnímk boli použité 2 originálne snímky, ktoré predstavovali dané územie a už vytvorený DMR. Pre novú ortofotostnímk bola určená veľkosť pixela 10cm, čo je o dva cm viac ako bola veľkosť pixela zdigitalizovaných LMS .

Poskytnutá ortofotostnímk sa použila ako podklad na vizualizáciu reálnych objektov pred a po výbuchu. V tomto prípade to bola vizualizácia vnútornej štruktúry budovy a pôdorysu budovy pred výbuchom a na vizualizáciu pozostatkov pôvodných budov po výbuchu (obr.5).Vnútorňa štruktúra budov a pôdorys boli zvektorizované na základe technickej dokumentácie budov a následne georeferencované na ortofotostnímk.



**Obr. 5.** Ortofotosnímka a vektorová vizualizácia pozostatkov pôvodných budov

## **4 Záver**

Prevažná časť informácií, ktoré využíva krízový manažment na riadenie, analýzu a simuláciu podobných udalostí má geografický charakter.

Aj keď sa v mnohých prípadoch nedá určiť, či príčinami havárie bola nevhodná manipulácia s nebezpečnými látkami, zanedbanie technologických postupov, alebo zlyhanie ľudského faktora, kvalita a rýchlosť spracovania geografických informácií a medzirezortná spolupráca v takýchto prípadoch môže bezprostredne ovplyvniť vývoj a závery vyšetrovania.

V konečnom dôsledku môže vyšetovanie a rekonštrukcia takýchto prípadov pôsobiť na povedomie obyvateľstva ako prevencia pred podobnými udalosťami, ktoré nenávratne zabíjajú zvieratá a ľudí, poškodzujú majetok a životné prostredie.

### **Použitá literatúra:**

LUKNIŠ, M., MAZÚR, E.: *Geomorfologické členenie*. In: *Atlas SSR 1980*. Bratislava  
MICHAELI, E.: *Regionálna geografia Slovenskej republiky 1. časť*. FHPV, Prešov,  
1999, ISBN 80-88722-41-1



PAINE, D. P., KISER, J.D.: *Aerial photography and image interpretation*, John Wiley & Sons, Inc, New Jersey, 2003, ISBN 0-47L-20489-7

ŠIMÁK, L.: *Krízový manažment a geoinformácie pri riešení krízových situácií*, Vojenský informačný systém o území a prax, Topografický ústav, Banská Bystrica, 2002

TUČEK, J.: *Geografické informačné systémy, princípy a praxe*, Computer press, Praha, 1998, ISBN 80-7226-091-X

ŽÍHLAVNÍK, Š., SCHEER, E.: *Ďal'kový prieskum Zeme v lesníctve*, TU Zvolen, 2000, ISBN 80-228-0991-8

[http:// www.rokovania.gov.sk/appl/material.nsf](http://www.rokovania.gov.sk/appl/material.nsf)  
<http://www.rzp.sk/2007040001-vop-novaky-tlacova-sprava-zachranari>  
[http://www.seismology.sk/Aktuality/Info\\_expl\\_Novaky.pdf](http://www.seismology.sk/Aktuality/Info_expl_Novaky.pdf)  
<http://www.rzp.sk/2007010001-popis-mimoriadnej-udalosti-vo-vop-novaky>  
*User's Manual Socet Set Version. 4 . 3*, 2000