

VLOGA FOTOGRAMetriJE IN PROSTORSKIH PODATKOV PRI DOKUMENTIRANJU NARAVNIH KATASTROF - PRIMER PLAZU POD MANGRTOM

Mojca Kosmatin Fras *

Izvleček:

KLJUČNE BESEDE:
Fotogrametrija, naravne nesreče, digitalni model terena, 3D modeliranje, vizualizacija

V sredini novembra 2000 se je izpod Mangrta sprožil katastrofalni plaz in povzročil človeške žrtve in veliko materialno škodo. V prispevku je opisana vloga fotogrametrije pri izdelavi ustreznih načrtov in modelov prizadetega območja iz helikopterskih in letalskih posnetkov ter pomen obstoječih geodetskih podatkov za izdelavo primerjalnih študij. Opisani so uporabljeni postopki in prikazani izdelki omenjenega primera.

62

THE ROLE OF PHOTOGRAMMETRY AND SPATIAL DATA IN DOCUMENTATION OF NATURAL DISASTERS - EXAMPLE ON LANDSLIDE UNDER MANGRT MOUNTAIN

Abstract

KEY WORDS:
Photogrammetry, natural disasters, digital terrain model, 3D modelling, visualization

A huge landslide has been activated under the Mangrt Mountain in the middle of November 2000, which caused victims and damage. In this article, the role of photogrammetry for producing maps and models of the damaged area from helio and aerial photos is described, as well as the role of existing spatial data for preparing comparison studies. The procedures of the case are described and the products are presented.

1. UVOD

Naravne katastrofe težko predvidimo in preprečimo, s hitro in organizirano akcijo pa lahko preprečimo še hujše posledice. Najprej je potrebno zavarovati življenje ljudi in živali na prizadetem območju, čim prej pa tudi izmeriti prostorski obseg prizadetega in ogroženega območja in oceniti nastalo škodo ter pripraviti tehnične podlage za izvedbo potrebnih ukrepov. Fotogrametrično snemanje iz zraka in geodetski podatki o prostoru igrajo pri tem pomembno vlogo, kar se je v praksi potrdilo sredi novembra leta 2000 v

primeru katastrofalnega plazu pod Mangrtom, ki je v dolino v zelo kratkem času odnesel ogromne količine zemeljskega materiala in povzročil človeške žrtve ter veliko naravno in materialno škodo.

V prispevku zaradi prostorske omejitve opisujemo le aktivnosti v zvezi s fotogrametrično izmero in izdelki, celotna akcija je bila veliko širša in je vključevala tudi druge stroke in terenske geodetske meritve za potrebe spremljanja premikov plazu.



Slika 1: Vizualizacija stanja pred nesrečo (vir: podatki Geodetske uprave RS - DMR 25, DOF 5, CB stavb)

Vas Log pod Mangrtom (slika 1), ki jo je najbolj prizadel katastrofalni plaz, leži v dolini reke Koritnice. Sestavljata ga zaselka Spodnji in Gorenji Log, ki ležita na nadmorski višini med 620 m in 650 m. V Gorenjem Logu se v Koritnico izliva potok Predelica. Skozi vas pelje cesta Bovec - Predel. Prvi plaz, ki je porušil most čez Mangrtski potok na tej cesti v bližini



Slika 2: Shema poteka plazu (prikaz na 3D modelu iz DMR 25 in DOF 5)

odcepa ceste na Mangrt, se je sprožil 15. 11. 2000 približno ob 12.45 in ni ogrozil vasi. Plazina je dosegla sotočje Mangrškega potoka in Predelice na nadmorski višini okoli 900 m. Drugi katastrofalni plaz (slika 2) se je sprožil v prvih minutah petka, 17. 11. 2000 in se je razprostiral od nadmorske višine 1600 do 1200 m v površinskem obsegu preko 20 ha. Plaz je potoval po strugi Mangrškega potoka in Predelice kot murasti tok in se razlil ob strugi Koritnice in Predelice ter pri tem močno prizadel Gorenji Log.

2. FOTOGRAMETRIČNO SNEMANJE PRIZADETEGA OBMOČJA PLAZU IZ HELIKOPTERJA

Geodetski inštitut Slovenije je v nedeljo 19. 11. 2000 od Ministrstva za obrambo, Uprave RS za zaščito in reševanje prejel nalogo, da izvede interventno fotogrametrično snemanje iz helikopterja. Glede na kritično situacijo stanja plazu je bilo potrebno reagirati takoj, zato časa za pripravo plana snemanja ali izvedbo letalskega snemanja praktično ni bilo. Cilj fotogrametričnega snemanja je bil predvsem čim hitreje metrično dokumentirati prizadeto območje in izdelati načrte, ki so jih nujno potrebovali drugi strokovnjaki za svoje delo in analize (hidrotehniki, geologi idr.). Nove, fotogrametrično izmerjene podatke je bilo potrebno primerjati s stanjem pred nesrečo in izračunati prostornino premaknjenih zemeljskih gmot.

V hitri akciji se je na brniškem heliodromu zbrala ekipa Geodetskega inštituta, ki jo je že čakal vojaški helikopter in jo takoj odpeljal na prizadeto območje. Podali smo se takorekoč v neznano, brez izdelanega plana snemanja in poznavanja razmer na terenu. Časa za signalizacijo oslonilnih točk ni bilo na razpolago. Približno ob 13.30 je pilot helikopterja zapeljal ekipo do vrha plazu, kjer se je začelo fotografiranje terena z metrično kamero Rolleiflex 6006 proti dolini. Snemalec je bil pripet z varnostnimi pasovi in se je pri odprtih vratih nagnil, tako da je v objektiv zajel zeleno območje. Cilj je bil dobiti čim boljše stereoposnetke, ki bi služili za izvednotenje v fotogrametričnem inštrumentu. Celotna trasa je bila posneta še enkrat z dopolnilnimi posnetki (črno beli in diapozitivi).

Po vrnitvi s terena smo najprej razvili vse filme in izdelali fotografije. Iz gradiva smo izbrali najboljše stereopare. Najprej smo se lotili fotogrametrične obdelave stereopara, na katerem je bil dobro viden zgornji del plazu (slika 3 - desni posnetek stereopara), ki smo ga najprej relativno orientirali, nato pa absolutno vklopili glede na obstoječe prostorske podatke. Fotogrametrični zajem smo izvedli na analitičnem inštrumentu Promap.



*Slika 3: Helioposnetek
zgornjega dela plazu;
fotoaparati Rolleimetric
6006 (stanje
19.11.2000)*



*Slika 4: Helioposnetek
nanosa zemeljskega
materiala v dolini;
fotoaparati Rolleimetric
6006 (stanje
19.11.2000)*

3. FOTOGRAMETRIČNO IZVREDNOTENJE IN OBDELAVA PODATKOV

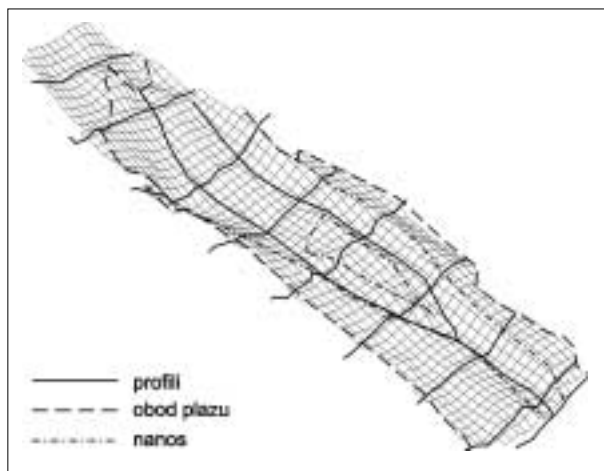
Glede dogovora o tehnični vsebini izdelkov, ki jih je potrebno pridobiti iz fotogrametričnih posnetkov, smo vzpostavili stik z ekspertnima skupinama, ki ju je imenoval poveljnik civilne zaščite, in sicer z ekspertno skupino za geotehniko, ki jo je vodil prof. dr. Bojan Majes, in ekspertno skupino za hidrotehniko, ki jo je vodil mag. Aleš Horvat. Za prioriteten nalogo je bila postavljena izmera starega in novega stanja v skrajnem zgornjem delu plazu, ki naj bi bila v osnovi izdelana digitalno v 3D obliki (slika 5) in izrisana v obliki dveh vzdolžnih in več prečnih profilov (slika 6 - primer izrisa prečnega profila).

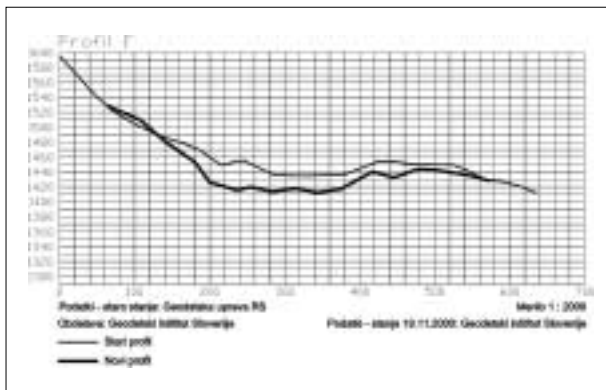
Geodetska uprava Republike Slovenije je za te namene dovolila uporabo obstoječih prostorskih podatkov za to območje in jih tudi pripravila v izredno kratkem času. Pri obdelavi smo uporabili naslednje podatke:

- posnetke cikličnega aerosnemanja iz leta 1998 s podatki orientacijskih parametrov,
- digitalne ortofoto načrte,
- digitalni model višin s celico 25 m,
- podatke iz Centralne baze podatkov o stavbah in delih stavb,
- skenograme TTN10.

Takoj naslednji dan po fotogrametričnem snemanju je bila izvedena fotogrametrična izmera posnetkov, v večernih urah so bili že izdelani glavni izdelki. Hitrost in sodelovanje z omenjenima ekspertnima skupinama je bilo zelo pomembno, saj so drugi strokovnjaki nestrpno čakali na naše izdelke.

Slika 5: Celični model reliefa zgornjega dela plazu s profili in obodom (stanje 19.11.2000)





Slika 6: Primer prečnega profila v zgornjem delu plazu

Z računalniškim 3D modeliranjem je bila izračunana prostornina plazu, ki se je utrgal na vrhu in prostornina naplavljenega materiala v dolini. Predhodne ocene so bile zelo različne, za realno oceno pa ni bilo na razpolago dovolj dobrih podatkov.

Kot osnovo modela reliefa starega stanja smo uporabili obstoječi DMR 25, ki smo ga višinsko najprej preverili iz stereopara CAS 98. Ker nismo zaznali večjih odstopanj, smo ga ovrednotili kot dovolj dobro podlago za nadaljnje modeliranje. Glede na nedavno izvedene kontrole podatkov DMR 25 natančnost v hribovitih in goznatih predelih znaša okoli +/- 3 m.

Za izračun prostornin smo uporabili program QuickSurf. Prostornino smo dobili z razliko dveh prostorskih ploskev na definiranem območju. Velikost območja je definirana z robom plazu levo, desno in zgoraj, spodaj pa je območje omejeval izbran prečni profil. Za izračun ploskve starega stanja smo uporabili DMR 25, podatke za novo ploskev pa smo pridobili z opisanim fotogrametričnim zajemom. Novozajete podatke smo preko identičnih profilov vklopili v obstoječe podatke DMR 25, zato da bi čim boljše izračunali oceno prostornine. Izračunali smo, da je prostornina zemljine, ki jo je odneslo v dolino, približno 1.000.000 m³, del zemljine pa se je samo premaknil, vendar obstal na omenjenem območju (približno 400.000 m³).

V nadaljevanju je bil fotogrametrično zajeto še območje v dolini (obod območja in površina) in po enakem postopku, kot je opisan zgoraj, izračunana ocena nanesenega materiala v dolini. Površina naplavine v območju Loga pod Mangrtom znaša 15 ha, njegova prostornina je 700.000 m³. Od celotne mase, ki se je utrgala v zgornjem delu, je del predvsem drobnih frakcij odneslo naprej proti Soči, del pa se je porazgubil po poti v zgornjem delu struge.

Izdelani sta bili tudi računalniška vizualizacija stanja po nesreči (slika 7) ter računski simulacija in vizualizacija, če bi se s plazu še enkrat utrgal dodatni material v enakem obsegu (slika 8). Ta simulacija je bila izdelana zgolj z upoštevanjem reliefa in predpostavko, da se material enakomerno razporedi na površini. Vsi ti izdelki so služili drugim strokovnjakom kot osnova za njihovo delo, za promocijo v javnosti preko medijev in za iskanje možnih rešitev sanacije območja.

Slika 7: Vizualizacija stanja po nesreči



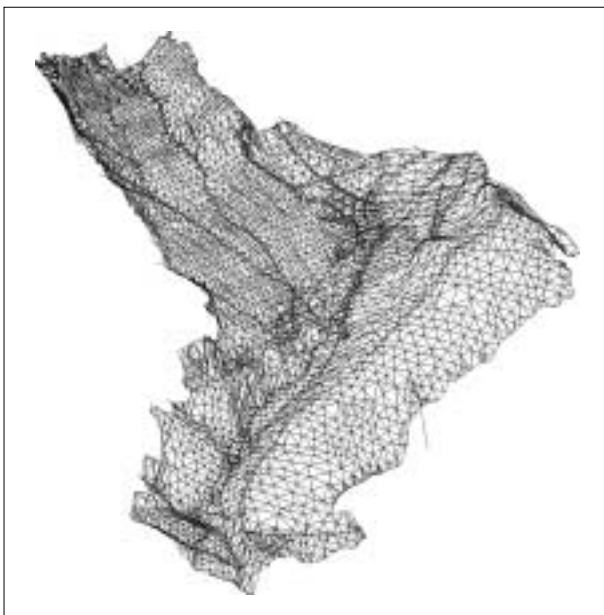
Slika 8: Simulacija stanja ob dodatnih 700.000 m³ naplavin zemeljskega materiala



4. LETALSKO SNEMANJE IN FOTOGRAMETRIČNA OBDELAVA

Zavedali smo se, da rezultati, dobljeni iz helio posnetkov, služijo kot prvi približek dejanskega stanja in da je čim prej potrebno izvesti letalsko snemanje in celoten postopek izvedbe aerotriangulacije in merjenja oslonilnih točk. Takoj, ko so bili zagotovljeni ustrezni vremenski pogoji, je Geodetski zavod Slovenije izvedel letalsko snemanje območja s primernimi tehničnimi parametri za potrebe natančnega kartiranja večjega obsega območja za potrebe projektov sanacije. Snemanje je bilo izvedeno v več redovih, merilo posnetkov je 1 : 8000. Konfiguracija terena je izredno neugodna za izvedbo letalskega snemanja, saj so doline ozke, gore se hitro in strmo dvigajo. Po snemanju so bile z GPS metodo izmerjene oslonilne točke (izvedba: 2B d.o.o.) in izveden celoten postopek aerotriangulacije (izvedba DFG Consulting d.o.o.), vse v skladu z uveljavljeno metodologijo.

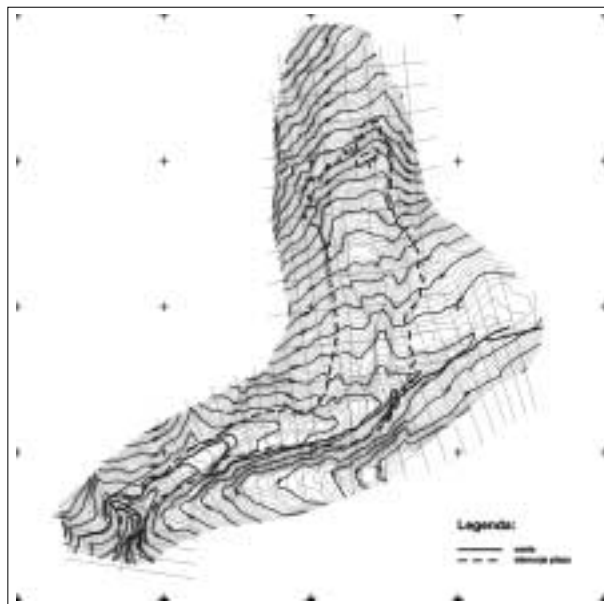
Za primerjavo stanja pred nesrečo in po nesreči smo potrebovali tudi boljše podatke o reliefu pred nesrečo, kot nam jih nudi DMR 25. Za ta namen smo zelo podrobno fotogrametrično zajeli teren s profili, karakterističnimi linijami in točkami iz stereopara CAS 98 in modelirali površino v obliki mreže trikotnikov (slika 9).



Slika 9: Model reliefa na območju zgornjega dela plazu pred nesrečo (fotogrametrični zajem iz posnetkov CAS 98)

Iz letalskih posnetkov je bil nato podrobno izmerjen zgornji del plazu, relief je bil modeliran s plastnicami in številnimi profili (slika 10). Natančnost izdelka ustreza grafični natančnosti merila 1 : 2000.

Slika 10: Detajlno kartiranje območja zgornjega dela plazu iz letalskih posnetkov (stanje 27.11.2000)



V okviru naročila Uprave RS za zaščito in reševanje so bila izvedene le najnujnejše fotogrametrične meritve in obdelave podatkov. V nadaljevanju pa je potrebno iz letalskih posnetkov detajlno kartirati še potek plazu po strugi navzdol in celotno ogroženo območje v dolini.

5. ZAKLJUČEK

V tem, sicer tragičnem dogodku, se je geodetska stroka izkazala predvsem s hitrim odzivom, uporabnimi rezultati in dobrim strokovnim sodelovanjem različnih institucij in strokovnjakov. Dogodek je bil obsežno obravnavan tudi v medijih, naši izdelki so bili večkrat predvajani na televiziji in objavljeni v dnevnem časopisju. Brez ustreznih geodetskih načrtov in 3D modelov terena strokovnjaki drugih strok, ki so sodelovali v omenjenih ekspertnih skupinah, ne bi mogli biti uspešni in učinkoviti.

Ekstremne situacije vedno terjajo veliko napora in iznajdljivosti. Za vse udeležene je bila to bogata izkušnja, ne bi pa smelo ostati le pri tem. V Sloveniji sta trenutno vsaj še dve lokaciji, ki jima grozi podobna katastrofa, zato ne smemo čakati, da se zgodi najhujše in je potrebno pripraviti ustrezne načrte. Pomembno je, da pri tem sodeluje tudi geodetska stroka.

ZAHVALA

Zahvaljujem se vsem svojim sodelavcem Geodetskega inštituta Slovenije za požrtvovalno delo, strokovnjakom obeh ekspertnih skupin za sodelovanje, še posebej prof. dr. Bojanu Majesu za razumevanje in strokovne razgovore, posadki vojaškega helikopterja, Geodetskemu zavodu Slovenije za hitro in uspešno izvedbo letalskega snemanja, podjetjema DFG Consulting d.o.o. in 2B d.o.o. pa za pomoč pri hitri izvedbi izračuna aerotriangulacije in GPS meritev.

Viri:

Internetna stran: <http://itc.fgg.uni-lj.si/plaz2000/>

Stokovno posvetovanje: Plaz Stože in njegove posledice v Logu pod Mangrtom., Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo Univerze v Ljubljani, Geodetski inštitut Slovenije in druge institucije, Ljubljana, 05.12.2000

Tehnično poročilo štabu CZ., Geodetski inštitut Slovenije, Ljubljana, november in december 2000

Prispelo za objavo: 2001-01-31

71