



DOKUMENTOVANIE POVRCHOVÝCH OBJEKTOV A JAVOV VYUŽITÍM BEZPILOTNÝCH LIETAJÚCICH SYSTÉMOV (UAS)

Peter BLIŠŤAN - Monika BLIŠŤANOVÁ

DOCUMENTATION OF SURFACE OBJECTS AND PHENOMENA USING UNMANNED AIRBORNE SYSTEM (UAS)



Sustainability - Environment - Safety '2016

ABSTRAKT

Na dokumentovanie povrchových objektov a javov sa v minulosti obvyčajne využívali metódy založené na terestrickom zbere dát. S vývojom bezpilotných lietajúcich systémov a ich používaním pre civilné účely súvisí aj vývoj nových metód a prístrojov, ktoré sú používané pri leteckom dokumentovaní objektov a javov ako napr. budovy, mosty, areály závodov, dokumentovaní živelných pohrôm, prírodných katastrof ale aj monitorovaní priemyselných havárií. Tento príspevok prezentuje možnosti využitia UAS pri dokumentovaní - mapovaní povrchových objektov využitím fotogrametrického zberu údajov. UAS Phantom 2 Vision+ výrobcu DJI bol testovaný v dvoch typových úlohách: 1. - pri dokumentovaní stavu koryta rieky, dokumentovaní pozície objektov a infraštruktúry na jej brehoch a tvorbe modelu územia; 2. - pri dokumentovaní areálu banského závodu v lokalite Baňa Bankov.

KEÚČOVÉ SLOVÁ: bezpilotný lietajúci systém, fotogrametria, mapovanie, digitálny model terénu, prírodná katastrofa, priemyselná havária.

ABSTRACT

In the past, usually for documenting surface objects and phenomena were used methods based on terrestrial data collection. The development of unmanned airborne systems and their use for civilian purposes allows even development of new techniques and equipment for air documentation of objects and phenomena such as buildings, bridges, the factory area, documenting natural disasters, natural disasters as well as the monitoring of industrial accidents. This paper presents the possibility of using UAS to document - mapping of surface structures using photogrammetric data. UAV Phantom 2 Vision + produced by DJI was tested in two tasks. The first task was documenting the condition of the riverbed, documenting the position of objects and infrastructure in the area. The second task was documentation of the area - mine site Bankov.

KEY WORDS: Unmanned aircraft systems, Photogrammetry, Mapping, Digital terrain model, Natural disaster, Industrial accident.

ÚVOD

Bezpilotné lietajúce systémy - UAS (z anglického Unmanned aircraft systems) sú modernou technológiou, ktorá sa v posledných rokoch začala používať na mapovanie povrchových objektov. Bezpilotné lietajúce systémy zahŕňajú veľa typov lietajúcich strojov. Okrem lietadiel a vrtulníkov sú to tiež v poslednej dobe veľmi rozšírené viacmotorové vrtulníky (multikoptéry). Bezpilotné prostriedky slúžia ako nosiče najrôznejších snímacích zariadení, pričom najčastejšie sú vybavené fotoaparátmi a videokamerami. UAS sú dnes už bežne vybavené navigačnými technológiami – globálnym navigačným satelitným systémom (GNSS) a inerciálnym meračím systémom, ktoré slúžia na orientáciu v priestore. Na základe nich sa bezpilotné lietadlá stávajú takmer nezávislé od pozemnej riadiacej stanice a vyhotovujú snímky vo vopred stanovených polohách. Práve z týchto dôvodov sa



UAS začali využívať aj ako efektívny nástroj na mapovanie objektov a javov vrátane stále častejšieho nasadzovania napr. na dokumentáciu živelných pohrôm, prírodných katastrof a priemyselných havárií.

Tento príspevok sa bude venovať dokumentovaniu - mapovaniu povrchových objektov a fotogrametrickému zberu údajov využitím UAS.

Letecká fotogrametria je geodetická metóda určená na zber údajov využitím fotografických zariadení (fotoaparát) s cieľom vytvoriť z takto získaných dát ortofotosnimky, topografické mapy alebo 3D modely terénu. Tieto výstupy sú potom využívané ako podkladové digitálne dáta.

1. BEZPILOTNÉ LIETAJÚCE SYSTÉMY

Bezpilotné letecké systémy definujeme ako lietadlá, ktoré neriadi pilot fyzicky prítomný na palube. Bezpilotné lietadlo je obvyčajne ovládané zo zeme (pozemná riadiaca stanica), najčastejšie osobou s diaľkovým ovládaním, alebo môže letieť samostatne, a to na základe vopred naprogramovaných letových plánov alebo zložitejších autonómnych systémov [1]. Civilné letectvo SR definuje bezpilotné lietadlo ako lietadlo, ktoré je spôsobilé lietať bez pilota na palube [2].

V porovnaní s klasickými lietadlami s ľudskou posádkou poskytujú UAS mnohé výhody najmä z hľadiska bezpečnosti, pretože môžu byť použité vo vysoko rizikových situáciách bez toho, aby došlo k ohrozeniu ľudského života. Ide predovšetkým o prírodné katastrofy (povodne, zosuvy, sopečná činnosť a pod.) alebo neprístupné územia. Ďalšou výhodou je rýchlosť zberu dát a cenová dostupnosť. Zber dát pomocou niektorých UAS technológií je možný aj počas nepriaznivých poveternostných podmienok. Dôležitým faktorom je aj to, že bezpilotné zariadenia sú omnoho šetrnejšie k životnému prostrediu na rozdiel od riadených lietadiel. Vzhľadom na nízku hmotnosť niektorých bezpilotných prostriedkov je značne obmedzená aj ich nosnosť. Z toho dôvodu sa na snímkovanie využívajú predovšetkým menšie fotoaparáty, ktoré však nemusia poskytovať najkvalitnejšie výsledky [3] [4].

1.1. História UAS

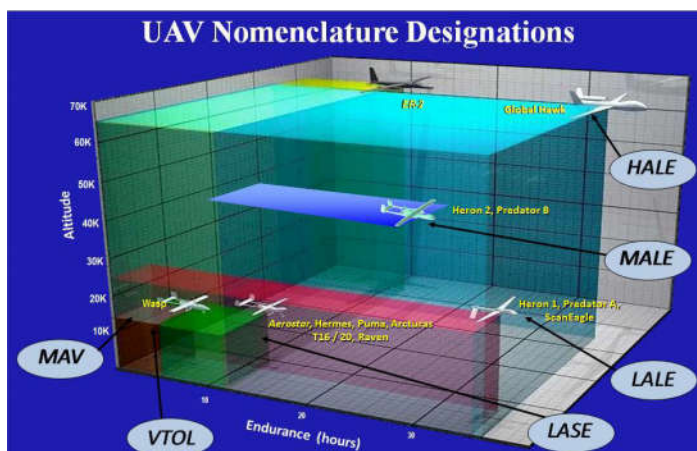
V roku 1863 newyorský vynálezca Charles Perley navrhol teplovzdušný balón, ktorého kôš bol naplnený výbušninami pripojenými na časový spínač, s účelom zničiť nepriateľské územie. Tento vynález je považovaný za prvý bezpilotný prostriedok. Veľkým krokom vpred vo vývoji bezpilotných prostriedkov bolo vynájdenie gyroscopického stabilizátora, ktorý pomáhal udržať lietadlo počas snímkovania v rovnováhe.

Prvé diaľkovo riadené lietadlá sa objavili koncom 20. rokov 20. storočia v USA a vo Veľkej Británii. Najväčšie využitie mali najmä počas 2. svetovej vojny. Z tohto obdobia je známa hlavne nacistická lietajúca bomba V-1 a anglický diaľkovo riadený dvojplášnik Queen Bee. Po skončení vojny sa v novovzniknutých špecializovaných závodoch pracovalo na vývoji ďalších, technologicky vyspelejších typov bezpilotných prostriedkov. Model lietadla Firebee, vybavený komunikačnou službou COMMIT bol využívaný americkou armádou vo vietnamskej vojne. Jeho hlavnou úlohou bolo odpočúvať nepriateľské rozhlasové správy. Časom vznikli jeho mnohé varianty. Koncom 70. rokov, izraelský letecký priemysel skonštruoval lietadlo Scout. Vďaka jeho špeciálnemu povrchu, ktorý nezanechával takmer žiadnu radarovú stopu, ho bolo takmer nemožné zamerať a zostreliť. Jeho súčasťou bolo malé UAS, ktoré poskytovalo údaje v reálnom čase pri 360° zornom poli. V priebehu ďalších pár rokov táto krajina vytvorila ďalšie technologicky vyspelé modely bezpilotných prostriedkov (napr. Pioneer, Firebird).

Do určitej doby UAS technológie slúžili predovšetkým na vojenský prieskum a zber informácií, no neskôr sa niektoré z nich (napr. RQ - Predator) stali zbraňami schopnými zničiť taktické ciele. Využívanie UAS technológie v civilnom sektore začalo až v posledných rokoch a oblasti využitia za každým rokom rozširujú. Americký Pathfinder, fungujúci na solárnom pohone, bol vyvinutý pre výskum v oblasti životného prostredia. Zbieral predovšetkým údaje o počasí, sile vetra a prinášal digitálne fotografie vo vysokom rozlíšení. Všetky spomínané bezpilotné prostriedky sú na obr. 1. [5] [6] [7].



Obr. 1. Vývoj UAS: 1. - GEEEN BEE; 2. - V-1, 3. - FIREBEE; 4. - SCOUT; 5. - PIONEER; 6. - FIREBIRD; 7. - PATHFINDER [6].



Obr. 2. Klasifikácia UAV (UAS) na základe výšky letu a doletu [8].

1.2. Klasifikácia UAS

Dnešný trh ponúka pomerne veľké množstvo bezpilotných prostriedkov, ktoré sa od seba líšia tvarom, veľkosťou, nosnosťou, hnacou silou, dĺžkou doletu a pod.. Z toho dôvodu klasifikácia bezpilotných lietadiel podľa vybraných vlastností je pomerne obširná a náročná. Rozdelenie bezpilotných zariadení na základe vybraných charakteristických vlastností popisuje obrázok 2 a nasledujúca tabuľka 1. Uvedené členenie je zamerané na hmotnosť, letovú výšku UAS a maximálnu dobu trvania snímkového letu [9].

Lietadlá, ktoré sú schopné lietať bez pilota na palube rozdeľuje civilné letectvo SR do troch základných skupín:

- *Autonómne lietadlá* – ide o bezpilotné lietadlá, pri ktorých pilot nemá možnosť zasiahnuť do riadenia letu. Trajektória lietadla je vopred naprogramovaná.
- *Diaľkovo riadené lietadlá* – bezpilotné lietadlo riadené osobou z pozemnej riadiacej stanice, pričom táto stanica nie je na palube diaľkovo riadeného lietadla
- *Lietadlové modely* – patria tu bezpilotné lietadlá, ktorú sú určené na športové alebo rekreačné účely[2].

Tab. 1. Klasifikácia UAV (UAS) [8].

Kategória	Charakteristika
MAV (Micro Air Vehicles)	operačná výška (<330 m), letový čas 5–30 min.
VTOL (Vertical Take-Off & Landing)	lietanie vo väčších výškach, vzlet a pristávanie na malom priestranstve
LASE (Low Altitude, Short-Endurance)	malá veľkosť, hmotnosť 2–5 kg, rozpätie krídel <3 m, letový čas 1–2 h, dolet niekoľko km
LALE (Low Altitude, Long Endurance)	nosnosť niekoľko kg, dlhý letový čas, dolet niekoľko 1000 m
MALE (Medium Altitude, Long Endurance)	operačná výška do 9,000 m, dolet niekoľko 1000 km
HALE (High Altitude, Long Endurance)	veľkosť podobná pilotovaným lietadlám, operačná výška 20000 m alebo viac, dlhý dolet, letový čas cez 30 hod

1.3. Oblasť využitia UAS

Donedávna boli UAS technológie vyvíjané a vyrábané predovšetkým pre vojenské účely. V civilnej sfére boli UAS prvýkrát použité koncom 90 rokov 20. storočia. V civilnej praxi sa využívajú najčastejšie pre topografické mapovanie. Výsledkom sú ortofotomapy alebo digitálne modely terénu, ktoré využívajú rôzne organizácie, štátna a verejná správa [10]. Údaje získané pomocou UAS technológie majú uplatnenie aj v týchto odvetviach:

- *Armáda* – zber informácií, prieskumné lety, strelecké terče.
- *Polnohospodárstvo* - práškovanie a hnojenie polí, monitorovanie zberu úrody, určenie rozsahu škôd, identifikácia potenciálnych ohrození, plánovanie zberu plodín na základe snímkovania.
- *Lesníctvo* – zisťovanie rozsahu škôd pri prírodných katastrofách (vichrica, požiar, napadnutie lesov škodcami...), monitorovanie nelegálnej ťažby dreva, monitorovanie lesnej zvery pomocou termokamery.
- *Archeológia* – mapovanie miest a vytváranie 3D dokumentácie archeologických oblastí.
- *Energetika* – zistenie úniku alebo strát pri poškodených elektrických vedeniach.
- *Stavebníctvo* – priebežná kontrola výstavby, posúdenie aktuálneho stavu stavby, sledovanie líniových alebo rozmerovo väčších stavebných objektov.
- *Dokumentácia majetku a zelene* – stav mestskej zelene, počet dopravných značiek, tvorba plánov na základe snímkovania.
- *Geomorfológia* – identifikácia a mapovanie geomorfologických foriem reliéfu.
- *Životné prostredie* – sledovanie priebehu korýt riek a výšky vodnej hladiny, určenie stavu a druhového zloženia vegetácie.
- *Veda a výskum* – schopnosť lietať aj na ťažko dostupné miesta.
- *Termovízne snímkovanie.*
- *3D modelovanie.*
- *Film a reklama* [4] [11].

2. MAPOVANIE POVRCHOVÝCH OBJEKTOV A JAVOV POMOCOU UAS

Proces mapovania povrchových objektov pomocou UAS môžeme rozdeliť na dve základné časti. V prvej časti vykonávame zber údajov a v druhej časti tieto údaje spracovávame. Zber údajov je limitovaný možnosťami systému. Medzi takéto obmedzenia patrí výška letu alebo použitá digitálna kamera. Na druhej strane, softvérové spracovanie snímok a vyhotovenie požadovaných výstupov možno vyhotoviť s rôznymi kompatibilnými softvérmi. Na tvorbu výstupov z meraných údajov slúžia rôzne komerčné a nekomerčné softvéry, ktoré pracujú na princípe automatizovanej alebo poloautomatizovanej tvorby výstupov [4] [12].

Zber údajov pozostáva z niekoľkých etáp [11]:

- *Príprava náletového plánu* - pozostáva z výberu snímkaného územia a podrobnosti mapovania, ktorú definuje veľkosť pixla na teréne. Snímkané územie si ešte pred meraním môžeme pozrieť v prostredí Google Earth, ktoré nám veľa povie o spôsobe letu. Ďalej sa vykonáva prvotný návrh snímkovania a určuje sa predbežný dátum snímkovania podľa predpovede počasia.
- *Rekognoskácia územia* - hlavnou úlohou je určenie miesta vzletu a pristátia. Lokalizujú sa prípadné výškové prekážky a určujú sa možné krízové situácie.
- *Stabilizácia a signalizácia vĺčovacích bodov* - je výhodné vykonať už počas rekognoskácie na vhodných miestach a s vhodným rozmiestnením po celom snímkanom území. V krajine by body mali byť kontrastné, aby boli dobre viditeľné na snímkach. Súbežne sa určuje aj ich priestorová poloha (najčastejšie pomocou GNSS technológie).
- *Úprava náletového plánu* - vykonáva sa podľa rekognoskácie a požadovaných parametrov priamo v teréne.
- *Samotný nálet a snímkovanie územia.*

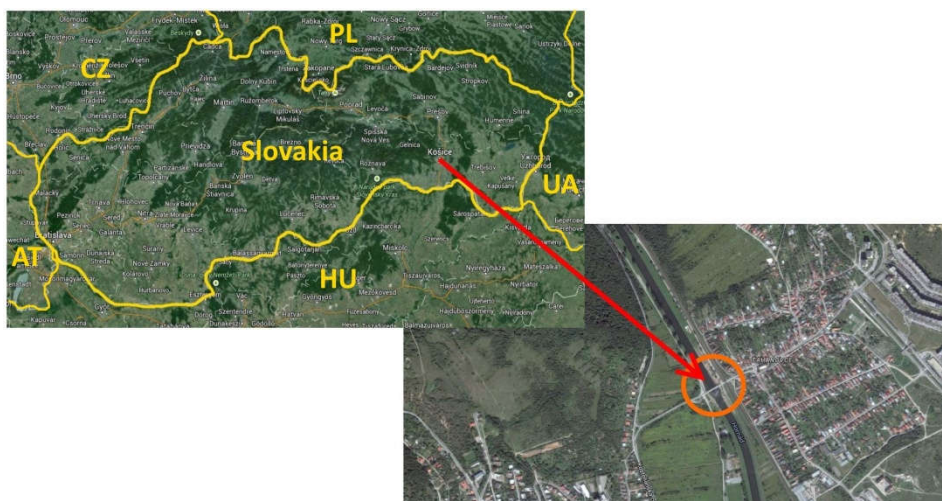
Spracovanie údajov sa svojimi krokmi v rôznych softvéroch viac či menej podobá. Pozostáva z týchto etáp:

- *Vyhľadanie charakteristických bodov na každej snímke* - základnou úlohou pri tvorbe nového projektu je načítanie snímok a zadefinovanie počtu bodov na každej snímke, pri neznámej kamere je potrebné určiť parametre kalibrácie kamery.
- *Spárovanie identických bodov na jednotlivých snímkach* - softvér vyhľadáva identické body na každej snímke, výsledkom je mračno bodov.
- *Meranie vĺčovacích bodov na snímkach.*

- Blokové vyrovnanie zväzku lúčov.
- Generovanie výstupov - program umožňuje generovať požadované výstupy, pre naše účely boli generované ortofotomozaika a digitálny model terénu [11].

2.1. Mapovanie koryta rieky Hornád v lokalite Ťahanovce - most využitím UAS

Záujmové územie sa nachádza v severnej časti mesta Košice na hranici mestských častí Košice - sever a Ťahanovce. Týmto územím preteká rieka Hornád (obr. 3), ktorá v roku 2010 spôsobila v Košickom kraji významnú povodňovú udalosť (obr. 4). V záujmovej lokalite sa nachádza most, cez túto rieku, ktorý svojou konštrukciou limituje prietok rieky a pri povodni v roku 2010 hrozilo zničenie mosta povodňovou vlnou (obr. 3). Cieľom mapovania je zdokumentovať súčasný stav koryta rieky, pozíciu objektov a infraštruktúry na jej brehoch a zdokumentovať mostný objekt. Mapovanie bolo realizované fotogrametricky využitím UAS ako nosiča fotokamery.



Obr. 3. Lokalizácia záujmového územia.



Obr. 4. Most na rieke Hornád pri obci Ťahanovce: vľavo normálny stav rieky, vpravo povodňový stav rieky v roku 2010.

Fotogrametrický zber dát využitím UAS

Zber údajov bol vykonaný využitím DJI Phantom 2 Vision+ (obr. 5). Technické parametre UAS sú uvedené v tabuľke 2. Toto UAS zariadenie patrí do kategórie "lacných" UAS. Disponuje zabudovaným GPS modulom, kompasom s gyroskopom a kamerou DJI HD s rozlíšením 14 Mpx. Kamera je umiestnená na 3-osom gimbale, ktorý pomocou troch striedavých motorov zabezpečuje jej stabilitu.

Multikoptéra pracuje v dvoch módoch, pričom na naše snímkovanie bol použitý mód GPS stabilizácie polohy "GPS Atti Mode". V tomto móde riadiaca jednotka automaticky stabilizuje multikoptéru vo všetkých osiach. Pomocou ovládacieho softvéru pracujúceho v prostredí Android bol v tomto letovom móde naprogramovaný

celý snímkový let. Let trval celkovo 15 minút a vytvorené letecké snímky boli ďalej spracované v softvéri Agisoft PhotoScan (obr. 6).



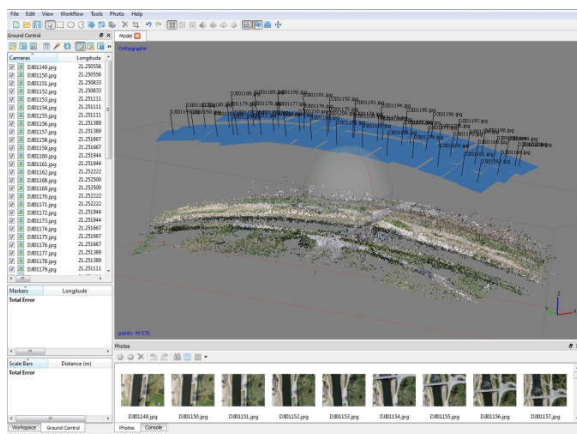
Obr. 5. DJI Phantom 2 Vision+.

Tab. 2. Technické parametre UAS DJI Phantom 2 Vision+.

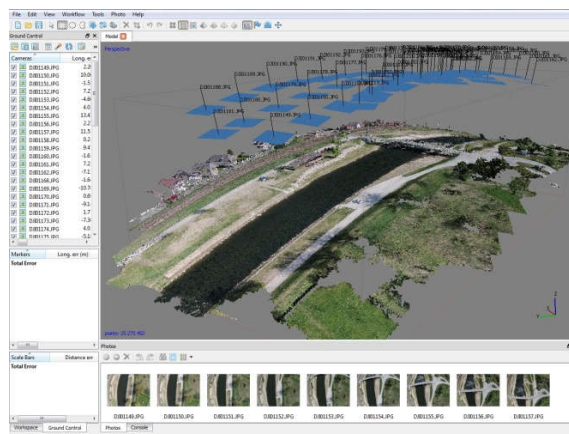
Lietadlo	
Hmotnosť (batérie a vrtuľa súčasťou balenia):	1242 g
Maximálna rýchlosť stúpania / klesania:	6 m/s / 2 m/s
Maximálna rýchlosť letu:	15 m/s
Diagonálna vzdialenosť motorov:	350 mm
Fotokamera	
Prevádzková teplota prostredia:	0°C - 40°C
Veľkosť snímača:	1/2.3"
Efektívne pixely:	14 Mpx
Rozlíšenie:	4384 × 3288
Zorné pole nahrávania:	110° / 85°
Diaľkové riadenie	
Komunikačná vzdialenosť (v otvorenom priestore):	CE zhoda: 400m; FCC zhoda: 800m

Spracovanie leteckým snímkom a tvorba modelu územia - DEM

Letecké snímky boli pred spracovaním v špecializovanom fotogrametrickom softvéri graficky upravené. Úprava spočívala v aplikácii nasledujúcich funkcií: vyváženie bielej farby (RAW white balance), odstránenie šumu (Noise reduction - RAW) a eliminácia aberácie (Chromatic aberration). Následne boli snímky spracované vo softvérovom prostredí Agisoft PhotoScan. Agisoft PhotoScan predstavuje fotogrametrický softvér na efektívne 3D spracovanie veľkého množstva snímkom s cieľom vytvoriť kvalitný textúrovaný 3D model zachytenej scény. Práca v tomto programovom prostredí je pomerne jednoduchá a vygenerované výstupy dosahujú vysokú presnosť (obr. 6 a 7). Z týchto dôvodov sa Agisoft PhotoScan stal v pomerne krátkom čase veľmi rozšíreným softvérom.

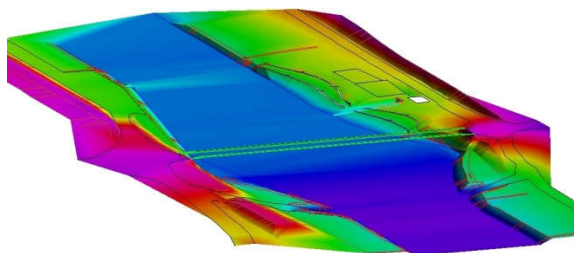


Obr. 6. Spracovanie snímkom v Agisoft PhotoScan (pozícia snímkom).



Obr. 7. Model územia v Agisoft PhotoScan.

Proces spracovania snímok v Agisoft PhotoScan zahŕňa nasledujúce kroky: Align Photos, Build Dense Cloud, Build Mesh a Build Texture. Finálnym produktom celého procesu je textúrovaný 3D model (obr. 7), ktorý verne zobrazuje terén. Vytvorený model je možné exportovať prostredníctvom exportných filtrov do rôznych formátov, v závislosti od potrieb zadávateľa. Výsledkom spracovania fotogrametrických snímok v prostredí Agisoft PhotoScan, získaných z multikoptéru DJI Phantom 2 Vision+ sú: farebný hypsometrický model územia (obr. 8), 3D digitálny model terénu (obr. 9) a ortofotosnimky územia.



Obr. 8. Farebný hypsometrický model územia.

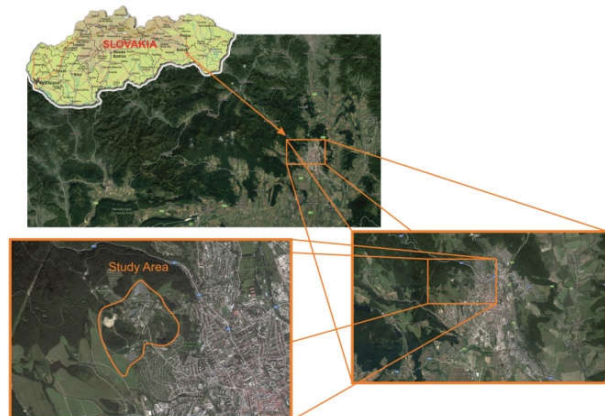


Obr. 9. 3D model územia s ortofoto mozaikou.

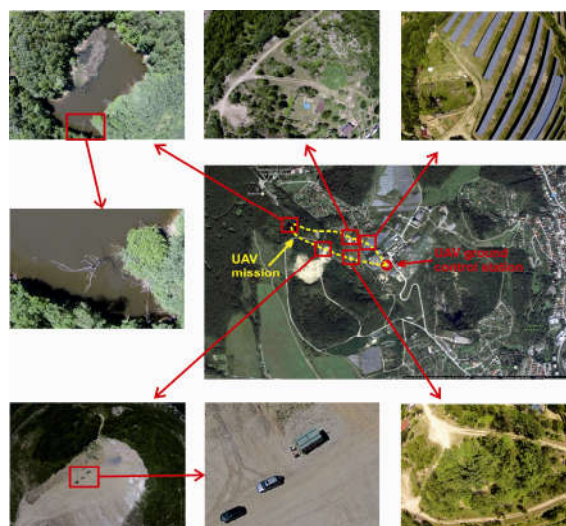
2.2. Mapovanie Bane Bankov využitím UAS

Študované územie (obr. 10) sa nachádza v intraviláne mesta Košice, konkrétne v SZ časti mesta a priamo hraničí s urbanizovanou časťou mesta. Ide o areál, v súčasnosti nevyužívanú banskej prevádzky, kde sa v súčasnosti nachádza celkovo 27 administratívnych a technických budov, fotovoltaická elektrárňa, staré technické zariadenia a pod. Ide o rozsiahly areál s rozlohou 327,7 ha s pomerne členitým terénom a nebezpečnými zónami, ktoré vznikli ťažbou a spracovaním magnezitu (ťažobné jamy, odvetrávacie šachty, vstupy do ťažobných priestorov). Okolie objektu je ťažko kontrolovateľné a obklopujú po jeho obvode (perimetri):

- južná strana: záhradkárská oblasť, záhradky,
- severná strana: lesný porast, rekreačná oblasť Horný Bankov,
- východná strana: rekultivovaný jamový lom po povrchovej ťažbe, záhradky,
- západná strana: lúky a lesný porast.



Obr. 10. Baňa Bankov.



Obr. 11. Trasa UAS počas monitorovacej misie.

Do areálu vedie niekoľko prístupových ciest, pričom väčšia časť (mimo vrátnice s rampou a kovovej brány od rekreačnej oblasti Horný Bankov) je nezabezpečená, čiže je pre širokú verejnosť voľne prístupná. Prístupové cesty sú hlavne s asfaltovým povrchom a v menšej miere sú poľné, bez spevneného povrchu. V zimnom období, sú prístupové cesty neupravené a ťažko prejazdné pre motorové vozidlá z dôvodu členitosti terénu.

Areál je špecifický najmä svojou rozlohou, polohou a prítomnosťou prejavov starej banskej činnosti. Z týchto dôvodov je potrebné areál monitorovať a pravidelne mapovať. Pre overenie použiteľnosti UAS v lokalite Bane Bankov bola naplánovaná misia (obr. 11), ktorej celková dĺžka bola 1,3km a prechádzala ponad významné



objekty. Zber údajov pre bol vykonaný využitím multikoptéru DJI Phantom 2 Vision+. Cieľom misie bolo monitorovať objekty ako napr. (obr. 11):

- kolektorové pole a prítomnosť osôb vo vnútornom perimetri chránenom oplotením,
- závalové pásmo s prejavmi poddolovania v podobe vodnej plochy a prítomnosť osôb v tomto nebezpečnom území,
- skládka stavebného odpadu a prítomnosť nepovolaných osôb,
- prístupové cesty a križovatky.

Štart misie sa uskutočnil z Groun control station (obr. 11), ktorá sa nachádzala v strede areálu Bane Bankov pri budove hlavného dispečingu. Misia celkovo trvala 14 minút a UAS počas misie dosiahlo hranicu záujmového územia - chráneného areálu.

Výsledky misie - fotografie a videozáznam môžu byť počas letu alebo neskôr podrobené analýze. Na obrázku 11 je ukážka identifikácie objektov na jednej zo snímok získaných počas letu. V prípade že by bolo UAS vybavené infračervenou kamerou, je možný monitoring aj v nočných hodinách.

2.3. Diskusia k výsledkom

Predložený článok ukazuje, že použitie UAS vybavených kamerou môže byť veľmi efektívne pri dokumentovaní objektov pre účely tvorby ich 3D modelov, ortofotomáp, pri ochrane a monitorovaní objektov a plošne rozsiahlych areálov. Získané údaje sú tak efektívne používané na rôzne účely a uľahčujú riešenie bežných problémov praxe ale aj riešenie zložitých krízových situácií.

UAS sa vo viacerých štátoch využívajú ako účinný nástroj pre dokumentáciu a mapovanie objektov a javov v civilnom sektore - poľnohospodárstvo, lesníctvo, ťažobný priemysel, ale aj v silových zložkách - armáda, polícia, záchranári na monitorovanie vývoja krízových situácií či monitorovanie pohybu osôb. V podmienkach Slovenska vydal Dopravný úrad (Transport Authority) rozhodnutie č. 1/2015 z 9.8.2016, ktoré rieši prevádzku dronov - UAS. V kombinácii so Zákonom o ochrane utajovaných skutočností SR, časť O leteckom snímkovaní sa však prakticky znemožňuje rozumné použitie dronov vybavených kamerou vrátane ochrany rozsiahlych súkromných objektov. Na Slovensku má povolenie na leteckú činnosť (komerčnú) iba cca 75 subjektov, využitie pre políciu, záchranárov a podobne nie je uvedené ani v pravidlách lietania ani v zozname subjektov s dovolenou leteckou činnosťou. Nekomerčná činnosť nie je okrem všeobecného zákazu letu dronov s kamerami riešená, takže aj rozvíjanie mimoriadne prínosných činností najmä výskumu využitia dronov pre environmentalistiku, civilnú ochranu a aj spomínanú ochranu rozsiahlych (rádovo stovky až tisíce hektárov) je bohužiaľ sťažené.

ZÁVER

Cieľom nášho výskumu bolo overiť využiteľnosť lacných UAS vybavených kamerou pri dokumentovaní povrchových objektov a javov s cieľom vytvoriť ich 3D modely, vytvoriť ortofotomapu záujmového územia ale aj otestovať UAS ako technológiu vhodnú na monitorovanie objektov pre účely efektívneho zvládania krízových situácií ako je povodeň či prírodná katastrofa.

Pod'akovanie [zaradenie príspevku]

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0339-12 a agentúrou VEGA číslo grantu 1/0585/15.

ZOZNAM BIBLIOGRAFICKÝCH ODKAZOV

- [1] Bezpilotné letecké prostriedky. [cit. 2016-12-20]. [online] <<http://www.theuav.com/>>.
- [2] Civilné letectvo. [cit. 2016-12-28]. [online] <<http://letectvo.nsat.sk/letova-sposobilost-2/program-urdzby/>>.
- [3] Eisenbeiß, H.: UAV Photogrammetry. [online] Zürich, 2009. 203s. ISBN 978-3-906467-86-3. Dostupné na internete: <<http://www.igp-data.ethz.ch/berichte/Blaue/>>.
- [4] Rusnák, M. - Sládek, J.: Nízkonákladové mikro – UAV technológie v geografii (Nová metóda zberu priestorových dát). In: Geografický časopis. Roč. 65, 2013, č. 3, s. 269 – 285.
- [5] Schwarz, D.: Využití bezpilotních létajících prostředků pro telemetrické účely. In: Perner's Contacts. Roč. 5, 2010, č. 3, s. 298 – 304.
- [6] História UAV. [cit. 2016-12-2]. [online] <<http://www.pbs.org/wgbh/nova/spiesfly/uavs.html>>.



- [7] Uplatnenie UAV v praxi. [cit. 2016-12-2]. [online] <<http://www.uav.estranky.cz/clanky/autor--s-texts---autorovy-prispevky/zamysleni-nad-uplatnenim-uav-v-bezpecnostni-praxi.html>>.
- [8] Watts, A.C. - Ambrosia, V.G. - Hinkley, E.A. Unmanned Aircraft Systems in Remote Sensing and Scientific Research: Classification and Considerations of Use. *Remote Sens.* 2012, 4, 1671-1692.
- [9] Eisenbeiß, H.: A mini unmanned aerial vehicles (UAV): System overview and image acquisition [online]. 2004. [cit. 2016-12-10]. [online] <<http://www.isprs.org/proceedings/XXXVI/5-W1/papers/11.pdf>>.
- [10] Bitterer, L.: Základy fotogrametrie [cit. 2016-12-10]. [online] <<http://svf.utc.sk/kgd/f>>.
- [11] Trhan, O.: Topografické mapovanie bezpilotnými leteckými systémami. 2013. [cit. 2016-12-5]. [online]: <http://www.kgk.sk/fileadmin/templates/downloads/Zborn%C3%ADk_refer%C3%A1tov_21._SGD/5_3_Trhan_p.pdf>.
- [12] Fraštia, M.: Fotogrametria v mapovaní, stavebníctve, urbanizme a priemysle. In: Zborník referátov ku kvalifikačnej skúške z inžinierskej geodézie, Bratislava: Komora geodetov a kartografov, 2013.

CONTACT ADDRESS

Author: **Peter BLIŠŤAN, doc. Ing. PhD.**
Workplace: Technická univerzita v Košiciach, Ústav geodézie, kartografie a GIS
Address: Park Komenského 19, 040 01 Košice, Slovak Republic
E-mail: peter.blistan@tuke.sk

Author: **Monika BLIŠŤANOVÁ, Ing. PhD.**
Workplace: Vysoká škola bezpečnostného manažérstva v Košiciach
Address: 040 01 Košice, Slovak Republic
E-mail: monika.blistanova@vsbm.sk

RECENZIA TEXTOV V ZBORNÍKU

Recenzované dvomi recenzentmi, členmi vedeckej rady konferencie. Za textovú a jazykovú úpravu príspevku zodpovedajú autori.

REVIEW TEXT IN THE CONFERENCE PROCEEDINGS

Contributions published in proceedings were reviewed by two members of scientific committee of the conference. For text editing and linguistic contribution corresponding authors.