

**SNÍMKOVACIE TECHNOLOGIE TRIMBLE
DOSTUPNÉ KAŽDÉMU**

TRIMBLE IMAGING TECHNOLOGIES

Matej Oros¹

Abstrakt

Príspevok sa zaoberá modernými technológiami vyvinutými spoločnosťou Trimble, ktoré pracujú na fotogrametrickom princípe a umožňujú rýchly a efektívny zber dát. Jedná sa predovšetkým o pozemný snímkovací rover Trimble V10 a bezpilotný letecký systém - UAS Trimble UX5. Tieto zariadenia vytvárajú kvalitné digitálne snímky, ktoré môžeme využiť na presné meranie bodov v kancelárii resp. vyhotovovať z nich mračná bodov, DMT a ortofotomapy.

1 Úvod

Fotogrametria je v dnešnej dobe jednou z najefektívnejších mapovacích technológií, využitelná v mnohých odvetviach a to nielen geodetických. Pri dodržaní určitých podmienok nám fotogrametria ponúka jednoduchý a rýchly zber dát s vysokou presnosťou. Na slovenský trh sa tento rok dostali produkty od spoločnosti Trimble pracujúce na fotogrametrickom princípe, ktoré disponujú všetkými spomenutými vlastnosťami. Pozemný snímkovací rover Trimble V10 má zabudovaných 12 kalibrovaných kamier, pomocou ktorých sme schopní vytvárať georeferencované panoramatické snímky a následne ich môžeme využiť na presné meranie bodov v pohodlí kancelárie. Leteckú fotogrametriu zastupuje UAS Trimble UX5 s kvalitnou 16,1 Mpix kamerou a vynikajúcimi letovými vlastnosťami. Spolu s jednoduchým plánovaním letu je Trimble UX5 skvelou voľbou pre tvorbu digitálnych modelov terénu, ortofotomáp i mapovanie územia.

2 Pozemný snímkovací rover Trimble V10

Pozemný snímkovací rover Trimble V10 (Obr. 2.1) je systém integrovaných kalibrovaných kamier, pomocou ktorých sme schopný zachytiť 360 ° digitálne panoramatické HDR (high dynamic range) snímky. Tie môžu byť následne použité pre vizuálnu dokumentáciu okolitého prostredia a pre neskoršie presné meranie bodov zo snímok [1].

Trimble V10 pracuje na princípe technológie Trimble VISION. Jedná sa o zhotovenie snímok v teréne a následné meranie súradníc bodov na snímkach v kancelárii. Celý tento systém sa skladá z 12 kalibrovaných kamier a množstva podporných senzorov, ktoré vytvárajú plnohodnotný merací a snímkovací systém, ktorý je možné skombinovať so všetkými GNSS prijímačmi Trimble, alebo 360 ° odrazovým hranolom. Kompletná aparatúra je ovládaná prostredníctvom výkonnej kontrolnej jednotky Trimble Tablet 2 s operačným systémom Windows 7, alebo kontrolnou jednotkou Trimble TSC3. Obe kontrolné jednotky podporujú poľný softvér Trimble Access, ktorý slúži na meranie. Technické parametre snímkovacieho systému Trimble V10 sú uvedené v Tab. 2.1.

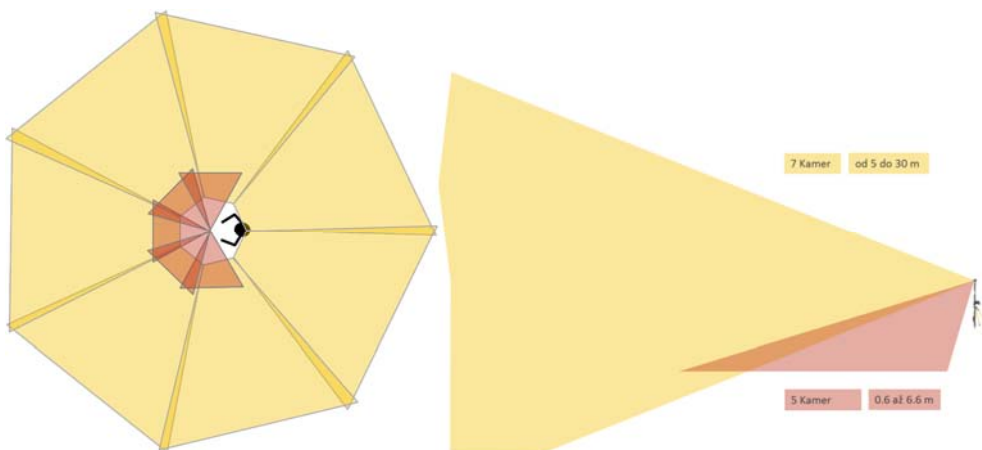
Tab. 2.1 Technické parametre snímkovacieho roveru Trimble V10 [1]

Celkový počet kamier	12
Celkové rozlíšenie panoramatickej snímky	60 Mpix
Počet vrchných kamier a ich zorné pole	7 (57,5 ° x 43 °)
Zorné pole zachytené vrchnými kamerami	360 ° x 43 °
Počet spodných kamier a ich zorné pole	5 (43 ° x 57,5 °)
Zorné pole zachytené spodnými kamerami	210 ° x 57,5 °
Režim expozície a vyváženia bielej	automatický
Veľkosť panoramatickej snímky	10 MB – 20 MB
Ohnisková vzdialenosť kamier	3,63 mm
Hĺbka ostrosti	1 - nekonečno
Formát snímok	JPEG
Podporné senzory	senzory náklonu, gyroskopy, magnetický kompas, akcelerometre
Napájanie	7,4 V batéria, 2 ks
Pracovná teplota	- 20 °C až + 50 °C
Odolnosť voči vode a prachu	IP 54
Váha celej zostavy	5,7 kg

Snímkovací rover pozostáva zo 7 vrchných panoramatických kamier, ktoré vytvárajú obraz na šírku s prekrytom 6 ° a zorným poľom 360 ° x 43 °. Tie snímajú priestor do výšky 10 m na 20 m vzdialenosť. Ďalších 5 kamier, ktoré smerujú šikmo dolu, pred a vedľa merača vytvárajú snímku na výšku so zorným poľom 210 ° x 57,5 °. Spodné kamery zase snímajú priestor vo vzdialenosti od 0,6 m – 6,6 m od stanoviska. [1] Zobrazenie zorného poľa všetkých kamier pri pohľade z vrchu je znázornené na Obr. 2.2 vľavo. Na Obr. 2.2 vpravo zase vidíme pohľad z boku na priestor, ktorý zachytávajú panoramatické kamery a kamery smerujúce šikmo nadol.



Obr. 2.1 Pozemný snímkovací rover Trimble V10



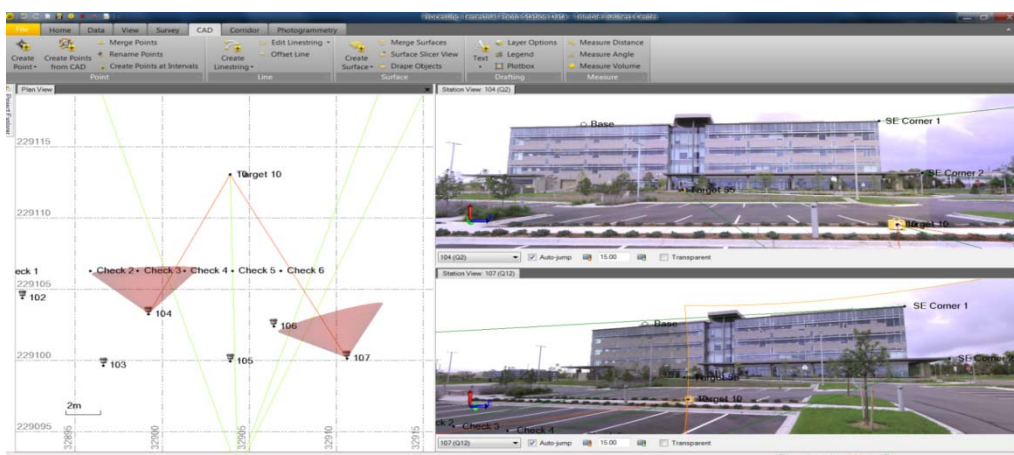
Obr. 2.2 Zorné pole panoramatických kamier (žlté) a spodných kamier (červené) kamier

Princíp merania spočíva v dodržaní pravidiel priesekovej fotogrametrie. Základom je správne rozloženie stanovnísk a to tak, aby uhol prieseku na daný bod bol minimálne z dvoch stanovnísk v rozmedzí $45^\circ - 130^\circ$. Pri takejto konfigurácii stanovnísk dosiahneme maximálnu presnosť v určení polohy bodu. Aby sme na zhotovených snímkach mohli určovať súradnice bodov, je nutné, aby tieto snímky boli georeferencované. To dosiahneme meraním na známom bode, alebo integrovaným meraním, kedy snímkovací rover kombinujeme s GNSS prijímačom alebo s 360° hnanolom a totálnou stanicou (Obr. 2.3).



Obr. 2.3 Snímkovací rover Trimble V10 v kombinácii s 360 ° hranolom (vľavo) a GNSS prijímačom (vpravo)

Spracovanie meraní zo snímkovacieho rovera sa uskutočňuje prostredníctvom kancelárskeho softvéru Trimble Business Center, v ktorom po naimportovaní nameraných údajov vyrovnáme stanoviská spojením jednotlivých panoramatických snímok automaticky, alebo na základe vličovacích bodov. Následne môžeme začať meranie s využitím virtuálneho ďalekohľadu na presné ciele. Pokiaľ vidíme určovaný bod aspoň z dvoch stanovísk, tak môžeme kliknutím naňho v snímke určiť jeho trojrozmernú polohu.



Obr. 2.4 Spracovanie snímok v kancelárskom softvéri Trimble Business Center

Snímkovací rover Trimble V10 je možné využiť v mnohých oblastiach ako napr.: dokumentácia skutočného vyhotovenia stavby, inšpekcia, meranie fasád, uličných pásov, mostov, meranie ťažko dostupných a neprístupných miest, atď. [1] Pri každej aplikácii je treba mať na pamäti, že dodržanie podmienok priesekovej fotogrametrie v kombinácii s presným určením stanoviska nám môžu priniesť veľmi presné dokonca milimetrové výsledky. Presnosť však samozrejme závisí aj od vzdialeností od objektu a konfigurácie rozloženia stanovísk. Svojou jednoduchosťou a efektívnosťou otvára snímkovací rover Trimble V10 cestu k novým možnostiam fotogrametrického zberu dát, ktoré sú po odbornej i finančnej stránke dostupné naozaj každému.

3 Bezpilotný letecký systém Trimble UX5

Bezpilotný letecký systém Trimble UX5 (Obr. 3.1) vytvára nový štandard pre rýchly a bezpečný zber údajov metódami leteckej fotogrametrie. UX5 je navrhnutý v súlade s najnovšími trendmi na fotogrametrickom trhu, čím zaisťuje optimálnu kvalitu obrazu a zároveň maximálnu fotogrametrickú presnosť. V tomto bezpilotnom modeli je zabudovaná klasická kompaktná kamera s veľkým obrazovým senzorom zachytávajúca veľmi ostré farebné snímky dokonca aj v zhoršených svetelných podmienkach. 16.4 MPix kamera s kvalitnou optikou dodáva lietadlu schopnosť zachytiť prvky na zemi s maximálnym rozlíšením 2.4 cm (GSD). Jedná sa o plnohodnotný systém s výkonnými technológiami ako napr. spätný chod motora pre bezpečné pristátie, robustný dizajn a zjednodušené pracovné postupy. Vďaka softvérovej aplikácii Trimble Access a kontrolnej jednotke Trimble Tablet sa časovo náročný a zložitý proces zberu leteckých dát stáva neuveriteľne jednoduchým bez ohľadu na podmienky kladené na vašu zákazku [2].



Obr. 3.1 Bezpilotný letecký systém Trimble UX5

V Tab. 3.1 sú uvedené základné technické parametre a špecifikácie UAS Trimble UX5.

Tab. 3.1 Technické parametre UAS Trimble UX5 [2]

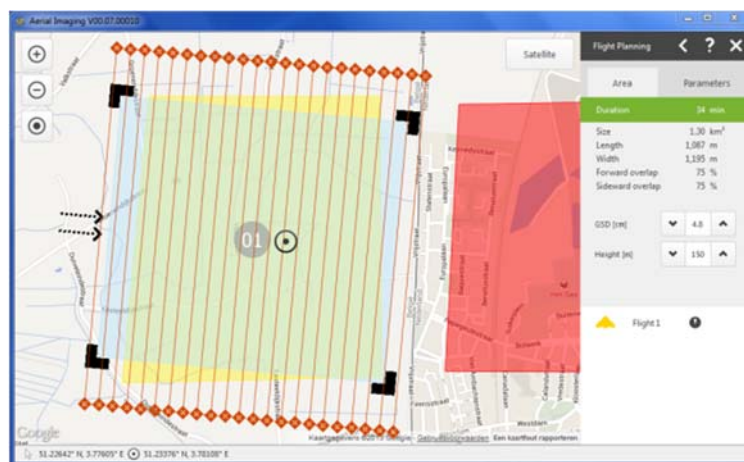
Váha	2.5 kg
Rozpätie krídel	100 cm
Rýchlosť letu	80 km/h
Max. dĺžka letu	50 min
Výška letu	75 – 750 m
Veľkosť pixela (GSD)	2.4 – 24 cm
Kamera	Sony NEX - 5R
Rozlíšenie	16.1 MPix
Veľkosť obrazu	4912 x 3261 pix
Výkon motora	700 W
Batéria	14.8 V, 6000 mAh
Typ vzletu	katapultáž

Kamera systému Trimble UX5 je prispôsobená pre letecké snímkovanie a to senzorom APS – C s rozmermi 23.6 x 15.8 mm a s objektívom Voigtländer s ohniskovou vzdialenosťou 15 mm. Snímky vyhotovené touto kamerou sú ostré a kvalitné aj pri zhoršených svetelných podmienkach a rýchlosti letu 80 km/h. Kamera Sony NEX – 5R aj s objektívom Voigtländer je znázornená na Obr. 3.2.



Obr. 3.2 Kamera Sony NEX – 5R

Trimble UX5 poskytuje oveľa bezpečnejšie metódy zberu dát v porovnaní s tradičnými mapovacími metódami. Lety sú vykonávané plne automatizovaným spôsobom od štartu až po pristátie a nevyžadujú žiadne profesionálne pilotné zručnosti. Operátor iba kontroluje let bezpilotného lietadla a dohliada na bezpečnosť. Plánovanie letu je veľmi rýchle a jednoduché v softvéri Trimble Access Aerial Imaging (Obr. 3.3). Ten zároveň spolupracuje s kontrolnou jednotkou Trimble Tablet, ktorým je UAS ovládané prostredníctvom 2.4 GHz rádiového spojenia. Jedná sa o výnimočný softvérový nástroj pre plánovanie snímkového letu, predletovú kontrolu a monitorovanie samotného letu. Pred štartom v teréne je operátor navádzaný krok po kroku podľa tzv. checklistu v rámci bezpečnostnej predletovej procedúry. [2] Trimble UX5 počas letu kontinuálne určuje svoju polohu, výšku, rýchlosť a náklon. Všetky tieto údaje sú neustále k dispozícii aj operátorovi na zemi, ktorý môže UAS ovládať v prípade nepriaznivých vplyvov vo vzduchu. Po pristátí je operátor taktiež navigovaný softvérom kvôli bezpečnému prenosu zhotovených dát. Vytvorené snímky sú ukladané na SD kartu kamery, súbor gwt, s podrobnými informáciami o priebehu letu je uložený v pamäti lietadla a následne prenesený do kontrolnej jednotky.



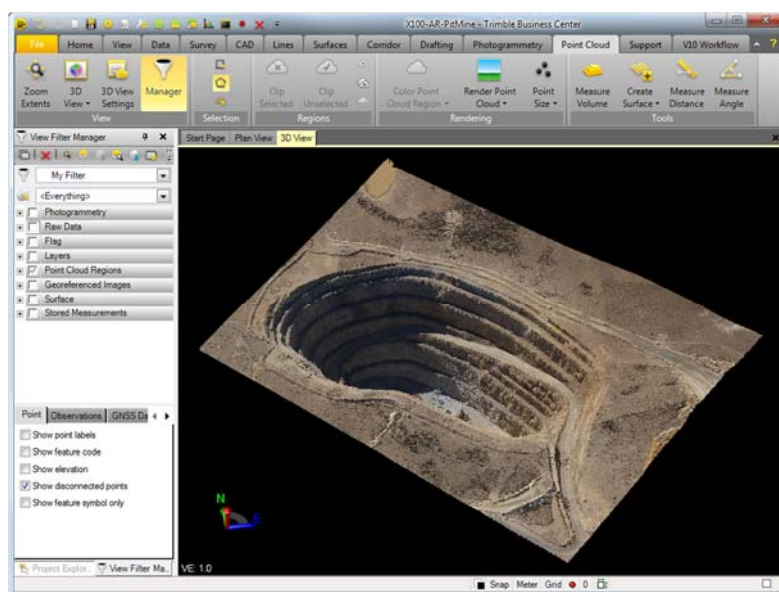
Obr. 3.3 Plánovanie snímkového letu v softvéri Trimble Access Aerial Imaging

Pri minimálnej výške letu 75 m nad terénom a prekryte snímok 80 % zmapujeme na jeden nálet 0.76 km^2 s veľkosťou pixlu (GSD) na zemi 2.4 cm. Na druhej strane, ak bude UX5 lietať vo výške 750 m zmapované územie bude mať rozlohu 12.65 km^2 s hodnotou GSD 24 cm. Na Obr. 3.4 je znázornená snímka zhotovená UAS Trimble UX5 s veľkosťou pixla 3.2 cm.



Obr. 3.4 Snímka zhotovená UAS Trimble UX5 s GSD 3.2 cm

Získané dáta z UAS Trimble UX5 sú spracovávané prostredníctvom fotogrametrickej nadstavby v softvéri Trimble Business Center. Výsledkami môžu byť mračná bodov, trojuholníková nepravidelná sieť (TIN), 3D modely, ortofotomapy a mapy s farebnými škálami (Obr.3.5). Tie môžu byť následne použité na výpočty plôch, objemov, plánovanie prác či jednoducho pre mapovanie územia. [2]



Obr. 3.5 Výsledné mračno bodov zhotovené v Trimble Business Center

Záver

Obe spomínané zariadenia pracujú na fotogrametrickom princípe, čím sa v dnešnej dobe zaraďujú medzi moderné riešenia zberu údajov. Pozemný snímkový rover Trimble V10, ako aj UAS Trimble UX5 zaujmú svojimi vlastnosťami, výkonom i dizajnom, a v kombinácii s komplexným spracovateľským softvérom Trimble Business Center dostávajú nástroje využiteľné v mnohých, nielen geodetických oblastiach. Fotogrametrické možnosti od spoločnosti Trimble zaručujú jednoduchosť, efektívnosť a kvalitu, a tým pádom sú vhodné i pre ľudí, ktorí doposiaľ s fotogrametriou skúsenosti nemali.

LITERATÚRA

- [1] TRIMBLE NAVIGATION LIMITED, 2013. *Datasheet Trimble V10 Imaging rover*. [Online]. [Cit. 2014-10-20] Dostupné na internete <http://tr1.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-687849/022516-003B_Trimble_V10_DS_1014_LR.pdf>
- [2] TRIMBLE NAVIGATION LIMITED, 2014. *Datasheet Trimble UX5 Aerial Imaging Solution*. [Online]. [Cit. 2014-10-20] Dostupné na internete <http://tr1.trimble.com/docushare/dsweb/Get/Document-700672/022503-1205A-UK_UK_Trimble_UX5_DS_MarketSmart_A4_0714_LR.pdf>