



Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Workshop RPAS a studentská konference Telč 2014 - SVK 11.11.2014 Telč

Dálkově pilotované letecké systémy a Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod

Ing. Václav Šafář, VÚGTK, v.v.i., vaclav.safar@vugtk.cz



Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Obsah přednášky:

1. Úvod
2. Současný stav postupů obsažených v Návodu pro obnovu katastrálního operátu a převod
3. Vstupní rozbor přesnosti a hlavní aspekty použití DPLS
4. První nástin možného technického, technologického a organizačního postupu zařazení DPLS do Návodu
5. Teoretický harmonogram postupu nasazení DPLS do praxe katastru České republiky.



Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod

2.5.2 Fotogrammetrické metody

2.5.2.1 Body PPBP a popř. současně vlícovací body se určují analytickou nebo digitální analytickou aerotriangulací. Použijí se letecké měřické snímky (dále jen „snímky“) zpravidla o formátu 23 cm x 23 cm na rozměrově stále podložce, pořizované kalibrovanými leteckými komorami se 60 % podélným a 30 % příčným překrytem a skenované s rozlišením alespoň 1210 DPI (pixel 0,021 mm) **nebo snímky pořízené kalibrovanými digitálními leteckými komorami. Nejmenší použitelné měřítko takových snímků je 1:6000.**



Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod

2.5.2 Fotogrammetrické metody

....

**2.5.2.6 Pro větší měřítko snímků se všechny výše uvedené
délkové rozměry mohou úměrně zmenšit. Snímkové
souřadnice se měří a registrují na přístrojích umožňujících
čtení na 0,001 mm**



Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod

4.3.2 Geodetické metody a technologie GNSS

4.3.2.2.2 Délka rajónu může být nejvýše 1000 m a přitom nejvýše o 1/3 větší než délka měřické přímky (její delší části, je-li výchozí bod rajónu mezilehlý), na kterou je rajón připojen (orientován) nebo nesmí být větší, než je délka k nejvzdálenějšímu orientačnímu bodu. Největší přípustná délka volného polygonového pořadu (nejvýše tří na sebe navazujících rajónů) je 250 m. Délka měřické přímky a polygonového pořadu tvořeného pomocnými body nesmí být větší než 2000 m. Při zaměřování bodů měřické sítě se využívají zpravidla elektronické dálkoměry s optickými

odraznými systémy. **Určení bodů měřické sítě lze provést také technologií GNSS využitím měření v reálném čase nebo měření s následným zpracováním. Kontrola se provede opakovaným určením bodů technologií GNSS** nebo určením bodů jinou měřickou metodou.



Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod

4.3.2.3 Metody podrobného měření

4.3.2.3.1 Podrobné body **se obvykle zaměřují polární metodou nebo technologií GNSS**. Ostatní geodetické metody se používají k zaměření podrobných bodů, které není možné nebo účelné určit polární metodou nebo technologií GNSS ...

4.3.2.3.7 Určení jednoznačně identifikovatelných podrobných bodů se kontroluje oměrnými mírami **nebo dalším nezávislým měřením (tedy opětovně lze využít technologii GNSS)**. V případech, kdy oměrné míry nelze změřit



Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod

4.3.8 Fotogrammetrické metody

4.3.8.5 Měřické náčrty, kontrolní a doplňovací měření *(po fotogrammetrickém vyhodnocení podrobných bodů)*

Měřické náčrty spolu se seznamem souřadnic výchozích bodů, se zápisníky kontrolního a doplňovacího měření, s výsledky fotogrammetrického vyhodnocení a se zápisníky doměřování po fotogrammetrickém vyhodnocení obsahují všechny podklady, které slouží k výpočtu souřadnic podrobných bodů, k jeho kontrole a ke zpracování nového SGI. Měřický náčrt se zakládá a čísluje podle odstavce [4.3.4](#), jeho podkladem může být také zvětšenina snímku. Má obsah a úpravu podle odstavce [4.3.4](#) s tím, že číslo a mapová značka bodu, jehož souřadnice byly získány fotogrammetricky, se vyznačí tyrkysovou barvou. Měřický náčrt dále obsahuje zakres: fotogrammetrické signalizace bodů (kroužkem v tyrkysové barvě a o průměru 4 mm),

rozhraní a čísla snímků (tyrkysovou barvou) podle potřeby.

Přehled kladu měřických náčrtů se vyhotoví podle vzoru v příloze č. 18.

Provede se kontrolní měření geodetickými metodami (oměrné a jiné kontrolní míry podle odstavce [4.3.5.1.1](#) a s přesností podle odstavce [4.3.2.1](#)). Výsledky měření se zapisují (registrují) podle odstavce [4.3.5](#).



Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Návod pro obnovu katastrálního operátu a převod Dodatek č. 3 , 15.6.2013

4.3.7 Pozemní laserové skenování

4.3.7.1 Pro měření a zpracování výsledků měřických prací pro potřeby katastru nemovitostí je možné použít pouze takové mobilní laserové skenovací jednotky nebo statické laserové skenery a zpracovatelské výpočetní nebo grafické programy, u kterých je možno doložit, že výsledná přesnost po provedení všech měřických a zpracovatelských úkonů vyhovuje požadavkům alespoň pro podrobné body s kódem kvality 3.



Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Souhrn měřických postupů současnosti a budoucnosti

Měřické postupy schválené a popsané Návodem:

- a) geodetické metody měření
 - b) fotogrammetrické metody měření
 - b) metody využívající GNSS
 - c) statické a mobilní metody laserového skenování
-

Další možné moderní postupy pro měření v katastru:

- d) metody měření s využitím DPLS kdy senzorem snímání dat je buď neměřická kamera nebo laserové skenovací zařízení
- e) metody pozemní fotogrammetrie
- f) kombinované metody laserového a skenování a RPAS snímání



Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



**Vstupní rozbor přesnosti a hlavní aspekty
použití DPLS - Testy určení souřadnic podrobných bodů
snímkováním testovací základny firmou UPVISION s
hodnocením výsledků VÚGTK, v.v.i.**

- 1. GSD 1cm**
- 2. $p=80\%$, $q=50\%$**
- 3. Počet výchozích bodů od 4 po 34 (z 99 známých)**
- 4. Počet snímků 1235, tři snímkové bloky po pěti řadách vzájemně**
- 5. Tři snímkové lety po 15 minutách celková doba trvání mise v lokalitě 70 minut**
- 6. 20ha ortofot s GSD 1cm**
- 7. Čas fotogrammetrického zpracování včetně přípravy 12 hodin**

Testovací základna D11

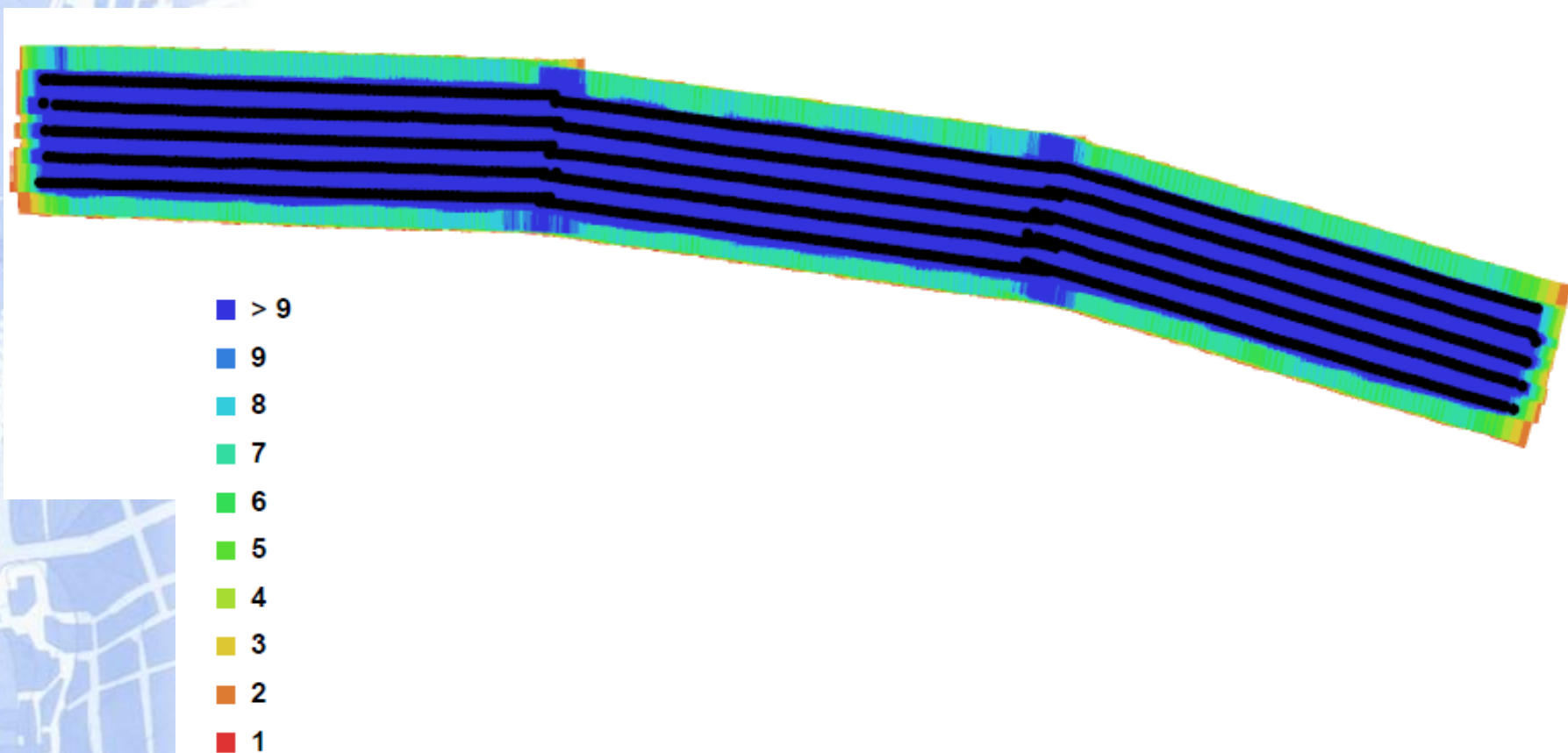


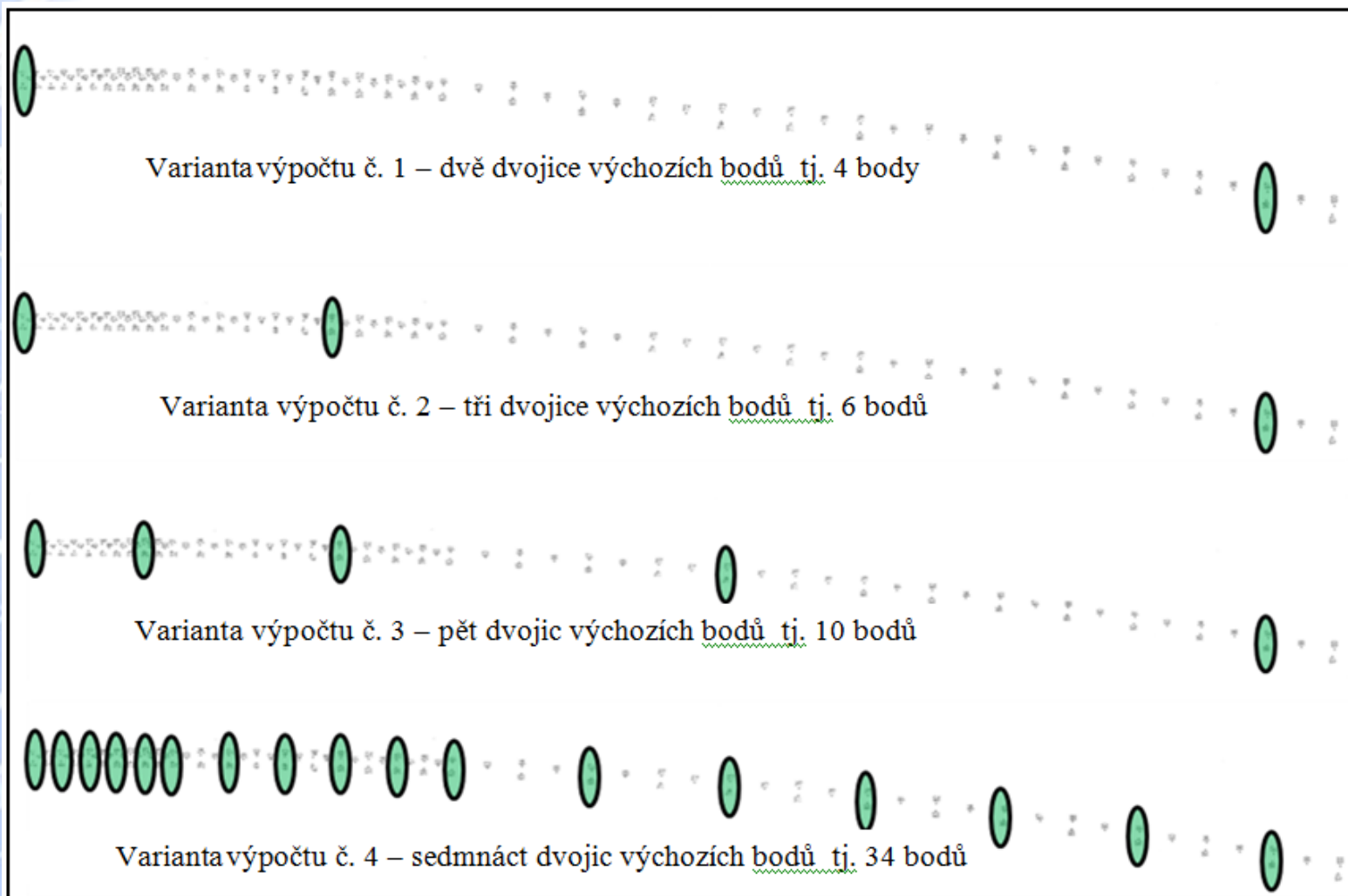


Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Překryty bloků a řad testovací základny D11





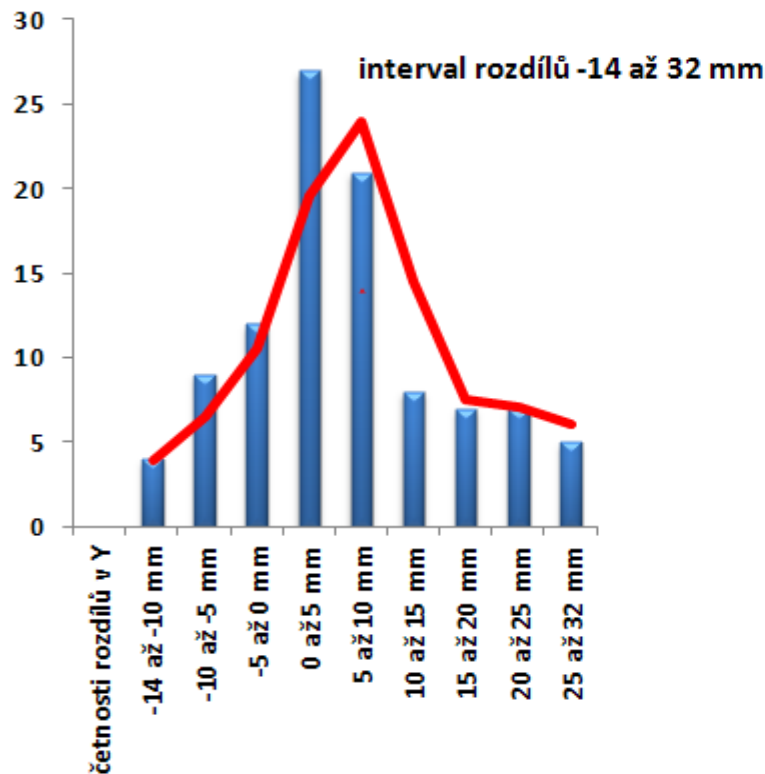
Výsledná tabulka přesností výpočetních variant

Popis varianty (hodnoty v tabulce v metrech):		RMSE _{xy}		MAX		MIN		RMSE _z	MAX	MIN
		Y	X	Y	X	Y	X	Z	Z	Z
Varianta č.1	výpočet - vstupují 4 body, 96 bodů je kontrolních	1,014	0,080	1,664	0,107	-0,361	-0,173	2,148	3,753	-0,906
Varianta č.2	výpočet - vstupuje 6 bodů 94 bodů je kontrolních	0,041	0,041	0,113	-0,020	-0,020	-0,107	0,038	0,120	-0,113
Varianta č.3	výpočet - vstupuje 10 bodů 90 bodů je kontrolních	0,015	0,015	0,040	0,036	-0,035	-0,042	0,039	0,143	-0,094
Varianta č.4	výpočet - vstupuje 33 bodů 67 bodů je kontrolních	0,012	0,011	0,032	0,025	-0,014	-0,026	0,035	0,115	-0,093

Testy určení souřadnic podrobných bodů snímkováním z DPLS

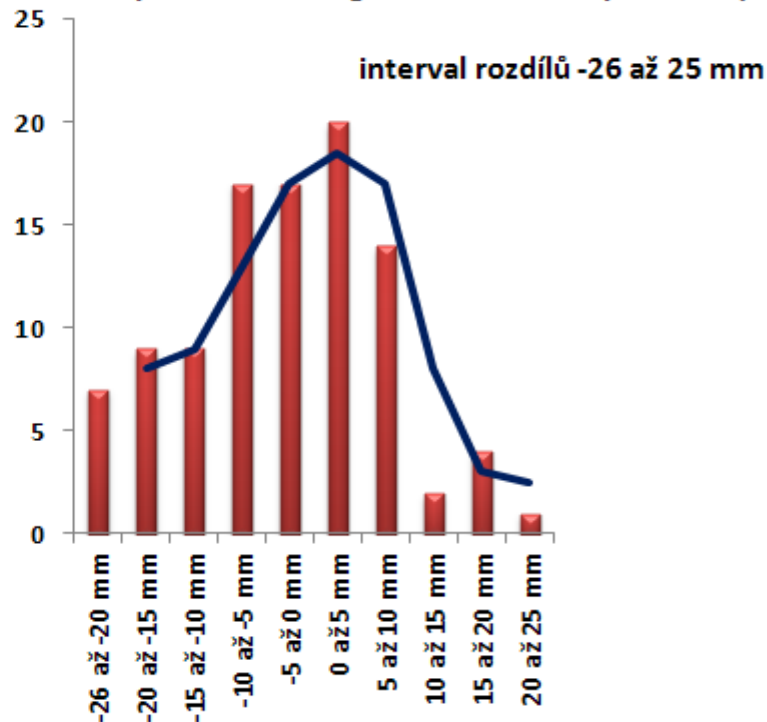
Četnosti rozdílů GPS-orto v souřadnici Y

RMSE v souřadnici Y = 0,0121m (soubor 99 bodů z
toho 32 použito do fotogrammetrického zpracování)



Četnosti rozdílů GPS-orto v souřadnici X

RMSE v souřadnici X = 0,0111m (soubor 99 bodů z
toho 32 použito do fotogrammetrického zpracování)

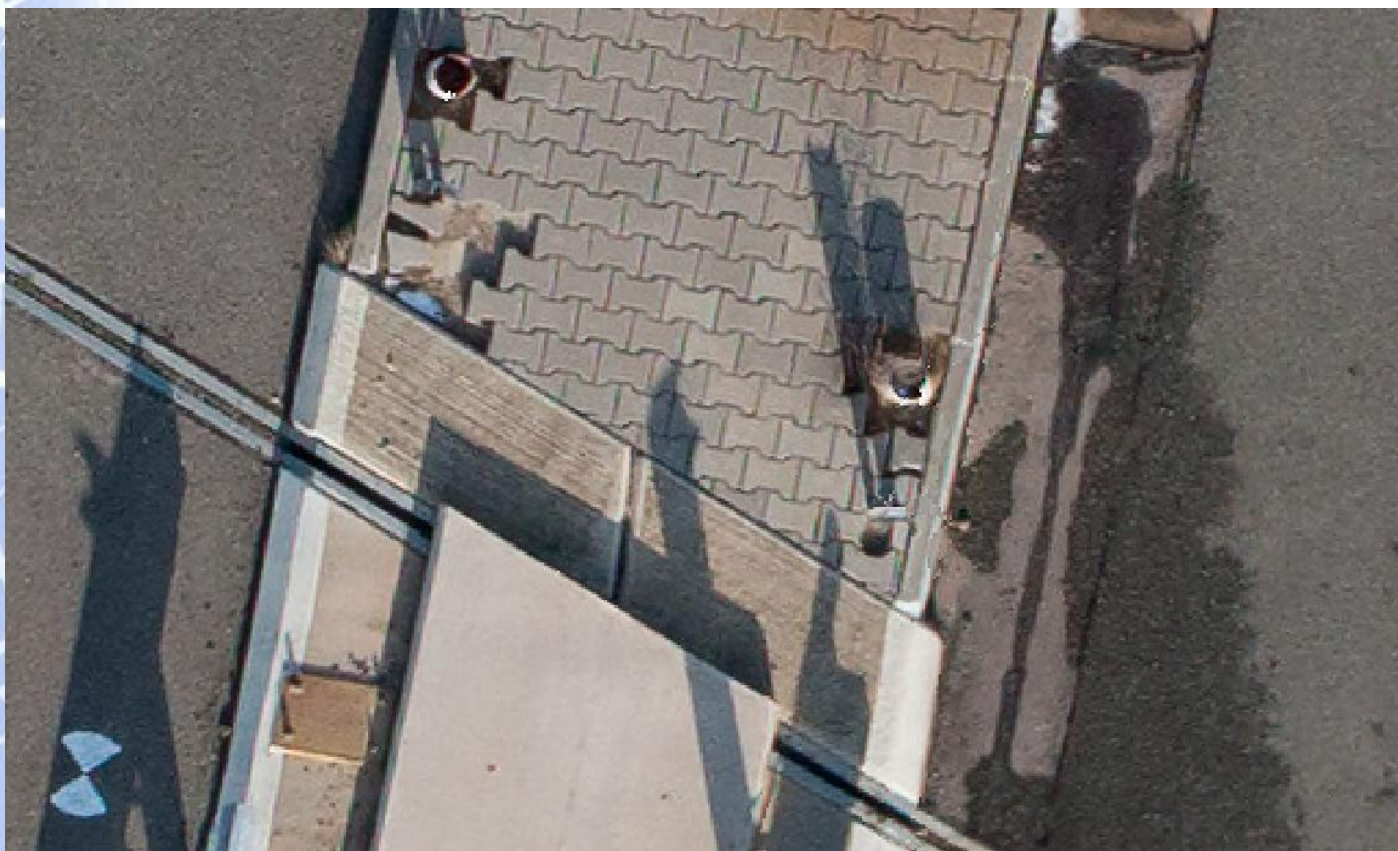




Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Detail snímku - signalizovaný bod základny





Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Testovací snímky při ukázkovém zaměstnání 9.9.2014 v Záběhlicích





Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Testovací snímky při ukázkovém zaměstnání 9.9.2014 v Záběhlicích





Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Testovací snímky při ukázkovém zaměstnání 9.9.2014 v Záběhlicích





Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Testovací snímky při ukázkovém zaměstnání 9.9.2014 v Záběhlicích

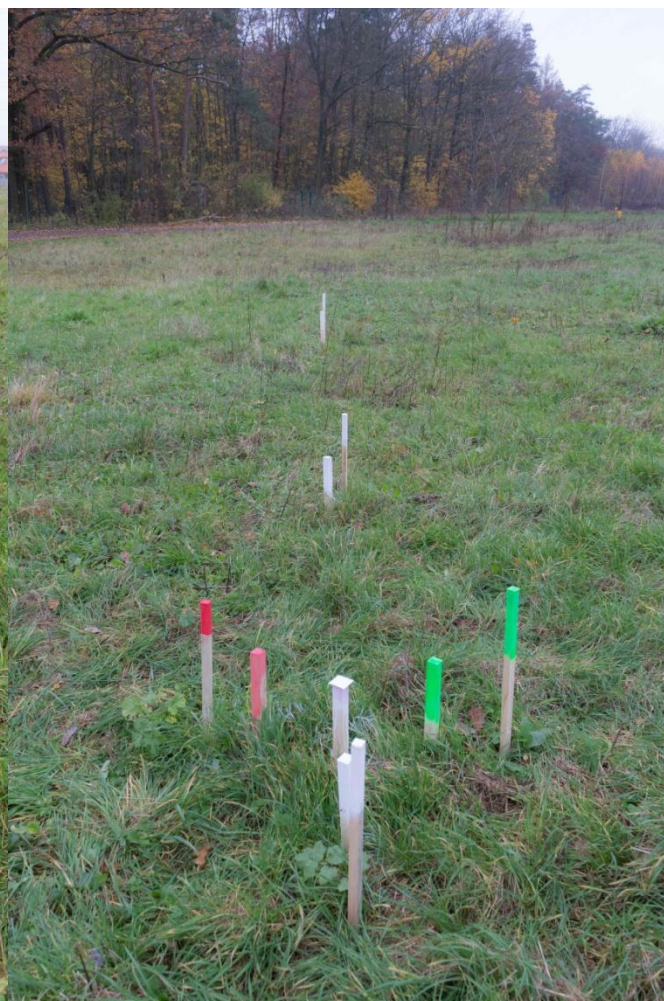


Testovací snímky barevnosti hlav kolků





Testovací snímky barevnosti hlav kolků



Některé v současnosti používané kamery pro RPAS v ČR

Výrobce	Název kamery	Rozměr čipu v [cm]		Počet pixelů na		Obvyklá f v [mm]	Orientační cena v Kč
		délka	šířka	délku	šířku		
PhaseOne	iXU 150 UAV	4,38	3,29	8280	6208	55	960000
Canon	EOS 5D Mark III	3,60	2,40	5760	3840	35	120000
Canon	EOS 700D	2,23	1,49	5184	3256	20	32000
Nikon	D100	2,37	1,56	3038	2000	14	46000
Nikon	D800	3,59	2,4	7360	4912	35	92000
Nikon	D7000	2,36	1,57	4928	3264	16	42000
Olympus	E-510	1,73	1,30	3680	2766	16	18000
Olympus	C8080	0,88	0,66	3260	2444	7	10000
GoPro	HERO3+	0,62	0,46	1920	1080	3	7000

Porovnání prostředků snímkování

DLPS	Přibližný poměr DLPS : Letoun s posádkou	Letoun s posádkou
1	hmotnosti prostředku	1000
1	provozních nákladů*	100
1	pořizovací ceny prostředku	25
1	nákladů na výcvik (přezkušování) pilotů a operátorů**	20
1	relativní operativnosti v případě snímání jednoho cíle	15
1	ceny pravidelně opakovaného snímání plochy do 5kmsq	10
1	adaptability nasazení senzorů	5
5	relativní operativnosti v případě snímání více jak 4 cílů	1
10	rychlosti snímkování vůči velikosti plochy při stejném GSD	1
10000	efektivity při snímání GSD>10cm nad 10kmsq	1

* na straně DLPS započítány provozní náklady osobního vozidla

** do odhadu zahrnuto palivo na přezkoušení poplatky za examinaci atd.



Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



První nástin možného technického, technologického a organizačního postupu zařazení DPLS do Návodu

Projekt TA ČR číslo TB02CUZK002 řešený VÚGTK v.v.i. „Integrace nové techniky a technologie do procesu obnovy katastrálního operátu novým mapováním“ uvádí v zadání v Příl. č.1 bod B.1.

.... Hlavním požadovaným cílem a přínosem projektu je zefektivnit postup, a tím ušetřit náklady na obnovu katastrálního operátu novým mapováním ... použitím nových technologií z oblasti určování polohy jako jsou systémy laserového skenování, **fotogrammetrické metody**, GNSS systémy, **dálkově pilotované letecké systémy**



V rámci Projektu budou zkoumány technické parametry dostupných RPAS, které musí umožnit:

1. Snadné a bezpečné ovládání ve všech fázích letu
2. Snadné operativní plánování snímkových letů
3. Schválení ÚCL do provozu pro letecké práce
4. Efektivní snímkování v katastru s potřebným GSD
5. Výměnu snímacích senzorů
6. Rychlé návazné fotogrammetrické zpracování dat pro potřeby katastrálního mapování
7. V komplexu výsledného zpracování dodržet potřebnou polohovou přesnost mapování



Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



V rámci Projektu budou navrženy na základě praktických zkušeností a výpočtů efektivity nasazení RPAS v reálném mapování vybraného katastrálního území (v roce 2015) organizační opatření, která odpoví na otázky související zejména:

1. Se stanovením počtu kusů RPAS prostředků na jednotlivá katastrální pracoviště
2. S postupem výcviku vybraných pracovníků pro funkci pilota a operátora RPAS
3. S postupem výcviku pracovníků ve fotogrammetrickém zpracování výsledků vyhodnocení fotogrammetrických měření polohy bodů katastru
4. S návrhem postupů stereoskopického zpracování snímků na úrovni katastrálních pracovišť
5. S návrhy na zařazení těchto pracovníků v rámci struktury katastrálních pracovišť
6. S návrhy o zřízení centrálního střediska oprav resortních RPAS prostředků
7. Se stanovením limit při použití RPAS vůči charakteristikám katastrálních území (pokrytí území porosty, roztroušená zástavba atd.)



Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Teoretický harmonogram postupu nasazení DPLS do praxe katastru České republiky ???

1. 2015 praktické testy na katastrálním území vybraném ČÚZK (v Plzeňském kraji) v rámci úkolu TB02CUZK002
2. 2016 další ověření postupů, výpočty efektivity provozu RPAS u resortu a návrhy na realizaci na pilotních pracovištích resortu (3 katastrální pracoviště?), dopracování postupů zařazení technologie do systému mapování v katastru a rozpracování změn Návodu, zpracování metodik výcviku, provozních příruček, postupu letových prací, postupu certifikace pilotů a operátorů u ÚCL a návrhy na organizační začlenění pracovišť RPAS v resortu, návrh na zřízení středisek pro výcvik posádek - v případě „všechno kladné“ - vytvoření finančních rezerv pro nákup RPAS techniky, pro rok 2017, 2018
3. 2017 na základě výsledků bodu 2. vytvoření výcvikového střediska (následně i opravárenského střediska) RPAS u ČÚZK, postupná certifikace všech RPAS prostředků resortu a pilotů a operátorů
4. 2018 plné nasazení do procesu nového mapování



Výzkumný ústav geodetický, topografický a kartografický, v.v.i.
Research Institute of Geodesy, Topography and Cartography



Děkuji za pozornost

Dotazy?