

Pilotní projekt využití technologie UAV (nejen) pro pozemkové úpravy

Martin Malec
Geocart CZ a.s.

Člen Asociace pro bezpilotní letecký průmysl

www.geocart.cz



www.uava.cz



Pilotní projekt využití technologie UAV (nejen) pro pozemkové úpravy

Bezkontaktní technologie

„Pilotní projekt bez pilota“

Výstupy

Testování

Závěr

Bezkontaktní technologie

Fotogrammetrie

RADAR

LIDAR (letecký)

... radarová interferometrie

Mračno bodů vzniklé korelací fotografií

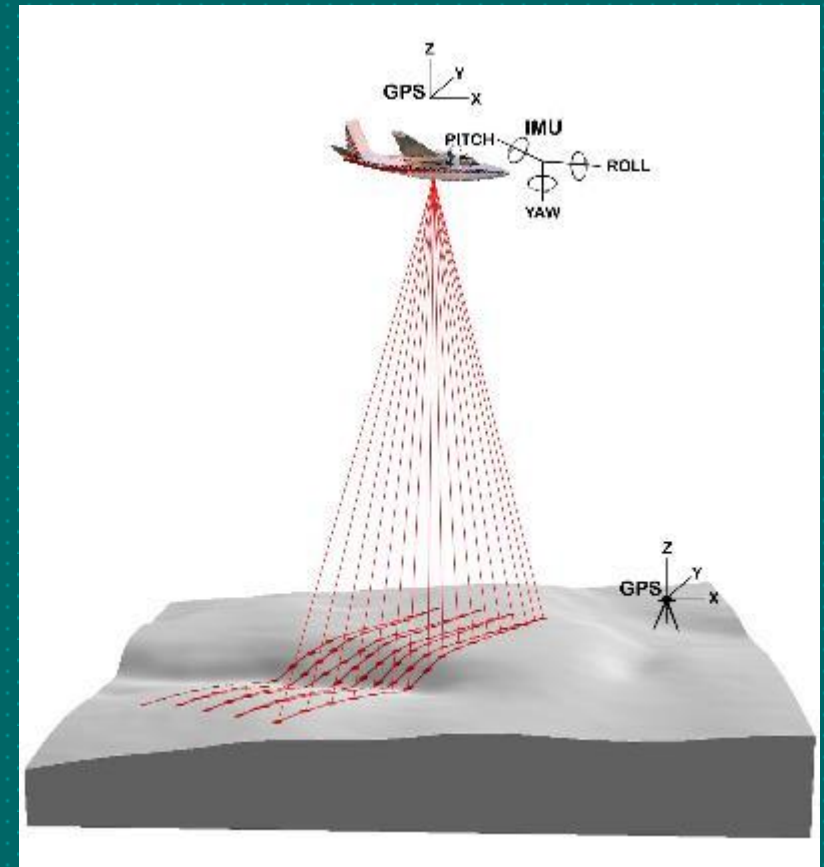
Digitální model terénu (DTM) x Digitální model povrchu (DSM)

LIDAR (letecký)

- Emitor laserových pulsů (10-100tis./sek.)
- Různý pohyb zrcadlo
 - = různá stopa na povrchu
- Určení polohy projekčního centra
 - GPS
 - Inerciální měř. jednotka (IMU)
- Vlícovací body na povrchu

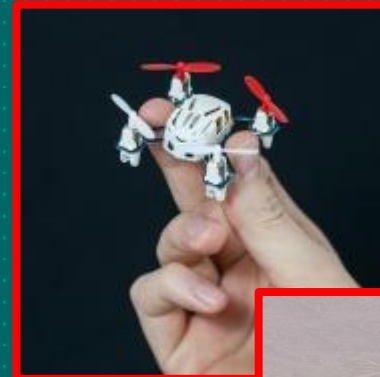
KORELACE (leteckých) snímků

- korelační program vyhledává velké množství odpovídajících si bodů na stereoskopické dvojici snímků
- ...a vlícovací body na povrchu



Aktuální bezpilotní prostředky

- UAV - Unmanned Aerial Vehicle.
UAS (...System), RPAS ...
Dálkově Pilotované Letecké Systémy
- Drone (česky „vrčoun“) ...
- Křídla - „letadla“
- „vrtulníky“
kvadro..., hexa..., oktoptéry



Bezpečnost, odpovědnost

- trestní + NOZ
- z pohledu relevantních orgánů
 - MD (Montrealská dohoda, ES 2027/1997, 785/2004 (pojistky)
 - ŘLP
 - ÚCL
 - vydává povolení pro „letecké práce“ (pilotní zkoušky, dokumentace nosiče, pojistka,...)
 - řeší sankce ...
 - ÚOOÚ ...
 - ...s vedlejšími daty nebylo pracováno, ani sekundárně využity...
 - Informace pro potencionálně přítomné



„Pilotní projekt bez pilota“

Využití bezpilotních leteckých prostředků pro potřeby pozemkových úřadů

- k.ú. Chotěmice (Tábor)
- k.ú. Kaliště u Lipí (České Budějovice)

- **ortofoto vysokého rozlišení**
- **mračno bodů (x,y,z)**
- **porovnání výstupů s výsledky zeměměřických činností**
- **ukázka dalšího využití a možností**

Snímkování území

Vlícovací body zásadní je

- vhodné rozmístění a umístění
 - kvalitní zaměření
- 16 bodů



k.ú. Chotěmice – 500ha

Bezpilotní letoun MaVinci Sirius
Hexakoptéra (vhodné do 50ha)



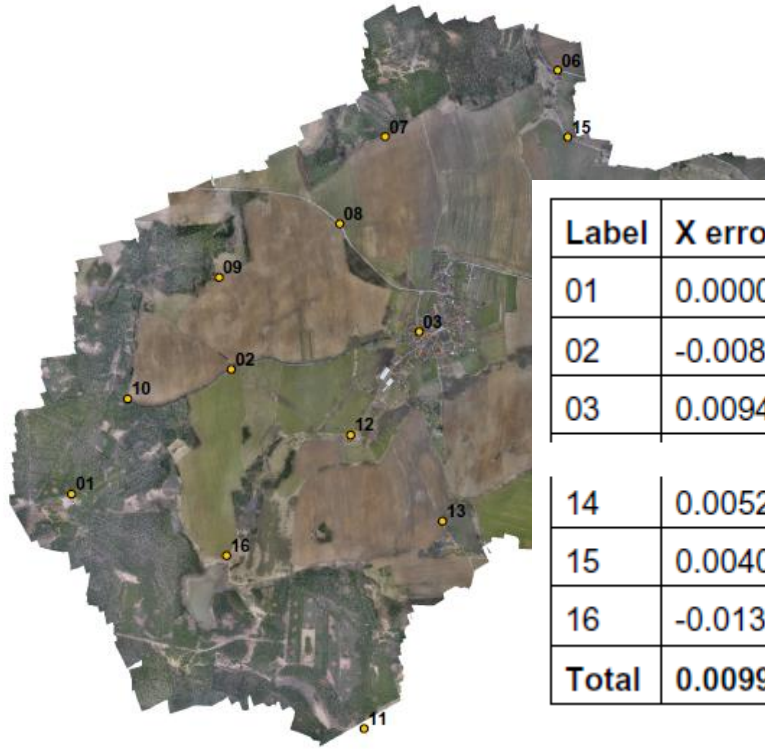
Vlícovací body

Vlícovací body zásadní je

- vhodné rozmístění a umístění
- kvalitní zaměření



Ground Control Points



Label	X error (m)	Y error (m)	Z error (m)	Error (m)	Projections	Error (pix)
01	0.000022	-0.000008	-0.000353	0.000354	17	0.285310
02	-0.008785	-0.006633	0.000850	0.011041	6	0.378793
03	0.009403	0.005372	0.003288	0.011317	10	0.468052
14	0.005204	0.015157	0.008737	0.018252	13	0.483301
15	0.004001	0.002283	-0.002521	0.005251	9	0.307236
16	-0.013921	-0.010674	-0.009965	0.020175	15	0.392842
Total	0.009943	0.011469	0.008005	0.017160	192	0.401656

Snímkování území

OK-X003N

8.4.
5 letů

Trasy letů

Cca 200m nad terénem
2044 snímků
překryt 80/60 %

Panasonic GX1 (14 mm)



Pilot UAV
VUT – GNSS – II/2016

www.geocart.cz

Ortofoto vysokého rozlišení

50cm/px , 25cm/px , 5cm/px



Pilot UAV
– GNSS – II/2016

www.geocart.cz

50cm/px , 25cm/px , 5cm/px



Dnešní ortofoto z ČÚZK

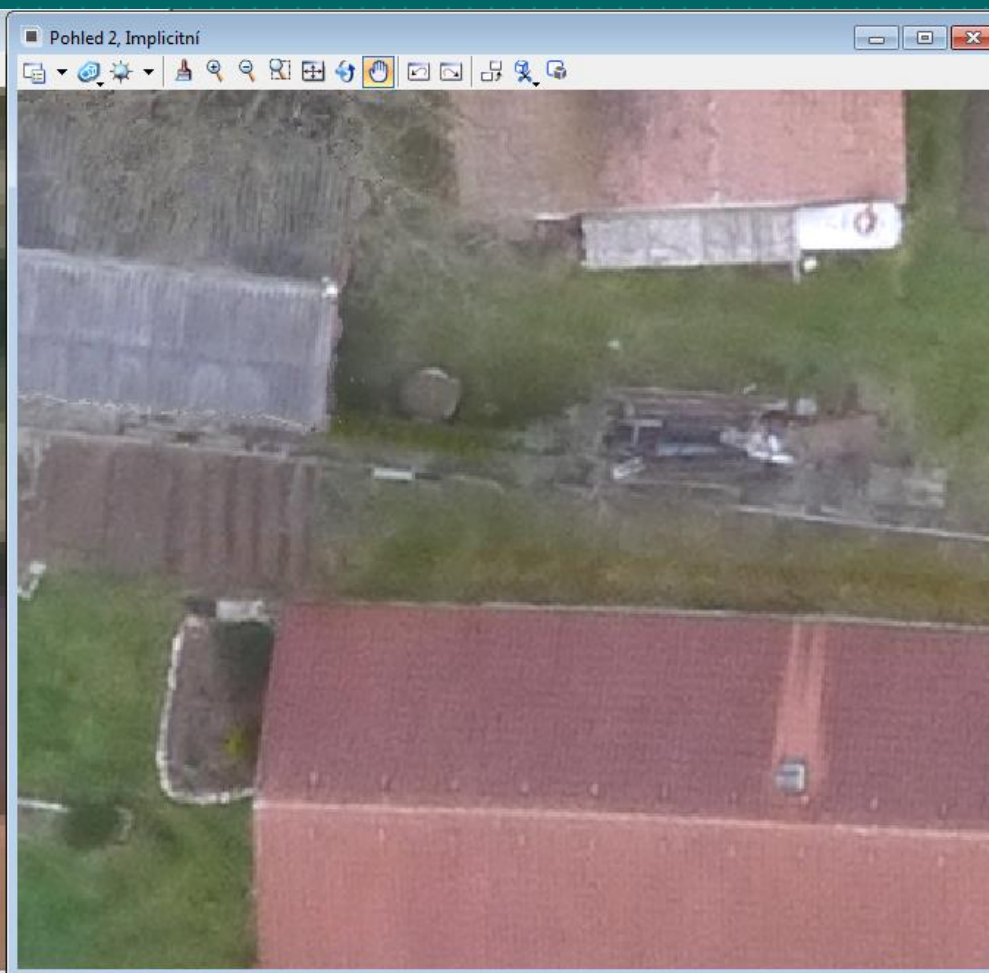
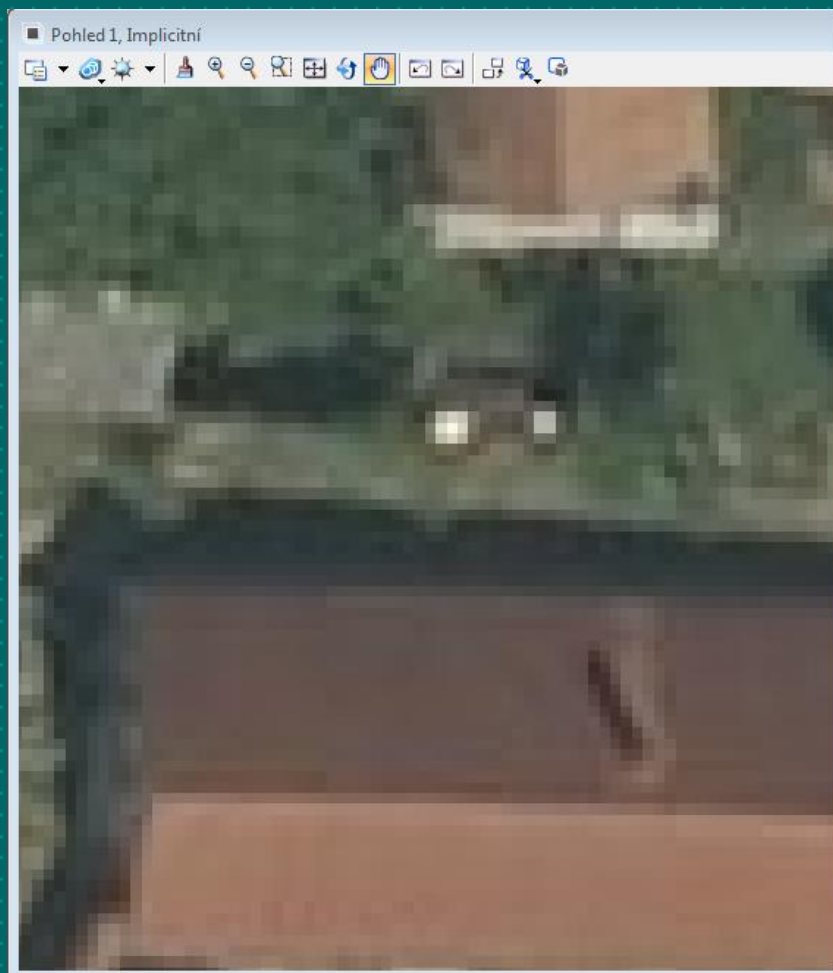


Ortofoto z UAV



Dnešní ortofoto z ČÚZK

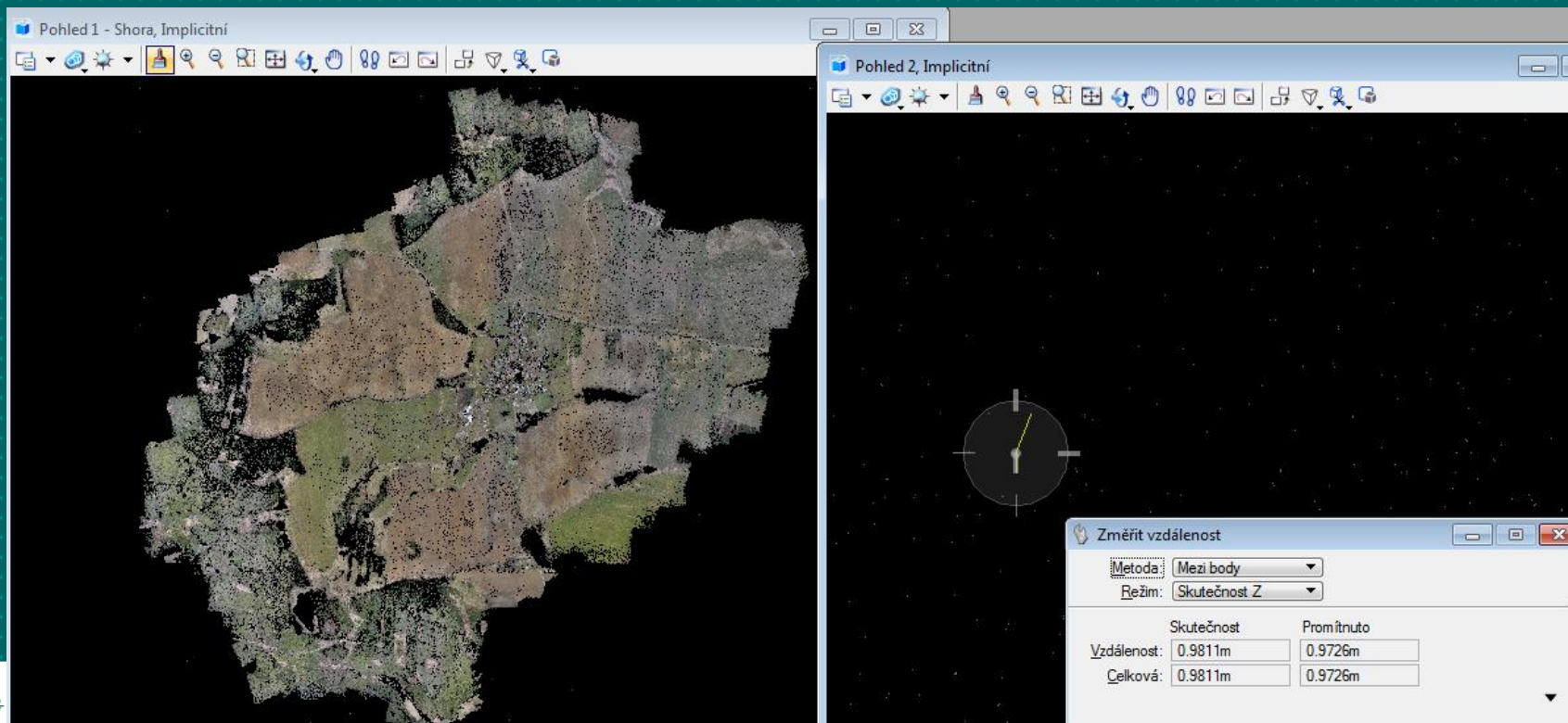
Ortofoto 5cm/px (z UAV)



Mračno bodů, „bodový mrak“

Celé k.ú. (500ha)

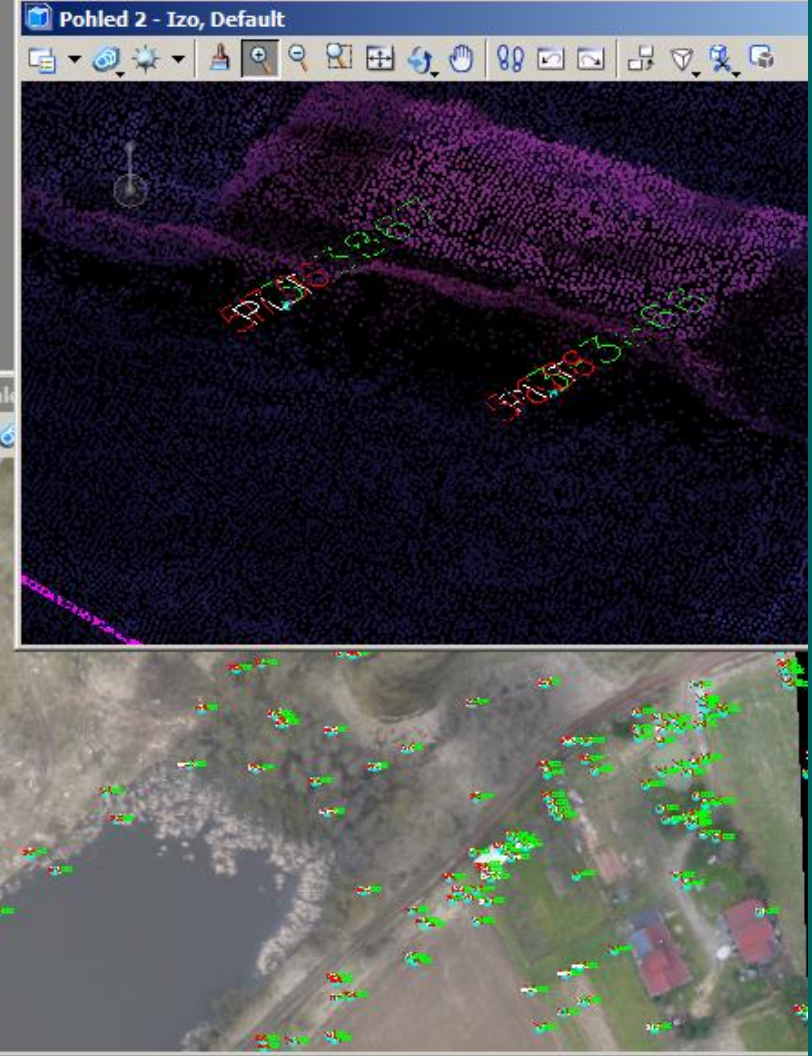
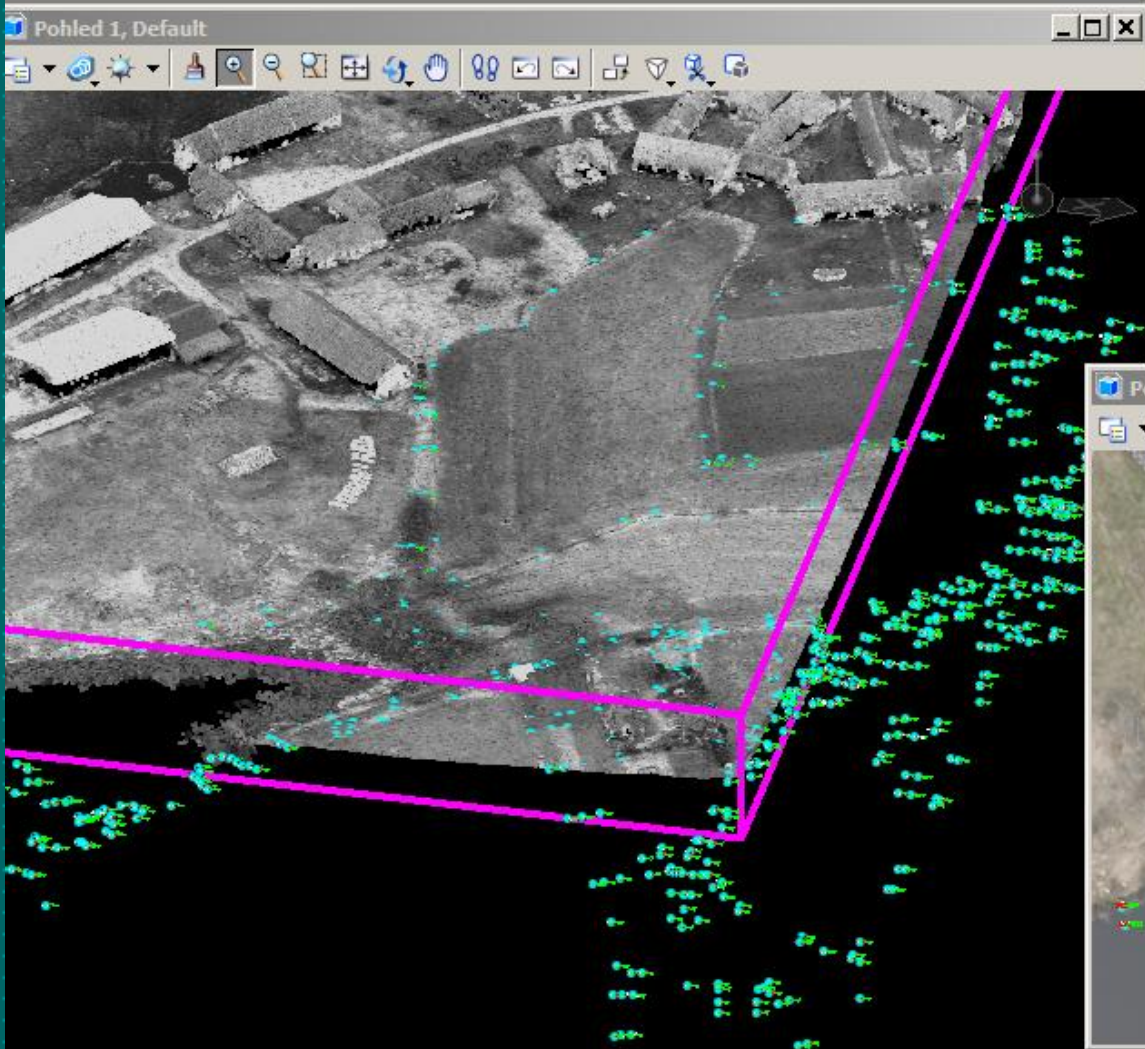
1. jeden „nařaděný“ soubor , cca 7mil. Bodů
2. plná data - území „rozřezáno“ na 40 „dlaždic“ 500x500m (15-20mil. bodů každá)



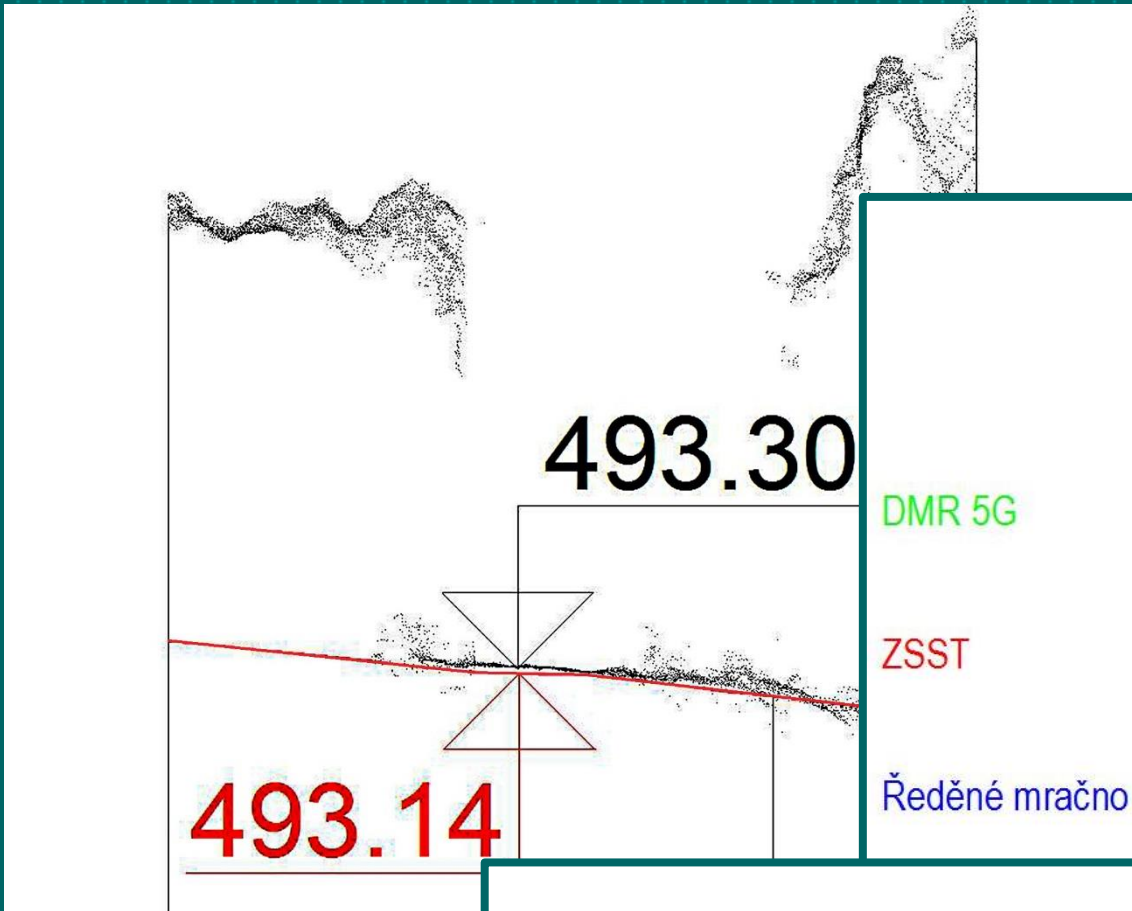
Mračno bodů

Soubory formátu LAS – převod POD pro MicroStation
...reálná ukázka v Mstn V8i

- „nařaděné“ mračno z celého k.ú., cca 1bod/m - cca 7mil. bodů
- Čtverec 500x500m „neřaděných“ dat - 18mil. bodů



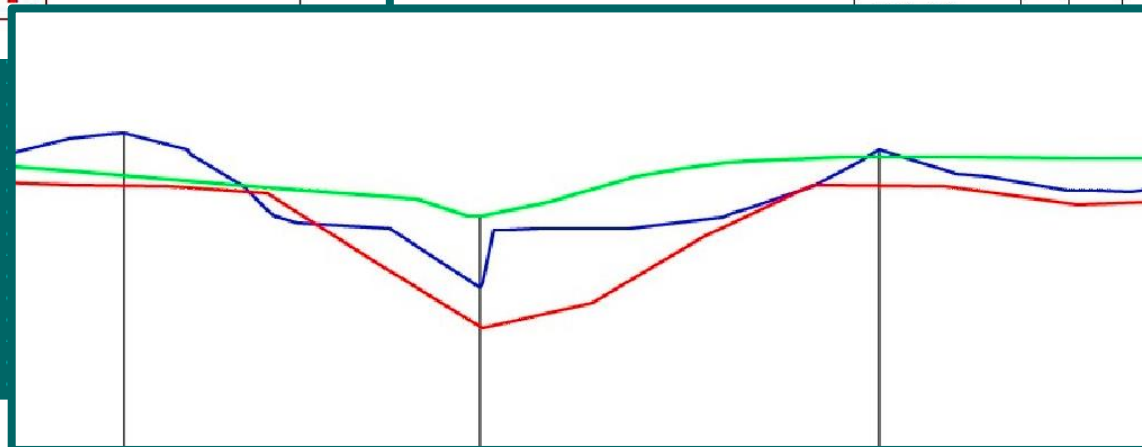
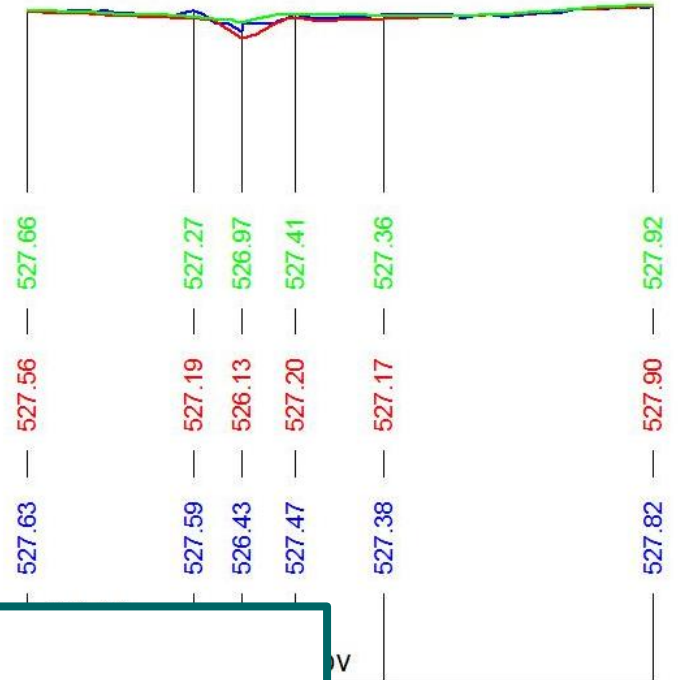
Mračno bodů



DMR 5G

ZSST

Řaděné mračno

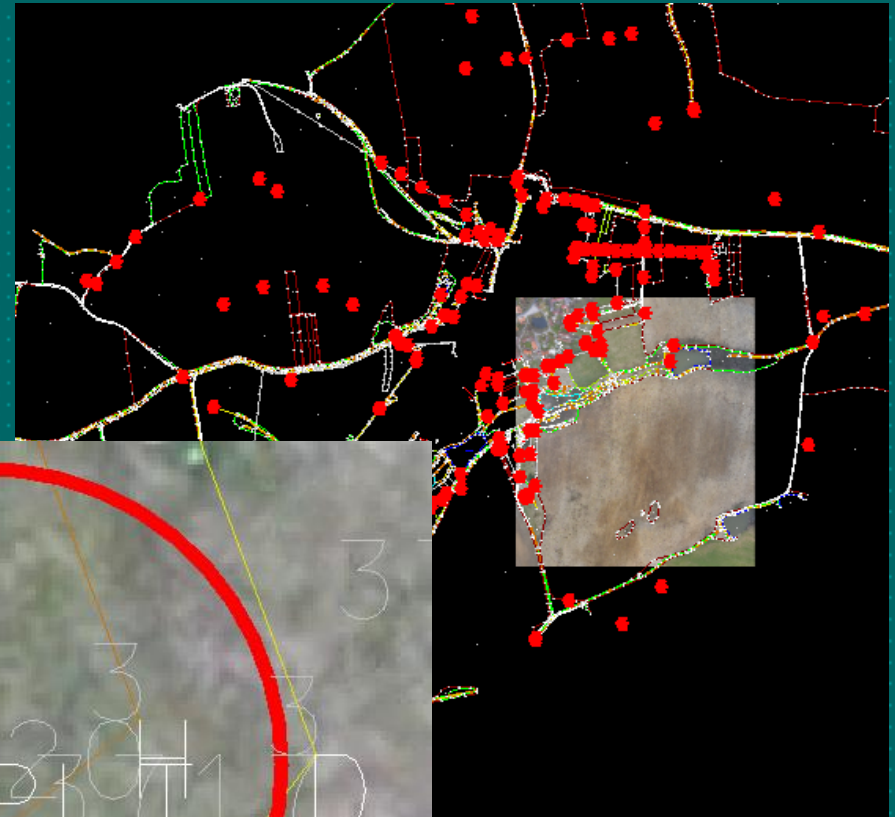


Porovnání výstupů

Porovnání výstupů s geodeticky měřenými daty

Vytipováno přes 100 identických, jednoznačně identifikovatelných bodů

$\Delta Y, \Delta X, \Delta Z$



Porovnání výstupů

Směrodatná odchylka
Střední souřadnicová odchylka vůči
geodet. měření 41mm

Výsledná střední polohová chyba
 $m_{xy} = 69\text{mm}$

ale (ve výšce)
 $m_z = 312\text{mm}$

Součástí předání
rovněž protokol z korelačního SW

bodu	Y	X	Z
10099	0,040	0,020	-0,320
10367	0,050	-0,010	-0,490
10384	0,050	-0,020	-0,270
10410	-0,030	-0,030	-0,630
10415	-0,050	0,000	-0,420
10420	0,030	0,030	-0,400
10485	0,010	-0,010	-0,280
10491	-0,020	-0,010	-0,090
10543	0,030	-0,050	-0,250
10558	-0,020	-0,030	-0,210
10722	-0,050	-0,020	-0,130
10793	0,010	-0,060	-0,080
10843	0,020	-0,060	0,010
11227	-0,020	-0,010	-0,080
11232	-0,010	-0,020	-0,080
11337	0,020	0,000	0,210
11341	-0,020	0,020	0,030
11350	-0,010	0,010	0,140
11356	-0,040	-0,040	-0,200
11358	0,010	0,010	-0,040
11409	-0,050	-0,010	-0,220
11516	-0,010	-0,050	-0,150
11521	0,020	0,010	-0,090
11540	0,030	0,060	-0,120
11549	0,000	-0,010	0,040
11561	0,020	-0,040	-0,060
11562	0,040	0,010	-0,030
11563	0,000	-0,010	-0,060
11564	0,020	-0,010	-0,110
11614	0,040	0,000	-0,180
11617	0,010	0,000	-0,110
20032	0,000	-0,040	0,000
20194	0,020	-0,020	0,040
20281	-0,060	0,000	0,030
20540	0,010	-0,030	-0,040
20635	-0,030	-0,070	-0,020
20681	0,010	-0,010	-0,220
20694	-0,030	-0,030	-0,410
20702	-0,010	-0,030	-0,020
20713	0,010	0,000	-0,210

Další možnosti využití

Kontrolní snímkování (kontrolní den stavby) –
jasná dokumentace s přesným určením času

Sférické snímky

Využití pro potřeby identifikace erozních jevů.
Potřeba ale ještě vyšší rozlišení – 1(2)cm/px

Předmět předání

1. Příprava a sběr dat

- seznam souřadnic vlíčovacích bodů
- protokol o snímkování z korelačního SW

2. Data

- ortofoto mapa území
50cm/px celé k.ú.
datové dlaždice 5cm/px
- mračno bodů DSM
celé k.ú. (řaděná data)
čtverce 500x500m (plná data)

3. Porovnání dat z geodetického skutečného zaměření území a dat z UAV

4. Technická zpráva (vč. fotodokumentace a průvodní presentace)

Data předána na USB nosiči (celkem cca 50GB)

Velmi kvalitní výsledky ortofotomapy

Mračno bodů - Digitální model povrchu (DSM)

Vysoká operativnost – časové určení

Sférické snímky, dokumentační (reklamní) průlety, videa

Variabilita snímacího zařízení na UAV

Děkuji za pozornost
Martin Malec
malec.m@geocart.cz