

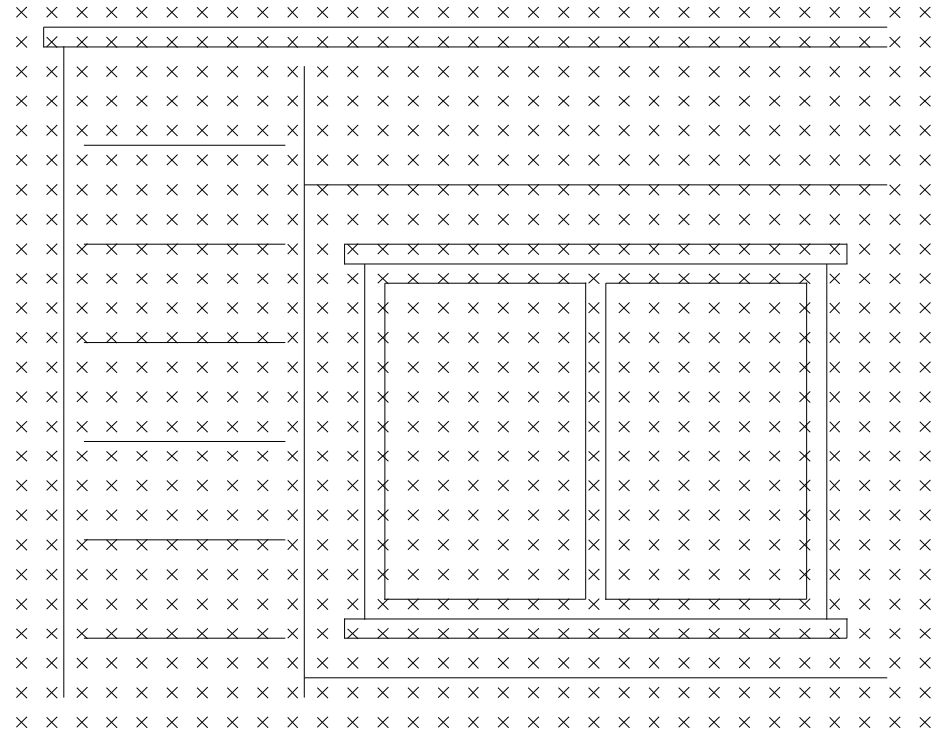
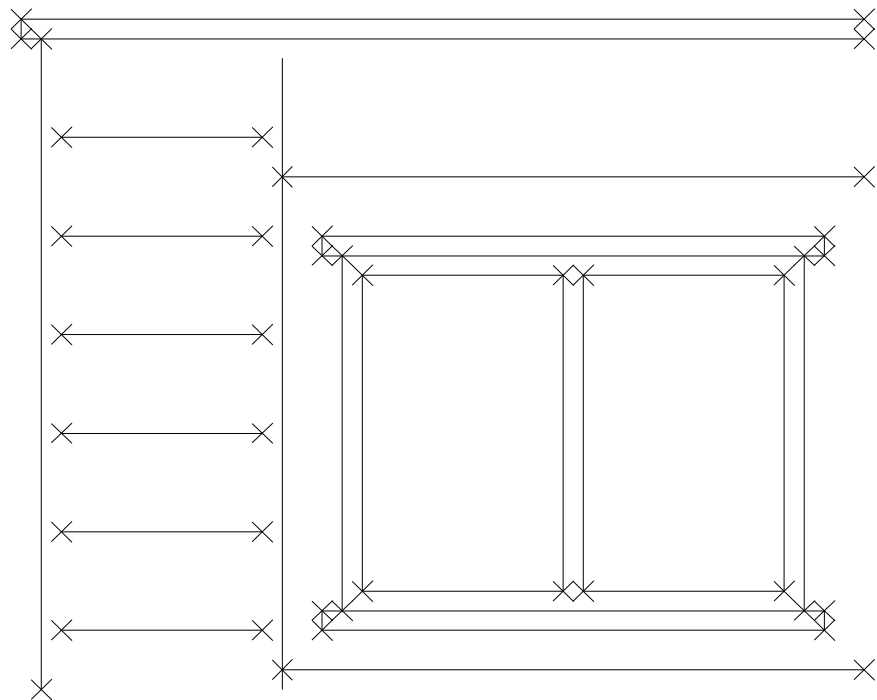
Pozemní laserové skenování

Pozemní skener

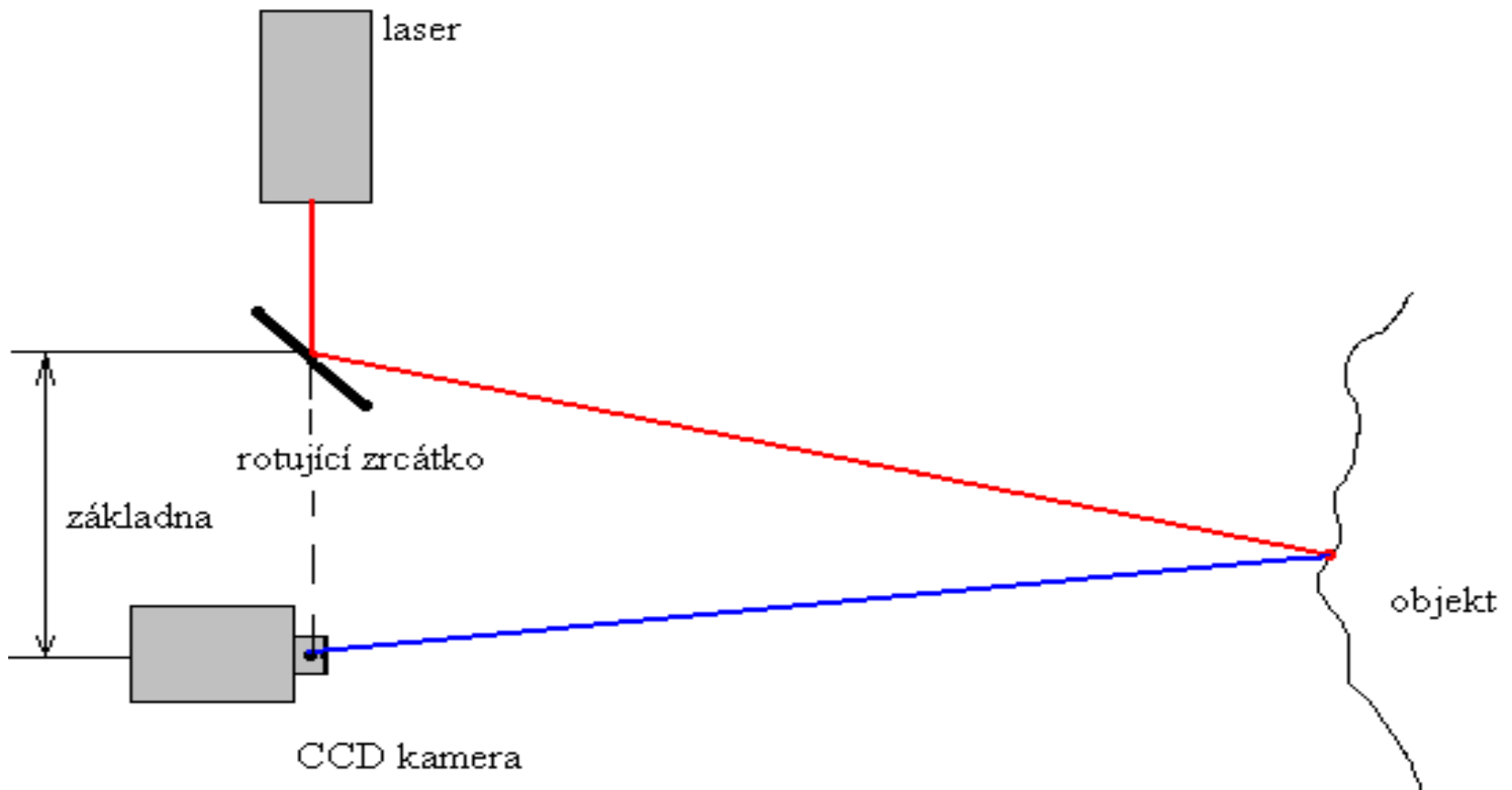
obecné parametry

- **Dosah 1- 800 m v závislosti na odrazivosti plochy a typu skeneru**
- **Skenování v kroku obvykle 0,01 gradu**
- **Frekvence měření cca 50 - 500 kHz**

Rozdíl mezi geodetickým měřením a skenováním



Skener se základnou - jednokamerový



Postup měření a vyhodnocení

- **Rekognoskace měřeného objektu a okolí**
- **Volba stanovisek pro skenování**
- **Signalizace a zaměření vlíčovacích bodů**
- **Skenování**
- **Spojování jednotlivých skenů, úpravy mračen bodů**
- **Zpracování měření - aproximace objektů matematickými primitivy, modelování**
- **Vizualizace přiřazení barev, textur**

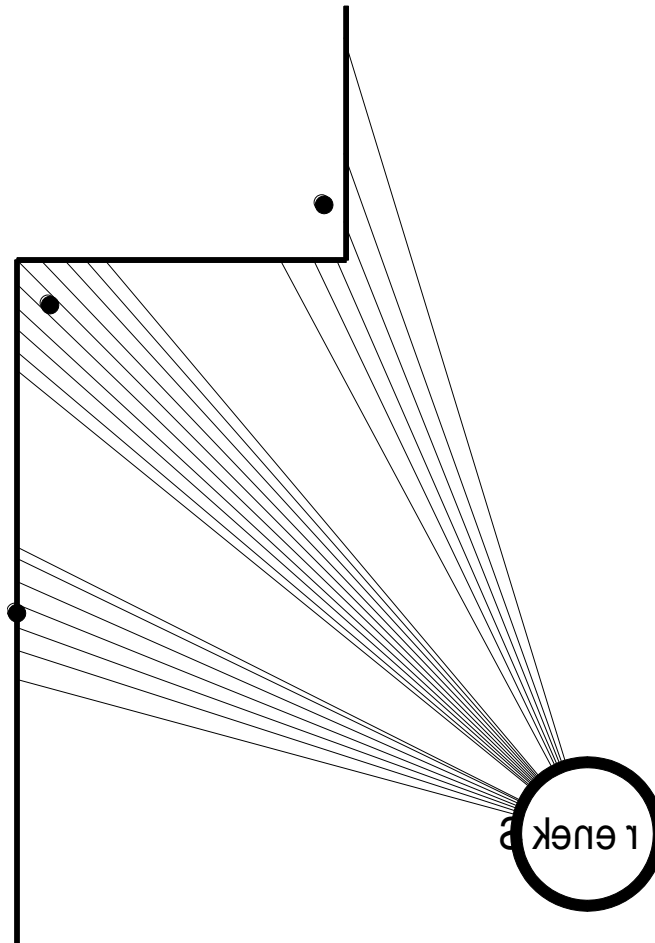
Vlícovací body

- **Terče nebo objekty**
- **Terče – reflexní i nereflexní**
- **Objekty – koule, polokoule, kužely**
- **Poloha, přesnost to samé jak ve fotogrammetrii**

Vlčovací body



Vliv geometrie měřeného objektu



Pozemní skener LMS Z360 fy Riegl



Pozemní skener Calidus



Pozemní skener Optech ILRIS 3D



Pozemní skener Optech ILRIS 36D

- Možné otáčení a náklon skeneru



Leica Scan Station C10 s integrovanou dig. kamerou



Leica Scan Station C10

Přesnost jednoho měření:

Poloha 6 mm, vzdálenost 4 mm

úhly (horizontal/vertical) (12" / 12")

Přesnot modelované plochy 2 mm

Laser pulzní vlnová délka = 532 nm

**dosah 300 m pro 90%; 134 m pro 18%
odrazivost**

Rychlost měření až 50,000 Khz

Leica Scan Station C10

kamera

**Jeden snímek $17^\circ \times 17^\circ$: 1920 x 1920 pixelů
(4 megapixels)**

Celý prostor $360^\circ \times 270^\circ$: 190 snímků;

Cyclone software

Data transfer Ethernet or USB 2.0 device

**Laser olovnice , centrační přesnost 1.5 mm
na 1.5 m**

Leica HDS7000



Laser Scanning System					
Type	Phase-shift				
Wavelength	1.5µm Invisible				
Laser Class	1 (in accordance with IEC 60825-1 resp. EN 60825-1)				
Range	187 m ambiguity interval 0.3 m minimum range 0.1 mm resolution				
Linearity error ¹	≤ 1 mm				
Spot size	~ 3.5 mm @ 0.1 m distance (Gaussian-based)				
Beam divergence	< 0.3 mrad				
Scan rate	Up to 1,016,727 points/sec, maximum instantaneous rate				
Range noise	Range	Black 14%	Gray 37%	White 80%	
	10 m ²	0.5 mm rms	0.4 mm rms	0.3 mm rms	
	25 m ²	1.0 mm rms	0.6 mm rms	0.5 mm rms	
	50 m ²	2.7 mm rms	1.2 mm rms	0.8 mm rms	
	100 m ²	10 mm rms	3.8 mm rms	2.0 mm rms	
Scan resolution	7 pre-set spacings per table				
Selectability	Pts/ 360° (vert./horiz.)	Low quality ²	Normal quality ²	High quality ²	Premium quality ²
preview ²	1250	0:13 min	0:26 min	0:52 min	1:44 min
low	2500	0:26 min	0:52 min	1:44 min	3:24 min
middle	5000	0:52 min	1:44 min	3:22 min	6:44 min
high	10000	1:44 min	3:22 min	6:44 min	13:28 min
super high	20000	3:28 min	6:44 min	13:28 min	26:56 min
ultra high ²	40000	---	13:28 min	26:56 min	53:20 min
extremely high ²	100000	---	1:21 h	2:42 h	3:24 h
Field-of-View	max. 360° x 320° (horizontal/vertical)				
Scanning Optics	Vertically rotating mirror on horizontally rotating base; User selectable vertical rotation speed 6.25 rps, 12.5 rps, 25 rps or 50rps); Environmentally protected by shield				
Scan motors	Direct drive, brushless				
Angular accur.	125 µrad / 125µrad (horizontal/vertical)				
Angular resol.	7 µrad / 7 µrad (horizontal/vertical)				

Z+F Imager 5006



Z+F Imager 5006 – technická data

Laser measurement system	
Ambiguity interval:	79 m
Min. range:	0.4 m
Resolution range:	0.1 mm
Data acquisition rate:	≤ 508 000 pxl/sec.
Linearity error up to 50m: ¹	≤ 1 mm
Range noise at 10 m: ^{1 2} > Reflectivity 10% (black): > Reflectivity 20% (dark grey): > Reflectivity 100% (white):	1.2 mm rms 0.7 mm rms 0.4 mm rms
Range noise at 25 m: ^{1 2} > Reflectivity 10% (black): > Reflectivity 20% (dark grey): > Reflectivity 100% (white):	2.6 mm rms 1.5 mm rms 0.7 mm rms
Range noise at 50 m: ^{1 2 3} > Reflectivity 10% (black): > Reflectivity 20% (dark grey): > Reflectivity 100% (white):	6.8 mm rms 3.5 mm rms 1.8 mm rms

Z+F Imager 5006 – technická data

Optical transceiver	
Laser:	visible
Beam divergence:	0.22 mrad
Beam diameter at 1 m distance:	3 mm circular
Laser safety class:	3R (ISO EN 60825-1)
Deflection unit	
System vertical: System horizontal:	Rotating mirror Rotating device
Field of view vertical: Field of view horizontal:	310° 360°
Resolution vertical: Resolution horizontal:	0.0018° 0.0018°
Accuracy vertical: ¹ Accuracy horizontal: ¹	0.007° rms 0.007° rms

Trimble CX

WAVEPULSE™ technology používá kombinovanou metodu měření pulzní (time-of-flight) a fázovou (phase shift)

Dosah 1,2 až 80 m při 90% odrazivosti až 50 m při 18% odrazivosti

Rychlost skenování 54,000 bodů za sec.

Standard deviation

1 mm na 30 m; 1.8 mm a 80 m

Hz angle = 15": Vt angle = 25"

Trimble CX

Přesnot modelované plochy ± 3 mm, Velikost stopy paprsku laseru 8 mm na 25 m; 13 mm na 50 m, Minimální úhlový krok (horiz. & vert.): 0.002°



Skenovací totální stanice

Laserový skener může v některých aplikacích zastoupit motorizovaná totální stanice s bezhranovým dálkoměrem

výhody: výrazně levnější, univerzální (i jiná geodetická měření), měří přímo v souřadnicové soustavě

nevýhody: pomalé, desítky bodů za minutu, vhodné na skalní masivy, lomy

Skenovací totální stanice

- Topcon GTP - 8200

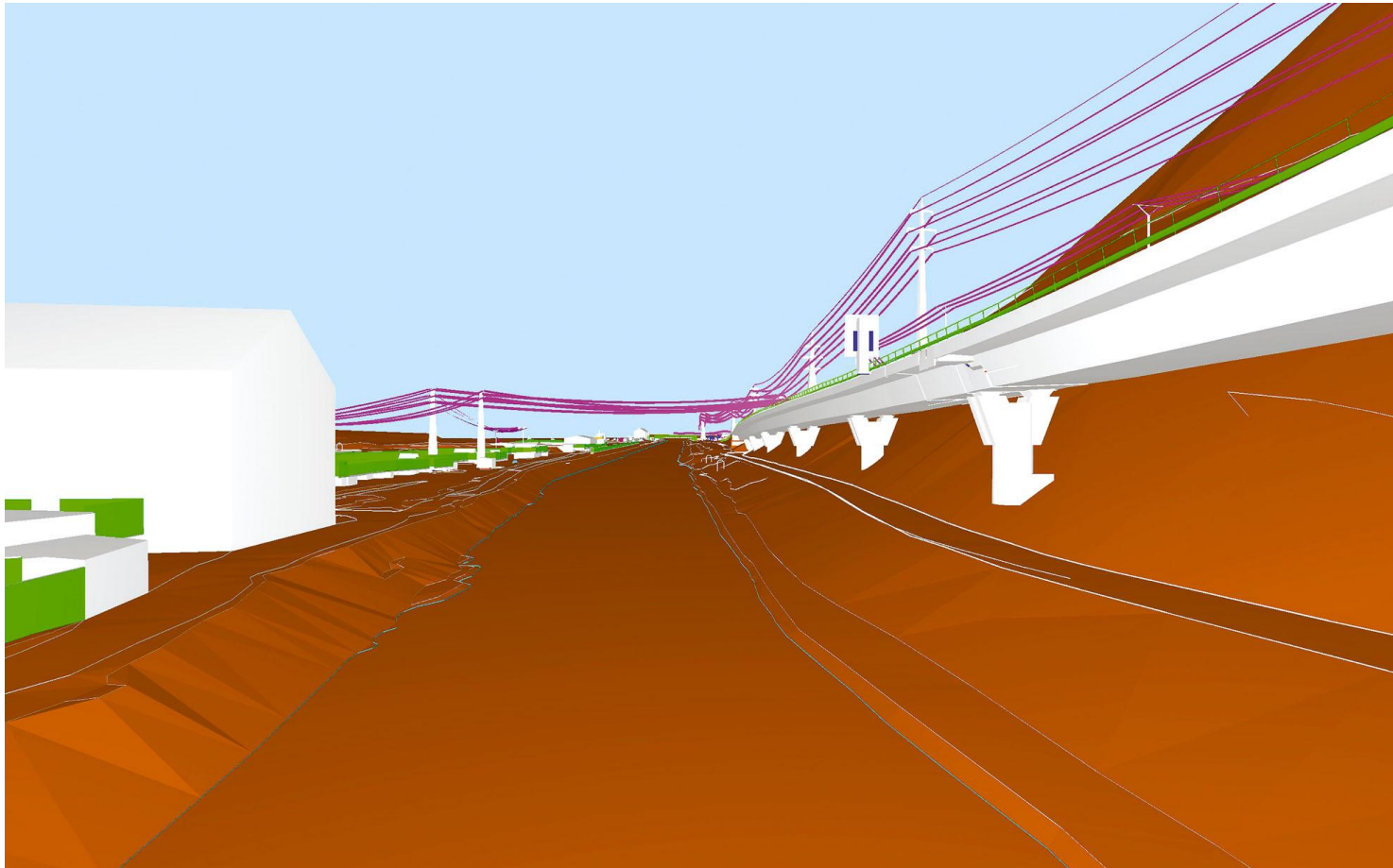


Přístroj TOPCON GPT-8200 a kontrolér FC-100

Skenovaný objekt

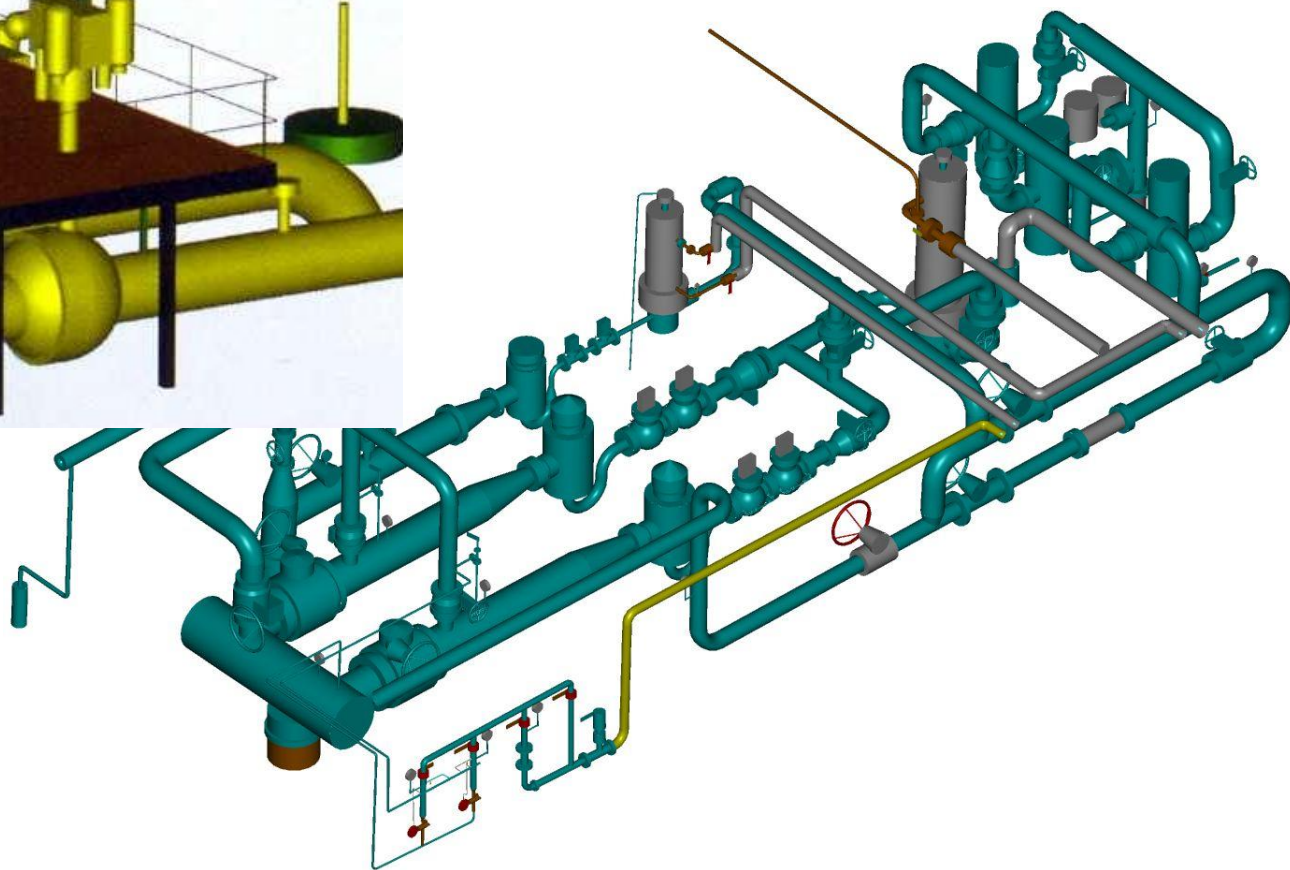
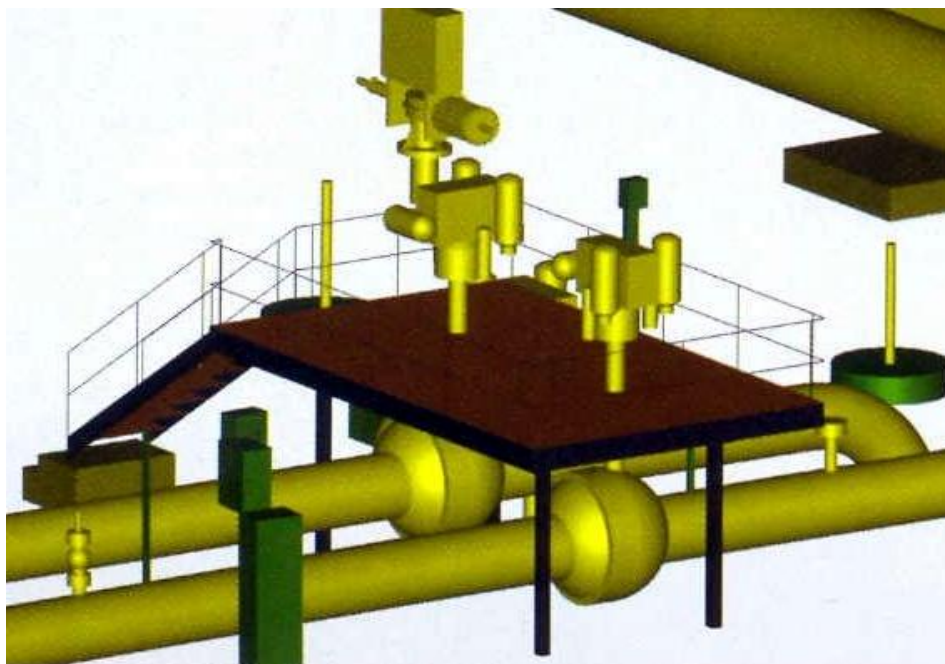


Výsledek pozemního skenování



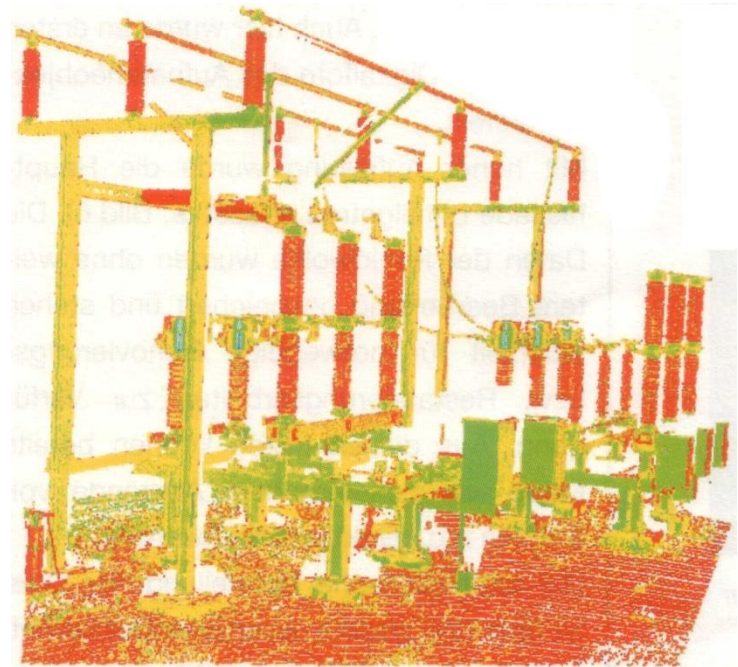
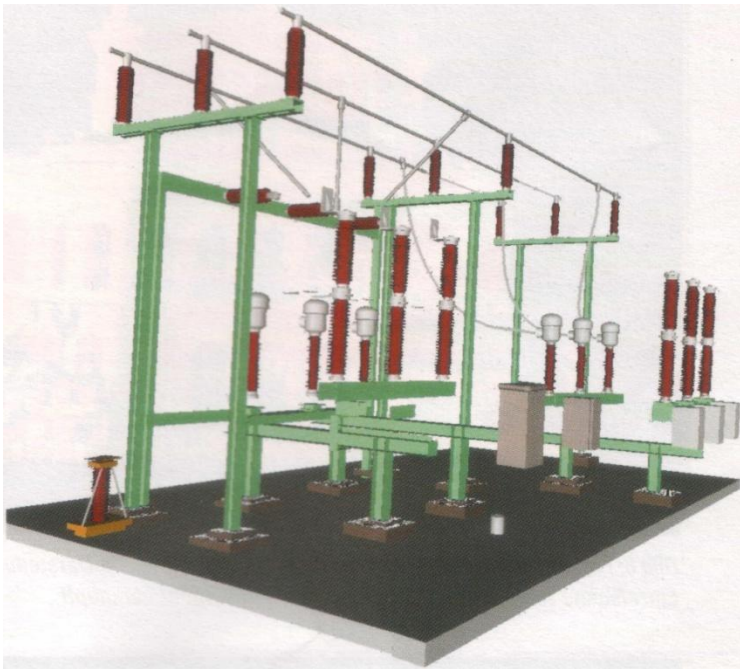
Dálnice u Zvolena –Slovensko – 3D „stínový model“ GEODIS NEWS 2006

Zaměřování složitých technologických celků a konstrukcí



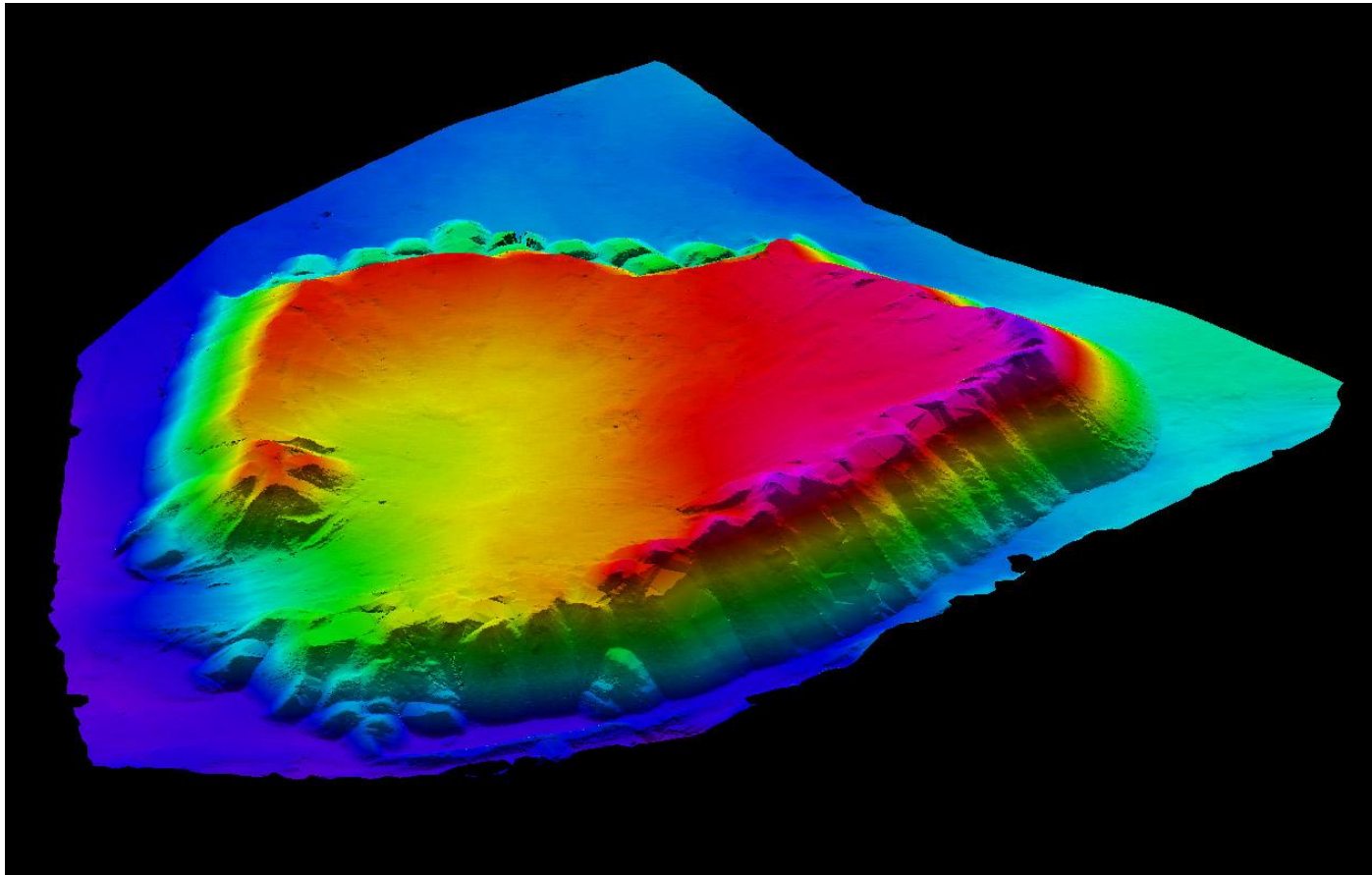
Zaměřování složitých technologických celků a konstrukcí

Model, mračno bodů



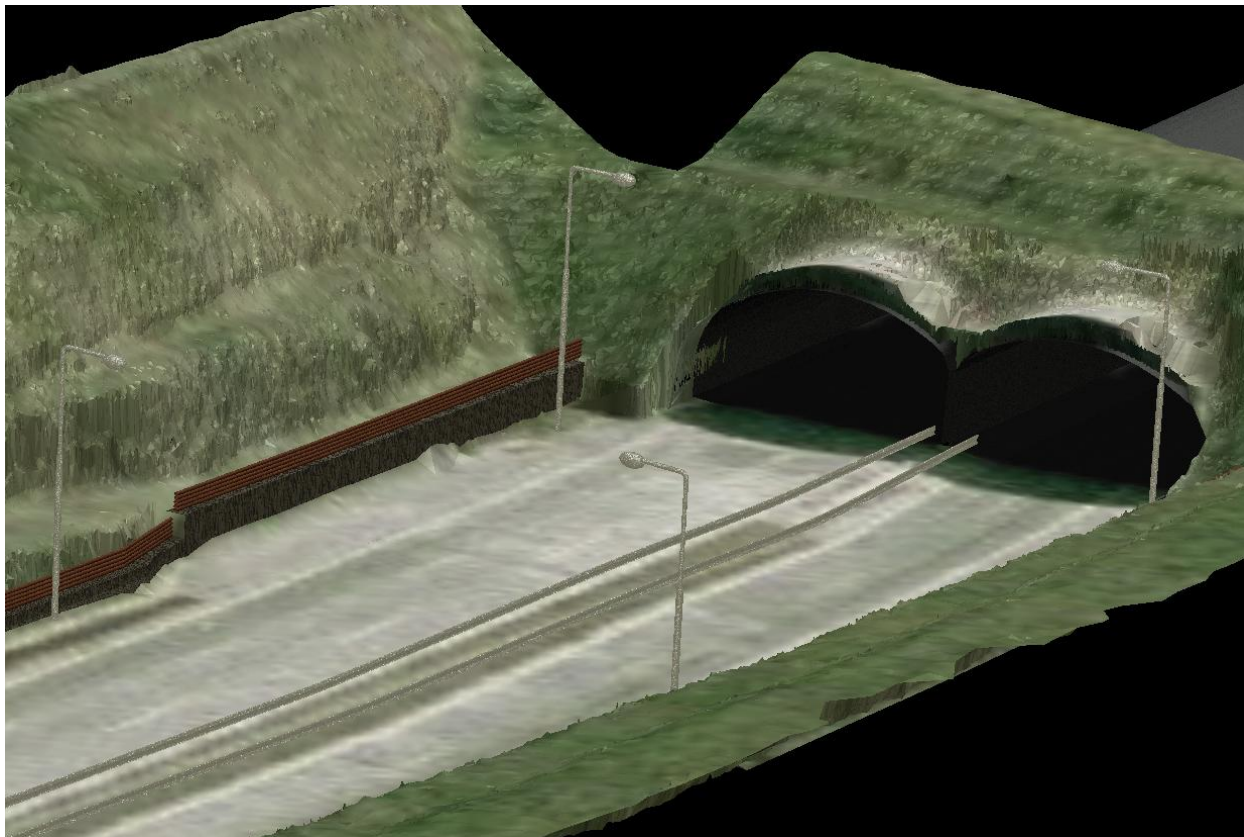
Kubatury

Skládka u Olbramovic, zaměření pro určení kubatur - Geodis, 2004

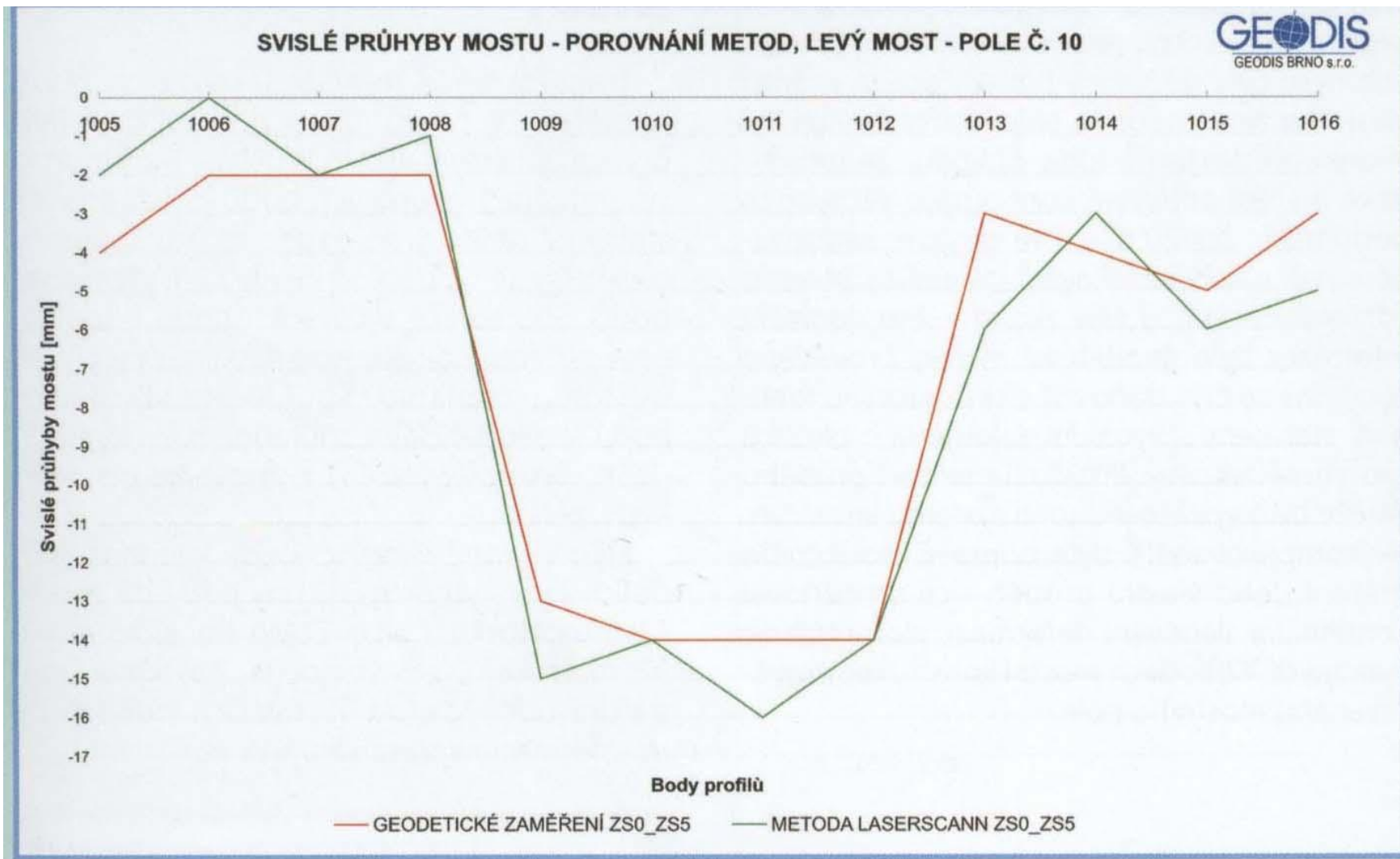


Dopravní stavby

- vstupního portálu R35 u Lipníka nad Bečvou Geodis, 2005

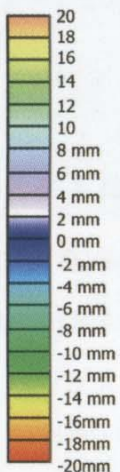


Zatěžkávací zkouška mostu

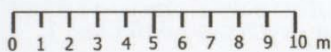


Zatěžkávací zkouška mostu

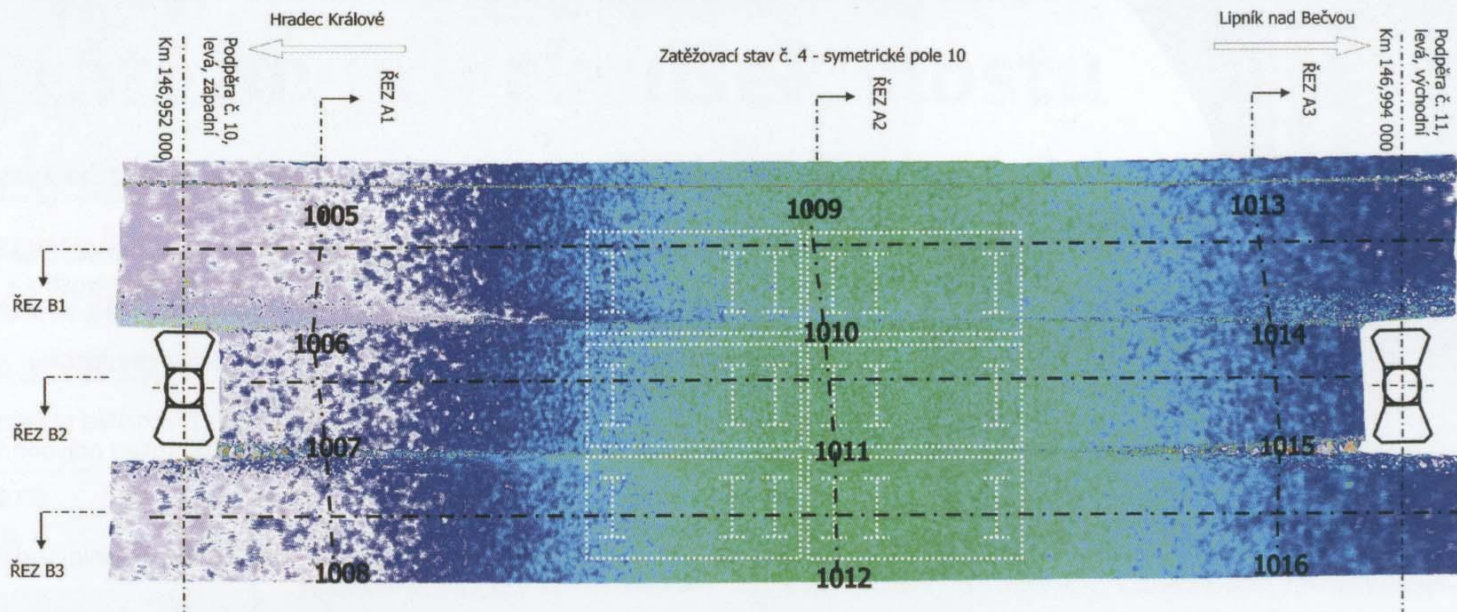
LEGENDA



MĚŘÍTKO



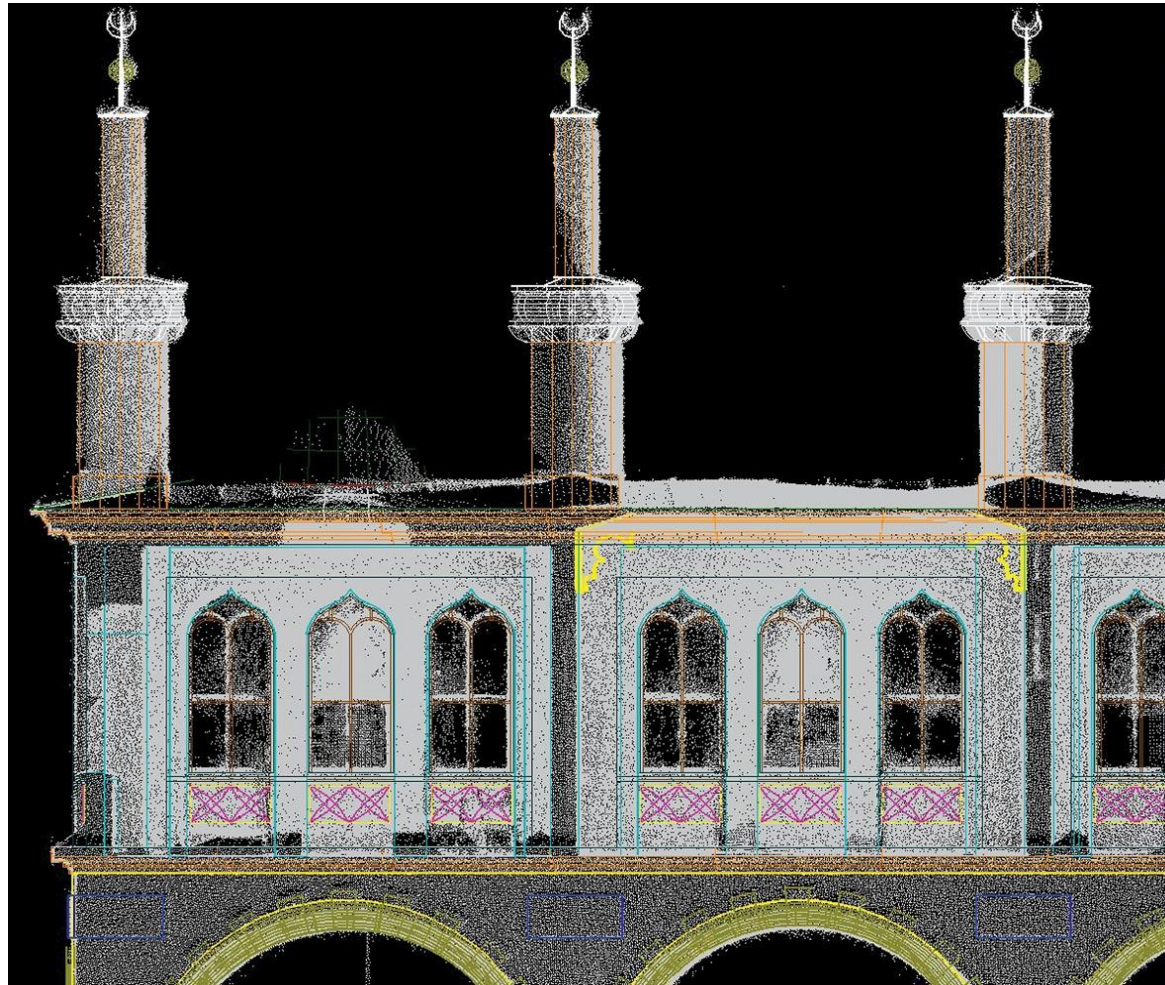
Svislé posuvy, rozdíl stavů ZS0-ZS4



Ortofoto stropu pomocí skeneru a digitálního snímku



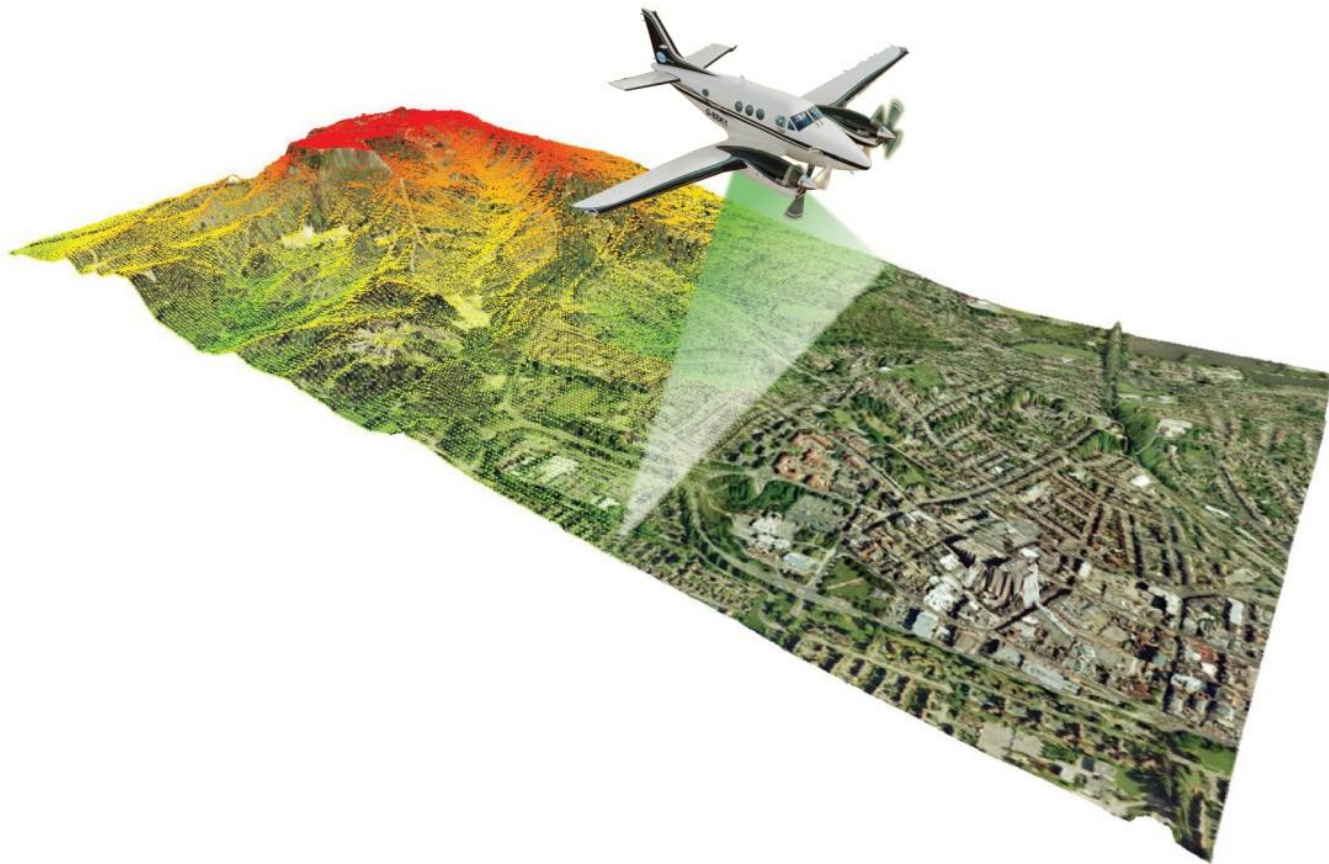
Vyhodnocení mračna bodů - minaret



Model minaretu

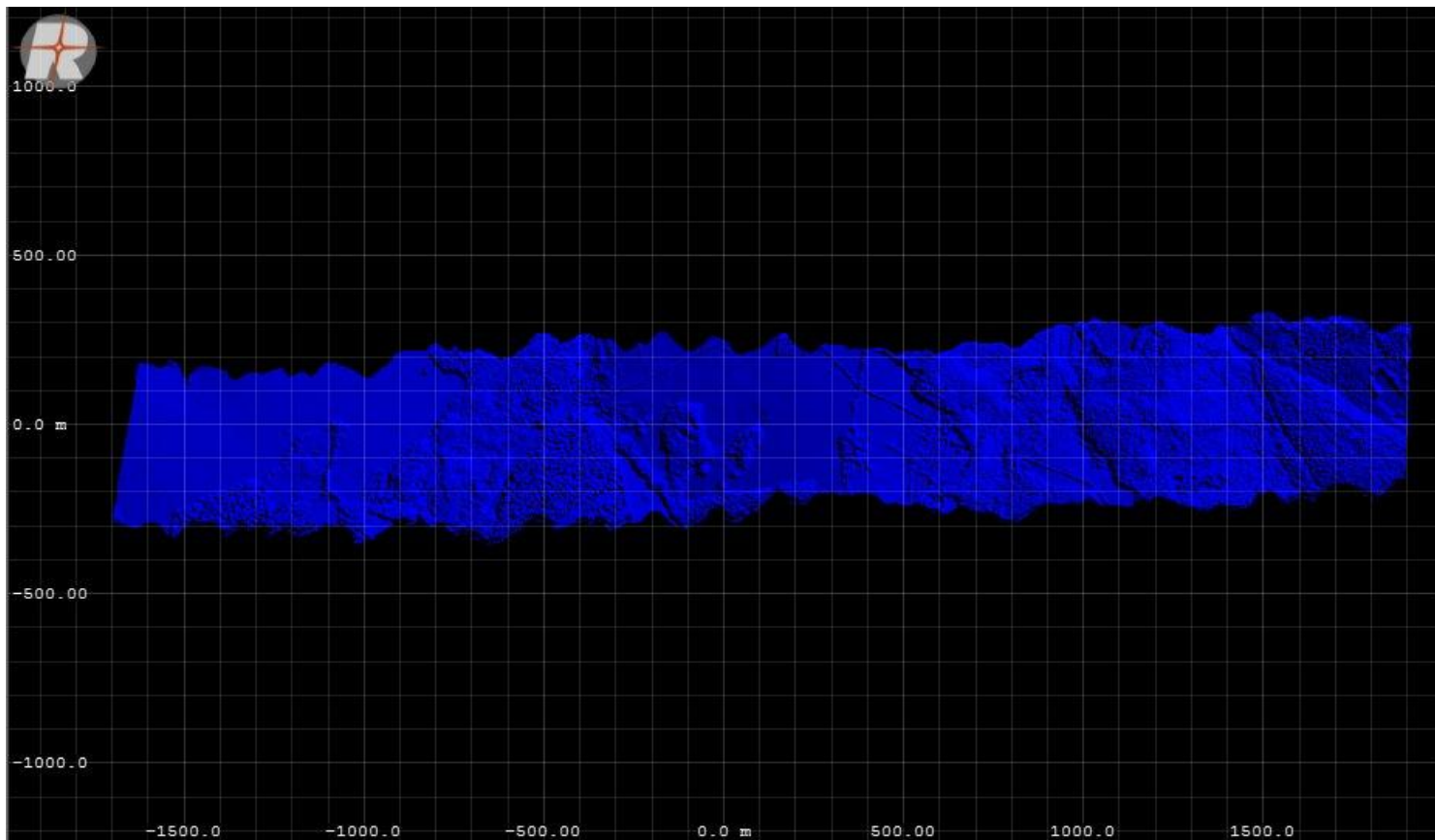


Zpracování dat z ALS (airborn laser scanning)



Zpracování dat z ALS

- Z měřených údajů získáváme 3D body v jednotlivých letových řadách



Vyrovnání dat

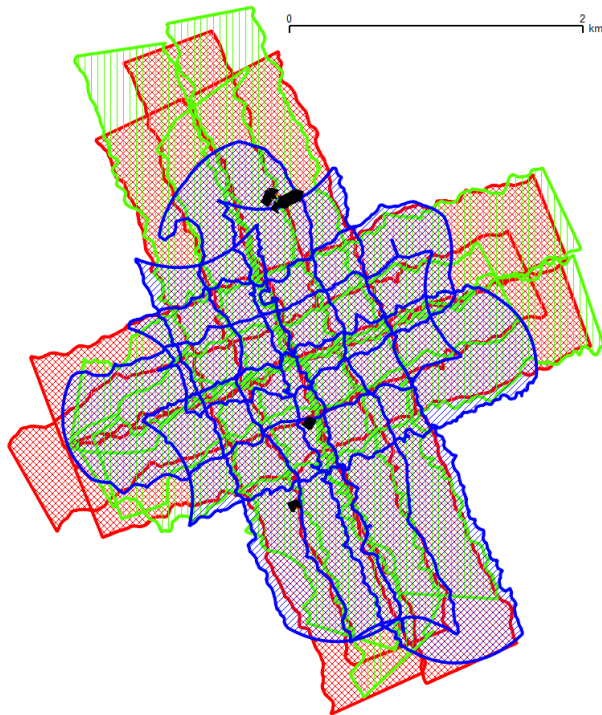
- Ve většině případů se používá tzv. reprezentativních znaků. Firma Riegl používá rovné plochy (popis-normálový vektor kolmý k povrchu)
- Korespondující plochy každé řady jsou spojovány v řadách jedna k druhé. Při vyrovnání řad dochází k otočení a posunu řad bodů tak, aby byly co nejmenší difference mezi odpovídajícími si plochami

Vyrovnání dat

- 1) Kalibrace systému
- 2) Relativní orientace řad
- 3) Absolutní orientace řad

Kalibrace systému skener + GNSS/IMU

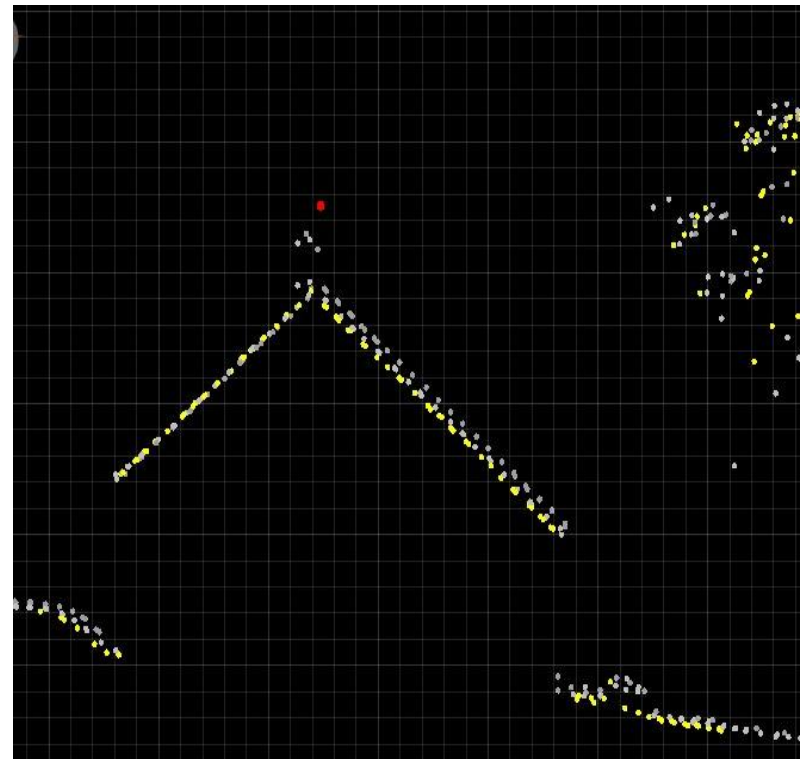
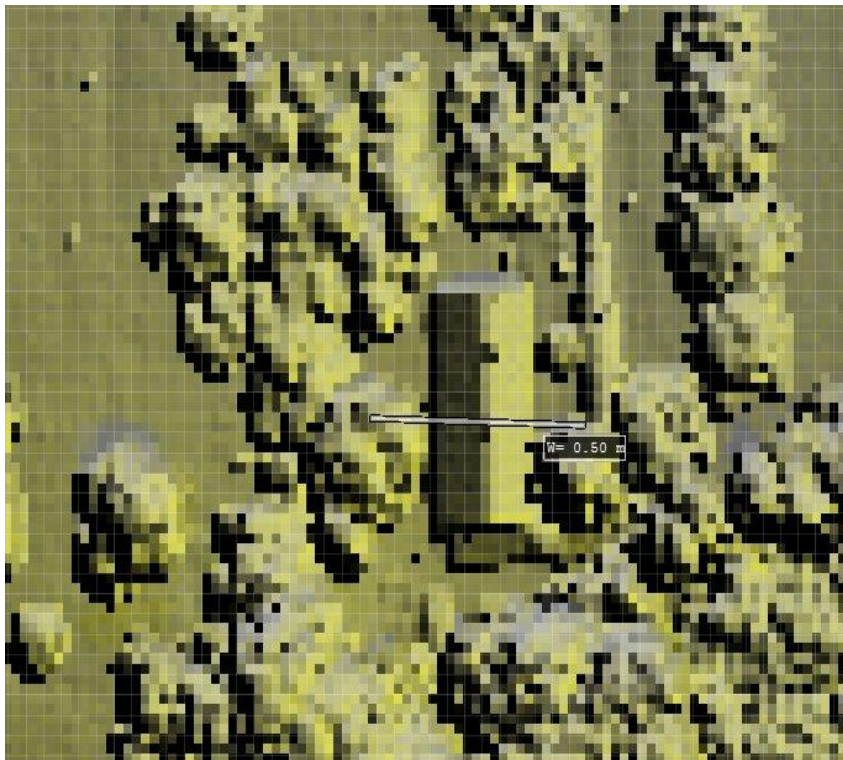
- Vztah mezi ALS a GNSS/IMU je znám z předchozích měření, ale je dobré ji zkontrolovat a upřesnit.



- Pro tyto účely je vhodné provést dvě dvojice řad navzájem k sobě kolmých v území, kde je dostatek plochých povrchů jako jsou střechy.

Relativní vyrovnání

- I po kalibraci v důsledku výskytu náhodných chyb vznikají rozdíly mezi řadami a ty odstraníme pomocí tzv. relativního vyrovnání. Jedna řada je stanovena jako neměnná, ostatní řady jsou přizpůsobeny této řadě.



Absolutní orientace

- Během absolutní orientace se mění poloha celého projektu (všech řad) vzhledem k vlíčovacím objektům.

The screenshot displays a software interface for absolute orientation, divided into several panels:

- Project Structure (Left):** A tree view showing the project hierarchy, including SYSTEM, NAVIGATION DEVICES, TILT MOUNTS, LASER CONFIGURATIONS, LASER DEVICES, CAMERA DEVICES, EXTRACTION PARAMETERS, TRAJECTORIES, RECORDS, GEOIMAGES, CONTROL OBJECTS, PRODUCTS, ACQUISITION, ADJUSTMENT, CROSS SECTIONS, VISUALISATION, and TASKS.
- OBSERVATIONS Table:** A table with columns for Object 1, Object 2, Deviation [m], and Description. It lists several observations with their respective object IDs and deviation values.
- SCANS Table:** A table with columns for Name, Objects, and Std. dev. [m]. It shows the number of objects and standard deviation for various scan names.
- HISTOGRAM OF RESIDUES:** A histogram showing the distribution of residuals. The x-axis is labeled "Distance [m]" and ranges from -0.1 to 0.1. The y-axis is labeled "Count [1]" and ranges from 0 to 4500. The distribution is centered around 0.
- ORIENTATION CHART:** A circular chart showing the orientation of the project. The axes are labeled N (North), S (South), E (East), and W (West). The chart displays a cluster of green points, indicating the orientation of the project relative to the reference frame.
- PARAMETERS Panel (Right):** A panel containing various adjustment parameters and statistics. It includes fields for Units (m, deg), Adjustment (Least Square F2), Calculation mode, Tolerance, Manual Tie Objects, Search radius [m], Angular tolerance [deg], Max. normal dist. [m], Auto Tie Planes, Use Auto Tie Planes, Corresponding planes, Weights, Number of free parameters, Number of observations, Error (Std. deviation) [m], State (idle), and Calculation time.

EXPORT DAT

- Po vyrovnání se provede export každé řady do výměnného formátu LAS, který je široce používán.
- http://www.asprs.org/a/society/committees/standards/LAS_1_3_r11.pdf
- poloha bodů souřadnice X,Y,Z, intenzita, pořadové číslo odrazu, počet odrazů, směr skenování, identifikátor pro klasifikaci a další – viz následující tabulka, další informace se doplňují případně na konec – úhel v okamžiku pulsu, čas GPS aj.

POINT DATA RECORD FORMAT

0:

• Item	Format	Size	Required
• X	long	4 bytes	*
• Y	long	4 bytes	*
• Z	long	4 bytes	*
• Intensity	unsigned short	2 bytes	
• Return Number	3 bits	3 bits	*
• Number of Returns (given pulse)	3 bits	3 bits	*
• Scan Direction Flag	1 bit	1 bit	*
• Edge of Flight Line	1 bit	1 bit	*
• Classification unsigned	char	1 byte	
• Scan Angle Rank (-90 to +90) – Left side	char	1 byte	*
• File Marker unsigned	char	1 byte	
• User Bit Field		unsigned short	2 bytes

POST PROCESSING LASEROVÝCH DAT

Způsoby zpracování

Klasifikace

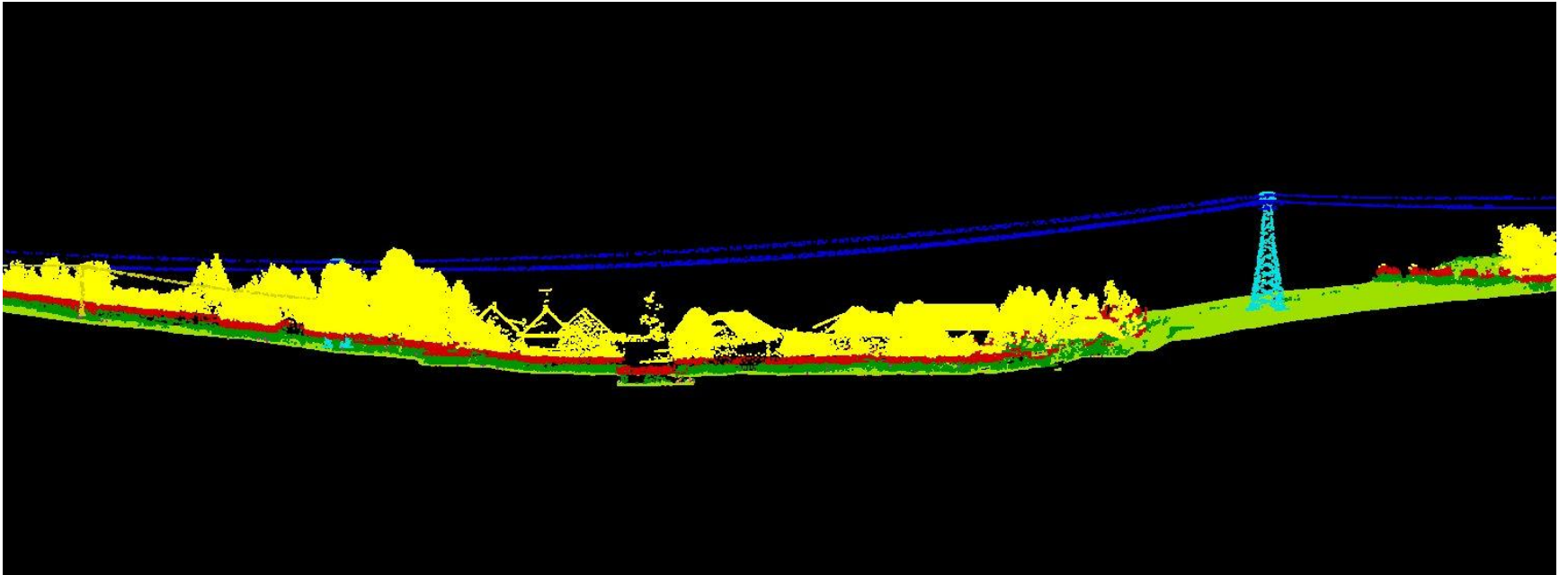
Vektorizace

Konverze do rastrového formátu

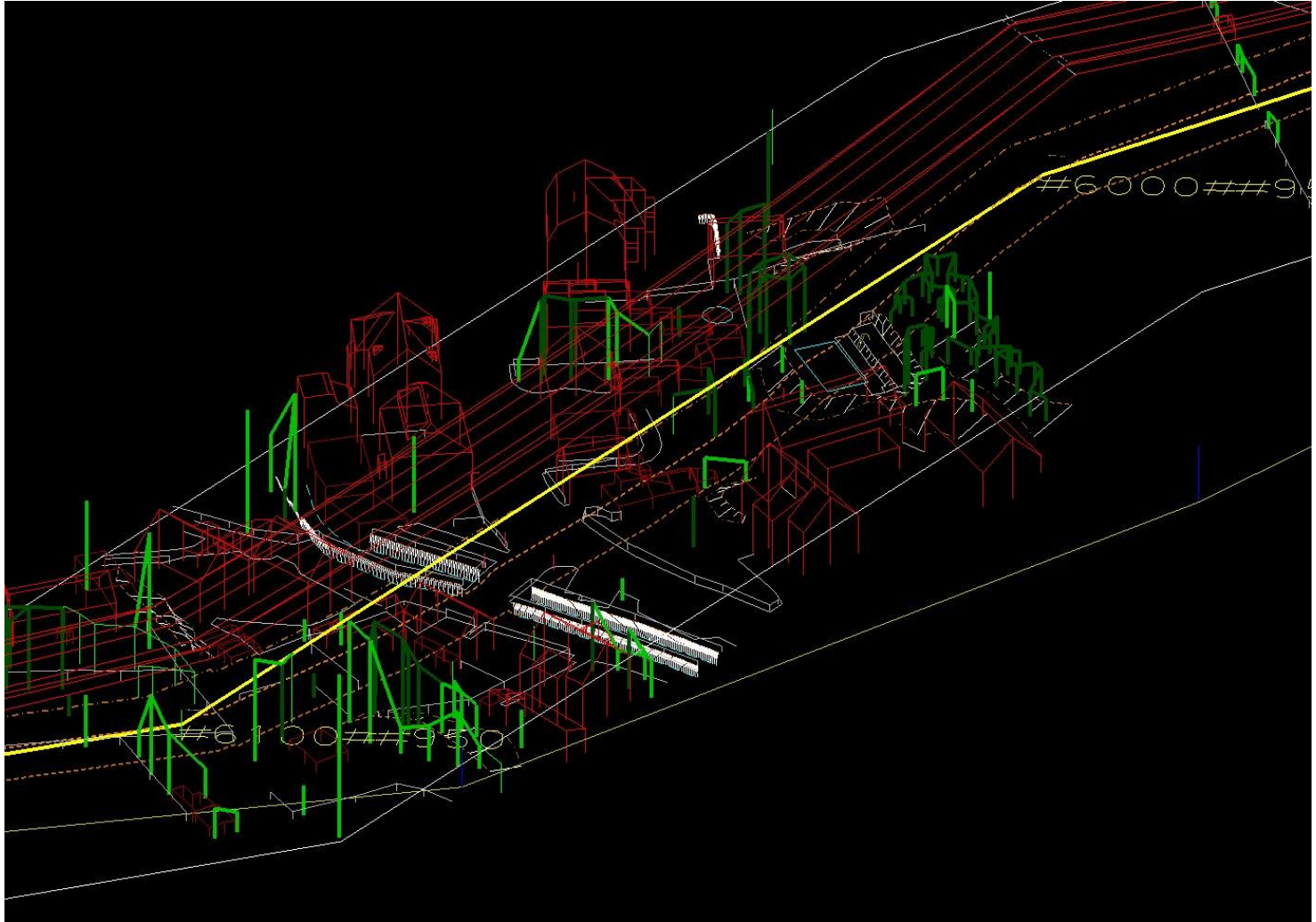
Vizualizace

Obarvené mračno bodů

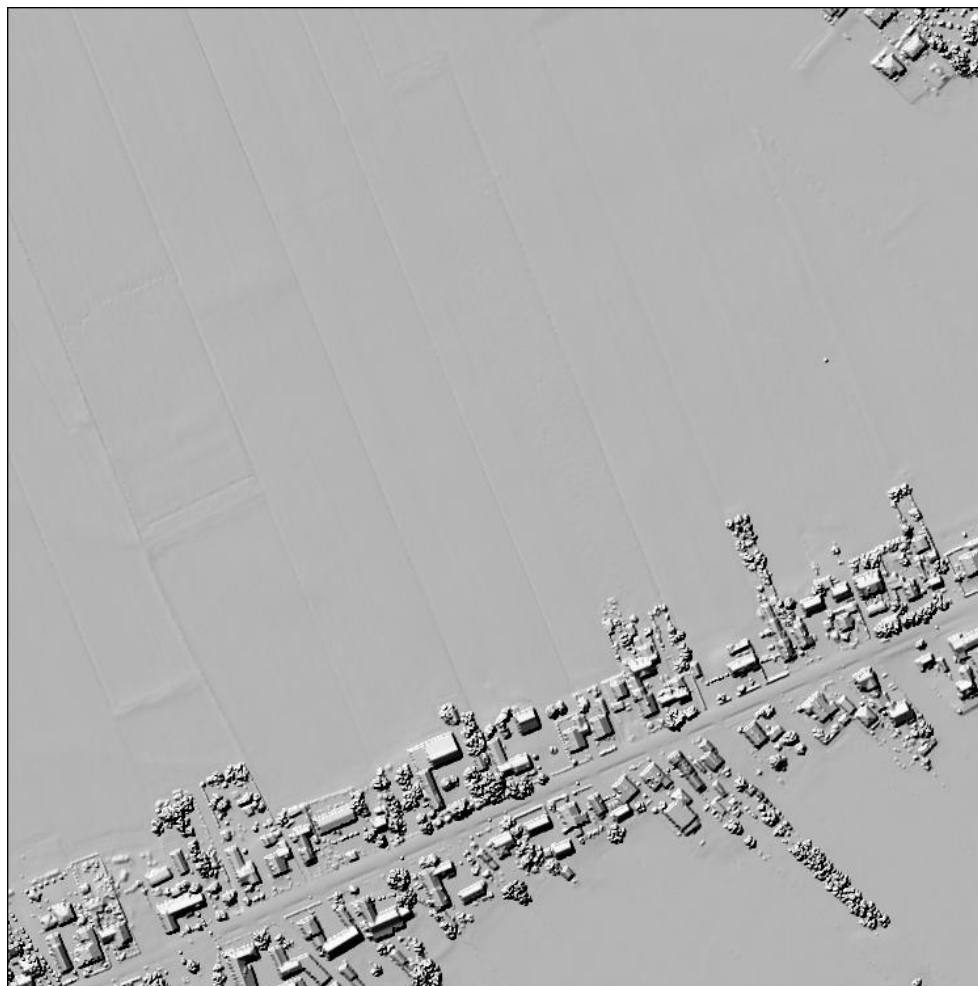
Klasifikace



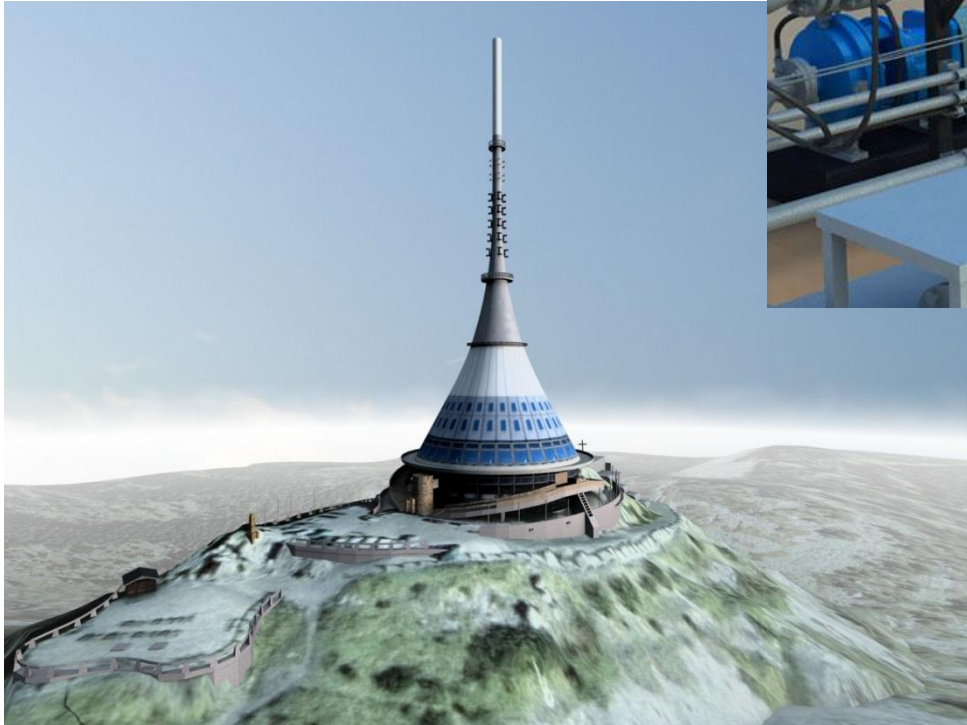
Vektorizace



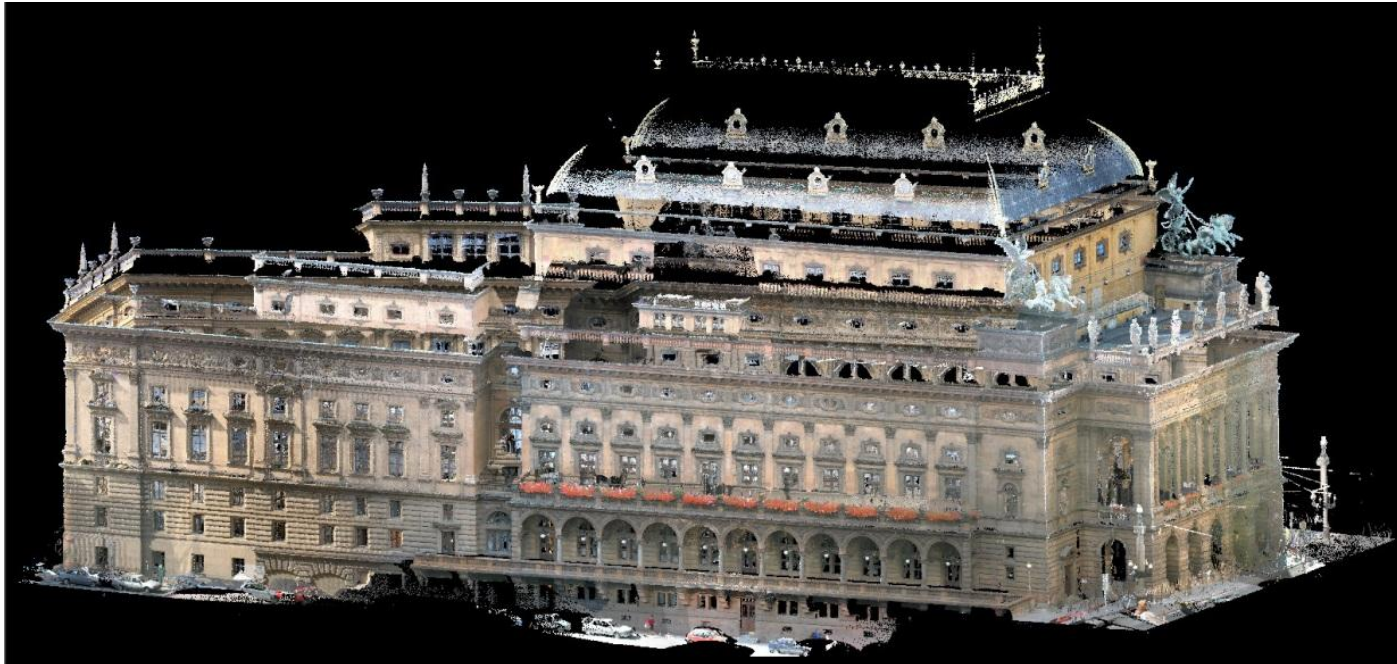
Konverze do rastrového formátu



Vizualizace

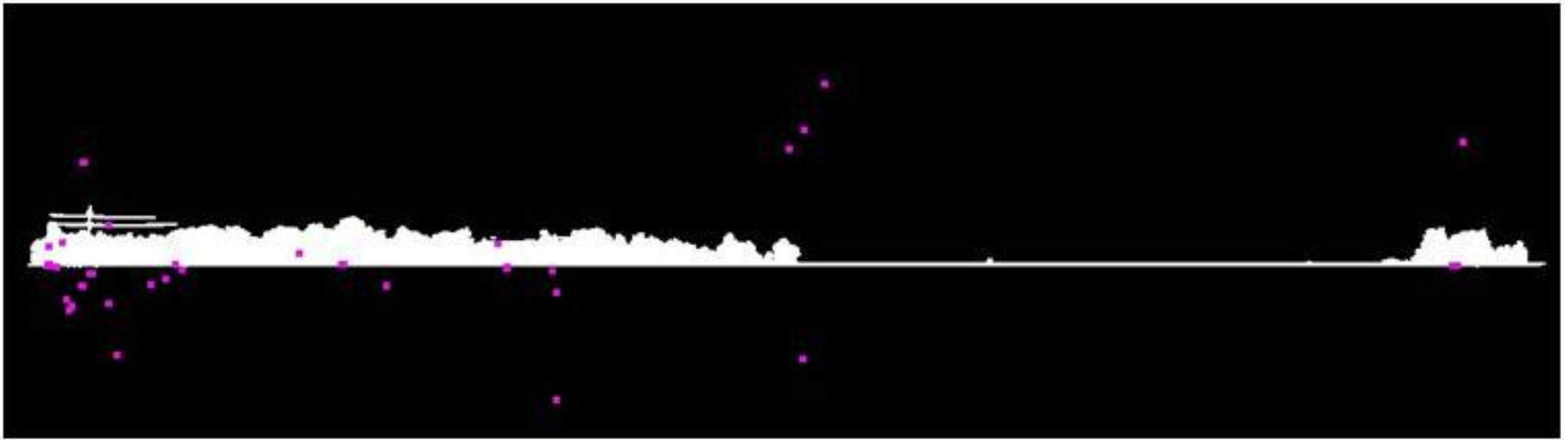


Obarvené mračno bodů

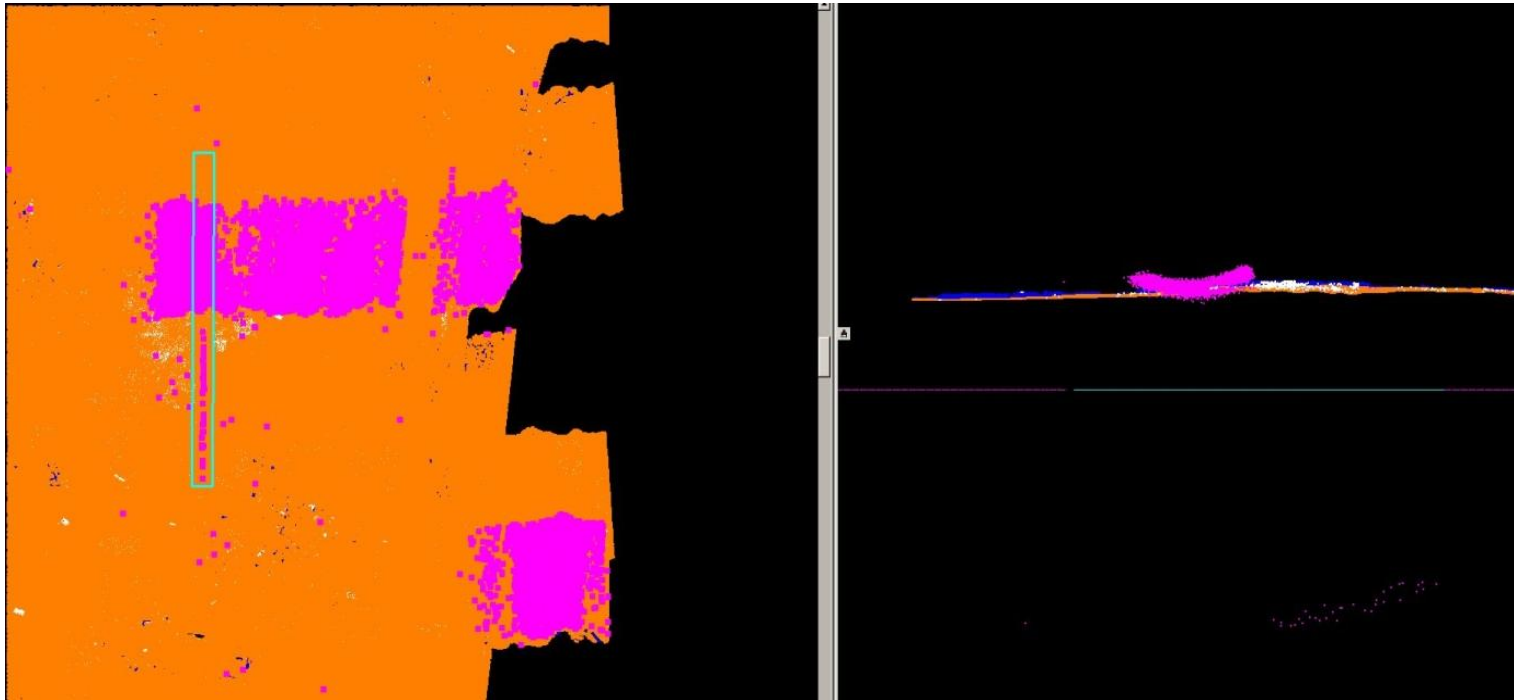


Klasifikace

- **Odstranění šumových bodů**
- **Automatická/ manuální separace dat.**

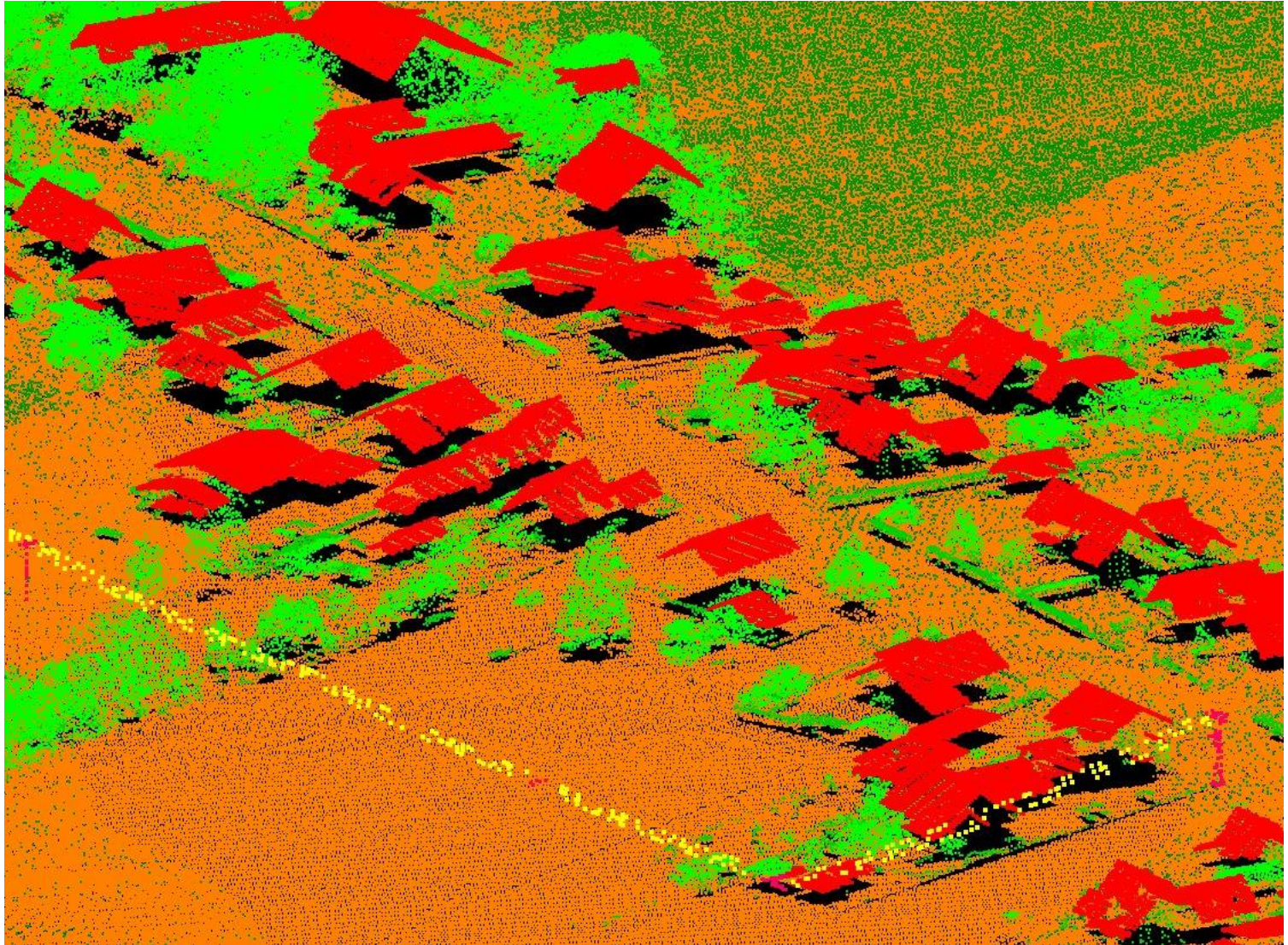


Odstranění šumových bodů



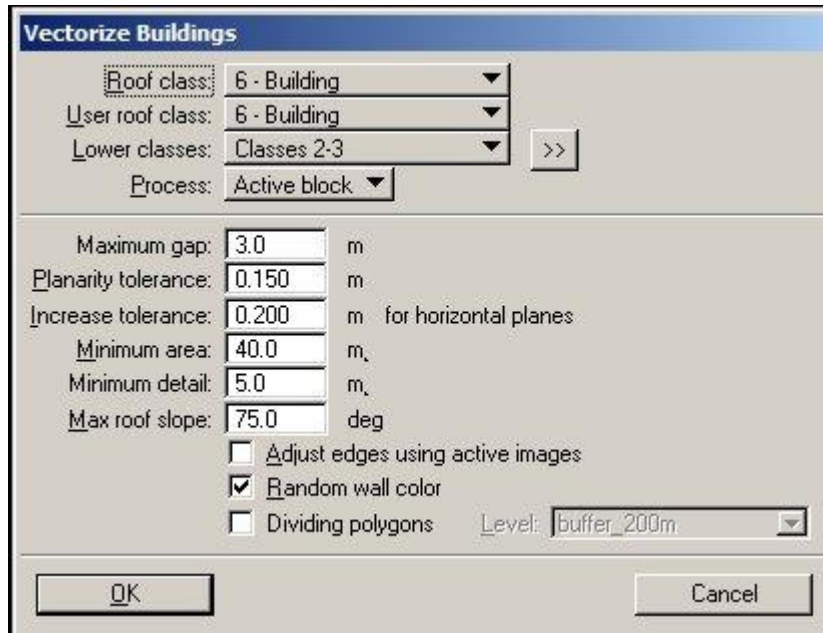
Šum vzniklý mlhou- fialový.

Klasifikace



Vektorizace

- Po klasifikaci je možné provádět automatickou vektorizaci budov.



Konverze do rastrového formátu

- Nejčastěji se dělají:
 - DTM (předtím je potřeba provést klasifikaci zemského povrchu)
 - DSM (první echa)

