

**Diplomová práce – FŽP UJEP obor Revitalizace krajiny – 2006**

**Laserové skenování  
pro tvorbu 3D modelu terénu  
vybrané části NP České Švýcarsko**

**Autor: Marek Gašior**

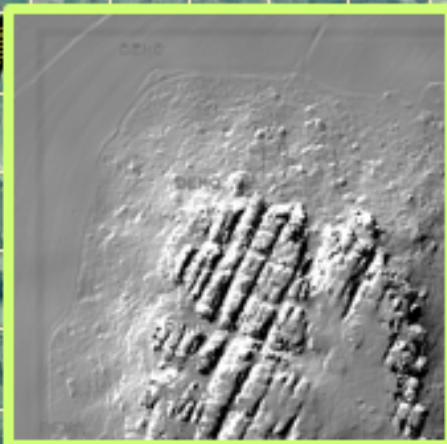
**Vedoucí práce: Ing. Tomáš Dolanský, Ph.D.**

# Úkoly

- a) Prozkoumání různých přístupů ke zpracování lidarových dat a návrh vhodného postupu tvorby DMT včetně metody vhodné pro „skalní města“
- b) Porovnání DMT s modelem vytvářeným na TU Drážďany a s jinými modely terénu
- c) Další možnosti využití lidarových dat – lesnická inventarizace
- d) Vytvoření 3D vizualizací překrytím vytvořeného DMT a DMV ortofotem

# Zdroje dat

- ⇒ Lidarová data Českosaského Švýcarska pořízena skenerem s optickými vlákny fy Topo-Sys v rámci projektu TU Drážďany
  - První a poslední odraz XYZ včetně intenzity
  - Hustota jednoho odrazu cca 9 bodů/m<sup>2</sup>
  - Území o celkové rozloze 800 km<sup>2</sup>
  - Celkem 14 mld bodů – vysoké nároky na hardware
  - 200 GB dat v binárním formátu
- ⇒ Ortofoto 0,5m/px RGB a CIR
- ⇒ ZABAGED, ArcČR



Bad Schandau  
Pfaffenstein

Pravčická brána

Dolní Žleb

Kyjovské údolí

***Mozaika zájmového území***

# Porovnání softwarových prostředků

- ⇒ Aplikace fy Terrasolid TerraScan, TerraPhoto a TerraModeler
  - Nadstavba pro CAD MicroStation
  - Řešení pro všechny fáze zpracování dat
  - Klasifikace bodů na terénu pomocí metody progresivního zahušťování TINu
  - Funkce optimalizovány na rychlost, flexibilní
  - Robustní makro režim
- ⇒ SCOP++
  - Zaměření především na tvorbu DMT
  - Používá metodu „hierarchické robustní interpolace“ (zahrnouje filtraci)
  - Dobrá prezentace výstupů (stínovaný reliéf, profily atd.)
  - Zpracování je výrazně časově náročnější, neinteraktivní
  - Nedostatečná funkčnost v makro režimu
- ⇒ Lidar Analyst a BLUH
  - Pro účely práce shledány jako nepříliš vhodné

# Prostředí Terra...

The screenshot displays the MicroStation V8.5 software interface. The main window is titled "tiles-of-np\_etrns.dgn, Model (3D - V8 DGN) - MicroStation V8.5 (Licensed For Academic Use Only)". The interface includes a menu bar (File, Edit, Element, Settings, Tools, Utilities, Workspace, Applications, Window, Help), a toolbar, and a vertical tool palette on the left. Two main viewports are visible: "View 1 - Model - Top" and "View 2 - Model".

Several floating windows are open:

- Element Selection**: A window for selecting elements in the model.
- TPhoto**: A window with a menu (Mission, Points, Images, Rectify, View, Utility, Help) for photo processing.
- TerraScan - 9 385 954 points**: A window displaying a 3D point cloud visualization of terrain data.
- TerraModeler - Surfaces**: A window for surface modeling, with a menu (File, Edit, Utility, Tools, View, Help).
- Project: viz**: A window showing a list of files and their point counts.
- Manage Raster References**: A window showing a table of raster references.

The "Project: viz" window contains the following data:

File	Points
cs000014.las	No file
cs000015.las	5 558 120
cs000016.las	8 819 334
cs000017.las	5 953 569
cs000018.las	No file
cs000019.las	No file
cs000020.las	No file
cs000021.las	4 079 516

The "Manage Raster References" window contains the following data:

File name	Format	Position	View list
rgb_a446636.tif	GeoTIFF	Ok	1234 78PR
rgb_a448636.tif	GeoTIFF	Ok	1234 78PR
rgb_a450636.tif	GeoTIFF	Ok	1234 78PR

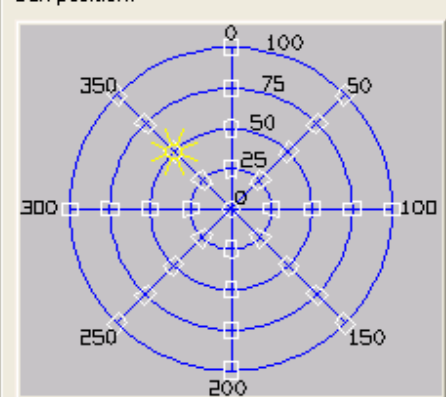
scop - Připojení ke vzdálené ploše (p4)

435646-... Projects\mg-435646-t03x

ons Tools Perspectives Help

Import/Export... Model... Input Data Data... Views Isolines... Shade... Z-code... Structure... Profiles... SHD 435646-t030: Hill shaded view

Sun position:



Azimuth: 350 Zenith: 50

OK Apply Cancel

definition of the resolution of the result image

DTM 435646-t030: Classic prediction parameters

DTM structure

- Derive Points per CU to aim at 16
- Define Gridlines per CU 11

Don't compress dtm file

Overlap specification

Overlap Large

Overlap value 0.00

Covariance Function

- Adapting
- Bell curve
- Straight line

Trend Surface

- Tilted plane
- Horizontal plane

Parameter persistence

Store... Remove

Default\*

Smoothing / Filtering specifications

	Bulkdata	Spotheights	Formlines	Breaklines
Mean filter values	0.05	0.01	0.03	0.02
<input type="checkbox"/> Use straight line if higher than	0.25	0.05	0.15	0.10

Line specifications

Search-radius for line networking 1.0

- Breaklines densification Interval for breaklines 0.7
- Formlines densification Interval for formlines 0.7
- Linear interpolation of line / grid intersect.

Affine filtering

- Eliminate systematic scanning errors
- Direction -1.0
- Profile Distance 0.00
- Point Distance 0.00

Read in grid

- Grid point snap Delta 0.001

Protocol specifications

- Protocol exceeded filtervalues

	Bulkdata	Spotheights	Formlines	Breaklines
Bell curves	0.25	0.05	0.15	0.10
Straight lines	0.05	0.01	0.03	0.02

Protocol Z differences of line intersections exceeding 0.00

- Protocol sections with borderlines
- Detailed protocol - for each CU

# *Stáž na TU Drážďany*

- ⇒ Skalní útvary se vyskytují na 150 z 800 výpočetních jednotek
- ⇒ Hledání optimálních parametrů filtrace terénu na vybraných lokalitách
- ⇒ Poznání závislosti výsledků na použitých parametrech – analýza citlivosti
- ⇒ Průběžné porovnávání s výsledky ve SCOPu
  - Zpřesnění obou výsledných modelů
  - Přehodnocený přístup k tvorbě hlavního DMT
- ⇒ Algoritmus SCOPu poskytuje vyhlazený model (líbivější ale postrádající některé terénní hrany)

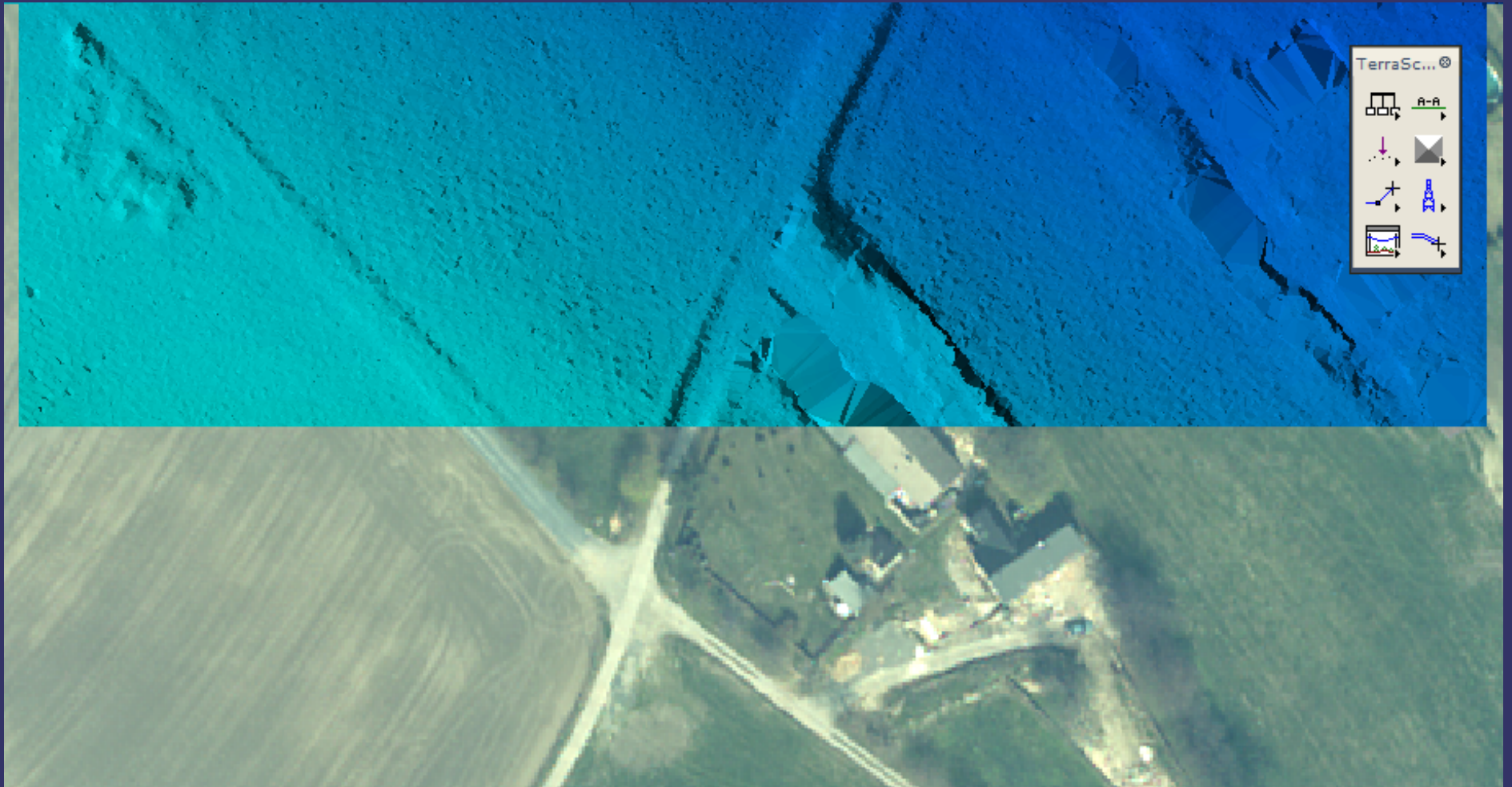


# *Použitá metodika*

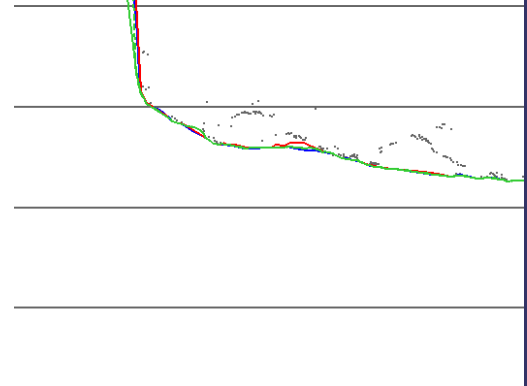
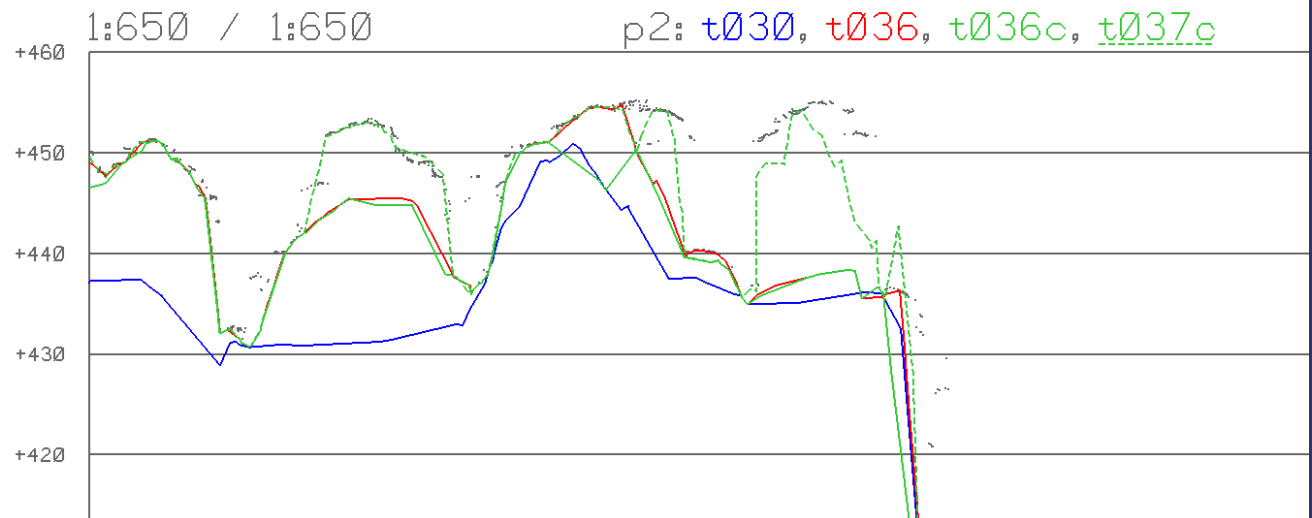
- ➔ Vybrána nejvíce univerzální sada parametrů (odtranění budov a vegetace, zachování tvárnosti terénu)
- ➔ V případě holých pískovcových bloků běžná filtrace nestačí
- ➔ Navržená metoda využívající CIR snímky a metody barevné klasifikace
  - Tato metoda nemůže být aplikována zcela automaticky v případě, že jsou na stejném snímku střechy budov
- ➔ Kontrola výsledků a oprava ojedinělých anomálií (nízký a přehoustlý porost)

# *Kontrola výsledků*

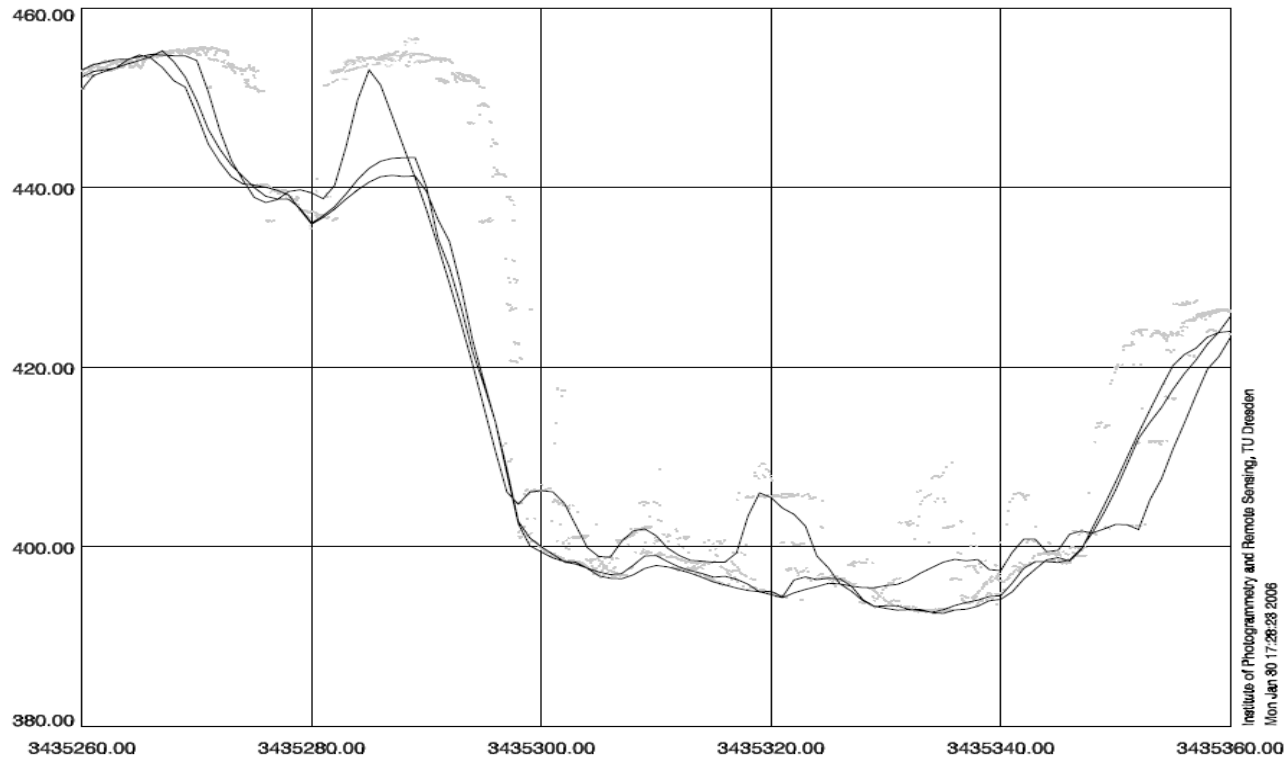
Průběžně – stínovaný reliéf



# Profile



ALS SBS2005 GeNeSiS: Pfaffenstein, Pf74, 435639



Institute of Photogrammetry and Remote Sensing, TU Dresden  
Mon Jan 30 17:28:23 2006

# Kontrolní body

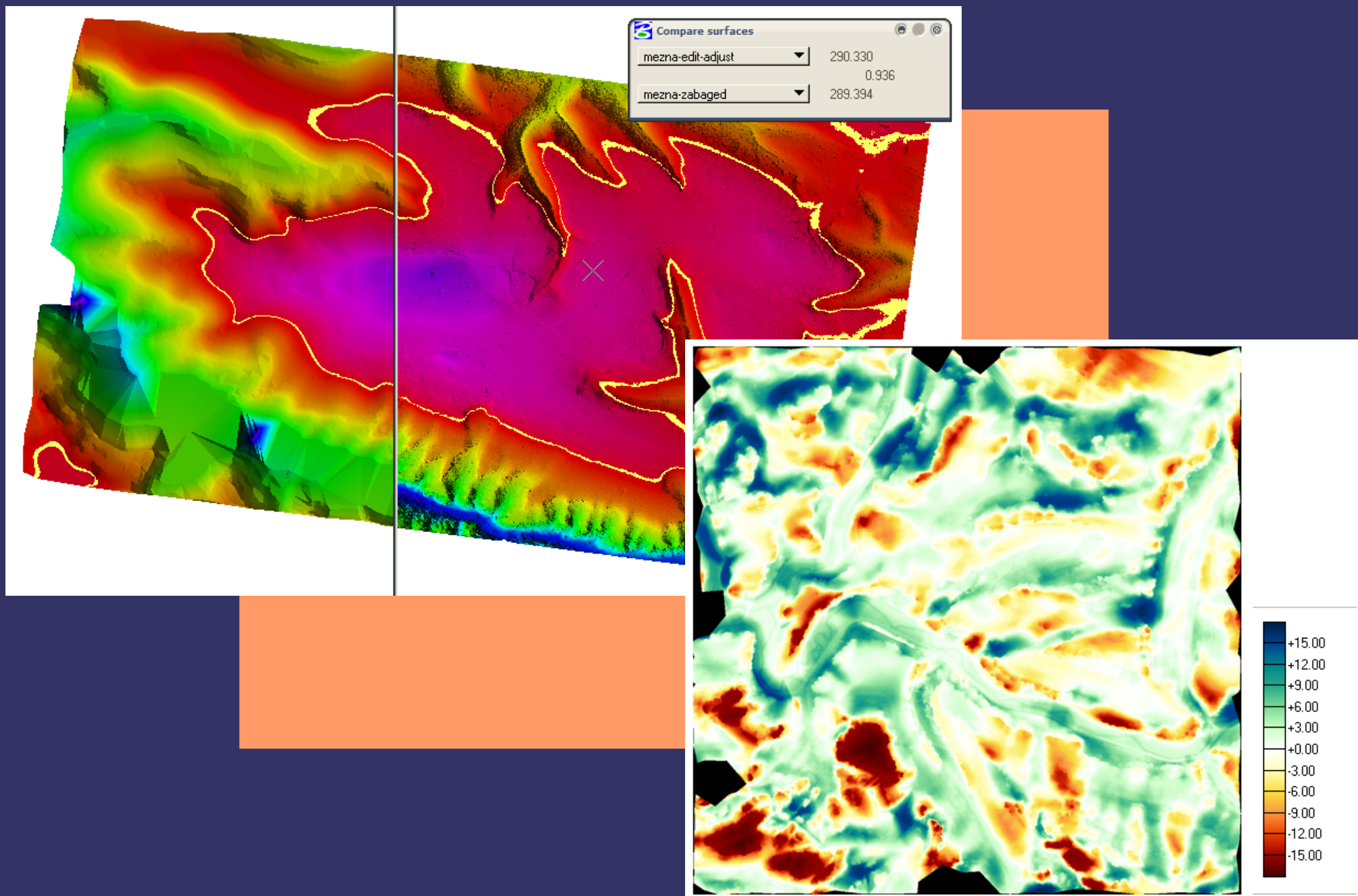
D:\mg-doc\Diplomka\ref-points\reference\_points.xyz

Number	Easting	Northing	Known Z	Laser Z	Dz
01	3439608.721	5641538.470	186.001	186.160	+0.159
02	3439613.006	5641535.837	185.979	186.120	+0.141
03	3439617.288	5641533.083	186.301	186.220	-0.081
04	3439621.288	5641530.792	187.480	187.270	-0.210
05	3439625.346	5641528.553	187.942	187.870	-0.072
06	3439627.924	5641526.843	187.753	187.760	+0.007
07	3439629.621	5641529.945	189.839	189.640	-0.199
08	3439625.424	5641532.652	189.497	189.460	-0.037
09	3439621.797	5641535.554	189.177	189.190	+0.013
10	3439617.960	5641538.043	189.093	188.870	-0.223
11	3439614.270	5641540.745	189.174	189.100	-0.074
12	3439610.548	5641543.362	189.004	188.970	-0.034
13	3439612.389	5641547.650	191.576	191.460	-0.116
14	3439616.440	5641545.354	192.158	192.180	+0.022
15	3439619.683	5641543.760	192.714	192.790	+0.076
16	3439624.180	5641540.610	192.978	192.950	-0.028
17	3439627.739	5641538.427	193.169	193.270	+0.101
18	3439632.504	5641536.187	194.131	194.140	+0.009
19	3439634.418	5641539.291	196.694	196.580	-0.114
20	3439630.088	5641541.830	196.455	196.420	-0.035
21	3439626.435	5641544.531	196.366	196.070	-0.296
22	3439622.714	5641547.369	195.973	195.890	-0.083
23	3439619.014	5641550.000	195.700	195.790	+0.090
24	3439614.996	5641552.788	195.014	195.020	+0.006
25	3439616.400	5641556.380	197.458	197.330	-0.128
26	3439620.650	5641553.940	198.363	198.330	-0.033
27	3439624.688	5641551.685	198.964	198.860	-0.104
28	3439626.775	5641550.286	199.369	199.340	-0.029

29	3439631.668	5641546.962	199.957	199.900	-0.057
30	3439636.672	5641543.793	200.229	200.210	-0.019
31	3439638.682	5641547.036	202.814	202.800	-0.014
32	3439634.591	5641549.961	202.635	202.560	-0.075
33	3439630.356	5641553.468	202.433	202.510	+0.077
34	3439626.658	5641556.335	202.003	202.140	+0.137
35	3439621.939	5641559.222	201.452	201.430	-0.022
36	3439617.774	5641562.109	200.121	199.910	-0.211
37	3439618.433	5641530.953	186.428	185.940	-0.488
38	3439619.320	5641530.573	186.903	186.350	-0.553
39	3439623.220	5641528.082	187.161	186.660	-0.501
40	3439625.770	5641526.088	187.022	186.480	-0.542
41	3439627.076	5641524.850	186.436	186.280	-0.156
42	3439616.120	5641526.669	183.632	182.610	-1.022
43	3439610.084	5641530.445	183.687	182.740	-0.947
44	3439603.987	5641534.425	183.715	183.000	-0.715

**Average dz**           **-0.145**  
**Minimum dz**           **-1.022**  
**Maximum dz**           **+0.159**  
**Average magnitude**   **0.183**  
**Root mean square**    **0.302**  
**Std deviation**         **0.268**

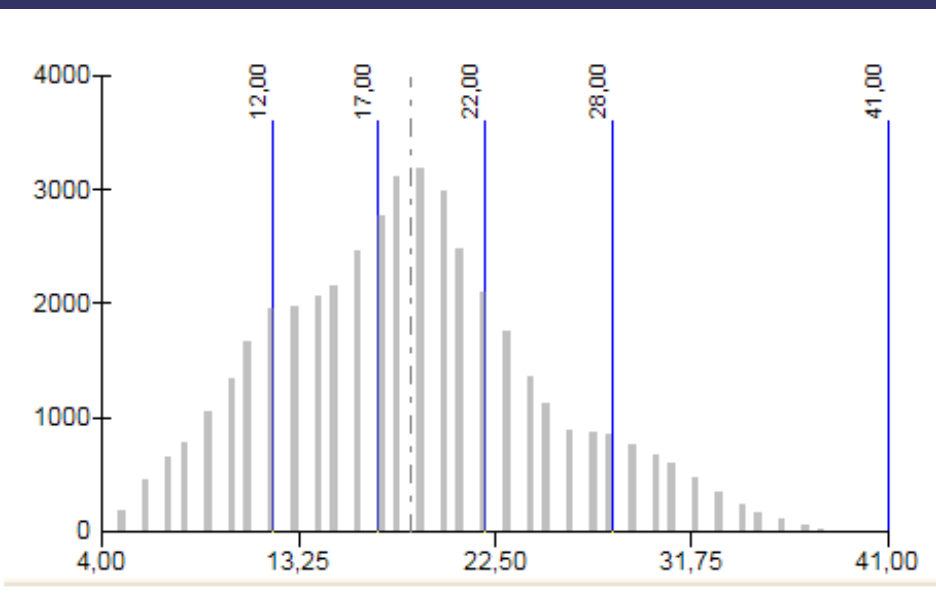
# Porovnání s modelem ZABAGED



# Využití dat v lesním hospodářství

- ➔ Detekce polohy jednotlivých stromů a jejich výšky pomocí standardních nástrojů (ArcGIS, TerraScan)
- ➔ Mapová algebra – ArcGIS
  - Založeno na využití funkce *Sink* a sledu dalších morfologických operací
  - Výsledkem je třída prvků obsahující přibližnou polohu a výšku vrcholů dřevin vyšších než 5m
- ➔ Zabudované nástroje v TerraScanu
  - Detekce přímo na množině bodů podle předem definovaného tvaru koruny
- ➔ Morfologický přístup je náročnější na zpracování, ale dosahuje zatím lepších výsledků

	<i>ArcGIS</i>			<i>TerraScan</i>	
	<i>rastr 1</i>	<i>rastr 2</i>	<i>rastr 3</i>	<i>body 1</i>	<i>body 2</i>
odraz	poslední	první	první	první	poslední
parametry	low-pass	low-pass	boundary clean	spruce; more trees; tolerance 0,5m	spruce; more trees; tolerance 0,5m
maximální výška (m)	41	43	43	43,95	41,75
<b>počet nalez. stromů</b>	<b>27679</b>	<b>43618</b>	<b>33238</b>	<b>24673</b>	<b>10637</b>



# 3D vizualizace

- ⇒ Byla vytipovaná území vhodná pro vizualizace
- ⇒ Pfaffenstein, Kyjovské údolí, Pravčická brána
- ⇒ Přístup využívající DMT + DMP
  - Použití bodů DMT a bodů 3 m nad DMT
  - Nutné ředění
  - Morfologická filtrace
- ⇒ Omezení
  - Objemem dat, který lze načíst do RAM (cca 1 GB)
  - Interaktivní práce s daty pouze při malém rozlišení
  - Omezení na straně softwarových produktů





*...viz video*

*Děkuji za pozornost*