

Využití soudobých 3D geoinformačních technologií pro historické rekonstrukce území: případová studie Zahrádka u Ledče nad Sázavou

Rostislav Berka

Vedoucí práce: Mgr. Josef Laštovička Ph.D.

Praha 2021

Obrázek 1: Zahrádka v roce 1966



Obrázek 2: Zahrádka v roce 1978



Obrázek 3: Zahrádka v roce 2017



Zdroje: Obr. 1 a 2: VGHMÚř Dobruška (2019), Obr. 3: Mapy.cz (2017)

Rešeršní část



Alternativy?

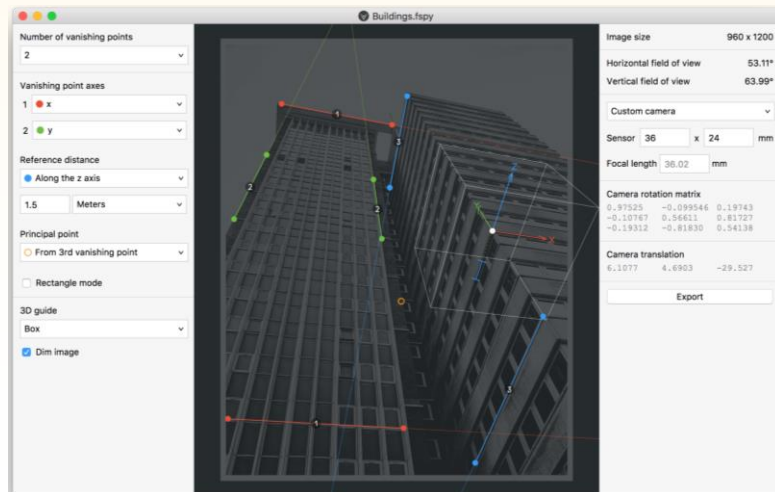
- Kooperace odborníků z různých oborů, využití stavebních plánů aj.

Nebo?



Fotogrammetrická modelace objektů z jediného historického snímku (Garcia-Gago et al. 2014)

Obrázek 5: Identifikace sbíhavých rovnoběžek v obraze v programu fSpy




Zdroj:
Gantelius (2018)

Obrázek 4: Letecký pohled na kostel

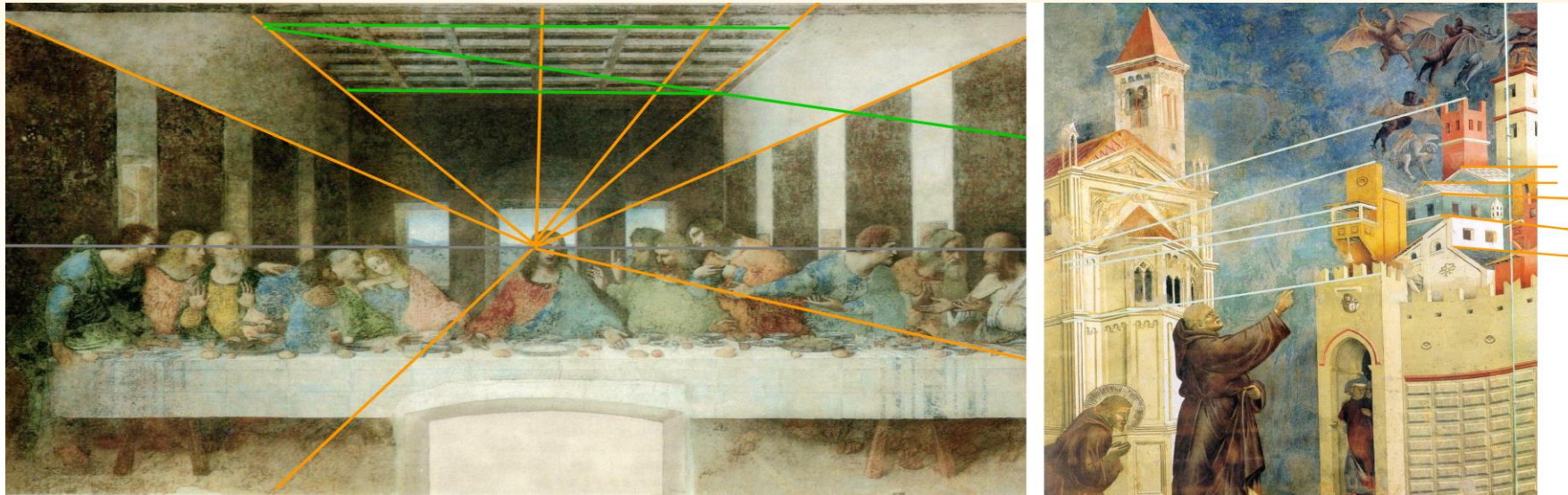


Zdroj: Autorská
fotografie

Rešeršní část – pokračování

- Rozdíl mezi 3D a pseudo-3D (Dušek, Miřijovský 2009)
-  Lze získat prvky vnitřní i vnější orientace kamery i z jediného snímku
- **Case studies:** Garcia-Gago et al. (2014), Gonzalez-Aguilera, Gomez-Lahoz (2008), Rodríguez-Gonzálvez et al. (2019)
- Průnik do dalších oborů
 - → **Deskriptivní geometrie** (konstruktivní fotogrammetrie): Frühbauer (2013), Frühbauer (2017)
 - → **Umění:** Surynková (2013)

Obrázek 6: Analýza kvality perspektivní geometrie v malířském umění

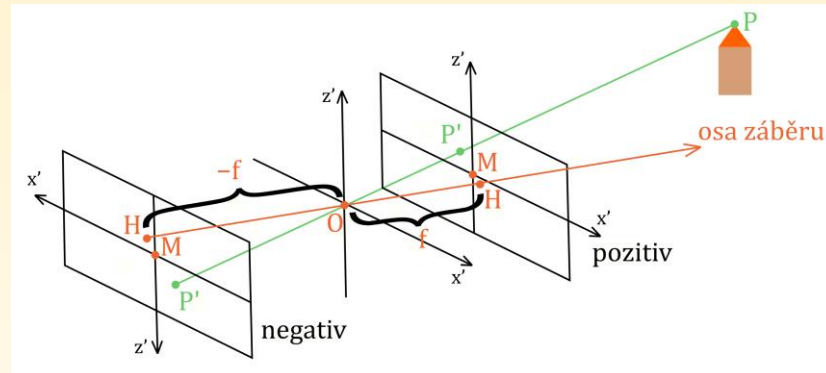


Zdroj: Surynková (2013)

Teoretická část

- Prvky vnitřní orientace (IO): konstanta kamery (f), hlavní snímkový bod (h), koeficienty distorze ($k_1, k_2 \dots$)
- Prvky vnější orientace (EO): $X, Y, Z, \omega, \phi, \kappa$

Obrázek 7: prvky vnitřní orientace kamery



Zdroj: upraveno podle Pavelky (2003)

Ale:

- Deskriptivní geometrie – mírně odlišné pojetí středového promítání



Úběžník (perspektivní průmět průsečíku rovnoběžek)

Obrázek 8: Úběžník v praxi

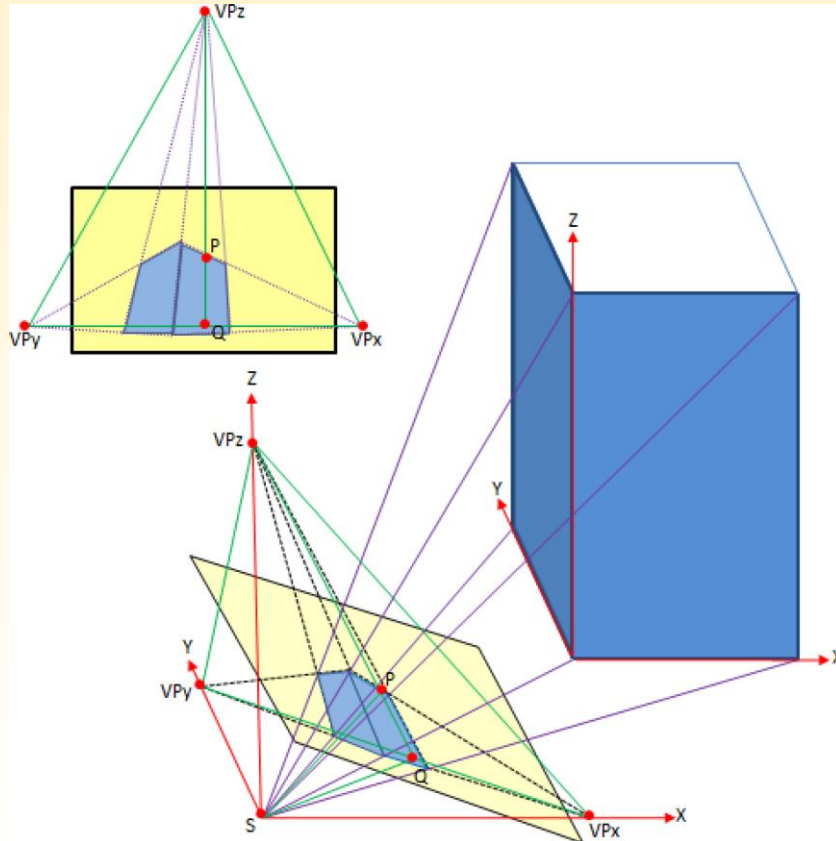


Zdroj: Chromčák (2018)

Teoretická část – pokračování

Konstruktivní fotogrammetrie

Obrázek 10: promítnutí 3D geometrie tělesa do průmětny (na snímek)



Zdroj: Garcia-Gago et al. (2014)

Postup

1. Výpočet prvků vnitřní orientace
2. Výpočet prvků vnější orientace
3. Postupná rektifikace všech stran tělesa v rovině xz , yz , xy (kolineární transformace)



**Pseudo 3D rekonstrukce
(Garcia-Gago et al. 2014)**

Metodická část

Zájmová oblast

- Zahrádka u Ledče nad Sázavou
- Zaniklá obec (v. n. Švihov)
- Cca 1000 obyv. v r. 1950

Obrázek 11: Poloha Zahrádky v rámci Česka



Zdroj: vlastní tvorba/podkladová data ArcČR500 (Arcdata Praha 2016), Data200 (ČUZK 2020)

- Náměstí – zájmové území
- Rekonstrukce 6 objektů

Použitá data

- DMT:
 - **Zatopené území:** vrstevnice vojenských S-52
 - **Nezatopené území:** DMR-5G
- Zástavba (půdorysy):
 - Staré mapy a LMS
- Modely objektů:
 - **Dochované objekty:** současné snímky (Nikon Coolpix P90)
 - **Zaniklé objekty:** archivní snímky

Obrázek 12: Zahrádka v 70. letech 20. stol. vs Zahrádka po roce 2000



Zdroj: Archiv Spolku (Spolek Přátelé Zahrádky 2019)/Národní Památkový Ústav (NPU 2020)

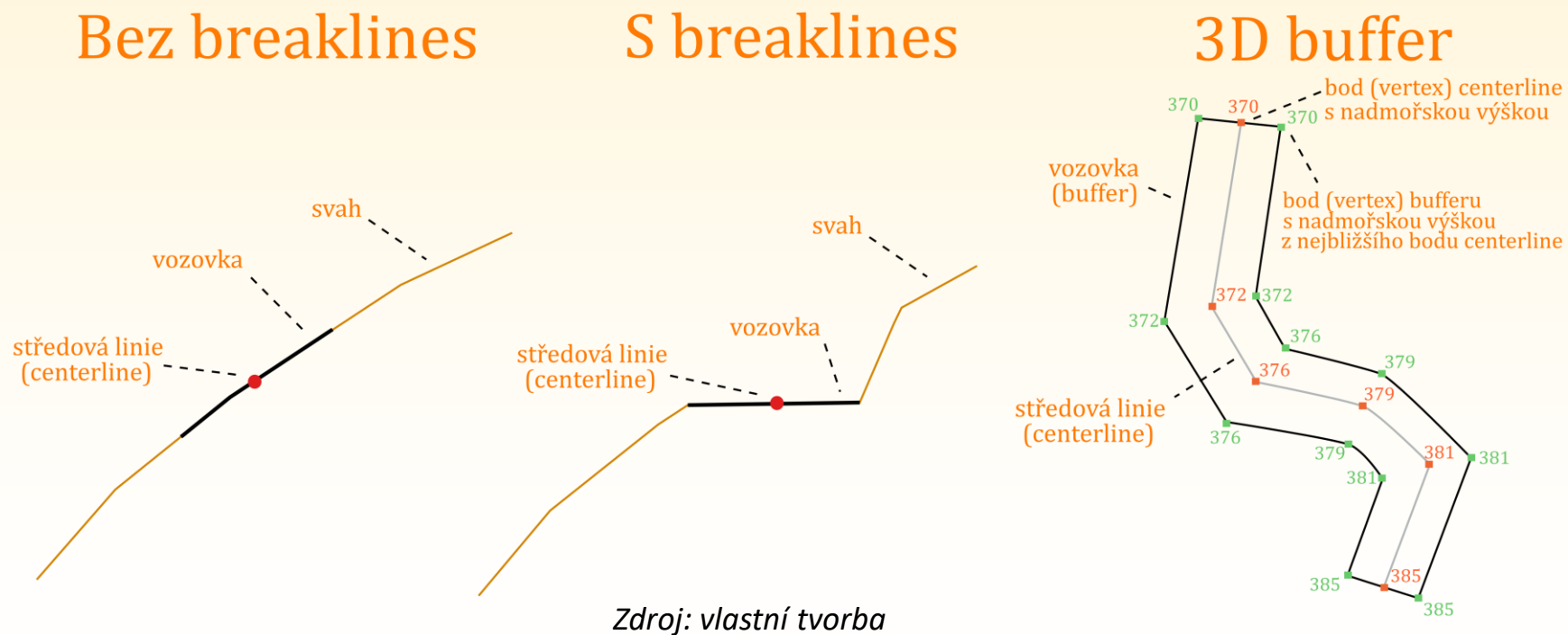
Metodická část – pokračování

Tvorba DMT

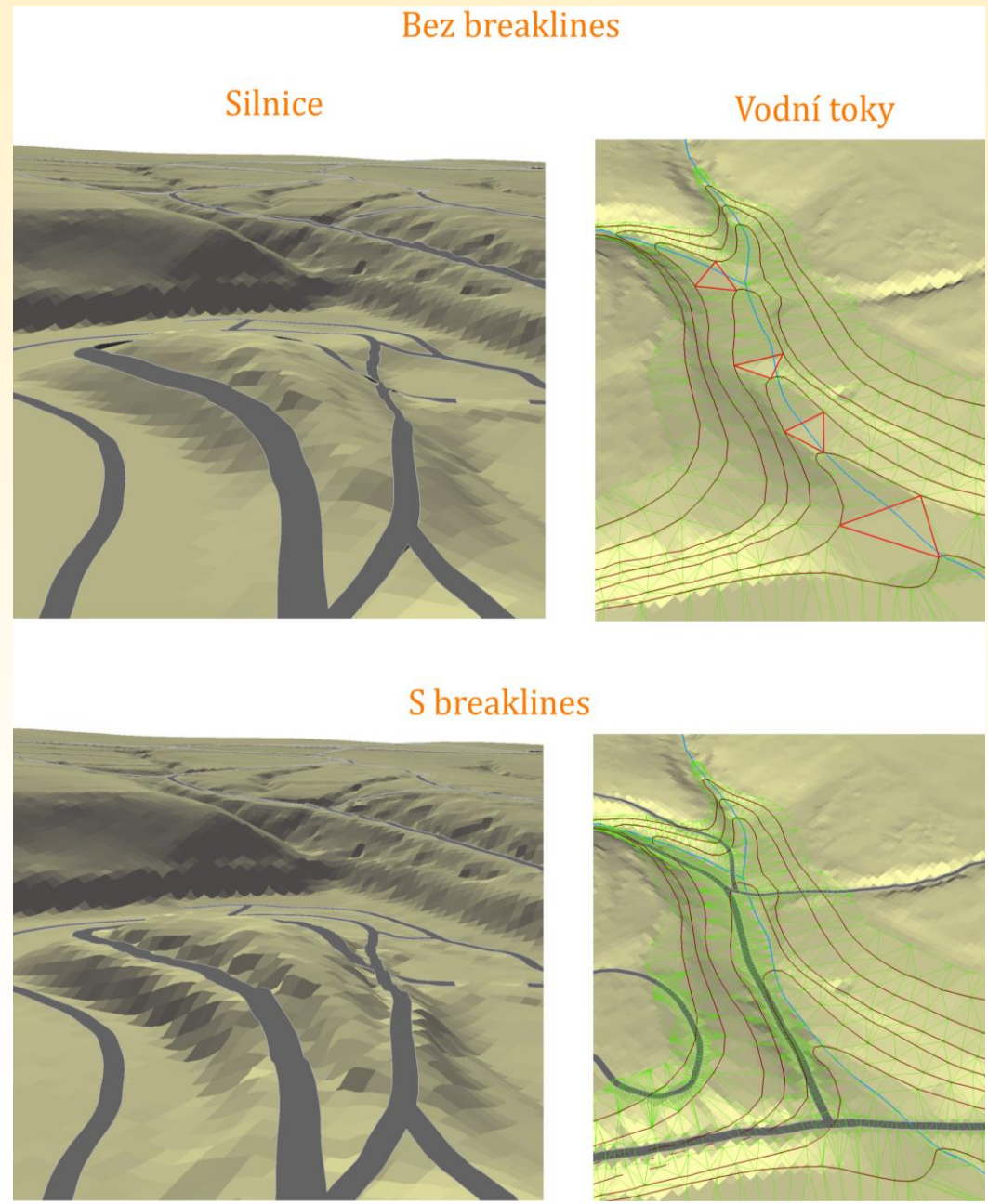
- TIN Interpolation (**QGIS**)
- Vytvořeny 2 Python skripty (**Python – QGIS + PyShp**)
- → Automatizovaně tvořené breaklines



Obrázek 13: Tvorba silničních těles pomocí automatizovaně generovaného 3D bufferu



Metodická část – pokračování



Obrázek 15: Útvary namodelované s pomocí breaklines

Zdroj: vlastní tvorba

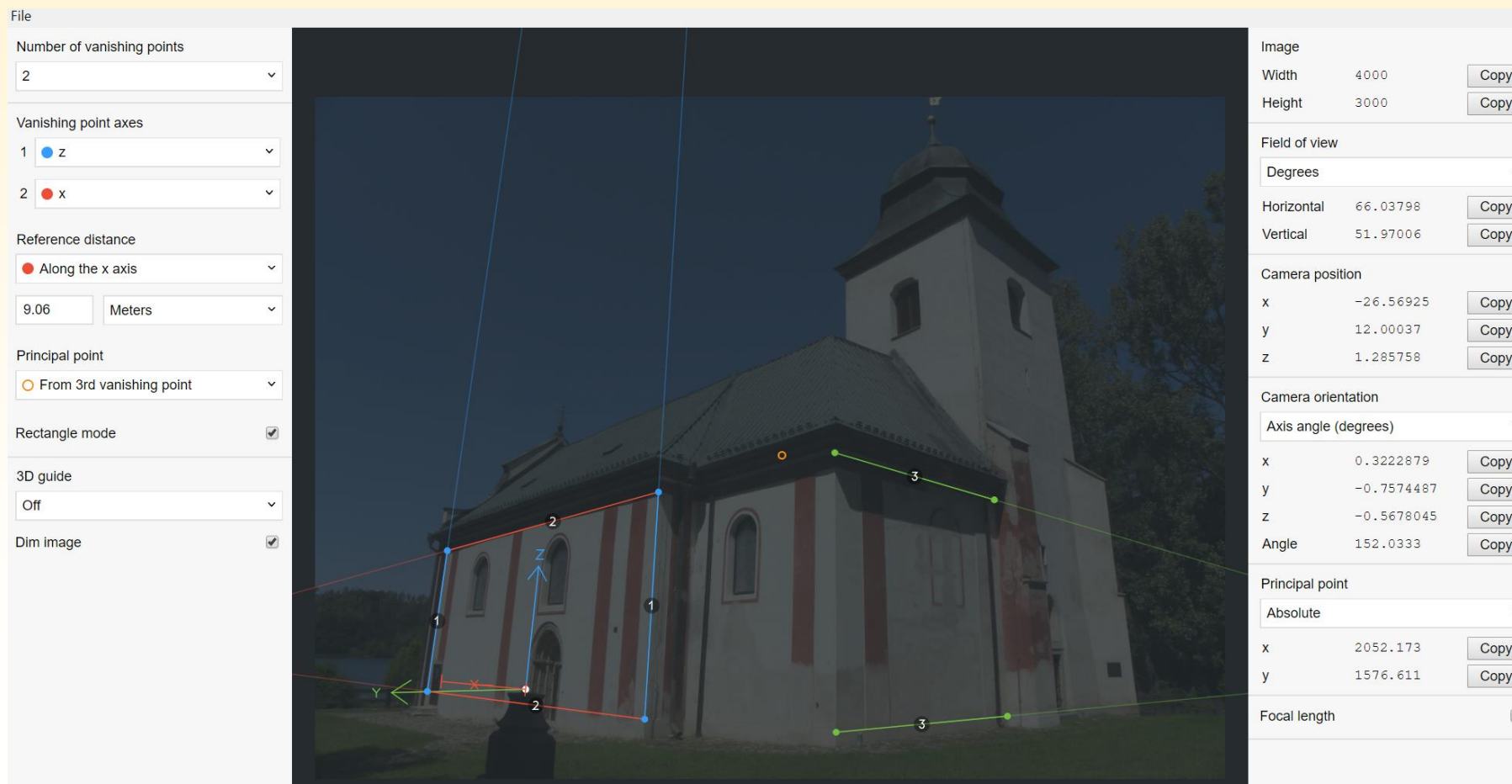
Metodická část – pokračování

Jednosnímková metoda

- Obchod, fara a kostel (dochovaný objekt)
- Identifikace perspektivní geometrie (**fSpy**)
- Modelace objektů (**Blender + jeho pluginy**)



Obrázek 15: Identifikace perspektivou zkreslené geometrie na kostele sv. Víta v obci Zahrádka



Metodická část – pokračování



Obrázek 16: Identifikace perspektivou zkreslené geometrie na kostele sv. Víta v obci Zahrádka



← Modelace:
Blender + fSpy

Metodická část – pokračování

SFM

- Kašna, socha Panny Marie, pomník padlým
- Kalibrace kamery a tvorba modelu (**Meshroom**)
- Generalizace, retušování (**Blender**)



Obrázek 14: Screenshot 3D modelu kašny na náměstí v Zahrádce

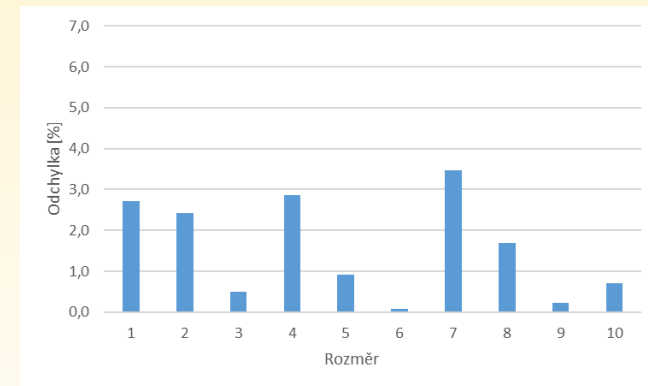


Zdroj: vlastní tvorba

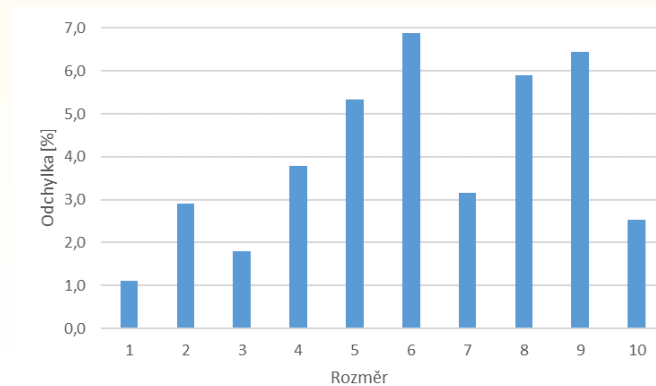
Hodnocení přesnosti

- **RMSE kašna (SFM) = 0,013 m (1,951 %)**
- **RMSE kostel = 0,101 m (4,426 %)**

Graf 1: Odchyly kontrolních měření od skutečnosti – kašna



Graf 2: Odchyly kontrolních měření od skutečnosti – kostel



Zdroj grafů: vlastní tvorba

Výsledky

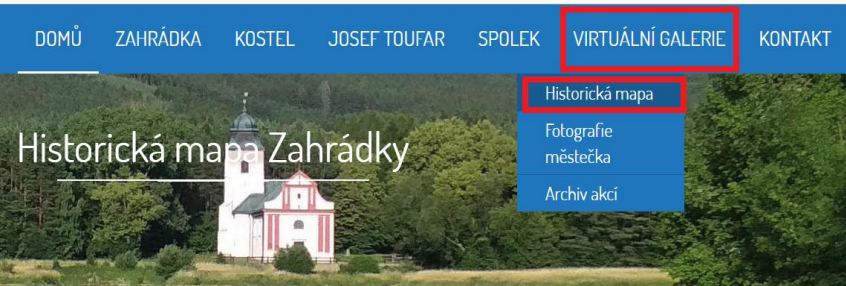
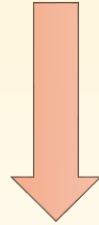
Interaktivní mapová aplikace

- Webová mapa (Leaflet a CSS šablona)
- www.zahradka.euweb.cz



Obrázek 16: Interaktivní mapová aplikace

↓
Sekce virtuální galerie



Zdroj: vlastní tvorba

Výsledky – pokračování



Diskuze, závěr

- „Některé postupy fotogrammetrie lze zařadit i do deskriptivní geometrie, kde byly podobné úlohy řešeny ještě dávno před vynálezem fotografie“ (Pavelka 2003, s. 5).



Nedostatek synergické literatury

- Nevýhody oproti SFM a laserovému skenování

Ale:

- Často jediná možnost zpracování historických snímků
- Výhody/nevýhody oproti klasické jednosnímkové fotogrammetrii
- Použito pouze open source SW
- Popularizace problematiky a zájmového území

Obrázek 17: William Hogarth –
Satire on False Perspective, kolorováno



Zdroj: Fine Art America (2020)

Zdroje

- DUŠEK, R., MIŘIJOVSKÝ, J. (2009): Vizualizace prostorových dat: Chaos v dimenzích. Geografie-Sborník, 3, 114, 169–178.
- FINE ART AMERICA (2020): Hogarth: False Perspective by Granger, <https://cz.pinterest.com/pin/406872147559877963/> (cit. 9. 5. 2020).
- FRÜHBAUER, F. (2017): Geometrické základy fotogrammetrie. Diplomová práce. Katedra didaktiky matematiky MFF UK, Praha.
- FRÜHBAUER, F. (2013): Rekonstrukce fotografického snímku. Bakalářská práce. Katedra didaktiky matematiky MFF UK, Praha.
- GANTELIUS, P. (2018): Retiring BLAM and announcing fSpy – a stand alone camera matching app, <https://blenderartists.org/t/retiring-blam-and-announcing-fspy-a-stand-alone-camera-matching-app/1132588> (cit. 14. 5. 2020).
- GARCIA-GAGO, J., GOMEZ-LAHOZ, J., RODRÍGUEZ-MÉNDEZ, J., GONZÁLEZ-AGUILERA, D. (2014): Historical single image-based modeling: The case of Gobierna Tower, Zamora (Spain). Remote Sensing, 2, 6, 1085–1101.
- GONZALEZ-AGUILERA, D., GOMEZ-LAHOZ, J. (2008): From 2D TO 3D through modelling based on a single image. Photogrammetric Record, 122, 23, 208–227.
- CHROMČÁK, S. (2018): Ustrašený vagónek, <https://ztatovyhlavy.cz/ustraseny-vagonek/> (cit. 18. 8. 2020).
- Mapy.cz (2017): Letecká mapa. www.mapy.cz (cit. 26. 11. 2019).
- NPU (2020): Národní Památkový Ústav – kostel sv. Víta v Zahrádce, <https://www.kostel-zahradka.cz/cs> (cit. 22. 3. 2020).
- PAVELKA, K. (2003): Fotogrammetrie 10. Vydavatelství ČVUT, Praha.
- REMONDINO, F., RIZZI, A. (2010): Reality-based 3D documentation of natural and cultural heritage sites-techniques, problems, and examples. Applied Geomatics, 3, 2, 85–100.
- RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ, P., CAMPO, Á. G., MUÑOZ-NIETO, Á. L., SÁNCHEZ-APARICIO, L. J., GONZÁLEZ-AGUILERA, D. (2019): Diachronic reconstruction and visualization of lost cultural heritage sites. ISPRS International Journal of Geo-Information, 2, 8.
- SPOLEK PŘÁTELÉ ZAHRÁDKY (2019): Archiv Spolku. Kežlice.
- SURYNKOVÁ, P. (2013): Výukové materiály MFF UK: Geometrie ve výtvarném umění, <https://docplayer.cz/11471583-Geometrie-ve-vytvarnem-umeni.html> (cit. 9. 5. 2020).
- ŠESTÁKOVÁ, I. (2020): Deskriptivní geometrie I – elektronická skripta, <https://www.fa.cvut.cz/cs/studium/predmety/4962-deskriptivni-geometrie-i/materialy> (cit. 15. 5. 2020).
- VGHMÚŘ DOBRUŠKA (2019): Archiv leteckých měřických snímků, <http://www.mapy.army.cz/historicke-lms> (cit. 16. 4. 2020).