



**ČVUT**

ČESKÉ VYSOKÉ  
UČENÍ TECHNICKÉ  
V PRAZE

# Automatická rekonstrukce modelů střech z obrysů budov a leteckých obrazových dat

Fakulta stavební, Katedra geomatiky

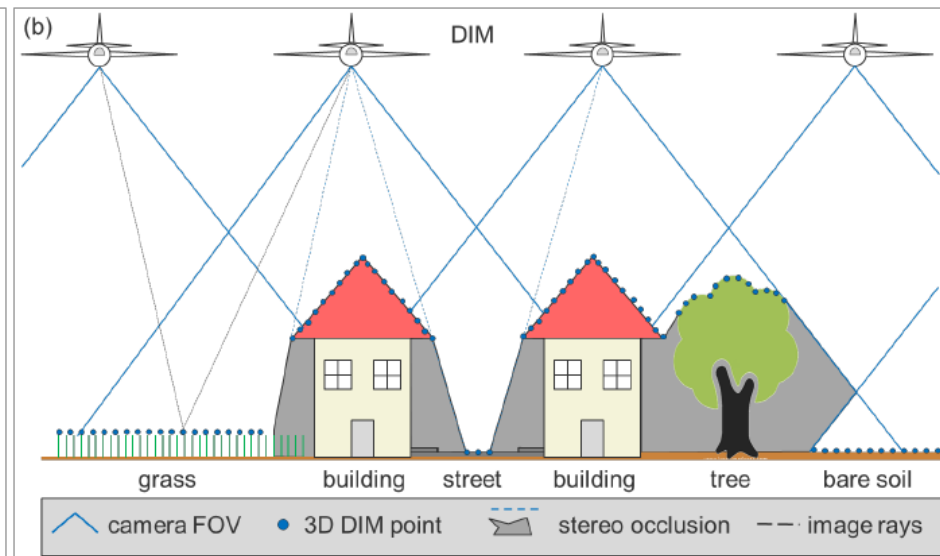
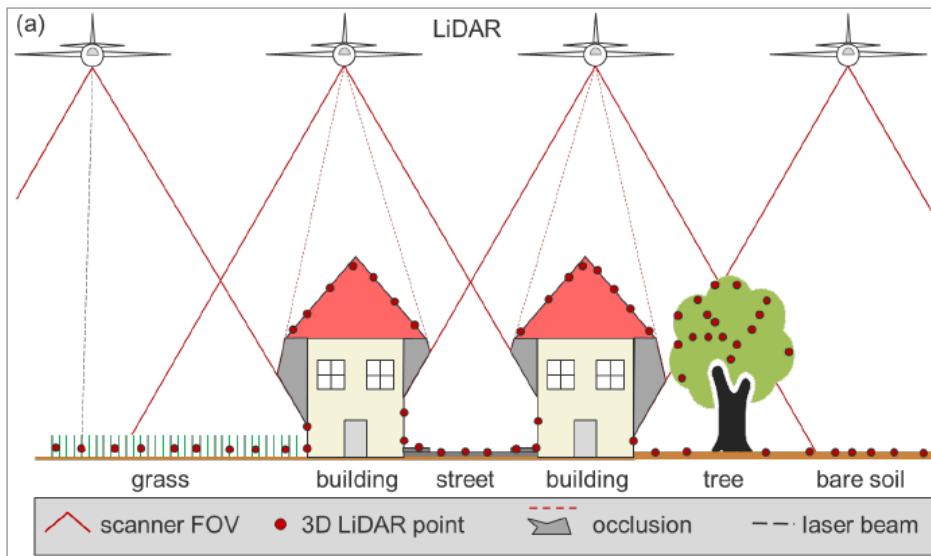
Vojtěch Hron, 30.10.2019

# Disertační práce

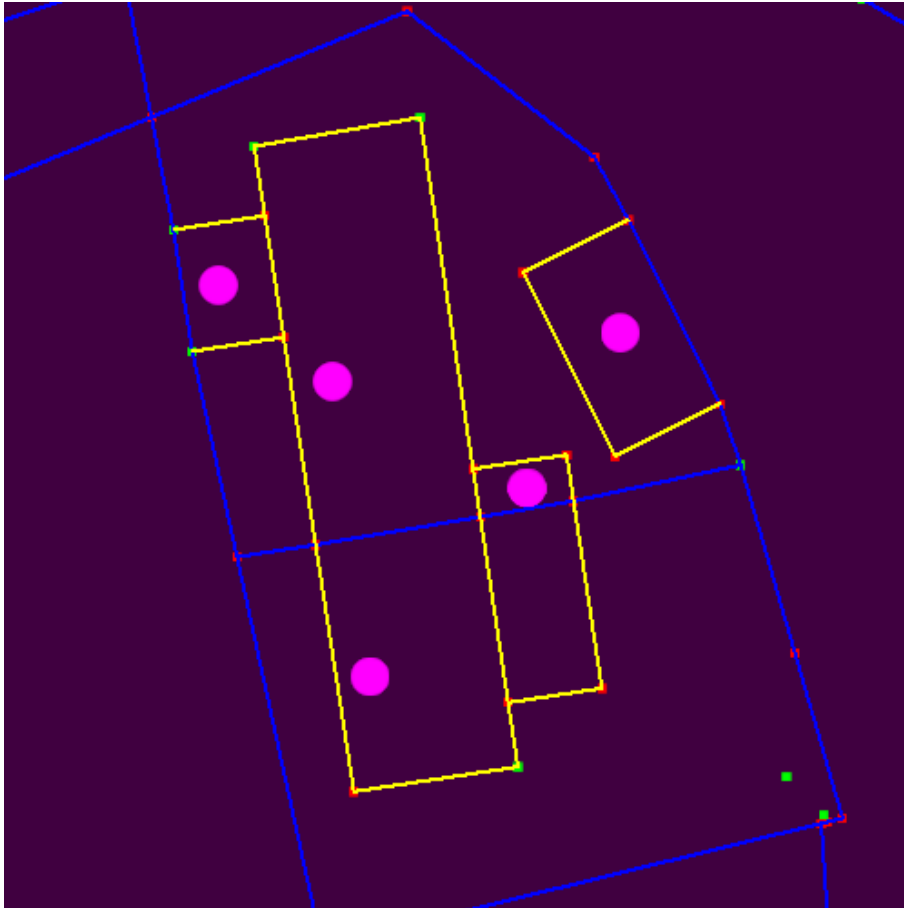
## Využití leteckých dat pro aktualizaci budov v ZABAGED®

- letecká data Zeměměřického úřadu
- nová evidence budov v ZABAGED®
- hybridní detekce změn (rastrový a objektový přístup)
- **metoda pro aktualizaci budov**
- tvorba 3D modelů budov
- existující softwarová řešení pro tvorbu 3D modelů budov
- **metoda pro automatickou rekonstrukci modelů střech**

# Letecká data Zeměměřického úřadu

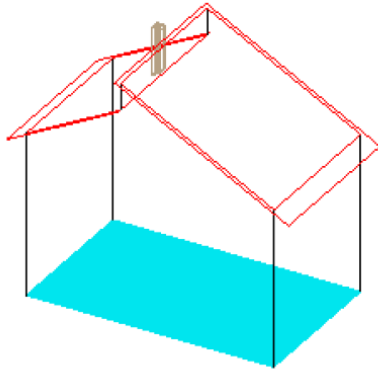


# Nová evidence budov v ZABAGED®

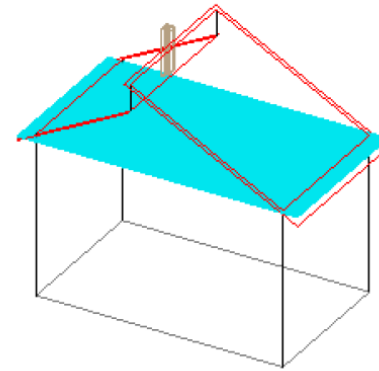


# obrysy budov + výšková data = 3D budovy?

**LOD0 FootPrint**



**LOD0 RoofEdge**



*LOD0*

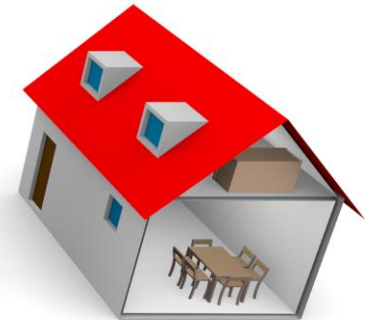
*LOD1*



*LOD2*



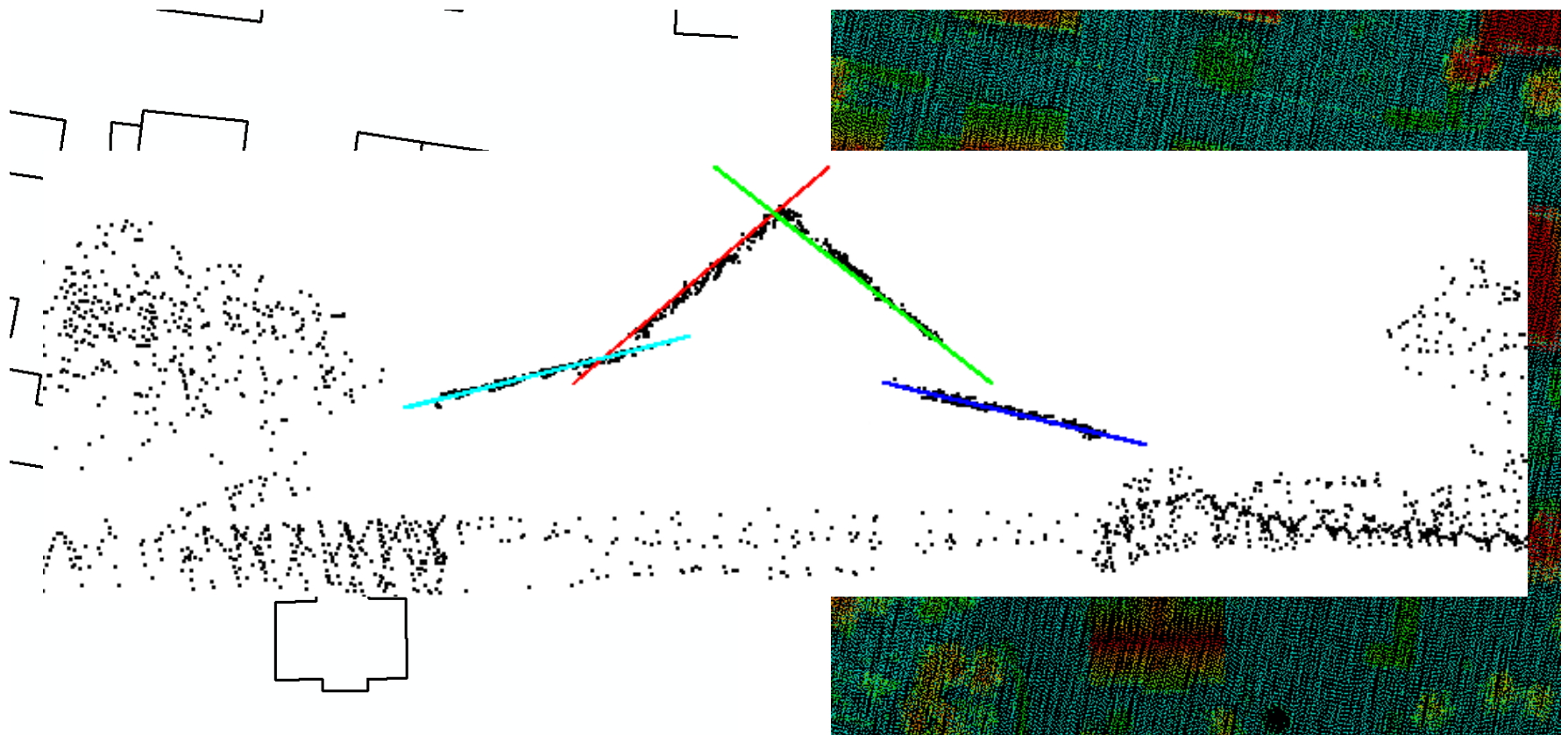
*LOD3*



*LOD4*

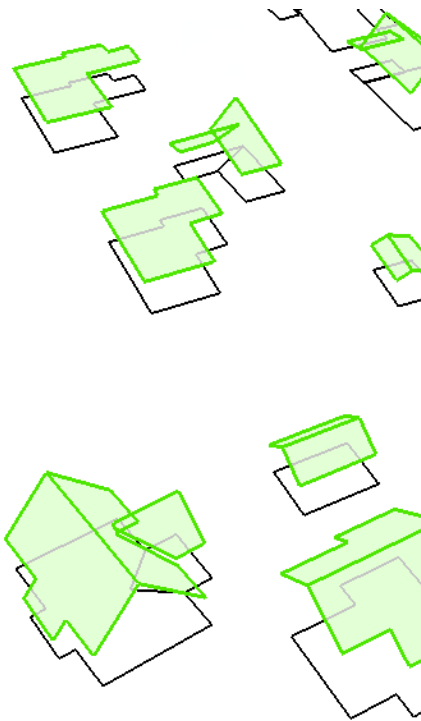
# Software pro tvorbu 3D modelů budov LOD2

vstupní data: obrysy budov, mračno bodů, model reliéfu



# Software pro tvorbu 3D modelů budov LOD2

Inpho Building Generator



ENVI LiDAR



# Vlastní přístup

## Motivace

- neuspokojivé výsledky existujících řešení
- snaha o maximální využití dostupných prostorových dat

## Vstupní data

- obrysy budov ZABAGED<sup>®</sup> (polohová přesnost do 1 m)
- výšková data - NDMP z LMS (0,5 - 2 m/pixel)
- obrazová data - konvenční ortofoto (0,2 m/pixel)

## Cíl

- topologicky správné a realistické modely střech
- tvorba 3D modelů budov



# Popis

## 1. Detekce střešních hran z ortofota

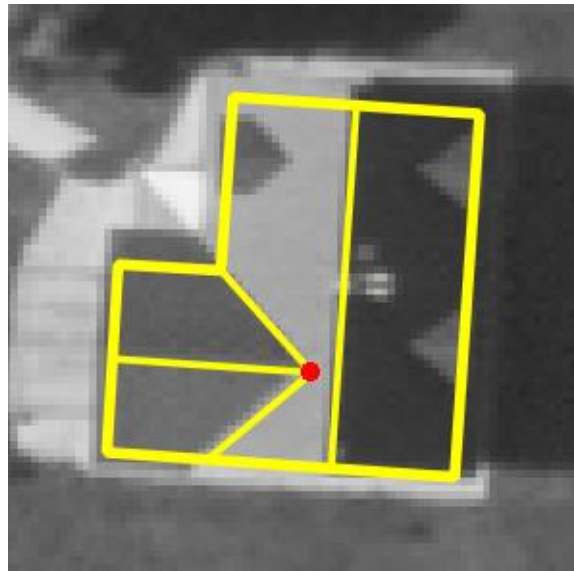
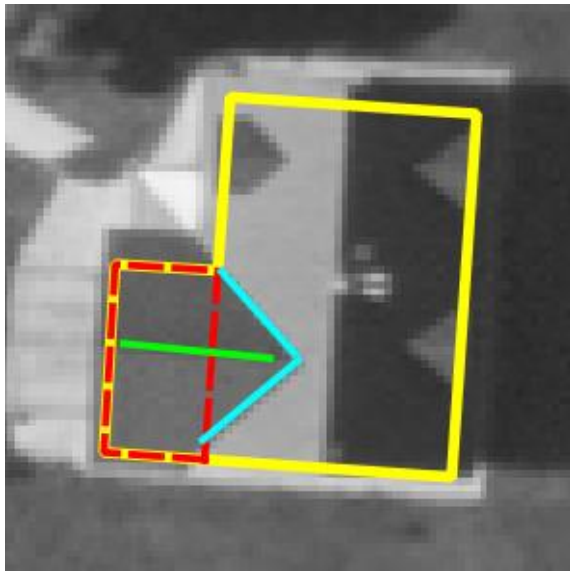
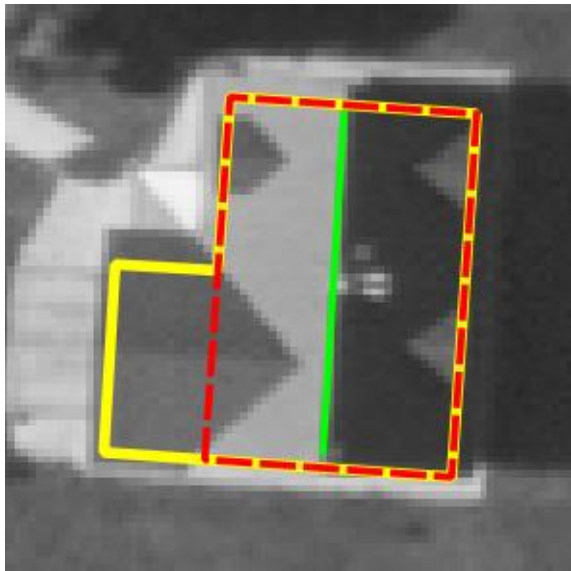
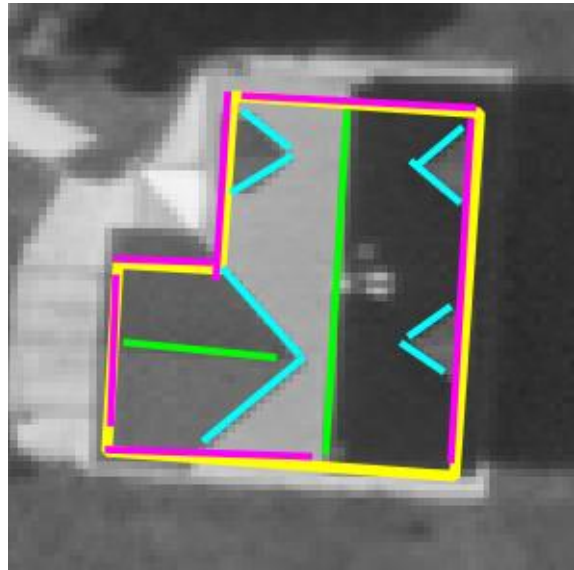
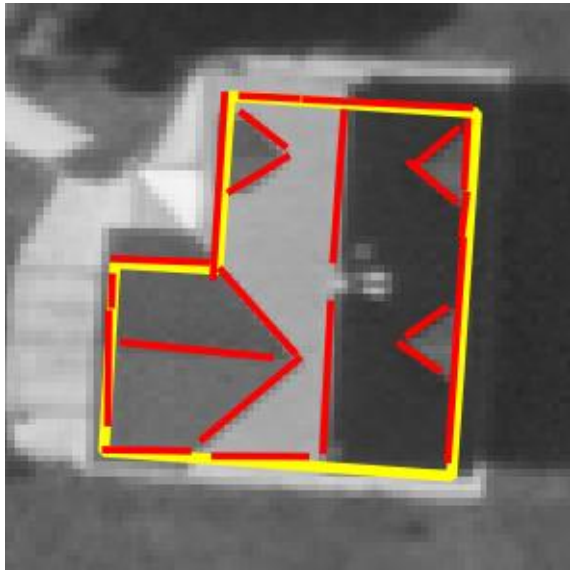
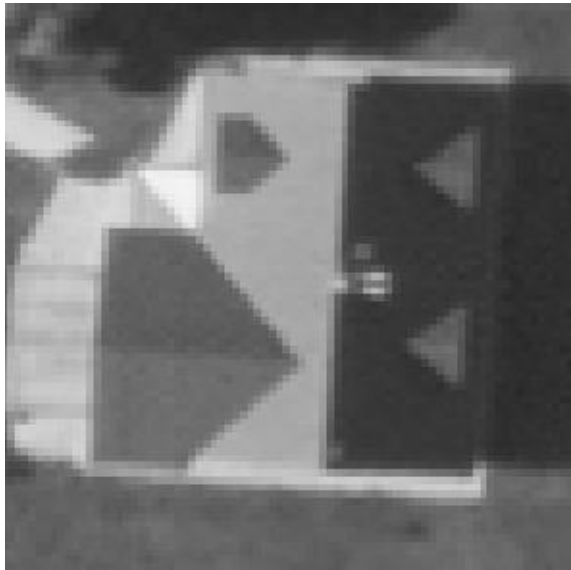
- algoritmus Line Segment Detector (zkráceně LSD)
- spojování a filtrace hran → elementy střechy

## 2. Kategorizace střešních elementů

- analýza NDMP, vzájemných prostorových vztahů a vztahů vůči obrysu budovy → hřebeny, nároží, úžlabí, vikýře

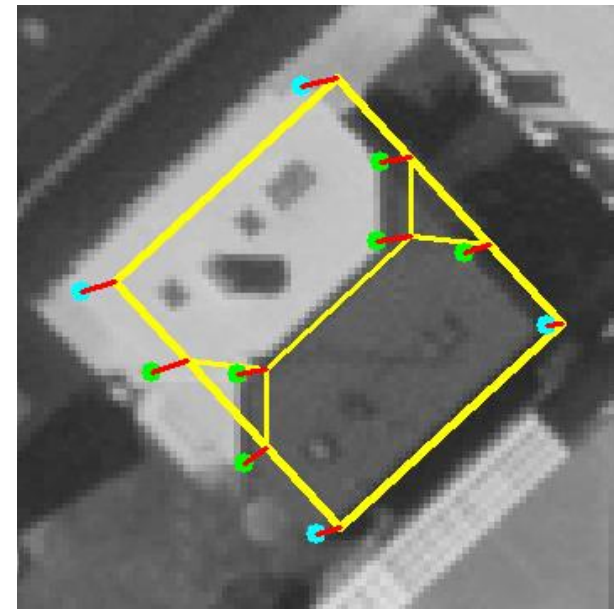
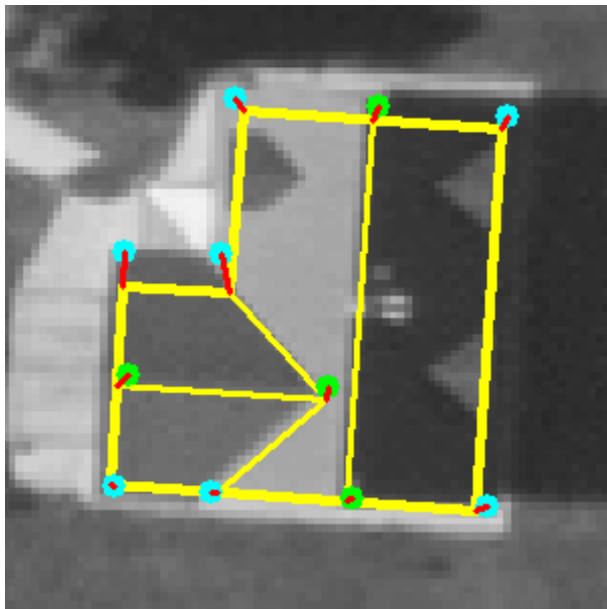
## 3. Tvorba modelů střech podle definovaných pravidel

- využití informací o úhlech, délkách a topologii
- existence hřebenu, jeho polohy a existence přiléhajících nároží/úžlabí → typ střechy



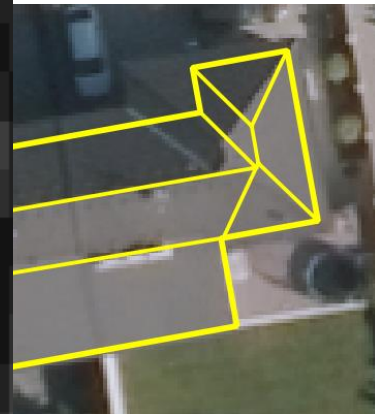
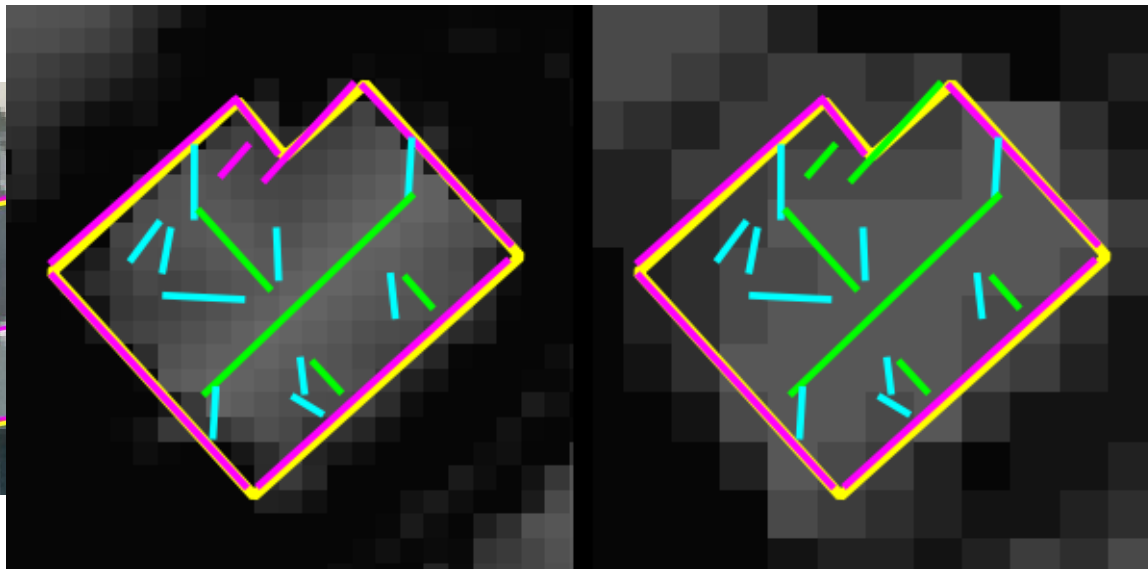
# Testování

- 30 budov různých tvarů (počet vrcholů 4-16) a složitosti střech (počet typů střech na budovu 1-3)
- referenční data v podobě 3D bodů určených stereofotogrammetrickým vyhodnocením



# Testování

- průměrná hodnota RMSE pro vstupní data 0,73 m
- průměrná hodnota RMSE pro konstruovaná data 0,92 m
- multitemporální obrazová data (LMS z různých period)
- použití NDMP různého rozlišení (0,5 - 2 m/pixel)



# Omezení

- pravidla pro jednotlivé typy střech (sedlová, valbová, polovalbová, stanová, plochá, pultová)
- obrysy budov s přibližně paralelními stranami
- konstrukce hřebene uprostřed mezi paralelními stranami
- použití středových částí ortogonalizovaných snímků

# Plány do budoucna

- použití zcela blokových půdorysů budov (historická městská centra)
- extrakci výškových hran z přesného NDMP
- implementaci dalších typů střech (pilová, mansardová, motýlová, kopulovitá atd.)
- tvorbu 3D modelů budov podle standardu CityGML
- rozsáhlejší testování ve spolupráci se ZÚ

## Děkuji za pozornost

Hron, V., Halounová, L., 2019. Automatic reconstruction of roof models from building outlines and aerial image data. Acta Polytechnica. [akceptováno, publikace na konci roku 2019]