



Ústav geografie
Prírodovedecká fakulta
UPJŠ v Košiciach

Modelovanie geopriestorových procesov krasovej krajiny pomocou masívnych geodát

Jaroslav HOFIERKA

Ústav geografie, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Košice

geo.ics.upjs.sk

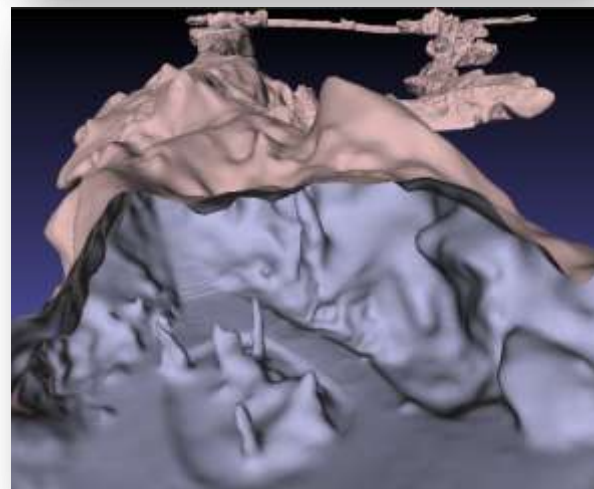
spatial3d.science.upjs.sk

Obsah prezentácie

- Ciele, motivácia
- Terestrické laserové skenovanie v jaskyni Domicca
- Letecké laserové skenovanie Silickej planiny
- Vytvorenie 3D modelu
- Integrácia s 3D GIS-om
- Ďalší výskum

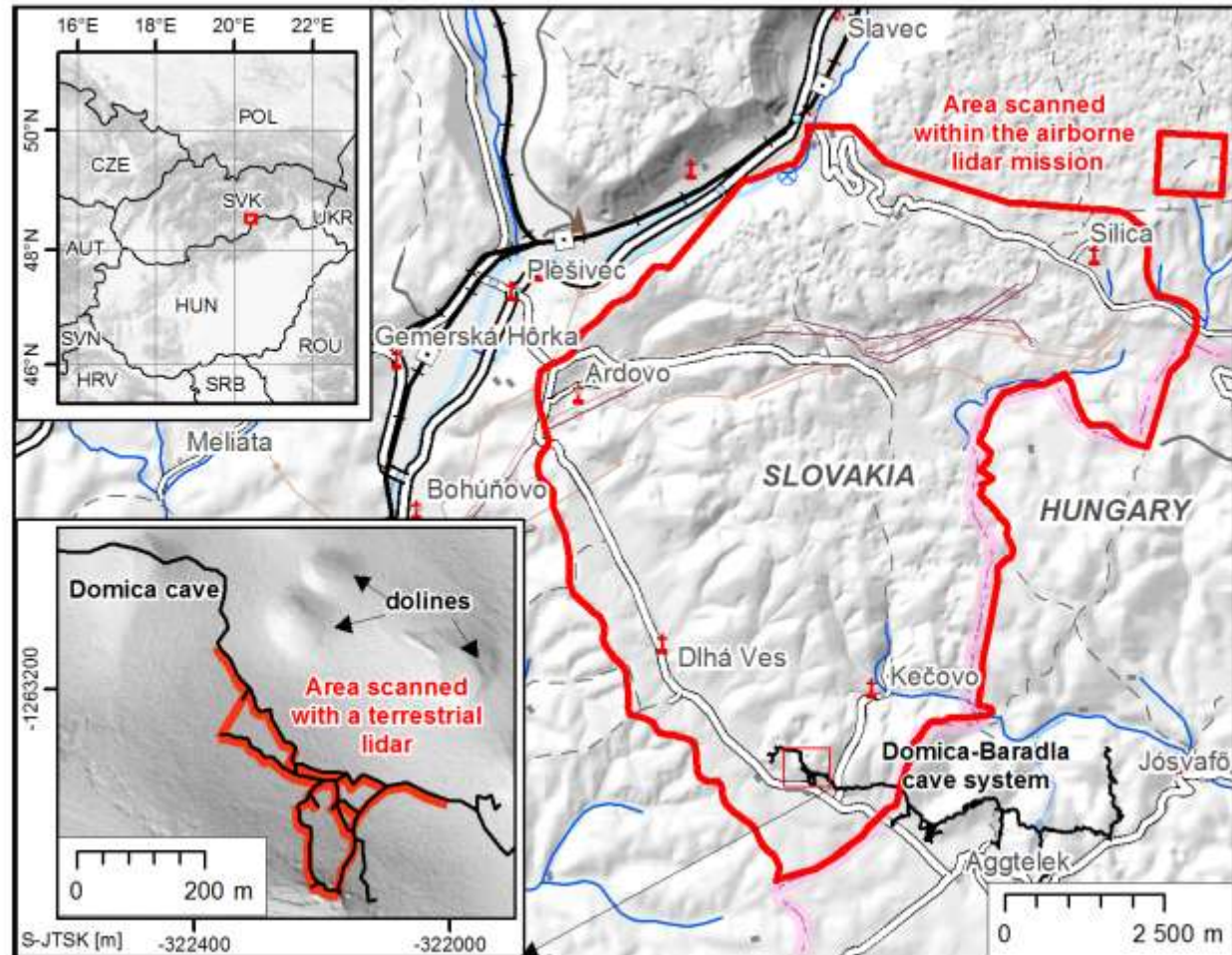
Motivácia

- Terestrické laserové skenovanie (TLS) je čoraz populárnejšie aj pri mapovaní jaskýň
- TLS má však svoje špecifiká vyplývajúce z náročných podmienok skenovania
- Letecké laserové skenovanie (ALS) sa stáva štandardným zdrojom 3D dát o povrchu (snád' okrem SR ☹)
- Potrebné sú nové 3D softvérové nástroje na analýzu a pochopenie krajinných systémov



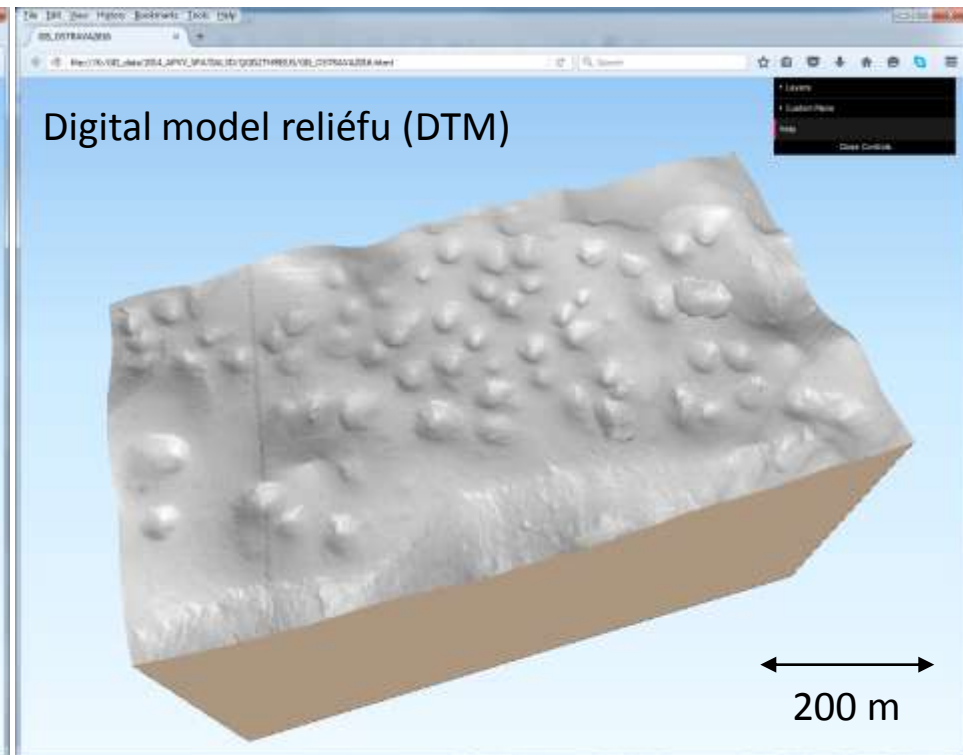
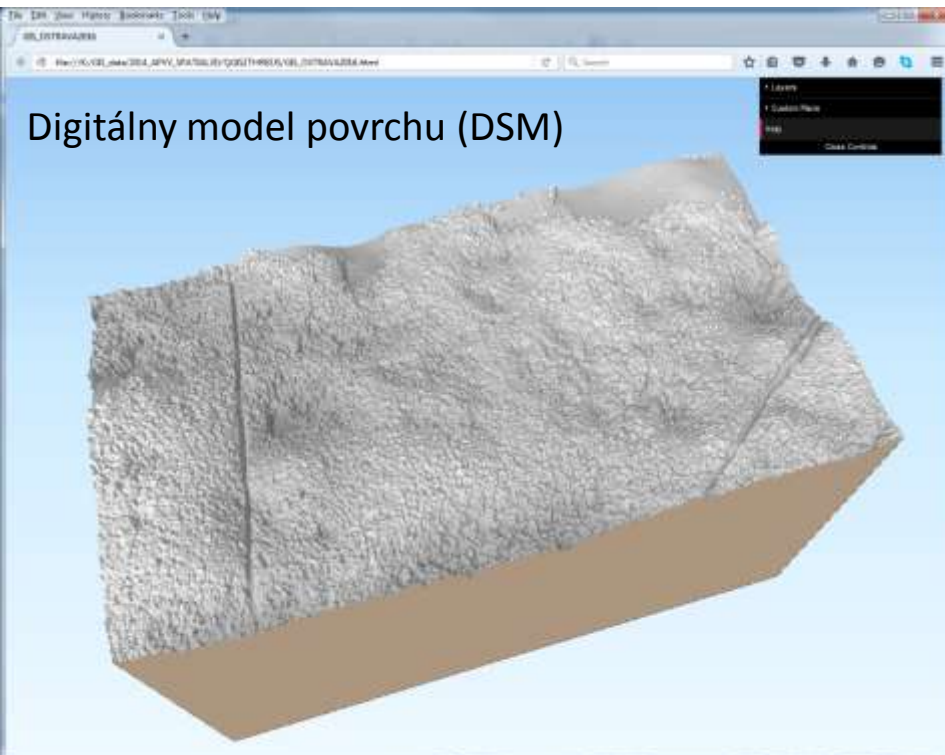
Záujmové územie: Slovenský kras

68 km², rôznorodé povrchové a podpovrchové prvky, navzájom interagujú (napr., závrty, jaskynný systém Domica-Baradla, atď.).



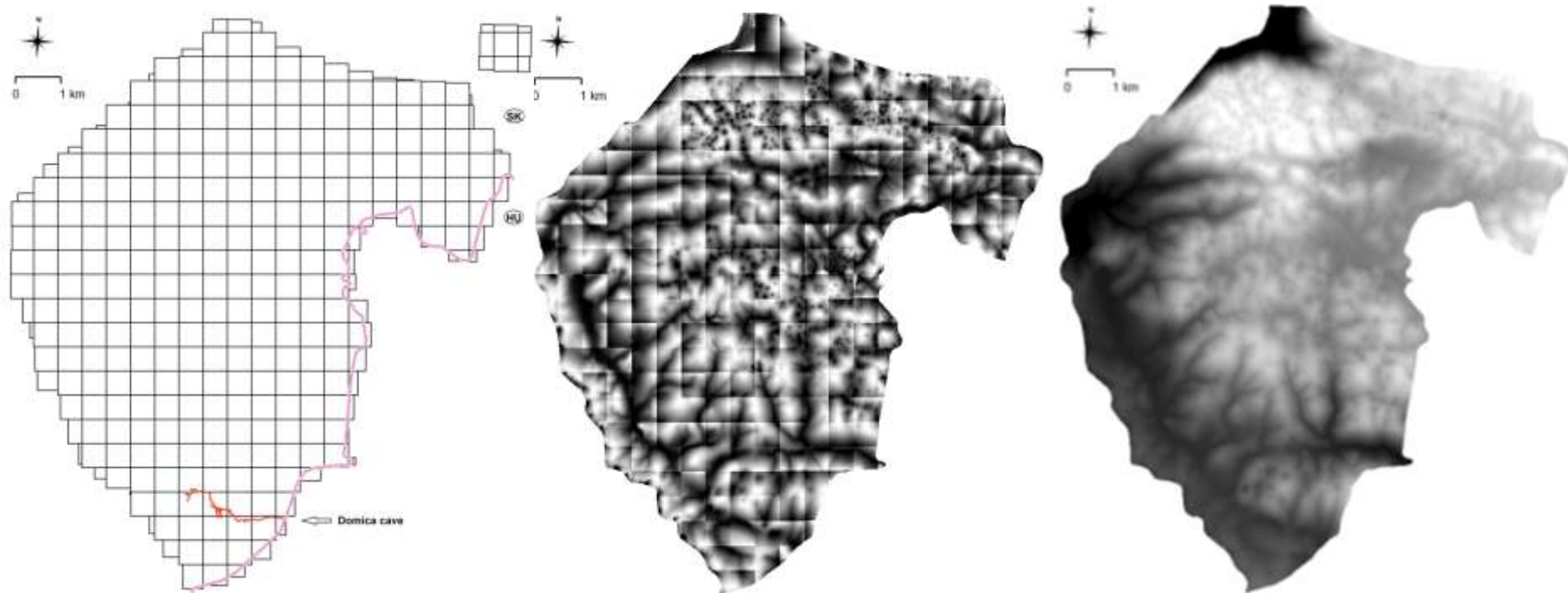
Letecké laserové skenovanie

- skenovanie 2014, 2 mld. bodov, 68 km², 29 bodov/m², 21 bodov/m² last return, ALS data + RGB a blízke IČ ortofotosnímky
- digitálny model povrchu (DSM) digitálny model reliéfu (DTM)
- ALS je vhodný zdroj dát pre mapovanie detailov krasového územia



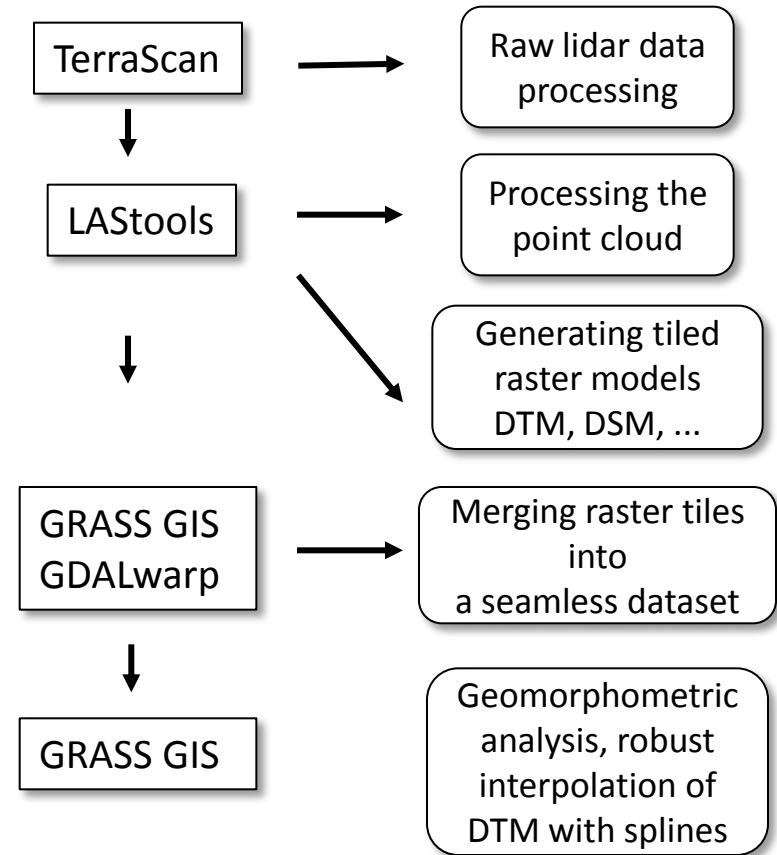
Letecké laserové skenovanie

Segmentácia ALS (2 mld. bodov), dátové dlaždice 500x500m vo formáte LAS, bez možnosti priameho spracovania v GIS-e



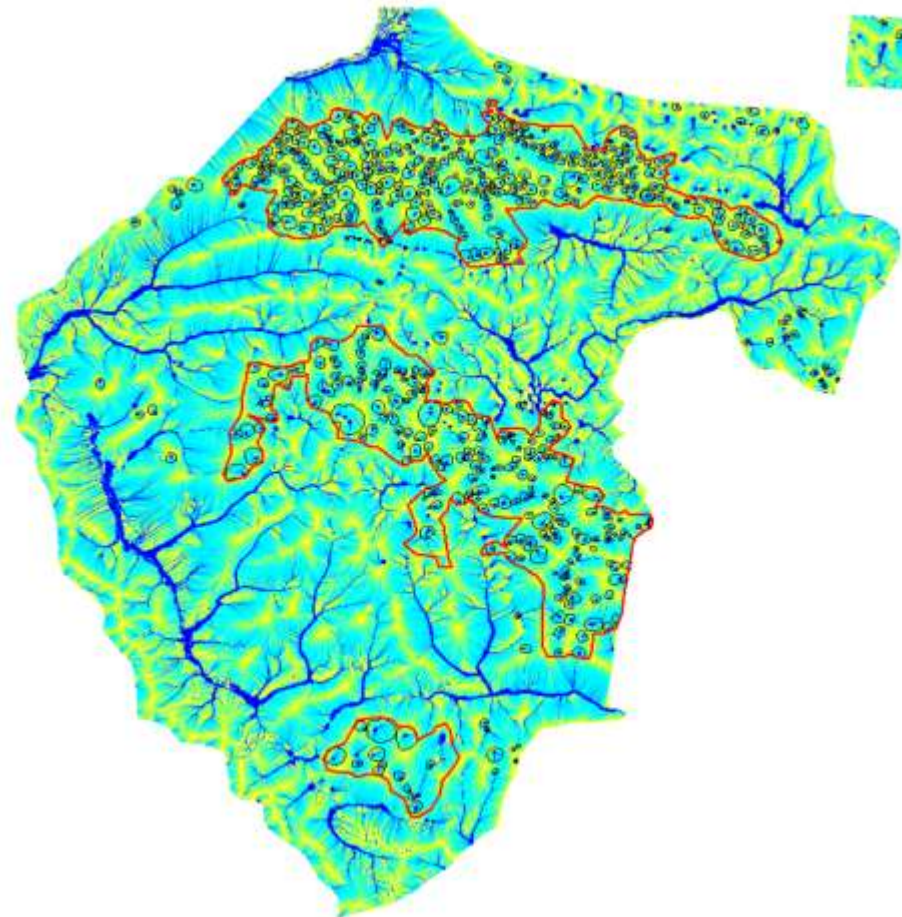
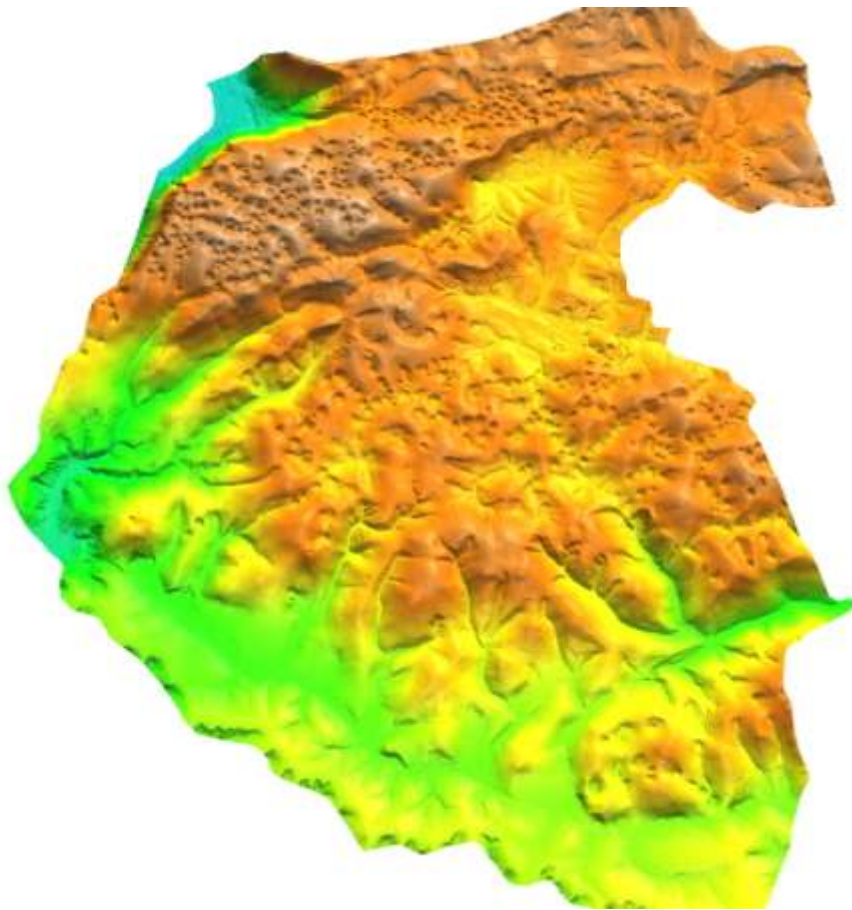
Postup spracovania dát ALS

- surové dáta ALS: TerraScan
- LAStools: spracovanie mračna bodov do gridu
- dlaždice s prekrytom 25-metrov
- odstránenie šumu, klasifikácia dát: reliéf, vegetácia, budovy, neklasif.
- vytvorenie DTM, DSM
- export do GRASS GIS na ďalšie analýzy a modelovanie
- paralelné výpočty DMR pomocou v.surf.rst.mp a r.sun.mp



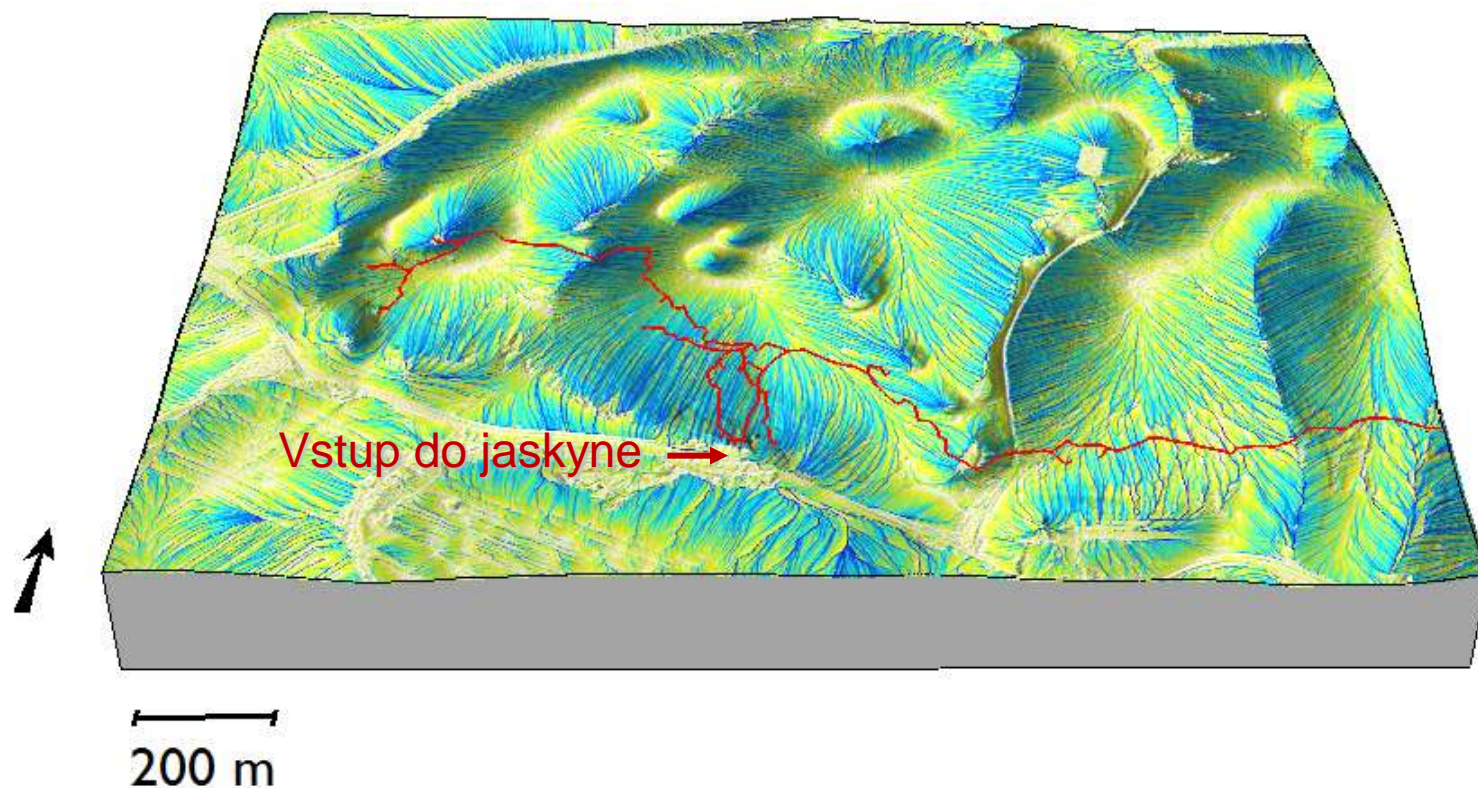
ALS, DMR a modelovanie procesov

Podrobné mapovanie povrchu (21 bodov/m²), krasových foriem a procesov vedúcich k tvorbe podzemných foriem



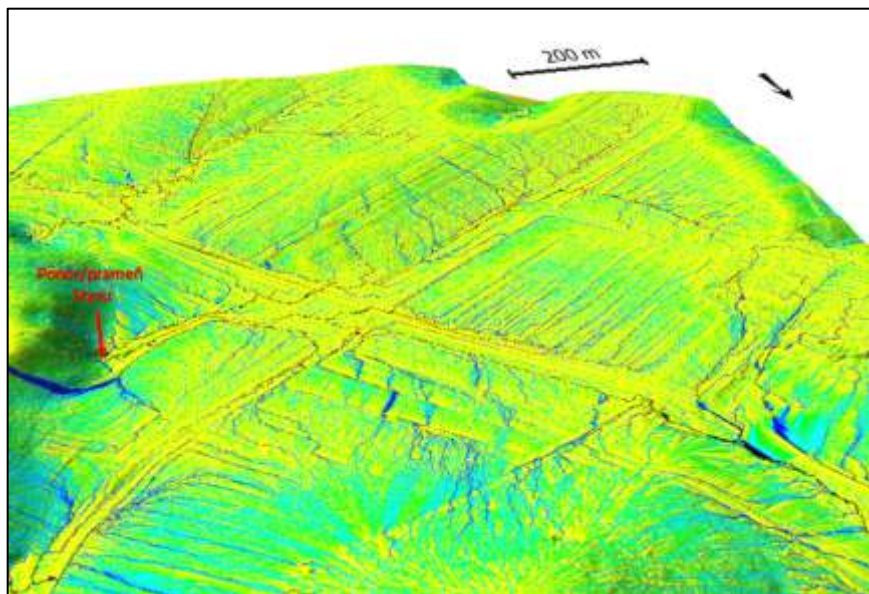
Geopriestorové analýzy

3-D pohľad na georeliéf nad jaskyňou a povrchový tok vody odvodený z dát z leteckého laserového skenovania cez r.flow v GIS-e GRASS



Geopriestorové analýzy

Simulácia procesov na povrchu a v podzemí – lepšie pochopenie vývoja územia.



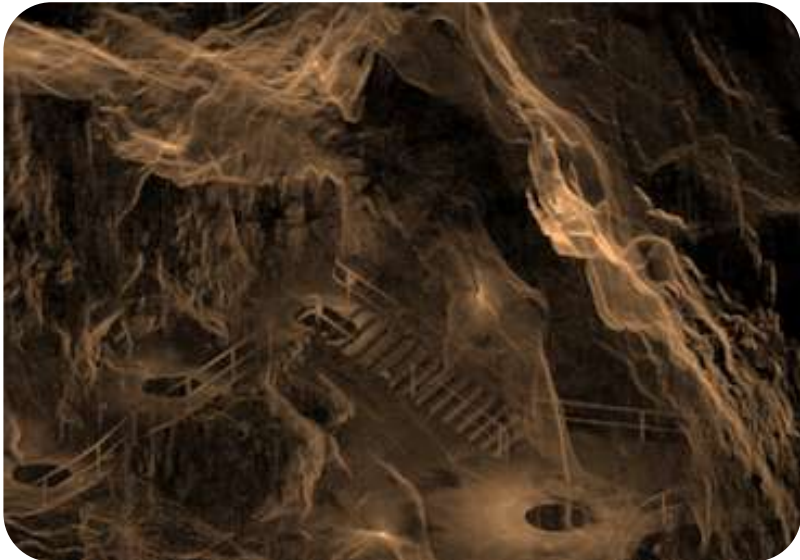
Povrchový tok vody simulovaný
r.watershed pre 17.2.2016.



Reálna situácia zaznamenaná DJI
Phantom 3.

Terestrické laserové skenovanie v jaskyniach

- TLS je veľmi vhodné na mapovanie jaskýň
- prvé aplikácie v r. 2004
- plus: zachytenie detailov povrchov
- mínus: jaskyňa je náročné prostredie, drahé zariadenie

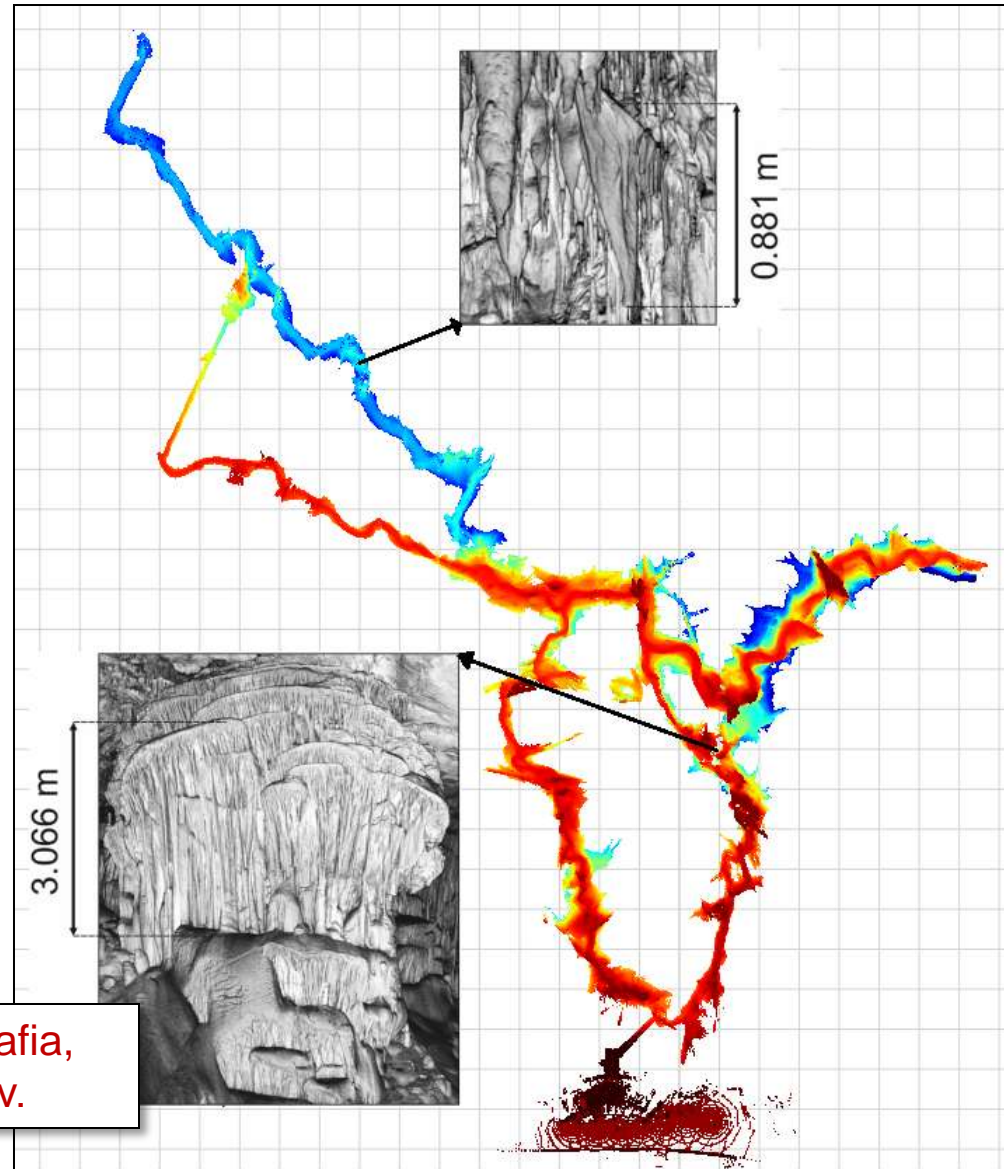


Jaskyňa Domica

Zber dát

Meranie:

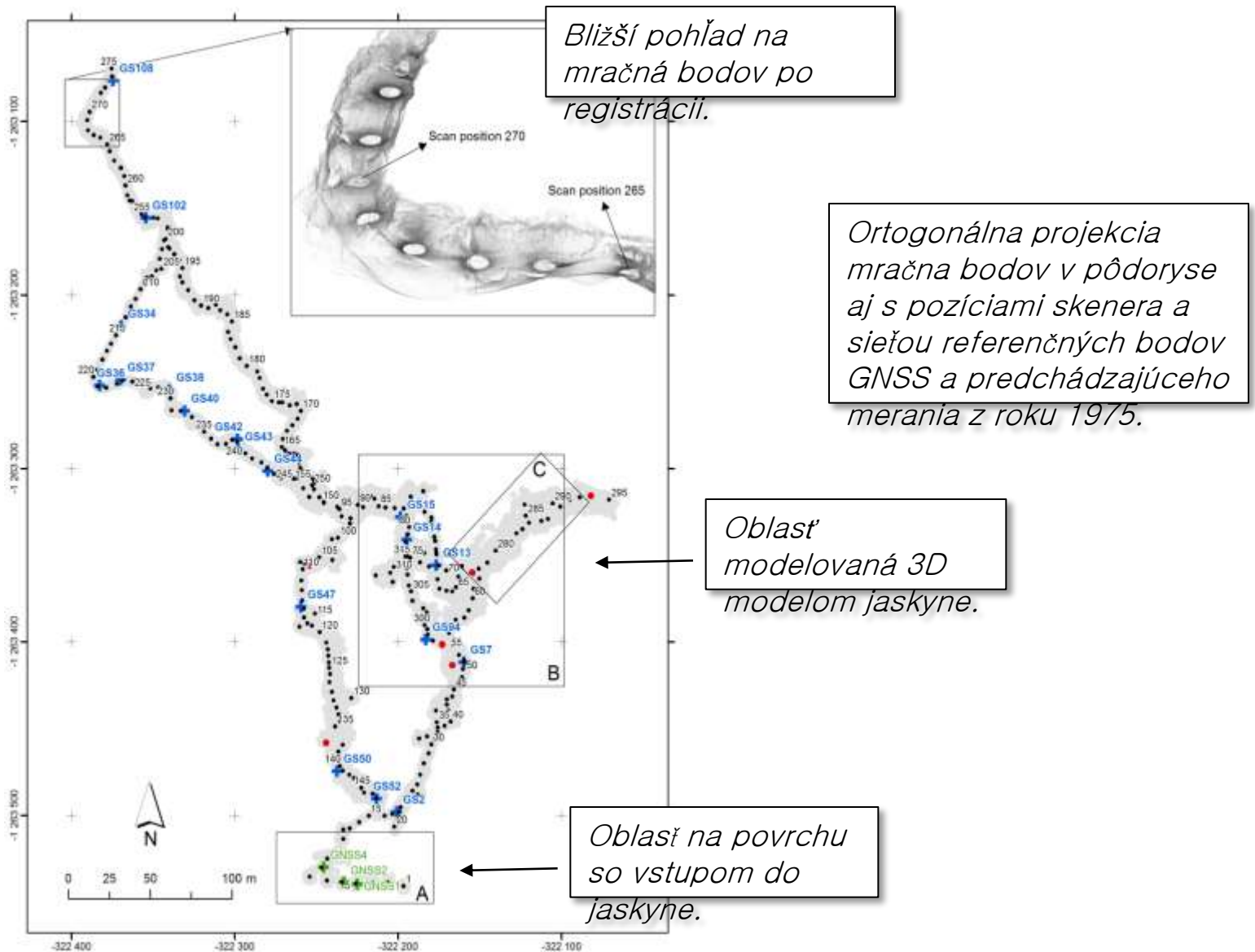
- 5 dní, marec 2014
- skener FARO Focus 3D S120
- skenovaných 1600 metrov chodieb jaskyne
- takmer 12 mld. 3D bodov
- hustota skenovania 20 mm pri vzdial. 10 m
- 327 pozícií skenovania
- celková chyba registrácie 2.24 mm
- chyba georeferencovania 41.8 cm



Toto nie je fotografia,
ale mračno bodov.

Jaskyňa Domica

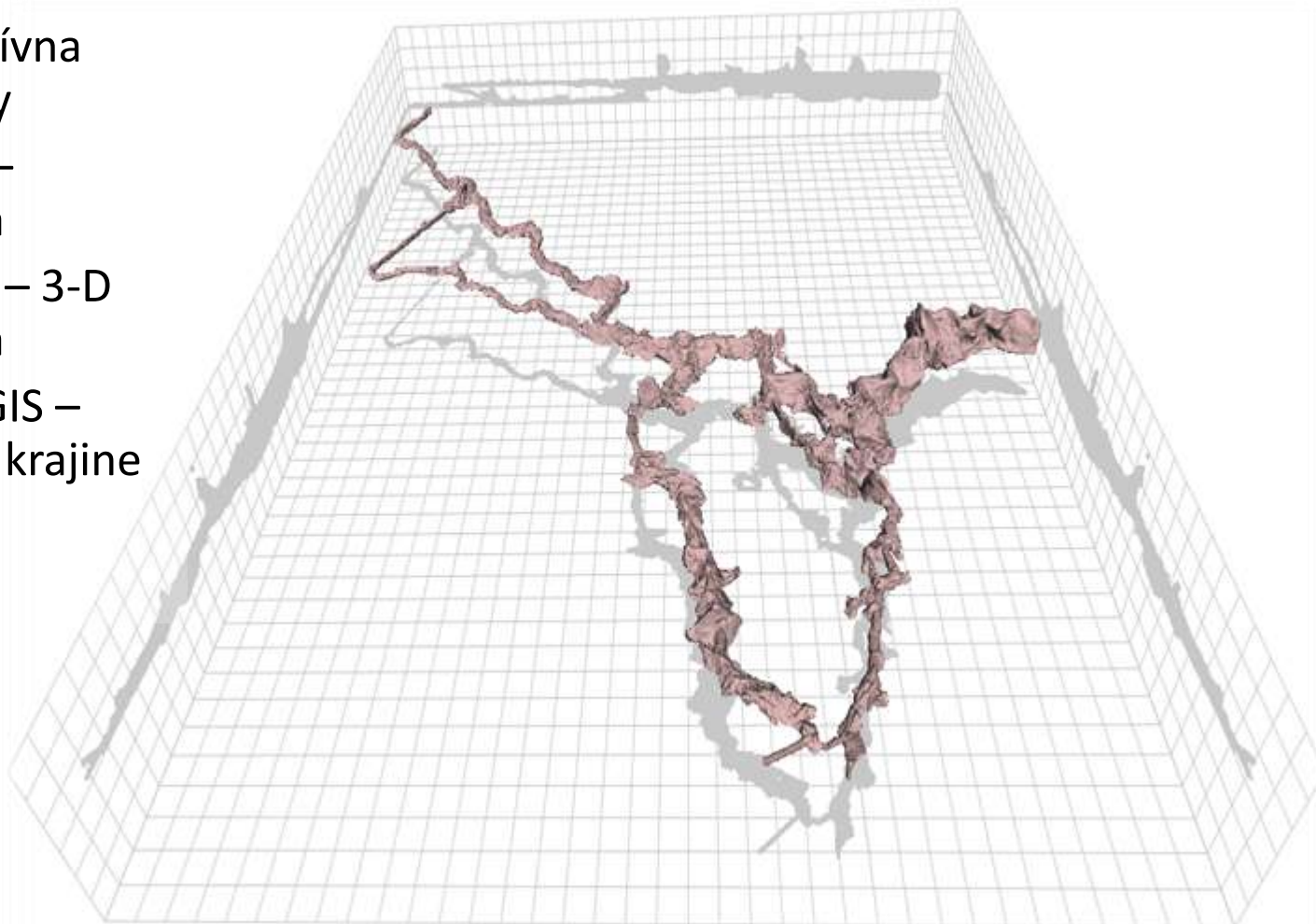
Kľúčový je
výber
správnej
pozície...



Od mračna bodov k 3D modelu

Softvérové nástroje

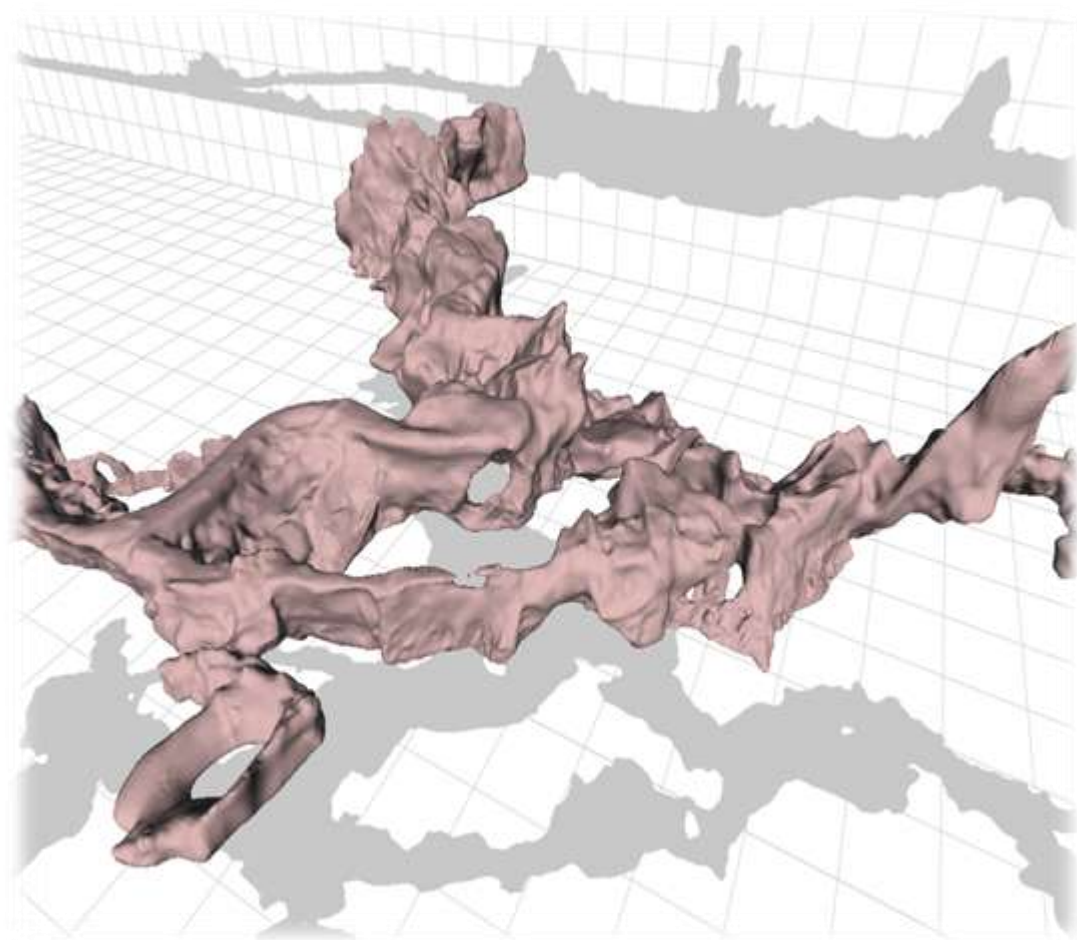
- Pointools (*.ptl)
Blender – efektívna vizualizácia, rezy
- Lastools (*.las) –
analýza, filtrácia
- Meshlab (*.ply) – 3-D
model a analýza
- ArcGIS/GRASS GIS –
integrácia dát o krajine
v GIS-e



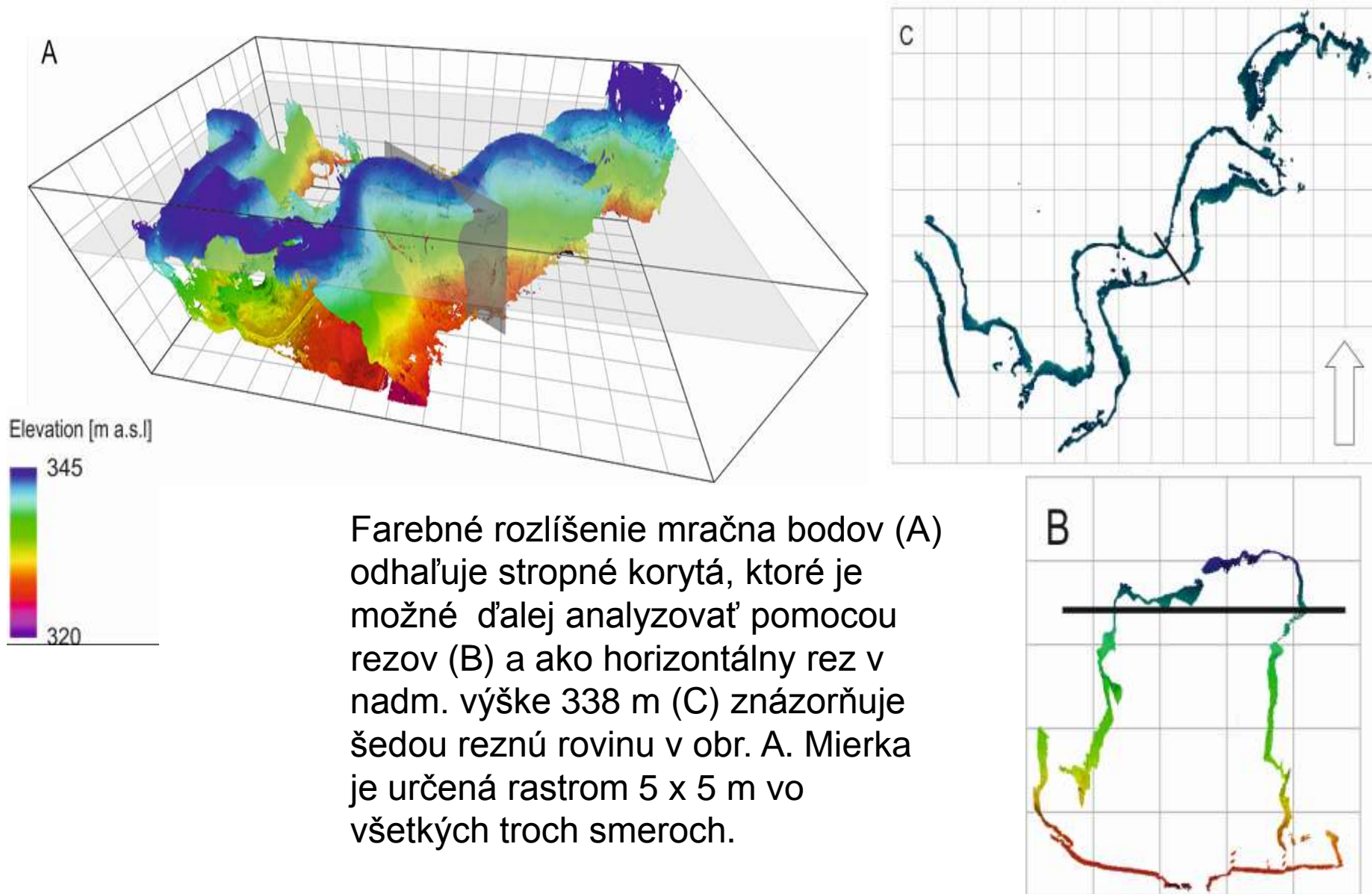
Od mračna bodov k 3D modelu

Krok za krokom

- Výber menšej časti jaskyne
- Redukcia počtu bodov na 1% (268000 bodov)
- Výpočet normál bodov (vrcholy siete)
- Vytvorenie 3-D povrchu jaskyne (trojuholníková sieť)
- Metóda Poissonovho povrchu (Khazdan et al., 2006)

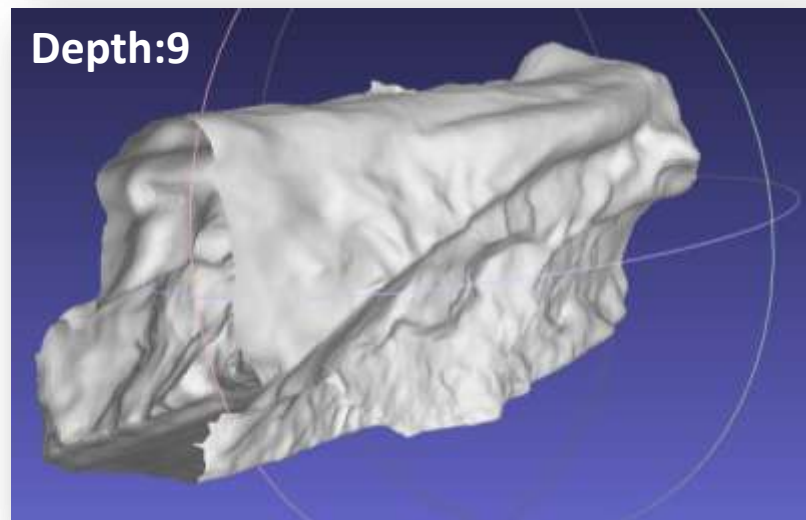
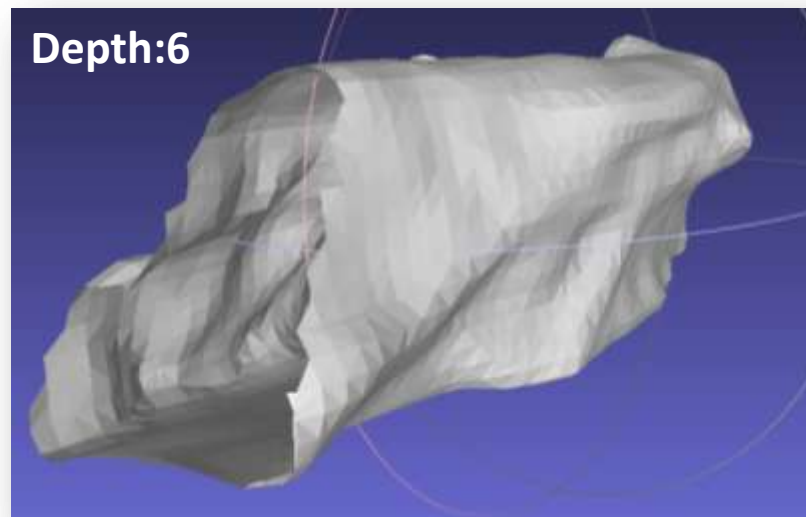
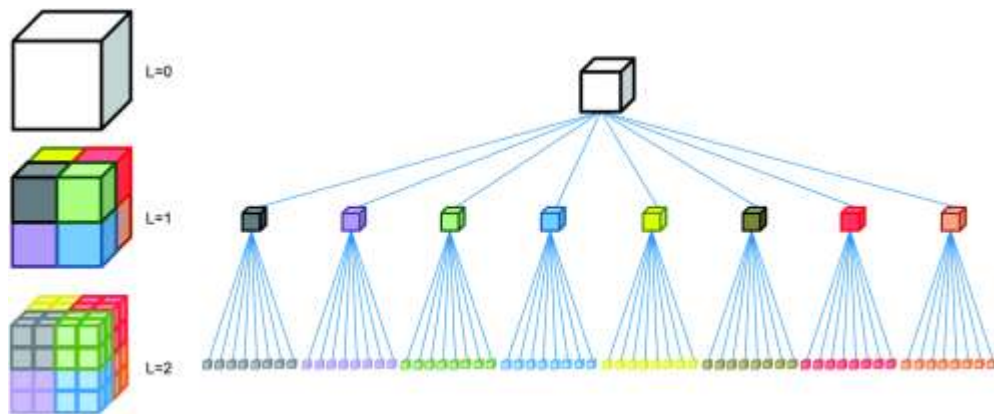


Analýza 3-D modelu jaskyne



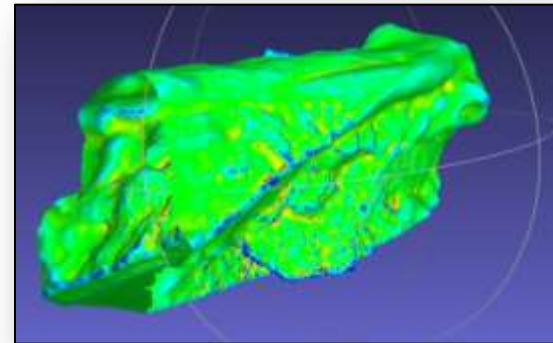
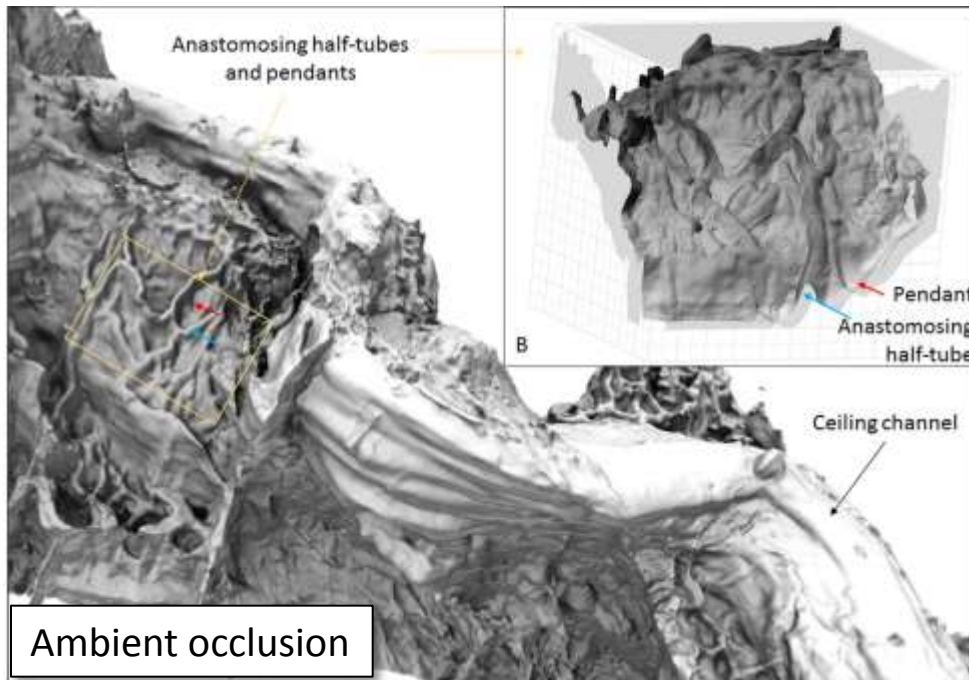
Tvorba 3-D modelu jaskyne

- Rekonštrukcia Poisonovho povrchu
- Rozlíšenie je kontrolované:
 - Hustotou vstupných bodov (konšt. 268 000 bodov)
 - parameter hĺbka **octree**



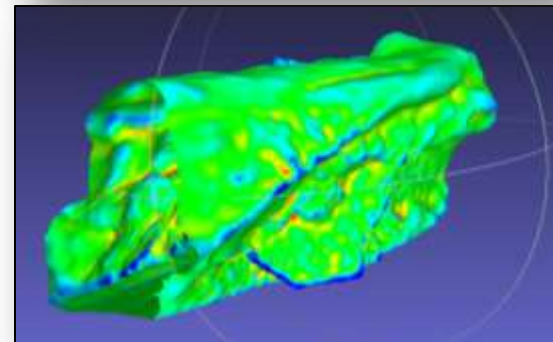
3-D geomorfometrická analýza

- vysoká miera detailu umožňuje viacmierkový prístup
- umožňuje identifikovať špecifické krasové tvary, tektonické línie/zlomy, koncentrovaný tok vody

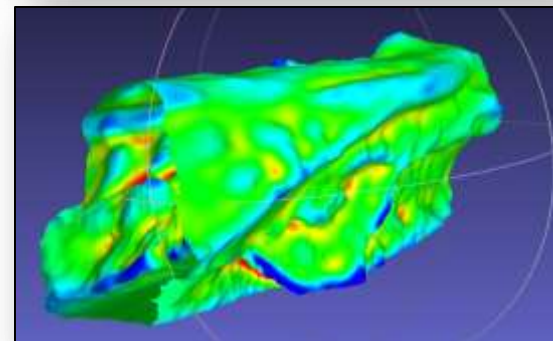


Okolie
definované

5 bodov



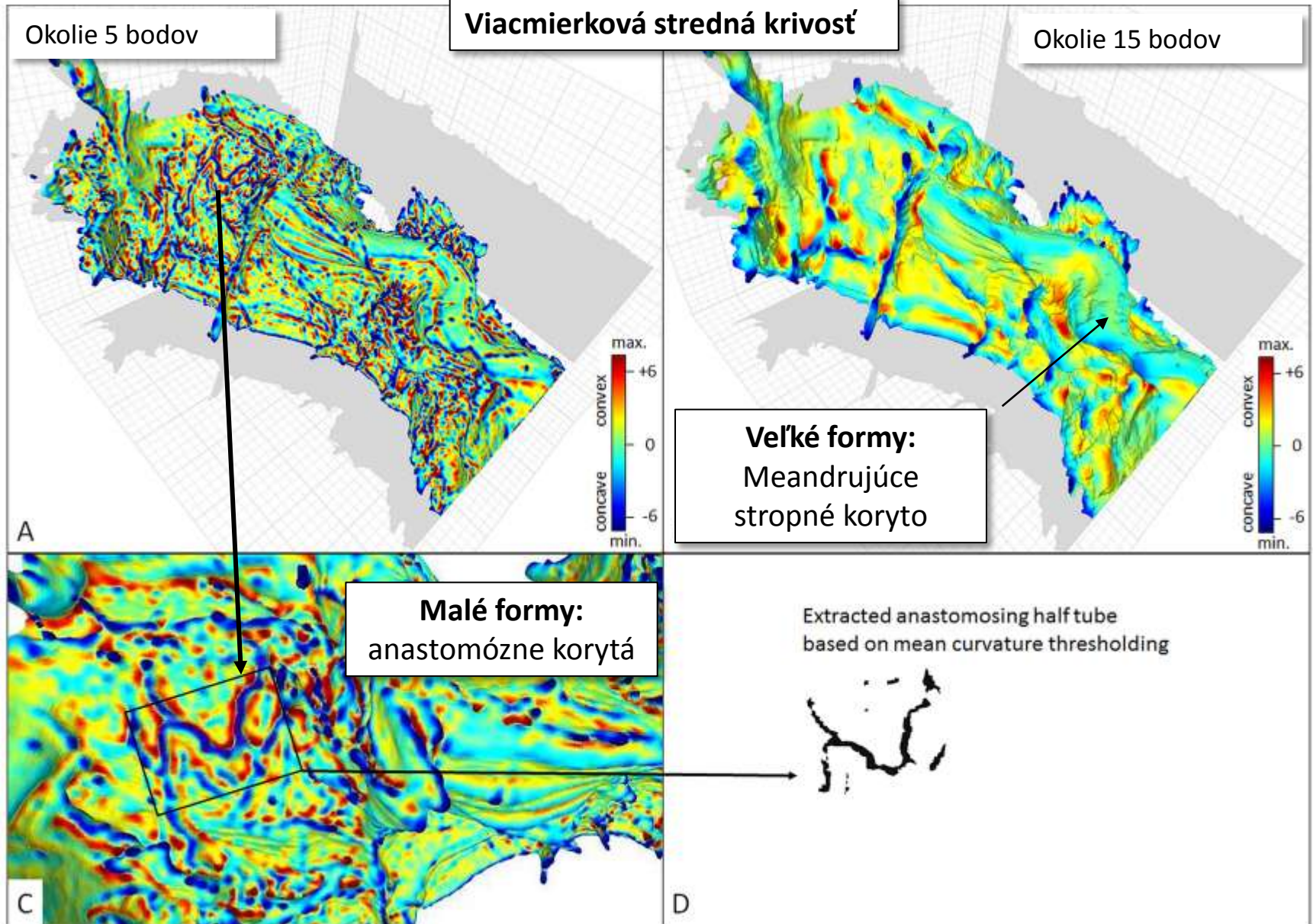
10 bodov



20 bodov

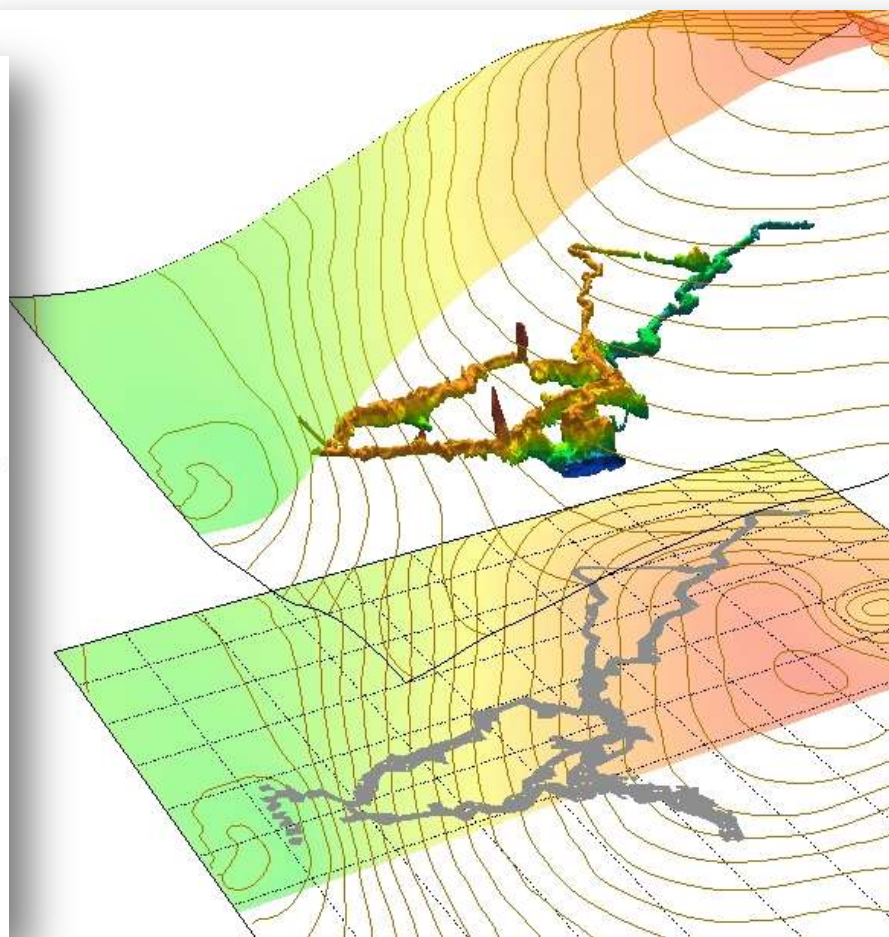
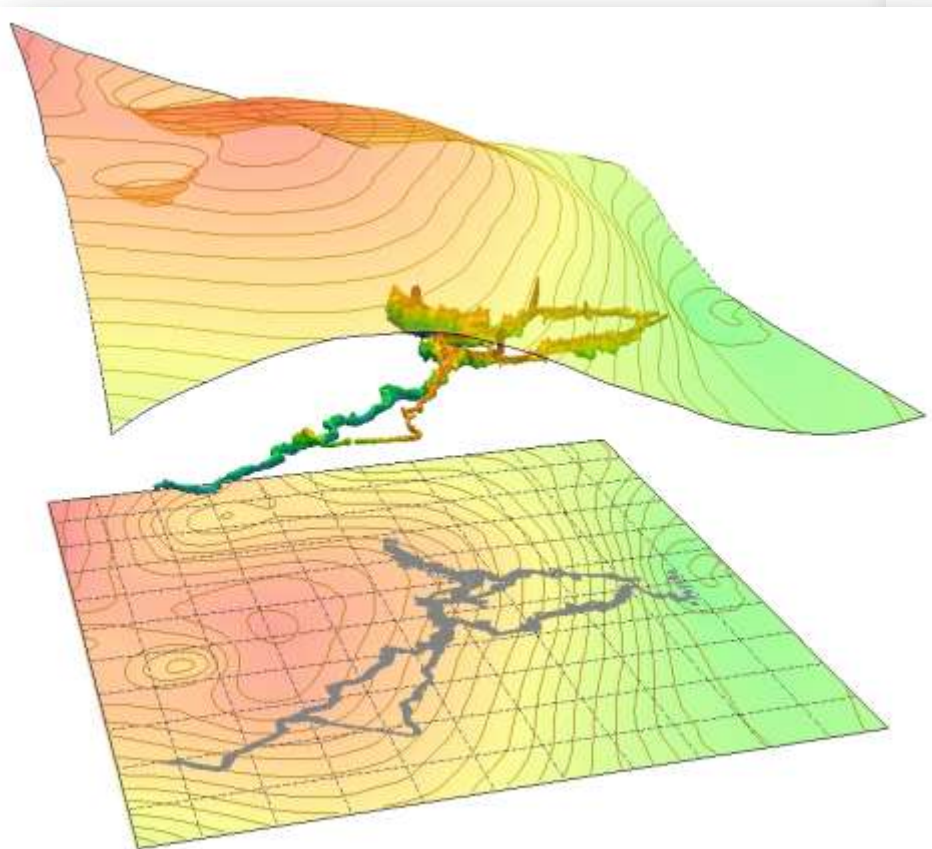
Stredná krivosť – viacmierkový prístup

3-D geomorfometrická analýza



Integrácia s 3-D GIS-om

Vertikálne rezy 3D modelom krajiny umožňujú štúdium vzťahov medzi porchovými a podpovrchovými javmi



Ďalší výskum

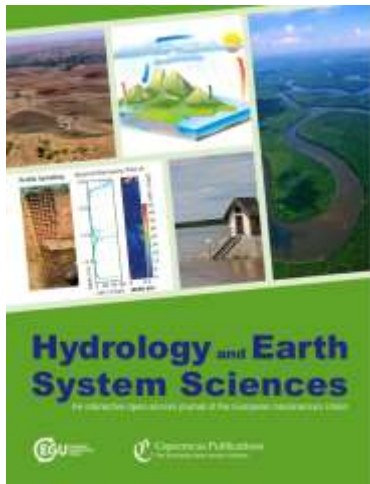
- Vývoj nástrojov na analýzu 3-D povrchov v GIS-e analogicky k 2D analýze georeliéfu (3-D geomorphometry)
- Efektívne metódy na spracovanie masívnych dát z laserového skenovania v GIS-e v rôznych mierkových úrovniach
- Vývoj dynamických 3-D modelov krajiny (modelovanie procesov)

Ďalšie informácie

GALLAY, M., KAŇUK, J., HOCHMUTH, Z., MENEELY, J., HOFIERKA, J., SEDLÁK, V. (2015): Large-scale and high-resolution 3-D cave mapping by terrestrial laser scanning: a case study of the Domica Cave, Slovakia. *International Journal of Speleology*, 44(3), 277-291.



GALLAY, M., HOCHMUTH, Z., KAŇUK, J., HOFIERKA, J. (2016). Geomorphometric analysis of cave ceiling channels mapped with 3D terrestrial laser scanning. *Hydrology and Earth System Sciences*, 20, 1827-1849



spatial3d.science.upjs.sk

New methods of spatial modeling
with laser scanning data and 3-D GIS



SPATIAL3D PROJECT PEOPLE RESULTS



Home

Welcome to the web site of the project "New methods of spatial modeling with laser scanning data and 3-D GIS" (SPATIAL3D) funded by **Slovak Research and Development Agency (ERDA)**. We present our research activities and results.

Pod'akovanie

- **APVV-0176-12**
- **VEGA 1/0473/14**
- **Univerzitný vedecký park TECHNICOM, ITMS: 26220220182**
- **Michal Gallay, Ján Kaňuk, Zdenko Hochmuth – UPIŠ**
- **John Meneely, Queen's University, Belfast**