



Ústav Geografie
Prírodovedecká fakulta
UPJŠ v Košiciach

Laserové skenovanie, priestorová analýza a vizualizácia 3-D modelu jaskyne Domica

Jaroslav HOFIERKA, Michal GALLAY, Ján KAŇUK, Zdenko HOCHMUTH

Ústav geografie, Univerzita Pavla Jozefa Šafárika, Košice

geo.ics.upjs.sk

spatial3d.science.upjs.sk

Obsah prezentácie

- Predstavenie pracoviska
- Ciele, motivácia
- Terestrické laserové skenovanie v jaskyni Domica
- Vytvorenie 3D modelu jaskyne
- Integrácia s 3D GIS-om
- Ďalší výskum

Ústav geografie

Prírodovedecká fakulta UPJŠ v Košiciach

- Najmladšie pracovisko fakulty (1998)
- 16 tvorivých zamestnancov (3 prof., 1 doc., 10 PhD.)

3 oddelenia:

- Oddelenie fyzickej geografie
- Oddelenie humánnej a regionálnej geografie
- Oddelenie geoinformatiky

4 laboratória:

- Laboratórium geografických informačných systémov
- Laboratórium diaľkového prieskumu Zeme
- Granulometrické a hydrologické laboratórium
- Laboratórium optických metód v geológii

štúdium Bc. geografia, Mgr. geografia a geoinformatika, akreditácia PhD
geoinformatika a DPZ

Vybavenie

Laboratórium diaľkového prieskumu Zeme

- Aeroscout Scout B1-100 (Riegl VUX-1 a AisaEAGLET);
- DJI PHANTOM 2 (GoPro Hero3);
- fotogrametrická pracovná stanica PHOTOMOD v5.2 RACURS

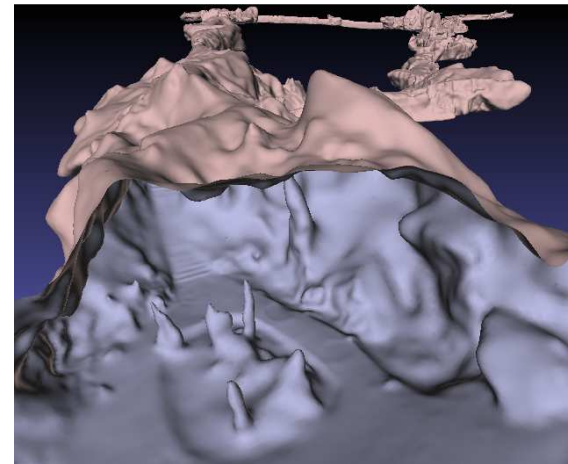
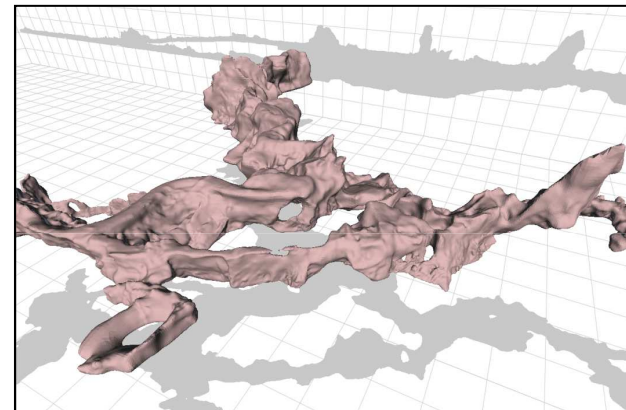


Laboratórium geografických informačných systémov

- GNSS systém EPP Set – Hiper II Topcon, GPS Trimble Juno SB
- laserový skener Riegl VZ-1000
- totálna stanica Leica TC 605
- ploter, skener
- ArcGIS for Server Enterprise Advanced 10, GRASS, Bentley Academic Select (50 sw balíkov)

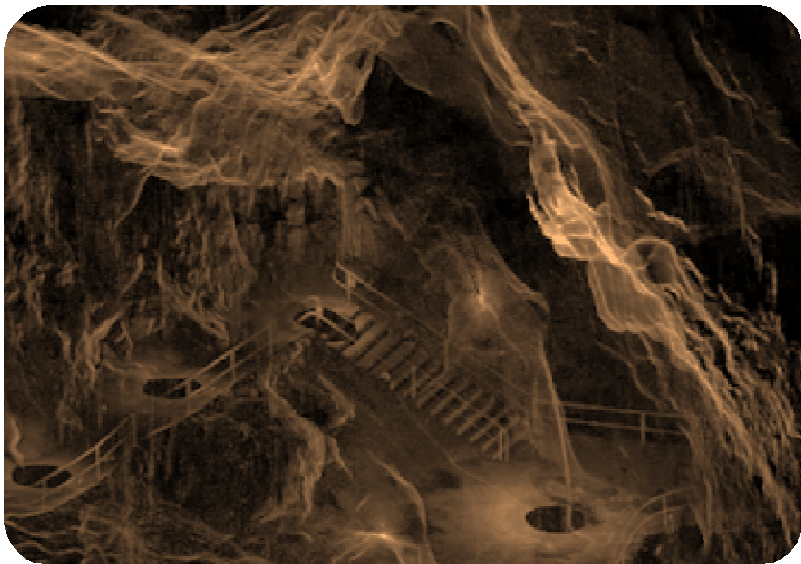
Motivácia

- Terestrické laserové skenovanie (TLS) je čoraz populárnejšie aj pri mapovaní jaskýň
- TLS má však svoje špecifiká vyplývajúce z náročných podmienok skenovania
- Jaskyňa je zvyčajne súčasťou väčšieho krajinného systému
- Potrebne sú nové 3D softvérové nástroje na analýzu a pochopenie jaskynných systémov



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

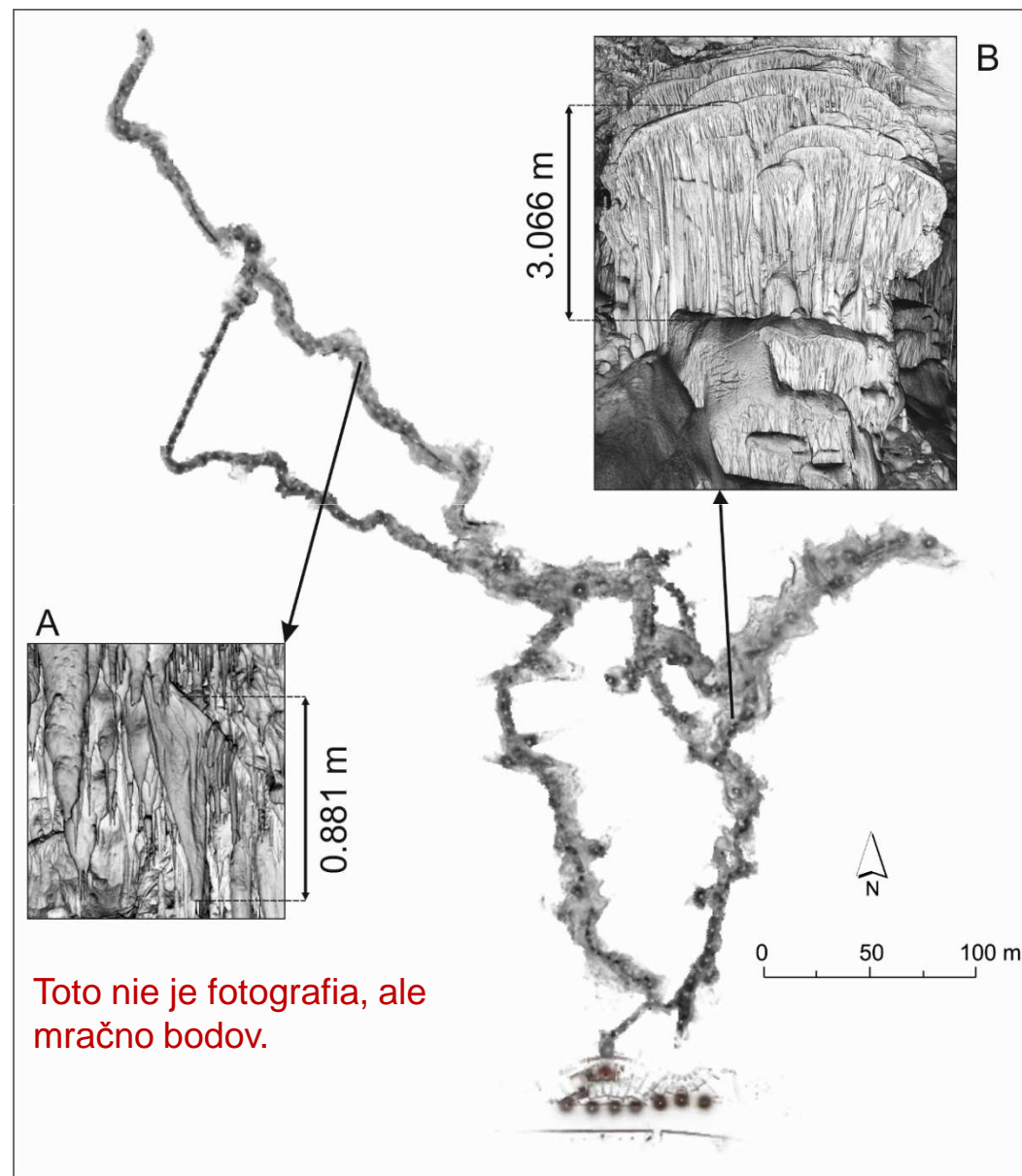


Jaskyňa Domica

Zber dát

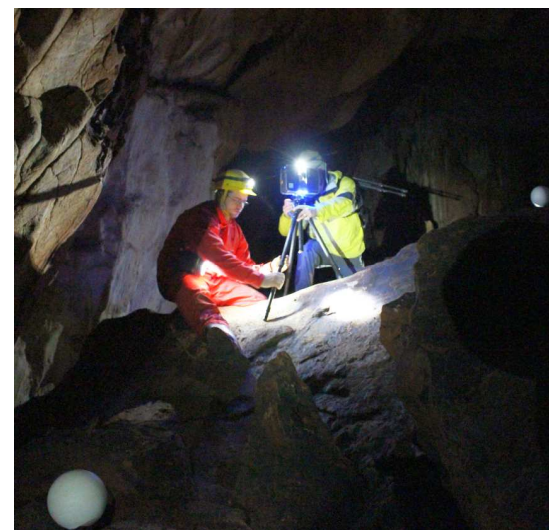
Meranie:

- 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 12 mm



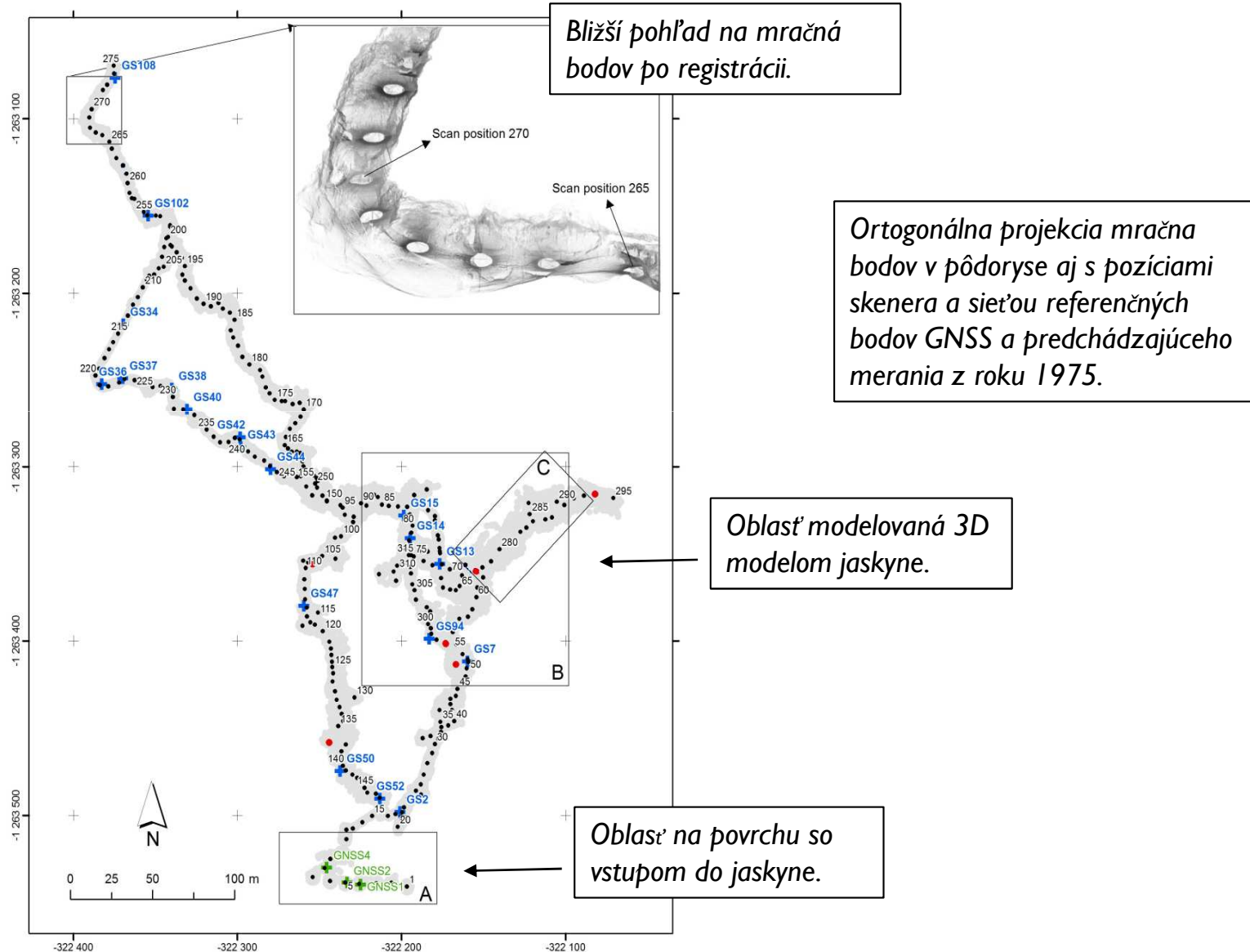
Toto nie je fotografia, ale
mračno bodov.

3D mračno bodov



Jaskyňa Domica

Kľúčový je
výber
správnej
pozície...



Georeferencovanie skenov

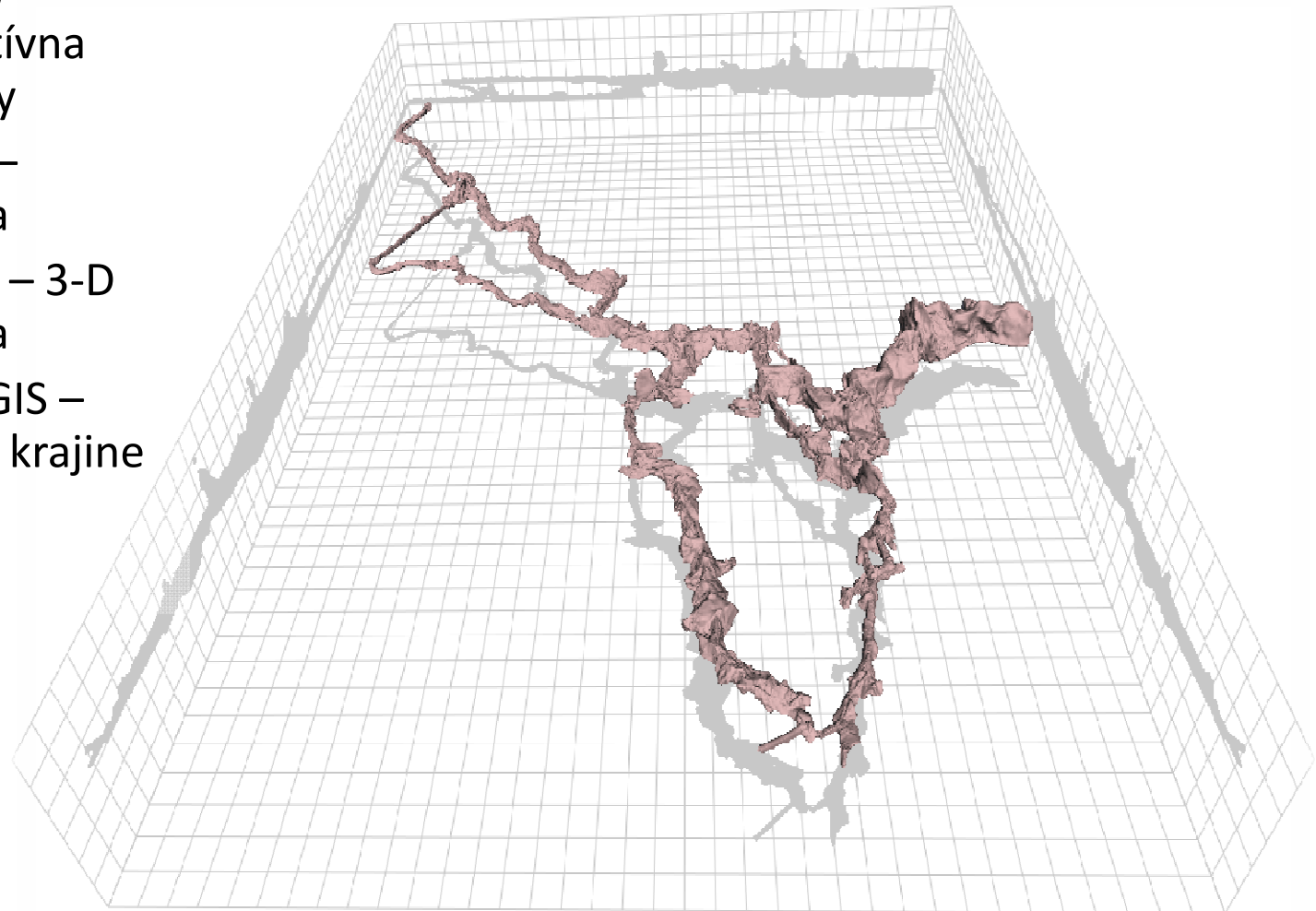
- Poloautomatická registrácia skenov pomocou referenčných gulí umiestnených v priestore danej pozície
- Georeferencovanie finálneho mračna bodov z lok. súr. sústavy do SJTSK (EPSG 5514) sa vykonal na základe 4 ref. bodov označ. GNSS1-3 a GS108



Od mračna bodov k 3D modelu

Softvérové nástroje

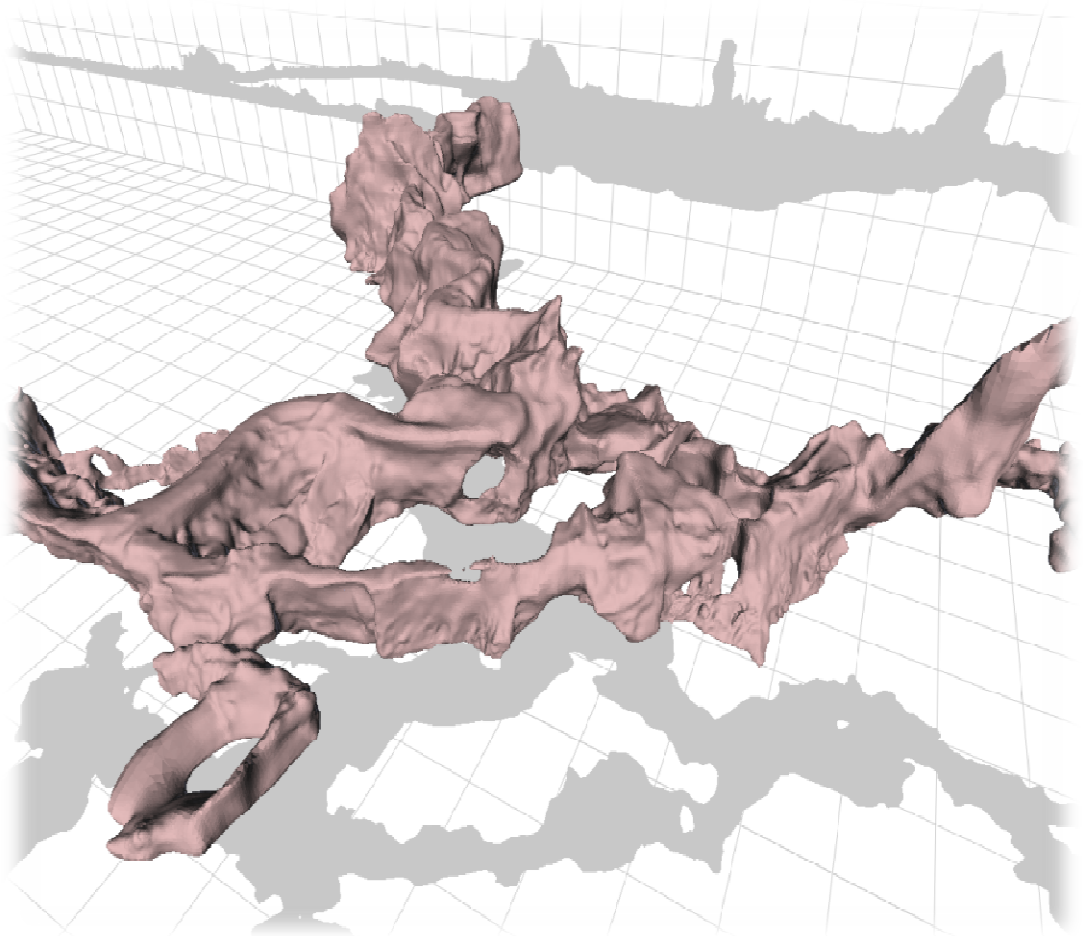
- Pointools (*.ptl)
Blender – efektívna vizualizácia, rezy
- Lastools (*.las) – analýza, filtrácia
- Meshlab (*.ply) – 3-D model a analýza
- ArcGIS/GRASS GIS – integrácia dát o krajine v GIS-e



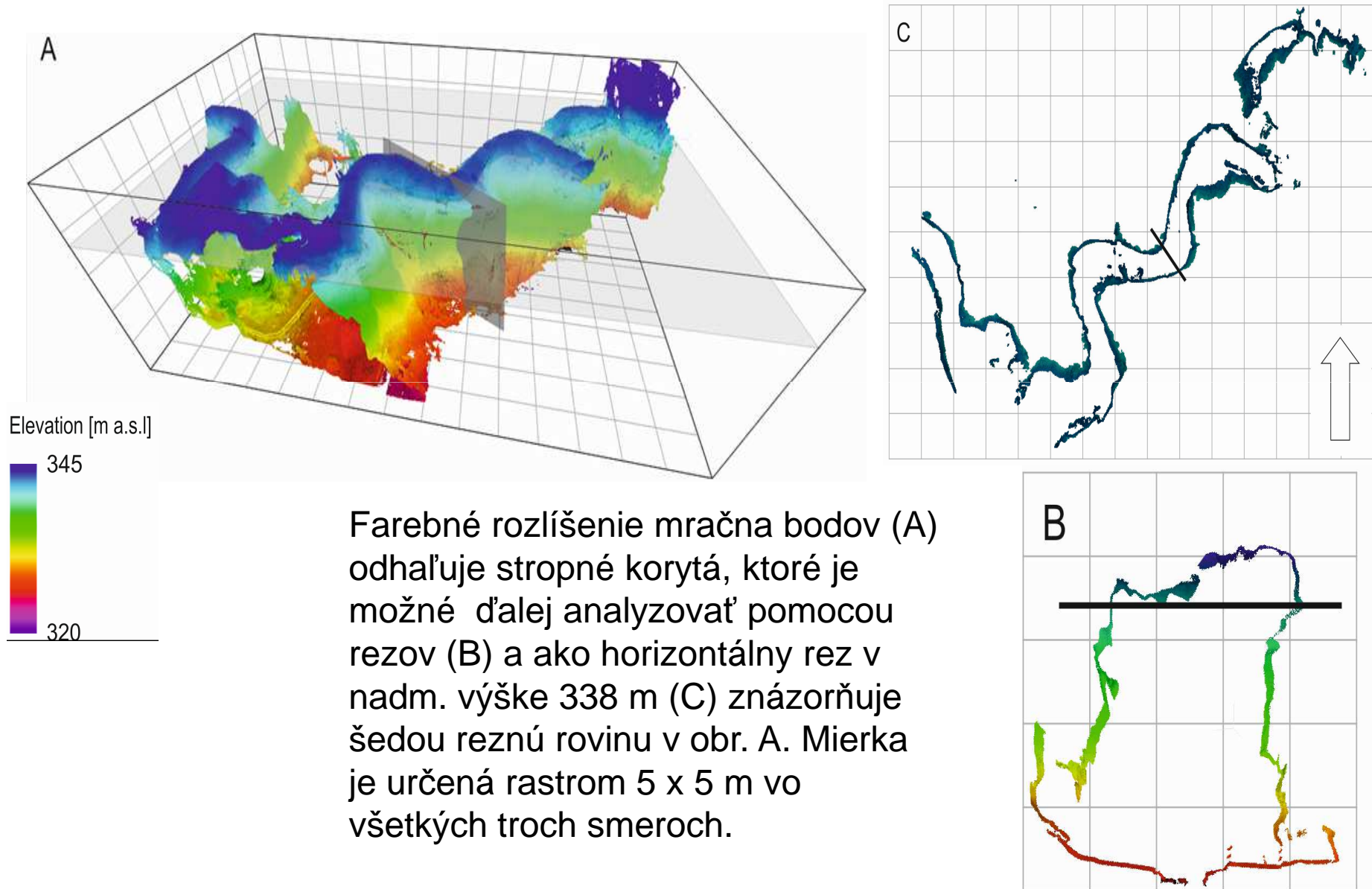
Od mračna bodov k 3D modelu

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)

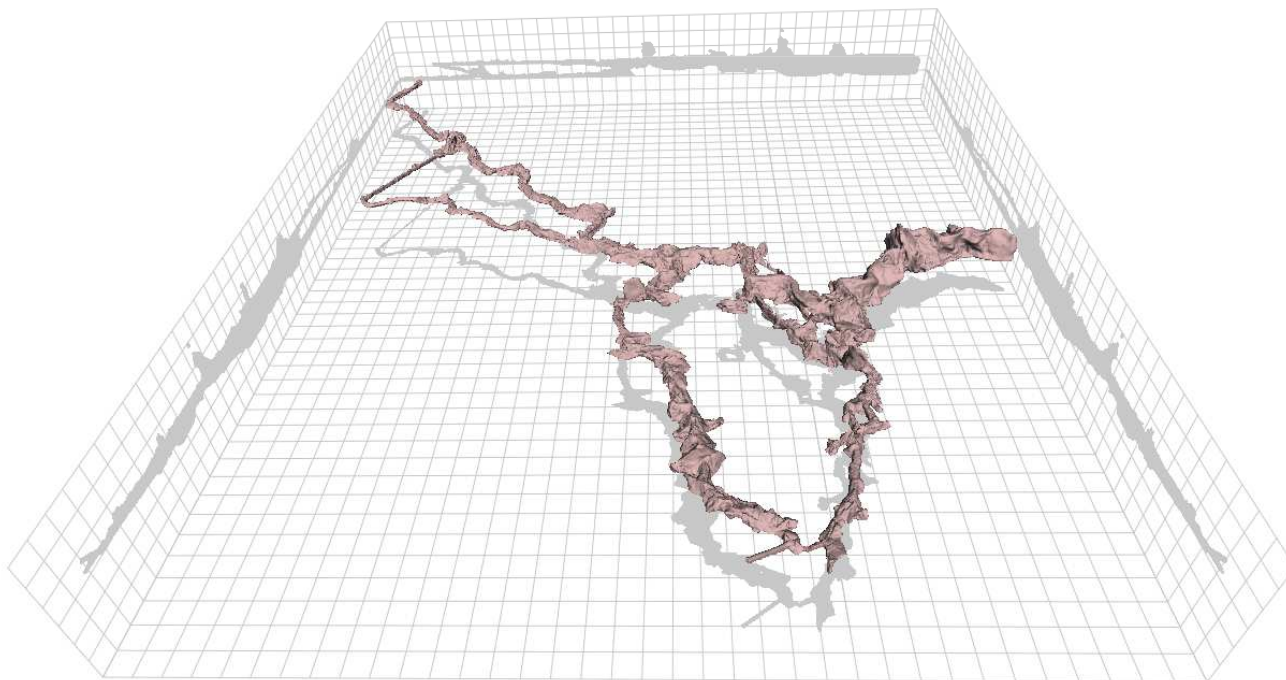


Analýza 3-D modelu jaskyne



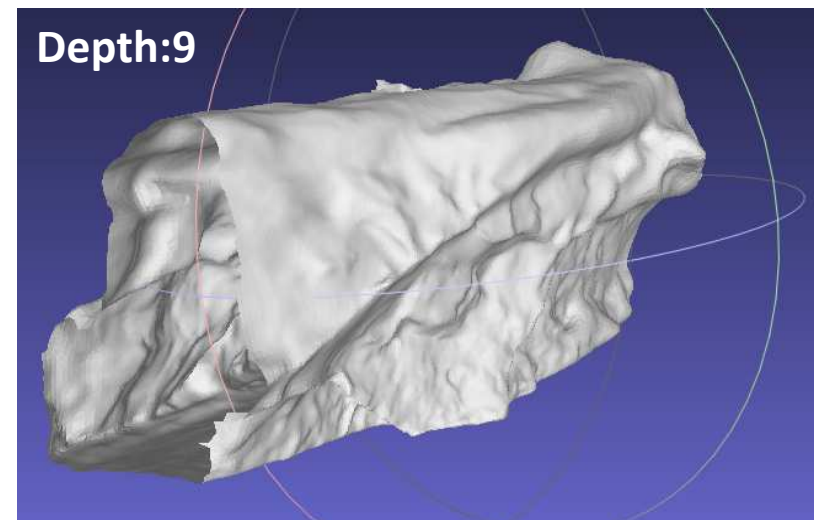
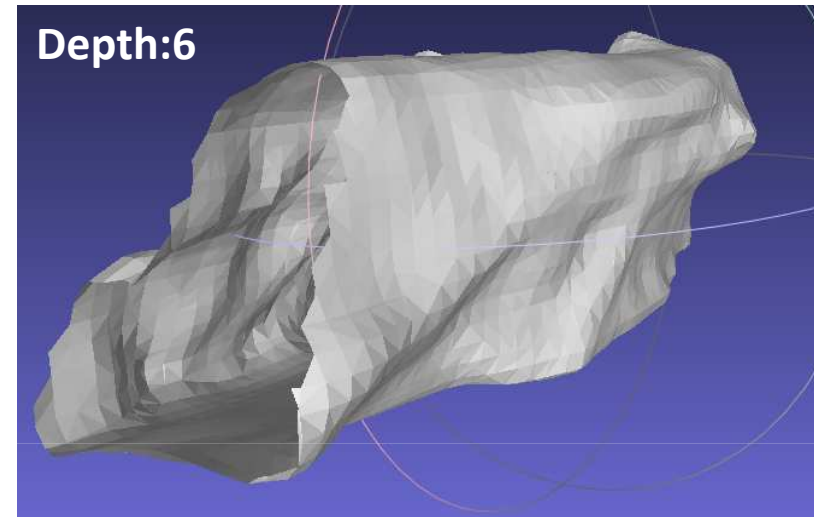
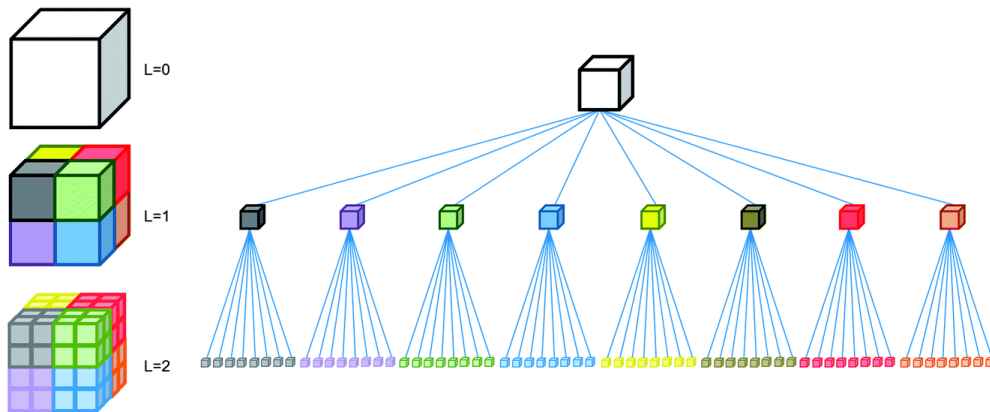
Práca s mračnom bodov

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



Tvorba 3-D modelu jaskyne

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



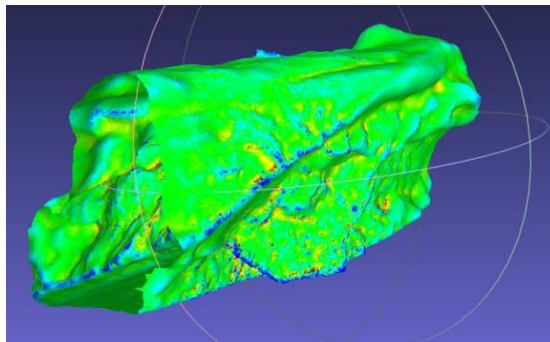
Tvorba 3-D modelu jaskyne

Dataset	Hĺbka octree	Čas výpočtu [s.]	Počet vrcholov siete
Chodba jaskyne	6	0.5	4,310
	8	5.4	6,712
	9	13.8	140,631
Strop jaskyne	10	3.5	28,091
	12	9.1	58,577
	13	25.5	66,025

Zvyšovanie parametra hĺbka octree zvyšuje čas spracovania.

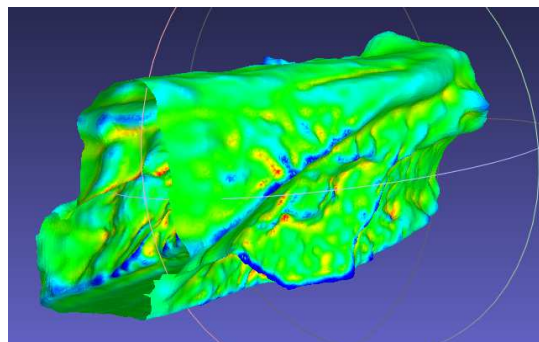
3-D geomorfometria

- Umožňuje identifikáciu geomorfologických foriem, ostrých tvarov, tektonických líní, či stalaktitov
- Koncentráciu toku vody (tvorbu stalaktitov)

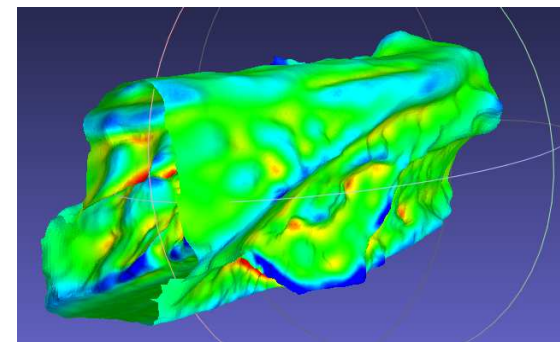


Okolie definované

5 bodov



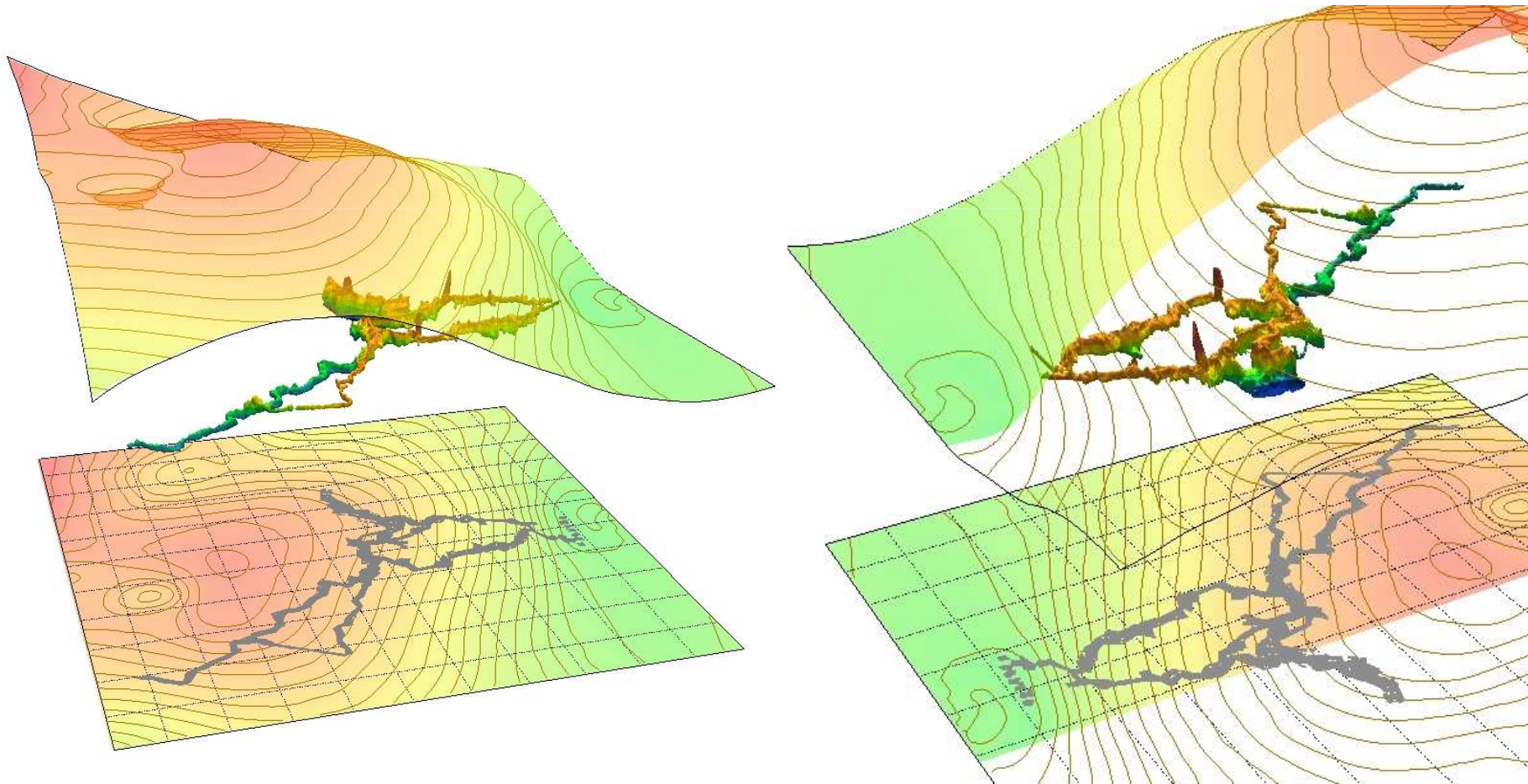
10 bodov



20 bodov

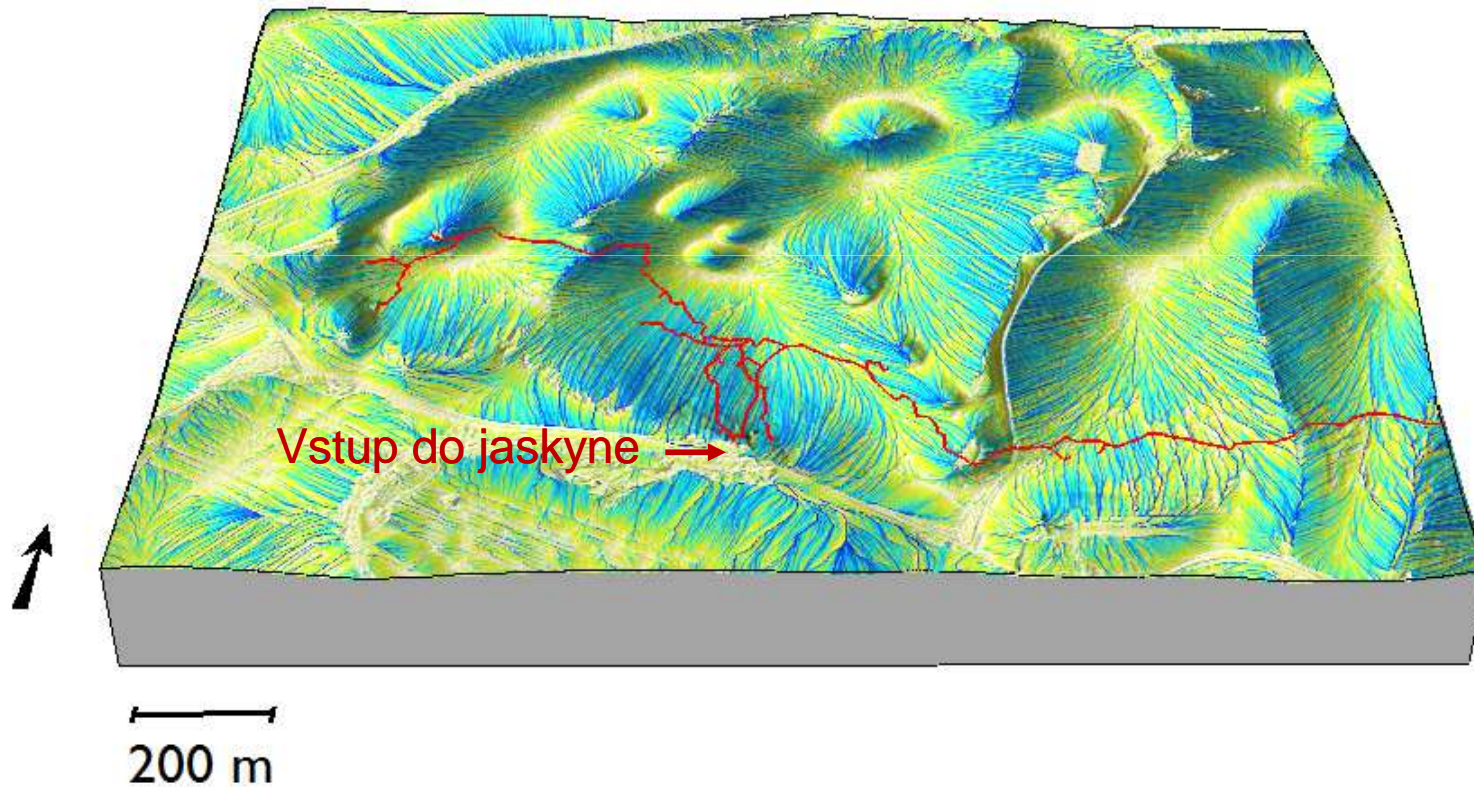
Integrácia s 3-D GIS-om

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



Integrácia s 3-D GIS-om

3-D pohľad na georeliéf nad jaskyňou a povrchový tok vody odvodený z dát z leteckého laserového skenovania

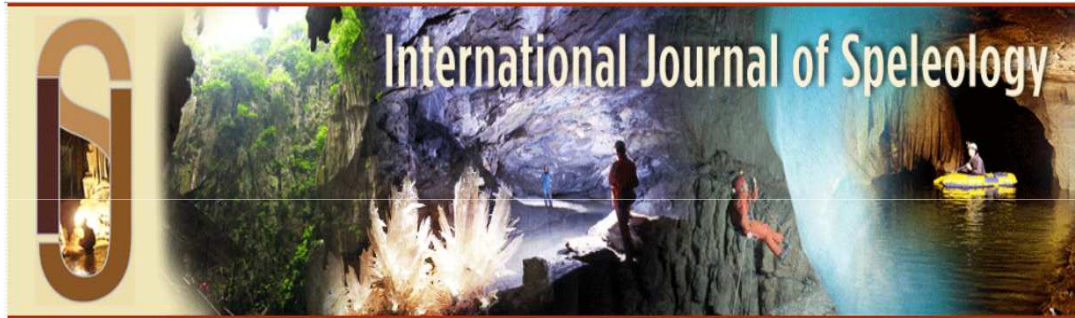


Ďalší výskum

- Efektívne metódy na spracovanie oveľa väčších 3-D dát na rekonštrukciu 3D model z celého mračna bodov v rôznych mierkových úrovniach
- Vývoj nástrojov na analýzu 3-D povrchov v GIS-e analogicky k 2D analýze georeliéfu (3-D geomorphometry)
- Vývoj dynamických, plne 3-D modelov jaskýň aj s integrovanými GIS dátami o krajine, aby bolo možné analyzovať vzťahy environm. procesov na povrchu a pod povrchom

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., KAŇUK, J., HOFIERKA, J., HOCHMUTH, Z., MENEELY, J. (2015): Mapping and geomorphometric analysis of 3-D cave surfaces: a case study of the Domica Cave, Slovakia. In Jasiewicz, J., Zwoliński, Z., Mitasova, H., Hengl, T. (Eds.) *Geomorphometry for Geosciences*, Poland: Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Adam Mickiewicz University in Poznań - Institute of Geoecology and Geoinformation, 69-73.

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 (SRDA). We present our research activities and results.

Pod'akovanie

- **APVV-0176-12**
- **VEGA 1/0473/14**
- **Univerzitný vedecký park TECHNICOM, ITMS: 26220220182**
- **John Meneely, Queen's University, Belfast**