



Ústav Geografie
Prírodovedecká fakulta
UPJŠ v Košiciach



Queen's University
Belfast

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



Špecifiká pozemného laserového skenovania jaskyne Domica



Ján KAŇUK, Michal GALLAY, Jaroslav HOFIERKA,
John MENEELY, Zdenko HOCHMUTH



GIS Ostrava, Česká republika
26. – 27. januára 2015

Štruktúra

Stručné informácie o projekte

Základné údaje o skenovaní

Zber údajov

Spracovanie údajov

Základné analýzy s údajmi

Budúce smerovanie

Stručné informácie o projekte

Doba trvania: október 2013 – september 2017

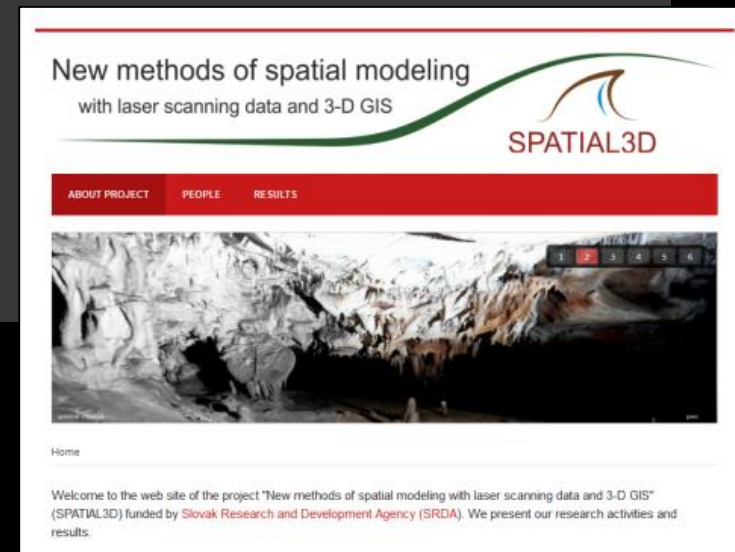
Pridelené finančné prostriedky na projekt: 150 tis. EUR

Zodpovedný riešiteľ: prof. Mgr. Jaroslav HOFIERKA, PhD.

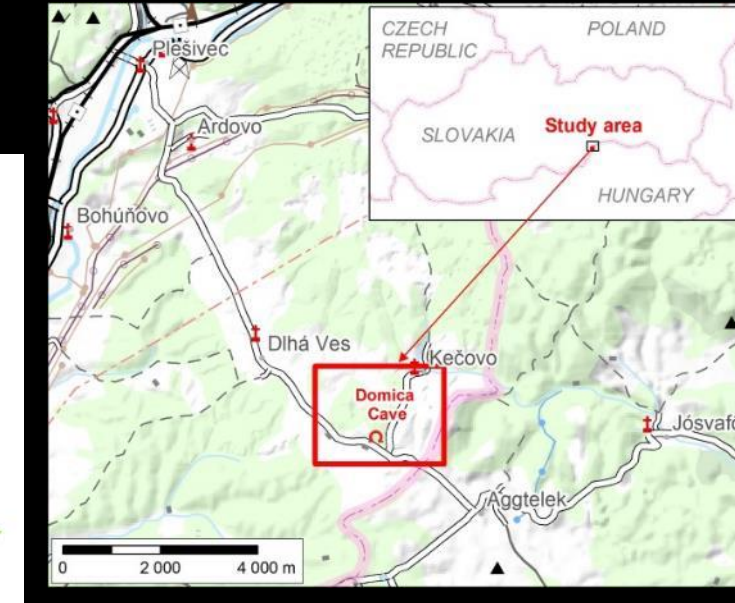
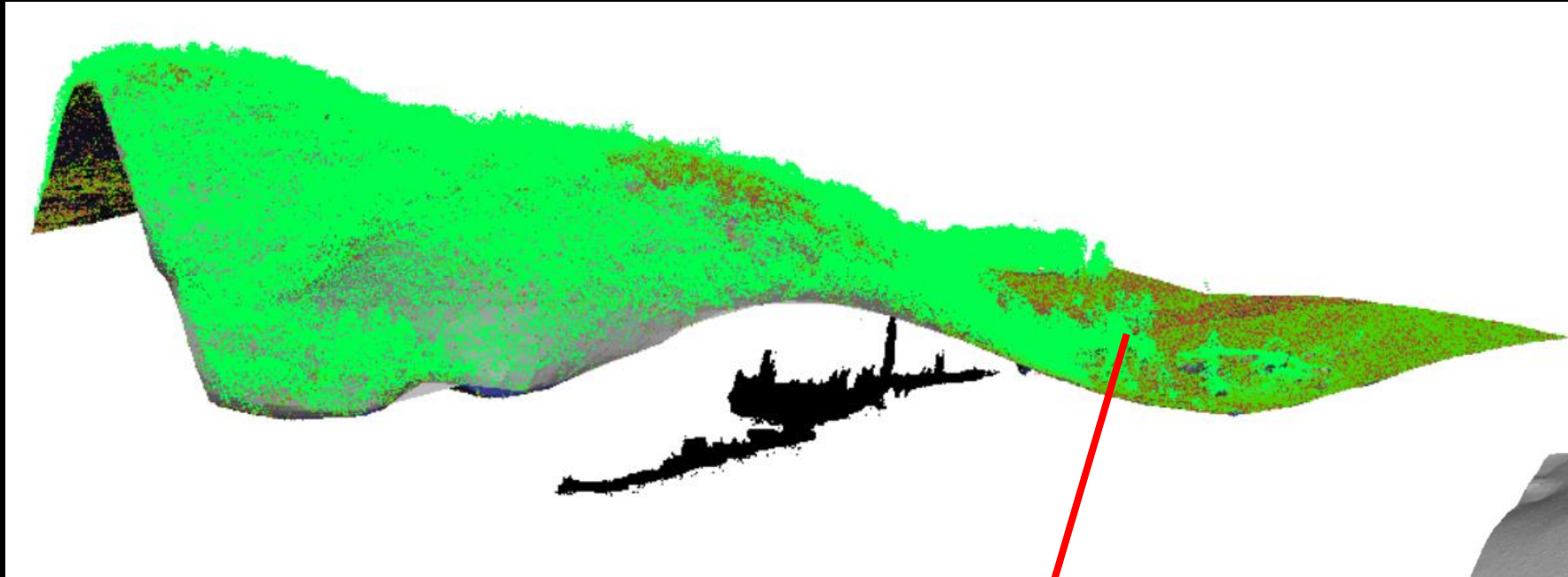
Hlavný cieľ: výskum a vývoj nových metód spracovania 3D dát o krajine získaných laserovým skenovaním a ich aplikáciu pri tvorbe 3D modelu krajiny v prostredí GIS.

Výskumné územie: Jaskyňa Domica a jej okolie

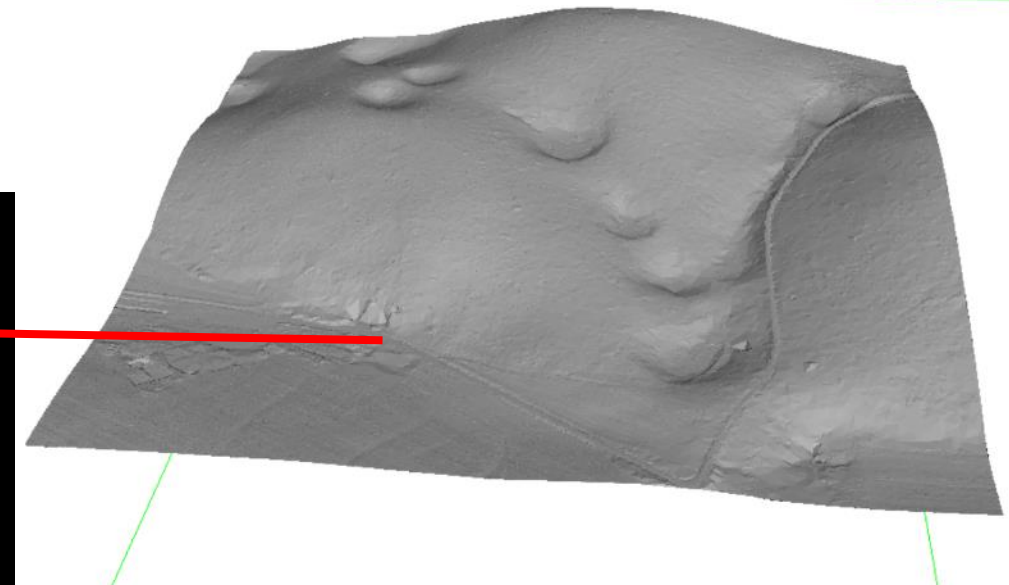
Informácie o projekte: spatial3d.science.upjs.sk



Jaskyňa Domica a jej okolie



Vstup do jaskyne



Základné údaje o skenovaní

Počet dní v jaskyni: 5 dní (9 hodín denne)

Dĺžka jaskyne: cca 1,5 km (skenovaná časť)

Zariadenie: FARO Focus 3D

Počet skenov/pozícií: 330

Veľkosť údajov: 35 347 082 196 B (cca 33 GB) *.fls

Počet bodov: cca 10 miliárd bodov

Detailnosť: 2 mm pri vzdialenosti 10 m

Počet hodín spracovania údajov: cca 70 hodín

Zber údajov:
2.- 7. Marec 2014



Základné parametre skenera

FARO

Názov skenera: FARO FOCUS^{3D} X 130

Rozsah: 0,6 – 130 m

Rýchlosť merania: až do 976 000 bodov/s

Odchýlka merania vzdialenost': ± 2 mm

Bezpečnostná trieda lasera: 1

Váha: 5,2 kg

Veľkosť: 240 x 200 x 100 mm

Integrovaný farebný fotoaparát: 70 Mpixel



Zber údajov

Zhromaždenie podkladov (mapy, publikované práce, záznamy)

Rekognoskácia terénu

Prípravná fáza (komunikácia so Slovenskou správou jaskýň, VO)

Pozemné a letecké laserové skenovanie

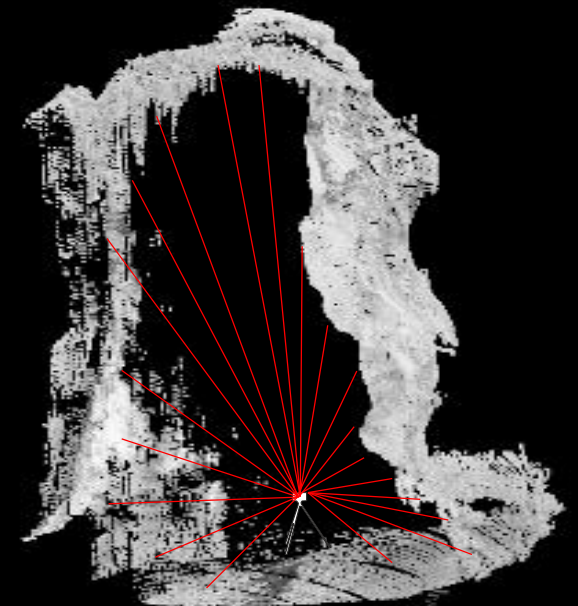
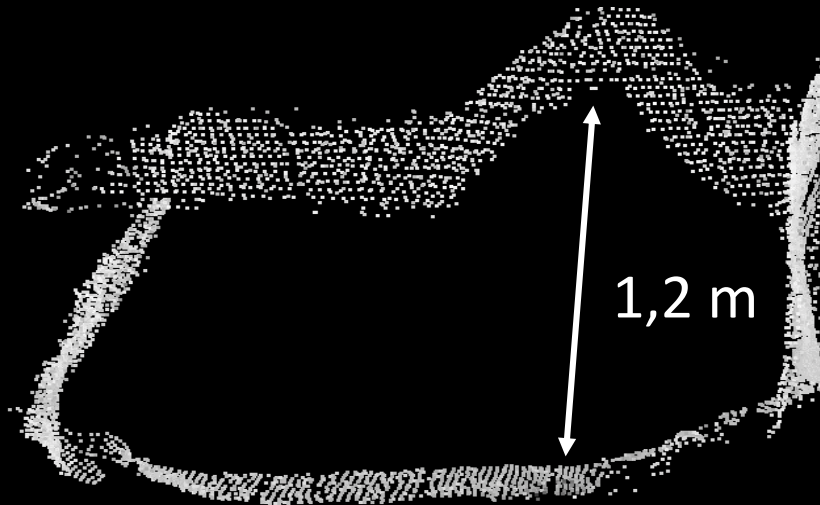


Špecifiká pozemného laserového skenovania

Jaskyňa nie je tunel, štôľňa, pivnica !!!

Variabilita tvarov

- vysoké/nízke
- široké/úzke
- geometricky pravidelné/nepravidelné



Profil bez zákrytov

Špecifiká pozemného laserového skenovania

Voda

Blato

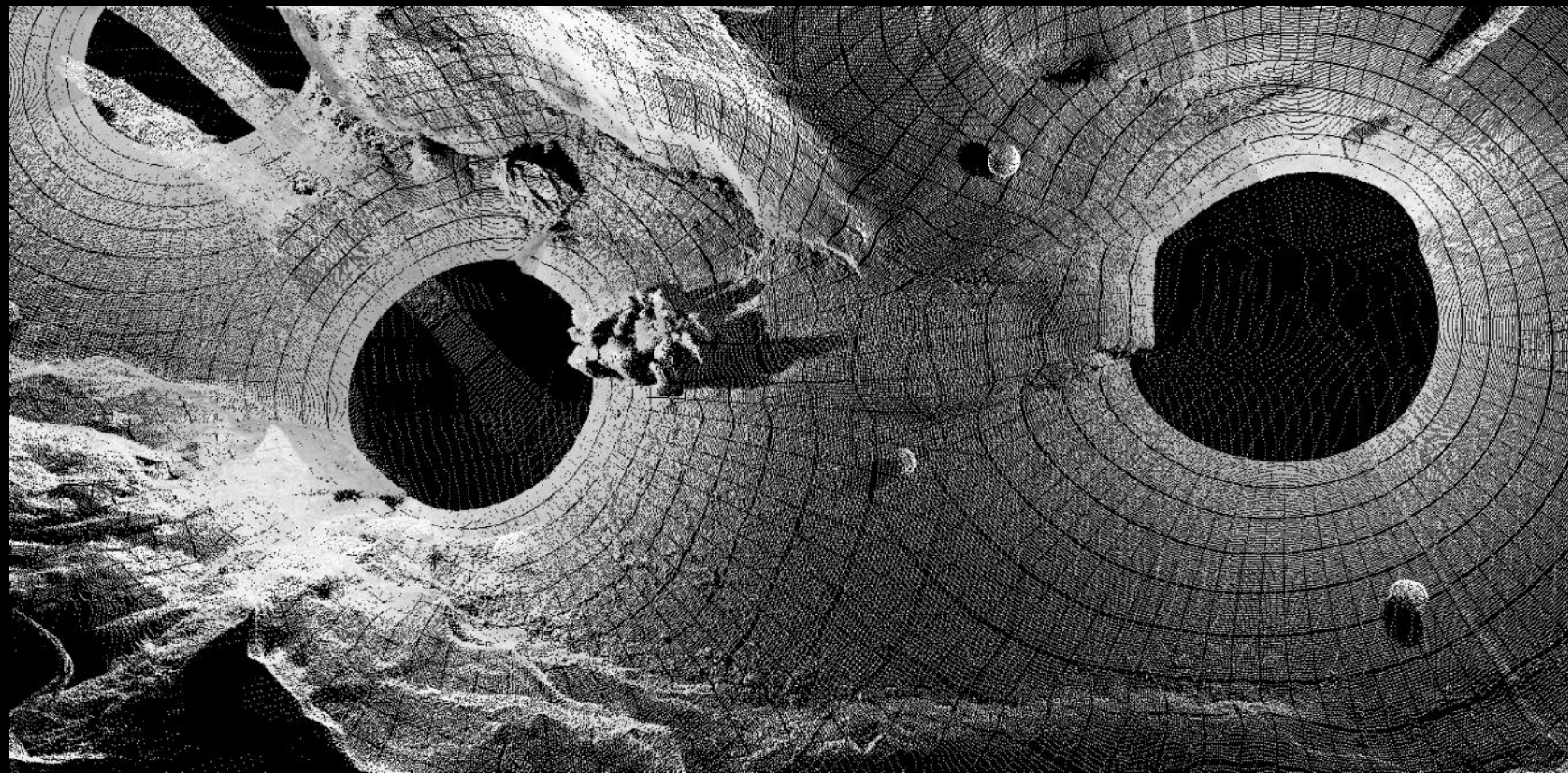


Pozemné laserové skenovanie

14 393 164 bodov na obrázku

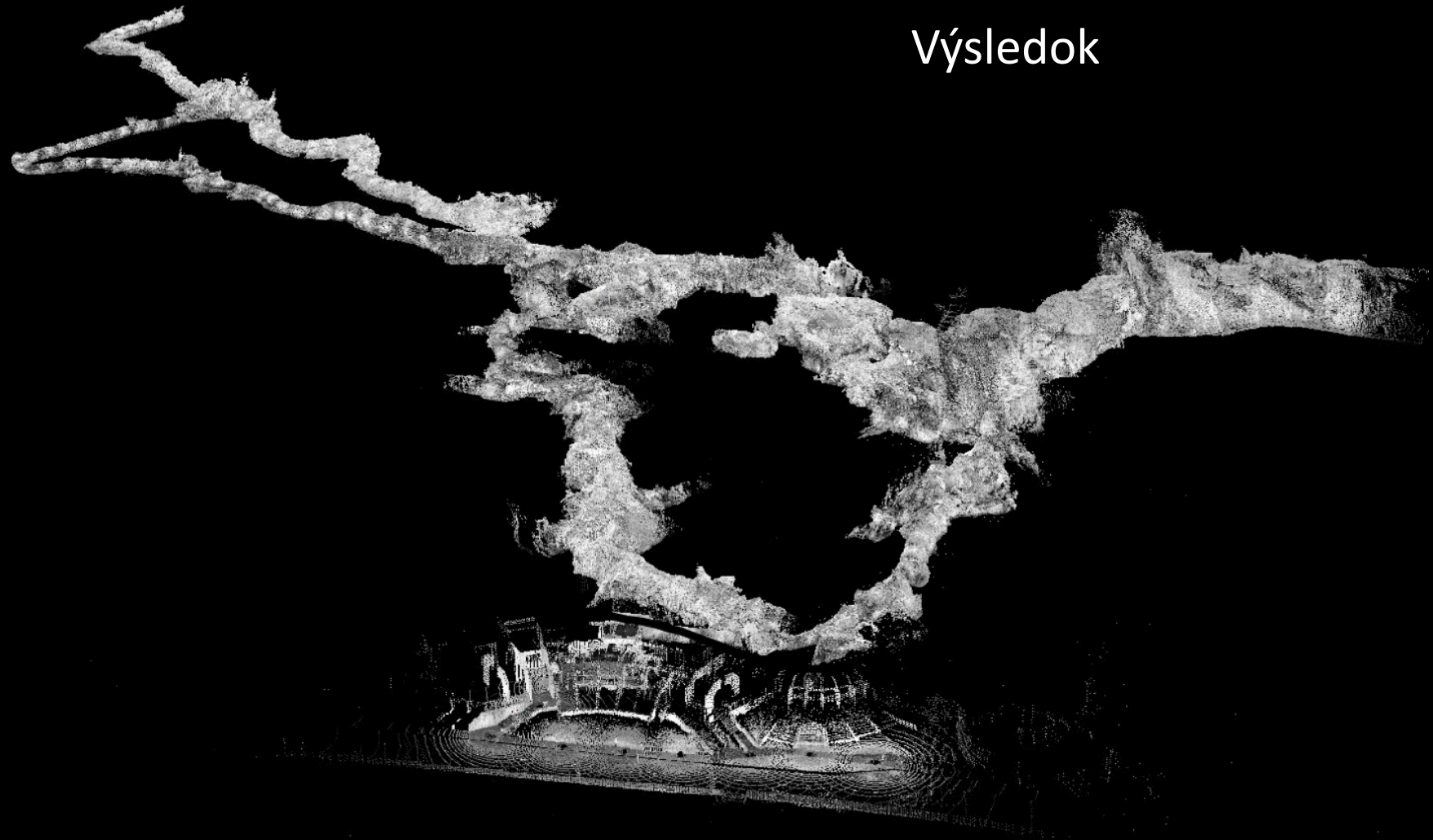
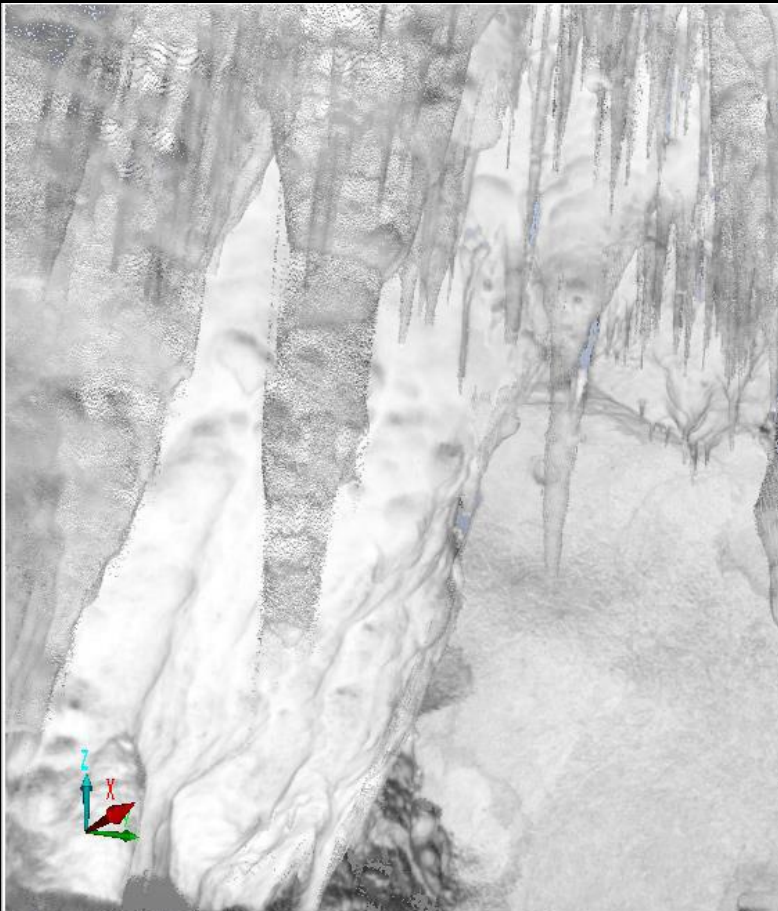
POZOR na zákryty!

Prekrývanie skenov



Pozemné laserové skenovanie

Výsledok



Spracovanie údajov

- Vnúťorná registrácia skenov
- Vonkajšia registrácia mračna bodov
- Práca s mračnom bodov



Vnútrotná registrácia skenov

Pomocou identifikácie/registrácie gúl



Vnútrotná registrácia skenov

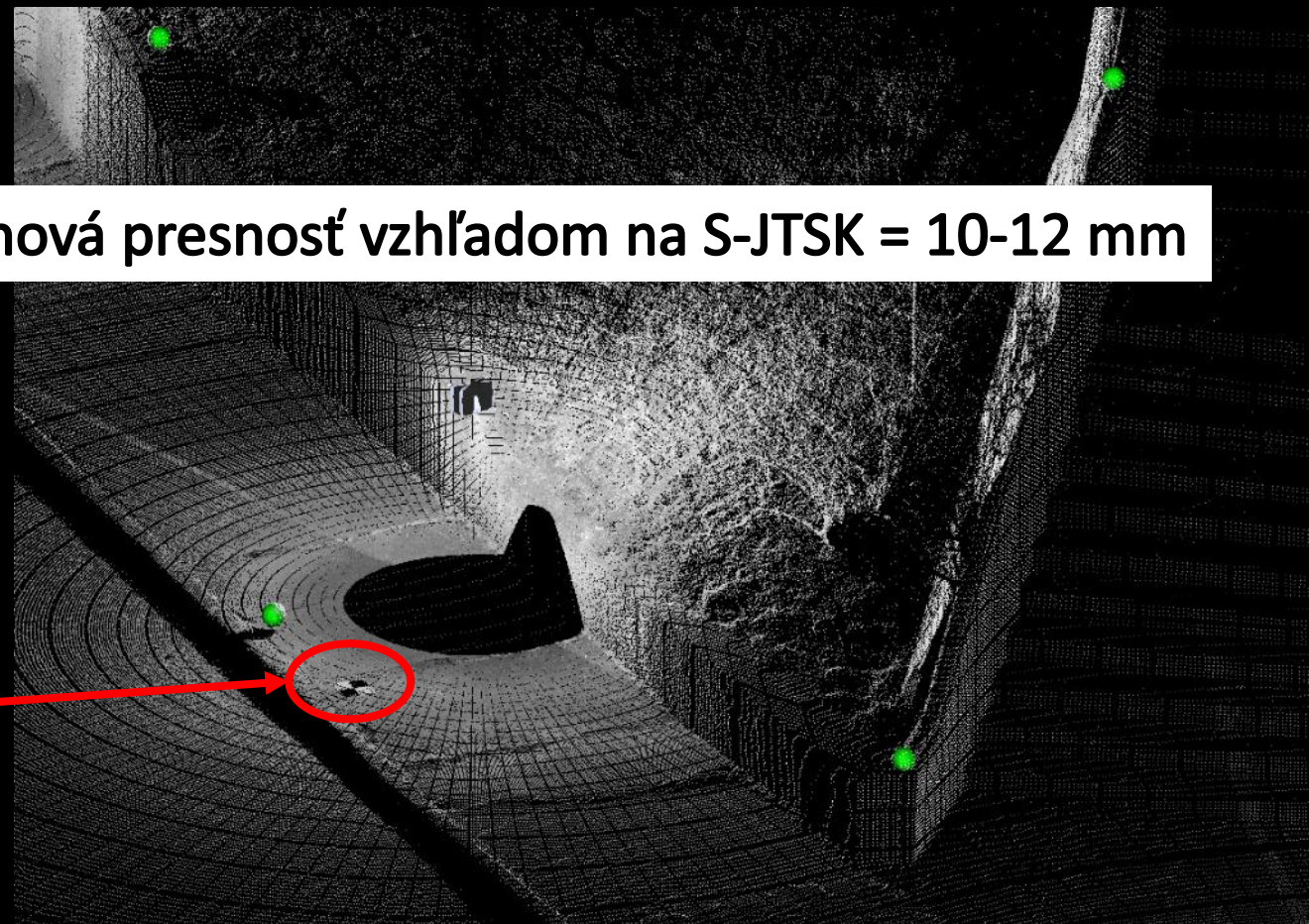


Vonkajšia registrácia skenov

Pomocou vlicovacích bodov



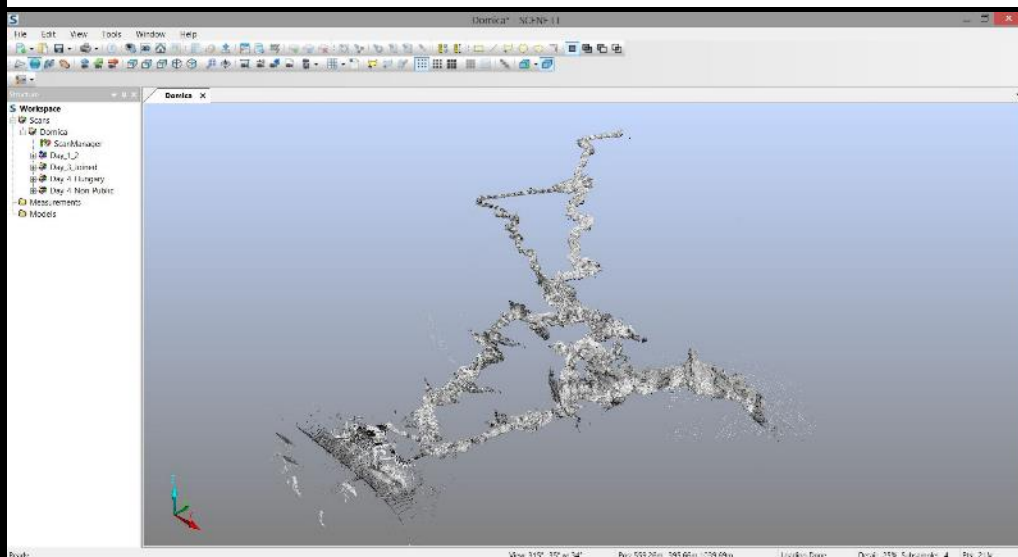
Vonkajšia polohová presnosť vzhľadom na S-JTSK = 10-12 mm



Práca s mračnom bodov

- Rôzne typy údajových formátov majú rôznu štruktúru

SCENE LT (*.fls) – registrácia skenov



POINTTOOLS (*.ptl) – efektívna vizualizácia, rezy

LASTOOLS (*.las) – analýza, filtrácia

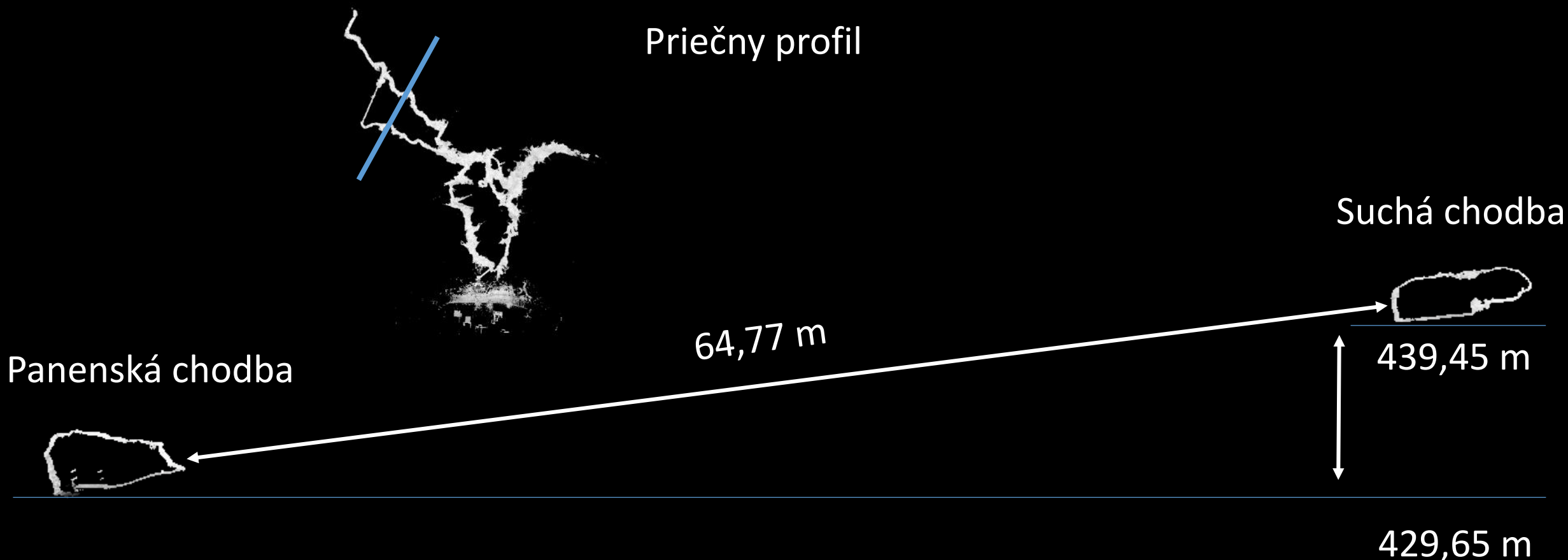
MESHLAB (*.ply), BLENDER



GRASS GIS (xyz, asc, txt) + podporované formáty (knihnica GDAL), ArcGIS (10.2 a vyššie)

Základné analýzy s údajmi

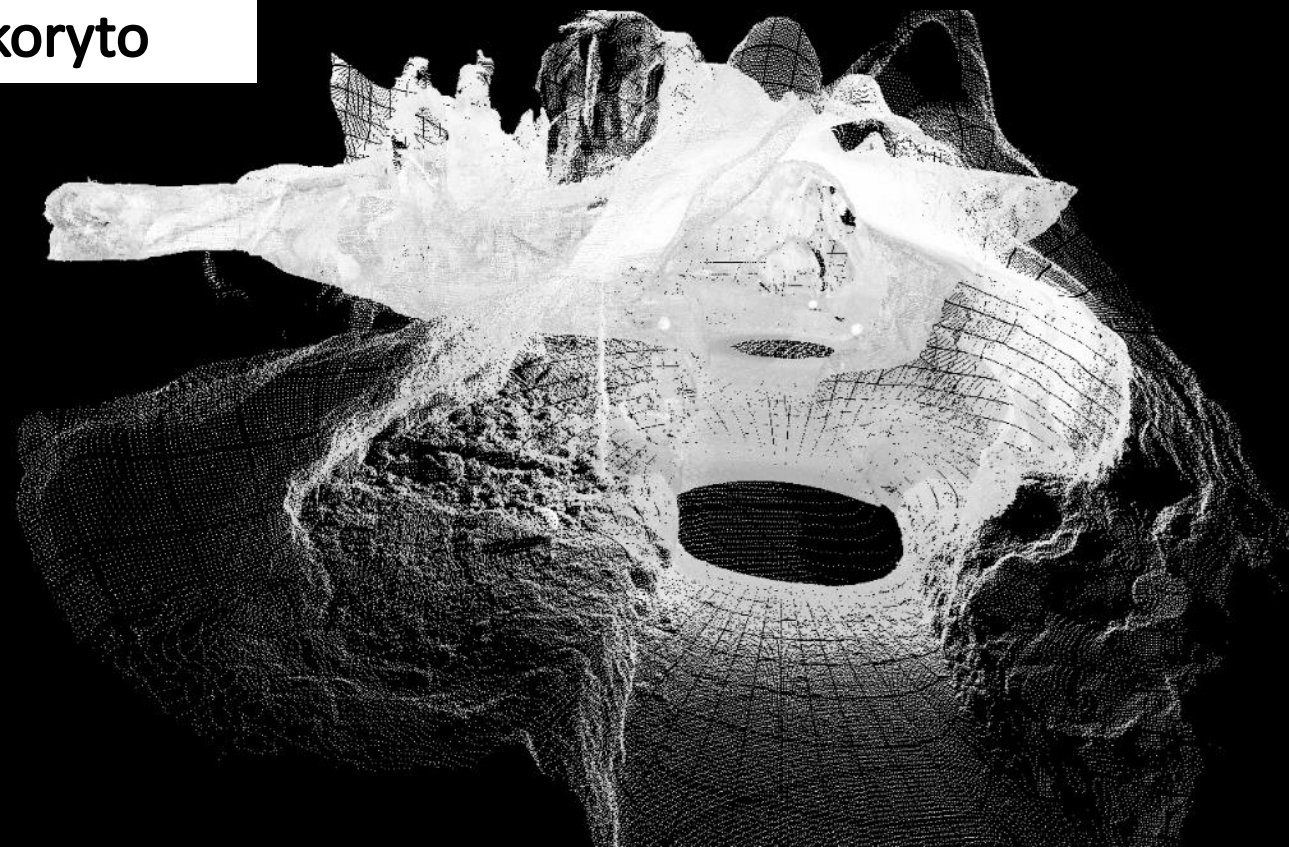
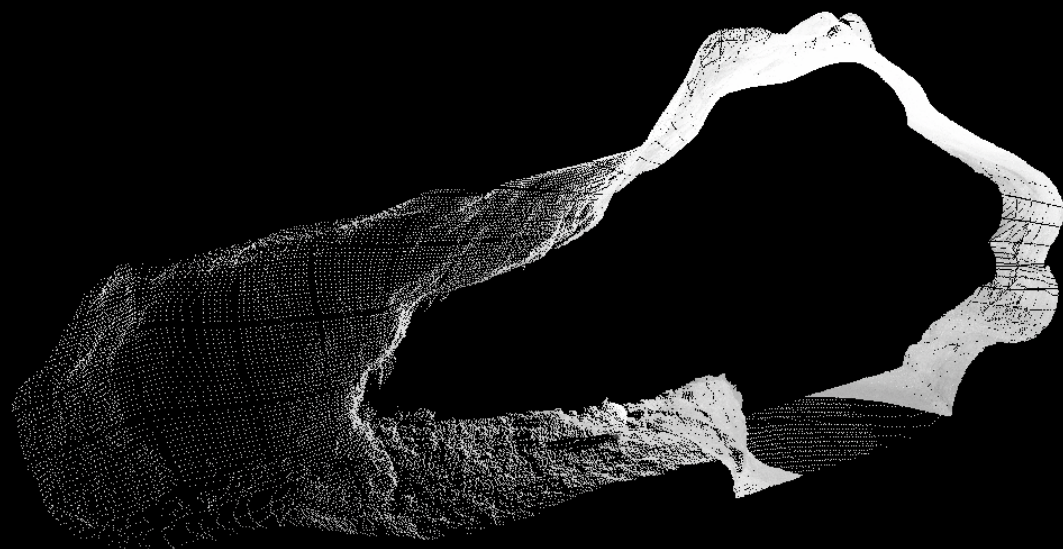
Profily a meranie vzdialeností medzi bodmi



Základné analýzy s údajmi

Identifikácia rôznych foriem

Stropné koryto



Základné analýzy s údajmi

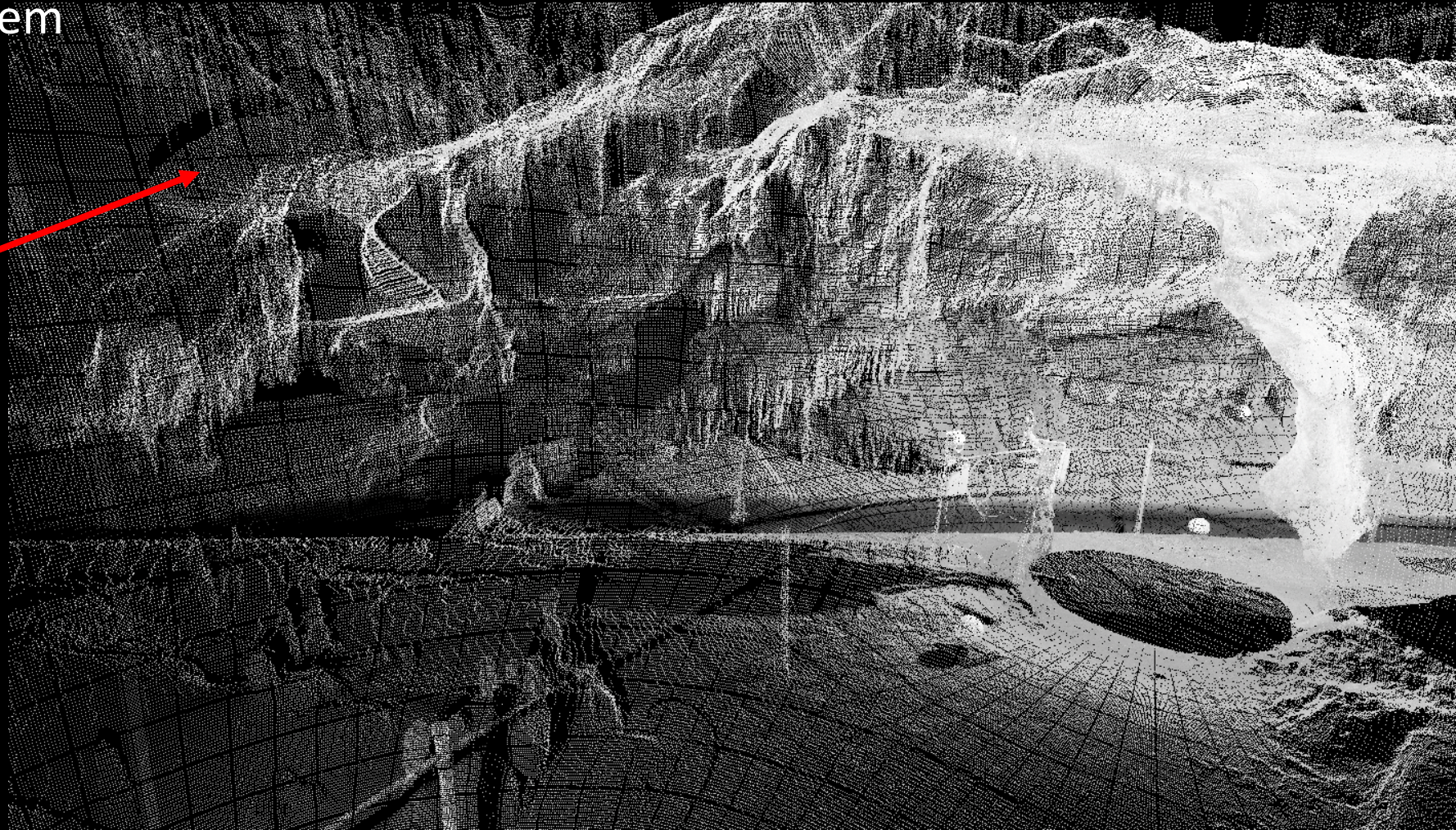
Identifikácia rôznych foriem

Point cloud

Stegamit

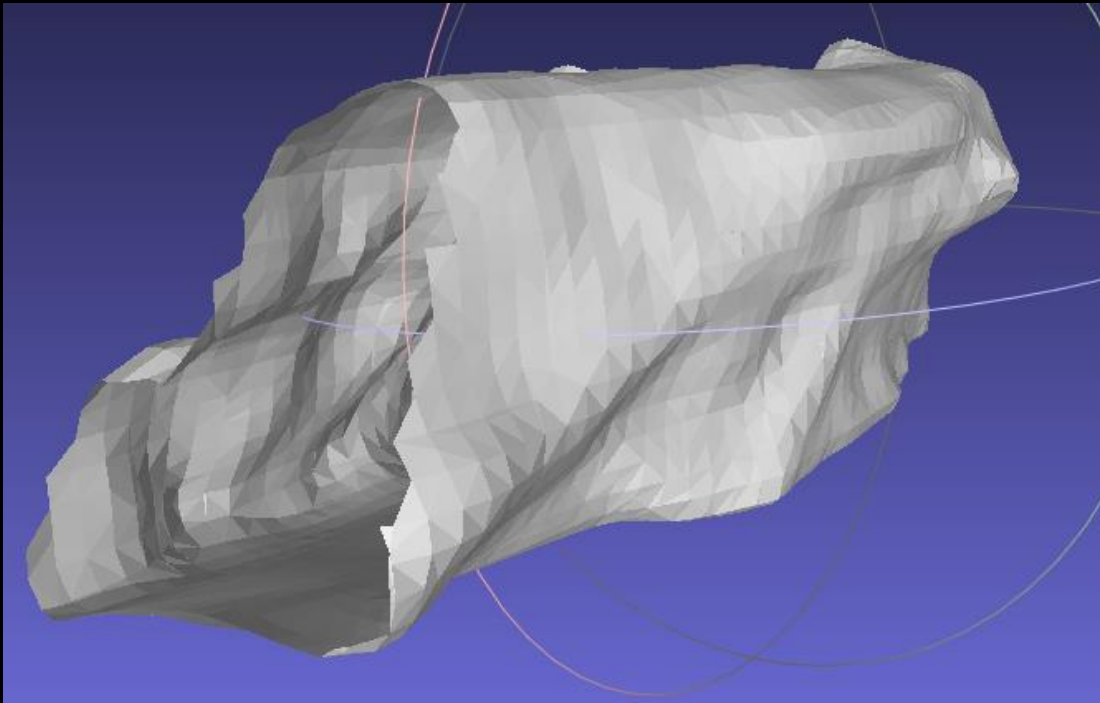


Foto



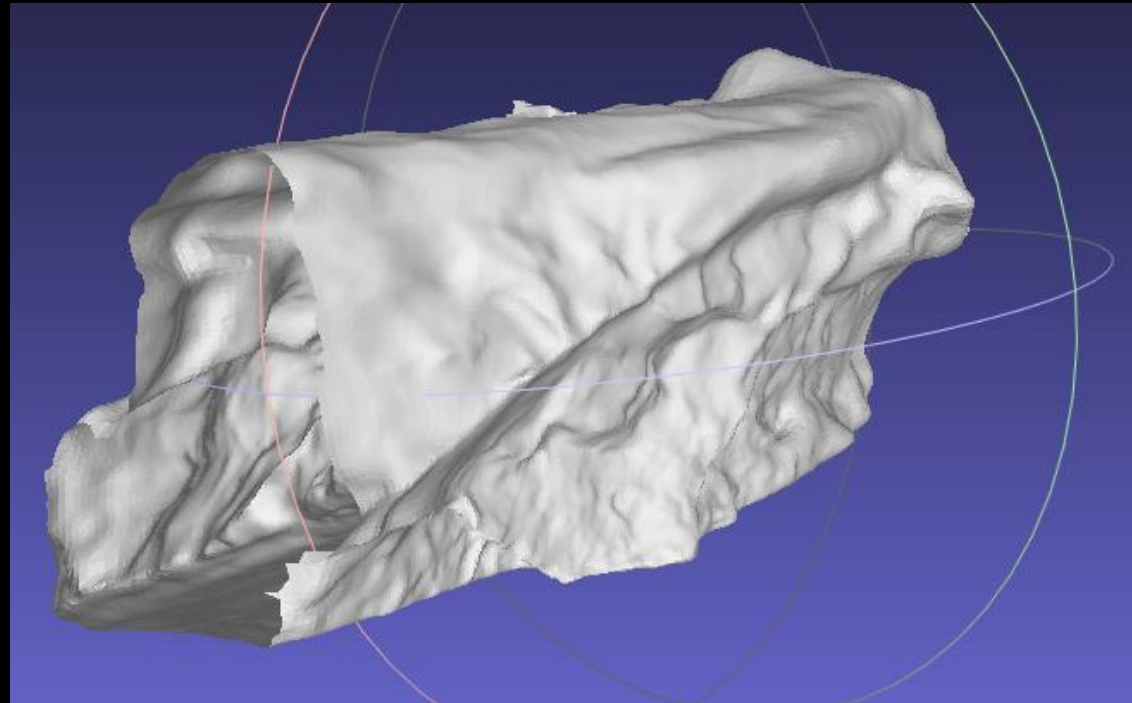
Tvorba 3D modelu jaskyne (povrch)

Viaceré úrovne detailnosti



Octree depth = 6

Počet bodov (vertices) = 4 310



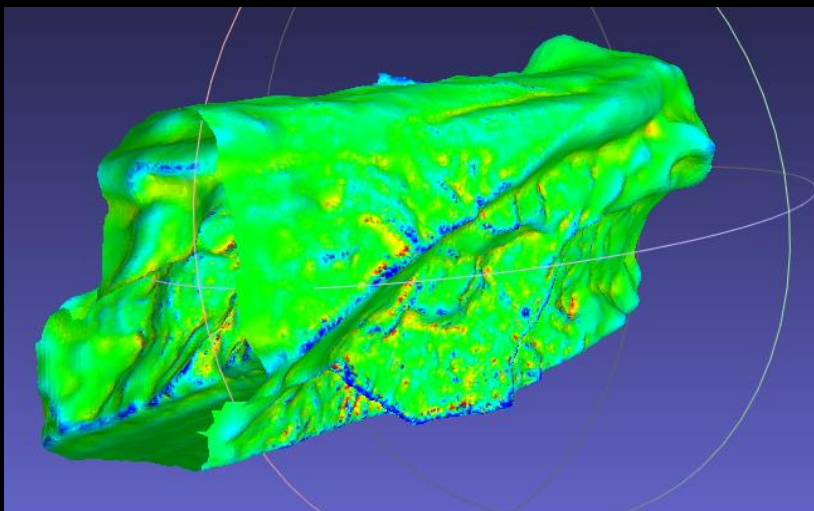
Octree depth = 9

Počet bodov (vertices) = 140 631

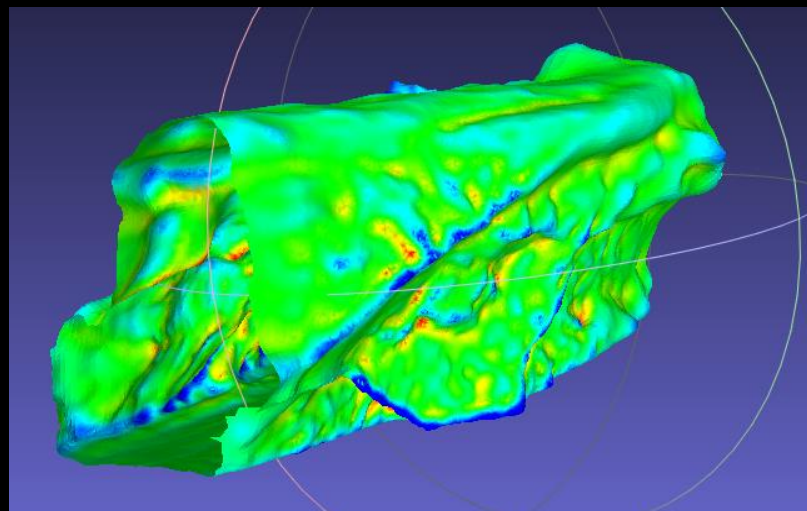
Tvorba 3D modelu jaskyne (povrch)

Priemerné krivosti povrchu

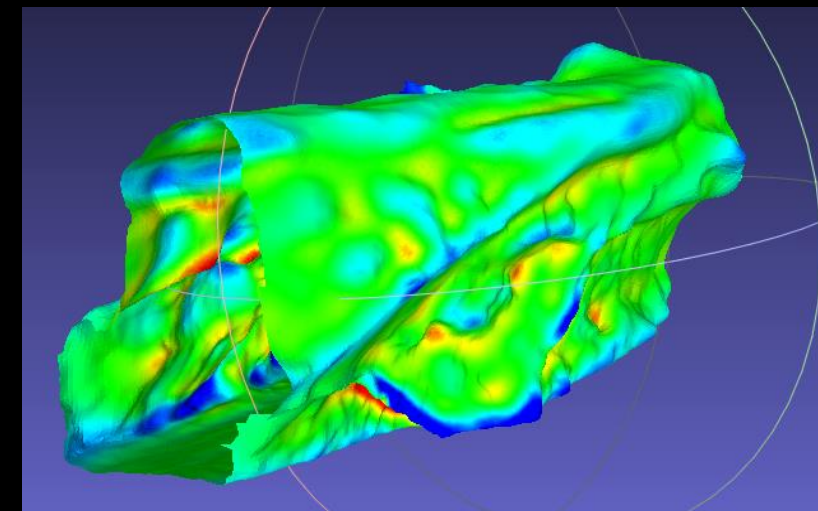
Viacmierkovosť



Faktor mierky = 5



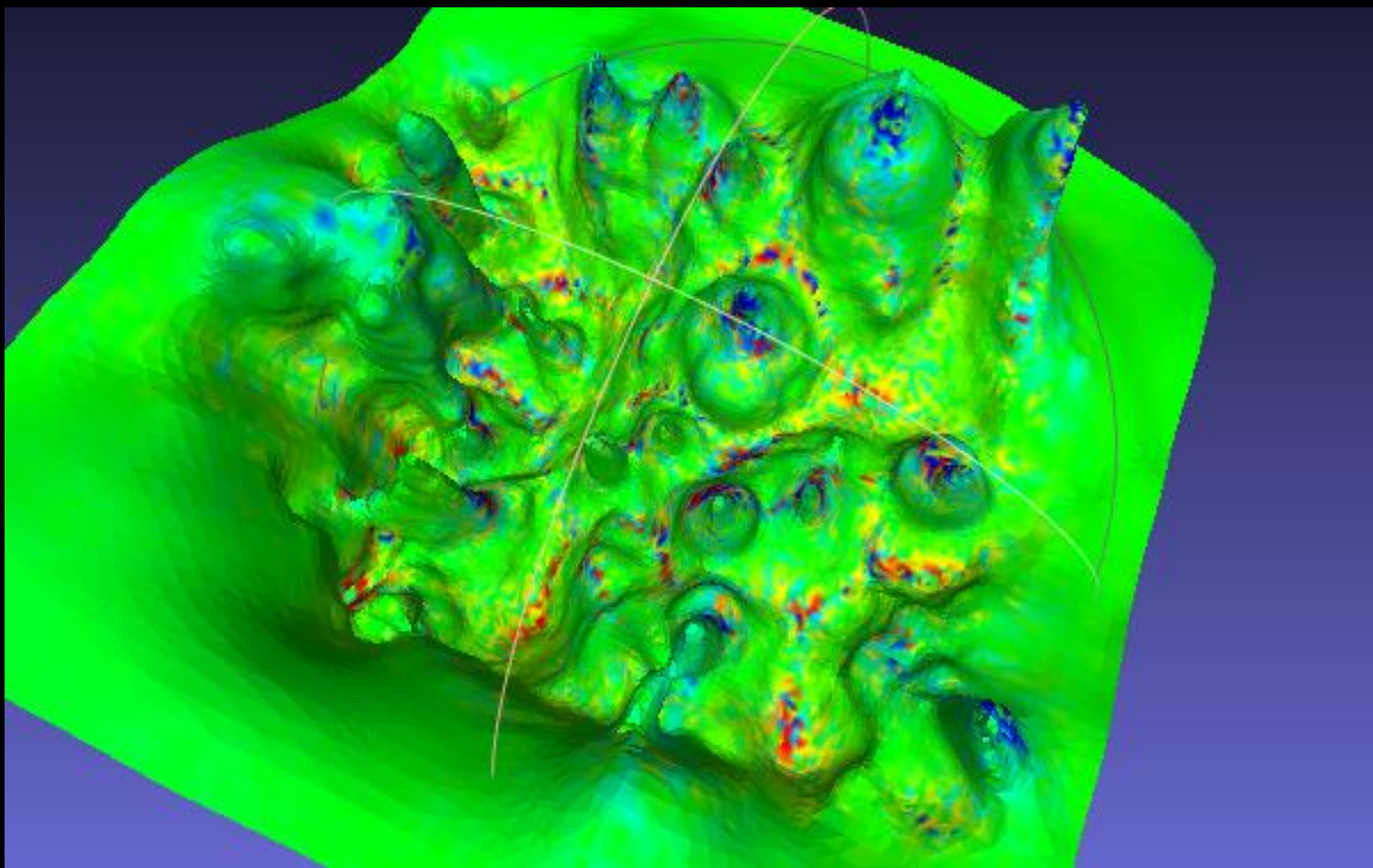
Faktor mierky = 10



Faktor mierky = 20

Tvorba 3D modelu jaskyne (povrch)

Priemerné krivosti povrchu



Analýza jaskynnej výzdoby

Plocha = 1 m²

Octree depth = 12

Faktor mierky = 20

Tvorba 3D modelu jaskyne (povrch)

Výpočtová náročnosť

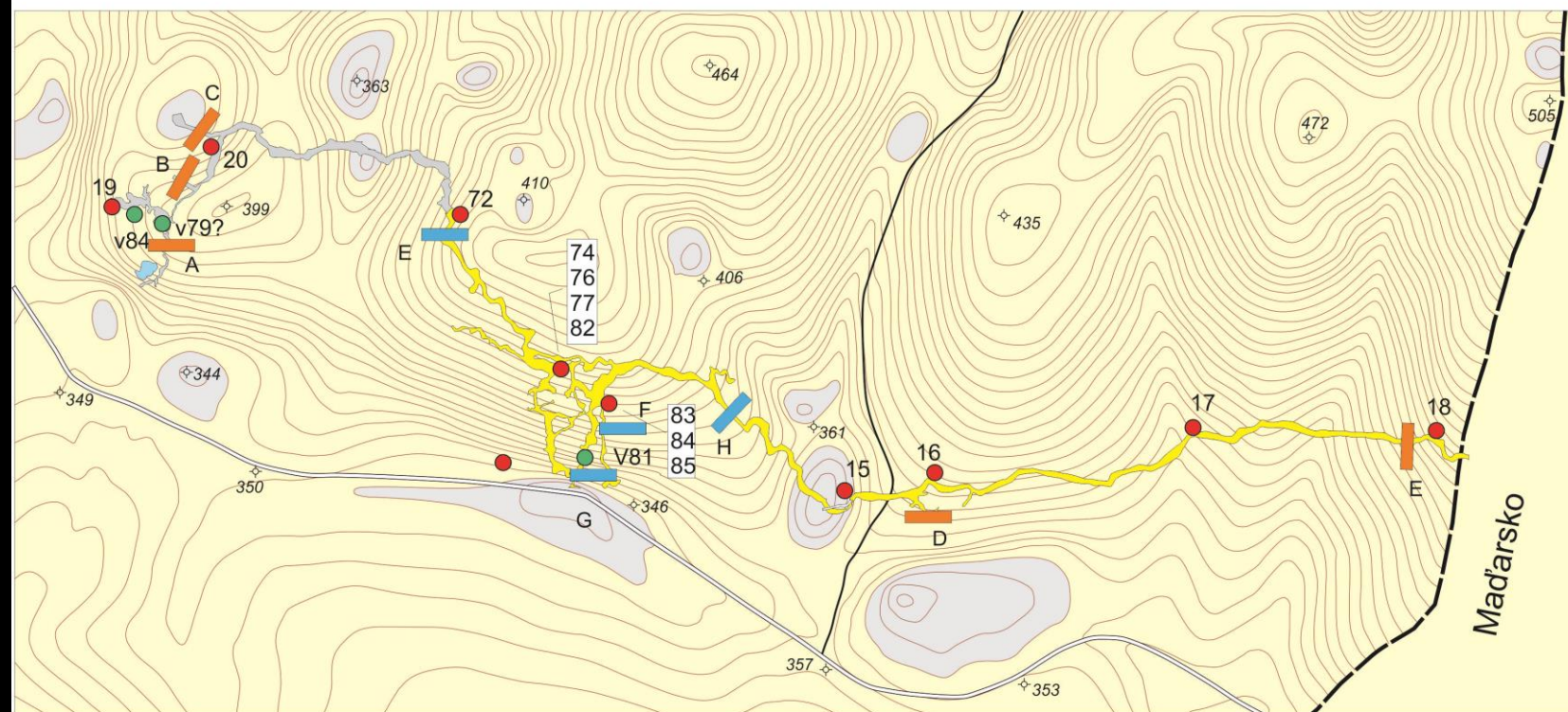
Dataset	Octree depth	Čas spracovania [sec]	Počet uzlov (vertices) v mračne trojuholníkov
Časť jaskyne	6	0,5	4 310
	8	5,4	6 712
	9	13,8	140 631
Jaskynná výzdoba	10	3,5	28 091
	12	9,1	58 577
	13	25,5	66 025

Budovanie merných profilov

projekt „Spatial 3D“ UPJŠ

Súčasná a plánovaná umiestnenie klimatologických hydrologických meracích objektov

0 500m



- 72 - registračný teplomer s číslom
- 72 - registračný teplomer a vlhkomer s číslom

- profile APV: A. Styx pod Čertovou, B prítok v Dobrej chodbe C prítok od Nebezpečného domu, D prítok z Meandrovej chodby E pri mreži
- profile SSJ: E. Panenská chodba, F Objavná G. Domický potok, H 1. hrádza



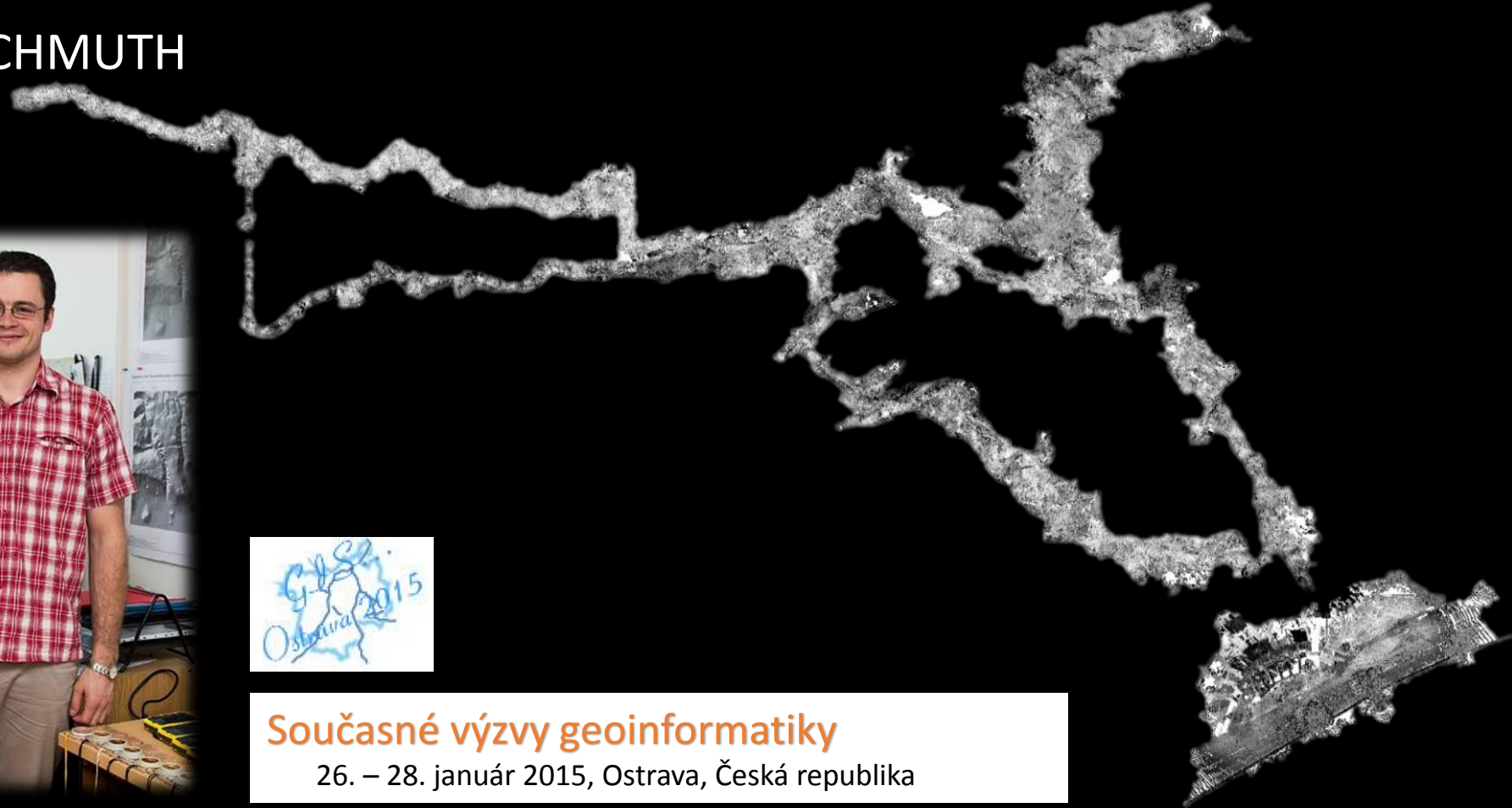
Zhrnutie a ďalšie smerovanie

- skenovať možno bez polygónového ťahu, s použitím objektov presných rozmerov (gule) - presnosť spojených skenov je 4-5 mm
- registrácia mračna bodov v súradnicovom systéme (S-JTSK) s celkovou presnosťou 12 mm je možné dosiahnuť pomocou zamerania niekoľkých bodov (min 2 body) s diferenciálnym určením polohy pomocou GNSS
- pre zachytenie vysokej úrovni detailu je potrebné myslieť 2-3 kroky/skeny dopredu a tak zamedziť vzniku „tieňov“ v mračne bodov
- tvorba povrchov (mesh) je možná použitím aplikácie Meshlab – v štádiu testovania
- ďalšie smerovanie – integrácia 3D povrch do GIS a modelovanie tečenia vody, resp. vzťahy s povrchovou krajinou

Ďakujem za pozornosť!

Ján KAŇUK, Michal GALLAY, Jaroslav HOFIERKA,
John MENEELY, Zdenko HOCHMUTH

spatial3d.science.upjs.sk



Současné výzvy geoinformatiky

26. – 28. január 2015, Ostrava, Česká republika