

Projekt skeneru horninového jádra

Ing. Mgr. Radek Onysko

HGIG Pardubice 2026

Cíl práce

- DIY řešení pro vytvoření digitální dokumentace horninového jádra pro nevědecké účely (zpracováno v rámci diplomové práce)
- požadavky na funkčnost
 - přístroj pořídí fotografie celého povrchu horninového jádra
 - schopnost zpracovat jádro $\varnothing$ 76 mm (WL-NQ)
- požadavky na výstup / zpracování
 - výsledný model ve formě 3D objektu (.obj či obdoba)
 - model bude mít realistickou velikost
 - vytvoření / ověření metodiky dalšího zpracování (odečty diskontinuit)

Omezení

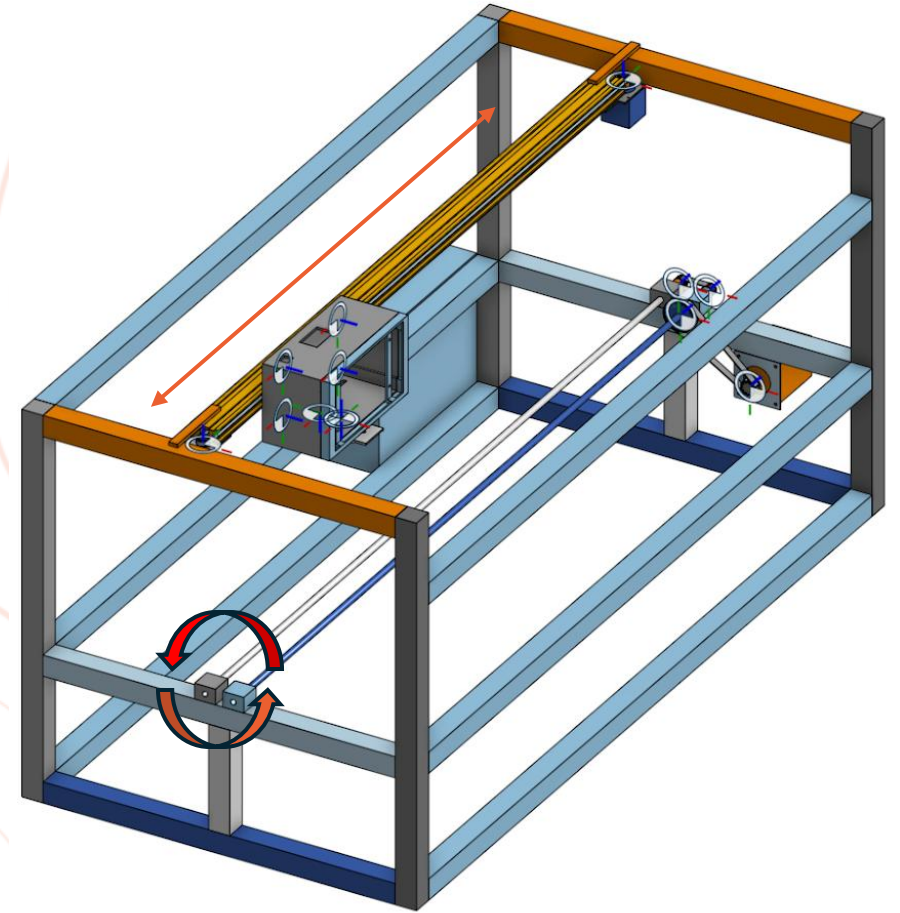
- Koncipováno pro kusy jádra do délky 1 m
- Horninové jádro
 - nepoužitelné pro zeminy
 - jádro musí být kompaktní (jádro je otáčeno za pomoci rotace na nosných tyčích)
 - snímaný úsek může být tvořen více celistvými kusy jádra
 - petrografické omezení – jádro musí mít rozeznatelné prvky (výrostlice, žilky atd.)



Obr. 1 – příklady
nezpracovatelných kusů
hor. jádra

Konstrukce a princip snímání

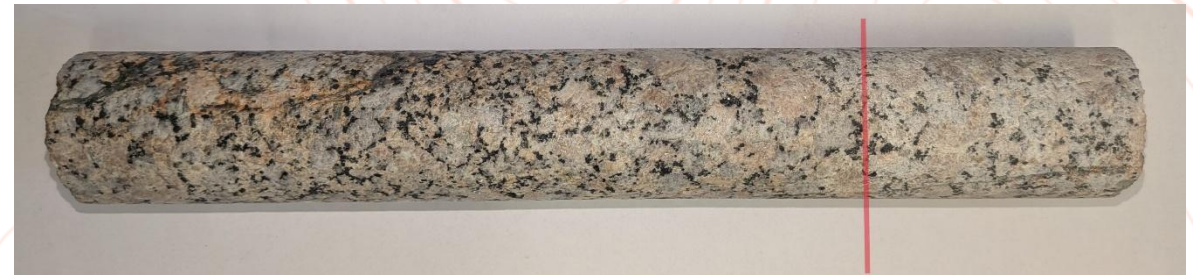
- rám z hliníkových profilů (30*30 mm)
- pojízdné rameno s fotomoduly – stereo
- otáčení jádra za pomoci nosných tyčí
- řízeno pomocí RPI (opensource)
 - 2 krokové motory, fotomoduly
- založeno na principu fotogrammetrie
- integrované osvětlení
- různé možnosti napájení (AC, baterie)



Obr. 2 – schématický model přístroje (Onshape)

Pracovní cyklus

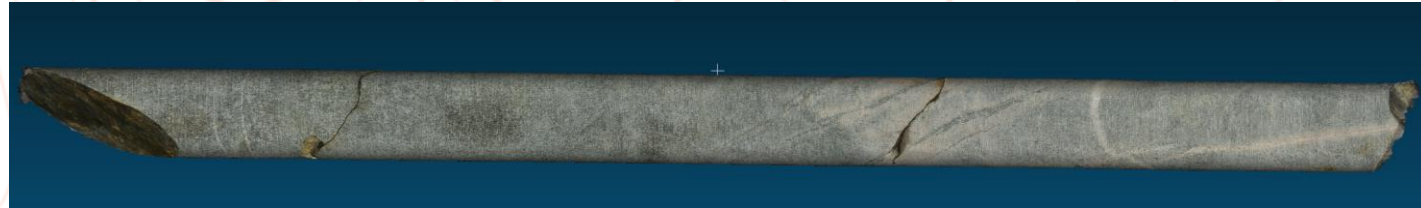
- příprava jádra (omytí, měření)
- aplikace matného laku
- vložení do přístroje
 - pořízení fotografie, pohyb ramene, otáčení jádra
 - rychlost snímání: 6-9 min. / 1 m
- zpracování dat – vytvoření modelu (cca 15-20 min. / 1m)



Obr. 3 – efekt mokrého jádra – využití laku (zde lesklého)

Vytvoření modelu, zpracování dat

- vytvoření modelu
 - AliceVision Meshroom (opensource)
 - Agisoft Metashape (placeno)
- zorientování, začištění
 - MeshLab (opensource)
- Korelace s karotáží
 - získání orientovaných dat
- analýza dat
 - CloudCompare (opensource)
 - možnost integrace NN / lokální LLM (nebylo součástí práce)



Obr. 4 – příklady výstupních modelů včetně detailů

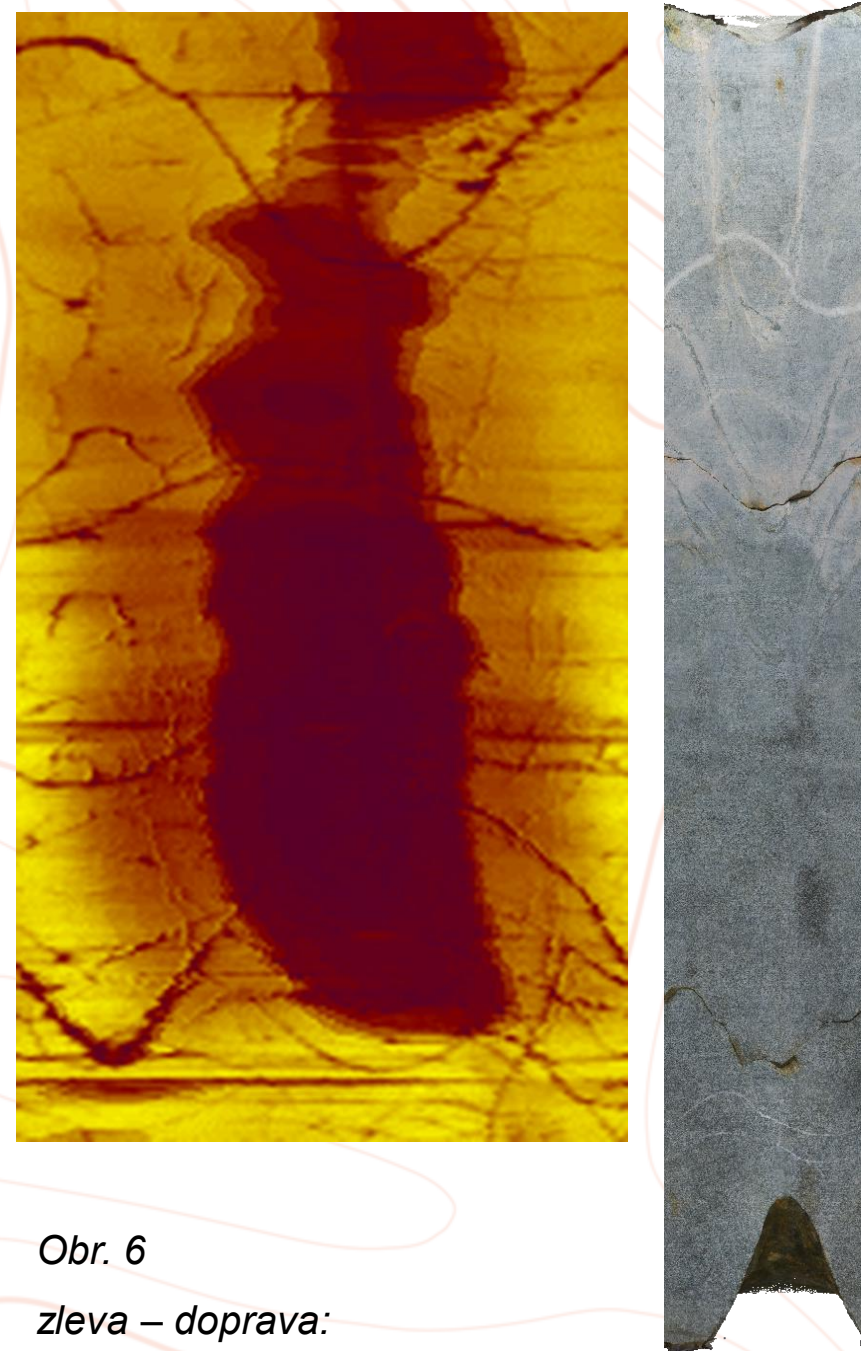
Přesnost modelů

- délková přesnost 0,36 – 0,67 %
- závisí na:
 - upevnění fotomodulů
 - průhybu nosných tyčí
 - absenci stínů (osvětlení)

PŘÍPAD 1	Model 1			Model 2		
vzdálenost bodů [mm]	vzdálenost bodů [mm]	rozdíl [mm]	rozdíl v [%]	vzdálenost bodů [mm]	rozdíl [mm]	rozdíl v [%]
47,53	46,73	0,8	1,68	47,21	0,32	0,67
47,56	47,41	0,15	0,32	47,39	0,17	0,36
104,39	104,32	0,07	0,07	103,92	0,47	0,45
110,27	110,02	0,25	0,23	109,87	0,4	0,36
48	47,75	0,25	0,52	47,75	0,25	0,52
272,75	272,76	0,01	0,00	272,62	0,13	0,05
286,09	286,79	0,7	0,24	286,97	0,88	0,31
47,54	47,34	0,2	0,42	47,3	0,24	0,50
184,89	184,64	0,25	0,14	185,08	0,19	0,10
347,83	347,23	0,6	0,17	346,96	0,87	0,25
56,76	57,18	0,42	0,74	56,67	0,09	0,16
53,27	53,87	0,6	1,13	53,67	0,4	0,75
	RSME [mm / %]	0,44	0,67	RSME [mm / %]	0,45	0,43
	STDEV	0,26	0,49	STDEV	0,26	0,22
PŘÍPAD 2	Model 1			Model 2		
vzdálenost bodů [mm]	vzdálenost bodů [mm]	rozdíl [mm]	rozdíl v [%]	vzdálenost bodů [mm]	rozdíl [mm]	rozdíl v [%]
263,03	263,98	0,95	0,36	263,87	0,84	0,32
193,29	193,08	0,21	0,11	193,08	0,21	0,11
276,55	276,69	0,14	0,05	276,52	0,03	0,01
143,8	144,57	0,77	0,54	144,24	0,44	0,31
148,91	149,06	0,15	0,10	148,83	0,08	0,05
87,67	88,32	0,65	0,74	88,4	0,73	0,83
57,29	57,46	0,17	0,30	57,32	0,03	0,05
	RSME [mm / %]	0,54	0,39	RSME [mm / %]	0,46	0,36
	STDEV	0,34	0,26	STDEV	0,34	0,29

Korelace s karotážními daty

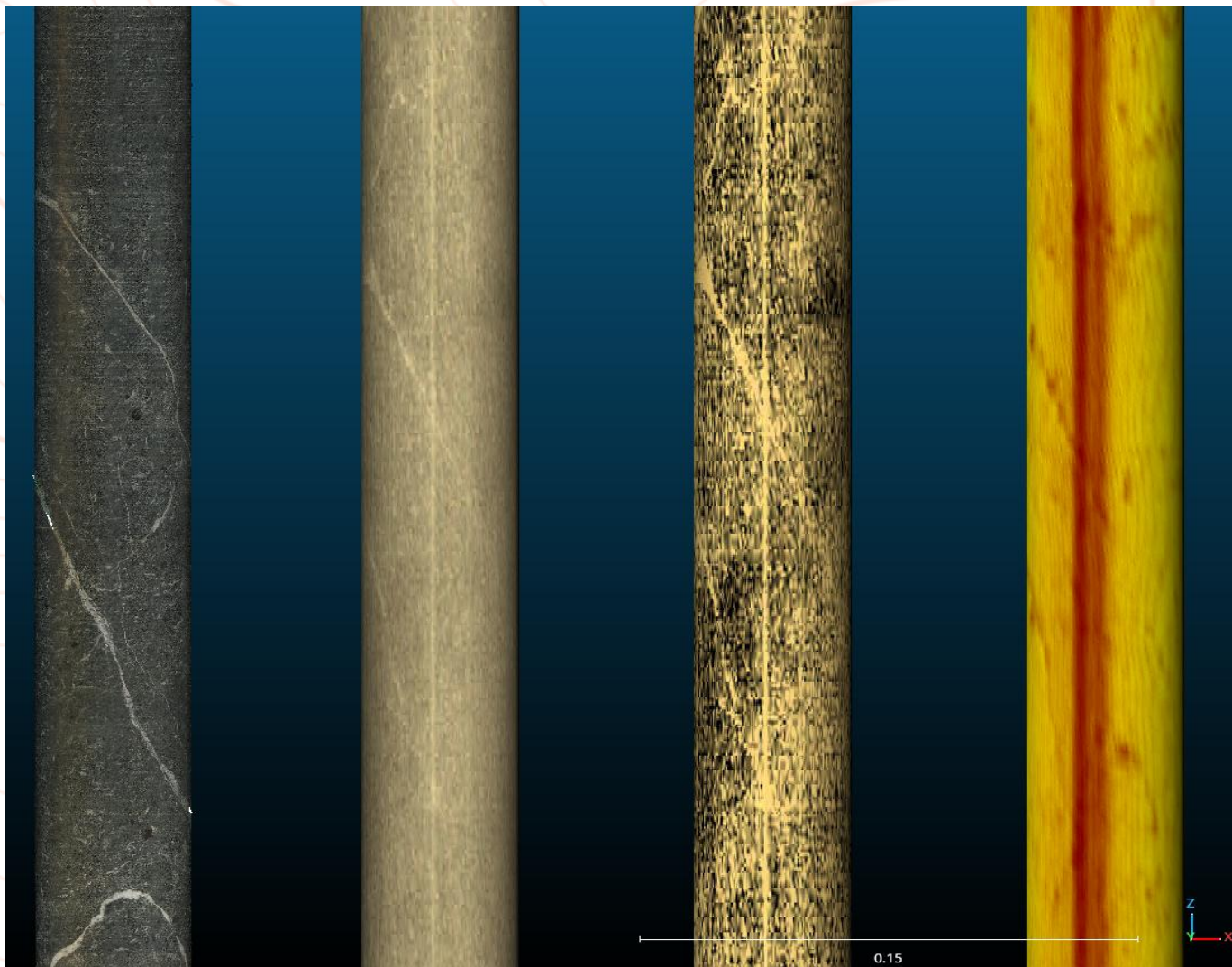
- při absenci OBI, může být problém najít shodné prvky



Obr. 6

zleva – doprava:

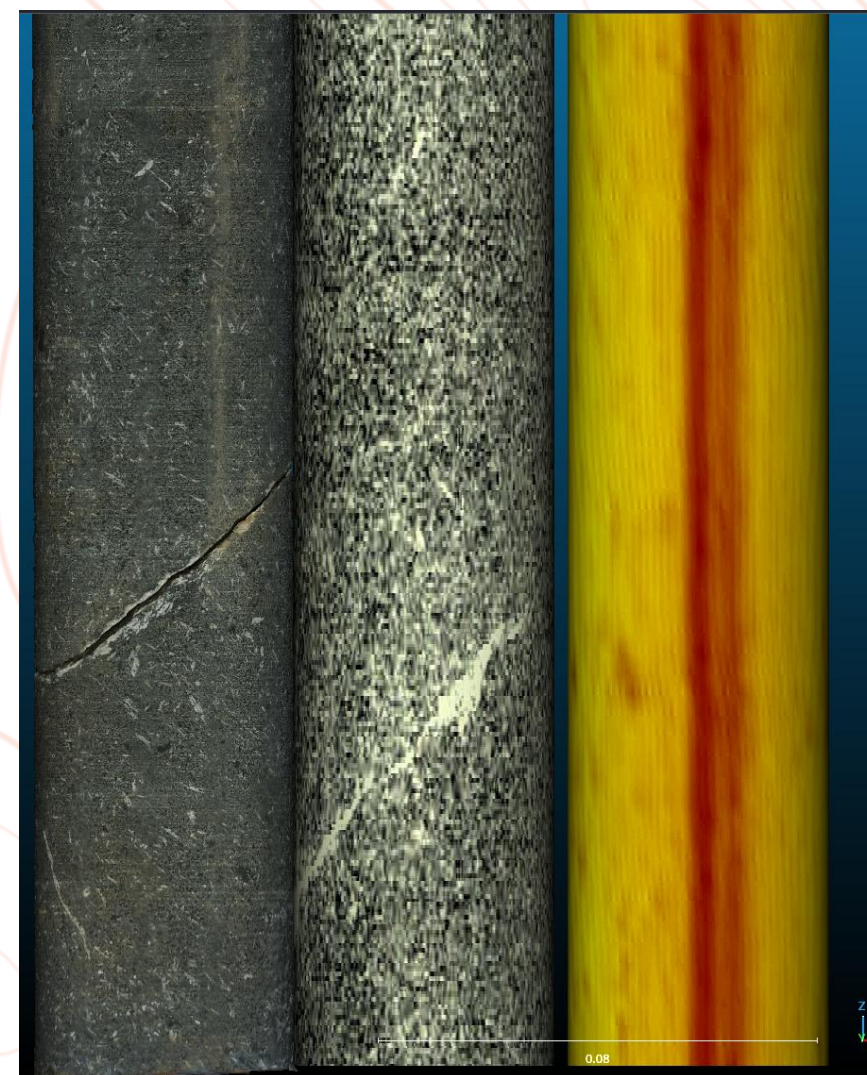
záznam akustické karotáže – model jádra



Obr. 6

zleva – doprava:

model – surová data OBI – OBI upraveno – záznam z akustické karotáže



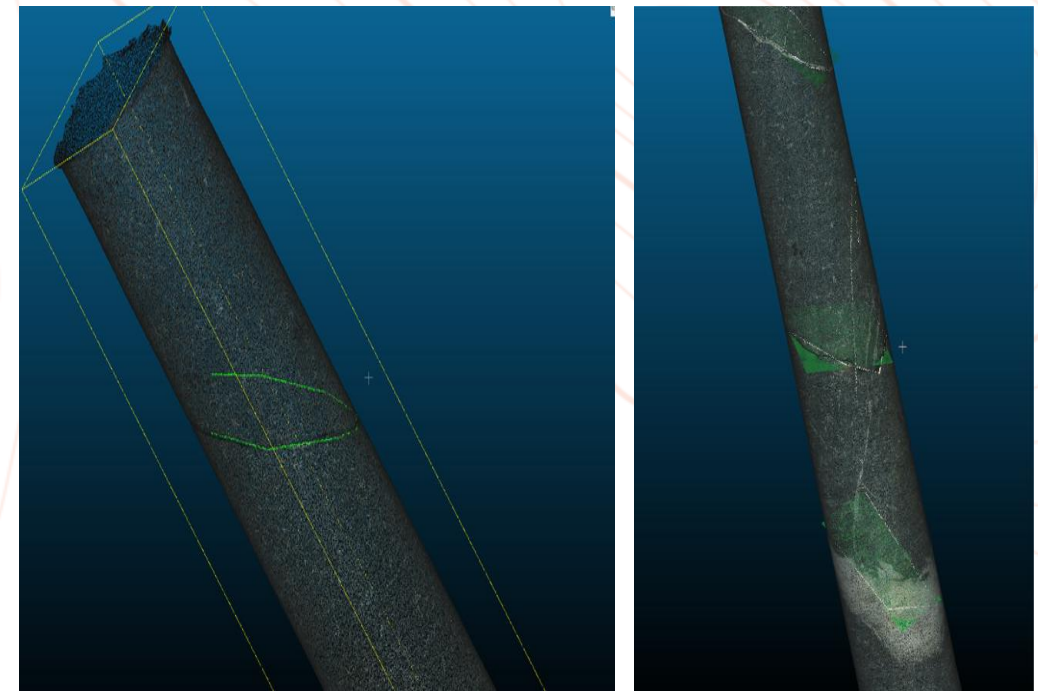
Obr. 5

zleva – doprava:

model – surová data OBI – záznam z akustické karotáže

Extrakce geologických dat

- po zorientování modelů za pomocí karotážních dat
- možné využít například Cloud Compare
- hromadná analýza za pomocí NN / LLM
- zjistíme:
 - orientace diskontinuit
 - mocnost (šířku) diskontinuit
 - odvozené metriky (hustota diskont.)



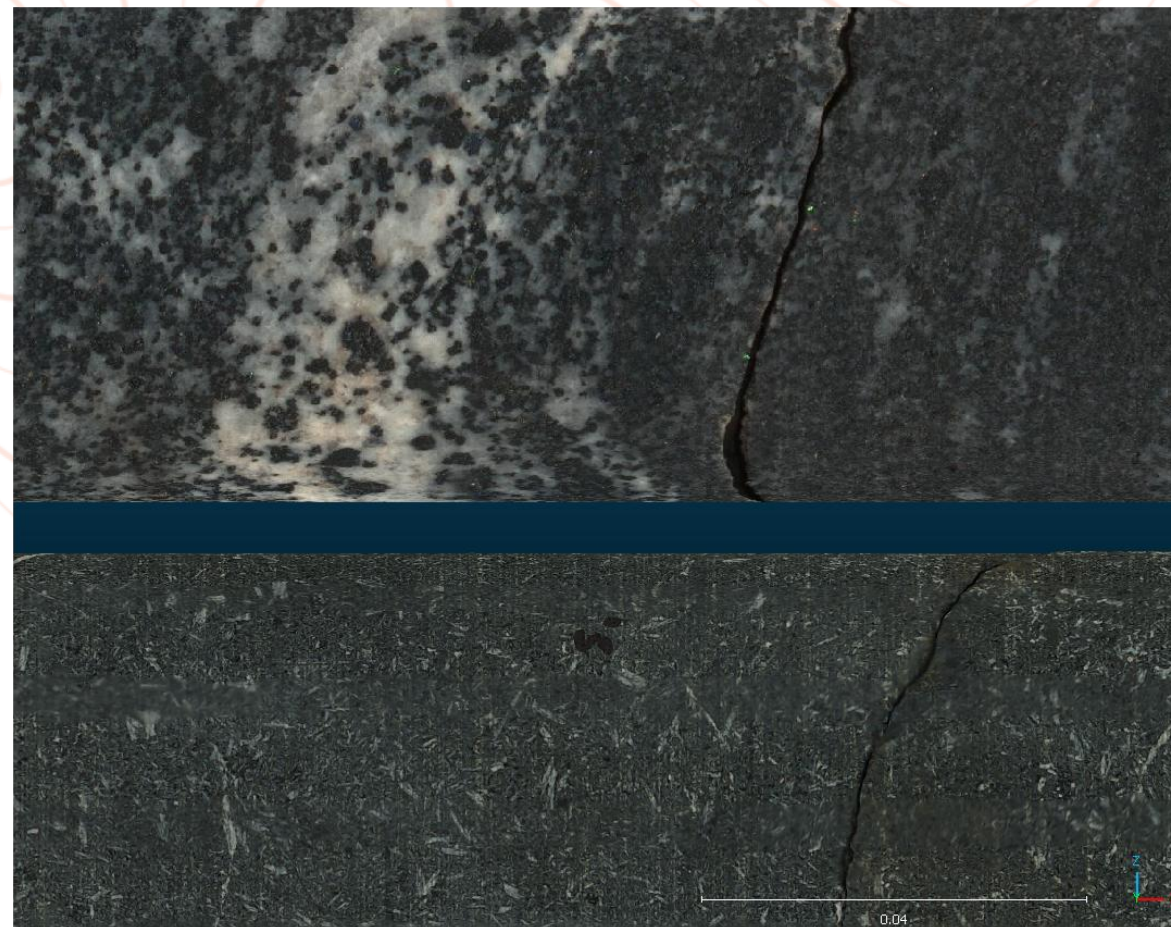
Obr. 7 – odečet orientací diskontinuit



Obr. 8 – příklad měření šířky trhliny

Porovnání s komerčním řešením

- Komerční řešení – DMT CoreScan 3
- Cena 30 < tis. vs první miliony
- Rychlost DMT CS3 pod 1 min. / m
- Kvalita DMT CS3 vychází z metody

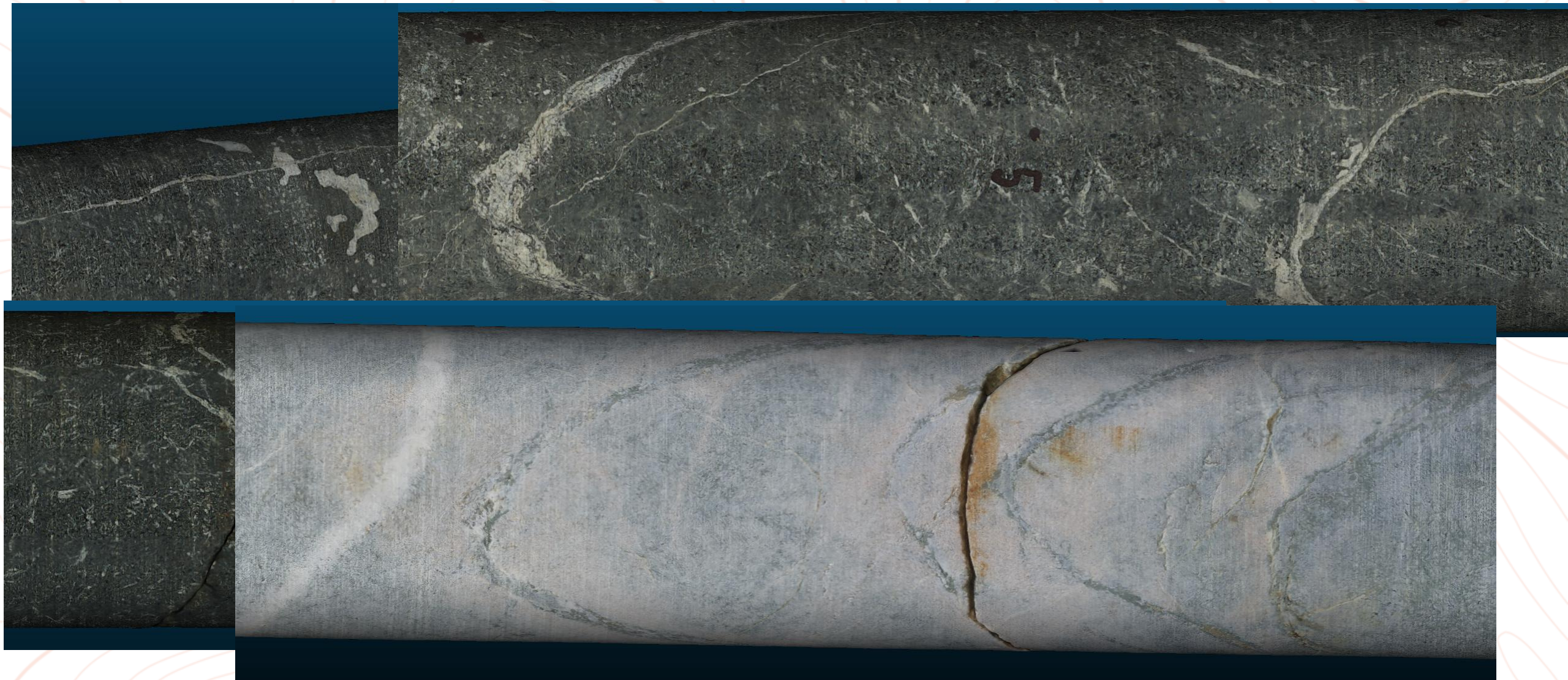


Obr. 9

shora – dolů

výstup DMT CS3 – model DIY přístroje

Příklady výstupů (modelů)



Vyhodnocení

- přístroj splnil požadované cíle
- konstrukce:
 - stereoskopické uspořádání fotomodulů není efektivní (pomalé ostření, rychlost ukládání dat je omezena RPI)
 - využití digitální zrcadlovky /bezzrcadlovky by přineslo zrychlení procesu snímání a vyšší kvalitu fotek
- využitelnost obecně
 - není vhodné pro dlouhé ložiskové vrty, vhodné pro dokumentaci nižších desítek metrů (vybrané vrty / vybrané úseky – složité a časově náročné zpracování)
 - vzhledem k ceně se jedná o efektivní způsob jak zvýšit kvalitu dokumentace
 - snímání v terénu není realistické vzhledem k nutnosti přípravy jádra (omytí atd.)



Děkuji za pozornost

100

**Zakladatelé oboru.
Stavby, které vydrží.
Už sto let.**