

INTERPRETACE PUKLINOVÉ SÍTĚ NA ZÁKLADĚ TERÉNNÍCH MĚŘENÍ

Metody a nástroje hodnocení vlivu
inženýrských bariér na vzdálené interakce v
prostředí hlubinného úložiště



Projekt č.: 1H-PK/31 MPO ČR

Metody a nástroje hodnocení vlivu inženýrských bariér na vzdálené interakce v prostředí hlubinného úložiště

- Testování a matematické modelování hydraulických a transportních parametrů puklinového prostředí
- Ověření možnosti predikce vlivu aplikovaných inženýrských bariér na migrační parametry zvodnělých puklinových systémů
- Matematický model jako analytický a predikční nástroj
- laboratorní zkoušky, terénní testy, modelová řešení

Modelování puklinového prostředí

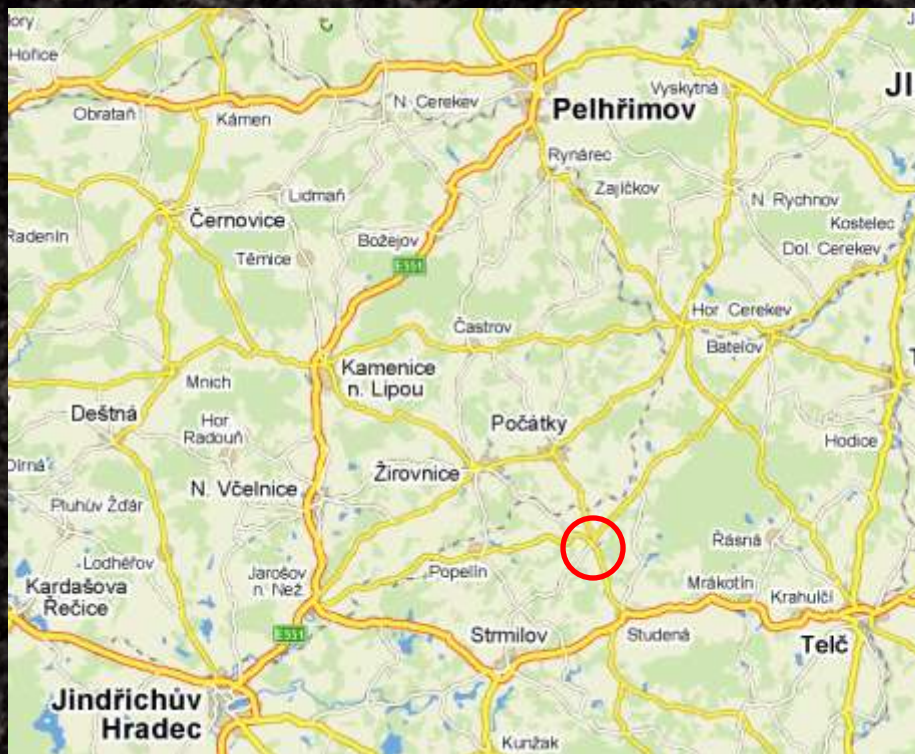
- Rozvoj výzkumu orientovaného na puklinové prostředí
- Matematické modely pro puklinové prostředí – problematické praktické využití
- Velká nehomogenita a anisotropie prostředí
- Velká konceptualizace geometrie prostředí
- Velké zjednodušení matematicko-fyzikálního aparátu pro simulace procesů
- **Nedostatek modelových vstupních a kalibračních dat**

Geometrický model

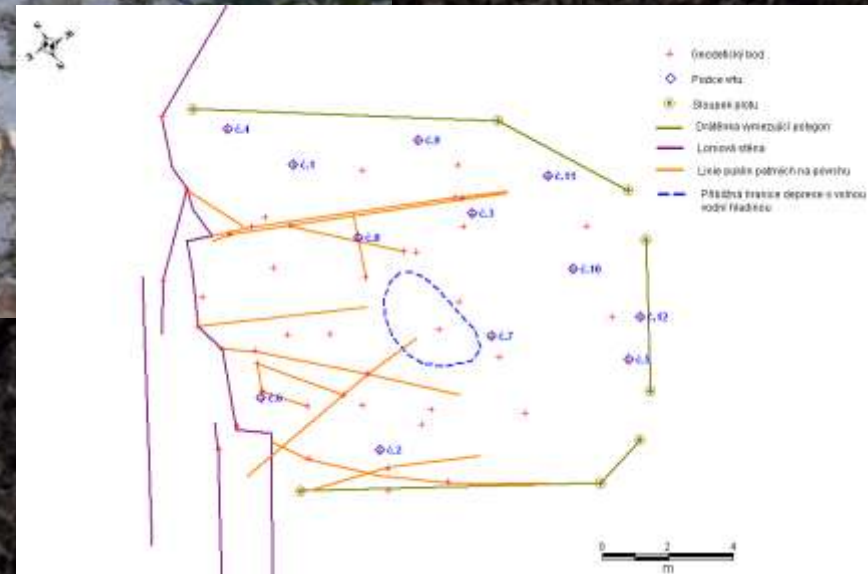
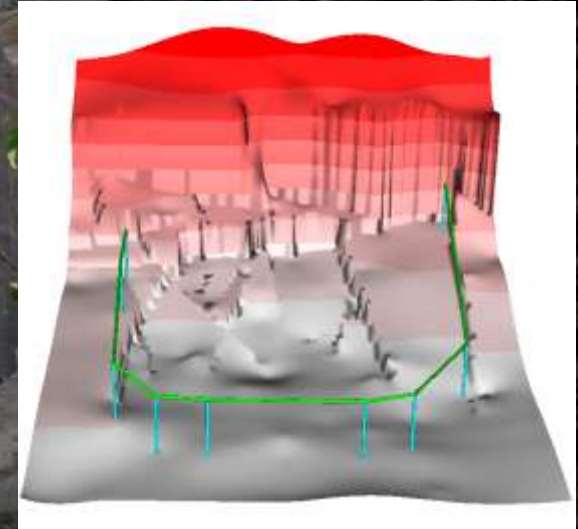
- Nezbytný podklad pro hydrogeologický model
- Modelový koncept diskretní puklinové sítě
- Interpretace průběhu jednotlivých puklin bez ohledu na jejich hydraulické a transportní vlastnosti
- Deterministické zadávání puklin
- Syntéza dat z geometrických měření a hydraulických a migračních testů.

Zájmová lokalita

- žulový lom v katastru obce Panské Dubenky (jihozápadní části okresu Jihlava v kraji Vysočina)
- nadmořská výška přibližně 650m n.m.
- dílčího povodí 1-07-03-032 Hamerský potok
- středně zrnitý dvojslídny granit s proměnlivým obsahem vyrostlic živců



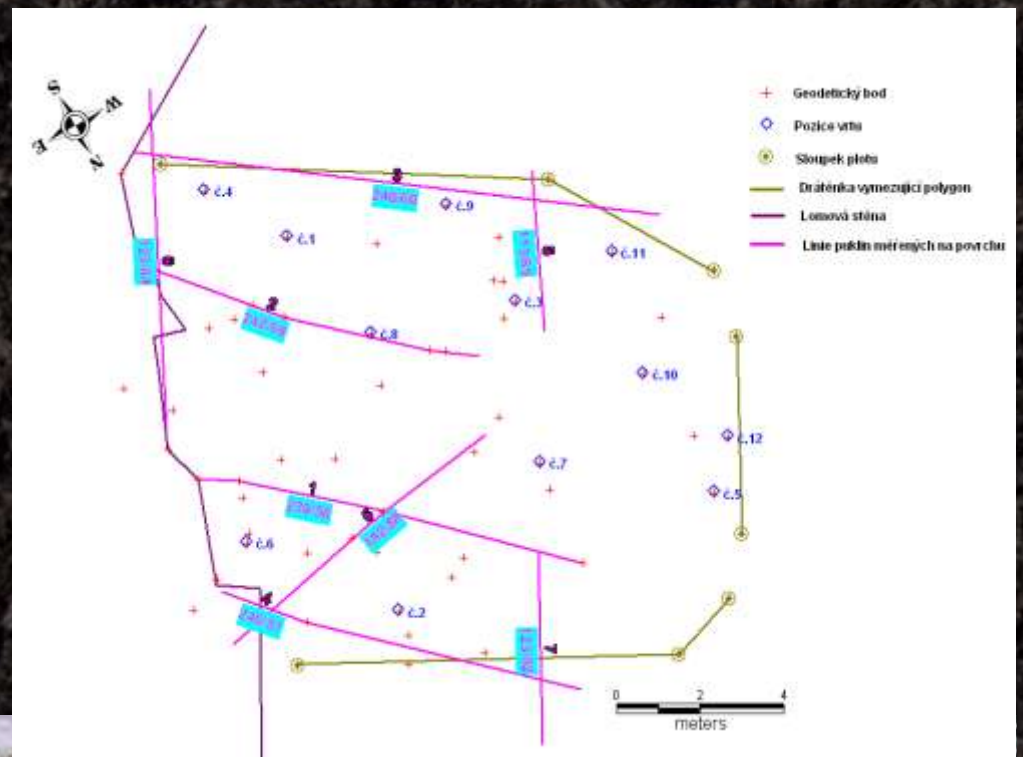
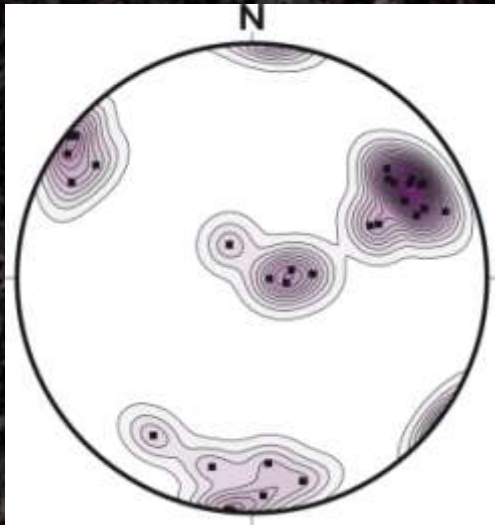
Testovací polygon



Vstupní data – údaje z terénních měření

- geodetické zaměření významných bodů v zájmovém polygonu
- dokumentace vrtných jader 10 vrtů realizovaných technologií jádrového vrtání
- dokumentace puklin včetně přibližného směru a sklonu získaná při podrobné prohlídce 12 vrtů pomocí televizní kamery
- strukturně-geologické měření tektonických linií provedené v celém prostoru lomu (s důrazem na zájmovou doménu)
- strukturně-geologická měření a zakres tektonických linií v prostoru zájmového polygonu
- dokumentace cross-hole (C-H) hydraulických a transportních testů provedených za pomoci obturátoru a detekčních kamer při uměle vytvářeném gradientu
- pozorování tektonických fenoménů na lomové stěně bezprostředně náležející k zájmovému polygonu a v celém lomu na nižších a vyšších etážích těžby

Strukturně-geologická měření



Popis vrtného jádra



GIA, s.p.a.

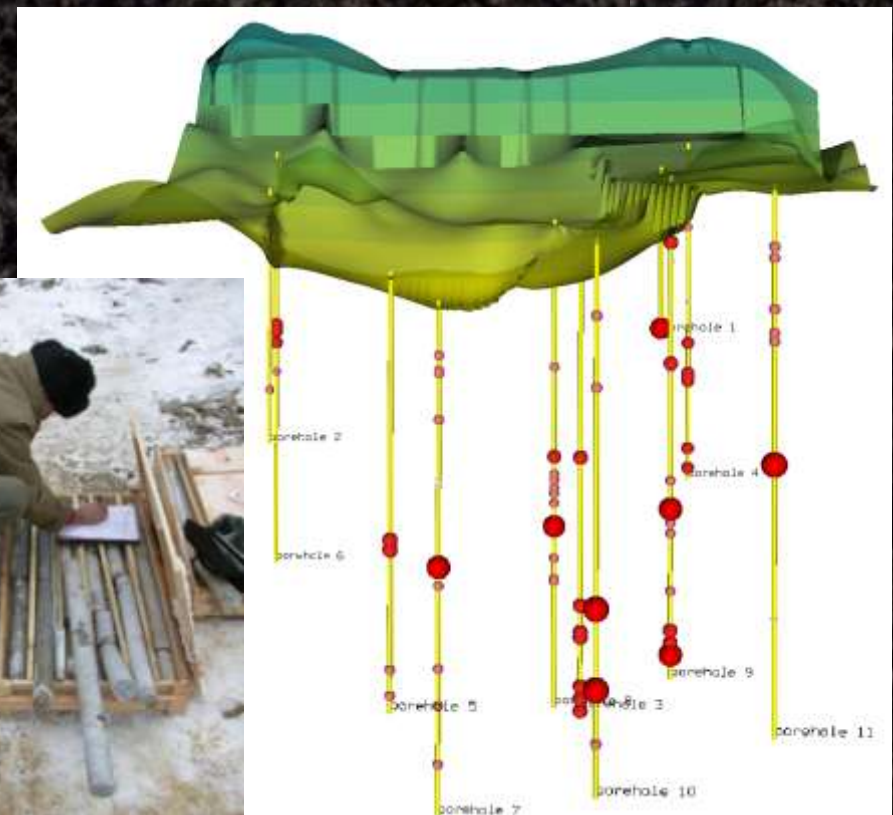
Projekt TP 4-DP 1

Akce: Panské Dubénky – horní lom

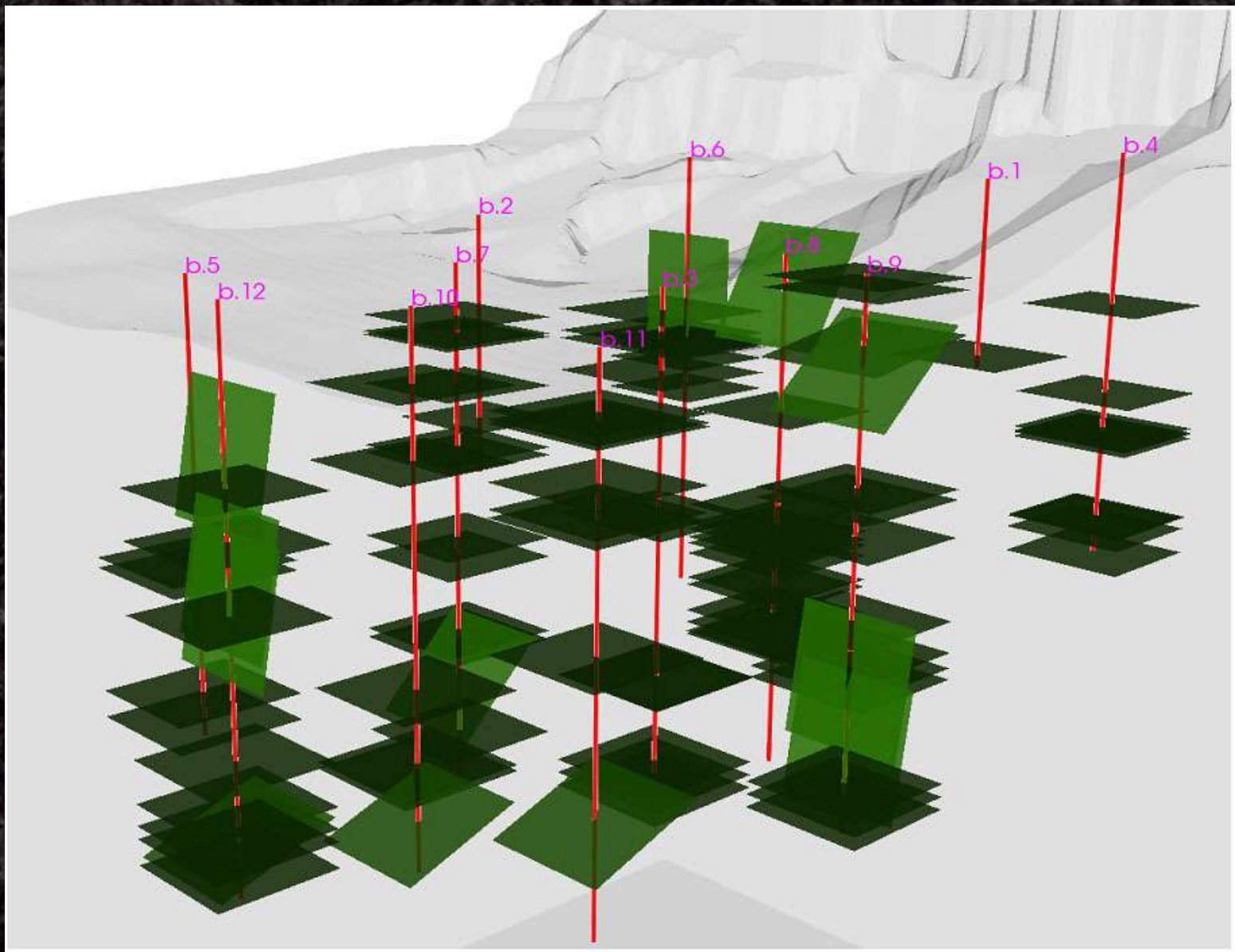
Úkol: Metody a nástroje hodnocení vlivu inženýrských bariér na vzdálené interakce v prostředí hlubinného úložiště

| | |
|--|---|
| Vrt. č. 6 | Vedoucí úkolu: Mgr. J. Micháková |
| Konečná hloubka vrtu: 7,94 m | Vrtmistr: M. Máca (SG – Geotechnika, Praha) |
| Vrtná souprava: Hilti DD 200 | Vrt dokumentoval: R. Hanus |
| Technologie vrtání: diamantové rotační | Jádrové: Vrtáno dne: 14. – 16. 12. 2005 |

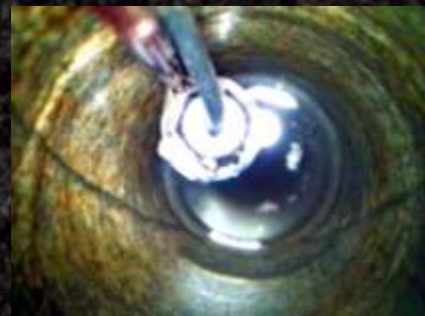
| Metráž vrtu | Popis | Barevnostní typ |
|-------------|---|-----------------|
| 0 m | Začátek vrtu, povrch je zcela čistý, bez humusu, zvětraliny a nečistoty | Žlutý typ |
| 0,5 m | ulomené jádro | Žlutý typ |
| 1,00 m | ulomené jádro | Žlutý typ |
| 1,10 m | ulomené jádro | Žlutý typ |
| 1,48 m | změna vrtného profilu | Žlutý typ |
| 1,50 m | ulomené jádro | Žlutý typ |
| 2,10 m | začátek subvertikální pukliny vyplněné jílem, délka pukliny 50 cm | Žlutý typ |
| 2,64 m | konec subvertikální pukliny vyplněné jílem | Žlutý typ |
| 2,99 m | ulomené jádro | Žlutý typ |
| 3,28 m | významná puklina, jílo | Žlutý typ |
| 3,30 m | významná puklina, jílo, chlorit, limonit | Žlutý typ |
| 3,32 m | významná puklina, jílo, chlorit, limonit | Žlutý typ |
| 3,34 m | významná puklina, jílo, chlorit, limonit | Žlutý typ |
| 3,38 m | významná puklina, jílo, chlorit, limonit | Žlutý typ |
| 3,42 m | významná puklina, jílo, chlorit, limonit | Žlutý typ |



Interpretace popisu vrtných jader



Monitoring stěn vrtů



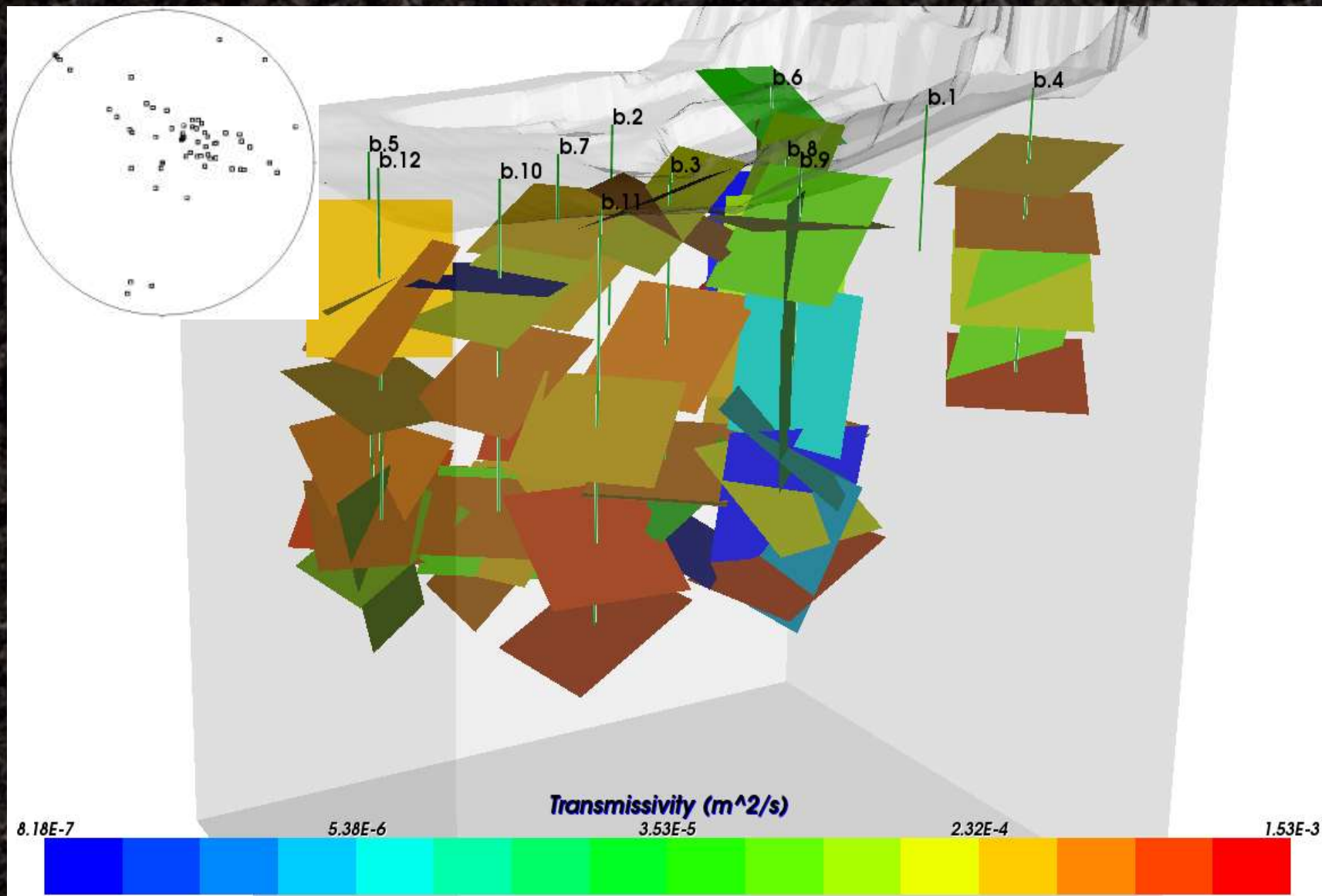
PDvrt07/07boční

| | | | | |
|-------------|-------------------------|-------|------------|----------------|
| Pd07bf01 | Obrázek s č. 7 | | | |
| Pd07bf02-07 | Puklina | 1,4 m | 1 ÷ 3 mm | 20 ÷ 24° |
| Pd07bf08-11 | Puklina | 2,5 m | 1 ÷ 3 mm | 27 ÷ 35° |
| Pd07bf12-19 | Puklina | 5,5 m | 3 ÷ 5 mm | 22 ÷ 28° |
| Pd07bf20-23 | Paralelní nižší puklina | 5,5 m | 0,5 mm | 22 ÷ 28° (20°) |
| Pd07bf24-29 | Puklina | 6,1 m | 1 ÷ 3 mm | 25 ÷ 30° |
| Pd07bf30-34 | Puklina pod vodou | 6,1 m | 1 ÷ 3 mm | 25 ÷ 30° |
| Pd07bf35-39 | Sevřená puklina | 7,6 m | 0 ÷ 0,1 mm | 37 ÷ 45° |

PDvrt07/07čelní

| | | | | |
|-------------|-----------------|-------|--|--|
| Pd07sf01 | Obrázek s č. 7 | | | |
| Pd07sf02 | Zhlaví vrtu | | | |
| Pd07sf03-04 | Puklina | 1,4 m | | |
| Pd07sf05-06 | Puklina | 2,5 m | | |
| Pd07sf07-09 | Puklina | 5,5 m | | |
| Pd07sf10-12 | Puklina | 6,1 m | | |
| | dále kalná voda | | | |

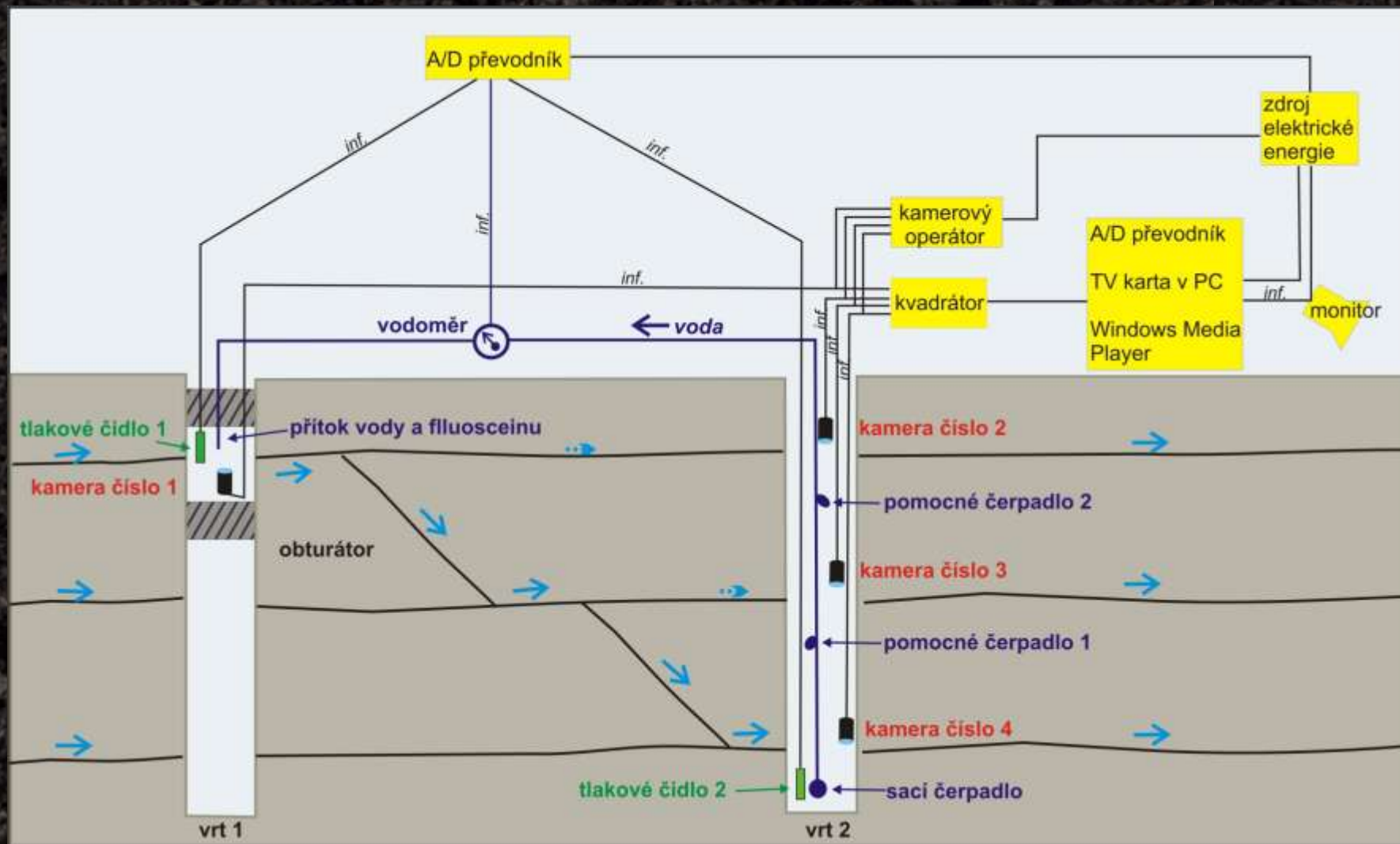
Interpretace prohlídek vrtů kamerou



Testy dvojic vrtů (cross-hole testy)

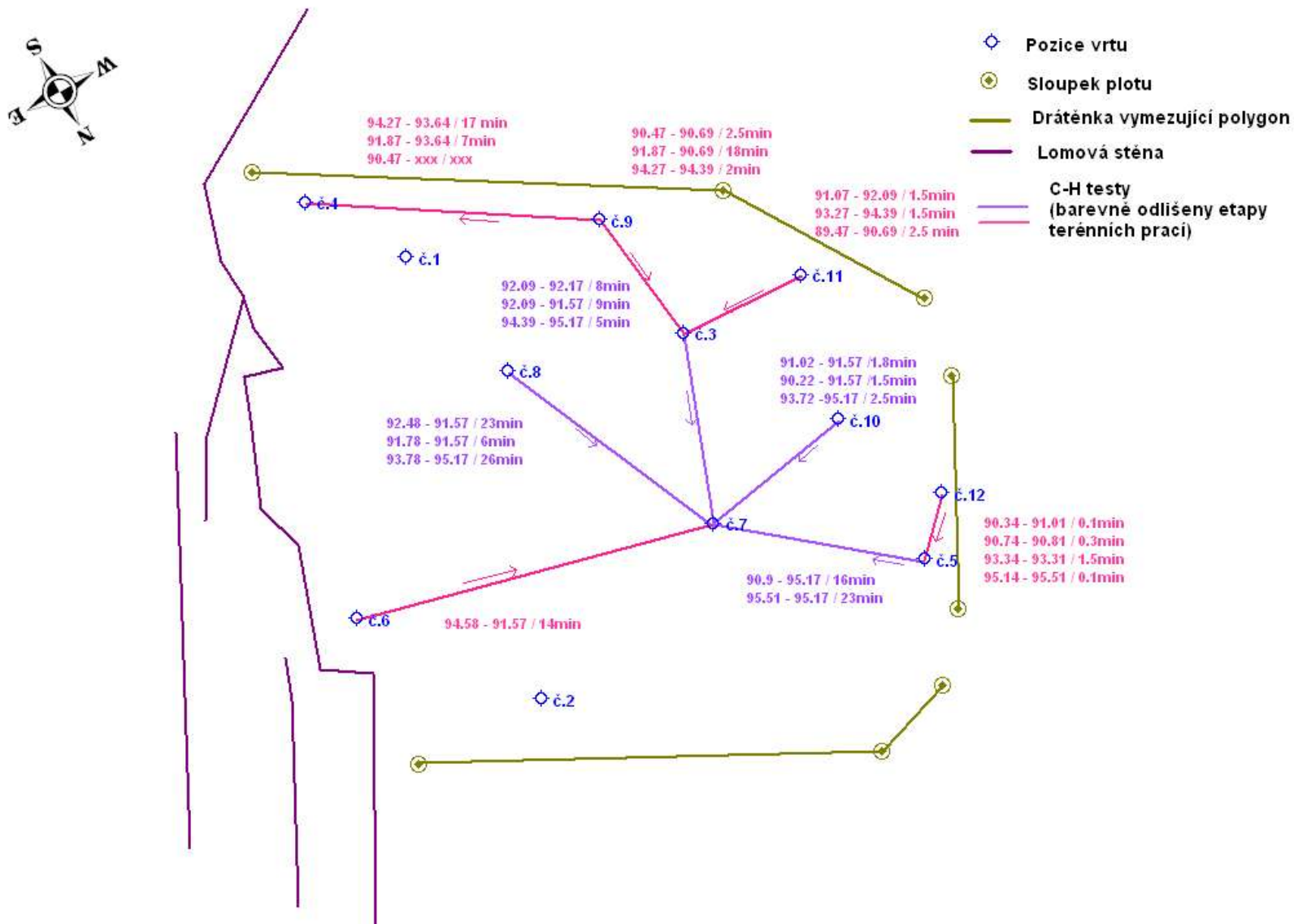
- Testy mezi vybranými dvojicemi vrtů
- Stanovení konkrétní konektivita těchto vrtů (propojení konkrétních průsečíků puklinové sítě s vrty)
- testy při stacionárním režimu proudění s uměle vytvořeným hydraulickým gradientem
- Při testech jsou měřeny:
 - hodnoty průtoku systémem,
 - hladiny podzemní vody v testovaných vrtech (ve vymezeném úseku vláčecího vrtu a v celém úseku vrtu čerpacího)
 - lokalizace a čas příchodu barviva (uranin) do čerpacího vrtu.

Schéma instrumentace C-H testu



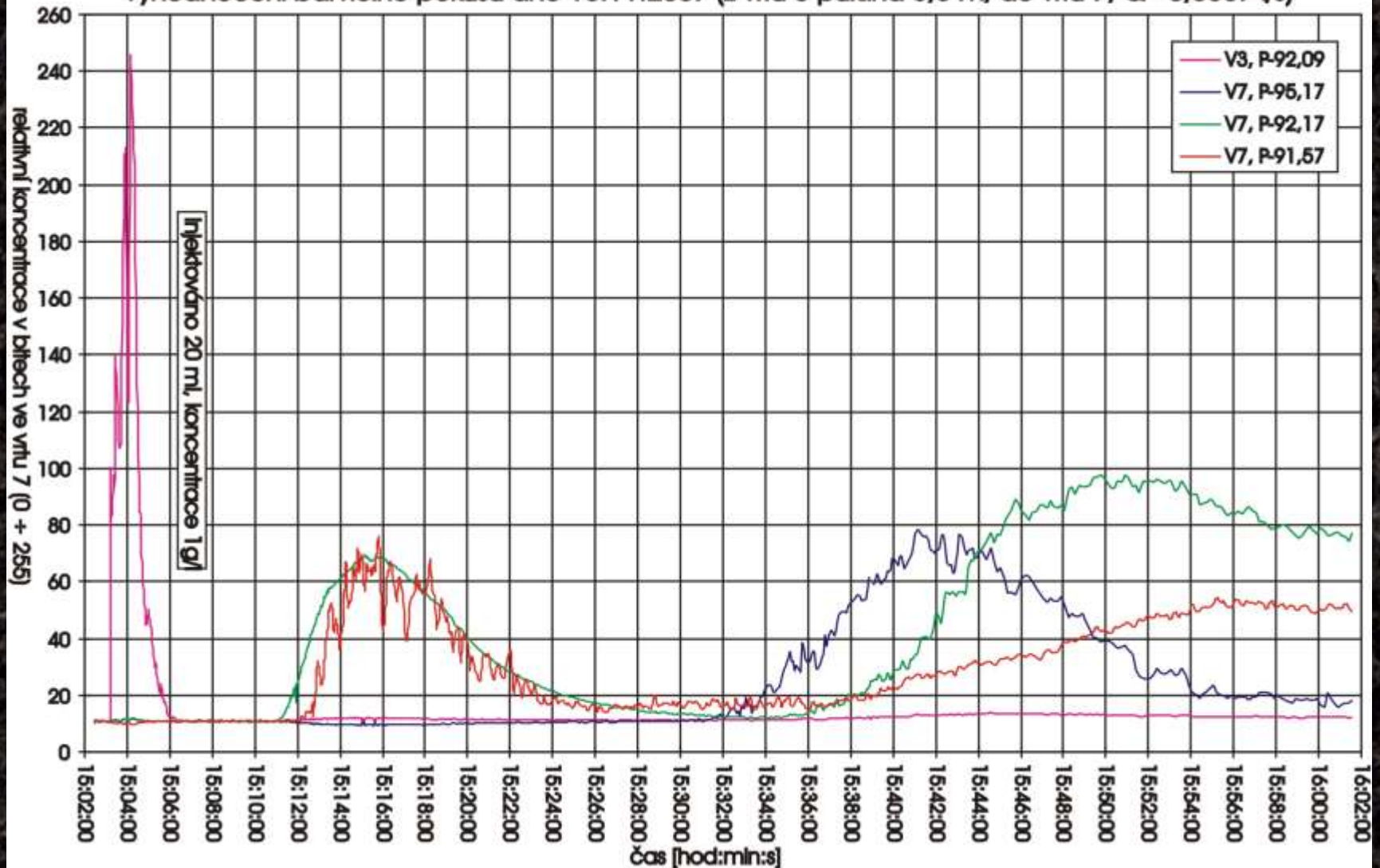


Provedené testy



| číslování testů | Injektáž | | Rozdíl hladin mezi vtláčecím a čerpaným vtrem | Průtok | | Detekce | | |
|-----------------|----------|--------------------|---|---------------------|------------------|----------|--------------------|------------------|
| | Vrt | Puklina | | hydraulický test | migrační test | Vrt | Puklina | průnikový čas |
| | označení | úroveň [m rel.] | m | l/s | l/s | označení | úroveň [m rel.] | min |
| 1 | 10 | 93.72 | 0.10 | 0.0587 | 0.0563 | 7 | 95.17 | 2.5 |
| 2 | 10 | 91.02 | 0.46 | 0.0519 | 0.0504 | 7 | 91.57 | 2 |
| 3 | 10 | 90.22 | 0.21 | 0.0542 | 0.0545 | 7 | 91.57 | 1.5 |
| 4 | 5 | 95.51 | 0.91 | 0.0612 | 0.059 | 7 | 95.17 | 23 |
| 5 | 5 | 90.91 | 0.27 | 0.0425 | 0.0519 | 7 | 95.17 | 17 |
| 6 | 3 | 94.39 | 0.10 | 0.0473 | 0.0554 | 7 | 95.17 | 5.5 |
| 7 | 3 | 92.09 | 0.37 | 0.0425 | 0.0557 | 7 | 92.17 | 8 |
| 25 | 8 | 95.28 | 0.47 | 0.042 | 0.042 | 7 | 95.17 | 6 |
| 8 | 8 | 93.78 | 1.05 | 0.0438 | 0.0438 | 7 | 95.17 | 24 |
| 9 | 8 | 92.48 | 2.32 | 0.042 | 0.0359 | 7 | 91.57 | 22 |
| 10 | 8 | 91.78 | 0.10 | 0.0569 | 0.0569 | 7 | 91.57 | 6.4 |
| 11 | 6 | 94.58 | 0.17 | 0.0499 | 0.0499 | 7 | 91.57 | 16 |
| 12 | 9 | 94.27 | 0.12 | 0.0472 | 0.0472 | 3 | 94.39 | 2 |
| 13 | 9 | 91.87 | 1.23 | 0.0431 | 0.0431 | 3 | 90.69 | 17 |
| 14 | 9 | 90.47 | 0.01 | 0.0451 | 0.0419 | 3 | 90.69 | 2.8 |
| 15 | 11 | 93.27 | 0.08 | 0.0473 | 0.0473 | 3 | 94.39 | 1.5 |
| 16 | 11 | 91.07 | 0.31 | 0.0492 | 0.0492 | 3 | 92.09 | 1 |
| 17 | 11 | 89.47 | 0.06 | 0.0414 | 0.0414 | 3 | 90.69 | 3 |
| 18 | 9 | 94.27 | 0.17 | 0.0377 | 0.0377 | 4 | 93.64 | 16 |
| 19 | 9 | 91.87 | 0.06 | 0.0485 | 0.0485 | 4 | 93.64 | 7 |
| 20 | 9 | 90.47 | 0.17 | 0.0481 | 0.0481 | 4 | 93.64 | 30 |
| 21 | 12 | 95.14 | 1.38 | 0.0422 | 0.0422 | 5 | 95.51 | 0.08 |
| 22 | 12 | 93.34 | 0.12 | 0.0544 | 0.0544 | 5 | 93.31 | 0.86 |
| 23 | 12 | 90.74 | 0.15 | 0.0558 | 0.0558 | 5 | 91.01 | 0.28 |
| 24 | 12 | 90.34 | 0.18 | 0.0484 | 0.0484 | 5 | 91.01 | 0.17 |

Vyhodnocení barvicího pokusu dne 15.11.2007 (z vrtu 3 puklina 5,6 m, do vrtu 7, $Q=0,0557$ l/s)



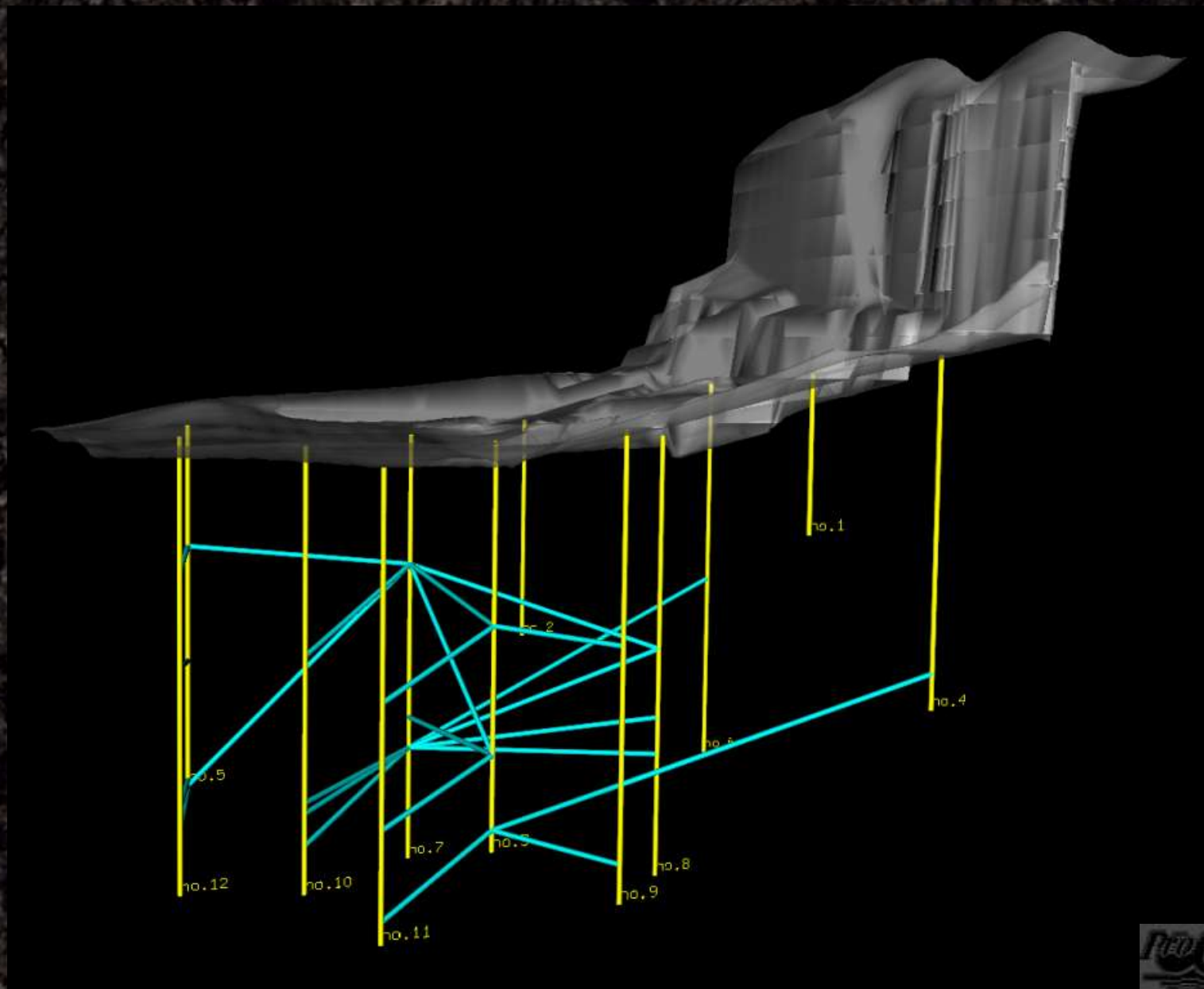


Concentration

Cameras 1 2 3 4

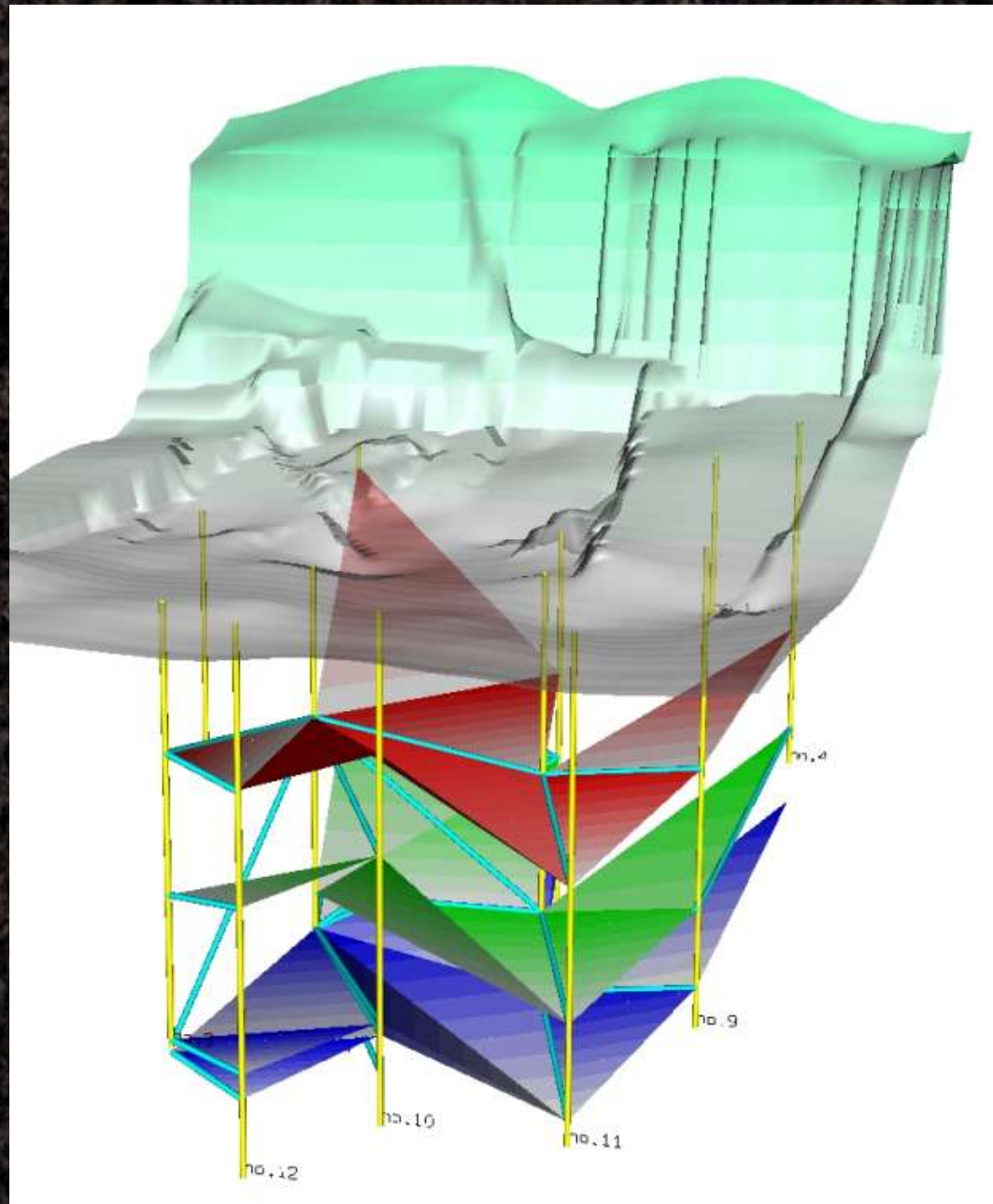
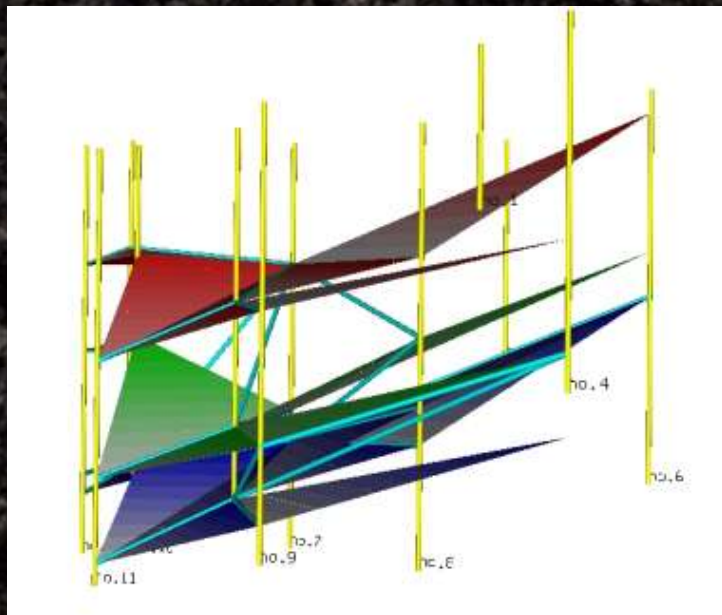
Time

Interpretace zjištěné konektivity vrtů



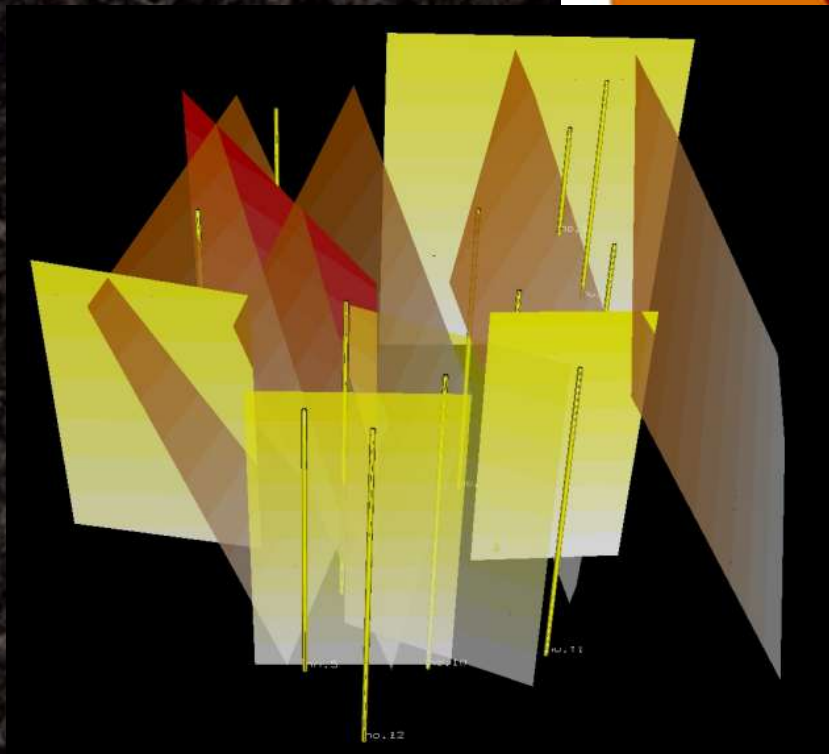
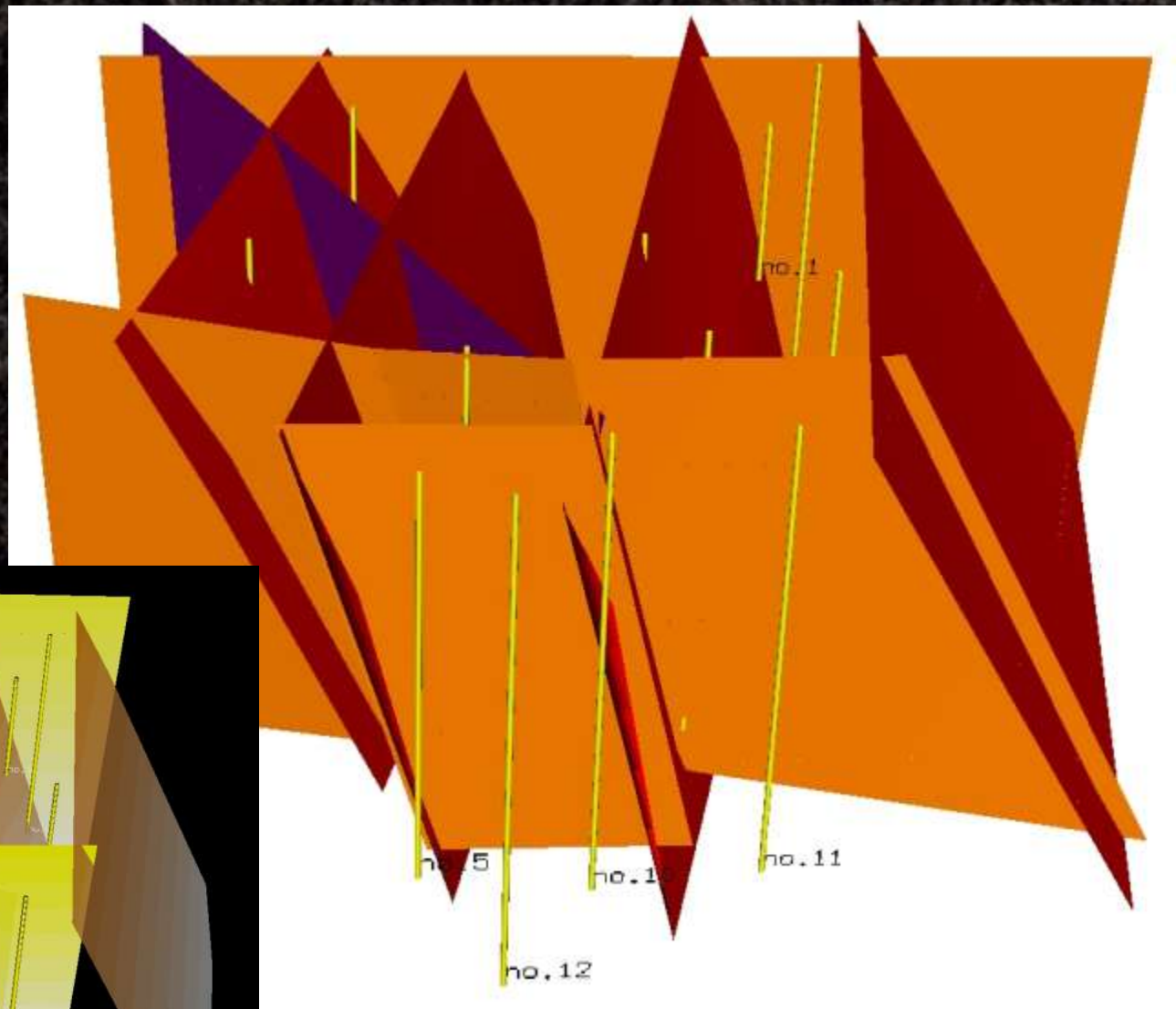
Vymezení transmisivních ploch

- oddělené plochy představující preferenční zóny proudění - základ pro sestavení sítě subhorizontálních, hydraulicky vodivých puklin
- pokladem jsou výsledky C-H testů s ohledem na pozici dalších netestovaných puklin zjištěných z prohlídek vrtů kamerou



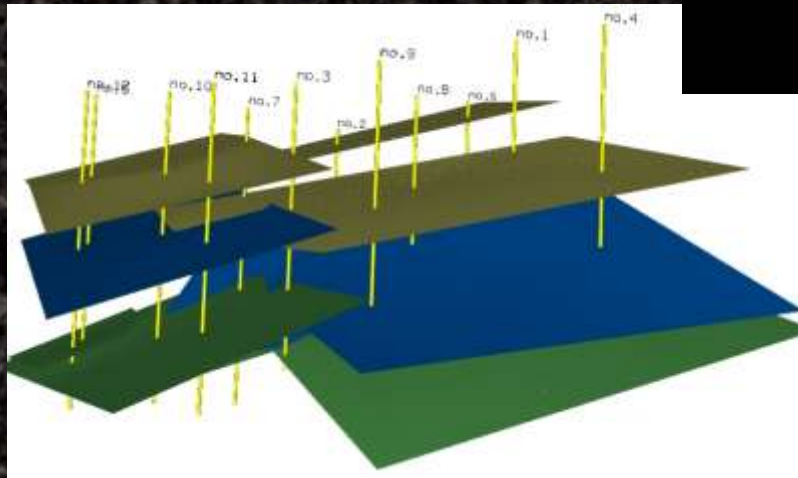
Sestavení sítě vertikálních a ukloněných puklin

- 10 subvertikálních ploch
- směry a sklony odpovídají strukturně – geologickým měřením a poloze průsečíků vertikálních puklin s vrty



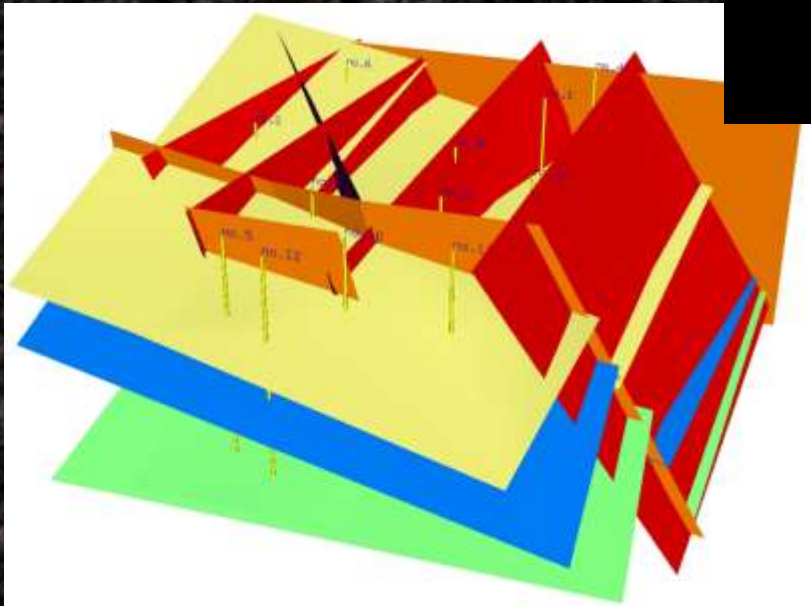
Sít' subhorizontálních puklin

- 12 subhorizontálních ploch
- úprava transmisivních ploch na pukliny
- respektování výsledků C-H testů , zjištěných průsečků puklin s vrty
- směr a sklon odpovídá subhorizontálním puklinám měřeným na povrchu



Výsledná puklinová síť

- deterministický geometrický model puklinové sítě prostředí testovacího polygonu
- Kombinace 12 subhorizontálních a 10 subvertikálních puklinových ploch
- podklad pro sestavení hydraulického a transportního modelu



Tento příspěvek vznikl s podporou Ministerstva průmyslu a obchodu České republiky v rámci projektu registrovaného pod číslem 1H-PK/31 MPO ČR.

Informace o projektu:

<http://www.isatech.cz/geologie/>