

MODEL ZATÁPĚNÍ STAŘIN DŮLNÍCH DĚL OSTRAVSKÉ ČÁSTI OKR

Grycz David
Malucha Pavel
Rapantová Nad'a

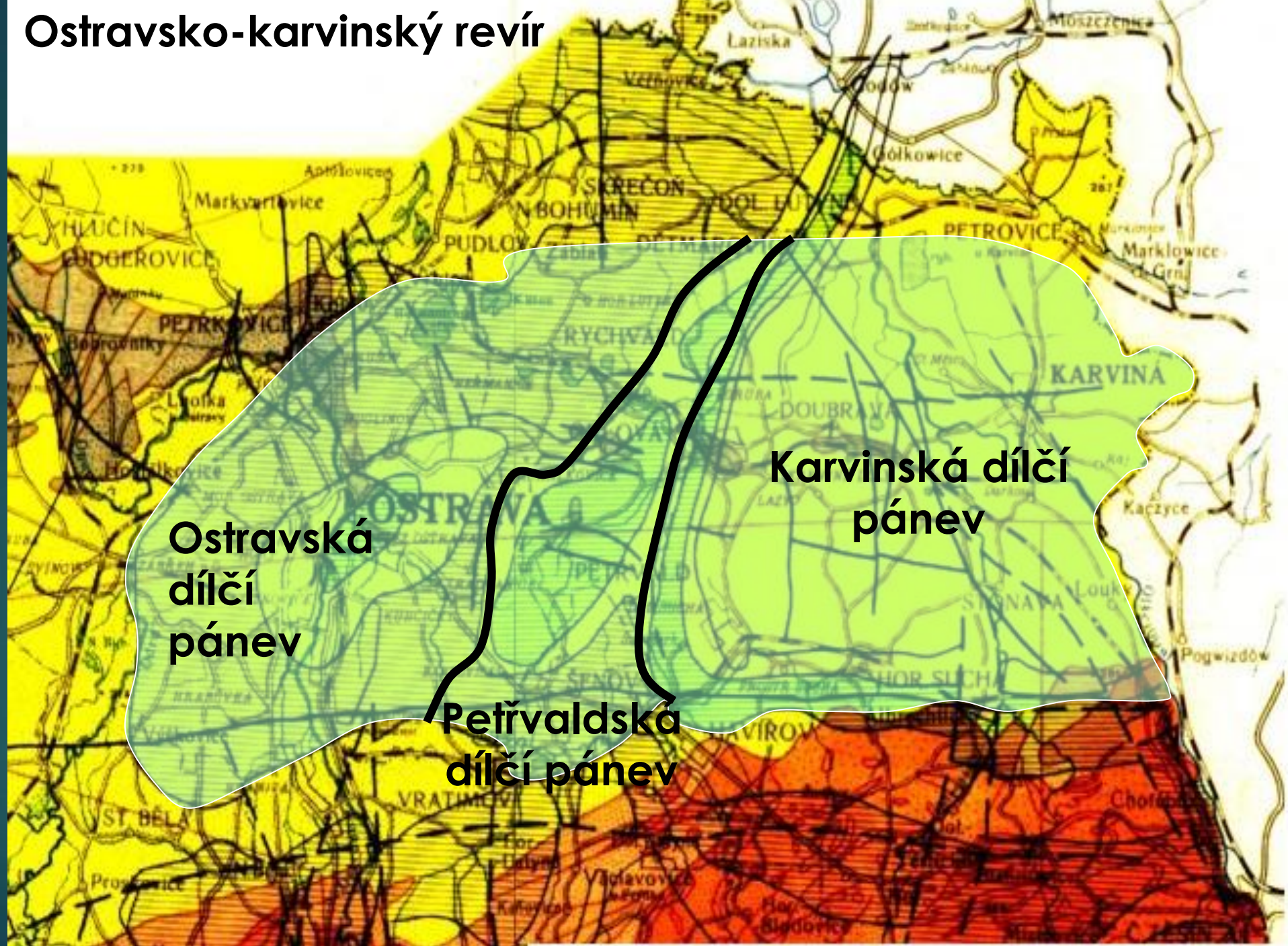


Osnova prezentace

- ▶ Úvod – geologické a hydrogeologické poměry české části hornoslezské pánve (HSP)
- ▶ Zdroje zatápění dolů a jejich charakteristika
- ▶ Předběžné výsledky – kalibrace modelu
- ▶ Závěry



Ostravsko-karvinský revír

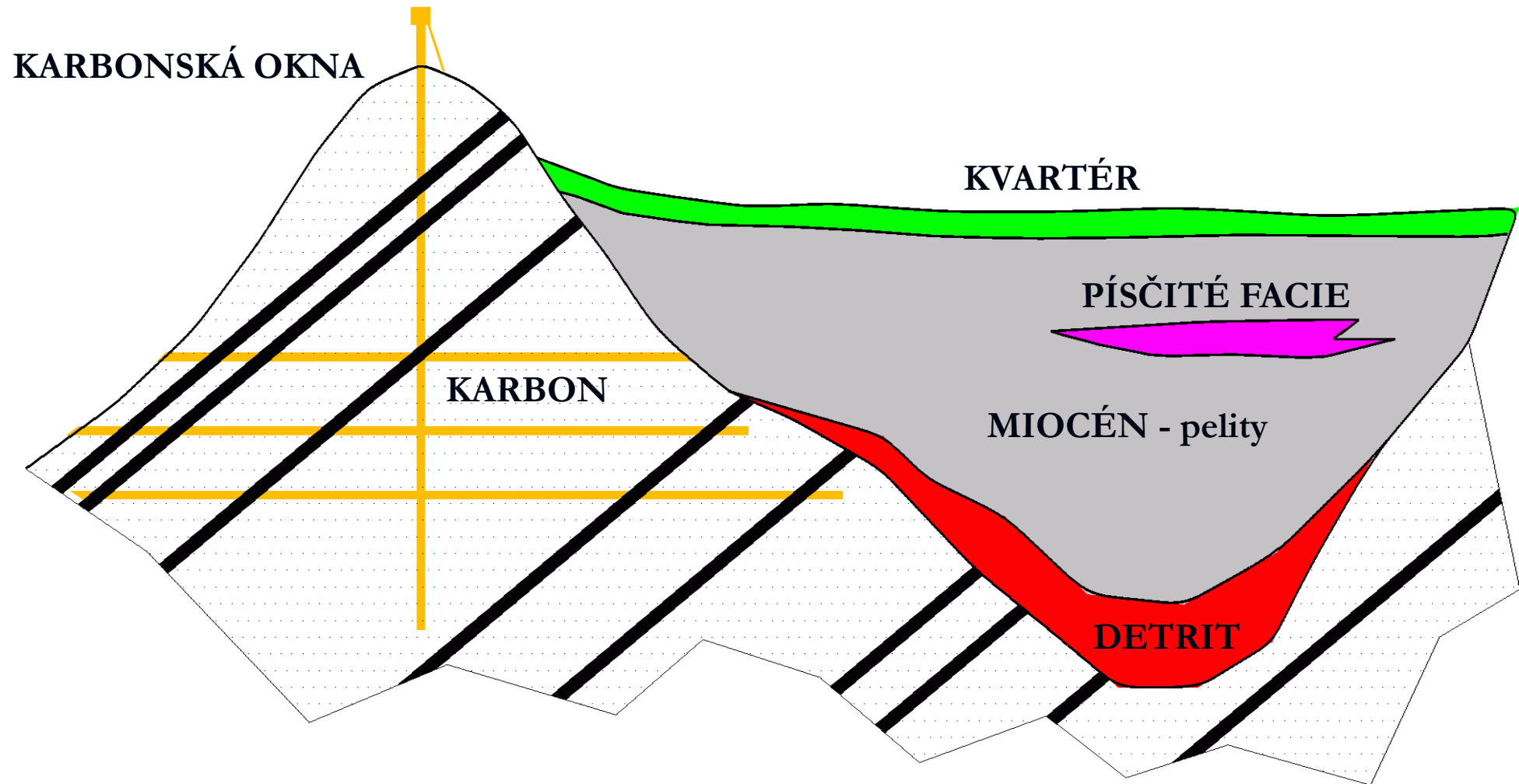


**Ostravská
dílčí
pánev**

**Karvinská dílčí
pánev**

**Petřvaldská
dílčí pánev**

Geologická stavba

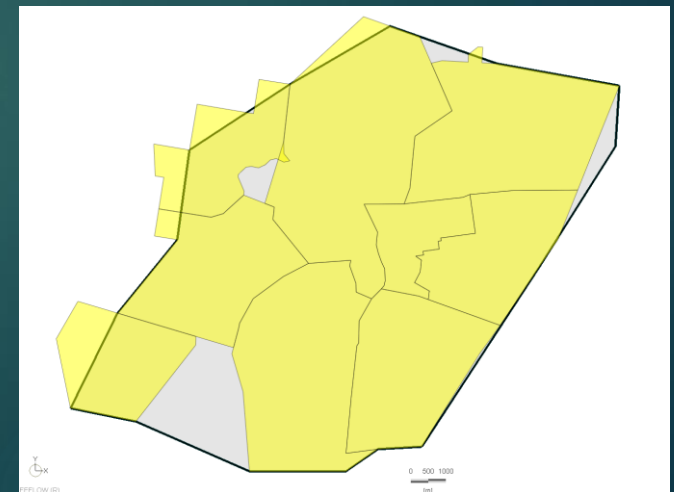


Zdroje zatápění dolů a jejich charakteristika

- ▶ **kvartérního původu:** lokální zdroje v místech bez miocénního pokryvu (karbonská okna, karbon v přímém podloží kvartéru)
 - ▶ **podzemní voda mělkého oběhu (fluviální terasy řek)** - významný zdroj;
 - ▶ **povrchová voda (Lučina, Ostravice, Odra)** - významný zdroj;
 - ▶ **atmosférické srážky (infiltrace přes karbonská okna vystupující nad úroveň erozních bází)** - méně významný zdroj;
 - ▶ přítoky budou z výškových kót nad +200 m n.m., charakter vody je totožný s „hydroprostředím“ na povrchu terénu (Ca – HCO₃, M < 1 g/l)
- ▶ **terciérní zdroje:** fosilní mořská voda, regionální (detrit) až lokální (čočky) zdroj
 - ▶ **bazální miocénní klastika (detrit)** - významný zdroj, přítoky budou z výškových kót pod +170 m n.m. (9 mld m³, Na-Cl, M = 15-40 g/l)
 - ▶ **miocénní písčité kolektory (čočky)**, přítoky budou z výškových kót pod +220 m n.m.; podružný zdroj (Na-Cl + J-Br, M = 40-50 g/l)
 - ▶ chemismus obou struktur je cizorodý „hydroprostředí“ na povrchu terénu (vysoké koncentrace chloridů, sodíku, event. jodidů a bromidů).
- ▶ **karbonský masiv:** malé množství vysoce mineralizované vody, málo významný zdroj (Na-Cl + Fe-SO₄, M = 80-120 g/l)
 - ▶ karbonský masiv není rizikový jako zdroj přítoků vod, ale jako prostředí, měnící chemismus infiltrovaných vod (hlavně zdroj síranů a železa).

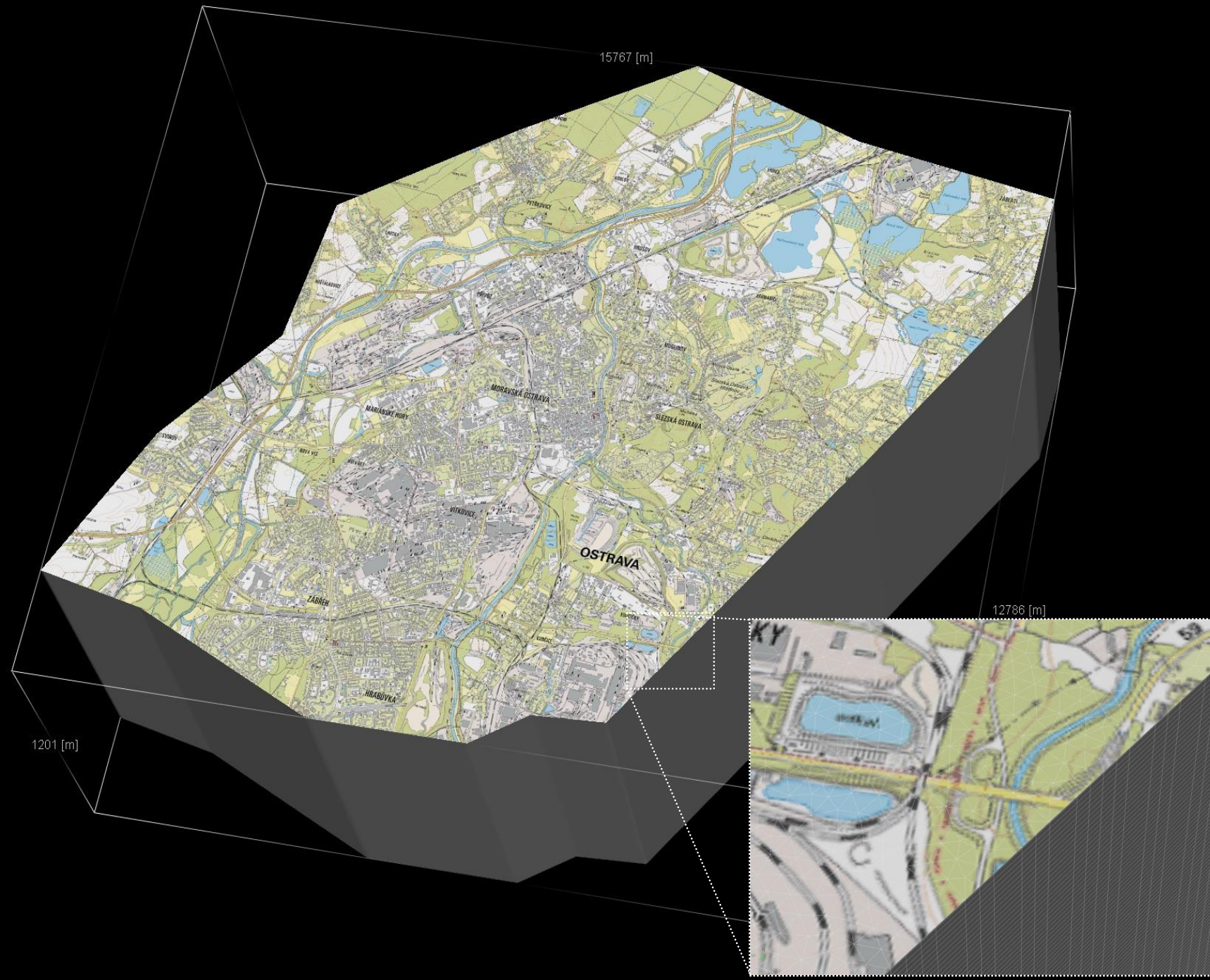
Koncepční model zatápění

- ▶ Numerický model ve FEFLOW (DHI – WASY Berlin)
- ▶ Duální pórovitost– tok průlinovým prostředím v 3 D kombinovaný s tokem v 1 D liniových elementech – jámy a překopy - Darcy, Manning – Strickler law
- ▶ Proudění v prostředí s variabilní saturací
- ▶ Rozdíly v hydraulických parametrech litologických typů zanedbatelné v porovnání s rozdíly mezi neporušenou horninou a dobývkami
- ▶ Hranice – dobývací prostory



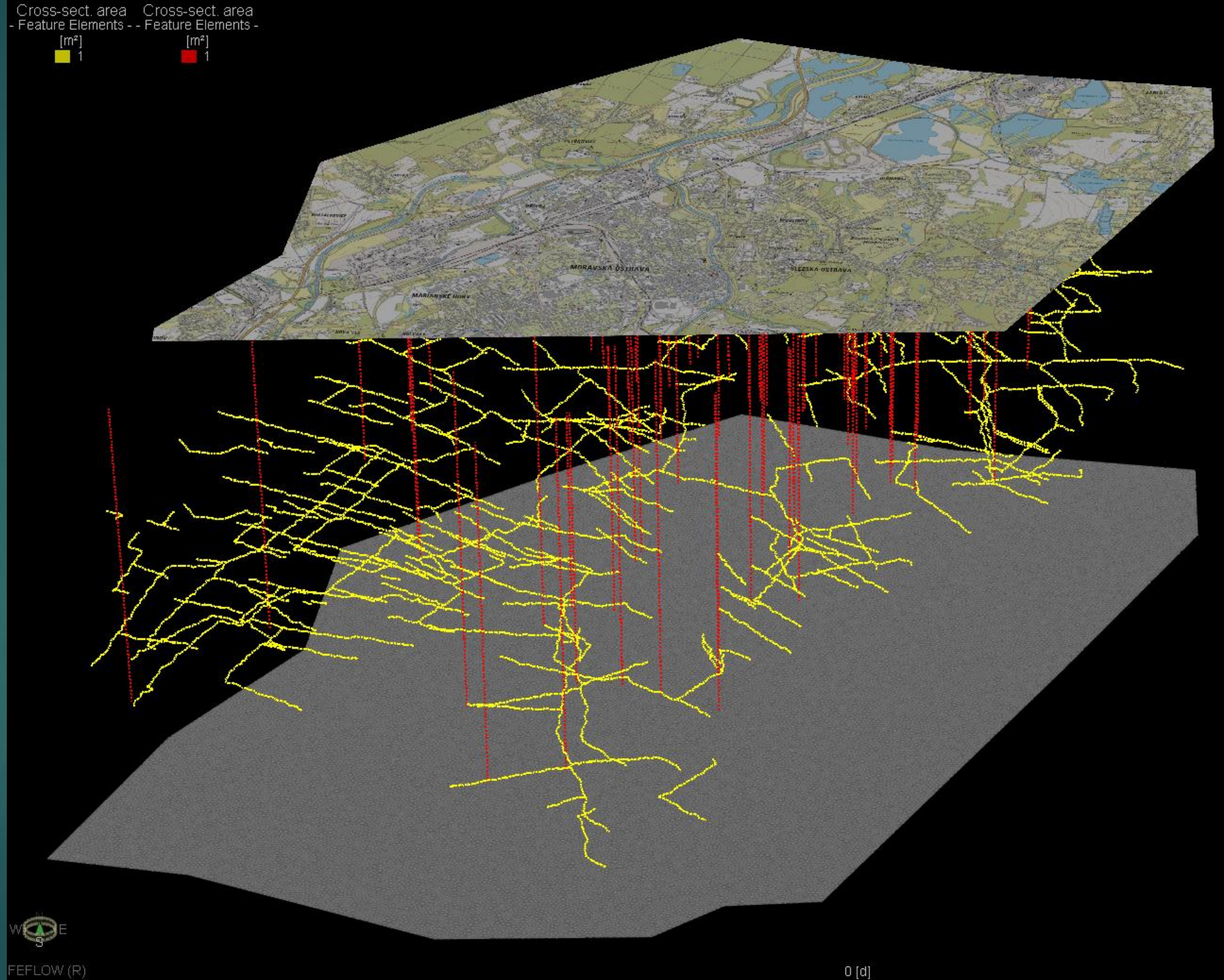
Geometrie modelu

- ▶ horizontální rozsah cca 15,5 x 13 km
- ▶ vertikální rozsah -1000 až +201 m n. m.
- ▶ 301 vrstev (300 x 4m +1m)
- ▶ přes 27 miliónů elementů, průměrná velikost elementu 50 – 60 m



Liniové prvky

- ▶ do modelu jsou vloženy 1D liniové prvky reprezentující jámy a hlavní překopy ODP
- ▶ slouží jako trasy pro rychlý transfer vody



Animace

Liniové prvky



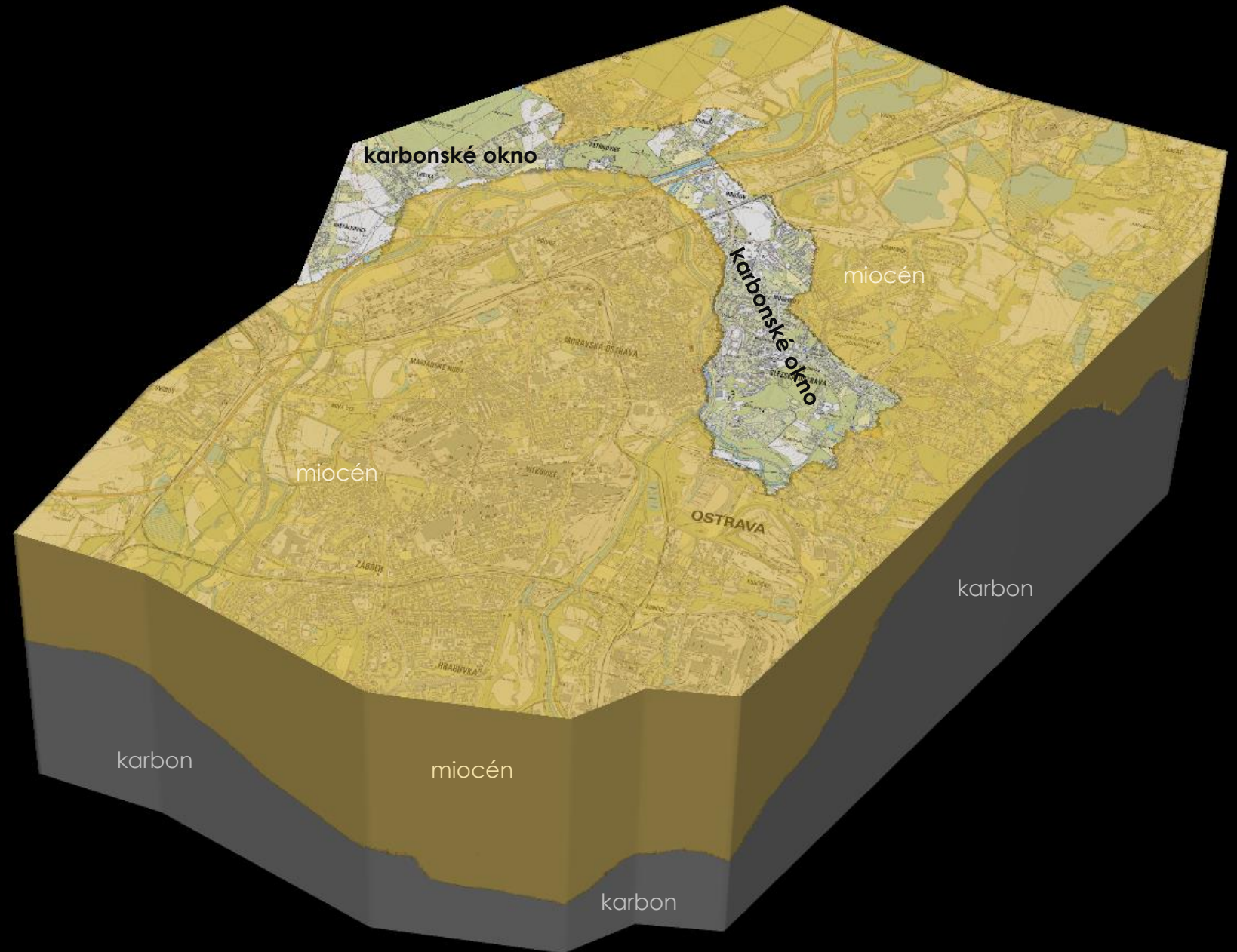
Horninové prostředí

1. krok – definování dvou základních horninových prostředí

karbon

miocénní pokryv

- ▶ proudění vody v hornině je určeno dvěma základními parametry – **hydraulickou** **konduktivitou** a **porozitou**
- ▶ každý element modelu má přiřazenou jednu hodnotu hydraulické konduktivity a porozity



Horninové prostředí

▶ 2. krok – jak dostat data o výrubech do modelu?

- ▶ 2 a. – převedení důlních map do digitální podoby
- ▶ 2 b. – překrytí digitalizovaných map sítí bodů v pravidelné mřížce ve 3D (10 m x 10 m x 2,5 m ležmé a polostrmé, 2 m x 2 m x 2,5 m strmé uložení výrubů)
- ▶ 3 c. – vytvoření souboru datových bodů (bodové mračno)

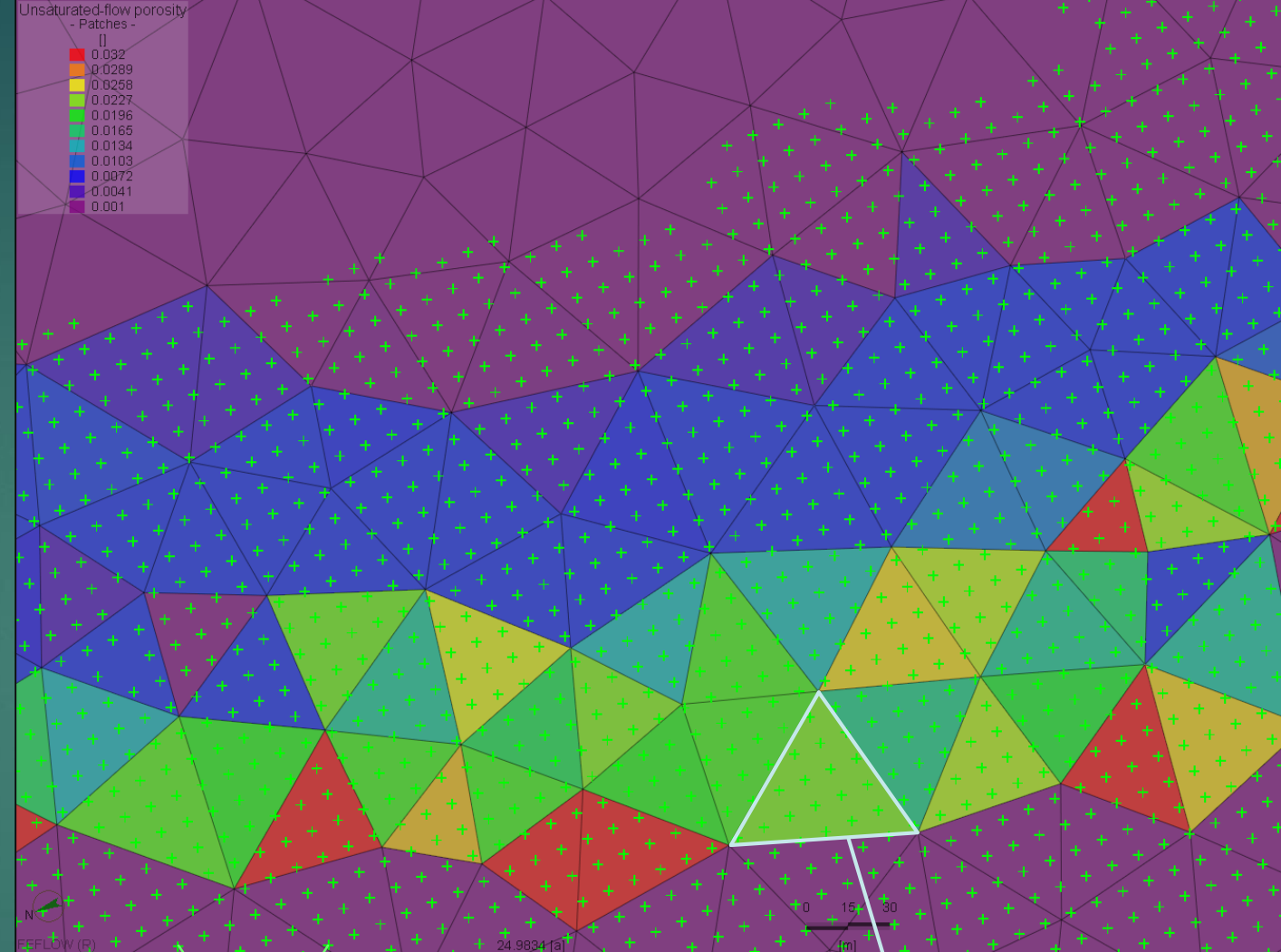
Výsledek – 36 miliónů datových bodů, z nichž každý nese informaci o tom, kde se nachází v prostoru (x,y,z) a v jakém je horninovém prostředí (kódy 1- 5).

kód	prostředí	konduktivita ($m \cdot s^{-1}$)	porozita (-)
1	výrub 0 – 60 °	5×10^{-5}	0,05 (0,09 - 0,02)
2	závalový polštář	1×10^{-5}	0,045 (0,09 - 0,02)
3	zálomové pásmo	5×10^{-6}	0,007 (0,001-0,015)
4	nedotčený masiv	1×10^{-8}	0,001
5	výrub 61- 90 °	5×10^{-4}	0,09
	pokryv - miocénní jíł	1×10^{-11}	0,0001

Horninové prostředí

3. krok – některé buňky modelu přejímají data o vlastnostech horninového prostředí z bodového mračna

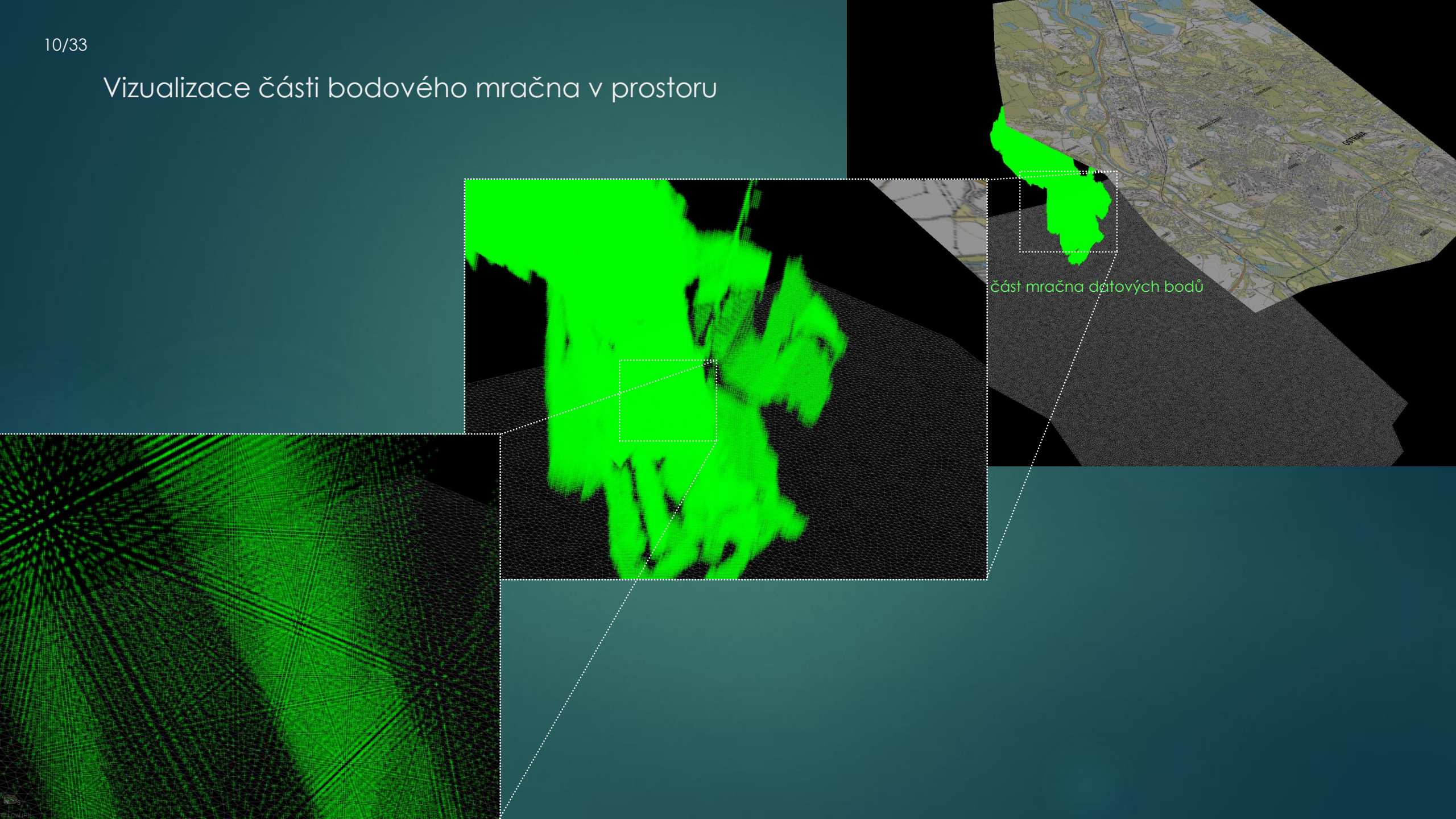
- ▶ import bodového mračna do modelu
- ▶ přepsání hodnot konduktivity a porozity z 1. kroku v karbonských elementech, které obsahují datové body
- ▶ pokud do elementu náleží více datových bodů, je výsledná hodnota v elementu jejich průměrem



datové body v mřížce 10 x 10 x 2,5 m při pohledu shora

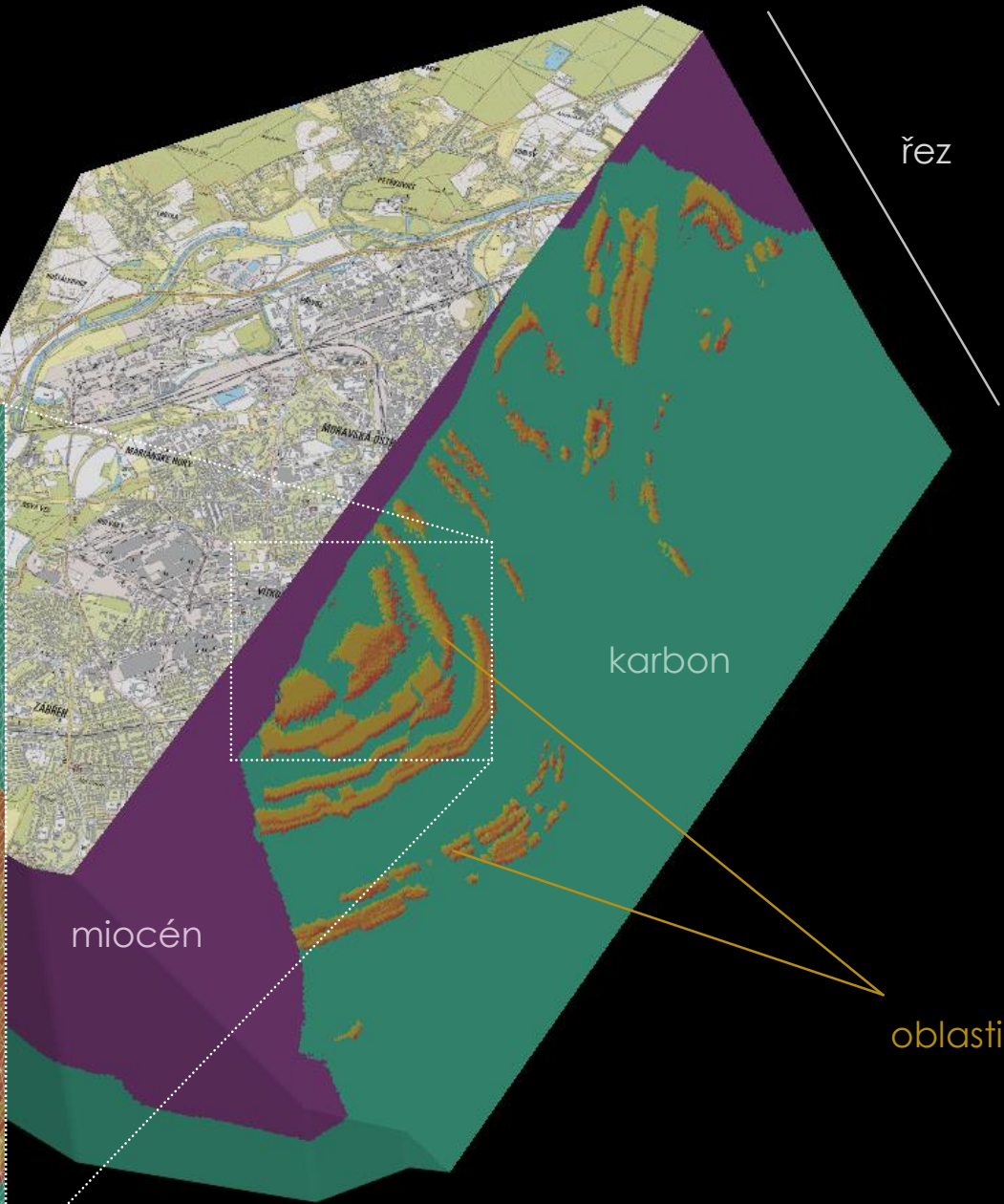
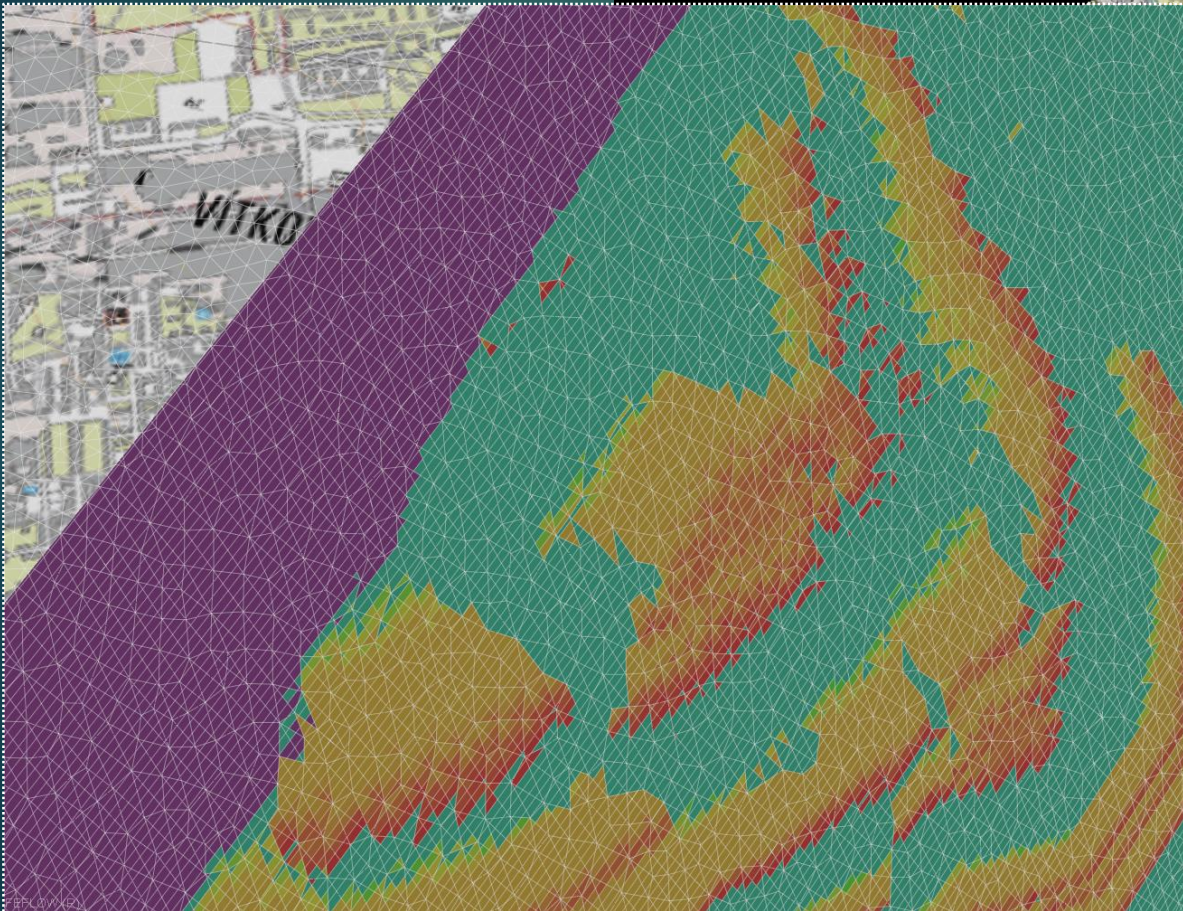
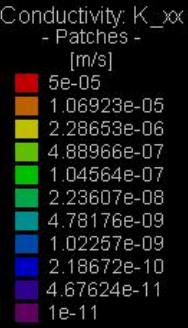
výsledná hodnota porozity pro tento element je dána průměrem hodnot ze všech datových bodů, které do něj náleží

Vizualizace části bodového mračna v prostoru



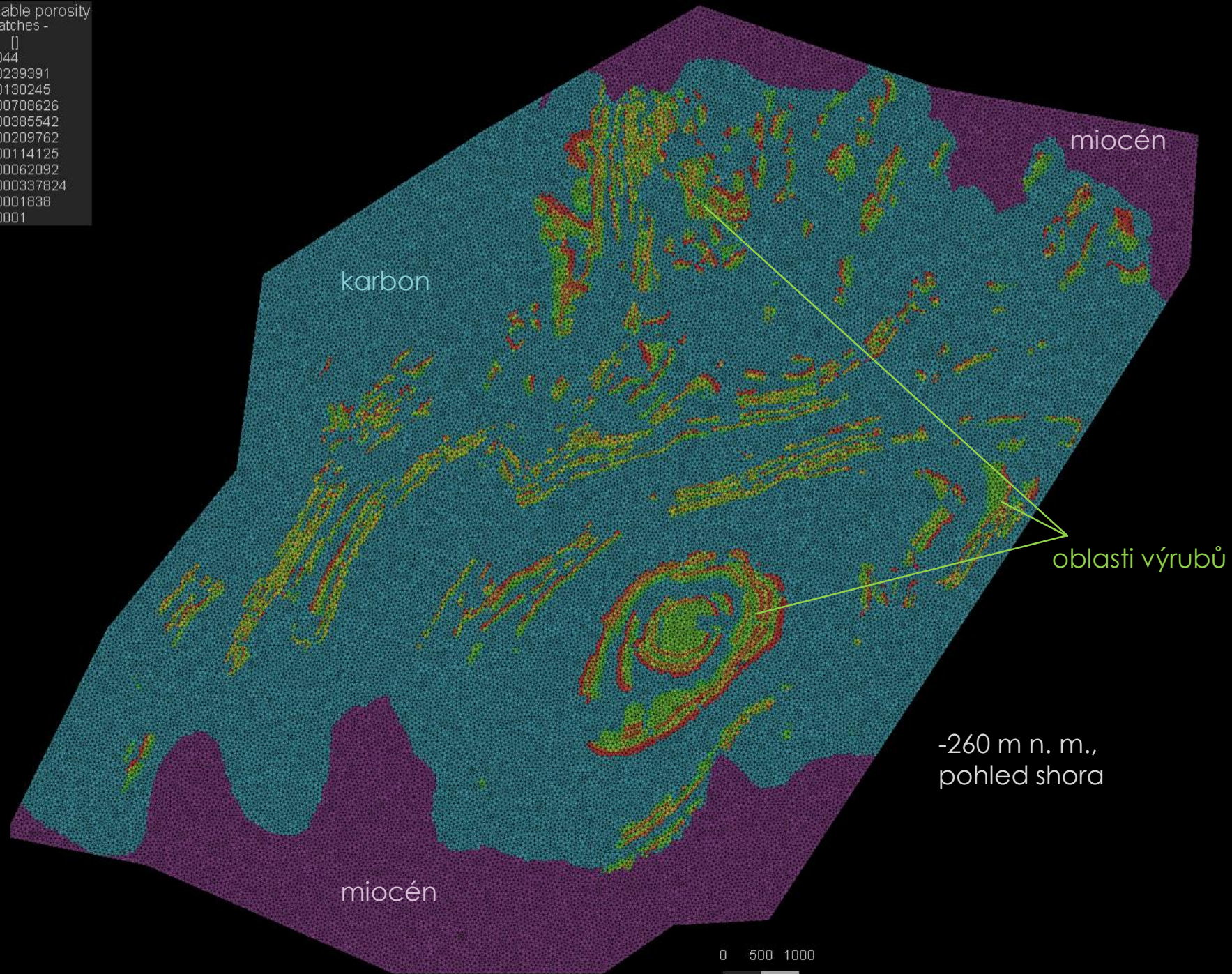
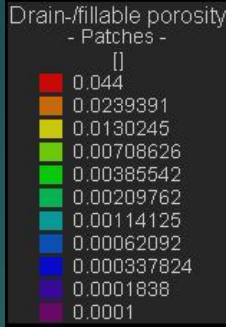
Horninové prostředí

► konduktivita ($m \cdot s^{-1}$)



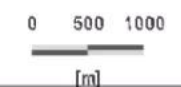
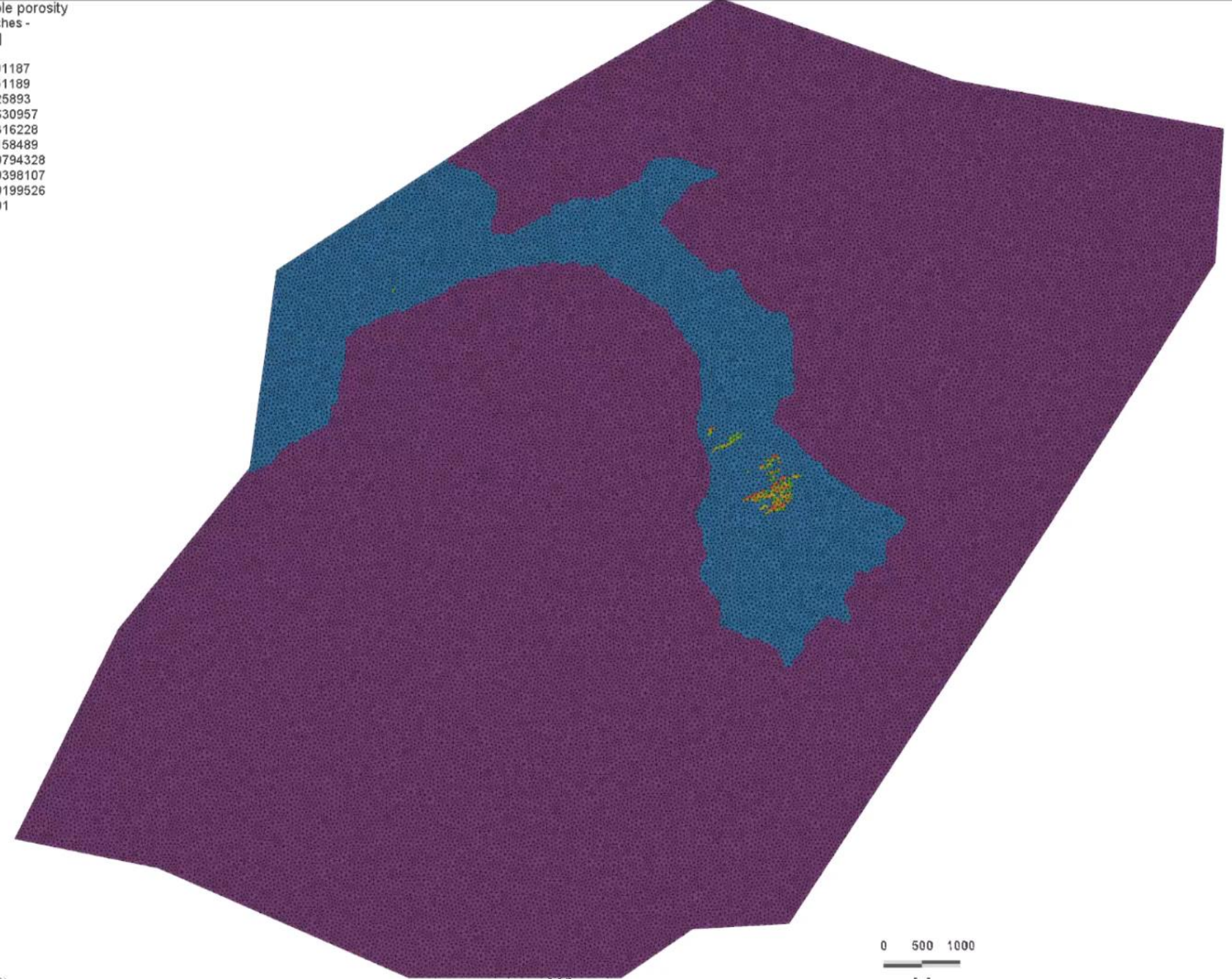
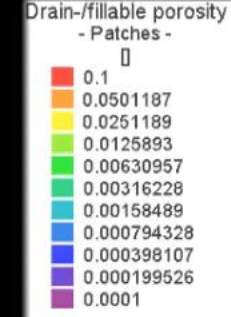
Horninové prostředí

► porozita (-)

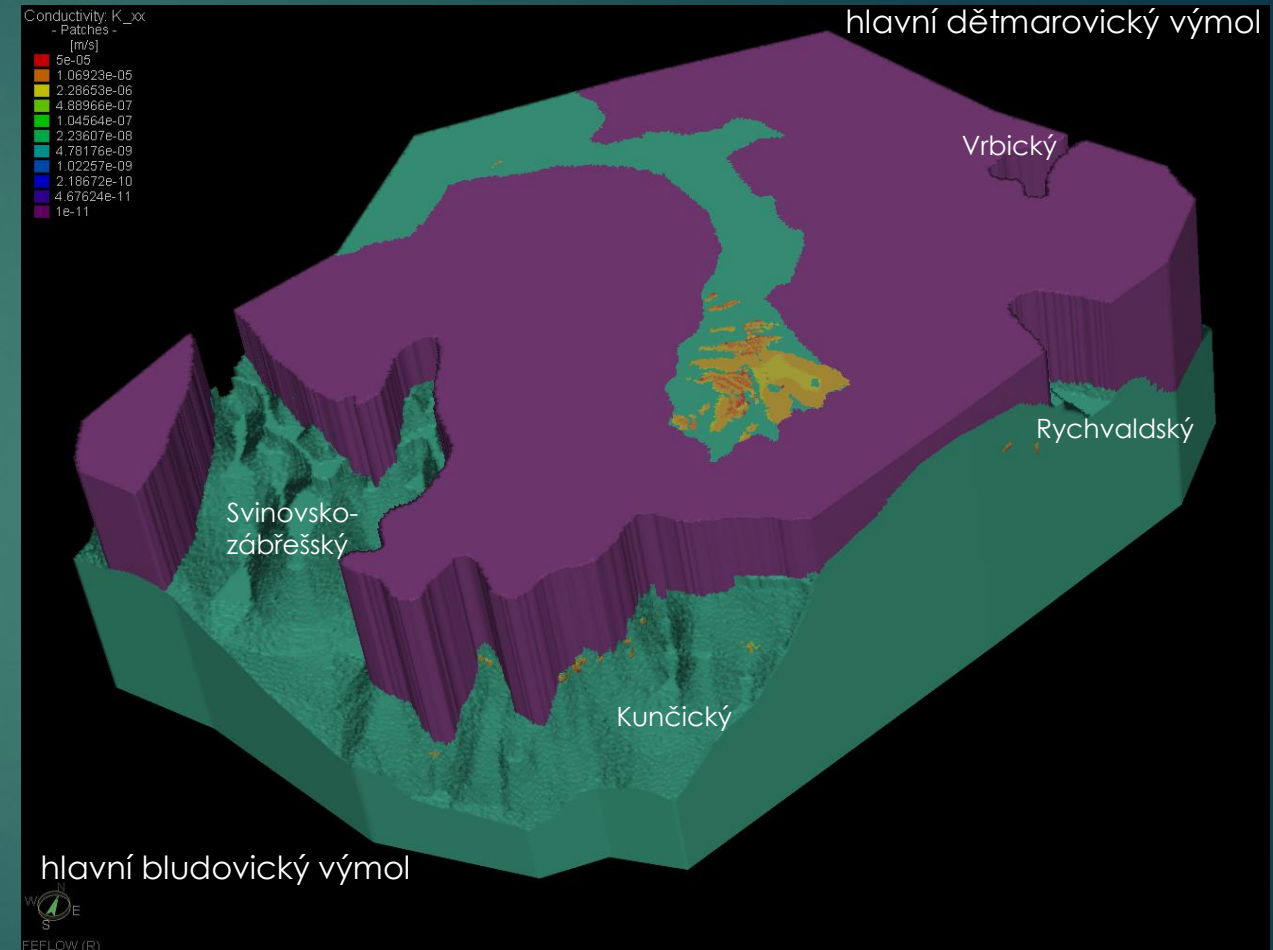
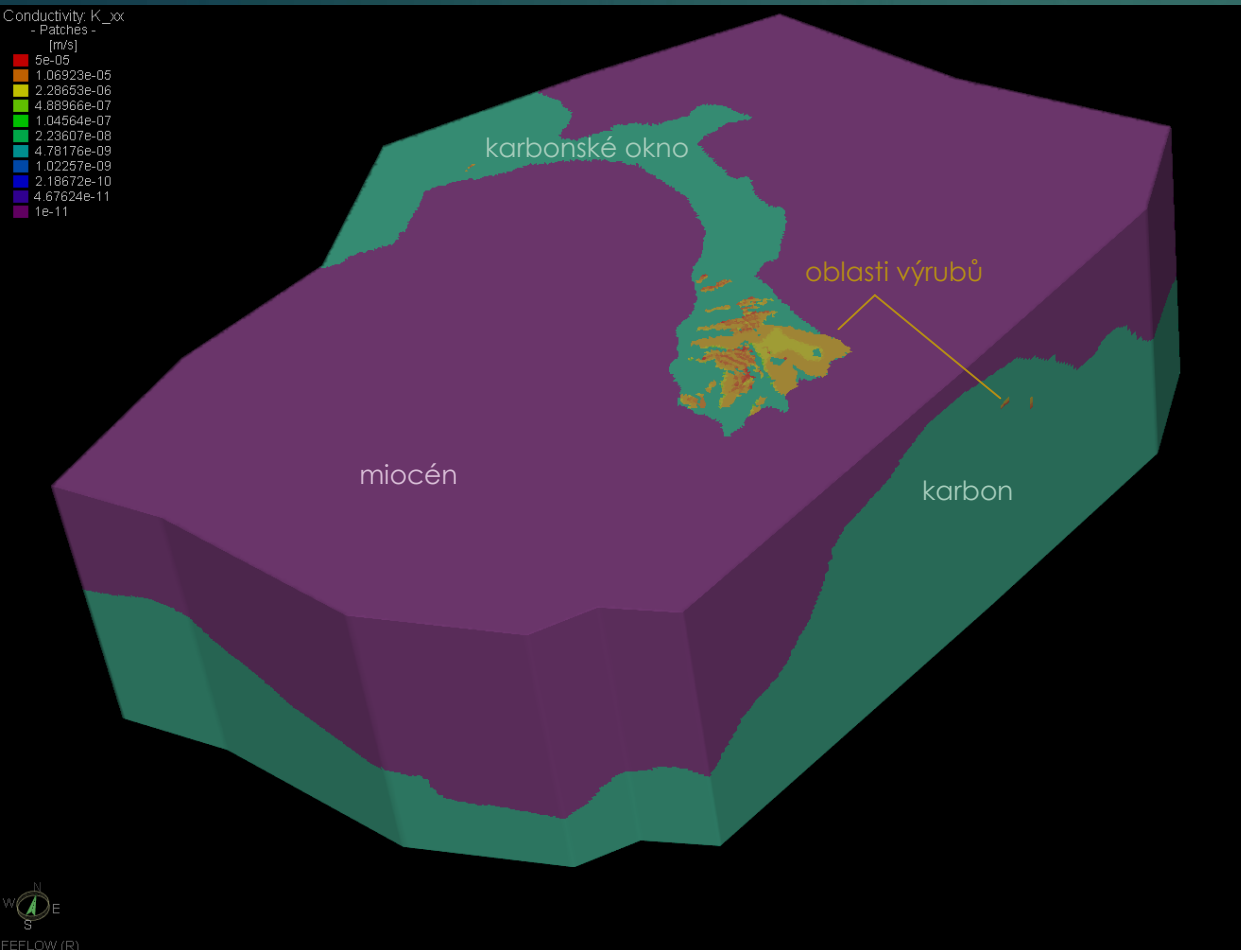


Animace

Porozita

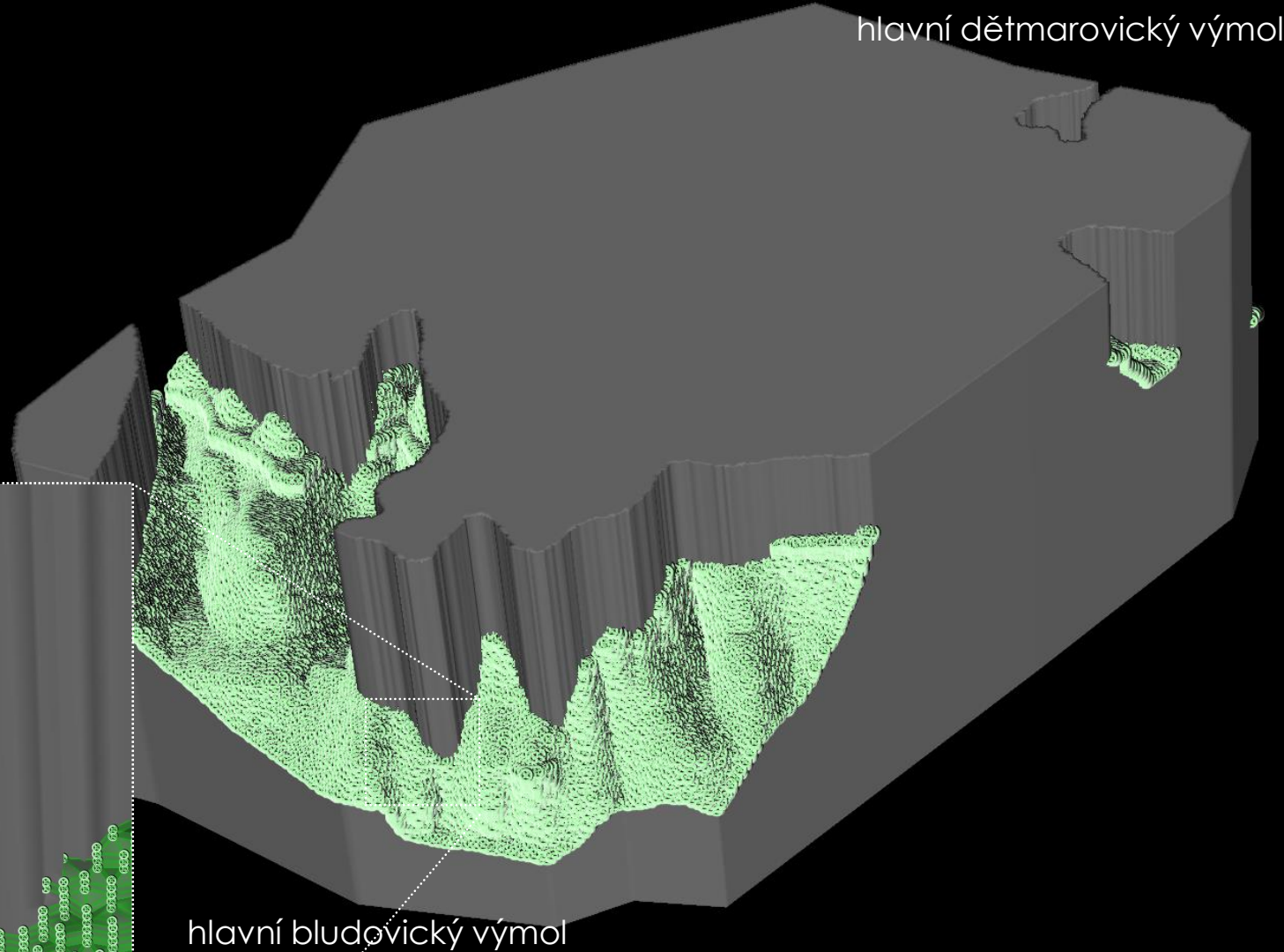
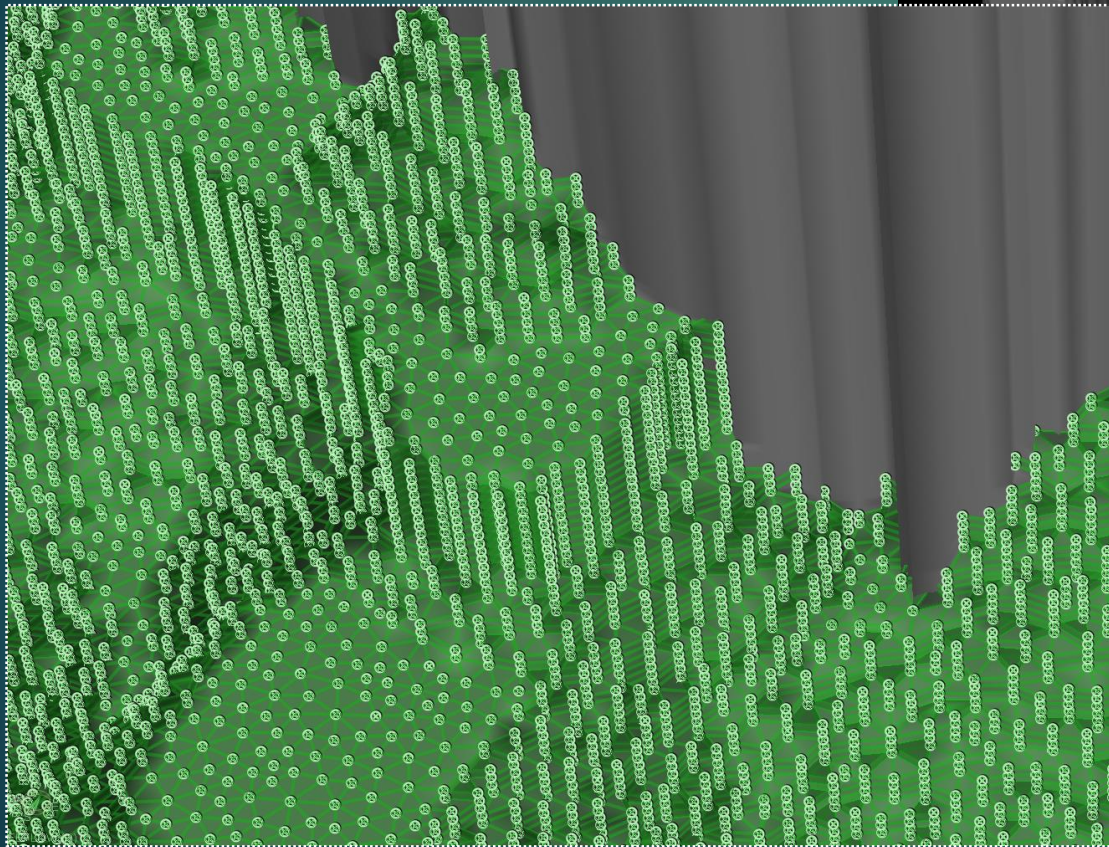


Okrajové podmínky – přítok do karbonu z miocenního detritu ve výmolech



Okrajová podmínka přítoku vody z detritu

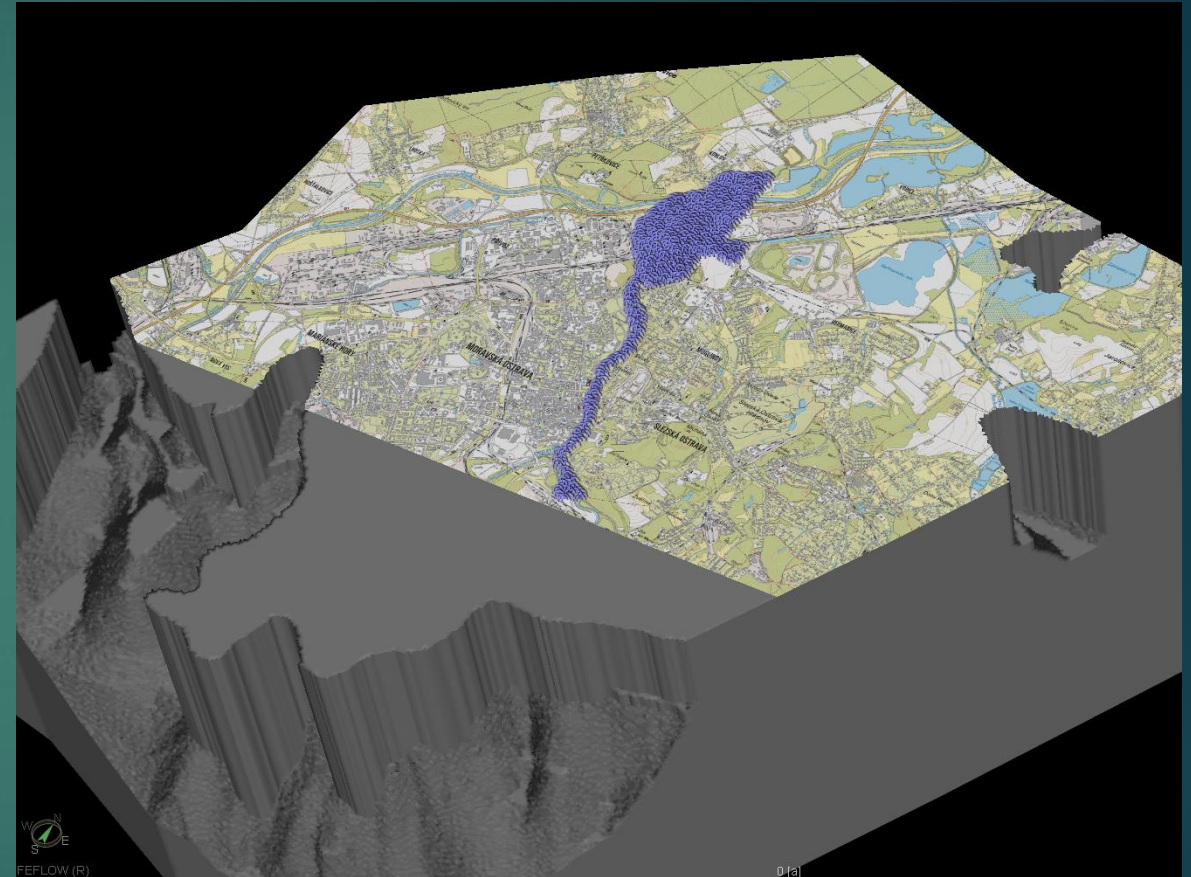
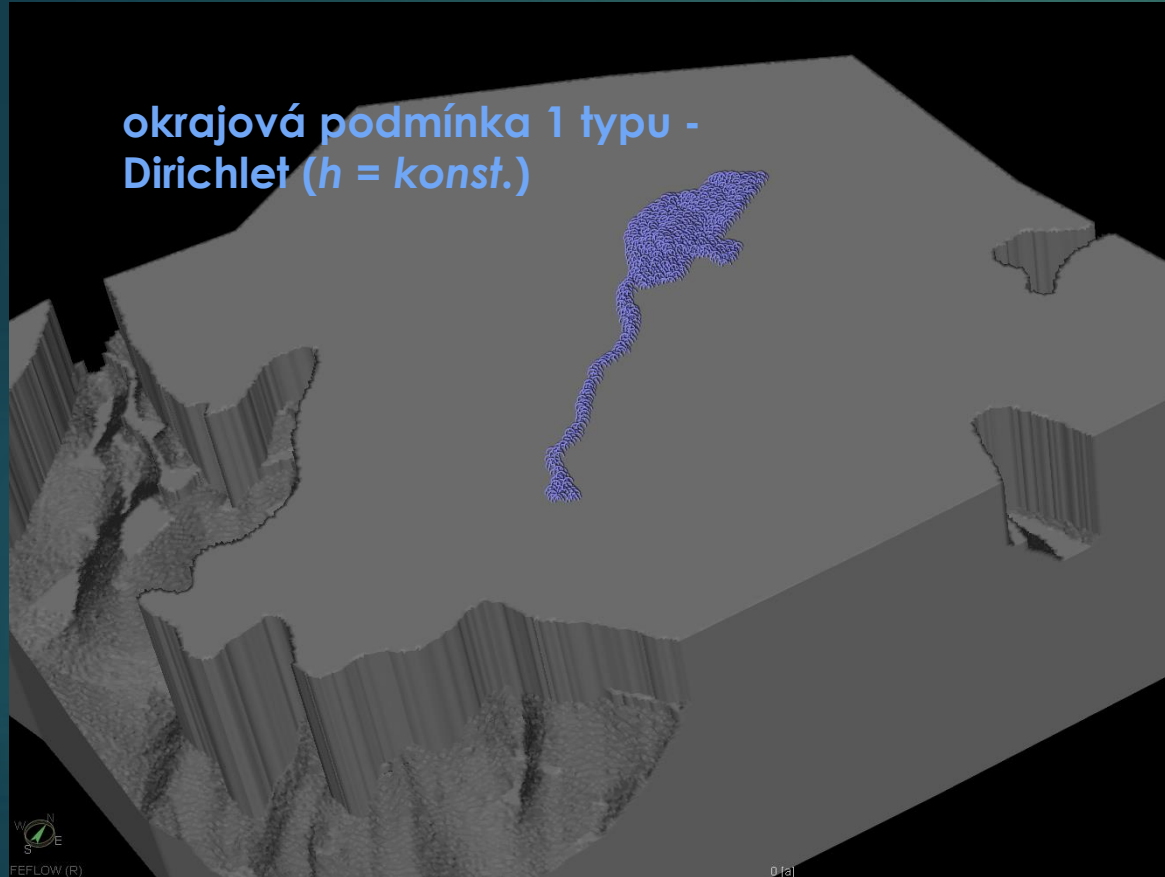
- ▶ okrajová podmínka 3 typu
– Cauchy ($q = f(h)$)



hlavní bludovický výmol

hlavní dětmarovický výmol

Okrajová podmínka přítoku vody z kvartéru + drenážní báze

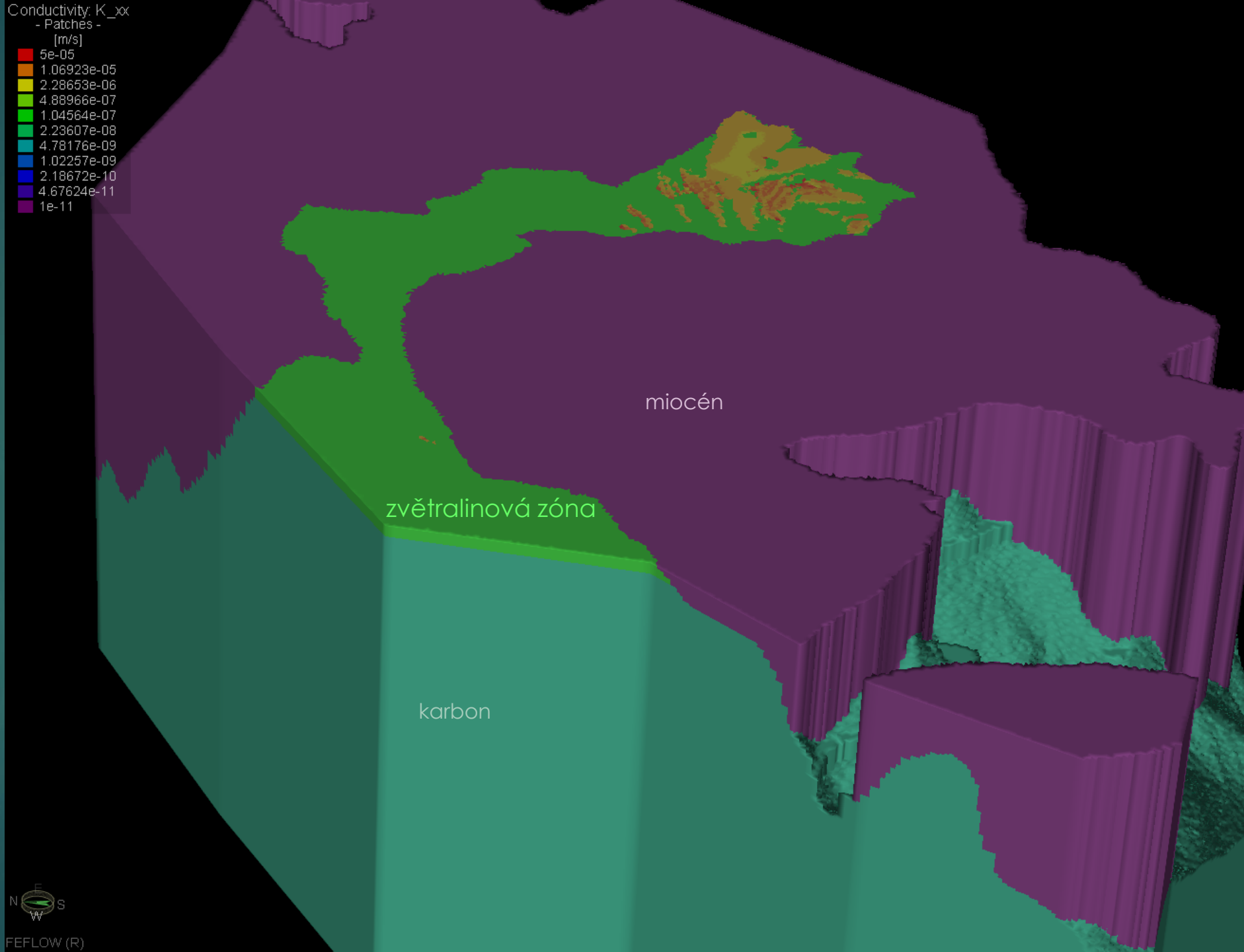


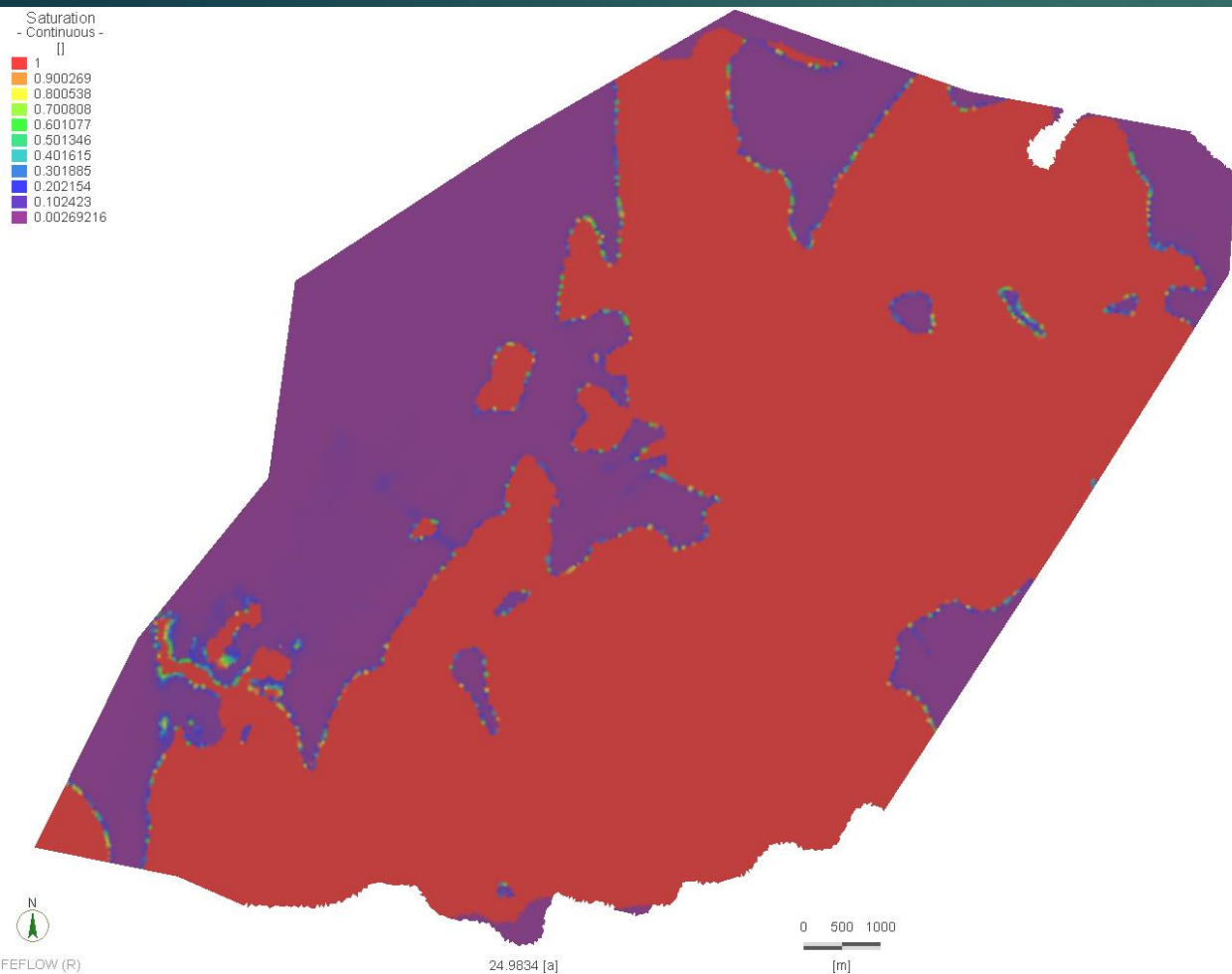
Zvětralinová zóna karbonu

- ▶ zóna přípovrchového rozrušení a rozvolnění hornin v karbonském masívu
- ▶ zvýšená konduktivita a porozita
- ▶ mocnost 25 m

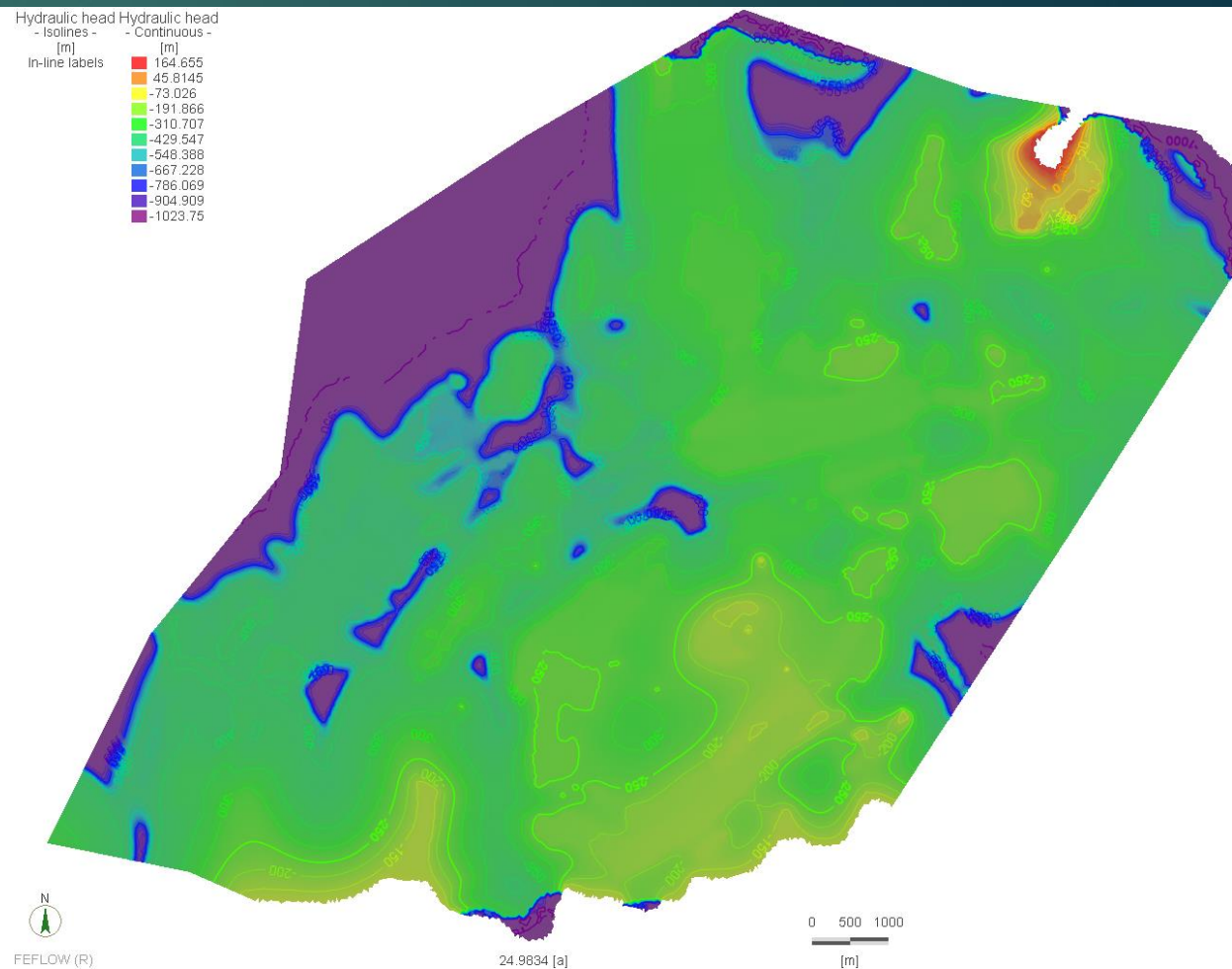
Conductivity: K_xxx
- Patches -
[m/s]

5e-05
1.06923e-05
2.28653e-06
4.88966e-07
1.04564e-07
2.23607e-08
4.78176e-09
1.02267e-09
2.18672e-10
4.67624e-11
1e-11





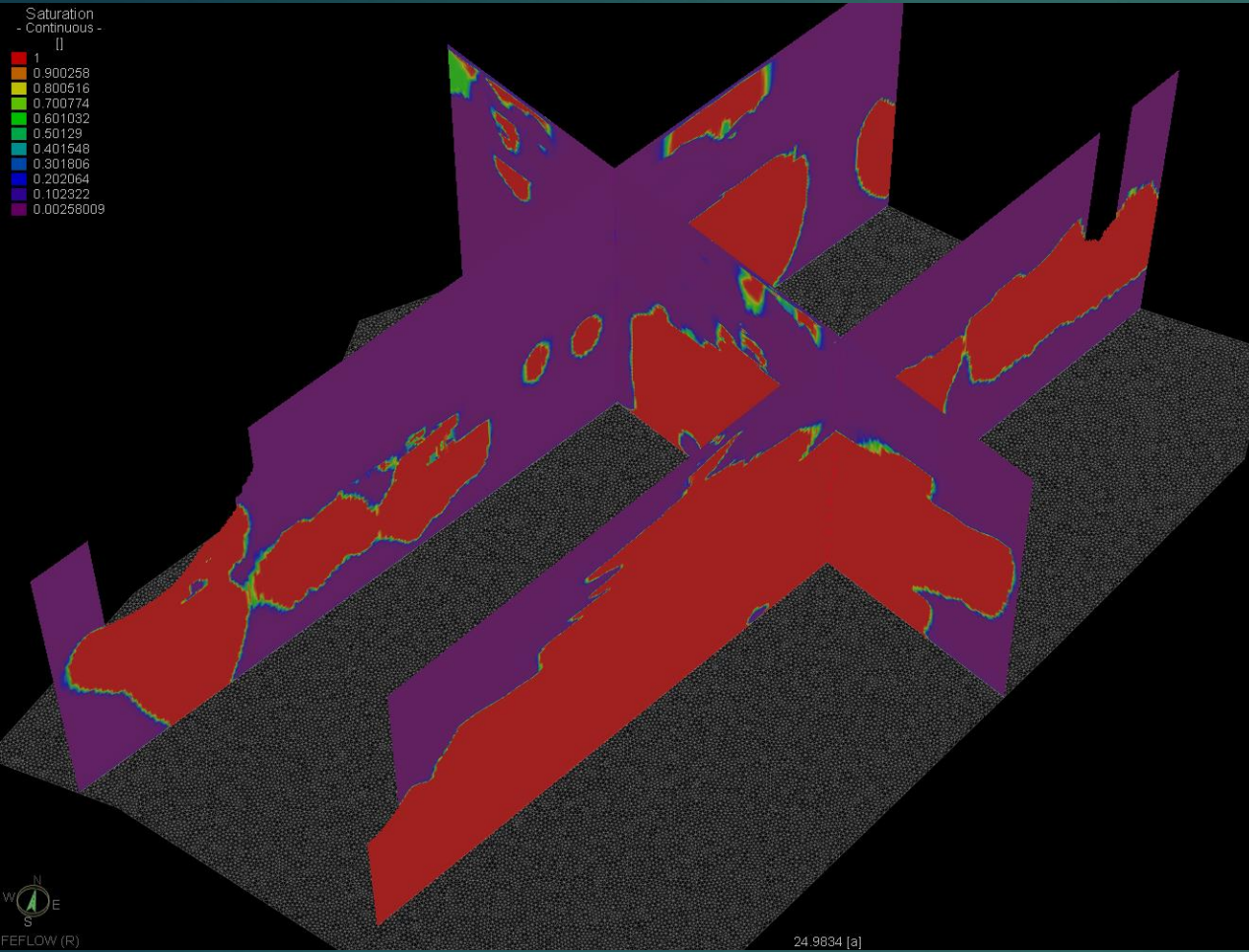
saturace



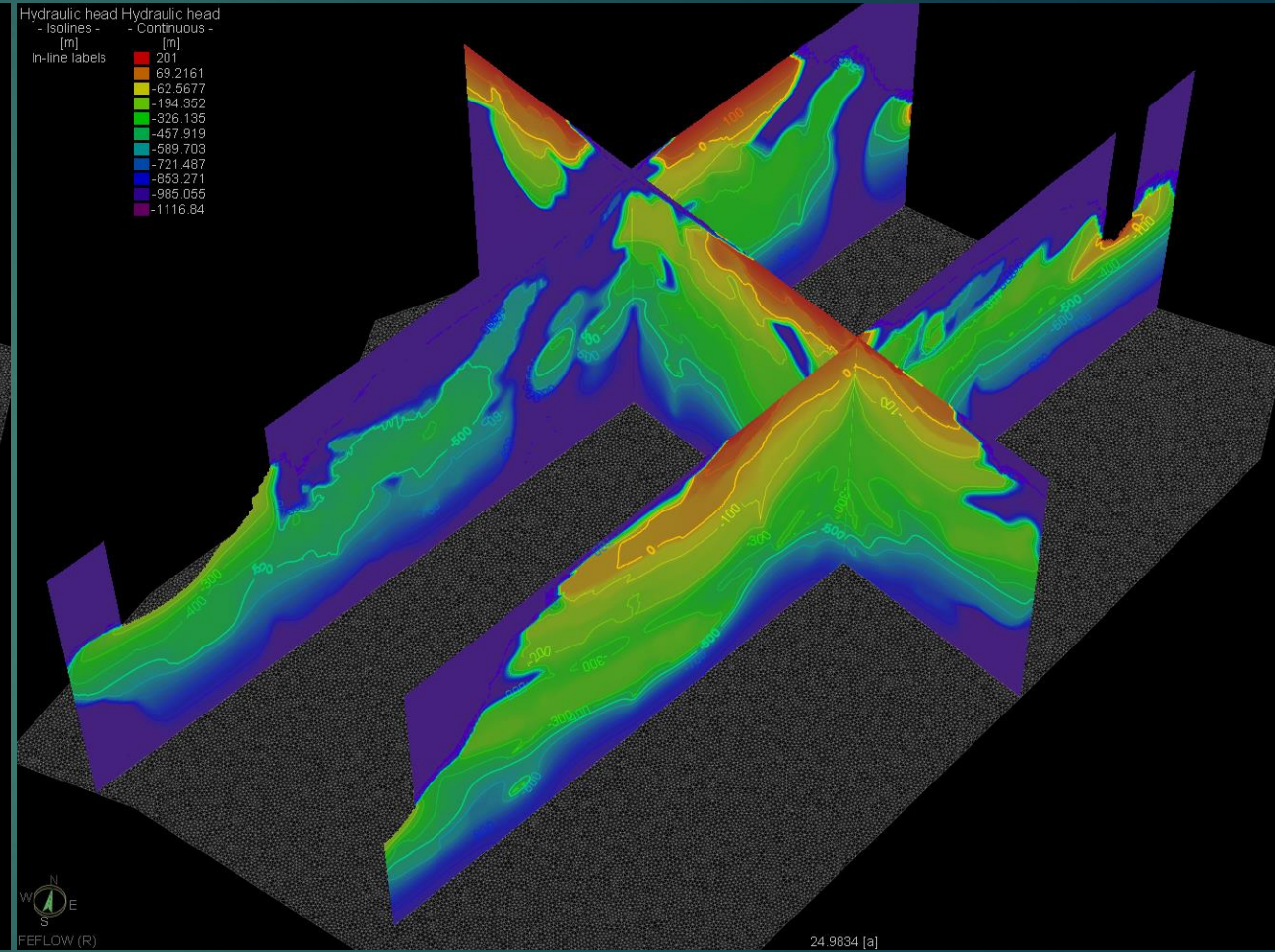
hydraulické výšky

-400 m n.m., pohled shora

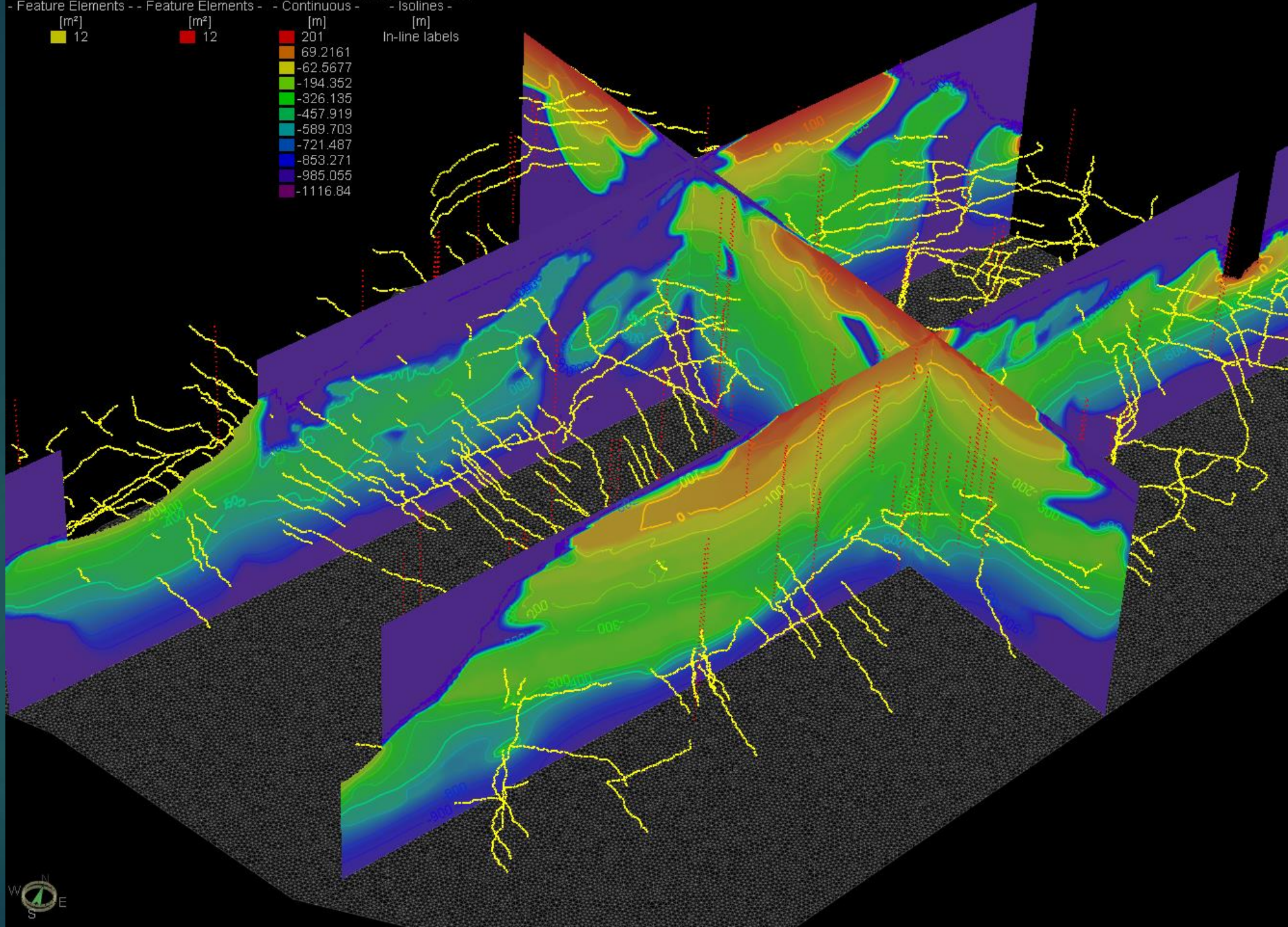
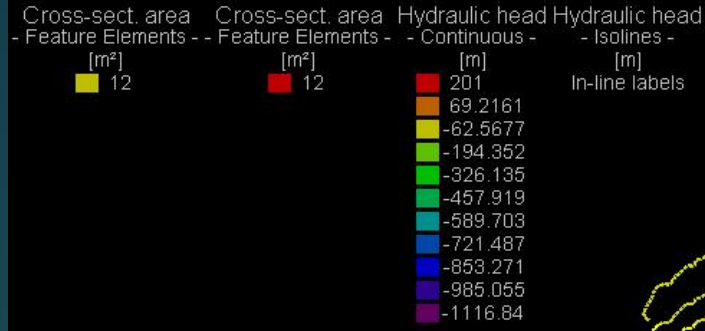
25 rok po začátku zatápní



saturace

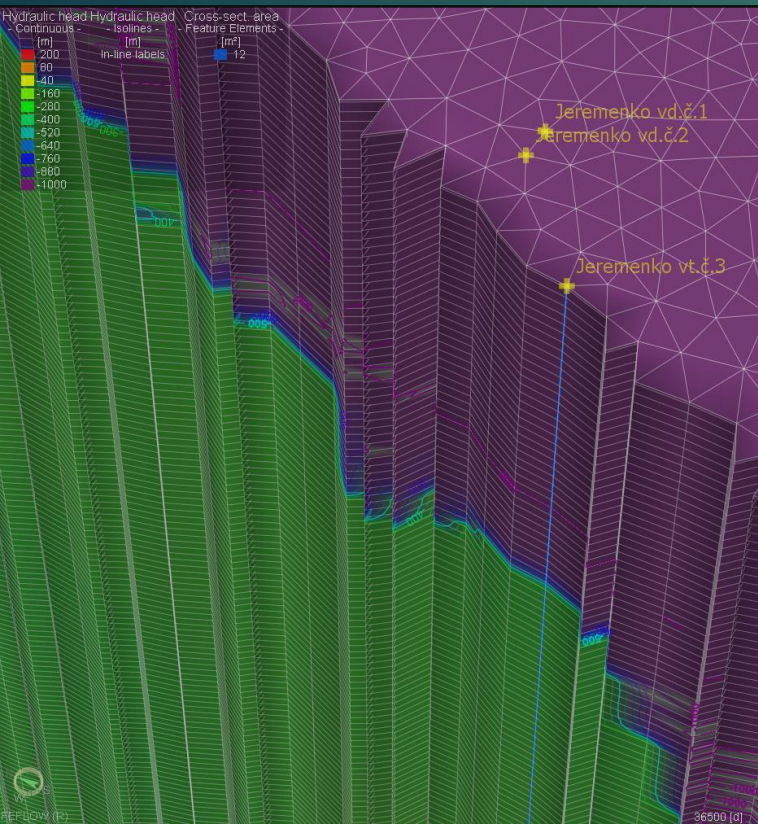


hydraulické výšky

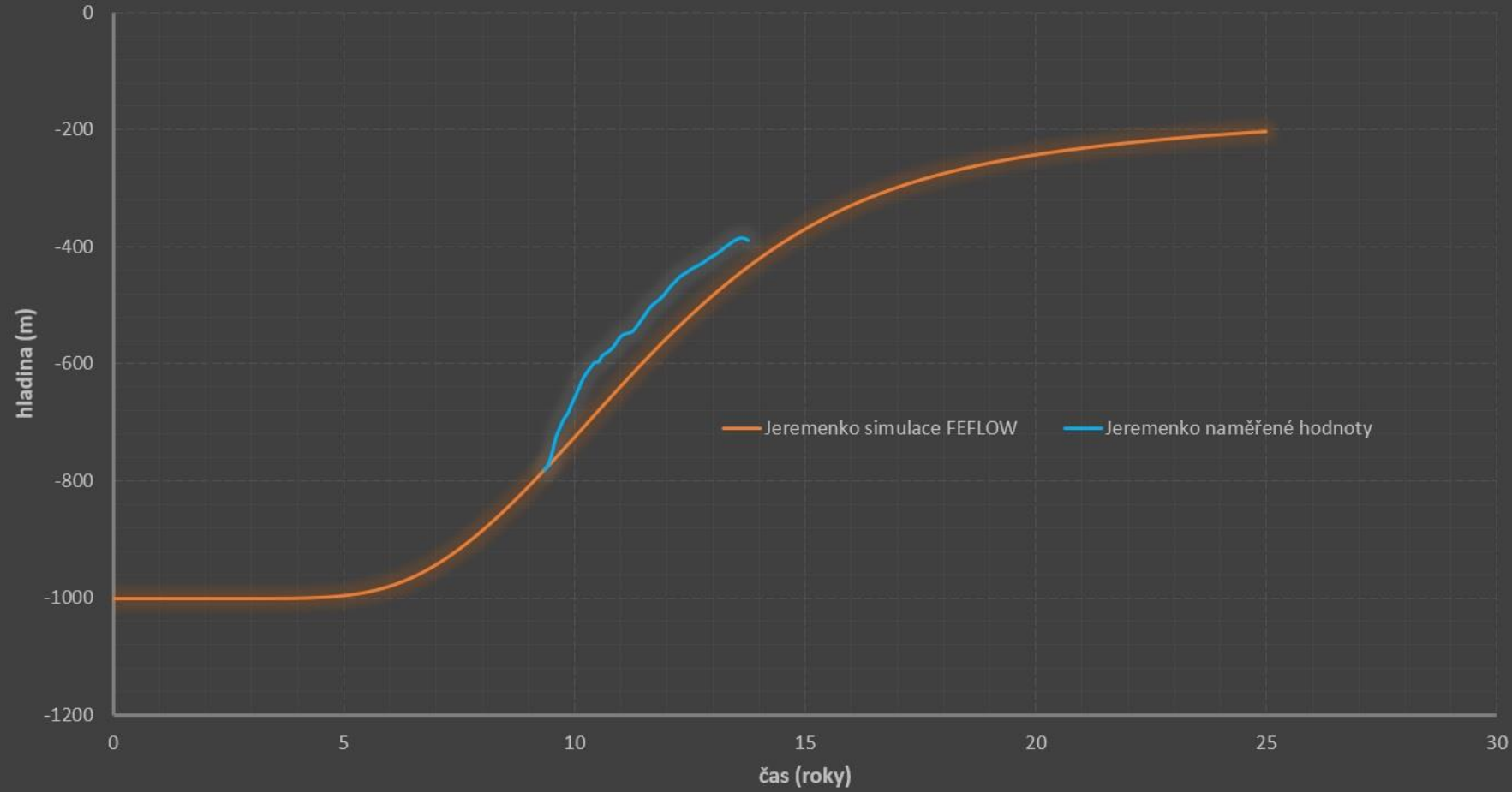


Výsledky

- ▶ pozorovací body v libovolných uzlových bodech sítě
- ▶ možnost vynesení grafů nástupu hladiny, saturace hornin vodou...



Srovnání pozorované a vypočtené nástupové křivky hladiny na jámě Jeremenko



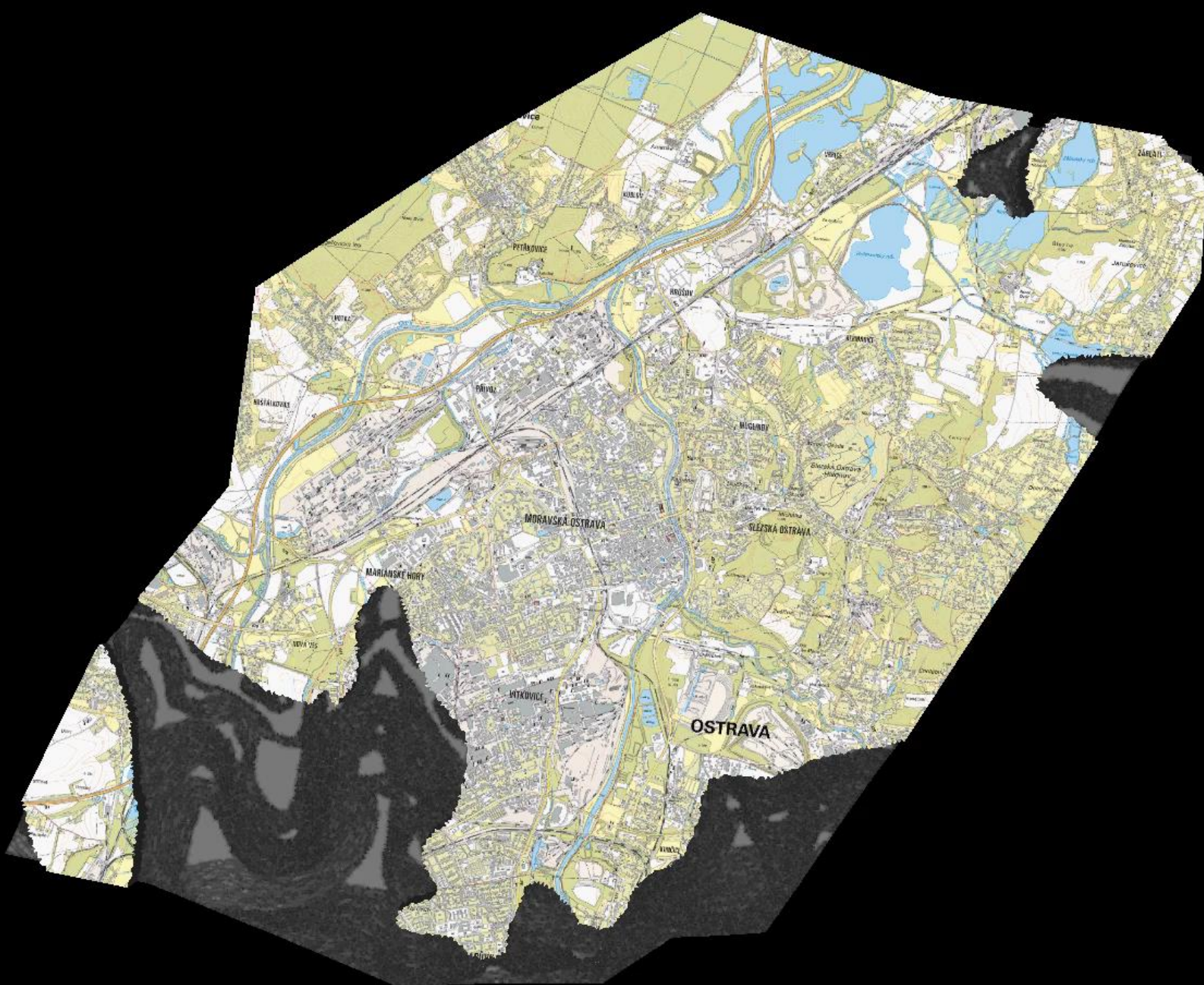
Výsledky

Animace časového
postupu zatápění -
saturace



Výsledky

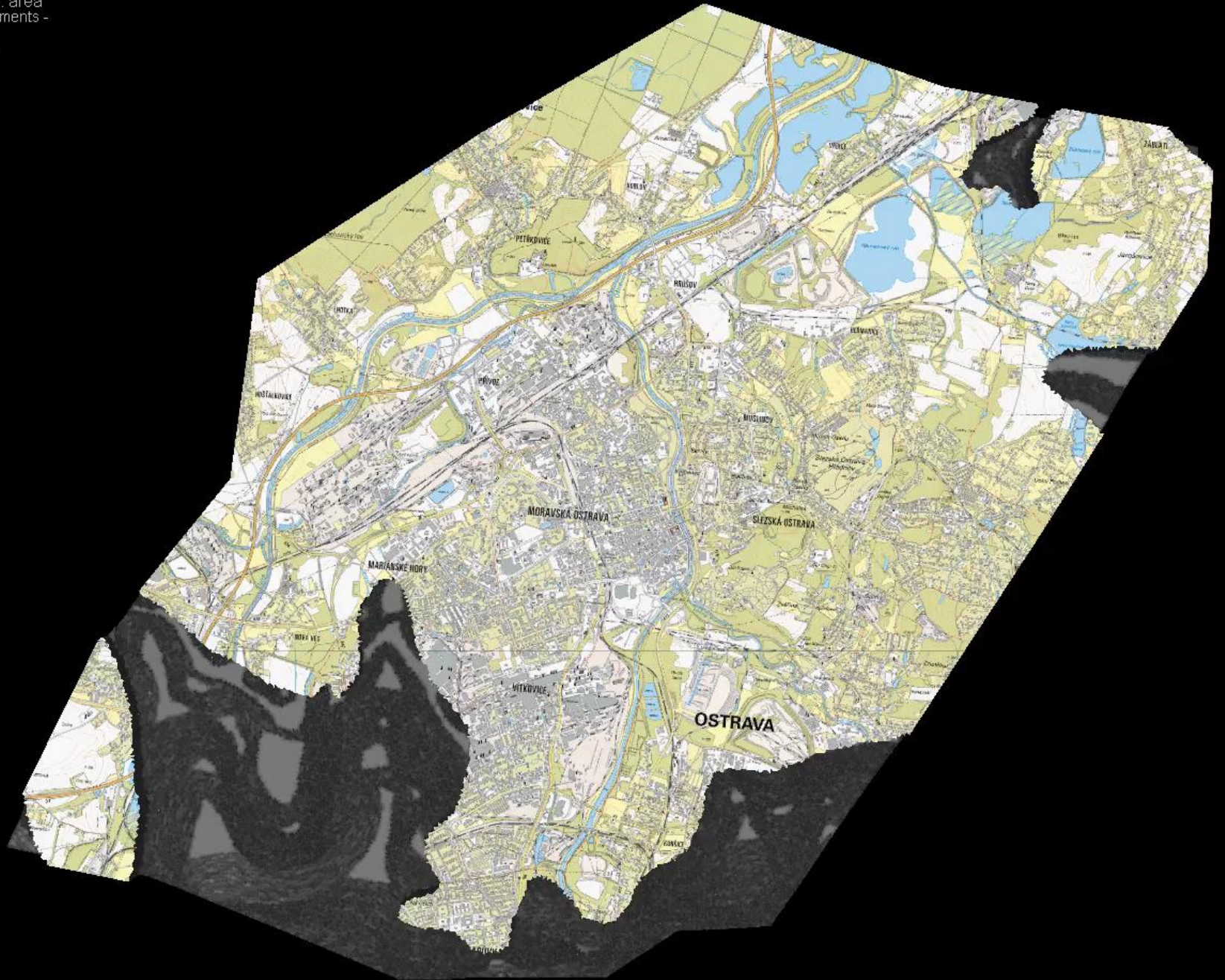
Animace časového
postupu zatápění –
hydraulické výšky



Výsledky

Animace časového
postupu zatápění –
hydraulické výšky detail

Cross-sect. area
- Feature Elements -
[m²]
■ 12



Výsledky

Animace časového
postupu zatápění –
saturace II



Výsledky

Animace časového
postupu zatápění –
hydraulické výšky II



Závěry

- ▶ Výpočetně náročné (40 hodin běh modelu) – časově náročná kalibrace
- ▶ Koncept proudění s variabilní saturací odpovídá pozorování – problém nastavení preferenčních cest – komunikace dílčích dolů
- ▶ Klíčová důležitost antropogenních změn hydraulické vodivosti a pórovitosti horninového masívu
- ▶ Zatápění ostravských dolů na přetokovou úroveň – drenážní báze min. 25 let
- ▶ Různé rychlosti zatápění jednotlivých dolů
- ▶ Přínos modelu pro plynovou problematiku, stabilitu jam, možnost zpracování variantního řešení a upřesňování procesu zatápění během jeho průběhu na základě monitoringu.