

Balázs László
Surányi Gergely

Varga Dezső
Hamar Gergő

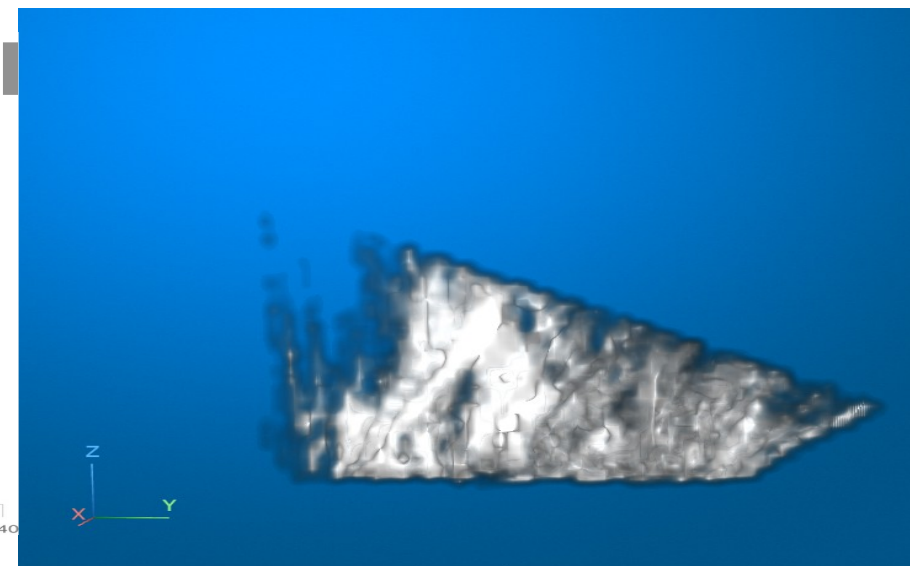
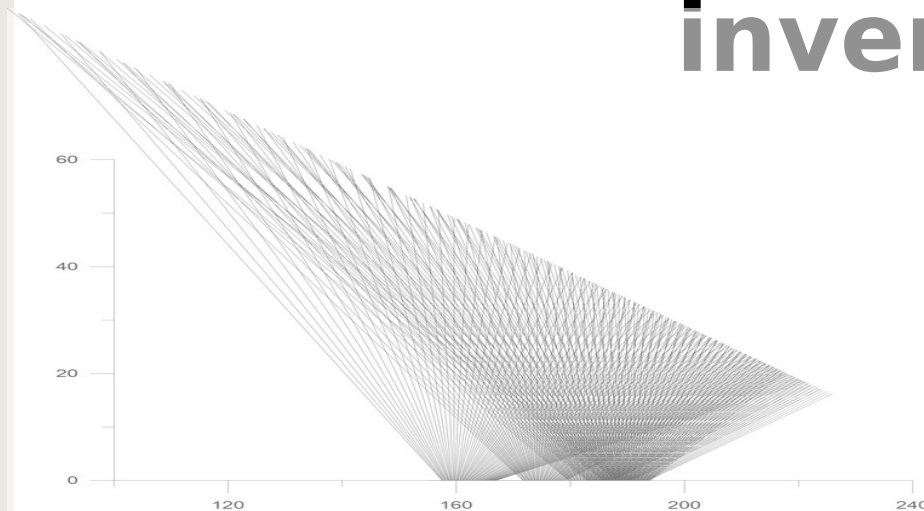
HIGH-ENERGY GEOPHYSICS RESEARCH GROUP

[https://wigner.hu/s/high-energy-geophysics/
index.html](https://wigner.hu/s/high-energy-geophysics/index.html)

Kisszögű transzmissziós tomográfia inverziós problémái Müontomográfiai mérések inver

[HUN-REN Hazahívó és Külföldi Kutatókat Töbörző Program \(KSZF-144/2023\)](#)

)



Felszín alatti müográfia



Forrás: kozmikus sugárzás által keltett relativisztikus müonok.
Közel stacionárius fluxus, felszínen ismert az energia és szög szerint (referencia)

Kutatási mélység: kb. max. 600 m

Szögfelbontás: mrad

Szögtartomány felszín alatti méréseknél, max 45 fok zeint

Térbeli felbontás: mélységtől függő, de méteres nagyságrendű

Cél: Sűrűségeloszlás

Detektorok - Wigner REGARD csoport



Detektorok: többkamrás,
részecske trajektória
meghatározásra alkalmas
gáztöltésű detektorok (MWPC)

Müon azonosítása trajektória
alapján (tracking)

Írányérzékenység, nagy
szögfelbontás
Besorolás trajektória azimut és
zenit alapján.

Dönthető, fókuszálható

Nagy hatásfok

Stabilitás, terepi körülmények
között is

3D müontomográfiai inverzió eredményei épített környezetben

3D Rekonstrukció **minősége 4 (!)**

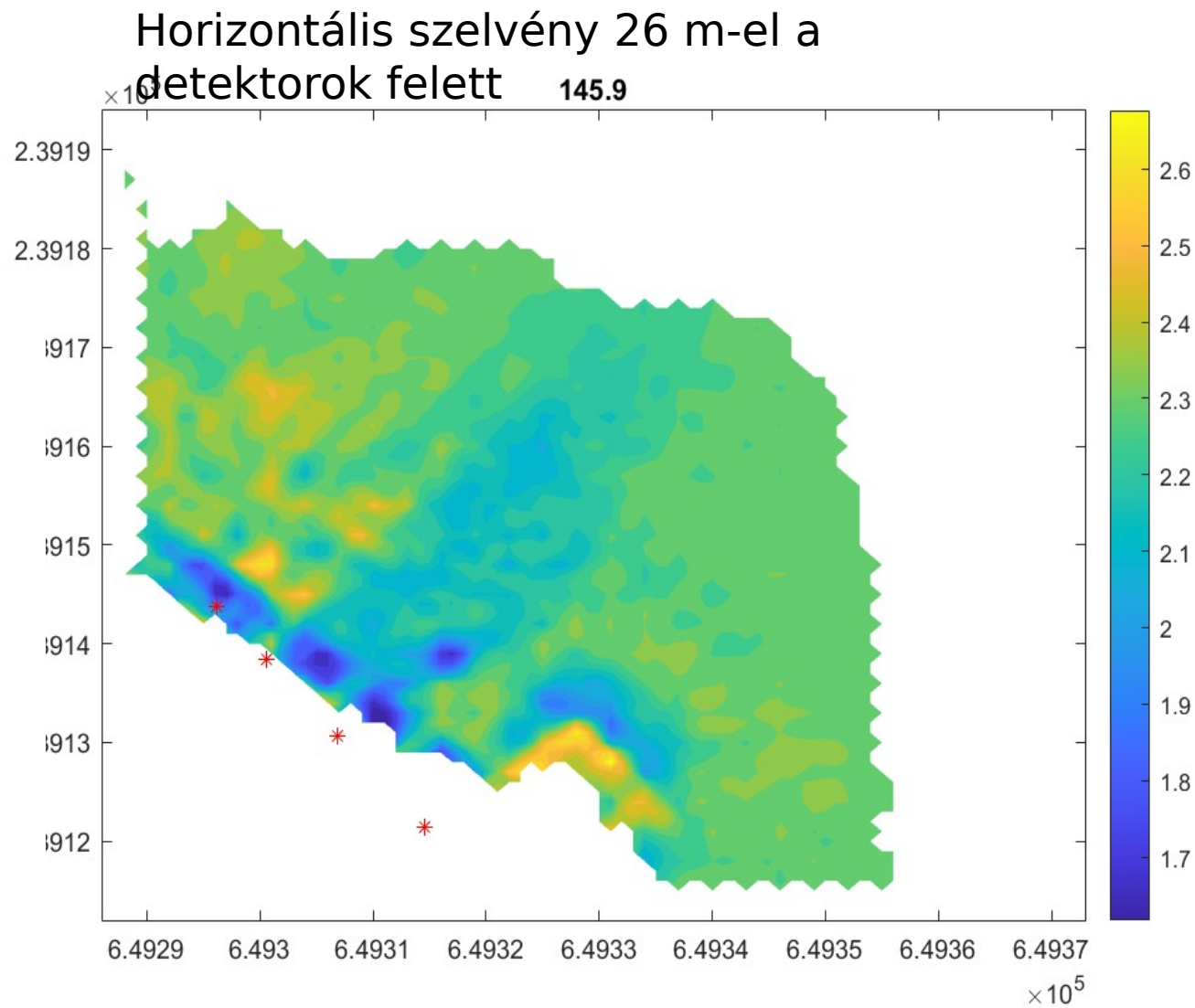
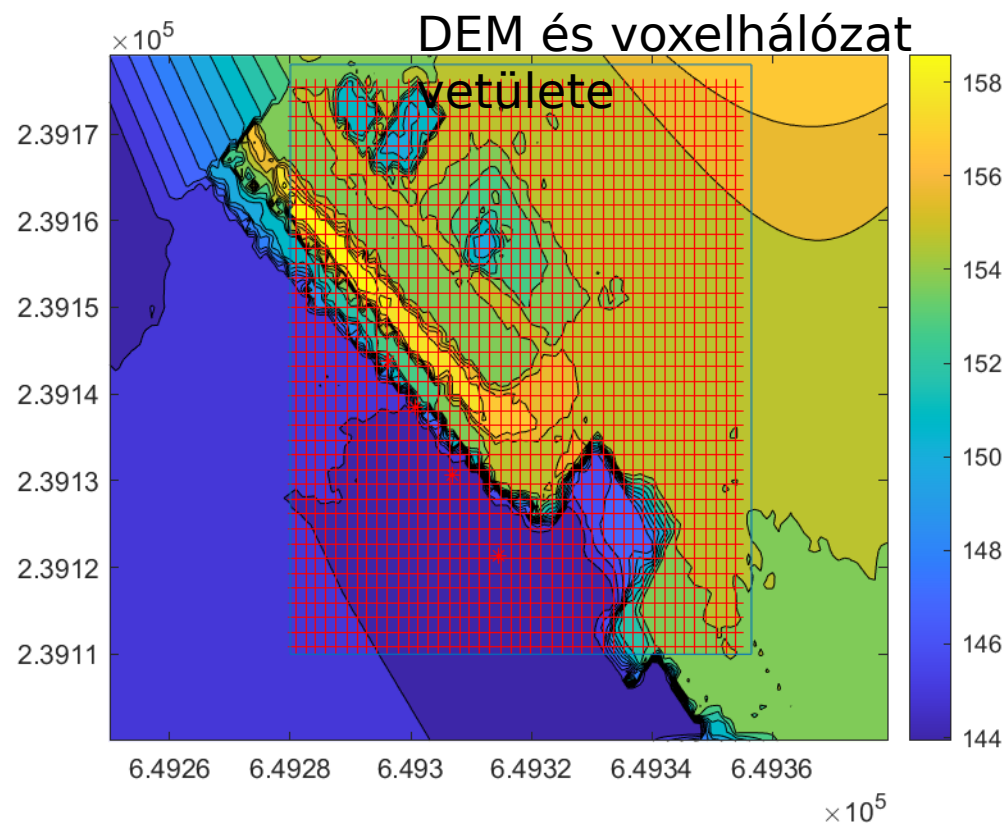
detektorpozícióiból

Átvilágított vastagság kb. 40 m

Térbeli felbontás: 0.8 - 1 m

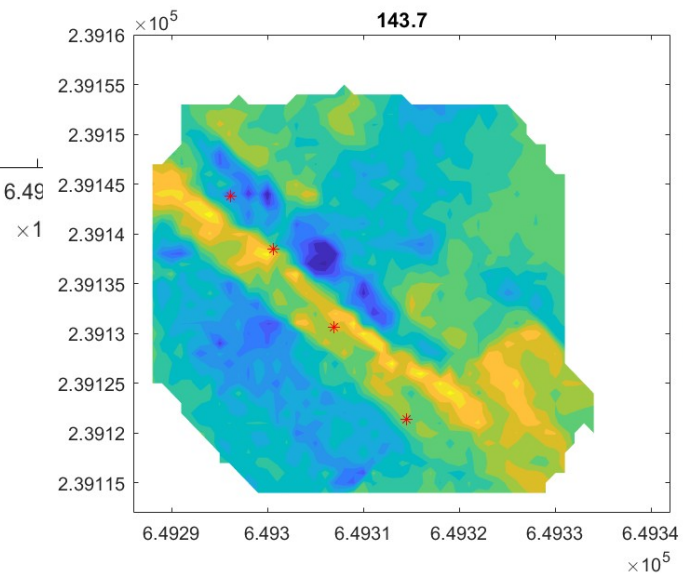
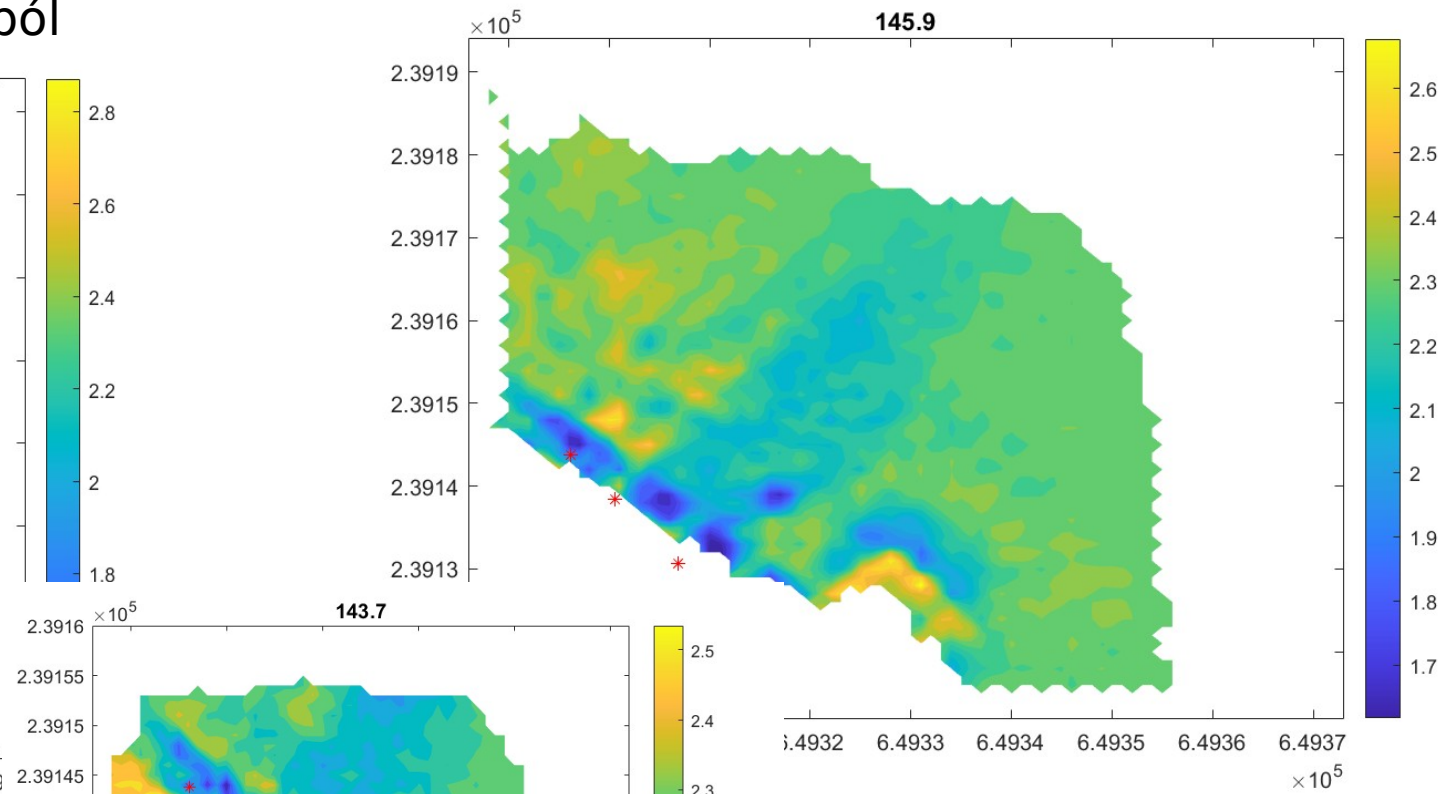
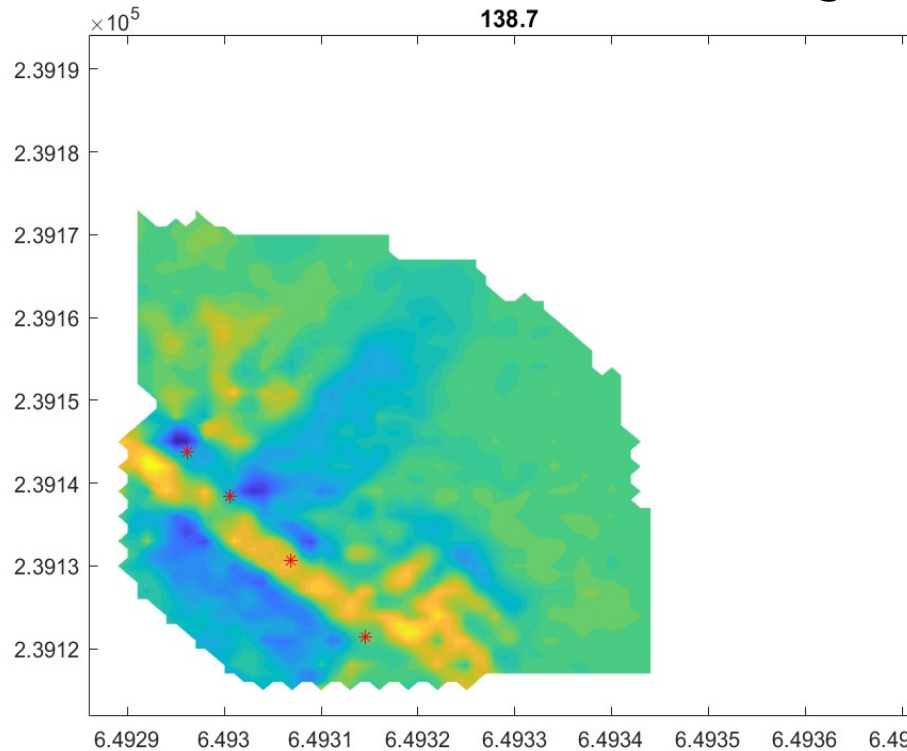
Voxel szám: 45 x 40 x 40

Bayes inverzió



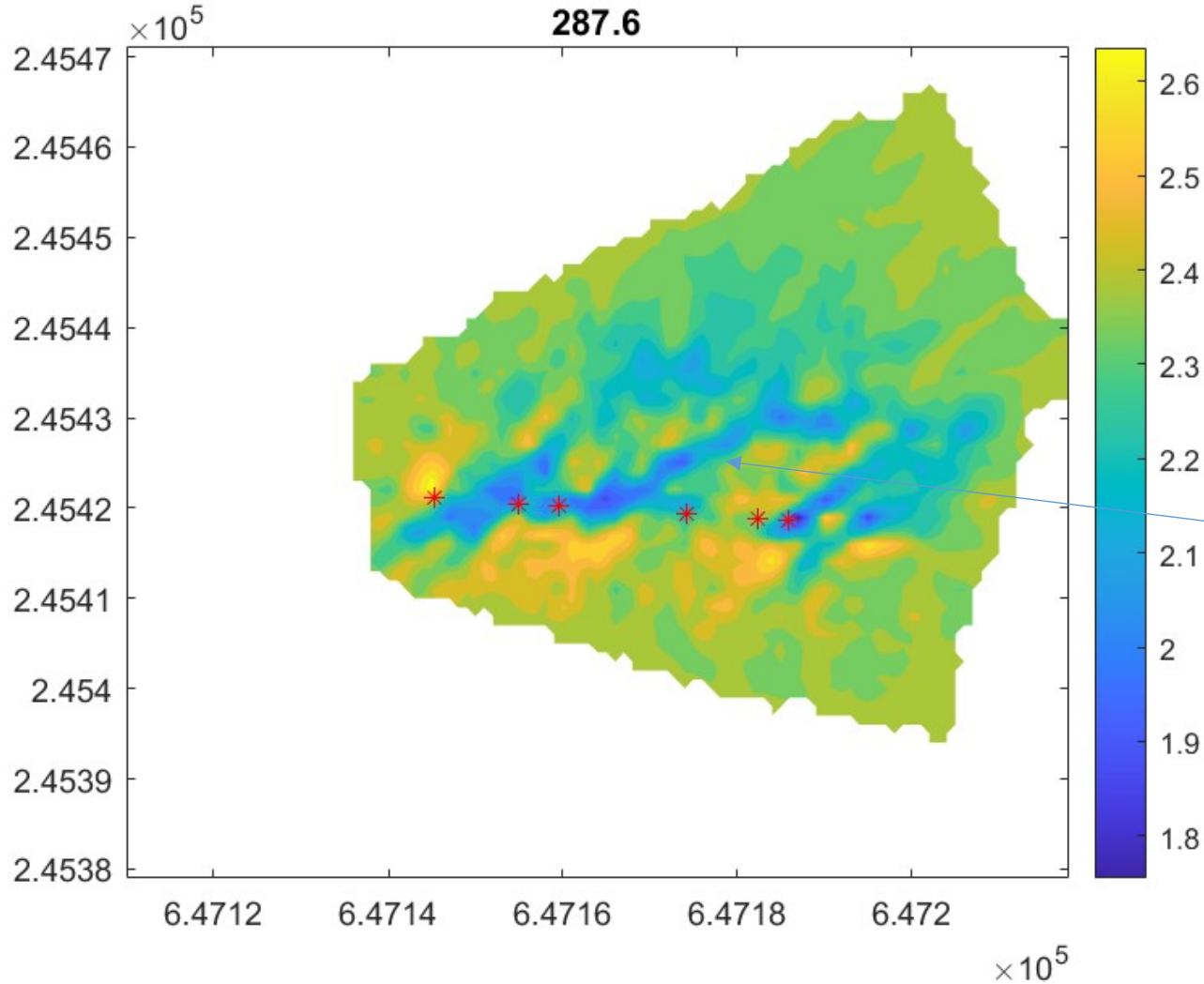
3D müontomográfiai inverzió eredményei épített környezetben

2 horizontális metszet a 3D térfogatból

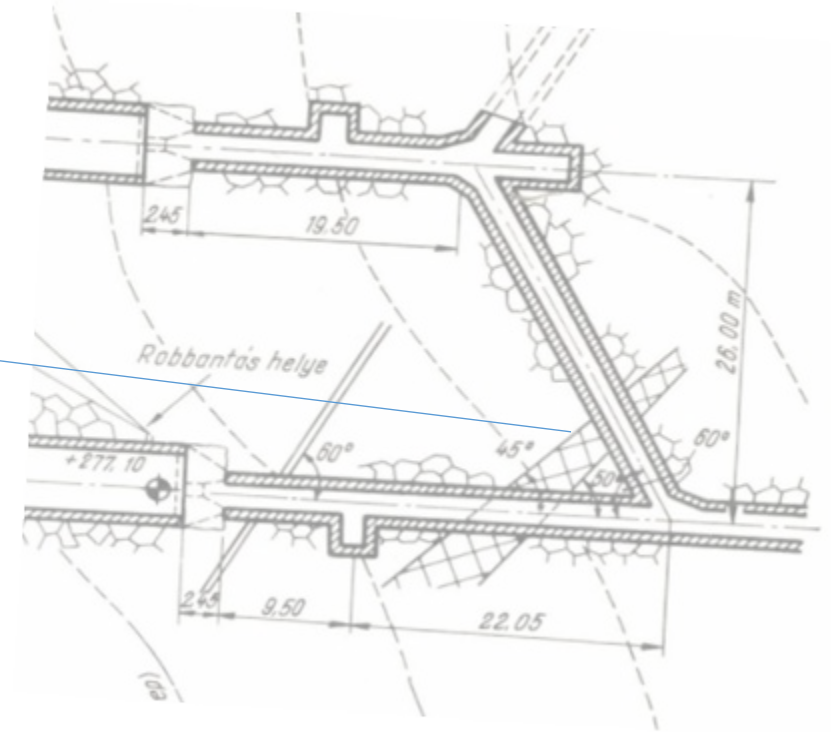


Más
voxelmérettel

Repedezett zónák, üregek kimutatása



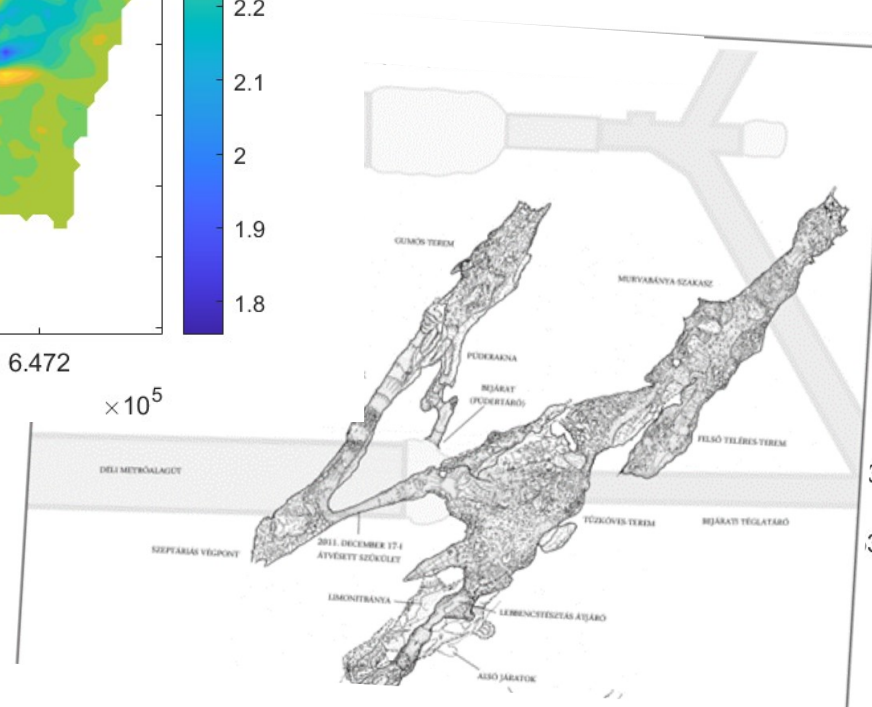
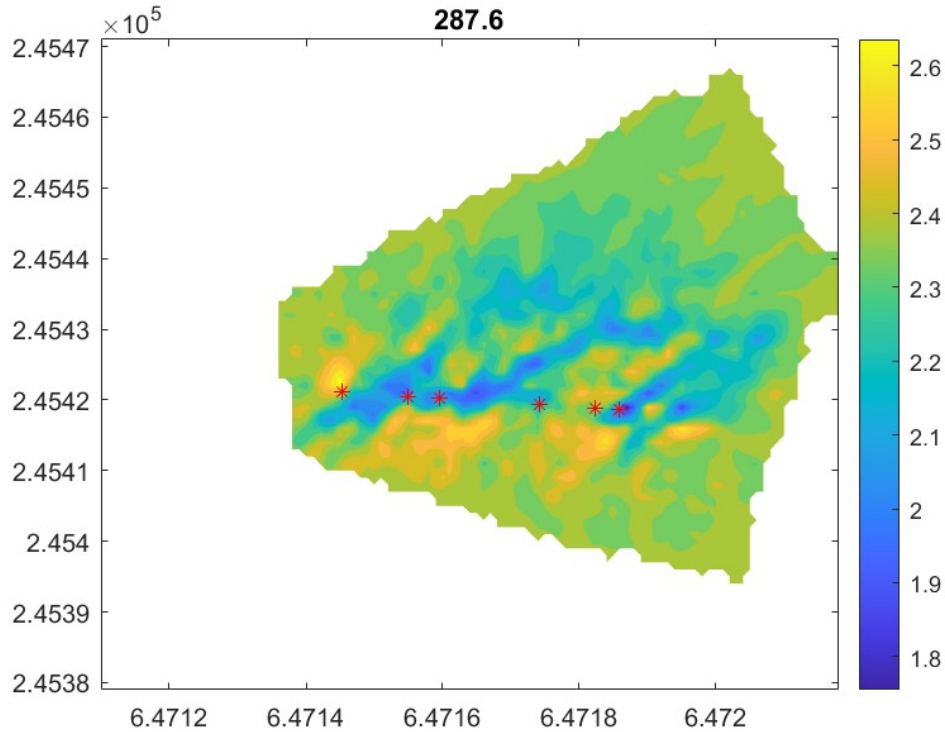
Detektorpozíciók száma: 7
Voxelszám: 60 x 58 x 52
Térbeli felbontás: 1.5 -2 m
Bayes inverzió



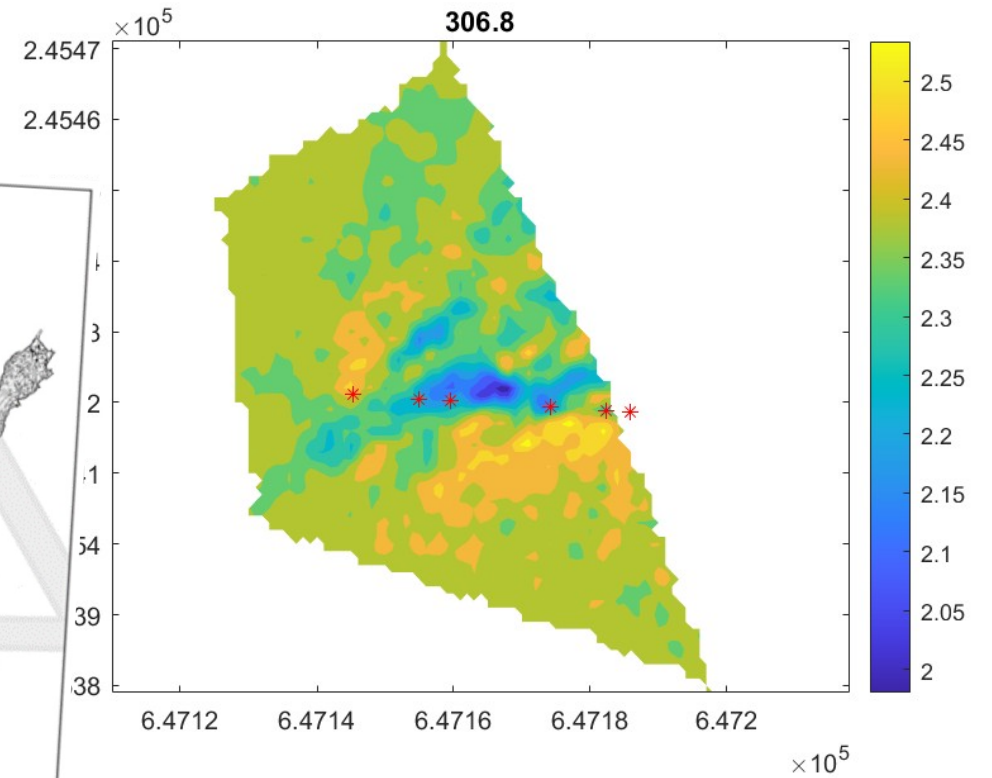
Repedezett zóna
(építők által bejelölve)

Müon-tomográfia eredményei 80 m vastag dolomitban

Repedezett zónák, üregek kimutatása



Detektorpozíciók száma: 7
Voxelszám: 60 x 58 x 52
Térbeli felbontás: 1.5 - 2 m
Bayes inverzió



A műontomográfiai probléma jellegzetességei

- Közel egyoldalú, „fan-type” transzmissziós tomográfiai probléma, egyenesmenti leképezéssel – sűrűség mértékű pályaintegrállal (Radon-transzformált).
- Jellemzően 100 000 – 200 000 ismeretlen (sűrűségeloszlás – ortogonális voxelbázison reprezentálva)
- Detektor pozícióként néhány ezer mérés változó szórással (Poisson-eloszlással)
- Erősen rangdeficiens maximum likelihood probléma
- A kitüntetett projekció irány miatt artifakt lehetősége
- Különböző átfedéssel átvilágított térbeli zónák (térfüggő rekonstruálhatóság)
- A direktprobléma mérésiadat feldolgozás lépései a vizsgált tartomány topográfiájának ismerete nélkül végrehajtható és leválasztható az inverzióról. (Linearizálás)
- Inverzió bemenete az irányszög szerinti sűrűség-hosszak.

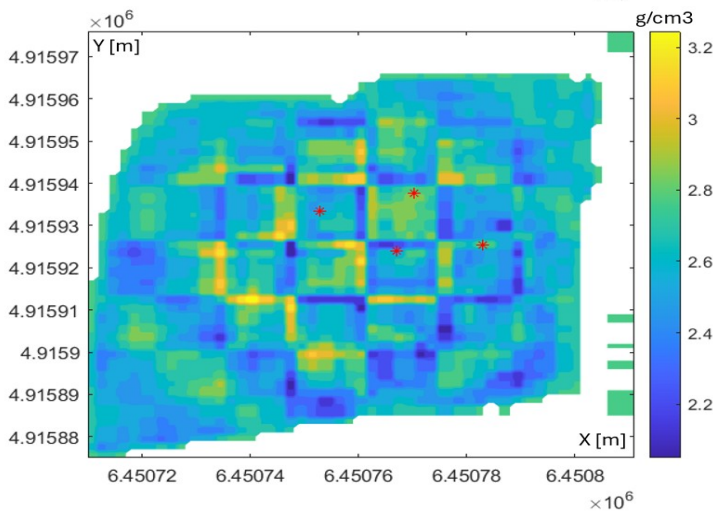
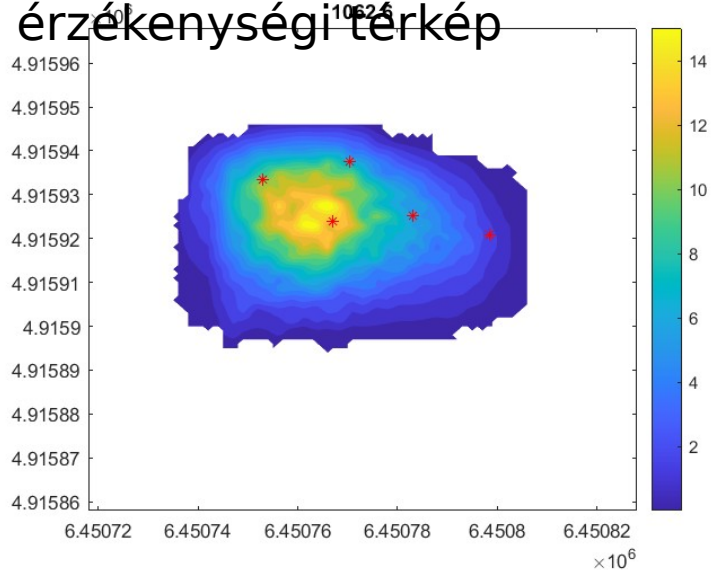
- Regularizáció kell. Lehetőségek:
 - SVD
 - Tikhonov
 - Bayes (geológiai apriori információval)
 - EM
 - Landweber iteráció (megállási kritériummal)
- A kiválasztott variációs eljárás minimalizálja:

F: Jacobi m. y: mérések ρ = sűrűség voxel bázison ρ_0 = Bayes apriori eloszlás C kovariancia mátrixok

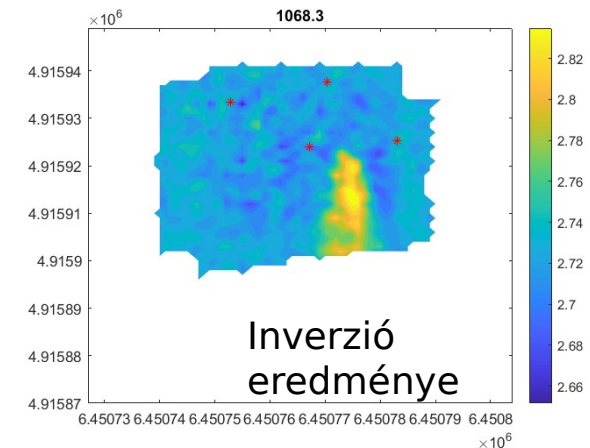
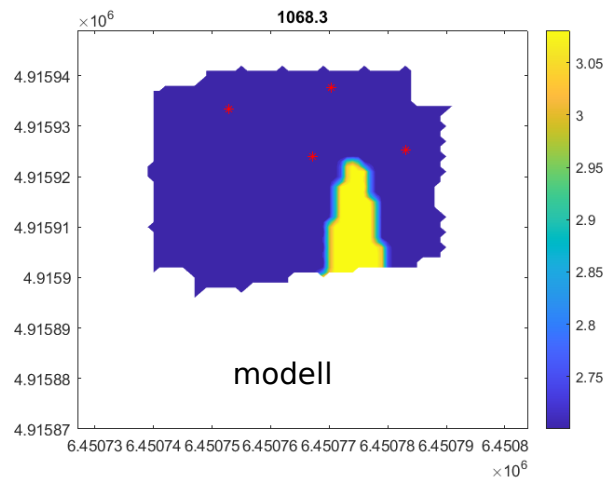
Becslés várható értéke (R: Fisher információ m. W: kov. m. inverze)

Mérési elrendezés vizsgálata - Optimalizálás

Fisher-információ térképezés - érzékenységi térkép



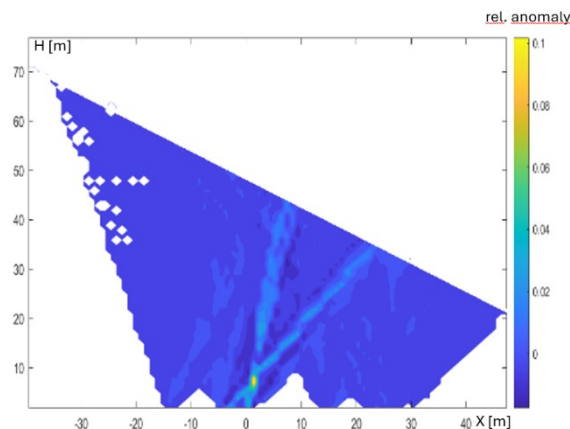
Szimulációs modellezés - Kimutathatóság



Bauxit
lencse

Teszt a
fókuszterület
lehatárolására

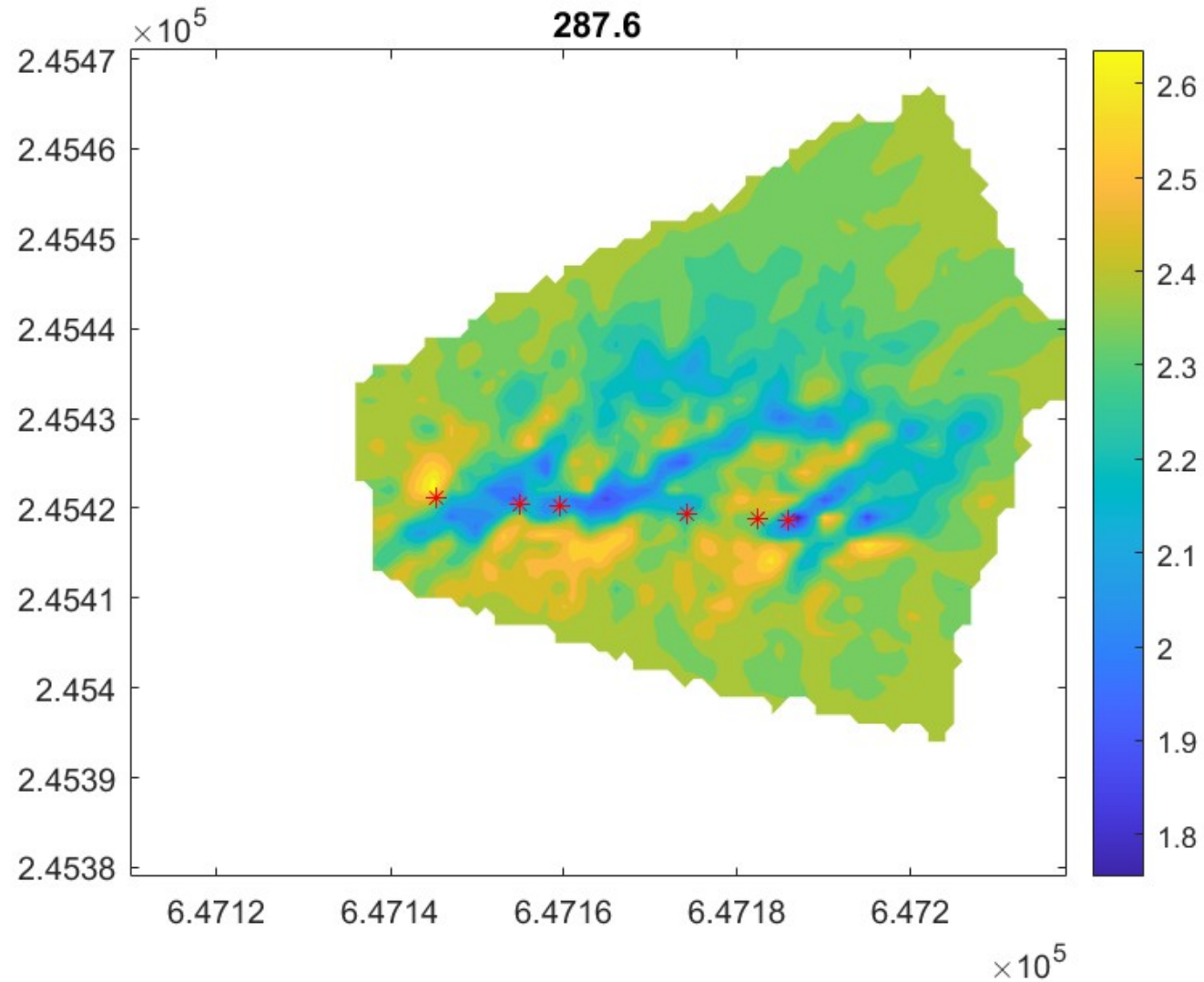
Sakktábla-teszt



PSF
Artifakt
tesztek

Elmosódottság
és torzítás térbeli
eloszlása

Köszönöm a figyelmet!



Geofizikai módszerek között
egyedülálló repedezett
zóna rekonstrukció