



Földradar (GPR) modellezés és érzékenységi paraméterek

NÁDASI ENDRE

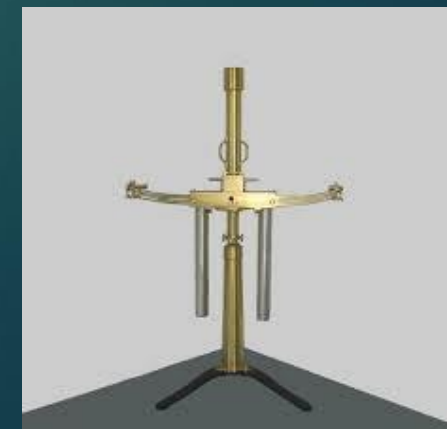
TANÁRSEGÉD

ME-MFK

GEOFIZIKAI ÉS TÉRINFORMATIKAI INTÉZET



Tudománnyal a Régióért
A MAB Régiós Bizottság első tudományos ülése
2021. Április 12.
online



Tartalom

- ▶ Geofizikai Tanszék műszerezettsége
- ▶ Földradar (GPR) módszer
- ▶ Adatok feldolgozása
- ▶ A reflexiók mélységbecslése
- ▶ Különböző GPR paraméterek fajlagos ellenállástól való függése
- ▶ Előre modellezés
- ▶ Érzékenységi paraméterek
- ▶ Talajalkalmassági térkép
- ▶ Konklúzió

Ssz	Megnevezés
1	Georadar (ProEx 100-500-1200M)
2	Graviméter
3	SYSCAL Pro Geoelektromos 72 csatornás fajlagos ellenállás és mérő műszer
4	DIAPÍR 18 fajlagos ellenállás és mérő műszer
5	Szeizmikus telemetrikus 48 csatorna mérőberendezés
6	VLF
7	T VLF
8	Protonprecessziós magnetométer
9	Multielektrodás fajlagos ellenállás mérő műszer
10	Nukleáris analizátor
11	Spektrális gamma analizátor
12	RTK GPS



nység, amire használható
 ezetek meghatározása 1-20 m

a nehézségi gyorsulás nagy pontosságú (?)

ek és terepi kutatás, a felszín alatti földtani
 lás és indukált polarizálhatósági (IP)
 atározása környezetvizsgálatok és ásványi
 ból

ek és terepi kutatás, a felszín alatti földtani
 lás és indukált polarizálhatósági (IP)
 atározása környezetvizsgálatok és ásványi
 ból

terepi kutatások környezetvizsgálatok és
 ok céljából

ek és terepi kutatás, a felszín alatti földtani
 ő fajlagos ellenállás paraméterképeinek
 izsgálatok és ásványi nyersanyagkutatások

ek és terepi kutatás, a felszín alatti földtani
 ő fajlagos ellenállás paraméterképeinek
 izsgálatok és ásványi nyersanyagkutatások

terepi kutatás, a felszín alatti földtani
 améterképeinek meghatározása
 ányi nyersanyagkutatások céljából

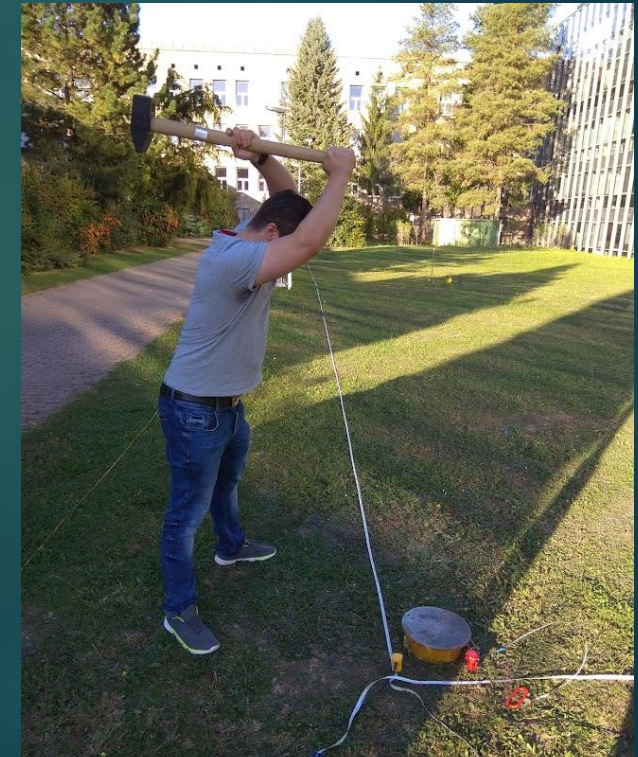
ek és terepi kutatás, a felszín alatti földtani
 lás paraméterképeinek meghatározása
 ányi nyersanyagkutatások céljából

és terepi kutatás környezetvizsgálatok és
 ok céljából

és terepi kutatás környezetvizsgálatok és
 ok céljából

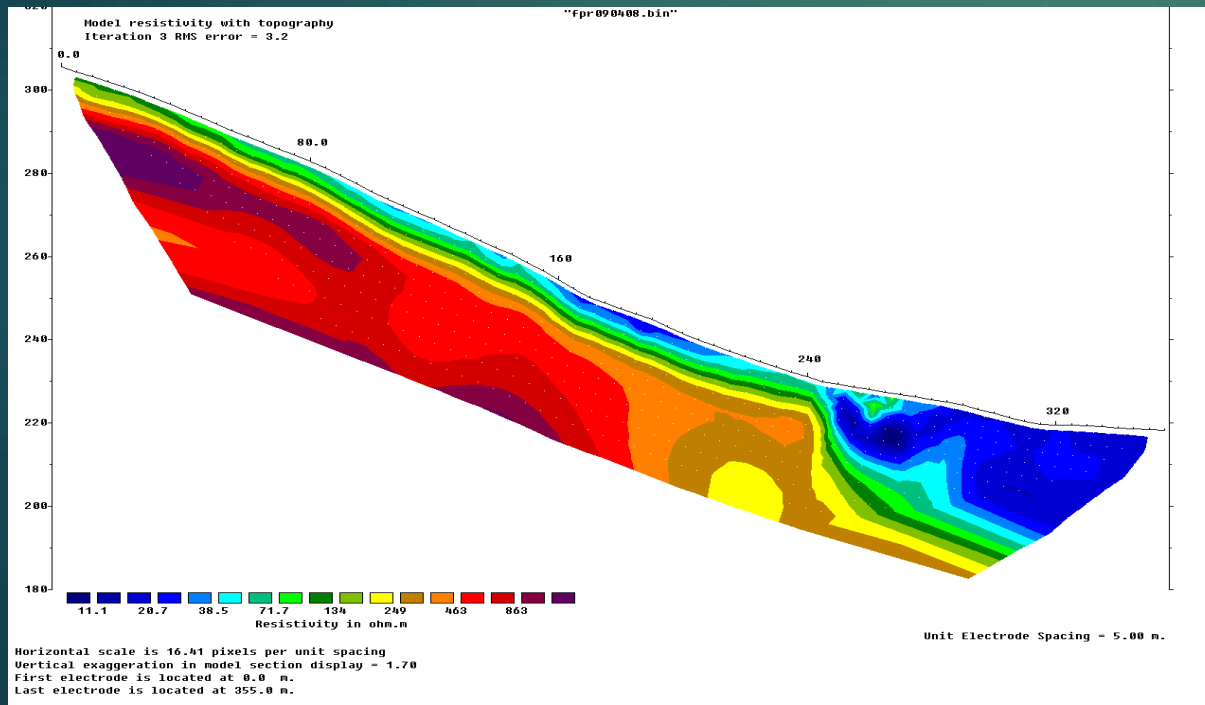
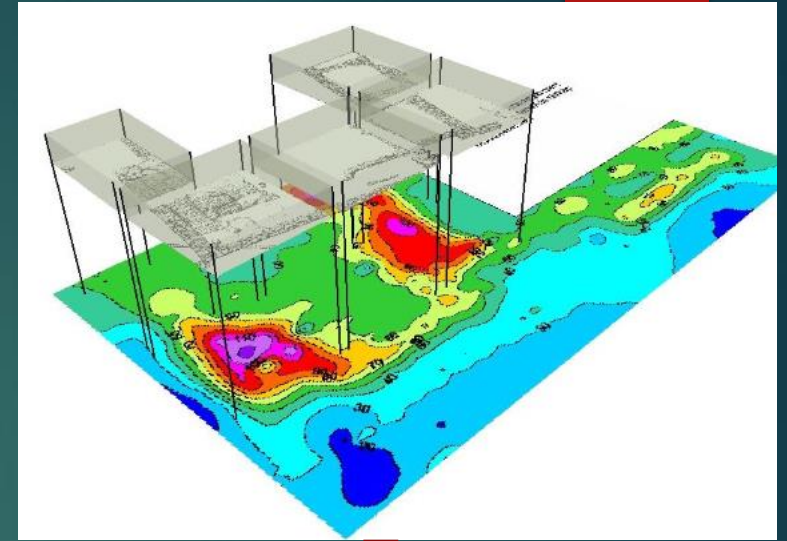
iai mérések környezetvizsgálatok és ásványi

Terepi munka



Felszínközeli kutatások

- ▶ környezetvédelem
- ▶ régészet

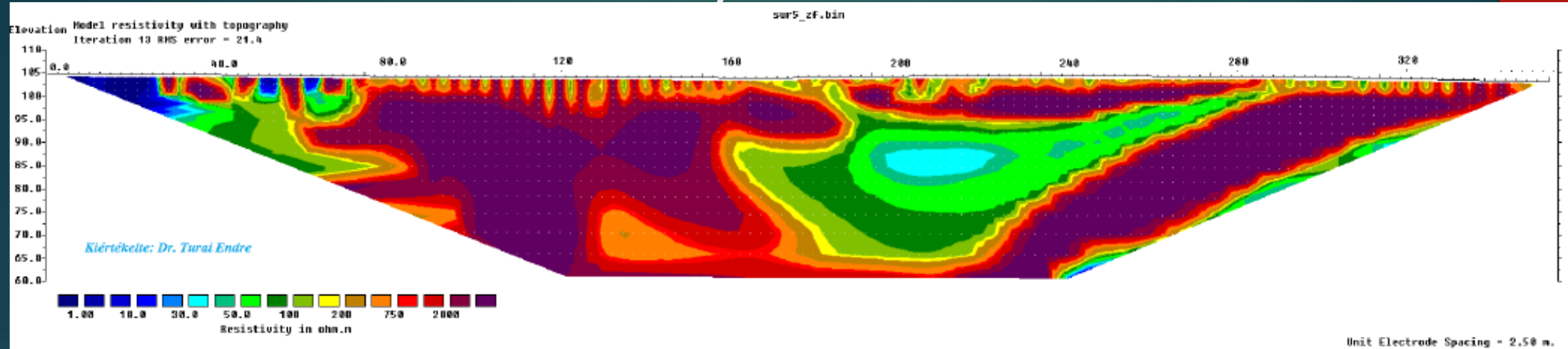


Sárospatak castle:
Ancient Blacksmith forge (Hursán et al. 2006)

Mérések 2020-ban

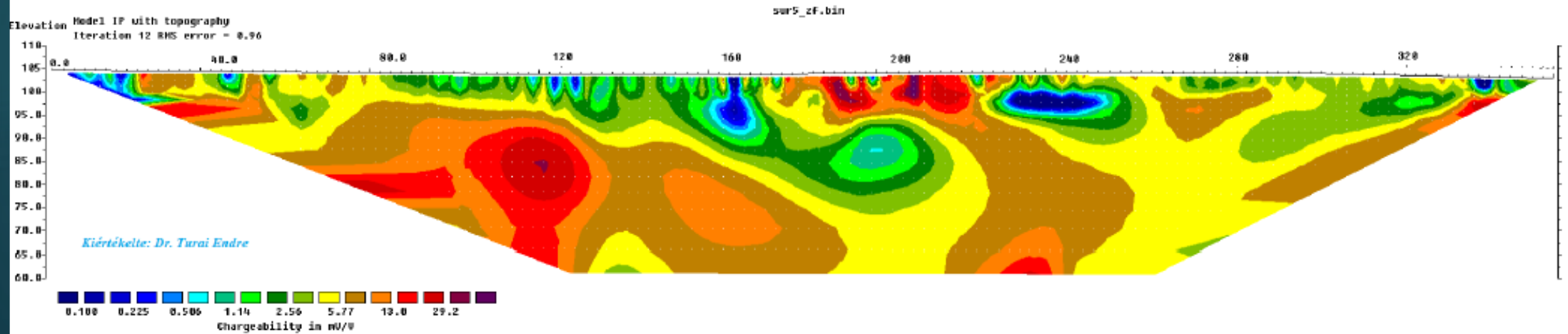


És az eredmények...



5.3. ábra

A Sur 5 szelvény alatti térrész valódi fajlagos ellenállásképe.

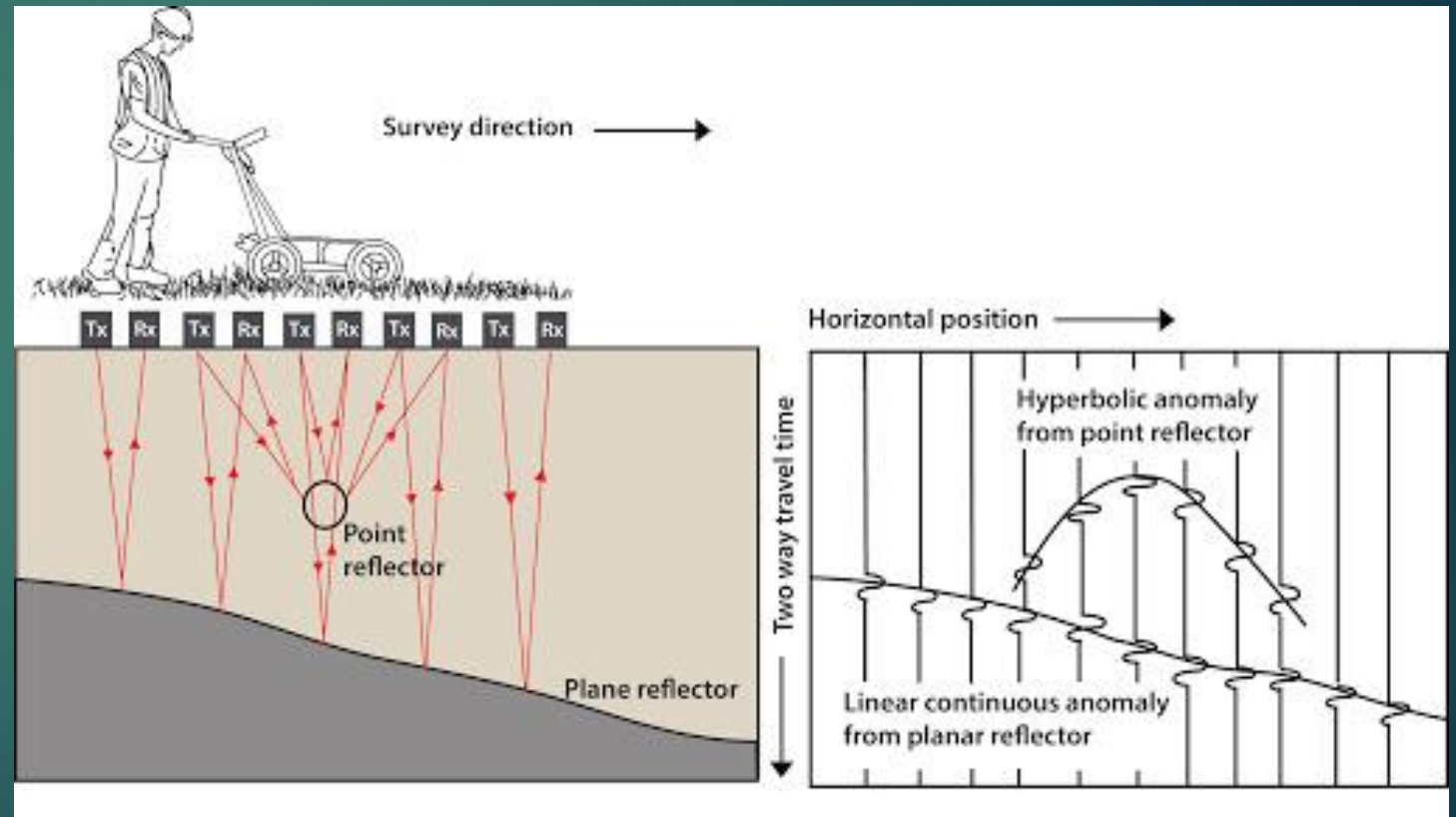


5.4. ábra

A Sur 5 szelvény alatti térrész valódi tölthetőségi képe.

A földradar (GPR) módszer

- ▶ RADAR: **R**adio **D**etecting and **R**anging (3 MHz – 110 GHz)
- ▶ GPR: **G**round **P**enetrating **R**adar (50 MHz – 2 GHz)
- ▶ Első alkalmazás: sarki jégtakarók vastagságának meghatározása
- ▶ Mára széles körben alkalmazzák:
 - ▶ Régészet
 - ▶ Hidrogeológia (pl. talajvízszint meghatározás, becslés)
 - ▶ Mérnökgeofizika
 - ▶ Üregkutatás
 - ▶ Közmű térképezés
 - ▶ Út-, vasúti töltés vizsgálat

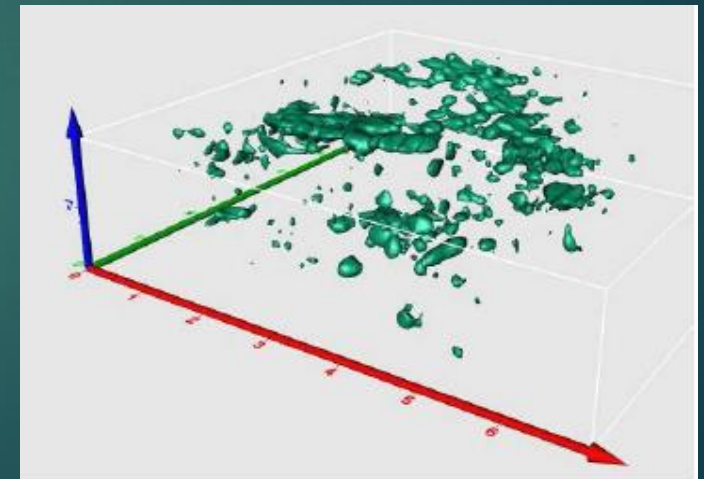
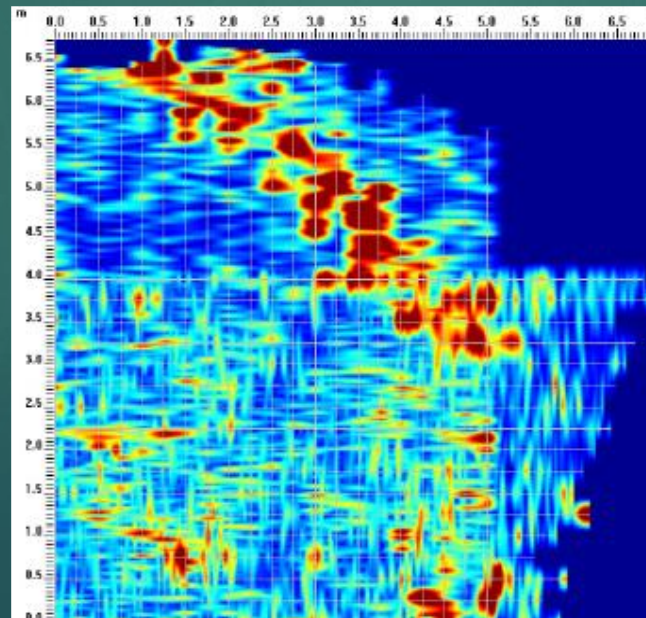
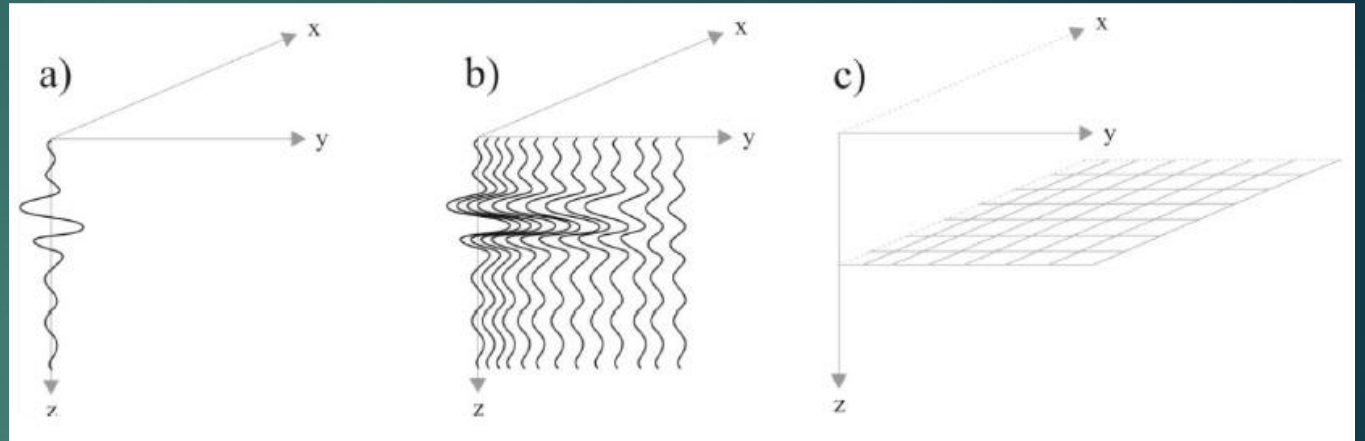


Adatgyűjtés – paraméterek

- ▶ **Antenna frekvencia és mélység**
- ▶ **Antenna frekvencia and felbontás**
- ▶ **Időablak (TWT).**
- ▶ **Mintavételezési idő**
- ▶ **„Lépésköz”**: térbeli mintavételezési intervallum a csatornák között
- ▶ **„Stacking”**: átlagolás

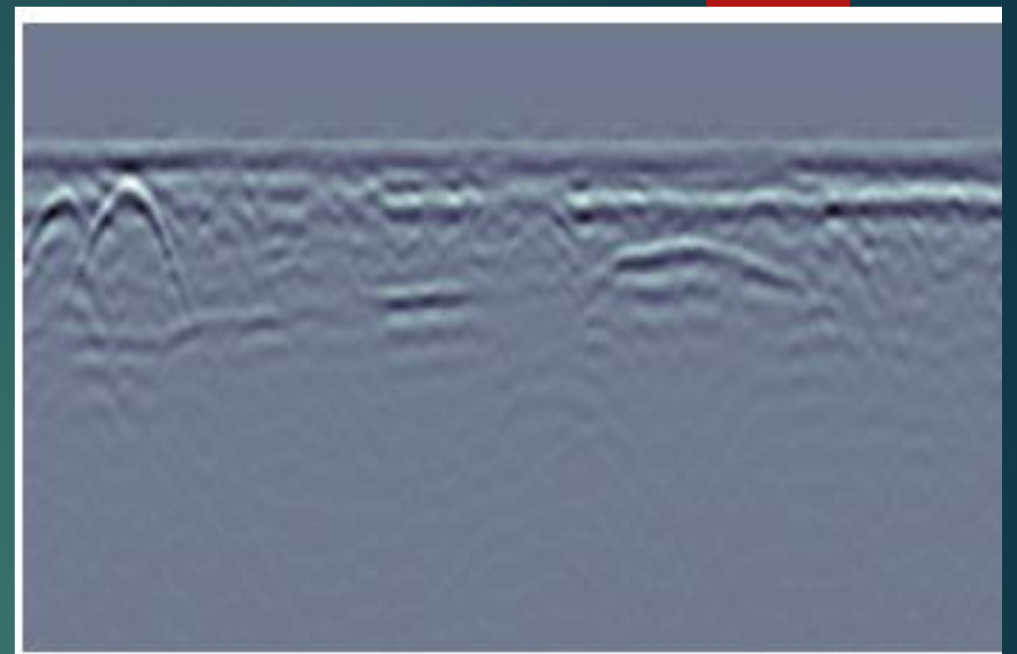
Adat megjelenítési lehetőségek

- a) 1D (trace or A-scan)
- b) 2D (B-scan or radargram)
- c) 3D (C-scan)
- d) (Idő)szeletek
- e) „Izofelületek”

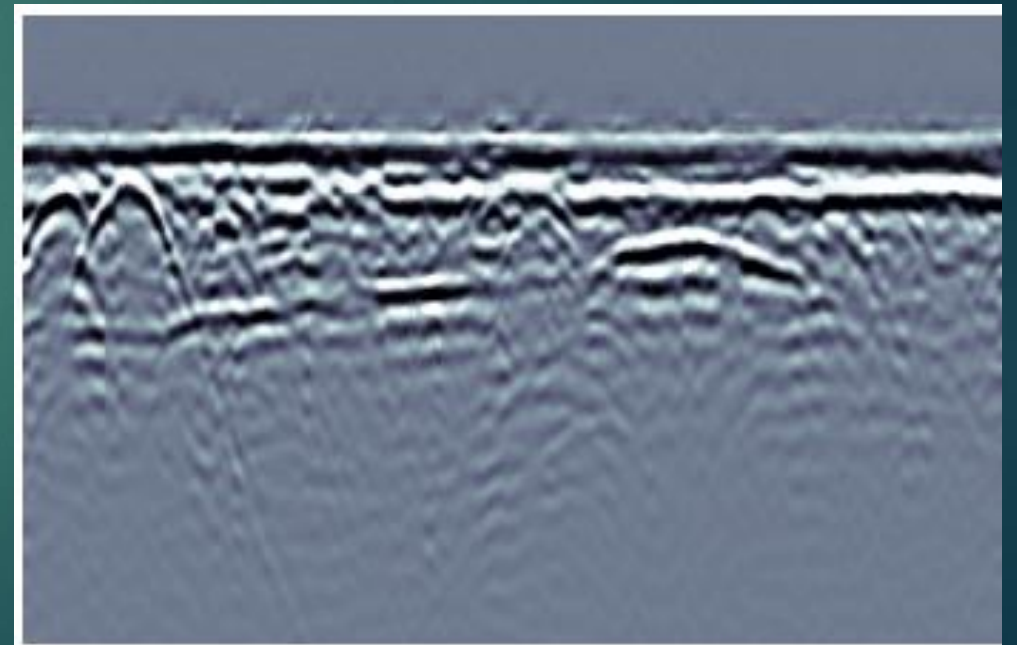


GPR adatfeldolgozás

- ▶ Sok esetben a nyers adatokból közvetlenül kinyerhető a közel maximális információ!
- ▶ Bizonyos esetekben azonban szükség van adatfeldolgozási algoritmusok alkalmazására plusz információ érdekében
- ▶ A nyers adatok minősége a legtöbb esetben javítható (jel/zaj viszony növelése)



Raw data



Dynamic AGC

GPR adatfeldolgozási eszközök rendszerzése

- ▶ **Step 1: Basic Data Editing**

data collection parameters; line properties (type, direction, spacing, offset, orientation, ordering); time zero correction; velocity analysis and depth conversion; static correction; rubber banding; chop, mute, merge, and stack data

- ▶ **Step 2: Basic Data Processing**

(1) dewow; (2) gains; (3) temporal filters; (4) spatial filters

- ▶ **Step 3: Advanced Data Processing**

2D filters (migration and dip), deconvolution, trace attribute analysis, other operations (i.e. rectify, threshold, etc.)

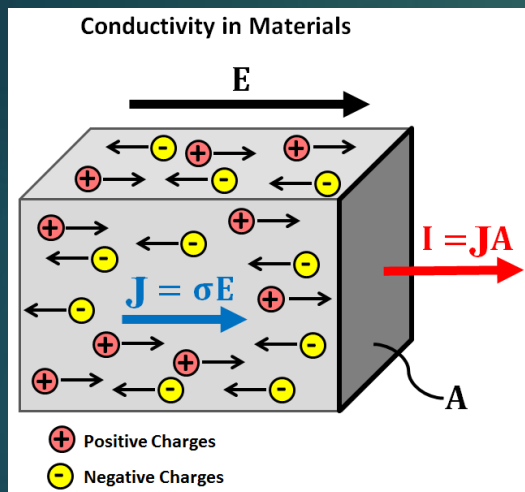
- ▶ **Step 4: 2D Visualization**

profiles (colour scale or wiggle trace; colour table; interpolation; sensitivity and contrast) and slices (colour scale; amplitude equalization; sensitivity and contrast; resolution, thickness, interpolation limit, and overlap)

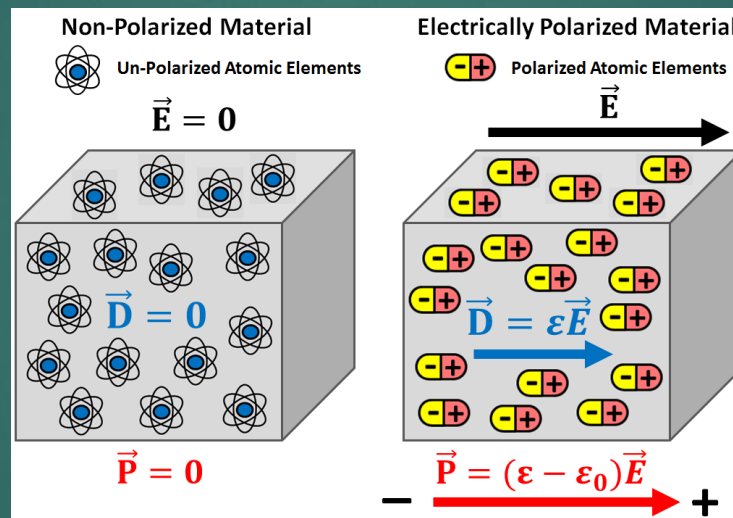
- ▶ **Step 5: 3D Visualization**

isosurfaces (isovalue; colour scale; opacity)

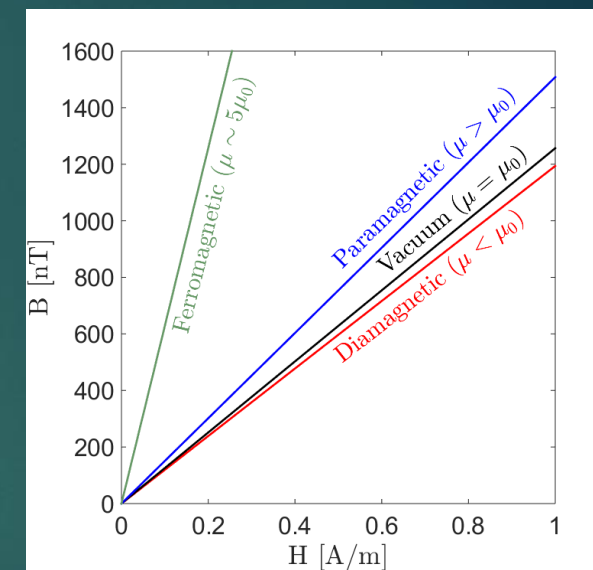
EM közetfizikai paraméterek



Fajlagos vezetőképesség



Dielektromos állandó (permittivitás)



Mágneses permeabilitás

Reflexiós együttható:
$$R = \frac{\sqrt{\epsilon_{r1}} - \sqrt{\epsilon_{r2}}}{\sqrt{\epsilon_{r1}} + \sqrt{\epsilon_{r2}}}$$

Anyag	Relatív permittivitás(-)	Fajlagos vezetőképesség (mS/m)
Levegő	1	0
Édesvíz	80	100
Tengervíz	80	1000-10000
Jég	3-4	1-10
Száraz homok	3-5	0.1-10
Telített homok	20-30	1-50
Mészkö	4-8	0.01-1
„Shale”	5-15	50-500
Kőzetliszt	5-30	5-100
„Clay”	5-40	10-700
Gránit	4-6	0.01-1
Talaj, homokos száraz	4-6	1-10
Talaj, homokos nedves	15-30	5-50
Talaj, agyagos száraz	4-6	10-100
Talaj, agyagos nedves	10-15	50-300

(Davis and Annan, 1989; Daniels, 1996)

Sebesség modellek

$$\blacktriangleright v_d = \frac{1}{\sqrt{\mu\varepsilon}} \approx \frac{c}{\sqrt{\varepsilon_r}}$$

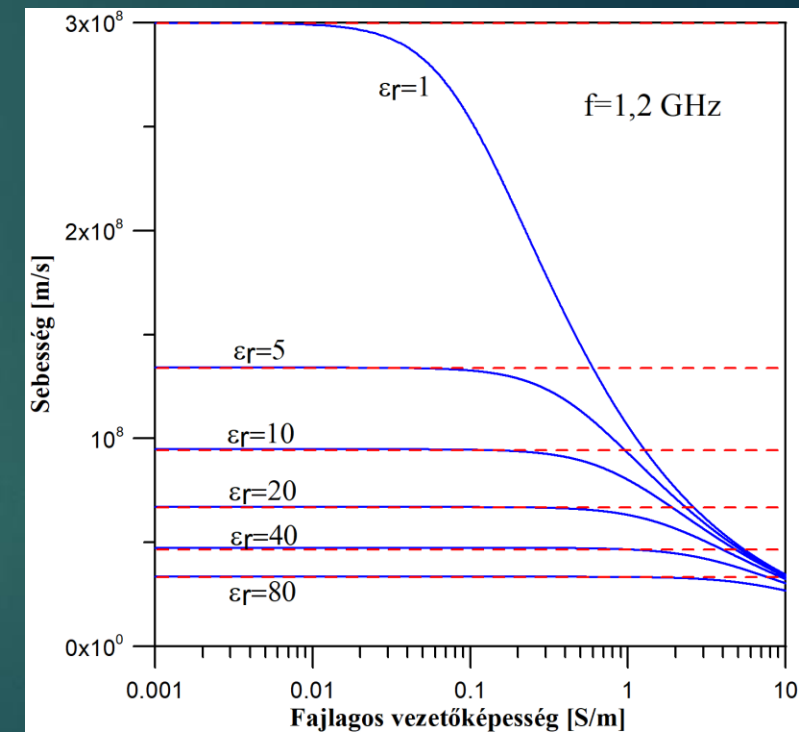
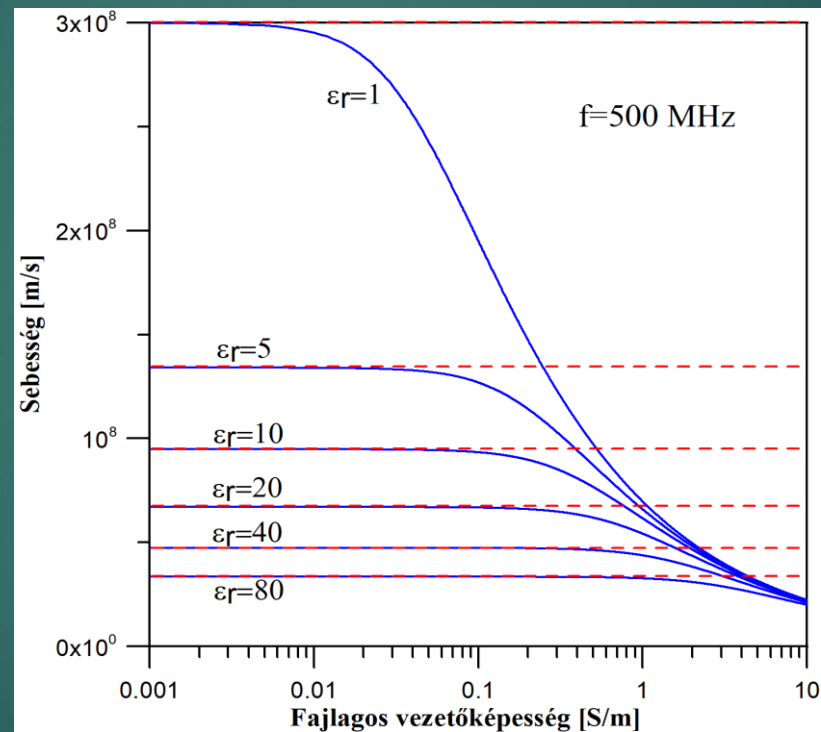
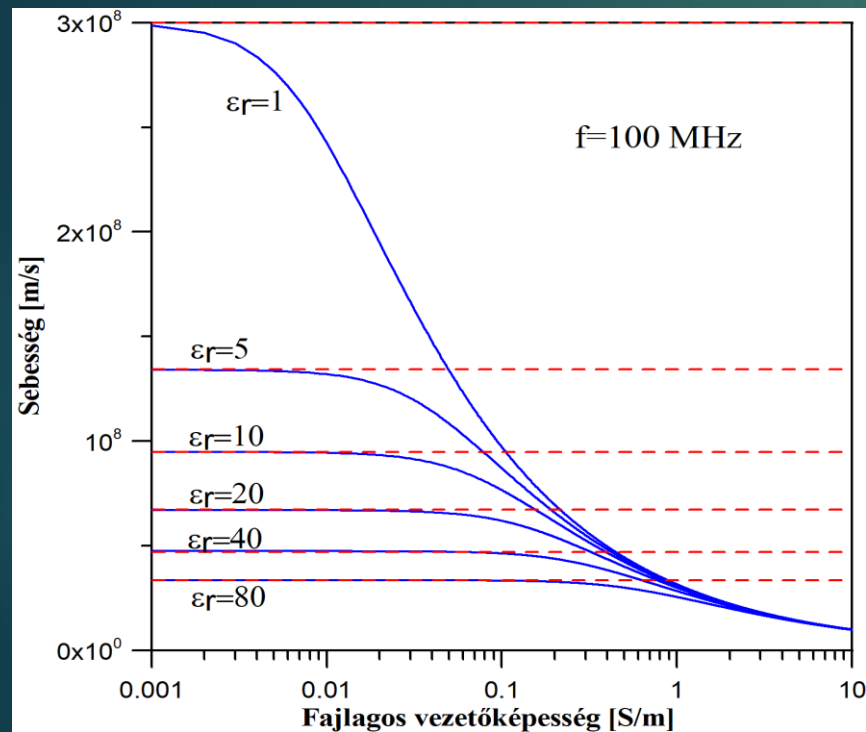
Dielektrikum

$$\blacktriangleright v_v = \left\{ \frac{\mu\varepsilon}{2} \left[\left(1 + \frac{\sigma^2}{\varepsilon^2 \omega^2} \right)^{1/2} + 1 \right] \right\}^{-1/2}$$

Veszteséges közeg

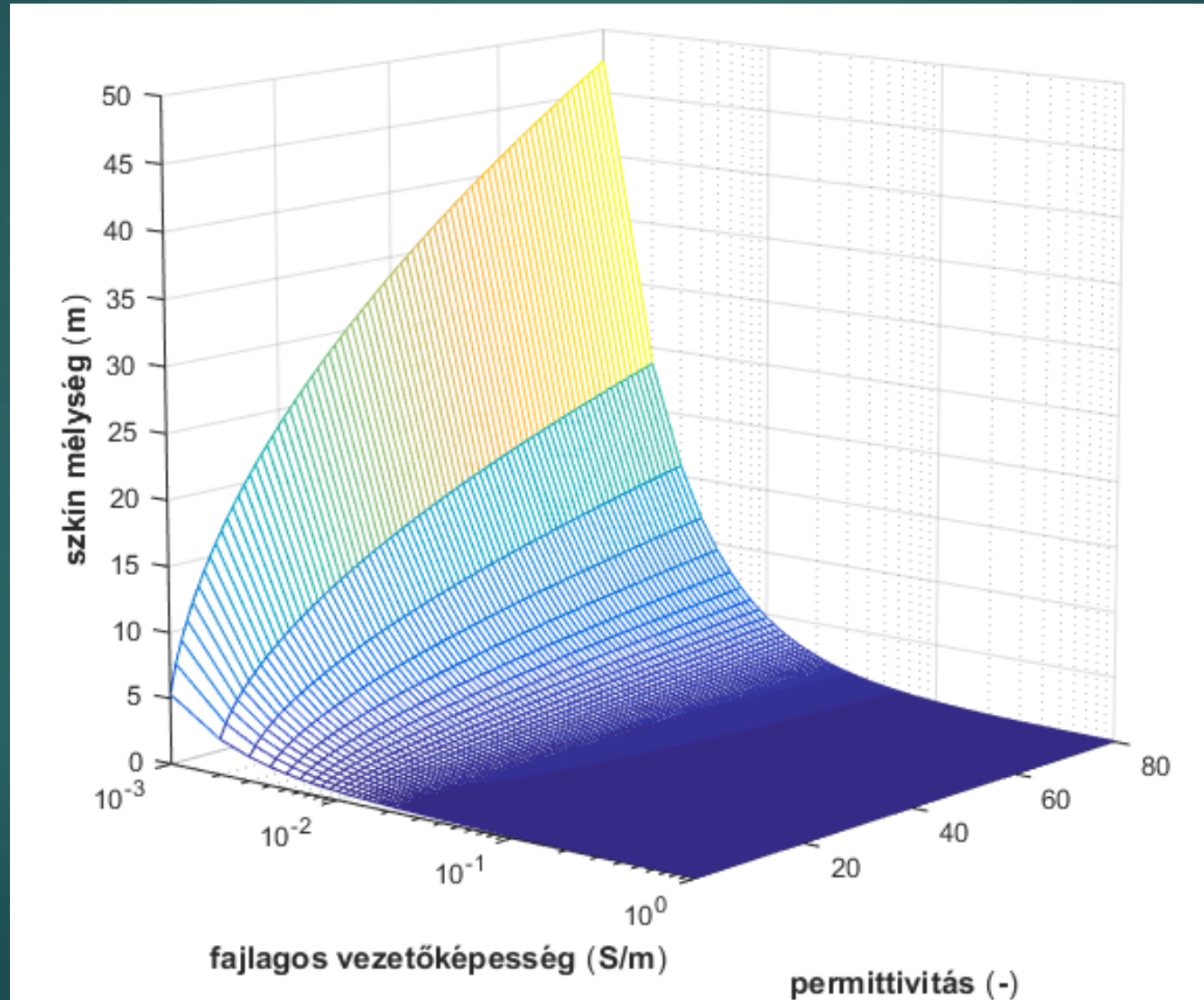
μ – mágneses permabilitás
 ε – permittivitás (dielektromos állandó)
 ε_r – relatív dielektromos állandó
 σ – fajlagos vezetőképesség
 c – fénysebesség vákuumban
 ω – körfrekvencia

Sebesség



----- dielektrikum
————— veszteséges közeg

Szkin mélység – behatolási mélység

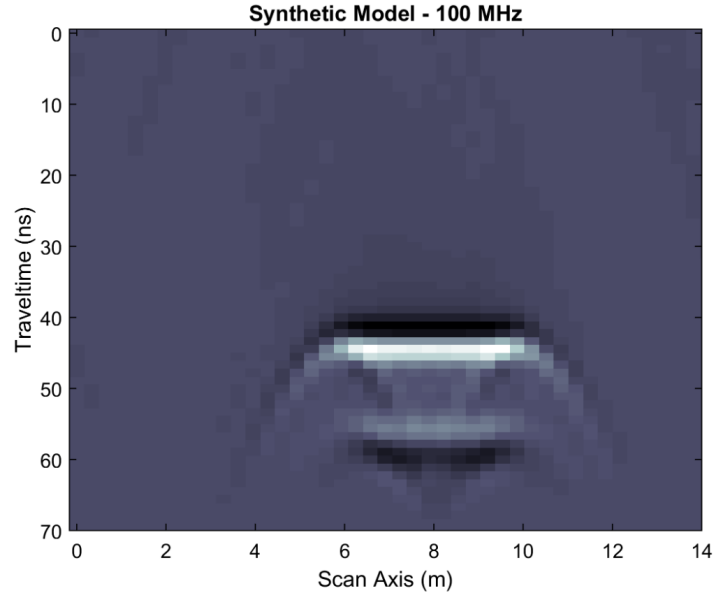


MATGPR

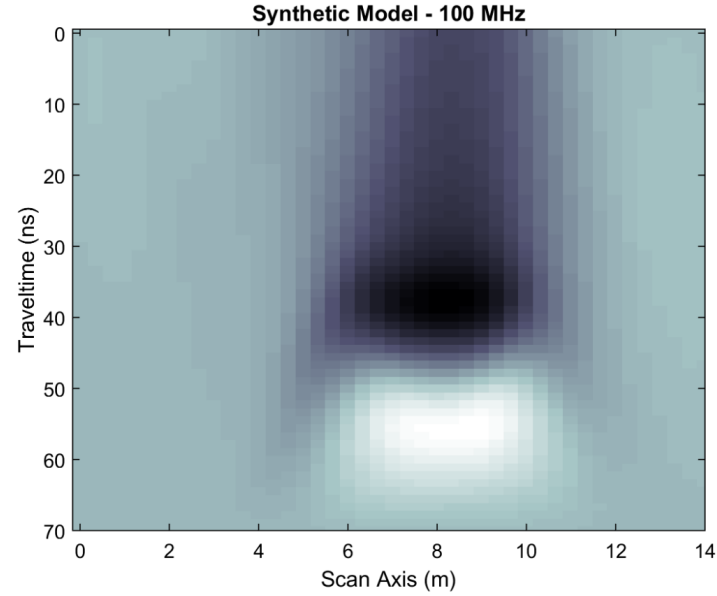
Copyright © of Andreas Tzanis, 2005, 2008, 2010, 2013, 2016. All rights reserved.

- ▶ Freeware GPR package in MATLAB (GUI)
- ▶ 2D Modellelés
- ▶ „Split-step 2D Modeling”
- ▶ „FDTD 2D Modeling”
- ▶ 3D adatok megjelenítése

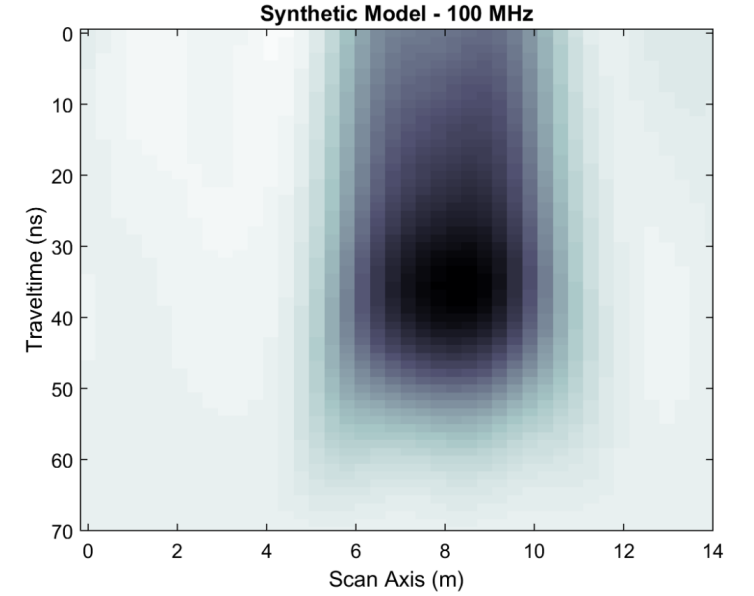
Dielektrikum és veszteséges közeg



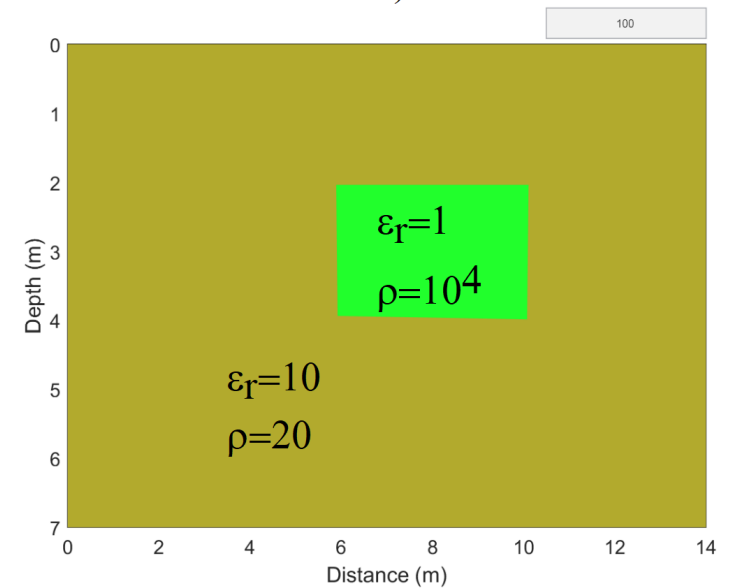
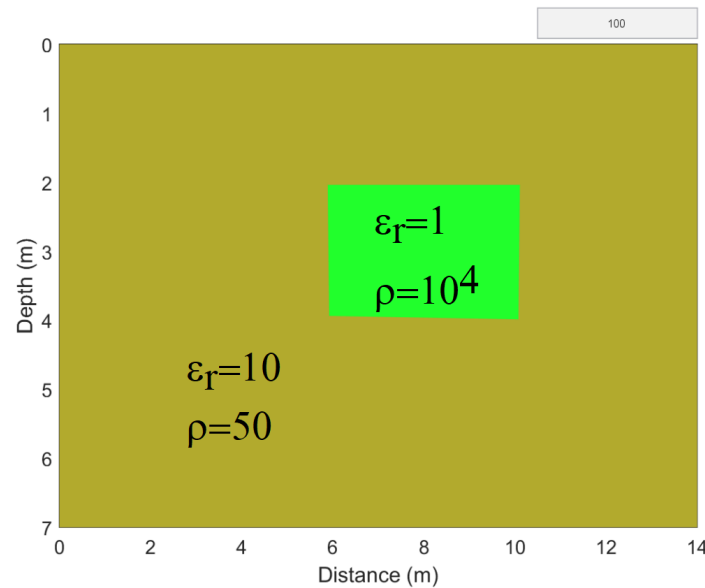
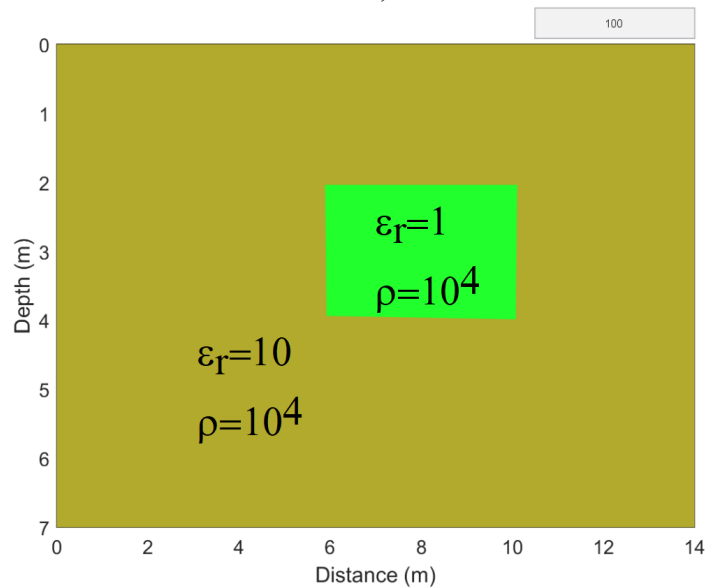
a)



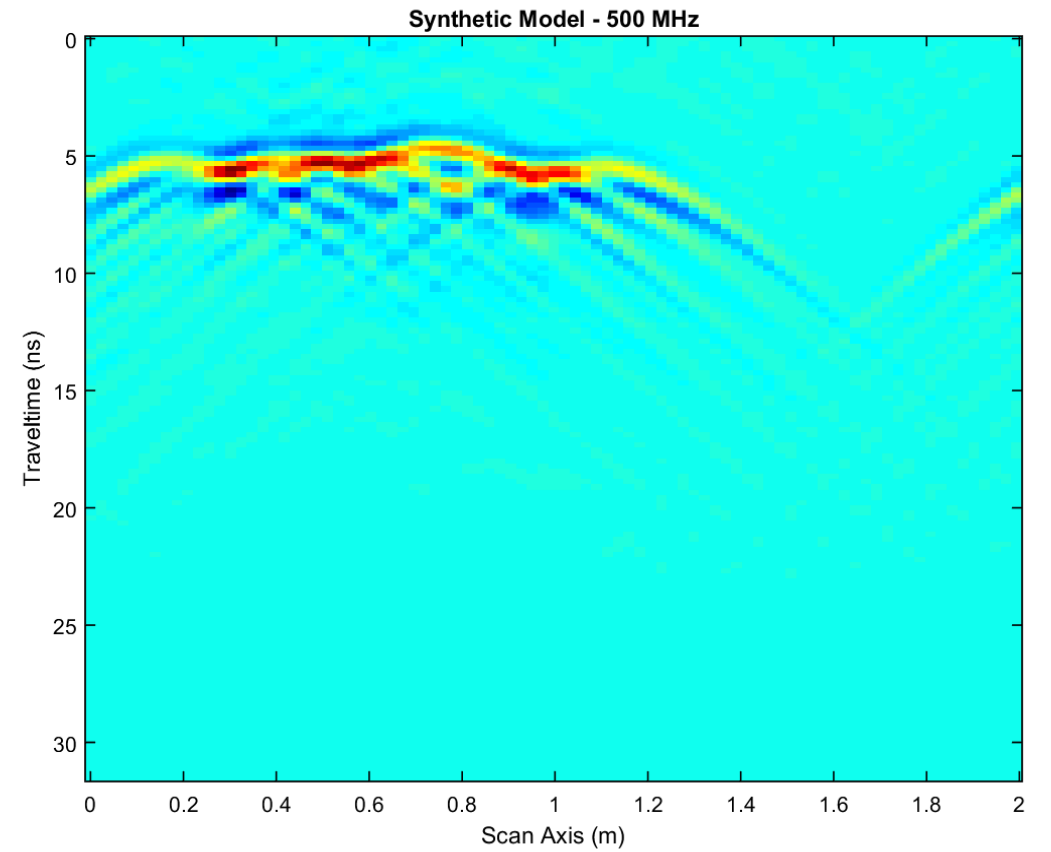
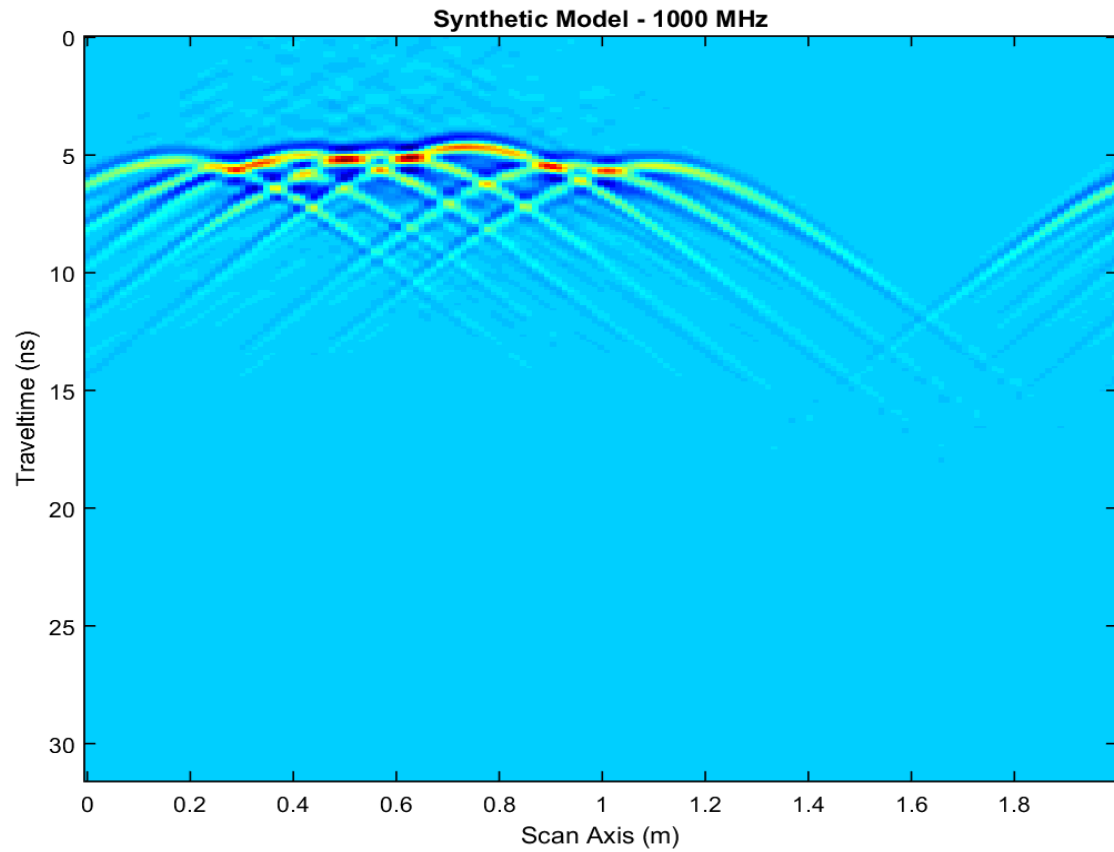
b)



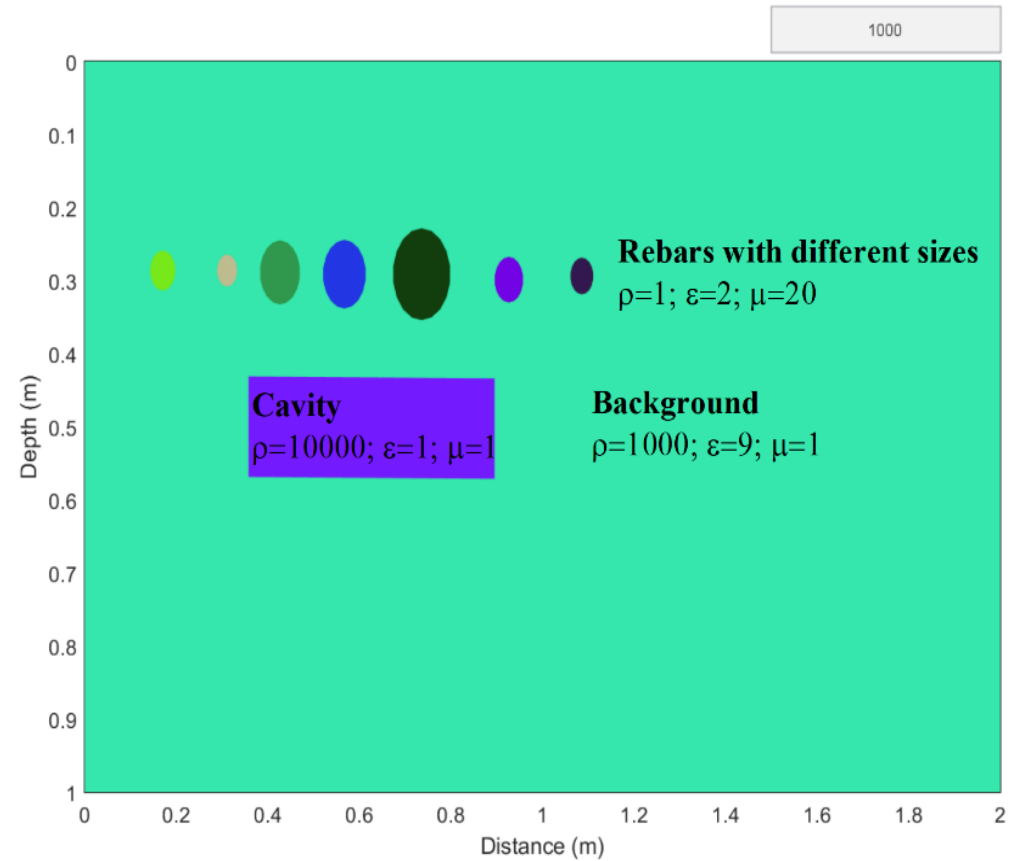
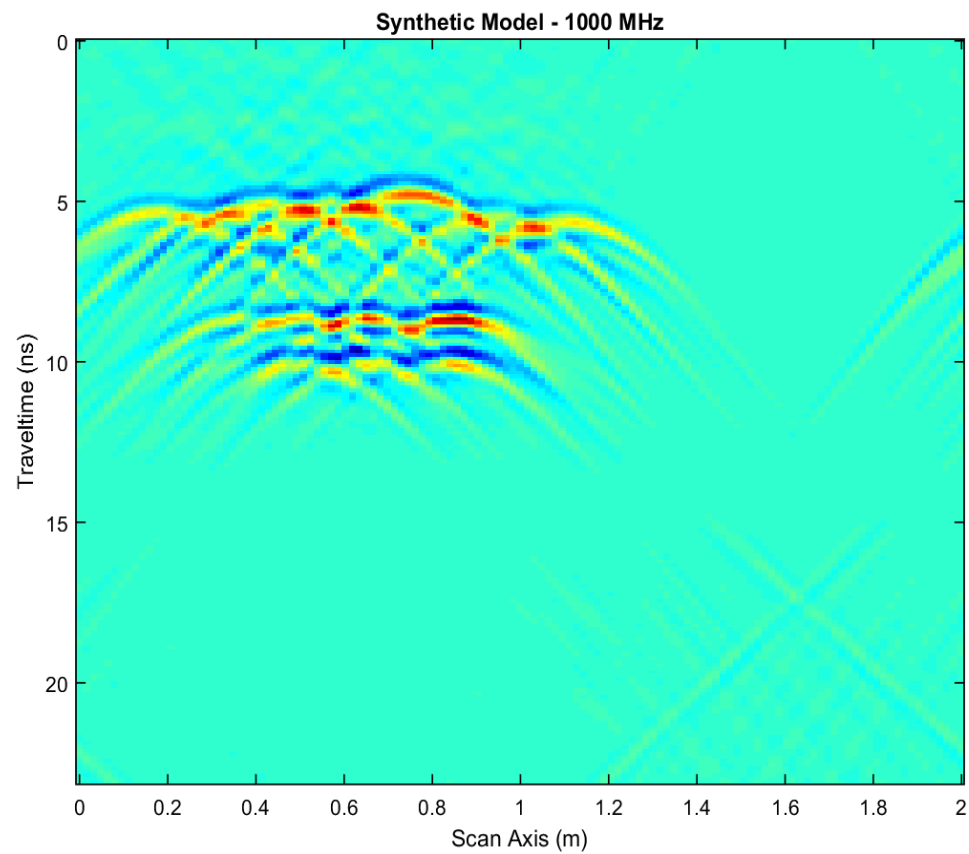
c)



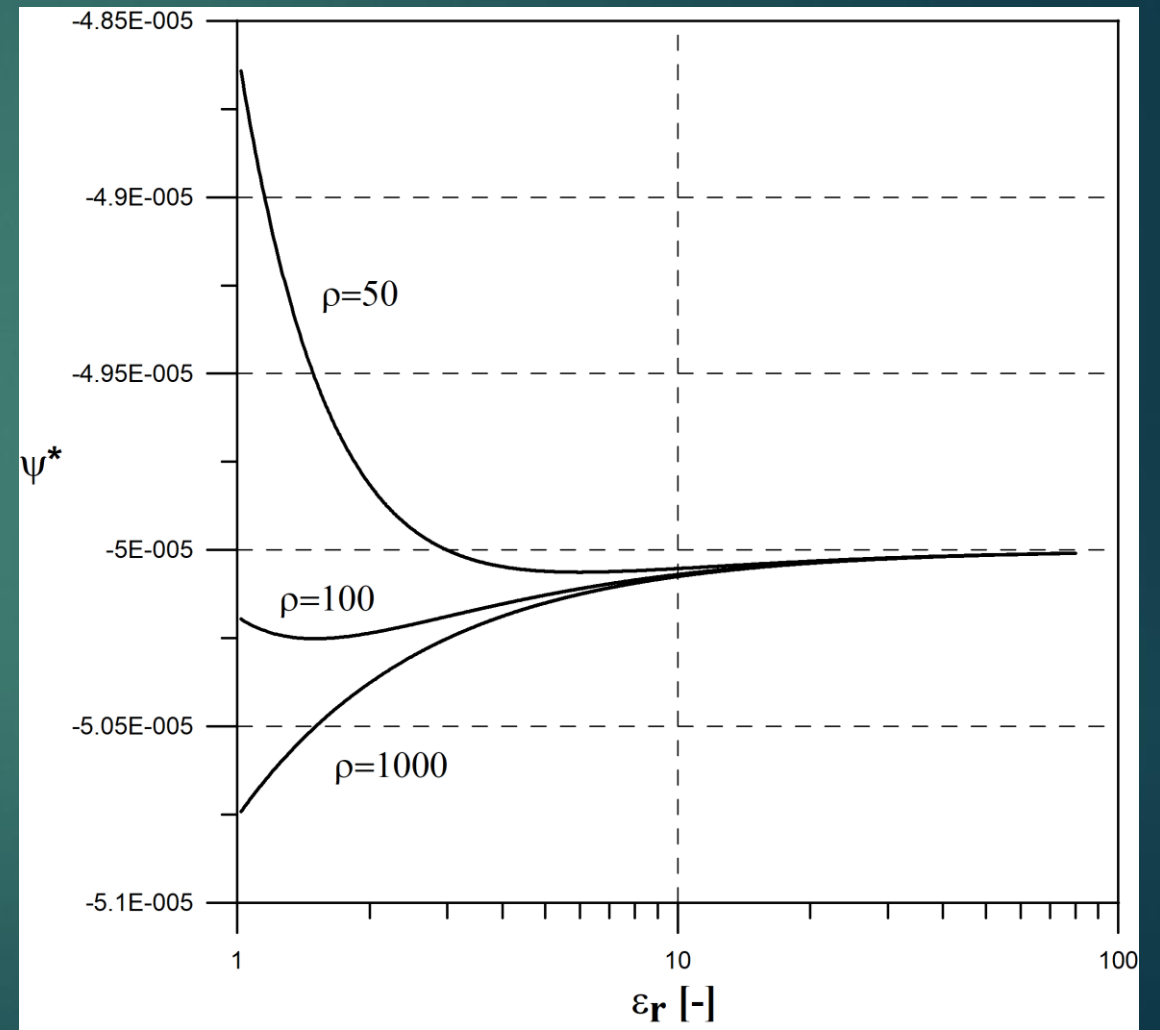
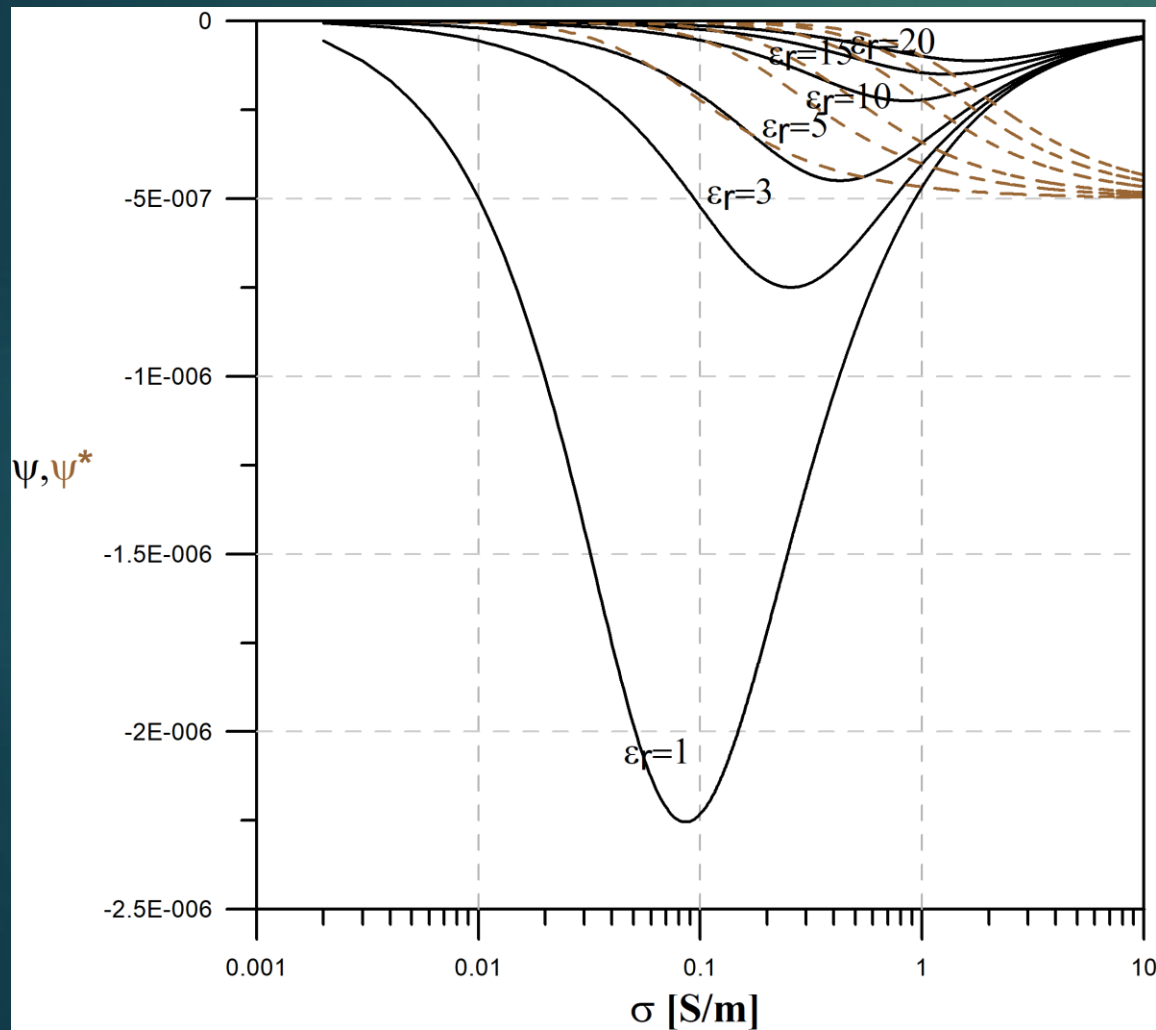
Felbontóképeség



Kimutathatóság



Paraméter érzékenységek



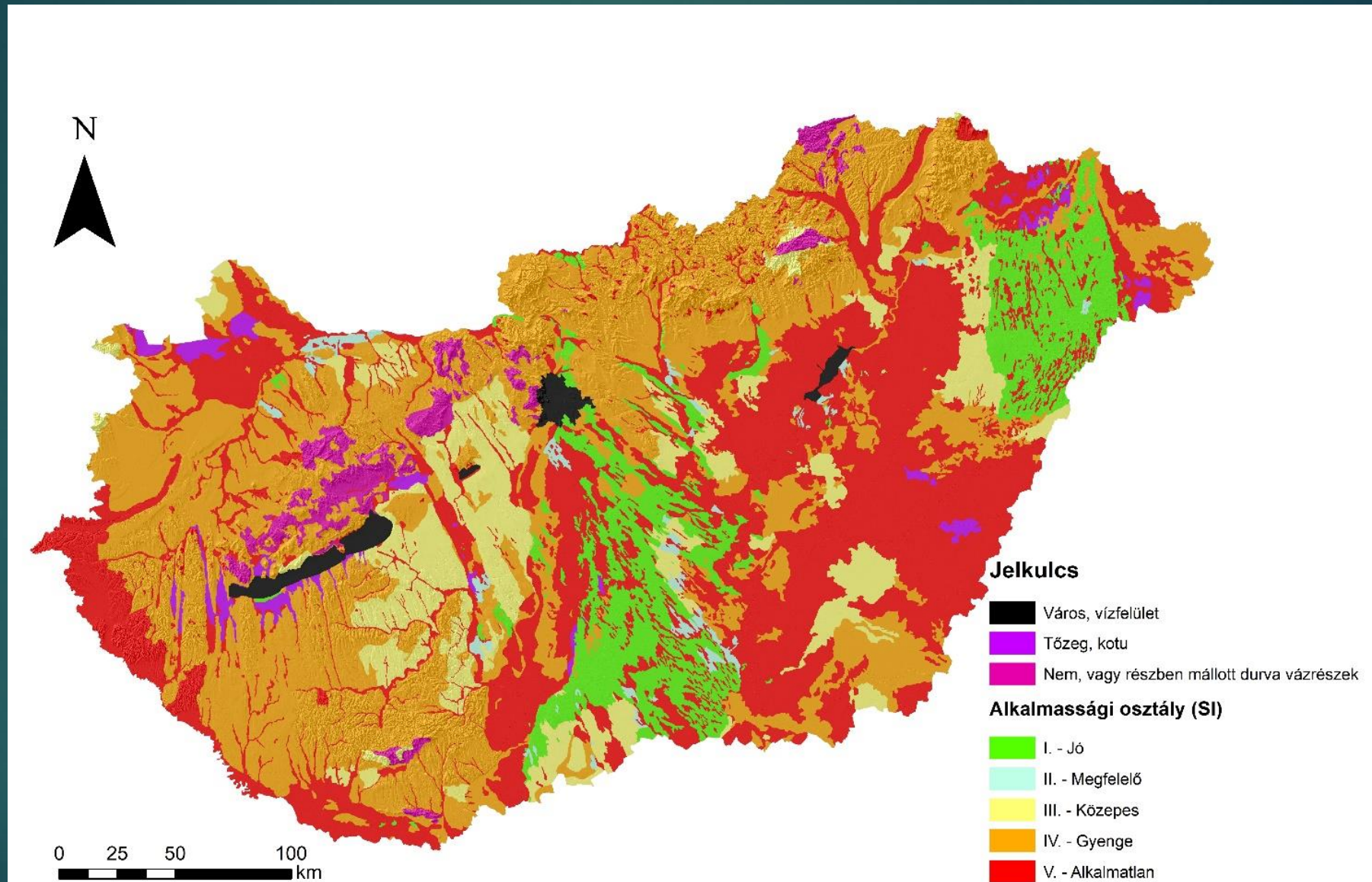
Magyarország földradar- (GPR) alkalmazhatósági térképe, fizikai és talajtani paraméterek alapján

2. táblázat A fizikai féleség (FFI), a kémhatás és mészállapot (PHI), valamint a talajtípus- (TTI) indexek összefoglalása, melyek együttesen határozzák meg a földradar-alkalmazhatósági indexet (SI)

Table 2 Summary of the texture (FFI), pH (PHI) and soil type (TTI) indexes which jointly determine the GPR suitability index (SI)

Fizikai féleség (FFI)		Kémhatás és mészállapot (PHI)		Talajtípus (TTI)	
Név	Index	Érték	Index	Név	Index
Homok	1	<5,5	-1	Homok szövetű fejletlen talajok	0
Homokos vályog	2	5,5–7	0	Közethatású talajok	0
Vályog	3	7–8,5	1	Felszínhez közel agyagfelhalmozódás	1
Agyagos vályog	4	8,5<	2	Erős agyagfelhalmozódás és pangóvíz	2
Agyag	5			Csernozjom talajok	0
				Réti csernozjomok	1
				Szikes talajok	2
				Réti és láptalajok	3

Talajalkalmassági térkép Magyarország területére



Összefoglalás

- ▶ A geofizikai módszerek fontos szerepet játszanak mind a földtani kutatási, hidrogeológiai, környezetvédelmi, régészeti, stb. feladatokban
- ▶ A Miskolci Egyetem Geofizikai Tanszéke komplett műszerparkkal rendelkezik
- ▶ A földradar (GPR) kutatás a felszínközeli vizsgálatok kiemelten fontos és relatíve jó felbontóképességű eszköze

Köszönöm a figyelmet!

