



***Földtudományi határterületek, 2016***

***Elektromágneses és mechanikus hullámok az orvosi diagnosztikában és a földtani kutatásban, 2016 febr. 17***

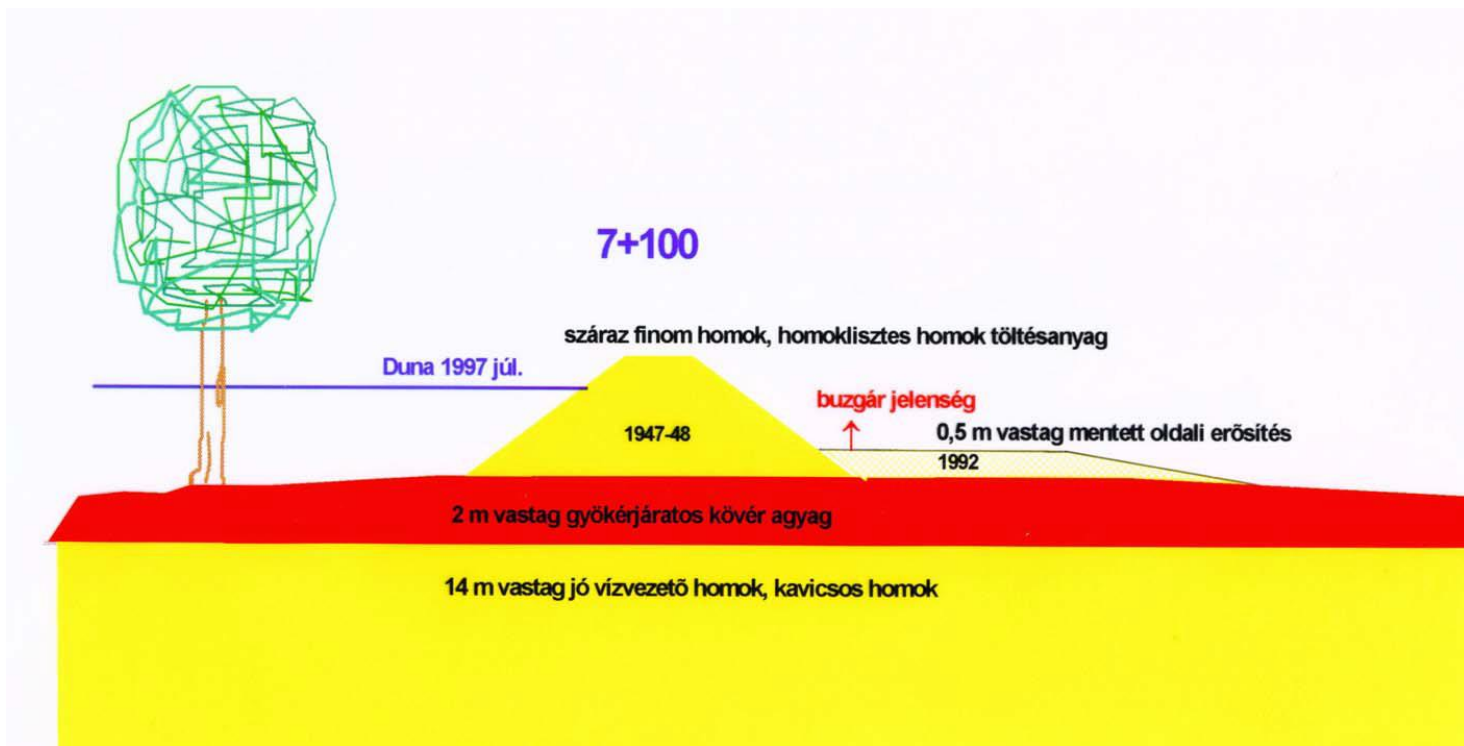
**Törös Endre, Prónay Zs, Tildy P. Taller G., Neduczka B**

**MéRNÖKI objektumok, műtárgyak földtani környezetének diagnosztikája geofizikai módszerekkel**



# Földrengések





# Árvizek, buzgárok



# Löszkutak





# Rézsűcsúszás



# Műtárgyak tervezése



# Műtárgyak tönkremenetele



# Kolontár 2010





# A leggyakrabban alkalmazott mérnökgeofizikai módszerek

## Egyenáramú elektromos

- fajlagos ellenállás (közetek nedvességtartalma)

## Szeizmikus, akusztikus

- anyagok mechanikai tulajdonságai
- rugalmas hullám terjedési sebessége,
- az anyag sűrűsége (rugalmas alakváltozás)

## Radar (GPR)

- dielektromos állandó, fajlagos ellenállás
- EM hullámsebesség (gyors, nagy felbontóképesség)

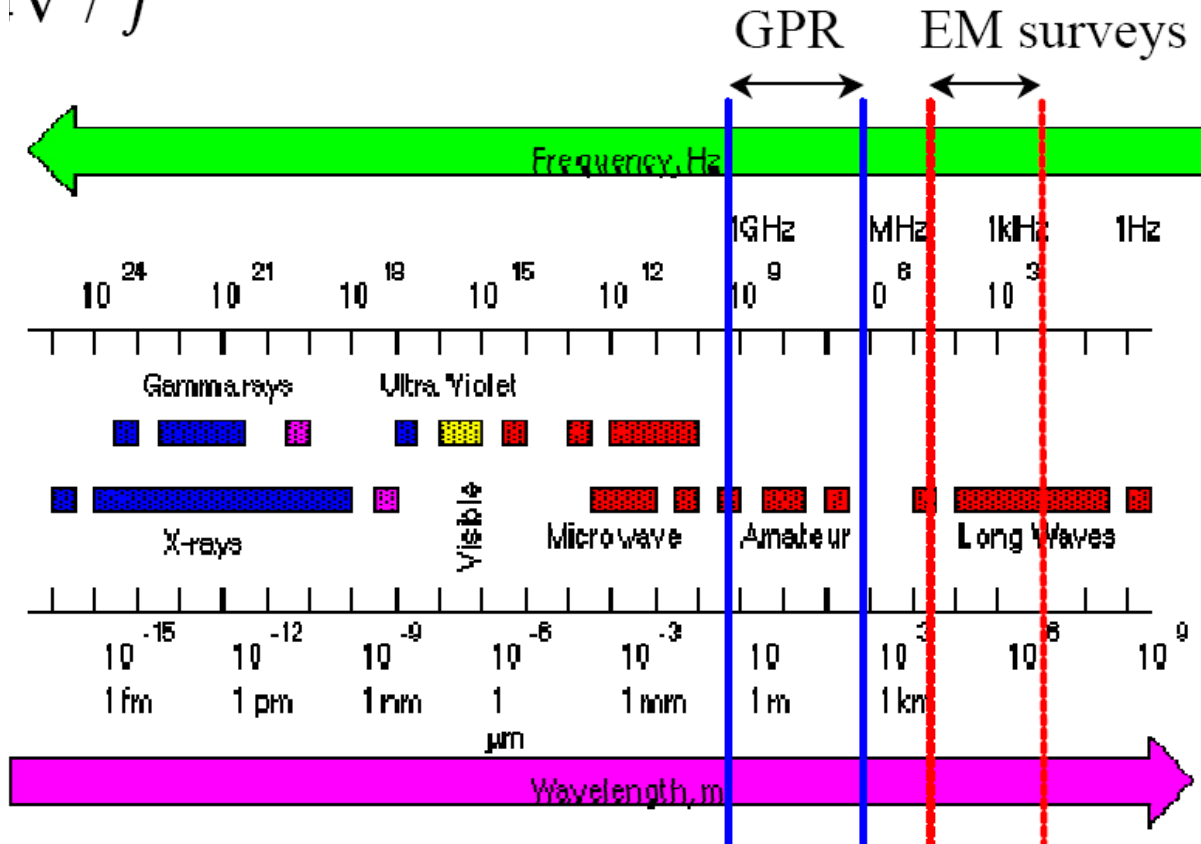
## Egyebek

- elektromágneses vizsgálatok, mikrogravitáció, termikus módszerek, izotópos vizsgálatok,

# Elektromágneses hullámok – radar (GPR) alkalmazás

- az EM hullámok a fénysebességgel terjednek ( $3 \times 10^8 \text{ ms}^{-1}$ )
- a GPR a 10-1000 MHz közötti EM hullámokat használja, aminek a hullámhossza  $10^{-1} - 100 \text{ m}$

$$\lambda = c / f$$

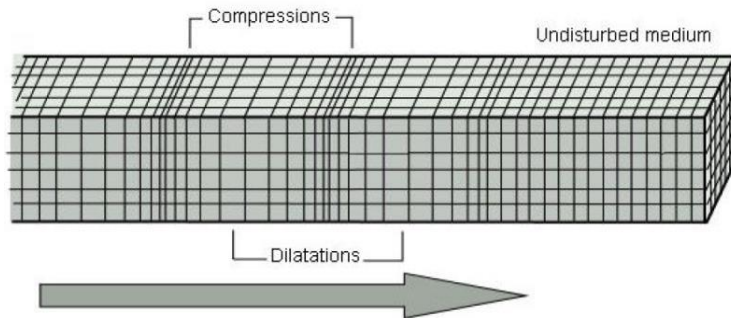


Ha  $RQD > 10\%$

$$Q = (RQD/J_n) \times (J_r/J_a) \times (J_w/SRF) \times UCS/100$$

szerkezet x nyírósszilárdság x feszültség

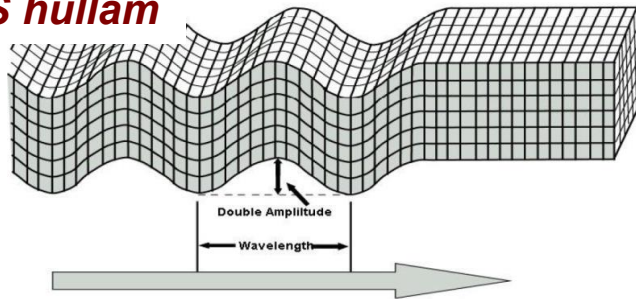
**P hullám**



$V_P$

$$Q(V_P) = 10^{\frac{V_P - 3500}{1000}}$$

**S hullám**



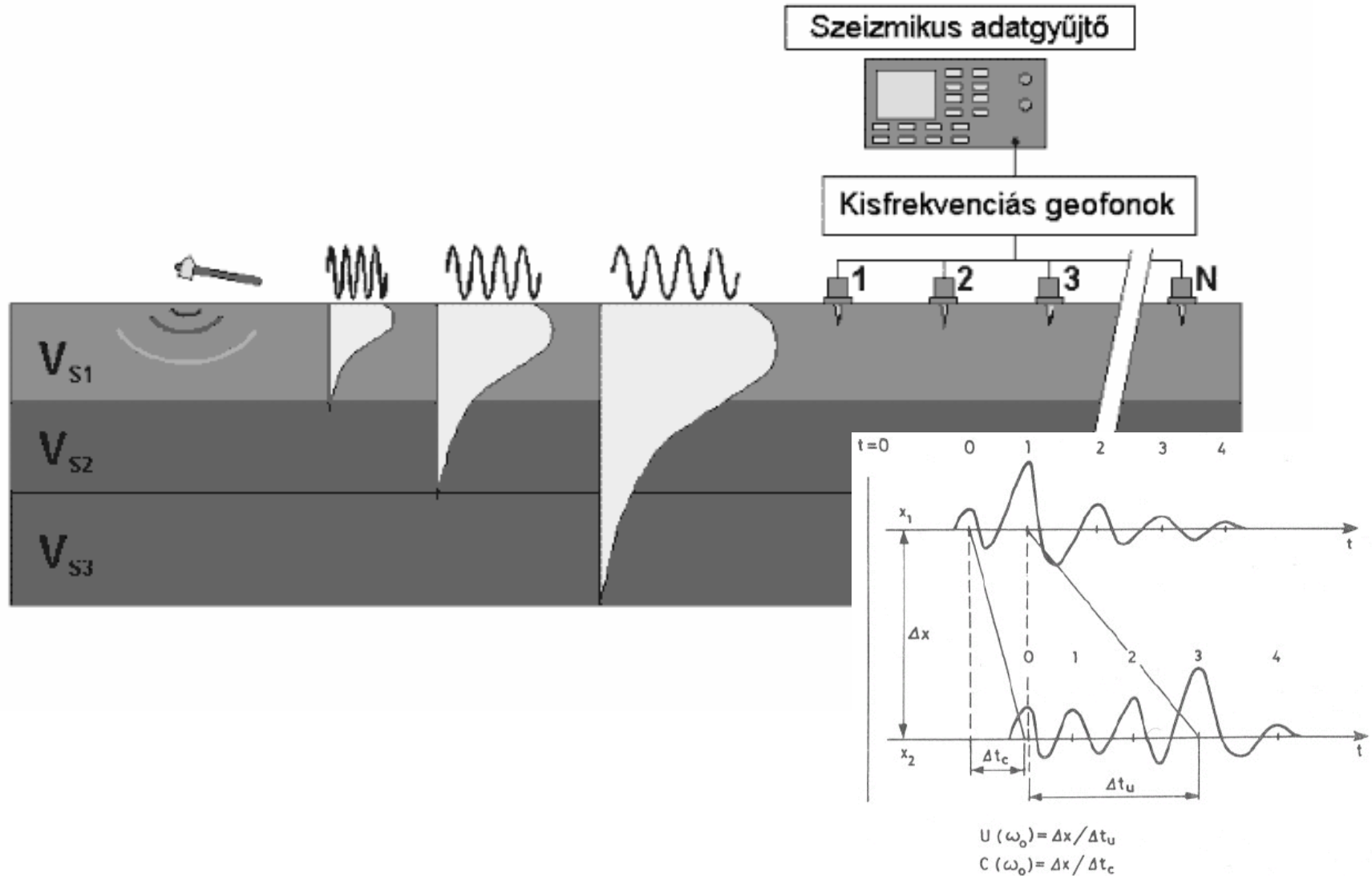
$V_S$

$$RQD; RMR; Q(V_P, V_S) = ?$$

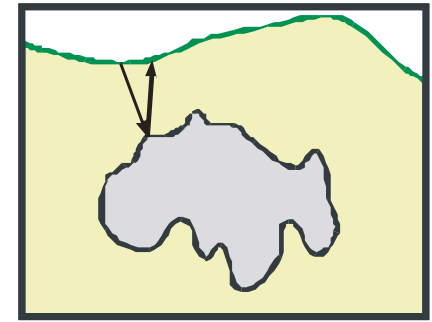
A Q osztályozás (Grimstadt és Barton, 1993)  
és a „szeizmikus rendszer” kapcsolata

Mechanikai hullámok – szeizmikus alkalmazás

# Felületi hullám csoportsebességének mérése



# Barlangkutató fizikai alapjai



## Reflexiós koefficiens Földradar módszer esetén

$$R = \frac{1 - \frac{V_1}{V_2}}{1 + \frac{V_1}{V_2}}$$

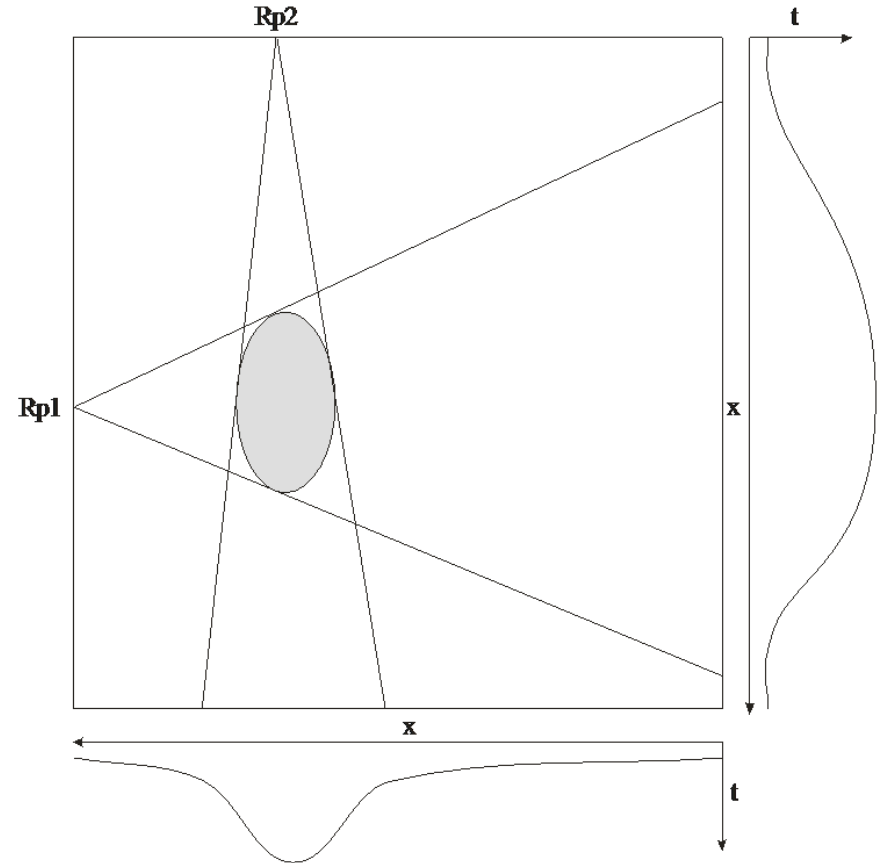
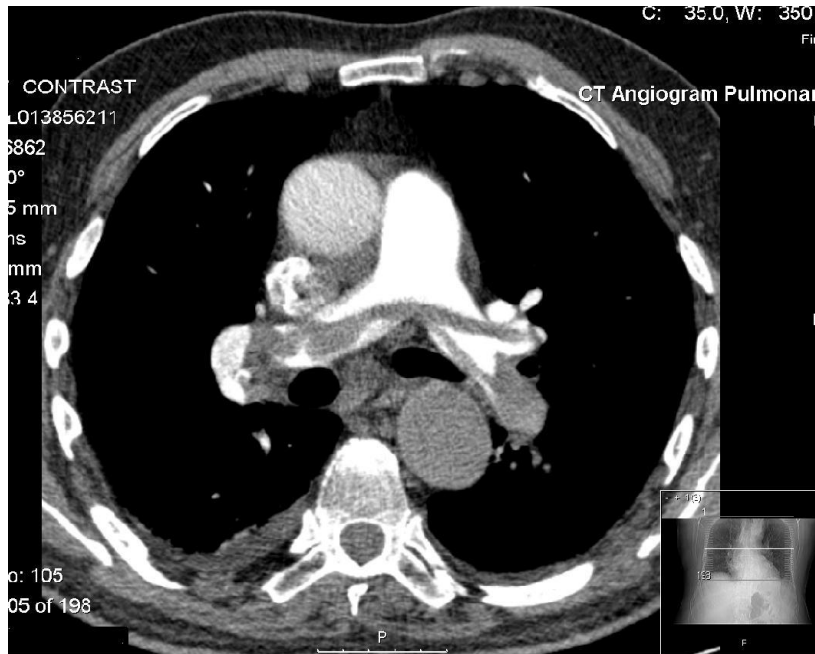
Kitöltő anyag	$V_2$ [m/ns]	R
Levegő	0.3	- 0.43
Víz	0.033	0.57
Agyag	0.06	0.33
Mészkö	0.12	

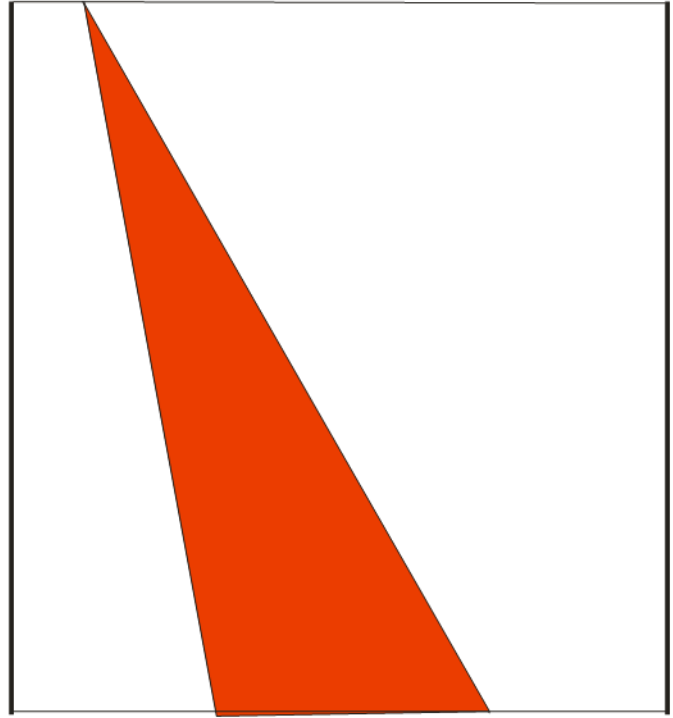
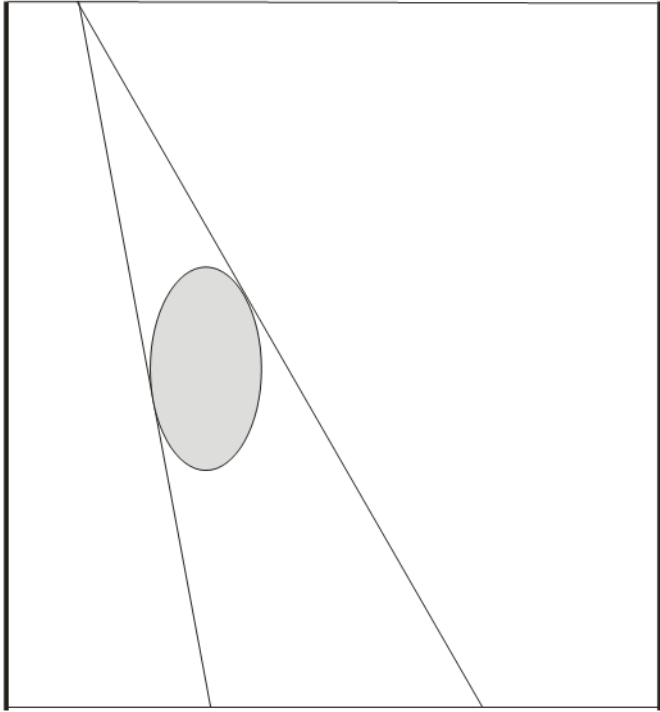
## Reflexiós koefficiens Szeizmikus módszer esetén

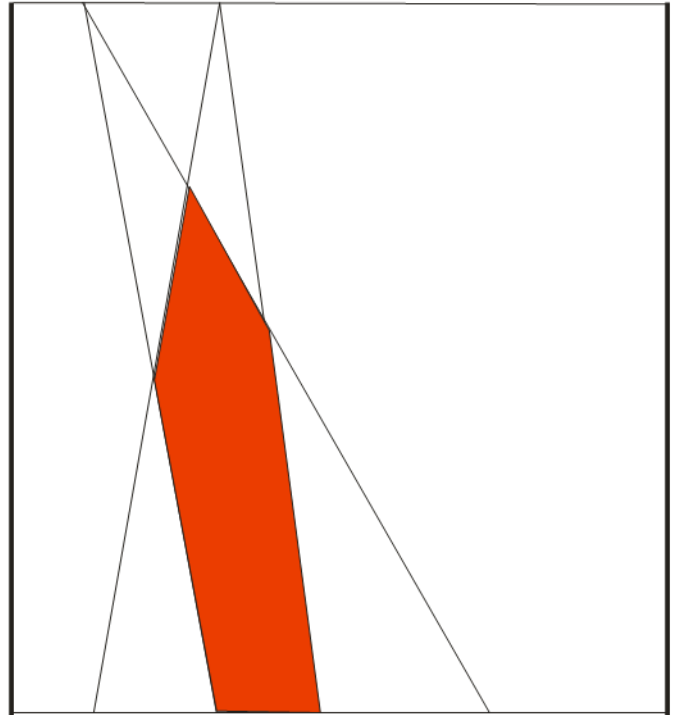
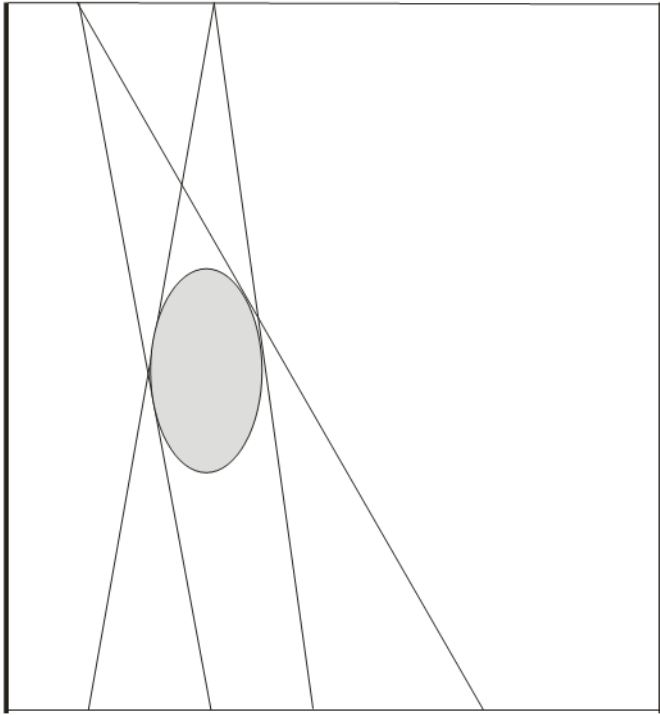
$$R = \frac{1 - \frac{\rho_1 V_1}{\rho_2 V_2}}{1 + \frac{\rho_1 V_1}{\rho_2 V_2}}$$

Kitöltő anyag	$\rho_2$ [kg/m <sup>3</sup> ]	$V_2$ [m/s]	R
Levegő	~0.0	330	- 1.0
Víz	1000	1500	- 0.76
Agyag	1900	1800	- 0.52
Mészkö	2700	4000	

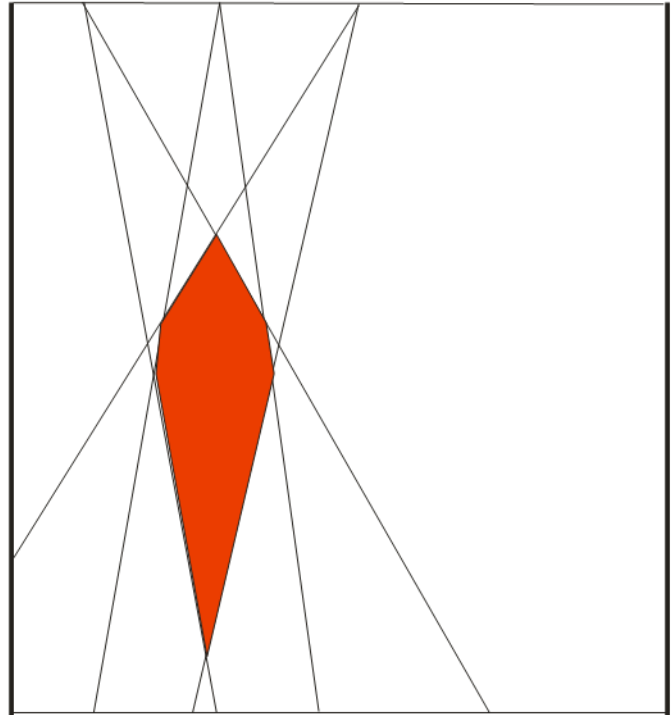
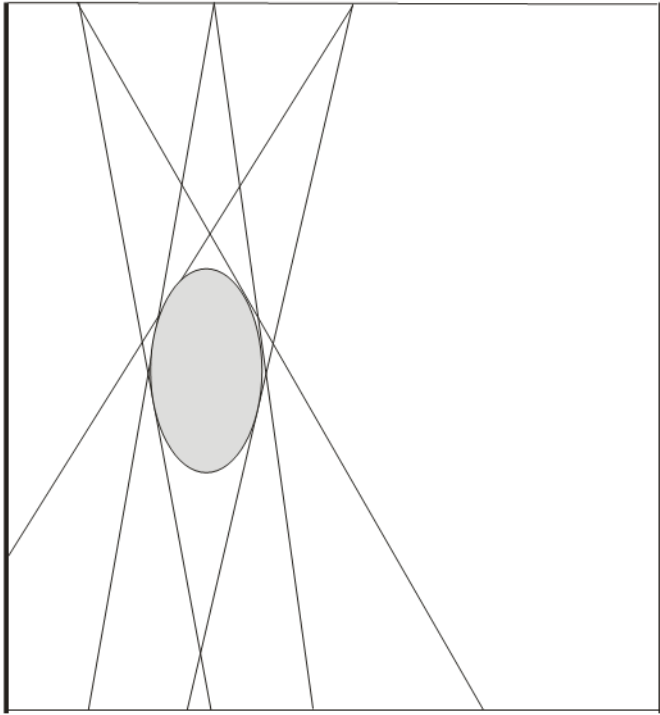
# A tomográfia elve I.

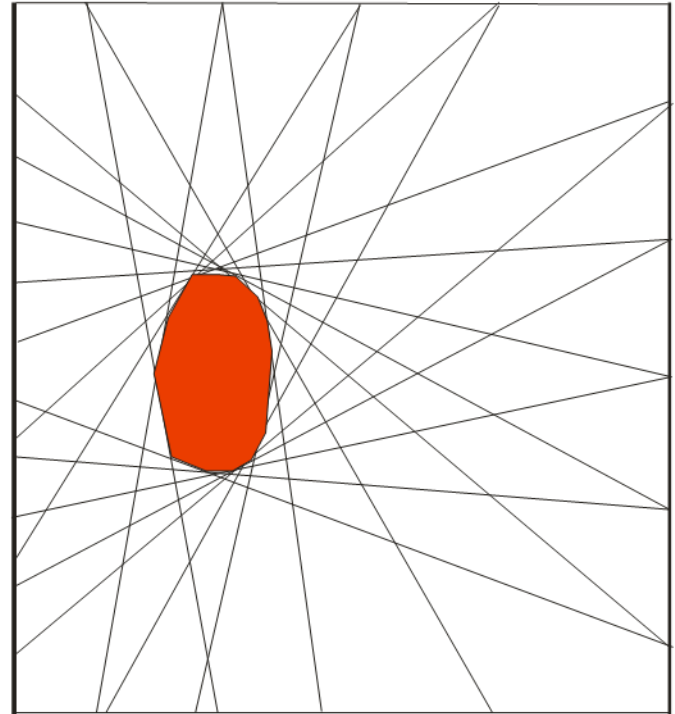
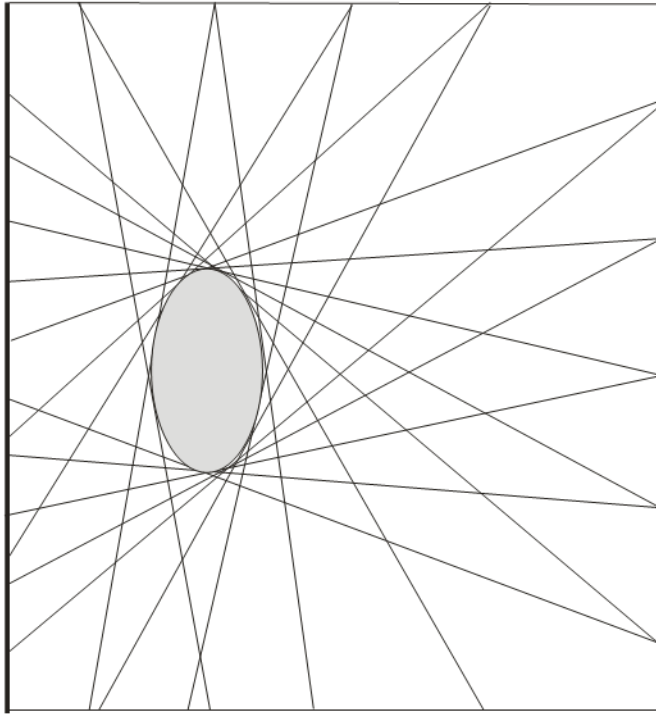




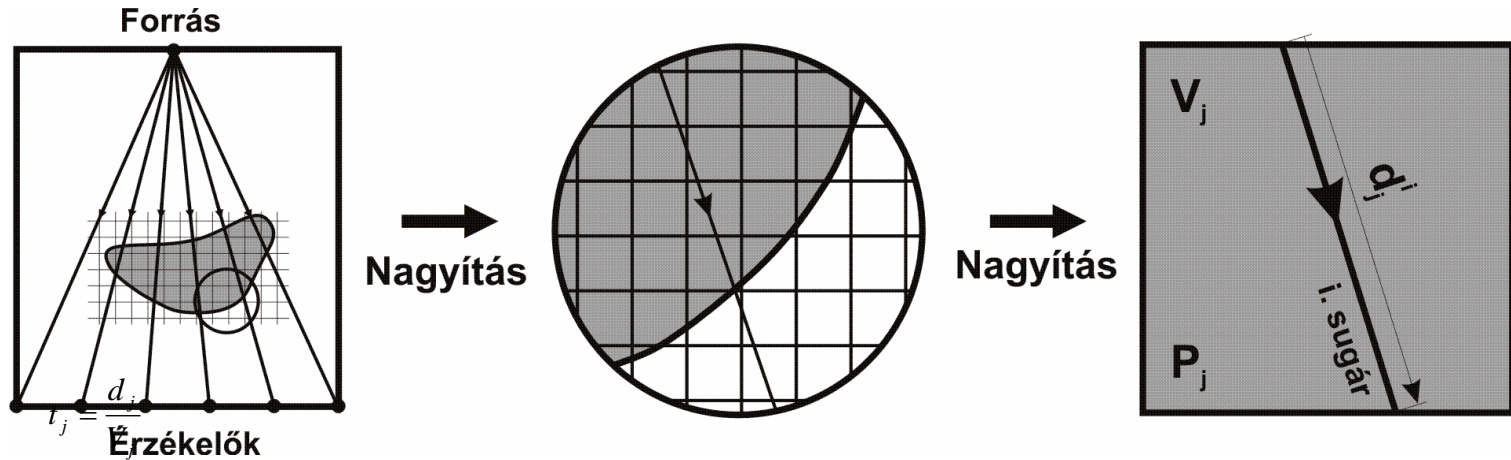








# A tomográfia elve II.



áthaladási idő egy cellára:

$$t_j = \frac{d_j}{V_j}$$

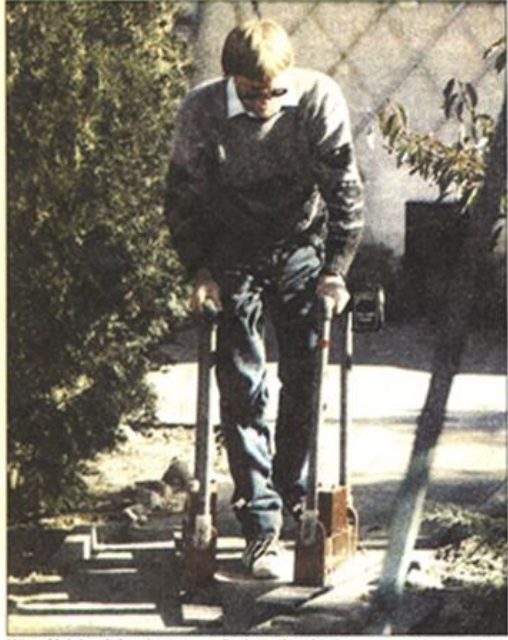
teljes áthaladási idő az i-edik sugárra:  $T^i = \sum_{j=1}^N t_j = \sum_{j=1}^N \frac{d_j^i}{V_j}$

***Fontosabb mérnökgeofizikai  
műszerek***

# Fajlagos ellenállás szelvényezés terepen



## Pándy másik házát kutatják



Művelettel vizsgálják a talaj tápanyagot Pándy Árnaként házában

Molnár Péter fotója



A radarmérés  
eszközrendszerének  
fejlődése



Húzott szeizmikus  
terítés gáttesten



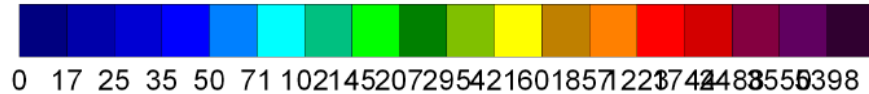
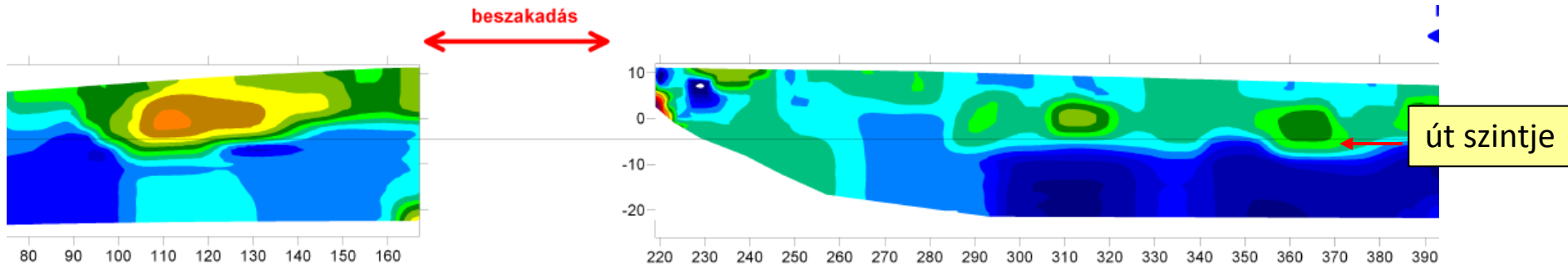
# Sokcsatornás szeizmikus vízi mérés

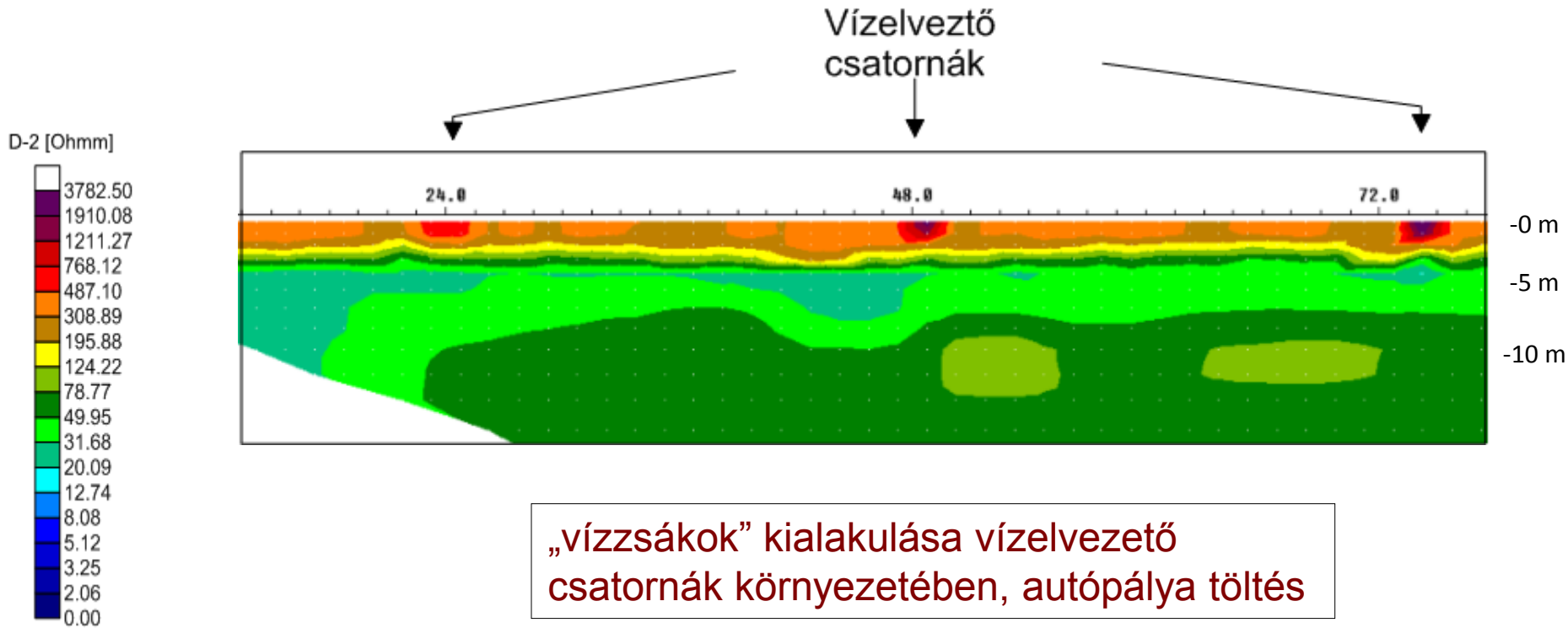


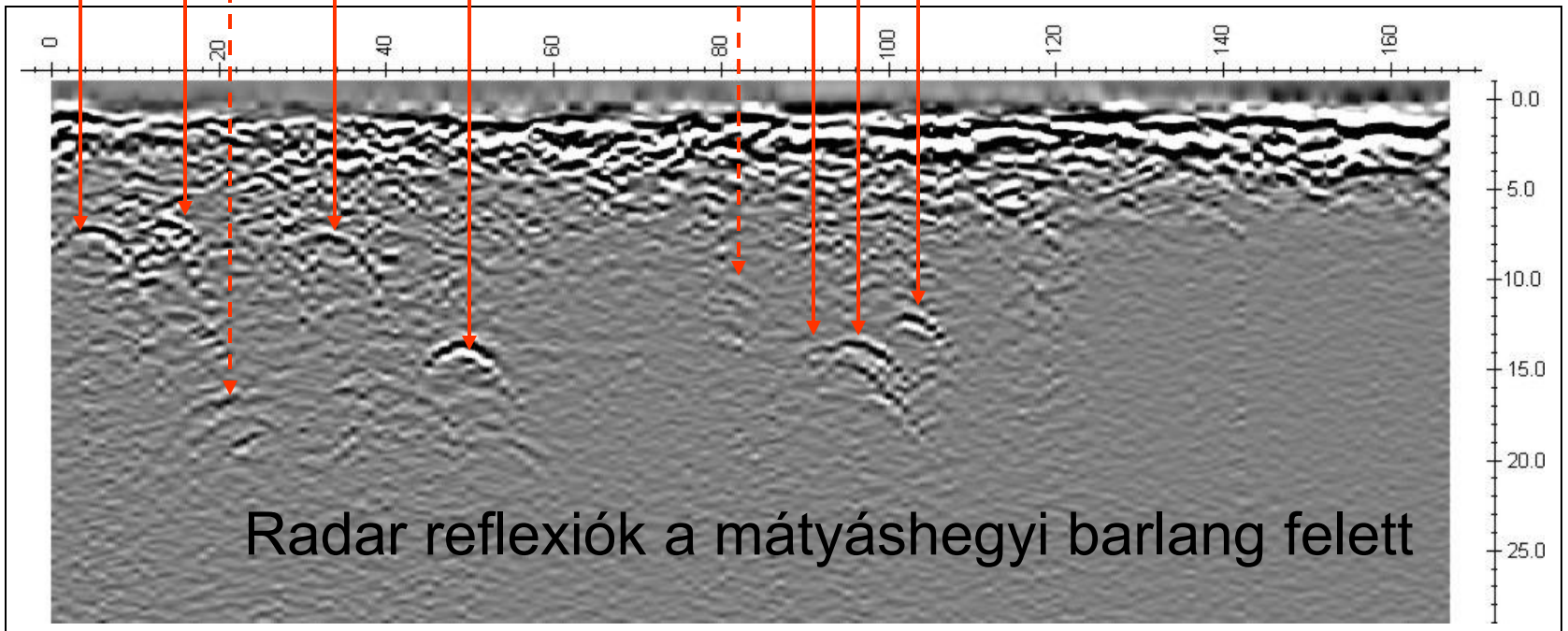
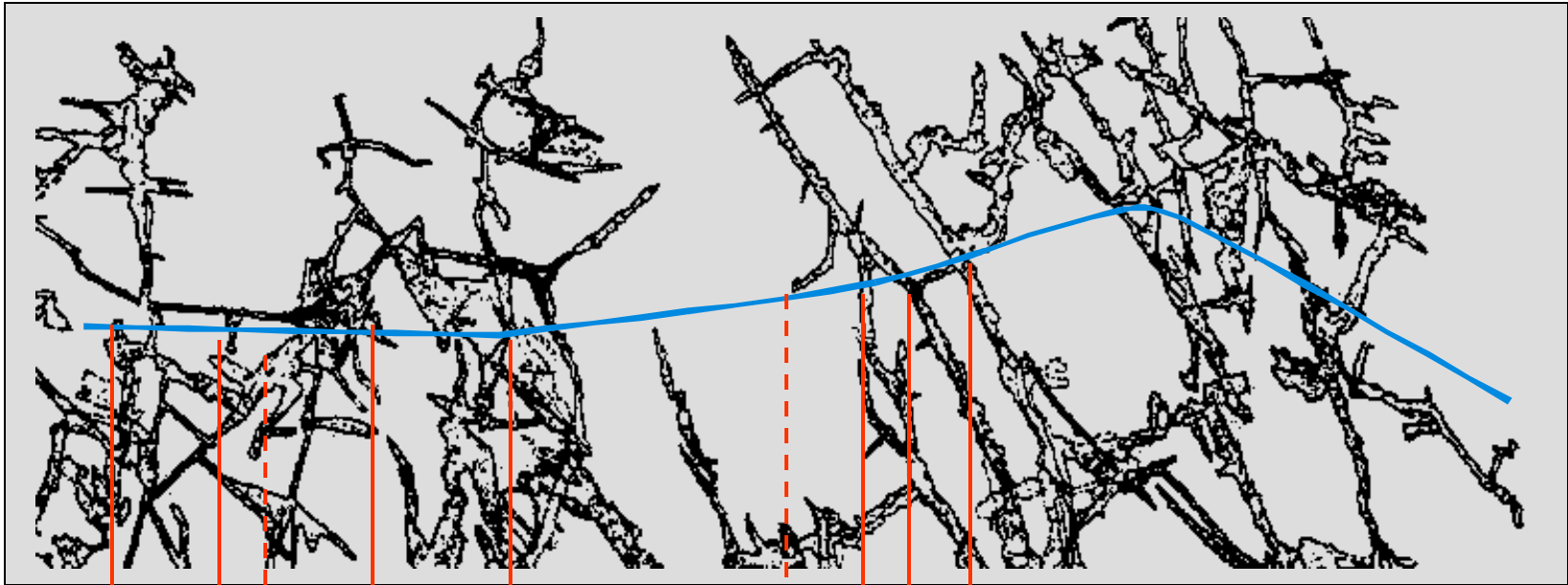


***A földtani közeg  
leképezése 2D-ben***

# Annahegy az M0-ás építésekor

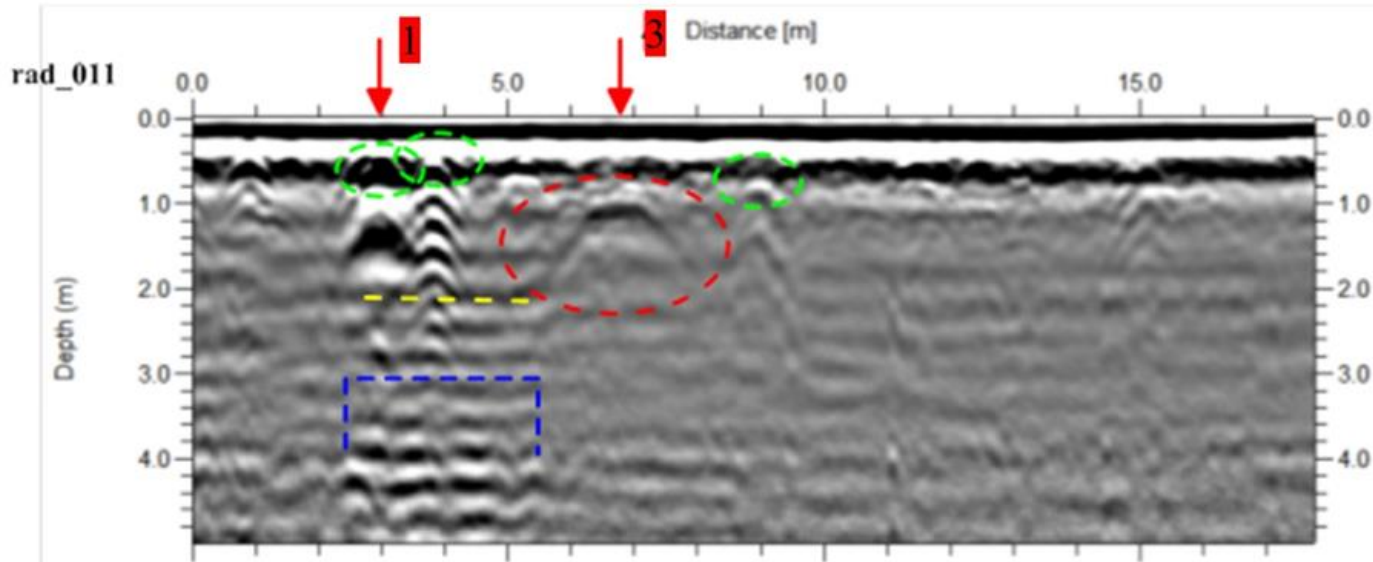
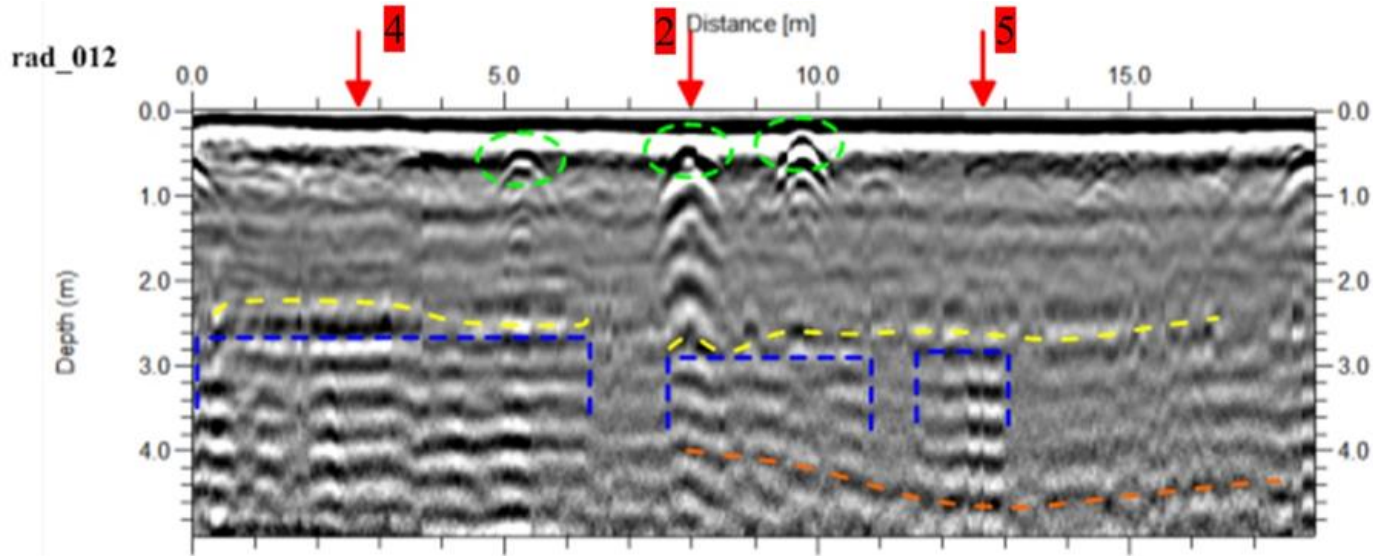




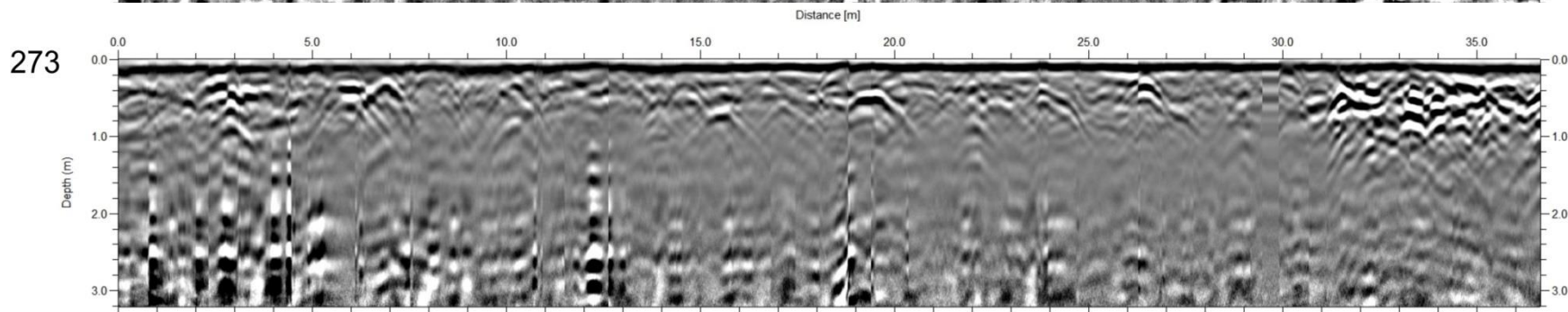
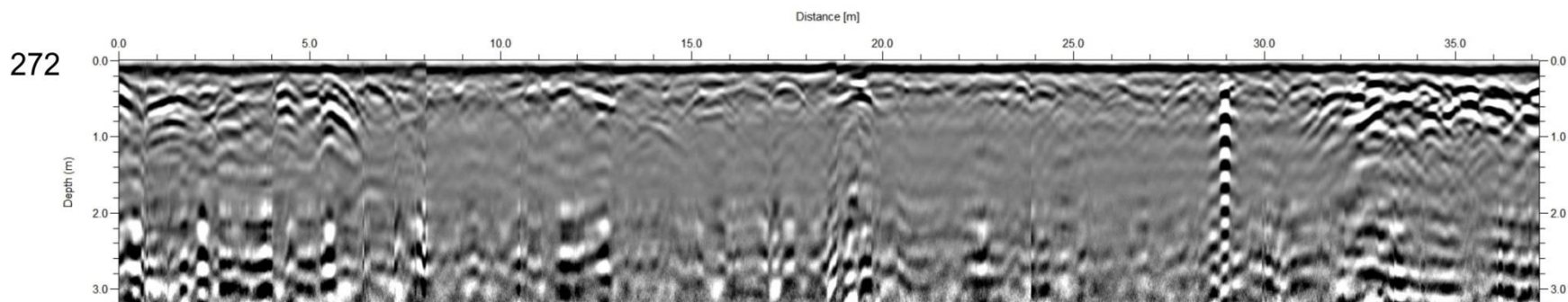


Radar reflexiók a mátyáshegyi barlang felett

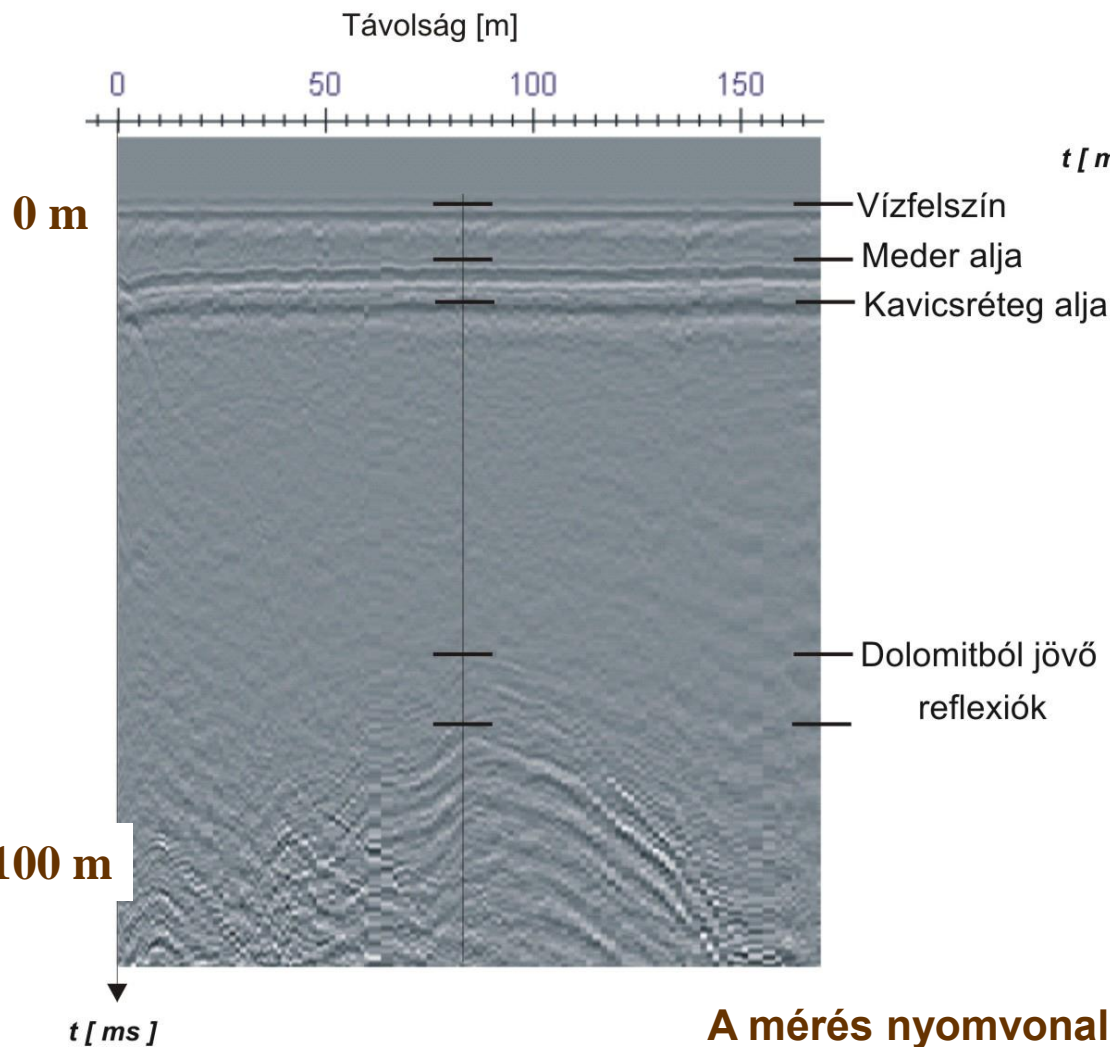
# Löszkutak a radarfelvételeken



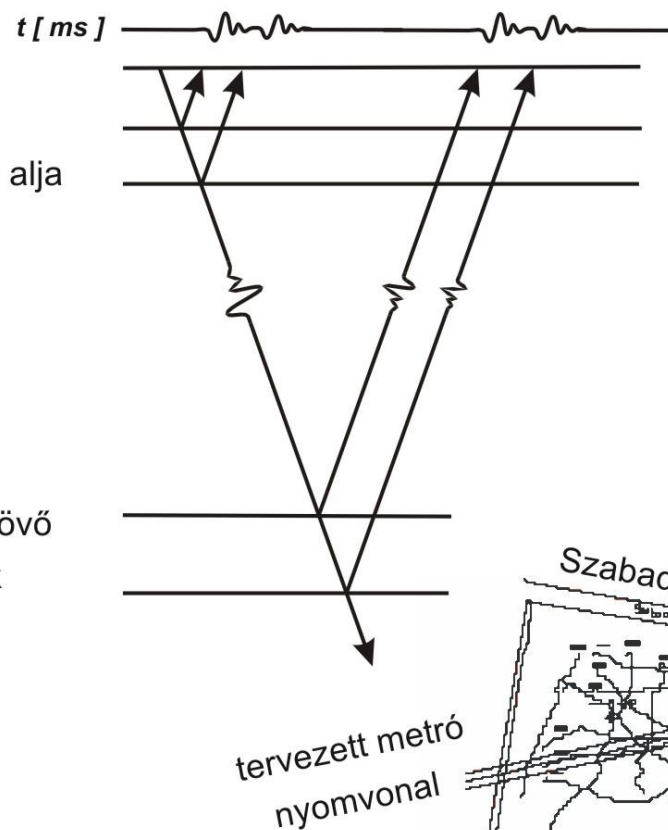
# Árvíz által átmosott rétegsor



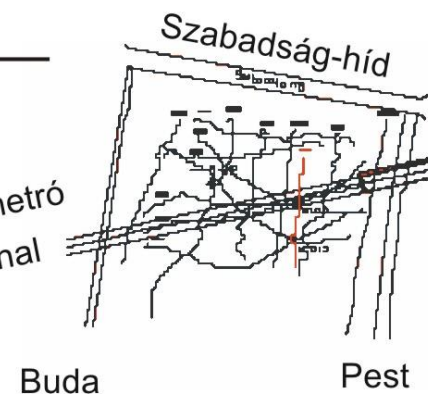
# Az M4 metró optimális nyomvonala a Duna alatti átvezető szakaszon



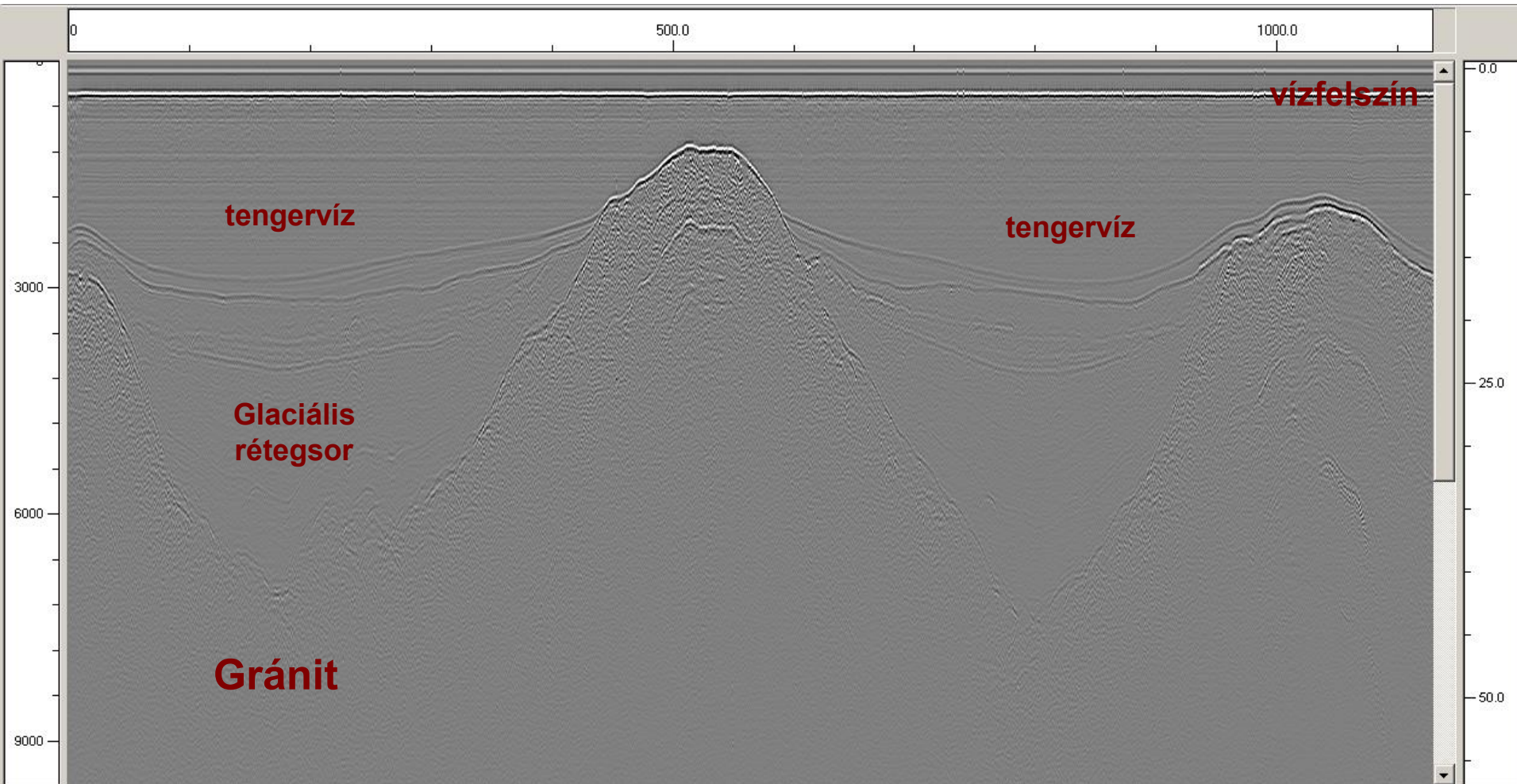
## A reflektáló felületekről beérkező hullámok



## A mérés nyomvonala (piros vonal)



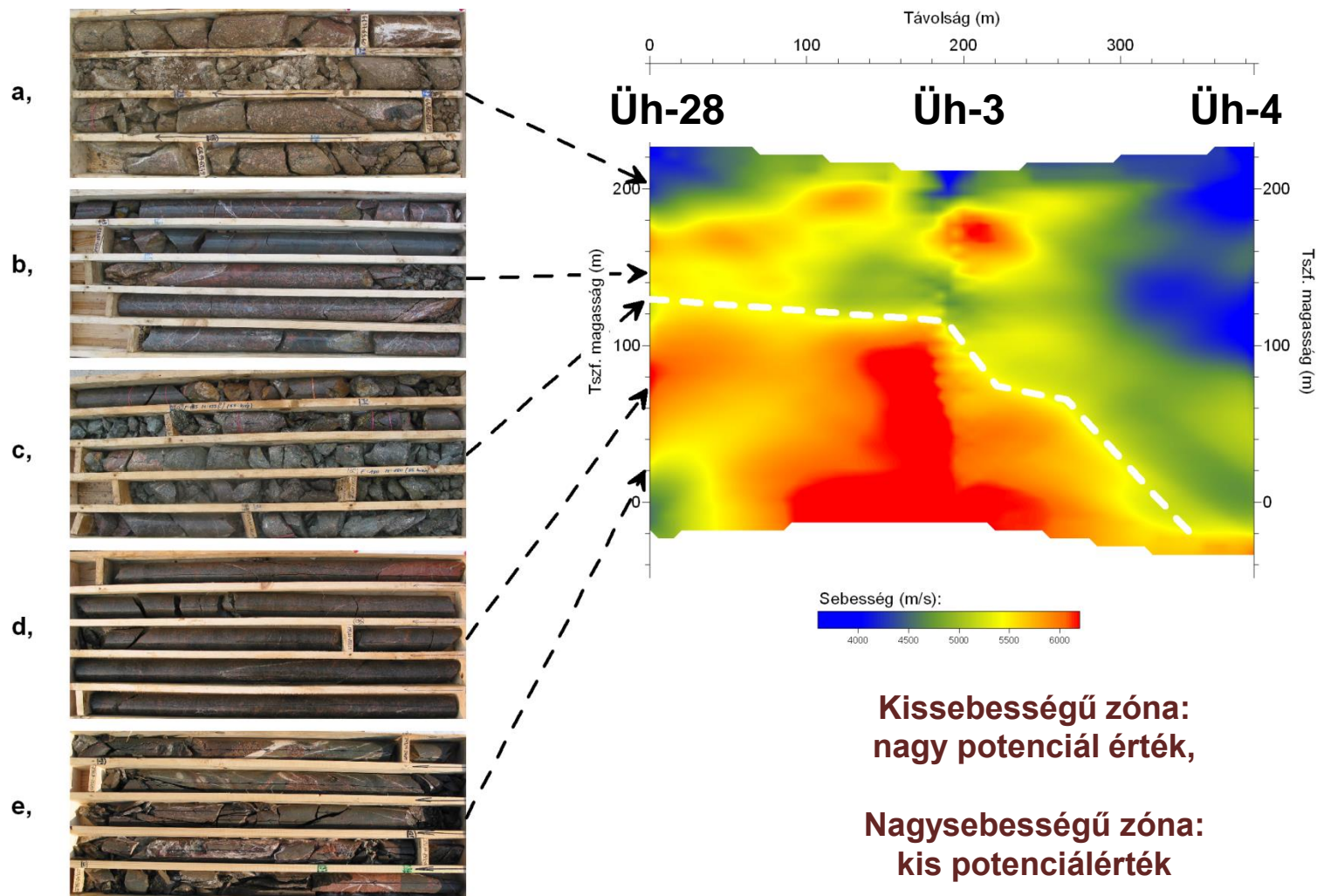
# Vízfelszínen mért jellegzetes szeizmikus/szonár felvétel (Stockholm, Förbifart csatorna)





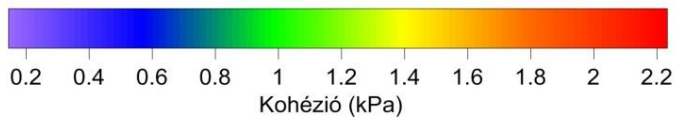
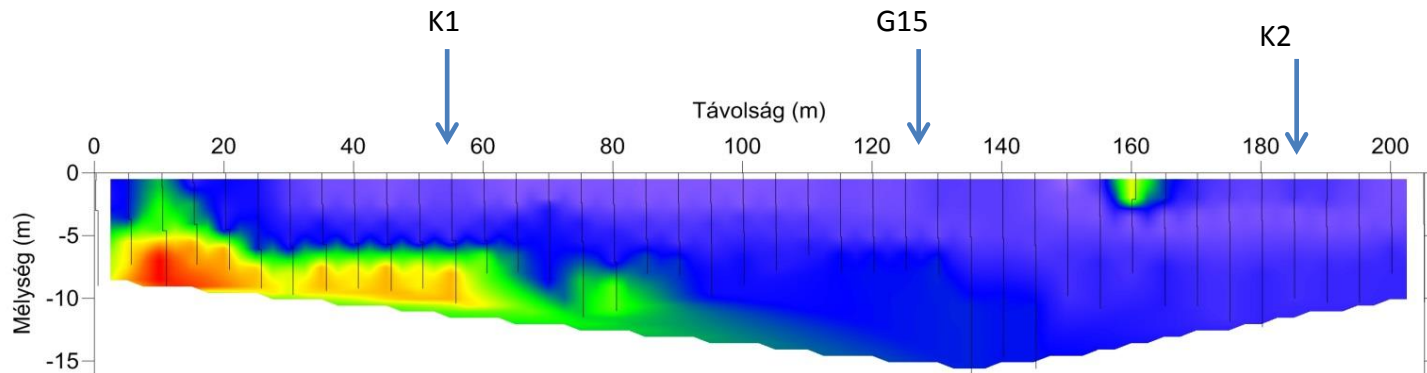
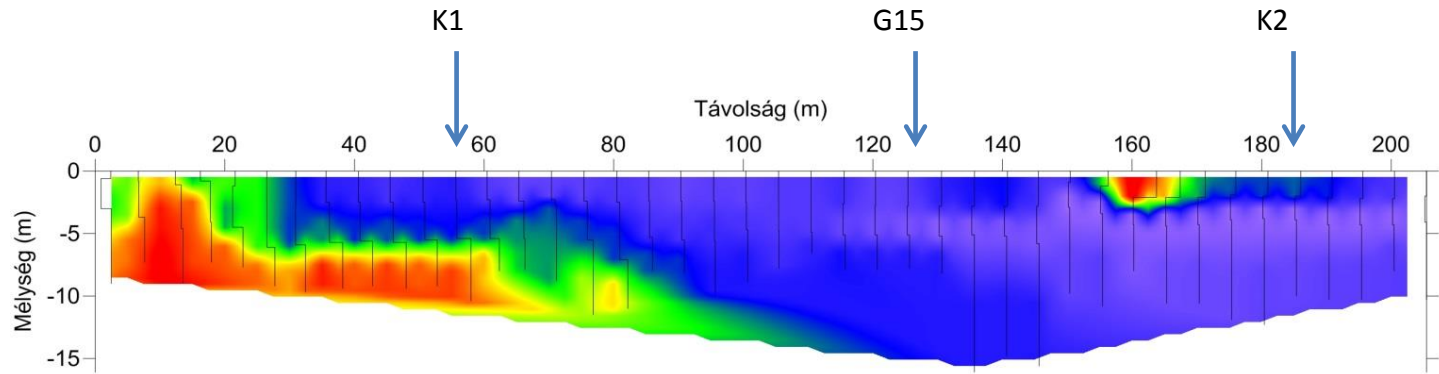
***A földtani közeg  
anyagának jellemzése***

# $V_P$ -re épülő szeizmikus tomográfia: a kőzet mechanikai állapota és vízföldtani tulajdonságok

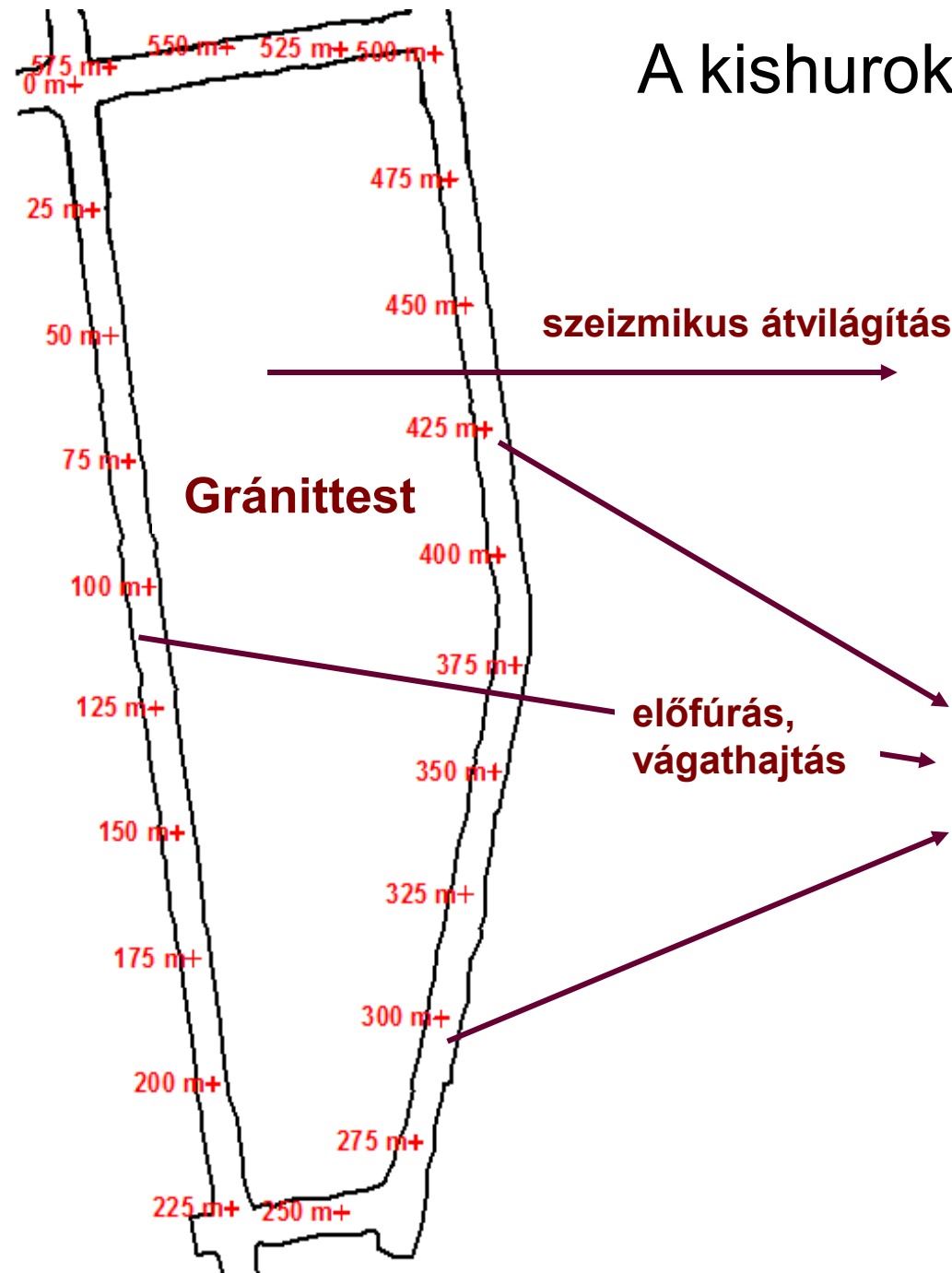


**A gránittest eltérő sebesség értékei eltérő mechanikai tulajdonságot jelentenek, amelyek különböző vízföldtani tulajdonsággal párosulnak**

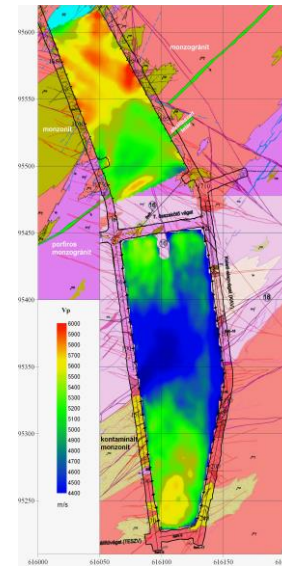
# Nyírószilárdsági paraméterek térképezése gáttesten



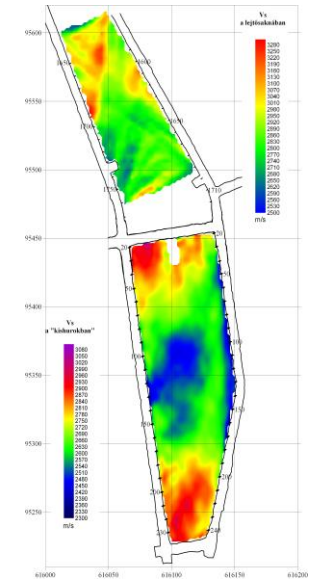
# A kishurok szeizmikus átvilágítása



## Szeizmikus sebesség eloszlások



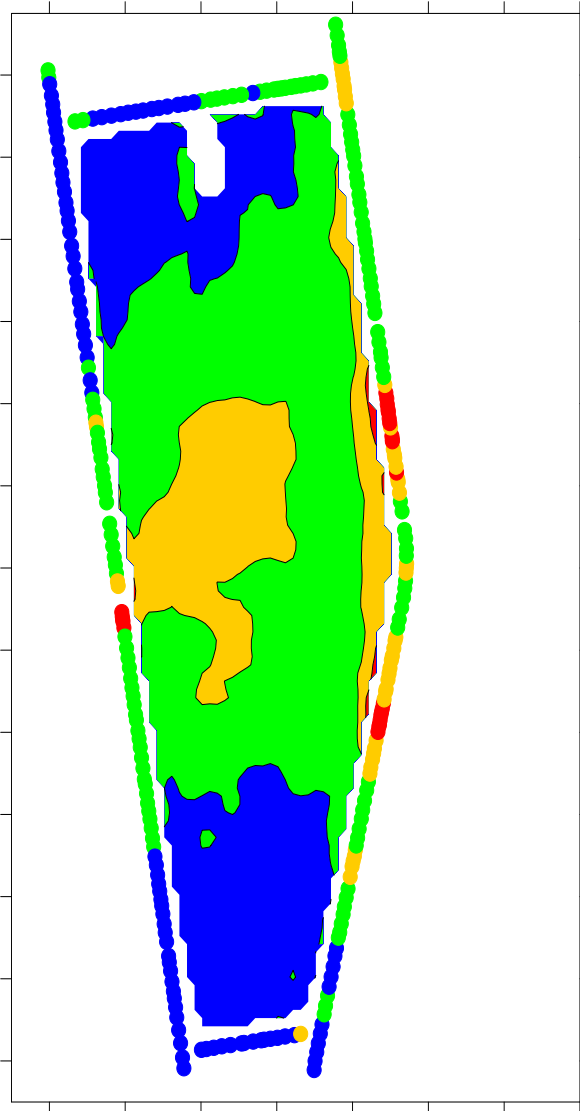
$V_p$



$V_s$

RQD, RMR, Q adatok/ fogásonként

# Fejtésbiztosítási kategóriák prognózisa a kishurok belsejére



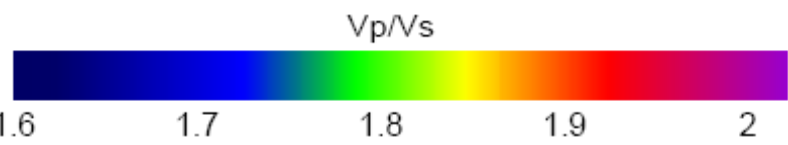
Biztosítási kategória	Minimális S-sebesség	Maximális S-sebesség
II	2550	2750
III.	2400	2550
IV.	2000	2400
V.		2000

szilárdsági osztályok



- RMR <21 → V. osztály, nagyon gyenge
- RMR 21 – 40 → IV. osztály, gyenge
- RMR 41 – 60 → III. osztály, megfelelő
- RMR 61 – 80 → II. osztály, jó
- RMR 81 – 100 → I. osztály, nagyon jó

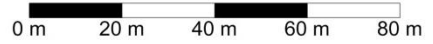
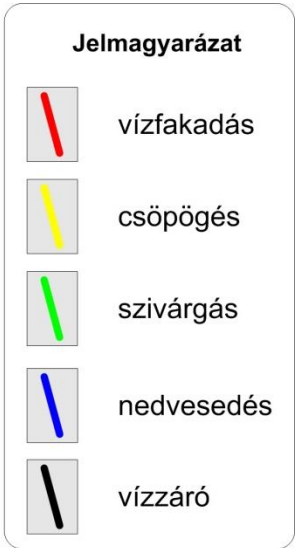
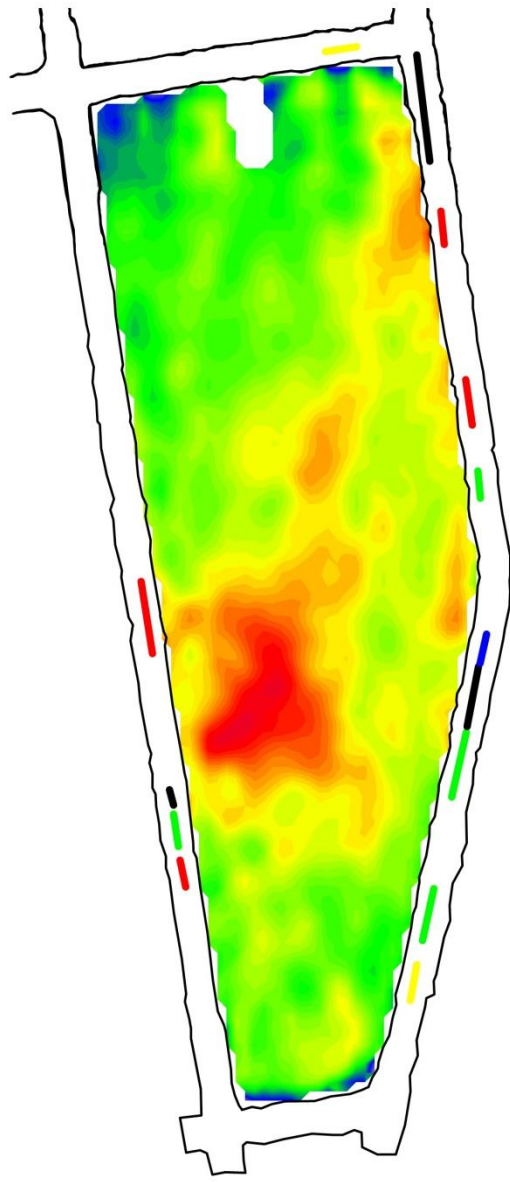
# $V_p/V_s$ : a hidrogeológiai jellemzők leképezése



kőzetmátrix

kőzetmátrix  
+  
víz

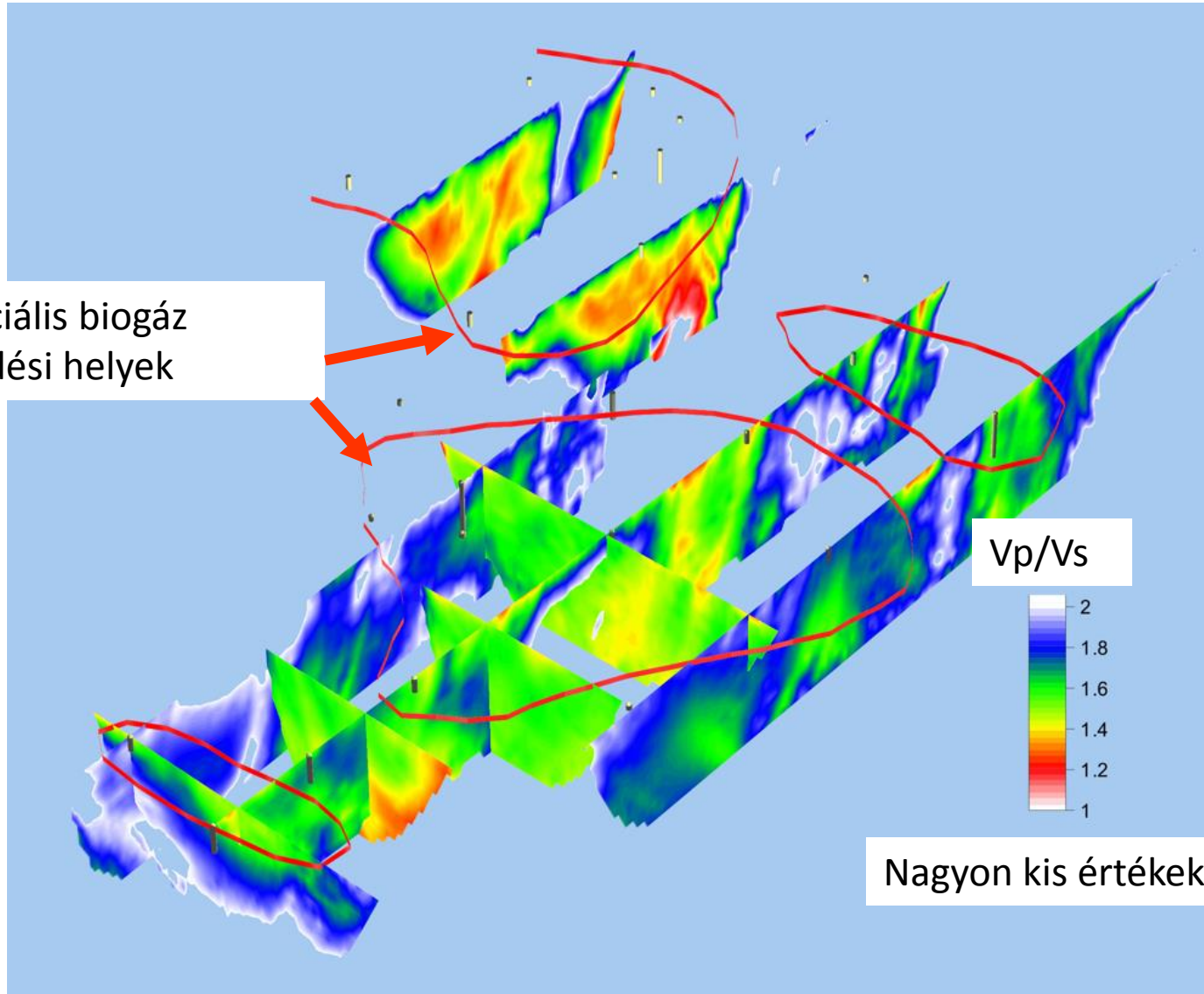
vízterlet eloszlás - 3D szerkezet



***2,5D, 3D***



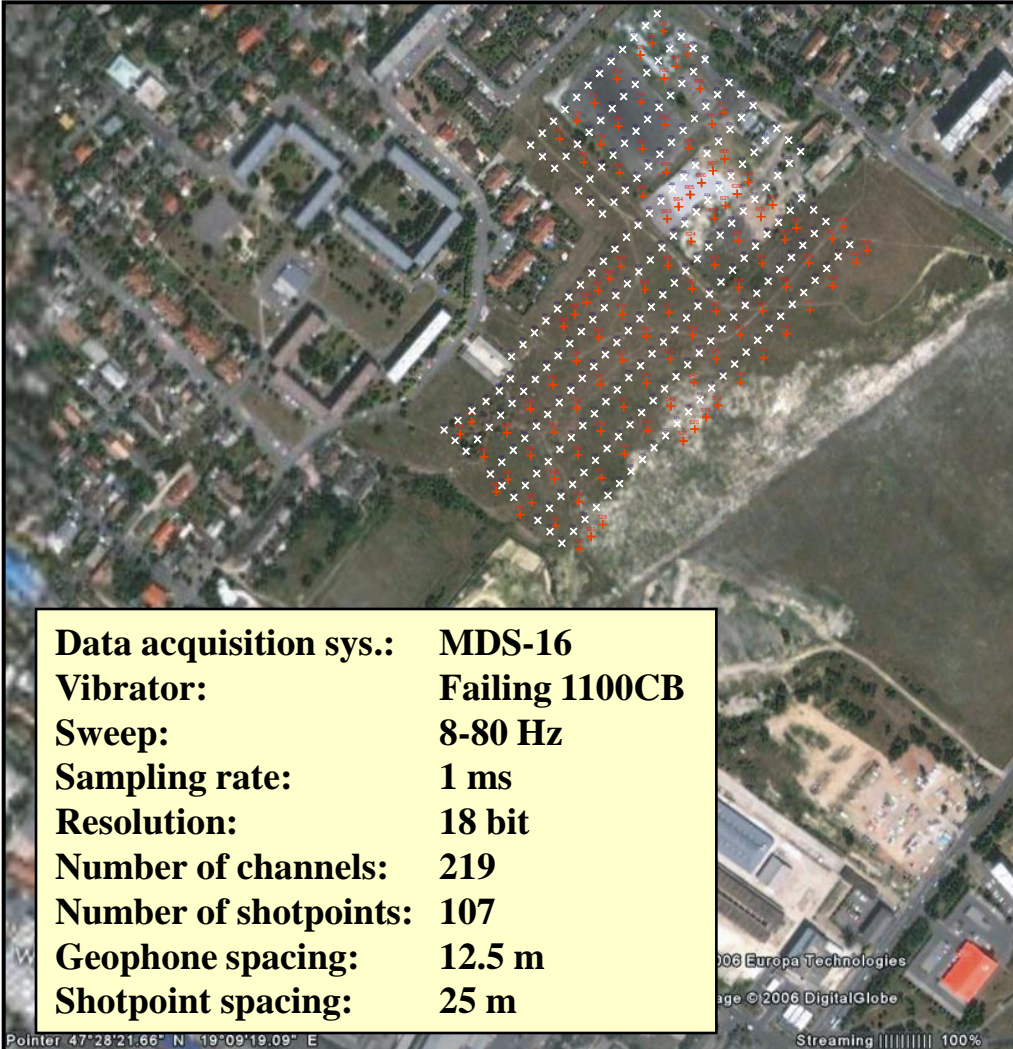
# 2,5D szeizmikus szelvények: $V_p/V_s$ eloszlása felhagyott hulladéktárolón

Potenciális biogáz  
képződési helyek





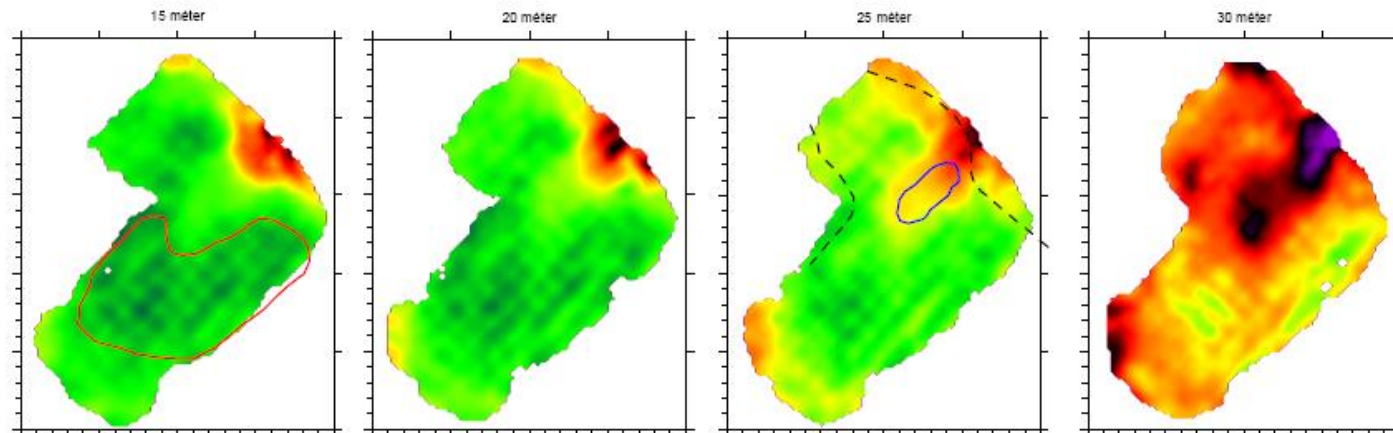
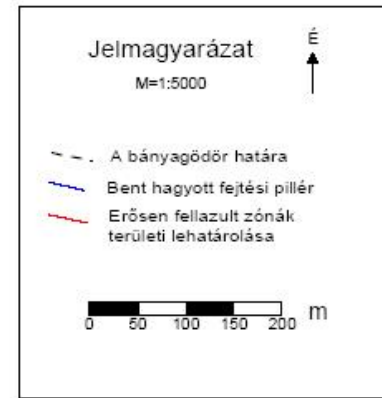
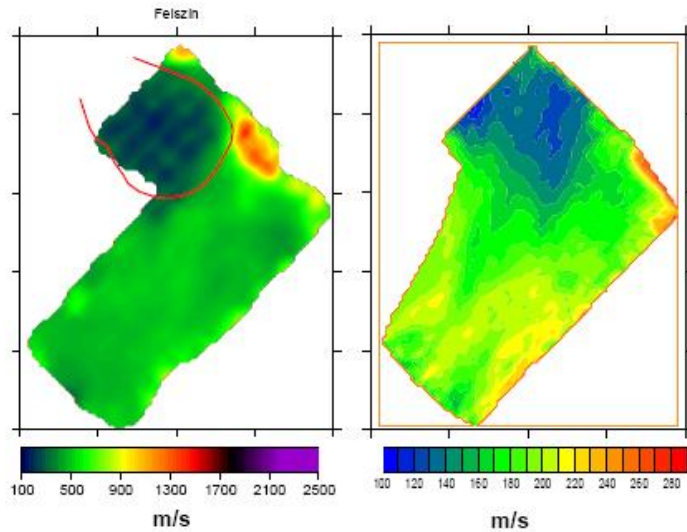
# Szeizmikus 3D mérés hulladéktárolón



<b>Data acquisition sys.:</b>	<b>MDS-16</b>
<b>Vibrator:</b>	<b>Failing 1100CB</b>
<b>Sweep:</b>	<b>8-80 Hz</b>
<b>Sampling rate:</b>	<b>1 ms</b>
<b>Resolution:</b>	<b>18 bit</b>
<b>Number of channels:</b>	<b>219</b>
<b>Number of shotpoints:</b>	<b>107</b>
<b>Geophone spacing:</b>	<b>12.5 m</b>
<b>Shotpoint spacing:</b>	<b>25 m</b>

© 2006 Europa Technologies  
© 2006 DigitalGlobe  
© 2005 Google  
Streaming ||| 100%  
Eye alt 1.24 km

# A 3D mérés horizontális metszetei, értelmezés



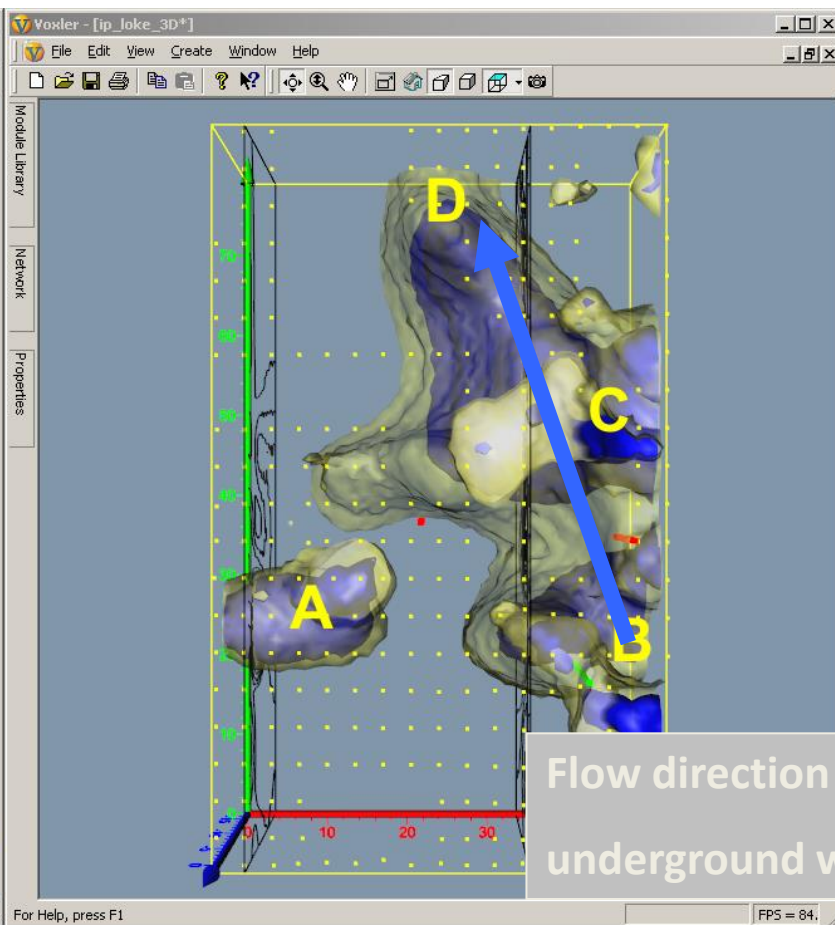
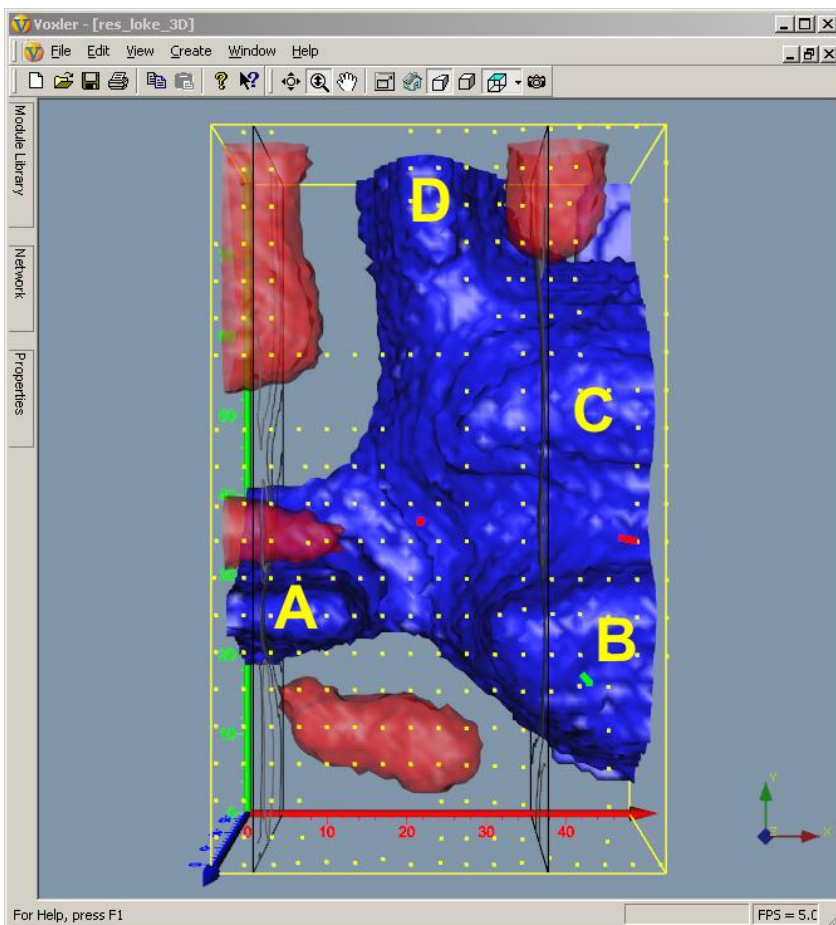
# Fajlagos ellenállás és IP értékek 3D eloszlása egy kátránnyal szennyezett területen

120 Ohmm

25 Ohmm

60 ms

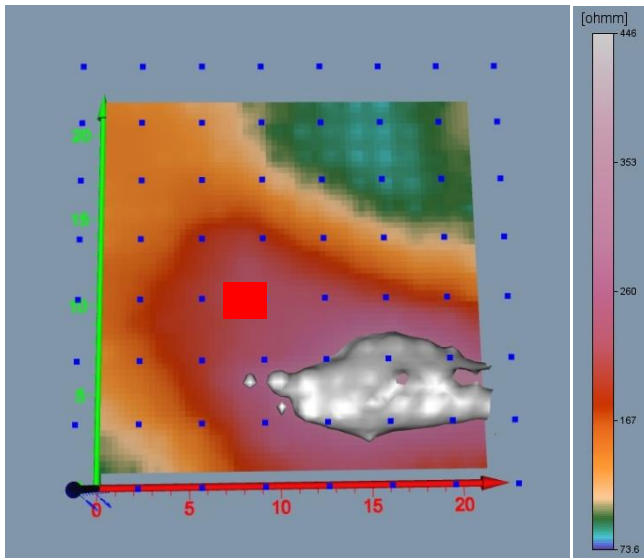
90 ms



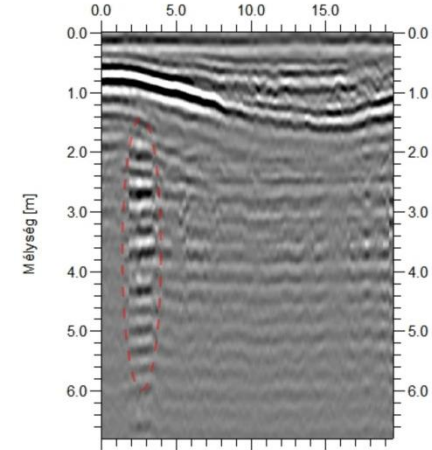
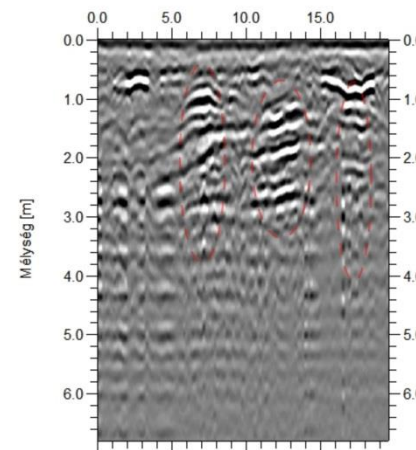
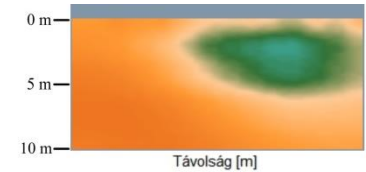
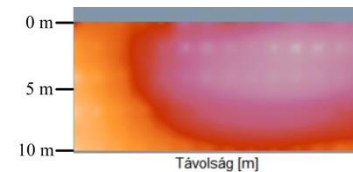
Flow direction of  
underground water

(top view)

# Elektromos 3D + radar buzgár környezetében



■ vadászles



5 m

19 m

**A szürke folt a buzgár által legjobban „átmosott” területet mutatja 2m-es mélységben. A kék pontok a geoelektromos 3D mérés elektródái.**

# Radarhullám reflexiók amplitúdók 3D eloszlása ipari szennyeződéses területen

