

JÁKFALVI SÁNDOR¹, SERFŐZŐ ANTAL¹, BAGI ISTVÁN¹, MÜLLER IMRE², SIMON SZILVIA³

¹okl. geológus (info@geogold.eu, tel.: +36-20-48-000-32)

²okl. geológus (címzetes egyetemi tanár ELTE-TTK; imre.muller@unine.ch)

³okl. geológus (tanársegéd, ELTE-TTK, szilvia.simon@gmail.com)

ELEKTROMOS ÉS ELEKTROMÁGNESES MÓDSZEREK A VÍZBÁZISVÉDELEM SZOLGÁLATÁBAN

KIEMELTEN A RADIO-MAGNETO TELLURIKA (RMT) HASZNÁLATA

**XX. JUBILEUMI KONFERENCIA A FELSZÍN ALATTI VIZEKRŐL
2013 ÁPRILIS 16-17.**

Vízbázisvédelem helyzete Magyarországon

A vízbázisvédelmi célprogram végrehajtása során minden sérülékeny környezetű (az 50 éves elérési időt véve alapul) veszélyeztetett üzemelő vízbazison, **alapállapot-felmérést** (diagnosztikai vizsgálatot) kell végezni.

	Üzemelő vízbazis	Távlati vízbazis
Központi költségvetésből elindult	318	58
Központi költségvetésből folyamatban	10	2
Központi költségvetésből befejezett	308	56
KEOP finanszírozott	464	13

Forrás: neki.gov.hu

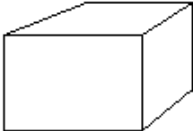
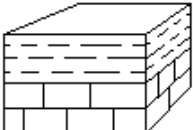
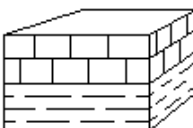
- **Célok:** „megelőzés”, „költséghatékonyság”, „gazdaságosság”, „szennyező fizet” és a „legjobb elérhető technika”
- **Feladatok:**
 - A földtani karakterisztikák (vízadó, vízzáró, rétegdőlések, vetők) feltérképezése
 - Hidrogeológiai viszonyok megállapítása
 - Szennyező hatók, és szennyezési folyamatok feltárása
 - Koncepcionális modell megalkotása
 - Hidrogeológiai modell és
 - Kockázatelemzés
- **Módszerek:** Elektromos és elektromágneses geofizikai módszerek
- **Miért?**
 - Idő, Pénz, Lehetőség

Elméleti háttér, a mérés kivitelezése

- Az RMT-módszer (rádió-magnetotellurika) a felszíni geofizika elektromágneses, azon belül az indukciós módszereinek családjába tartozik. Az indukciós módszer fizikai alapja, hogy a földfelszínen kibocsátott elektromágneses hullámok hatására a felszín alatt másodlagos tér indukálódik. A módszer alkalmazása során az elsődleges és a másodlagos elektromágneses tér eredőjét detektáljuk
- Míg a hagyományos VLF készülékek 10-30 kHz-es tartományban mérnek, addig az RMT módszer frekvencia tartománya 10-240 kHz, felső mérési határa 300 kHz körül húzható meg.
 - ❖ Szondázás (3 eltérő mélységben)
- A mérés során a mágneses teret az adó irányába állított tekerccsel (átmérője 0,4 méter), az elektromos teret két földbe szúrt, a tekercs síkjával párhuzamosan lehelyezett elektróda közti feszültséggel mérjük, melyek távolsága 1 és 5 méter között változtatható. A kisebb elektróda távolság jobb felbontóképességet eredményez, ez esetben viszont nagyobb a jel/zaj arány.
- Ezért nem az abszolút teret, hanem a kőzetek látszólagos ellenállását és az elektromos, valamint a mágneses tér közti fáziskülönbséget mérjük.
- $$\rho_a = \frac{1}{\omega\mu_0} \left[\frac{E_{Sx}}{H_{Ry}} \right]^2$$
 ahol E_{Sx} [V m⁻¹] a másodlagos (gerjesztett) elektromos tér (horizontális); H_{Ry} [A m⁻¹] az eredő mágneses tér (vertikális); $\mu_0 = 4\pi \cdot 10^{-7}$ [H m⁻¹] a vákuum mágneses permeabilitása; $\omega = 2\pi f$ [rad s⁻¹] az adó f [Hz] frekvenciájából számítható körfrekvencia; ρ_a [Ωm] a látszólagos ellenállás. A mágneses permeabilitás a legtöbb kőzet esetében 1 körül van (TELFORD et al., 1990), az adó körfrekvenciája ismert, így a látszólagos ellenállás a fenti képletből kiszámítható. Míg az abszolút tér a rádióadóktól függően jelentős gyengülést mutathat, **a látszólagos ellenállás és a fázis független az adójeltől, csak a geológiai felépítés függvénye.**
- A mérés behatolási mélysége a következő képlet alapján számolható:
$$\delta = 503 \sqrt{\frac{\rho_a}{f}}$$
 ahol δ [m] a mérés lehatolási mélysége, ρ_a [Ωm] az adott frekvencián mért látszólagos ellenállás, f [Hz] a méréshez használt frekvencia. A behatolási mélység a közeg függvénye, vegyünk például egy 100 Ωm látszólagos ellenállású homokkövet. A mérés behatolási mélysége a 207 kHz frekvenciát használva 11 méter, 77,5 kHz-nél 18 méter, 22,1 kHz-en pedig 33,8 méter lesz.

Elméleti háttér, a mérés kivitelezése

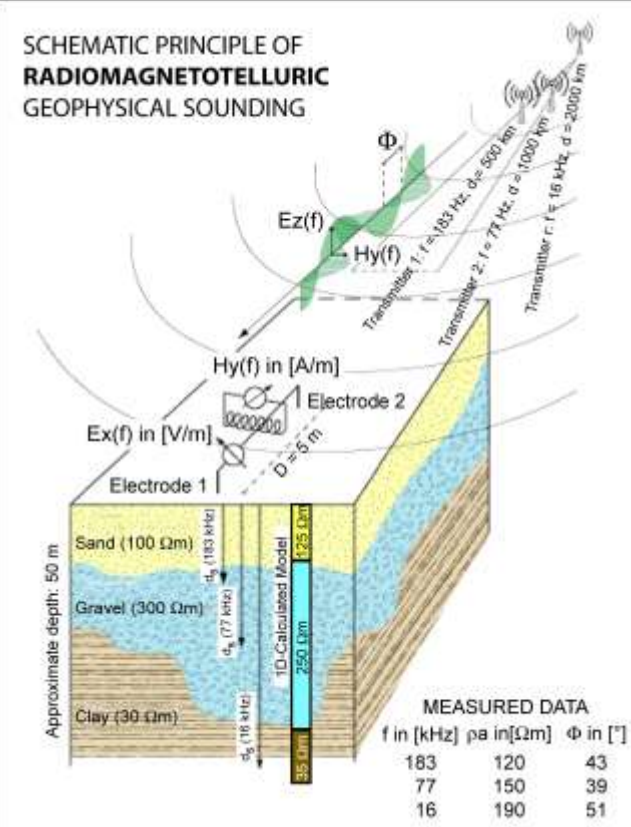
- A mérés folyamán egy mérési pontban a felhasznált három különböző frekvencián sugárzó adónak megfelelően három látszólagos ellenállás/fázis értékpárt kapunk
- Amennyiben a mérés behatolási mélysége nem haladja meg a fedő réteg vastagságát, ezért a mérés homogén rétegben halad, a fázis értéke $\phi=45^\circ$. Ha a mérés egy kisebb fajlagos elektromos ellenállású réteg alatt egy nagyobb ellenállású képződménybe is behatol, a fázis 45° -nál kisebb lesz. Fordított esetben, vagyis ha a nagyobb ellenállású réteg felül helyezkedik el, a fázis 45° -nál nagyobb értéket vesz fel.

Köztréteg fajlagos ellenállása	Mért fázis (ϕ) és látszólagos ellenállás (ρ)
 100 Ω m	$\phi=45^\circ$ $\rho=100 \Omega$ m
 10 Ω m 1000 Ω m	$\phi=20^\circ$ $\rho=100 \Omega$ m
 1000 Ω m 10 Ω m	$\phi=70^\circ$ $\rho=100 \Omega$ m

➤ Előnyök:

- 12-300 kHz frekvenciatartomány
- Megbízható alkalmazhatóság kb. 100 m mélységig
- Terepi adottságokhoz való alkalmazkodóképesség
- Szelvényezési és szondázási lehetőség
- Gyorsaság (kb. 100-150 mérés/nap)

Bosch F. P., 2002



Szakdolgozat - Szőlősardó

- A vízműforrásból galériás foglalással történik a vízkivétel
- Probléma:
 - Előzetes modellezés, és hidrogeológiai vizsgálat még nem történt
 - Vízáadó anyag mészkő?
 - A feltételezett védőterület a település 80%-át magába foglalja!
- Alaklamazott módszer: VESZ, RMT



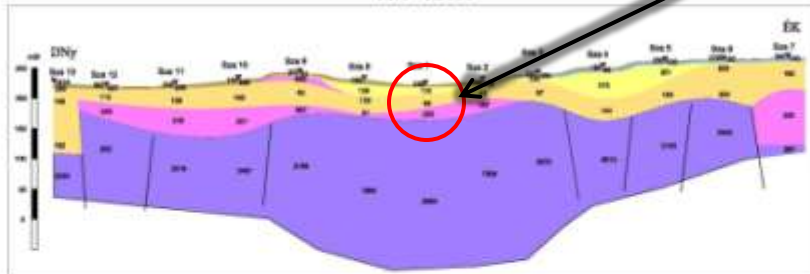
Geofizikai vizsgálatok I.

Földtani ismeretek pontosítás VESZ mérésekkel



LESS et al. (1988) alapján

Szőlőszárd I. számú geoelektromos földtani szelvény
M. = 1:5000

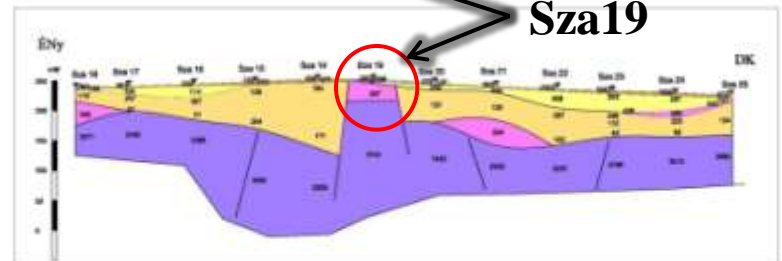


Jelmagyarázat



Sza1

Szőlőszárd II. számú geoelektromos földtani szelvény
M. = 1:5000



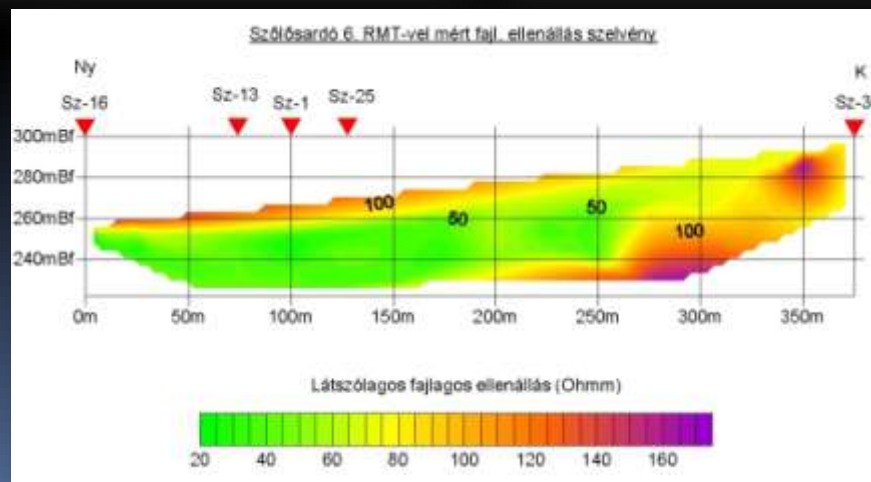
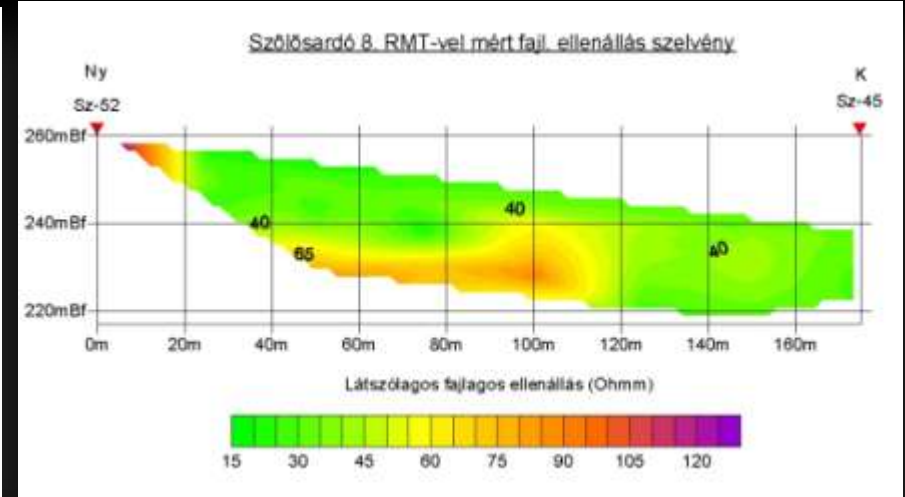
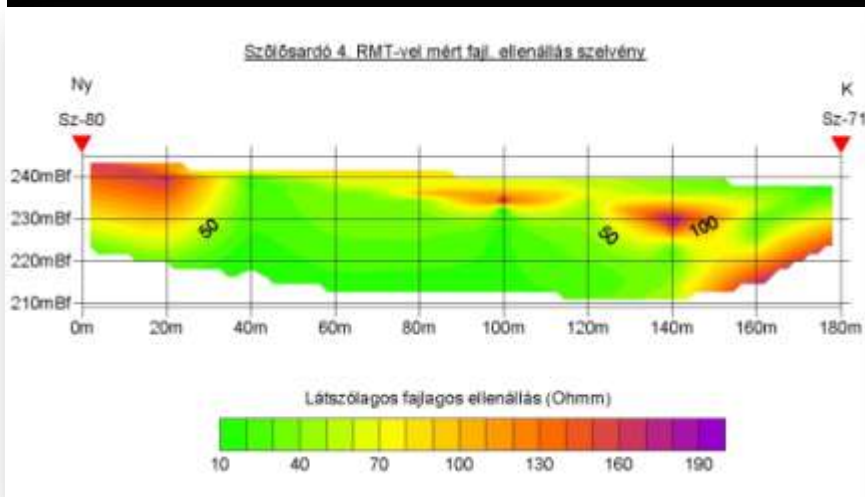
Jelmagyarázat



Sza19

Geofizikai vizsgálatok II.

Néhány jellegzetes RMT ellenállás szelvény



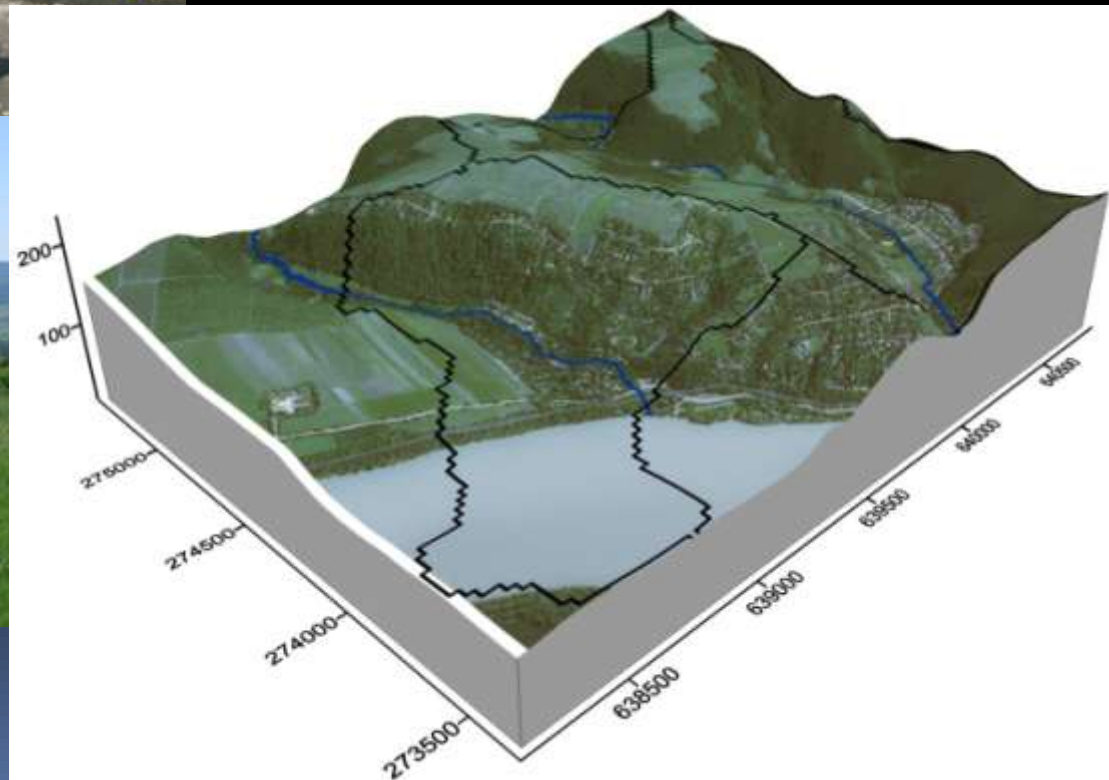
Vízbázisvédelmi esettanulmányok

- Az RMT módszer alkalmazhatósága vízbázisvédelmi feladatok során
 - Zebegény
 - Nagybörzsöny
 - Golop
 - Király-erdő hegység

Zebegény

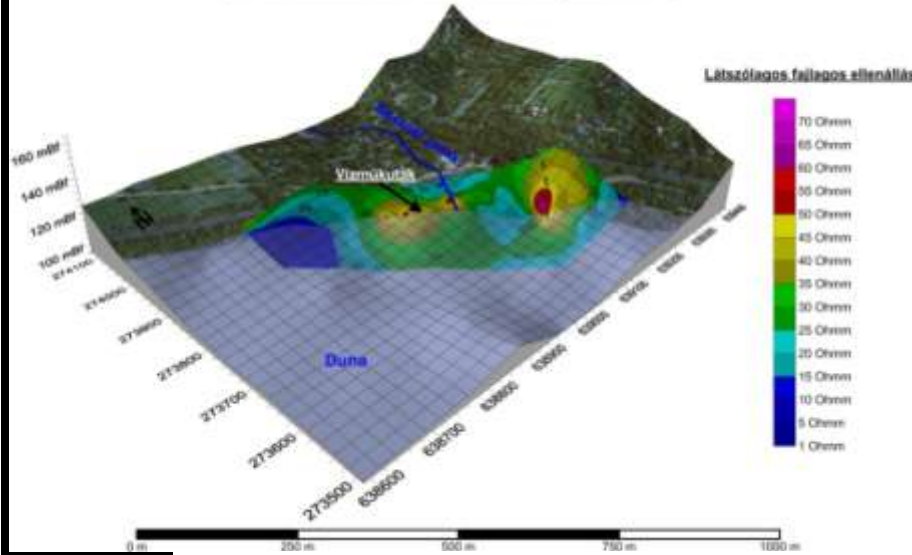


- Probléma:
 - A dunai kavics vastagságának feltérképezése
 - Ismeretlen a háttér szerepe
- Alaklamazott módszer: RMT

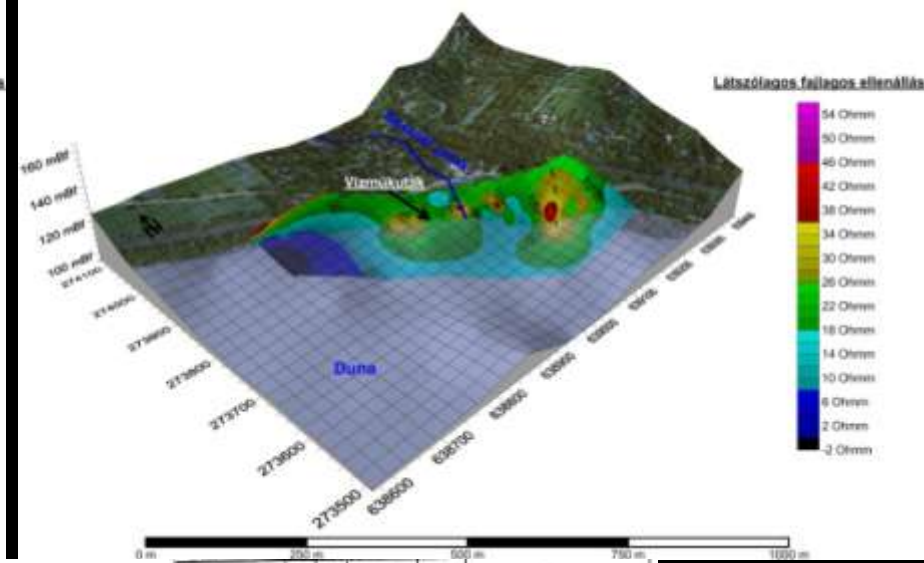


Zebegeény

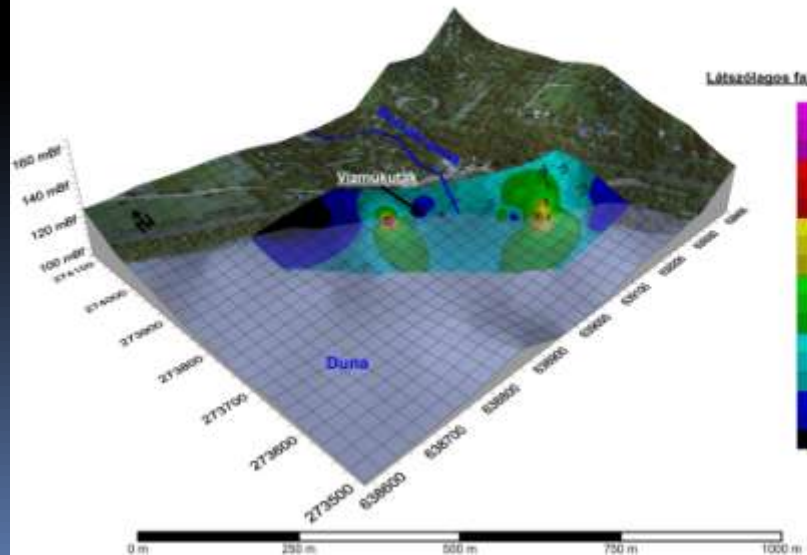
Zebegeény vízműkút látszólagos fajlagos ellenállás értékei.
207 kHz-es frekvencián mérve, 3D-s térképen ábrázolva



Zebegeény vízműkút látszólagos fajlagos ellenállás értékei.
77,5 kHz-es frekvencián mérve, 3D-s térképen ábrázolva

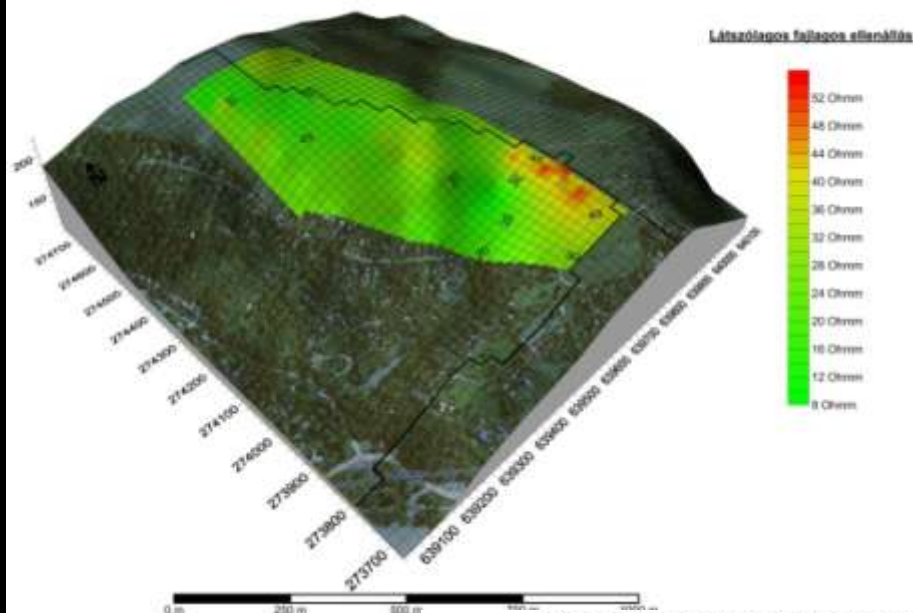


Zebegeény vízműkút látszólagos fajlagos ellenállás értékei.
23,4 kHz-es frekvencián mérve, 3D-s térképen ábrázolva

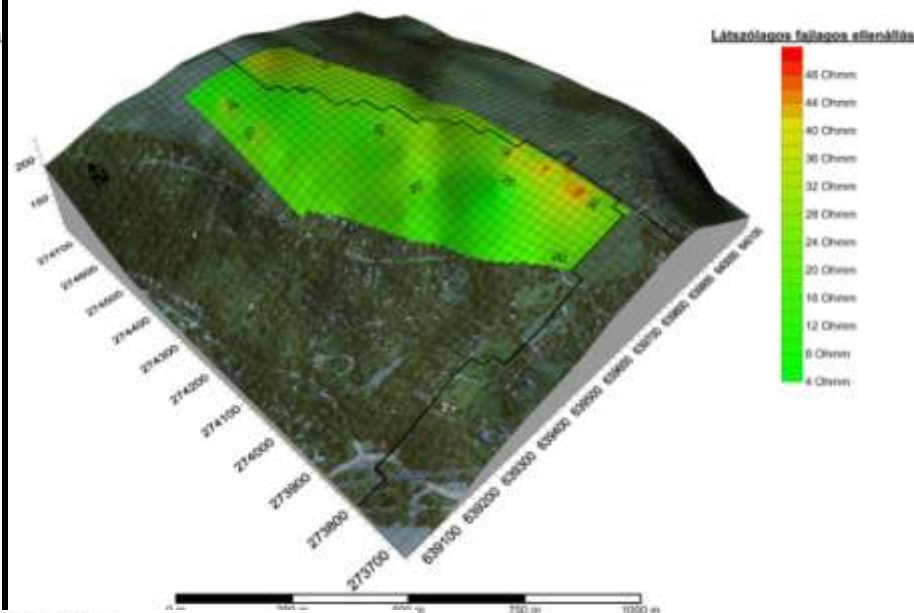


Magassági mérték	Méret	A. átlag. szék.	Porózus anyagok	Porózus anyagok	A. átlag. mérték
+ 0,6 m					
+ 0,7 m					
1200 g	1	0,9	Faltöltés		
824 g	2		Havicsos homok szilíciumos, darva- asos homok és mar- va 0,5-10,0 mm g, szélesség 10,0-50,0 mm, kavicsos, kvarc- kvartcitanyaga, sok szilíciumos anyag, nem csillagos, nem széles.	6,0	
55 g	3				
2,9 m	4				
3,0 m	5				
26 sz.	6				
6,0 m	7				
6,5 m	8				
7,0 m	9				
10,0 g	10				
11,0 m	11				
241 g	12				
12,0 m					12,0

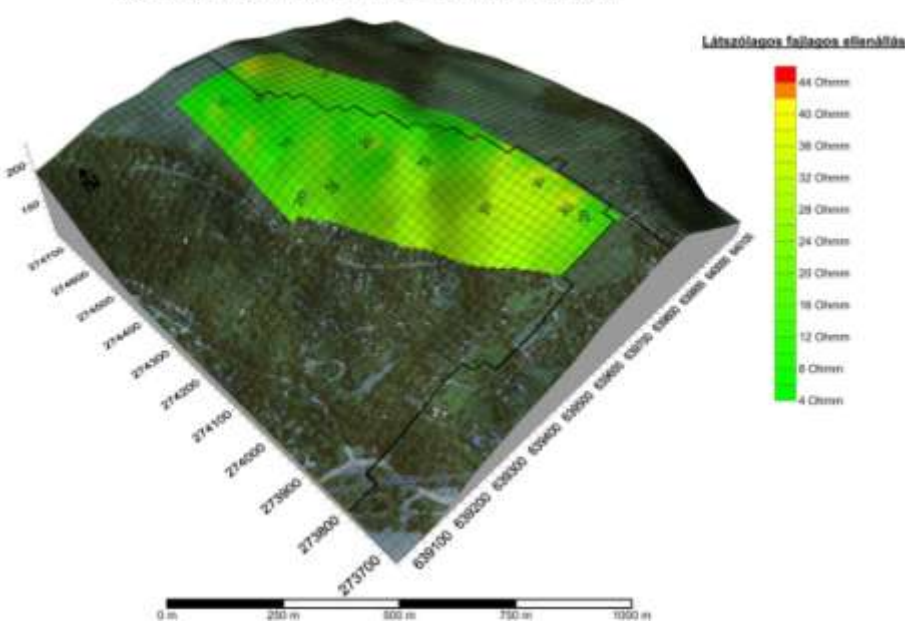
Zebegény (Malom-hegy) látszólagos fajlagos ellenállás értékei, 207 kHz-es frekvencián mérve, 3D-s térképen ábrázolva

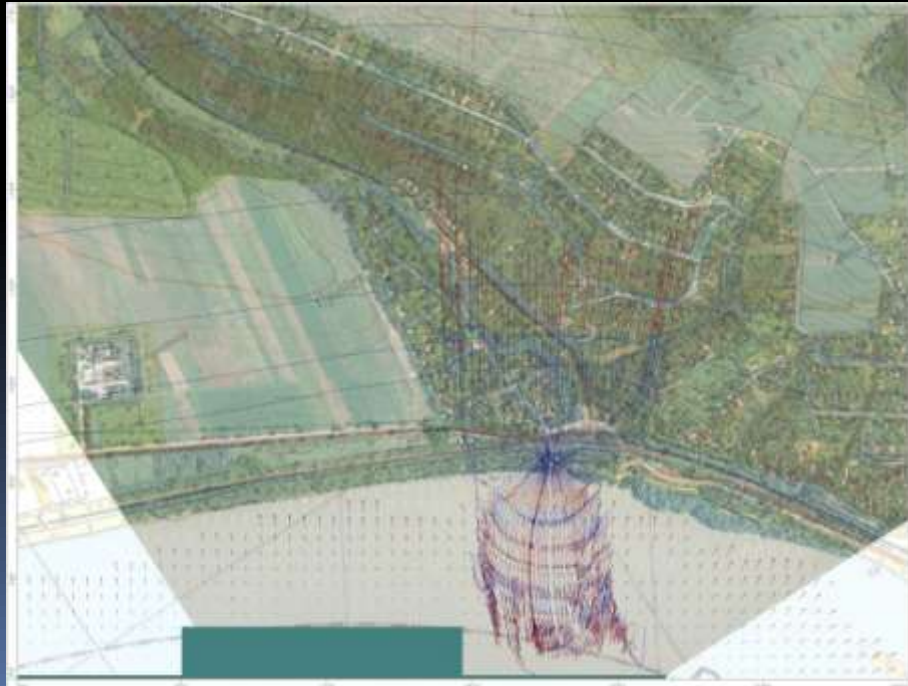
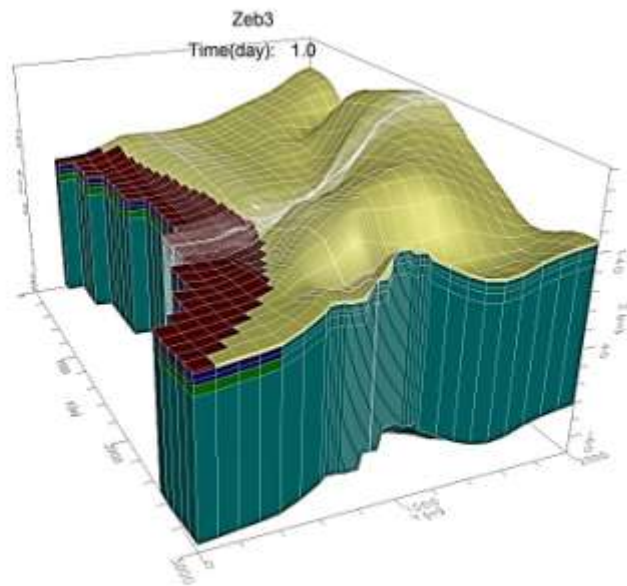
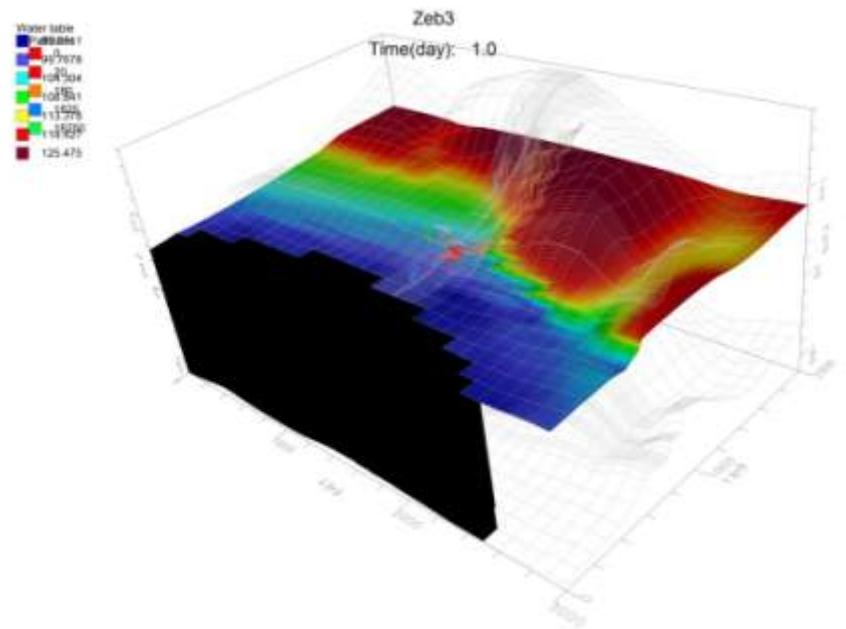
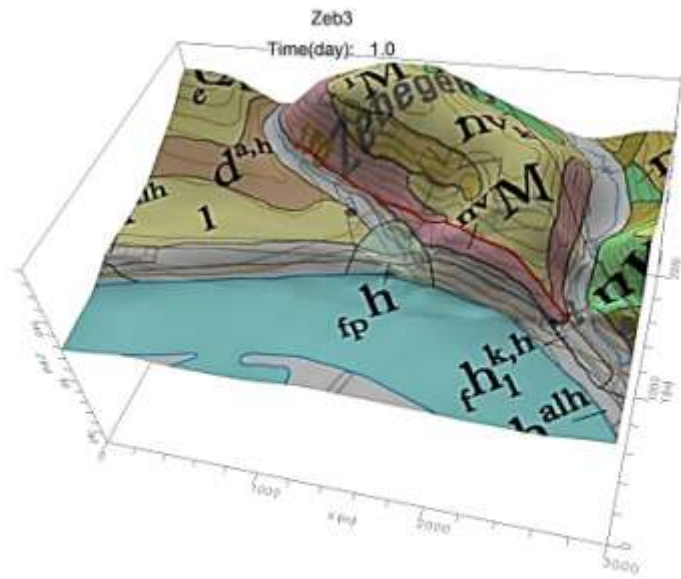


Zebegény (Malom-hegy) látszólagos fajlagos ellenállás értékei, 77.5 kHz-es frekvencián mérve, 3D-s térképen ábrázolva

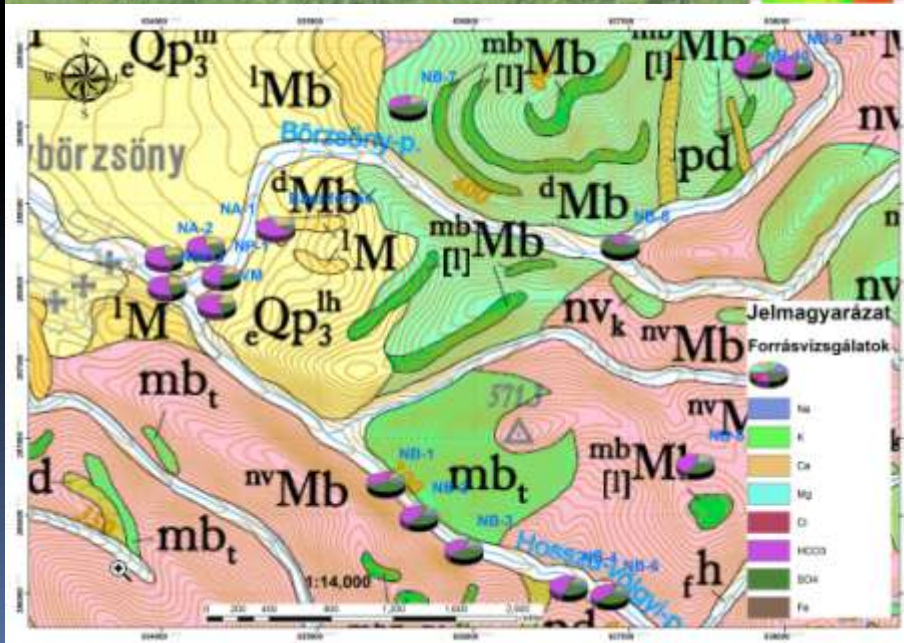


Zebegény (Malom-hegy) látszólagos fajlagos ellenállás értékei, 23.4 és 26.7 kHz-es frekvencián mérve, 3D-s térképen ábrázolva





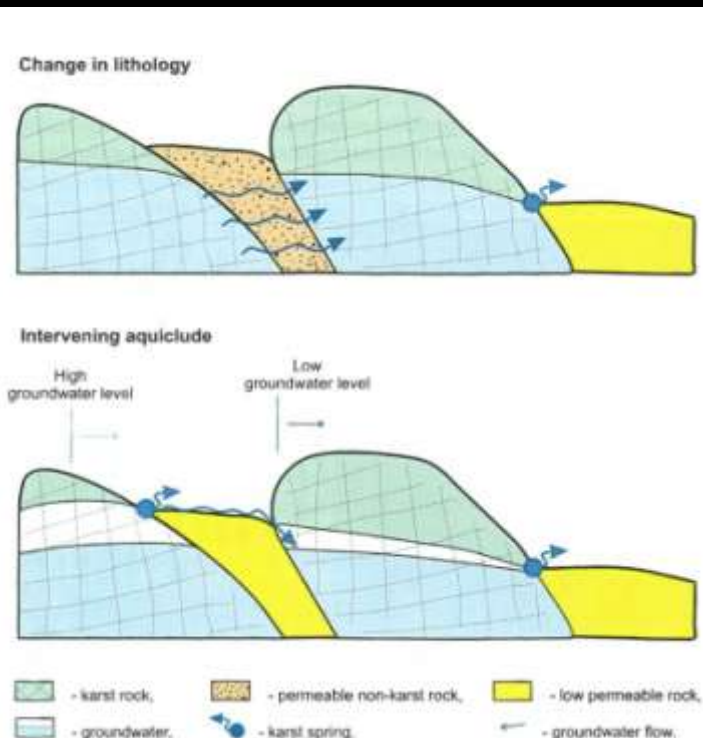
Nagybörzsöny, Báró-forrás



➤ Probléma:

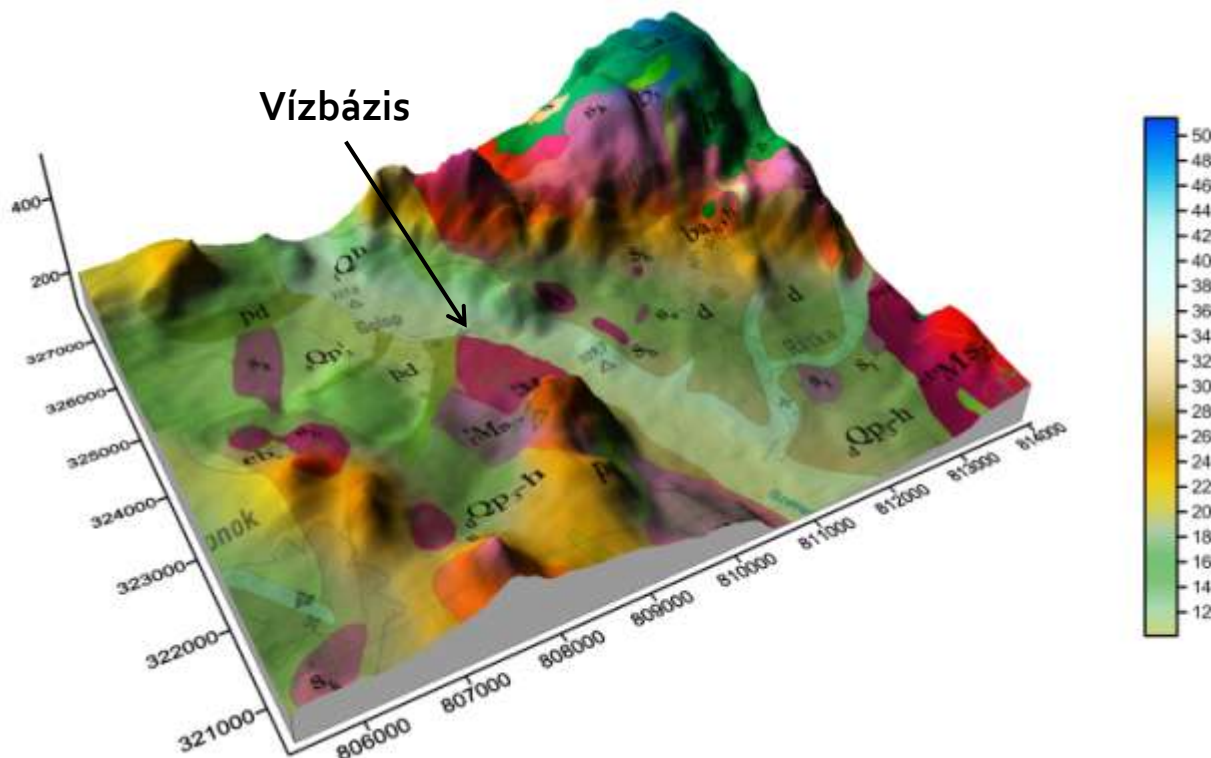
- Ismeretlen a forrás vízadója, illetve annak utánpótlódási területe

➤ Alkalmazott módszer: RMT



Go1op

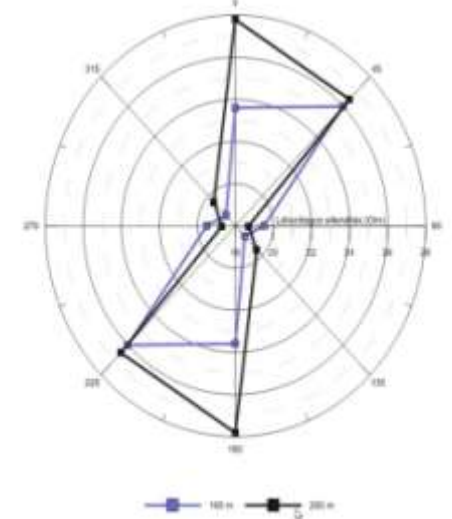
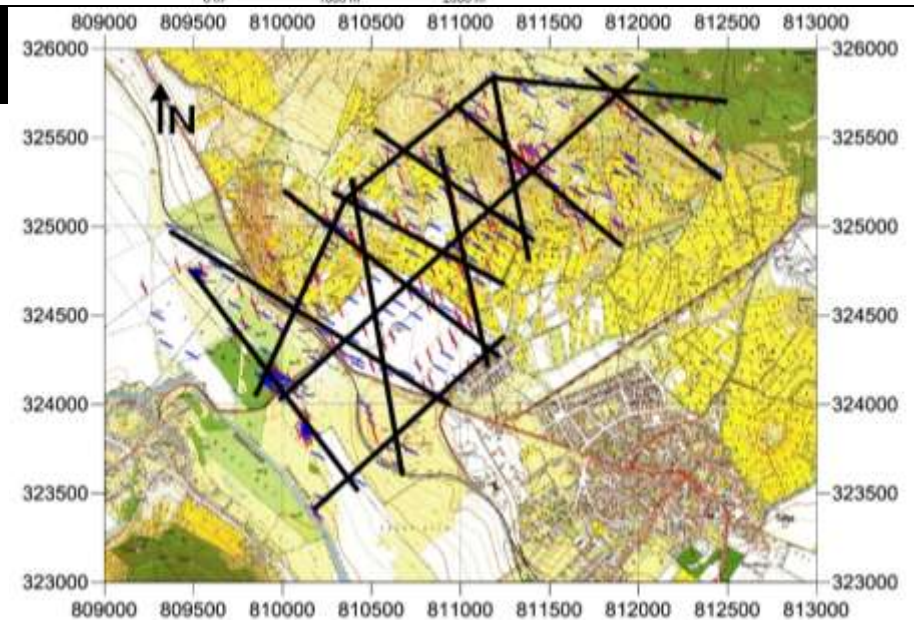
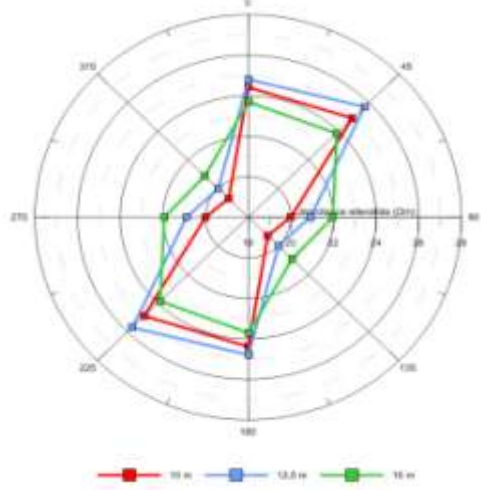
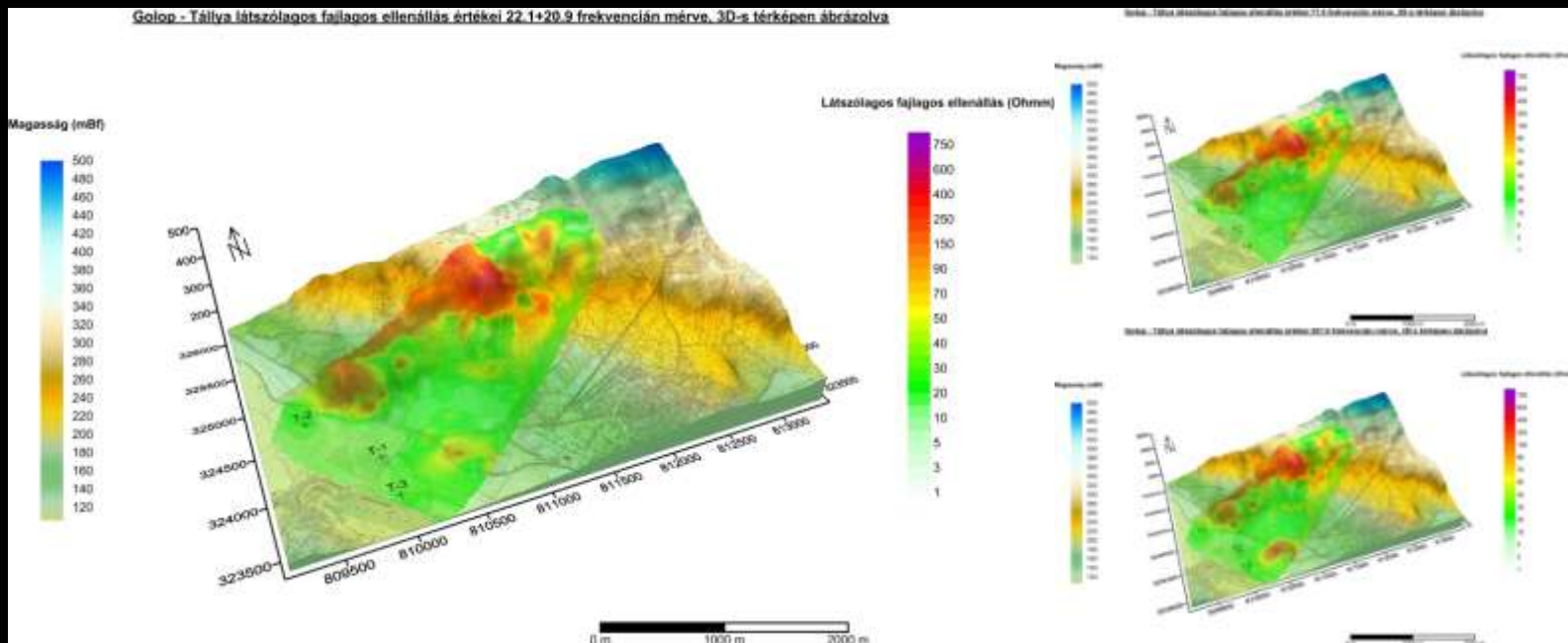
- Probléma:
 - A terület földtani felépítésének meghatározása
 - A feltételezett repedezéshálózat mértékeinek feltérképezése
- Alakalmazott módszer: VESZ, RMT



M = 1:25000 (forrás: MÁFI Tokaji-hegység földtani térképe alapján)



Repedezettség térképezése





Magyarország-Románia
Határon Átnyúló Együttműködési
Program 2007-2013
Programul De Cooperare
Transfrontalieră
Ungaria-România 2007-2013



Európai Unió

Európai Regionális Fejlesztési Alap

Uniunea Europeană

Fondul European de Dezvoltare Regională

Király-erdő hegység

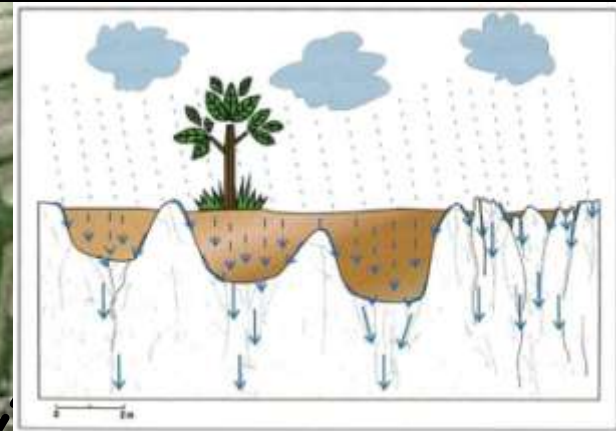
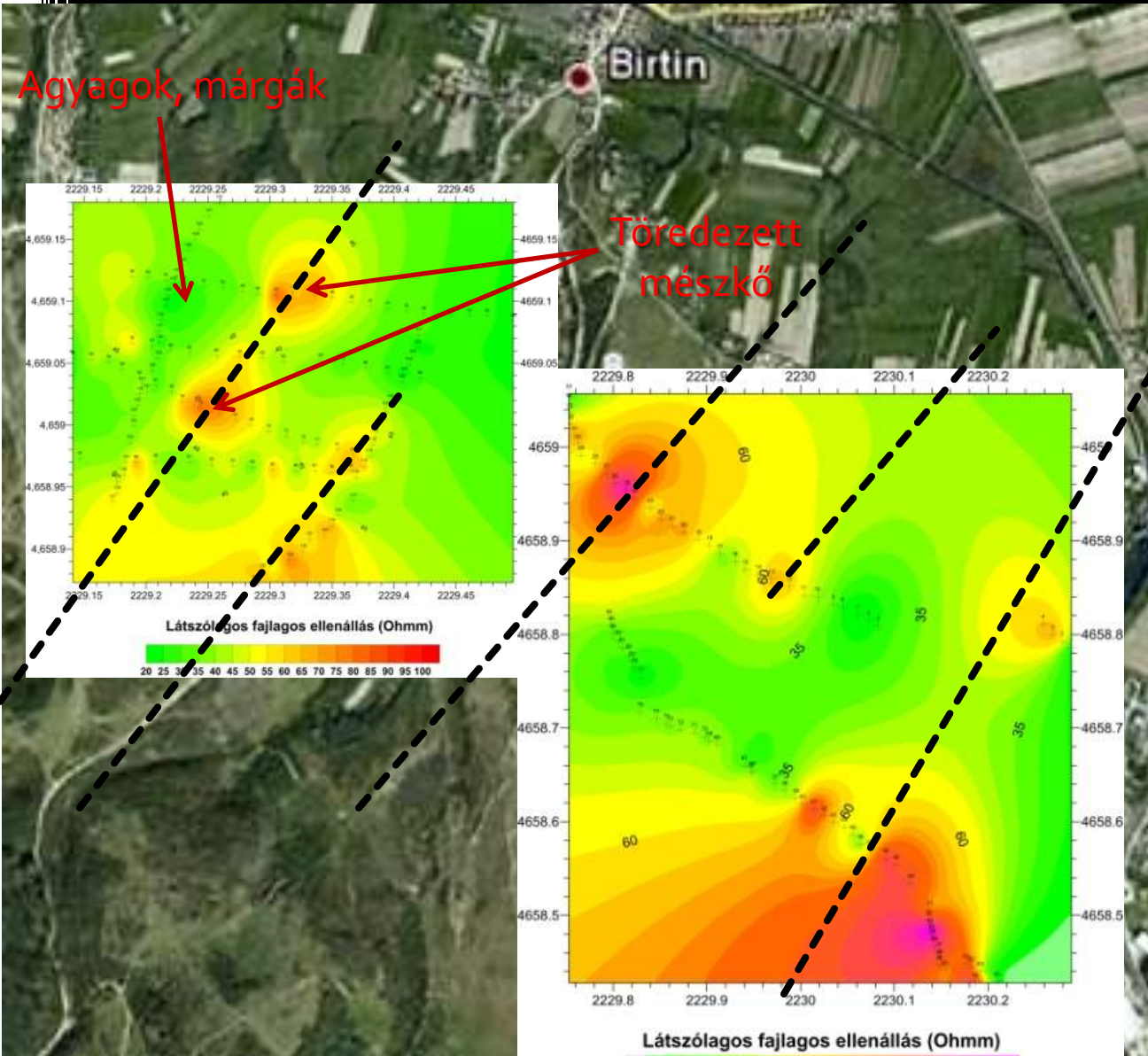
- **Probléma:**
 - Nagyon komplex és óriási kiterjedésű vízgyűjtő terület (kb. 235 km²)
 - Speciális karsztstruktúra
 - Alacsony megkutatottság
 - A vízgyűjtő terület határainak bizonytalansága
 - Problémák az adatok hozzáférhetőségével
 - Nem elegendő, illetve nem reprezentatív adatok (az elevációs modell, és) a fedőréteg vastagságának kiszámítására
- **Alkalmazott módszer: VLF-R, RMT**



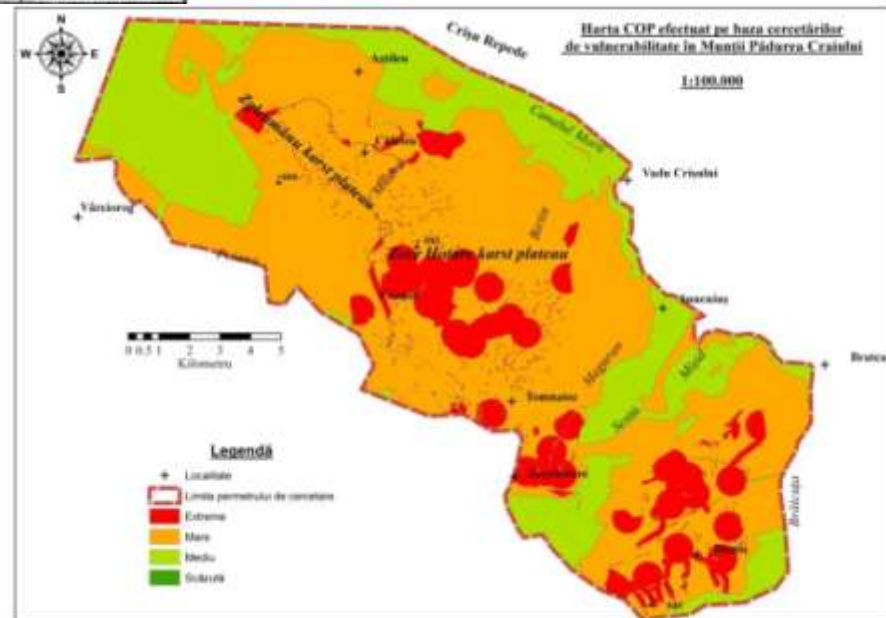
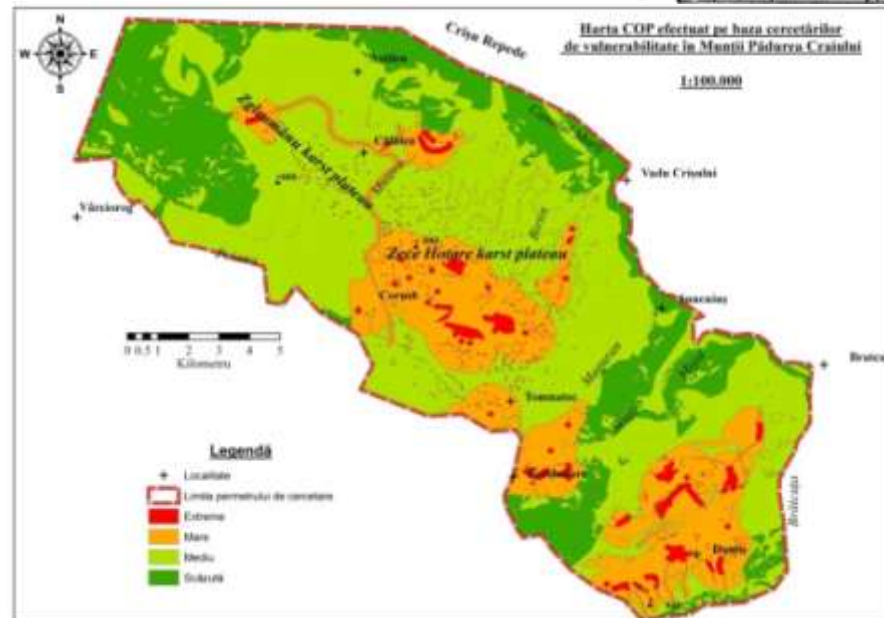
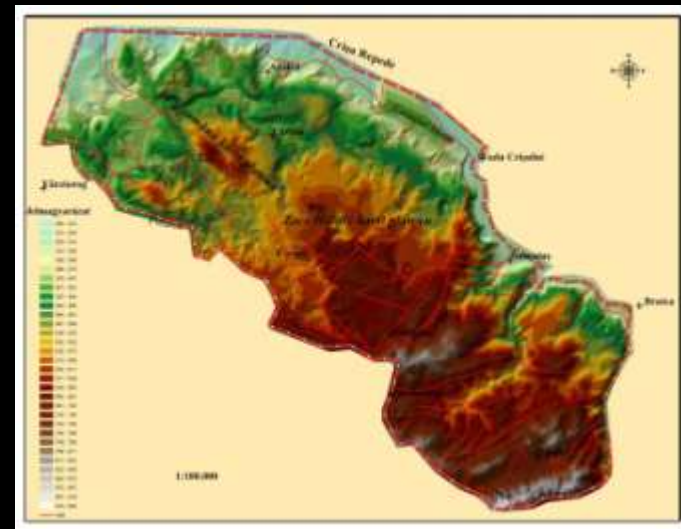
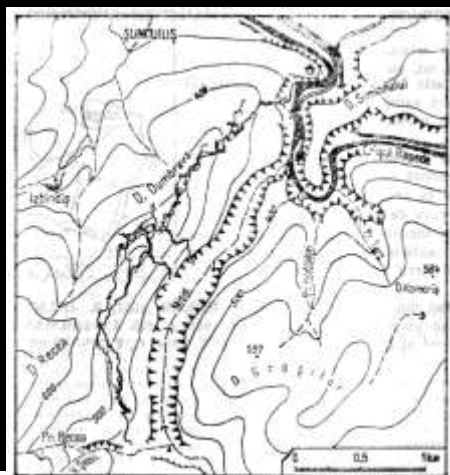
A mérési pontok, szelvények kijelölése



A mérések kiértékelése, ellenállás térképeken I.



Eredmények



Köszönetnyilvánítás

Balázs Ilma
Kubik Roland
Orgel Csilla
Nyúl Katalin
Simon Pál

Köszönöm a megtisztelő
figyelmet!

