

XXII. Konferencia a felszín alatti vizekről

Hidrorepesztés mélyfúrásokban, elmélet és gyakorlat

Dankó Gyula, 2015. április 9.

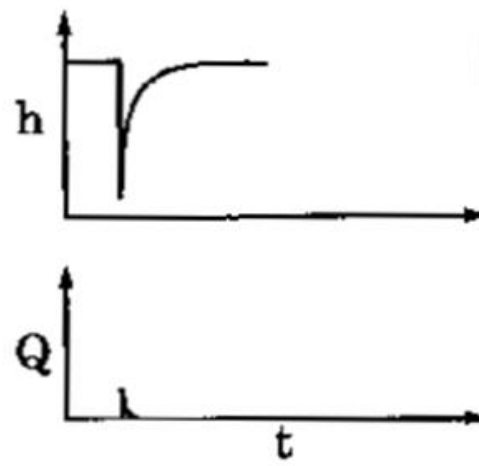
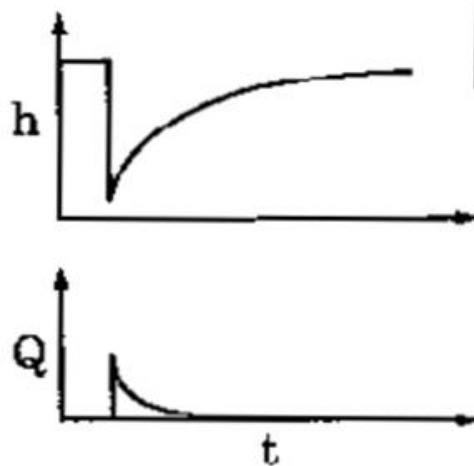
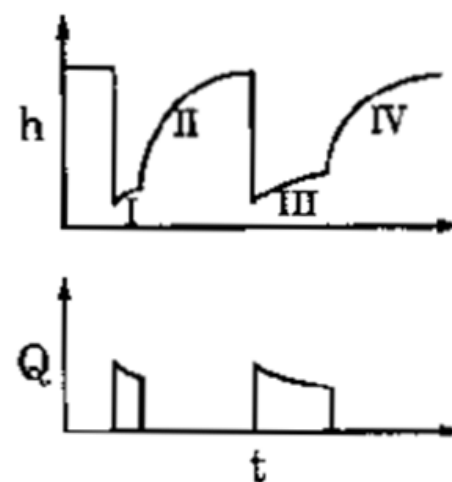
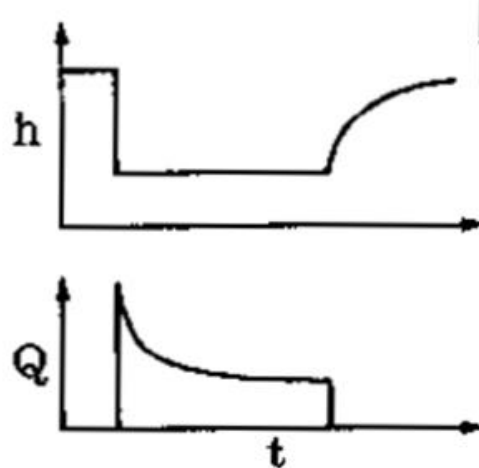
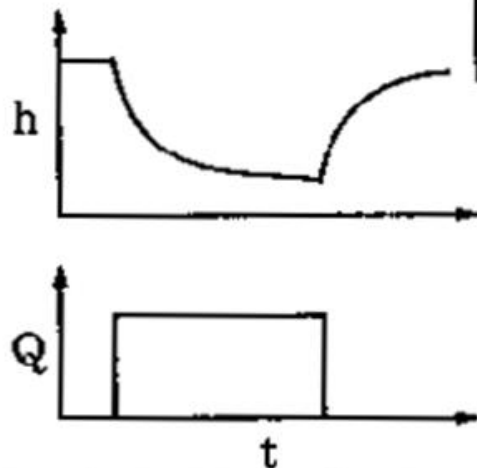




Tartalom

- Pakkeres mérések alkalmazhatósága,
- In-situ kőzetfeszültség jelentősége,
- Üregnyitást megelőző kőzetfeszültség
- A magyarországi feszültségtér,
- Az in-situ kőzetfeszültség meghatározásának módszerei,
- Alkalmazott eszközök bemutatása,
- A hidraulikus kőzetrepsztes fázisai,
- A repesztés mechanizmusa,
- Egy adott területen végzett mérések eredményei,
- Következtetések.

Pakkeres vizsgálatok fajtái



a: állandó hozamú vizsgálat
 b: állandó nyomású vizsgálat
 c: slug teszt
 d: nyomásimpulzus vizsgálat
 e: DST vizsgálat

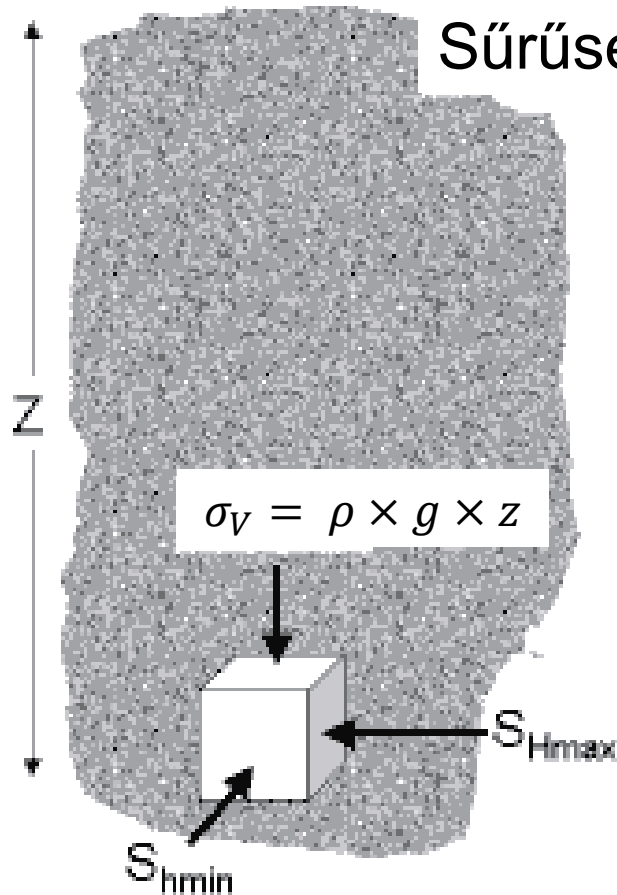
h = hidraulikus potenciál
 Q = vízhozam
 t = idő



In-situ kőzetfeszültség jelentősége

- **stratégiai gáztárolók;**
- **szivattyús tározó;**
- **közlekedési alagutak;**
- **földrengés előrejelzés;**
- **ember által indukált szeizmikus hatások;**
- **másodlagos, harmadlagos olajtermelési módok;**
- **mesterségesen létrehozott földhő rendszer (EGS);**
- **felszín alatti szénelgázosítás (UCG);**
- **radioaktív hulladékok elhelyezése geológiai tárolókban.**

Üregnyitást megelőző közetfeszültség



Általában (homogén, izotróp közegre), a vízszintes feszültség meghatározásához, két feltételezést szoktak tenni:

- A két vízszintes főfeszültség egyenlő
- Nincs vízszintes irányú alakváltozás

$$\sigma_{hmin} = \sigma_{Hmax}; \quad \sigma_h = \frac{\nu}{1-\nu} \sigma_v$$

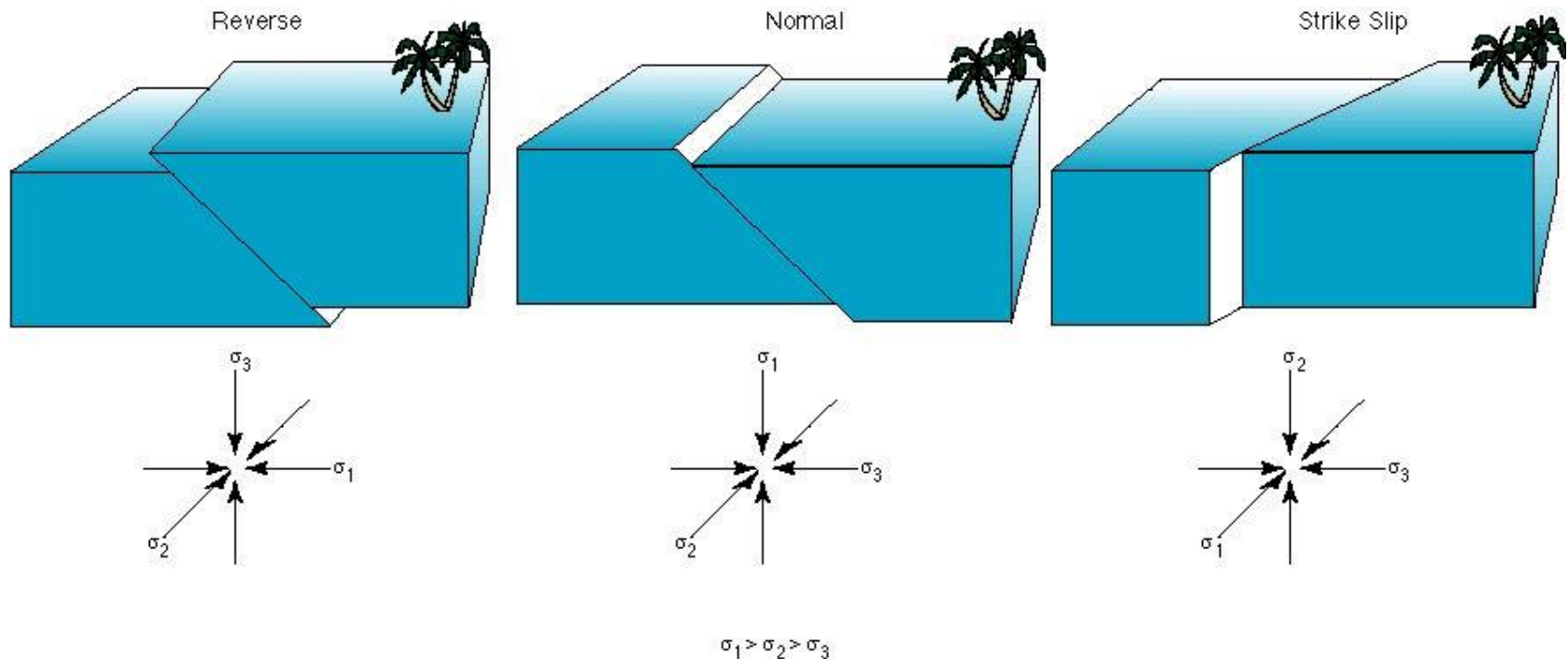
$$\varepsilon_x = 0 = \frac{1}{E} \left(\sigma_x - \frac{\sigma_y + \sigma_z}{m} \right), \quad \varepsilon_y = 0 \quad m = \frac{1}{\nu}$$

$$\frac{\sigma_h}{\sigma_v} = \frac{\nu}{1-\nu} = K = ?$$

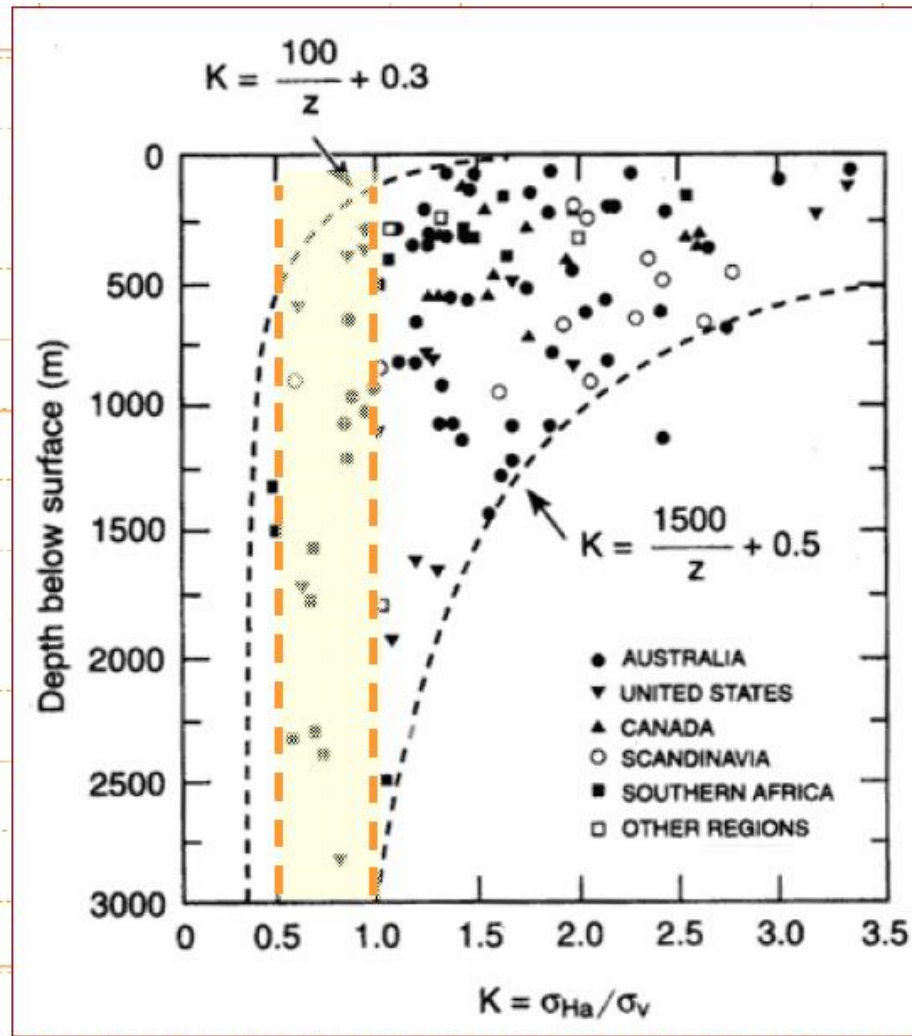
$$\frac{\sigma_{hmin}}{\sigma_{Hmax}} = ? \text{ (bizos, hogy 1?)}$$

Honnan ered az in-situ kőzetfeszültség?

- Olyan feszültségtér, amelyet a lemeztektonika, vagy egy kisebb léptékű tektonikus erő fejt ki.
- A létrehozó erőt (tektonikát) befolyásoló tényezők lehetnek pl.: a topográfiai helyzet, vagy egy korábbi terhelés (pl. jégtaakaras, eltemetettség)

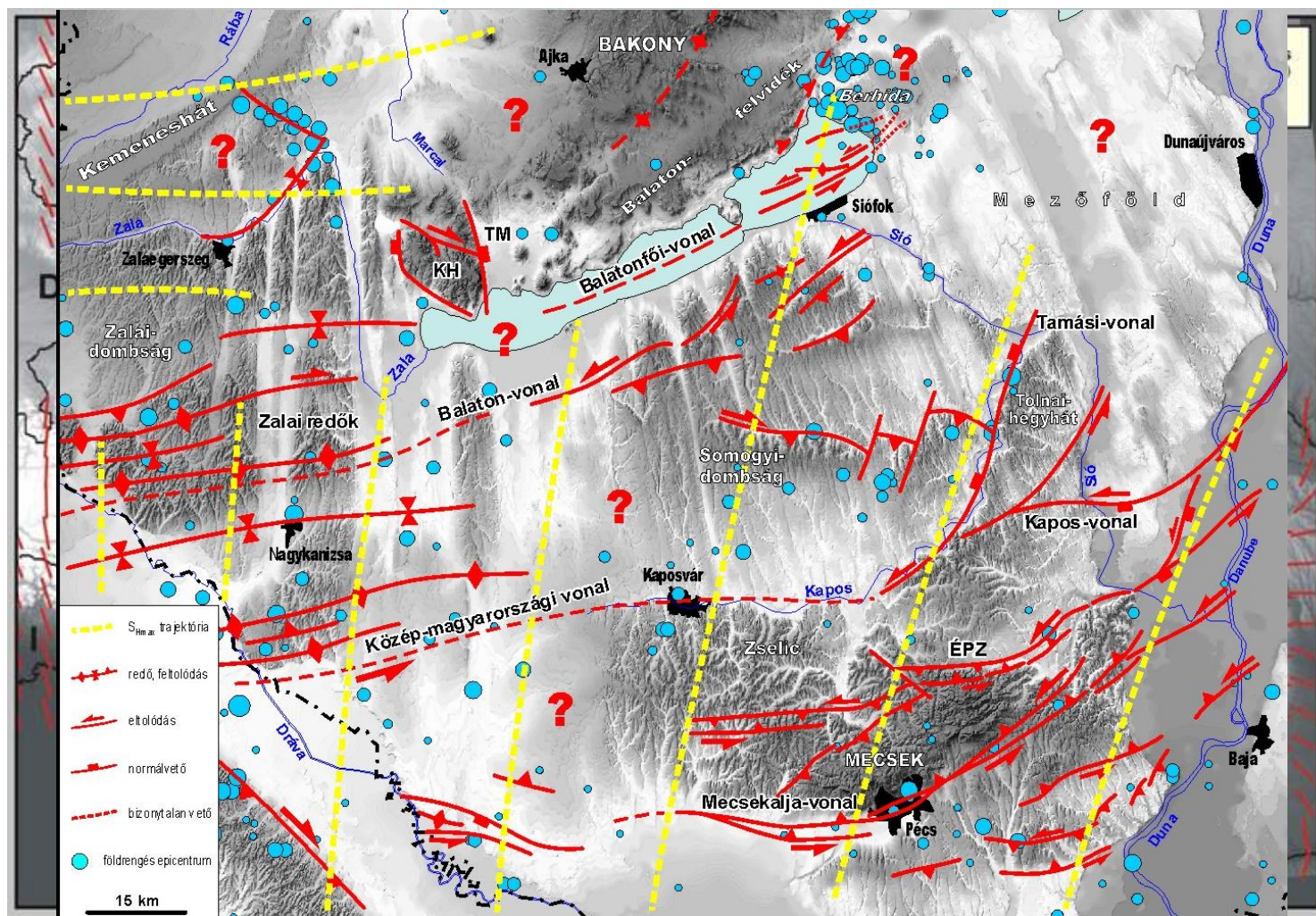


Elméleti határgörbék



Hoek és Brown, 1980

A magyarországi helyzet



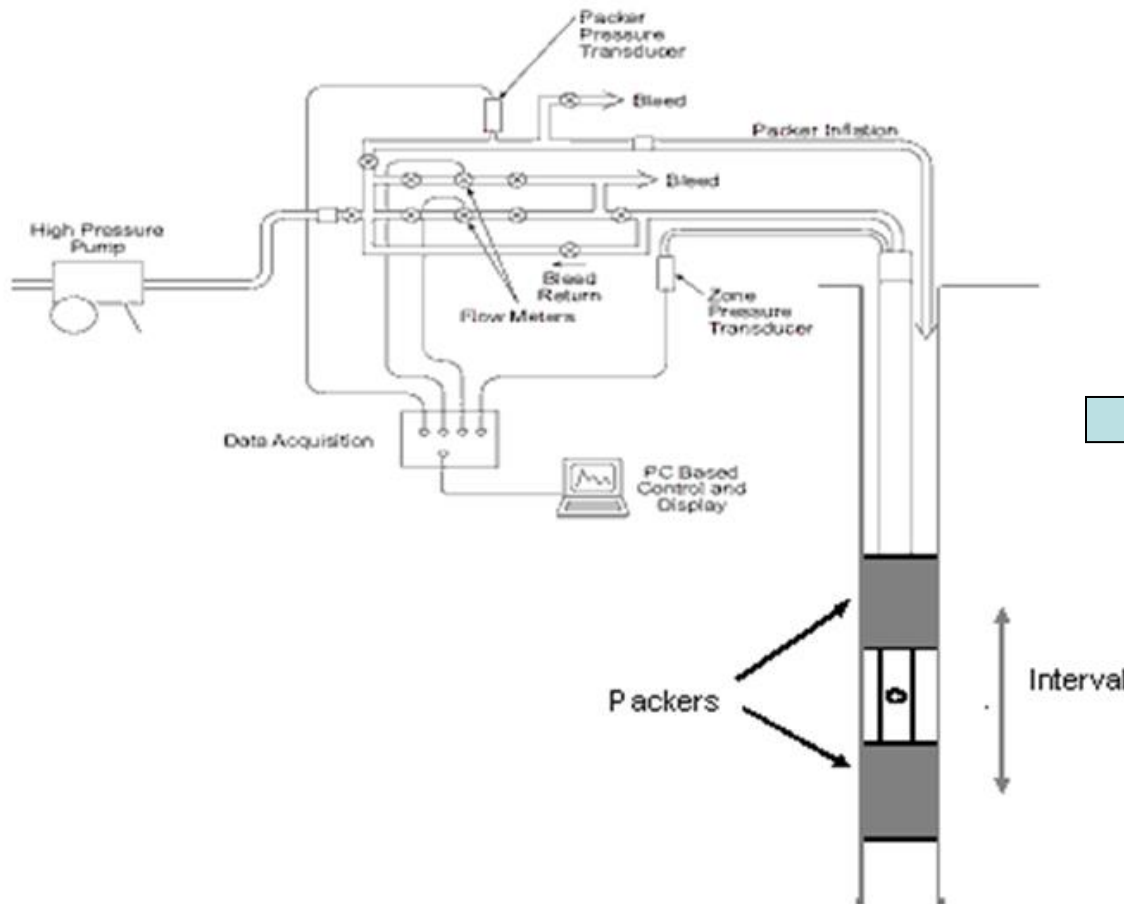


Az in-situ kőzetfeszültség meghatározásának módszerei

	Módszerek	Vizsgált térfogat (m ³)
Hidraulikai	hidraulikai kőzetrepesztés	0,5–50
	tokrepesztés	10 ⁻²
	hidraulikai teszt meglévő repedéseken	1–10
Feszültségkioldódás	felületi feszültségkioldódás	1-2
	mag-túlfúrás	10 ⁻³
	fúrólukban történő feszültségkioldódás (mag körül-fúrás, lyukfal hornyolás)	10 ⁻³ –10 ⁻²
	nagy kőzettömeg feszültségmentesítése	10 ² –10 ³
Jacking módszerek	flat jack	0,5–2
	íves jack	10 ⁻²
Deformáció regenerálódás	anelasztikus deformáció regenerálódás (ASR)	10 ⁻³
	differentiális alakváltozás elemzése (DSCA)	10 ⁻⁴
Lyukfal deformációs elemzés	kaliper- és dőlésmérés	10 ⁻² –10 ²
	lyukfal tévé	10 ⁻² –10 ²
Egyéb	vetőkarcok elemzése	10 ⁸
	földrengés fészekmechanizmusának elemzése	10 ⁹
	indirekt módszerek (Kaiser effektus stb.)	10 ⁻⁴ –10 ⁻³
	viszkoelasztikus kőzetbe ültetett mérőbéllyeg	10 ⁻² –1
	reziduális feszültség mérése	10 ⁻⁵ –10 ⁻³



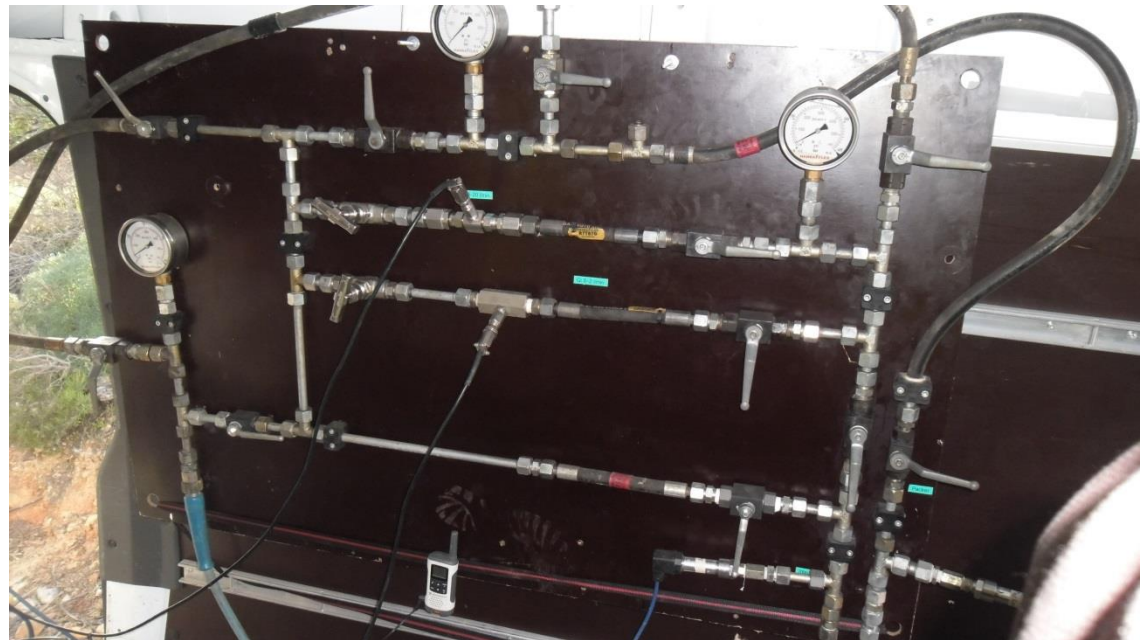
Alkalmazott eszközök



+ **BHTV**



Nagynyomású szivattyú és az FCB





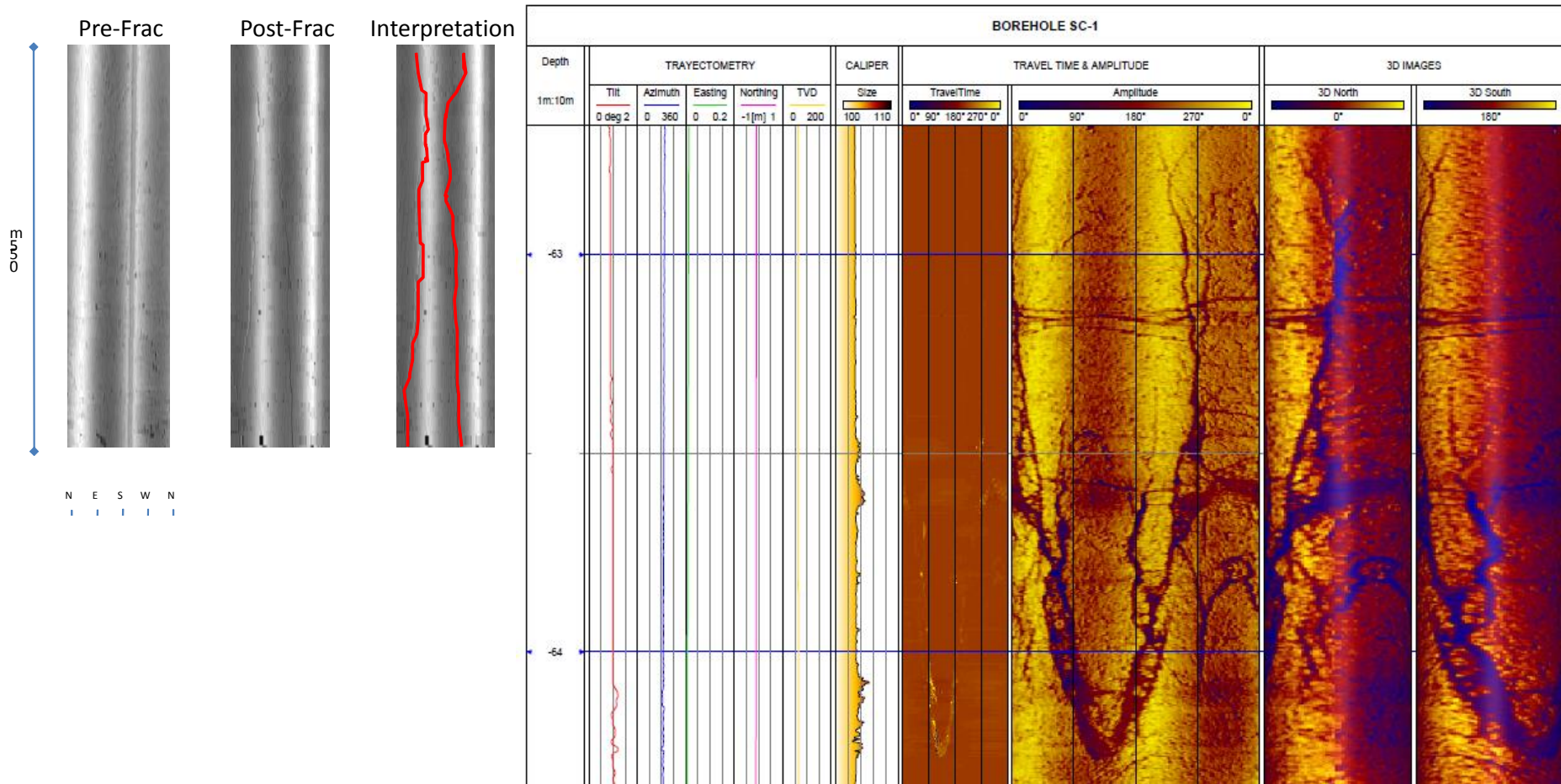
Pakkeres vizsgálati eszköz





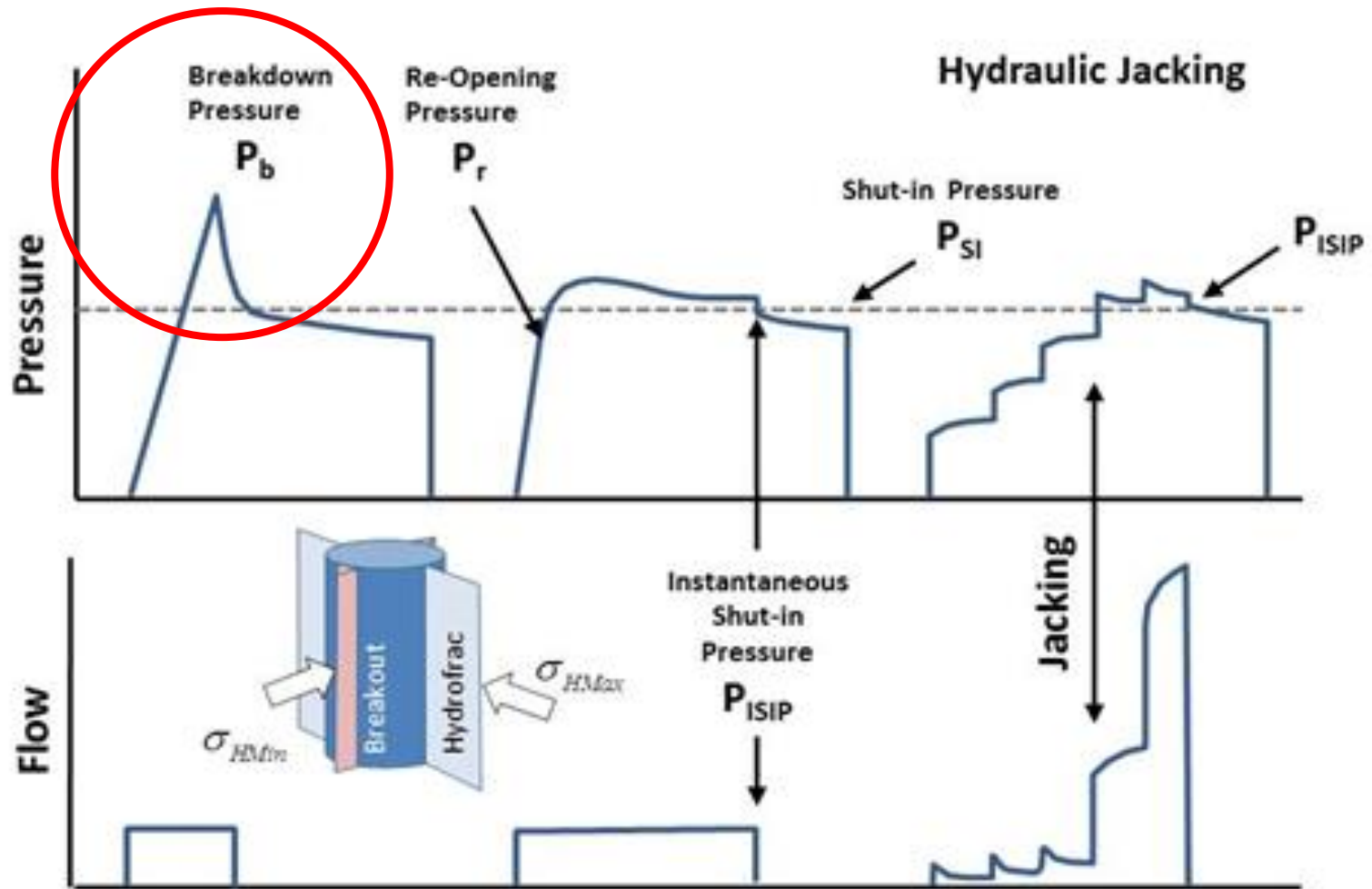
Akusztikus lyukfal televízió

Test 12:115.6 – 116.2



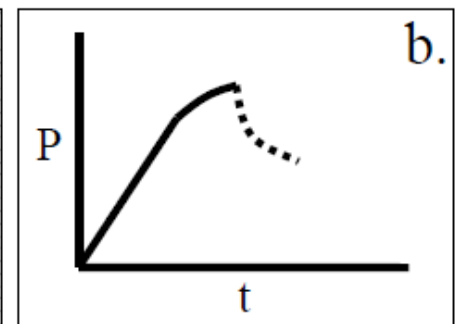
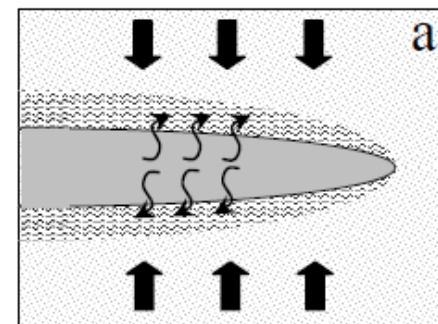
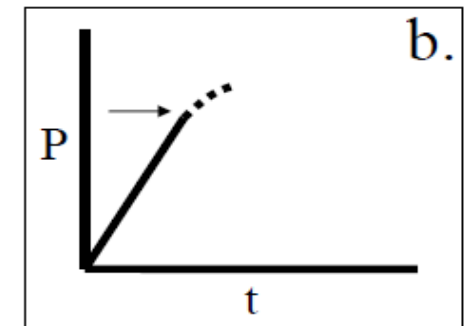
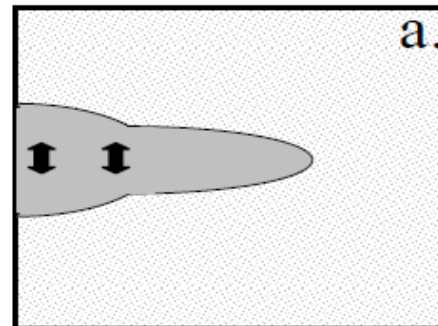
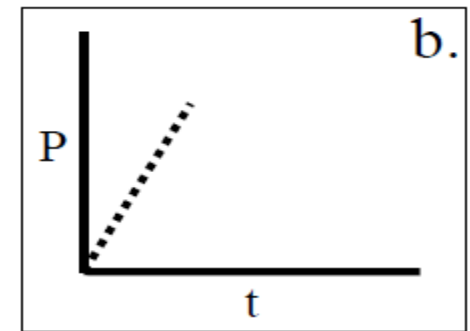
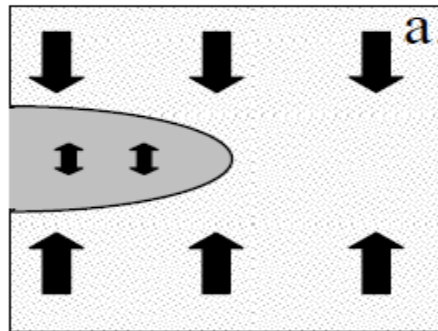


A hidraulikus kőzetrepszés (HF)

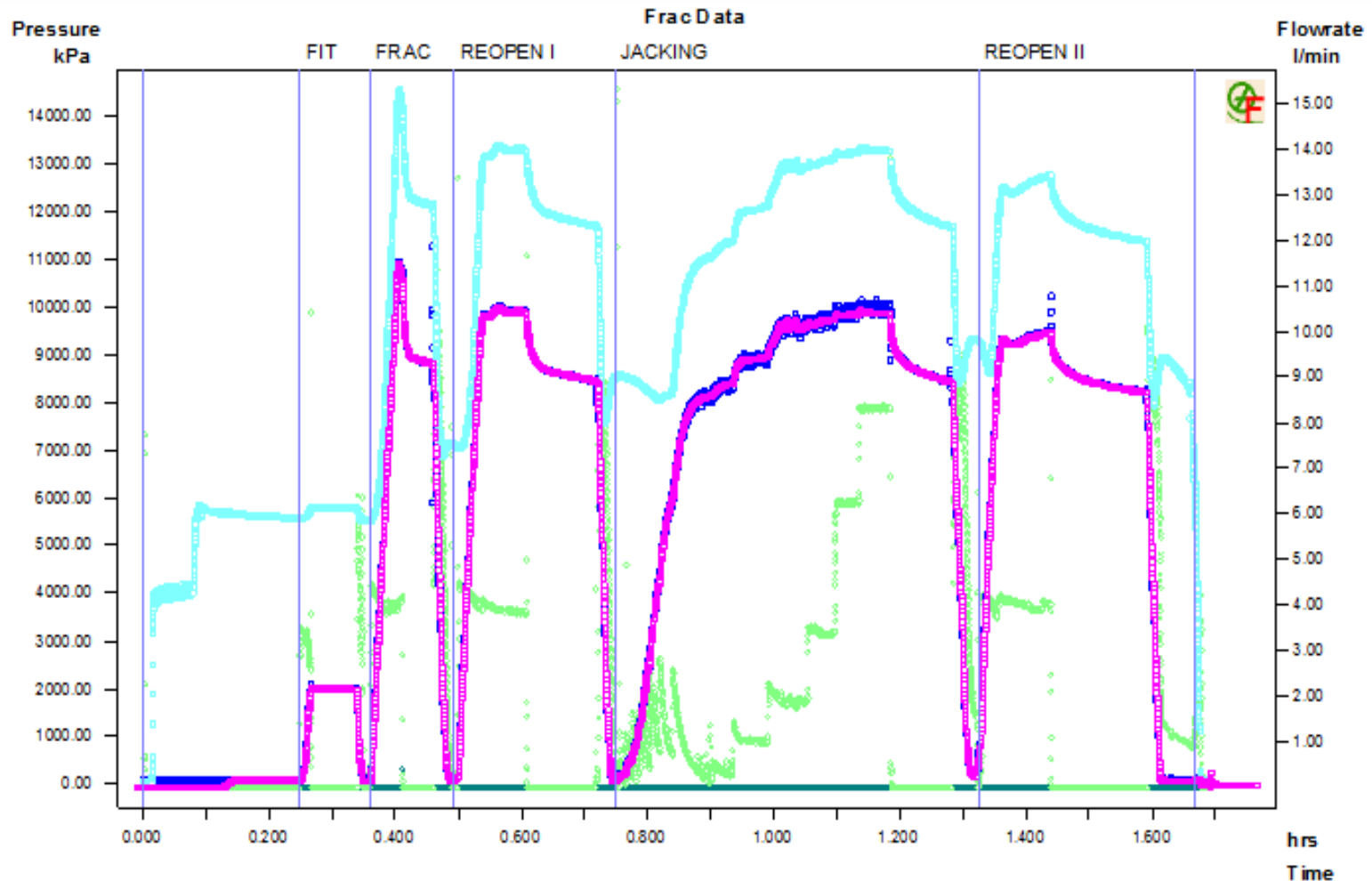


A repesztés mechanizmusa

- A nyomás lineárisan emelkedik az állandó hozamú injektálás alatt. A görbe meredeksége függ az elszivárgás mértékétől. Az injektált tér kitágul a P -vel arányosan. Az arány $\{V, E\}$.
- Az injektálási tér fala megreped, eléri a törési feszültséget. Az injektálás folytatódik, míg a repedés terjed, így térfogata nő. A görbe meredeksége megtörik, sőt negatív lesz a növekmény.
- Az injektálást leállítjuk (a visszafolyást nem engedjük meg). A nyomás elkezd csökkenni, mialatt a munkafolyadék kezd elszivárogni.



HF vizsgálat jellegzetes nyomás és hozam görbéje



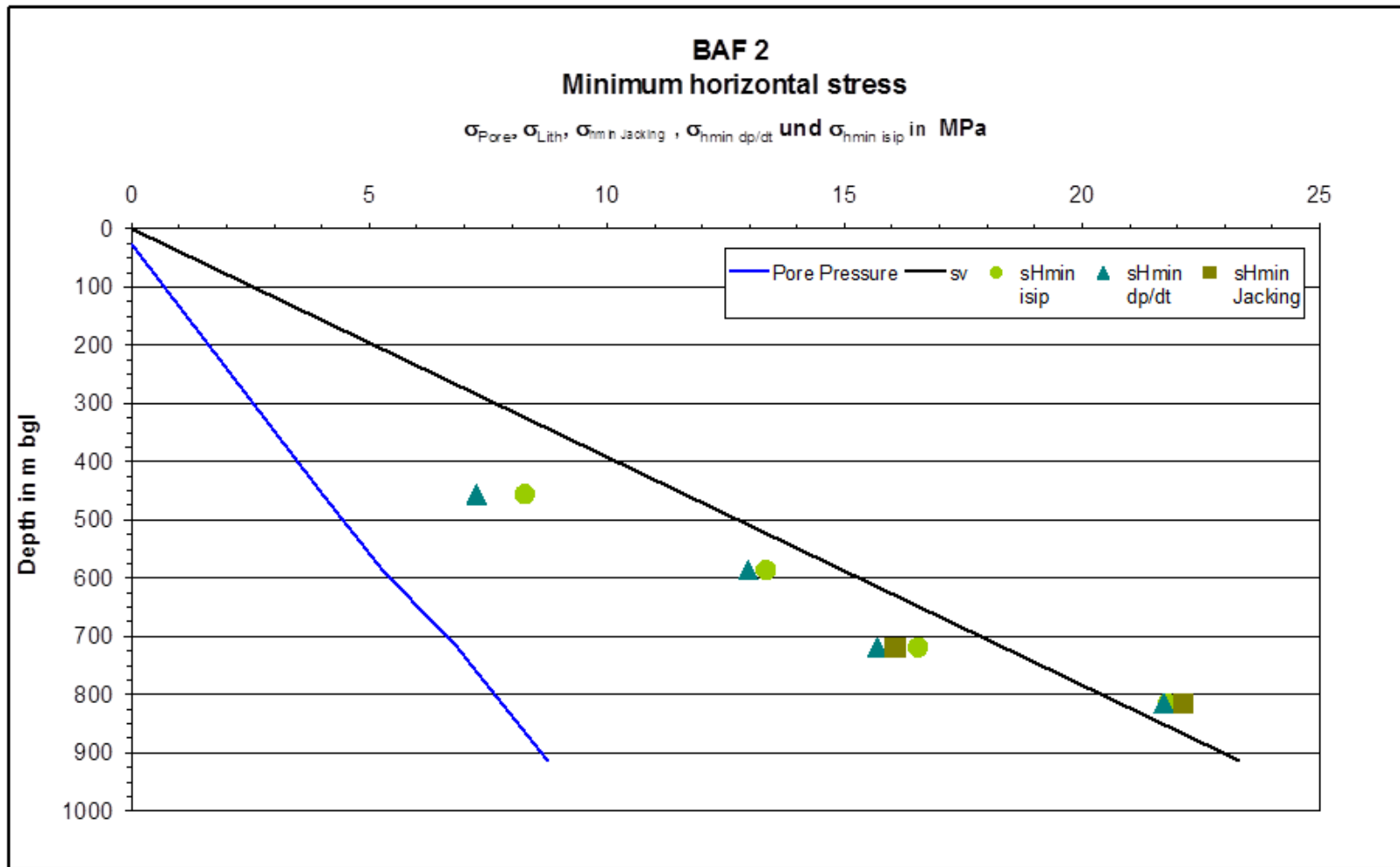
Pakker nyomás, nyomásmérő adatai, a vizsgálati szakasz nyomása, 0–1,5 l/perc közötti hozam, 0–20 l/perc közötti hozam



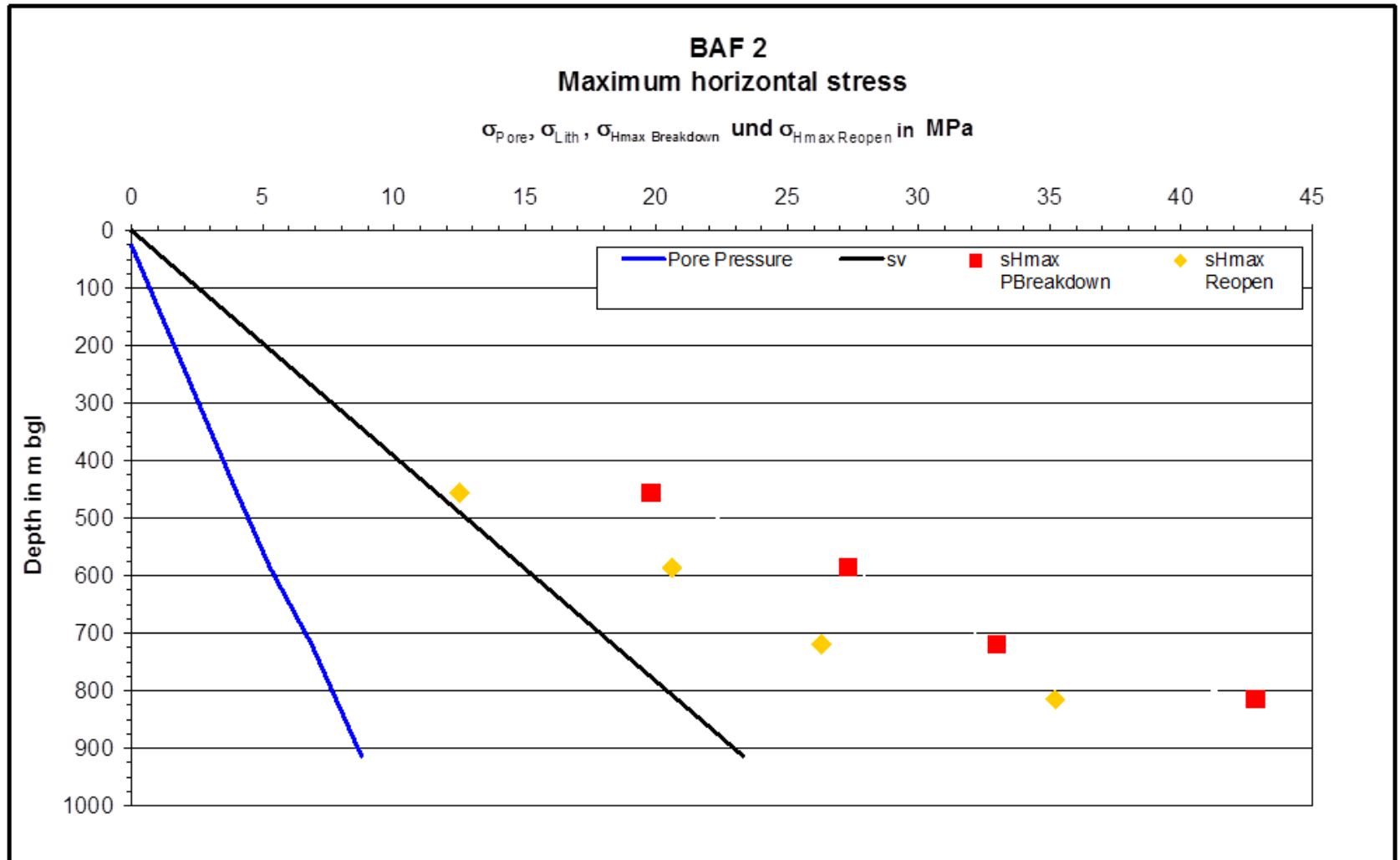
Esettanulmány: eredmények kiértékelése

- 4 repedésmentes mélységtartományban (450-850 m ta) végeztünk hidraulikus kőzetrepezést;
- Az akusztikus lyukfal tv-vel (BHTV) jelöltük ki a célzott mélységközt.
- A minimális horizontális feszültséget 3 módszerrel értékeltük;
- A maximálist 2-vel.
- Ismét BHTV segítségével állapítottuk meg a generált repedés irányát, dőlését.

Eredmények: minimális horizontális feszültség



Eredmények: maximális horizontális feszültség

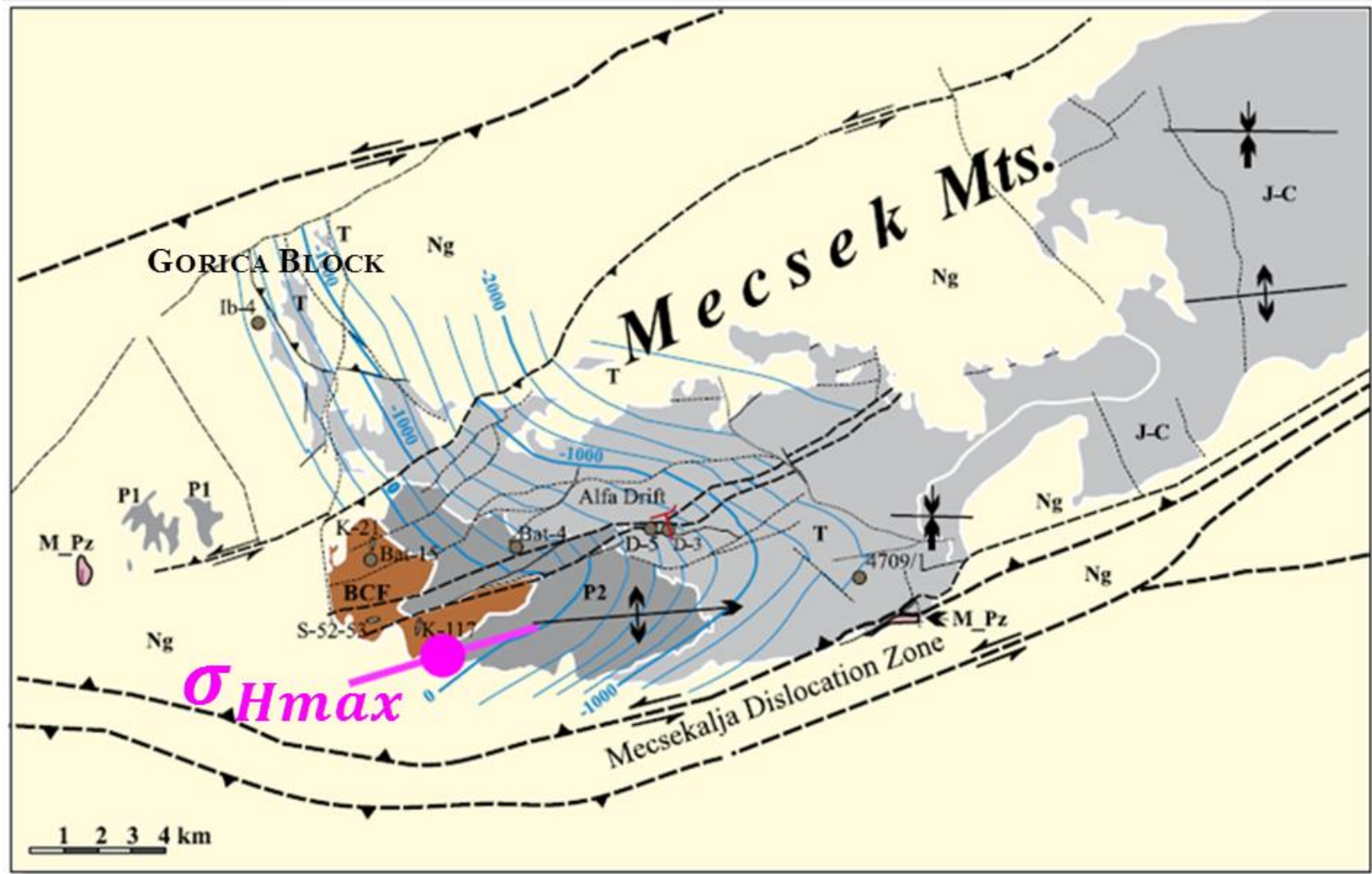




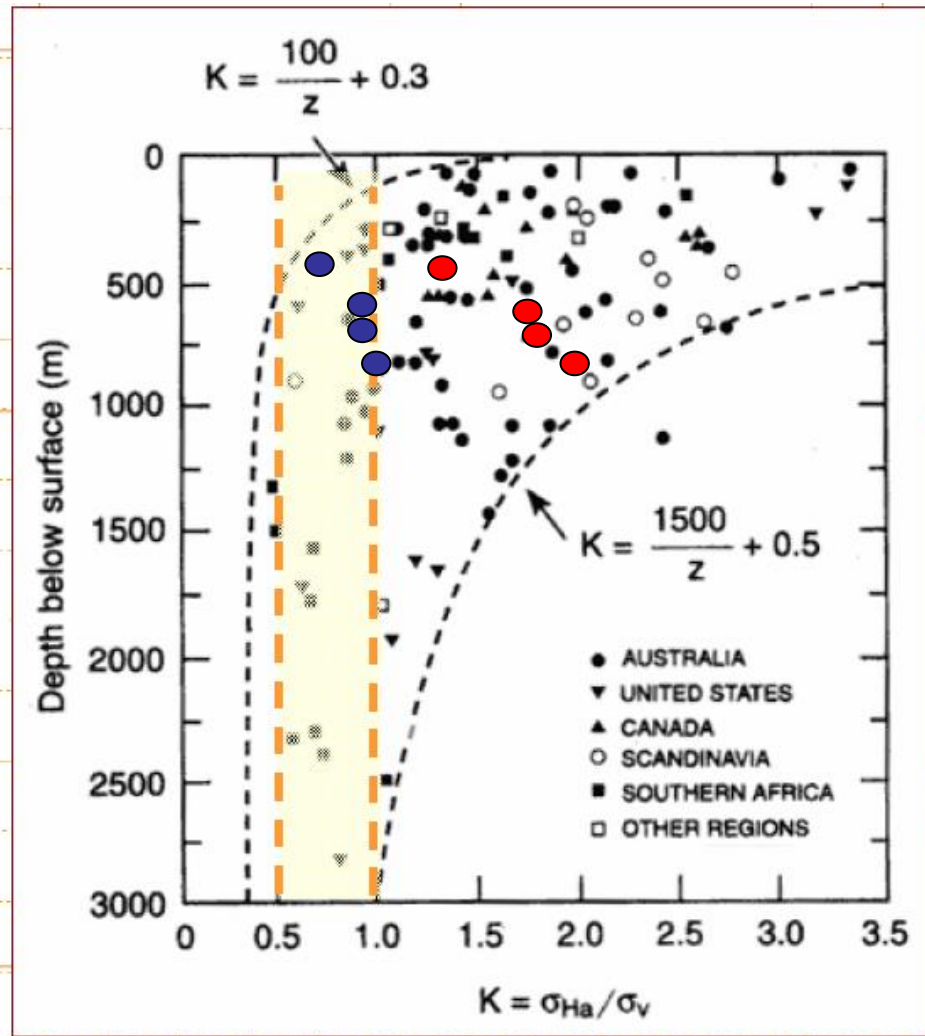
Eredmények: generált repedések geometriája

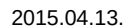
Vizsgál at	Vizsgálati mélység [m felszín alatt]	Azimut (dőlésirány) [°]	Dőlés [°]	Megjegyzés
1	813.70 - 815.20	D-DK	-	A vizsgálatot követő felvételek három gyenge, bizonytalan és rövid szinuszt mutatnak
2	717.10 – 718.60	D-DK	-	A vizsgálat előtti és utáni felvételek is üde, intakt kőzetet mutatnak jelentős különbségek nélkül A vizsgálatot követő felvétel egy talán csak feltételezett, rövid, zárt szinuszt mutat
3	584.40 – 585.90	-	-	Nem látni repedéseket
4	454.20 – 455.70	D-DK	50 – 65°	Több gyenge, rövid és zárt repedés látható a vizsgálatot követő felvételen, egy befejezetlen, egyértelműen zárt és egy deformált teljes szinusz is látható, melyek közül egy kivételével mindegyik D-DK felé dől 50°-65°-os szögben, az egyetlen vizsgálati szakasz, amelynél a vizsgálatot követő felvétel egyértelműen új szinusz görbék megjelenését mutatja

Eredmények: horizontális feszültség fő komponensei



Következtetések (1)







Köszönöm a figyelmet!



Jelen előadás
a 2014-ben, az RHK Kft. megbízása keretében, a MECSEKÉRC Zrt. és a KÖZGÉP Zrt. fővállalkozásában végzett munkát mutatta be.