

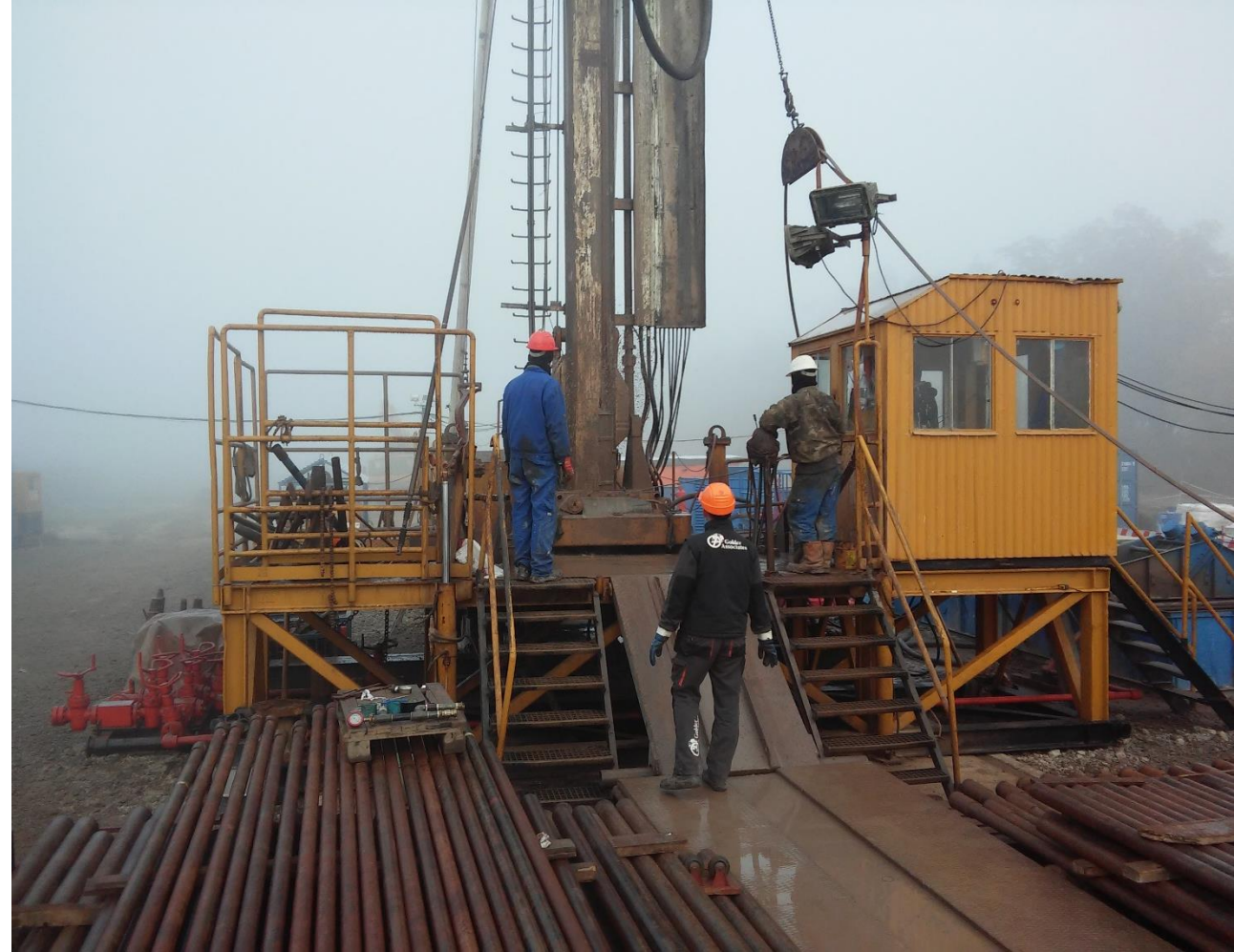
wsp GOLDER

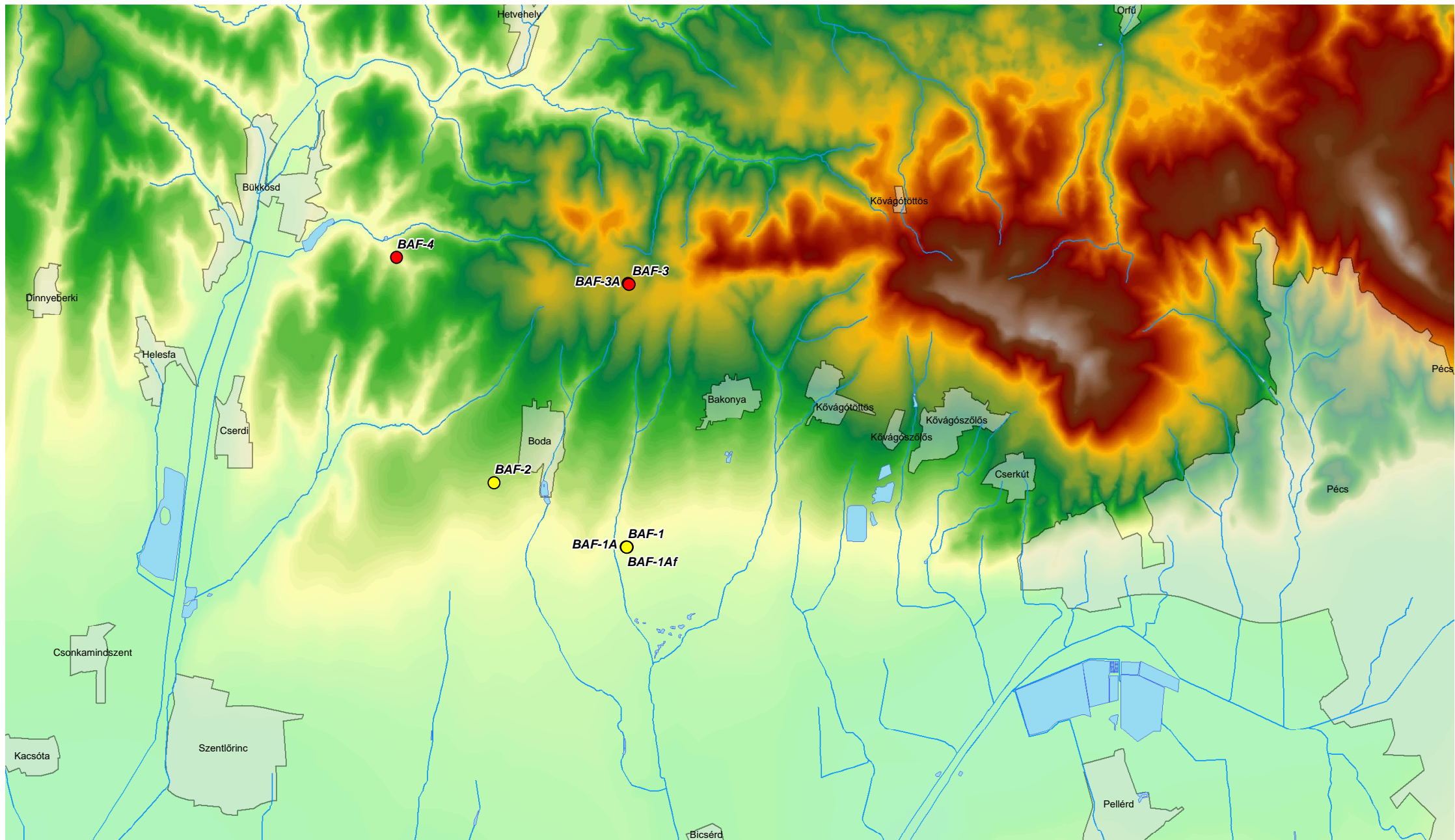
A BAF-3, -3A és BAF-4 fúrások pakkeres hidraulikai és hidrorepesztés vizsgálatai

Mező Gyula, Földvári Koppány (WSP Golder)

Korpai Ferenc (AGILA RES Kft.)

2022. 12. 8.





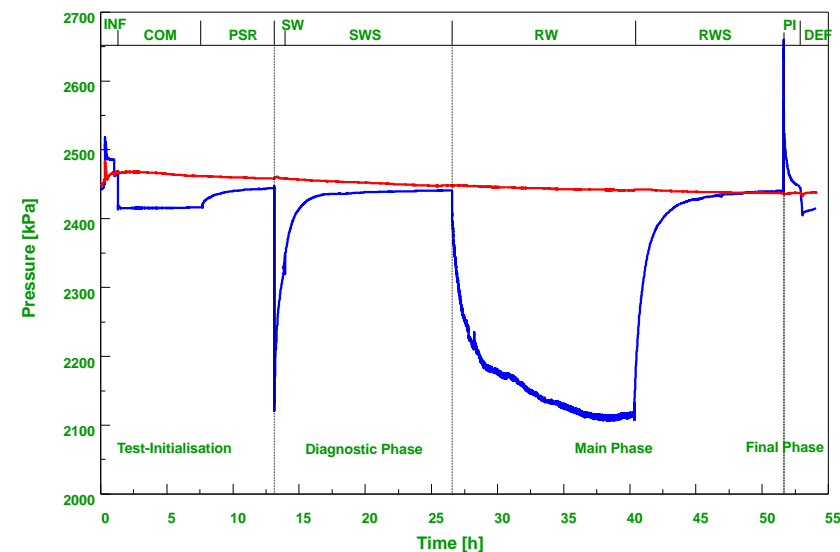
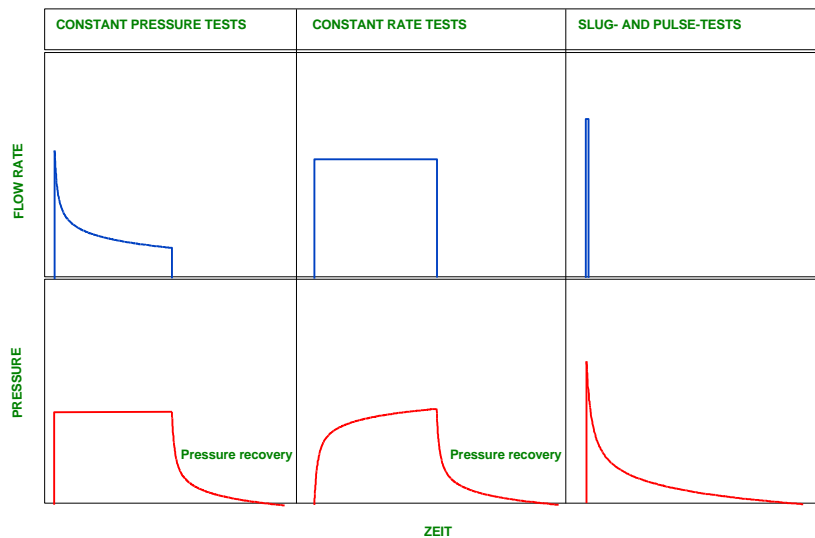
BAF-3, BAF-3A, BAF-4 fúrások

Pakkeres hidraulikai vizsgálatok



Hidraulikai vizsgálatok – mik ezek?

- A kőzetek hidraulikai tulajdonságai közvetlenül nem mérhetők; a kőzet-víz rendszer hidraulikai reakcióiból (nyomás, vízhozam) vezethetők le:
 - A tesztszakasz nyomásának időbeli változása $P = f_1(t)$
 - A vízhozam időbeli változása $q = f_2(t)$

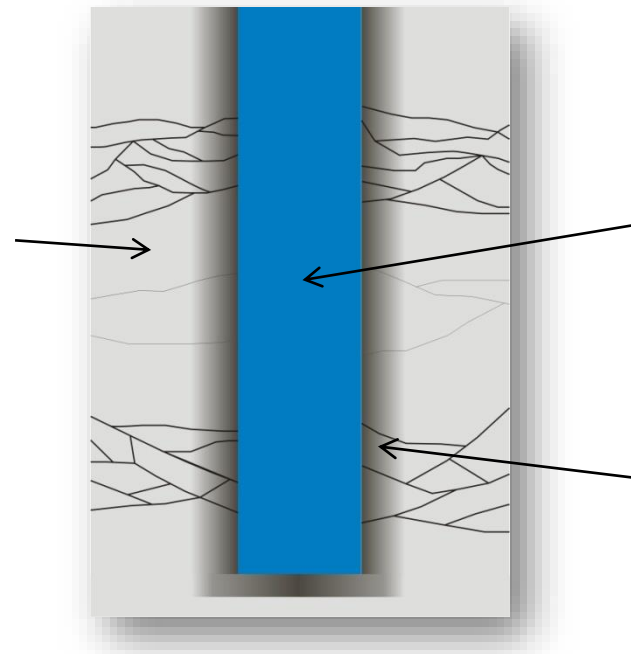


Hidraulikai vizsgálatok – mit kapunk?

- A hidraulikai vizsgálatok célja a fúróluk és a kőzetformáció alkotta rendszer hidraulikai tulajdonságainak megismerése

Formációjellemzők:

- Permeabilitás
- Statikus rétegnyomás (potenciál)
- Áramlási modell (pl. peremek)



A fúróluk jellemzői :

- kúttároló hatás (wellbore storage)
- termelékenység mutató (productivity)

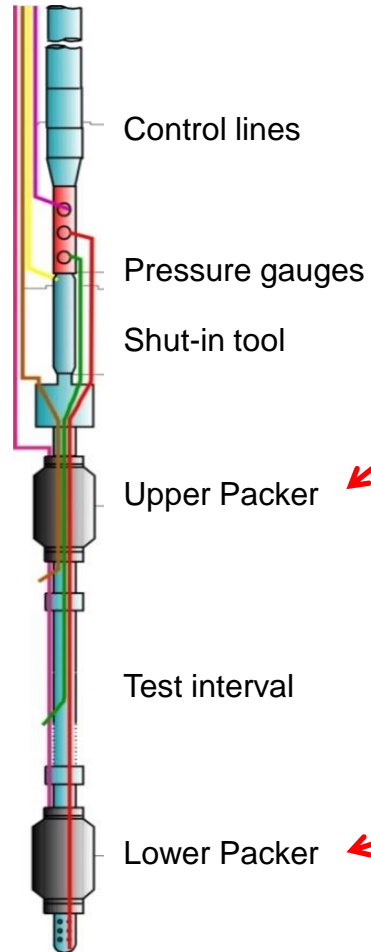
Kútkörüli zóna jellemzői:

- Szkin (gáthatás)

Hidraulikai vizsgálatok – miért?

- Előnyök a laboratóriumi vizsgálatokhoz képest
 - A formáció tulajdonságait természeteshoz közeli (in situ) állapotban vizsgáljuk
 - A hidraulikus tesztek a formáció nagyobb térfogatára jellemzőek, mint a magminták
 - A kőzettest heterogenitásai (ha vannak) bizonyos távolságig követhetők

Eszközök



■ Főbb elemek:

1. Pakker(ek)
2. Nyomásszondák
3. Csőzáró szelep
4. Beépített szivattyú

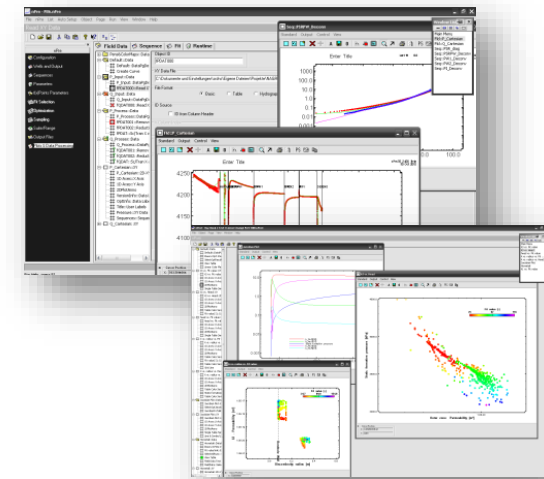
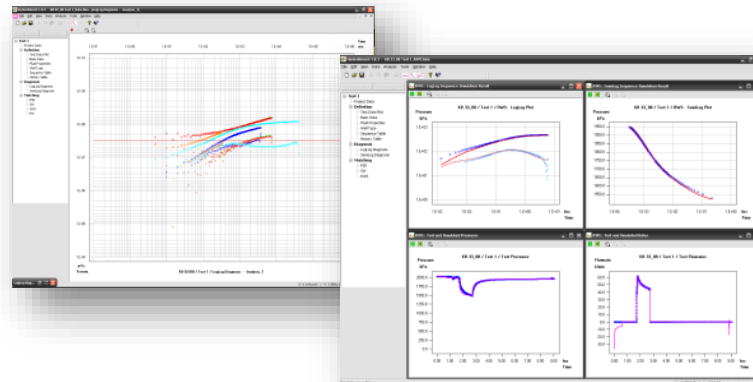
Értelmezés

- Hydrobench

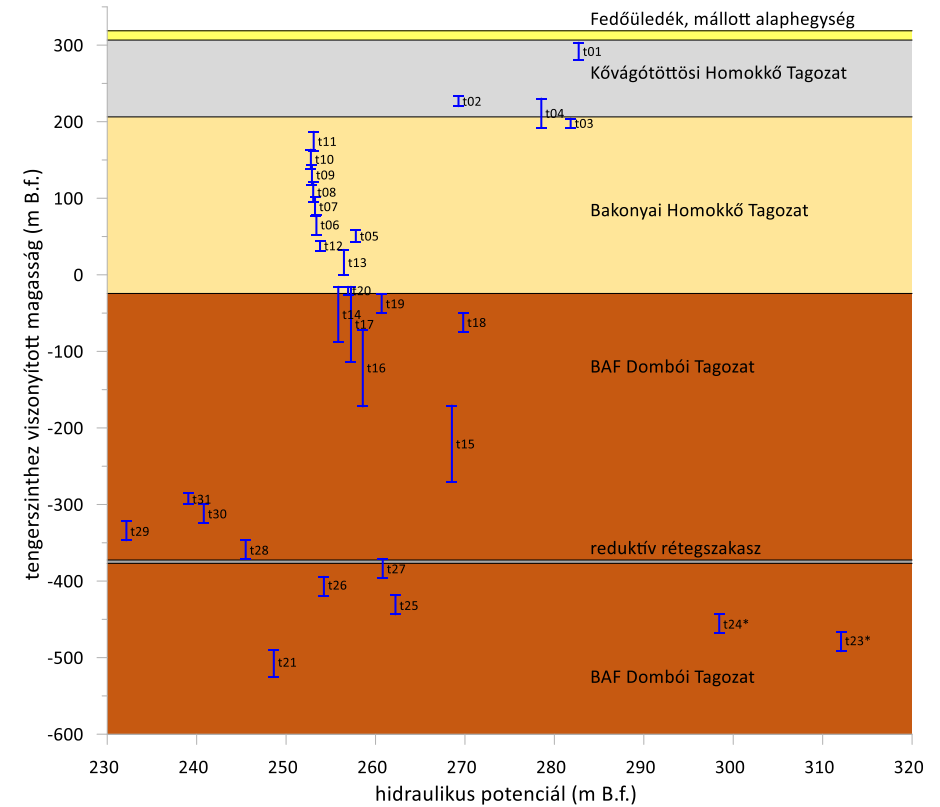
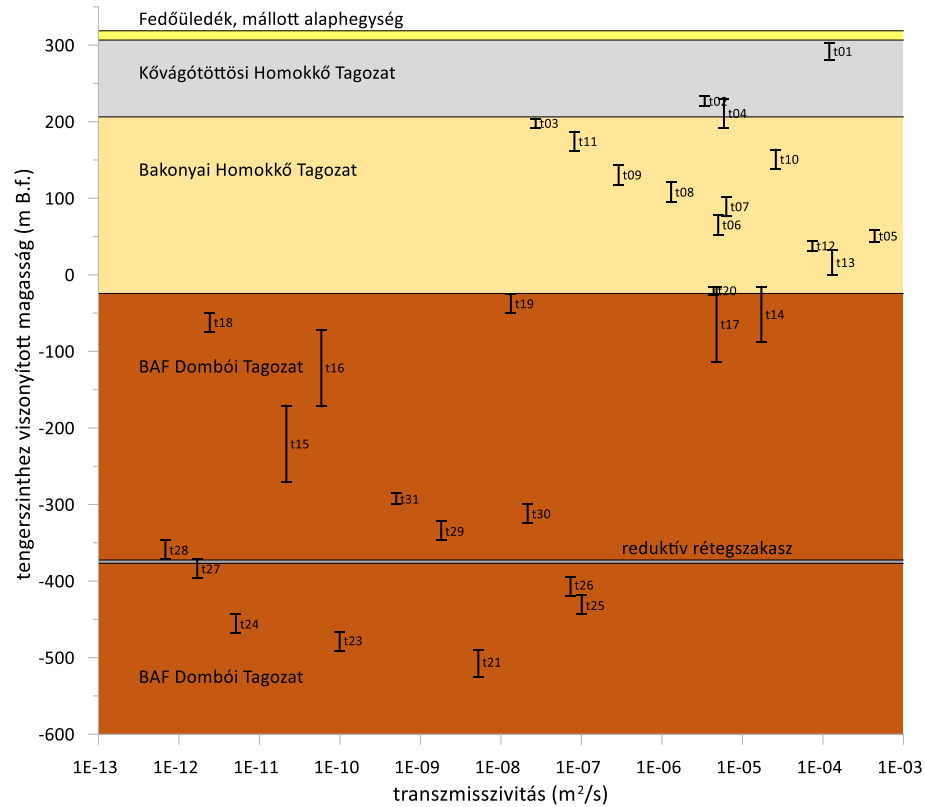
A Golder által fejlesztett numerikus kúthidraulikai értelmező szoftver. Lehetővé teszi a tesztstratégia optimalizálását terepi viszonyok között, illetve a tesztek utólagos kiértékelését.

- nSIGHTS (nukleáris hulladékéltelhelyezés)

- Kappa Saphir, Weatherford PanSystem (szénhidrogén-ipar)



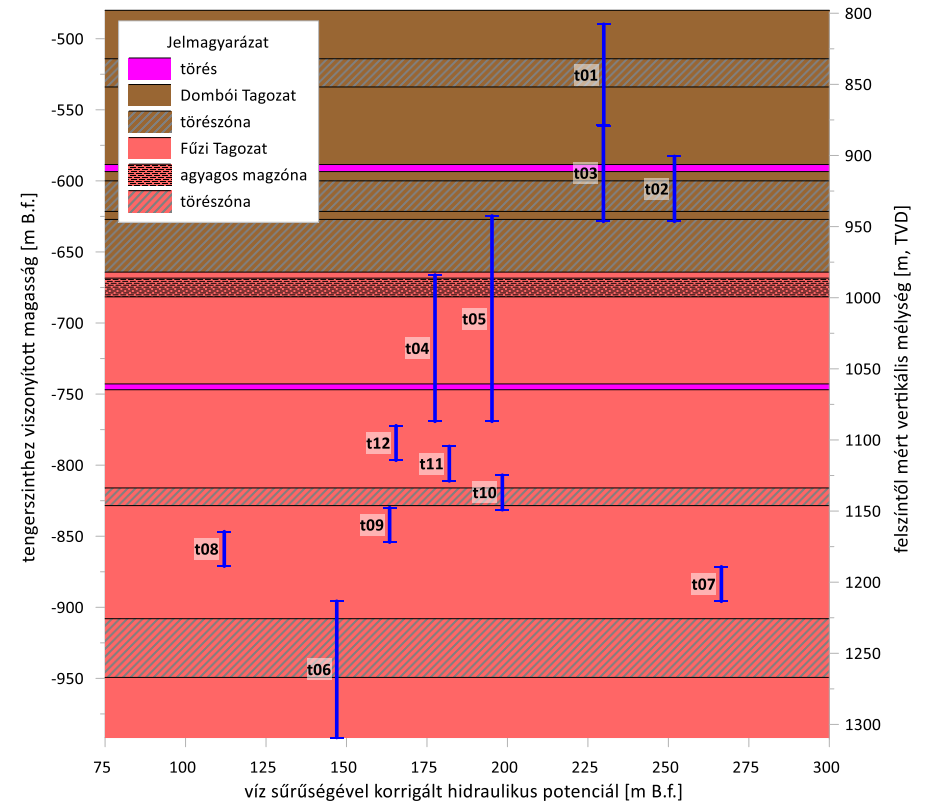
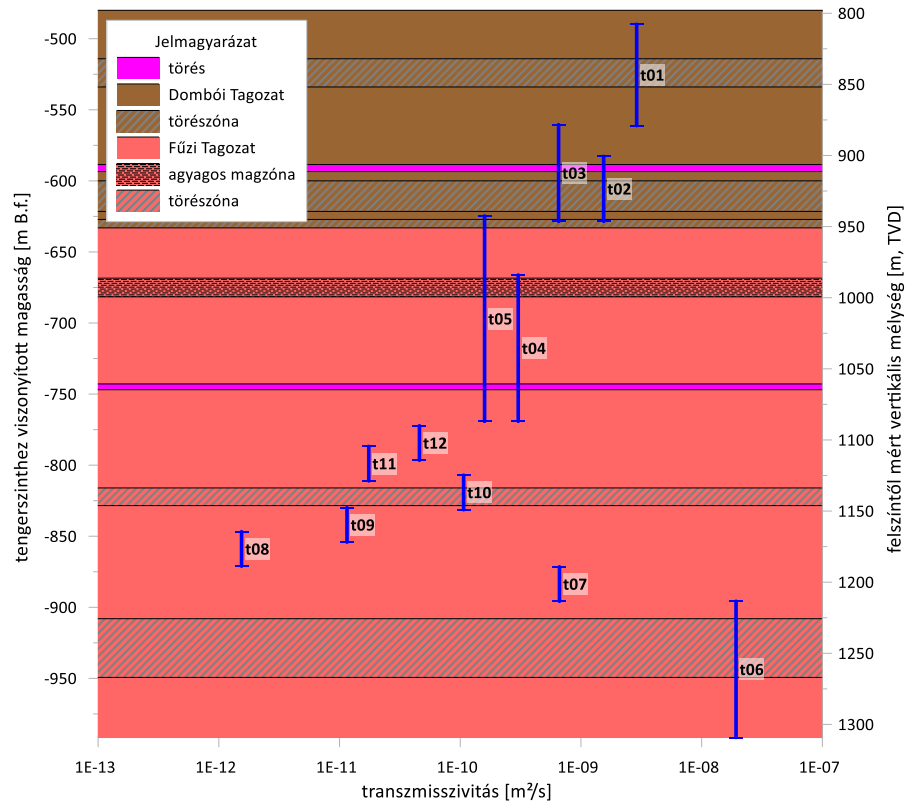
A BAF-3 fúrás transzmisszivitás- és potenciálszelvénye



BAF-3 fúrás

- A Bodai Agyagkő fedőképződményeire a 10^{-7} – 10^{-3} m²/s tartományba eső transzmisszivitás jellemző, a BAF képződményei inkább a 10^{-13} – 10^{-7} m²/s közötti transzmisszivitásokat mutatnak.
- A Bakonyai Homokkő hidraulikai értelemben egyetlen összefüggő rendszernek felel meg, ezt a potenciálok kis változékonysága is jelzi.
- A BAF Dombóói Tagozatában a nyugalmi potenciálok változékonysága már lényegesen jelentősebb, mélység szerinti trend nem látható.
- A BAF gyengébb vízvezető képességű kőzeteiben azonban a nyugalmi potenciál meghatározásának pontossága lényegesen kisebb, mint a jobb vízvezető képességű Bakonyai Homokkőben.

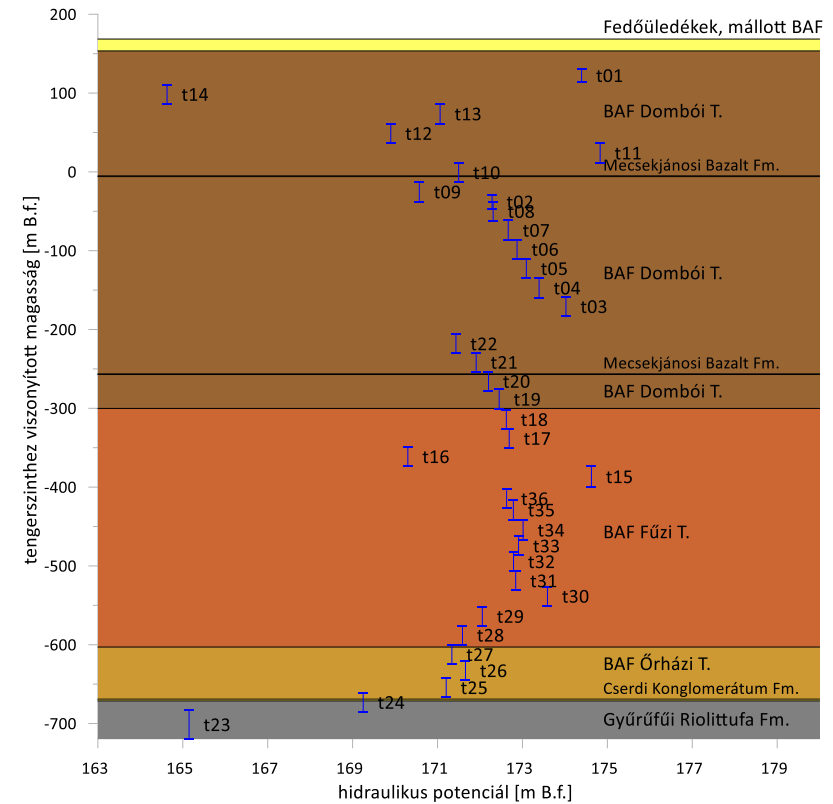
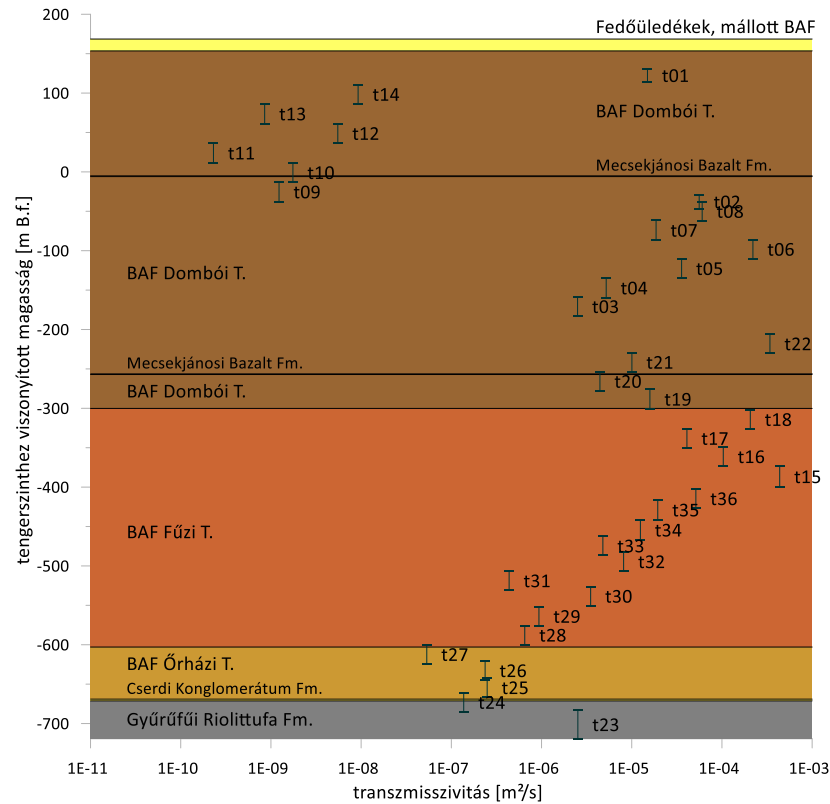
A BAF-3A fúrás transzmisszivitás- és potenciálszelvénye



BAF-3A fúrás

- A kőzetek vízvezető képességének mértéke elsősorban a kőzetminőség függvénye: a tektonikailag jobban igénybe vett képződmények relatíve jobb vízvezető képességűek.
- A transzmisszivitás a mélység függvényében csökkenő trendet követ a BAF-3A fúrás vizsgált szakaszán, mely trendet az egyes törésvonalak befolyásolják.
- A Dombóvi Tagozatot magasabb potenciálszintek jellemzik, mint a Fűzi Tagozatot.
A rövid idejű vizsgálatok alapján meghatározott nyomásértékek, illetve azokból levezetett sűrűség- és potenciálértékek jelentős bizonytalansággal bírnak.

A BAF-4 fúrás transzmisszivitás- és potenciálszelvénye



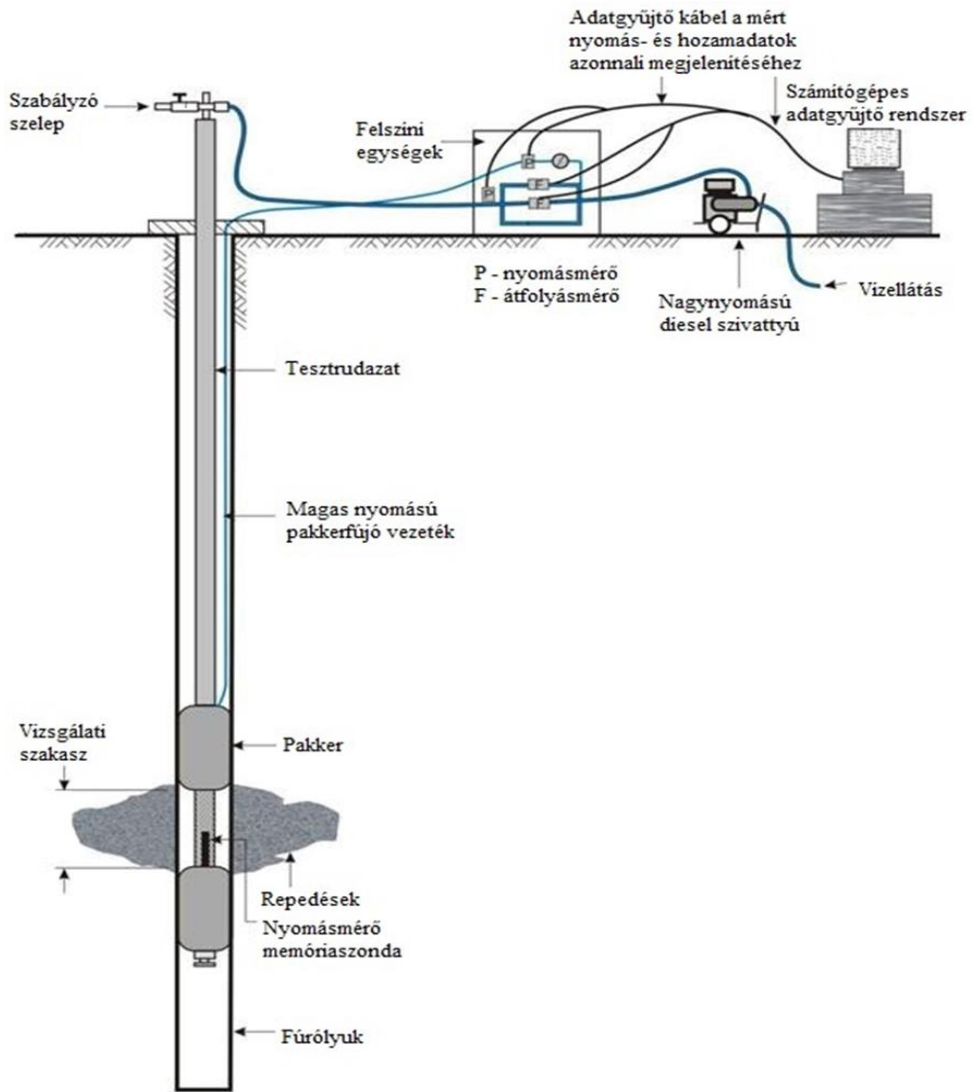
BAF-4 fúrás

- A Bodai Agyagő Formáción belül a Fűzi Tagozat esetében jellemző, hogy a transzmisszivitás mélység szerint valamilyen trendet követ, a Dombói Tagozat esetében a relatíve gyengébb és jobb vízvezető képességű szakaszok a meszesedés-albitosodás mértékének függvényében váltják egymást.
- A BAF-4 fúrás hidraulikus potenciálszelvénye sokkal kisebb változatosságot mutat. A fúrás során már kis mélységekben szabadon kifolyó vizet tapasztaltak, mely a nyugalmi potenciálszint terepszintnél magasabb voltára utal.
- A BAF potenciálképe egyveretű, ami arra utal, hogy valószínűleg egyetlen, folytonos hidraulikai egységet alkot. A kevés számú mérés ellenére valószínűsíthető, hogy a Cserdi és Gyűrűfüi Formációk a BAF-tól elkülönülő hidraulikai egységbe sorolhatók.

BAF-3 fúrás

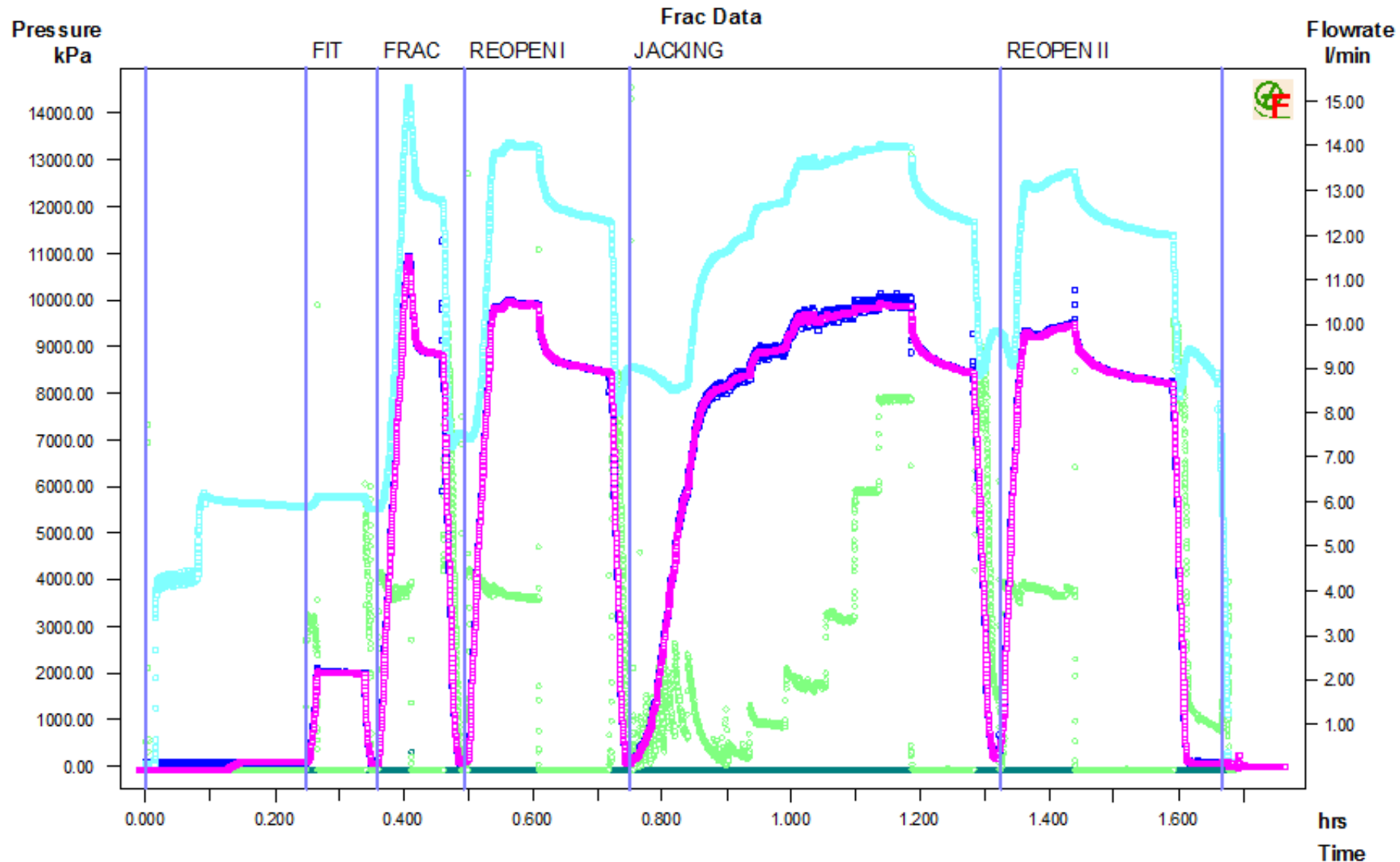
Hidraulikus közetrepesztés





A hidraulikus repesztést végző berendezés sematikus rajza

Hidraulikus repesztéses vizsgálat jellegzetes nyomás- és hozamgörbéje



- pakker nyomás: világoskék
- a memóriás mérő nyomás adatai: lila
- a vizsgálati szakasz nyomása: sötétkék
- 0-1,5 l/perc közötti hozam: sötétzöld
- 0-20 l/perc közötti hozam: világoszöld

Maximális horizontális főfeszültség a törési nyomás felhasználásával

$$\sigma_{hmax} = 3\sigma_{hmin} - P_b - P_0 + T$$

ahol:

- σ_{hmin} -t az azonnali zárási nyomással (P_{SI}) egyenlőnek kell feltételezni
- P_b törési nyomás
- P_0 a pórusvíz nyomása
- T a közet húzószilárdsága

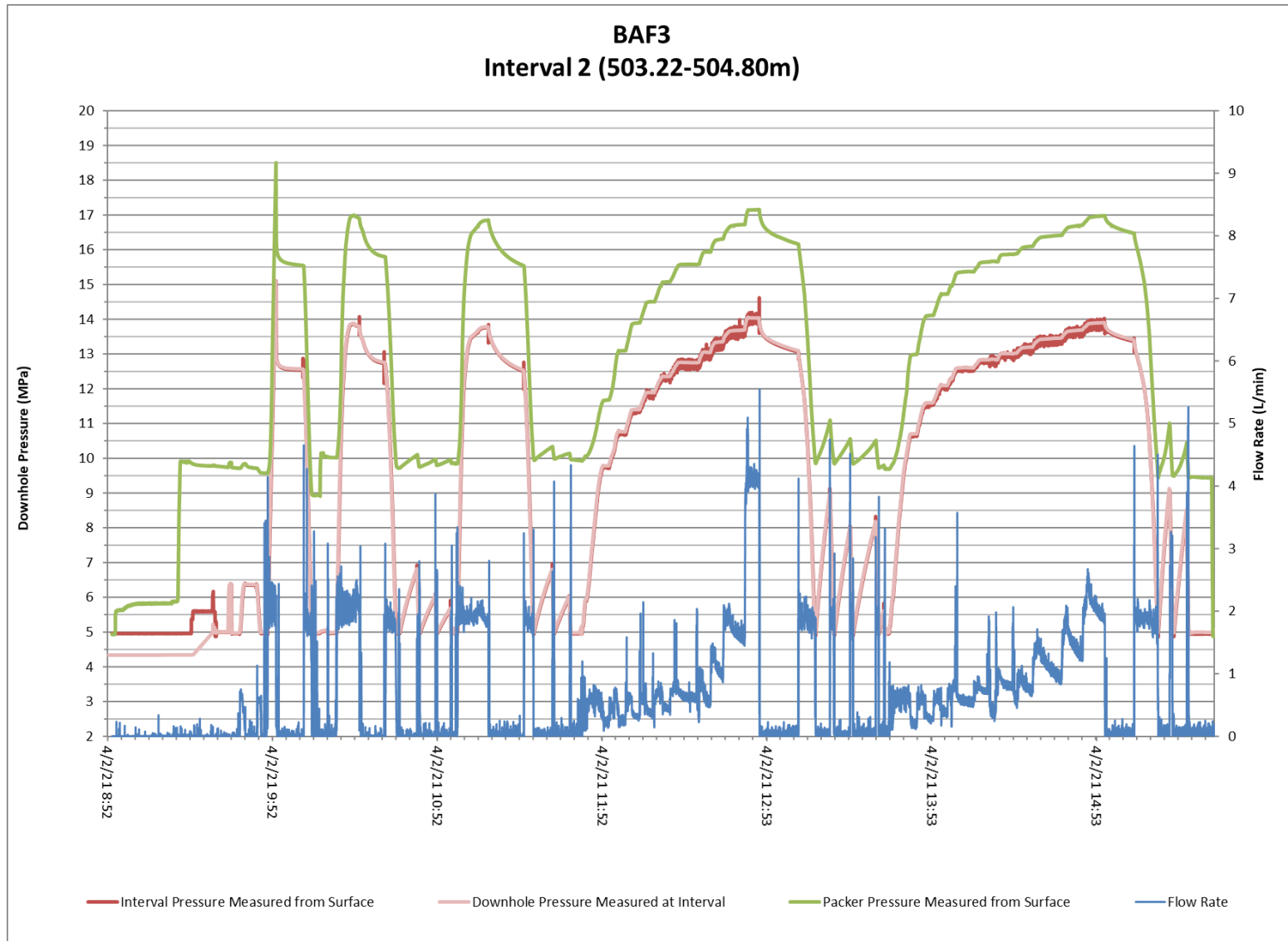
Maximális horizontális főfeszültség az újranyitási nyomás felhasználásával

$$\sigma_{hmax} = 3\sigma_{hmin} - P_r - P_0$$

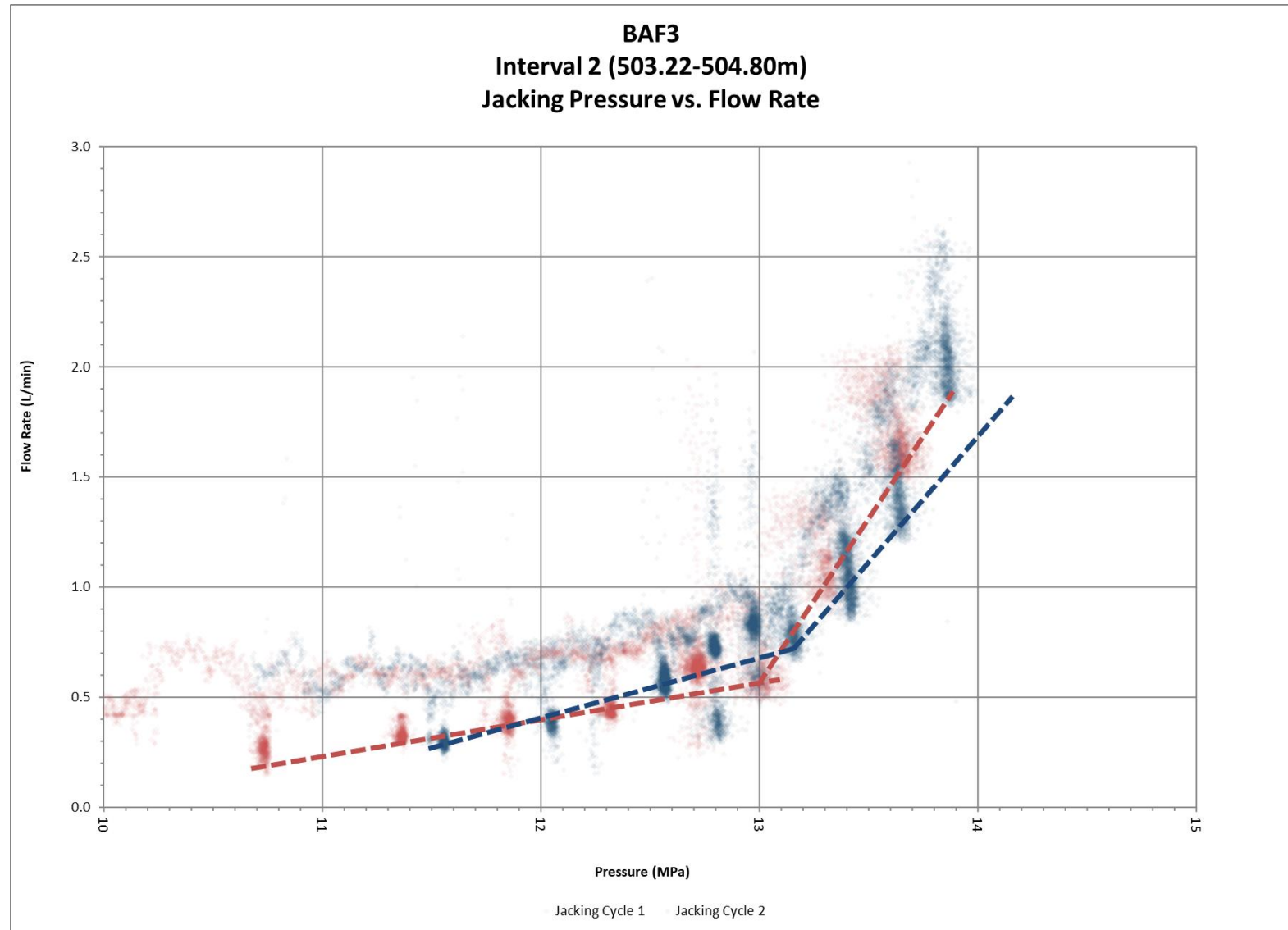
ahol:

- σ_{hmin} -t az azonnali zárási nyomással egyenlőnek tételezik fel
- P_r a repedés újranyitási nyomása
- P_0 a pórusnyomás

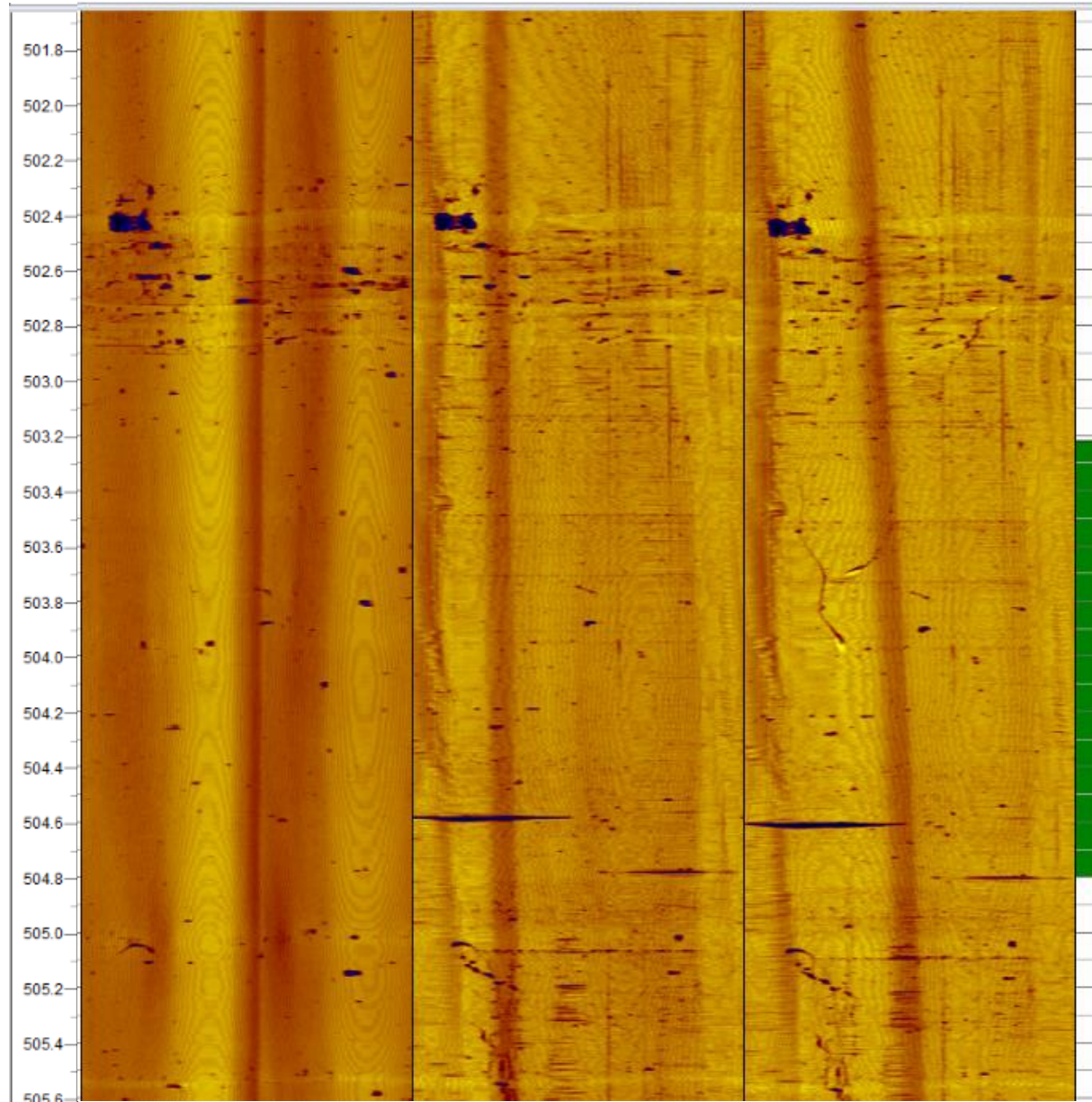
A BAF3HFt2 teszt során mért nyomások és vízhozam időbeli alakulása



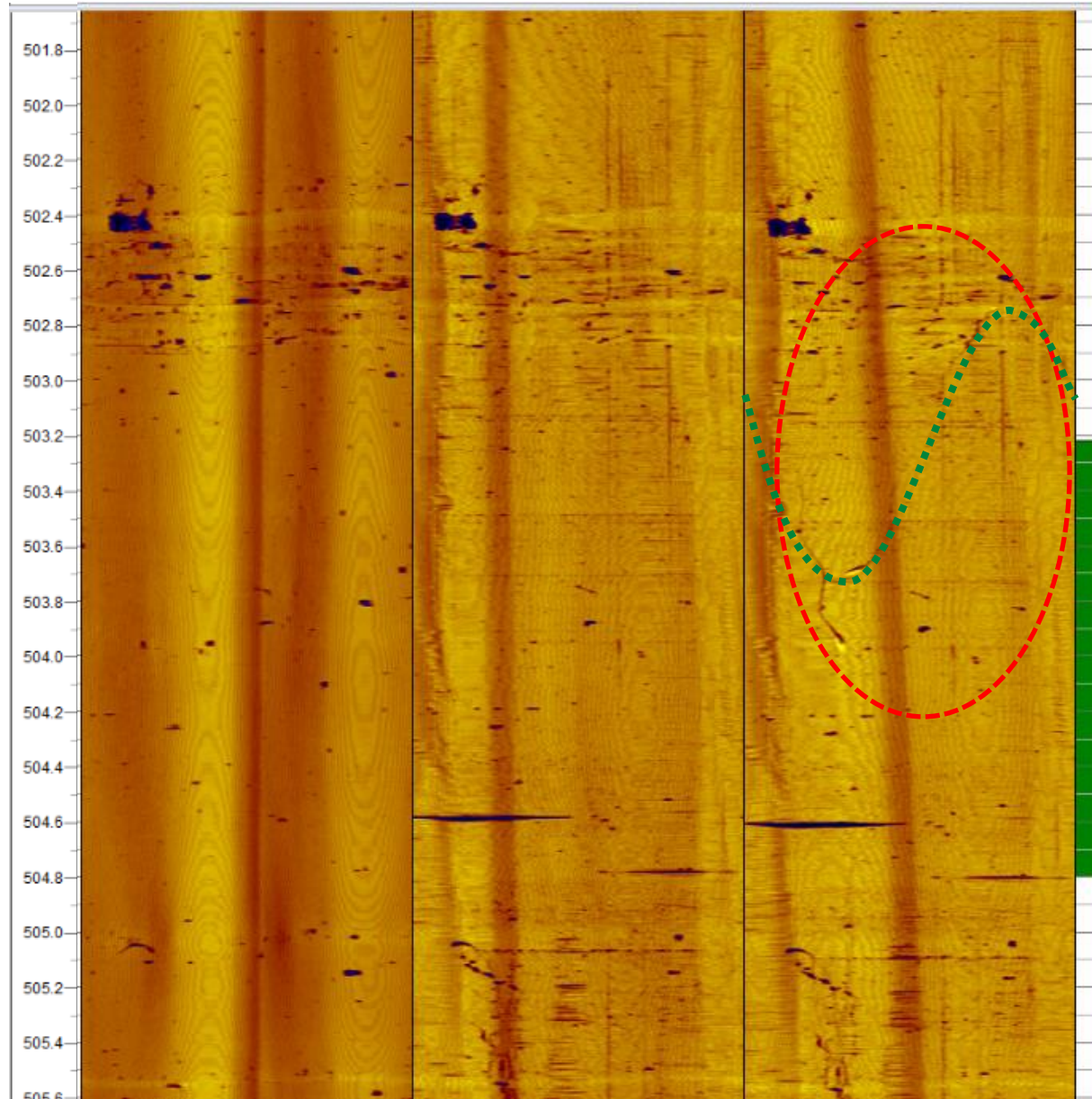
A BAF3HFt2 teszt jacking ciklusaiban mért vízhozamok a nyomás függvényében



A BAF3HFt2 teszt, akusztikus lyukfaltelevízió a teszt előtt és után



A BAF3HFt2 teszt, akusztikus lyukfaltelevízió a teszt előtt és után

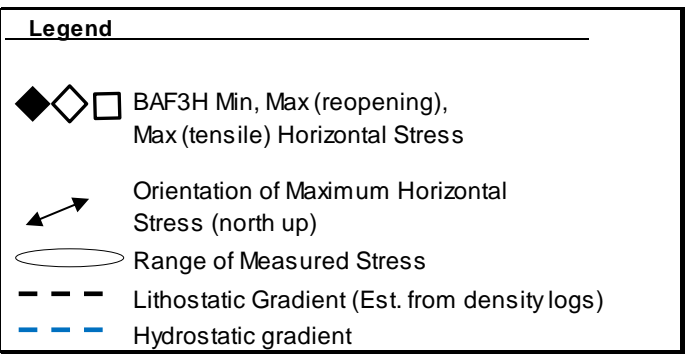
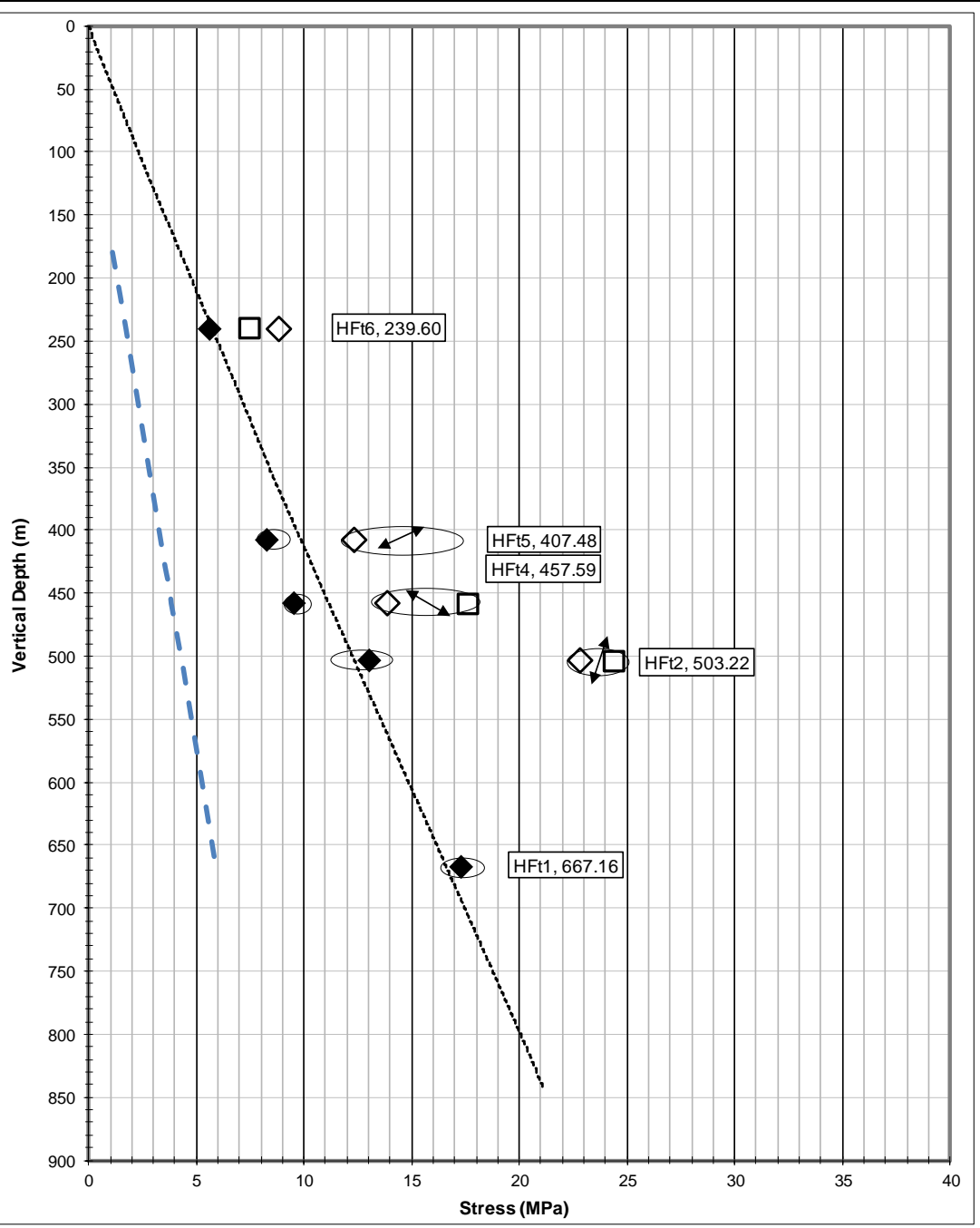


A BAF-3 jelű kutatófúrásban mért feszültségadatok összefoglalása

Az HFt1 és HFt2 szakaszoknál a minimális horizontális a litosztatikus feszültséghez viszonyítva, annak rendre 1,04 és 1,05-szöröse, míg a HFt4–HFt6 szakaszokon a minimális horizontális feszültség a litosztatikus feszültségnek 0,84–0,97-szerese. A horizontális síkban lévő maximális főfeszültség minden mért szakaszon nagyobb, mint a litosztatikus feszültség.

Azokon a szakaszokon, ahol a függőleges feszültségkomponens a legkisebb, a mérési eredmények kompressziós feszültségtérre jellemző értékeket mutatnak.

Ahol viszont a minimális és maximális horizontális feszültségek közrefogják a litosztatikus feszültséget, az oldalelmozdulásos (strike-slip) deformációk a jellemzőek.



Köszönjük a
figyelmet!

