

# EGS geotermikus rezervoár megvalósításának kérdései

**Dr. Jobbik Anita**

Miskolci Egyetem Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet  
MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport

# Enhanced Geothermal System EGS rendszerek

A földkéreg hőtartalmának, elektromos áram előállítását célzó hasznosítása

A rezervoár és/vagy a munkaközeg mesterséges vagy mesterségesen befolyásolt

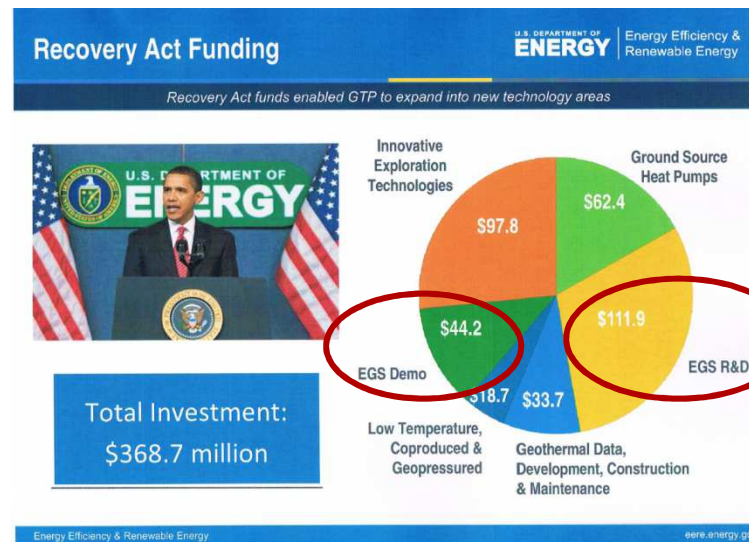
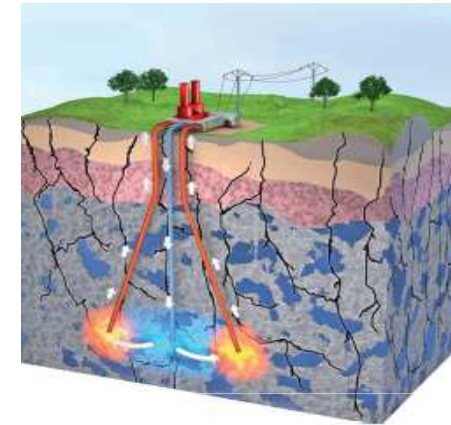
A forró kőzetek hőtartalmának kinyerése a kőzetben meglévő és megnövelt vagy mesterségesen kialakított repedésrendszerben (hőcserélő-felületben) cirkuláltatott folyadékkal történik.

Elméletileg bárhol létesíthető

„Szárász” esetben a felszínalatti vizek kivétele nélkül

Kutatás-fejlesztés alatt álló terület

Kísérleti projektek valósultak meg



# EGS rendszer létesítésére alkalmas területek

Az EGEC szakértői szerint  
Magyarország EGS potenciálja

**300MW**

Nemzeti Cselekvési Terv 2020-ig

**57MW**

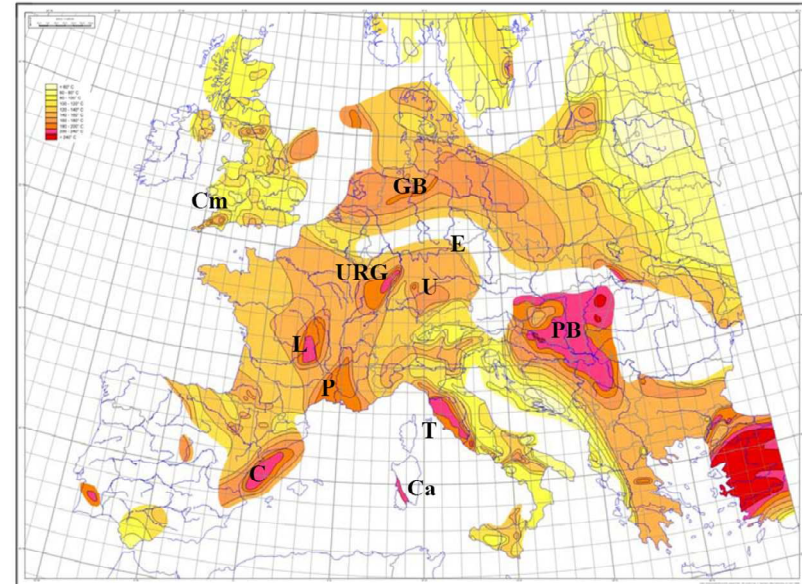
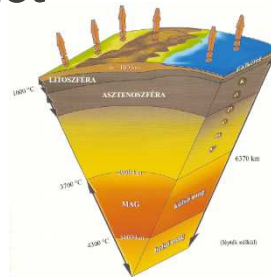
EGS (UGS) rendszerek

**HOT +**

**DRY, WET, FRACTURED**

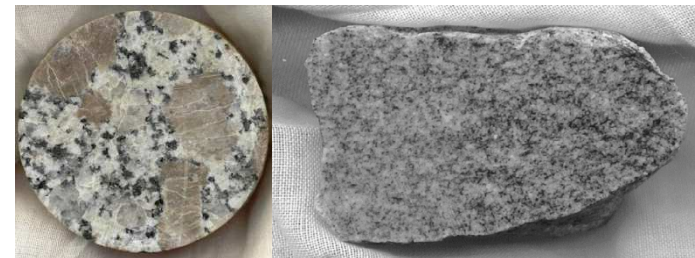
**5 MWe teljesítményhez**

- ▶ **> 200°C** közethőmérséklet
  - ▶ **> 300 Millió m<sup>3</sup>** közettérfogat
  - ▶ **> 10 Millió m<sup>2</sup>** repedés-felület
- + alacsony**
- ▶ **áramlási veszteség**
  - ▶ **vízveszteség**
  - ▶ **termikus lehűlés**



5km mélységre extrapolált hőmérséklet-térkép

(E. HURTIG, V. CERMAK, R. HAENEL, V. ZUI, H. HAACK alapján GEIE által módosítva)



ASoultz-i rendszer sekélyebb és mélyebb rezervoárjának kőzetei

# EGS rendszerek létesítésének kockázatai

Technológiailag megvalósítható de

- ▶ **rendkívül komplex,**
- ▶ **földtani és technikai**

kockázatokkal terhelt folyamat.

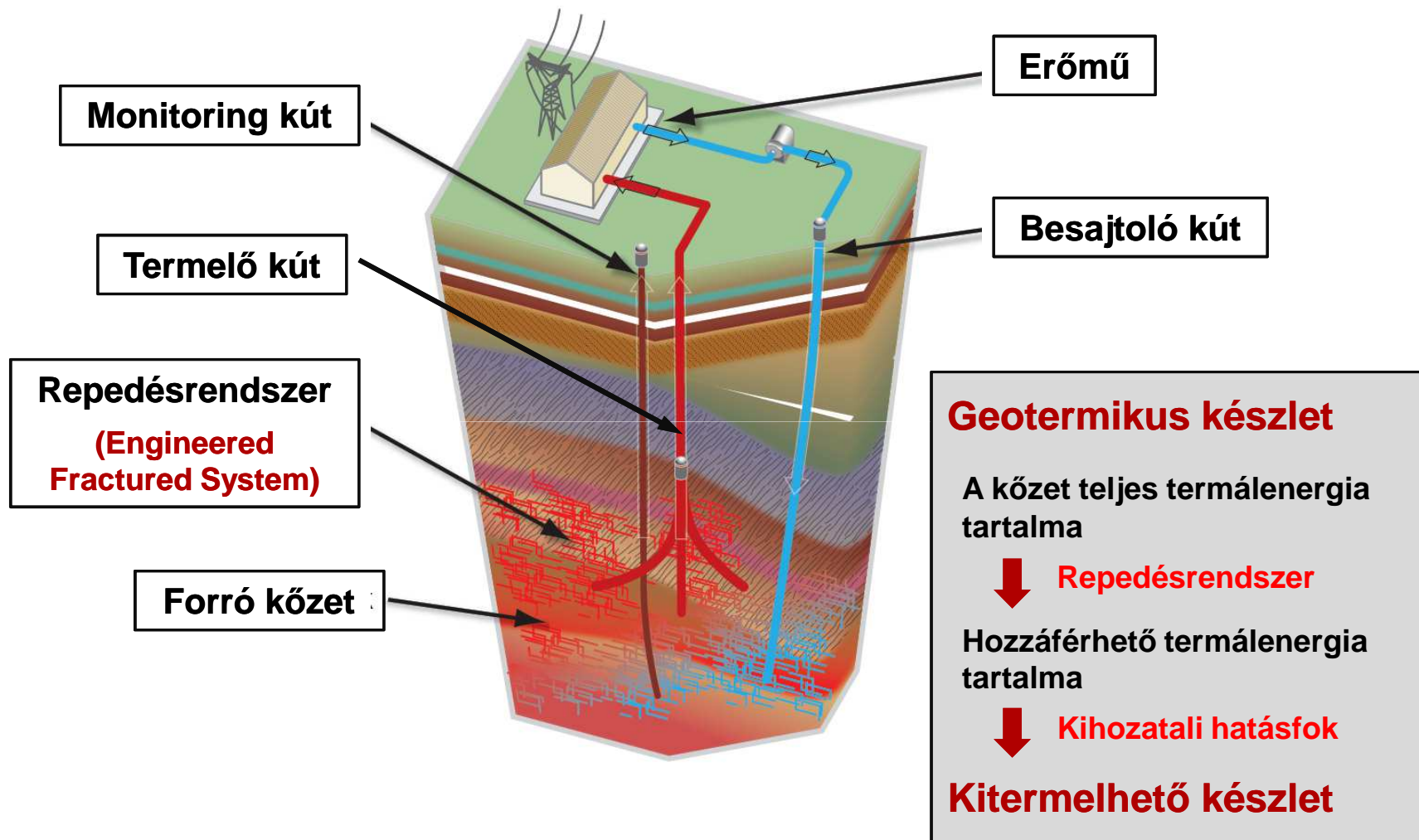
EGS potenciál értékelésének legkritikusabb kérdései:

- ▶ **hőmérséklet (hőáram, hővezető-képesség),**
- ▶ **rezervoár (hőcserélő-felület),**
- ▶ **a vízhez való hozzáférés,**
- ▶ **a geotermikus rendszer fenntarthatósága, élettartama.**

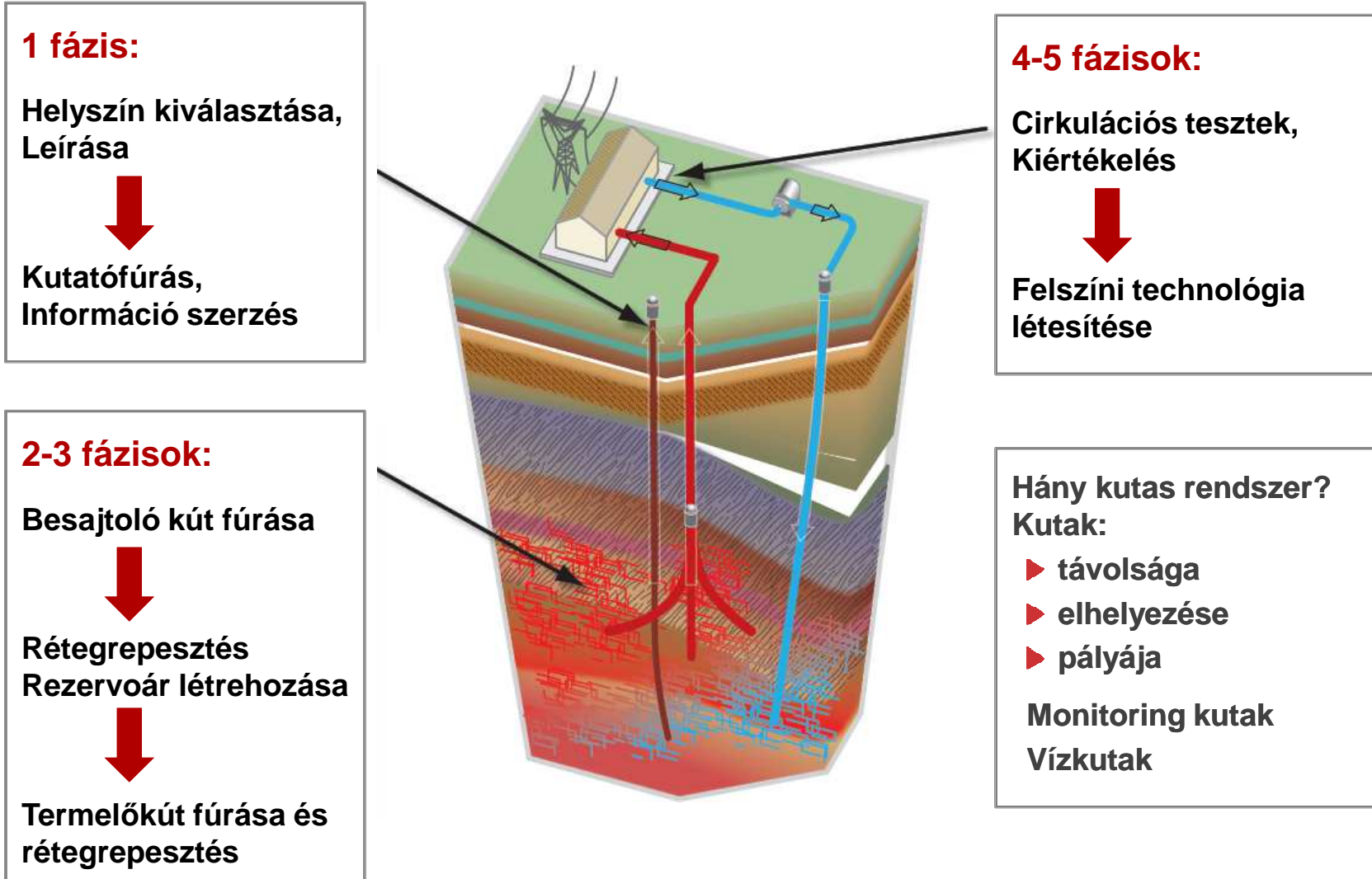
**Az eddigi EGS projektek többsége nemzetközi együttműködések keretében valósult meg.**



# Az EGS rendszer elemei



# EGS rendszer kialakításának lépései



# Potenciális helyszínek értékelése

## ? „megfelelő” EGS helyszín

Rezervoár *típusának* meghatározása

**HD<sub>ry</sub>R**, **HF<sub>ractuted</sub>R**, **HW<sub>et</sub>R**

▶ projekt koncepció

Alkalmas aljzati képződmény

Geológiai modell

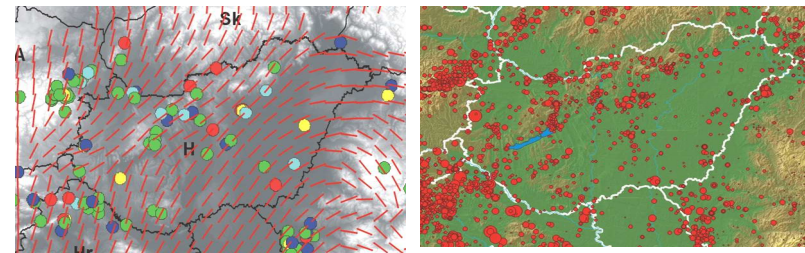
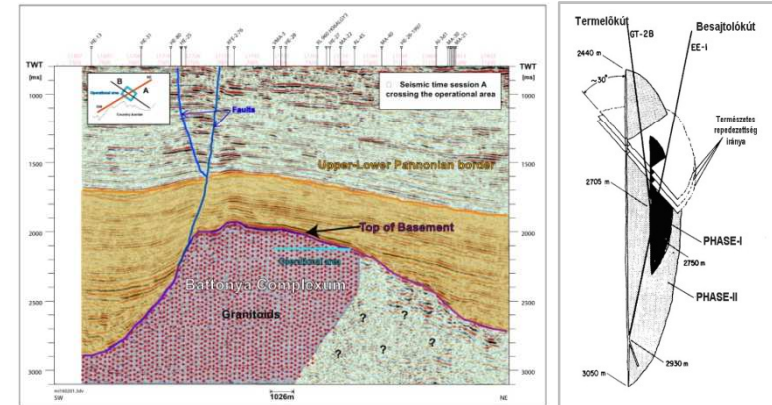
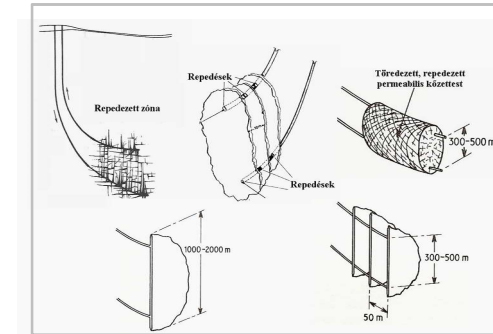
▶ felállítható

Feszültségtér

▶ jellemezhető

Szeizmikus aktivitás

▶ ismert



# Potenciális helyszínek értékelése

## Rezervoár jellemzők

- ▶ az EGS geotermikus rendszerek célzónái jelenleg **nem elegendően megkutatottak**
- ▶ jelen ismereti szintünk alapján **becsülhető** porozitás és permeabilitás értékek

## *in situ* fluidum

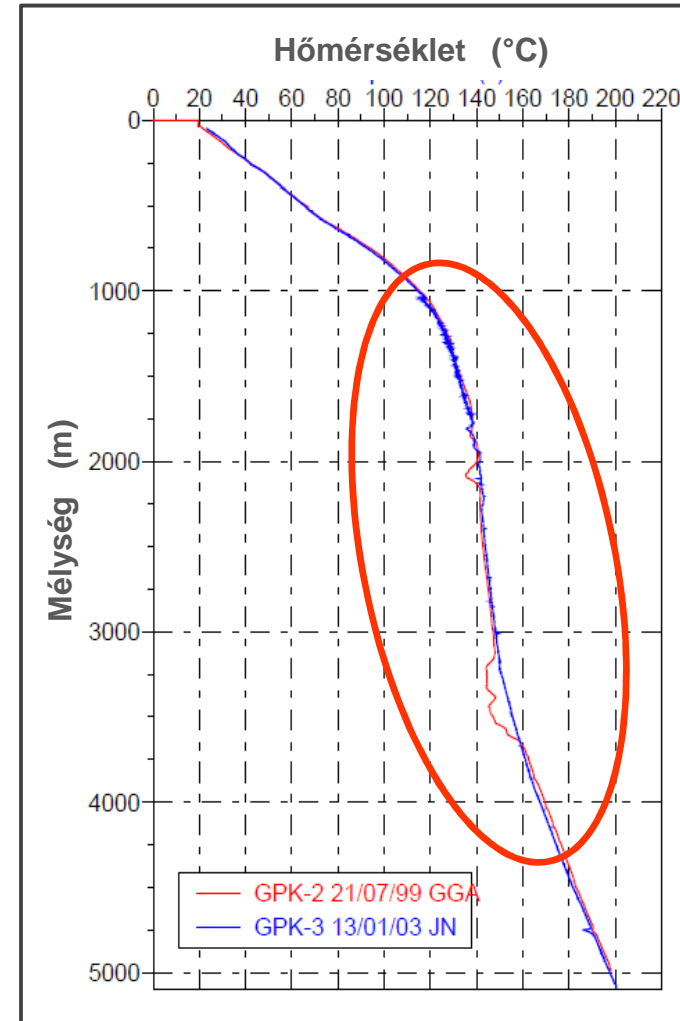
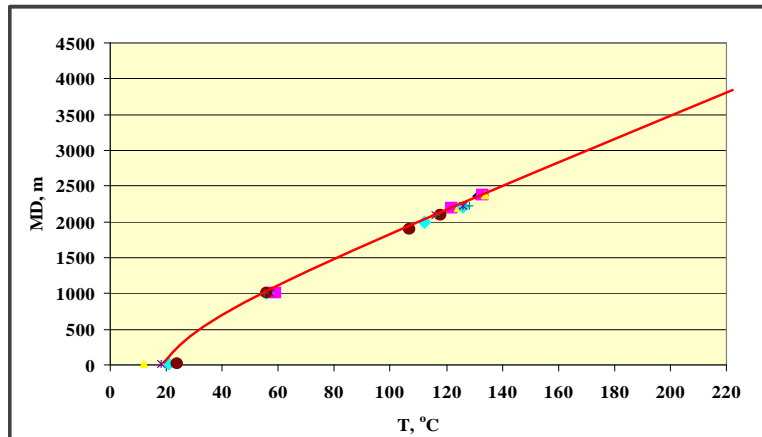
- ▶ kevés számú, régi vízminta, elemzés

## Geomechanikai paraméterek

- ▶ általában nincsenek mért adatok

## Geotermikus gradiens, hőáram

- ▶ mért adatokból számítva



# Kutatófúrás, információszerzés

Széles körű olajipari tapasztalatok

Kemény kőzetben történő fúrás

HPHT környezet

- ▶ nagy kapacitású fúróberendezés
- ▶ hosszabb fúrési idő
- ▶ iszaptechnológia, hűtés
- ▶ kútgeofizikai mérések
- ▶ magfúrás

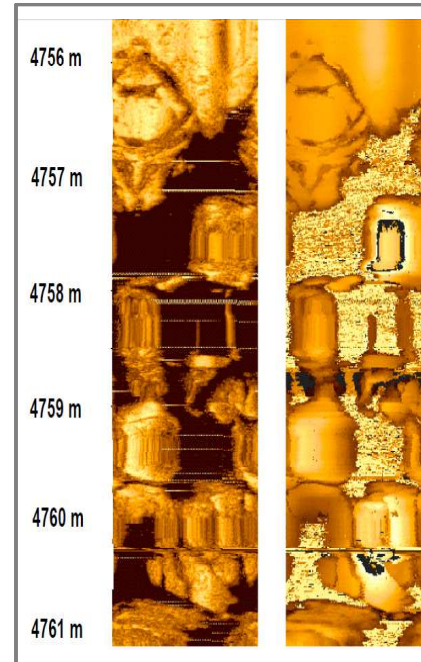
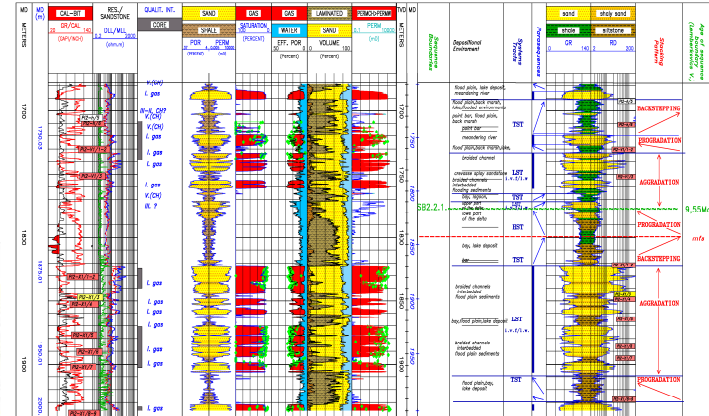


Kiértékelés, szintetizálás



Funkció meghatározása

- ▶ besajtoló kút
- ▶ monitoring kút



# Rétegrepeztsés

HDR rezervoár gránitban

**Hydraulic stimulation**

Rétegrepeztsés

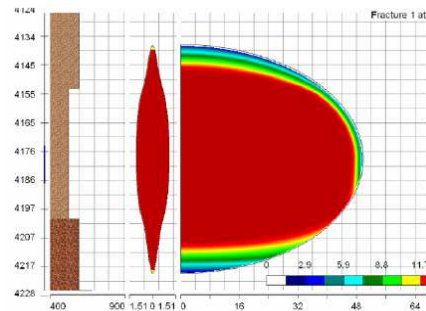
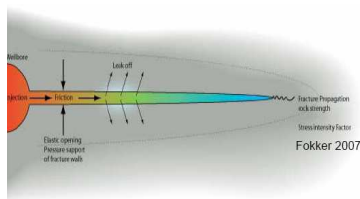
Vízszükséglet biztosítása

Folyamatos monitoring

**Szeizmicitás**

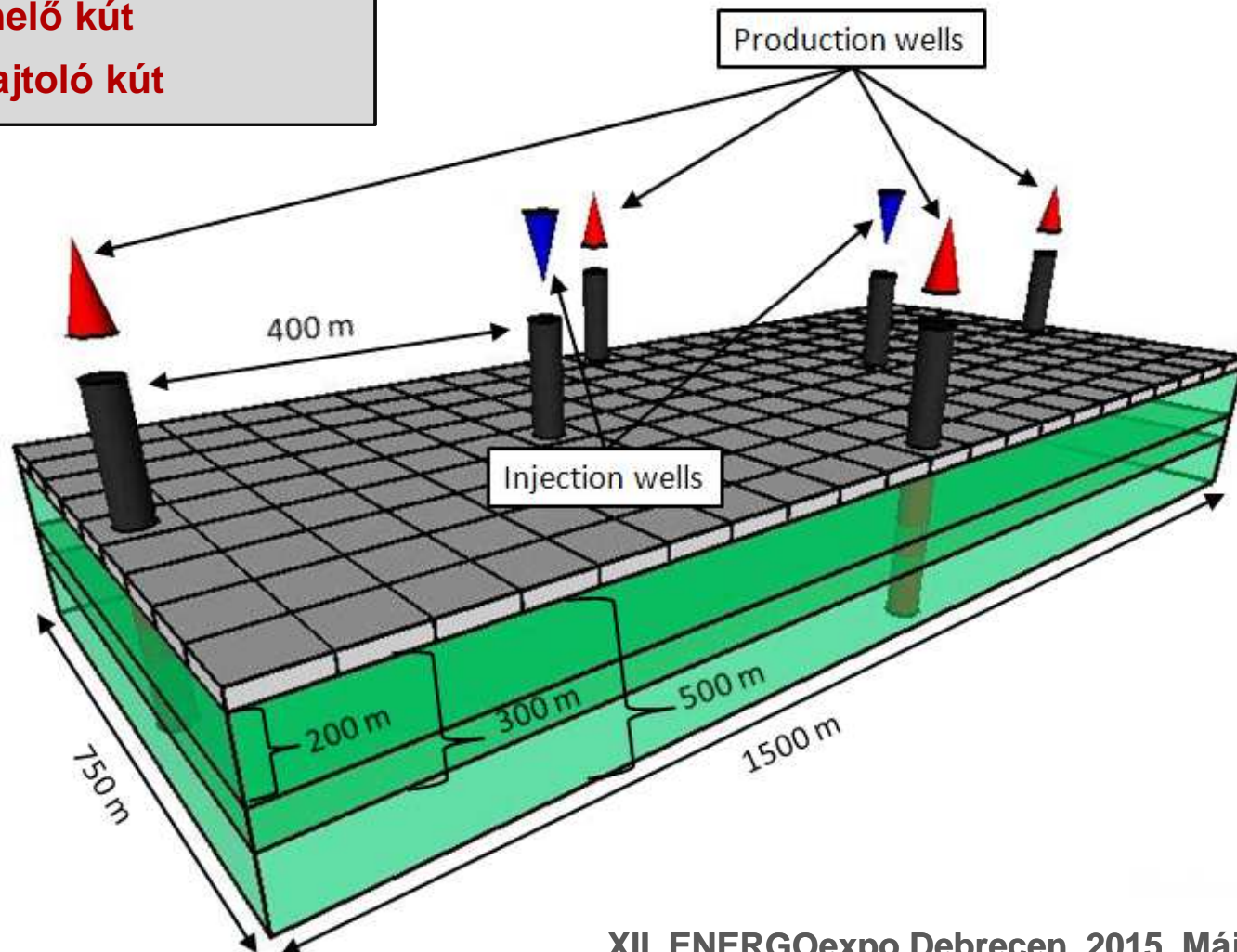
Mikroszeizmika (MicroSeismic System)

- ▶ monitoring kút
- ▶ megfigyelő kutak



# EGS rezervoár TTEP és RTEP tartalmának meghatározása

**6 kutas rendszer**  
**4 termelő kút**  
**2 besajtoló kút**



# Eredmények

$$Q = H_0 = m \cdot C \cdot \Delta T$$

		S1	S2	S3
$V_T$	$10^6 \text{ m}^3$	225	337.5	562.5
$V_{TInt}$	$10^6 \text{ m}^3$	26.9	40.3	67.2
$T_{R0}$	$^{\circ}\text{C}$	200	210	225
<b>TTEP</b>	PJ ( $10^{15}$ J)	<b>100.6</b>	<b>158.8</b>	<b>284.4</b>
<b>RTEP</b>	PJ ( $10^{15}$ J)	<b>0.63</b>	<b>1.90</b>	<b>5.53</b>

$$\mu_{Rec} = \frac{Q_{Rec}}{Q_{Total}} = \frac{\rho_R c_R V_{TInt} (T_{R0} - T_{RA})}{\rho_R c_R V_{TDist} (T_{R0} - T_{Surface})}$$

Kihozatali tényezők		S1	S2	S3
$\mu_{Rec}$	%	0.0063	0.012	0.019

$$E_{theo} = \frac{RTEP \cdot R_f \cdot \eta_c}{F \cdot L}$$

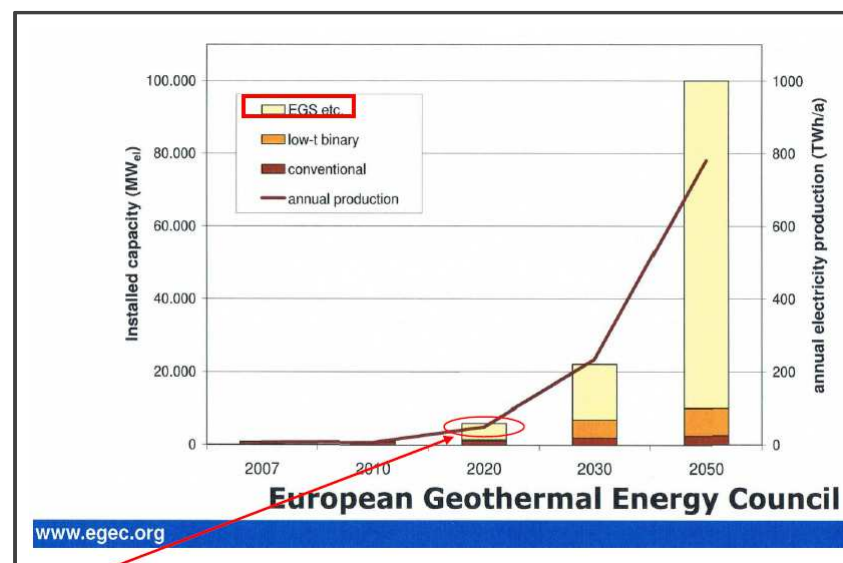
- $E_{theo}$ : elméletileg előállítható villamos energia mennyiség [MWe]
- $H_0$ : a térrészben tárolt hőmennyiség [J]
- $R_f$ : kihozatali tényező [-] (0,05 – 0,2)
- $\eta_c$ : átalakítási tényező (erőmű hatásfoka)
- $F$ : az erőmű kapacitása (effektív működési arány - időben) (90%)
- $L$ : az erőmű élettartama

## A jövő feladatai

- ▶ A megfelelő hatékonyságú, hőmérsékletű, permeábilis repedésrendszer kialakítása amely alkalmas hosszú ideig hőcserélőként működni
- ▶ Jelenleg nincsenek tapasztalatok az EGS alapú hőcserélő-rendszerek hosszú távú termikus viselkedésével kapcsolatban
- ▶ Az eddig megvalósult kísérleti projektek néhány MW elektromos teljesítményt bizonyítottak
- ▶ Ahhoz, hogy az EGS jelentős szerepet töltsön be az elektromos áram szolgáltatásban legalább néhány 10 MW teljesítményű erőműveket kell üzembe állítani

**EU: Renewable energy pilot/demo power plants**

Energy	NER300	Number
<b>3. Photovoltaics</b>		
Large-scale concentrator photovoltaics power plants with nominal capacity 20 MW [PVa]		14
Large-scale multi-junction Si-thin-film photovoltaic power plants with nominal capacity 40 MW [PVb]		✓
Large-scale CIGS-based photovoltaics power plants with nominal capacity 40 MW [PVc]		✓
<b>4. Geothermal</b>		
Enhanced geothermal systems in tensional stress fields with nominal capacity 5 MWe [GEOa]		✓
Enhanced geothermal systems in compressional stress fields with nominal capacity 5 MWe [GEOb]		✓
Enhanced geothermal systems in areas with deep compact sedimentary and granite rocks and other crystalline structures with nominal capacity 5 MWe [GEOc]		✓
Enhanced geothermal systems in deep limestone with nominal capacity 5 MWe [GEOd]		✓
<b>5. Wind</b>		
Off-shore wind (minimum turbines size 6 MW) with nominal capacity 40 MW [WINa]		✓
Off-shore wind (minimum turbines size 8 MW) with nominal capacity 40 MW [WINb]		×



**Köszönöm megtisztelő figyelmüket!**

