

Geotermikus projektek geológiai fókuszú előkészítése

Garaguly István, vezető geológus, MS Energy Solutions Kft.

2025. 11. 26.

„A BKV Vasúti Járműjavító Kft. Fehér úti telephelyén létesített geotermikus kút kihasználtságának növelése a zuglói távhőközvetben történő hőhasznosítással” című, SM06-GEO-PC7 számú programkomponens

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult meg.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



Bemutakozás és cégprofil



*tervezés / műszaki
előkészítés / fejlesztés /
szakmai támogatás*



*szénhidrogén földtani &
rezervoár mérnöki
szakértés*

*mélyfúrások tervezése,
kivitelezése, ellenőrzése*

komplex engedélyeztetés

hulladékkezelés



*geotermikus projektek
teljes körű
megvalósítása*

*modellezés, elemzés,
termelésbecslés,
teljesítményteszt,
hőkapacitásvizsgálatok*

*vízutak fúrása,
meglévő mélyfúrások
átképzése*



*földtudományi
szolgáltatások*

*mélyföldtani kutatás
modellezés & értelmezés*

geokémiai térképezés

*radon aktivitás-
koncentráció mérés*



*térképek, karotázs
szelvények szkennelése &
digitalizálása*

szakfordítás

rendezvényszervezés

audit és due diligence

*PR & marketing
tevékenységek*



© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



Mi szükséges egy sikeres geotermikus projekthez?

**Hőforrás
(geológia)**



**Hőigények
(energetika)**

**Geotermikus
hőhasznosítás**

Cél: a földtani hőforrás és a felszíni hőigény összehangolása

- A helyi adottságokra szabva
- Mindkét szakmai oldal átható ismerete szükséges hozzá
- Többféle alternatív megoldás versenye

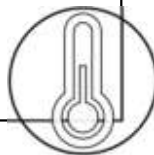


A legfontosabb földtani szempontok

A földtani kutatás által megválaszolandó fő kérdések a fúrásponatok kijelöléséhez és a távfűtési rendszerbe illesztéséhez:

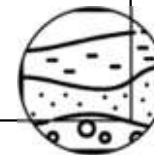
- Vízhőmérséklet, geotermikus gradiens

Hőmérséklet



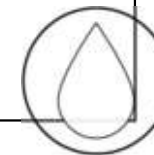
- Vízhozam

Rezervoár



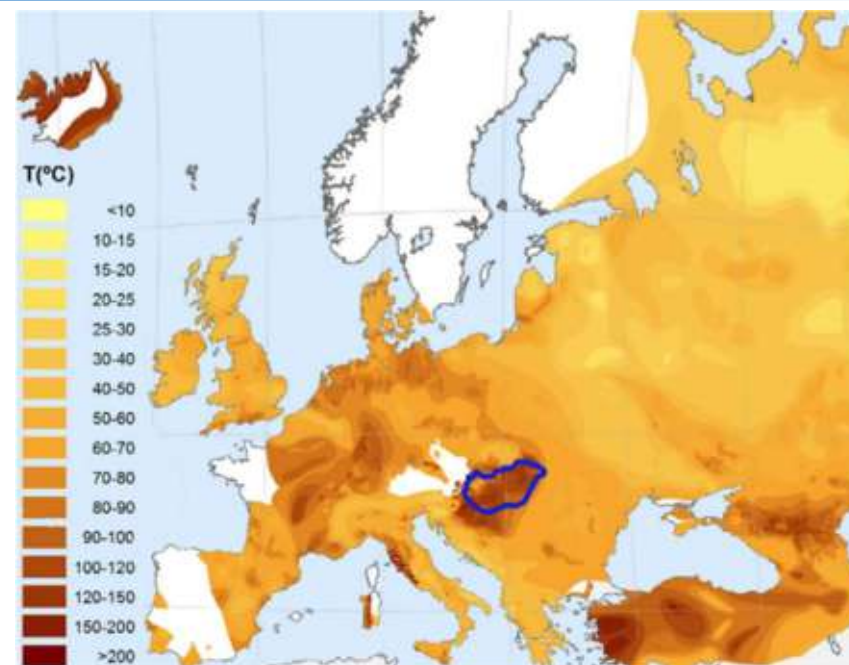
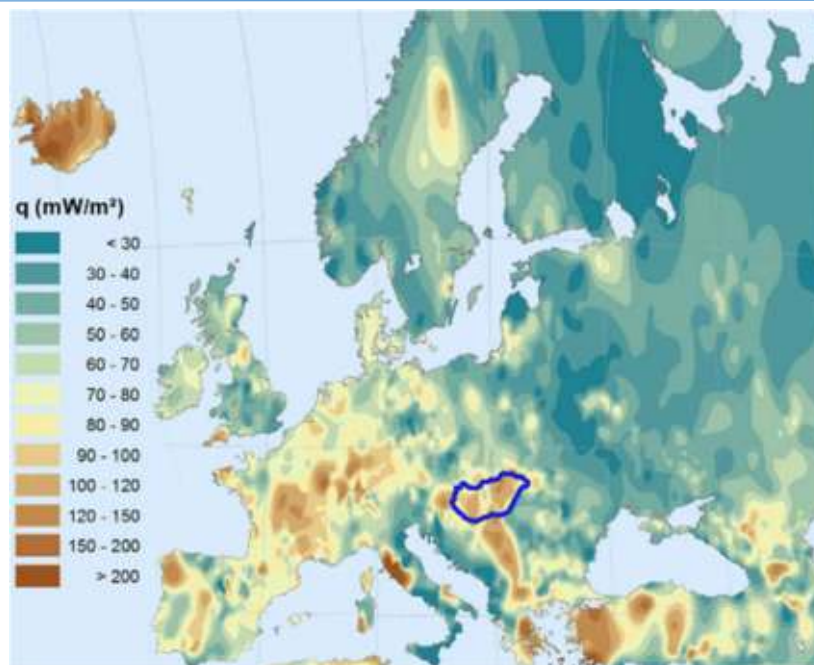
- Oldott anyag- és gáztartalom

Vízkémia





A Pannon-medence geotermikus adottságai



Európa 2000 m mélységben mért hőáramsűrűség- és hőmérséklet-eloszlási térképe 2000 m mélységben (Chamorro et al., 2013)

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu

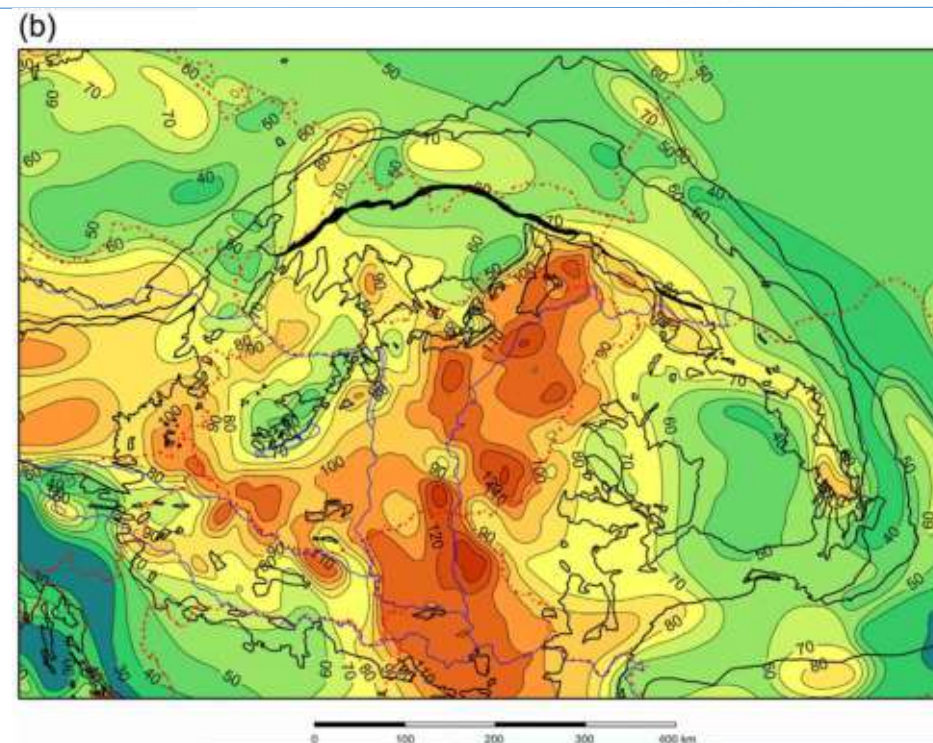
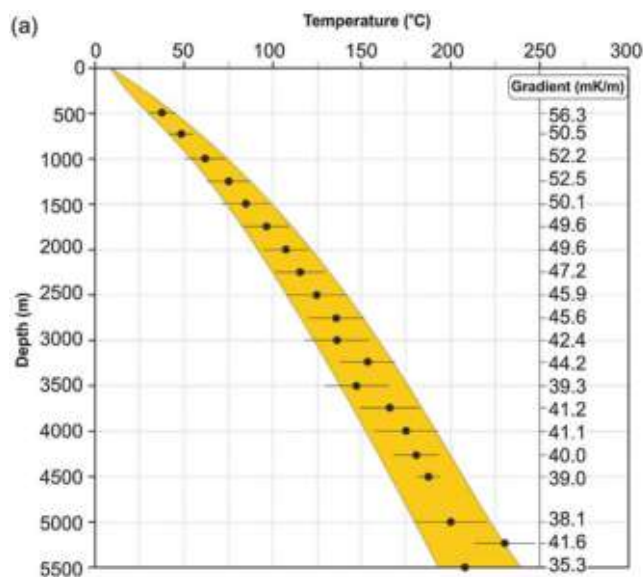


@svajcialap



A Pannon-medence geotermikus adottságai

A ábrákon: a) Magyarország átlagos hőmérséklet–mélység profilja, valamint b) a Pannon-medence és a környező térségek hőáramsűrűség-térképe (mW/m²-ben), (Horváth et al., 2015).



© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



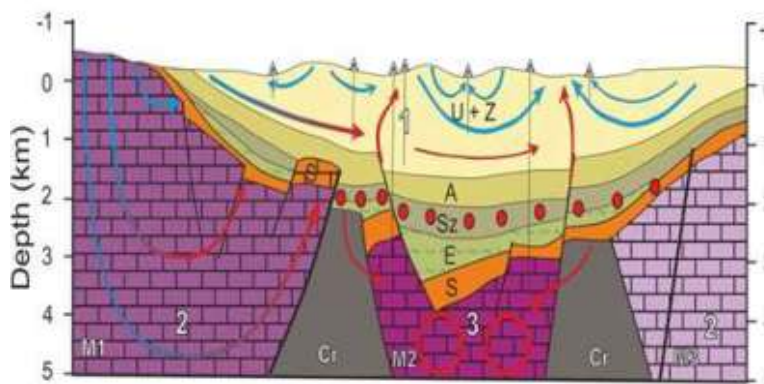
A Pannon-medence legfontosabb vízadó képződményei

Characteristic permeabilities of main hydrostratigraphic units in the Pannonian basin (after Tóth and Almási, 2001).

Hydrostratigraphic unit	Permeability range (mD)	Classification
Újfalu and Zagyva Fm.	100-500	Aquifer
Algyő Fm.	1-10	Aquitard
Szolnok Fm.	10-100	Aquifer
Endrőd Fm.	0.1-1	Aquitard
Early and Middle Miocene clastics	10-100	Aquifer
Early and Middle Miocene tuffs	10-50	Aquifer
Carbonates (fractured and karstified)	50-500	Aquifer
Crystalline (fracture)	10-100	Aquifer
Crystalline (intact)	0.001-0.1	Aquitard

1 mD = 10^{-15} m^2 , which corresponds to 10^{-8} m/s conductivity.

Magyarország fő vízadó képződményei és azok áteresztőképessége (Horváth et al., 2015)



Magyarország fő geotermális rendszereinek modellje (Horváth et al., 2015)

- Magyarországon **két fő rezervoár ismert**, melynek **áteresztőképessége** megfelelő **hozamot** biztosít mélygeotermikus felhasználásra: az **Újfalu Formáció** homoktestjei (+ néha a Zagyva Fm.) valamint a **pre-kainozós aljzat repedezett karbonátos képződményei**.
- Az **Újfalu Fm. homoktestjeinek** kutatása viszonylag **kockázatmentes**, míg a **karbonátos tárolónál** már **jelentős kockázattal** számolhatunk.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu



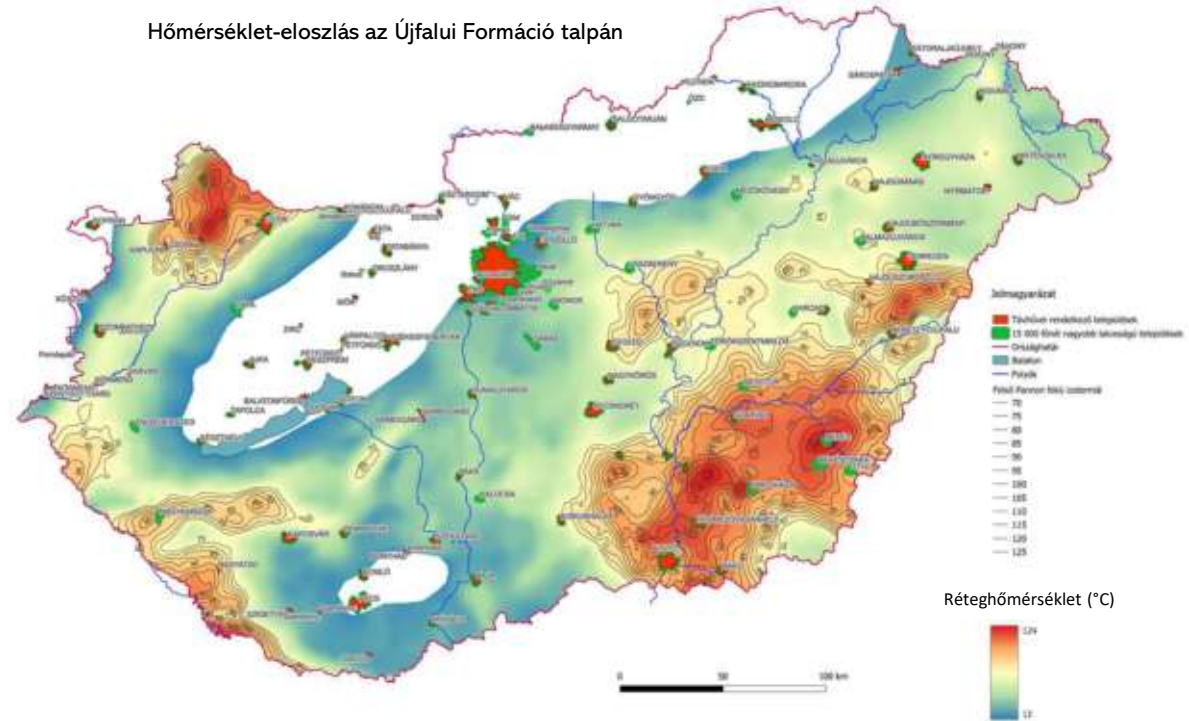
@svajcialap



Újfalui Formáció (porózus rezervoár)

- Üledékes agyag, homok, és lignit rétegek váltakozása
- Homokkő tisztasága, vastagsága és mélysége szabja meg a geotermikus projekt lehetőségeit
- Regionális tároló
- Több száz méteres vastagság
- Mélyebb homokkő = melegebb víz
- Alföld, Kisalföld
- Hegyvidékeken nem elérhető
- Kis kutatási kockázat, magas visszasajtolási kockázat
- ~60–100 °C reálisan elérhető
- 500–1500 l/perc várható hozam kutanként
- 2–5 MW_{th}/kút(pár)

Hőmérséklet-eloszlás az Újfalui Formáció talpán



© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



Újfalui Formáció – visszasajtolás

Célja:

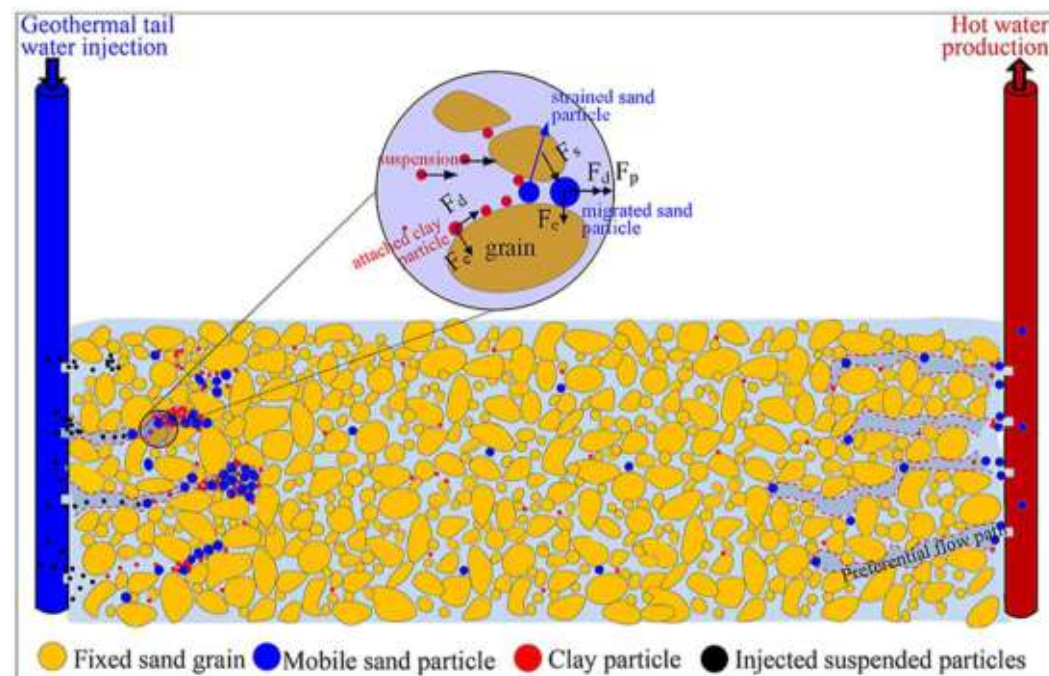
- A termálvíz visszajuttatása, felszíni hő- és kémiai szennyezés megelőzése
- A rezervoár kimerülésének megelőzése, nyomáscsökkenés elkerülése
- A geotermikus rezervoár gazdaságos, hosszú távú hasznosításának biztosítása

Jellemző problémák:

- Nyomásnövekedés, regkárosodás, eltömődés, vízkőkiválás, biofilm képződés stb.

Megoldások:

- Kedvező rétegek megtalálása visszasajtolásra, megnövelt fakadófelület
- Alacsony nyomású (2–5 bar) visszasajtoló rendszerek
- 1:2 arány a termelő és visszasajtoló kutak között
- Biomassza-képződés megelőzése
- Lebegőanyagok szűrése

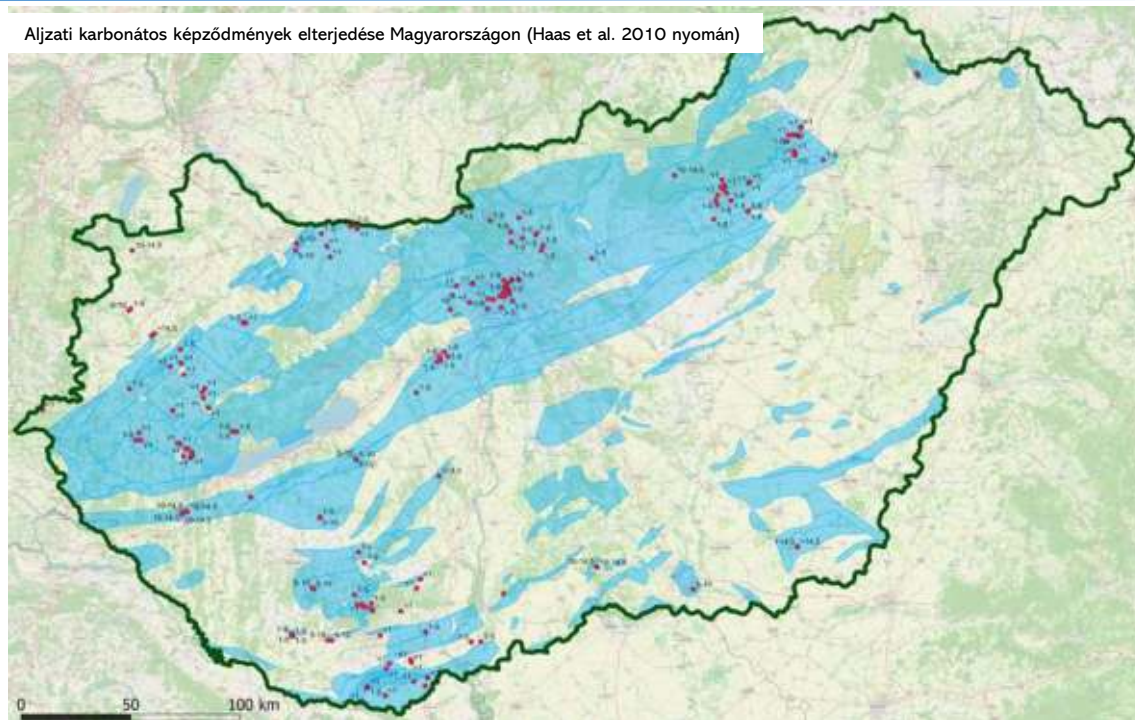


Szemcsevándorlás visszasajtolás hatására konszolidálatlan homokkő rezervoárban (Cui et al. 2022).

Repedezett karbonátos rezervoárok

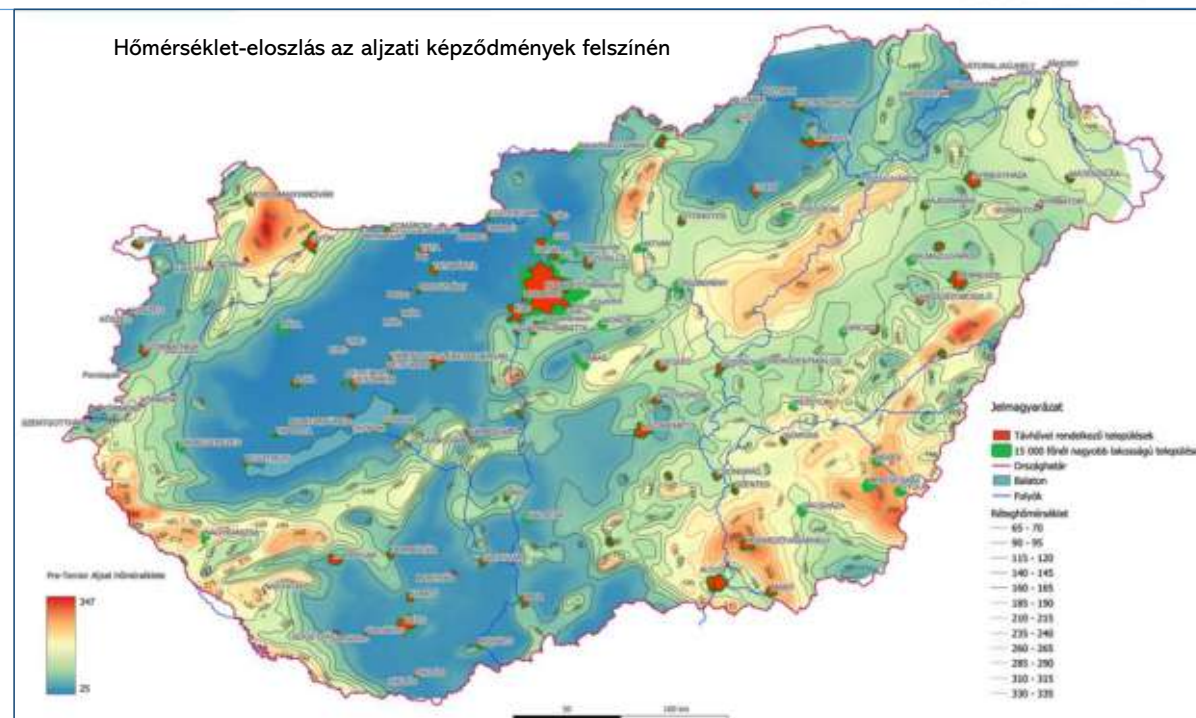
- Karbonátos kőzetek (mészkő és dolomit)
- Repedezettség és/vagy karsztosodott zónák meglétén múlik a projekt sikere
- Lokális rezervoárok
- Nem egyértelmű mélység-hőmérséklet összefüggés az intenzív fel- és leáramlások miatt
- Eltemetett hátságaink mentén, helyenként nagyon mélyen érhető el
- Magas kutatási kockázat, kis visszasajtolási kockázat
- ~60–180 °C reálisan elérhető
- Korszerű kutakkal 4000–6000 l/perc, de akár 10 000 l/perc is elérhető
- 2–25 MW_{th}/kút(pár)

Aljzati karbonátos képződmények elterjedése Magyarországon (Haas et al. 2010 nyomán)



Repedezett karbonátos rezervoárok

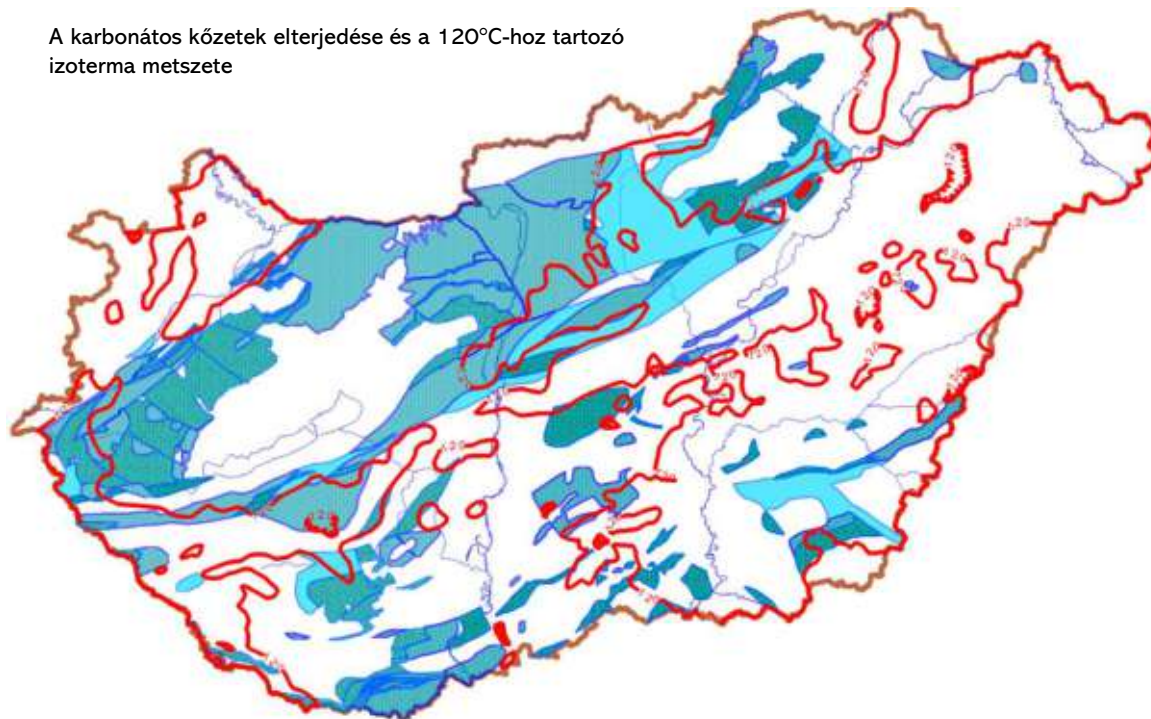
- Karbonátos kőzetek (mészkő és dolomit)
- Repedezettség és/vagy karsztosodott zónák meglétén múlik a projekt sikere
- Lokális rezervoárok
- Nem egyértelmű mélység-hőmérséklet összefüggés az intenzív fel- és leáramlások miatt
- Eltemetett hátságaink mentén, helyenként nagyon mélyen érhető el
- Magas kutatási kockázat, kis visszasajtolási kockázat
- ~60–180 °C reálisan elérhető
- Korszerű kutakkal 4000–6000 l/perc, de akár 10 000 l/perc is elérhető
- 2–25 MW_{th}/kút(pár)



Repedezett karbonátos rezervoárok

- Karbonátos kőzetek (mészkő és dolomit)
- Repedezettség és/vagy karsztosodott zónák meglétén múlik a projekt sikere
- Lokális rezervoárok
- Nem egyértelmű mélység-hőmérséklet összefüggés az intenzív fel- és leáramlások miatt
- Eltemetett hátságaink mentén, helyenként nagyon mélyen érhető el
- Magas kutatási kockázat, kis visszasajtolási kockázat
- ~60–180 °C reálisan elérhető
- Korszerű kutakkal 4000–6000 l/perc, de akár 10 000 l/perc is elérhető
- 2–25 MW_{th}/kút(pár)

A karbonátos kőzetek elterjedése és a 120°C-hoz tartozó izoterma metszete



A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu

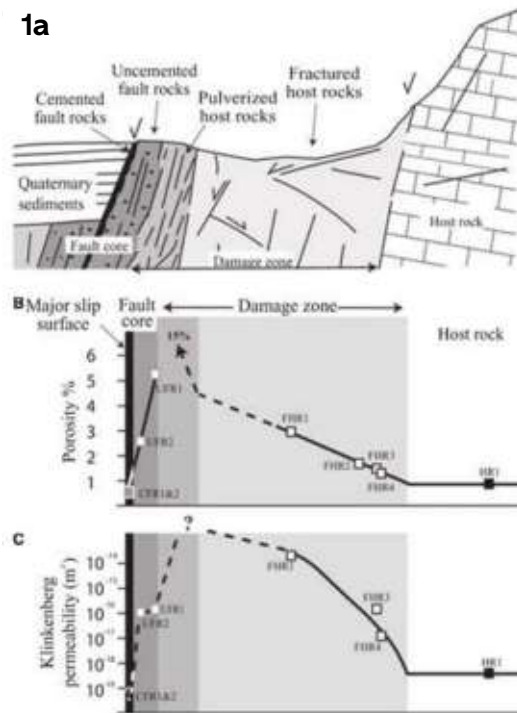


@svajcialap



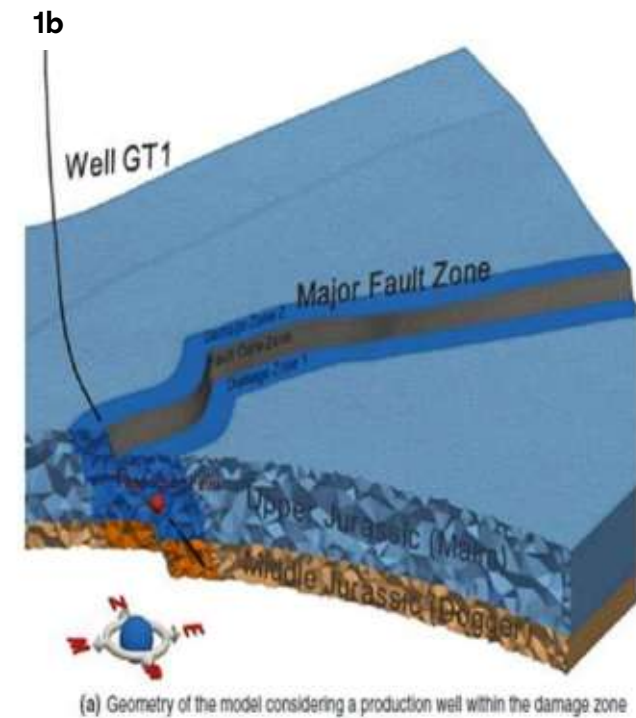
A vízhozam célzott növelése

- Karbonátos tárolók esetében vetőzónák célzott kutatása szükséges
- Repedezettség és/vagy karsztosodott zónák meglétén múlik a projekt sikere
- Lokálisan nagy repedéssűrűség = jó vízadó



Jobbra:
1a: Permeabilitás és porozitás a vető
kárzónájában (Agosta et al., 2007)

1b: Repedezett karbonátos tárolóra
tervezett geotermikus kút
Németországban (Cacace et al., 2013)



A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

www.svajcialap.hu



@svajcialap

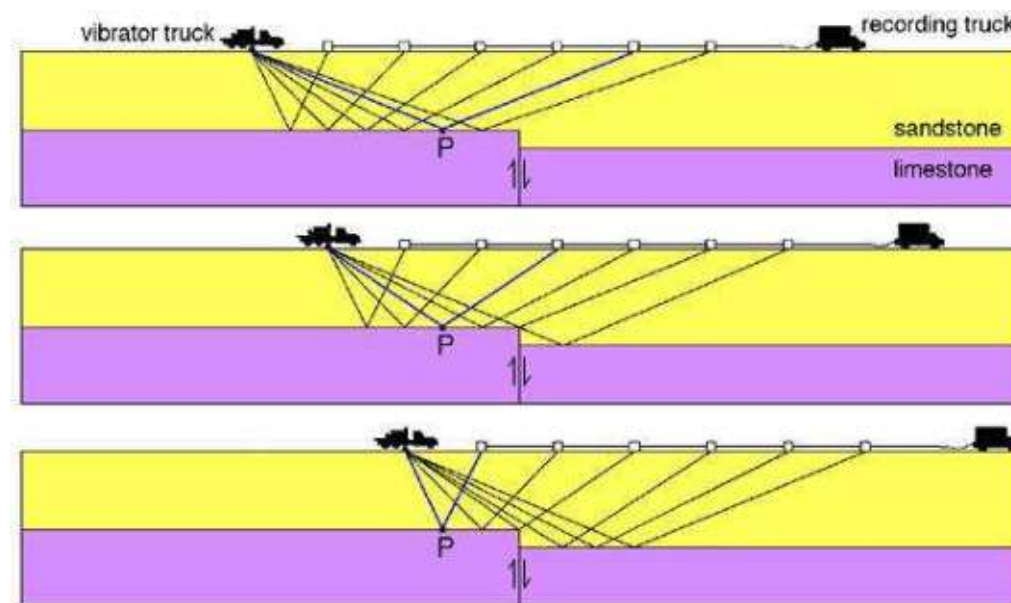


A földtani kutatás eszközei

- Felszíni térképezés
- Mélyfúrások (mintavétel és lyukgeofizikai módszerek)

Felszíni geofizikai módszerek

- Gravitációs mérések
- Geoelektromos mérések
- Geomágneses mérések
- Elektromágneses mérések
- Szeizmikus mérések (2D és 3D)



Szeizmikus mérés elvi rajza

A fentiekből egységes adatbázisok építése (SZTFH)

© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



Mélyfúrások

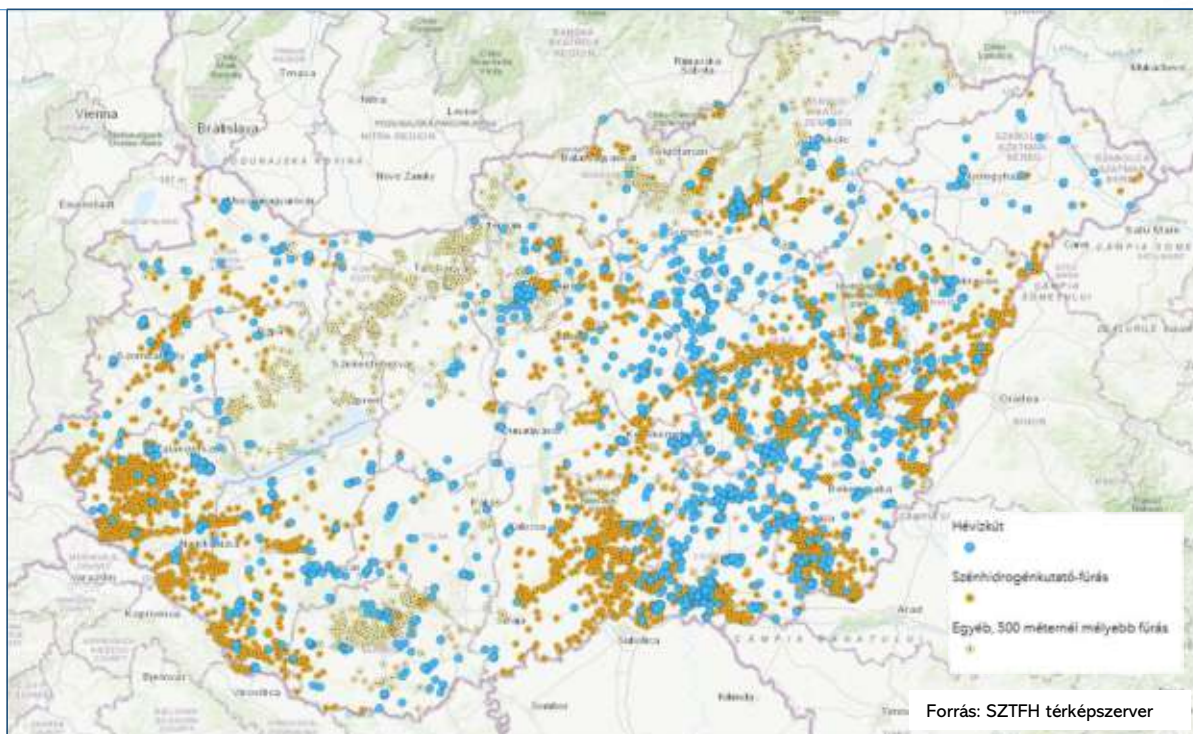
Az 500 m-nél mélyebb fúrásokat soroljuk ide.

1868 óta:

~1100 hévízkút

~8600 szénhidrogénkutató fúrás

~2500 egyéb mélyfúrás



© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu

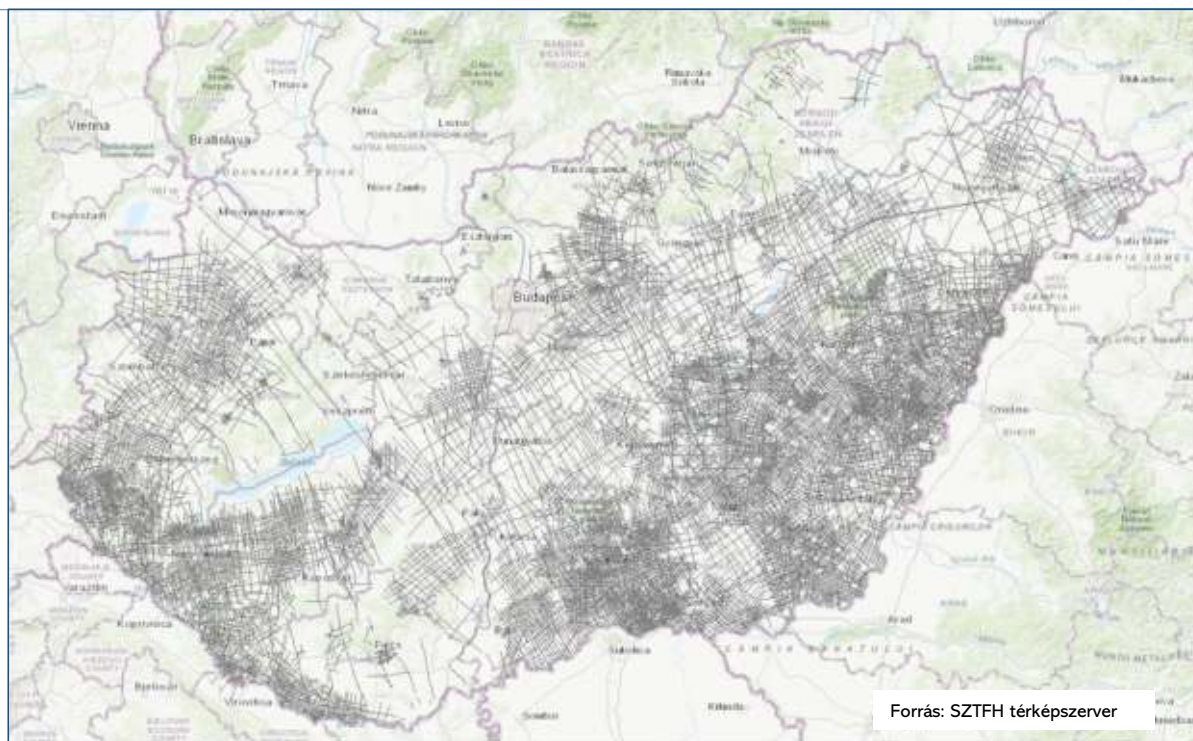


@svajcialap





2D szeizmikus mérések lefedettsége



© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu

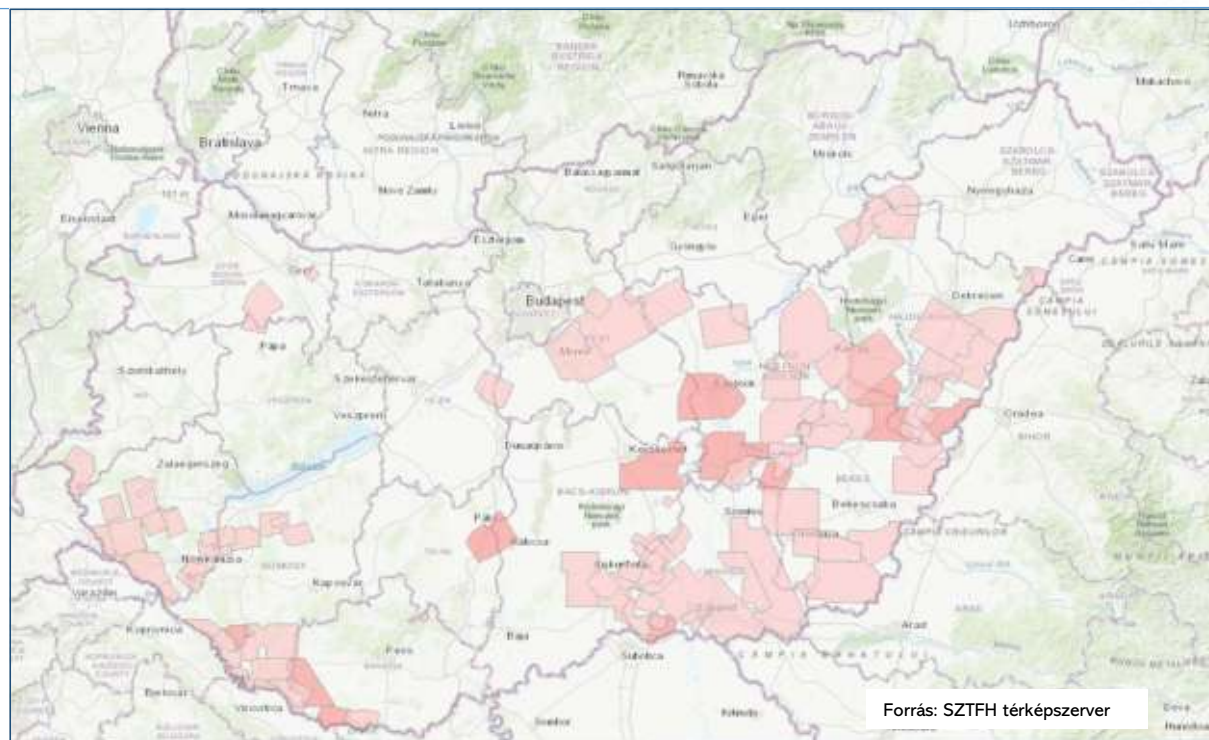


@svajcialap





3D szeizmikus mérések lefedettsége



© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 26.

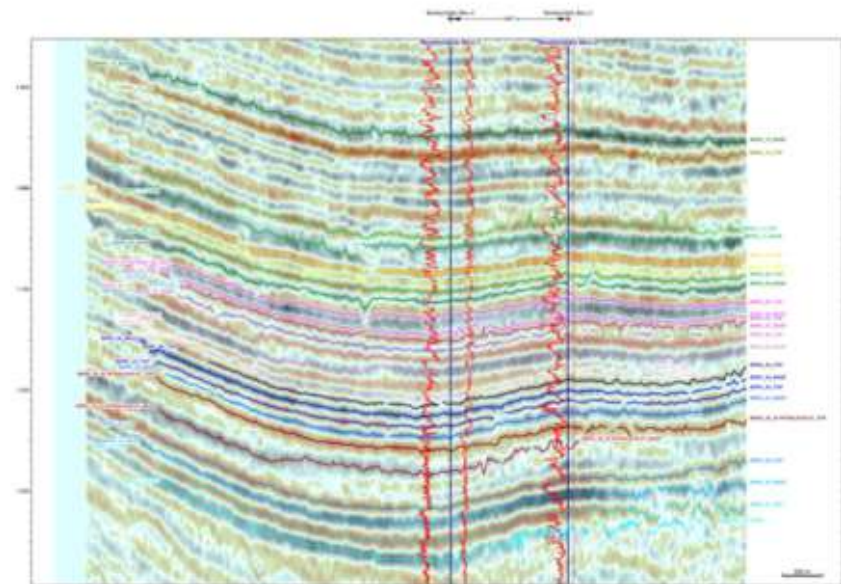
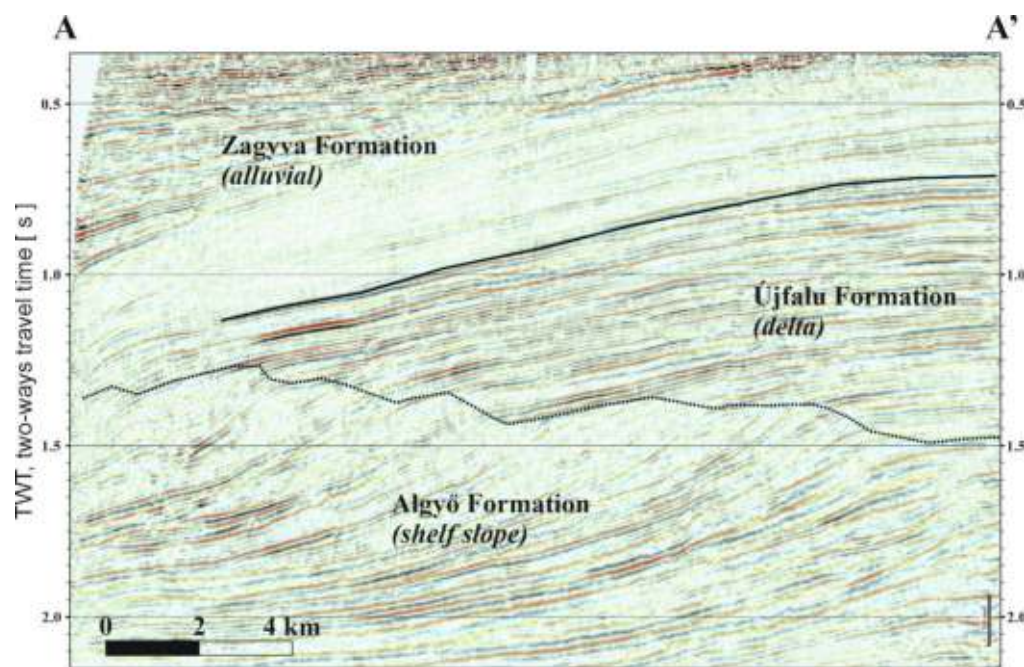
www.svajcialap.hu



@svajcialap



Porózus homokkő kutatása



© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 26.

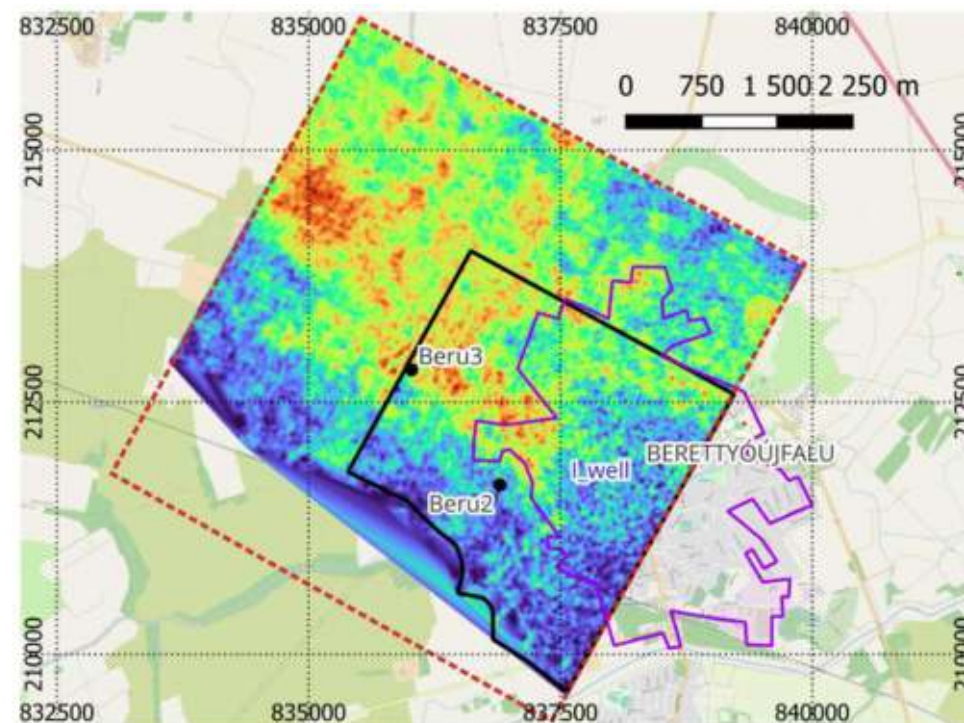
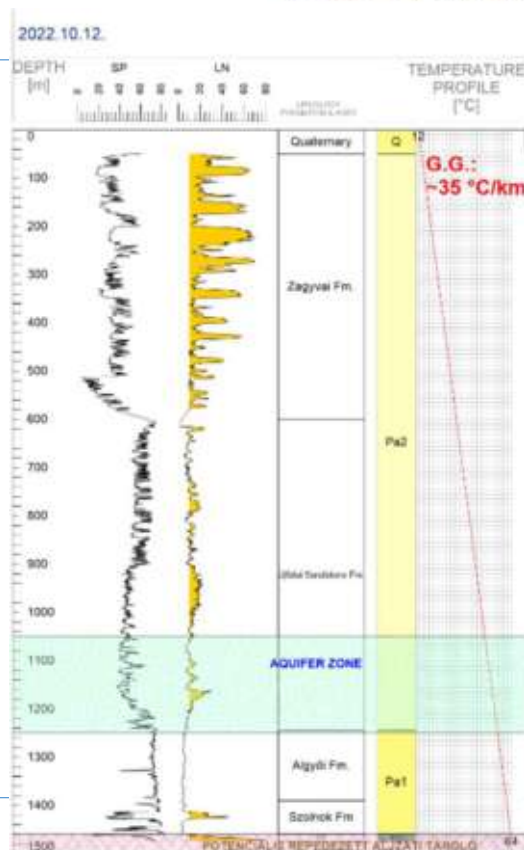
www.svajcialap.hu



@svajcialap



Porózus homokkő kutatása



© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 26.

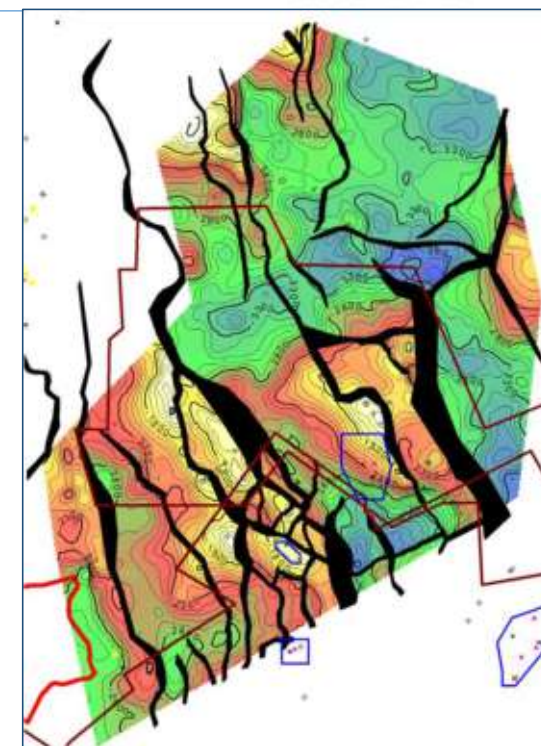
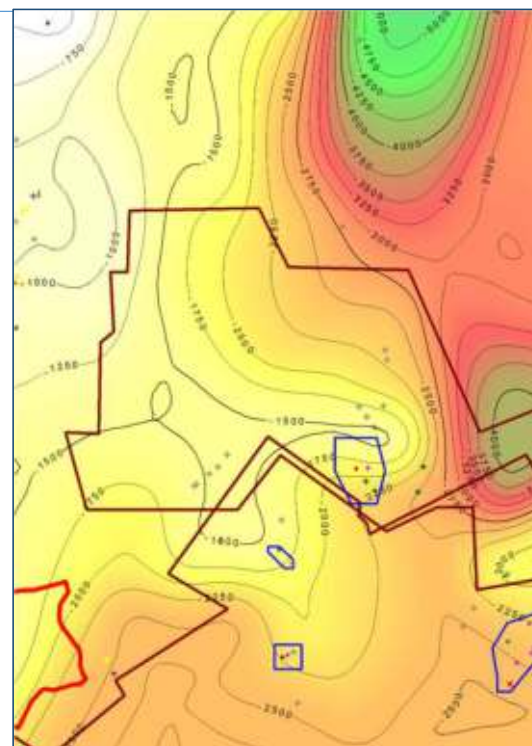
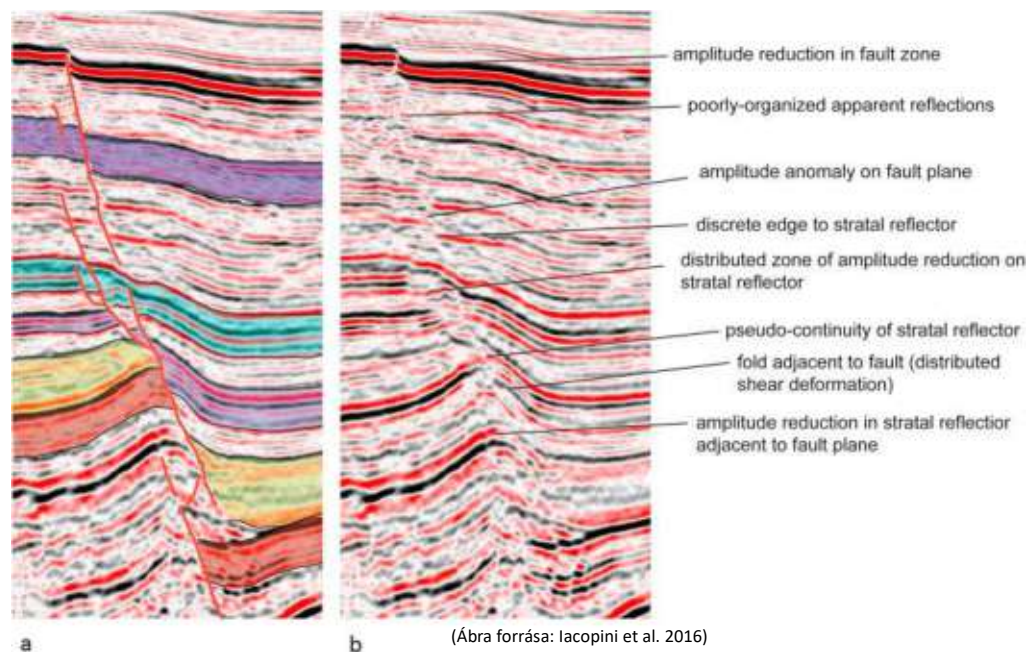
www.svajcialap.hu



@svajcialap



Repedezett karbonátos rezervoárok kutatása



© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu



@svajcialap

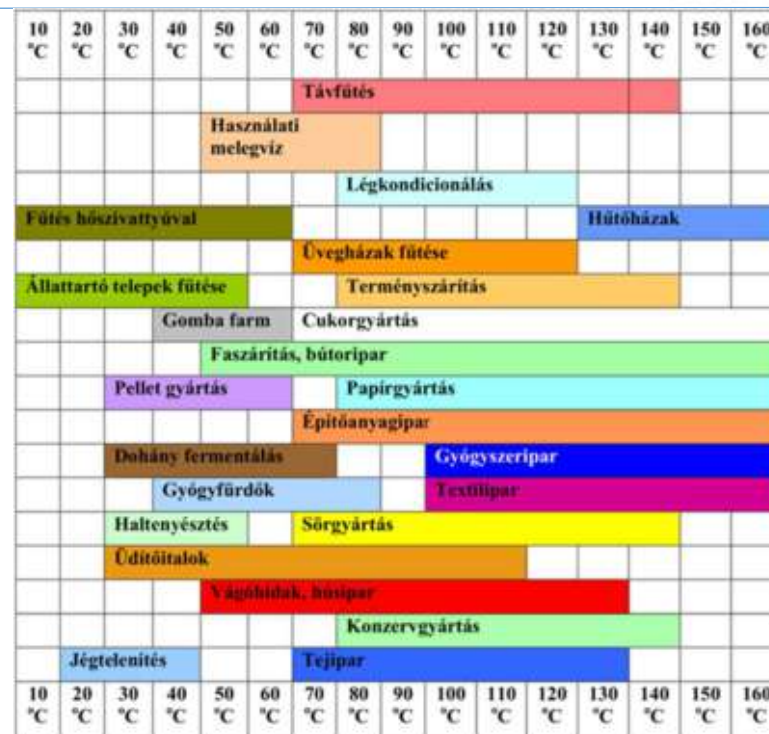


A geotermikus energia hasznosítása

- A lehetséges hasznosítási módot a geotermikus hőforrás hőmérséklete határozza meg
- A hatékonyság javítható kaszkád- és CHP-hasznosítással

Példák

- **Kaszád rendszerű hasznosítás:** először a termálvíz (gőz) ipari technológiai célú hasznosítása történik, majd ugyanazt a vizet épületfűtésre használják, végül mezőgazdasági és/vagy balneológiai hasznosítás
- **Kapcsolt hő- és villamosenergia-termelés (CHP):** olyan geotermikus erőműtípus, amely villamos energiát termel és a maradványhőt fűtési célra hasznosítják.



Módosított
Lindal-
diagram
(Lindal 1992
nyomán
módosította
Tóth 2016)

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

www.svajcialap.hu

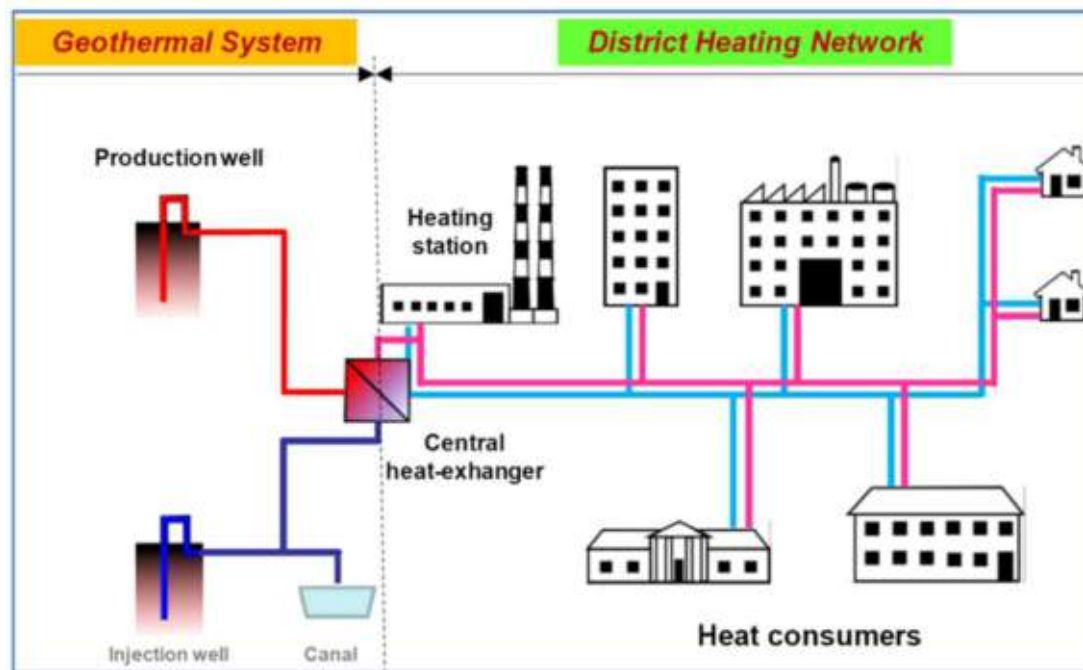


@svajcialap



A geotermikus energia hasznosítása

Az épület- és távfűtés a geotermikus energia közvetlen hasznosításának legsikeresebb területei közé tartozik a kontinentális éghajlatú országokban.



Meglévő távhőrendszer geotermikus kiegészítésének sematikus vázlata (Barkaoui et al., 2018)

© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



2025. 11. 26.

A geotermikus távhőrendszerek Magyarországon

Távhővel rendelkező települések száma: **95**

Geotermikus (teljesen vagy részben) távfűtéssel rendelkező városok: **11**

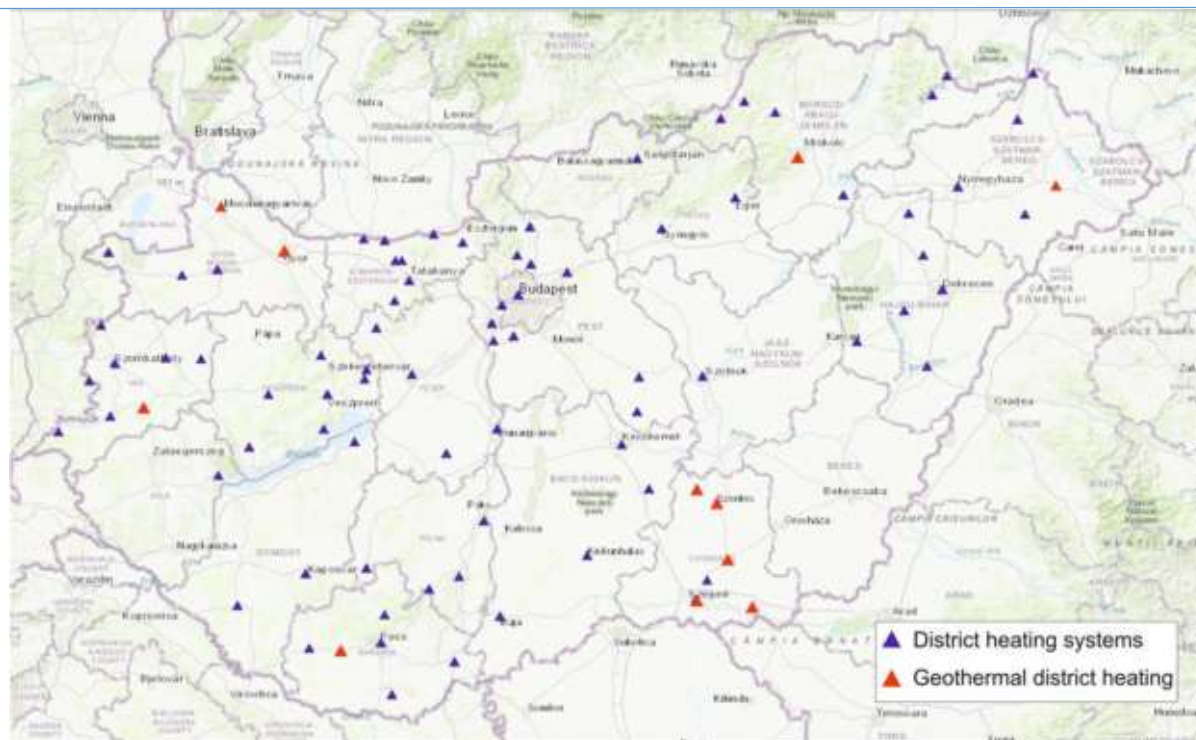
Homokkő rezervoárból termel: Csongrád, Hódmezővásárhely, Makó, Szeged, Szentes, Mátészalka, Mosonmagyaróvár

Karbonátos rezervoárból termel: Győr, Miskolc, Vasvár

Repedezett metamorfitokból termel: Szentlőrinc

Összes beépített hőteljesítmény: 204,86 MW

Összes rendelkezésre álló hőteljesítmény: 180,49 MW



© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



Geotermikus hőforrások illesztése meglévő rendszerekbe

I. Példa

Előremenő hőmérséklet: 49–61 °C

Visszatérő hőmérséklet: 37–55 °C

(külső hőmérséklettől függően)

Termálkút jellemzők:

Kifolyó víz hőmérséklet: 70 °C

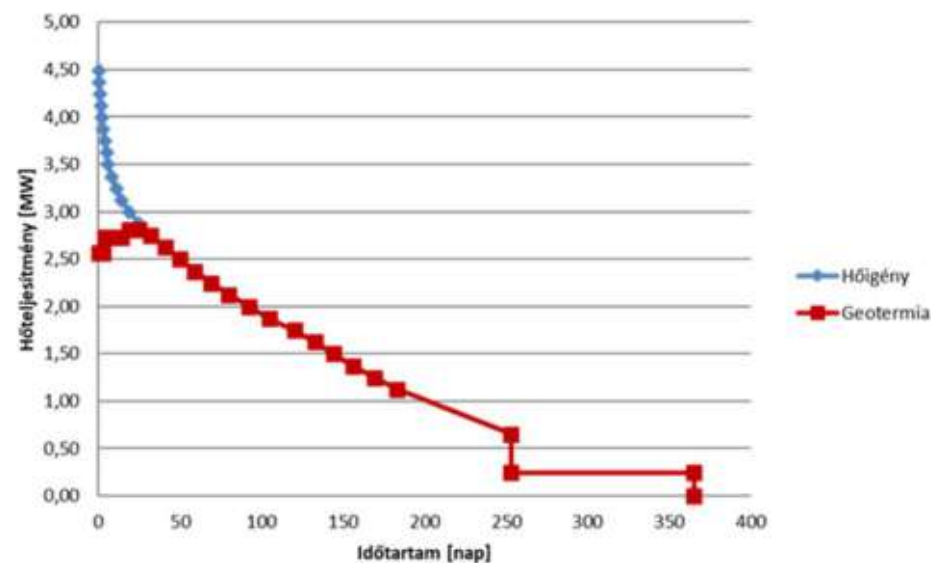
Vízhozam: 1200 l/perc (72 m³/óra)

A leghidegebb napok kivételével jól biztosítható a hőigény

Összesített hőigény: 38 598 GJ/év

Ebből Geotermia: 37 520 GJ/év

Beadható geotermikus energia



Forrás: Reál Energo Kft. tanulmányterve

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



Geotermikus hőforrások illesztése meglévő rendszerekbe

II. Példa

Előremenő hőmérséklet: 65–110 °C

Visszatérő hőmérséklet: 44–57 °C

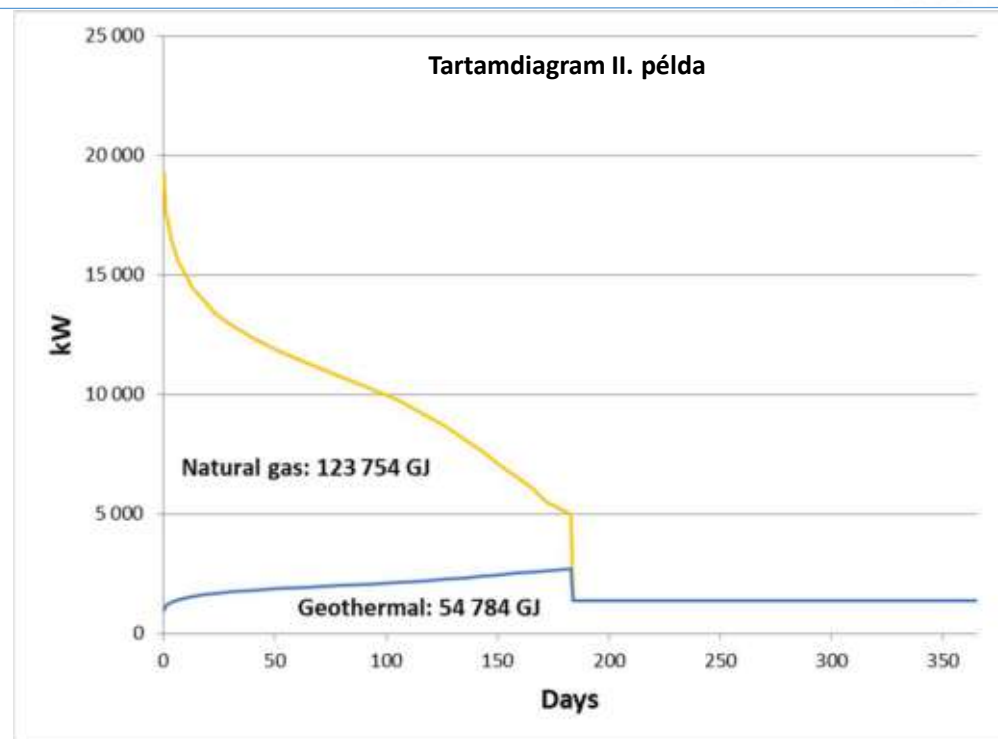
(külső hőmérséklettől függően)

Termálkút jellemzők:

Kifolyó víz hőmérséklet: 64 °C

Vízhozam: 2000 l/perc (120 m³/h)

Főként a használati melegvíz-igények fedezésére
elegendő



© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



Geotermikus hőforrások illesztése meglévő rendszerekbe

III. Példa

Előremenő hőmérséklet: 77–105 °C

Visszatérő hőmérséklet: 43–60 °C

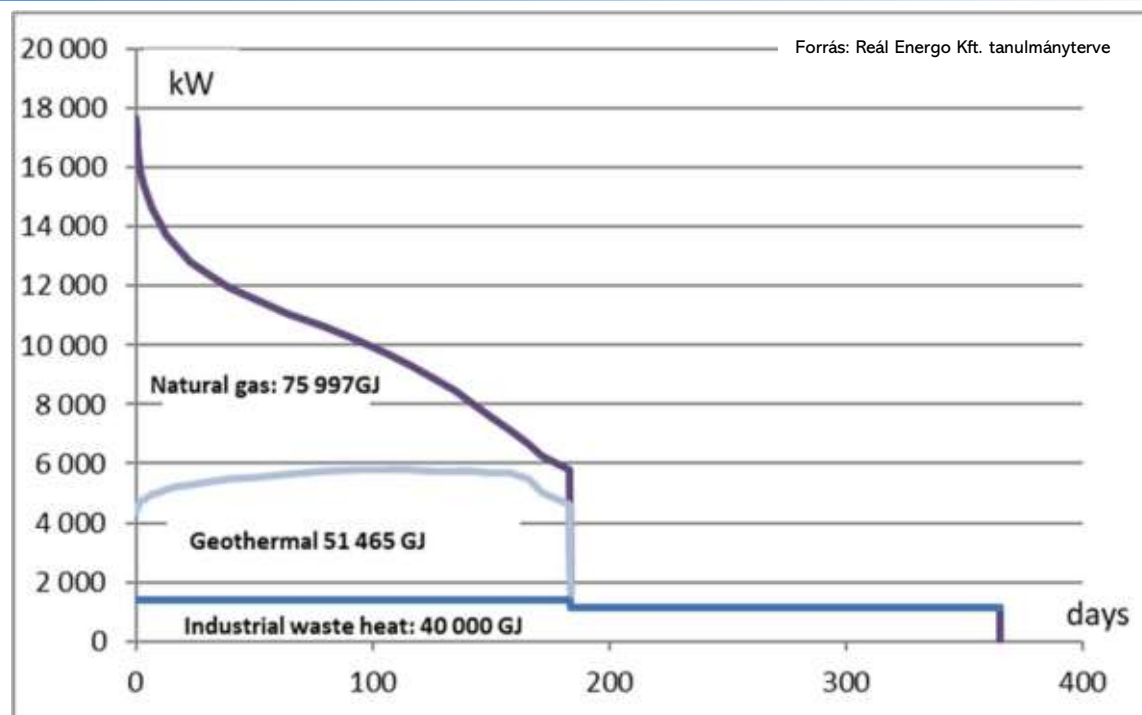
(külső hőmérséklettől függően)

Termálkút jellemzők:

Kifolyó víz hőmérséklet: 81 °C

Vízhozam: 2000 l/perc (120 m³/h)

Igazodni kellett a meglévő hulladékhő forráshoz



A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 26.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



Kiegészítő/alternatív megoldások

Nagy bemenő hőmérsékletű hőszivattyúk

Magyarország: pl. Geowatt Kft. & Vaporline technológia™

- Előállított hőmérséklet: 70–80 °C (30–50 °C-os bemenő termálvízből)
- Teljesítmény: 50–300 kW/egység
- COP: ~3–8

Nemzetközileg:

Nagyléptékű ipari hőszivattyúk

Bevált alacsony- és magas hőmérsékletű ipari hőszivattyúk akár 150 °C előremenőig és 70 MWth teljesítményig



Siemens ipari hőszivattyú, 100 °C előremenő vízhőmérséklet, 45 MW hőteljesítmény



Kiegészítő/alternatív megoldások

A **WeHEAT** technológia lényege, hogy egy nagymélységű földhőszondát (>1800 m) építünk be meglévő mélyfúrásokba, amely vízkitermelés nélkül képes hőtermelésre.

- Kulcselem, hogy nem jár új fúrással, hanem **meddő kutak újrahasznosítása** történik.
- Teljesen **zárt ciklusú** lágyvizes rendszer, nincs termálvízkitermelés.
- Kutanként 200-800 kW hőteljesítmény, de alacsony hőfokszint.
- Hőszivattyúval kiegészítve hatékonyabb.
- Stabil, de rugalmasan szabályozható működés.



© 2025 MS Energy Solutions Ltd.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



Összefoglalás és zárógondolatok

Hőforrás
(geológia)



Hőigények
(energetika)

Sikeres
geotermikus
hőhasznosítás

A sikeres projektekhez mindkét szakterület átható ismerete és együttműködése szükséges.

A földtani kutatásra vonatkozó főbb üzenetek:

- Porózus homokkő rezervoárok esetében a meglévő adatok szakszerű értékelése általában elegendő a sikerhez.
- Repedezett karbonátos vízádók esetében jóval nagyobb kockázat de nagyobb hozampotenciál is, ezért összetettebb kutatási program indokolt.
- A nagyobb kockázat miatt érdemes legalább két független földtani adatértékelést és szakvéleményt kérni.



Köszönöm a figyelmet!



Garaguly István, vezető geológus, MS Energy Solutions Kft.
Tel: +36 30 410 6237
E-mail: istvan.garaguly@ms-energy.org
www.ms-energy.org

2025. 11. 26.

„A BKV Vasúti Járműjavító Kft. Fehér úti telephelyén létesített geotermikus kút kihasználtságának növelése a zuglói távhőközvetben történő hőhasznosítással” című, SM06-GEO-PC7 számú programkomponens

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult meg.

www.svajcialap.hu



@svajcialap

