



Geotermikus rendszerek osztályozása és földtani háttere a távhőszolgáltatás szempontjából



Dr. Szanyi János
Szegedi Tudományegyetem, Geológia Tanszék,
szanyi@iif.u-szeged.hu

2025. 11. 19.

„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



Vázlat

- Geotermika szükségessége
- Földtani adottságok
- Alkalmazási területek
- Távhő hasznosítás
- Kutatási irányok (hazai, nemzetközi)
- Hol tartunk most („state of the art”)
- Hazai környezet javaslatok



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

2025. 11. 19.

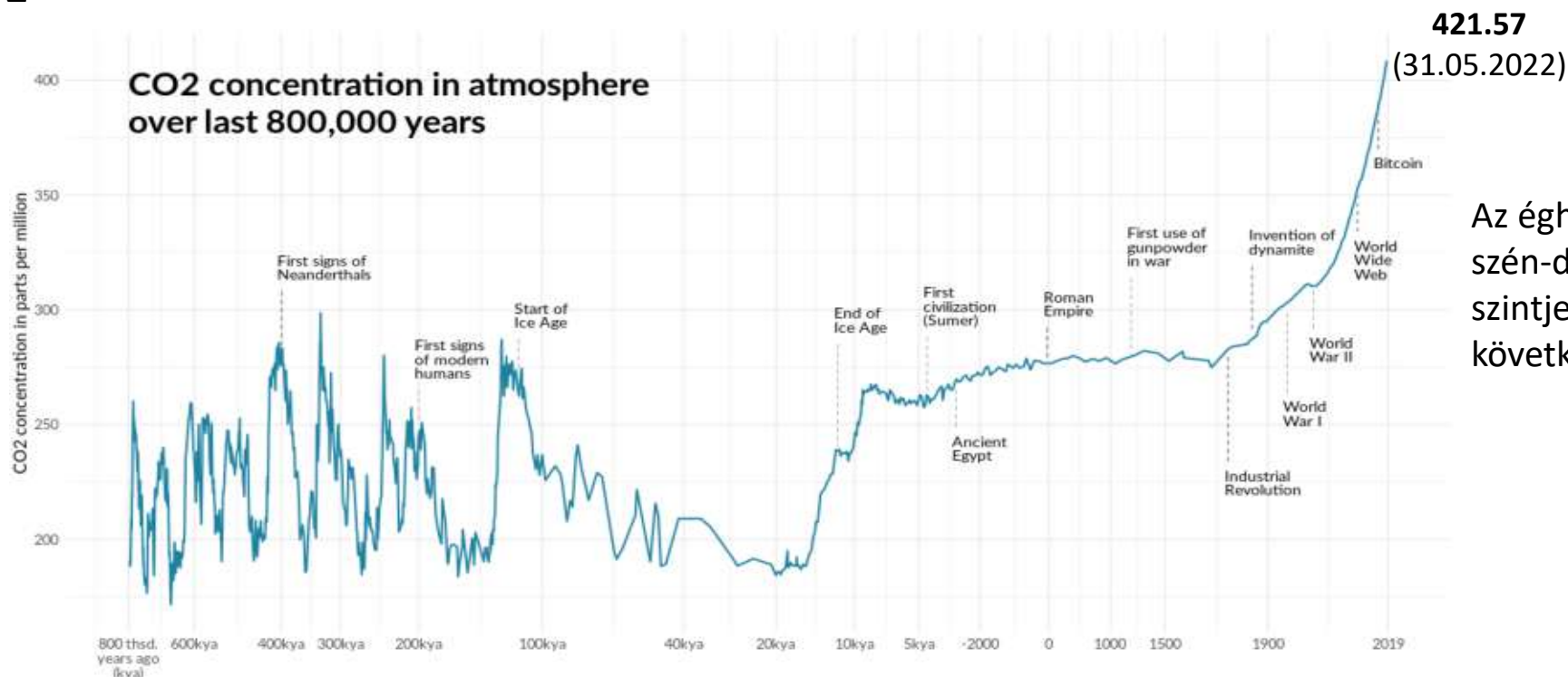
www.svajcialap.hu



@svajcialap



CO₂ légköri koncentrációja az elmúlt 800 ezer évben



Az éghajlatkutatók szerint a légköri szén-dioxid-koncentráció **450** ppm-es szintje már visszafordíthatatlan következményekkel jár

Time is warped using sqrt scale before 1900 for readability. Graphic: Gregor Aisch, vis4.net
Source: NOAA (1959-today), NASA (1850-1958), Monnin et al., Petit et al., Siegenthaler et al., Luethi et al. (800kya-1850)

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

www.svajcialap.hu

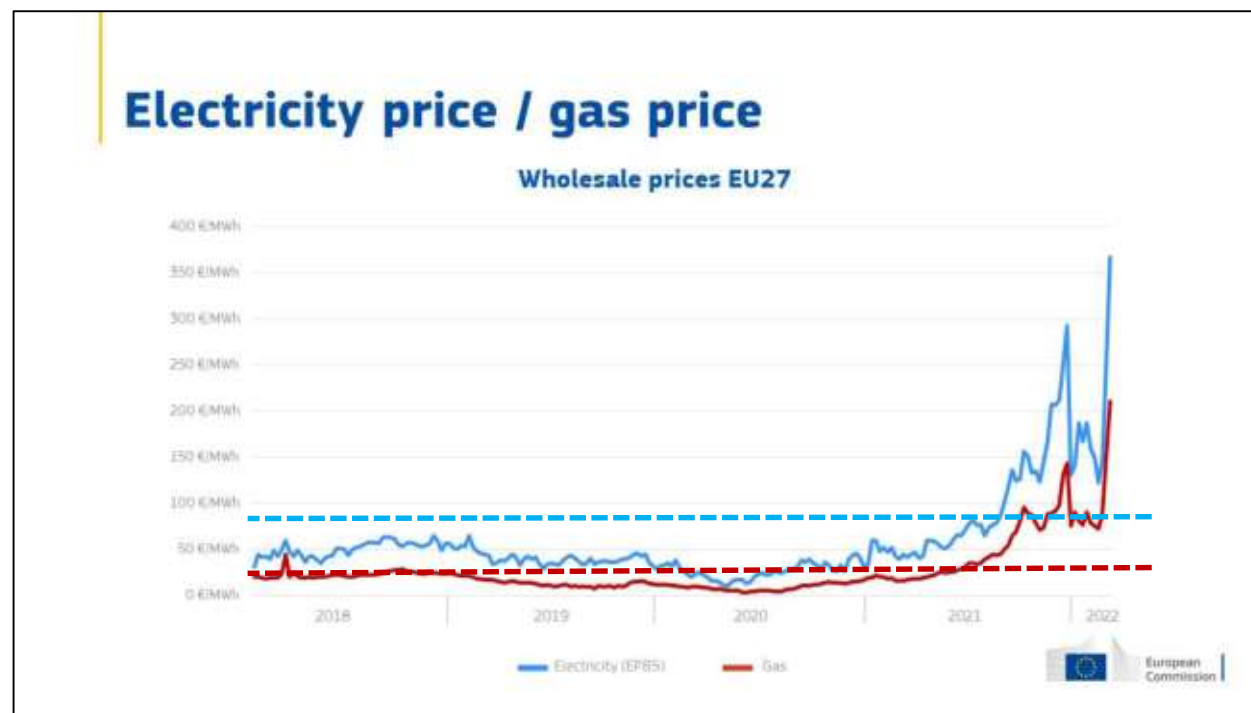


@svajcialap





Orosz-Ukrán háború – Energia krízis



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

2025. 11. 19.

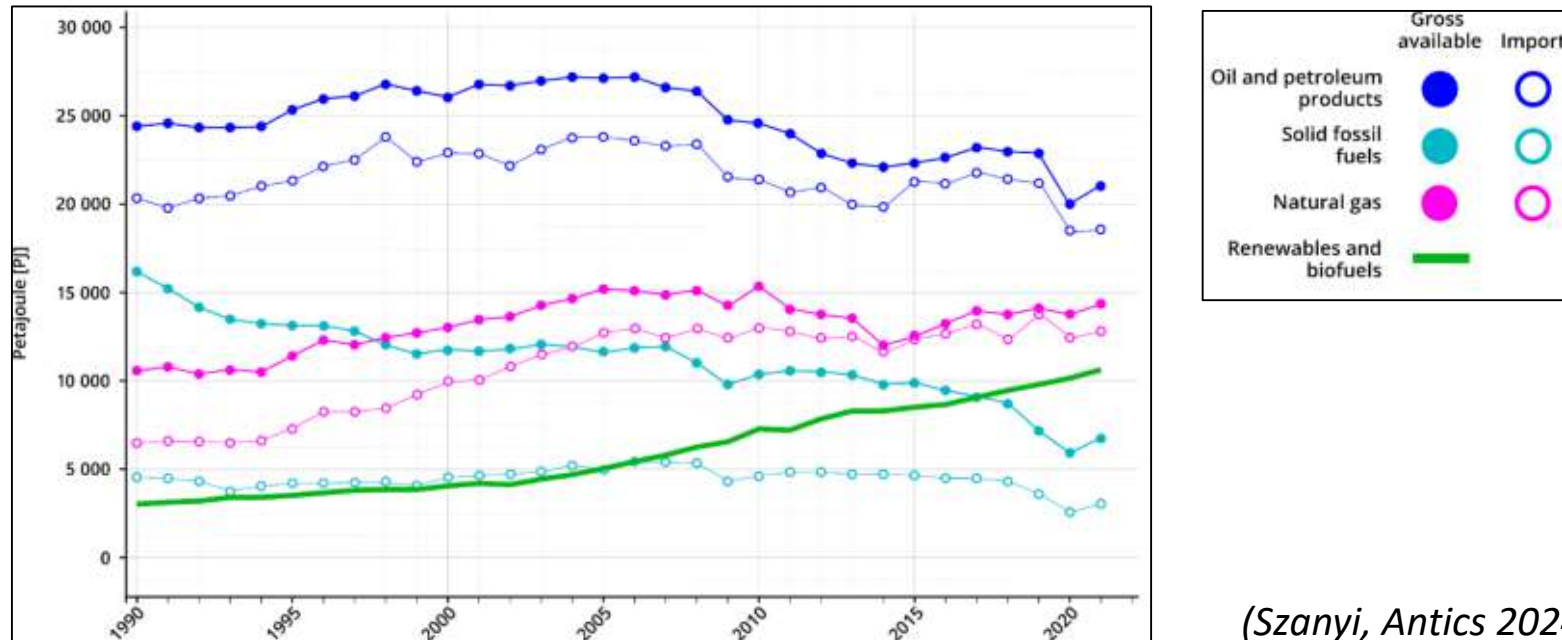
www.svajcialap.hu



@svajcialap



Az EU-ban felhasznált (1990-2021) fosszilis és megújuló energia mennyisége (a nukleáris energia kivételével), az importált mennyiségek feltüntetésével



(Szanyi, Antics 2024, based on EU statistics)

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

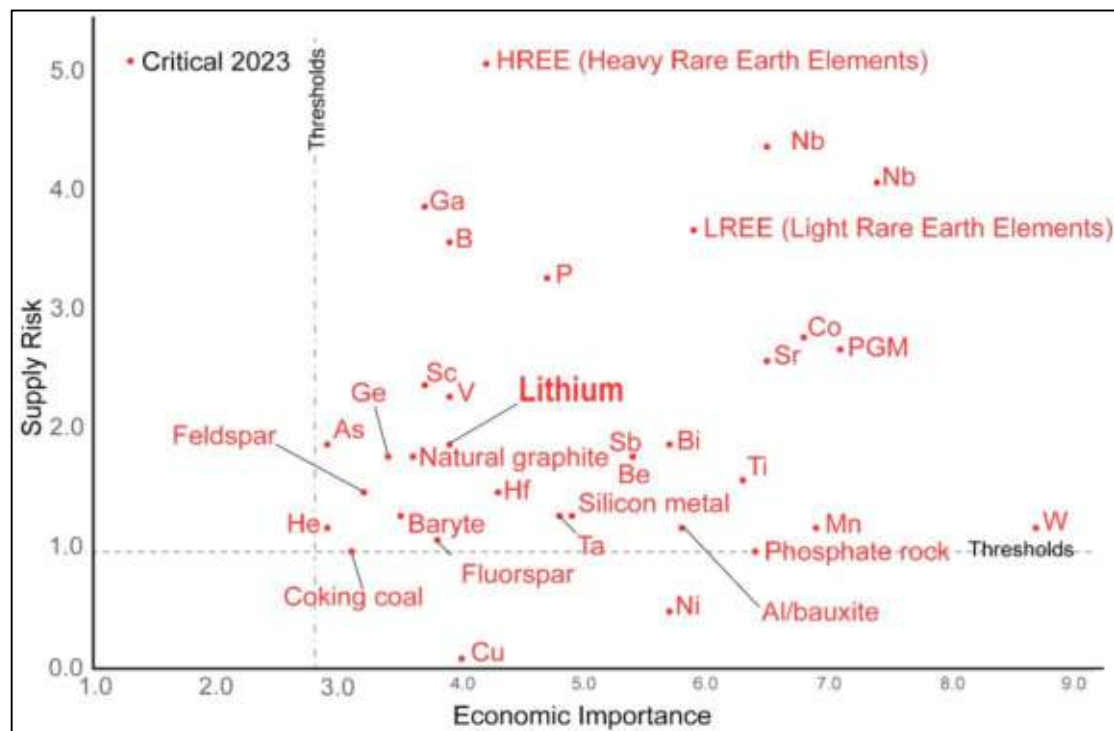
www.svajcialap.hu



@svajcialap



Az EU számára kritikus nyersanyagok listája 2023



(Szanyi, Rybach, Hawkar 2023)

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

www.svajcialap.hu



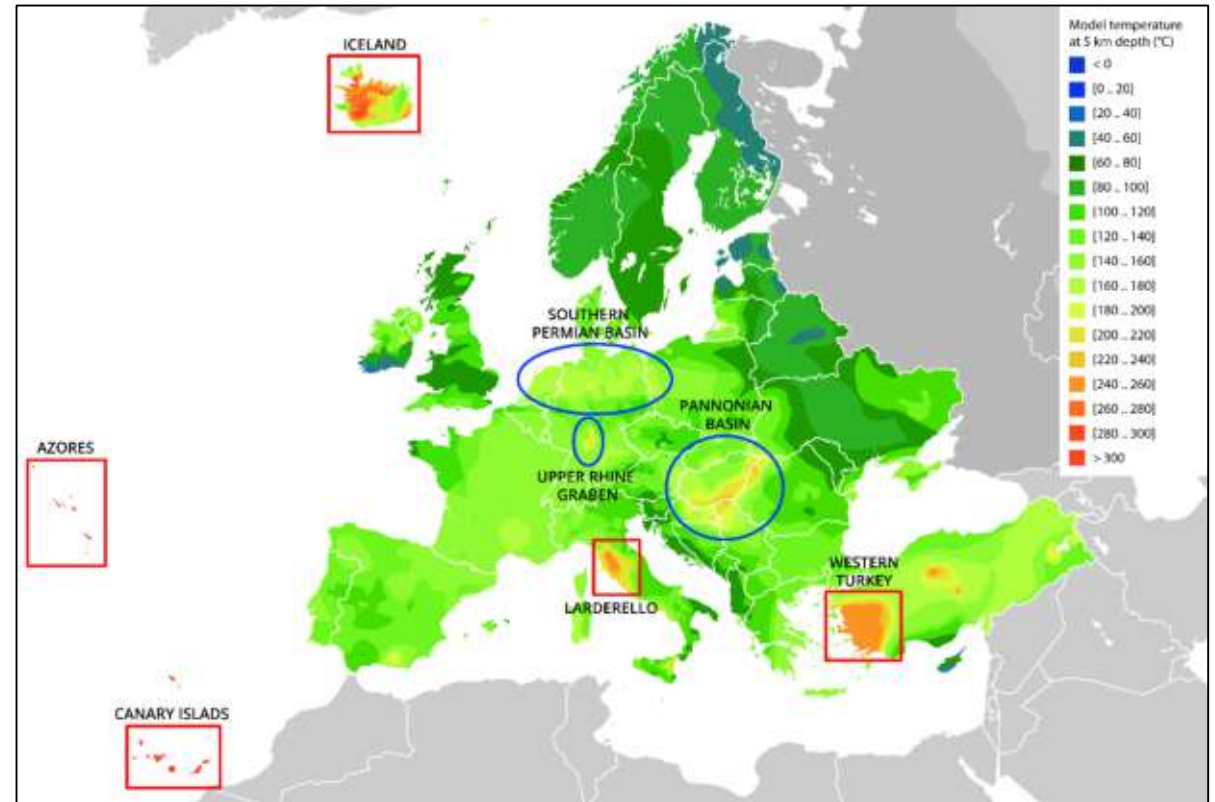
@svajcialap





Modellezett hőmérséklet (°C) 5 km mélységben Európában, a kiemelkedő geotermikus potenciállal rendelkező területek feltüntetésével

(Szanyi, Antics 2024, based on GeoELEC)



A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 19.

www.svajcialap.hu

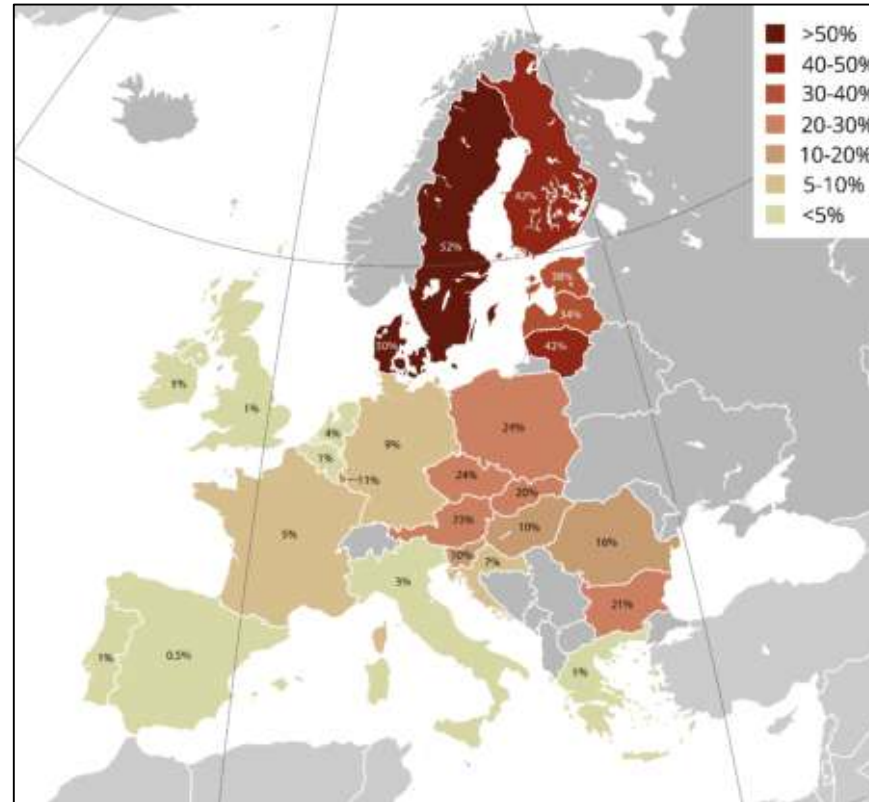


@svajcialap





A távfűtés részesedése a fűtési energiaigényből az EU tagországaiban 2015-ben



(Szanyi, Antics 2024)

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 19.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



Hasznosított geotermikus energia mennyisége



Termelt geotermikus energia
mennyiség : ~ 21 000 TJ !!!

(Magyarország Geotermikus stratégiája 2022)

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

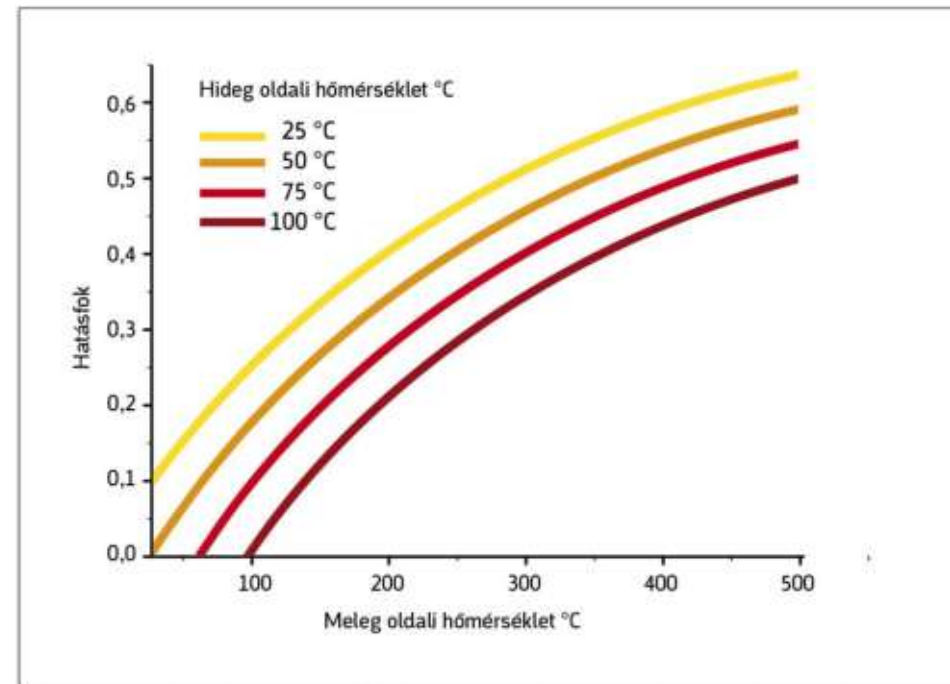
www.svajcialap.hu



@svajcialap



Áramtermelés geotermikus energiából



A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

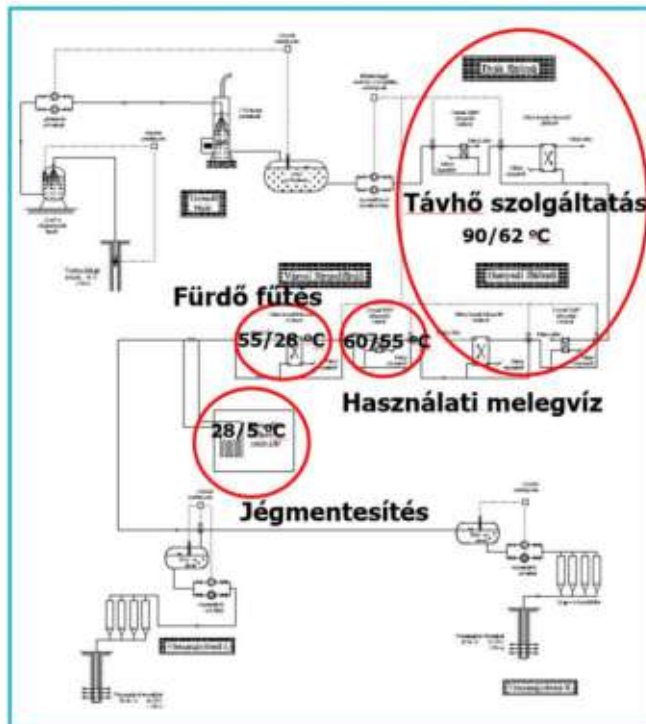
www.svajcialap.hu



@svajcialap



Geotermikus kaszkád rendszer Makón



A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

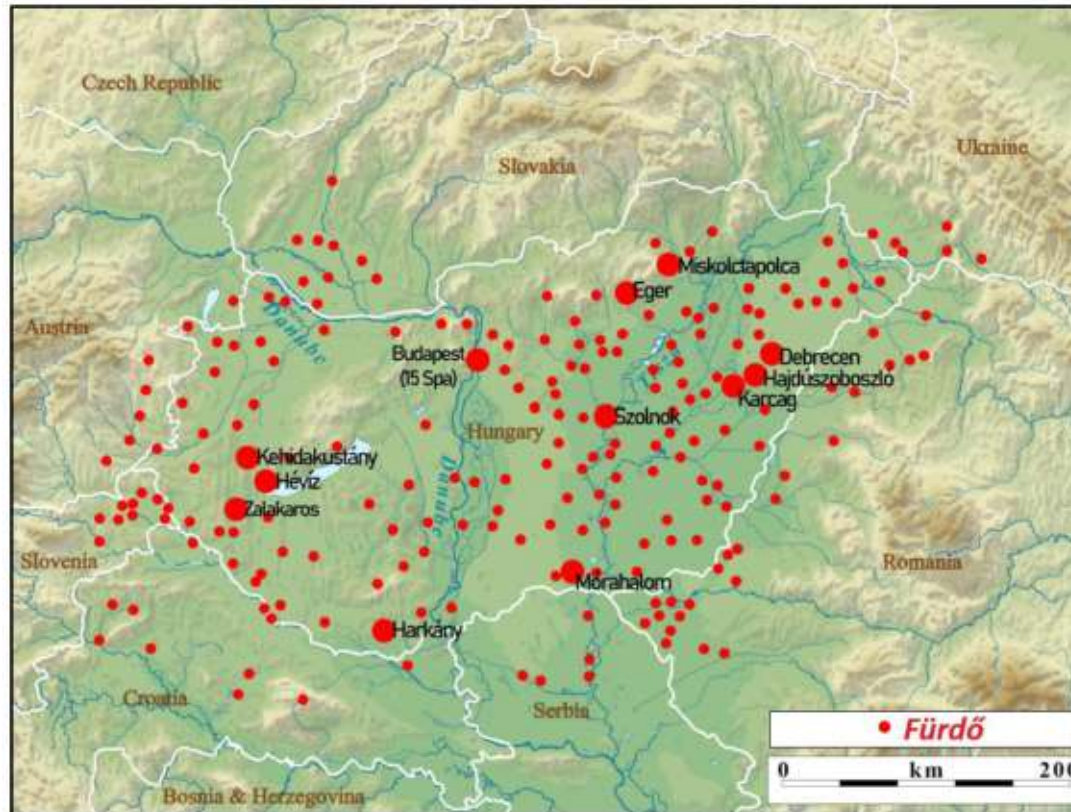
www.svajcialap.hu



@svajcialap



Fürdők



A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 19.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



Hőszivattyú - hulladékenergiára



Industrial scale Heat Pumps from Siemens Energy
address both district heating and industry applications

SIEMENS
energy

TWO COMPLEMENTARY PRODUCT LINES ...



SHP-STC-XX W/S

HIGH TEMPERATURE HEAT PUMP
5 – 70 MW, UP TO 150 °C (HOT WATER OR STEAM)



SHP-C600

BASED ON PROVEN DESIGN (SINCE 1980₀)
15 – 45 MW, UP TO 100 °C (HOT WATER)



... TO SERVE THE NEEDS OF OUR CUSTOMERS



HEAT SUPPLY

~5 - 70MW_{th} per unit



TEMPERATURES

up to **150°C** directly from heat pump



ENVIRONMENT FRIENDLY WORK MEDIUM

low **GWP** and **ODP**



VARIOUS DRIVE CONCEPTS

electrical or **mechanical**



COMBINATION WITH STEAM COMPRESSION

for **higher temperatures** and
pressures for process steam production



SCOPE OF SUPPLY

component up to turnkey supply

Decarbonized Energy Systems

7

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



Hőszivattyú – hulladéke energiára, Magyarország

VAPORLINE GWT típusú
hulladékhő hasznosító hőszivattyúk
Hulladékhő-víz hőszivattyús rendszerekhez



- Elfolyó termálvizek vagy egyéb melegvizek hőenergiáját hasznosítják, **extrém magas (SCOP>6) hatékonyság** mellett.
- A közvetlenül felhasználható elfolyó víz hőfok: **25°C-48°C**
- A maximális fűtési előremenő hőfokszint: **83°C**

Nagyatád:

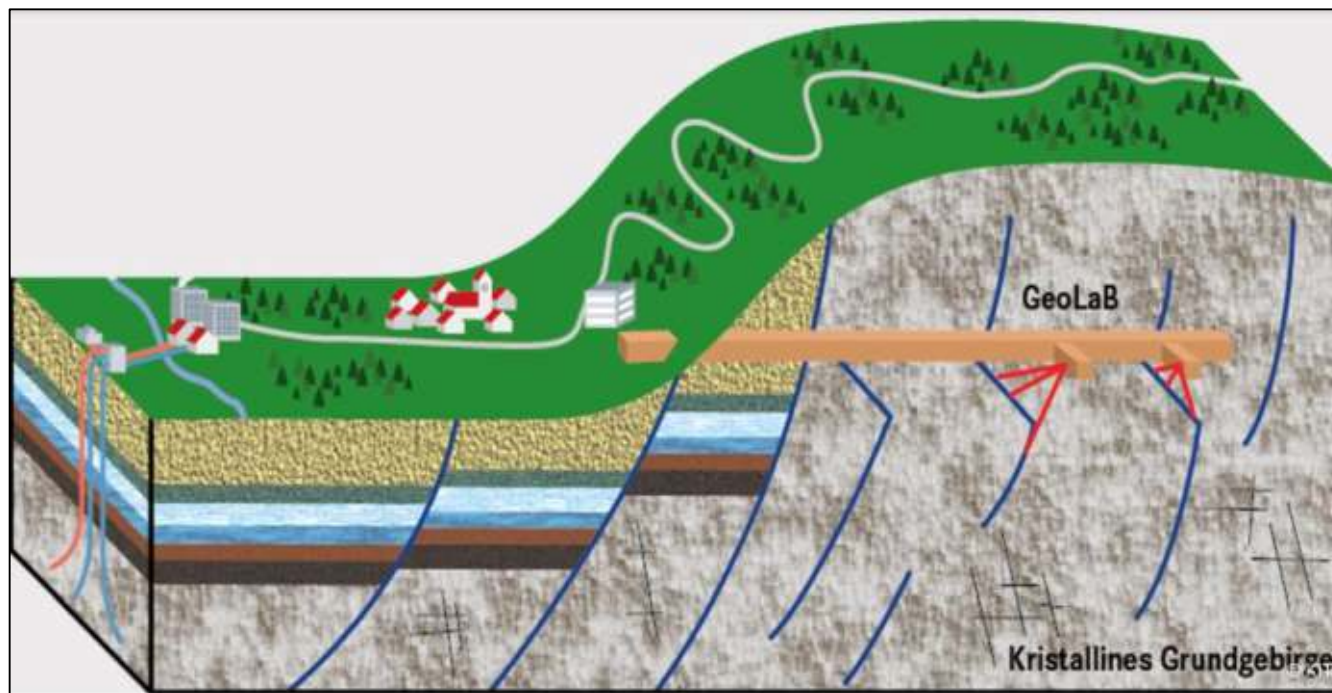
- 600 kW_{th}-os rendszer
- 4 éves megtérülés

<https://geowatt.hu/termek/hulladekho-hoszivattyuk/>

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



Földalatti laboratórium – KIT, GFZ, UFZ (Németország)



A Fekete-erdőben épül meg az első olyan földalatti laboratórium, ahol közvetlenül tanulmányozhatók a mélységi geotermikus energiával kapcsolatos folyamatok. Létesítési költség 35 millió€, üzemeltetés: 50 millió€.

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

2025. 11. 19.

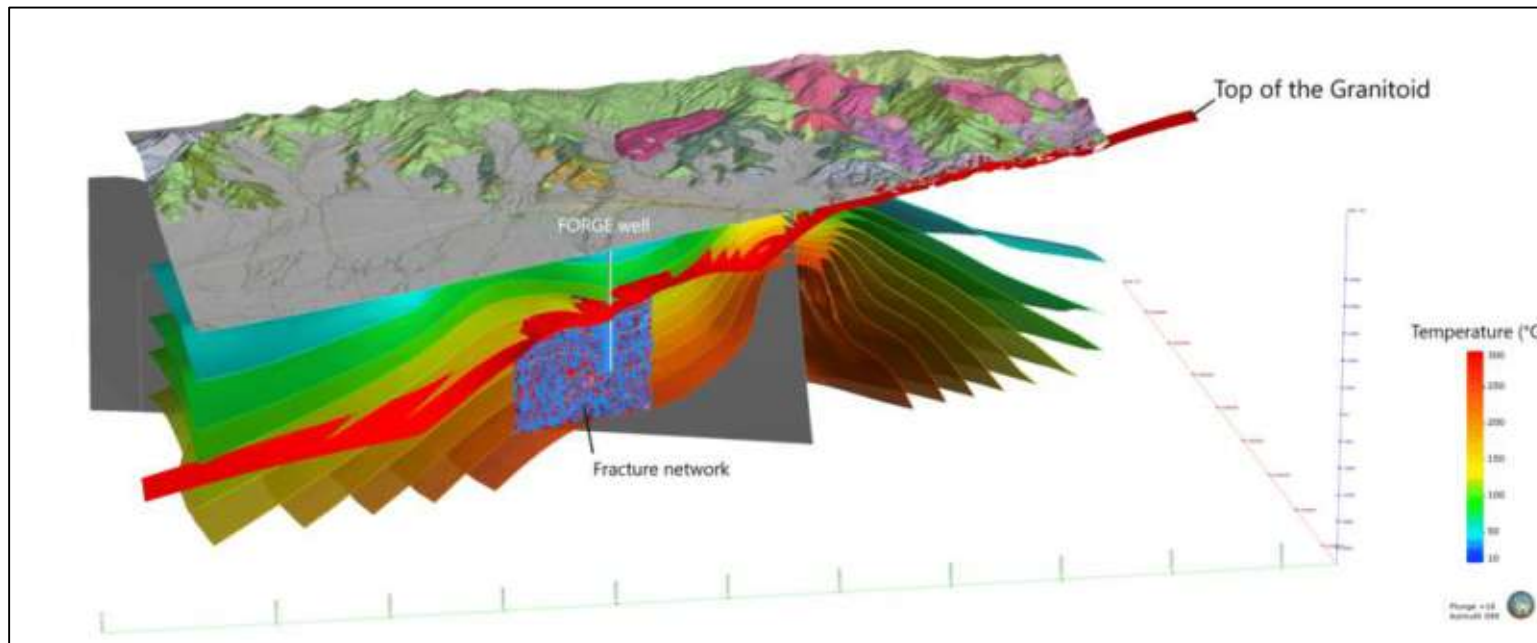
www.svajcialap.hu



@svajcialap



FORGE projekt UTAH – FRONTIER OBSERVATORY FOR RESEARCH IN GEOTHERMAL ENERGY *(Moore 2022)*



UTAH FORGE projekt küldetése az élvonalbeli kutatás, a fúrás és a technológia tesztelése, hogy meghatározzák az EGS technológia fenntartható, hatékony létesítésének módját. Összköltség 300 millió\$; ebből ~120 millió\$ fúrás, kútkiképzés, felszíni monitoring; ~100 millió\$ HP-HT eszközfejlesztés; ~80 millió\$ közösségi tájékoztatás, oktatás!

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

2025. 11. 19.

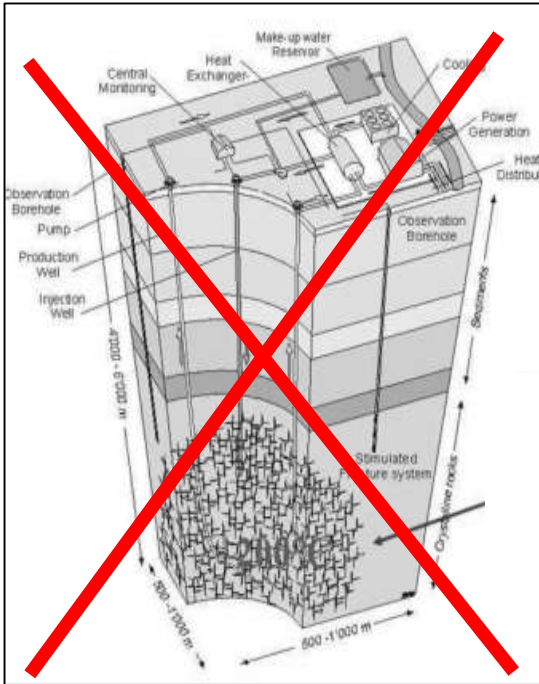
www.svajcialap.hu



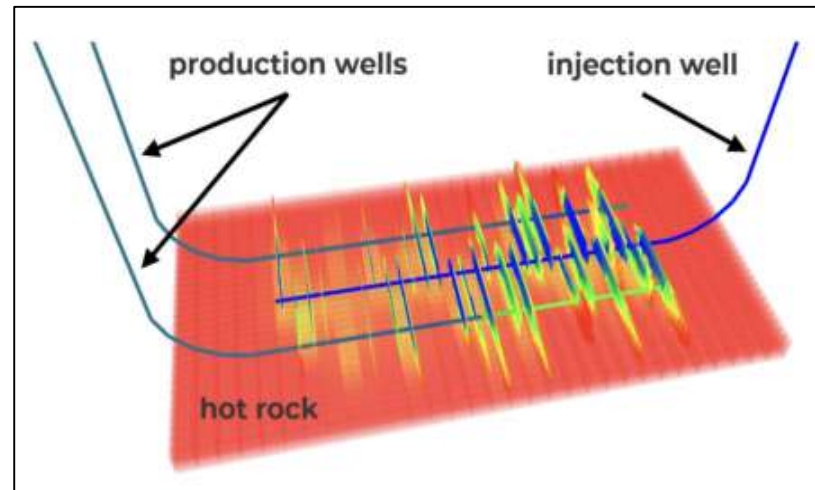
@svajcialap



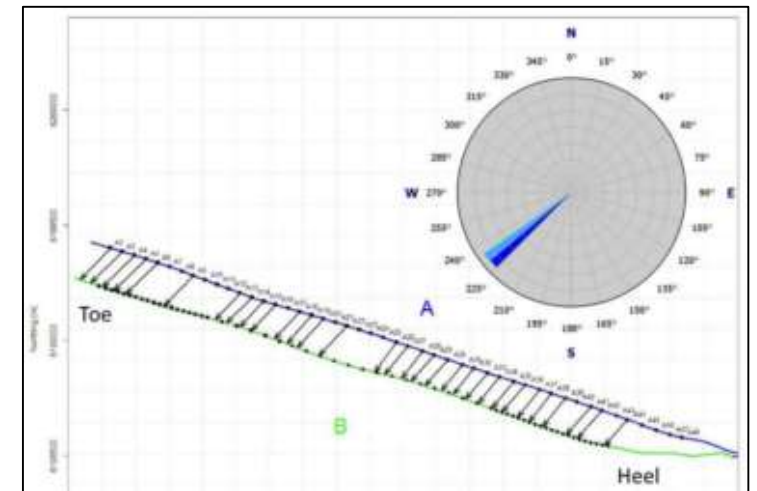
Áramtermelés – PEGS



Komplex hőcserélő sematikus rajza (Rybach, Kohl 2018)



Hőcserélő felületek 3D képe (Ricks et al. 2022)

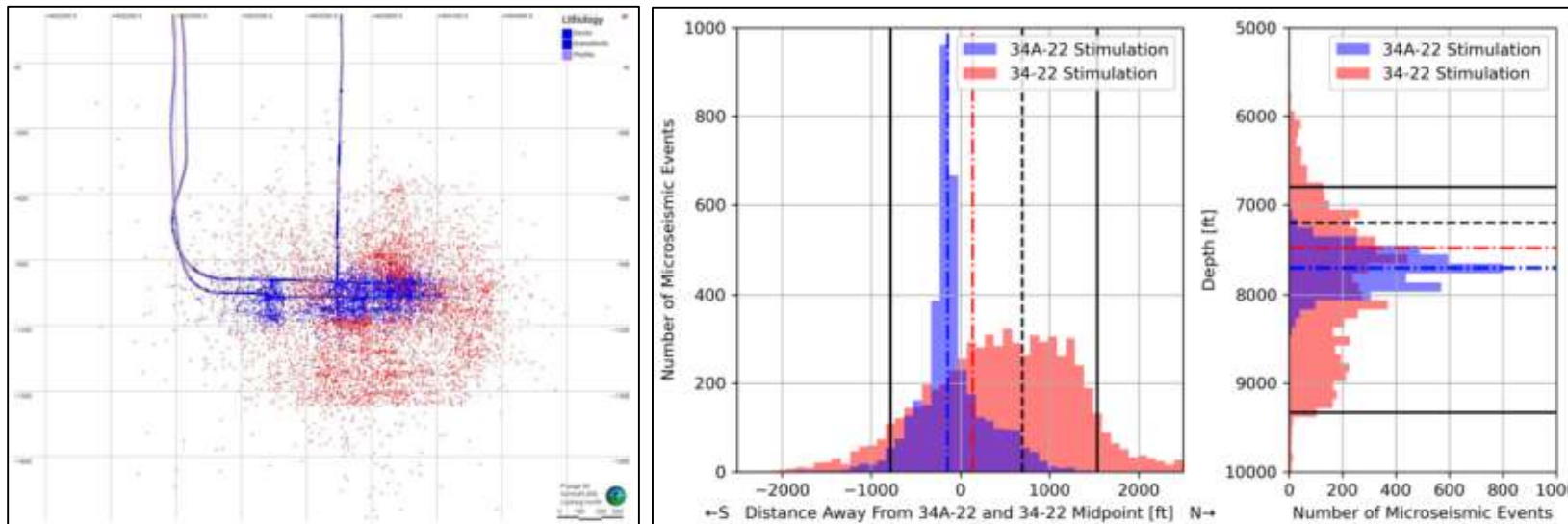


Stimulált törések rózsadiagrammja és azimutja (Ugueto et al. 2019)

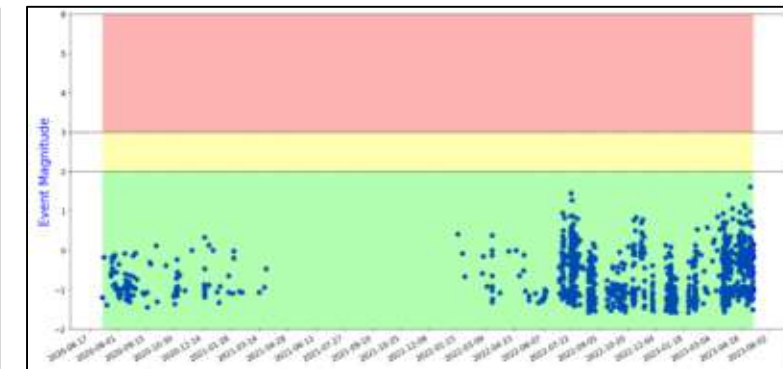
A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

Indukált szeizmicitás – Blue Mountain projekt

(Norbeck, Latimer 2023)



Regisztrált szeizmikus események



Műveleteket felfüggesztik,
műszaki felülvizsgálat

Beavatkozás,
csökkentett működés

Normál működés
folytatható

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

www.svajcialap.hu

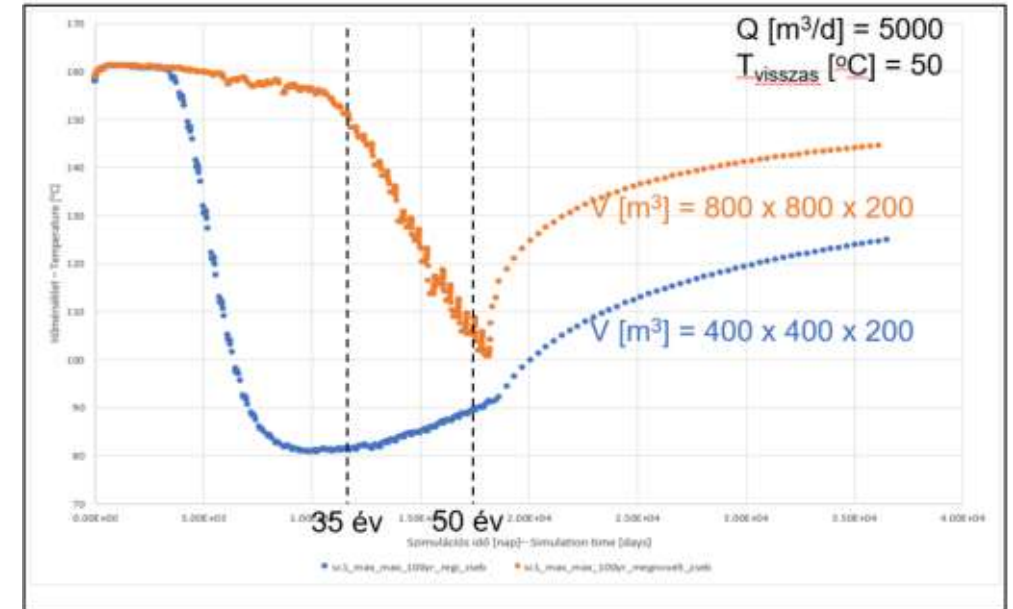
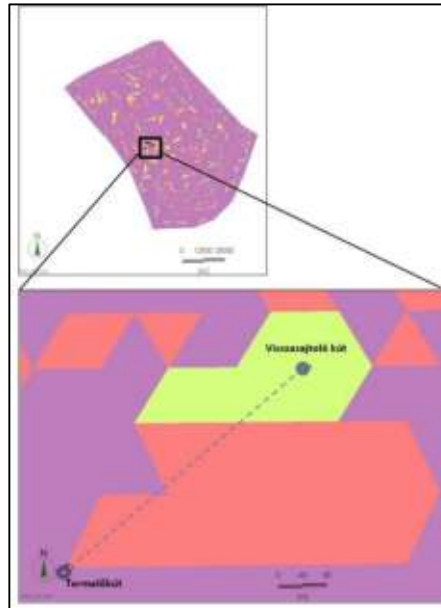
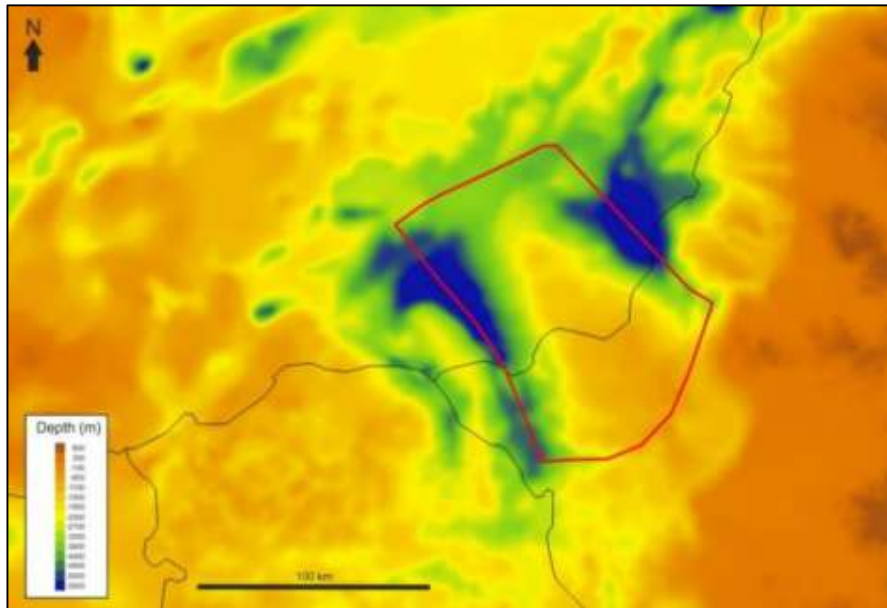


@svajcialap



Battonya – PEGS hasznosítás

(Kun, Zilahi, Szanyi 2022)



A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

www.svajcialap.hu



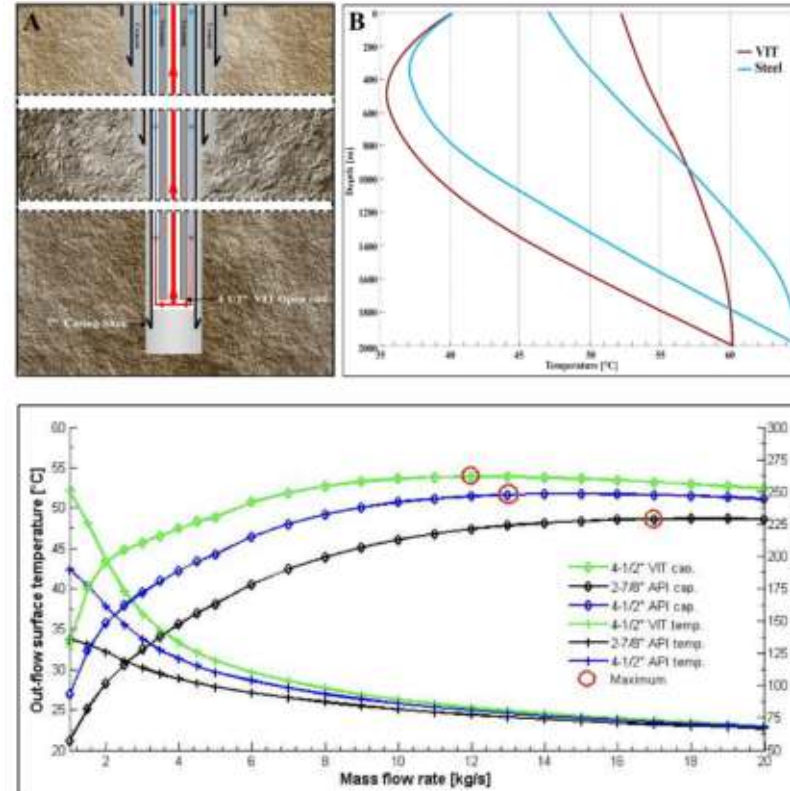
@svajcialap





Zárt rendszerű, mély-geotermikus hőhasznosítás

(Kalmár, Medgyes, Szanyi 2020)



- 2000 m-es kút mélység
- 45 °C/km-es geotermikus gradiens
- 20 °C-os betáplási hőmérséklet
- Vákumszigetelt termelőcső (VIT)

Tartósan kivethető
hőteljesítmény ~250 kW

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

2025. 11. 19.

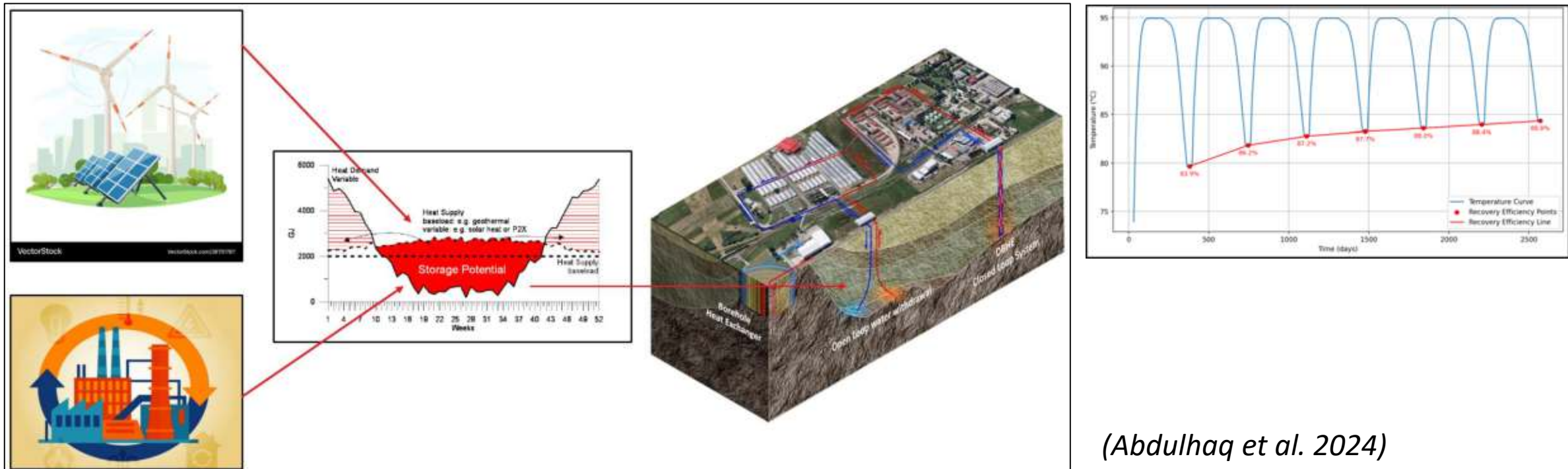
www.svajcialap.hu



@svajcialap



Nagy hőmérsékletű felszín alatti energiatárolás (HTATES)



A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

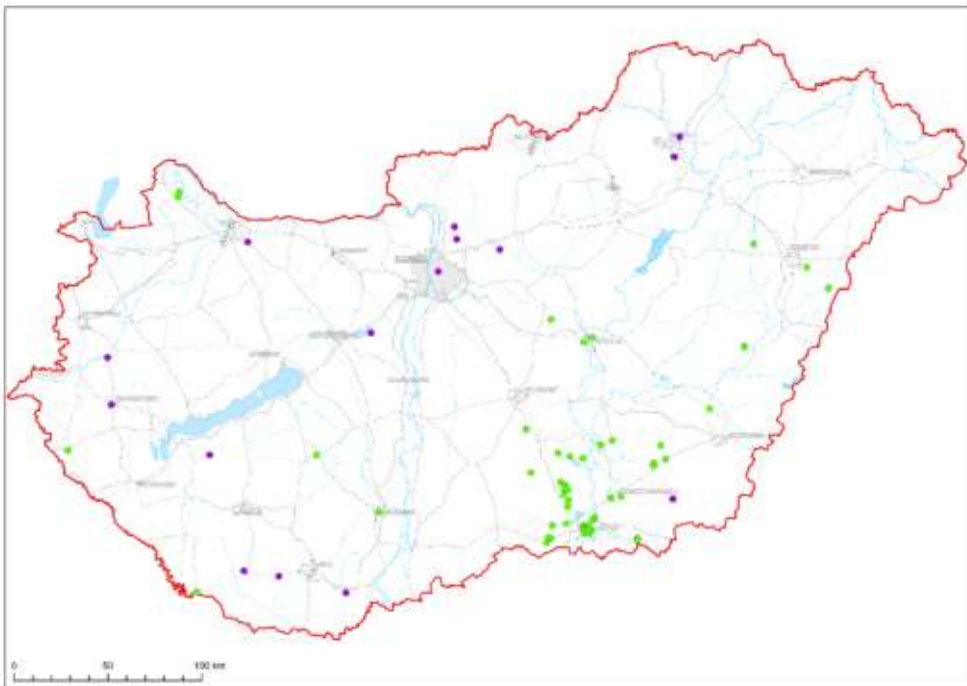
www.svajcialap.hu



@svajcialap



Visszasajtoló kutak Magyarországon



Az energetikai célú termálvíz termelés
visszasajtolási aránya (VGT3 alapján):

- karbonátos rezervoárok esetén ~ 80%
- porózus rezervoárok esetén: ~ 8%

● Porózus (62 db)
● Karbonát (22 db)

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

www.svajcialap.hu



@svajcialap





Kapcsolódó pórusok 3D vizualizációja



A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

www.svajcialap.hu



@svajcialap





Kapcsolódó pórusok 3D vizualizációja



A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

www.svajcialap.hu

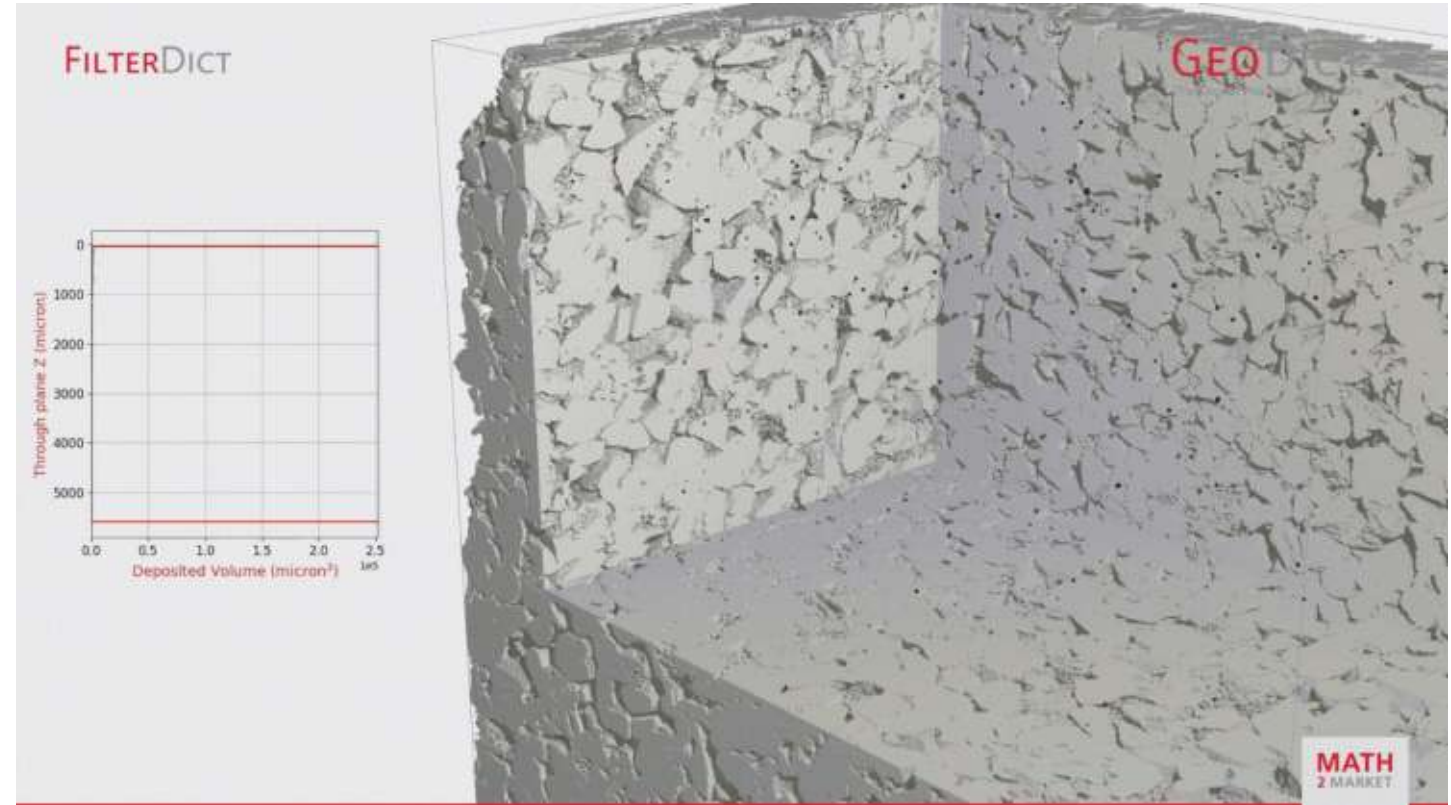


@svajcialap





Pórusok eltömődésének 3D vizualizációja



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

2025. 11. 19.

www.svajcialap.hu

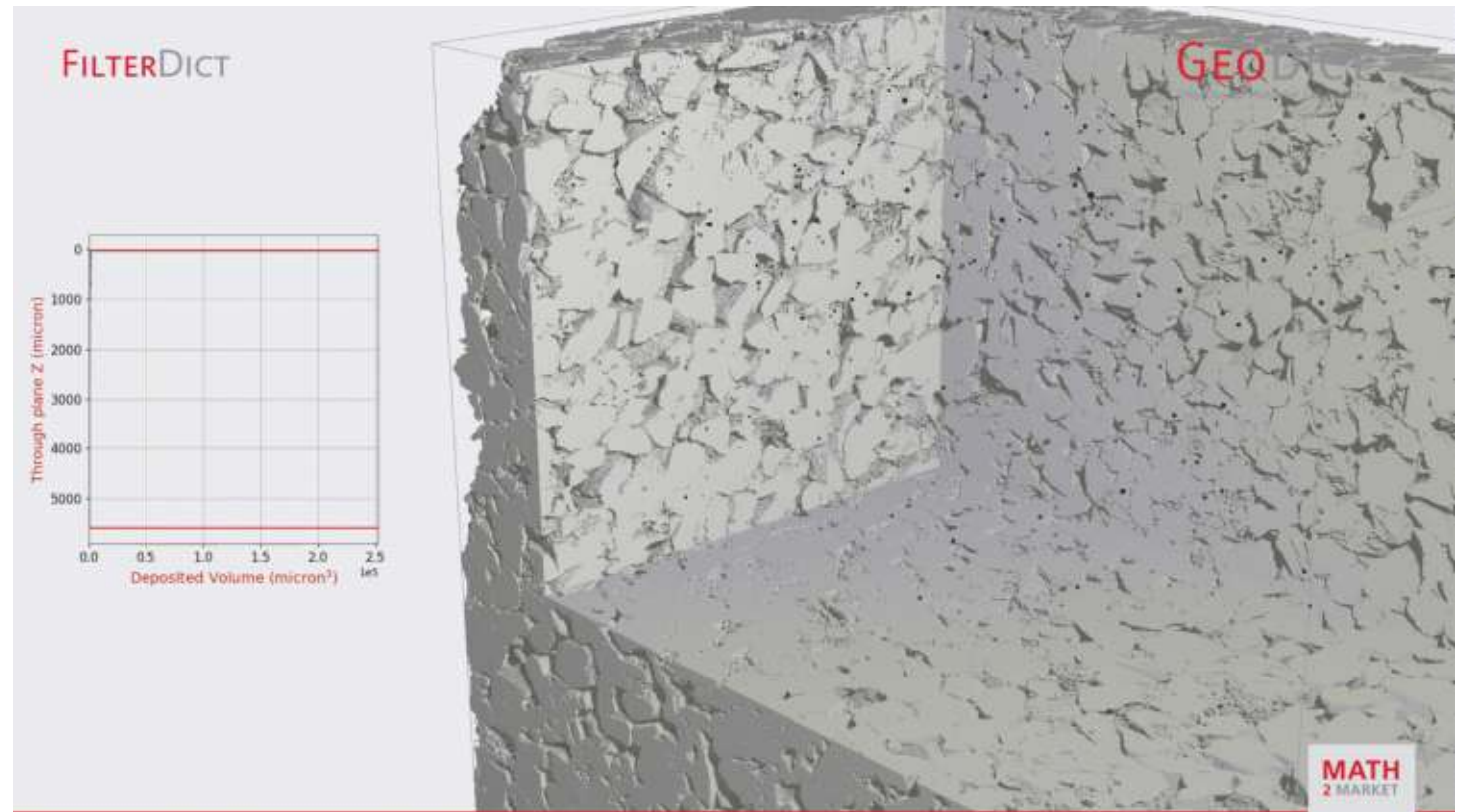


@svajcialap





Pórusok eltömődésének 3D vizualizációja



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

2025. 11. 19.

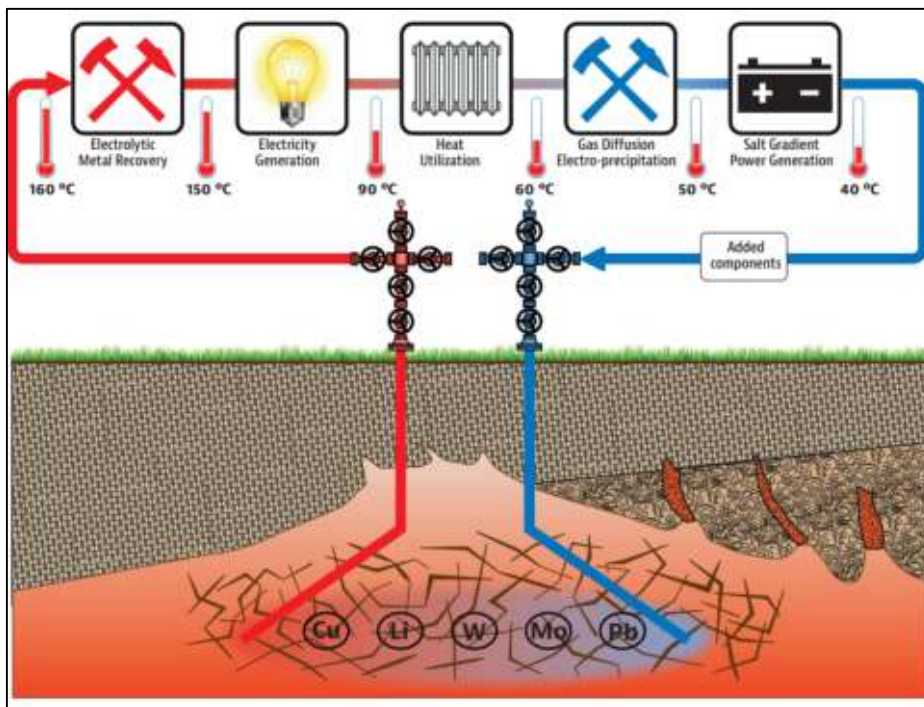
www.svajcialap.hu



@svajcialap



Geotermia és fémkinyerés



A kapcsolt hő-, villamosenergia- és fémkitermelés célja egy olyan újszerű technológia kifejlesztése, amely egyetlen összekapcsolt termelési láncban segíthet az európai energia- és stratégiai fémszükséglet kielégítésében

(Szanyi, Rybach, Hawkar 2023)

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

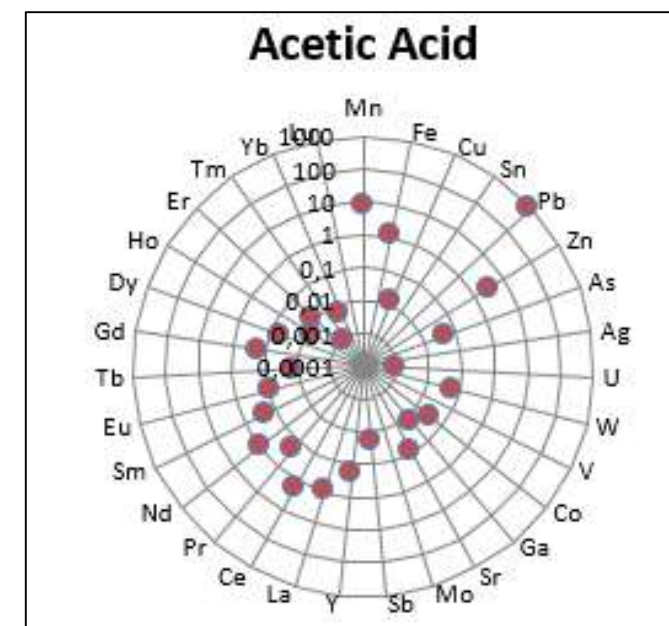
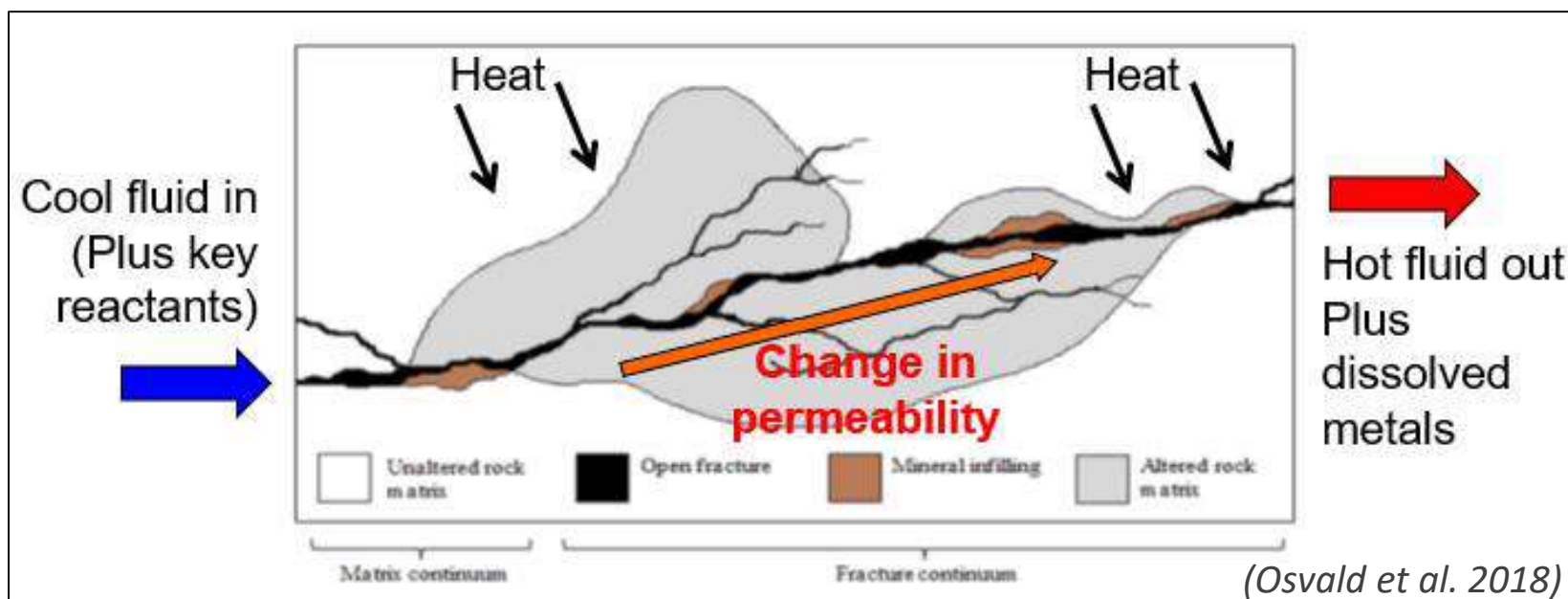
www.svajcialap.hu



@svajcialap



Projektek: CHPM2030 – CRM-geothermal

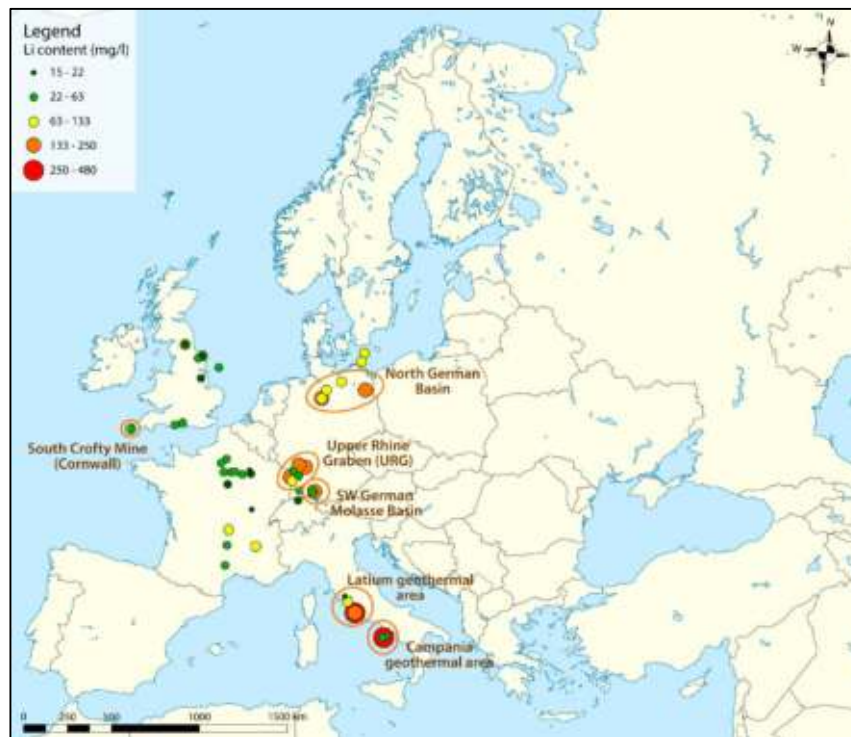


A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

„Zero Carbon Lithium”

A lítium geotermikus vizekből történő kitermelése, amely Angliában (Cornwall), Olaszországban, Németországban és az Egyesült Államokban fejlődik a leggyorsabban nagyon kis környezeti lábnyomot hagy maga után, beleértve a nagyon alacsony szén-dioxid kibocsátást.

(Szanyi, Rybach, Hawkar 2023)



Vulcan Zero Carbon Lithium™ project (URG)

1 fázis, éves termelés:

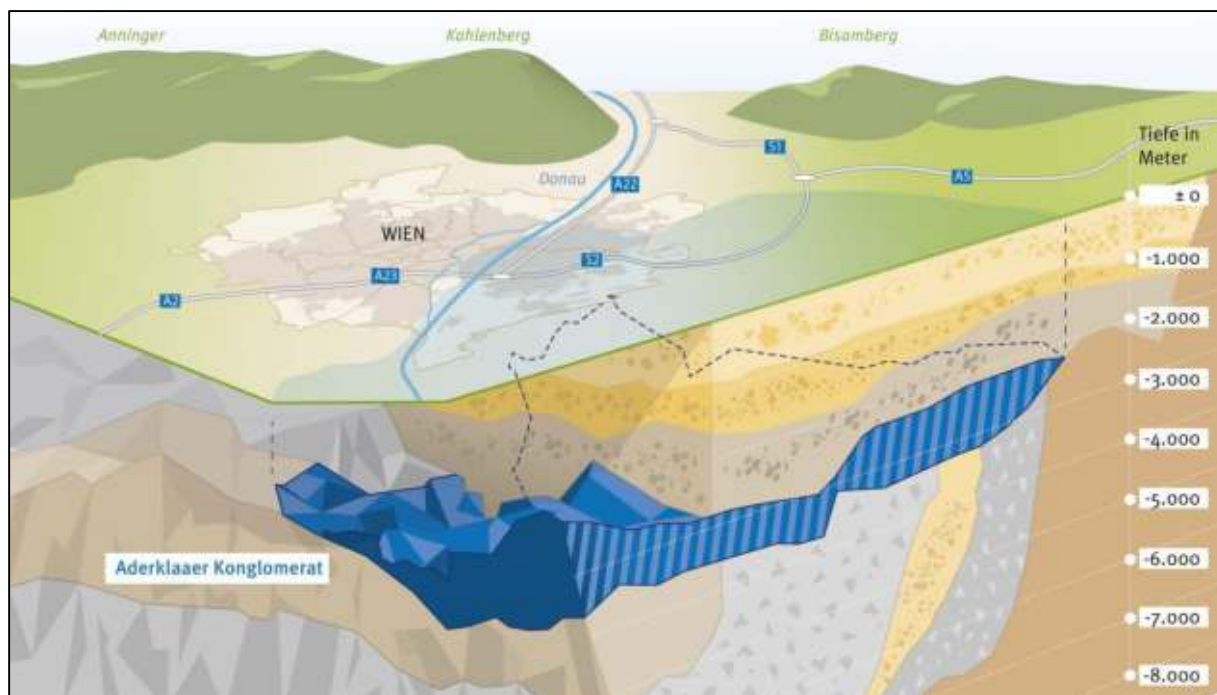
- $Q = 900 \text{ l/s}$
- $Li = 181 \text{ mg/l}$
- $CAPEX = 1\,500 \text{ M€}$
- $OPEX = 112 \text{ M€}$

eredmény/év (20 év átlaga)

- $Hő = 0,9 \text{ PJ}$
- $Áram = 1,1 \text{ PJ}$
- $LiCl = 24\,755 \text{ t}$
- $Bevétel = 704 \text{ M€}$

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

Bécs – GeoTief Vienna



Cél: távfűtésben gáz helyett geotermia

A GeoTief Vienna a Wien Energie által az AIT, a Geological Federal Institute, a Geo5, a Heinemann Oil, a Montanuniversität Leoben, az OMV, a RAG Austria, a GFZ Potsdam, a Bécsi Egyetem, a Salzburgi Egyetem és a Központi Meteorológiai Intézet együttműködésével 2016-2022 között megvalósított energetikai kutatási projekt, (450-700 MW_{th} hőszolgáltatás). 2040-re a távfűtés teljes mértékben klímasemlegessé váljon.

Eszközök:

- 3D-szeizmikus mérés (~80 km²; 16 ezer szenzor)
- 500 millió € befektetés a kutatási időszakban
- 2030-ig 1,2 milliárd € befektetés geotermikus és hulladékhő hasznosító projektekbe

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

meg.

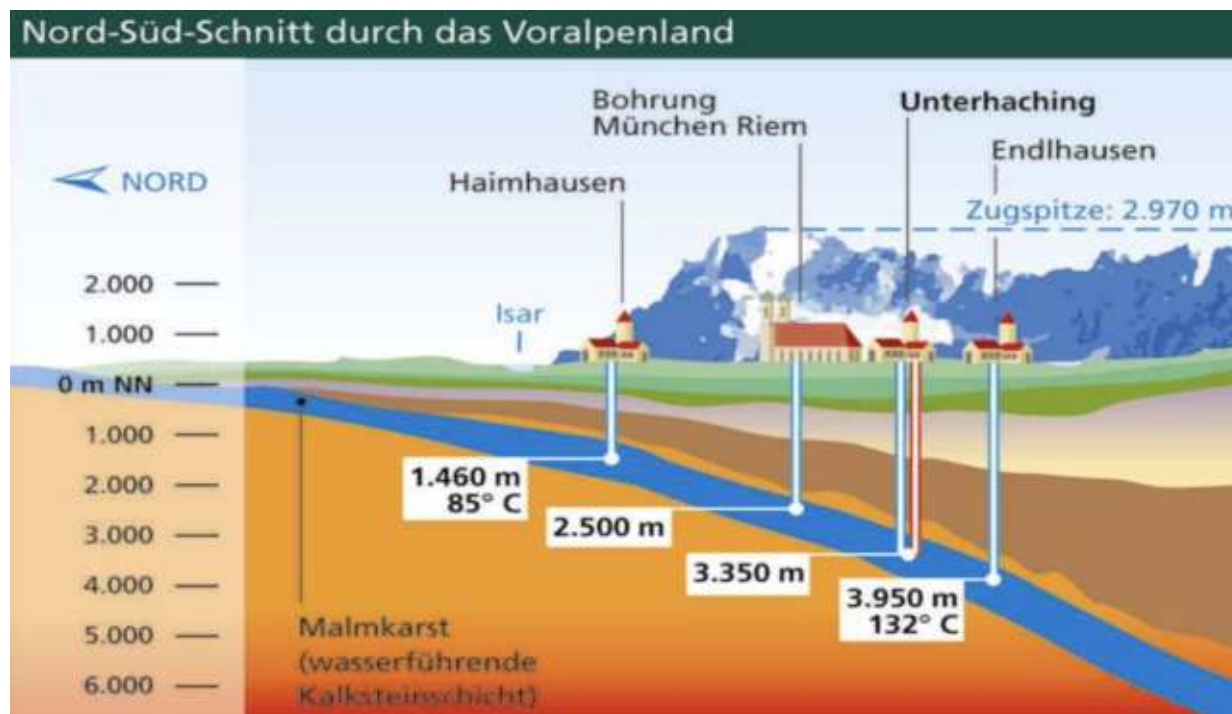
www.svajcialap.hu



@svajcialap



München – geotermikus koncepció



Cél: 2040-re München legyen az első németországi város, ahol a távfűtés 100 százalékban megújuló energiákból, elsősorban geotermikus energiából, legyen kielégítve: 50 MW_e és 450 MW_{th}

Eszközök:

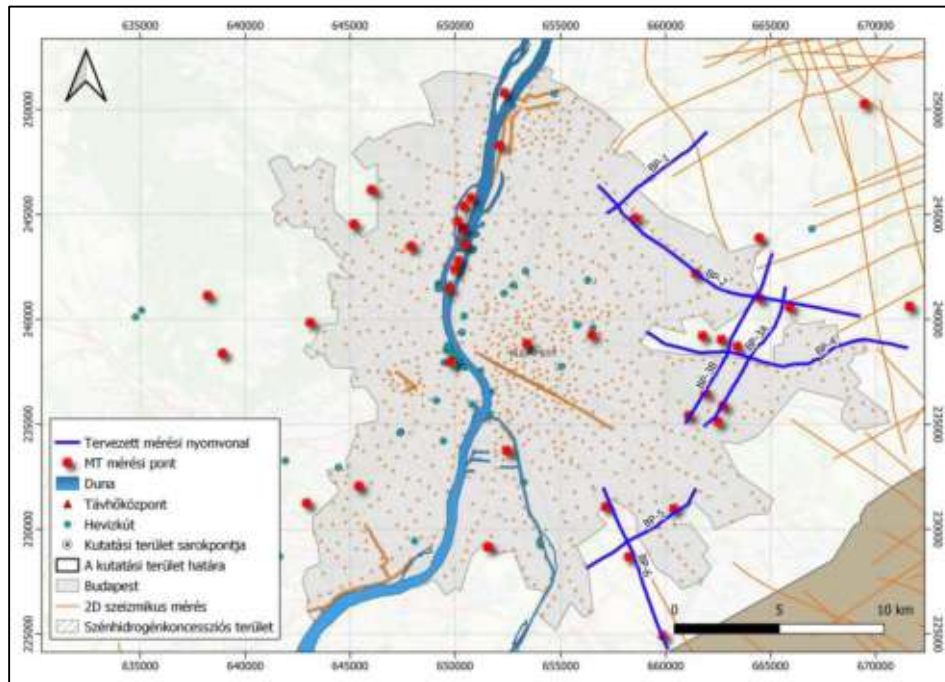
- 3D-szeizmikus mérés
170 km² (2015-2016)
- Rezervoár modell (2017)
- Befektetés: A Münchener Közmű Vállalat (Stadtwerke Munchen) 1 milliárd € 2030-ig

(Knappek, 2019)

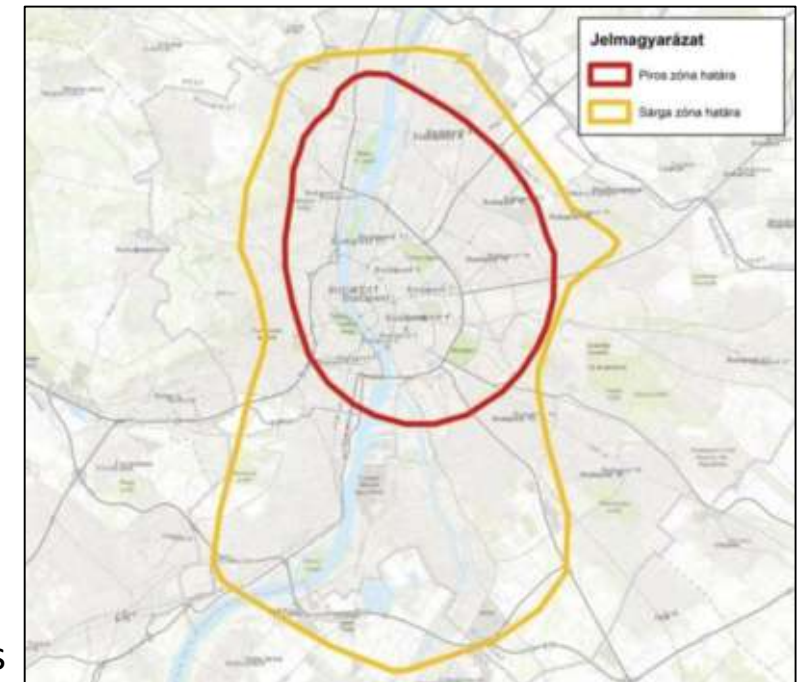
A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult



Budapest – geotermikus kutatás



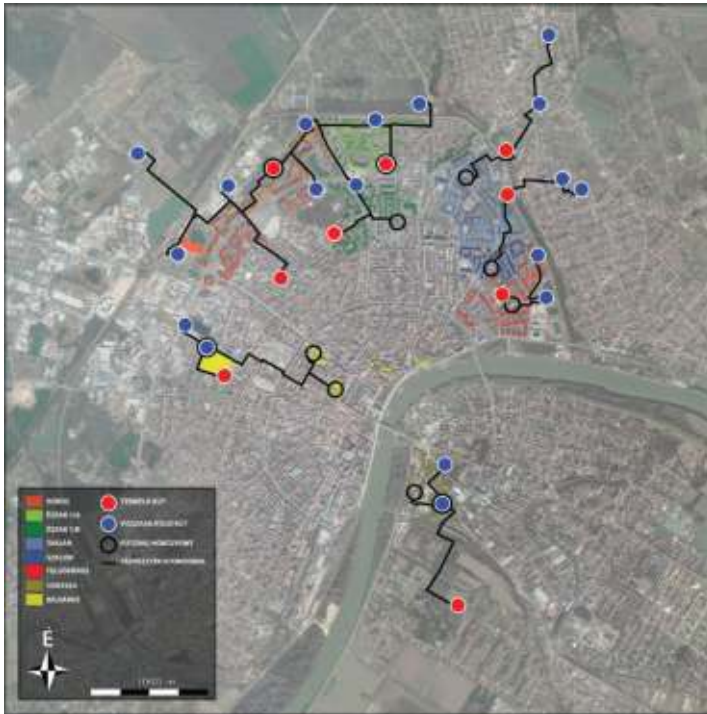
- 6 hónap kutatás
- 5 km 2D szeizmikus szelvény
- 70 millió Ft



- SZTFH korlátozások
- Zárt kutatási területté nyilvánítás

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

Szegedi Geotermikus Távhőrendszer



Alapadatok

- 27000 lakás + 500 intézmény
- 9 termelőkút (2000m)
- 18 visszasajtoló kút (1800 m)
- Hozam: 20 l/s (70 m³/h)
- Hőmérséklet: 90-95°C

Várható eredmények (9 projekt)

- Földgáz csökkenés: 17 525 718 m³/év (65%)
- Értékesített geoterm. energia: 536 298 GJ/év
- CO₂ kibocsátás csökkenés: 34 699 t/év (63%)
- Megtérülés: kevesebb mint 10 év

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

2025. 11. 19.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



Távhőszabályozás – javaslat

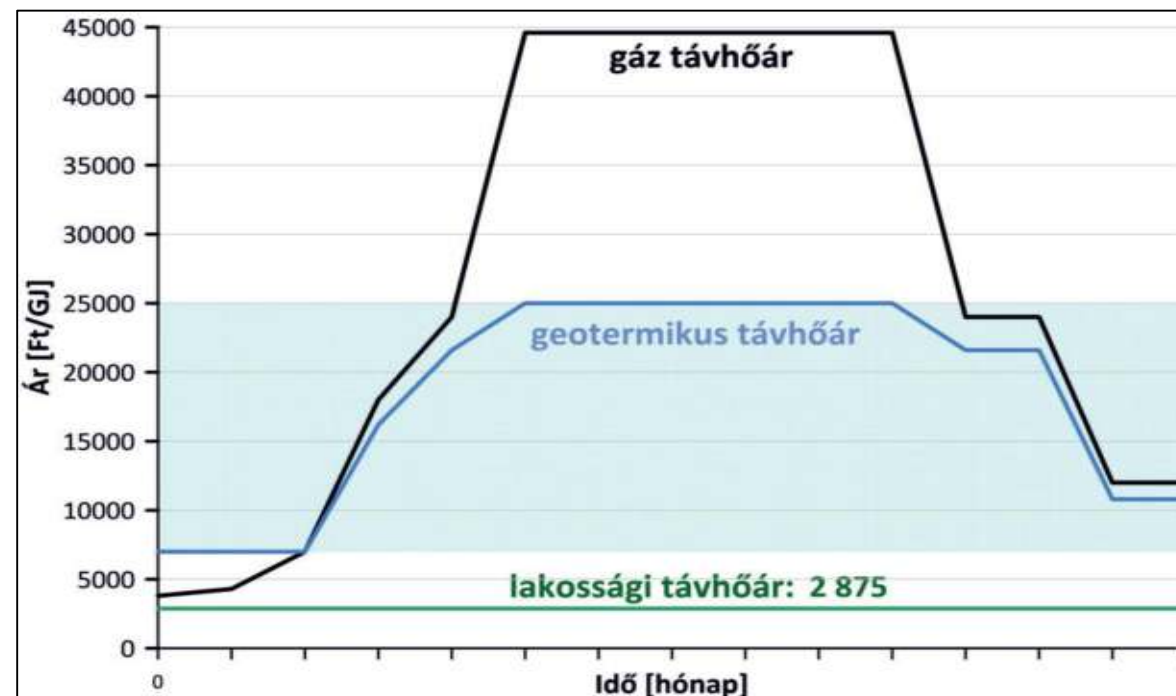
A beruházói környezet (legyen az pénzügyi- vagy szakmai befektető, vagy fejlődni kívánó távhőrendszer)

kiszámíthatatlan, agyonszabályozott és központosított

- 4,5% nyereségkorlát,
- MEKH ársapka,
- a központi szabályozás miatt is hitelképtelen távhő vállalatok



A távhő törvény hatálya alá tartozó geotermikus rendszerbe nem éri meg befektetni! A befektetők az ipari hőpiacot keresik.



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





(HVG címlap 2023. 08. 31.)

A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult

2025. 11. 19.

meg.

www.svajcialap.hu



@svajcialap





Köszönöm a figyelmet!

szanyi@iif.u-szeged.hu

2025. 11. 19.

„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

