



Magyarhoni Földtani Társulat  
Alföldi Területi Szervezet

# A geotermikus energia kutatása és hasznosítása Magyarországon az elmúlt 150 év tükrében

*(Földtani Közlöny, 151/1)*

Szanyi János<sup>1</sup>, Nádor Annamária, Madarász Tamás

<sup>1</sup>Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és  
Kőzettani Tanszék

szanyi@iif.u-szeged.hu

*Nosztalgeo'21 – Algyő 2022.03.18.*



# Tematika

## Prehisztorikus idők

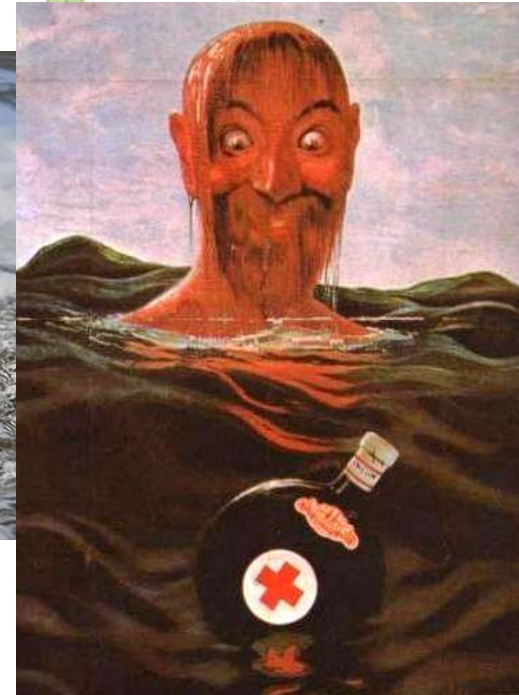
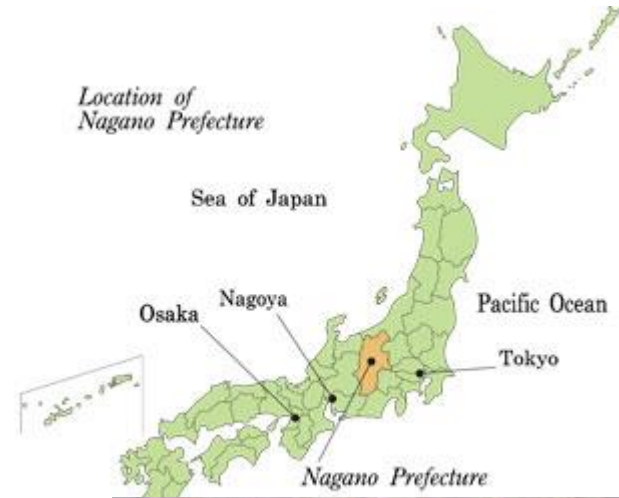
## Földtani adottságok

## A 150 éves időszakot 4 fő korszakra osztottuk:

1. A hőskor (XIX.sz közepétől tart a rendszerváltásig)
2. A közel múlt (fürdő, távhő fejlesztések)
3. A jelen projektek (Európai Uniós csatlakozás – pénzforrás)
4. A futó kutatások, jövőkép

**Mottó:** „Egy baja lévén, – gyógyvizének mennyisége ugyanis az igényeknek meg nem felelően, fel lettem még 1867-ben és újból a legutóbbi időben a nagyméltóságú vallás- és közoktatás minister úr által szólítva véleményt adni, mi módon lenne ezen bajnak orvoslása eszközölhető? Ismételve 1867-ben adott véleményemre hivatkozván, megbizattam az általam javaslatba hozott munkálatok keresztülvitelével, melyekről a következőkben szólani szerencsém leend” (ZSIGMONDY 1874).

# Kezdetek (Nagano prefektúra, Japán)



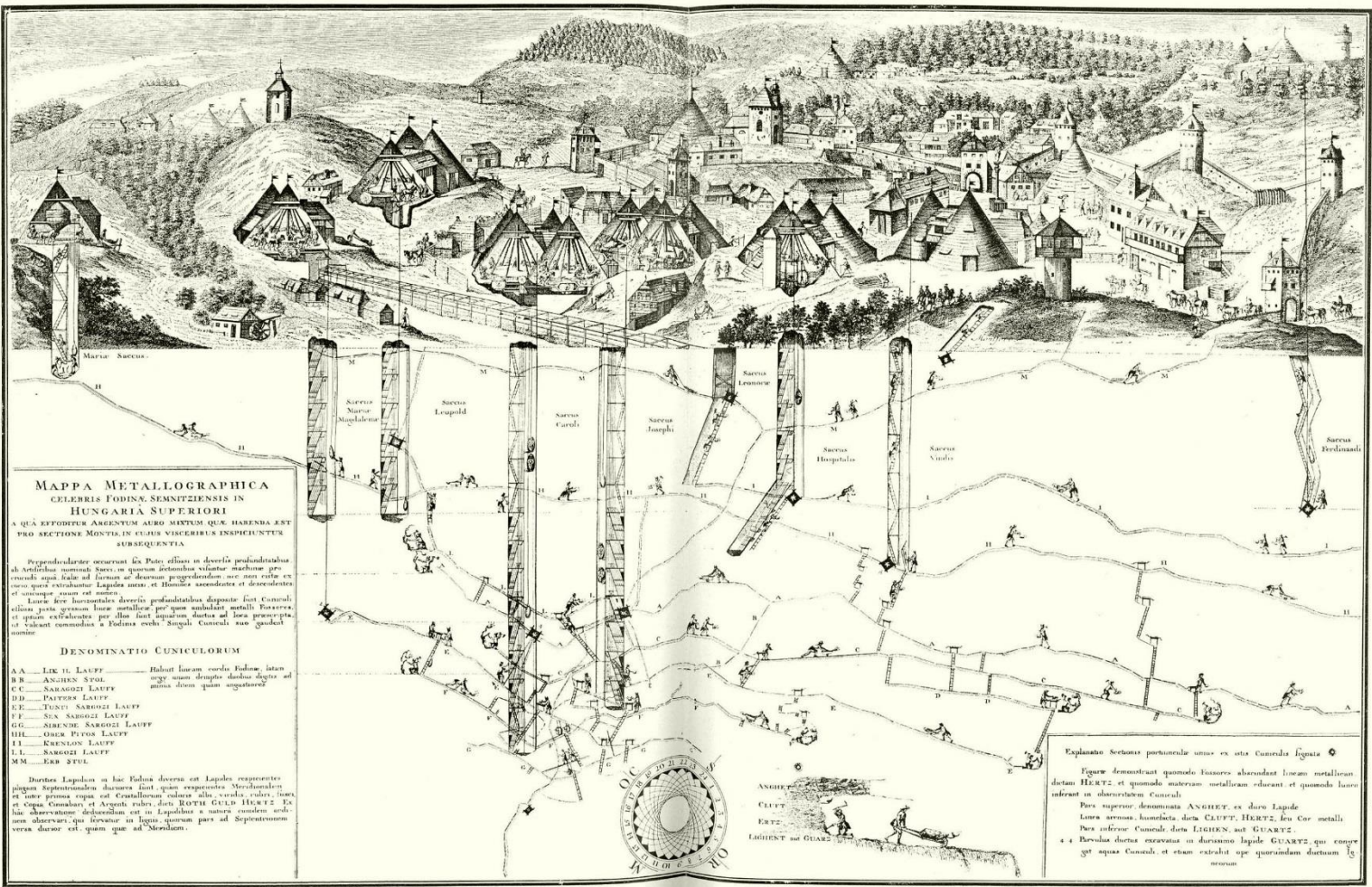
# A hazai gyógyfürdők története

## A fürdő kultúra kibontakozása 4 fő szakaszra bontható:

- Kr.u. II-IV. század római kor
- XII.sz Johannita lovagok
- 1541-1686: török hódítás
- 1867-1914. Kiegyezés után
- 1920-as évektől napjainkig



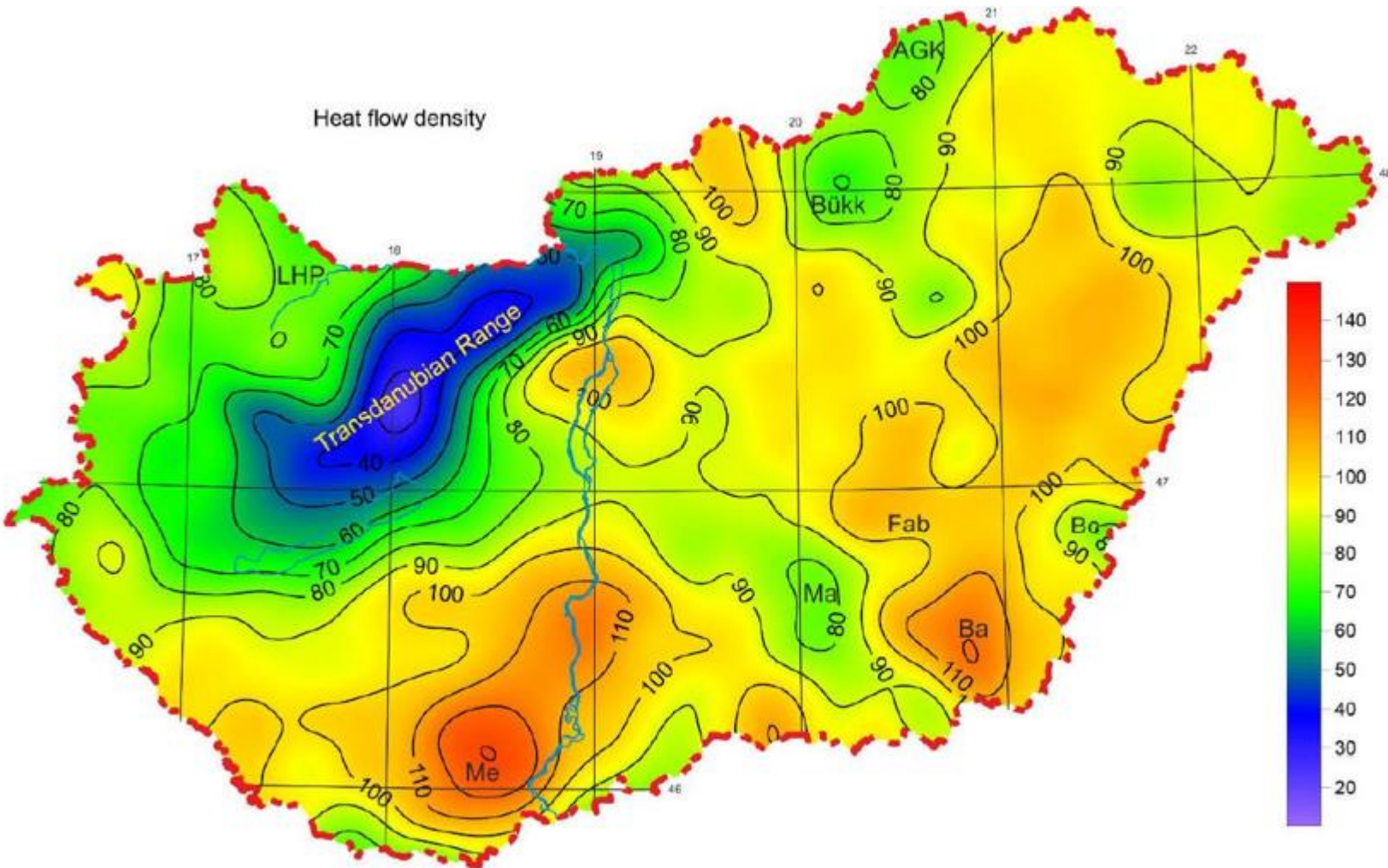
# Az első tudományos mérés



XVII. század elején egy francia csillagász, Morin Selmecebányára látogatott és a bányában a mélységgel növekvő hőmérsékletet észlelt.

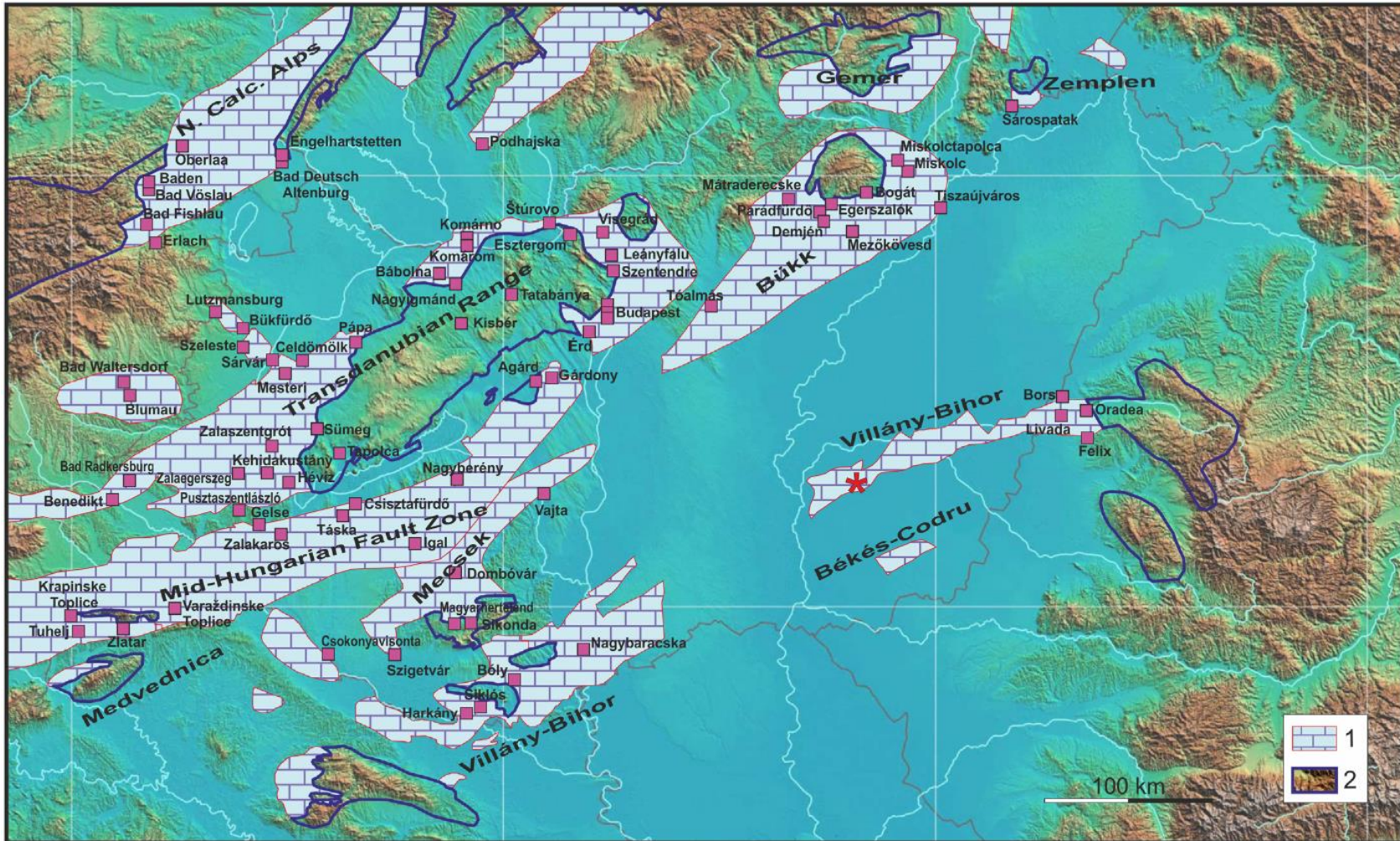


# Földtani adottságok – Hőfluxus térkép (mW/m<sup>2</sup>)



(LENKEY ET AL. 2021)

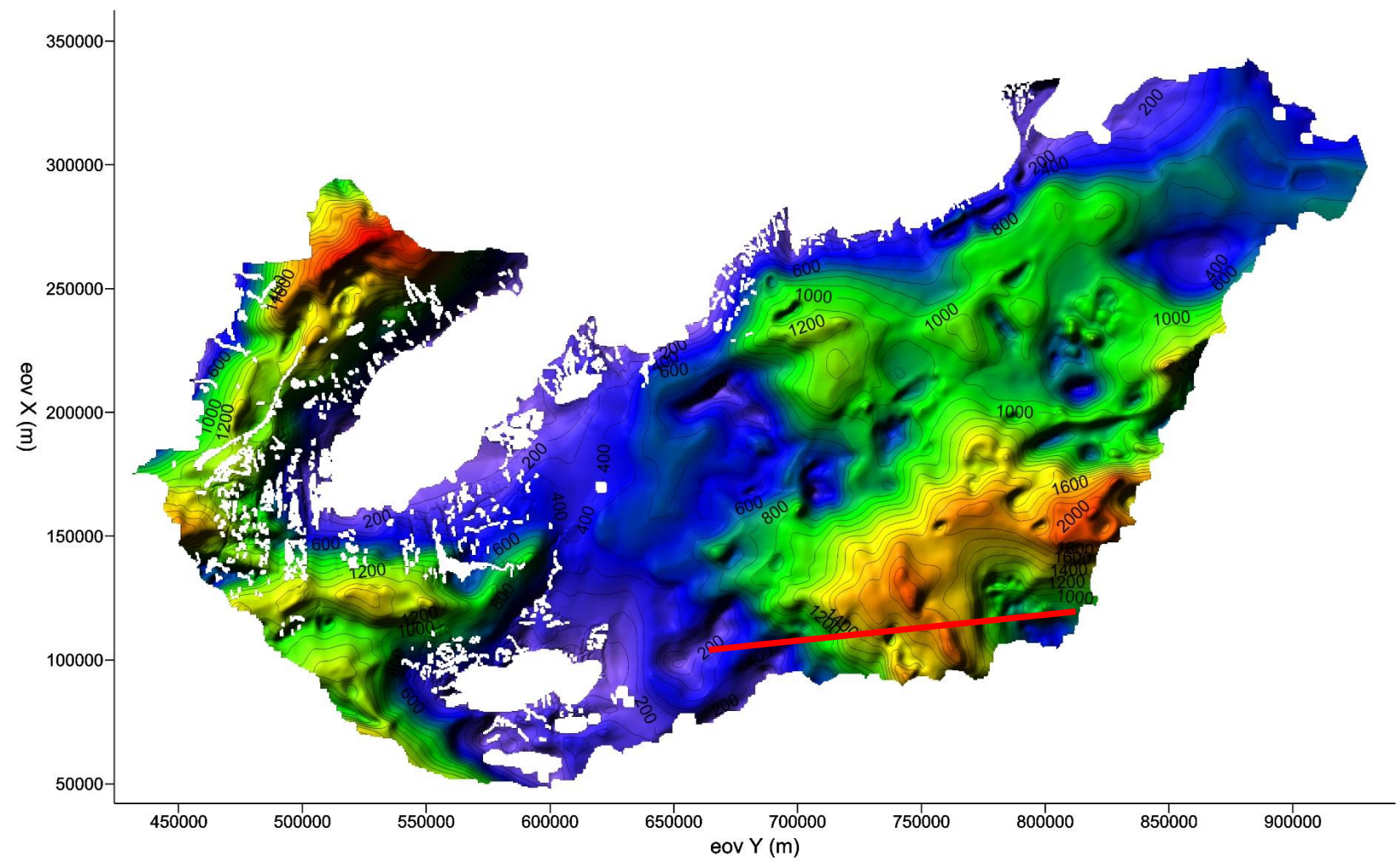
# Karbonátos képződmények helyzete hévízkutakkal



1: karbonátos képződmények a felszín alatt; 2: tápterület  
(Horváth et al. 2014)



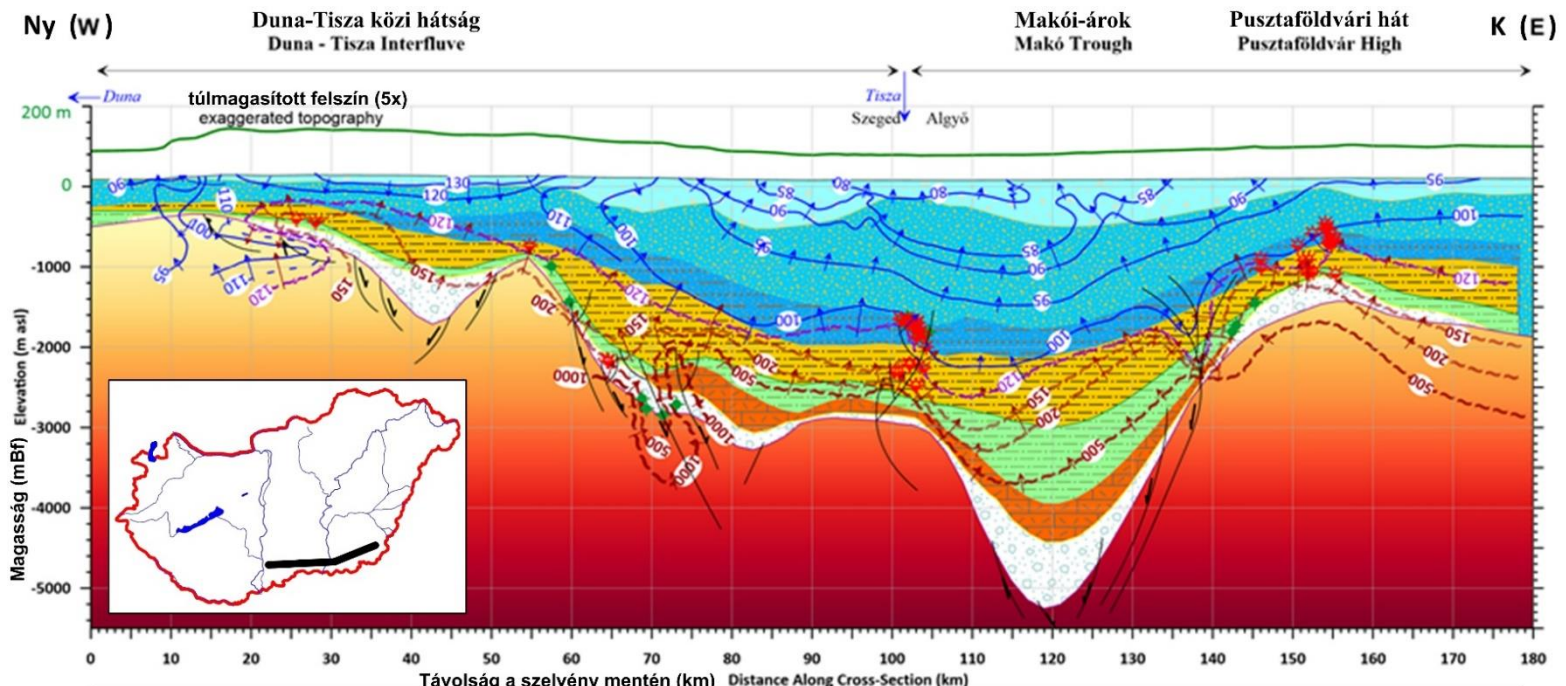
# Felső pannóniai korú képződmények vastagság térképe (m)







# Hidrosztratigráfia



## Jelmagyarázat (Legend)

### Gravitációs áramlási rendszer (Gravity Flow Regime)

- Negyedidőszaki Formációk (Quaternary Formations)
- Zagyva F.
- Újfalu F.
- 85 Ekvipotenciális vonalak (Equipotential lines)

### Túlnyomásos áramlási rendszer (Overpressured Flow Regime)

- Algyő F. / Vízáró (Aquitard)
- Szolnok F. / Vízadó (Aquifer)
- Algyő F. / Vízáró (Aquitard)
- Konglomerátum (Conglomerate) / Vízadó (Aquifer)
- Preneogen aljzat (Pre-Neogene Basement)
- Vízadó/Vízáró komplexum (Aquifer/Aquitard Complex)
- 500 Ekvipotenciális vonalak (Equipotential lines)

### Szénhidrogéntelegek (HC-pools)

- olajtelep (oil pool)
- gáztelep (gas pool)
- Törés (Fault)

Sematikus hidrosztratigráfiai szelvény az Alföld déli részén keresztül, a szelvény helyének feltüntetésével (ALMÁSI & SZANYI 2021 alapján)

# A hőskor – Kiegyezés (1867) utáni fejlődés

A Kiegyezés utáni politikai konszolidáció lehetővé tette a városok fejlődését és a polgárság kialakulását. A 19. század végi polgárosodás elősegítette a fürdők és fürdőzés elterjedését.

A 19. század végén megindult az ország ivóvízellátásának javítása. Ebben járt élen Zsigmond Vilmos (1821-1888), akinek első munkája a mélyfúrásos kutatás és hévízfeltárás volt. Először Harkányban (1866), majd a Margitszigeten, a Városligetben, Ránk-Herlányban, Lipiken létesített főként hévízkutat.



# Zsigmondy Vilmos(1821-1888)

- 1821. május 14-én született Pozsonyban
- 1838-1842: a selmeci Bányászati Akadémia hallgatója
- 1846-ban az Osztrák Államvasút társaság bányamérnöke
- 1848-1849. a resicai vas és acélműveket átállítja lőszergyártásra
- A szabadságharc után 1850-ig Olmützben raboskodott
- 1865: Az első magyar bányaműveléstan, Bányatan, kiváló tekintettel a kőszénbányászatra címmel könyve jelenik meg Ennek utolsó fejezete: „A kutatás fúrászat, s az artézi kutak”
- Kiemelkedő munkái:Harkány, Margitsziget
- 1868-1878:a városligeti artézi kút fúrása (970,48m mélységű 74C°-os termálvíz)
- az 1867-ben alapított Magyar Mérnök és Építész Egyletben az 1881-ben létrejött bányászati szakosztály első elnöke
- 1883-ban a Földtani Társulat alelnökévé választották
- A magyarországi geotermikus kutatás úttörőjeként tartjuk számon





# A hőskor - kutatás

Zsigmondy Vilmos,  
Zsigmondy Béla,  
Than Károly,  
Eötvös Lóránd,  
Lóczy Lajos,  
Schafarzik Ferenc,  
Sümeghy József,  
Pávai-Vajna Ferenc,  
Vendl Aladár,  
Vitális Sándor,  
Papp Ferenc,  
Kessler Hubert,  
Alföldi László,

Liebe Pál,  
Lorberer Árpád  
Korim Kálmán,  
Urbancsek János,  
Stegena Lajos,  
Boldizsár Tibor,  
Bobok Elemér,  
Dövényi Péter,  
Horváth Ferenc,  
Erdélyi Mihály,  
Heller László,  
Rybach László,  
Árpási Miklós

Az 1869-ben megalapított Magyar Királyi Földtani Intézet és az 1907-ben megalakult, később Eötvös Lórándról elnevezett, Geofizikai Intézet, valamint a VITUKI jogelődjeként 1886-ban alapított Vízzrajzi Szolgálat, továbbá MOL jogelődjei (... MAORT, MASZOLAJ, OKGT, ...)

# A hőskor – első termál/CH kút Algyő térségében



(Dobos Irma, 1965)

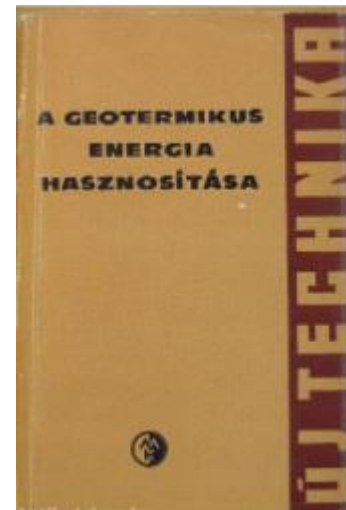


# A hőskor - oktatás

A II. világháborút követően Boldizsár Tibornak, a Miskolci Egyetem professzorának, köszönhetően a magyarországi geotermikus kutatások ismét a nemzetközi érdeklődés homlokterébe kerültek. Munkássága eredménye, hogy a geotermika tudománya a felsőfokú oktatás részévé vált. Ugyancsak fontos kiemelni a Miskolci Egyetemen Bobok Elemér körül szerveződő geotermikus iskolát, 2007-ben beindították a geotermikus szakmérnök képzést.

Az Eötvös Lóránd Tudományegyetemen a hőáram mérés/térképezés, adatbázis létrehozás neves kutatói: Stegena Lajos – Horváth Ferenc – Dövényi Péter – Lenkey László, míg a karsztok hidraulikai tulajdonságainak vizsgálatát Mádlné Szőnyi Judit kutatja.

A Szegedi Tudományegyetemen az elmúlt 20-ben vált jelentőssé a geotermikus kutatás volumene, főleg az alföldi porózus tárolók tekintetében, de a repedezett aljzat kutatása is előtérbe került.



# A hőskor – hévíz hasznosítása

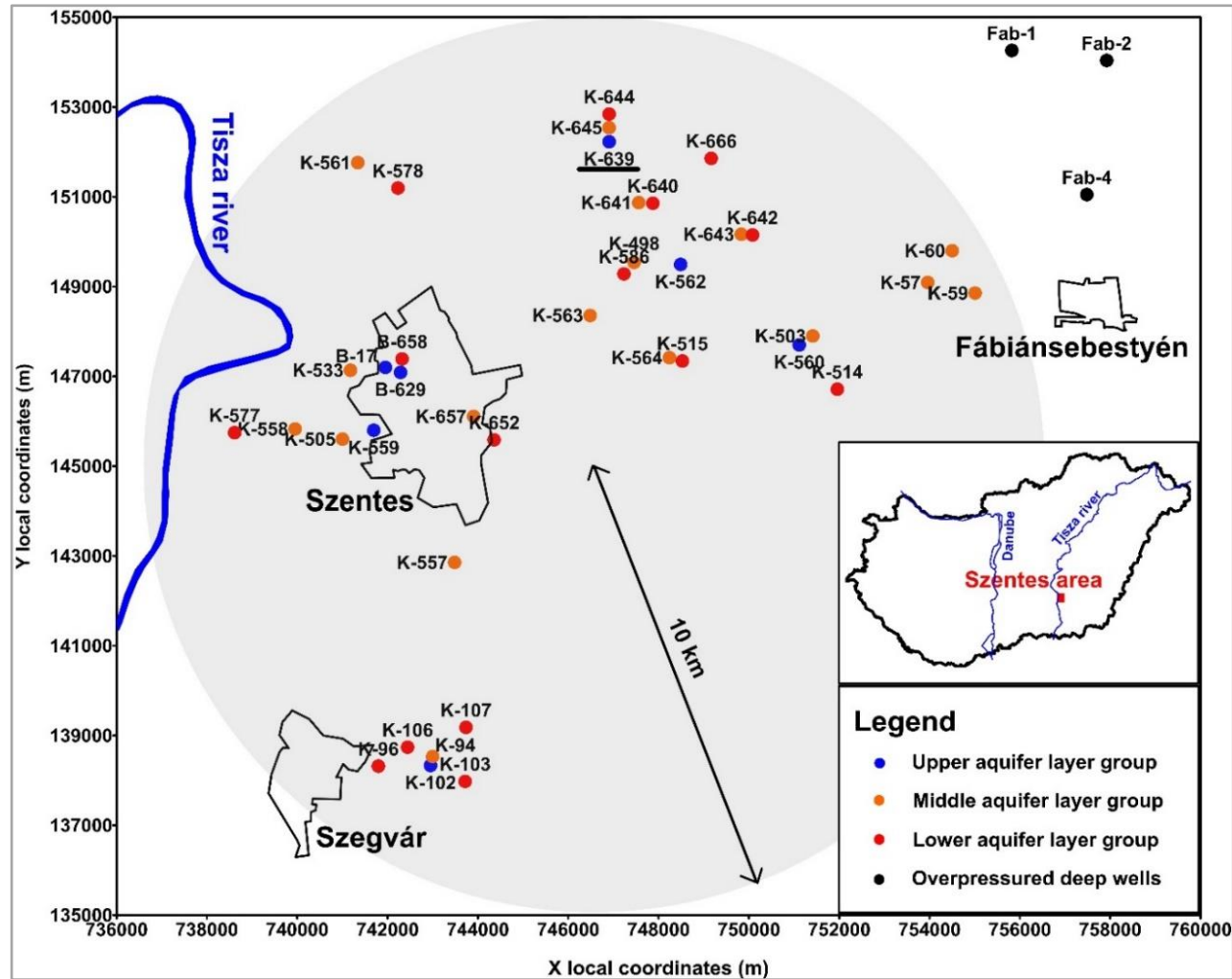
60 ha üvegház



Kórház fűtés



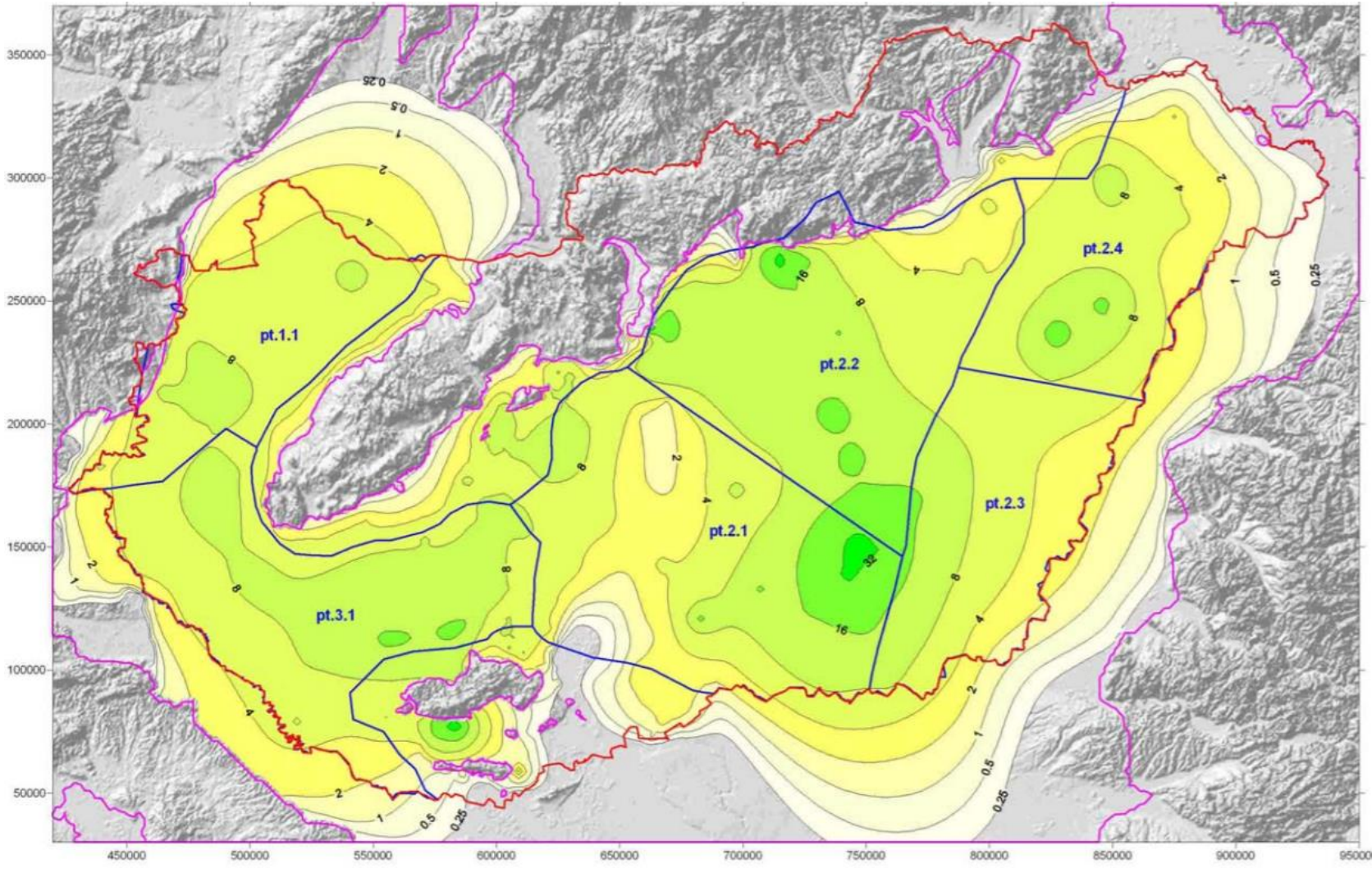
Termál fürdő



Termálkutak Szentes térségében



# A hőskor – Depresszió (*Dunántúli Formációcsoport: Pa<sub>2</sub>*)



A hideg- és hévíztermelések együttes hatására létrejövő depresszió (m) a pannóniai sekélyvízi delta-eredetű homokkő rezervoár alján a 2000-es évek elejének kvázi permanens állapotára számítva (TÓTH et al. 2010)



# A közel múlt – fürdő fejlesztések

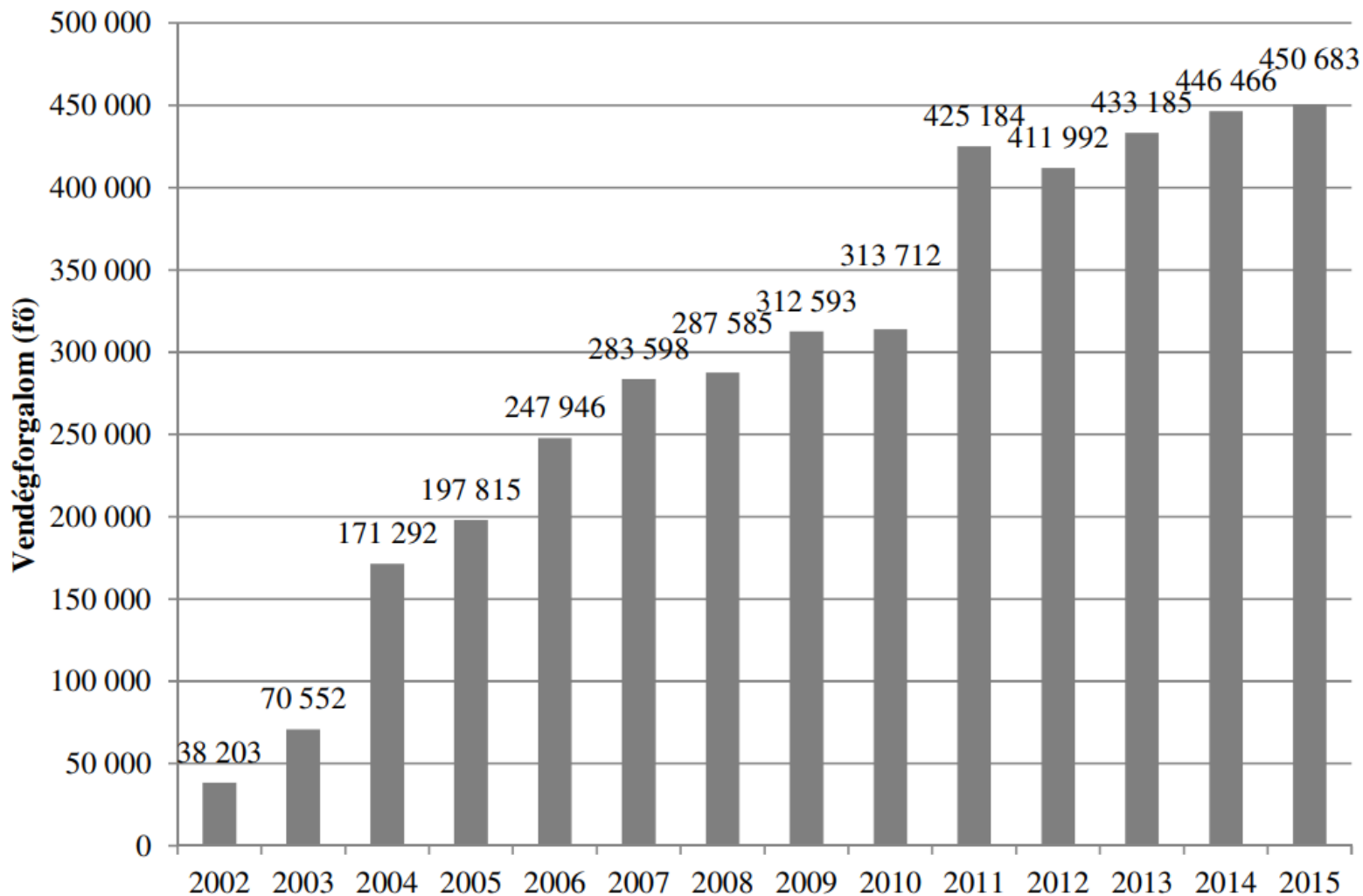


Kút megnevezése, jele	Talpmélysége	Vízhozama liter/perc	Kifolyó hőmérséklet	Gáztartalom GVV	Fúrás éve
B-13 termálkút	660,0 m	340	38,0 °C	362liter/m <sup>3</sup>	1960
B-40 termálkút	1.270,6 m	475	68,0 °C	544liter/m <sup>3</sup>	2004
B-45 termálkút	1.260,0 m	1.000	63,4 °C	524liter/m <sup>3</sup>	2008
B-46 visszasajtoló kút	900 m	650	48,2 °C		2009
B-49 termálkút	660,0 m	700	38,4 °C	89liter/m <sup>3</sup>	2011
K-43 termálkút	1.255,0 m	1.000	64,9 °C	238liter/m <sup>3</sup>	2010
K-44 visszasajtoló kút	940,0 m	750	45,8 °C		2010



A Mórahalmi Geotermikus kaszkádrendszer

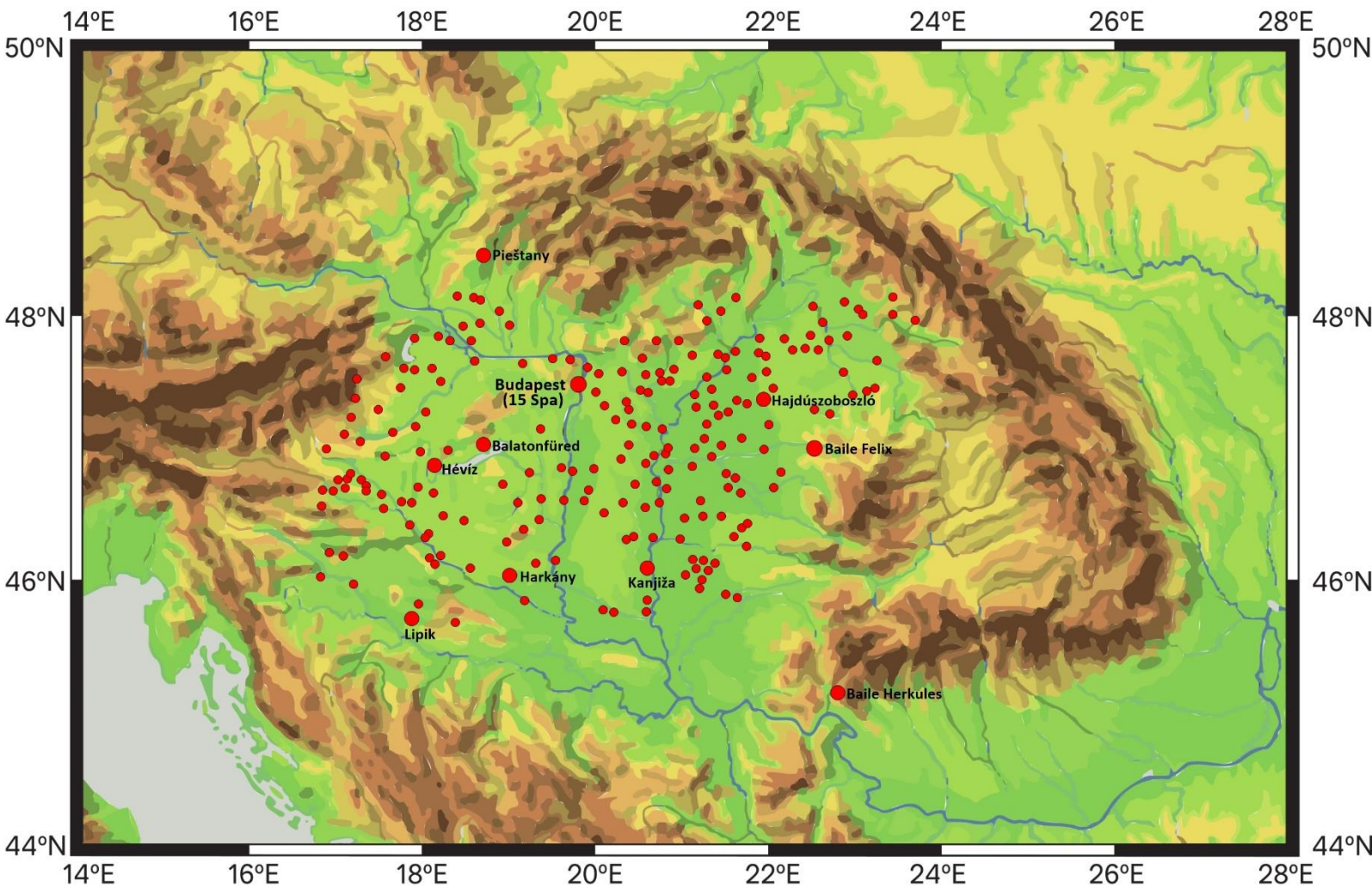
# A közel múlt – fürdő fejlesztések



A Mórahalmi Gyógyfürdő vendégforgalmának alakulása (Kis, Förgeteg 2017)



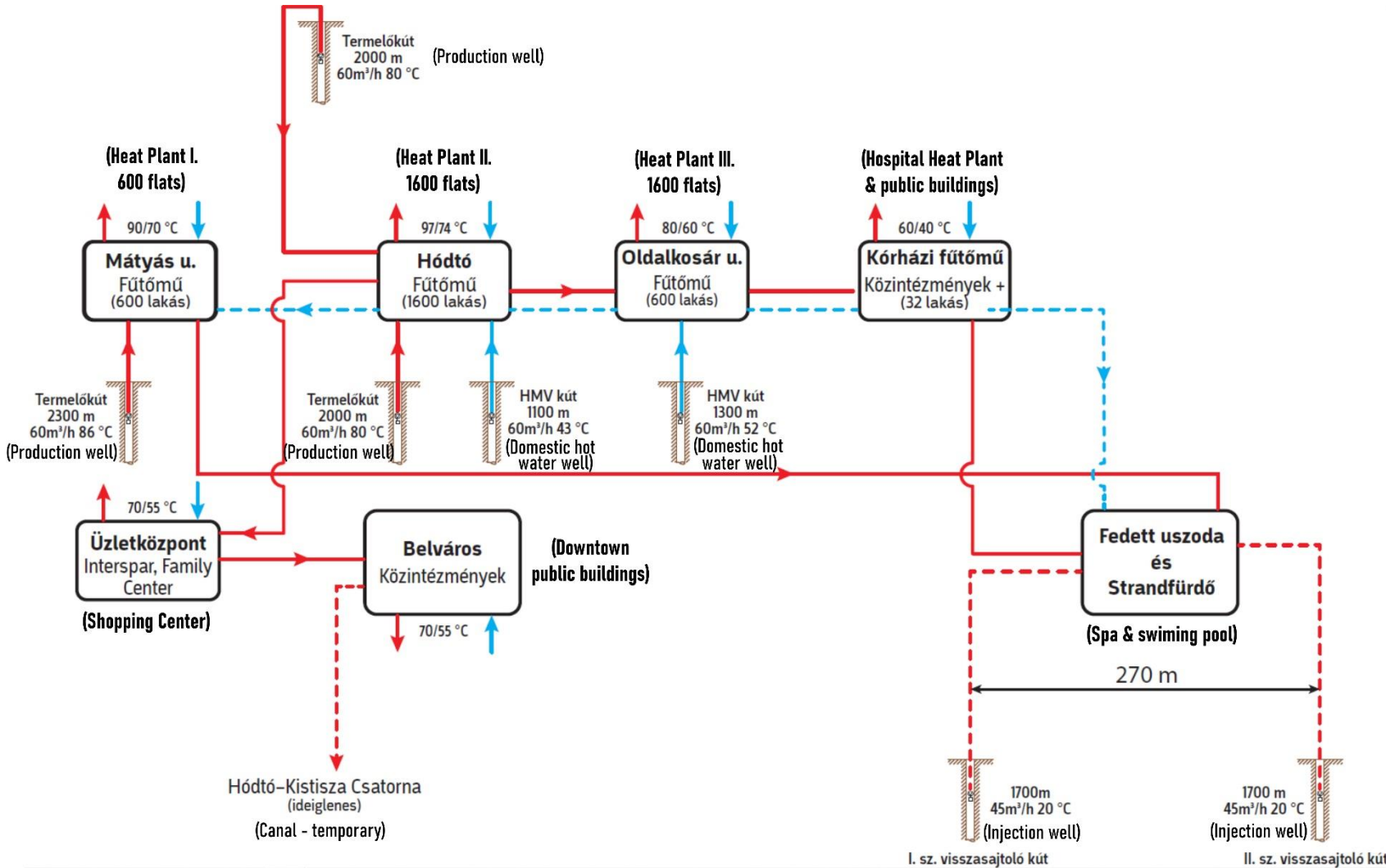
# Pannon-medence termálfürdői



(ALMÁSI & SZANYI 2021)



# A közel múlt – Kaszkád rendszer



A hódmezővásárhelyi távhő rendszer elemei (SZANYI et al. 2013)

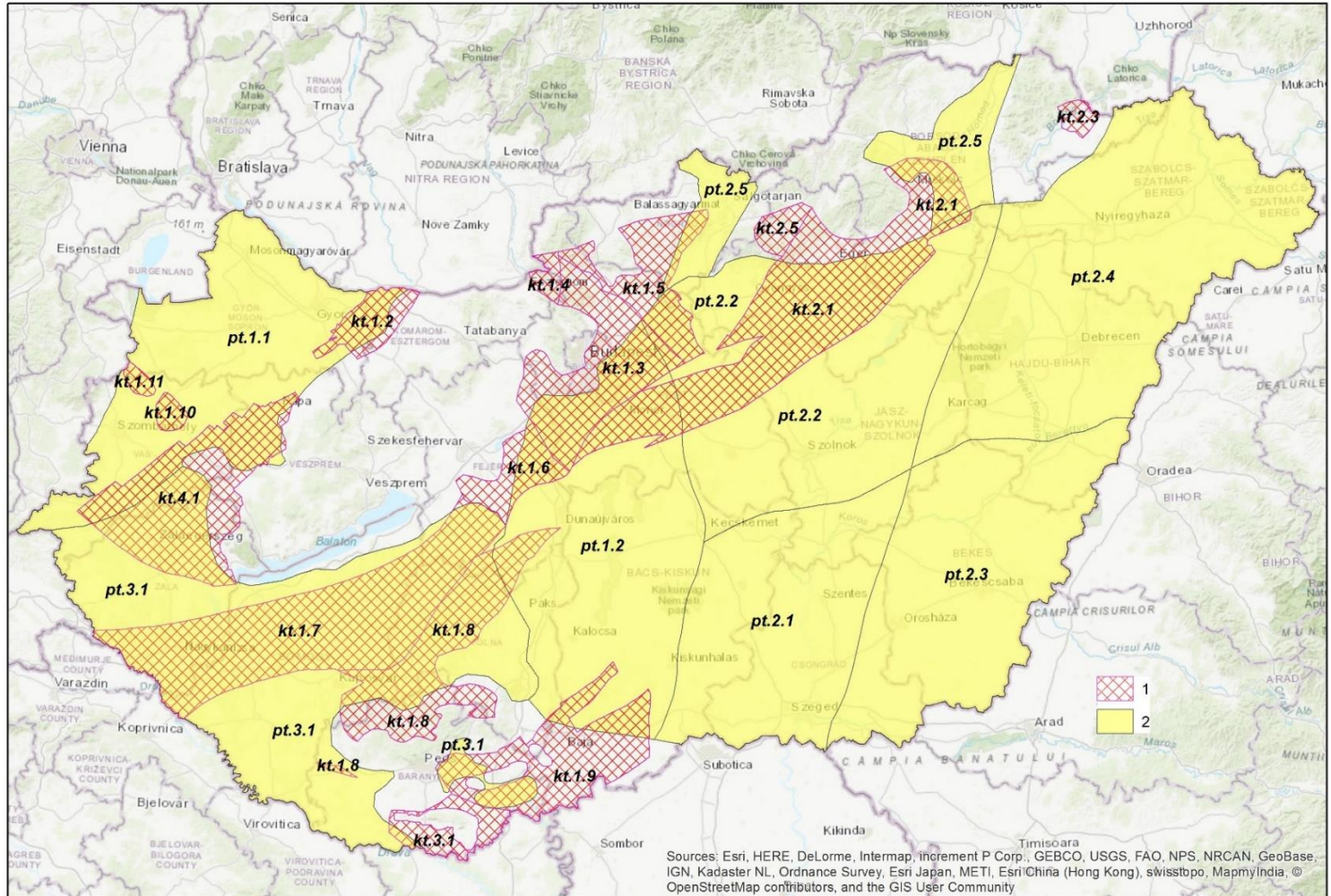
# A közel múlt – Geotermikus projekt Miskolc

- 2 termelő kút 60 MW<sub>th</sub> (Q1=85 l/s T1=98°C; Q2=80 l/s T2=89°C)
- 3 visszasajtoló kút



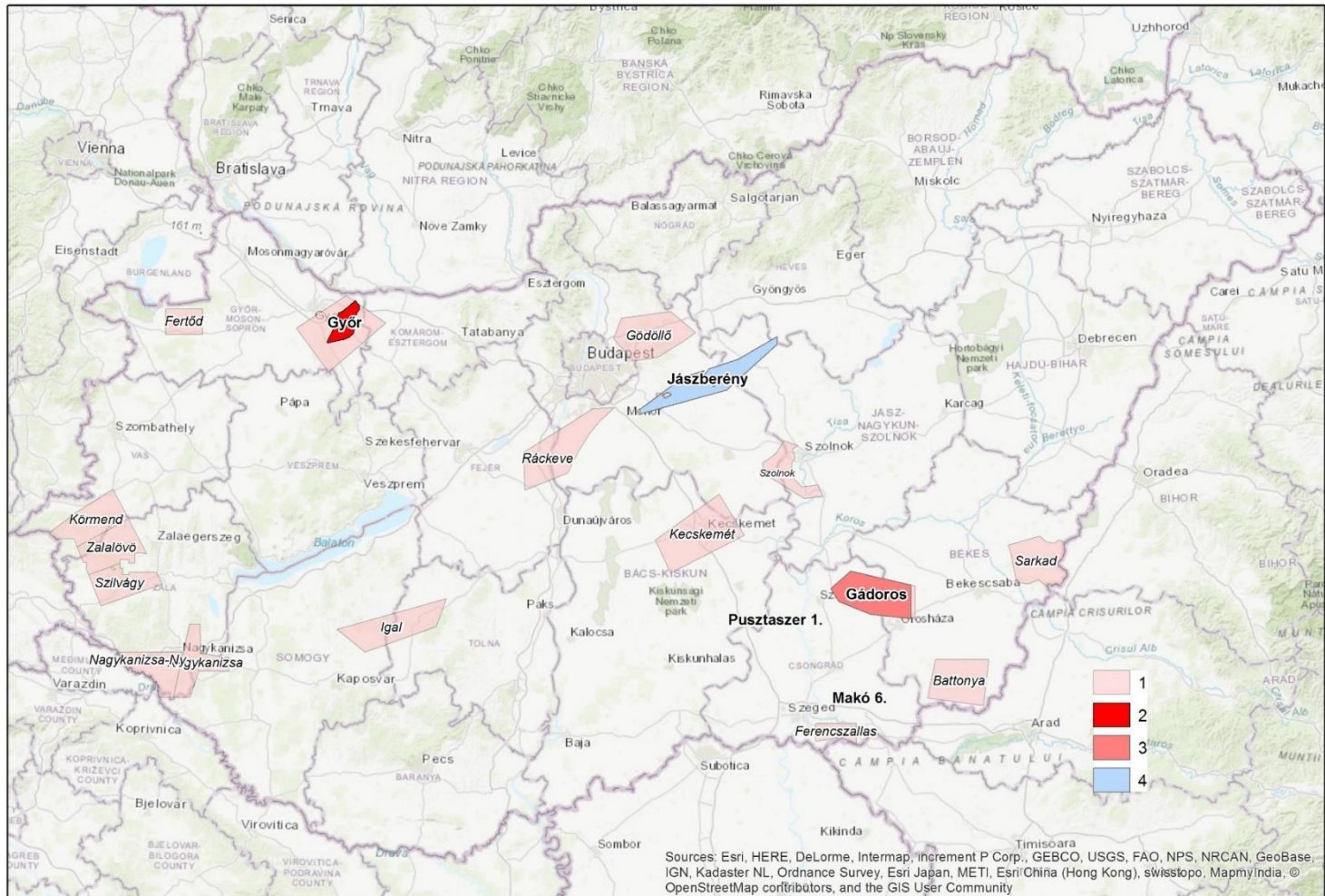
Pannergy

# A közel múlt – Víztestek



A porózus és karsztos termákvíztestek elterjedése (VGT-2) Jelmagyarázat: 1 - termálkarszt víztestek, 2 - termál porózus víztestek. A számok az egyedi víztest azonosítók (<https://map.mbfisz.gov.hu/ogre>)

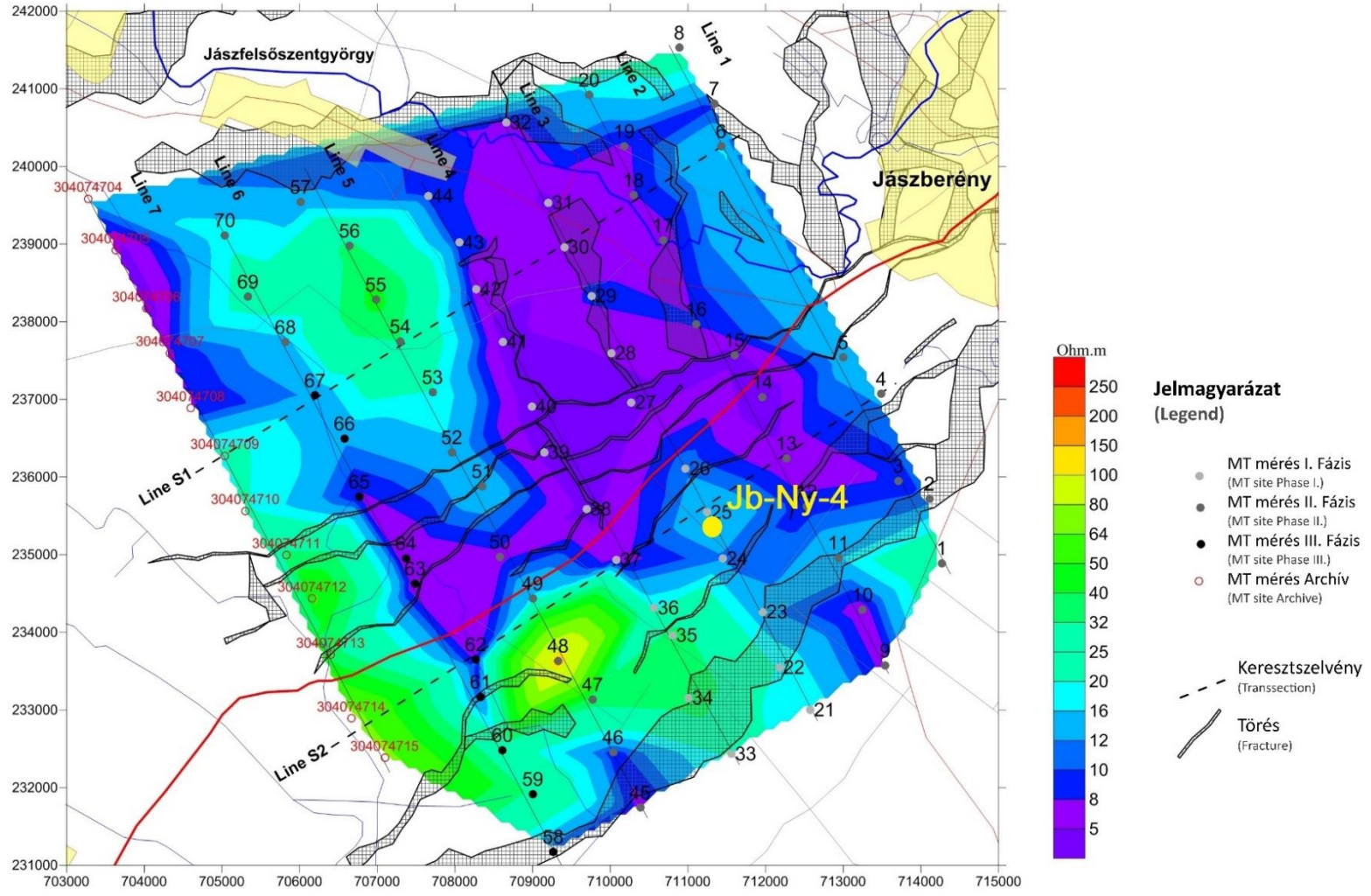
# A közel múlt – Geotermikus koncessziós területek



Jelmagyarázat: 1 - Komplex érzékenységi és terhelhetőségi vizsgálati jelentés, 2- geotermikus védőidom 3 - koncessziós terület, 4 – koncessziós kutatási zárójelentés jóváhagyása; (2020.december 31-i állapot) (<https://map.mbfisz.gov.hu/ogre>)



# A közel múlt - áramtermelés



Ellenállás eloszlás az aljat felszínén Jászberény térségében magnetotellurikus mérések alapján, a mérési pontok és Jászberény-Ny-4 jelű fúrás helyének feltüntetésével (eov koordináta rendszer [m]) (BONCZ et al. 2013)

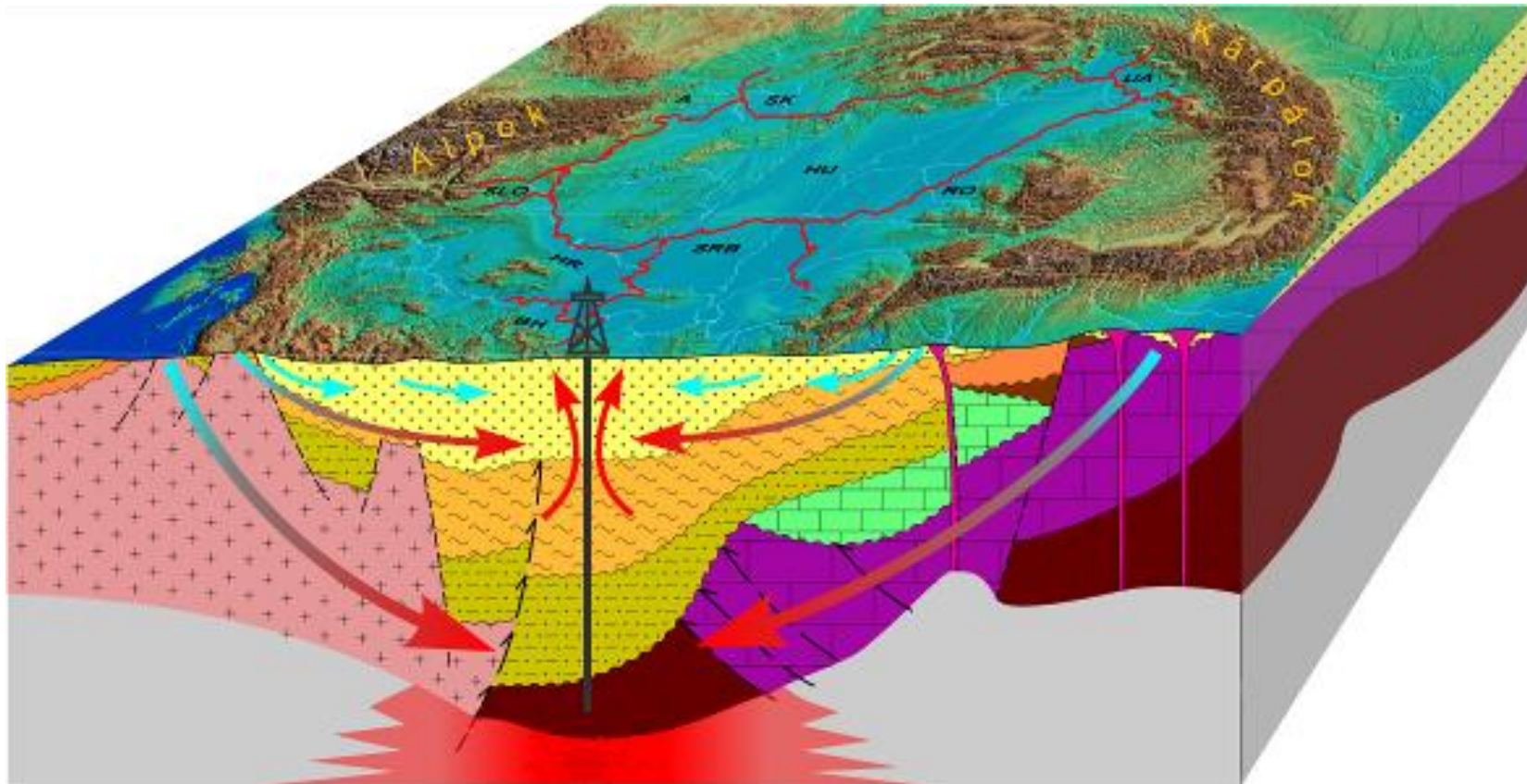


# A közel múlt – áramtermelés, Tura



3 MW<sub>e</sub> elektromos áramtermelés és 7 MW<sub>th</sub> hőszolgáltatás

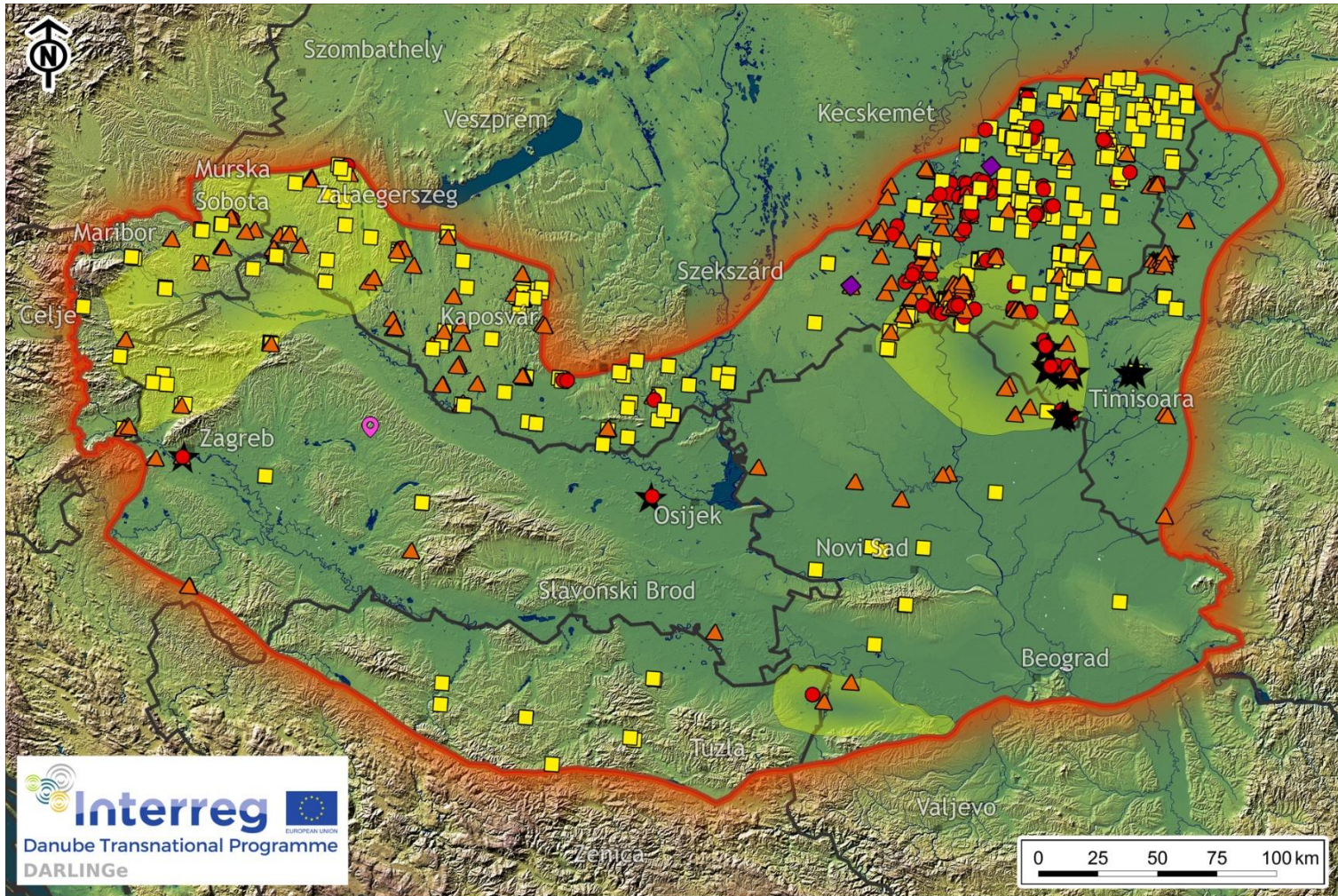
# Jelen projektek – A Kárpát-medence regionális termákvíz áramlásainak elvi vázlatja



(NÁDOR et al 2019a)



# Jelen projektek – DARLINGe projekt

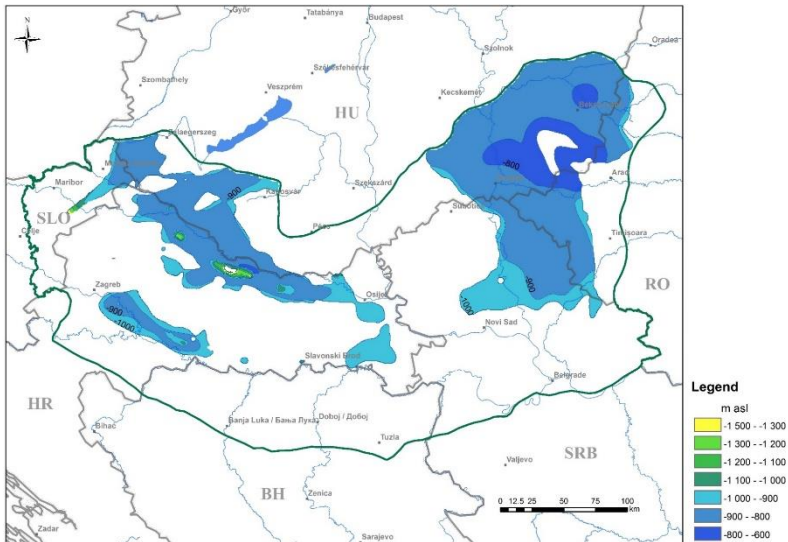
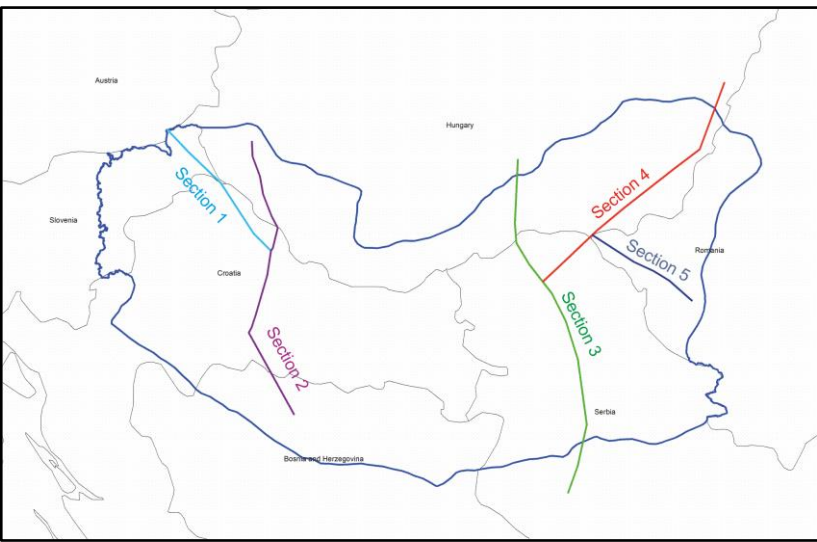


■ 30 - 50 °C    ▲ 50 - 75 °C    ● 75 - 100 °C    ◆ 100 - 110 °C    ● 170 °C    ★ no information

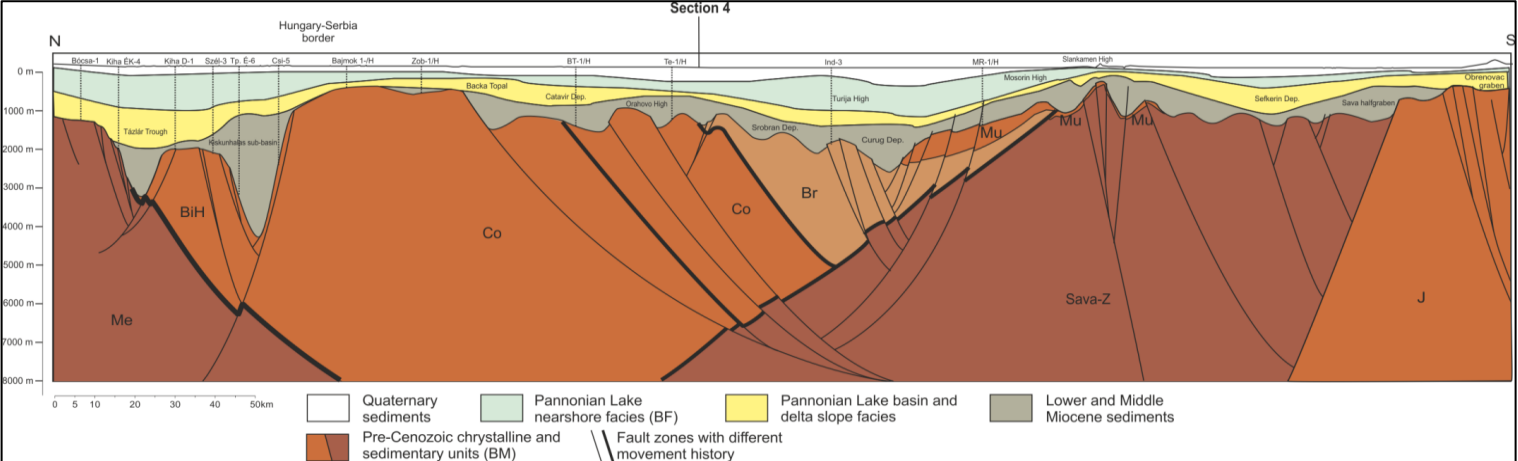
A geotermikus objektumok (források és kutak) kifolyó víz hőmérséklet szerinti megoszlása a DARLINGe projekt területén (RMAN et al. 2020)



# Jelen projektek – DARLINGE projekt



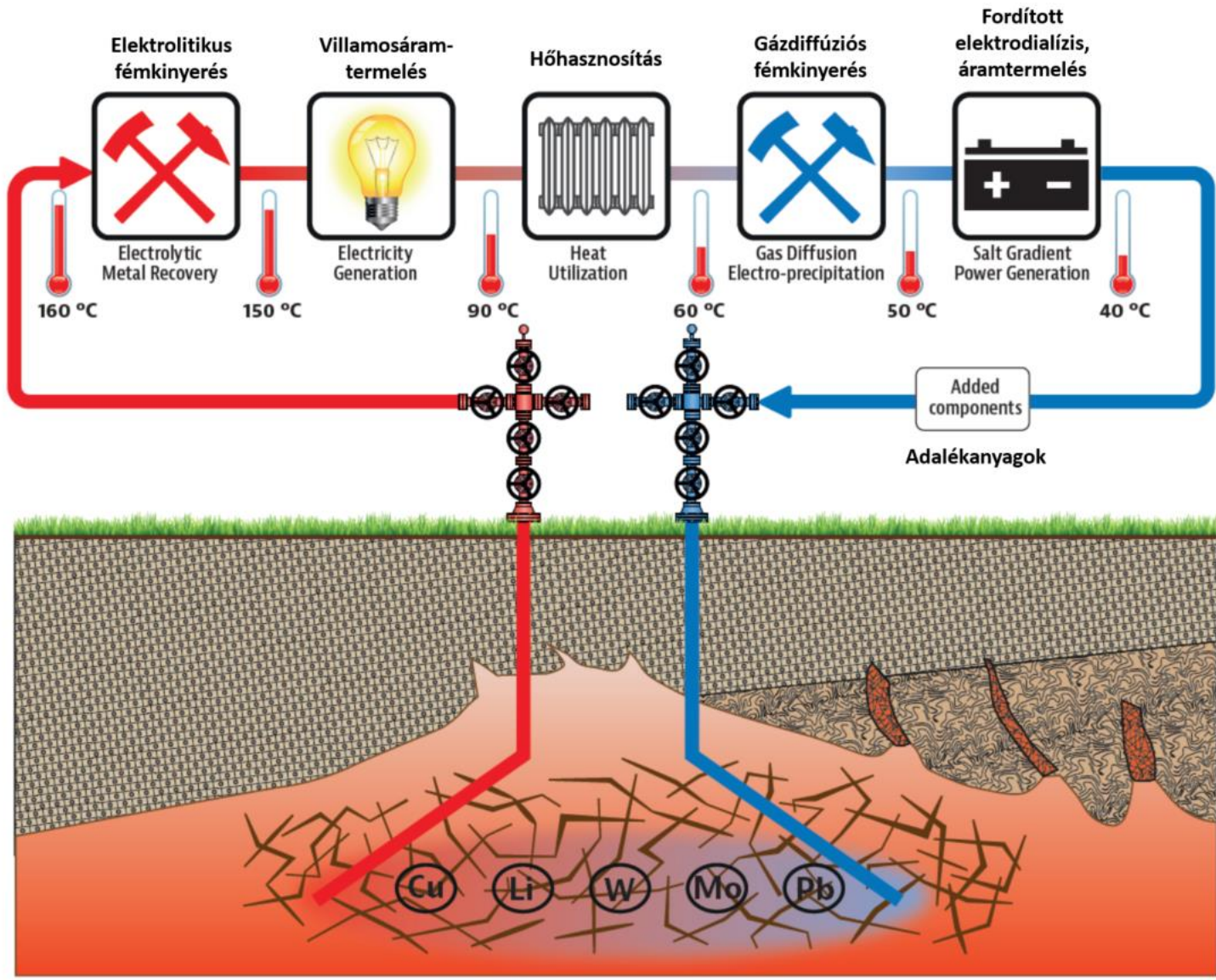
A porózus 50-75°C közötti rezervoár tetőszintje (ROTÁR-SZALKAI et al. 2019)



A terület földtani felépítése a 3. szelvény mentén (ROTÁR-SZALKAI et al. 2019)



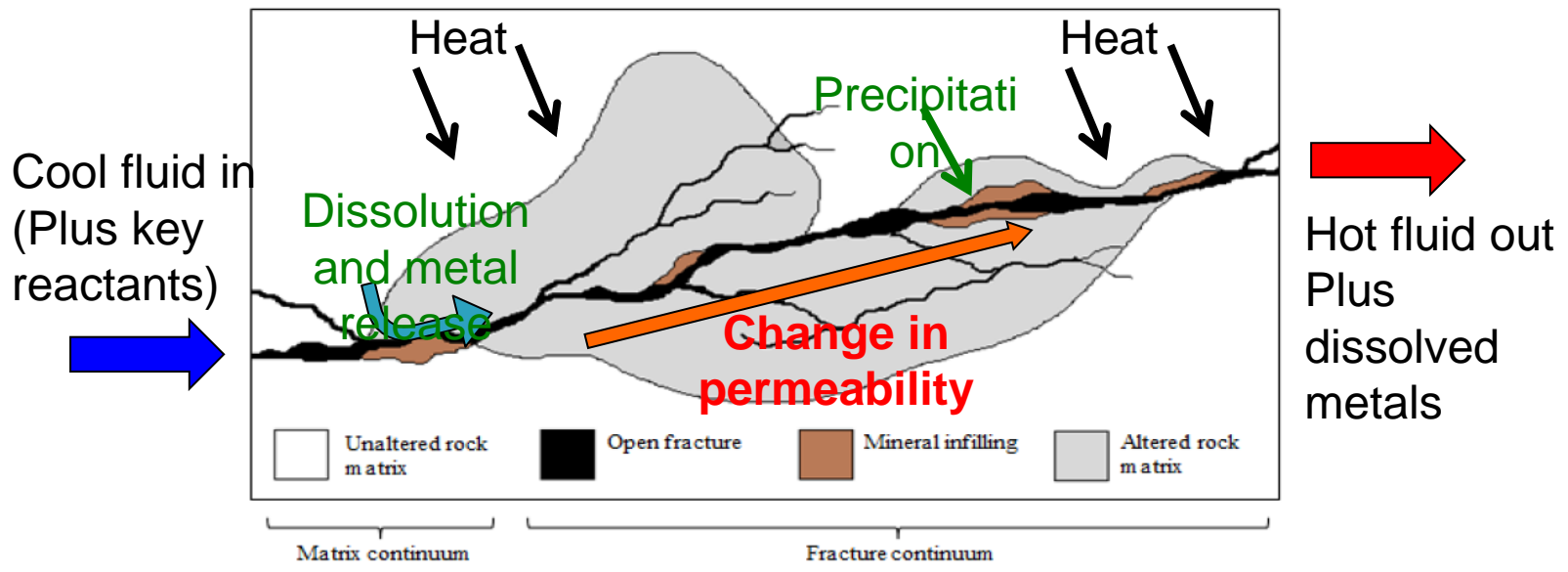
# Jelen projektek – CHPM2030 koncepció sematikus ábrája



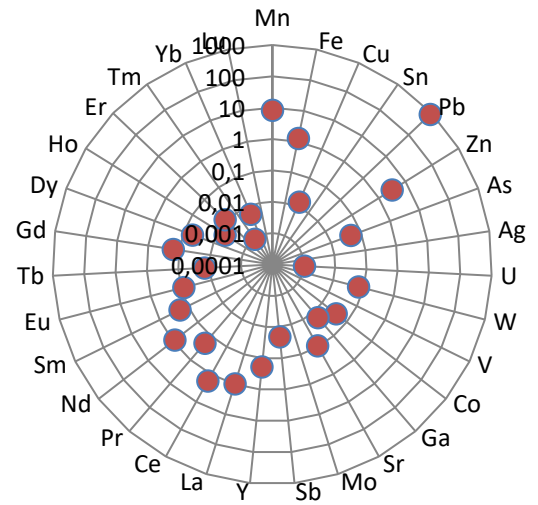
(MADARÁSZ et al. 2019)



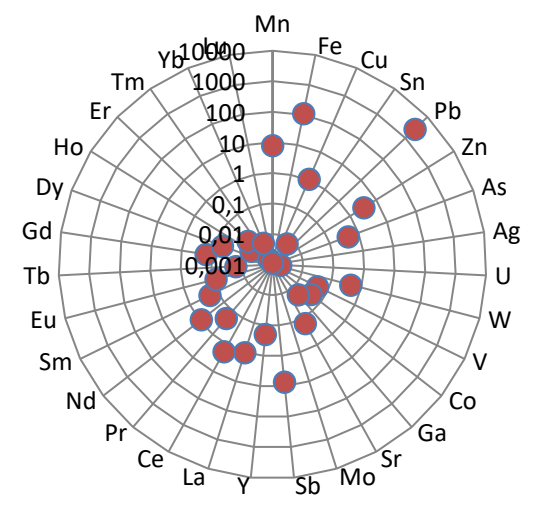
# Jelen projekt – CHPM2030 koncepció



**Acetic Acid**

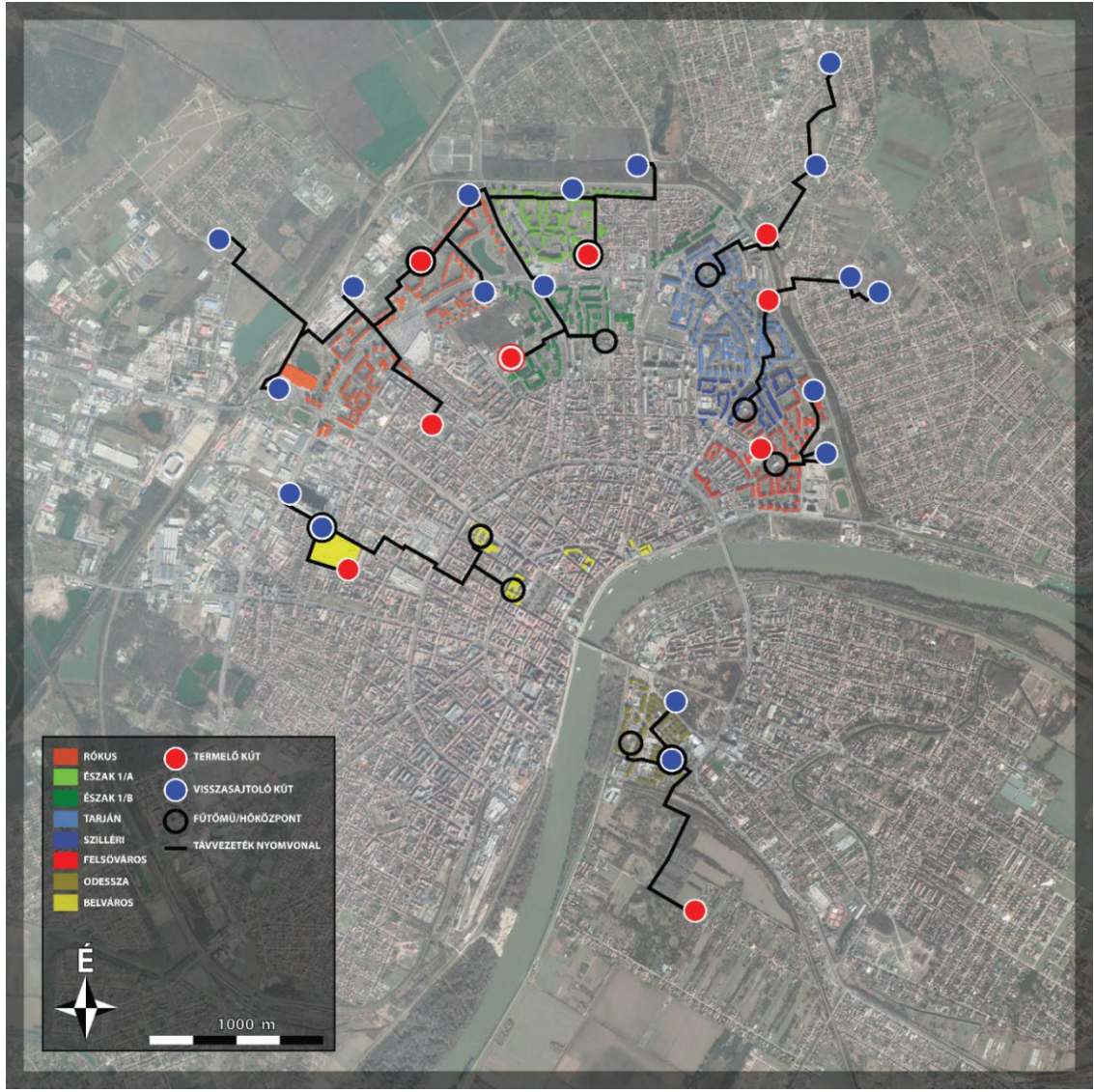


**EDTA**





# Jelen projektek – Szegedi Geotermikus távhőrendszer



Tervezett kutak és hőközpontok helyei  
(<https://www.szeta.hu/rolunk/projektjeink.html>)

# Jelen projektek – Szegedi Geotermikus távhőrendszer

- Földgáz csökkenés: 17 525 718 m<sup>3</sup>/év (65%)
- Értékesíthető geotermikus energia: 536 298 GJ/év
- CO<sub>2</sub> kibocsátás csökkenés: 34 699 t/év (63%)
- Ha a külső hőmérséklet +7°C vagy annál nagyobb, akkor a teljes fűtési energia geotermikus energiával fedezhető.
- Ha a külső hőmérséklet nem alacsonyabb mint +2°C (ami a fűtési időszak 80%) a fűtési energia háromnegyedét a geotermikus energia szolgáltatja.
- Az egész fűtési idényt tekintve összességében a teljes hőszükséglet 70%-a fedezhető geotermikus energiával.







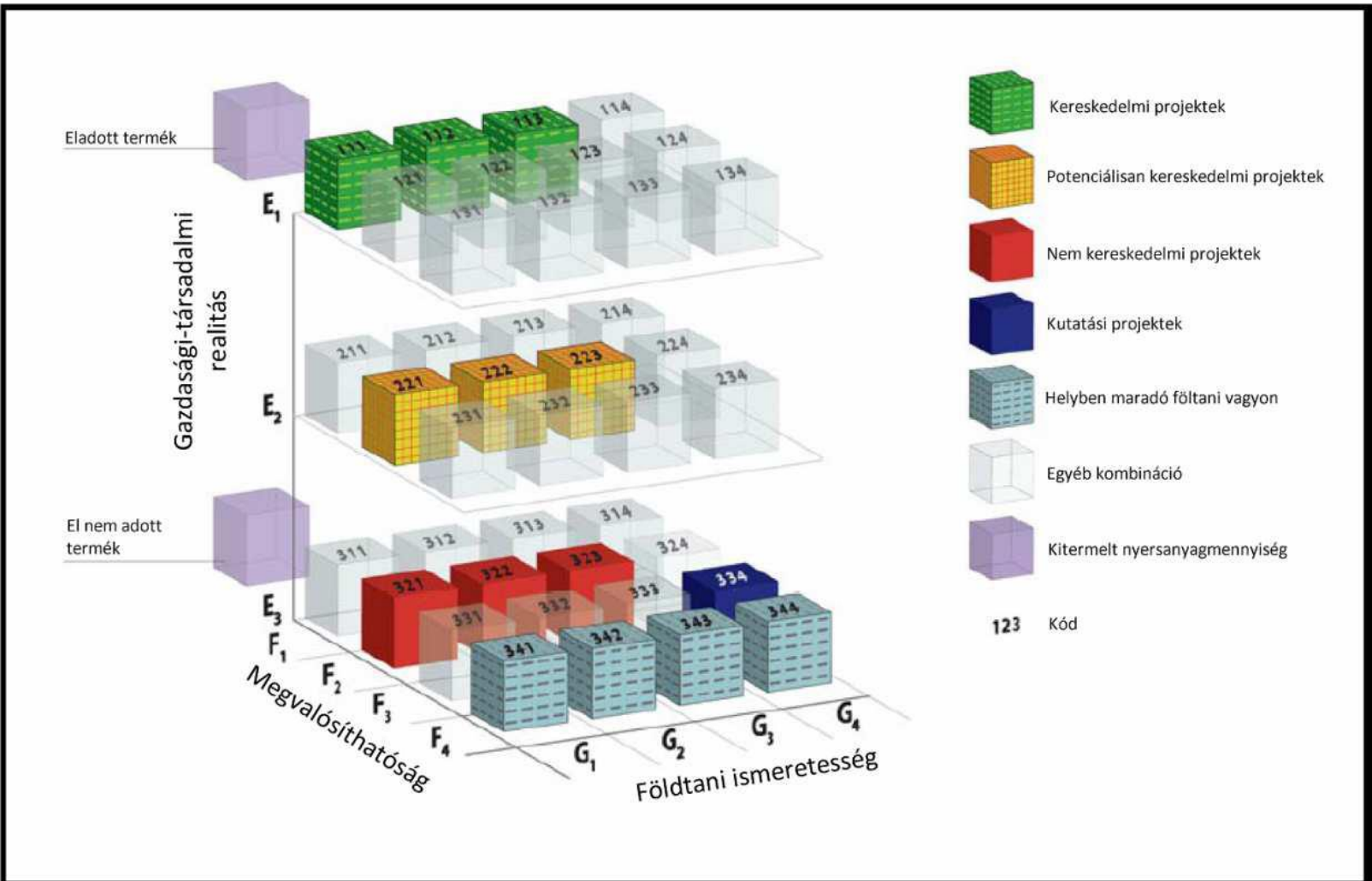
# Jövőkép, futó kutatások

Az European Technology Platform for Deep Geothermal (ETIP-DG) jövőképe (ETIP-SRIA 2018):

1. A nagy mélységű, komplex földtani rendszerek jobb megismerése nagy felbontású és költséghatékony feltárási módszerek/eszközök segítségével
2. A hőkihozatal növelése a fúrési technológiák termelékenységének, a kútkiképzés, szenzor-, és monitoring technikák korszerűsítése által, azok magas hőmérsékleti és nyomás viszonyokra alkalmas megoldásainak kifejlesztése révén
3. A hőkinyerés és villamosenergia termelés optimalizálása, hálózatba integrálása, hibrid rendszerekbe történő integráció
4. A K+F eredményeken túlmutató környezeti, szabályozói és társadalmi akadályok lebontása európai és globális léptékben
5. Tudásmegosztás (adatharmonizáció, koordinált adat és információ áramlás, megosztott infrastruktúra kiépítése).



# Jövőkép – A UNFC-2009 osztályozási rendszer



(Economic Commission for Europe 2017)



# Jövőkép, futó kutatások

- Geotermikus viszonyok pontosítása (MBFSZ, ELTE, ME, SZTE)
- Budai Termálkarszt kutatása, Geotermikus Budapest vízió (ELTE, MEKH)
- Homokkőbe történő hatékony visszasajtolás (SZTE, ME, Mecsekérc)
- Vízkőképződés – korrózió kiküszöbölése (SZTE)
- Zárt, fluidum termelés nélküli hőkivétel (ME, SZTE)
- Kút stimulálási technológiák – lézeres kezelés (SZTE, ME, ZerluxHungary)
- EGS technológia fejlesztése – fémkinyerés (ME, SZTE)
- Kockázati alap létrehozása (MBFSZ)



Nemzetközi kapcsolatok, egyetemek, kutató intézetek, EU szervezetek

**Európai Unió!**

# Magyar hőenergia mix (*EurObserv'ER 2013*)

- Földgáz 340 PJ (9.3 milliárd m<sup>3</sup>)
- Mély geotermia 4.5 PJ
- Hőszivattyú 0.08 PJ
- Napenergia 0.25 PJ
- Biomassza 41.9 PJ
- Biogáz 0.75 PJ

**Mindösszesen 387 PJ, melyből 12% a megújuló arány**



# Hőellátás energiahordozó struktúrája 2040-re

(Települési hőellátás helyi energiával; MTA KÖTEB „Jövők a Földön” Albizottság  
MTA Energetikai Bizottság, Hőellátás Albizottság, a MMK, MATÁSZSZ és Magyar  
Termálenergia Társaság – MTA 2015. 10. 8.)

## 1.) Energiahatékonyság növelés, (szigetelés, korszerűsítés) – 100 PJ hőenergia csökkenés

## 2.) Megújuló részarány

• Mély geotermia	43 PJ	} 198 PJ
• Hőszivattyú	10 PJ	
• Nap energia	10 PJ	
• Biomassza	135 PJ	
• Földgáz (2,62 milliárd m <sup>3</sup> )	89 PJ [74% csökkenés!]	

**Megújulók részaránya 70%**

**Támogatás: 226 milliárd HUF/év**





# Következtetések

- Magyar hőenergia mix 387 PJ, melyből 12% a megújuló arány, geotermia kb. 5 PJ, ez az érték minimum megtízszerezhető!!!
- A geotermikus energia fenntartható gazdaságos hasznosításához 3 dolog kell:
  - megfelelő földtani, hidrogeológiai adottságok,
  - megfelelő méretű és szerkezetű hőiac,
  - stabil, kiszámítható gazdasági, jogi környezet (?)
- A hazai kutatások eredményessége végső soron a sikeres projektek létrejöttében nyilvánul meg, melynek meghatározó további feltétele a széleskörű kivitelező és szervíz szektor megléte. Sajnos a hazai geotermikának ez a lába sánta!



Szükség van fúrással, kútkiképzéssel, korszerű üzemeltetéssel foglalkozó, a világ élmezőnyébe tartozó felszíni és felszín alatti technológiákat fejleszteni és alkalmazni képes, vállalkozások támogatására!

