

Gőzmozdony a föld alatt – A geotermikus energia

Szanyi János

Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék

szanyi@iif.u-szeged.hu



Tartalom



Larderello, 200°C-os gőz

- Mit nevezünk geotermikus energiának?
- Milyenek a geotermikus adottságaink?
- Honnan származik a termálvíz?
- Hogyan hasznosítható a geotermikus energia?
 - hőszivattyú
 - balneológia
 - direkt hőhasznosítás
 - elektromos áram termelés
- Hogyan épül fel egy gazdaságos geotermikus rendszer?
- Hol tart a geotermikus energia magyarországi hasznosítása?
- Mi várható a jövőben?



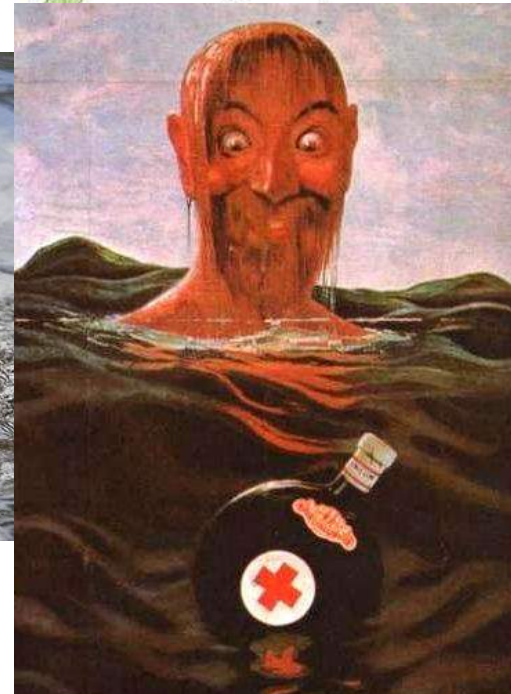
Földhő – geotermia

A geotermia elnevezés a görög „*geo*” föld és „*therme*” hő szavakból származtatható, jelentése földhő, a geotermia tehát a földhőt vizsgáló tudomány.

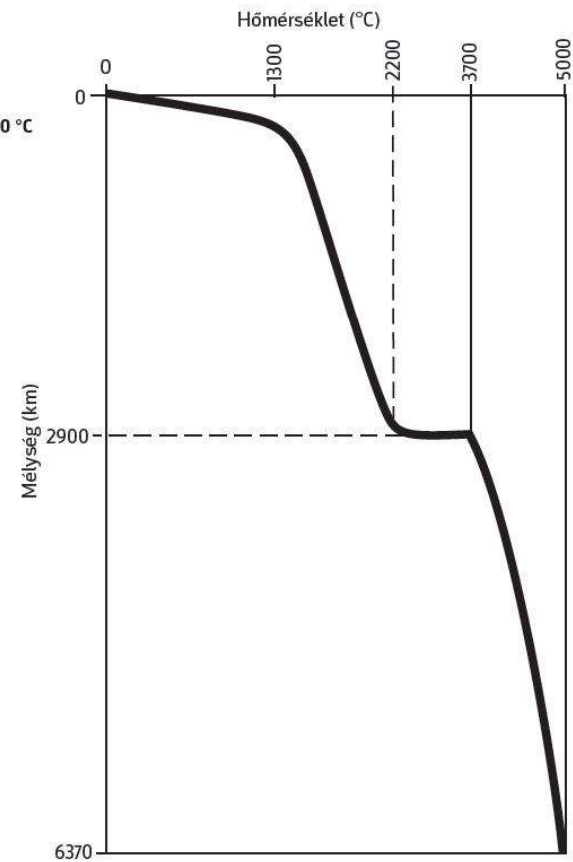
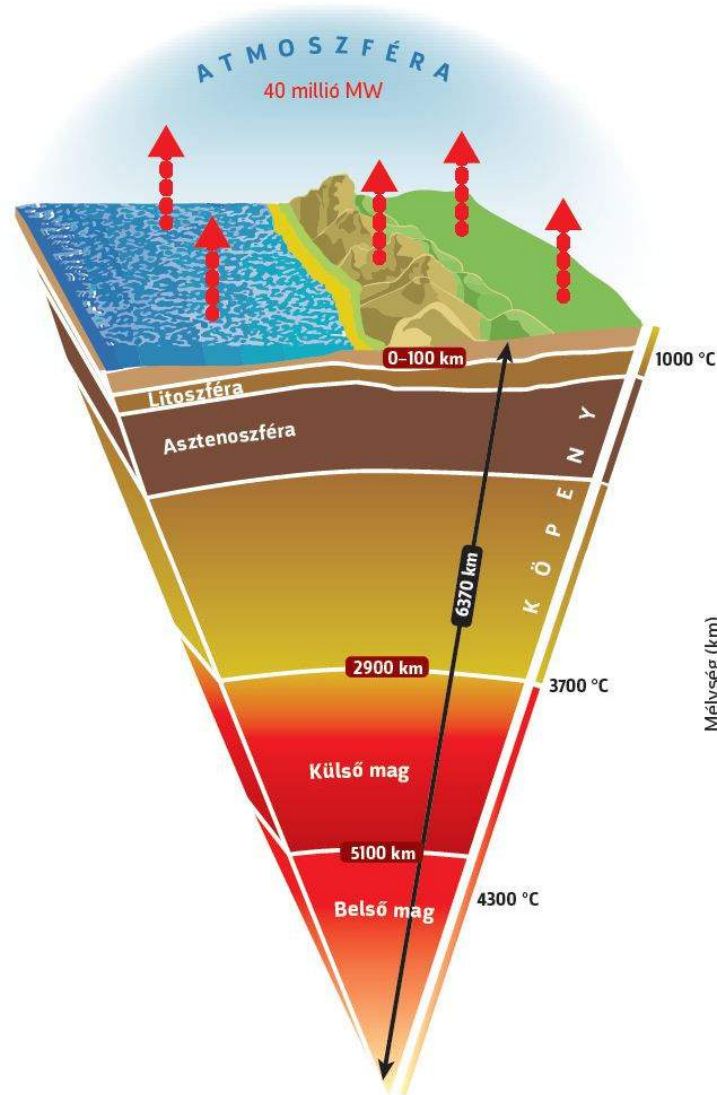
A geotermikus energia legfontosabb forrása a radioaktív anyagok bomlása (főként urán, tórium, kálium).



Kezdetek (Nagano prefektúra, Japán)

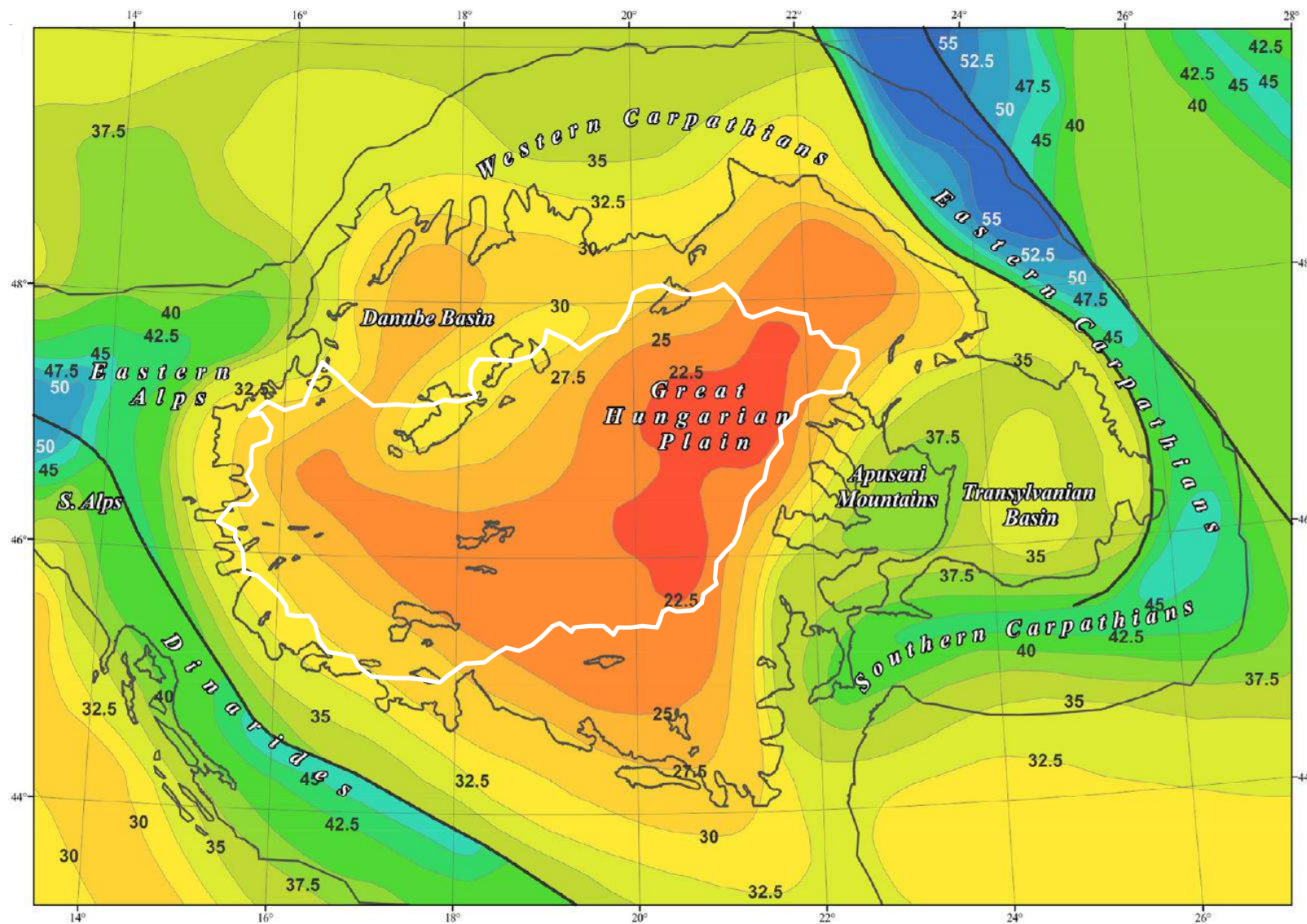


A Föld belső hőmérséklete



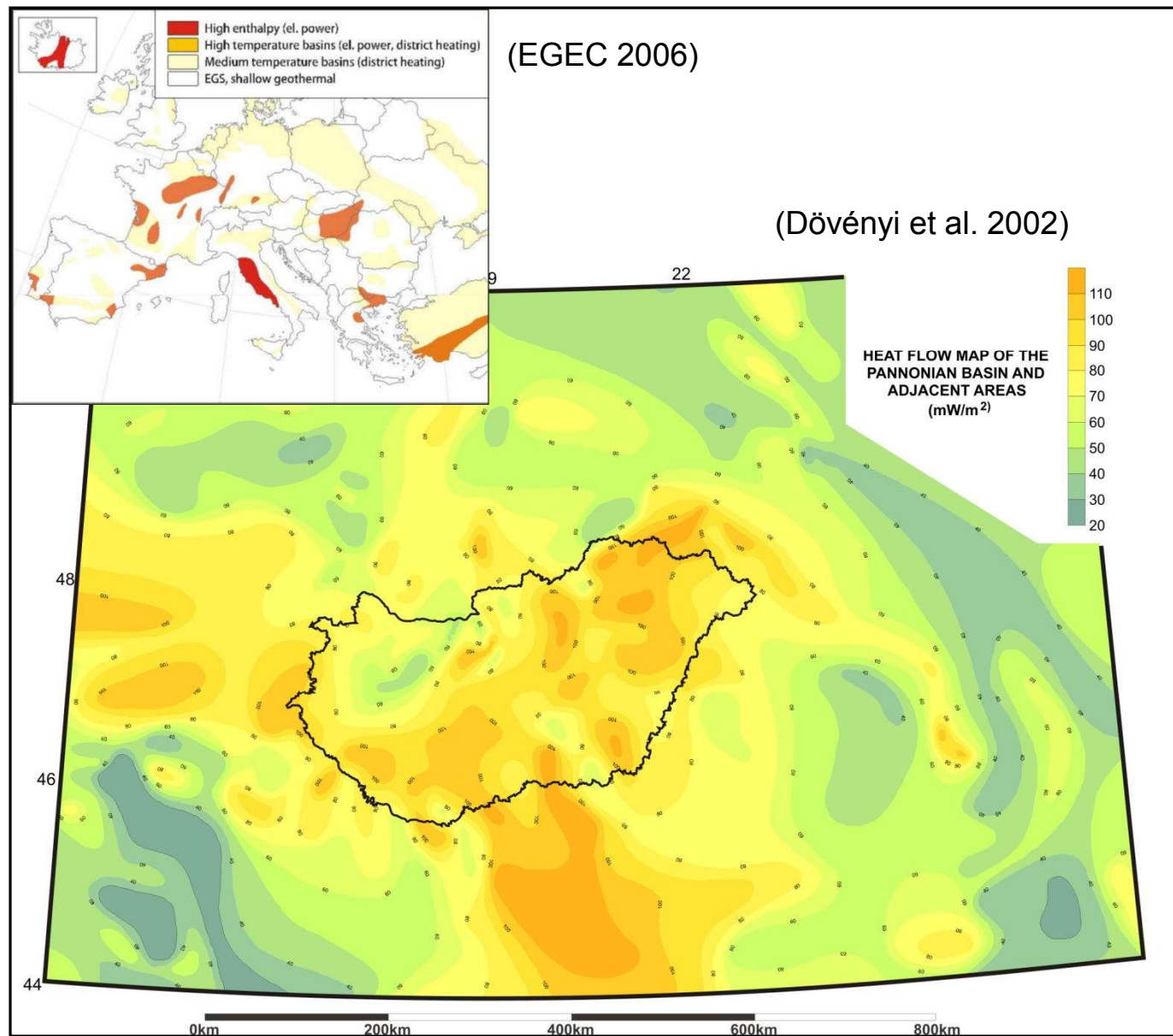
A Föld 99 % -a 1000°C-nál melegebb, csak 0,1 % -a hidegebb 100°C -nál

Kéreg vastagság értéke a Kárpát-medence környezetében (km)

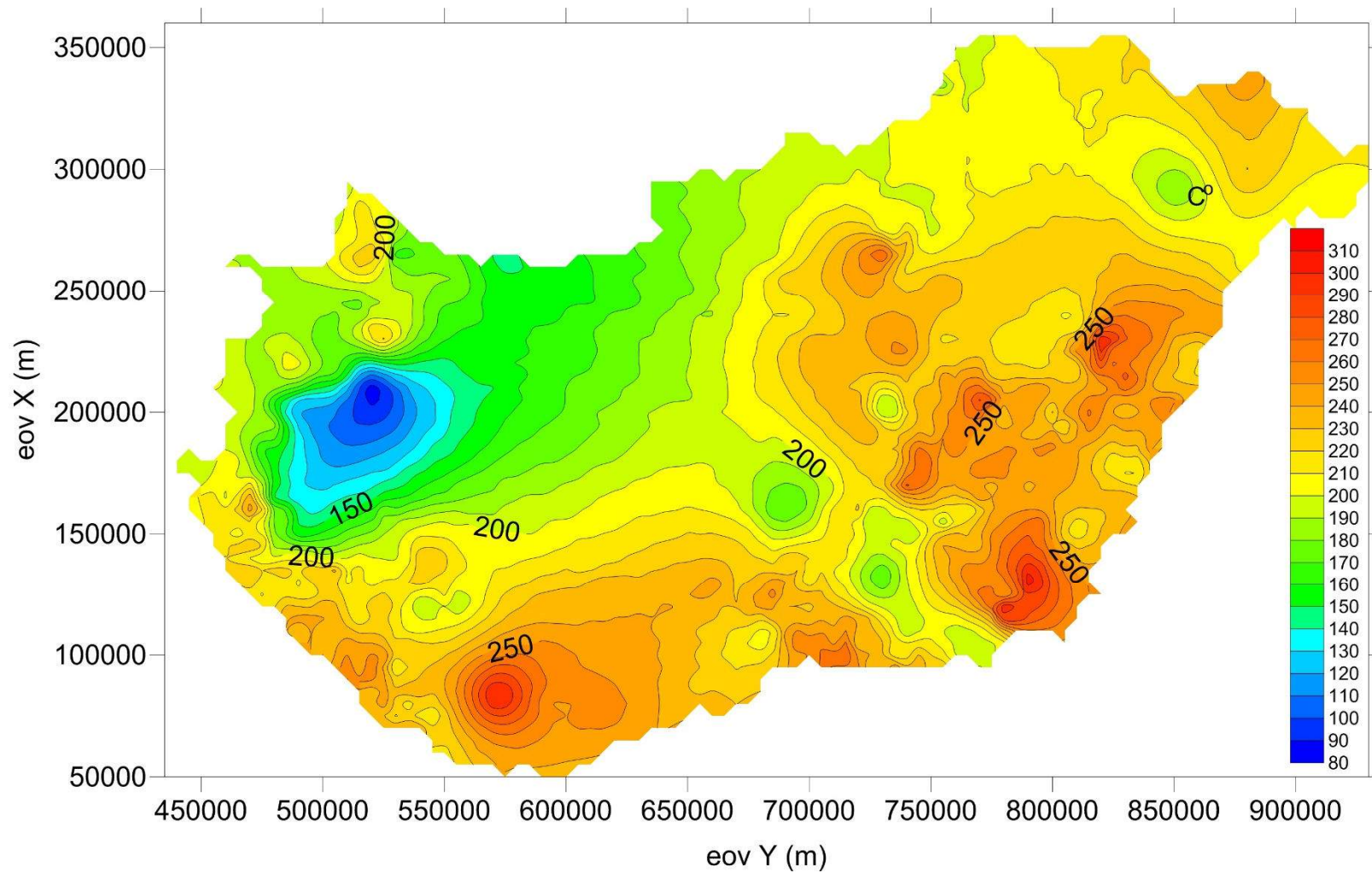


(Horváth et al. 2014)

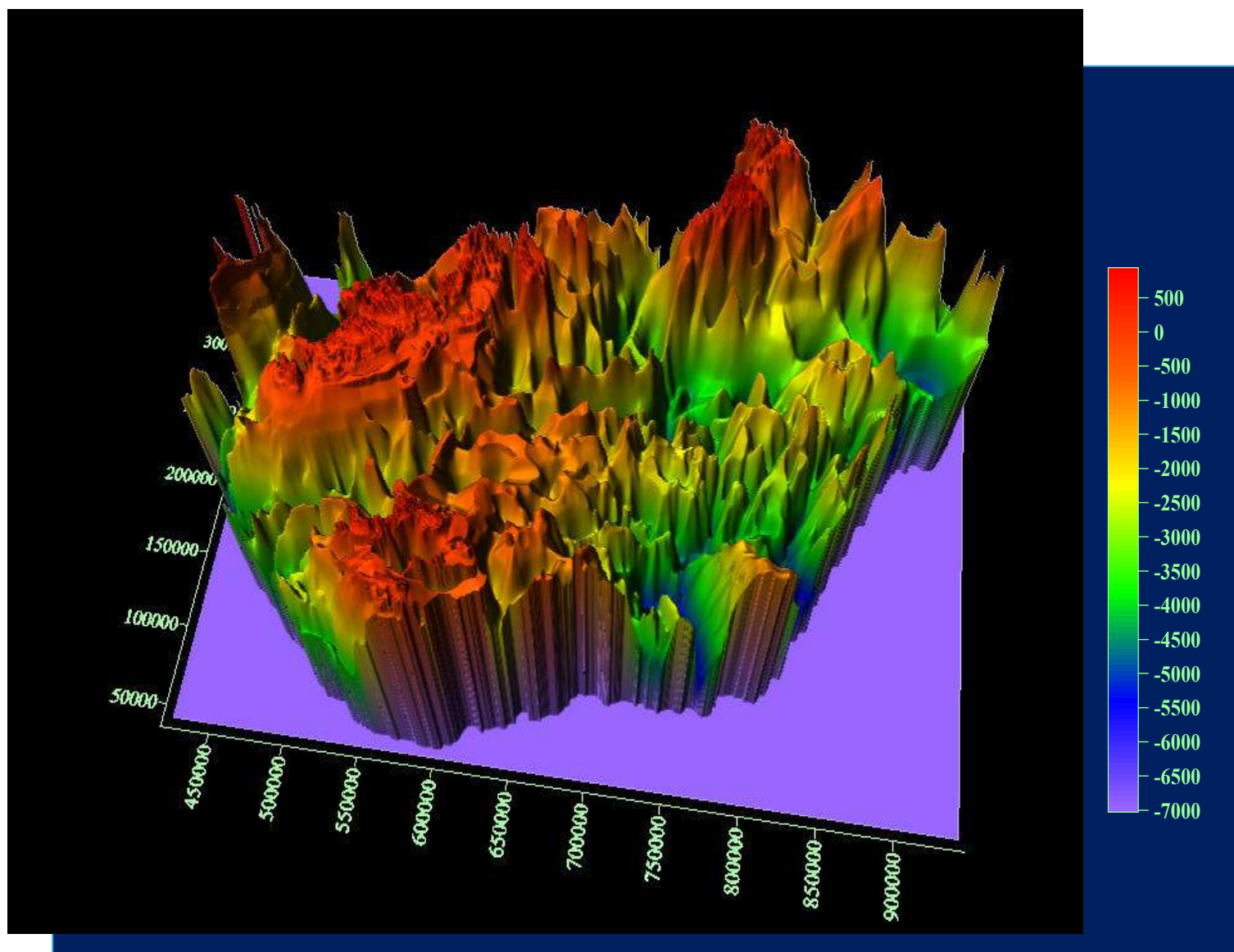
Hőfluxus értéke (mW/m^2)



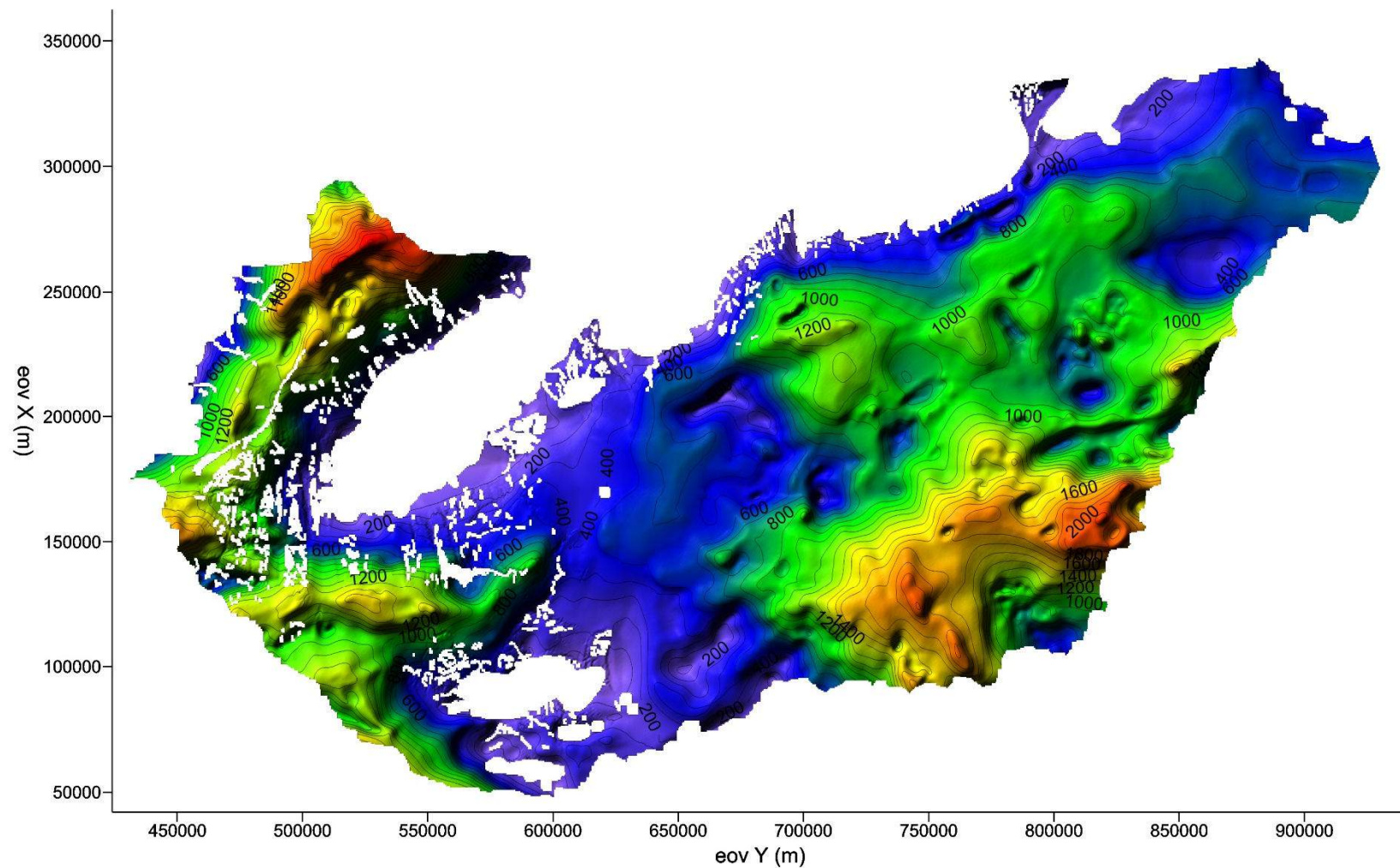
Hőmérséklet 5000 m mélységben (°C)



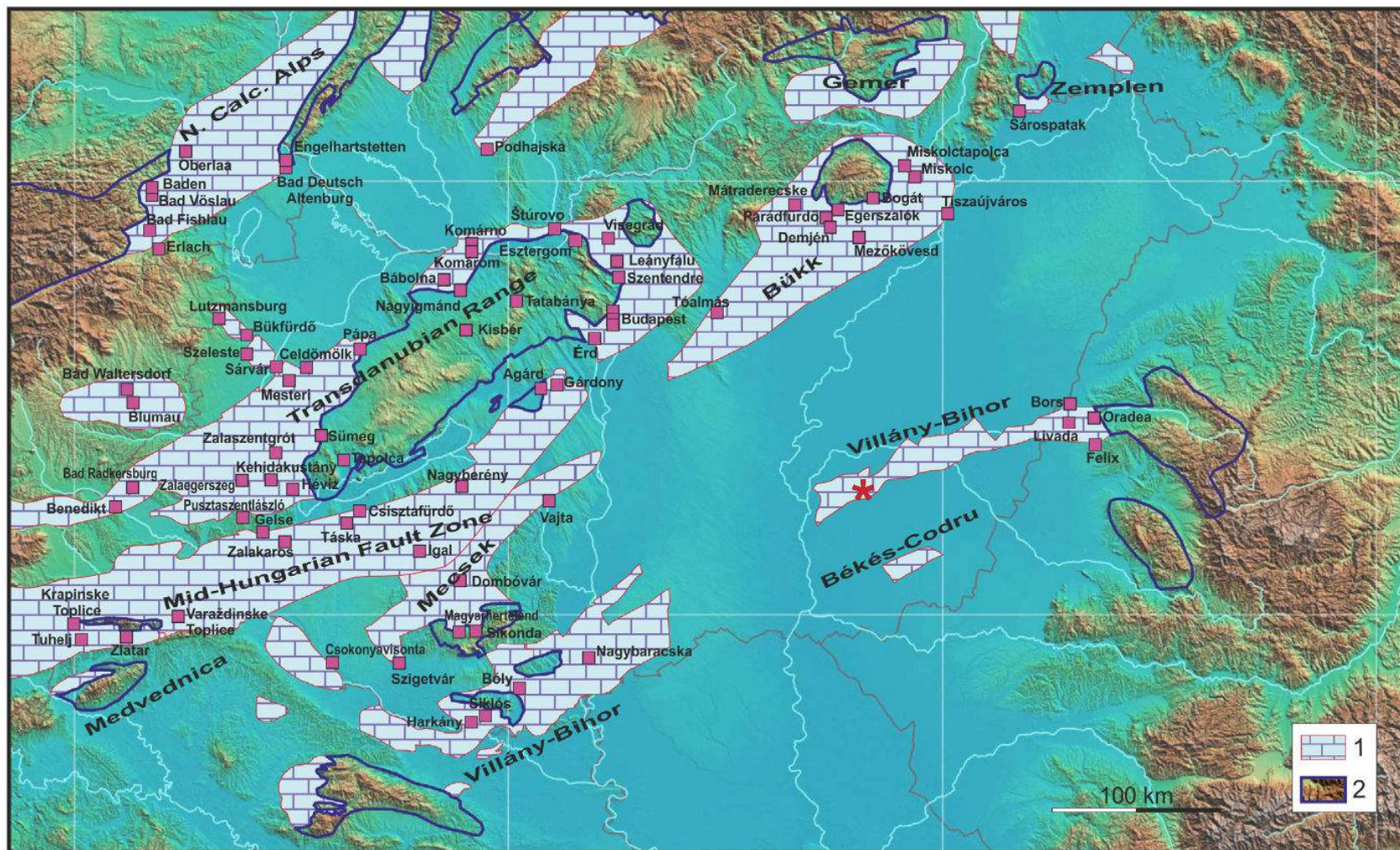
A kristályos aljzat domborzat térképe



Felső pannóniai korú képződmények vastagság térképe



Karbonátos képződmények helyzete hévízkutakkal

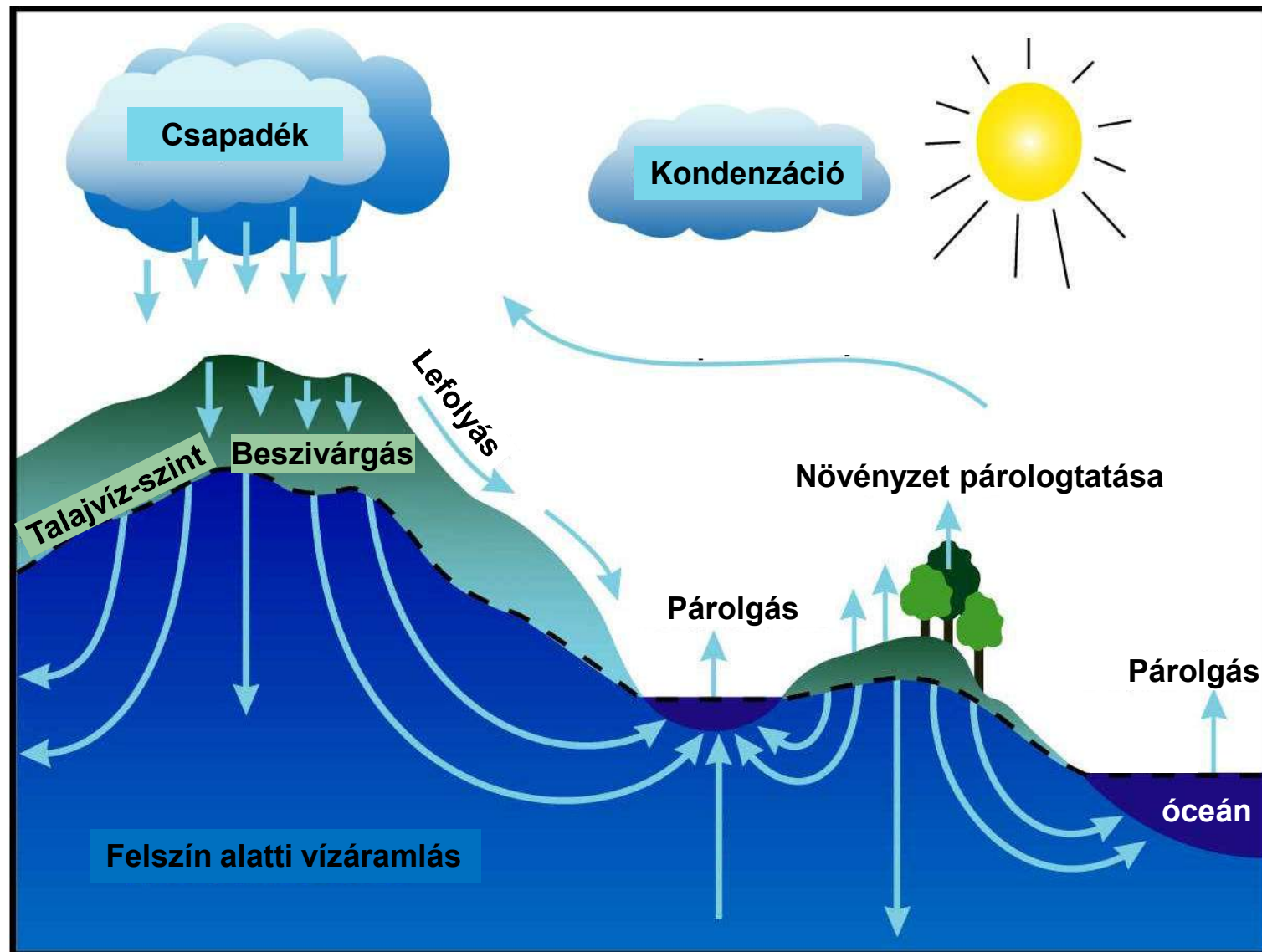


1: karbonátos képződmények a felszín alatt; 2: tápterület

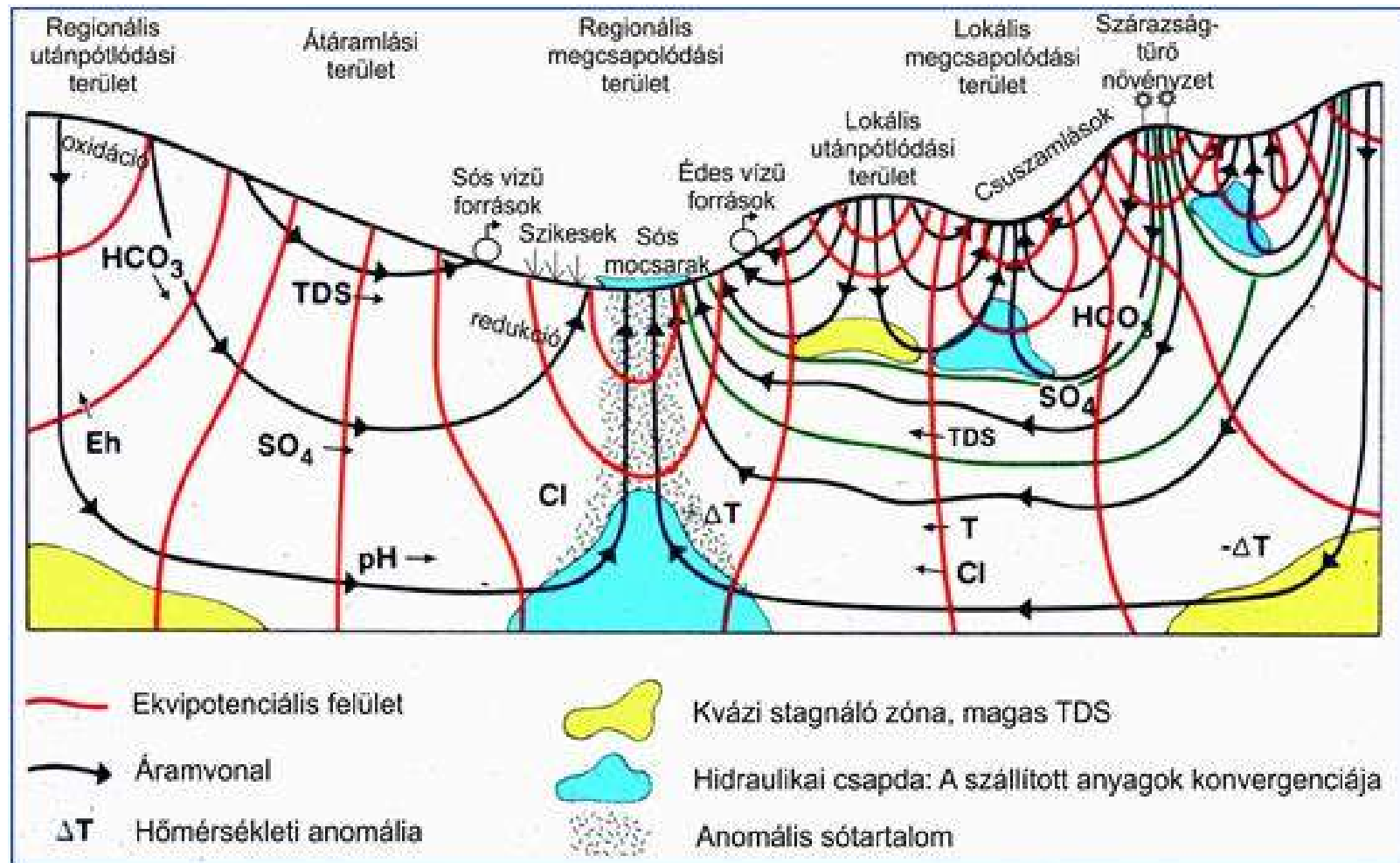
(Horváth et al. 2014)



A víz körforgása

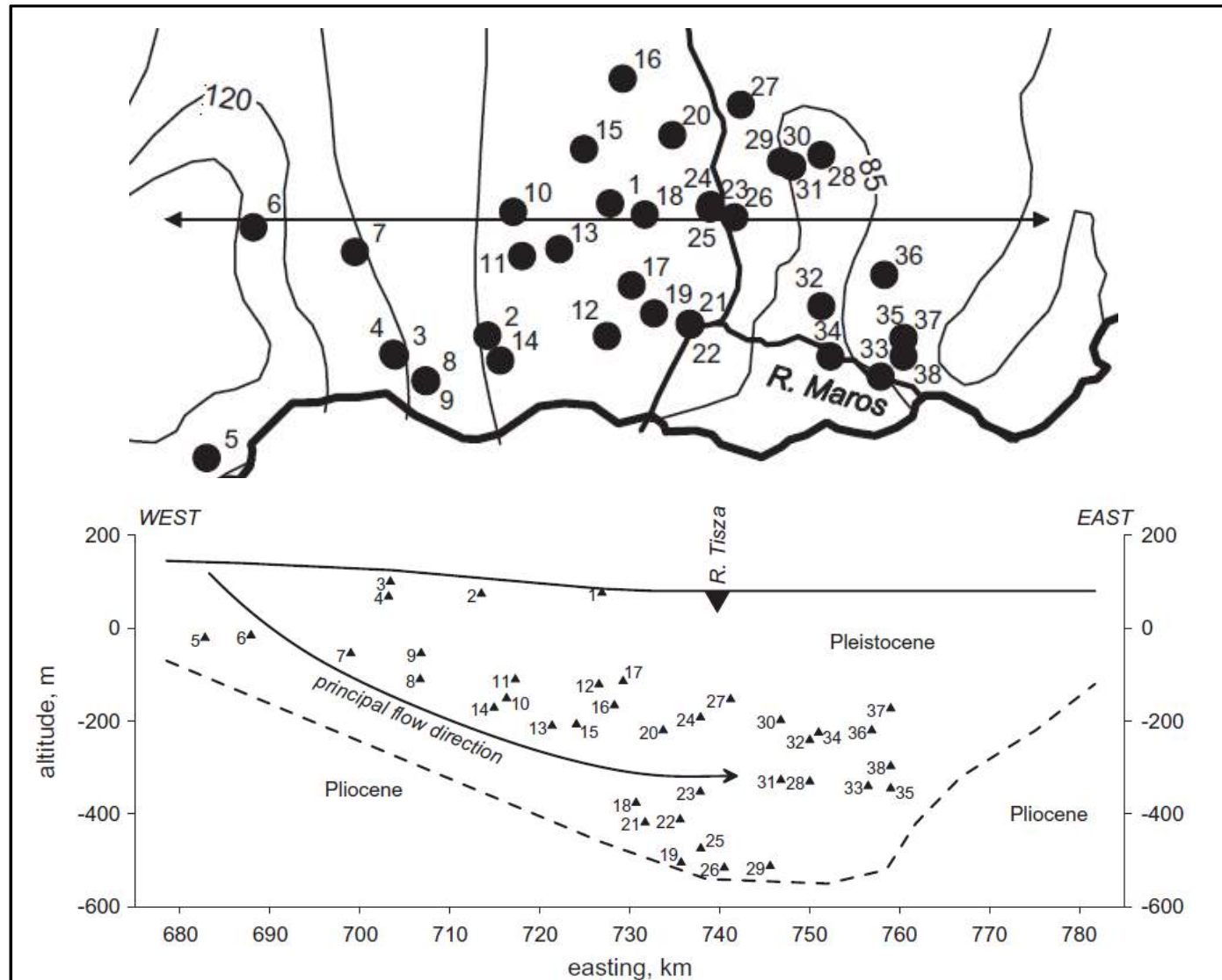


Felszín alatti vizek áramlása

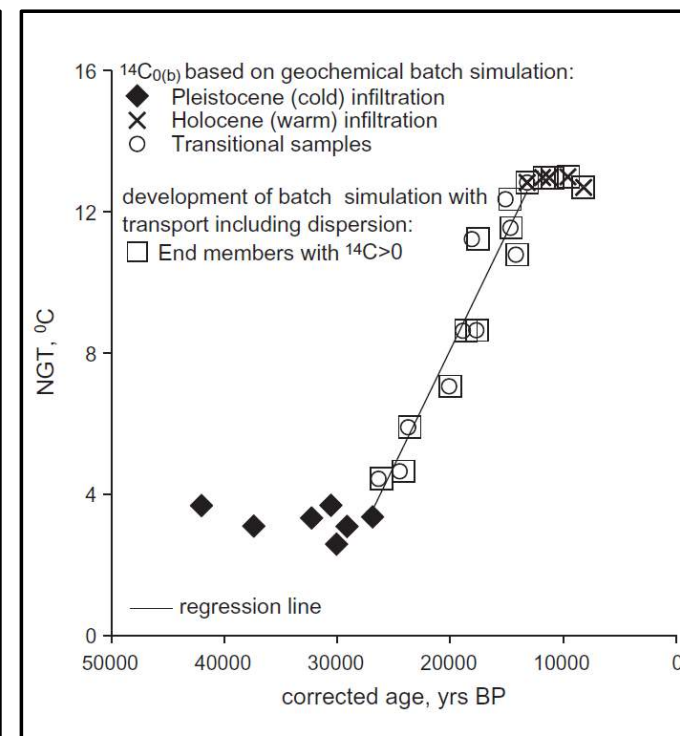
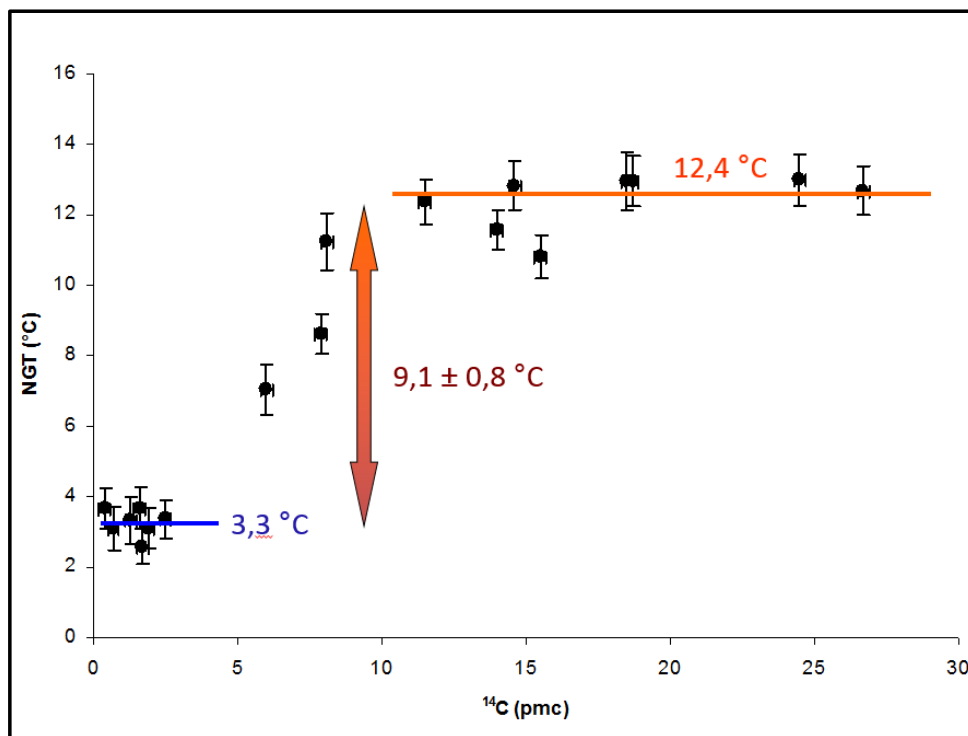


(Tóth 2009)

Felszín alatti vizek kora a Dél-Alföldön (Varsányi, Palcsu, Ó. Kovács, 2010)



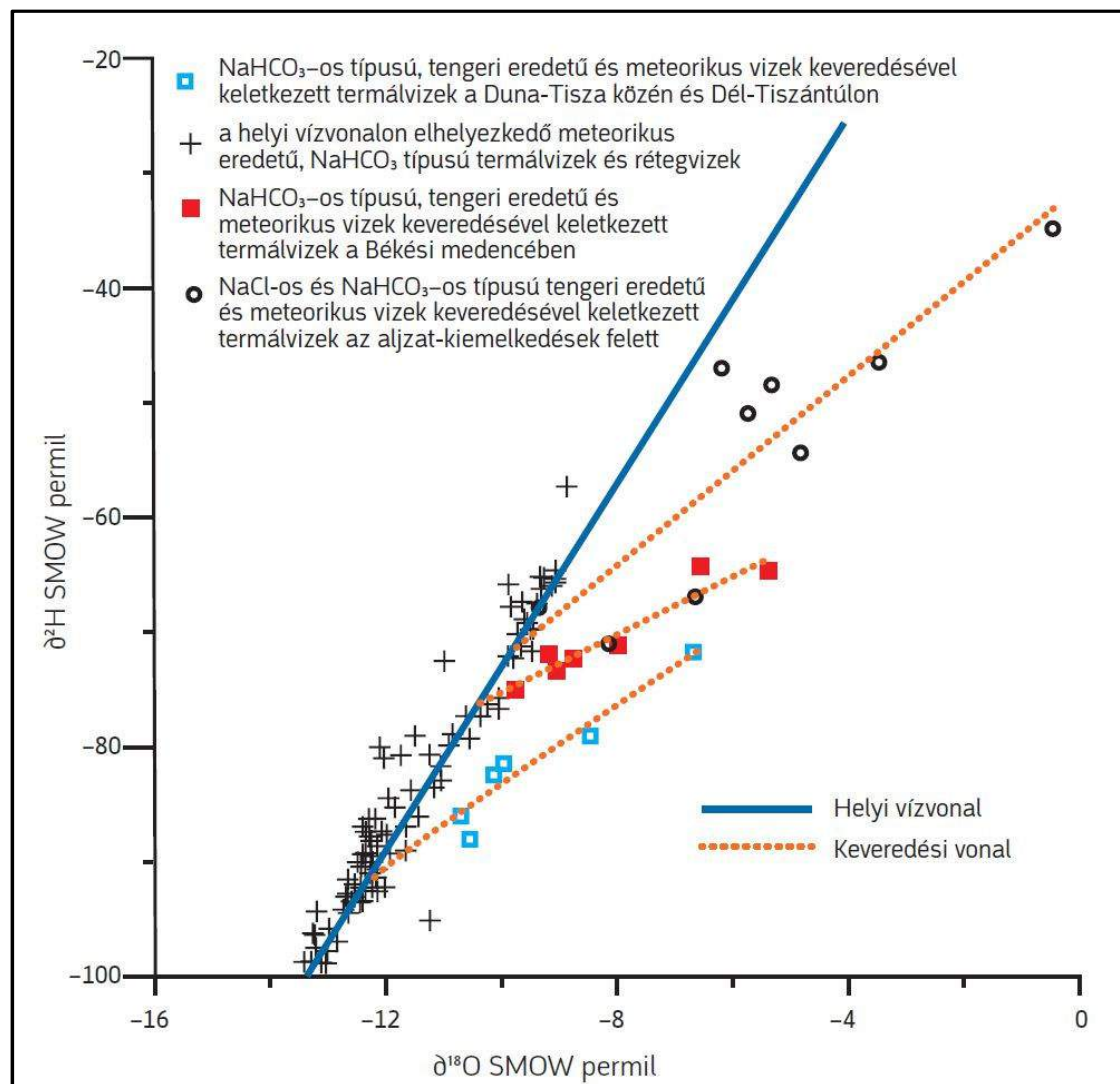
Felszín alatti vizek kora a Dél-Alföldön (Varsányi, Palcsu, Ó. Kovács, 2010)



Nemesgáz és izotóp vizsgálatok az ATOMKI-ban készültek



Vizek eredete: $\delta^{18}\text{O}$ - $\delta^2\text{H}$ diagram (Varsányi 2012)



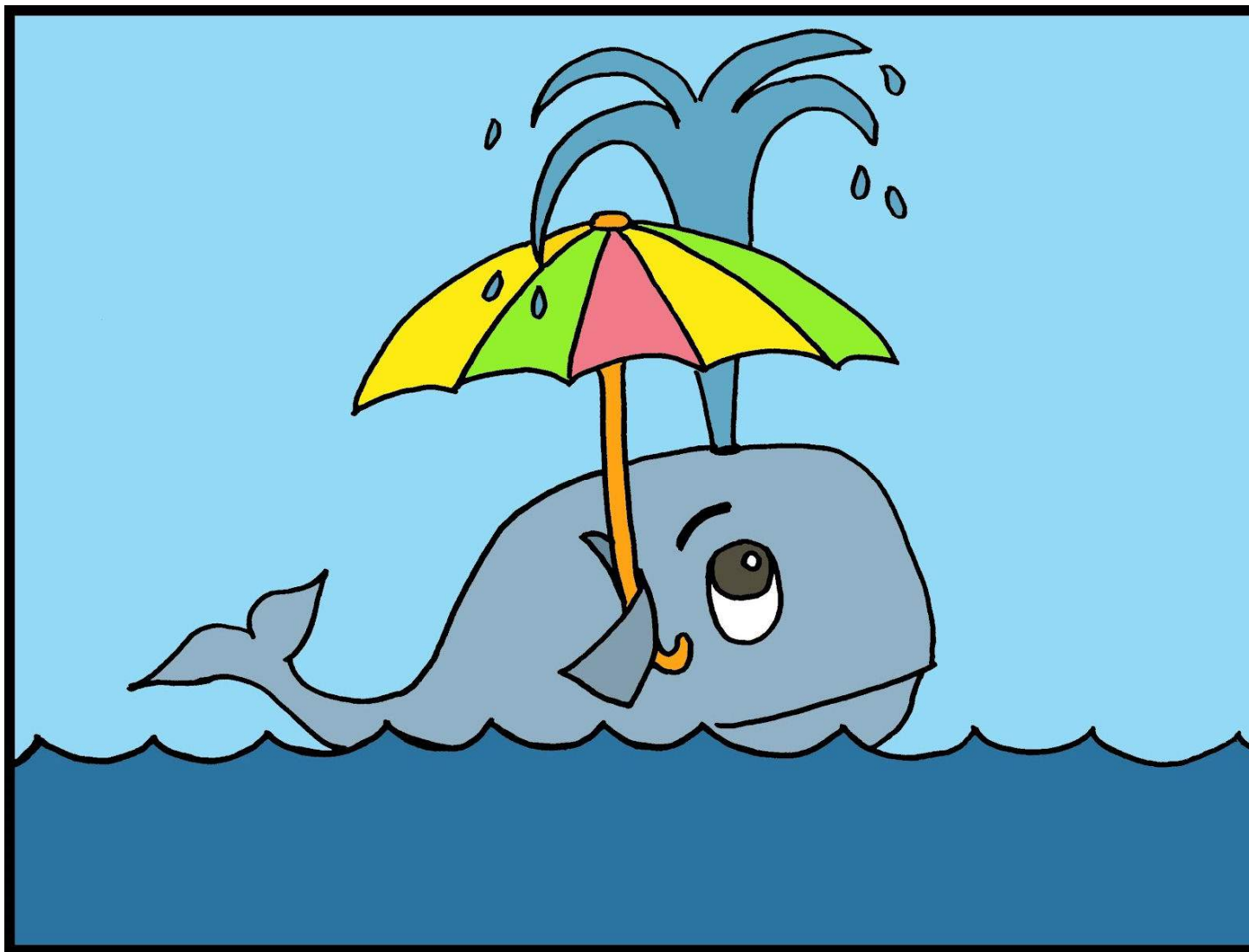
Izotóp vizsgálatok az ATOMKI-ban készültek



Geotermikus energia hasznosítási lehetőségei



Balneológia



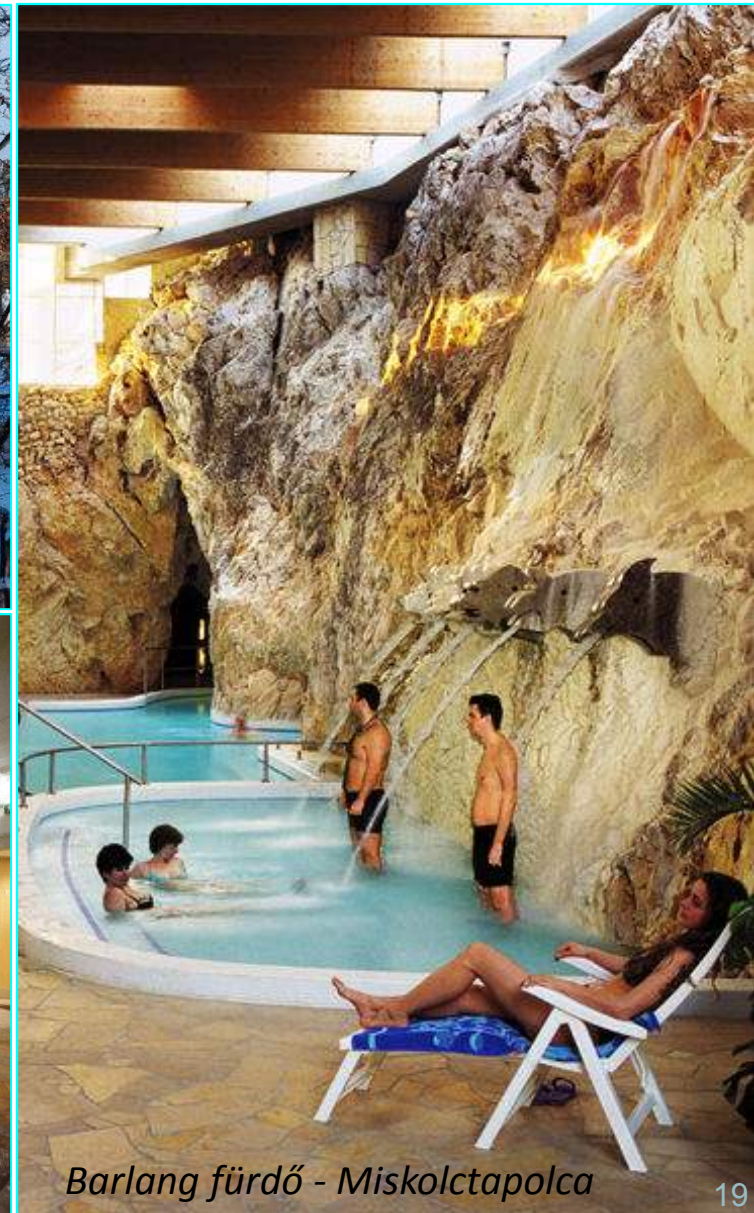
Balneológiai hasznosítás – 1000 termálkút kb. 1/3-a



Széchenyi fürdő - Budapest

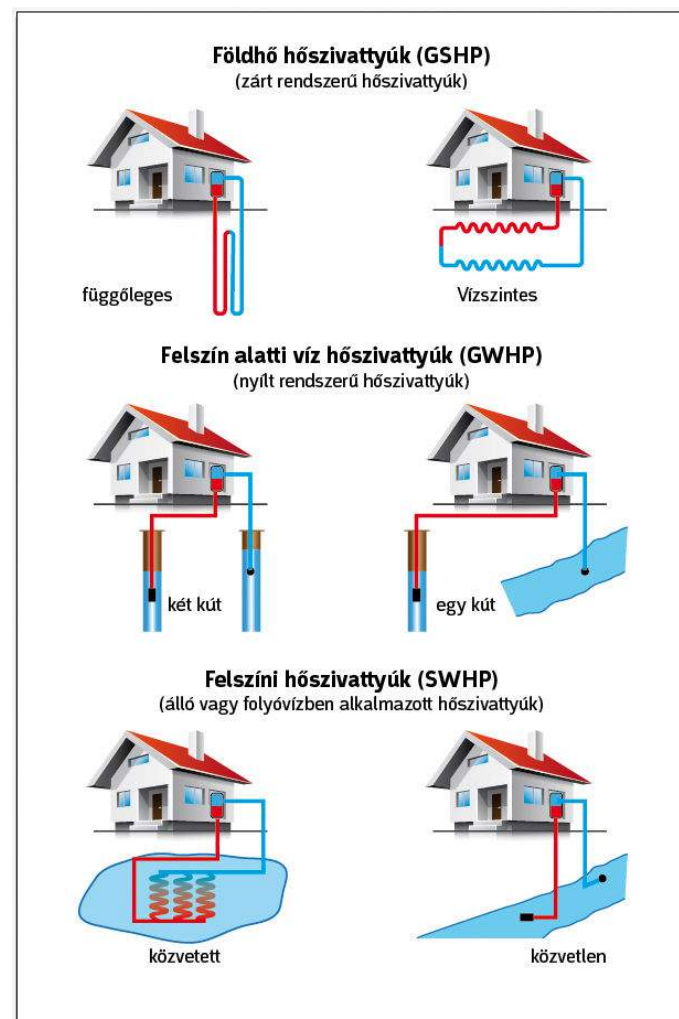


Anna fürdő - Szeged



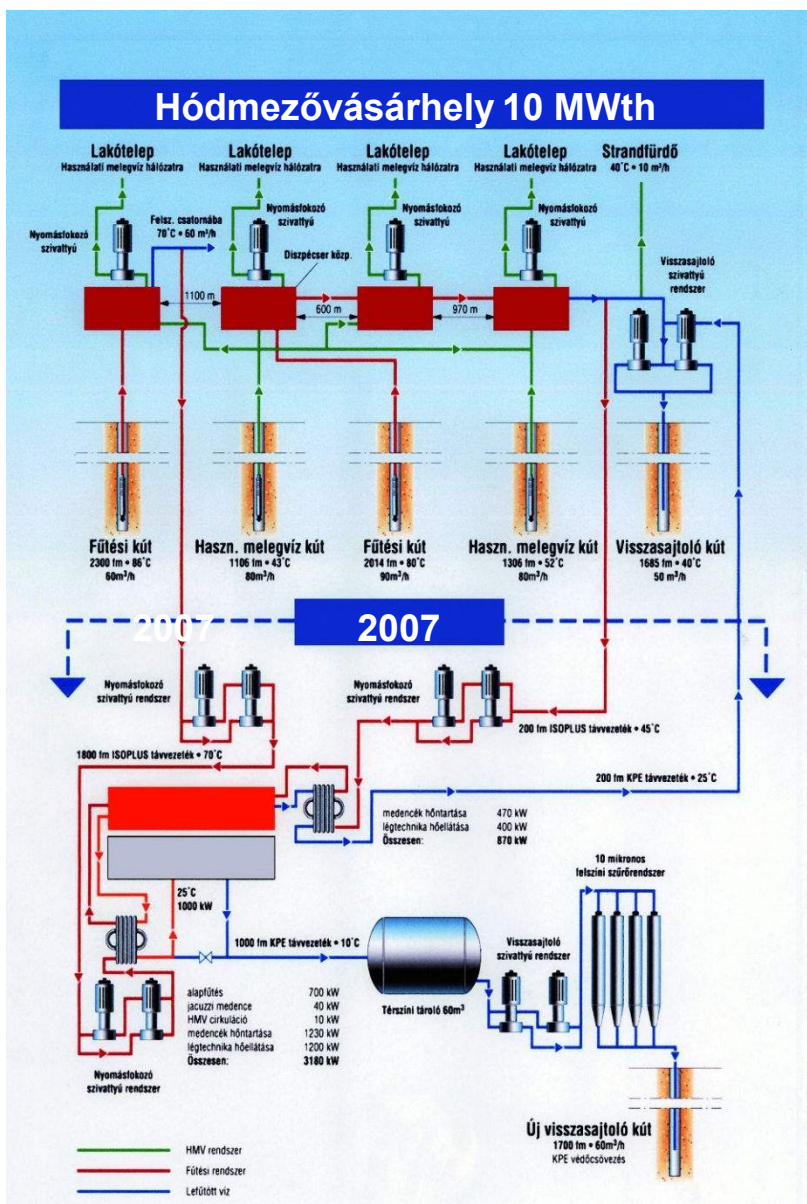
Barlang fürdő - Miskolc

Geotermikus energiahasznosítás I. hőszivattyúk



A hőszivattyú egy nagy teljesítményű klímagép, amely az alacsonyabb hőmérsékletű közegben felvett hőt – elektromos áram felhasználásával – magasabb hőmérsékletű közegben adja le. Egységnyi elektromos árammal 4 egységnyi hőt állít elő.

Távhő szolgáltatás – használati melegvíz ellátás



Agrár hasznosítás –Árpád Agrár Zrt.

60 ha üvegház és fóliasátor



Pulykaólak, keltető



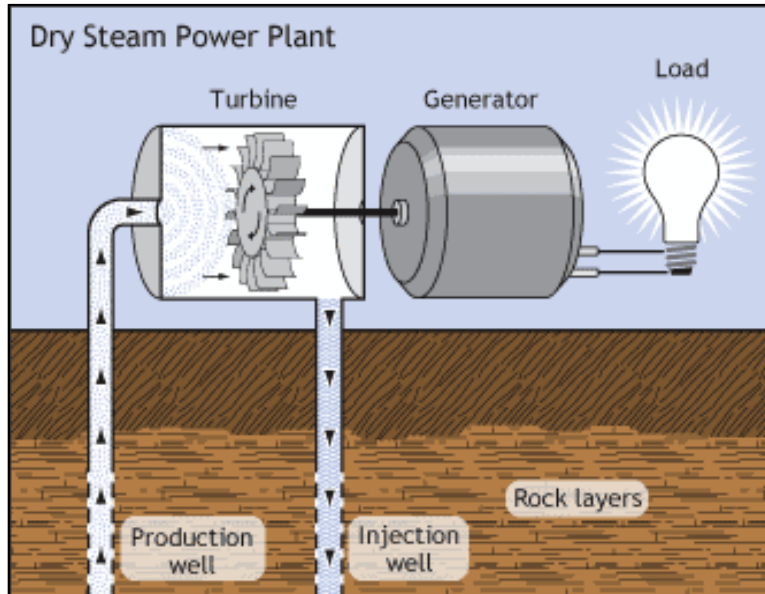
Gabonaszárító



Szociális épületek, gépműhely, irodák



Elektromos áramtermelés – gőz előfordulás esetén



The Geysers - California

Magas hőfokú geotermikus rendszereket elsősorban áramtermelésre használhatjuk. Ha a kinyert fluidum hőfoka meghaladja a $150\text{-}170^{\circ}\text{C}$ -ot, akkor közvetlenül vihető a turbinára.

Közvetett (segédközege, binér) villamos-energia termelésről beszélünk, ha a feltörő fluidum alacsony nyomású és hőmérsékletű ($120\text{-}170^{\circ}\text{C}$), mert a fluidum nem kerül közvetlenül a turbinára, hanem egy alacsony forráspontú közegnek adja át a hőt.

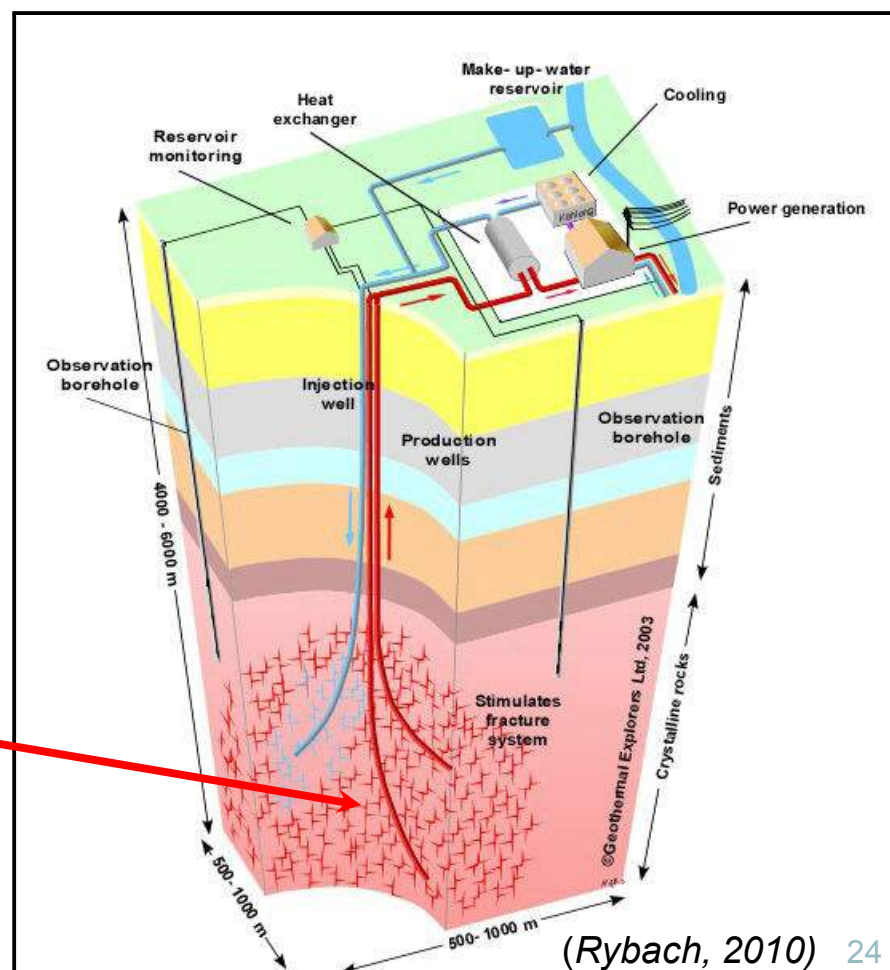
Elektromos áramtermelés – forró száraz kőzet esetén

Jelentősebb elektromos teljesítményt leadó (többször 10 Mw) geotermikus erőműveket a jelenleg ismert technológiákkal csak $>200\text{ }^{\circ}\text{C}$ rezervoárokból lehet termelni. Ehhez a hőmérséklethez tartozó mélységtartományban azonban általában már nincs elegendő kitermelhető termálvíz.

Ezekben az esetekben a nagy mélységben repesztéssel összenyitott kutakból a felszínről keringetett folyadékkal hozhatjuk fel a hőt (Enhanced Geothermal Systems, Javított hatékonyságú geotermikus rendszer.)

EGS Kulcsa:

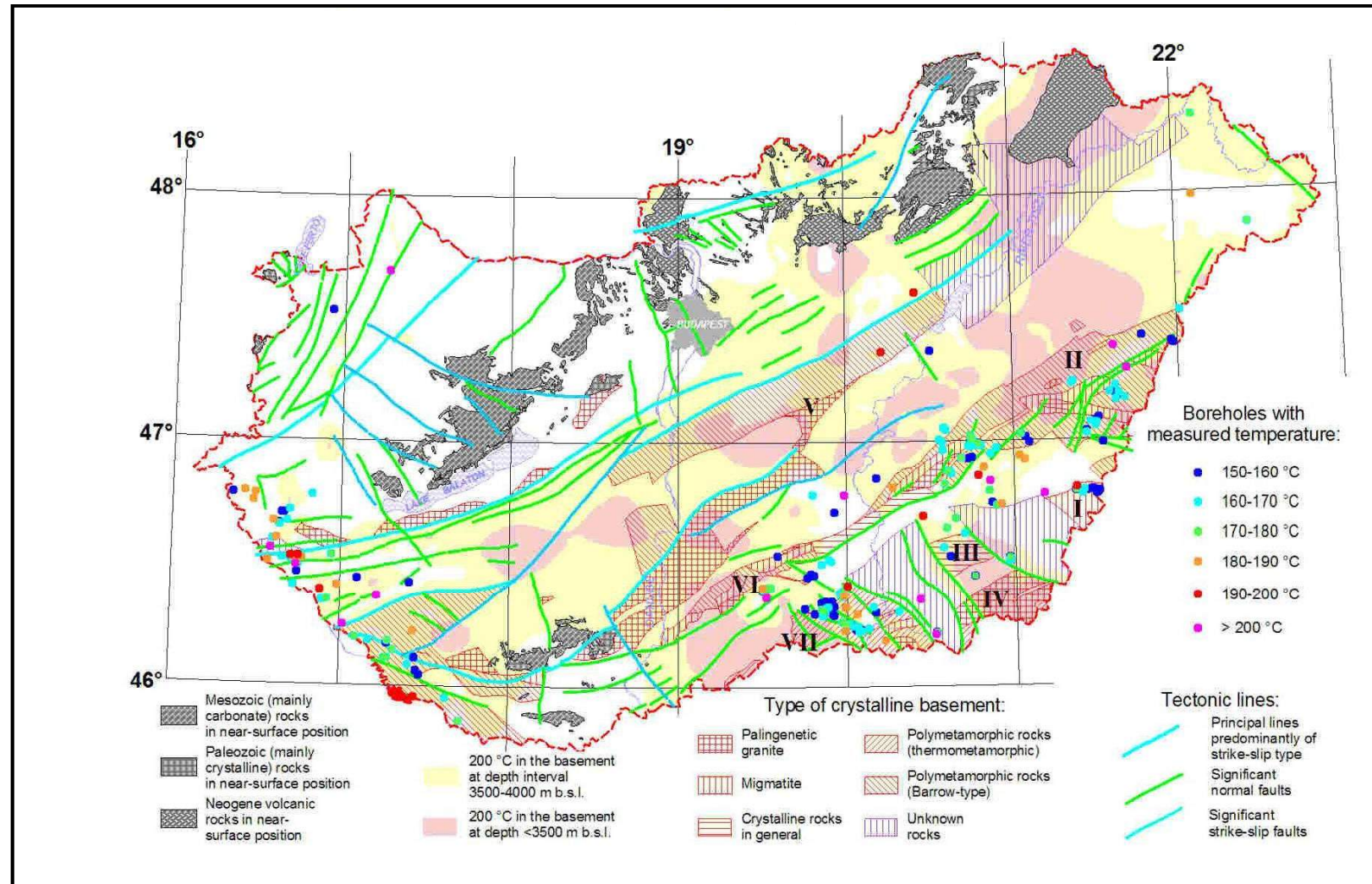
Kiterjedt, megfelelő permeabilitású repedésrendszer kialakítása, nagy hőcserélő felülettel



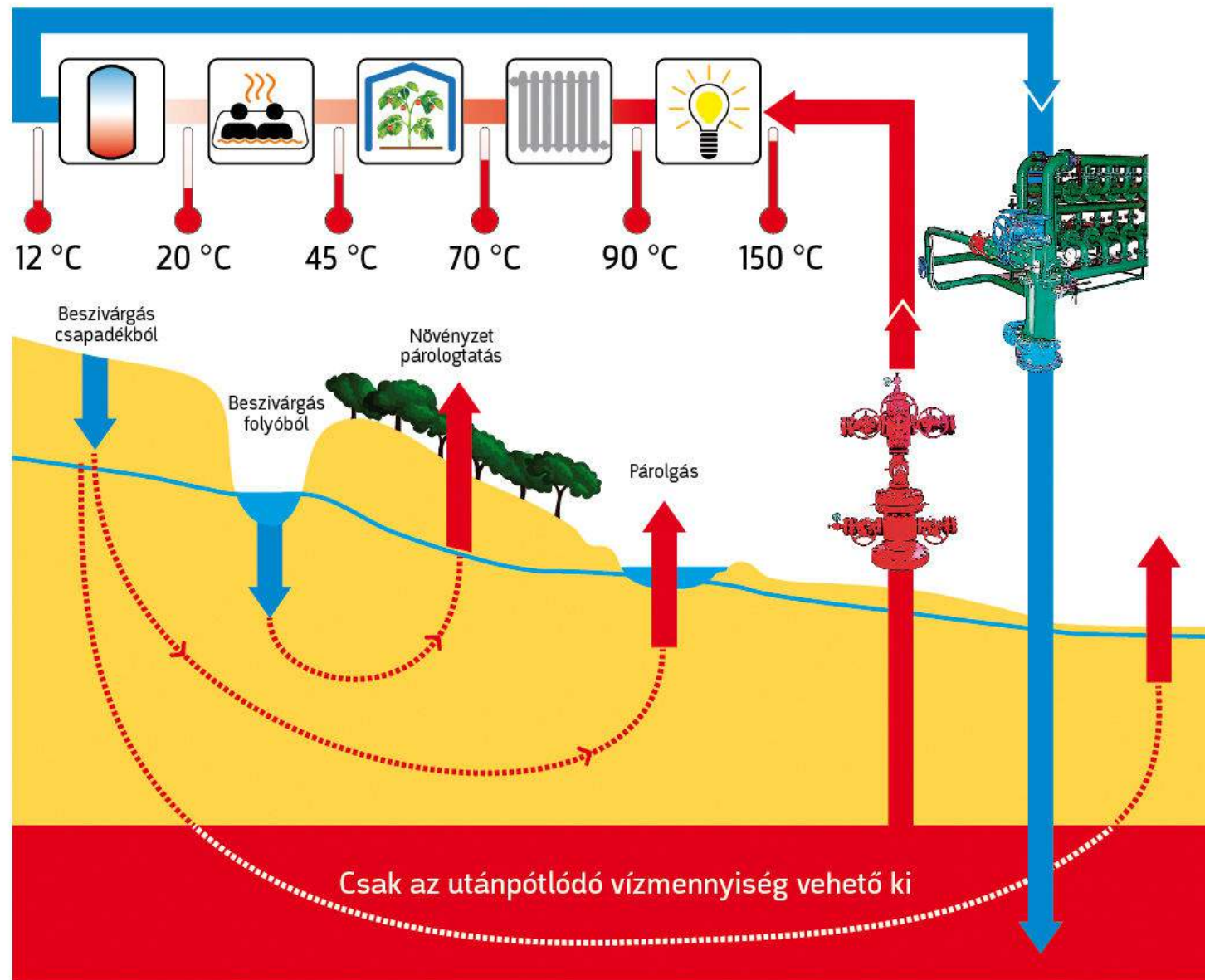
(Rybach, 2010) 24



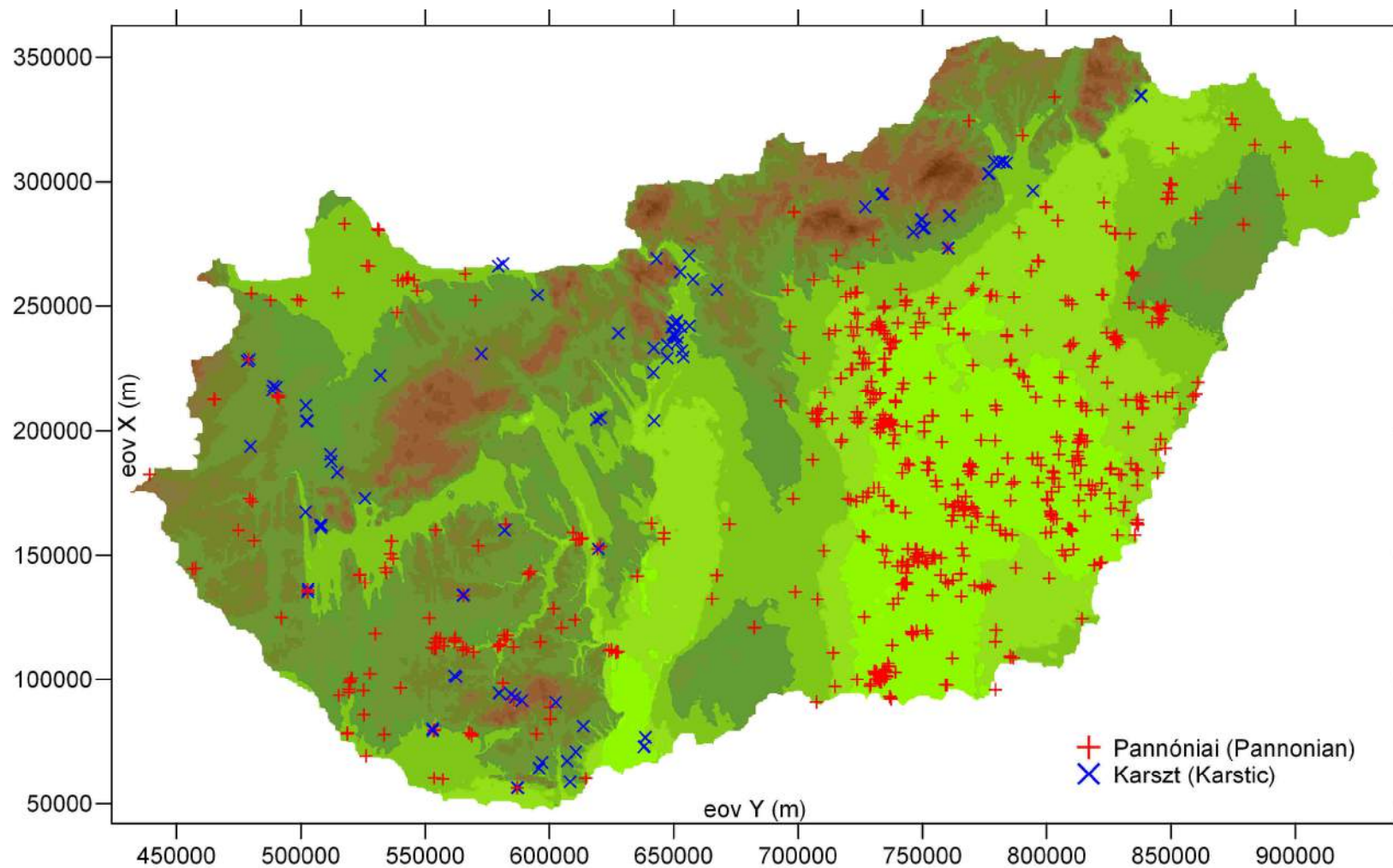
Fúrások, melyek talphőmérséklete $> 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Dövényi-Tóth 2008)



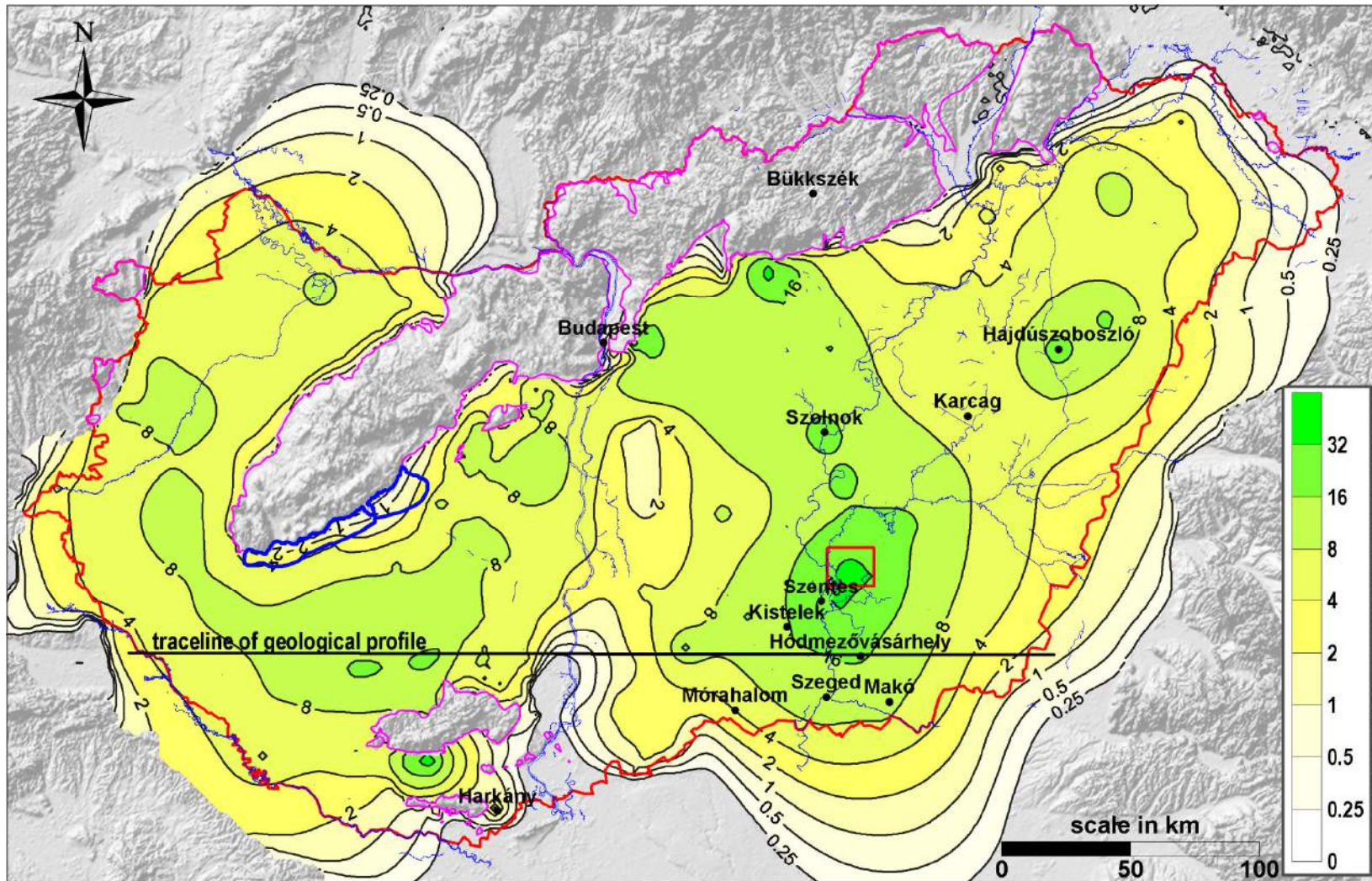
Optimális geotermikus kaszkádrendszer



Termálkutak Magyarországon

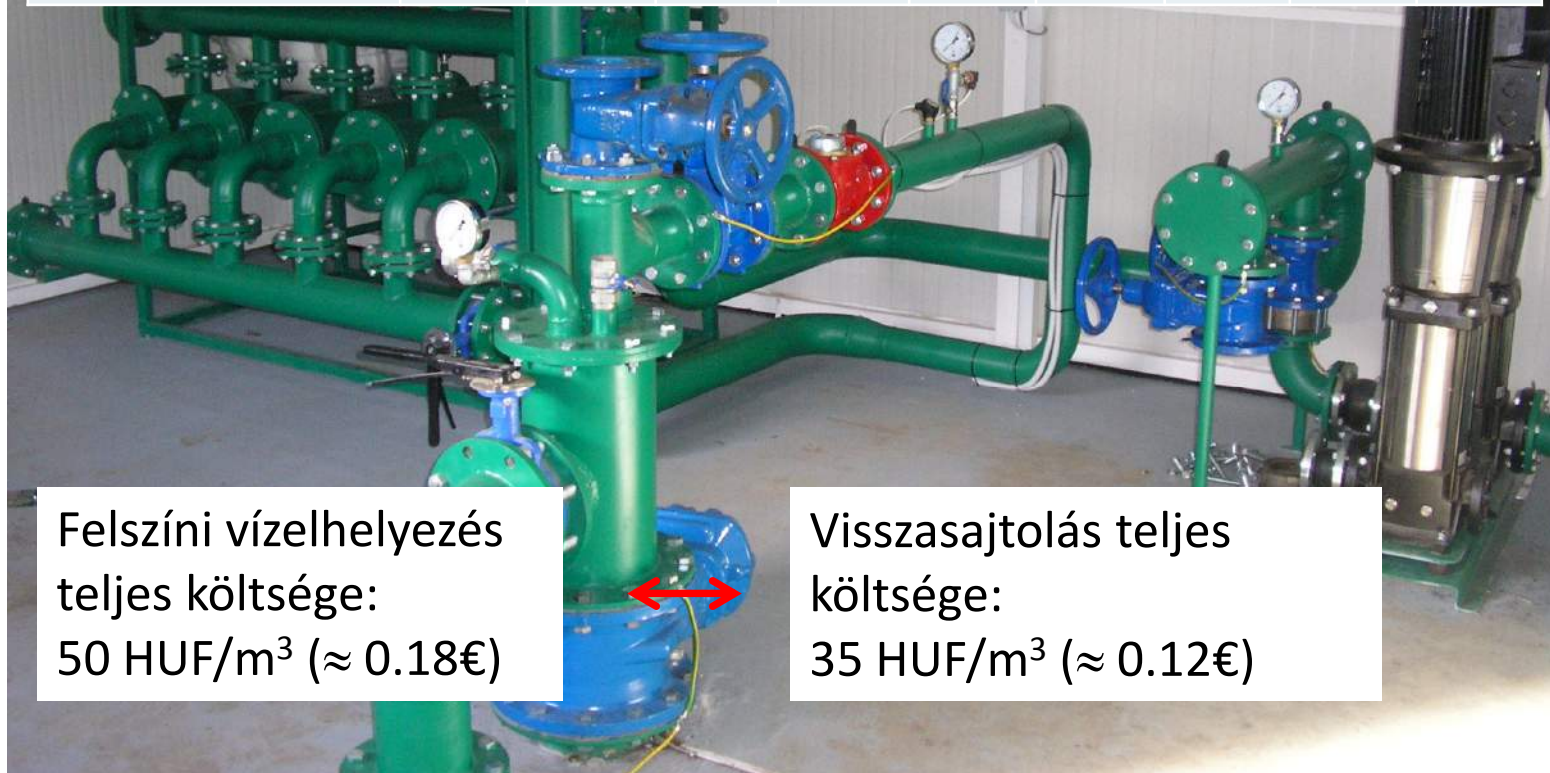


Víztermelés mellett számított vízszintcsökkenések a felső pannon alján (Tóth Gy., Pannon XL modell)



Felszíni vízelhelyezés és a visszasajtolás összehasonlítása

Térfogat (ezer m ³ /év)	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Kitermelt termálvíz	423	360	330	355	389	379	366	374	350
Visszasajtott termálvíz	94	113	115	106	278	286	280	259	253



Felszíni vízelhelyezés
teljes költsége:
50 HUF/m³ ($\approx 0.18\text{€}$)

Visszasajtolás teljes
költsége:
35 HUF/m³ ($\approx 0.12\text{€}$)



Geotermikus projekt terv a Szegedi Tudományegyetemen

Befektetés: 10.9 millió €
Éves haszon: 0.8 millió €

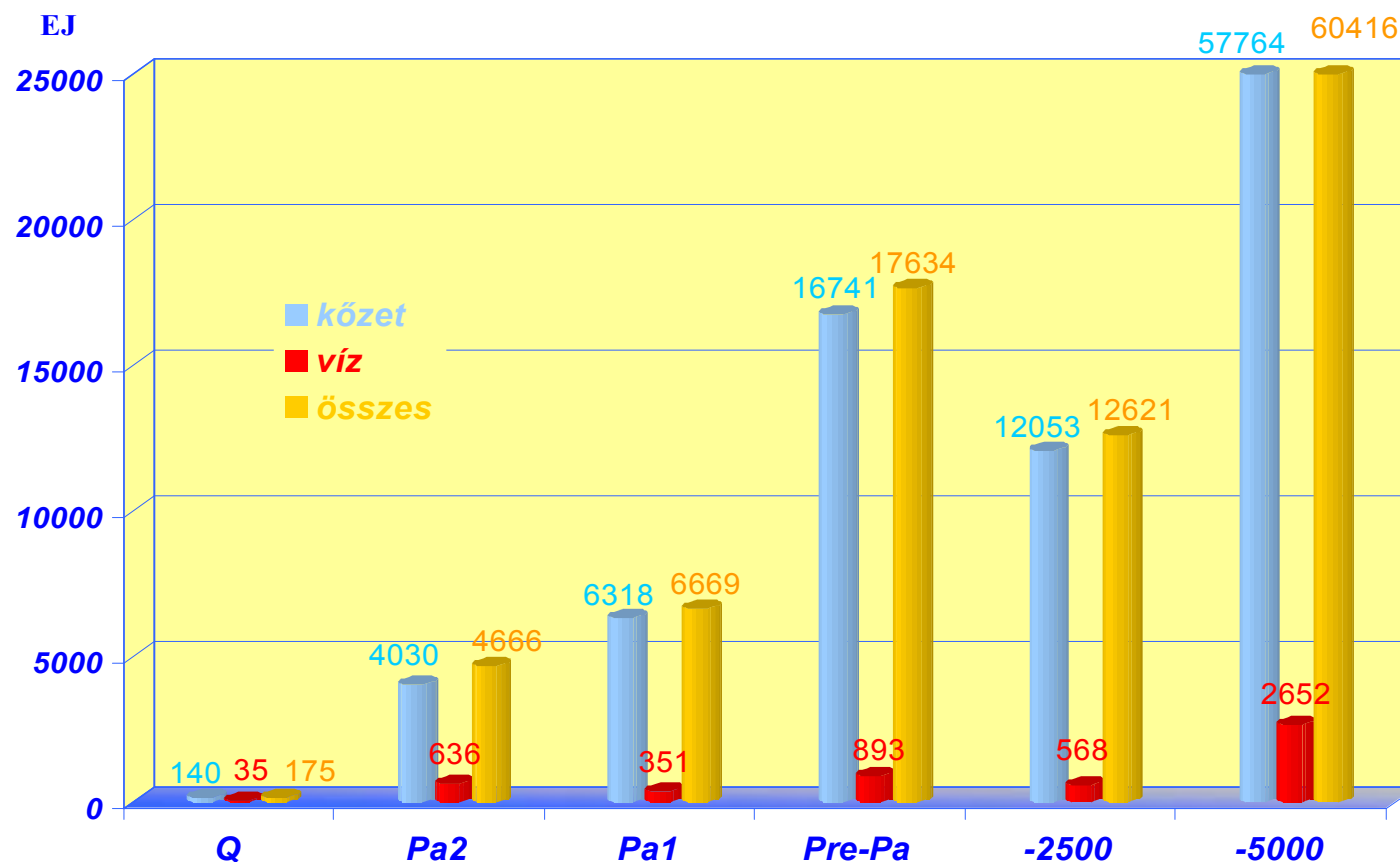


Délalföldi projektek fő számai

	Mórahalom	Egyetemi projekt Szeged	Csongrád	Makó
Megtermelt geotermikus energia (GJ/év)	18 000	86 000	55 931	67 000
Földgáz kiváltás (m3/év)	482 000	3.000 000	920 000	2 192 000
CO2 csökkentés (t/év)	1 400	5 900	1 663	3 847
Beruházási költség (nettó eFt)	526 000	3 255 000	415 176	948 650
Éves fenntartási költség (nettó eFt)	4 500	142 000	56 000	51 600
Megtérülési idő (év)	10,5	13,5	9,7	8,1



Számított hőmennyiségek rétegenként (EJ=10¹⁸J)



5 km-es mélységig a statikusan tárolt hőmennyiség 100 000 ExaJoule!
Magyarország éves energia igénye 1 ExaJoule!



Geotermikus energia kapacitás növekedése 2008-ban



Erőmű

Áramtermelő erőművi kapacitás meghaladta a 10 GW-ot (4 % növekedés) Vezető hatalom az USA maradt (3 GW), ahol 2009-ben 120 projekt van fejlesztés alatt, több mint 5 GW kapacitással

TOP 5

1. USA
2. Fülöpszigetek
3. Indonézia
4. Mexikó
5. Olaszország



Fűtés

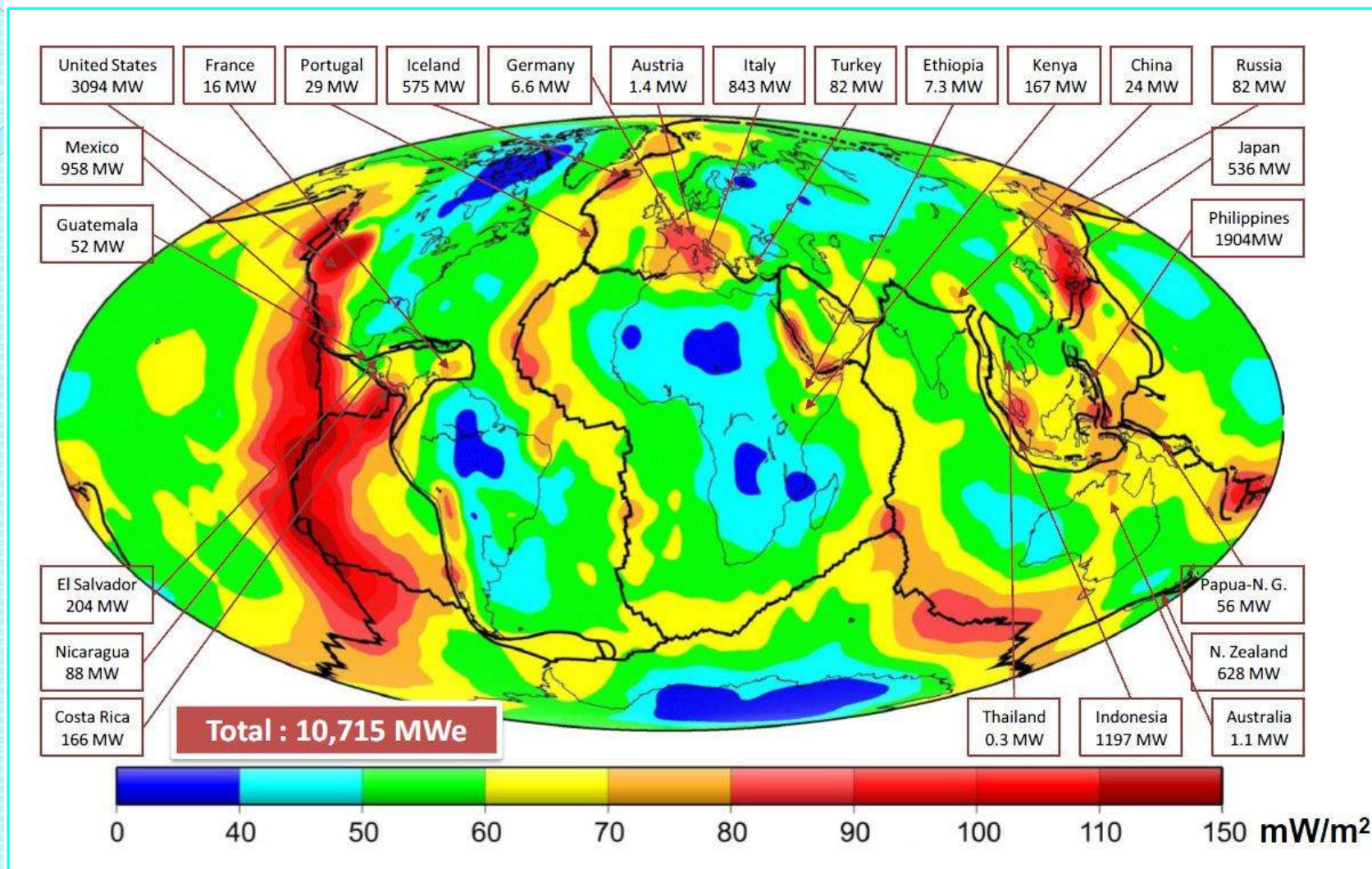
Direkt hőhasznosítás/melegvíz előállítási kapacitás 15 GW_{th} –val gyarapodott így eléri az 50 GW_{th} –át, amin belül a földhőszivattyús hasznosítás 30 GW_{th} –val szerepel (20 %-os növekedés)

TOP 5

1. Kína
2. Svédország
3. USA
4. Törökország
5. Izland



Geotermikus áramtermelő erőművek a világban



Becsült megújuló energia potenciál a világban

Energiaforrás	Teljesítmény (EJ/év)*
Geotermikus energia	5000
Napenergia	1575
Szélenergia	640
Biomassza	276
Vízenergia	50
Összesen	7541

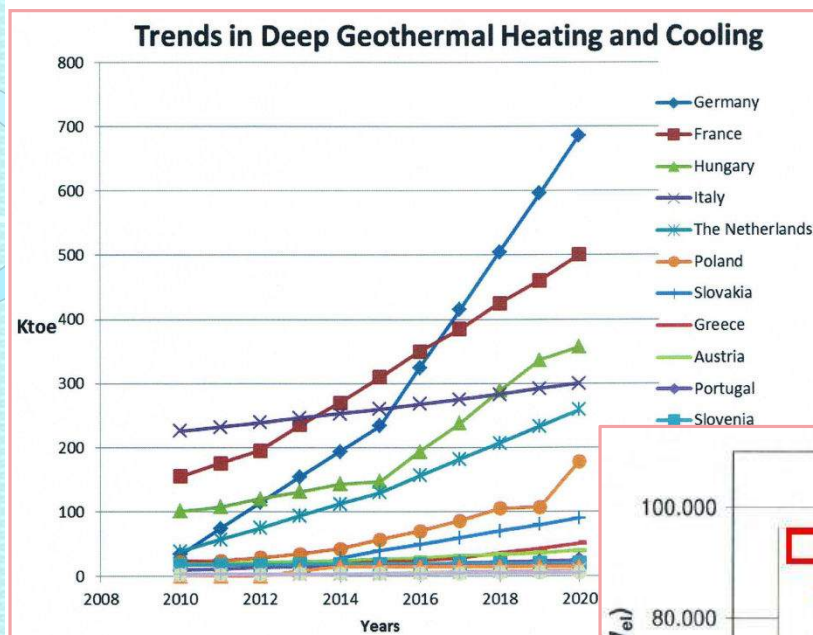
*1 EJ = 10^{18} J

Megújuló energiák technikai potenciálja (WEA, 2000)

Technology	Installed power (GWe)	Capacity factor (%)	Produced electricity (TWh)
Wind	160	21	294
Solar PV	22	14	27
Geothermal	11	75	68

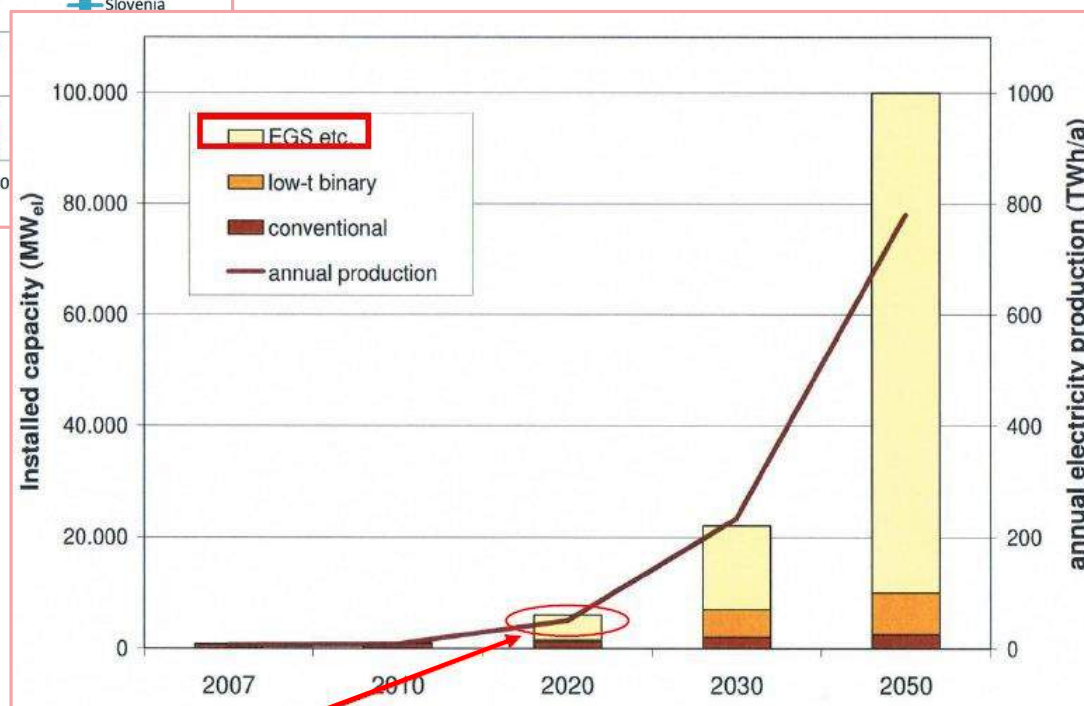


Az Európai Unió geotermiában számít Magyarországra !



Mélységi geotermia fűtés-hűtés
(EGEC becslése)

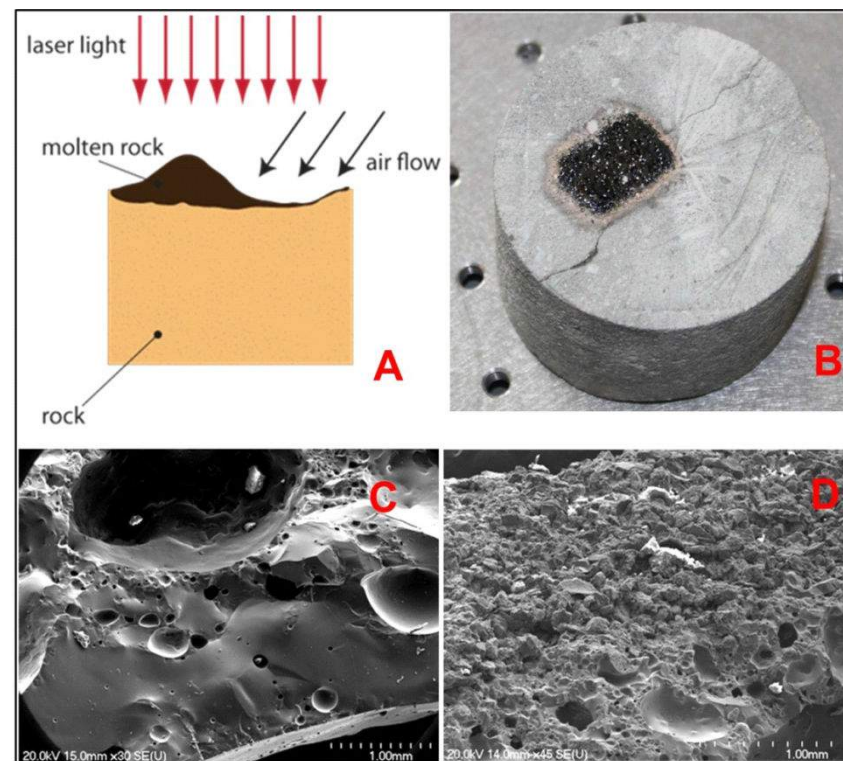
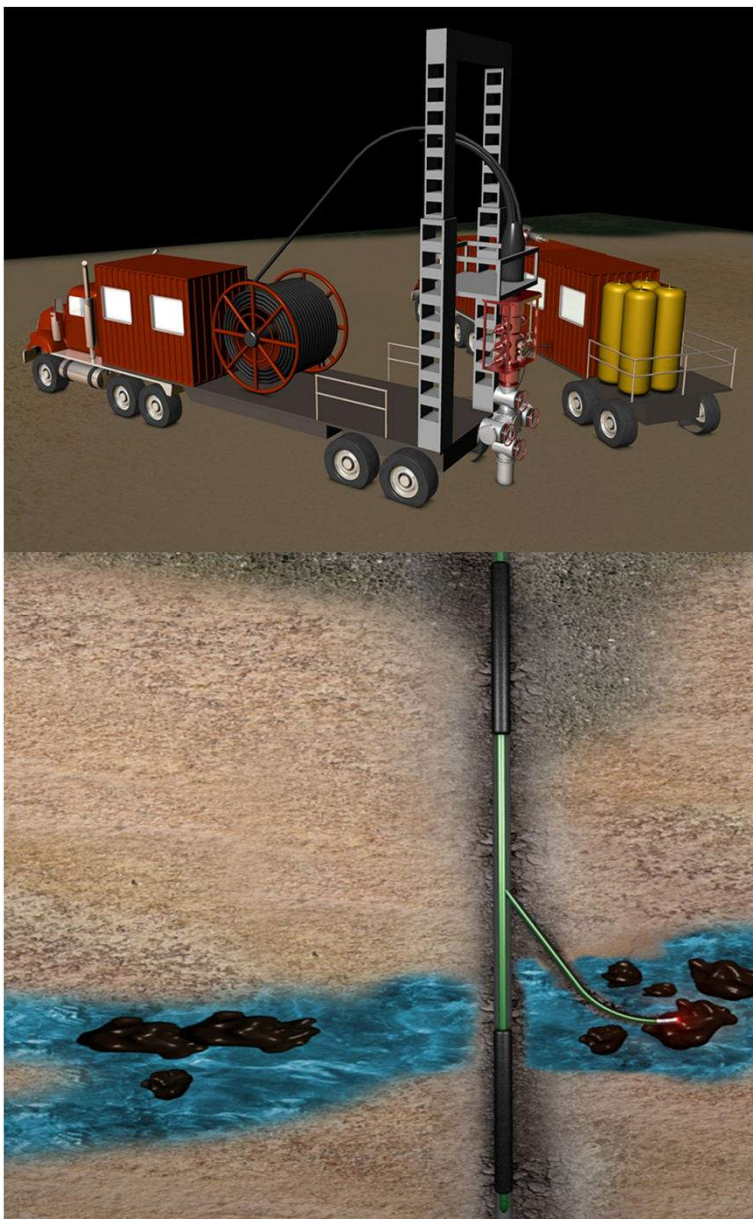
Elektromos áram előállítás
(2020-ig Magyarország
300 MW_e, EGEC becslése)



Csak ez a 3 GW_e fejlesztés igényel $X \cdot 10^9$ € befektetést 2020-ig!!!



Kutatások – Lézer fej



GOP-1.1.1 pályázat támogatásával

Geotermikus energia hasznosítás fejlesztési lehetőségei 2020-ig

- Magyarország kiváló adottságainak és lehetőségeinek nagyobb mértékű kihasználásával, a jelenlegi földhő hasznosítás közel a 10-szeresére, 35 PJ/év nagyságúra növekedne 2020-ig.
- A geotermikus energia hasznosításra vonatkozó fejlesztési javaslatok megvalósítására 2020-ig összességében mintegy 934 mrd Ft beruházási költség szükséges, amelynek támogatási igénye: 267 mrd Ft (átlagosan 30%, áramtermelő-erőművek esetén 15%), amely 12 éves időszakra oszlik meg. Az előzetes kalkulációk szerint a projektek megtérülési ideje 8-12 év.
- 2008-ban a világon a megújuló energia iparba befektetett pénzösszeg elérte a 120 mrd \$-t!
- A gazdasági válságból való kilábalás egyik útját számos ország a megújuló energia ipar serkentésében látja. Az USA 10 éves programjában erre 150 mrd \$-t szán!



Összefoglalás: A geotermia helyzete Magyarországon

