



A geotermikus energia földtani háttere kitekintéssel Magyarországra

Dr. Buday Tamás, egyetemi adjunktus
Debreceni Egyetem, TTK, Földtudományi Intézet, Ásvány- és Földtani Tanszék



2025. 11. 05.

„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.





Tartalom

1. A geotermikus energia fogalma
2. A geotermikus energia képződése és a hő terjedése
3. A geotermikus energia leírására használható paraméterek
4. A geotermikus energiát tároló földtani környezetek
5. Magyarország legfontosabb geotermikus adottságai
6. Összefoglalás

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

2025. 11. 05.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



1. A geotermikus energia fogalma

- nem egységes definíció, szemléletbeli és egzaktságbeli különbségek
- földhő

• A geotermikus energia a Föld belsejében keletkező és tárolt energia.
- A geotermikus energia a Föld belsejében keletkező és tárolt energia, melyet energetikai hasznosítás céljából kitermelünk/kitermelhetünk.

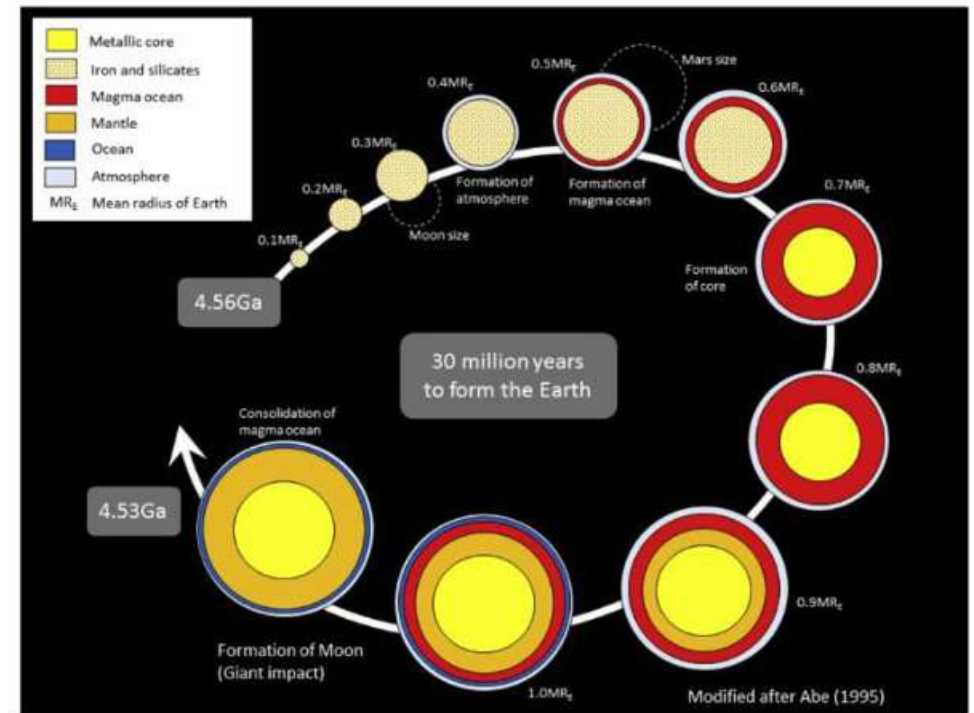




2. A geotermikus energia képződése és a hő terjedése

1. korai földfejlődés és szerkezetföldtan:
ütközések, gravitációs elkülönülés,
fázisátalakulások, frikciós hő stb.

S. Moryama, T. Ebisuzaki / Geoscience Frontiers 8 (2017) 253–274



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

2025. 11. 05.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



2. A geotermikus energia képződése és a hő terjedése

1. korai földfejlődés és szerkezetföldtan

2. folyamatos radioaktív bomlás

$$A = 10^{-5} \rho (9,52c_U + 3,48c_{Th} + 2,56c_K)$$

$$\frac{\mu W}{m^3} \quad \frac{kg}{m^3} \quad ppm \quad ppm \quad \%$$

lokálisan és emberléptékben kicsi, globálisan
(21 millió MW) és földtörténeti léptékben nagy

gránit, riolit	2,45
pala, márga	1,80
granodiorit, dácit	1,49
diorit, andezit	1,08
homokkő	0,85
agyag	0,78
mészkeő	0,62
dolomit	0,36
bazalt	0,31

Radioaktív eredetű energiatermelés

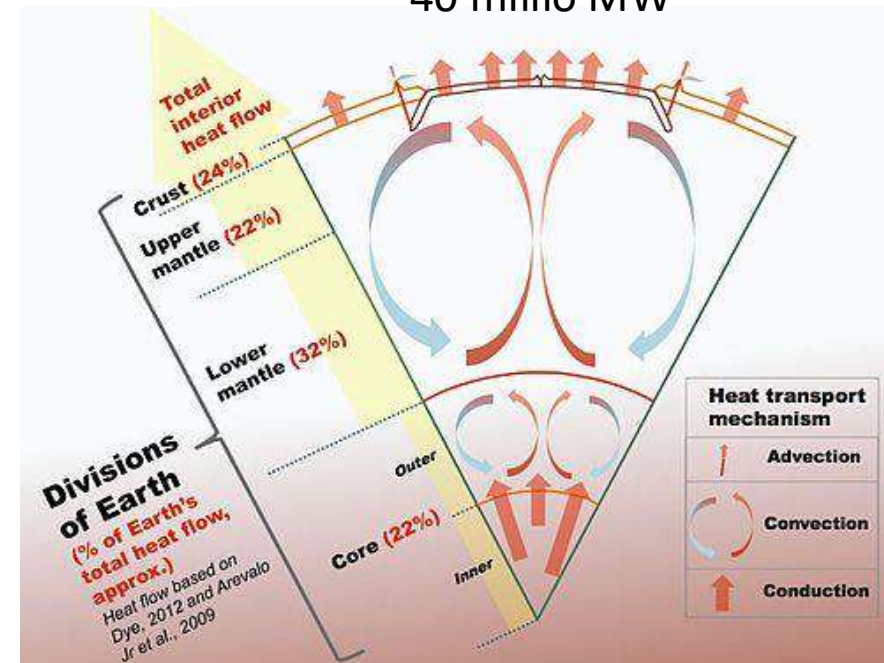
A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult meg.



2. A geotermikus energia képződése és a hő terjedése

40 millió MW

1. korai földfejlődés és szerkezetföldtan
2. folyamatos radioaktív bomlás
3. hőterjedés
4. energiavesztés a felszínen



https://en.wikipedia.org/wiki/Earth%27s_internal_heat_budget#/media/File:Heat_flow_of_the_inner_earth.jpg

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



2. A geotermikus energia képződése és a hő terjedése

hőtárolás

Theoretically useable geothermal energy with future technologies – no economic considerations

- 42,670,000 EJ stored heat energy from 15° Celsius to 3 km depth under continents, EPRI [35]
The above-stated estimate is the sum total of stored heat in EGS (34.14×10^6 EJ) and hydrothermal (8.53×10^6 EJ) resources
- 55,900,000 EJ stored heat energy from surface to 5 km depth under continents, Goldstein et al. [31]
The above-stated estimate is an interpolation between Tester et al. [36] and EPRI [35]
- 139,500,000 EJ stored heat energy from surface to 5 km depth under continents, Goldstein et al. [31]
The above-stated estimate is an interpolation between Rowley [37] and EPRI [35]
- 110,400,000 EJ stored heat energy from surface to 10 km depth under continents, Tester et al. [36]
- 403,000,000 EJ stored heat energy from surface to 10 km depth under continents, Rowley [37]
- 5,400,000,000 EJ stored heat energy to from surface 50 km depth within the earth, Dickson and Fanelli [20]
- 12,600,000,000,000 EJ stored heat energy within the earth, Dickson and Fanelli [20]

Rybach (2015)

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

2025. 11. 05.

www.svajcialap.hu



@svajcialap



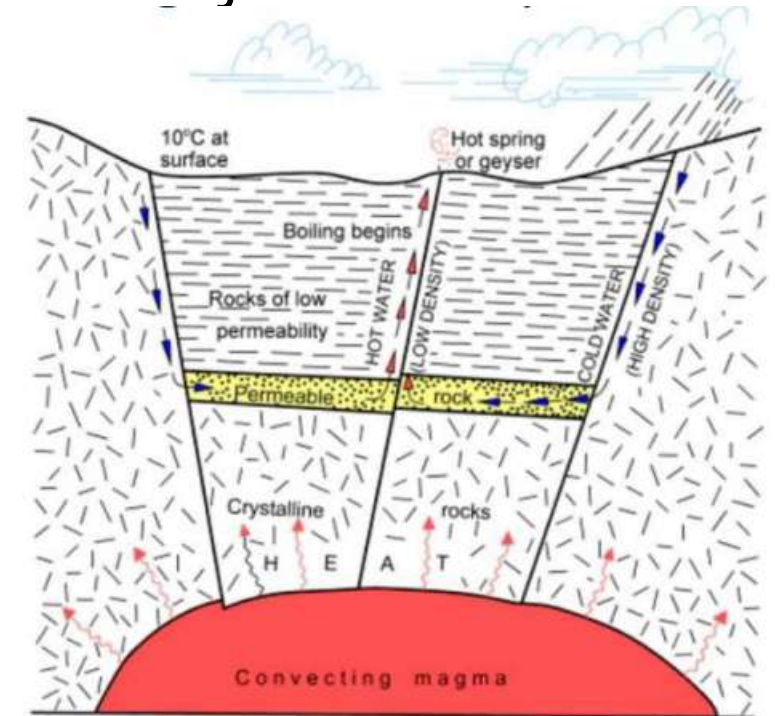
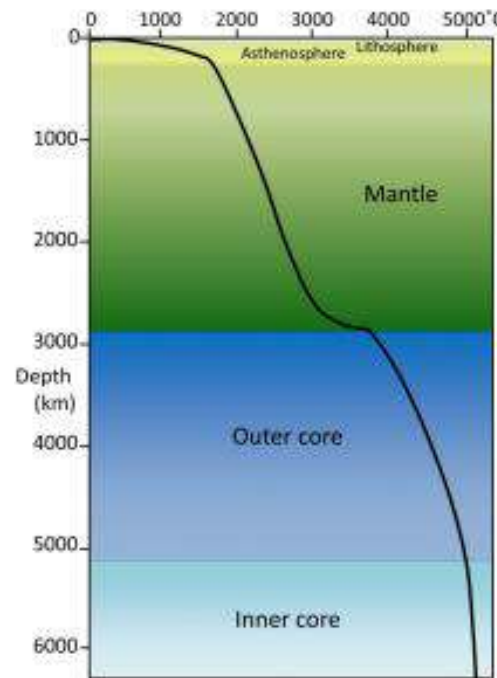
2. A geotermikus energia képződése és a hő terjedése

hőterjedés:

- hőáramlás (pl. nyitott vetők)
- hővezetés (bárhol)

$$\vec{q} = -\lambda \cdot \text{grad } T$$

$$\frac{\partial u}{\partial t} = c\rho \frac{\partial T}{\partial t} = \lambda \left(\frac{\partial^2 T}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 T}{\partial z^2} \right)$$



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

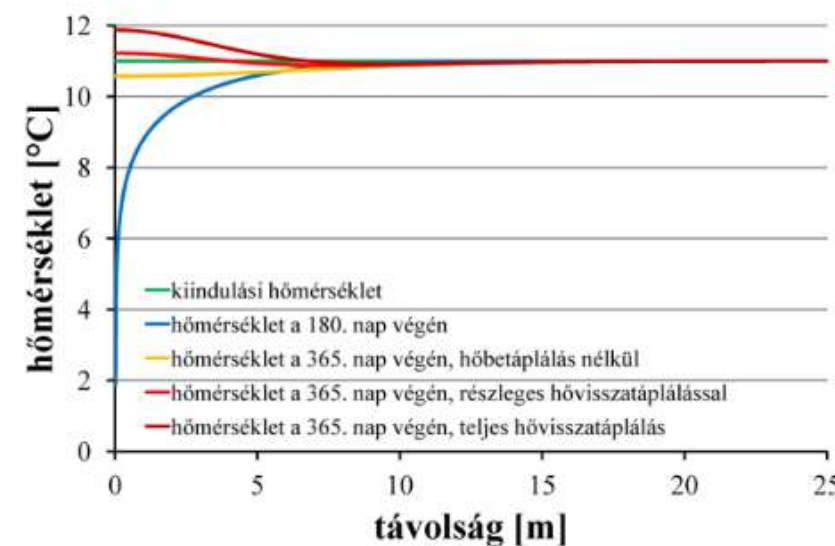
2. A geotermikus energia képződése és a hő terjedése

hőterjedés: regenerálódás

- hőáramlás – vízszint is regenerálódjon
- hővezetés – a hőmérséklet vissza tudjon állni

Matematikailag ha végtelen a távolhatás
nincs tökéletes regeneráció !

De a valódi peremfeltételek segíthetnek.

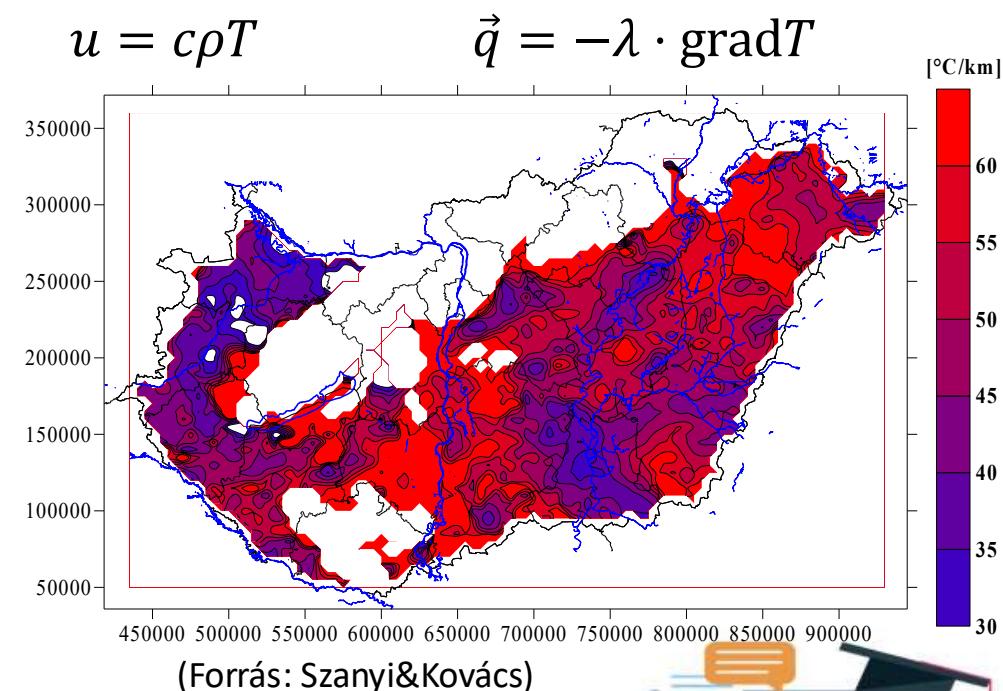
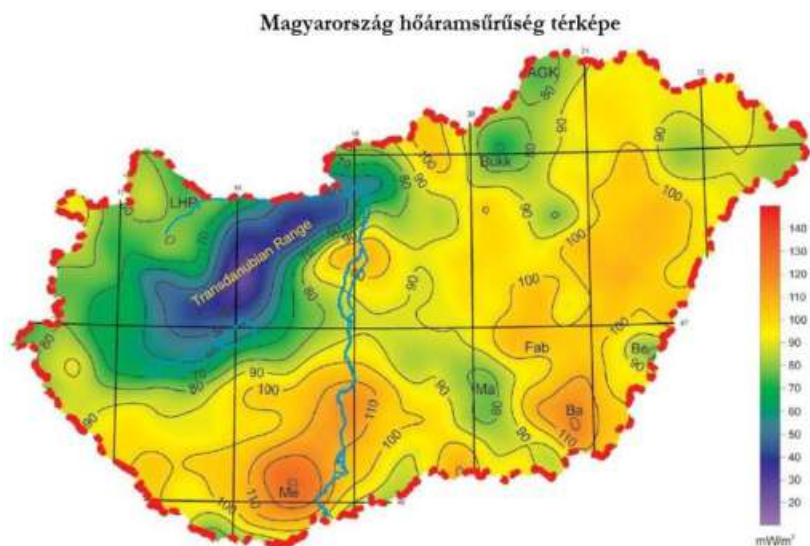


Buday (2015)



3. A geotermikus energia leírására használható paraméterek

belső energia / belső energia sűrűség ?



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

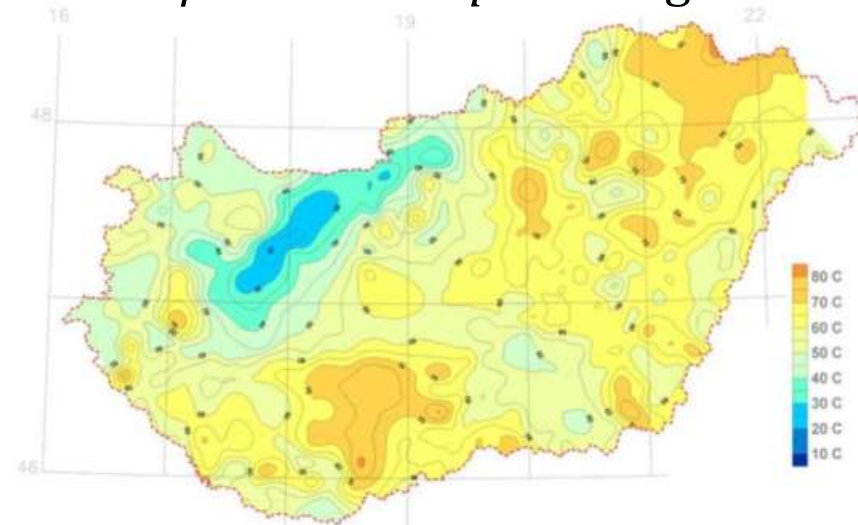


3. A geotermikus energia leírására használható paraméterek

belső energia / belső energia sűrűség

- hőmérséklet (egy adott mélységben)
- geotermikus gradiens (átlagos/pontszerű)
- hőáramsűrűség

$$u = c\rho T \qquad \vec{q} = -\lambda \cdot \text{grad}T$$



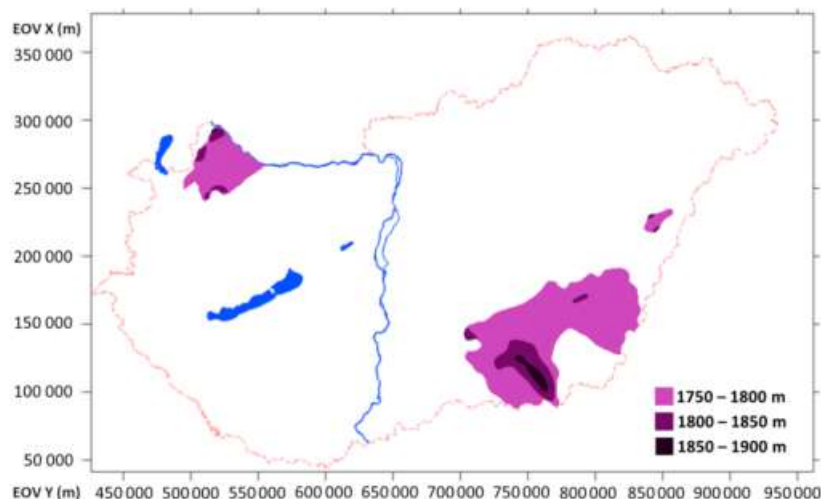
3.3 ábra: A hőmérséklet-eloszlás 1000 m mélységben a felszín alatt Dövényi és mtsai, 2001 után)
Mádlné Szőnyi et al. (2008)

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

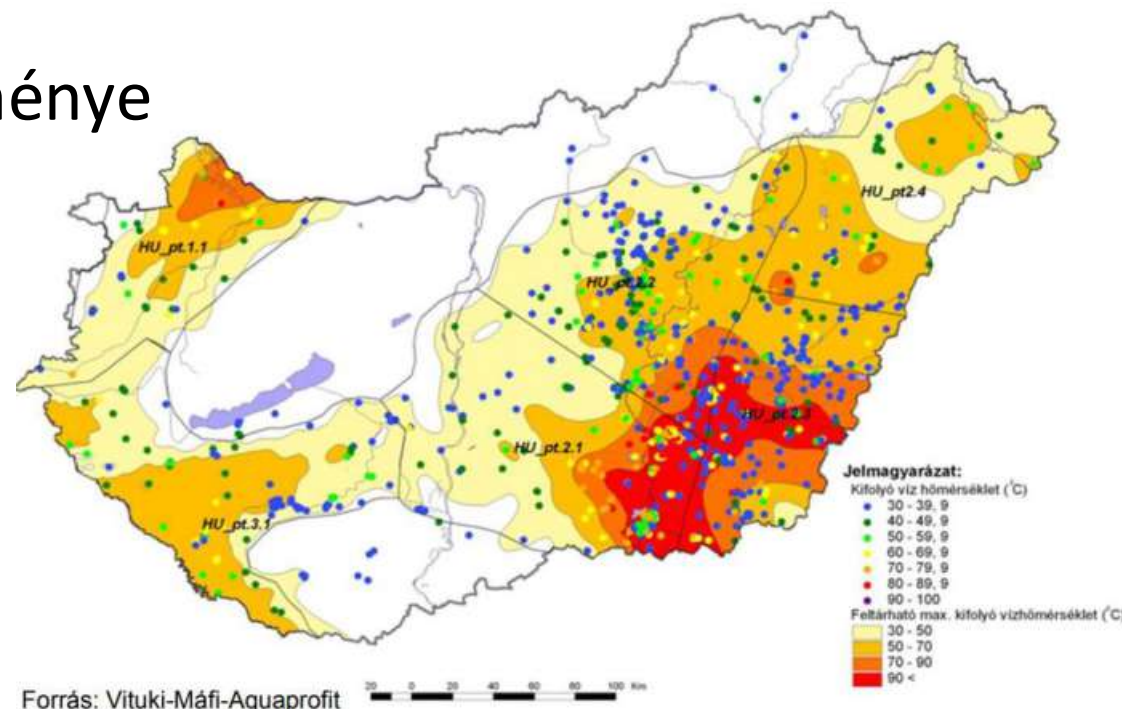


3. A geotermikus energia leírására használható paraméterek

- kifolyó víz hőmérséklet/hőteljesítménye

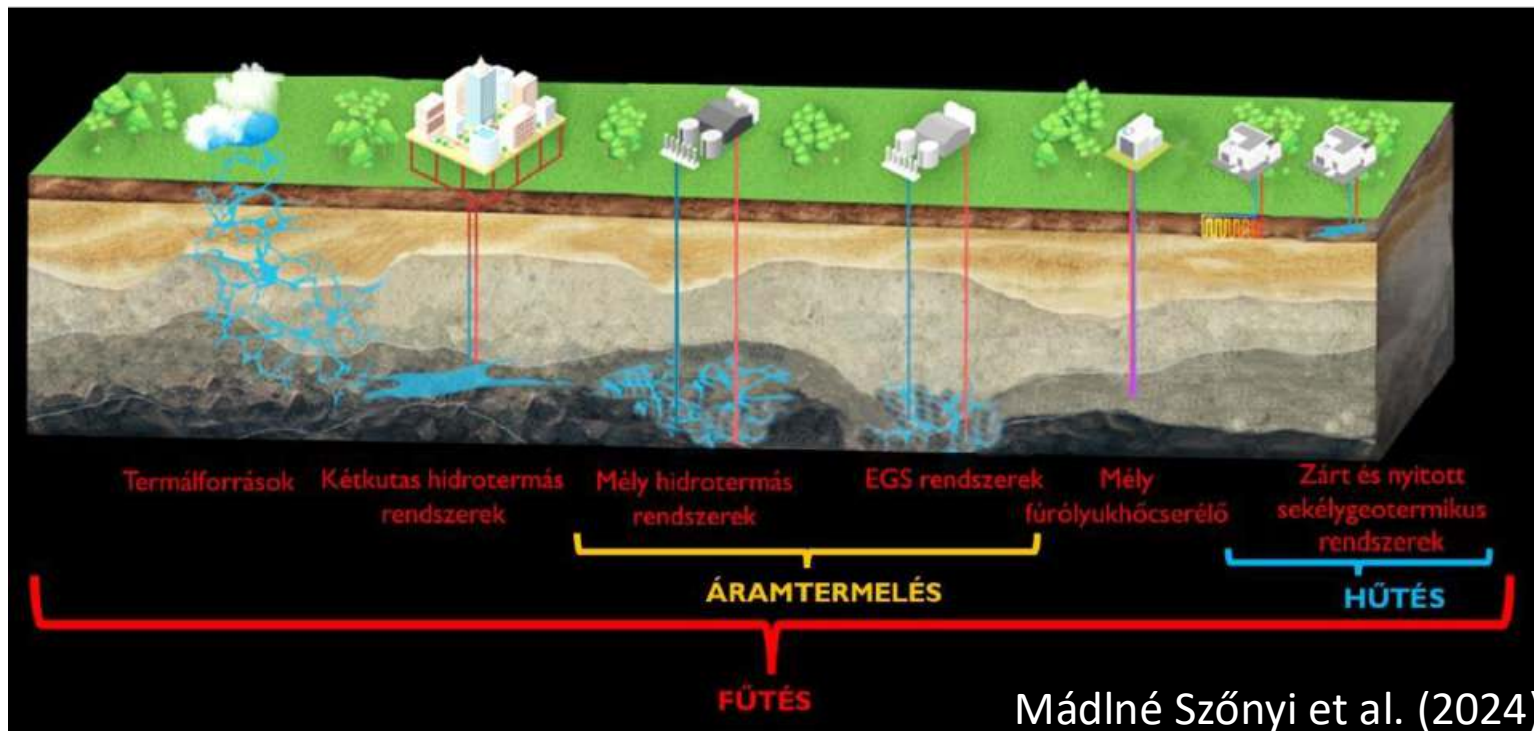


100-120 °C-os izoterma mélysége medencekitöltő
üledékben (Mádlné Szőnyi et al. 2024)



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

4. A geotermikus energiát tároló földtani környezetek



Mádlné Szőnyi et al. (2024)

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



4. A geotermikus energiát tároló földtani környezetek

- kis mélységű rendszerek:
 - nyílt vagy zárt
 - jellemzően kis hőmérséklet
 - hőszivattyús hasznosítás

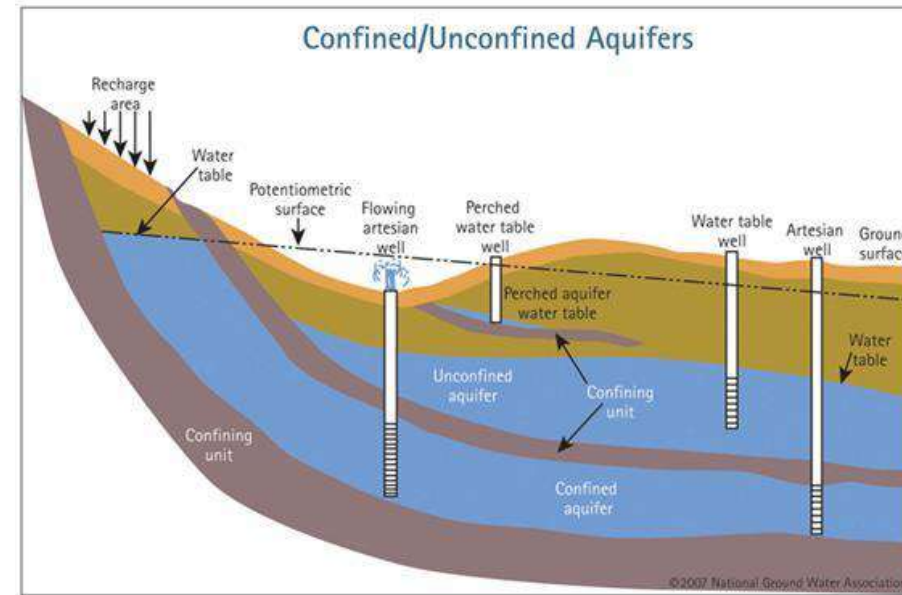


A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult meg.



4. A geotermikus energiát tároló földtani környezetek

- termálvíz kitermelés:
 - pórustér vagy hasadékokosság
 - 30 °C-ot meghaladó hőmérséklet
 - közvetlen hasznosítás (alárendelten áramtermelés)

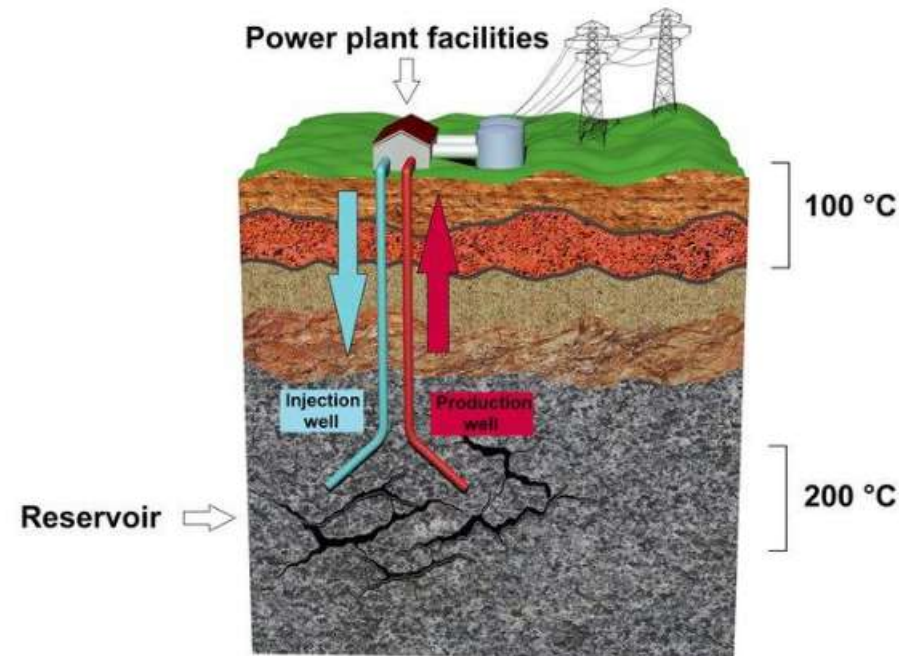


https://www.ngwa.org/images/default-source/default-album/groundwater/confined-unconfined.jpg?sfvrsn=a4bc5f13_0

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

4. A geotermikus energiát tároló földtani környezetek

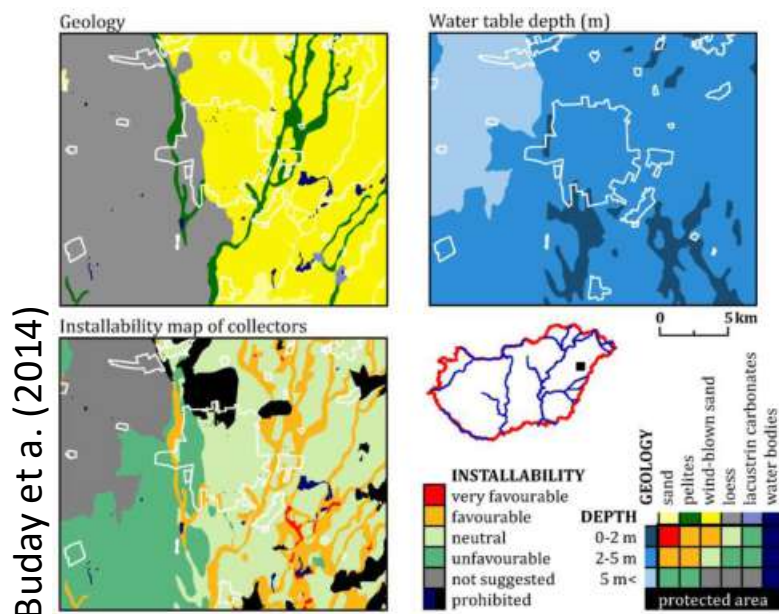
- EGS rendszerek
 - nincs elegendő természetes pórustér, de a kőzet hőmérséklete nagy
 - mesterségesen hoznak létre repedéseket
 - vizet sajtolnak be, ami ezen keresztül áramolva felmelegszik, majd kitermelik



5. Magyarország legfontosabb geotermikus adottságai

1. hőszivattyús rendszerek – majdnem mindenhol

<https://smartcity-energy.list.lu/>



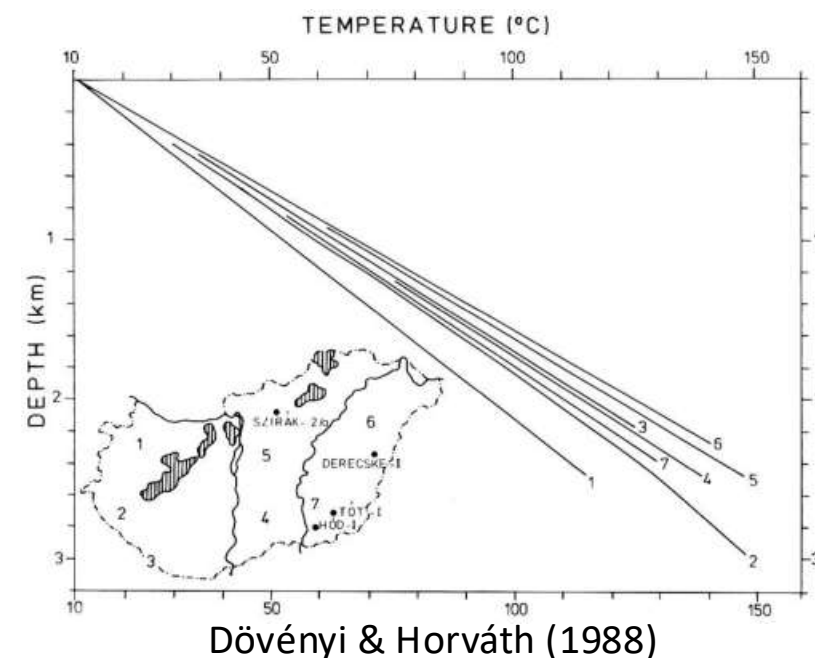
A programkomponens a Svájci Alap támogatásával és Magyarország Kormányának társfinanszírozásával valósult meg.

5. Magyarország legfontosabb geotermikus adottságai

1. hőszivattyús rendszerek – majdnem mindenhol

2. termálvíz termelés – kedvező adottságok

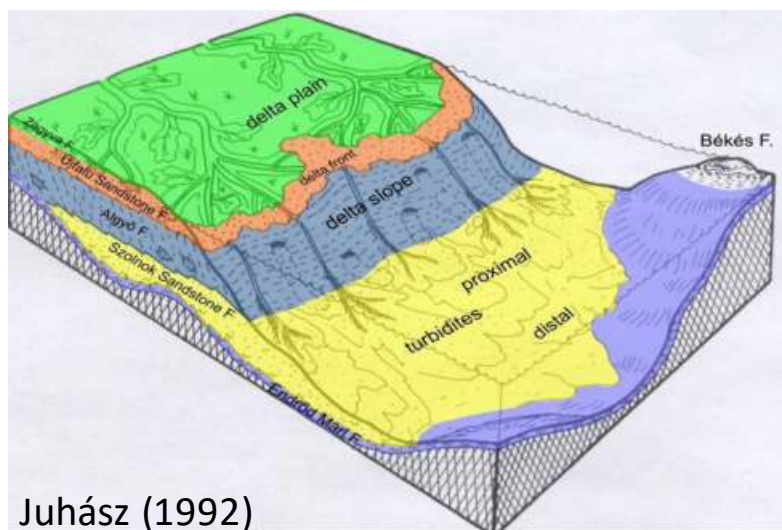
- elsősorban felső pannon homokkő
- és triász mészkő
- de más 30 °C-nál magasabb hőmérsékletű területek (pl. pleisztocén ivóvízes rétegek is)



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

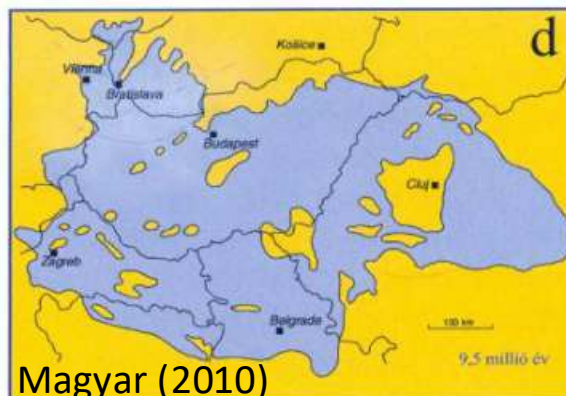
5. Magyarország legfontosabb geotermikus adottságai

2. termálvíz termelés

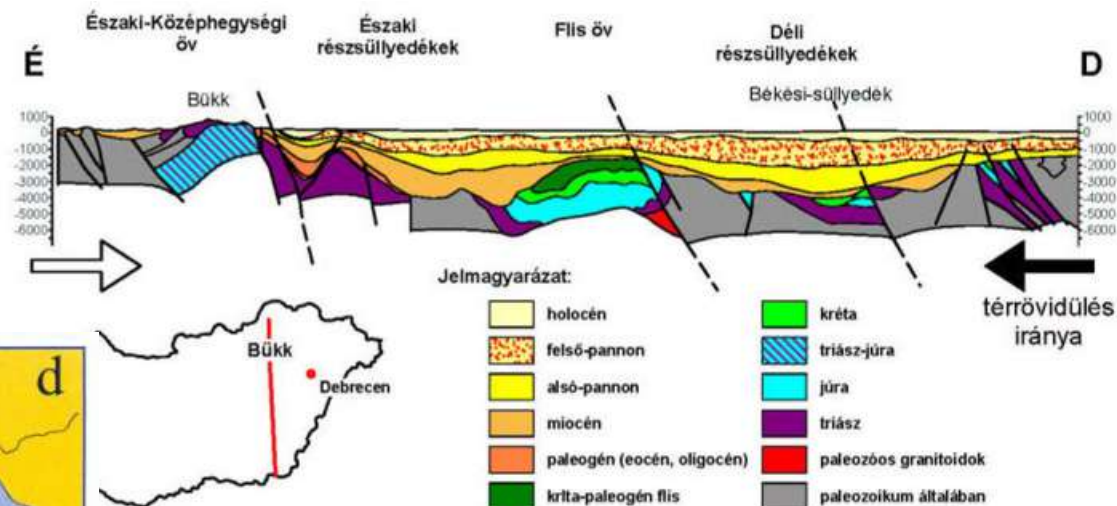


Juhász (1992)

A Pannon-tó feltöltődése



Magyar (2010)



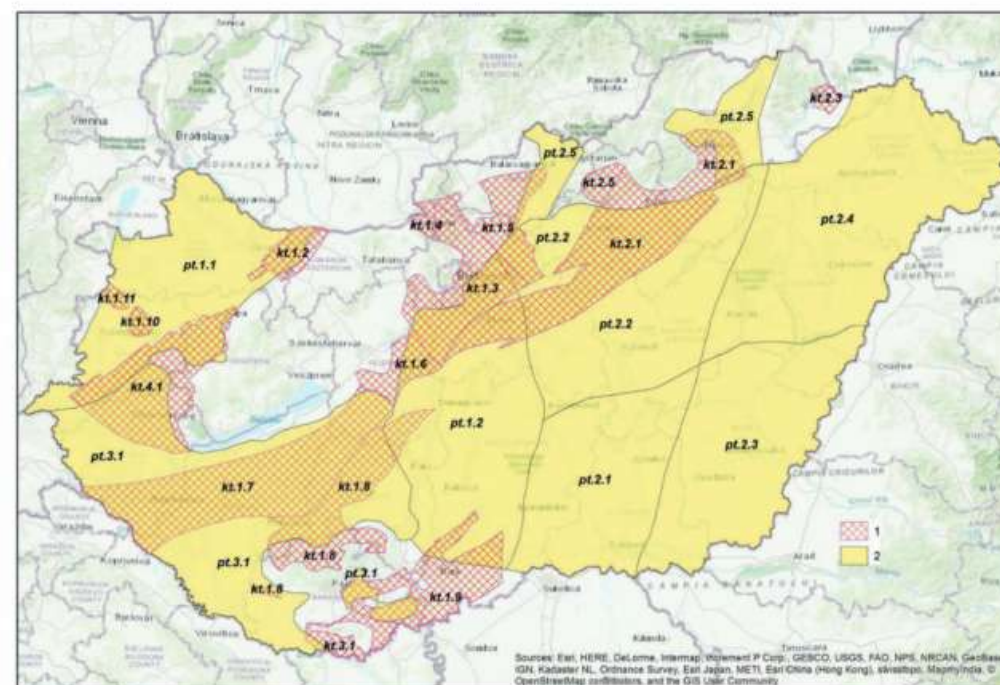
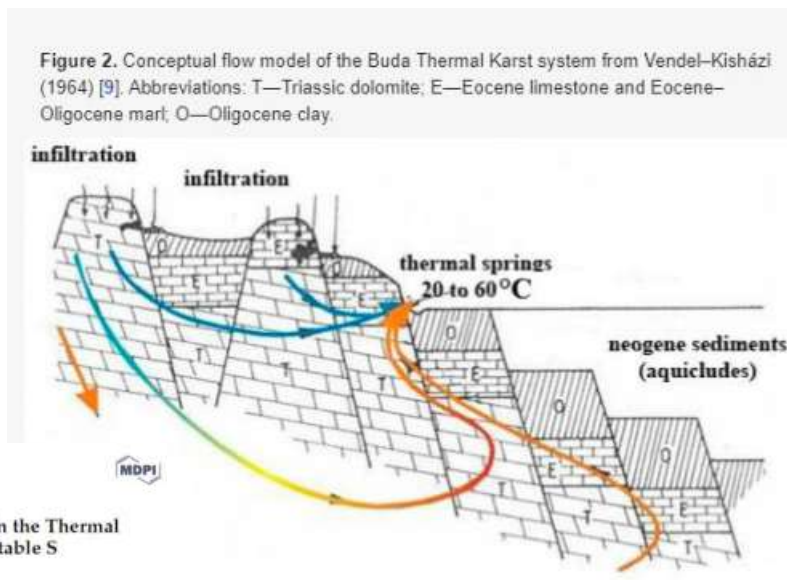
Kelet-Magyarország kéregszerkezetének földtani szelvénye
(Magyarország Nemzeti Atlaszának felhasználásával)

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



5. Magyarország legfontosabb geotermikus adottságai

2. termálvíz termelés





5. Magyarország legfontosabb geotermikus adottságai

1. hőszivattyús rendszerek – majdnem mindenhol

elvi maximum

2. termálvíz termelés – kedvező adottságok

55-60 PJ/év (porózus)

3. aljzat: hegységperemi termálkarsztok
EGS – elsősorban még elvi

130 PJ/év

tényleges

9 PJ/év (6,4 PJ/év)

Nemzeti Földhő

Hasznosítási Koncepció

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



6. Összefoglalás

- A földhő lassan utánpótlódó megújuló energia, de a készlet óriási
- A különböző földtani környezetek eltérő módon vonhatók be a geotermikus energia kinyerésébe, hagyományosan a termálvizet termeljük ki.



<https://iah2026budapest.com/>

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





6. Összefoglalás

- Földtani és technológia kihívások felléphetnek, de a jelenlegi szintnél több geotermikus energiát is ki lehetne termelni.
- Nemzetközi tapasztalatok alapján jelentősebb geotermikus energia felhasználás az igények és a gazdasági-technológiai potenciál együttes megléte esetén várható.

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





Köszönöm a figyelmet!

Dr. Buday Tamás

buday.tamas@science.unideb.hu

2025. 11. 05.

„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

