

GEOTERMIKUS ERŐMŰVEK - MÉLYGEOTERMIKUS ENERGIA

Dr. Pethő Sándor

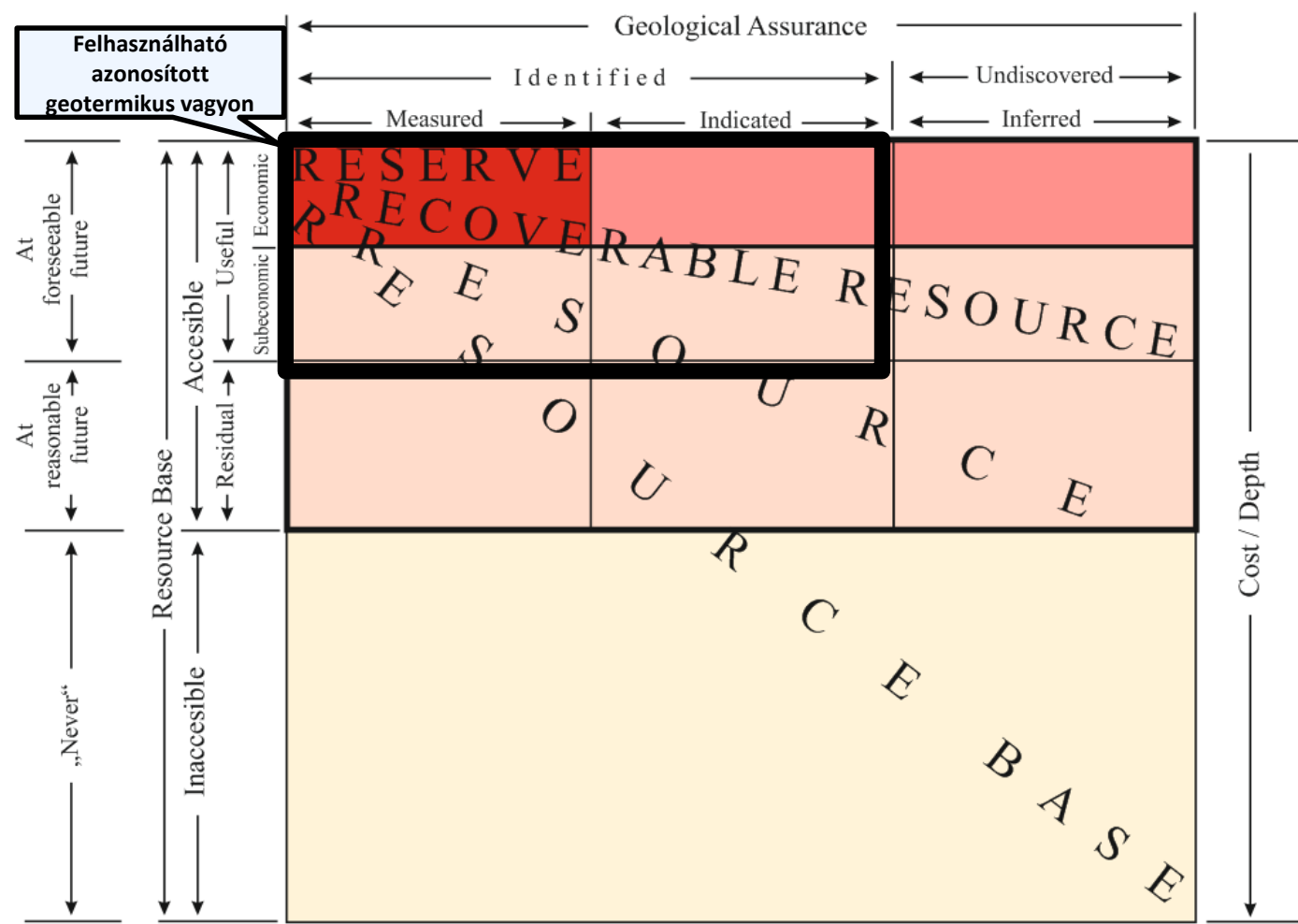
MOL Nyrt. – CEGE Zrt.

Energiapolitika 2000

Energiapolitikai Hétfő Esték

Budapest, 2019. május 13.



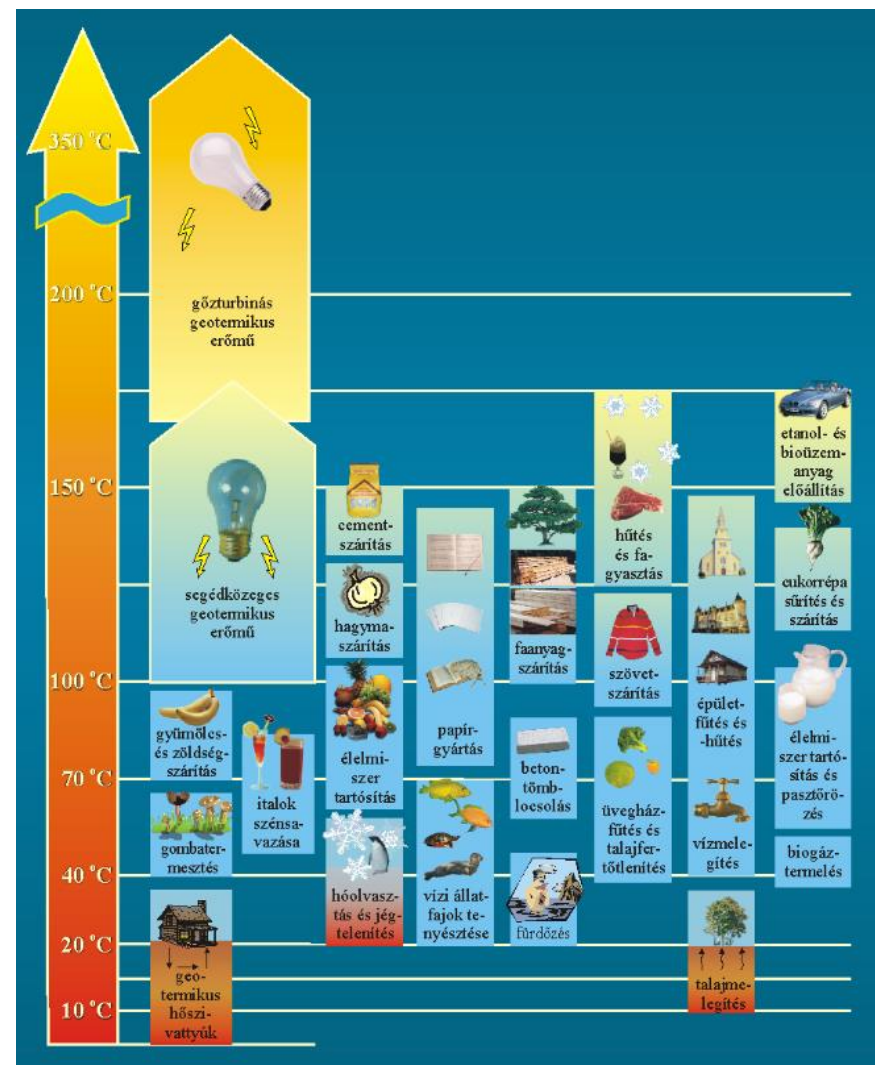


AGEGGCC geothermal nomenclature on modified McKelvey-diagram

Felhasználható azonosított (megkutatott/jelzett) geotermikus vagyon [useful identified resources] alkalmas a közeljövőben (rövid- és középtávon) történő kitermelésre a megkutatottsági szint és a gazdaságosság függvényében

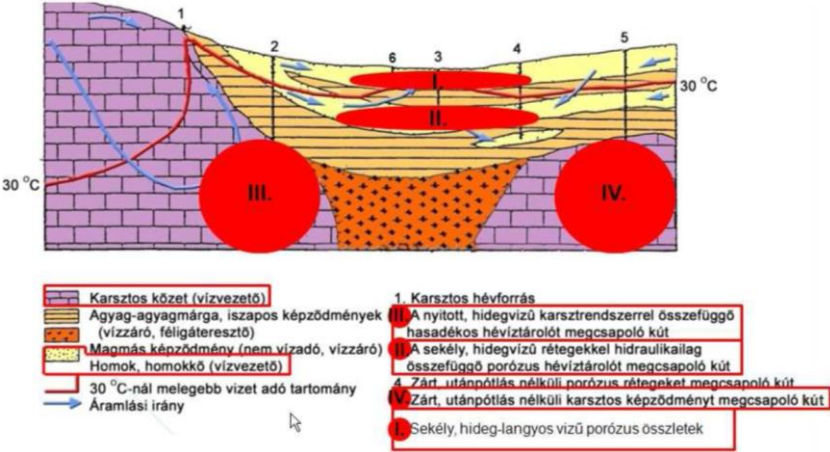
Mélygeotermikus energia-hasznosítás

- ▶ 30°C felett [jellemzően];
- ▶ Elsődleges, közvetlen hőhasznosítás
 - ▶ balneológia;
 - ▶ épület- és HMV fűtés;
 - ▶ üvegház fűtés;
 - ▶ termény szárítás;
 - ▶ állattenyésztés;
 - ▶ ipari technológiai hő;
 - ▶ hóolvasztás.
- ▶ Másodlagos, közvetett termálenergia-hasznosítás
 - ▶ hűtés [légkondicionálás];
 - ▶ elektromos áram termelés.
- ▶ Harmadlagos, járulékos ásványi anyag kitermelés
 - ▶ ásványi nyersanyag-kivonás (Li, Zn, Mn, RFF).
- ▶ Elektromos áram termelés
 - ▶ 120°C felett [kontinentális éghajlat; 'BAT'];
 - ▶ Tura, geotermikus elektromos áram termelő erőmű [Turawell-KSOrka; 2,7 MWe beépített teljesítmény]



Geotermikus energiahasznosítás lehetőségei (Lindal, 1973 nyomán elte.prompt.hu)

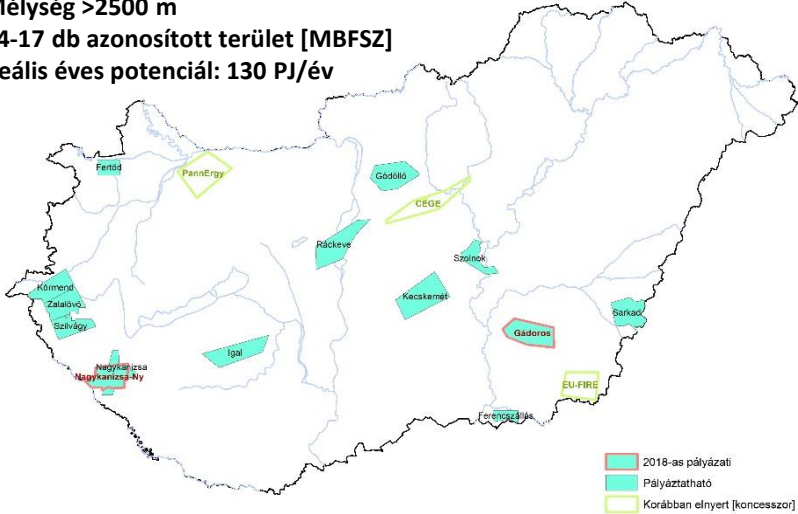
Hévíztárolók különböző típusai – Pannon-medence



Liebe P., Lorberer Á., Szócs M. & Török J. - 2001

Mélygeotermikus alaphegységi tárolók

Mélység >2500 m
14-17 db azonosított terület [MBFSZ]
Reális éves potenciál: 130 PJ/év



<https://mbfsz.gov.hu/vizsgalati-jelentes> (2019. 02. 18. 16:40)

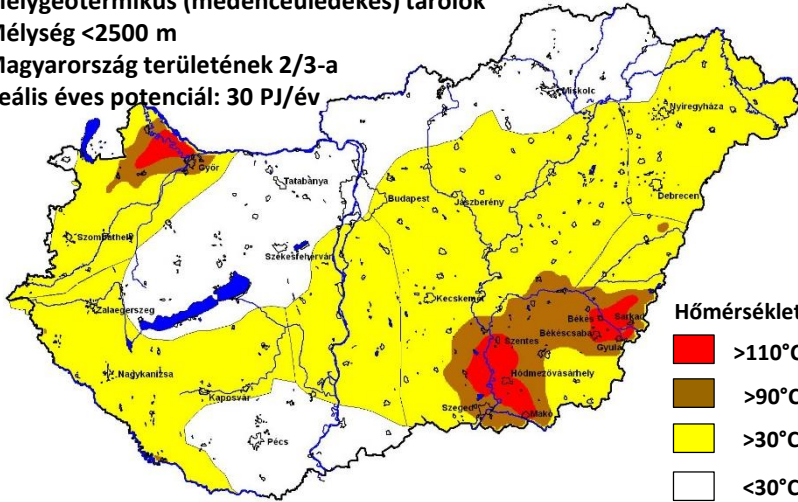
Mélygeotermikus potenciál [ÁCsT, 2017*]

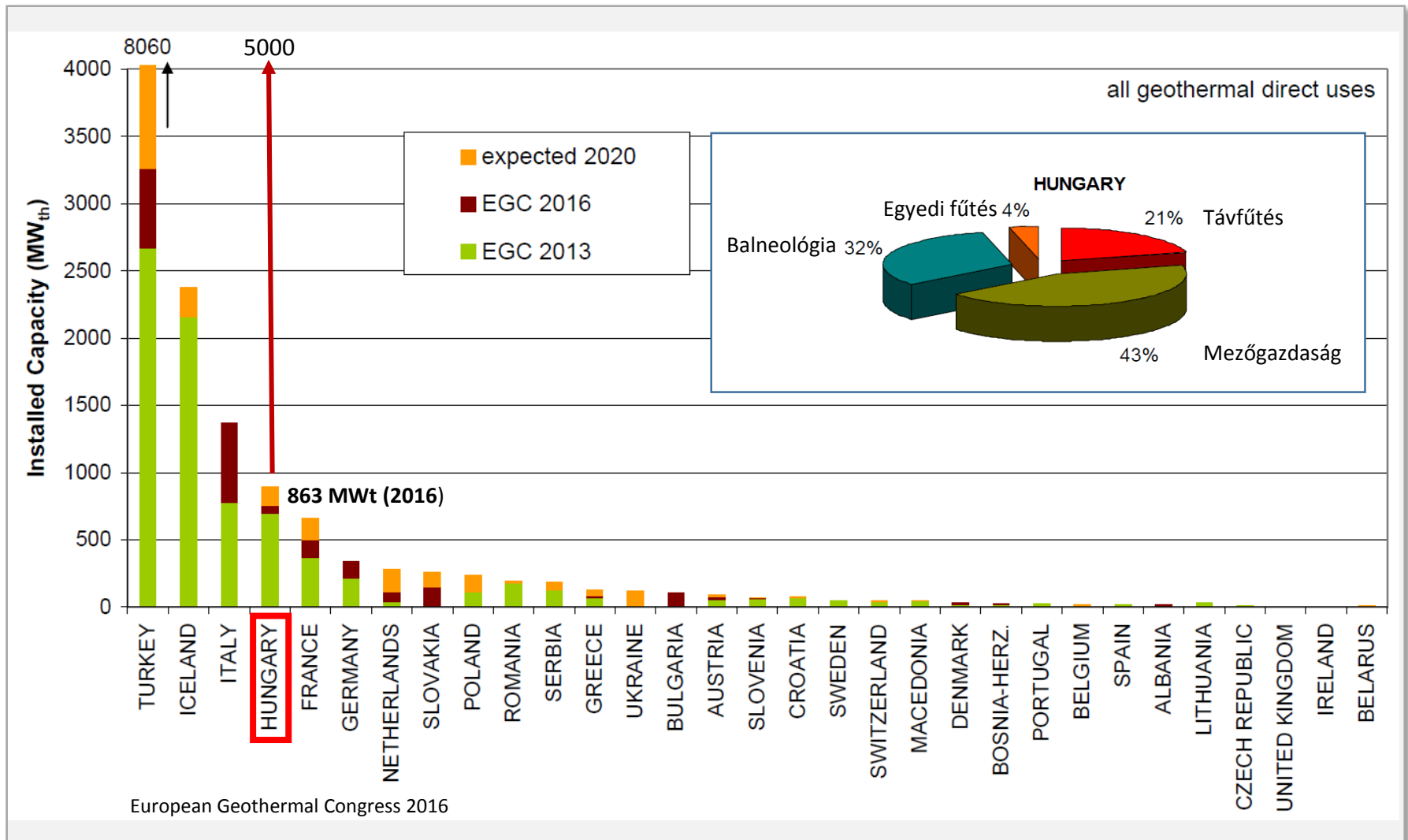
- ▶ Reális (gazdaságos) éves potenciál
 - ▶ 130 PJ/év termál, alaphegységi képződmények, 4 120 MWt;
 - ▶ (13 PJ/év elektromos, 412 MWe);
 - ▶ 30 PJ/év termál, medencekitöltő üledékek, 951 MWt.
- ▶ Készlet (kitermelt gazdaságos vagyon)
 - ▶ 9,3 PJ/év [termálvíz], 295 MWt
 - ▶ 6% [reális potenciálból hasznosított].

*Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (2017): Energetikai Ásványvagyon-hasznosítási és Készletgazdálkodási Cselekvési Terv (ÁCsT)

Mélygeotermikus (medenceüledékes) tárolók

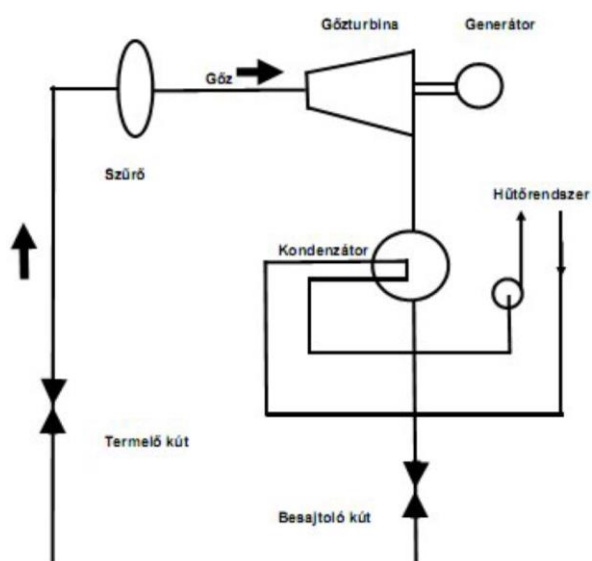
Mélység <2500 m
Magyarország területének 2/3-a
Reális éves potenciál: 30 PJ/év



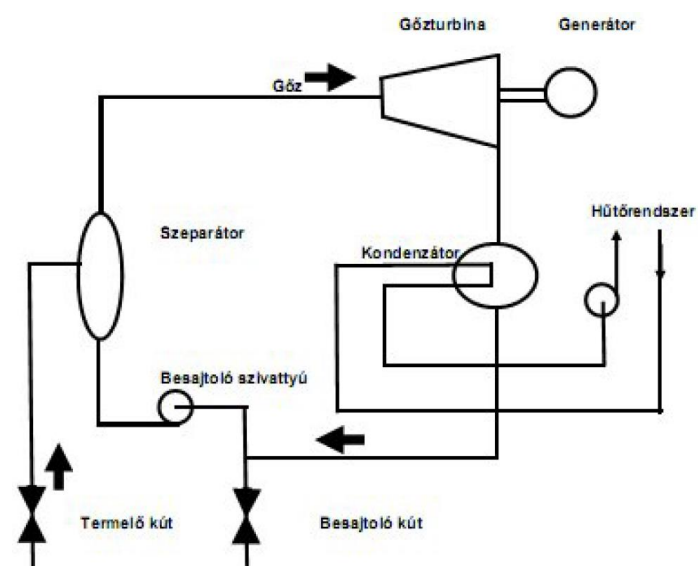


GEOTERMIKUS ERŐMŰVEK FŐ TÍPUSAI

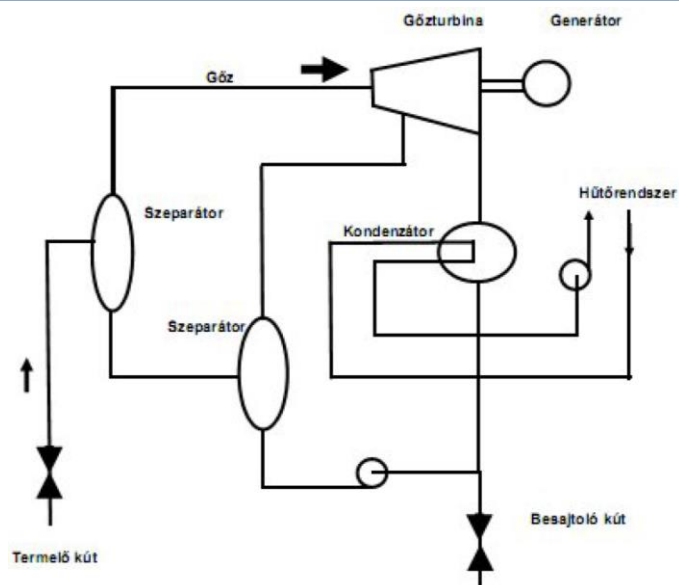
Száraz gőz (dry steam) geotermikus erőmű elvi rajza
REKK Műhelytanulmány (2009)



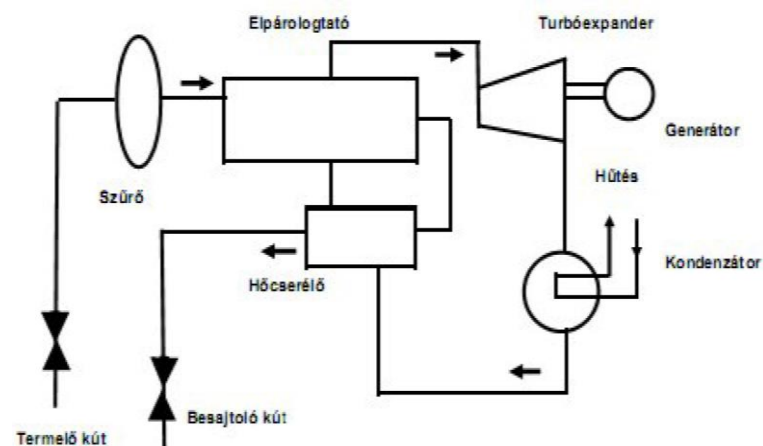
„Single flash” geotermikus erőmű elvi rajza
REKK Műhelytanulmány (2009)



„Double flash” geotermikus erőmű elvi rajza
REKK Műhelytanulmány (2009)



Bináris, ORC geotermikus erőmű elvi rajza
REKK Műhelytanulmány (2009)



Száraz gőz (dry steam) típusú erőmű

► Larderello, Toszkána, Olaszország

- $T_{\text{rezervoár}}$ @2000 m: 250-300°C
- $\dot{m}_{\text{gőz}}$: 22-69 kg/s
- $p_{\text{gőz}}$ @inlet: 2,5-14,0 bara
- $T_{\text{gőz}}$ @inlet: 127-195°C
- W_{br} : 8,8-43,3 MWe
- W_{net} : 8,3-40,7 MWe
- $H_{u,n'}$: 58-69%

► The Geysers, California, USA

► Matsukawa, Japán

► Kamojang, Indonézia

► Wiraakei, Új-Zéland

► Cove Fort, Utah, USA



Piero Ginori Conti herceg, 1904, Larderello, Olaszország (ENEL S.p.A.)

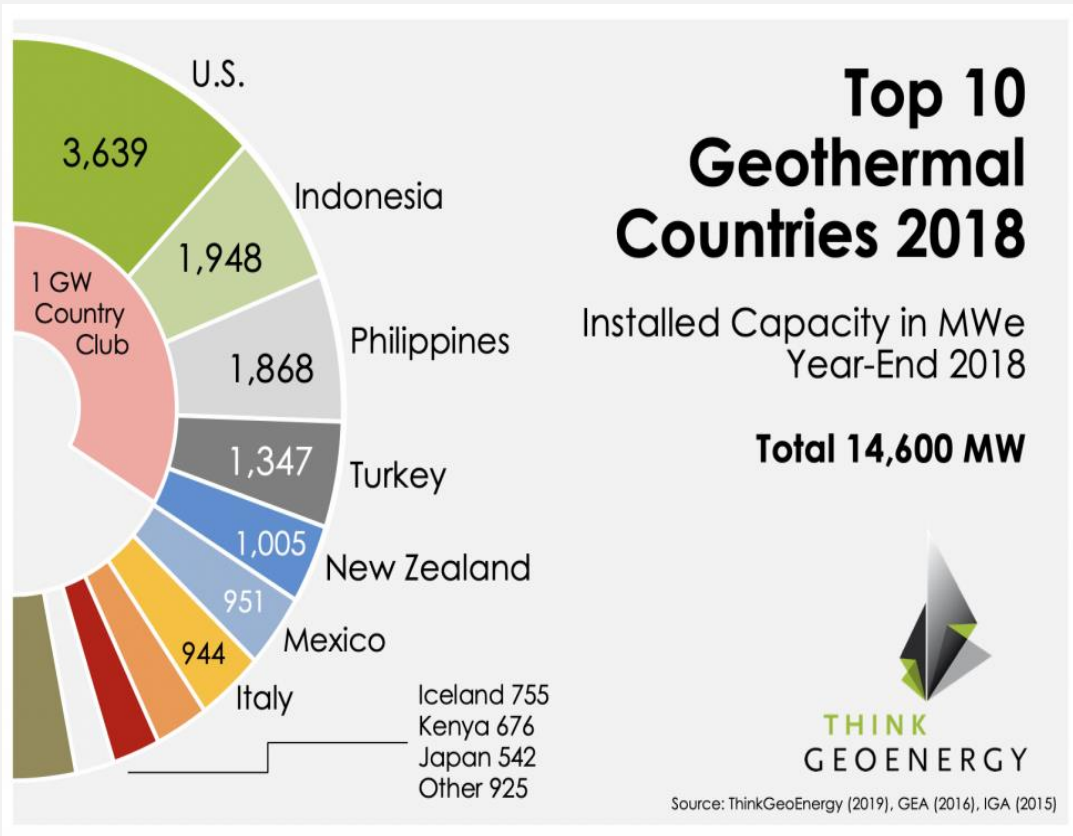


The Geysers, McCabe, 5. és 6. egységek

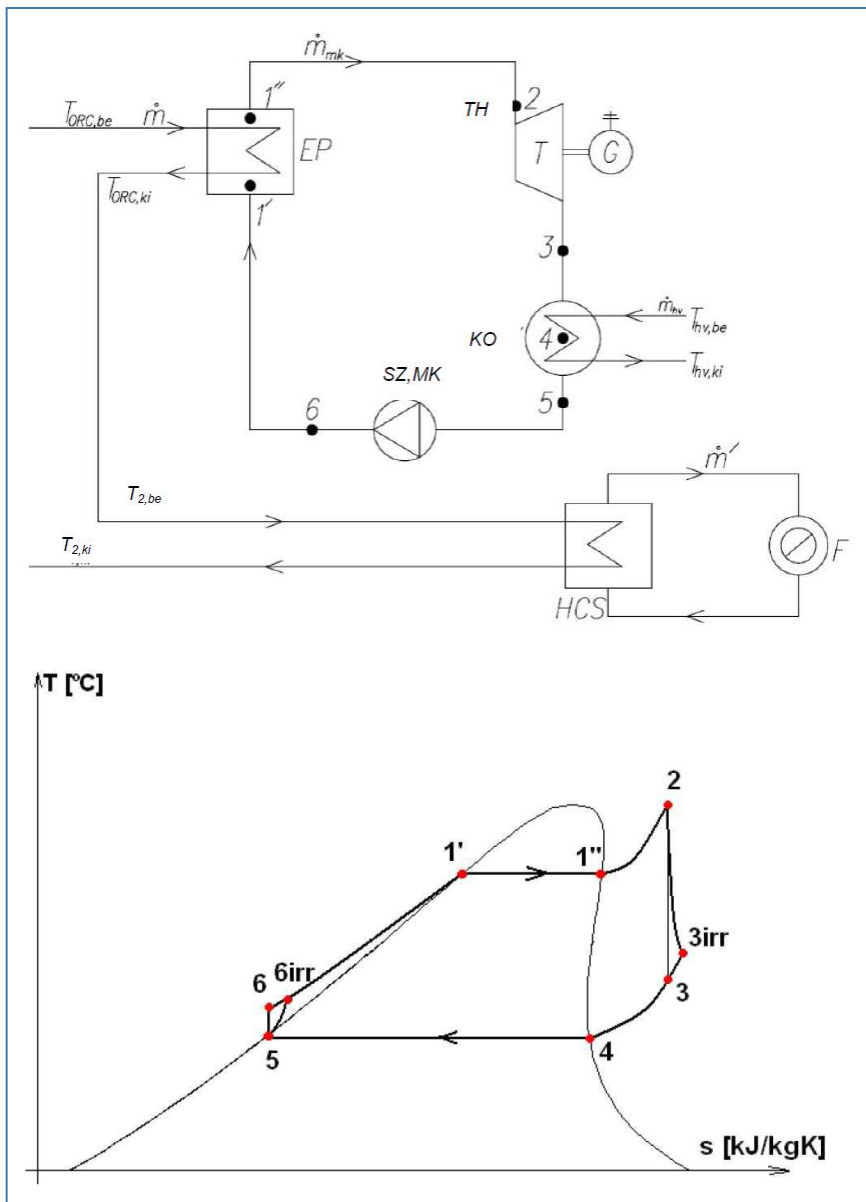
1-2-3 Flash típusú erőmű

- ▶ USA
- ▶ Indonézia
- ▶ Fülöp-szigetek
- ▶ Törökország
- ▶ Új-Zéland
- ▶ Mexikó
- ▶ Olaszország
- ▶ Izland
- ▶ Kenya
- ▶ Japán
- ▶ Kína-Tibet
- ▶ Oroszország
- ▶ Guatemala
- ▶ El Salvador
- ▶ Nicaragua
- ▶ Costa Rica
- ▶ Pápua-Új Guinea
- ▶ Portugália-San Miguel
- ▶ Franciaország-Guadeloupe

Geotermikus erőművek 'Top 10' ország és átfogó nemzetközi statisztika

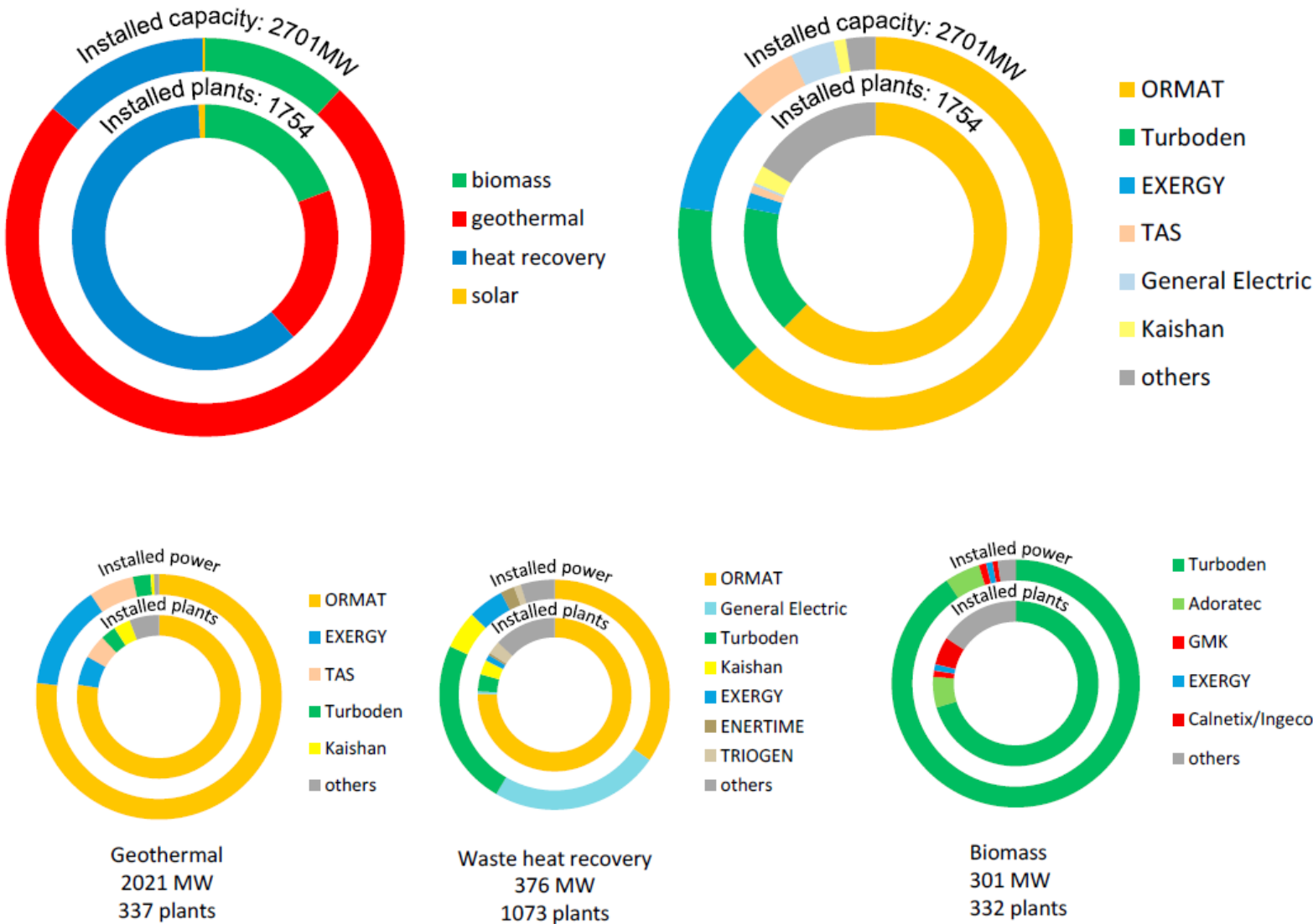


BINÁRIS ORC GEOTERMIKUS ERŐMŰVEK KÖRFOLYAMATA



Bináris ORC geotermikus erőmű
(Insheim, Németország)





ORC geotermikus erőmű – piaci részesedés a felhasználás és a gyártók alapján
(Tartiére T. és Astolfi M. – Energy Procedia, 2017)



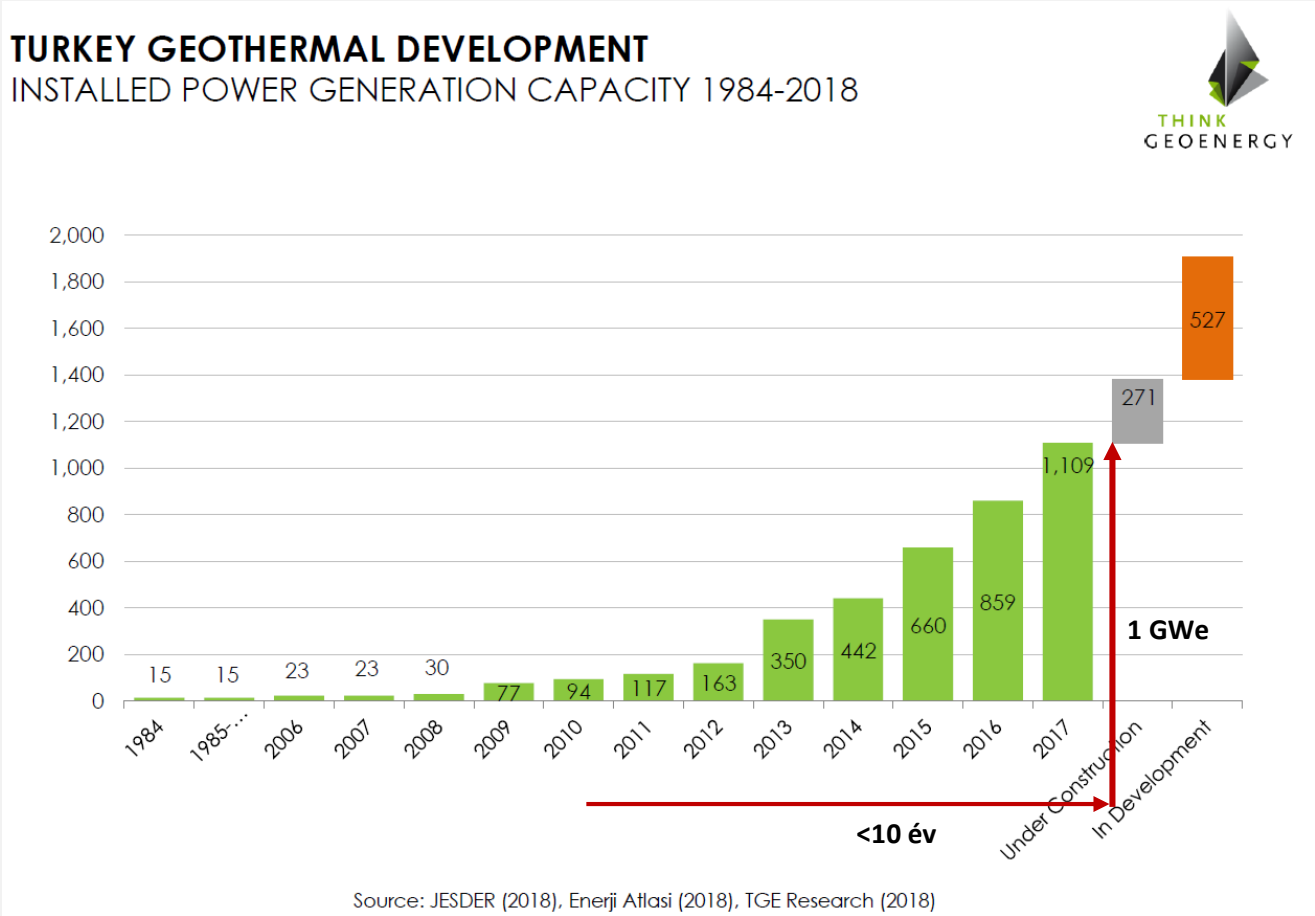
Jövőkép [ÁCsT, 2017]

► „Az elsődleges cél a hazai kitermelésű energiahordozók és ásványi nyersanyagok magyarországi kitermelése és hasznosítása, ezáltal az importfüggőség csökkentése.”

► „Geotermia: ...visszasajtolás elősegítése... További K+F+I tevékenységek alkalmazásával a geotermikus alapú villamosáram termelés megalapozása.”

*Nemzeti Fejlesztési Minisztérium (2017): Energetikai Ásványvagyon-hasznosítási és Készletgazdálkodási Cselekvési Terv (ÁCsT)

- Magyarország világviszonylatban számon tartott kedvező geotermikus adottságokkal rendelkezik
- Kihasztnátlan (6%!) a hazai mély-geotermikus reális éves potenciál
- Európai összevetésben előkelő helyzeten még számottevően javítani lehetne
- Termálfelhasználás számtalan ágán túl a zsinór teljesítményt biztosító geotermikus alapú áram termelésnek is létjogosultsága van
- Tudományos és üzleti alapon összevethető nagyságrendben geotermikus alapú elektromos áram termelő projekteket lehetne generálni
- Támogatási rendszerben a geotermikus áramtermelő erőműveket teljes teljesítmény-spektrumban kívánatos [$>0,5$ MWe] kezelni
- KÁT után belépő Támogatott Áramátvételi Rendszerekben a geotermiát érintő versenyhátrányt (magas fajlagos beruházási költség) kívánatos kezelni, mivel jelenleg nem versenyképes a prémium-pályázatokon
- Kezdeti magas földtani kockázat kezelésére Állami fúrás kockázati alap létrehozása javasolt.



KÖSZÖNÖM A FIGYELMET!

Dr. Pethő Sándor, MOL Nyrt. – CEGE Zrt.

Energiapolitika 2000

Energiapolitikai Hétfő Esték

Budapest, 2019. május 13.