

Energiahordozók

A Földre jellemző energiák	EJ*
Az emberiség jelenlegi primerenergia-felhasználása egy év alatt	$4 \cdot 10^2$
Az emberiség éves primerenergia-felhasználása egy évszázad múlva	$(3-4) \cdot 10^3$
Az emberiség kumulált primerenergia-felhasználása napjainkig	$2,5 \cdot 10^4$
A Földet érő napsugárzás egy év alatt	$5,6 \cdot 10^6$
Feltételezhető ásványi tüzelőanyag-vagyon	$3 \cdot 10^5$
Hasadóanyag vagyon mai technológiával	$2,1 \cdot 10^6$
Jelenlegi technikával kiaknázható évenkénti megújuló energia	$(5-10) \cdot 10^2$
A biológiai élet évenkénti energiaigénye a Földön	$(3-4) \cdot 10^3$
Az emberiség egy évi táplálékának energiaértéke	0,15
A Föld hőtartalma	10^{13}
A Föld tömegének energia-egyenértéke	$5,3 \cdot 10^{26}$
A tengely körüli forgás kinetikus energiája	$2,6 \cdot 10^{11}$
A Nap körüli keringés kinetikus energiája	$2,7 \cdot 10^{15}$
Mozgás a Naprendszerrel a Herkules csillagkép felé	$1 \cdot 10^{15}$
Keringés energiája a Tejútrendszer középpontja körül	$1,5 \cdot 10^{17}$

* 1 EJ = 10^{18} joule (= 0,27 PWh)

**toe [1 toe=42 GJ] vagy PJ [10^{15} J].
Mértékegységek közötti átváltás! (1 kWh=3,6 · 10⁶ J)**

Dr. Pátzay György

1

- A föld energia-forrása a nap, $11,4 \cdot 10^{33}$ J/év energiát sugároz, melynek $2 \cdot 10^{-9}$ -ed része,
 $5,7 \cdot 10^{24}$ J/év jut a földre:
 - $3,3 \cdot 10^{24}$ J/év a légkörben elnyelődik,
 - $2,4 \cdot 10^{24}$ J/év jut a földfelszínre.
 • A napsugárzás energiája
 - hő, helyzeti, mozgási és kémiai kötött energiává ($5,85 \cdot 10^{20}$ J/év alakul.
 [0,00024-ed része] kötődik meg a növényzetben)

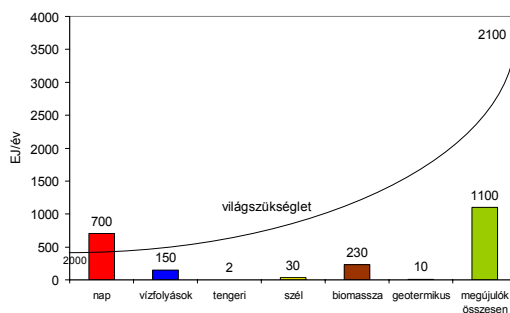
Teljesítmény- és energiasűrűségek

Energiaforrás	Teljesítménysűrűség, kW/m ²	Energiasűrűség, MJ/kg
Napsugárzás átlaga Európában	0,16	
Szél, 10 m/s	0,6	
5 m/s	0,07	
Geotermikus hőáram	$5 \cdot 10^{-5}$	
hőhordozó, termálvíz		0,2
gőz		3,8
Gőzkazán fűtőfelülete	10^3-10^4	
Víz, 10 m csészemagasság		$1 \cdot 10^{-4}$
100 m esés magasság		$1 \cdot 10^{-3}$
Szén, egyezményes fűtőérték		29,3
Olajtermék, egyezményes fűtőérték		42,0
Földgáz, átlagérték		36
Tűzifa, átlagérték		12
235-ös U izotóp		$8 \cdot 10^7$
Természetes uránérc, mai technikával		$5 \cdot 10^5$
Fűző (D, T)		$4 \cdot 10^8$

Dr. Pátzay György

2

Megújuló energiák mint potenciális éves energiaforrások



Energiafajta	Elméleti határ	Energiaérték, 10^{21} J
Napsugárzás szárazföldön	22 TW	0,7
Szárazföldi vízfolyások	5 TW	0,15
Tengeri energiák	2 EJ/a	0,002
Szélenergia	1 TW	0,03
Biomassza	230 EJ/a	0,23
Geotermikus energia	5-10 EJ/a	0,005-0,01
Összesen		1,117-1,122

Dr. Pátzay György

3

Az IEA előrejelzései alapján a következő megállapítások tehetők:

- A világ energiaigénye a jövőben is a fosszilis energiahordozókra „kell” hogy támaszkodjon
- A fosszilis energiahordozók mennyisége a következő két évtizedben biztosítottak tűnik
- Növekedik a világ országainak kőolaj import függése, mely főleg a Közel-Keletről származik
- Az OPEC megnövekedett kőolaj exportjának több mint a fele a fejlődő ázsiai országokba fog kerülni, ezen belül Kína olajimportja meghatározó lesz.
- A volt Szovjetunió kőolaj exportja valószínűleg 2020-ban éri el a maximumot.
- A hatékony és tiszta földgáz felhasználás várhatóan gyorsan nő a következő két évtizedben, ha a termelésbe és a felhasználásba jelentős beruházások kerülnek.
- Az elektromos áram termelésében a szén továbbra is fontos szerepet fog játszani, Kínában ezen felül még az ipari termelésben is.
- A villamos energia termelés részaránya növekedni fog.
- A növekvő fosszilis energiahordozó felhasználás miatt várható a szén-dioxid kibocsátás növekedése.
- A környezetvédelmi kérdések az energetikában döntő jelentőséget kapnak a jövőben.
- A nukleáris energiatermelés és a megújuló energiaforrások alkalmazása a következő húsz évben gazdaságilag kevésbé lesznek versenyképesek, de a környezetvédelmi kérdések ezt a prioritást átrendezhetik.

Dr. Pátzay György

4

Kétfelyek-ellenvélemény:

- A kőolaj és földgáz készletek mennyisége ugyan rövid távon elegendő, de a kitermelési költségek gyorsan emelkedni fognak és így túl drága energiaforrások lesznek. Hosszú távon pedig a fosszilis készletek teljes kimerülésével kell számolni.
- A Földön a tüzelés következtében kibocsátott CO₂ mennyisége közvetlen azonnali környezetvédelmi katasztrófával fenyeget, ezért nem szabad több fosszilis tüzelőanyagot felhasználni.
- A véges mennyiségű fosszilis kimerülő energiaforrásokat halálos vétek eltüzetni, mikor azok alapvető vegyipari nyersanyagok.
- A fosszilis energiahordozón alapuló energiatermelés energiasűrűsége túl kicsi, hatalmas anyagtömegeket kell megmozgatni és hatalmas tömegű hulladék keletkezik.

Dr. Pátzay György

5

A XIX. századtól az emberiség energiaigénye folyamatosan nőtt és ez az igény növekedés vésszesen emelkedő hatványfüggvény szerint változott. A következő ábrán azt szemléltetjük, hogy ha a 2000 év adatai alapján az emberiség kőolajban kifejezett éves energiaigény növekedése 7% marad, akkor a következő 10 évben az emberiség annyi energiát fog felhasználni, amennyit 2000-ig összesen fölhasznált.



Ugyanakkor a föld országainak energia felhasználása rendkívül eltérő, a fejlett ipari országok fajlagosan 8-10-szer annyi energiát fogyasztanak, mint a fejlődők.

Dr. Pátzay György

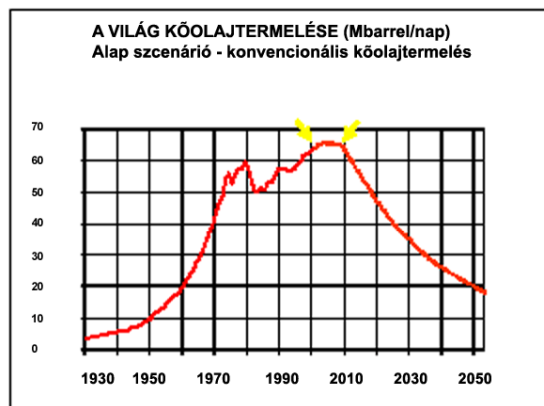
6

Kézenfekvő tehát, hogy a föld fosszilis energiakészletei végesek és a jelenlegi exponenciálisan növekvő energiaigények mellett nagyon hamar kimerülnek. Amerikai kutatók szerint évi 1%-os energia felhasználási növekmény mellett a világ olaj tartalékai 70-90 évre elegendőek, attól függően, hogy az olajpala mennyiségeket milyen becsült értékkel vesszük figyelembe. Ugyanezen értékek évi 5%-os energia felhasználási növekmény mellett már csak 36-42 évet jelentenek. Bár a világ kőolaj készleteiben a hagyományos kőolajforrások mellett a nem-hagyományos kőolajforrások (nehéz olajok, bitumenek, olajpala, szintetikus olajok, tenger alatti olajkészletek, sarki olajkészletek, magas hőmérsékletű és nyomású kitermelések, szénkonverziós és egyéb biogén előállítások) egyre nagyobb szerephez jutnak egyértelműen kimondhatjuk, hogy a szénhidrogén-alapú energiaforrások kiaknázása egyre lassabban, egyre drágábban és egyre kisebb mennyiségben történhet a közeljövőben. **A nagy olaj és gázmezőket már megtalálták, a tengerfenék kivételével nem valószínű újabb nagy szénhidrogén telepek nagyszámú felderítése.** Például az amerikai Shell 1885-óta 3600 kútjában 60 Gbarrel(9,539.109 m³) kőolajat talált az USA területén kívül, becslések szerint újabb 3600 kúttal már csak 16 Gbarrel (2,54.109 m³) kőolajat termelhetne ki. Az AMOCO 600 kúttal 15 Gbarrel(2,38.109 m³) kőolajat termelt, de ennek 93,3%-át az első 300 kút szolgáltatta. Becsléseik szerint eddig a világ konvencionális kőolaj készletéből körülbelül 822 Gbarrel (46%) olajat termeltünk ki, a tartalékok mennyisége körülbelül 827 Gbarrel, a feltárt készlet körülbelül 1637 Gbarrel (91%), valószínűleg még feltárható 151 Gbarrel és kitermelhető még 978 Gbarrel. A világ kőolaj felhasználása jelenleg 22 Gbarrel (emelkedő), a készlet éves felhasználása 2,2%/év, az új készletek feltárása pedig 6 Gbarrel(csökkenő).

Dr. Pátzay György

7

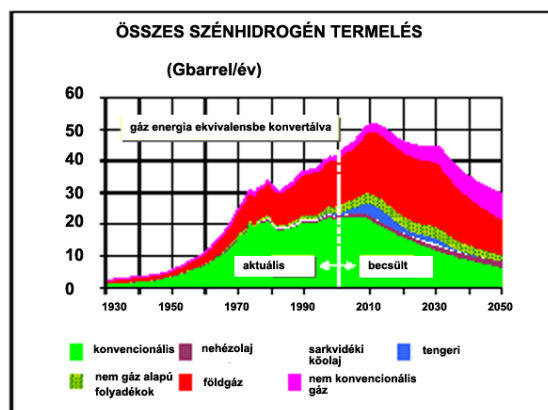
Ebből következik, hogy a felhasználás és a készlet feltárás között 1980-óta egy folyamatosan növekvő különbség jött létre. Sajátos probléma, hogy a világ ismert kőolaj készleteinek a zöme a Közel-kelet 5 országában található (Irak, Irán, Kuvait, Egyesült Arab Emírátságok és Szaúd-Arábia). Ezekben az országokban sem találtak újabb jelentős készleteket és ezért a kutatók szerint a világ konvencionális kőolaj termelésében 2010 után jelentős visszaesés várható (lásd ábra).



Dr. Pátzay György

8

Ugyanezen kutatók szerint a világ szénhidrogén alapú fosszilis energiakészleteinek eddigi és várható alakulását szemlélteti a következő ábra.



Dr. Pátzay György

9

A nehézolaj termelést (a bitumenes homokkal együtt) sötétlila szín jelöli, melynek mennyisége lassan folyamatosan növekszik. A sarkvidéki olajkitermelést (Alaszka) fehér szín jelzi. A mélytengeri olajkitermelést sötétkék színnel jelöltük, mely folyamatosan járul hozzá a szénhidrogén termeléshez és a kitermelési csúcstól túlélő ugyan, de 2040 körül megszűnik. A természetes gáz alapú folyadékokat sraffozott sötétzöld szín jelzi és együtt növekszik kitermelt mennyisége a vörös színnel jelzett földgáz kitermeléssel. A földgáz kitermelés maximumát 2020 körül éri el. A nem-konvencionális gáz (szénalapú metán előállítás, tömörpala gázok, mélytengeri zagyból fejlesztett gáz, magas hőmérsékletű és nyomású kitermelés, geotermális kutak mélységi gázai) kitermelést a lila szín jelzi.

Az egyetlen viszonylag nagyobb fosszilis energiakészlet jelenlegi tudásunk szerint a szénvagyon. Ugyanakkor a szén jelenlegi energetikai felhasználása környezetvédelmi okokból kizárt, a jövőben csak a szénből nyomás alatt, magas hőmérsékleten előállított folyékony és gáz halmazállapotú másodlagos energiahordozók használhatók föl. Becslések szerint a jelenlegi felhasználási szint mellett a szénkészlet mintegy 200 évig fedezné az energiaszükségleteinket, 2-6%-os éves energiafogyasztási növekmény mellett csak néhány évtizedre futná. Jelenleg kezd tudatosodni az energiatermelő iparban, hogy a fosszilis tüzelőanyagok elégetésével a légkörbe kerülő szén-dioxid hatása katasztrófát okozhat és sürgős emisszió mérséklést kell bevezetni világszerte. A fosszilis energiahordozók felhasználásának azonnali és drasztikus korlátozása mellett szól az a tény is, hogy a civilizációnk egyik pillérét képező műanyagok és szerves vegyületek, intermedierek létfontosságú alapanyaga a földgáz és a kőolaj és halálos vettek ezeket a nem megújuló nyersanyagokat és energiahordozókat eltüzelni.

Dr. Pátzay György

10

Energiaforrás	Rövid-leírás
Szénkonverzió	Gáz, folyékony-szénhidrogén, alkohol-stb. előállítása-szénből
Olajpala	Petróleum-típusú tüzelőanyag előállítása olajpalából
Csúcsüzemű gázturbina	A forró füstgázok turbínát hajtának a gőztermelés után
MHD	Forró plazma áthajtásával mágneses elektromos erőterem elektromos áramot gerjesztenek
Termoionos hatás	Termikus gradiens hatására elektromos áramot gerjesztenek
Tüzelőanyag cellák	Kémiai energiát elektromos energiává alakítanak
Napenergiás fűtés és hűtés	A napenergia közvetlen hasznosítása hűtésre és fűtésre napkollektorokkal
Napcellák	Szilícium félvezető cellákkal napfényből elektromos áramot állítanak elő
Napenergia termo-elektromos hasznosítása	A napenergiát hővé, majd elektromos energiává alakítják át
Szélenergia	Szélenergiát elektromos energiává alakítják
Óceánok termikus energiája	A tengervizek hőfokgradiense alapján elektromos energiát állítanak elő
Maghasadási reaktorok	Nehéz atommagok hasadásakor keletkező energiából elektromos energiát állítanak elő
Szaporító reaktorok	Maghasadásra nem hasadóképes nehéz atommagok átalakulása hasadóanyagá
Magfúzió	Könnyű atommagok egyesülésekor felszabaduló energia átalakítása elektromos energiává
Hulladék hő hasznosítás	Energiatermelő folyamatok hulladék-hőinek (60-70%) hasznosítása
Szilárd hulladékok	Energiatermelés hulladékok égetésével
Fotoszintézis	Növényekkel a napenergiát biomassza átmeneten keresztül egyéb energiává alakítják át
Hidrogén	Hidrogén-termo-kémiai előállítása, mint energiaszállító közeg

Dr. Pátzay György

11

Fentiek figyelembe vételével az energetikával foglalkozó szakértőknek el kell gondolkodniuk azon, vajon milyen forrásból elégítjük ki a világ lakosainak, a civilizációnak rohamosan növekvő energiaigényét, ha nem akarunk néhány évtizeden belül civilizációnk fejlődési lépcsőin visszalépni és szeretnénk az ún. „fenntartható fejlődést” mindenkinek biztosítani. Jelen táblázatban foglaltuk össze röviden a közeljövőben számba jöhető potenciális energiaforrásokat.

A táblázat alapján megállapítható, hogy a jövő energia forrásai között potenciálisan a napenergia valamilyen formában történő hasznosítása, a fosszilis energiahordozó szén új típusú felhasználása, a megújuló energiaforrások és a maghasadáson, magfúzió alapuló nukleáris energiatermelés lehet a közeljövő energiaforrása.

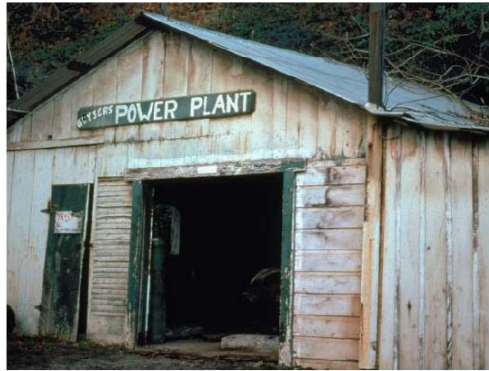
Ami ezeket az energiaforrásokat illeti, a vízenergia az egyetlen kereskedelmi méretekben alkalmazott megújuló energiaforrás. Ugyanakkor a vízenergia termelése a mainak csak kb. kétszereséig növelhető, még akkor is, ha az összes lehetséges telephelyet kihasználják. Így a vízenergia a jövő energiaigényének csak kb. 2 % át tudja kielégíteni. A biomassza-megújuló vegyi energia -mennyisége kereskedelmileg nem jelentős a világgazdaságban, de nagyon fontos a szegényebb országokban. Felhasználása megkétszereződhet intenzív mezőgazdasági és erdőgazdasági módszerek és műtrágyák használatával. Így akkori részaránya elérheti a 12 %-ot. A többi megújuló energiaforrás - úgymint szél- közvetlen napenergia - a legnagyobb erőfeszítések ellenére sem alkalmazhatók kereskedelmi méretekben. A napenergia kiaknázásával kapcsolatban már történtek előrelépések, és továbbra is intenzív kutatások tárgya, így akár a gazdaságos napenergia kérdése is megoldódhat. De a nap és a szélenergia természetéből adódó erős szétszórtság (kis koncentráció) miatt a közeljövőben várhatólag nem fognak jelentős járulékot adni az energiatermeléshez. Jelentős tartalékot jelenthet a jelenlegi energiatermelő folyamatok hatásfokának javítása, például a víz-gőz körfolyamat hatásfokának még lehetséges javítása, vagy a víznél jobb, új hőhordozó közeg „felfedezése”. Mindezeket összevetve tehát -jelenlegi tudásunk alapján - a közeljövő energiaforrásai között a nukleáris energiatermelés jelenleg megkerülhetetlen!

Dr. Pátzay György

12

A geotermális energiatermelés környezetvédelmi kérdései Magyarországon

Pátzay György, Kármánné Herr Franciska MTET



1922 - First Electrical Generation From Geothermal Steam in the U.S.

A „The Geysers” nagy amerikai geotermális erőmű első épülete

Geotermális energia

- A geotermális energia az egyik legtisztább, részben megújuló energia fajta.
- A kitermelt fluidumban lévő hőenergia közvetlenül hasznosítható, épületek, mezőgazdasági és ipari létesítmények fűtésére; vagy a magasabb hőmérsékletű fluidumok esetén villamos energia termelésére.
- A geotermális fluidumok komplex sokkomponensű, többfázisú rendszerek, melyek oldott szilárd anyag-, gáz- és szerves-anyag és szuszpendált-anyag tartalma széles határok közt változik.
- Az oldott-anyag tartalom rendszerint a hőmérséklettel növekszik és egyes nagyobb koncentrációban jelenlévő anyagok eltávolítására, vagy koncentrációjuk csökkentésére környezetvédelmi intézkedések szükségesek.
- A potenciálisan kockázatot jelentő elemek (Hg, B, As, and Cl) jelenléte esetén leggyakrabban a lehűlt vizet visszasajtolják a tárolóba.

Geotermális energia hasznosítás:

A Lindal diagramm

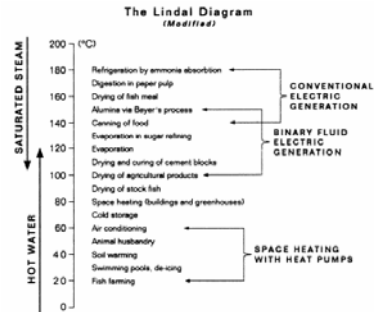
- **Közvetlen (direkt) hasznosítás** –

kis- és közepes-entalpiájú fluidumok

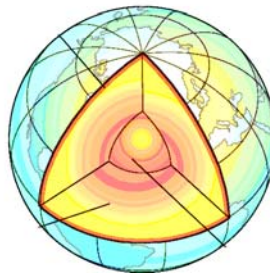
- **Közvetett hasznosítás** – elektromos energia

nagy- és közepes-entalpiájú fluidumok

- **Hőszivattyúk** – kis-entalpiájú fluidumok



(Barbier, 2002)



Kis- és közepes-entalpiájú geotermikus energia hasznosítása

1. Villamos energia termelés kis- és közepes-entalpiájú fluidumokkal

A legtöbb esetben döntően vízfázisú 175°C alatti hőmérsékletű fluidumot nyomás alatt szivattyúzzák, hogy az atmoszférikus forrást elkerüljék és hőjét hőcserélővel egy szekunder –rendszerint alacsony forrpontú szerves – hőhordozónak adják át. Ebben a bináris rendszerben a második hőhordozó propán vagy izo- bután (ORC), vagy ammónia-víz keverék (Kalina). A második hőhordozó gőze speciális turbinát forgat és generátorral villamos energiát termel.

A bináris geotermális villamos erőművek elhanyagolható a gáz és gőzemissziójuk a környezetbe, mert a második hőhordozó zárt körben áramlik és a geotermális vizet zárt rendszerben visszainjektálják a tárolóba.

Ugyanakkor az ilyen bináris geotermális erőmű hatásfoka rendkívül alacsony (néhány százalék), ezért a jövőben növelni kell a hatásfokát és csökkenteni a fajlagosan nagy beruházási költségét..

Komoly igény van egy gazdaságosabb, olcsóbb, jobb hatásfokú bináris geotermális erőműtípus kifejlesztésére..

2. Kis- és közepes-enthalpiájú fluidumok hőenergiájának közvetlen hasznosítása

A 20°C fölötti melegvíz hőenergiája közvetlenül felhasználható különböző folyamatok hőigényének a biztosítására. Így épületek, uszodák és egyéb ipari, mezőgazdasági létesítmények fűthetők, termények száríthatók, illetve használati melegvíz biztosítható. Ezek a leggyakoribb közvetlen energiahasznosítási lehetőségek, melyeket leggyakrabban többlépcsős, többfelhasználós üzemben alakalmaznak.

A közvetlen hőhasznosítást tipikusan zárt rendszerben, visszasajtolással alkalmazzák, vagy az eléggé tiszta, lehűlt vizet felszíni vizekbe bocsátják ki. A gyakorlat szerint a tárolóból kitermelt víz lehető legnagyobb részét célszerű visszasajtolni a kútnyomás és termelési hozam fenntartása céljából.

3. Geotermikus hőszivattyúk

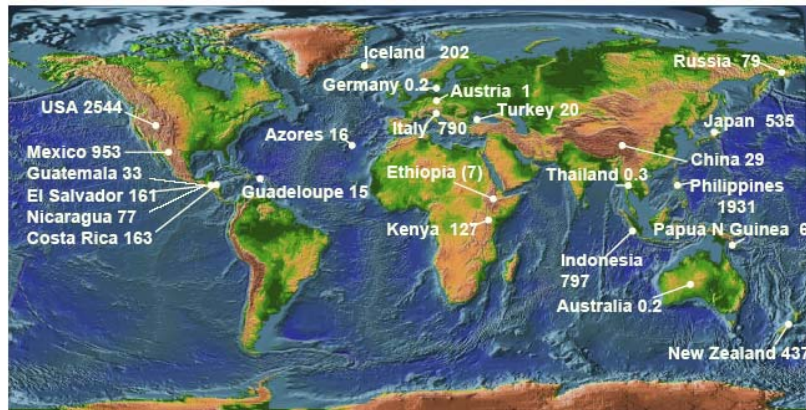
A geotermikus hőszivattyúk alkalmazása fűtési (hűtési) célokra semmilyen környezetkárosító hatással nem jár és más fűtési eljárásokkal kapcsolatos energiamegtakarítást eredményez.

A geotermikus hőszivattyúk állandó hőmérsékletű talajvíz hőjét hasznosítják fűtési és hűtési célokra.

A közel állandó hőmérséklet miatt a geotermikus hőszivattyúk energetikai hatásfoka ~30%-al magasabb, mint a levegős hőszivattyúké és 50%-al magasabb, mint az elektromos ellenállás fűtési rendszereké.

A világ **geotermális villamosenergia** termelése 2004-ben

8900 MW_e



Steingrímsson 2006

A világ **geotermikus villamosenergia** termelése 2004-ben (GWh/év)

(az első 12 ország)

**Geothermal electricity production 2004
Top 12 countries (GWh/y)**

USA	17.840
Philippines	9.419
Mexico	6.282
Indonesia	6.085
Italy	5.340
Japan	3.467
New Zealand	2.774
Iceland	1.406
Costa Rica	1.145
Kenya	1.088
El Salvador	967
Nicaragua	271



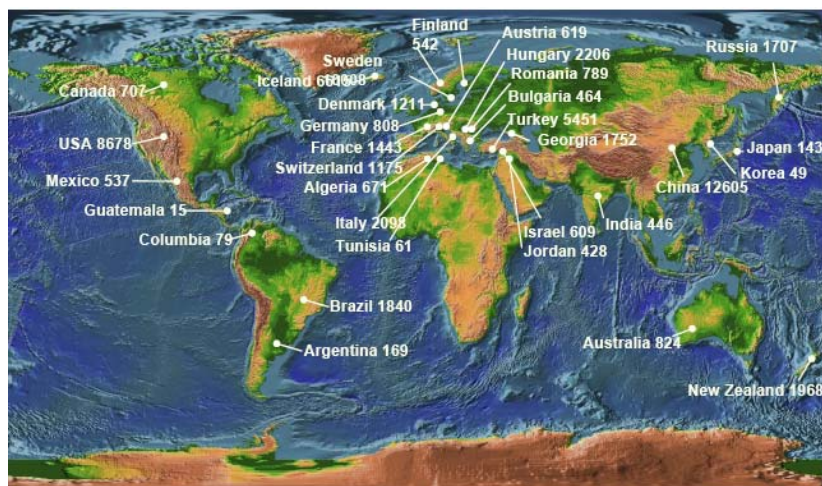
Steingrímsson 2006

Geotermikus villamos erőművek megoszlása a világon típusonként (2005)

Erőmű típus	Installált kapacitás (MWe)	Százalék	Installált kapacitás (egységek száma)	Százalék
Száraz gőz	2545	28%	58	12%
Egyszerű elgőzöltető	3295	37%	126	26%
Dupla elgőzöltető	2293	26%	67	14%
Bináris/kombinált ciklusú/hibrid	682	8%	205	42%
Ellennyomásos	119	1%	29	6%
Összes	8933	100	485	100

Bertani (2005)

A világ geotermális közvetlen energiahasznosítása 2004-ben GWh/év



Steingrímsson 2006

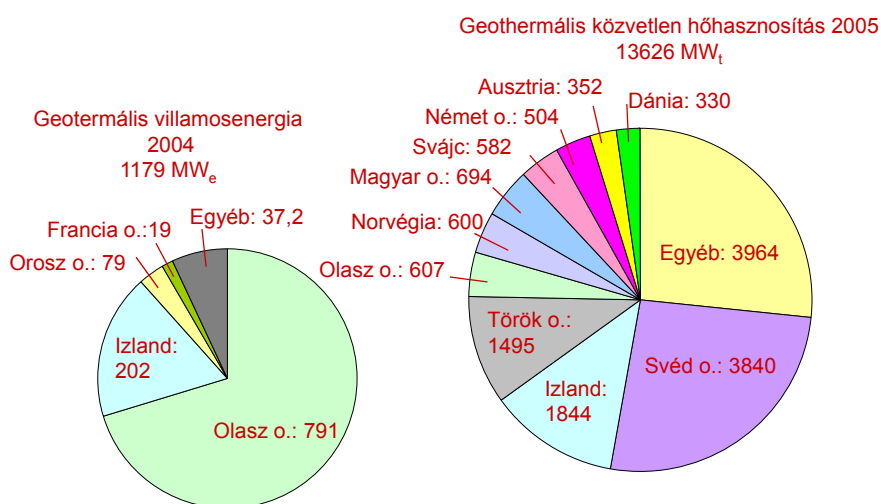
A világ első 15 közvetlen geotermális energia hasznosítója

World's top fifteen direct use countries

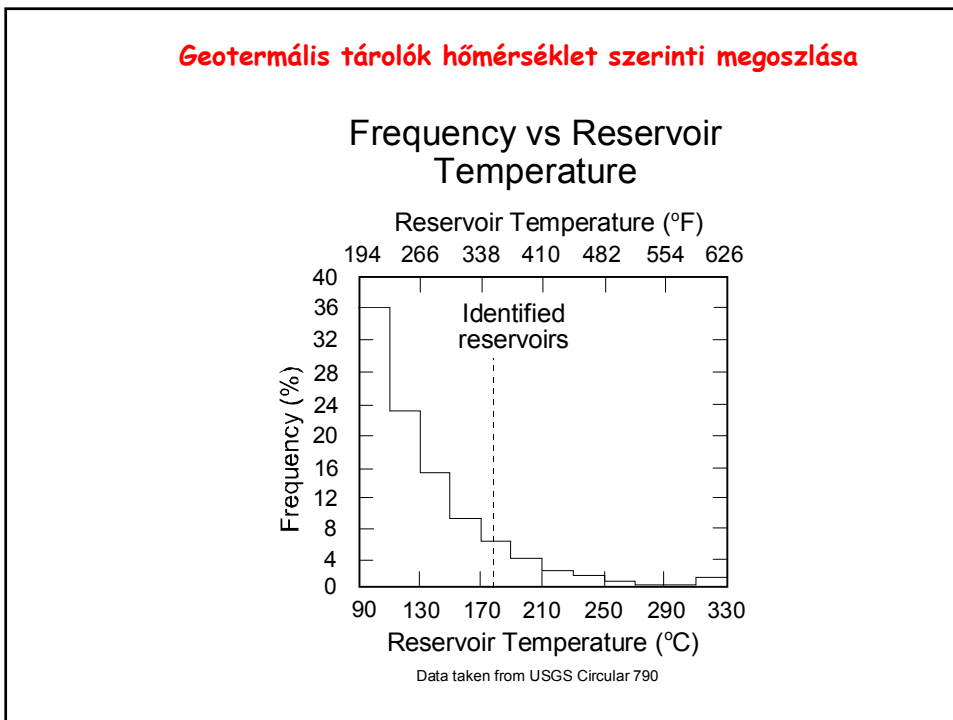
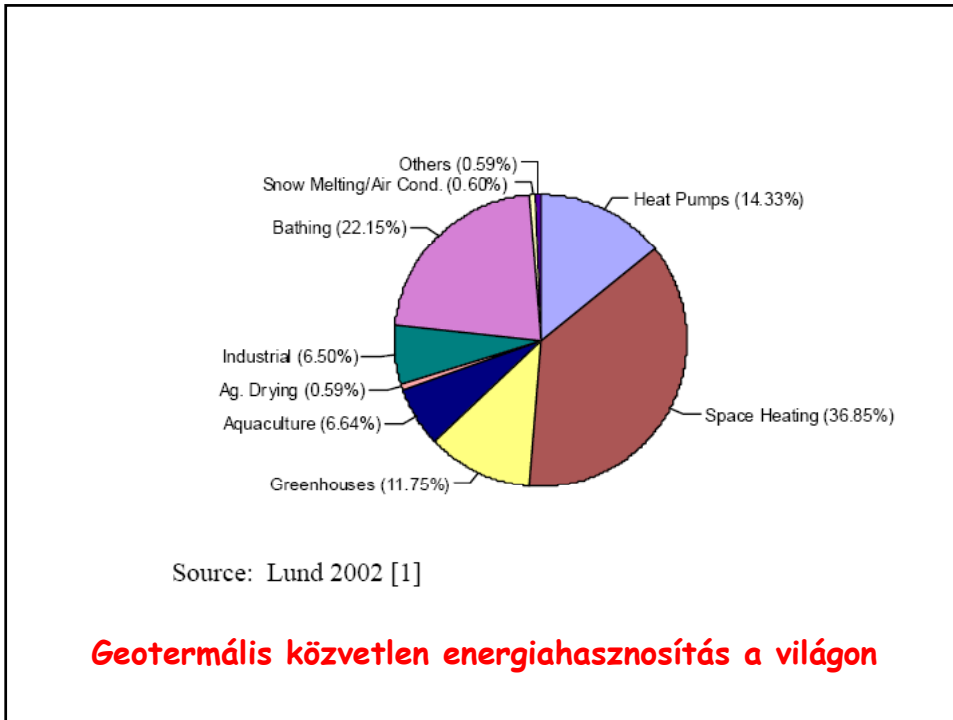
	Installed MW _t	Production GWh/a
China	2814	8724
Japan*	1159	7500
USA	5366	5640
Iceland	1469	5603
Turkey	820	4377
New Zealand	308	1967
Georgia	250	1752
Russia	307	1703
France	326	1360
Hungary**	391	1328
Sweden	377	1147
Mexico	164	1089
Italy	326	1048
Romania	152	797
Switzerland	547	663

Steingrímsson 2006

Geotermális villamosenergia termelés és közvetlen hasznosítás Európában



L. Rybach, GRC 2006



A geotermális energia közvetlen hasznosításának előnyei:

- Alacsony és közepes hőmérsékletű fluidumok hasznosíthatók (<150°C)
- Ezek a fluidumok a legelterjedtebbek (80 ország)
- Közvetlen hőhasznosítás (nincs konvekció – magas hatásfok)
- Konvencionális vízkút fúró berendezés alkalmazása
- Konvencionális, beszerezhető berendezéseket igényel
 - (a fluidum hőmérsékletére és kémiájára illszthető)
- Rövid beüzemelési időt igényel
- Kis léptékben is üzemeltethető
 - Egyéni háztartásban
 - Egyedi üvegházban
 - Egyedi haltenyésztés, algatenyésztés stb.
- Nagy léptékben is üzemeltethető
 - távfűtés, épületfűtés
 - Élelmiszer, épületfa és ásványérc szárítás

A geotermális energia hasznosítás környezetvédelmi kérdései

Levegőminőség

➤ Minden geotermális fluidum **karbonátok, bikarbonátok, és oldott szén-dioxid** egyensúlyi oldott mennyiségeit tartalmazza és a buborékpont után, a forrás megindulásakor a nem-kondenzálódó gázok között a szén-dioxid dominál (90 m/m% fölött). Bertani et al (2002) 85 geotermális erőművet vizsgált meg, melyek a világ geotermális villamosenergia termelésének 85%-át képviselték és az átlagos fajlagos szén-dioxid emisszió értékére **122 g/kWh** értéket kapott.

➤ A legtöbb hidrotermális rendszerben nagyon kicsi az oxigén koncentráció és ezekben a rendszerekben a kén, nitrogén és szén redukált formájú gázai: **H₂S, NH₃, és CH₄**, fordulnak elő a gáz-gőz fázisban. A legtöbb geotermális rendszerben a nem-kondenzálódó gázok a gőzfázis kevesebb mint 5 m/m%-át teszik ki. A bináris geotermális erőműveknél nincs szeparált gőzfázis, így az említett gázok oldatban maradnak és visszasajtolják őket a tárolóba.

➤A közvetlen hőhasznosító rendszerekben a gáz-gőzfázis elkülönül, a leválasztott gázok közül a metán eltüzelhető, az ammóniát és kénhidrogént elválasztják, míg a szén-dioxidot kiengedik a környezetbe.

➤Egyes esetekben a gáz-gőzfázis tartalmazhat illékony **Hg, Rn, B, N₂** és **He** komponenseket. A legfontosabb levegőszennyezők: CO₂, H₂S, NH₃, Hg, As és H₃BO₃. A H₂S a legirritálóbb légszennyező.

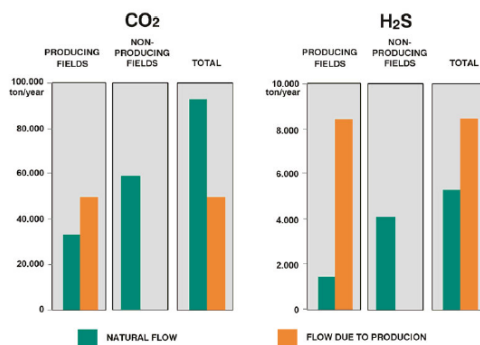
➤Levegőszennyezés legnagyobb mértékben a magas hőmérsékletű, döntően folyadék fázisú geotermális rendszereknél fordul elő.

➤A levegőszennyezés döntően az üzemelés során lép fel.

➤A visszasajtolás vagy a hulladékó többlépcsős hasznosítása egyben a levegőszennyezés csökkenését is eredményezi (beleértve a hőszennyezést is).

Field	CO ₂	H ₂ S	NH ₃	H ₃ BO ₃	Hg	As
Larderello, Italy	47500	540	150	220	-	-
Geysers, USA	3260	222	194	91	5	0.02
Wairakei, New Zealand	1660	72	4.8	<0.1	1-4	-
Ohaaki, New Zealand	30000	350	34	<0.1	4-8	0.02
Cerro Prieto, Mexico	14100	1500	110	<0.1	7-9	0.006

Légszennyező anyagok kibocsátása egyes geotermikus erőműnél
(mg/kg) (Hg esetében µg/kg) Brown, Ellis



CO₂ és H₂S emissziók izlandi erőműveknél (Armannsson)

**Geotermikus erőmű tipikus gáz-gőzfázis összetétele
(Barbier 1997)**

Komponens (g/kg)	The Geysers USA	Larderello Italy	Matsukawa Japan	Wairakei N.Z.	Cerro Prieto Mexico
H ₂ O	995.9	953.2	986.3	997.5	984.3
CO ₂	3.3	45.2	12.4	2.3	14.1
H ₂ S	0.2	0.8	1.2	0.1	1.5
NH ₃	0.2	0.2			0.1
CH ₄ + H ₂	0.2	0.3			
Egyéb	0.2	0.3	0.1	0.1	

Felszíni és felszínközeli vízszennyezés

☐ Oldott sók: Na, K, Ca, Sr, Ba, Ra, Li, Mg, Fe, NH₄⁺, Cl⁻, SO₄²⁻, HCO₃⁻, CO₃²⁻, F⁻, NO₃⁻, HPO₄²⁻, HS⁻, Br⁻, I⁻, SiO₂

☐ Oldott mérgező komponensek: Li, B, As, H₂S, Hg, Cu, Pb, Cd, Fe, Zn, Mn, Al

☐ Folyékony hulladékok keletkeznek a fúrás és a termelés során is. A folyékony (meleg), mérgező, savas, lúgos, vagy nagy sótartalmú problémásabb a magas hőmérsékletű döntően folyadék halmazállapotú fluidumok esetében (Hunt, 2001). A geotermális fluidumok toxicitása a tároló kőzet típusától és a fluidum hőmérsékletétől függ.

Field	H ₂ S	NH ₃	H ₃ BO ₃	Hg	As	Li
Salton sea, USA	16	386	2231	6.0	12	215
Cerro prieto, Mexico	0.16	127	109	0.05	2.3	-
Wairakei, New Zealand	1.7	0.20	172	0.12	4.7	14
Ohaaki, New Zealand	1.0	2.1	276	0.05	8.1	11.7
Hveragerdi, Iceland	7.3	0.1	3.4	-	0.0	0.3
Typical river water	<0.1	0.04	0.05	0.04	0.002	0.03

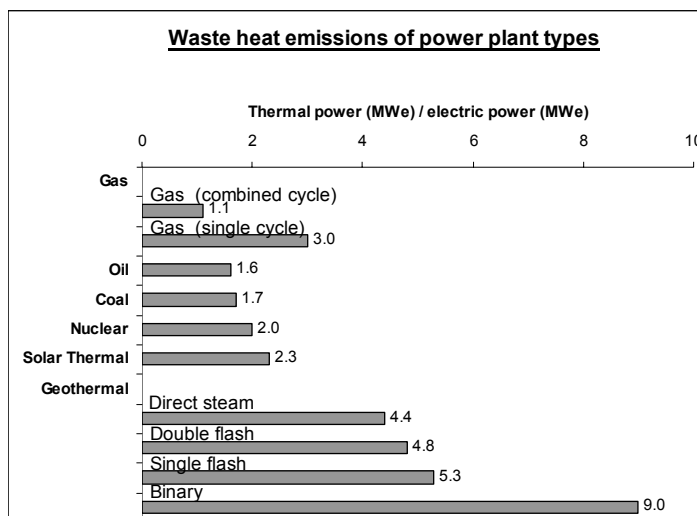
Szennyező anyagok koncentrációja geotermális erőművi hulladékoldatokban (mg/kg) higany esetében (µg/kg) (Ellis & Mahon 1977, Ellis 1978, Brown, 2000)

Hulladékhő

✓A hulladékhő aránya geotermikus villamos erőművek esetén általában magasabb, mint a konvencionális hő- vagy atomerőművekben. DiPippo (1991) szerint, a folyadékfázisú geotermális erőmű esetén nyolcszor, gőzfázisú geotermális erőmű esetén négyszer annyi hő kerül a környezetbe, mint a konvencionális erőművek esetén.

✓A hőleadás után távozó meleg víz lokális hőszennyezést okozhat a felszíni vizekben és talajban, visszasajtolás esetén ez a hatás elhanyagolható.

✓A még meleg víz felszíni vizekbe történő elvezetésével létrehozott környezeti hatás függ a víz mennyiségétől, hőmérsékletétől, klímatis és időjárási viszonyoktól, valamint a befogadó folyó vagy tó áramlási és hőmérsékleti viszonyaitól.



Különböző energiatermelési technológiák hulladékhő fajlagosai

Rybach 2005

Talajsüllyedés

oA geotermikus vízkivétel következtében előállott talajsüllyedés irreverzibilis folyamat. Ha a vízkivétel mértéke meghaladja a természetes beszivárgás mértékét a talaj pórusaiban lecsökken a nyomás.

oA talajsüllyedés mértéke függ a vízkitermelés mértékétől, a tároló fizikai-mechanikai tulajdonságaitól, így a litosztatikus nyomástól, a fluidum entalpiájától, a kőzet elasztikus modulusától és a zárókőzet nem észlelhető tömörödéséhez, a tároló termo-elasztikus kontrakciójához vezethet. (Ciulli et al., 2005).

Termikus tulajdonságok változása

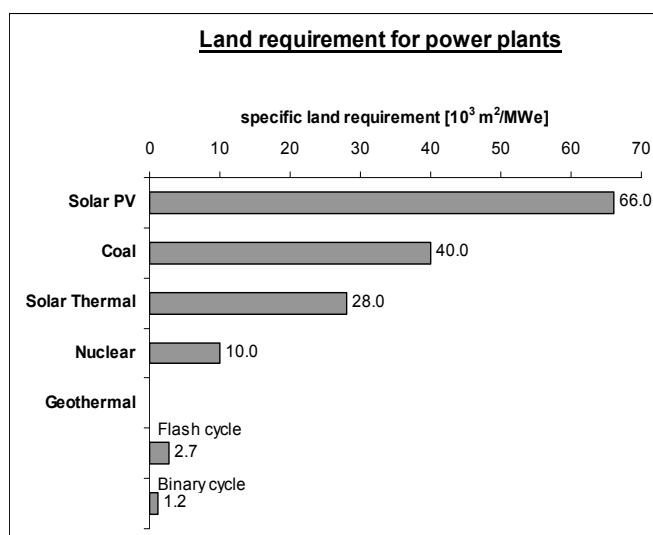
❖Ez a túlzott mértékű kitermelés következtében bekövetkezett tároló nyomásának csökkenése révén lép fel. A nyomáscsökkenés a talajvízszint csökkenését és a felszínre jutó geotermális fluidum mennyiségének apadását eredményezi.

Földhasználat

- A kitermeléshez felhasznált földterület és az ezt körülvevő nagy terület nem használható emberek és más élőlények lakóhelyéül.
- A geotermális erőmű kialakítása kulturális értékeket, üdülőhelyeket szüntethet meg, lehetnek szociális hatásai, befolyásolhatja a biodiverzitást.
- A geotermális villamos erőművek által elfoglalt terület sokkal kisebb, mint más megújuló energiatermelő technológiáké.

Technology	km ² /kW (Afgan and Carvalho, 2002)	Land occupied in m ² /GWh/yr for 30 years (WEA, 2004)
Solar thermal	0.08	3561
Photovoltaics	0.12	3237
Wind (turbines and roads)	0.79	1335
Biomass	5.2	-
Hydropower	0.13	-
Geothermal plant	0.03	404

Különböző megújuló energiatermelő technológiák fajlagos területigénye (km²/kW) kapacitás vagy (m²/GWh/év) termelt villamosenergia egységeiben



Erőművek fajlagos területigénye

Rybach 2005

Zaj

oldőszaos robbanási zaj jelentkezheth a kút és tömítése, valamint az erőmű kialakítása során. Ez a zajterhelés csökkenthető zajárnyékolókkal és zajtompítókkal.

oÜzemelés során a zaj meghaladhatja a környezeti zajszintet, de ez nem tartalmaz érzékelhető magas frekvenciás komponenst és nincs külön érzékelhető hanghatása. Magasabb zajszint károsítja a zajra érzékeny vadon élő egyedeket.

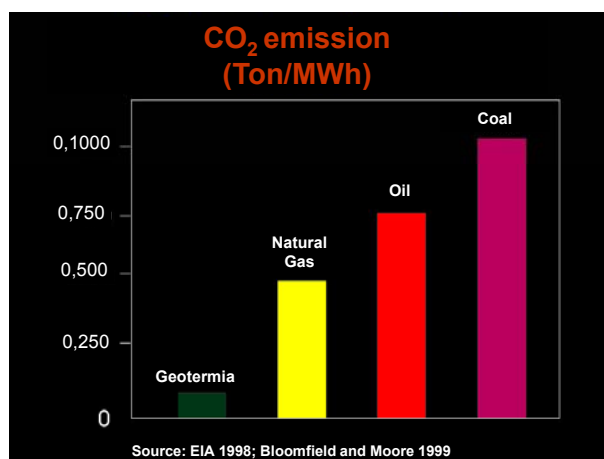
Zajszintek

Noise Source	Sound Level (dBA)
<i>Geothermal normal operation</i>	<i>15 - 28</i>
Near leaves rustling from breeze	25
Whisper at 6 feet	35
Inside average suburban residence	40
Near a refrigerator	40
<i>Geothermal construction</i>	<i>51 - 54</i>
<i>Geothermal well drilling</i>	<i>54</i>
Inside average office, without nearby telephone ringing	55
Speech at 3 feet, normal voice level	60
Auto (60 miles per hour) at 100 feet	65
Vacuum cleaner at 10 feet	70
Garbage disposal at 3 feet	80
Electric lawn mower at 3 feet	85
Food blender at 3 feet	90
Auto horn at 10 feet	100

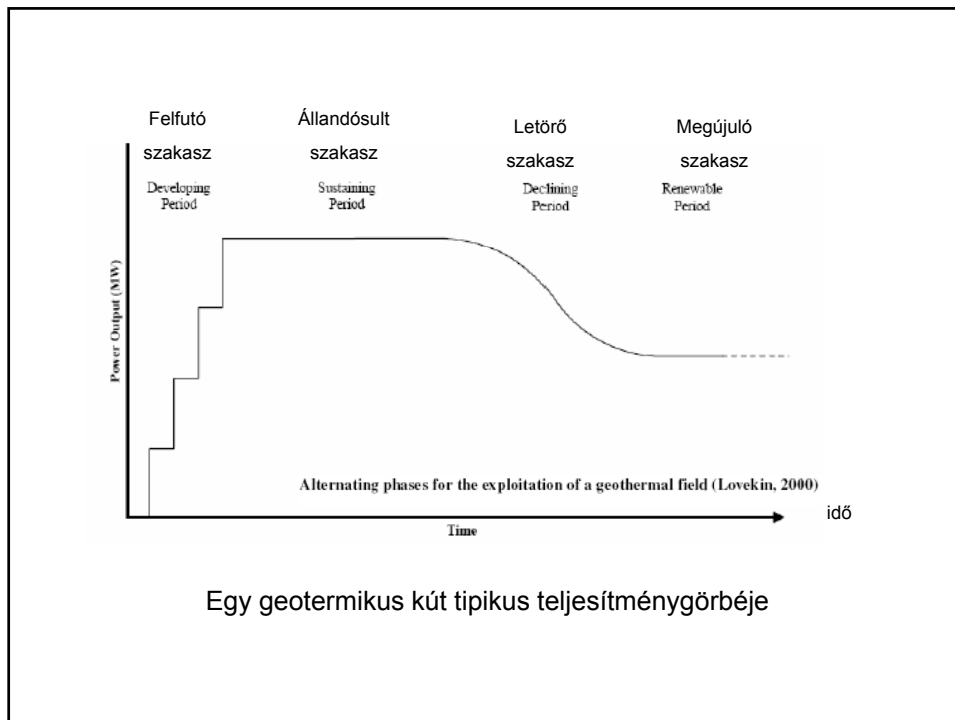
**Geotermikus közvetlen hőhasznosítás potenciális környezeti hatásai:
valószínűség és mérték (from Lunis 1989)
L-alacsony, M-közepes, H-magas**

Impact	Probability of occurring	Severity of consequences
Air pollution	L	M
Surface water pollution	M	M
Underground pollution	L	M
Land subsidence	L	L to M
High noise levels	H	L to M
Well blowouts	L	L to M
Conflicts with cultural and archeological features	L to M	M to H
Socioeconomic problems	L	L
Solid waste disposal	M	M to H

Pollution can be chemical and/or thermal
L = low, M = medium, H = high



Egyes energiatermelő technológiák fajlagos CO₂
kibocsátása



MAGYARORSZÁG

Összes primerenergia felhasználás (TPES)

Csökkenő trend:

- 1990 → 1200 PJ
- 2005 → 1040 PJ

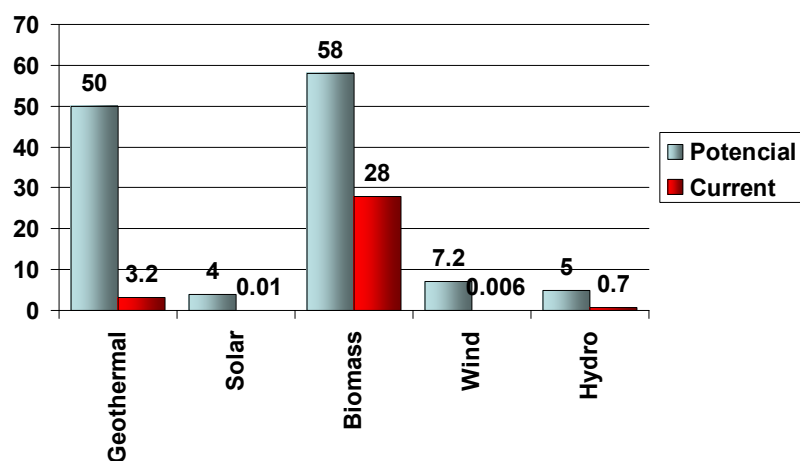
Energia (olaj, gáz, elektromos e.) magas import 78 %!

Földgáz import (Orosz o.) 82 %!

Összes primerenergia felhasználás -2005 Magyarország

földgáz:	39,8 %
olaj:	30,4 %
atomenergia:	11,9 %
Elektromos energia import:	1,6 %
Szén:	12,0 %
Megújulók:	4,6 %
78,8 % fa (CRW)	
8,9 % geotermikus	
3,4 % biogáz, szennyvíziszap	
8,9 % „zöld áram” termelés	

Magyarország megújuló energia potenciálja (PJ/év)



*Megújuló energiatermelés Magyarországon (GWh)
(Source: Magyar Energia Hivatal)*

	2003	2004	2005
Biomassza	97	677	1568
Víz	23	42	50
Szél	4	5	9
Egyéb	6	8	11
Összesen	124	724	1857

Üvegházhatású gázok kibocsátási indexei a Kyotó-i vállalások %-ban

	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2008 - 2012
EU25	91,9	91,9	92,1	94,1	92,7	92,2	90,6	90,5	91,4	90,7	92,0	
EU15	96,1	96,1	97,1	99,0	97,6	97,8	96,2	96,4	97,5	97,0	98,3	92,0
HU	69,5	69,5	68,3	70,3	68,7	68,8	68,5	66,3	68,5	66,1	68,1	94,0

„Zöld áram” garantált átvételi árai [Ft/kWh]

	2006. aug. 1.		
	Csúcs ³	Völgy ³	Mélyvölgy ³
A termelés módja ⁴			
Megújuló energiaforráson (geotermikus, nap-, szél-, bio-, < 5 MW víz-, és hulladékból származó energián) alapuló	23,83 5A		
Vízerőmű (> 5 MW); egyedi gázerőmű; 6 - 50 MW közötti nem távhővel kapcsolt; > 50 MW távhővel kapcsolt; (közüzemi nagykereskedelmi ár)	27,06 5B	23,83 5B	9,72 5B
< 6 MW kapcsolt; 6 - 50 MW távhővel kapcsolt, 2. árkategóriájú földgázzal termelt	20,14	10,07	10,07
< 6 MW kapcsolt; 6 - 50 MW távhővel kapcsolt, nem 2. árkategóriájú földgázzal termelt	34,31	19,51	8,71
< 6 MW kapcsolt; 6 - 50 MW távhővel kapcsolt, nem földgáz tüzelőanyaggal (nem földgázbázison) termelt	(36,16*)		(3,00*)
< 6 MW kapcsolt; 6 - 50 MW távhővel kapcsolt, nem földgáz tüzelőanyaggal (nem földgázbázison) termelt	24,8	14,14	8,71

Geotermikus energia hasznosítás Magyarországon (2005)

Installált geotermikus kapacitás: 324.7 MWth

mezőgazdaság: 120.2

fűtés: 38.5

balneológia: 166.0

Éves felhasznált hőmennyiség: kb. 3.6 PJ/year

Geotermikus energia/összes energia: 0.3%

Nincs geotermikus villamos erőművünk!!!

Geotermikus energia hasznosítás Magyarországon (2005)

Éves energia felhasználás: 3,6 PJ

Éves energia potenciál: 10-50 PJ

Geotermikus villamos erőmű (Kalina ciklus) épül!
(Iklódbördöce-MOL)!

(A hazai kutak ~5 %-a tehető alkalmassá villamos energia
termelésre min. 120 °C, max. 3000 m mélység)

Geotermikus energia hasznosítás ≠ termásvíz termelés !

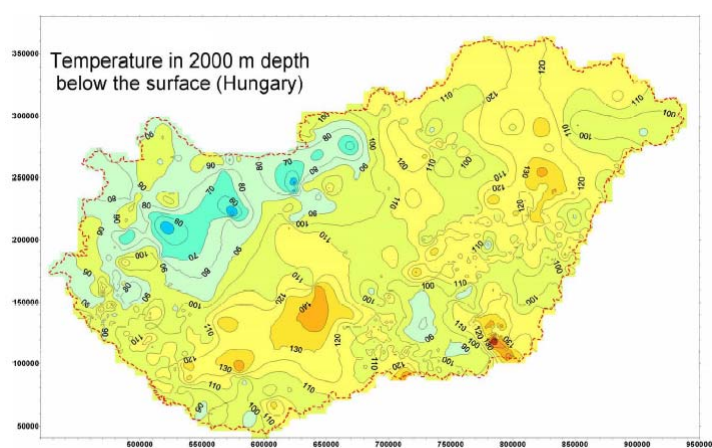
2004-ben több mint 900 (915) termáلكút volt használatban:

1. Ivóvíz	238	26 %
2. Mezőgazdasági alkalmazás	192	21 %
4. Balneológiai és turisztikai alkalmazás	284	31 %
5. Egyéb (többfunkciós, kommunális, ipari)	201	22 %

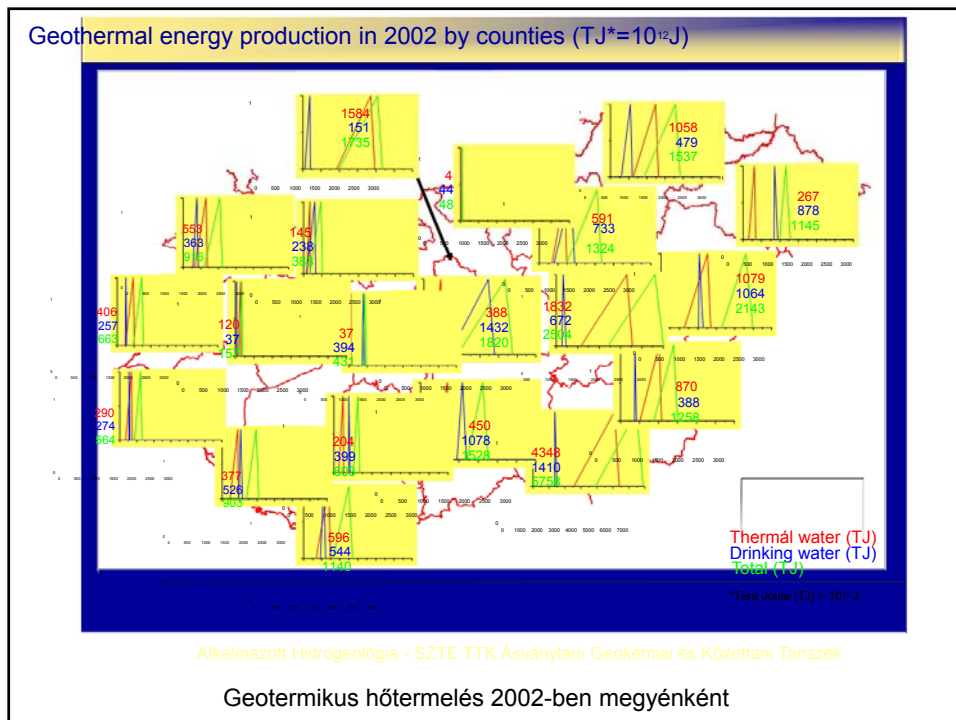
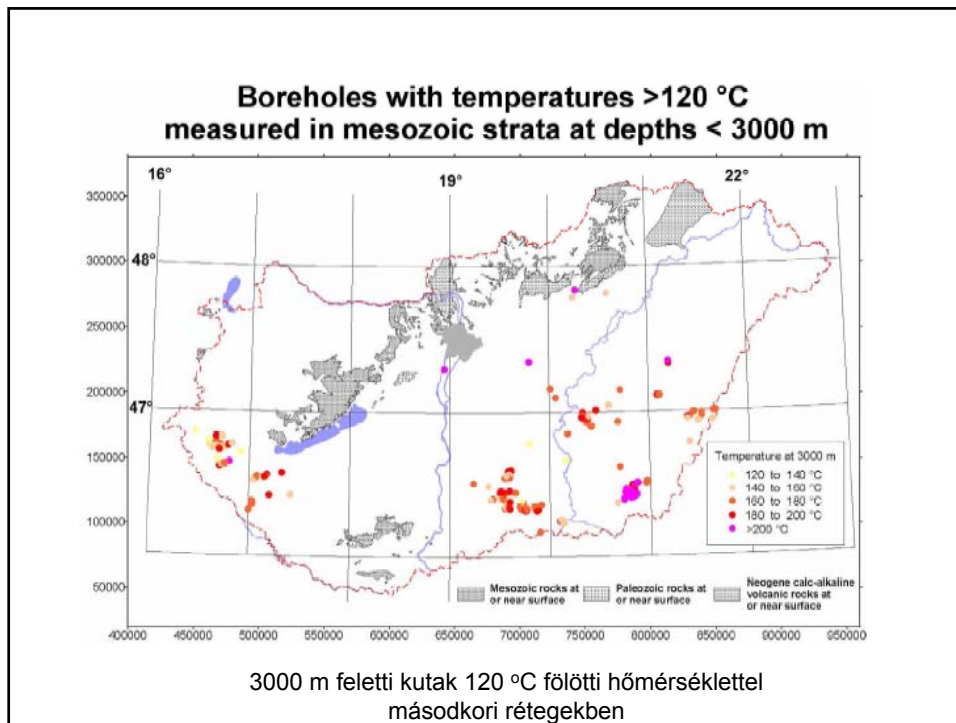
A geotermikus energia hasznosítás megoszlása Magyarországon

Használat	Kút		Víztermelés 2003		Hőtermelés 2003	
	No.	%	m ³	%	GJ	%
Mezőgazdaság	74	68	9900663	67	728854	62
Többfunkciós	11	10	1181779	8	77310	7
Közműl	13	12	2350524	16	224793	19
Ipari	11	10	1363632	9	138350	12
Összes	109	100	14796598	100	1169307	100

* Balneológiai kutak nélkül



Hőmérsékletek 2000 m mélységben



According to a briefing of the Ministry of Economy, there are 8 wells in Hungary that – with appropriate funding – might be made suitable for cogeneration:

	Potential calorific capacity MW	Potential electric energy producing capacity MW
Fábiánsebestyén	120	64
Álmosd	20	4
Tótkomlós	15	1,5
Mélykút	35	5
Tura	15	1,5
Andráshida	10	0,6
Nagyrécsé-Pet	20	2
Bajcsa	20	1
Total	255	79,6

Source: Briefing, Ministry of Economy and Traffic, Budapest, 2004

Hő- és villamosenergia termelésre alkalmas 8 kút Magyarországon
(becsült hő- és villamosenergia teljesítmények, MW)

Egyéb lehetőségek:

➤ **Hőszivattyús fűtés geotermikus hőenergiával.**

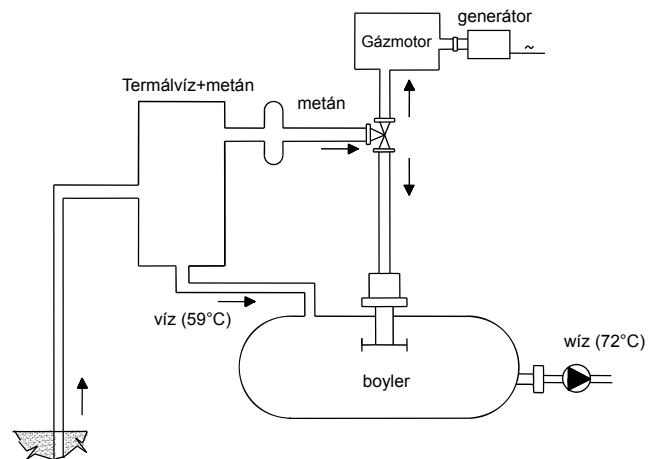
Példa: Szeged város . A környezetvédelmi hatóság épületét fűtik, 15 db 120 m mély hőcserélő szonda segítségével

➤ **Épületek fűtése geotermikus fluidummal és a felsőpannon homokkőbe történő visszajuttatással Hódmezővásárhelyen. 1998-óta üzemel.**

➤ A GeoGas Energia-hasznosító és Szolgáltató Kft. Tervezete szerint **szeparált metángázzal gázmotorok segítségével villamos energiát termelénének**. 32 geotermikus kút mellé telepítenének gázmotort. Ezen kutak szeparált gázában a metántartalom 65-95 v/v% közé esik. A projekt 27 gázmotorral számol (7 db 201 kW_e, 10 db 150 kW_e és 10 db 105 kW_e kapacitással.)

Szeparált metán hasznosítása gázmotorban

(GeoGas Energia-hasznosító és Szolgáltató Kft. Tervezete)



Geotermikus villamosenergia termelés és annak környezetvédelmi kérdései Magyarországon

- A villamosenergia törvény szerint, megújuló energiatermelő rendszer hálózatra csatlakozási 100 kW teljesítmény korlátját eltörölték.
- A beruházási projekteket hosszadalmas adminisztrációs eljárás lassítja.
- Létrehoztak egy olyan adatbázist, melyben a legígéretesebb 52 Zala-megyei és 13 Alföldi kút adatait gyűjtötték össze. Mivel a Pannon medencében a 80-100 mW/m² hőáram jelentősen meghaladja az európai átlagot a **Pannon medence a geotermikus energiahasznosítás területe!**
- Optimális helyszínt kínálnak geotermális villamos erőművek számára a közepes entalpiájú kutak másodkori rétegekben.

•Mivel hazánkban az azonosított geotermikus készletek kis- és közepes-enthalpiájú fluidummal rendelkeznek (50 °C-200 °C), inkább közvetlen (és részben kapcsolt) hőhasznosításra alkalmasak

•**Környezeti hatásvizsgálat szükséges a 20/2001(II. 14) rendelet szerint:**

- a 2000 m³/nap fölötti termásvíz felhasználásnál porózus tárolókból,
- az 1000 m³/nap fölötti termásvíz felhasználásnál karsztos tárolókból,
- felszínalatti rétegbe történő víz visszasajtoláskor,
- geotermikus villamos erőmű létesítésekor.

•A geotermikus villamosenergia termelés környezeti problémákat okozhat: kémiai szennyezést, hőszennyezést, levegő szennyezést, esztétikai szennyezést és zajszennyezést.

1. Oldott anyagok

- NaCl –SAR(%)
- Bór
- As, Hg
- Radioaktív anyagok (²²⁶Ra, ²²⁸Ra, ²²²Rn)
- Szerves vegyületek. KOI~20-70 mg O₂/l huminsavak, fenolok stb.

Az oldott anyagok közül a nátrium-klorid (NaCl), a bór (B), némely esetben az arzén (As) és higany (Hg) – melyek oldott mennyisége növekszik a hőmérséklettel. Ezeket határérték fölött tartalmazó vizek NEM bocsáthatók ki a felszíni vizekbe! Rendszeres ellenőrző mérések szükségesek.

Jelenleg a tározókban lehűtött termálvizek egy részét felszíni vizekbe bocsátják ki. Számos esetben az összes oldott sótartalom (TDS), vagy a nátrium-ekvivalens% meghaladja a határértéket és nem bocsátható ki.

Talajok esetében fontos vízösszetételi jellemzők

Na %: kationok közötti nátrium részarányt fejez ki

$$Na\% = \frac{Na^+}{(Ca^{2+}) + (Mg^{2+}) + (Na^+) + (K^+)} \times 100$$

Ha a víz hidrokarbonátos: a Na % maximum 35%.

Ha a víz kloridos, vagy szulfátos: a Na % maximum 45%.

SAR érték: nátrium adszorpciós arány

$$SAR = \frac{Na^+}{\sqrt{\frac{Ca^{2+} + Mg^{2+}}{2}}}$$

Szikesítő hatást fejezi ki. A víz koncentrációjának emelkedésével a szikesedés veszélye fokozódik.

•Bőrvegyületek

A bőrvegyületek néhány száz ppm mennyiségben fordulnak elő a hazai geotermikus fluidumokban és így potenciális környezetszennyező hatásuk van. A bőr bórsav, vagy vízoldható bőrvegyület formájában az összes magasabbrendű növény növekedéséhez szükséges esszenciális nyomelem, de a szükséges koncentrációt jelentősen meghaladó mennyiségben már mérgező. Már 1 ppm bórtartalmú víz is mérgező hatást fejthet ki.

•Arzénvegyületek

A hazai geotermikus fluidumok a jelenleg rendelkezésre álló elemzési adatai szerint jelentős (kb. 10 mg/l) arzéntartalommal rendelkeznek. Az energiatermelésben felhasznált, lehűtött víz kibocsátása esetén feltétlenül szükséges az arzénmentesítés. A vízben oldott arzénvegyületek elsősorban arzenit és arzenát formában fordulnak elő és egészségkárosító hatásuk közismert. Az említett arzénvegyületek közül a háromvegyértékű arzenit mérgező hatása nagyobb mint az ötvegyértékű arzenátoké. Általában 50 µg/l alatt lévő arzéntartalmú víz még emberileg fogyasztható, 200 µg/l koncentrációig pedig szántóföldi szennyvízhasznosításhoz alkalmazható.

•Radioaktív anyagok (^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{222}Rn)

A felszínre kerülő termálvizeinkben több kevesebb, a mindenütt jelenlévő ^{238}U és ^{235}U izotópok bomlásából származó radioaktív ^{226}Ra , ^{228}Ra , ^{222}Rn leányelemek fordulnak elő oldott állapotban.

A radon gáz halmazállapotú és könnyen távozik a vízből és levegővel felhígulva általában nem jelent veszélyt a környezetre.

A rádium izotópjai viszont a kalcium, magnézium és bárium izotóphoz hasonlóan viselkedve, vízkőkiválásokban vegyes rádium-bárium-szulfátként jelen lehetnek és a ^{226}Ra nagyenergiájú gamma-sugárzása révén veszélyt jelenthetnek a környezetre. A rádium leválasztható a fluidumból bárium-klorid adagolásával és kivált vízkövet megfelelő biztonsági rendszabályok mellett külön kell tárolni, zárt helyen.

•Szerves vegyületek (huminsavak, fenolok stb.)

A környezetre veszélyes aromás és többgyűrűs aromás vegyületek csak magasabb hőmérsékletű fluidumokban fordulnak elő. Egyes hazai termálkutak vizeiből alifás szénhidrogéneket már egyáltalán nem lehetett kimutatni, lényegesen több a fenoltípusú vegyületet, és a legtöbb alkilbenzol-származékot találtak.

2.Hőszennyezés

A kibocsátott meleg és nagy szerves anyag tartalmú vizek jelentősen megterhelik a felszíni vizeket és a geológiai képződményeket.

Károsítják az ökoszisztémát. 2-3-^oC-os hőmérséklet emelkedés már komoly károkat okoz a felszíni vizekben. Hidrobiológia folyamatok felgyorsulnak és a biológiai egyensúlyok veszélyesen eltolódhatnak. Csökken az oldott oxigén tartalom.

A hőmérsékletváltozásra érzékeny növényi és állati szervezetek eltűnnek.

Hűtőtavak közbeiktatásával a hőszennyezés hatása nagyban kiküszöbölhető.

3.Levegőszennyezés

Hazánkban a termálvízből szeparált gáztartalmat (CO₂ és CH₄) közvetlen hőhasznosításkor leggyakrabban a környezetbe bocsátják ki. Egyes kutak szeparált CH₄ tartalma 1-100 Ndm³/m³ vagy ennél magasabb érték is lehet..

Kiépítés és felszámolás közben jelentős portterhelés keletkezhet.

Az erőműből származó gőz ugyancsak befolyásolja a levegő minőségét, láthatósági problémát okozhat és helyi hőmérséklet változást idézhet elő.

**NSz-3
nagy-
entalpiás kút**

Magas TDS és klorid, kevesebb kalcium- és magnézium-bikarbonát és nátrium-szulfát. Nincs kalcium-szulfát és klorid jelen.

paraméter	értékek	egység
kütmélység	3165.0	m
Víz térfogatáram	1313.4	dm ³ /min
Víz hőmérséklet	171.0	°C
TDS	24855.0	mg/dm ³
Gáz térfogatáram	6986.1.0	dm ³ /min
Gáz hőmérséklet	171.0	°C
Kütféjnyomás	45.0	Bar
Szeperált GVV	1700.0 CO ₂ 16.270 vol%, CH ₄ 79.440 vol% N ₂ 4.290 vol%	Ndm ³ /m ³
Oldott GVV	3400.0 CO ₂ 35.250 vol%, CH ₄ 61.910 vol% N ₂ 2.840 vol%	Ndm ³ /m ³
Vízösszetétel	Ca ²⁺ 1.335.10 ⁻³ Mg ²⁺ 3.350.10 ⁻⁴ Na ²⁺ 3.453.10 ⁻¹ SO ₄ ²⁻ 2.380.10 ⁻⁴ Cl ⁻ 3.179.10 ⁻¹ A _{TOT} 2.600.10 ⁻²	mol/kg mol/kg mol/kg mol/kg mol/kg mol/kg

**Fab-4
nagy
entalpiás kút**

Magas TDS és klorid, kevesebb kalcium- és magnézium-bikarbonát és nátrium-szulfát. Nincs kalcium-szulfát és klorid jelen.

Paraméterek	érték	egység
kütmélység	4239.0	m
Víz térfogatáram	3750.7	dm ³ /min
Víz hőmérséklet	180.0	°C
TDS	27200.0	mg/dm ³
Gáz térfogatáram	46500.0	dm ³ /min
Gáz hőmérséklet	180.0	°C
Kütféjnyomás	40.0	Bar
Szeperált GVV	4400.0 CO ₂ 76.714 vol%, CH ₄ 20.899 vol% N ₂ 2.566 vol%	Ndm ³ /m ³
Oldott GVV	8000.0 CO ₂ 89.300 vol%, CH ₄ 7.824 vol% N ₂ 3.876 vol%	Ndm ³ /m ³
Vízösszetétel	Ca ²⁺ 3.081.10 ⁻³ Mg ²⁺ 4.540.10 ⁻⁴ Na ²⁺ 4.284.10 ⁻¹ SO ₄ ²⁻ 2.380.10 ⁻⁴ Cl ⁻ 4.684.10 ⁻¹ A _{TOT} 1.009.10 ⁻²	mol/kg mol/kg mol/kg mol/kg mol/kg mol/kg

28/2004. (XII. 25.) KvVM **Kormányrendelet**
Emissziós határértékek

Paraméter	egység	Energetikai felhasználás	Balneológiai felhasználás	Termál fürdő
Kémiai oxigénigény (KOI)	mg/l	-	150	-
TDS	mg/l	3000	5000	2000
Nátrium-ekvivalens	%	45	95	45
Ammónia-ammónium-nitrogén	mg/l	-	10	-
Szulfidok	mg/l	-	2	-
Fenolindex	mg/l	1.0	-	-
Összes bárium	mg/l	-	0.5	-
Hőkibocsátás	°C	30	30	30

Kibocsátási határértékek talajba és talajvízbe

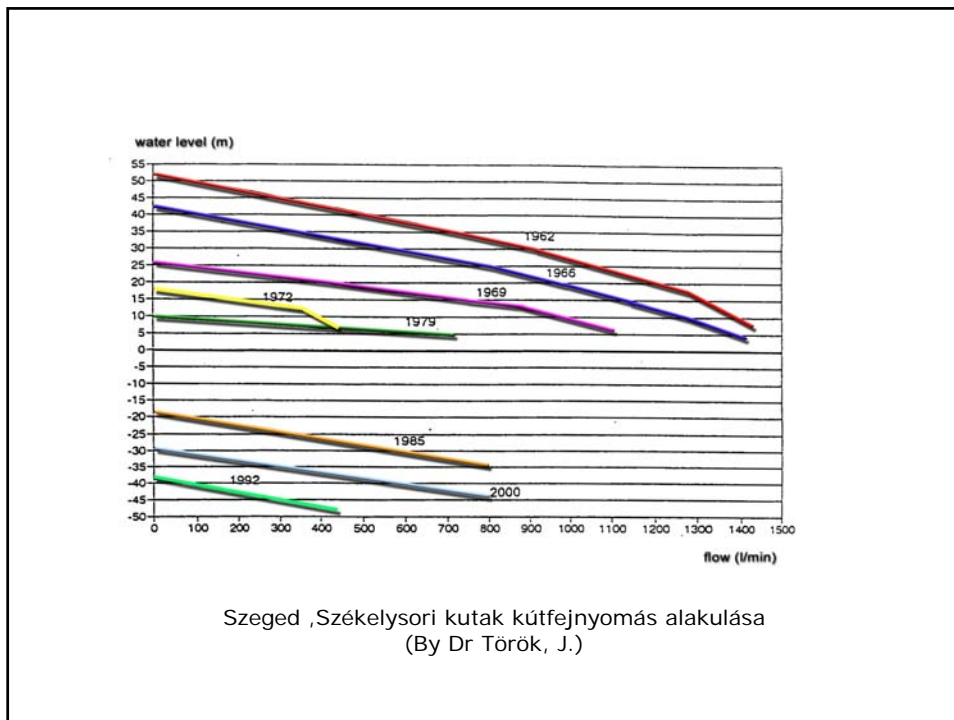
Concentration limits in soil and subsurface water
(10/2000.(VI.2.) KÖM-EÜM-FVM-KHVM)

Components		Soil (mg/kg dry soil)		Subsurface water (µg/l)	
		B	C1-(C2)-C3	B	C1-(C2)-C3
Metals	Cr	75	150-800	50	100-200
	Ni	40	150-250	20	50-100
	Cu	75	200-400	200	300-1000
	Zn	200	500-2000	200	300-1000
	As	15	20-60	10	20-75
	Se	1	5-20	5	10-50
	Cd	1	2-10	5	6-10
	Ba	250	300-700	700	1000-2000
	Hg	0,5	1-10	1	1,5-3
	Pb	100	150-600	10	40-100
	B			500	750-1500
Inorganic pollutants	Cyanide (pH 4,5)	2	5-20	50	100-300
	Cyanide sum	20	100-650	100	200-1000
	Fluoride			1,5 mg/l	2-4 mg/l
	Sulfate			250 mg/l	500-1000 mg/l
	o. Fosfate			0,5 mg/l	1-2 mg/l
	Nitrate			25 mg/l	80-200 mg/l
Ammonium			0,5 mg/l	1-4 mg/l	
Hydrocarbons	Sum alifatic CH (C5-C40)	100	300-5000	100	500-2000
Aromatic components (BTEX)	Benzene	0,2	0,5-5	1	5-20
	Toluene	0,5	5-25	20	30-80
	Ethil-benzene	0,5	1-25	20	30-80
	Xilolok	0,5	5-25	20	30-80
	other alkylbenzenes sum	0,5	5-50	20	30-80
	Fenols	sum fenols	1	12-60	20

„B”

pollution concentration limits, "C1, C2, C3"

Action pollution limits



Megújuló („zöld”) villamosenergia termelés tervei 2010-ig

Megújuló	Többlet termelés GWh/év	Megjegyzés
CRW (fa)	840	Korlátolt erdő 1MW _e ~8300 ha
Víz	60	
Szél	300-450	Korlátolt flexibilitás
Geotermikus	100	Inert kutak (MOL)
Szennyvíz-biogáz	50	
Városi hulladék	40	Korlátolt szelektív gyűjtés
Összesen	1390-1540	

2025-ig 60 MW_e geotermikus villamosenergia termelési kapacitással számolnak, mely 390 GWh/év villamos energiát termelhet.

Köszönöm a
figyelmet!

