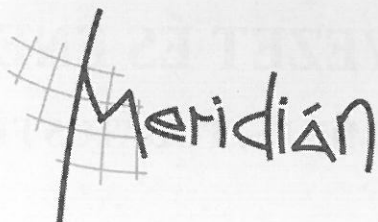


# **KÖRNYEZET ÉS ENERGIA**

## **HATÉKONY TERMELÉS, TUDATOS FELHASZNÁLÁS**

**Szerkesztette:**  
**Lázár István**

A lektorált tanulmánykötet megjelenését támogatta:

The logo for Meridián features the word "Meridián" in a stylized, handwritten font. The letters are black and set against a background of a light gray grid pattern. The 'M' is particularly large and prominent.

Meridián Táj- és  
Környezetföldrajzi Alapítvány

**Borítóterv:**  
Lázár István

**ISBN: 978-963-7064-36-4**

Felelős kiadó: MTA DTB Földtudományi Szakbizottság  
4032 Debrecen, Thomas Mann u. 49.

**Lektorok:**

Dr. Bai Attila  
Bánóczy Emese  
Dr. Buday Tamás  
Dr. Bujdosó Zoltán  
Dr. Csorba Péter  
Erdélyi Barna  
Dr. Fazekas István  
Fülöp Zsolt  
Dr. Horváth Miklós  
Dr. Kajati György  
Dr. Lázár István  
Lorberer Árpád  
Dr. Mizik Tamás  
Dr. Patkós Csaba  
Dr. Riczu Péter  
Dr. Szegedi Sándor  
Dr. Tar Károly  
Dr. Tóth József Barnabás  
Dr. Tóth Tamás  
Dr. Wantuch Ferenc

## Kedves Olvasó!

A korábban távoli jelenségnek vélt klímaváltozás az utóbbi években megyénkben is kézzelfogható valósággá vált: gyakoribbak az extrém időjárási körülmények, tavaszi teleket követnek télies tavaszok, több napig tartanak a nyári hőségiadiók. Időnként a vizek bősége, máskor azok hiánya okoz problémát. Ezek a jelenségek alkalmazkodást igényelnek részünkről. Tehetetlenül kell viselnünk a megváltozott helyzetet vagy tehetünk-e valamit az éghajlatváltozás mérséklése érdekében? A Hajdú-Bihar Megyei Önkormányzat klímavédelmi pályázata egyértelmű igennel válaszol a kérdésre. A megyei klímastratégia kidolgozása, az érintett szakmai és társadalmi szereplők együttműködése és a széleskörben megvalósított szemléletformálás hatékony módot biztosít a változások megértésére, elfogadására és az alkalmazkodásra. Bízom benne, hogy megvalósított akcióink inspirálni fogják a településeket, intézményeket, helyi közösségeket a további cselekvésekre környezetünk védelmében!

**Pajna Zoltán**

a Hajdú-Bihar Megyei Önkormányzat elnöke

## Tartalomjegyzék

Előszó 4

*Maczik Erika*  
Klímavédelem Hajdú-Bihar megyében 9

*Dr. Mika János*  
A nemzetközi és a vitatott tengeri területek kőolajkészletei: igények, konfliktusok, megállapodások 19

*Dr. Kozma Gábor, Dr. Czimre Klára, Dr. Teperics Károly, Dr. Szabó György, Dr. Fazekas István*  
Megújuló energiaforrást használó háztartási kiserőművek térbelisége Magyarországon 33

*Taksz Lilla Dr. Czira Tamás, Selmeczi Pál*  
A települési és térségi klímastratégiai módszertan kidolgozásának elméleti és gyakorlati kérdései 39

*Vaszkó Csaba*  
Természeti erőforrás-gazdálkodás, mint a helyi éghajlatvédelem egyik eszköze, Tiszatarján példáján 47

*Dr. Bera József*  
Napelempark környezeti hatásainak elemzése 53

*Dr. Lázár István, Csákberényi-Nagy Gergely, Dr. Tóth Tamás, Dr. Buday Tamás, Dr. Szegedi Sándor*  
A szélklíma jellegzetességei Debrecenben toronymérések alapján 61

*Dr. Szabó György, Salánki Annabella, Dr. Fazekas István, Dr. Kozma Gábor, Dr. Teperics Károly, Dr. Czimre Klára*  
A biogáz termelés európai vonatkozásai 69

*Nagy Dávid, Dr. Bai Attila, Gabnai Zoltán*  
Biogáz üzemeltetés a Hajdú-Bihar megyében 77

<i>Dr. Buday Tamás, Budayné Bódi Erika</i> A geotermikus potenciál meghatározásának elvi problémái a közép-tiszántúli felső-pannóniai vízadók esetében	81	<i>Szilágyi Artúr</i> A magyar villamosenergia-rendszer közvetlen és közvetett nitrogénoxid-kibocsátásai	151
<i>Hermanucz Péter, Dr. Barótfi István, Dr. Gécz Gábor</i> Hőszivattyúk alkalmazásának környezetvédelmi aspektusai	87	<i>Bán Beatrix, Gyöngyösi András Zénó, Dr. Weidinger Tamás</i> A WRF időjárás előrejelző modell rövidhullámú sugárzási parametizációinak alkalmazása napenergia előrejelzésekhez	157
<i>Sugár Viktória, Horkai András, Pap Zsófia, Dr. Talamon Attila</i> Századfordulós lakóépületek energetikai lehetőségei	93	<i>Kazsoki Attila Sándor, Dr. Hartmann Bálint</i> Napelem penetráció növekedésének hatása a villamosenergia-rendszer üzemére - Középfeszültségű elosztóhálózatok szimulációs lehetőségei	165
<i>Severnyák Krisztina</i> Bivalent fűtési rendszerek költségoptimuma	99	<i>Kordás Nóra</i> Műholdas adatokon alapuló globálisugárzás előrejelezhetőség vizsgálat	171
<i>Dr. Somogyvári Márta</i> A blockchain alapú kereskedelem hatása a megújuló energia elterjedésére	105	<i>Horváth Ágnes</i> Felszíni geofizikai vizsgálatok szerepe a hőszivattyús rendszerek telepítésének előkészítésében	177
<i>Farkas Andrea</i> A környezetbiztonságot és Magyarország lakosságát érintő kihívások veszélyek elemzése egy hazai kutatás eredményeinek felhasználásával	111	<i>Faragó Enikő</i> A talajvízszint hatása a geotermikus hőszivattyús rendszerek hatékonyságára	183
<i>Kovács Enikő, Dr. Patkós Csaba, Dr. Radics Zsolt, Dr. Fazekas István, Dr. Szabó György, Dr. Csorba Péter, Dr. Tóth Tamás</i> Települési megújuló energia beruházások megítélése helyi prominencia-interjúk tükrében	119	<i>Ilyés Csaba, Dr. Szűcs Péter, Dr. Zákányi Balázs, Zákányiné Dr. Mészáros Renáta</i> A felhagyott szénhidrogén ipari kutak felhasználásának lehetőségei a hazai geotermikus erőmű fejlesztésben	189
<i>Ütőné dr. Visi Judit, Dr. Csorba Péter, Dr. Tóth Tamás</i> Környezettudatosság, energiatudatosság és a földrajz érettségi	127	<i>Boldizsár Csongor</i> Települési szilárdhulladék lerakók hógazdálkodásának elméleti és kísérleti vizsgálata	195
<i>Dr. Szabó György, Dr. Fazekas István, Dr. Patkós Csaba, Dr. Radics Zsolt, Dr. Csorba Péter, Dr. Tóth Tamás, Kovács Enikő, Mester Tamás, Szabó Loránd</i> A lakosság megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos ismereteinek vizsgálata Hajdú-Bihar megyei és Heves megyei településeken	133	<i>Szolyák Zsuzsanna</i> Megújuló energiák szerepe a közlekedésben	203
<i>Dr. Fazekas István, Dr. Szabó György, Dr. Patkós Csaba, Dr. Radics Zsolt, Dr. Csorba Péter, Dr. Tóth Tamás, Kovács Enikő, Mester Tamás, Szabó Loránd</i> A lakosság megújuló energiaforrásokkal kapcsolatos ismereteinek vizsgálata eltérő adottságú kistájokban	141	<i>Haffner Tamás</i> A megújuló energiaforrások alkalmazásán alapuló energiapolitika megteremtésének lehetősége Magyarországon	209
<i>Apró Anna, Kovács Enikő, Rázi András, Dr. Mika János</i> A fényszennyezés, a megújuló energiák, a klímaváltozás és a fenntarthatóság környezetpedagógiai feldolgozása: hasonlóságok és megkülönböztetések	147		

*Márton András*

A fenntartható energiagazdálkodás társadalmi megítélésének vizsgálata és előrejelzése 217

*Deák Attila*

A lakossági energiafelhasználás területi különbségeinek alakulása Magyarországon 223

*Bánóczki Krisztina*

Az aktuális környezetvédelmi, éghajlatváltozási, táj- és területfejlesztési stratégiák Debrecenre vonatkozó részeinek összehasonlító elemzése 229

*Hegedűs Imre*

A Debreceni Egyetem kollégistáinak környezettudatossága 235

*Boldizsár Csongor, Fodor Béla*

Családi ház energetikai célú modellezése számítógépes szimulációs szoftver segítségével 241

*Horkai András, Dr. Talamon Attila, Sugár Viktória*

Nagypaneles lakóépületek energiafelhasználásának változása 247

*Barczy András, Dr. Géczy Gábor*

Előrettekintés a szennyvíztisztításban - Kezelés és a társadalom 253

*Csete Ákos Kristóf, Dr. Gulyás Ágnes*

A városi zöld infrastruktúra vízgazdálkodási szerepének vizsgálati lehetőségei a környezettudatos településtervezés tükrében 257

*Szkordilisz Flóra*

A természetalapú megoldások a város-rehabilitációban 265

*Szabó Zita, Dr. Sallay Ágnes*

Tájtípusizálás az energia szempontjából 271

*Pálfi Zsuzsa*

A mélymulcs, mint alternatíva az ökológiailag fenntartható kertművelésre 275

# A FELHAGYOTT SZÉNHIIDROGÉN IPARI KUTAK FELHASZNÁLÁSÁNAK LEHETŐSÉGEI A HAZAI GEOTERMIKUS ERŐMŰ FEJLESZTÉSBN

ILYÉS CSABA, DR. SZŰCS PÉTER, DR. ZÁKÁNYI BALÁZS,  
ZÁKÁNYINÉ DR. MÉSZÁROS RENÁTA

Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet  
E-mail: hgilyes@uni-miskolc.hu

## Absztrakt

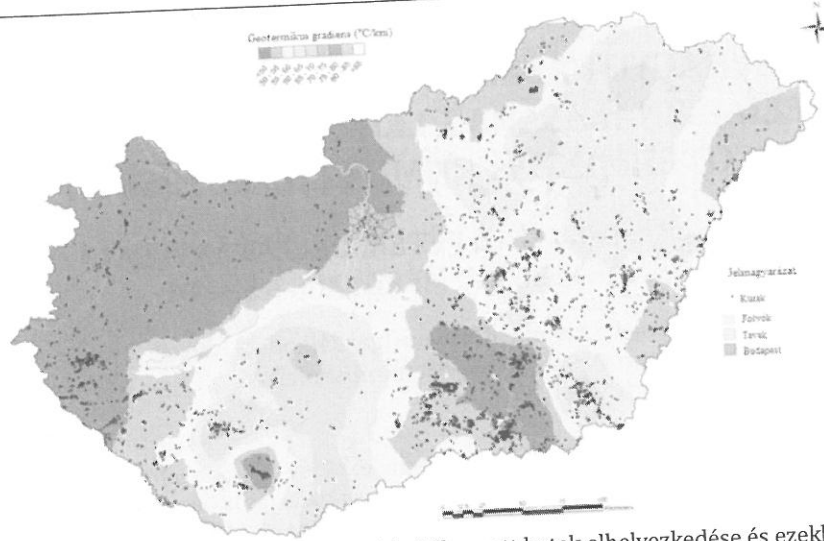
Magyarországon a felhagyott mélyfúrési kutak száma kb. 5100 db-ra tehető. A Miskolci Egyetem PULSE projektjének kitűzött fontosabb feladatai a Földi energiaforrások hasznosításához kapcsolódó hatékonyság növelő mérnöki eljárások fejlesztése. Az Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet és Műszaki Földtudományi Kar közös kutatócsoportja újszerű tudományos munkát kíván végezni a hazai természeti energiaforrások fenntartható kiaknázásának témakörében, különös tekintettel a Kihozatali határfok növelését biztosító eljárások kutatása és fejlesztése szénhidrogén telepekben; Nagy hatékonyságú hozamnövelő rétegkezelési eljárások kutatása és fejlesztése valamint; Meddő és használaton kívüli kutak energetikai hasznosíthatósága területeken. A következőkben az utóbbi tématerületet mutatjuk be.

**Kulcsszavak:** geotermikus energia, felhagyott kutak, újrahasznosítás, CH-kutak

## 1. Bevezetés

Napjainkban, a világ energiatermelésének struktúrájában a fosszilis energiahordozók dominálnak, és egyben okoznak nem kiszámú környezetvédelmi problémát. Mindemellet ezekhez az energiahordozókhoz (úgy mint a szén, olaj, természetes gáz) kapcsolódó energiaválság egyre komolyabb kérdésként jelenik meg (Lior, 2008). Éppen ennek köszönhetően a megújuló energiaforrások és a zöld energia kutatása egyre vonzóbb területként jelenik meg. A konvencionális fosszilis energiahordozók felhasználását összehasonlítva a geotermális energia alkalmazásával, ez a fajta energiatermelési mód rendkívül előnyösnek mutatkozik, hiszen nincsenek szennyezőanyagok, és mindemellet megújuló energiaforrás. A fentiekén túl, jól ismert, hogy a világon megközelítőleg 20-30 millió felhagyott olajkút létezik, ehhez hozzáadva az egyéb célból készült, lezárt kutakat, a végső szám jóval nagyobb lehet. Magyarországon a fellelhető felhagyott mélyfúrési kutak az 1. ábra mutattuk be. Ezen tényezőket figyelembe véve világszerte egyre több kutatási téma célpontjává válik a felhagyott kutak geotermális céllal történő újrahasznosíthatóságának vizsgálata (Kujawa et al., 2006).

A Miskolci Egyetem PULSE projektjének kitűzött fontosabb feladatai a Földi energiaforrások hasznosításához kapcsolódó hatékonyság növelő mérnöki eljárások fejlesztése. Az Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet és Műszaki Földtudományi Kar közös kutatócsoportja újszerű tudományos munkát kíván végezni a hazai természeti energiaforrások fenntartható kiaknázásának témakörében, különös tekintettel a következőkre:



1. ábra: Magyarországi használatban lévő és felhagyott kutak elhelyezkedése és ezekben mért hőmérsékletek eloszlása (Tulinius et. al alapján)

valamint;

3. Meddő és használaton kívüli kutak energetikai hasznosíthatósága területeken. A következőkben az utóbbi tématerületet mutatjuk be.

## 2. Magyarországi geotermális viszonyok

Magyarország, bár nem aktív vulkáni területen található, geotermikus adottságai mégis európai, de nemzetközi viszonylatban is kiemelkedőek. Magas a hőmérséklet mélységgel történő emelkedése, ~ 45 °C/km, szemben az átlagos 20-30 °C/km értékkel (1. ábra). Így 500 m mélységben az átlaghőmérséklet már 35-40 °C, 1000 m-ben 55-60 °C, 2000 m mélységben pedig 100-110 °C, a melegebb területeken akár 120-130 °C lehet. A felszín alatt több km mélységig megtalálható törmelékeny üledékekből (homok, homokkő) vagy repedezett mészkőből, dolomitból az ország területének több mint 70%-án minimum 30°C-os termálvíz feltárható. (Szita & Vitai, 2013).

A magyarországi geotermikus kutak többnyire 1000 – 2000 m mélységből termelnek. A kutak felépítése hasonló és tipikus. A vezető bélésű átmérője mintegy 50 m mélységre 13 3/8" (349 mm) egy a 17 1/2" (444,5 mm) átmérőjű fúrólukban. Majd az 500-1800 m közötti mélységtartományban egy a 12 1/4" (444,5 mm) átmérőjű fúrólukban 9 5/8" (244,5 mm) bélésű csövet építenek ki. Végezetül egy 7" (177,8 mm) cső kerül beépítésre a 8 1/2" (215,9 mm) fúrólukban. A bélésű csövek minden esetben cementezve vannak (Toth & Bobok, 2013). Ellenállóképességüket és anyagminőségüket tekintve ezeknek a kutaknak igen magas elvárásoknak kell megfelelniük, hiszen a használat során nagy sótartalmú és magas hőmérsékletű vizek hatásainak vannak kitéve. Jellemzően az átlagosnál vastagabb csőfalazattal és magasabb anyagminőséggel kerülnek kialakításra.

## 3. Kutak felhagyása

Azokat a kutakat és fúrólukakat, amelyeket nem termeltetnek „Felfüggesztett” állapotba, amelyekkel a határidőn belül már nem terveznek további

gondosan meg kell tervezni és a jóváhagyott műveleteket szigorú ellenőrzés mellett kell elvégezni.

A tevékenység időleges felfüggesztése lehet:

- rövid idejű – amikor a fúrás befejezése után a kút kivizsgálásra vár, vagy
- hosszú idejű – amikor geológiai megfontolások, újra értelmezések, technológiai fejlesztések miatt kell a munkálatokat szüneteltetni – ennek idejét is meghatározza, a Bányatörvény a hosszú időre való felfüggesztés megfogalmazás azonosul a korábban megfogalmazott időleges felhagyás fogalmával, mivel mindkét esetben a kútszerkezet és a csőfej sértetlen marad.
- A végleges felhagyás követelményei a legszigorúbbak, mivel a kút felszíni zárószerelvényeit eltávolítják, továbbá a belső, nem cementezett bélésű cső rakatok jelentős részét is visszamentik. A végleges felhagyás a környezet teljes rehabilitációját is megköveteli. Mind az időleges, mind a végleges kútfelhagyást csak akkor lehet végrehajtani, ha:
  - a kút felszín alatti része biztonságos körülmények között van,
  - nyomásálló,
  - továbbá biztosítani kell, hogy a csőfej eltávolítása után sem indulhasson meg áramlás a kútból.

## 4. Geotermikus rendszerek

A geotermikus rendszereket a működésükhöz szükséges 3 alapelem – tároló, fluidum, hőforrás – jellege, eredete alapján 2 fő csoportba oszthatjuk:

- hagyományos (konvencionális), hidrotermális rendszerek meglévő tárolók termelésével;
- nem hagyományos, mesterséges, javított kizozatalú geotermikus rendszerek:
  - meglévő rezervoár átteresztőképességének javítása (EGS)
  - új, mesterséges rezervoár létrehozása (HDR).
  - egy kutas, dupla csöves rendszerek hőcserélő folyadékkal (Szűcs et al., 2017).

A geotermikus energia hasznosítása általában több hőmérsékletlépcsőben, ún. kaszkád rendszerben történik. A rezervoár és a kutak által biztosított legmagasabb hőmérsékletű hasznosítást a gazdaságosság növelése, a geotermikus energia minél teljesebb kihasználása érdekében lehetőség szerint alacsonyabb hőmérsékletigényű alkalmazások bevonásával egészítik ki (kaszkád rendszer) (Toth & Bobok, 2013). A geotermikus energia hasznosítási módjai az alábbi nagy csoportokba sorolhatók:

Villamosáram-termelés:

- Száraz túlhevített tárolóra telepített erőmű;
- Forró vizes tárolóra telepített erőmű;
- Kettősközegű (bináris) erőmű
  - ORC;
  - Kalina;

Közvetlen hőhasznosítás

- Épületfűtés (egyedi vagy távfűtés), használati melegvíz (HMV) szolgáltatás;
- Ipari hőszolgáltatás;
- Mezőgazdasági alkalmazások (üvegház, fóliasátor fűtés, terményszárítás stb.);
- Balneológia, wellness;
- Halgazdálkodás, halastavak;
- Jégtelenítés;
- Hőszivattyúval ellátott kis mélységű geotermikus rendszerek (hőszivattyúzás).

## 5. Lehetséges hasznosítás feltételei

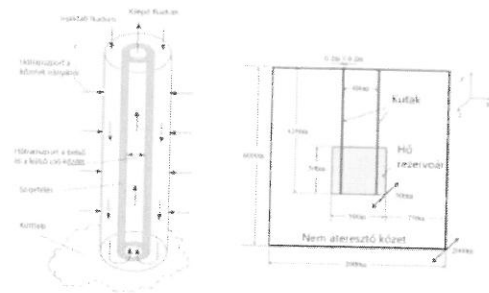
A mélyfúrások kialakítása többféle cézzal is kezdődhet. Amennyiben jól ismert földtani környezetben, konkrét cézzal történik a fúrás mélyítése, az történhet gáztermelés, olajtermelés, víztermelés (geotermális hasznosítás) vagy pl. egy terület monitorozása céljából, stb. A kutak mélyítése során, a kialakítás minden esetben igazodik a felhasználási célhoz.

A felhagyott kút állapotának, és az egyéb viszonyoknak megfelelően egy, illetve többkutas rendszerben is történhet a felhagyott kút újrahásznosítása. Egy kutas hasznosítás esetében, úgynevezett duplacsöves rendszer kerül beépítésre, ekkor a meglévő rendszeren nagyobb mértékű változtatást szükséges eszközölni. Az egykutas és két kutas rendszer elméleti felépítését a következő ábra mutatja be.

Gazdasági szempontból megvizsgálhatjuk, hogy lehetséges e megtakarítást eszközölni egy felhagyott kút újrahásznosításával. Ehhez alapul vettük M.Z. Lukawski et al. cikkét (2016), amelyben több geotermikus kút (2400-4600m mélységig) fúrásai költségeit elemzik, amelyeket 2009 és 2013 között létesítettek az Amerikai Egyesült Államokban (USA). Átlagosan elmondható, hogy egy darab termelő kút kialakításának összes költsége kb. 5,7 millió dollárba (kb. 1,5 milliárd forint), míg a visszajelző kutak kb. 6,3 millióba (1,6 milliárd forint) kerülnek. Általános megállapítható, hogy a fúrás költségek exponenciálisan nőnek a mélységgel, amit nehéz környezeti adottságok eredményeznek. Természetesen egy-egy kút kialakításának nem a teljes költségét lehet megtakarítani egy felhagyott kút újraindításakor, hiszen számos vizsgálatot esetleg átalakítást kell egy elvégezni, de minden bizonnyal a fúrás költsége egy jó része megtakarítható, ideális esetben tehát a költségek jó része nem jelenik meg.

## 1. Összegzés

A magyarországi felhagyott kutak geotermikus cézzal történő hasznosíthatósága több paraméter függvényében mérlegelendő. Minden felhagyott kút esetében a specifikus jellemzők jelentős kockázati tényezőt képviselnek. A mérlegelendő paraméterek magukba foglalják a geológiai, geofizikai, hidrogeológiai, hőmérsékleti tényezők mellett a kút



2. ábra: Egy és kétkutas hasznosítási rendszerek elméleti felépítése



kialakítására, lezárására vonatkozó adatok görccső alá vételét, továbbá a környezetvédelmi és humánbiztonsági jellemzők tanulmányozását, és mindezen túl, mint döntő tényező, a gazdaságossági számítások elvégzését (3. ábra).

A PULSE projekt keretében létrehoztunk egy adatbázist (tartalmazza a kutak alapadatait, földtani, vízföldtani információkat valamint hőtárolással kapcsolatos adatokat), amelyben lehetőség nyílik a kút szintű analízisére. A már kijelölt geotermikus koncessziós területek tekintetében van nagy jelentősége ennek az adatbázisnak, hiszen nem csak plusz információkat (földtani, hidrogeológiai stb.) tartalmaz, hanem jobb tervezhetőséget biztosít illetve a felhagyott kutak esetleges felhasználásának lehetősége egyes jövőbeli projektek költségeit csökkenthetik.

## Köszönetnyilvánítás

A tanulmány a TÁMOP-4.2.1.B-10/2/KONV-2010-0001 jelű projekt alapján, a "Földi energiaforrások hasznosításához kapcsolódó hatékonyság növelő mérnöki eljárások fejlesztése" című GINOP-2.3.2-15-2016-00010 azonosító számú projekt részeként - az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében - az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

## 7. Irodalomjegyzék

- Kujawa, T., Nowak, W., & Stachel, A. A. (2006). Utilization of existing deep geological wells for acquisitions of geothermal energy. *Energy*, 31(5), 650-664. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2005.05.002>
- Lior, N. (2008). Energy resources and use: The present situation and possible paths to the future. In *Energy* (Vol. 33, pp. 842-857). <https://doi.org/10.1016/j.energy.2007.09.009>
- Lukawski, M. Z., Silverman, R. L., Tester, J. W. (2016): Uncertainty analysis of geothermal well drilling and completion costs. *Geothermics* 64 (2016) pp. 382-391
- Szita, G., & Vitai, Z. (2013). First Geothermal Energy Utilization System Based on Medium Enthalpy Reservoir in Hungary. *European Geothermal Congress 2013*, 3.
- Szűcs P, Bobok E, Tóth A, Kolencsikné Tóth A, Madarász T, Zákányi B, Debreczeni Á, Szilágyi J E (2017): Geotermikus erőműfejlesztés lehetősége az ásványvizek földjén, Magyarországon. In: *Kárpát-Medence Ásványvizei: XIII. Nemzetközi Tudományos Konferencia*. 181 p. Hargita Kiadóhivatal, 2017. ISBN:978-606-8951-00-3, pp. 15-25.
- Toth, A. N., & Bobok, E. (2013). Possible behavior of CO2 as EGS fluid in Hungary. *European Geothermal Congress 2013*, 1-4.
- Tulinus, H., Porbergdóttir, I. M., Ádám, L., Hu, Z., Yu, G. (2010): Geothermal evaluation in Hungary using integrated interpretation of well, seismic, and MT data. In: *Proceedings World Geothermal Congress 2010 Bali, Indonesia*, 25-29 April 2010