Földhő Hírlevél

A Magyar Geotermális Egyesület tájékoztató kiadványa

70
2020. július
XVII/3.

Vészhelyzeti szünetben

„Kamara” közgyűlés

Ilyen még nem volt. Sem a résztvevők száma, sem a helyszín szempontjából. Kamarazenekari létszámban, tizenhatan gyűltünk össze július 14-én a Magyar Geotermális Egyesület hűvösvölgyi irodájában a március 31-én az országos vészhelyzet kihirdetése miatt elnapolt közgyűlésünk pótlására.



Az MGtE 2020. évi közgyűlésének résztvevői

Egy vészhelyzeti jogszabály módosítás lehetővé tette, hogy éves beszámolónkat ne a szokásos május 31-ig, hanem szeptember 30-ig fogadjuk el.

Az éves beszámolót a Magyar Geotermális Egyesület legfőbb döntéshozó szerve, a közgyűlés fogadhatja el. Alapszabályunkban nem számítottunk arra, hogy valaha külső tényező fogja akadályozni közgyűlésünk megtartását, ezért nem készültünk föl a távoli, elektronikus szavazásra. A tervezett konferenciánk idejéig, októberig nem húzhattuk az időt, így a vészhelyzeti könnyítést kihasználva igyekeztünk minél gyorsabban megszervezni az eseményt. Szokásos helyszínünk, a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat díszterme ezúttal zárva maradt előttünk, mint ahogy mindenki más előtt is a járványhelyzet miatt. Így megkockáztattuk, hogy a várhatóan kevés résztvevővel az egyesület irodájában tartjuk meg a közgyűlést. Sikerült. A szoba mérete és a megjelentek száma éppen telt házas rendezvényt eredményezett.

Fő feladatunk az elnöki beszámoló, és annak részeként a pénzügyi beszámoló elfogadása volt. A napirenden ezen kívül még a felügyelő bizottság jelentésének meghallgatása és a közhasznúsági jelentés elfogadása szerepelt.

Az ülés elején megemlékeztünk a tavaly elhunyt *dr. Lorberer Árpád*ról, aki alelnöke és tiszteletbeli tagja volt egyesületünknek, és bemutatkozott a 2019 során csatlakozott hét új tagunk közül három, *Bunfordné Dr. Hegyi Annamária*, *Marsi Péter* és *Hárs József,* utóbbi Bóly város polgármestere.

Szita Gábor elnök 2019 legjelentősebb egyesületi tevékenységének az IGA Igazgatótanácsának vendégül látását, az ülés és a kísérőprogramok megszervezését tartotta. Ez volt a legnagyobb kiadással járó esemény, de így is sikerült az évet elenyésző pénzügyi veszteséggel zárnunk.

A Felügyelő Bizottság képviseletében *Tímár Lajos* a számviteli bizonylatok alapos áttanulmányozása után igen részletes jelentést készített és terjesztett elő, javasolva az elnöki beszámoló elfogadását.

Az ülés után borkóstolással egybekötött kötetlen beszélgetés kezdődött.

Geotermikus Konferencia

Indul a jelentkezés!

Az MGtE tagjai számára a részvétel ingyenes, de foglaláshoz kötött!

Az MGtE elnöksége határozatba foglalta, hogy az egyesület alapításának 25. évfordulója alkalmából Orosházán 2020. október 8-9-én rendezendő geotermikus konferencián valamennyi tagunk térítésmentesen vehet részt. A tagnak csak az oda– és visszautazást kell intéznie, valamint regisztrálnia a hamarosan elkészülő honlapon.

És mi lesz, ha tényleg beüt a covid második hulláma? Megtartjuk jövőre! Változatlanul MGtE 25 címmel!

Tartalom

Beszélgetés Dr. Csikai Miklóssal, az Árpád Agrár Zrt. elnök-vezérigazgatójával 2

Kertészeti üzemek korszerűsítése, állattartó telepek fejlesztése 3

Geotermikus kutak hőmérsékletviszonyainak számítása (2).....4

Koalíciót a geotermikus iparban! - interjú részlet dr. Marit Brommerrel.....8

METÁR pályázati eredmények 10

WGC 2020 - Izland jövőre (is) vár....10

Geotermikus világjelentés 2020.....11

Könyvajánló, hírek, rendezvények ... 12

Zenés, táncos? Legyen!

A vészhelyzet egyik utolsó enyhítési lépcsőjeként június közepétől legfőljebb 500 fő egyidejű részvételével már zenés, táncos rendezvények is tarthatók az országban.

Végre! Nyilván a koncertek is sokaknak hiányoztak, mert elegük van már a sok konzerv muzsika hallgatásából, de igazán a táncszeretők lélegezhettek föl. Nézni ugyan volt lehetőségük, ha máshol nem, az interneten, ahogy mások táncoltak, de mindenki tudja, hogy az nem az igazi. A kormánydöntést igazán csak üdvözölni lehetett.

Jó, de mi a helyzet az egyéb rendezvényekkel? Például a geotermikus konferenciákkal? Erről nem találni jogszabályt - de hát ezen igazán nincs mit csodálkozni, amikor ilyent csak a Magyar Geotermális Egyesület szervez, és ő sem túl gyakran. Igaz, ha mégis, akkor ott bizony van zene és tánc is. Így volt ez 2012-ben Orosházán, majd 2015-ben Zalakaroson is.

Az tehát, hogy 2020-ban is így legyen, nemcsak a jogszabályi megfelelés miatt ajánlatos, hanem hagyományaink is erre köteleznek minket.

Most már csak azt kell elintézni, hogy ne legyünk 500-nál többen. ☺

(SzG)

A geotermikus energia egyben az alap és a siker kulcsa is

Hatvan éves Közép-Európa legnagyobb termálvíz fűtésre alapozott kertészete

Beszélgetés Dr. Csikai Miklóssal, az Árpád-Agrár Zrt. elnök-vezérigazgatójával.

Dr. Csikai Miklós Kecskeméten született 1942-ben. A Kertészeti Egyetemen 1966-ban kertészmérnöki oklevelet, 1977-ben szakmérnöki diplomát, 1984 -ben kertészettudományi doktori címet szerzett. Először a Mindszenti Tiszavirág Szövetkezet telepvezetője, azután Fábiánsebestyénben a Közös Kertészeti Vállalat főkertésze, 1976-1982 között Budapesten a Kertészeti Egyetem, illetve Kecskeméten a Zöldségtermesztési Kutatóintézet szaktanácsadója, majd 1983-tól a Szentesi Korai Zöldségtermesztési Rendszer vezetője, 1990-től pedig Magyarország legnagyobb zöldséghajtató üzemének, a szentesi Árpád Szövetkezetnek választott elnöke volt. 1999 óta a Szentesi Árpád-Agrár Zrt. elnök-vezérigazgatója. 1994 decemberétől a Magyar Agrárkamara elnöke, 2008 óta tiszteletbeli elnöke. Csongrád megye Alkotói díjának, valamint az Újhelyi Imre- és a Gábor Dénes-díj tulajdonosa, a Kecskeméti Főiskola, a Szegedi Tudományegyetem Állattenyésztési Főiskolai Kara, Szentes város és a Corvinus Egyetem díszpolgára. A MOSZ elnöksége kétszer tüntette ki Szövetkezetekért emlékéremmel. 2008-ban a Magyar Köztársasági Érdemrend Középkeresztje kitüntetést is átvehette.



- „Az Árpád Agrár Zrt. az ország és talán Közép-Európa legnagyobb termálvíz fűtésre alapozott kertészete.” - nyilatkozta néhány évvel ezelőtt a kecskeméti Hírös Naptár értékőrző helytörténeti honlapnak. Miben is rejlik ez a „nagyság”?

- A 2020. januárjában megalakulásának 60. születésnapját megünnepelt *Árpád-Agrár Zrt*-ről azért nyilatkozhattam, hogy mi vagyunk talán Közép-Európa legnagyobb termálvízfűtésre alapozott kertészete, mert 20 termálkút tulajdonosaiként, 40 ha saját tulajdonú üvegházat, 25 ha 200 fő kistermelői tulajdonban lévő fólia telepet működtettünk.

Az első termálkutat 1964-ben létesítették elődeink, majd 1972-ig újabb három kút fűtési energiájára épült 6,5 ha üvegház. Az *Alkotmány Szövetkezettel* való egyesülés kapcsán újabb 2 termálkúttal bővült kertészetünk. 1979 és 1988 között az 5-ös, 6-os,7-es és 8-as kút csoportban újabb 8 kutat fúrattunk, ami további 13 ha üvegház és 20 ha fólia fűtését biztosítja. 2006-ban a *Szegvári Primőr Profit* kertészeti telep egészének megvásárlásával újabb 6 termálkúttal és mintegy 12 ha fedett felülettel bővült kertészetünk.

- Mivel érdemelték ki tavaly kertészeti kategóriában a 79. OMÉK Mezőgazdasági Nagydíját?

- Az elmúlt évben a „High-tech palánta nevelés a helyi adottságokra épített gazdaságfejlesztéssel” pályáztunk az OMÉK társrendezvényére a XXVI. Alföldi Állattenyésztési és Mezőgazda Napokra, ahol Nagydíjat nyertünk, aminek folytatásaként a több évtizedes integrációs tevékenységünkért kertészeti kategóriában az OMÉK Nagydíját is mi kaptuk.

- Riportunk a COVID-19 járvány idején, a részleges kijárási korlátozás időszaka alatt készül. Adódik a kérdés: milyen fontosságú napjainkban az élelmiszerbiztonság?

- Napjaink az egész világot érintő sajnálatos járványa reményem szerint mindenkinek felhívja a figyelmét az emberhez méltó életfeltételek jelentőségére. Ebbe a levegőtisztaság, az elérhető ivóvíz és a megújuló környezet mellett az élelmiszerbiztonság is alapvetően meghatározó. **A biztonságos élelmiszerek jelentőségéről sokkal kevesebbet kommunikáltunk az elmúlt évtizedekben a szükségesnél.** Talán kevesebb emberáldozattal, mint ami fenyeget bennünket az egész világon, végre érdemes lenne a valós értékekről is mindenütt, itthon is érdemi párbeszédeket folytatni.



OMÉK 2019 (*Forrás: Árpád Agrár Zrt.)*

- Hatvan év hosszú idő egy vállalat számára egy politikailag és egyéb szempontból is folyamatosan, olykor gyökeresen, változó közegben. Hogyan sikerült önöknek talpon maradni és kiemelkedni? Mit gondol, mivel tudta Ön leginkább elősegíteni az eredményeket?

- Az elmúlt 60 év számomra mindenképpen nagy tiszteletet és elismerést követel mindenki iránt, akik az *Árpád* létrehozásában, felépítésében, talpon maradásában és jövőjében közreműködtek, és ma is mindennap ezért dolgoznak. Én csupán egyike voltam és vagyok annak az ezer szövetkezeti tagnak és tulajdonosnak, akit harminc évvel ezelőtt a tulajdonosi közösség vezetőjévé választott. Azt gondolom, hogy az egymás iránti megbecsüléssel, a kis egzisztenciák összefogásával tudtam segíteni az első harminc év eredményeinek őrzését. Azokra az alapokra, az évszázados térségi hagyományokra és helyi adottságainkra építve fejlesztettük és fejlesztjük tovább mindig szakmai alapon gazdaságunkat.

- Mennyiben járul hozzá a geotermikus energia a cég sikeréhez?

- MINDENBEN. A geotermikus energiára, mint nemzeti adottságaink közül talán legnagyobb helyi adottságra alapozva épült és tud továbbra is sikeres maradni részvénytársaságunk.

- Mit tart a cég legnagyobb értékének?



A beültetett új palántanevelő
Forrás: Árpád Agrár Zrt.

- Az *Árpád Zöldségtermelő Szövetkezet* életre hívásában, annak racionális felépítésében, működtetésében résztvevő valamennyi tulajdonost és munkatársamat. A cégcsoportunknál munkát vállalók 40%-a törzsgárda tag, és nagyon sokuknak első és egyetlen munkahelye is az *Árpád-Agrár Zrt.* vagy jogelődjei.
- Harminc éve munkálkodik az Árpád Agrár Zrt-ben. Megosztaná az olvasókkal egy meghatározó, a céghez fűződő emlékét?
- Talán az 1990-es közgyűlést, ahol először választottak elnöknek … *(Erről szerényen csak ennyit. A szerk.)*

- Szintén a már fentebb említett honlapon mély hálával és szeretettel beszél a szüleiről, családjáról. Milyen szellemiségben nevelkedett? Mit és hogyan tud, tudott ebből átadni a gyermekeinek, unokáinak, dédunokájának?
- Kecskeméten születtem, és tíz éves koromig mellette, a ménteleki tanyavilágban nevelkedtem három testvéremmel együtt. **Mind a mai napig valóban csak mérhetetlen hálával és szeretettel tudok visszaemlékezni szüleimről**, akik azon a helyen, abban a politikai légkörben, abban a szegénységben olyan tisztességgel tudtak felnevelni és taníttatni valamennyiünket. Az, hogy édesapám ’53-ig ott, majd ’53-tól haláláig Solton volt református lelkész, és mindenütt az adott település legszebb kertjének megteremtője és gondozója is, nyilván nyomot hagyott bennem is. Hogy én mit tudok vagy tudtam ebből továbbadni, azt talán három leányunk és tizenkét unokánk tudná hitelesen elmondani. Amit feleségemmel együtt mindennap igyekeztünk és amíg lehet, igyekszünk továbbadni, az a gondoskodó, sokszor talán túlzottan is féltő szeretet. Útravalónak pedig azt, hogy amit lehet, mindent tanulni kell, és ha módunk van rá, tanítani is.

- Milyen új kihívásokkal kell szembenéznie a cégnek és személy szerint Önnek az elkövetkezendő időkben?
- Ebben a rendkívül gyorsan változó és kiszámíthatatlan környezetben értékteremtő piaci szereplőként úgy tudunk megmaradni, ha időben felismerjük a változtatás szükségességét. Ezt csak korábbi döntéseinket is vállalva, elődeink munkáját tisztelve és elismerve végezhetjük.

Aki a távolból kérdezhetett: *Dr. Szimon Ildikó*

Megjelenés előtt álló, geotermikus tartalmú pályázati felhívások

Kertészeti üzemek korszerűsítése, állattartó telepek fejlesztése

A tervezett *VP2-4.1.3.-20* számú felhívás támogatást biztosít új növényházak, hűtőházak, hűtőtárolók, zöldségtárolók létesítéséhez, illetve a meglévő létesítmények korszerűsítéséhez, bővítéséhez. Támogatja az áruvá-készítési rendszerek kiépítését, továbbá felújítás esetén az épületenergetikai, épületgépészeti és energiaellátást érintő korszerűsítéseket, valamint a megújuló energiaforrást hasznosító technológiák alkalmazását.

Támogatható tevékenységek köre:
- kertészeti termelő tevékenységet szolgáló új növényházak, hűtőházak, hűtőtárolók, zöldségtárolók építése;
- **meglévő létesítmények bővítése, korszerűsítése (épületgépészeti, épületenergetikai);**
- áruvá-készítés gépeinek, eszközeinek beszerzése;
- **megújuló energiaforrások alkalmazásának támogatása.**

Az igényelhető vissza nem térítendő támogatás összege támogatást igénylőnként maximum 2 milliárd Ft. A támogatás maximális mértéke közép-magyarországi régióban az összes elszámolható költség 40%-a, a nem közép-magyarországi régióban az összes elszámolható költség 50%-a. Kollektív beruházás és fiatal mezőgazdasági termelő által végrehajtott projekt esetén 10 százalékponttal megemelt támogatási intenzitás jár.

A kiírás tervezett időpontja 2020. augusztus.

Pályázatot mezőgazdasági termelők, fiatal mezőgazdasági termelők, mezőgazdasági termelők csoportjai nyújthatnak be.



A kép illusztráció

A másik tervezett pályázat, a *VP2-4.1.1.-20* számú célja, az állattartótartó gazdaságok versenyképességének javítása, a hozzáadott érték termelésének fokozása új, innovatív és környezetbarát technológiák elterjesztésének támogatása révén.

Támogatni szándékozza az állattartó gazdaságokban az energiafelhasználás csökkentését, az erőforrás-hatékonyság javítását épületenergetikai, épületgépészeti és energiaellátást érintő korszerűsítések, felújítások, valamint a megújuló energia felhasználására irányuló technológiák alkalmazása útján.

Az igényelhető támogatás megegyezik a kertészeti pályázatéval. Különbség **a kiírás tervezett időpontja, amely várhatóan 2020. július,** valamint a pályázók köre, amely mezőgazdasági termelőkből és fiatal mezőgazdasági termelőkből tevődik össze.

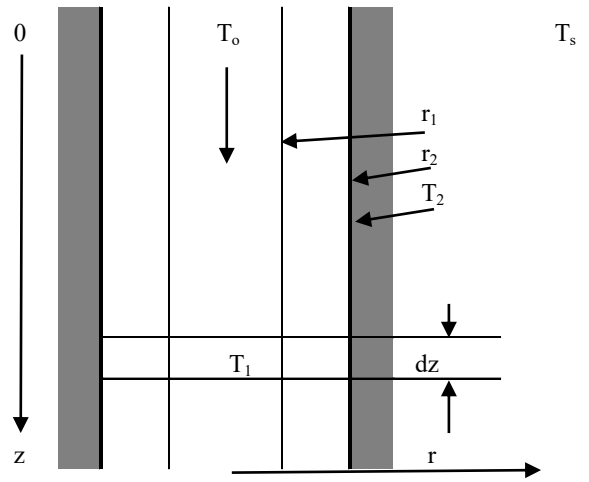
Hlatki Miklós

Geotermikus kutak hőmérsékletviszonyainak számítása

II. Ramey, valamint Hasan és Kabir számítási módszere

1. Ramey módszere állandósult hőmérséklet eloszlás számítására

H.J. Ramey módszerét az 1962. áprilisi Journal of Petroleum Technology c. szaklapban publikálta.[1] A víz-, nedves gőz-, kőolaj- és földgáztermelő, ill. besajtoló kutak hőmérséklet viszonyainak számítására szolgáló, a nemzetközi gyakorlatban manapság is elterjedten alkalmazott analitikus módszerek mindegyike vagy Ramey módszerét pontosította, javította, vagy merített Ramey cikkéből. Ramey módszere ezért alapmegoldás, amelyet célszerű alaposan áttekinteni. Ramey a következő kútmodellből indult ki:



1.ábra

A rajz egy vízbesajtoló kútszakaszt ábrázol. Az 1. ábrán az egyfázisú állandósult áramlás az r_1 belső sugarú termelőcsőben a kútfejtől a küttalp irányában történik. Ismert a besajtolás w tömegárama, a γ geotermikus gradiens és T_s a talajfelszín éves középhőmérséklete. A besajtolt víz hőmérséklete a kútfejen: T_0, a termelőcsőben z mélységben érvényes hőmérséklet: $T_1(z, t)$, *amely a mélység és az idő függvénye*. T_2 a béléscső külső palástjának hőmérsékletét jelöli. A termelőcső az r_2 belső sugarú béléscsőben helyezkedik el, amely körül a szürke árnyalatú sáv a cementpalástot jelöli. A koordinátarendszer kezdőpontja a felszínen található, a z tengely függőlegesen lefelé, a felszíntől a föld belseje irányába mutat, a vízszintes r tengely pedig erre merőleges. A termelőcső a béléscsőben koncentrikusan helyezkedik el, a két csőszakasz átmérője és falvastagsága állandó, anyaguk homogén, a termelőcső és a béléscső tengelye is függőleges. A kútszakaszban kijelöltünk egy dz vastagságú ellenőrző felületet.

Ramey először a termelőcsőben áramló folyadék egységnyi tömegére írta fel a termodinamika első, nyitott rendszerekre vonatkozó főtételét (csak termikus és mechanikai kölcsönhatások lépnek fel):

$$di + gdz + vdv = dQ - dW \qquad \text{(II.1.1)}$$

Az egyenletben i az egységnyi tömegű folyadék entalpiája, az un. fajlagos entalpia, g a nehézségi gyorsulás, v az áramlási sebesség, Q az egységnyi tömegű folyadékkal közölt hő, W az egységnyi tömegű folyadékon végzett munka. (II.1.1) azt fejezi ki, hogy az egységnyi tömegű folyadék entalpiájának, potenciális és kinetikai energiájának megváltozása egyenlő a folyadék környezetéből a folyadék egységnyi tömegével közölt hő, és a folyadék egységnyi tömegén végzett munka összegével. (Amennyiben a folyadék közöl hőt a környezetének, ill. végez munkát, akkor (II.1.1) jobb oldalán szereplő dQ és dW előjele megváltozik.) Ramey a következő feltételezésekkel élt:

- Az áramlás egyfázisú és állandósult, ezért az egyenlet jobb oldalán $dW= 0$.
- Nem kompresszibilis folyadék állandósult áramlása esetén a kinetikai energia megváltozása: $vdv = 0$.
- A fajlagos entalpia megváltozása nem kompresszibilis közeg egyfázisú áramlás esetén $di = c_p dT + Vdp$. Az egyenletben c_p az állandó nyomáson vett fajhő, V az egységnyi tömegre eső térfogat, azaz a fajtérfogat. Amennyiben elhanyagoljuk a súrlódási nyomásveszteséget, Vdp a hidrosztatikai nyomás dz -hez tartozó megváltozását adja. Ugyanis $Vdp = dp/\rho$, $dp = \rho gdz$, *s így* $Vdp = gdz$. A fajlagos entalpia megváltozása ezért: $di \approx c_p dT + gdz$.
- Kútban lefelé áramláskor a nyomásnövekedés miatt fellépő entalpia növekedés körülbelül megegyezik a potenciális energia csökkenésével. Felfelé áramláskor a nyomáscsökkenés hatására bekövetkező entalpia csökkenés körülbelül megegyezik a potenciális energia növekménnyel.

Mindezek következtében a (II.1.1) egyenlet az alábbi összefüggésre egyszerűsödik:

$$\mathrm{cpdT} \approx \mathrm{dQ} \qquad \text{(II.1.2)}$$

(II.1.2) azt jelenti, hogy állandósult egyfázisú áramlás esetén a folyadék fajlagos entalpiájának megváltozása közelítőleg megegyezik a folyadék egységnyi tömegével közölt (vagy távozó) hővel. Kizárva a fázisváltozást, (II.1.2) alapján a dz hosszúságú, a béléscső külső faláig terjedő ellenőrző felületre felírható egy *közelítő energiamérleg*:

$$\mathrm{dq} = -\mathrm{wcpdT1} = 2\pi \mathrm{r1U(T1 - T2)dz} \qquad \text{(II.1.3)}$$

(II.1.3)-ban w *a folyadék tömegárama, kg/s.* A béléscső külső fala és a zavartalan geotermikus állapotú kútkörnyezet közötti hővezetés hőáramát Ramey egy közelítő összefüggéssel írta le:

$$\mathrm{dq} = \frac{2\pi k\,(T_2 - T_e)dz}{f(t)} \qquad \text{(II.1.4)}$$

(II.1.4)-ben T_e a zavartalan geotermikus állapotú kútkörnyezet hőmérséklete, k pedig a dz hosszúságú kútszakaszt körülvevő réteg hővezetési tényezője. Az $f(t)$ –függvényt Ramey *„time function"-nak, „idő függvénynek"* nevezte. Bobok Elemér professzor után[8] az $f(t)$*-függvényt* a továbbiakban *tranziens hővezetési függvénynek* nevezzük. Könnyű észrevenni, hogy (II.1.4)-ben $f(t)$ szerepe formailag hasonló, mint (I.1.7)-ben $ln(r_2/r_1)$-é. A különbség azonban lényeges: (II.1.4)-ben a zavartalan geotermikus kútkörnyezet kúttól mért távolsága az idővel változik, $f(t)$ az idő függvénye. Feltételezzük, hogy a zavartalan geotermikus hőmérsékletű kútkörnyezet a geotermikus gradiens lineáris függvénye:

$$T_e = \gamma z + T_s \qquad \text{(II.1.5)}$$

(II.1.4) és (II.1.5) egyenletek (II.1.3)-ba helyettesítése után eredményül a következő összefüggést kapjuk:

$\frac{\partial T_1}{\partial z} + \frac{T_1}{A} - \frac{(\gamma z + T_s)}{A} = 0$, amelyben (II.1.6)

$A = \frac{wc_p(k + r_1 U f(t))}{2\pi r_1 U k}$ (II.1.7)

A (II.1.6) egyenlet egy inhomogén elsőrendű lineáris differenciálegyenlet. A homogén egyenlet ($\frac{\partial T_1}{\partial z} + \frac{T_1}{A} = 0$) a változók szétválasztásával és ezt követő integrálással könnyen megoldható: $T_1 = C_1 e^{-z/A}$, C_1 = integrálási állandó. Az inhomogén lineáris differenciálegyenletek megoldására alkalmazott egyik módszer az „integrálási tényezővel" való szorzás, amely egy szétválasztható változójú d.e.-t eredményez[2]. A (II.1.6) egyenletet megoldásához Ramey $e^{z/A}$ –t választotta integrálási tényezőnek. (II.1.6)-ból az „integrálási tényezővel" való szorzást, rendezést és a határozatlan integrálást elvégezve a következő egyenlethez jutunk:

$T_1 e^{z/A} = (\gamma z - \gamma A + T_s)\, e^{z/A} + C(t)$, (II.1.8)

amelyben *C(t)*az integrálási állandó. Az integrálási állandó meghatározásához felhasználjuk a következő peremfeltételt: $T_1 = T_0(t)$, $z = 0$ esetén, melyet (II.1.8)-ba behelyettesítünk és kapjuk, hogy $C(t) = T_0(t) + \gamma A - T_s$. A *C(t)*-re kapott összefüggést visszahelyettesítve (II.1.8)-ba, majd azt átrendezve eljutunk Ramey alapegyenletéhez, amely leírja a besajtoló kútban a hőmérséklet eloszlását:

$T_1(z,t) = \gamma z + T_s - \gamma A + (T_0(t) + \gamma A - T_s)\, e^{-z/A}$ (II.1.9a)

$A = \frac{wc_p(k + r_1 U f(t))}{2\pi r_1 U k}$ (II.1.9b)

A használhatóság érdekében összefoglalva is közöljük a (II.1.9a)-ban és (II.1.9b)-ben az egyes tényezők jelentését:
$T_1(z,t)$ = termelőcsőben áramló folyadék hőmérséklete z mélységben,és t időpontban, K
$T_0(t)$ = a besajtolt fluidum hőmérséklete a kútfejen, t időpontban, K
T_s = a talajfelszín éves középhőmérséklete, K
γ = geotermikus gradiens, K/m
z = felszíntől mért mélység, m
t = a besajtolás kezdetétől számított idő, s

A (2.1.9b) képletében szereplő tényezők:
w = a besajtolt víz tömegárama, kg/s
c_p = a besajtolt víz állandó nyomáson vett fajhője, J/(kg·K)
k = a besajtoló kútszakasz kőzet környezetének hővezetési tényezője, W/(m·K)
r_1 = a termelőcső belső átmérője, m
U = hőátviteli tényező, W/m^{2}K
$f(t)$ = tranziens hővezetési függvény, dimenzió nélküli

A (II.1.9a) egyenlet alkalmazásánál két tényező, a tranziens hővezetési függvény és a hőátviteli tényező számítására is szükségünk van. Ramey által a tranziens hővezetési függvényre, *f(t)*-re közölt képlet:

$f(t) = -\ln(\frac{r_2'}{2\sqrt{\alpha t}}) - 0{,}290$ (II.1.10)

(II.1.10)-ben r_2' a béléscső külső palástjának sugara, m; α pedig az adott kútszakaszt körülvevő kőzet hőmérséklet-vezetési tényezője, m^2/s. A hőmérséklet vezetési tényező számítása az

$\alpha = \frac{k}{\rho c_k}$, m^2/s (II.1.11)

összefüggéssel történik. (II.1.11)-ben k a kőzet hővezetési tényezője,W/mK; ρ a kőzet sűrűsége, kg/m3; c_k pedig a kőzet állandó nyomáson vett fajhője, J/kgK. A béléscső külső palástja és a zavartalan geotermikus állapotú kútkörnyezet határa közötti időben változó hővezetést (II.1.4) és (II.1.10) csak közelítőleg írja le. A kezdeti tranziens hővezetés számítására (II.1.10) csak meglehetősen nagy hibával alkalmazható, a valós hőmérsékletet túlbecsüli. A besajtolás kezdetétől számított 7-10 napot követően (II.1.10) hibája már nagyon kicsi, a valós viszonyokat jól visszaadja. Számos szerző javasolt Ramey *f(t)* tranziens hővezetési függvényre (II.1.10)-ben bemutatott közelítő összefüggés helyett más, szintén közelítő számítási módszert:

Kutun[3] szerint: $f(t) = ln(1 + 1{,}7\sqrt{t_D})$ (II.1.12)

Kutasov és Eppelbaum[4] ajánlása:

$f(t) = \ln\left[1 + (1{,}571 - \frac{1}{4{,}959 + \sqrt{t_D}})\sqrt{t_D}\right]$ (II.1.13)

Cinar[5] javaslata pedig:

$\log f(t) = 0{,}007165 + 0{,}30947 \cdot \log t_D - 0{,}04807 \cdot [log(t_D)]^2 + 0{,}003574 \cdot [log(t_D)]^3$ (II.1.14)

(II.1.12), (II.1.13), és (II.1.14)-ben

$t_D = \frac{\alpha t}{(r_2')^2}$ (II.1.15)

Termelőcső nélkül működő termelő hévízkút esetében a felfelé áramló víz hőmérsékletét Ramey (II.1.9a) és (II.1.9b) összefüggéseiből származtatva, az alábbi képletekkel lehet számolni[6]:

$T_f(H,t) = (T_s - \gamma H) + \gamma A(1 - e^{-H/A})$ (II.1.16a)

$A = \frac{wc_p f(t)}{2\pi k}$ (II.1.16b)

(II.1.16a)-ban H a termelő réteg fölött mért távolság, $T_f(H,t)$ pedig a felfelé áramló víz hőmérséklete a termelő réteg ffölött H távolságra.
Ramey a (II.1.9b) és a (II.1.11) összefüggésekben szereplő k hővezetési tényezőre adott egy gyakorlati számításokban alkalmazható átlagos értéket: $k = 1{,}4 \cdot 1{,}730735\ W/mK = 2{,}423\ W/mK$.

1. Hasan és Kabir számítási módszere

A nemzetközi olajiparban az analitikus hőmérséklet eloszlás számítási módszerek közül legelterjedtebben Hasan és Kabir[7] számítási eljárását alkalmazzák. Köszönhető ez egyrészt annak, hogy a kút kőzet környezetében az időben változó hővezetés leírására a szakirodalomból jól ismert Bessel függvényes megoldásra egy jó közelítő összefüggést adtak, amely a gyakorlati szakemberek számára könnyen alkalmazható. Másrészt pedig, Hasan és Kabir az ipari gyakorlatban előforduló összes problémára adaptálta módszerüket, melyet nagyon sok publikációban és egy összefoglaló kiadványban[7] is közzétettek.
Hasan és Kabir a kút kőzet környezetében az időben változó hővezetést hengerkoordináta rendszerben leíró differenciálegyenletből indult ki:

$\frac{\partial^2 T_e}{\partial r^2} + \frac{1}{r}\frac{\partial T_e}{\partial r} = \frac{c_e \rho_e}{k_e}\frac{\partial T_e}{\partial t}$ (II.2.1)

(II.2.1)-ben T_e a kút tengelyétől r távolságban és t időpontban a réteghőmérséklet, c_e a réteget alkotó kőzet állandó nyomáson vett fajhője, ρ_e a kőzet sűrűsége, k_e pedig a kőzet hővezetési tényezője. A (II.2.1) parciális differenciálegyenlet megoldásához három peremfeltételt kell rögzíteni:

$\lim_{t\to 0} T_e = T_{ei}$

$Q = 2\pi k_e \frac{r\partial T_e}{\partial r}$, r = r_{wb}-nél

$\lim_{r\to\infty} \frac{\partial T_e}{\partial r} = 0$

Az első peremfeltétel azt jelenti, hogy a kút környezetében a réteghőmérséklet kezdeti értéke mindenütt T_{ei}. A második peremfeltétel azt rögzíti, hogy a kút és a réteg határfelületén, azaz a lyukfalon, a kútból, vagy a kútba irányuló hőáramot a Fourier törvény írja le. A második peremfeltételben r_{wb} a kúttengelytől mért lyukfal sugár. A harmadik peremfeltétel azt fejezi ki, hogy a kúttól időben változó távolságra elhelyezkedő zavartalan geotermikus állapotú térrészben a T_e réteghőmérséklet nem függ a kúttól mért távolságtól.

A (II.2.1) parciális differenciálegyenlet az angol nyelvű szakirodalomban gyakran „hődiffuzivitási" egyenlet néven szerepel. Megoldása számos közleményben, szakkönyvben megtalálható. Így a tudományos szakirodalom nagy klasszikusában, *Carslaw-Jaeger: Conduction of heat in solids* c. könyvében is. A csak „Carslaw-Jaeger"-ként emlegetett könyv a hővezetés parciális differenciálegyenlete különböző geometriákra és peremfeltételekre vonatkozó analitikus megoldásainak tárháza. Hasan és Kabir (II.2.1) megoldását *van Everdingen – Hurst: The Application of The Laplace Transformation to Flow Problems in Reservoirs, Petroleum Transaction, AIME, Dec. 1949.*[9] közleményéből vette. Mindezt azért tehették meg, mert a hővezetés és a porózus rendszerben megvalósuló áramlás parciális differenciálegyenlete formailag teljesen megegyezik. („Hődiffuzivitás".) A (II.2.1) differenciálegyenlet megoldása dimenzió nélküli tényezőkkel történik, melyek a következők:

dimenzió nélküli idő: $t_D = \frac{k_e t}{\rho_e c_e r_{wb}^2}$ (II.2.2)

dimenzió nélküli sugárirányú távolság: $r_D = \frac{r}{r_{wb}}$ (II.2..3)

dimenzió nélküli hőmérséklet: $T_D = -\frac{2\pi k_e}{Q}(T_{wb} - T_{ei})$ (II.2.4)

A dimenzió nélküli hőmérséklet mindig pozitív! Ugyanis, a (II.2.4) összefüggésben Q akkor pozitív, ha $T_{ei} > T_{wb}$, azaz a hőáramot akkor tekintjük pozitívnak, ha a rétegből a kútba irányul. Ha $T_{wb} > T_{ei}$, akkor Q negatív.

(II.2.1) megoldása:

$T_{wb} = T_{ei} + \frac{Q}{\pi^2 k_e} I$ (II.2.5a)

amelyben $I = \int_0^\infty \frac{1-e^{-u^2 t_D}}{u^2} \frac{Y_1(u)J_0(u) - J_1(u)Y_0(u)}{J_1^2(u)+Y_1^2(u)} du$ (II.2.5b)

(II.2.5a) a kút körül elhelyezkedő kőzetben lejátszódó tranziens hővezetést írja le. (II.2.5b)-ben *$J_0(u)$ és $J_1(u)$ elsőfajú, nulla és első rendű; $Y_0(u)$ és $Y_1(u)$másodfajú, nulla és első rendű módosított Bessel függvények.* (II.2.4) és (II.2.5a) összevetéséből következik, hogy

$T_D = -2I/\pi$ (II.2.6)

Hasan és Kabir a dimenzió nélküli hőmérsékletet leíró (II.2.6), ill. a benne szereplő (II.2.5b) pontos megoldása helyett – a Bessel függvények improprius integráljának viszonylag nehézkes alkalmazása miatt – gyakorlati számítások igényeit sokkal jobban kielégítő közelítő megoldást talált:

$T_D = \left(0{,}4063 + \frac{1}{2} ln t_D\right)\left(1 + \frac{0{,}6}{t_D}\right)$, ha $t_D > 1{,}5$ (II.2.7)

$T_D = 1{,}1281\sqrt{t_D}(1 - 0{,}3\sqrt{t_D})$, ha $t_D \leq 1{,}5$ (II.2.8)

(II.2.7) és (II.2.8) nem folytonos t_D = *1,5*-nél, a folytonos összefüggés T_D-re:

$T_D = \ln[e^{-0{,}2t_D} + (1{,}5 - 0{,}3719e^{-t_D})\sqrt{t_D}]$ (II.2.9)

Hosszú időt, a *Ramey*-féle összefüggésnél már említett *t > 7–10 nap*ot követően (II.2.7) és (II.2.9) a következő kifejezésre egyszerűsödik:

$T_D = 0{,}4063 + \frac{1}{2} ln t_D$ (II.2.10)

A dimenzió nélküli hőmérséklet számítására fentiekben bemutatott összefüggések alkalmasak a kutat körülölelő rétegekben történő hővezetés hőáramának meghatározására. Azonban (II.2.4)-ben T_{wb} szerepel, amelyet nem ismerünk, továbbá nem T_{wb}, hanem a kútban áramló folyadék T_f hőmérsékletének számítására van szükségünk. T_f meghatározása érdekében a kútban áramló folyadék energiamérlegét kell felírnunk. Hasan és Kabir lényegében az 1. ábrán bemutatott Ramey-féle kútmodellt állította fel, a különbség annyi, hogy a kút tengelye a vízszintessel α szöget zár be. Az energiamérleget a kút tengelyére merőleges z és a $z + dz$ mélységek között elhelyezkedő ellenőrző felületbe zárt, felfelé áramló folyadékra írjuk fel. Feltételezzük, hogy az áramlás irányában a hővezetés a radiális irányú hővezetéshez képest elhanyagolható, az áramlás irányában csak tömegtranszport történik. Az energiamérleg egy és többfázisú áramlásra egyaránt vonatkozik:

$wi_{z+dz} + (z+dz)wg\sin\alpha + \frac{w v_{z+dz}^2}{2} + Qdz = wi_{dz} + zwg\sin\alpha + \frac{w v_z^2}{2}$ (II.2.11)

(II.2.11)-ben w a tömegáram; i a fajlagos, az áramló közeg egységnyi tömegére jutó entalpia; z és $z + dz$ az ellenőrző felület véglapjainak kúttengely mentén mért mélysége; g a nehézségi gyorsulás, v az áramlási sebesség; Q pedig a kútszakasz egységnyi hosszán beérkező hőmennyiség.

(II.2.11) az energia megmaradás törvényét fejezi ki a dz hosszúságú ellenőrző felületbe zárt folyadékelemre. (II.2.11)-ből egyszerűsítés után az alábbi differenciális energiamérleg származtatható:

$\frac{di}{dz} + g\sin\alpha + v\frac{dv}{dz} = \mp\frac{Q}{w}$ (II.2.12)

(II.2.12) jobb oldalán a $-\frac{Q}{w}$ termelésre, a $+\frac{Q}{w}$ pedig besajtolásra vonatkozik. Amennyiben nincs fázisátalakulás, a di entalpiaváltozás:

$di = \left(\frac{\partial i}{\partial T}\right)_p dT + \left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_T dp = c_p dT - C_J c_p dp$ (II.2.13)

(II.2.13)-ban c_p *az állandó nyomáson vett fajhő,* C_j *pedig a Joule-Thomson tényező*. (II.2.13)-at (II.2.12)-be helyettesítjük, majd átrendezés után kapjuk, hogy

$\frac{dT_f}{dz} = C_J \frac{dp}{dz} + \frac{1}{c_p}\left[\mp\frac{Q}{w} - g\sin\alpha - v\frac{dv}{dz}\right]$ (II.2.14)

T_f meghatározásához az eddigieken túl szükség van a kútban áramló folyadék és a lyukfal közötti radiális hőátvitelt leíró összefüggésre is, annak érdekében, hogy a T_{wb} lyukfal hőmérsékletet ki lehessen küszöbölni. A (már ismertetett) radiális hőátvitelt leíró egyenlet:

$Q = -2\pi r_{to} U_{to}(T_f - T_{wb})$ (II.2.15)

Hasan és Kabir az U_{to} hőátviteli tényező meghatározására Willhite vonatkozó képleteit alkalmazza, melyeket az I. fejezetben már közöltünk, ezért ismétlésüktől itt eltekintünk. Vonjuk össze a (II.2.4)-et és (II.2.15)-öt egy egyenletbe, melynek eredménye:

$$Q = -L_R w c_p (T_f - T_{ei}) = -\frac{w c_p}{A}\left(T_f - T_{ei}\right) \quad \text{(II.2.16)}$$

$$L_R = \frac{2\pi}{c_p w}\left(\frac{r_{to} U_{to} k_e}{k_e + r_{to} U_{to} T_D}\right) \quad \text{(II.2.17)}$$

Az L_R relaxációs tényező a Ramey-féle számítási eljárásában alkalmazott, és (II.1.7)-ben ismertetett A tényező reciproka. (II.2.16)-ot helyettesítsük (II.2.14)-be:

$$\frac{dT_f}{dz} = \pm \left(T_f - T_{ei}\right)L_R - \frac{g sin\alpha}{c_p} - \frac{v}{c_p}\frac{dv}{dz} + C_J \frac{dp}{dz} \quad \text{(II.2.18)}$$

(II.2.18)-ban a $+\left(T_f - T_{ei}\right)L_R$ termelés, a $-\left(T_f - T_{ei}\right)L_R$ pedig besajtolás esetére vonatkozik.

Alkalmazva a

$$\Phi = -\frac{v}{c_p}\frac{dv}{dz} + C_J \frac{dp}{dz} \quad \text{(II.2.19)}$$

jelölést (II.2.18) a következő formában is felírható:

$$\frac{dT_f}{dz} = \pm \left(T_f - T_{ei}\right)L_R - \frac{g sin\alpha}{c_p} + \Phi \quad \text{(II.2.20)}$$

A zavartalan geotermikus állapotú kútkörnyezet T_{ei} hőmérsékletét a geotermikus gradiens lineáris függvényének tekintjük:

$$T_{ei} = T_{eibh} - (L - z)\gamma sin\alpha \quad \text{(II.2.21)}$$

(II.2.21)-ben L a kúttalp mélysége (függőleges és ferde kút esetén is a kútban, a kúttengely mentén mért mélység!), T_{eibh} az L kúttalp mélységhez tartozó statikus kúttalp hőmérséklet (a függőleges kúttalp mélységében a zavartalan állapotú geotermikus hőmérséklet), z a felszíntől mért mélység, γ pedig a geotermikus gradiens.

Mielőtt (II.2.21)-et behelyettesítenénk (II.2.18)-ba, (II.2.18) egyenletben egyfázisú folyadékáramlásra vonatkozó egyszerűsítéseket hajtunk végre, mivel vizsgálatunk tárgyát termálkutak képezik. A Joule-Thomson tényező definíciós egyenlete: $C_J = \frac{1}{c_p}\left(\frac{\partial i}{\partial p}\right)_T$; az egységnyi tömegű folyadék entalpiájának megváltozása pedig: $di = du + d(pV) = cdT + Vdp$, amelyben V a fajtérfogat. A Joule-Thomson egyenletbe behelyettesítve az entalpia megváltozását, kapjuk, hogy $C_J = \frac{V}{c_p} = \frac{1}{\rho c_p}$. Egyfázisú folyadékáramlásnál dv/dz – az áramlási sebesség változása a mélységgel – elhanyagolható. Figyelembe véve a fentieket, (II.2.19), ill. (II.2.18) utolsó két tagja az alábbiak szerint változik:

$$\Phi = -\frac{v}{c_p}\frac{dv}{dz} + C_J \frac{dp}{dz} = \frac{1}{c_p \rho}\frac{dp}{dz} \quad \text{(II.2.22)}$$

További egyszerűsítést jelent, hogy ha a súrlódási nyomásveszteséget elhanyagoljuk, akkor a nyomásváltozás megegyezik a hidrosztatikai nyomásváltozással, azaz $\frac{dp}{dz} = \rho g sin\alpha$, s ezért

$$\Phi = -\frac{v}{c_p}\frac{dv}{dz} + C_J \frac{dp}{dz} \cong \frac{1}{c_p \rho}\rho g sin\alpha \cong \frac{g sin\alpha}{c_p} \quad \text{(II.2.23)}$$

Behelyettesítve (II.2.23)-at (II.2.20)-ba, a hőmérséklet gradiensre termelés (+) és besajtolás (–) esetén kapjuk, hogy

$$\frac{dT_f}{dz} = \pm\left(T_f - T_{ei}\right)L_R \quad \text{(II.2.24)}$$

L_R-t a mélységtől függetlennek véve (II.2.24) egy szétválasztható változójú elsőrendű közönséges differenciálegyenlet, amely az integráló szorzó módszer alkalmazásával ugyanúgy megoldható, mint Ramey–féle egyenlet. A továbbiakban a termelés és a besajtolás esetét szét kell választanunk. *Termelés esetén*, (II.2.24)-ből a változók szétválasztását, és határozatlan integrálást követően az alábbi egyenletet kapjuk:

$$T_f = T_{ei} + \frac{\gamma sin\alpha}{L_R} + C(t)e^{(z-L)L_R} \quad \text{(II.2.25)}$$

(II.2.25)-ben $C(t)$ integrációs állandó, amely a $z = L$ esetén érvényes $T_f = T_{eibh}$ peremfeltétel behelyettesítésével meghatározható. (II.2.24) megoldása C(t) ismeretében:

$$T_f = T_{ei} + \gamma sin\alpha \frac{1 - e^{(z-L)L_R}}{L_R} \quad \text{(II.2.26)}$$

illetve (4.21) behelyettesítésével

$$Tf = Teibh - \gamma sin\alpha\left[(L - z) - \frac{1 - e^{(z-L)L_R}}{L_R}\right] \quad \text{(II.2.27)}$$

(4.26) és (4.27) olyan termelő hévíz kutak hőmérséklet eloszlásának számítására alkalmas összefüggések, amelyekben az áramlás egyfázisú, és nincs fázisátalakulás.

Besajtolás esetén a $\frac{dT_f}{dz} = -\left(T_f - T_{ei}\right)L_R$ differenciálegyenletből kell kiindulnunk. A levezetést mellőzve, a besajtoló kutak hőmérséklet eloszlásának számítására az alábbi egyenletet kapjuk:

$$Tf = Tei - \frac{1 - e^{(z-L)L_R}}{L_R}\left(\gamma sin\alpha + \Phi - \frac{g sin\alpha}{c_p}\right) + e^{-zL_R}\left(T_{fwh} - T_s\right) \quad \text{(II.2.28)}$$

(II.2.28) kifejezésben T_{fwh} a besajtolt folyadék hőmérséklete a kútfejen, T_s pedig a talajfelszín éves középhőmérséklete. Hasan és Kabir (II.2.28) összefüggése általánosabb, mint Ramey-é, mert fázisátalakulás esetén is, továbbá az első 7-10 nap tranziens hőmérséklet változásának meghatározására is használható. Célszerű azonban megvizsgálnunk, hogy egyfázisú folyadék besajtolásánál (fázisváltozás nincs) mennyiben tér el egymástól Ramey és Hasan-Kabir számítási eljárása. Induljunk ki a (II.2.24) differenciálegyenlet besajtolásra vonatkozó változatából, amely: $\frac{dT_f}{dz} = -\left(T_f - T_{ei}\right)L_R$. Mivel a Hasan és Kabir-féle L_R relaxációs tényező a Ramey-féle A tényező reciproka, azaz $L_R = 1/A$, alakítsuk át (II.2.24)-et L_R helyett A-t alkalmazva:

$$\frac{dT_f}{dz} = -\frac{(T_f - T_{ei})}{A} \quad \text{(II.2.29)}$$

Átrendezés után kapjuk, hogy

$$\frac{dT_f}{dz} + \frac{T_f}{A} = \quad \text{(II.2.30)}$$

Amennyiben (II.2.30)-ban a Ramey módszer levezetésében szereplő jelöléseket alkalmazzuk, azaz T_f helyére T_l-et, T_{ei} helyére pedig $T_e = \gamma z + T_s$ –t írunk, akkor a (II.1.6) differenciálegyenletet kapjuk, amelynek megoldása a Ramey-féle összefüggés. Azaz, besajtoló termálkutak esetében – egyfázisú áramlás, fázisátalakulás nincs – Ramey hőmérséklet eloszlást meghatározó (II.1.9a) képletében az $f(t)$ tranziens hővezetési függvény helyett a Hasan-Kabir féle T_D dimenzió nélküli hőmérséklet is használható.

Felhasznált szakirodalom
Ramey, H.J.: Wellbore Heat Transmission, Journal of Petroleum Technology, Society of Petroleum Engineers, April, 1962.
Boyce, W.E. –DiPrima, R.C.: Elementary Differential Ewuations and Boundary Value Problems, 8th edition, John Wiley & Sons Inc., 2005.
Kutun, K. et al.: Analysis of Wellhead Production Temperature Derivates, 40thWorkshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 2015.
Kutasov, I.M. – Eppelbaum, L.V.: An Improved Horner Method for Determination of Formation Temperature, World Geothermal Congress, 2005.
Cinar, M. et al.: Development of a Multi-Feed P-T Wellbore Model for Geothermal Wells, 31st Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, 2015.
Horne, R. N. – Shinohara, K.: Wellbore Heat Los sin Production and Injection Wells, Journal of Petroleum Technology, Society of Petroleum Engineers, January, 1979.
Hasan, A.R. – Kabir, C.S.: Fluid Flow and Heat Transfer in Wellbores, Society of Petroleum Engineers, 2002.
Bobok, E.: Geotermikus energiatermelés, Tankönyvkiadó, Budapest, 1987.
A.F. van Everdingen – W Hurst: The Application of the Laplace Transformation to Flow Problems in Reservoirs, Petroleum Transactions, pp. 305-324, AIME, December, 1949.

Az elkövetkezendő tíz év kulcsfontosságú

Koalíciót a geotermikus iparban!

Interjú részlet Dr. Marit Brommerrel, az IGA ügyvezetőjével.

Az elmúlt hónapokban a geotermikus energiáról elmélkedve és ipari vezetőkkel megbeszéléseket folytatva két téma merült fel következetesen.
Az egyik a geotermikus energia és az egyéb megújulók támogatása, ösztönzése közötti történelminek mondható nyilvánvaló különbség; hogy miért létezik ez, és miként lehetne változtatni rajta.
A másik, szignifikánsan jelentős és egyben reményteli, az olaj-és gázipari vállalatoknak a geotermikus fejlesztések és ún. zöld fúrások felé fordulása. Vajon ők is ugyanazon értékeket fogják magukénak vallani, amikor geotermikus beruházásokba kezdenek, mint a geotermikus szektor szereplői? Vagy a "zöldítés" csak egy álca a részükről?
Minderről *Jamie Beard*, energiaszabályozási és környezetvédelmi ügyvéd, a Texas-i Egyetem Geotermikus Vállalkozások Szervezetének ügyvezetője beszélgetett Dr. *Marit Brommerrel,* az IGA ügyvezetőjével, aki, mint tudjuk, az olajiparból került a geotermikus ágazatba.
Az alábbiakban e riport legfontosabb megállapításait adjuk közre.

- Mindenki hallott már az olaj- és gázipari lobbiról. Napjainkra már a szél- és napenergia ipar is jelentős befolyásolási tevékenységet végez szerte a világban. E lobbik sikeresek az iparági politikák megvalósításában és a támogatások elérésében. Ez a geotermikus iparban nincs így. Vajon miért?
- A kérdés nagyon jó, és pontosan rámutat, milyen kihívással néz szembe ez az iparág globálisan. **A geotermikus ipar széttöredezett és projekt-orientált.** Nem élvez közös prioritást erős koalíciók, kölcsönösen eredményes helyzetek kialakítása az értékek között, és nem tapasztalható komoly elköteleződés politikai, támogatási párbeszéd folytatására. Ezt illusztrálja a számtalan kis iparági szereplő azon szemlélete is, mely szerint a regionális, helyi piacra koncentrálnak, és nem érzik szükségét a globális részvételnek, a nyomásgyakorlásnak a kormányzati szerveknél.

- Mi lehet a megoldás a geotermikus ipar kormányzati szervekben való nyilvánvaló részvételi hiányára?
- **Koalíciós szándék, a stratégiai szereplők megnyerése, egyetértés kialakítása az ösztönzők és szabályozások terén.** Ezek el tudnák mozdítani az akadályokat és továbblendíteni az ipart. Így lehetne kialakítani hatékony, globális lobbitevékenységet. Lényeges, hogy a geotermia beépüljön a jövőbeli stratégiai ütemtervekbe, ahogy a többi megújuló energia is. Ennek az egyetlen módja a célzott szerveződés és a ragaszkodás a célokhoz. Sajnos, nagyon gyakori a kormányzati szerveknél, hogy a leghangosabb és a leginkább jelenlévő kap figyelmet, és a geotermikus ipar még nem találta meg a hangját. Ennek nagyon gyorsan meg kell változnia, ha a geotermia több akar lenni egy mellékiparágnál.

- Kiknek kéne szerepet vállalniuk egy közös szándékú koalícióban?
- Az olaj- és gáziparnak, környezetvédelmi csoportoknak, agytrösztöknek, kormányoknak, kezdő vállalkozásoknak, vállalkozóknak. És persze, a geotermikus iparnak magának.
- Tapasztalattal rendelkezve mind az olaj- és gáziparban, mind a geotermikusban, mit tudna mondani a geotermikus ágazatnak, milyen felajánlható tudással rendelkeznek az előbbiek számára, hogy elköteleződjenek feléjük?
- **A geotermikus ágazatban nagyon sok know-how található az üzemeltetési erőforrások vonatkozásában,** amelyek kissé kívül esnek az olaj- és gáziparon. Az utóbbiak megpróbálják elkerülni, amit mi keresünk: a hőt. A hővel gyakran együtt jár a fokozott nyomás, a korrózió és a jóval bonyolultabb fúrási feltételek. Mi már megtanultuk az ezekkel járó leckét, ezt a kész tapasztalatot tudjuk átadni, így az olaj- és gázipari cégeknek már nem az alapoktól kell kezdenie, amikor geotermikus projektbe kezdenek.

Továbbá, **a geotermikus szektornak van gyakorlata a forráskutatásban,** gondolván itt az EU vagy az USA szervei, a Világ- és regionális bankok és magánhitelezők projekt finanszírozásaira. Az olaj- és gázipari társaságok számára kifejezetten előnyösek lehetnek ezek a geotermikus ágazat által már kifejlesztett, kész koncepciók.

Végül, és talán ez a legfontosabb, **a geotermikus ágazat kiváló a közösségek támogatásának elnyerésében,** a helyiek sokszor lelkesen pártolják a területükön működő geotermikus beruházásokat. Ez nem így van a szénhidrogén ágazatban, sőt, legtöbbször éppen az ellenkezője tapasztalható. Ez a **„közösség általi működési engedély"**, amit a geotermia a magáénak tudhat, abszolút kulcsfontosságú. Ezt fel kéne ismernie az olaj- és gáziparnak, ha tényleg el akarnak köteleződni a geotermia irányába.

- Mit jelent a "közösség általi működési engedély" kifejezés?
- A működéshez rengeteg hivatalos engedély szükséges:

felhatalmazások, jogok, kötelezettségek… **A közösség általi engedély egy informális jóváhagyás, amely vonatkozik egy társaság működésében érintett valamennyi szereplő egyetértésére.** A társadalmi engedély a társasági értékekbe vetett tiszteletre és bizalomra épül, nehéz elnyerni, és nagyon könnyű elveszíteni. A geotermia rendszerint széles körű társadalmi elfogadottsággal rendelkezik.



Dr. Marit Brommer, az IGA ügyvezetője

- Reális elképzelésnek tartja azt, hogyha az olaj- és gázipari társaságok elköteleződnek a geotermikus fejlesztések irányába, akkor ki fogják érdemelni ugyanezt a közösség általi engedélyt?

- Úgy gondolom, hogy az olaj- és gáziparinak nagyon óvatosan kell megközelíteni ezt, és hogy a kommunikáció és az átláthatóság kulcsfontosságú. Amikor az olaj- és gázipari vállalkozások úgy döntenek, hogy üzemeltetőként és/vagy szolgáltatóként részt vesznek geotermikus kutatásban, fúrásban és termelésben városokban, közösségekben, minden bizonnyal megpróbálnak majd támaszkodni a geotermia zöld képére, és profitálni akarnak az ágazatunk nagyon hatékony geotermikus "bevonási" kampányaiból, amelyeket mi már kifejlesztettünk és alkalmazunk különféle környezetekben és kultúrákban. Bár, mindez messzire vezet. Az olaj- és gázipar kockáztatná, hogy elveszíti az engedély előnyeit, ha kudarcot vall a közösségi elkötelezettség, az átláthatóság, a kommunikáció és a párbeszéd során, amelyeket a geotermikus ipar sikeresen alkalmaz. Ők nagy tapasztalattal rendelkeznek abban, hogy megszerezzék azt, amit akarnak, úgy általában, függetlenül, hogy egy közösségnek ez tetszik-e vagy sem. Az ilyen típusú viselkedés veszélyeztetné a közösségi engedélyt. Fennáll annak a kockázata is, hogy még ha az iparág elegendő átláthatóságot biztosít is, és közösségi párbeszédet folytat, akkor is lesznek hangos ellenzői a projektjeinek, egyszerűen a miatt, hogy az olaj- és gázipart egyáltalán bevonják a geotermikus fejlesztésekbe. A mai polarizált politikai helyzet valószínűleg tovább rontja az előttünk álló 5 – 10 év helyes dinamikájának kialakítási esélyét, amelyet az olaj- és gázipar geotermia iránti fokozódó elkötelezettsége indukálna.

- Hogyan fog alakulni a geotermia jövője az elkövetkezendő 5, 10 és 20 évben? Kik lesznek a szereplői, hol lesz ez az energia a leghatásosabb?

- **Meg vagyok győződve róla, hogy ez a geotermia évtizede lesz.** Az előttünk álló 10 év döntő fontosságú. Látni kell, hogyha nem teszünk valamit az éghajlatváltozás jelenlegi történelmi fordulópontján, akkor egy kis iparág maradunk.

Az elkövetkezendő 5 évben szeretnék látni egy formálódó geotermikus koalíciót, amely együttműködik a geotermia fellendítésében, felhasználva az iparág képességeit és kompetenciáit, gondolván itt a fúrásokra, berendezésekre és feltárásokra is. Csodás lenne, ha az energiaszolgáltatók értéket és stabilitást tudnának teremteni a geotermikus energia segítségével, az embereket és a kapcsolódó iparágakat energiával, hővel látnák el, és még másodlagos eredetű termékekkel, például lítiummal és ritkaföldfémekkel, zöld hidrogénnel, és ki tudja - akár még bitcoinokkal is!

Az eljövendő tíz évben nagyon jó lenne látni, hogy a teljes geotermikus kínálat maradéktalanul beágyazódik a közösségek, városok életébe. Hogy a geotermikus hőszivattyúk és a közvetlen felhasználású rendszerek beépülnek az építési szabályzatokba, és automatikusan integrálódnak az építési tervekbe. Az elektromos hálózatokat regionális alapterhelésű geotermikus villamos erőművek szolgálják ki. Az üvegházakban geotermikus fűtést-hűtést alkalmaznak a helyi élelmiszertermelés fokozása érdekében. Az elkövetkező évtizedben beszedett bevételeket újra be lehet befektetni a jövő „őrült álmainak" továbbfejlesztésébe, mint például aktív magma kamrák energiáinak felhasználása, tengeri geotermikus eszközök alkalmazása energiatermelésre, vagy geotermikus energia előállítása a Marson!



Jamie Beard, a GEO ügyvezetője

- Bitcoin – hogyan? De értem a nézőpontját. A geotermia széles megoldási lehetőségeket kínál a különböző kihívásokra a hatékonyságtól az energiatermelésig és mindenre a kettő között.

Mi a megérzése, a geotermia mely ága fog a középpontba kerülni a közeljövőben? Hol, miben látja a legnagyobb terjeszkedési lehetőséget?

- A bitcoinra reagálva: a geotermia stabil energiaforrás lehet az adatbányász központok számára. Résen kell lenni!

Úgy hiszem, a geotermia direkt használata hőelőállításra elsősorban Európában fog szélesebb körűvé válni, míg az Egyesült Államokban, Kanadában, Latin-Amerikában, a Karib térségben és Kelet-Afrikában az energiatermelésre fókuszálnak, a közvetlen használat másodlagos.

- Ha felveszi az olajipari szemüvegét egy pillanatra, véleménye szerint mi az elsődleges akadálya annak, hogy az olaj- és gázipar erőteljesen részt vegyen a geotermikus energia fejlesztésében?

- Két nagy akadályt látok. Az egyik a „méret", a másik pedig a „folyamat".

Az olaj- és gáziparban a méret fontos. Minden a méretarányról szól, az elmozdulásról a kis projektektől a méretesebbek irányába. Amint a portfólió-gondolkodás megalapozódik, több tőkét lehet elosztani, mivel a kockázat eloszlik a portfólióban, megkezdődik az értékoptimalizálás és világszínvonalú befektetések érlelődhetnek.

A másik a folyamat. A szénhidrogénipar nagyon figyelmesen követi az egyes koncessziók kormányok általi hivatalos, rendszeres, nyílt közzétételét. A geotermiában ez nem így van. A koncessziókra akkor kerül sor, amikor projektfejlesztő vagy vásárló tűnik fel, és egyes esetekben már csak akkor, ha van egy potenciális energiavásárlási megállapodás. Az összes felszín alatti költség és kockázat a projekt fejlesztőjére hárul. Meg vagyok győződve arról, hogy a folyamatok összehangolása minden bizonnyal segítené az olaj- és gázipar könnyebb bekapcsolódását a geotermikus ágazatba.

Nincs geotermikus nyertes

METÁR pályázati eredmények

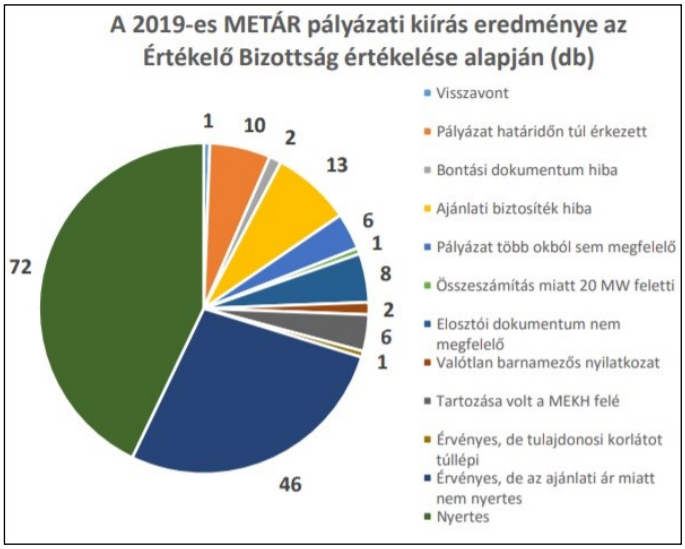
Hetvenkét érvényes és eredményes pályázat.

A *Magyar Energetikai és Közmű-szabályozási Hivatal* még 2019. szeptember 2-án írt ki pályázatot megújuló energiaforrások felhasználásával történő villamosenergia termelést megvalósító új beruházások ösztönzése céljából. A pályázatok beadására 2019. december 2-ig volt lehetőség.

Az érvényes pályázatok sorrendjét pályázati kategóriánként az *Értékelő Bizottság* az alábbi szempontok felsorolás szerinti sorrendben történő alkalmazása alapján állapította meg:

a) ajánlati ár (alacsonyabb ár a kedvezőbb)
b) tervezett telephely barnamezős jellege (barnamezős a kedvezőbb)
c) névleges teljesítőképesség (nagyobb a kedvezőbb)
d) benyújtás időpontja (korábbi a kedvezőbb)

A kioszthatő támogatás korlátjait és az eredmények összefoglalóját a következő táblázatok szemléltetik:



	Kicsi kategória	Nagy kategória
Éves új támogatás (M Ft)	333	667
Kioszthatő mennyiség (GWh/év)	66	134
Tulajdonosi korlát (GWh/év)	15	50

	Kiosztott éves új támogatás, M Ft	Kiosztott éves új támogatás a kioszthatő támogatás %-ban	Kiosztott támogatott mennyiség (GWh/év)	Kiosztott támogatott mennyiség a kioszthatő mennyiség %-ban
Kicsi kategória	207,7	62,4%	65,6	99,4%
Nagy kategória	21,4	3,2%	127,4	95,1%
Összesen	**229,0**	**22,9%**	**193,0**	**96,5%**

Az Értékelő Bizottság értékelése alapján megállapítható, hogy a beérkezett 168 db (100%) pályázatból 72 db (43%) nyertessé nyilvánítható pályázat mellett 46 db (27%) érvényes, de az ajánlati ára miatt nyertessé nem nyilvánítható és 50 db (30%) valamilyen oknál fogva érvénytelen vagy elutasított pályázat került benyújtásra.

A pályázatnak geotermikus nyertese nincs...

Találkozunk 2021. május 21-26. között!

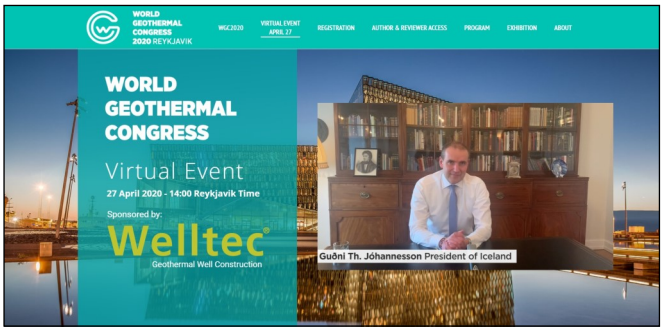
WGC 2020 - Izland jövőre (is) vár

Az elmék nagy találkozója.

Ennek a cikknek a helyén a 2020. évi Geotermikus Világtalálkozóról szóló beszámolónak kéne lennie, amelyet eredetileg idén április 27. és május 1. között rendeztek volna Reykjavikban, Izlandon. A világjárvány azonban közbeszólt, így kényszerűségből a jövő évre halasztották a nagyszabású eseményt.

Az elnapolt megnyitó időpontjában virtuális konferenciát tartottak a szervezők, amelynek fő célja a legfrisebb geotermikus világjelentés közreadása volt. (Összefoglalóját lásd a 11. oldalon!)

Izland a XX. század elejéig a legszegényebb országok közé tartozott. Ezen az esős, szélfútta szigeten az Atlanti-óceán északi részén kevés természetes üzemanyag-forrás van; nincs olaj, nincs szén, a fák a túlélésért küzdenek a szélsőséges éghajlaton. Az emberek többsége fűtetlen földházakban élt, otthonaik felmelegítésére a tőzeget tudták használni saját testhőjükön kívül. A fával vagy szénnel való fűtést nagyon kevesen engedhették meg maguknak. Számukra a fosszilis tüzelőanyagok szállítása is igen költséges, és érzékenyen érinti őket azok áringadozása is, amelyre nincs befolyásuk. A geotermikus energia mindig is ott volt a lábuk alatt, de gyanakvóak voltak a használatával szemben. A 874 körül a szigeten megtelepedett vikingek ruhát mostak és fürödtek a feltörő kénes termálvizekben, de a gazdálkodók számára az



Az izlandi államelnök a világtalálkozóra hív

újabb és újabb felbugyogó források egyet jelentettek a termés tönkremenetelével. És bár az első geotermikus kútfúrásokra már a XVIII. század közepén sor került, a technológia ekkor még nem tette lehetővé a geotermia energiaként való használatát. Erre 1908-ig kellett várni. Ekkor készítette egy farmer az első csővezetéket egy hőforrástól a házáig, hogy a termálvízzel fűtsön.

Mára 10 lakásból 9 fűtését a geotermikus energia biztosítja Izlandon, ez a legmagasabb arány a világon. Az ország a geotermikus energia nagykövetévé vált, amely kihúzta őket a sötétségből és a szegénységből. És jövőre (is) várnak a világtalálkozóra május 21-26. között, amelyre az izlandi elnök személyesen hív mindenkit a jelzett virtuális konferencia felvezetőjében. Reményei szerint, az esemény az elmék nagy találkozója lesz.

A virtuális konferencia elérhetősége: https://www.wgc2020.com/virtual_event_live/)

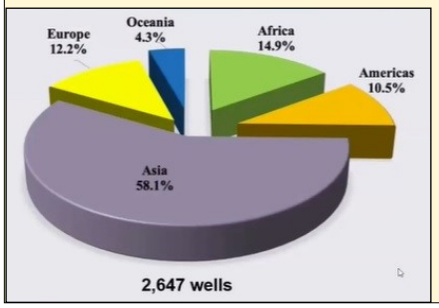
Mégse maradjunk adatok nélkül!

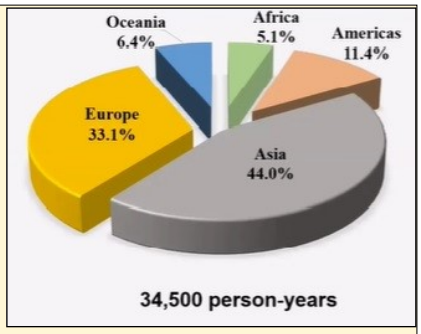
GEOTERMIKUS VILÁGJELENTÉS 2020

Beszámoló a WGC2020 eredetileg tervezett nyitónapján tartott videó-előadások alapján.

Összegzés

Az elmúlt 5 évben, 2015-2020 között 2644 geotermikus fúrást végeztek a világ 42 országában. Ezek közül 43,2% energiatermelési célú volt, 40,5% a közvetlen használatot célozta meg, 8,7% kombinált jellegű, míg 7,6% kutató-fúrás volt. Az ágazatban világszinten 22 262 milliárd US dollárt fektettek be. Ebből 27,9%-ot energiatermelésre fordítottak, 15,4%-ot a közvetlen használat projektjeire, 32,4%-ot ágazati fejlesztésekre költöttek, 24,3% -ot pedig kutatásra.





Kína, Törökország, Kenya és Indonézia kiemelkedik mind a geotermikus fúrások mennyisége, mind az ágazatra fordított összegek tekintetében.

Az iparágban 34 500 főt foglalkoztattak évente.

Geotermikus energiatermelés 2015-2020 (*Gerard W. Huttrer*)

A geotermikus energiatermelés világviszonylatban 29,4%-kal emelkedett (12 284 MWe - 15 950 MWe) 2015-2020 között, amely az elektromos hálózatokon belül 29,3%-ban biztosította az energiát. A jelzett időszakban 1144 db geotermikus kutat fúrtak energiatermelés céljából, amelyeknek összköltsége 14248 millió US dollár volt. A beruházások több, mint 30 ezer embernek adtak munkát.

1.	USA	3,700	6.	New Zealand	1,064
2.	Indonesia	2,289	7.	Mexico	1,005
3.	Philippines	1,918	8.	Italy	916
4.	Turkey	1,549	9.	Iceland	755
5.	Kenya	1,193	10.	Japan	550

A legtöbb geotermikus energiát termelő ország (MWe)

1.	Belgium	0.8 MWe
2.	Chile	48.0 MWe
3.	Croatia	16.5 MWe
4.	Honduras	35.0 MWe
5.	Hungary	3.0 MWe
TOTAL		**103.3 MWe**

Új belépők a geotermikus energiatermelő piacra

Előrejelzések:

- Némi visszaesés várható a növekedésben, amelynek fő oka, hogy az eddigi beruházások kockázatait sok esetben a kormányzatok vállalták.
- A geotermikus beruházások költségei - elsősorban a mélyebb fúrások miatt - jelentősen megnövekedtek.
- Az egyéb megújuló beruházások megtérülési ideje lényegesen rövidebb.

Következtetések:

- A kutak fenntarthatósága, az 50 évnél régebb óta működők karbantartása, felújítása mindennél fontosabbá vált, a visszasajtolásnak nagyobb hangsúlyt kell kapnia.
- Folytatni kell az EGS technológiai kutatásokat.

A geotermia közvetlen használata 2015-2020 *(Dr. John W. Lund, Dr. Tóth Anikó)*

A 88 országból beérkezett adatok alapján, a geotermikus energia közvetlen használata általi beépített kapacitás 107 727 MWt (ebből Európa 32 386 MWt) mindösszesen. A 2015. évi geotermikus világtalálkozó óta ez több, mint 52%-os növekedés, amely évente 8, 73%.

A termálenergia használata - amely összességében 1 020 887 TJ/év (ebből Európa 264 843 TJ/év) és 72,3% növekedés az elmúlt 5 évben - az alábbiak szerint oszlik meg:

- 58,8% hőszivattyú
- 18% termálstrand (uszoda)
- 16% ingatlan fűtés (ennek 91%-a távhő)
- 3,5% üvegház
- 1,6% ipari folyamatok fűtése
- 1,3% haltenyésztés
- 0,4% mezőgazdasági terményszárítás
- 0,2% hóolvasztás és hűtés
- 0,2% egyéb használat (pl. sótalanítás, üvegmosás...)

MWt/area		TJ/area	
Switzerland	5.32	Iceland	32.62
Netherland	4.14	Switzerland	32.18
Iceland	2.30	Sweden	13.86
Sweden	1.48	Hungary	11.94
Austria	1.31	Austria	10.30

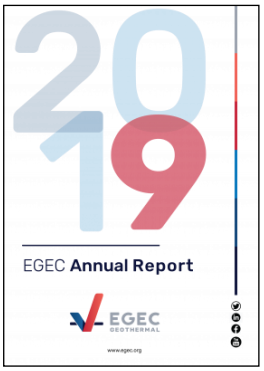
A közvetlen használatban élen járó országok (per 100km^2)

Legfontosabb következtetés:

A geotermikus energia közvetlen használata kiváltja a fosszilis tüzelőanyagokat, és csökkenti az üvegház hatású gázok emisszióját.

A tervek szerint, pl. Izlandon az épületek fűtése 90%-ban a geotermikus energia használatára épül a jövőben, míg Tunéziában 244 ha üvegház fűtését akarják ezen a módon megoldani.

KÖNYVAJÁNLÓ



Megjelent az EGEC 2019. évi jelentése, amelynek legfontosabb megállapítása, hogy bár fokozódik az érdeklődés a geotermikus energia iránt, a várt növekedés még nem tapasztalható.

A 2016 óta a magyar ***Dr. Antics Miklós*** által vezetett szervezet világos, átlátható szerkezetben, pontról pontra, ahol csak lehet számszaki eredményekkel alátámasztva és hónapokra lebontva számol be a 2019. évi tevékenységéről, politikájáról, kommunikációjáról, projektjeiről.

A jövőre nézve kiemelendő, hogy az EGEC ***„A geotermia évtizede következik”*** címmel kampányt indított a geotermikus energia nagyobb fokú felhasználása érdekében.

A kiadvány az alábbi linkről letölthető: https://www.egec.org/wp-content/uploads/2020/05/AR19_layout_final.pdf



HÍREK

Az *ELTE TTK Általános és Alkalmazott Földtani Tanszékén* működő *Tóth József és Erzsébet Hidrogeológia Professzúra Alapítvány* nemrég elindította a *„Vízkörforgalom a felszín alatt is”* magyar és *“Groundwater, Geoenergy, Hydrothermal minerals”* angol nyelvű blogjait, ahol felszínalatti vizekkel és fluidumokkal kapcsolatos aktuális híreket, tudományos újdonságokat és ismeretterjesztő anyagokat kísérhetnek figyelemmel.

Az érdeklődő olvasók követhetik is a https://felszinalattiviz.blogspot.com/ és a https://geofluids.blogspot.com/ blogok híreit! A blog kezdő felületén, annak bal oldalsávjában a *Rendszeres olvasók*, illetve az angol blog esetében a Followers felirat alatt a *Rendszeres olvasás* gombra kattintással a követők közvetlenül értesülhetnek a legfrissebb tartalomról. (Ehhez mindenképpen rendelkezni kell saját google fiókkal, gmail-es e-mail címmel.)

A blog a kollégák, szakemberek mellett az érdeklődő középiskolások és tanáraik számára is hasznos információkkal szolgál. De az egyetemi hallgatók, valamint a kapcsolódó szakterületek, földrajz, meteorológia, hidrológia, vízgazdálkodás, ökológia, talajtan, geotermia, szénhidrogén-földtan és az agrárium képviselőit is örömmel üdvözlik az olvasók körében.

A blog terjeszthető, a link továbbítható, hiszen a felszínalatti vizek folyamatainak bemutatása és megismertetése az alapítvány célja.

EGYESÜLETI HÍREK

Elnökségi ülés Szentesen

A vészhelyzet miatt az MGtE elnöksége sem tudott a szokásos módon működni. Így ez évi első ülését csak június 16-án tudta megtartani Szentesen, az Árpád Agrár Zrt. irodájában. (A szervezésért külön köszönet jár dr. Nagygál János alelnöknek.)

Az ülés középpontjában ezúttal a pénzügyek és a 25 éves évfordulós szakmai konferencia állt. Szita Gábor elnök részletesen ismertette az elnökség tagjaival az egyesület befektetési politikáját, a rendelkezésre álló - jelentős - tartalékokat, ami lehetőséget ad az MGtE tagok teljes körű vendégül látásához a konferencián. Az elnökség a konferencia tervezett költségvetését elfogadta, ami a 2020 év végi eredményünkben vélhetően másfél millió forintos hiányt fog okozni.

Javaslatok hangzottak még el a meghívandó előadók személyére vonatkozóan.

RENDEZVÉNYEK

„MGtE 25” Jubileumi Konferencia
A Magyar Geotermális Egyesület idén ünnepeli alapításának 25. évfordulóját, mely alkalomból kétnapos szakmai konferenciát tervezünk tartani **Orosházán**, Gyopárosfürdőn, az Alföld Gyöngye Hotel és Konferenciaközpontban.
Időpont: 2020. október 8-9.

IGC Invest Geothermal 2020
2020. szeptember 14-15., Frankfurt, Németország
Bővebben: https://www.investgeothermal.com

European Research & Innovation Days
2020. szeptember 22-24. (virtuális esemény)
Bővebben: https://ec.europa.eu/info/research-and-innovation/events/upcoming-events/european-research-and-innovation-days

European Geothermal Workshop 2020
2020. október 7-8. (virtuális esemény)
Bővebben: https://egw2020.sciencesconf.org/

A COVID-19 vírushelyzet következtében a rendezvények továbbra is bizonytalanok. Kérjük, az események megtartását minden esetben ellenőrizze a vonatkozó honlapokon!

Magyar Geotermális Egyesület
Postacím: 1021 Budapest, Ötvös J. u. 3.
Tel: (1)-224 0424
E-mail: info@mgte.hu, szitag@mgte.hu
Honlap: www.mgte.hu