MGtE

Földhő Hírlevél

A Magyar Geotermális Egyesület tájékoztató kiadványa

75
2021. október
XVIII/4.

A Magyar Geotermális Egyesület

KÖZLEMÉNYE

2021. október 22.

Az elmúlt 2-3 hónapban a földgáz és a villamos áram piacokon drasztikus áremelkedés volt tapasztalható. Szeptemberre a **földgáz** tőzsdei ára több mint **ötszörösére emelkedett**, a **villamos áram** pedig közel **100%-al drágult**. Az energiagazdasággal és az energiapiacokkal foglalkozó szakértők **energiaválság**ról beszélnek, amelyet az Európai Unió esetében az unión belüli földgáztermelés igen jelentős csökkenésével, a földgáztárolók szükségesnél alacsonyabb mértékű feltöltésével, az unió és különösen Németország elhibázott energiapolitikájával magyaráznak, **amelyhez** még **geopolitikai és pénzpiaci játszmák** is társulnak. A szakemberek többsége a jövő év második felében már az árak jelentős mérséklődésével számol, ugyanakkor hozzátesszik, hogy a zöld átmenet drága lesz, az energiaárakban trendszerű emelkedést fog eredményezni, továbbá az átmenet az energiabiztonság szempontjából sem ígérkezik könnyűnek. Az energiaárak hosszú távú emelkedése mellett jelenleg egy extrém mértékű kilengésnek vagyunk a tanúi és elszenvedői, amelynek a következményei rendkívül károsak. **A földgáz és a villamos áram drágulás tovagyűrűzik az értékláncokban**, de az igazán drámai hatása az energiaárak extrém mértékű kilengésének van. (Napjainkban műtrágyagyárak állnak le vagy csökkentik termelésüket, így a mezőgazdasági termelők nem tudnak műtrágyát vásárolni, az AdBlue üzemanyag-adalék hiánya pedig a közlekedési és szállítmányozási ágazat működését veszélyezteti.)

Ebben a válságos energiapiaci helyzetben a Magyar Geotermális Egyesület kötelességének érzi, hogy felhívja a döntéshozók, az energia átmenettel foglalkozó szakértők és döntés előkészítők, de a tágabb közönség figyelmét is a **geotermikus energia által nyújtott energia- és árbiztonság**ra, valamint a **vidékfejlesztés**ben betöltött pozitív szerepére. A geotermikus energia felhasználását csak nagyon kis mértékben befolyásolja az energiaárak elszabadulása, és egyáltalán nincs kitéve a különböző geopolitikai és egyéb kártékony világgazdasági folyamatoknak. A geotermikus energia a felhasználóknak **helyben áll a rendelkezésére**, nem kell naponta bogarászniuk a hazai és külföldi határidős tőzsdei árakat, a devizaárfolyamokat, valamint a határokon átmenő energiaforgalmat. **A geotermikus energia a felhasználóinak energiabiztonságot és függetlenséget nyújt**, és a gazdaságfejlesztésen túl fontos **szociális és jóléti szerepe** is van. A geotermikus energiának ez a **vidék- és gazdaságfejlesztő hatása** szerencsére ma már nem csak óhaj-sóhaj hazánkban, hanem több településen **megvalósult gyakorlat**, többek között pl. Szentesen, Veresegyházon és Bólyban.

A számos eredmény mellett fel kell hívnunk a figyelmet a hazai geotermikus energiahasznosítást érintő néhány negatív fejleményre is. A szakmailag felkészült szereplők mellett a pályázati rendszerben és a közbeszerzésekben feltűnt és sikeresen szerepelt egy-két "szerencselovag" is, kiszorítva a valóban felkészült szereplőket. Az internetes sajtóban valótlan, szenzációhajhász álhírek jelentek meg egy geotermikus K+F fejlesztéssel kapcsolatban. Sajnos nincs hosszútávon tervezhető, szakmailag megfelelően kimunkált geotermikus projekt- és K+F pályázati rendszerünk.

Siófok, 2021. szeptember 28-29.

XXVII. Almássy Endre konferencia

a felszín alatti vizekről



A konferencia résztvevői *(Forrás: FAVA)*

A Felszín Alatti Vizekért Alapítvány a tavalyi év kényszerű kihagyása után megtartotta szokásos kétnapos konferenciáját a felszín alatti vizekről.

A konferencia előadások témakörei érintették az országos vízügyi feladatokat, szó

(Folytatás a(z) 3. oldalon)

Tartalom

Beszélgetés Dr. Horn Jánossal 2

Szabó György: A nagy entalpiájú földhőtermelés jelene és lehetőségei 4

Gyenese István: PanSystem szoftver 8

Geotermia 2021/1 pályázat: Levélváltás a minisztériummal.....11

A demjéni termálkarszt hőmérséklet viszonyai 14

Monitoring-fejlesztési javaslatok 14

Geotermikus energia komplex hasznosítása 15

Geotermikus adottságok Tiszakécske környékén 16

Egyesületi hírek, rendezvények.....16

Nincs gáz? Nincs 'gáz'!

Történt egyszer Veresegyházon, nem is olyan régen, hogy a szigorú gázszolgáltató egy szép téli délelőtt elzárta a gázcsapot a városi bölcsődében. Miért? Mert nem fizették ki az előző havi gázszámlát. Az intézmény vezetője kétségbeesetten hívta a polgármestert, hogy nagy baj van, és most mi lesz. Pásztor Béla visszakérdezett, hogy az ebédet megfőzték-e már. A válasz igen volt. Akkor aggodalomra semmi ok - így a polgármester - mert a fűtéshez nem kell gáz, az termálvízzel működik.

Kiderült, hogy a gázszámlát valamilyen adminisztrációs hiba miatt valóban nem fizették ki határidőre, a szolgáltató tehát jogosan járt el. Miután - azonnal - rendezték a tartozást, a gázt már a következő napon visszakapták.

Manapság más kort élünk. Hatalmas vezetékek hatalmas gázcsapjaival játszadoznak valakik valahol, jobbára nem Magyarországon. Aggodalomra nagyon is van oka valamennyiünknek, akik földgázt használunk.

Mennyivel jobb a veresegyházi bölcsődéseknek! Gondtalanul játszadozhatnak jó meleg szobáikban, amiket a saját termálvizükből származó biztonságos, környezetbarát és olcsó geotermikus energia fűt.

Úgy gondolom, valahogy így kell csinálni a befektetést a jövőbe. (SzG)

Egy életút az olajmérnökségtől az érdekvédelmen át a könyvszerkesztésig

Beszélgetés Dr. Horn Jánossal, az „Életutak” szerkesztőjével

Aki 4100 oldalon megörökítette 120 föld- és műszaki tudományi szakember pályafutását



Fotó: Köves Krisztina

Dr. Horn János 1957-ben a Soproni Műszaki Egyetemen okleveles olajmérnök, majd az Építőipari és Közlekedési Műszaki Egyetemen okleveles gazdasági mérnök és a Marx Károly Közgazdaság Tudományi Egyetemen okleveles szakközgazda végzettséget szerzett, ahol 1983-ban közgazdaság tanból le is doktorált. A Soproni Műszaki Egyetem elvégzése után először a Tokodi Mélyfúró Vállalatnál dolgozott fúrómérnökként, majd 1958-1961 között az Országos Vízkutató és Vízkútfúró Vállalatnál. 1962-1991 között az Országos Földtani Főigazgatóságon, illetve jogutódjánál a Központi Földtani Hivatalnál területi főmérnök, később közgazdasági főosztályvezető volt. 1992-től a Bánya - és Energiaipari Dolgozók Szakszervezete elnöki főtanácsadója. Több alapítvány kuratórium elnöke és tagja. Jó néhány bizottság, tanács munkájában vesz részt. Többek között az MTA Bányászati Tudományos Bizottság Albizottsága és a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Kar Kari Tanácsa tagja. Eddigi élete során számos kitüntetést kapott. Magáénak tudhatja a Magyar Köztársaság Ezüst és Arany Érdemrendjét és az Eötvös Lóránd díjat is.

- Jövőre ünnepli a 90. születésnapját, és akkor az MGtE tiszteletbeli tagjává válik. Hosszú élet- és szerteágazó szakmai tapasztalattal rendelkezik. Hogyan kezdődött a pályafutása?

- Polgári családba születtem Budapesten, 1932-ben. Édesapám vegyészmérnök volt. Az ő indíttatására érettségi után vegyészmérnök képzésre szerettem volna jelentkezni, de a Berzsenyi Dániel Gimnázium akkori igazgatója tovább sem küldte a felvételi kérelmemet, valószínűleg azért, mert édesapám egy skóciai gyár magyarországi vállalatánál dolgozott. A Hazai Fésűsfonó és Szövőgyárban helyezkedtem el laboránsként, ahol három műszakban dolgoztam. A gyár korábban német tulajdonban volt, de a háború után a Szovjetunió jóvátételként megkapta. Ez azért lényeges, mert két évvel később, 1952-ben, már mint gyári munkás jelentkeztem a Műszaki Egyetem vegyészmérnöki karára, és kaptam egy orosz nyelvű támogató nyilatkozatot azzal, hogy az egyetem elvégzése után a gyárban fogok dolgozni.

- Hogyan lett mégis olajmérnök?

- Az egyetemi felvétel napján a folyosón várakoztam, hogy behívjanak, amikor hangosan a nevemet szólították. A Miskolci Egyetem KISZ vezetője volt, aki tájékoztatott arról, hogy a Rákosi Mátyás Nehézipari Műszaki Egyetem – amit akkor Európa hírű egyetemmé akartak tenni - megbízható hallgatókat keres, kiemelten olajmérnök hallgatókat, és amennyiben vállalom az átirányítást – ez akkor nagy divat volt –, a felvételi bizottság csak annyit kérdez: „Vállalja az átirányítást Miskolcra?”. És igen válasz esetén már ki is jöhettem. A döntő szempontom az volt, hogy a fejem fölött lebegett a „kard”, a kötelező 3 éves katonai szolgálat, ami akkor borzalmas volt. Így kerültem Miskolcra. Az egyetem építése még folyamatban volt, az egész területet kerítés zárta el a külvilágtól, ugyanis politikai foglyok – köztük Cziffra György világhírű zongorista – dolgoztak rajta.

- És jött egy újabb fordulat a történetében.

- A harmadik évtől kezdve Sopronban folytattam a tanulmányaimat, ugyanis a soproni professzorok nem voltak hajlandók átköltözni Miskolcra. A nyolcadik félév közepén megjelentek Sopronban az akkori nevén Országos Földtani Főigazgatóság (sok névváltozás után most MBFSZ) két vezetője (Dr. Benkő Ferenc geológus, elnök és Dr. Kassai Ferenc bányamérnök, elnökhelyettes), hogy a felügyeletük alá tartozó vállalatoknál nincs mérnök végzettségű, és akik vállalják, hogy a kilencedik félévben az olajtermelés helyett a vízbányászat tárgyat hallgatják, azok részére kiváló elhelyezkedési lehetőséget biztosítanak. Én ezt választottam. De ettől még mint okleveles olajmérnök végeztem 1957. márciusában, és kezdtem meg fúrótoronynál fizikai dolgozóként a munkát a Tokodi Mélyfúró Vállalat Tokodaltárói üzemvezetőségénél, hogy megismerjem a szakmát. Az üzemvezető Csath Béla (ma már vasokleveles olajmérnök) volt. Hat hónap múlva üzemvezető-helyettes lettem.

- Mikor került ténylegesen kapcsolatba a geotermiával?

- Amikor 1958-ban megalakult a VIKUV, az Országos Vízkutató és Vízkútfúró Vállalat, amely jogelődjeit is figyelembe véve ma már több, mint 140 éves múltra tekint vissza. Miután odakerültem, számos geotermikus kútfúrás (Békéscsaba, Petőháza, Szombathely) irányításában vettem részt. Majd 1962-ben kikért tőlük – ez ma már ismeretlen fogalom, ami azt jelentette, hogy a főhatóság kérését a vállalat pár napon belül köteles volt teljesíteni - az akkori földtani hatóság, az Országos Földtani Főigazgatóság. Ott főmérnökként hozzám tartozott az akkor kiemelt recski színes fémérc- és az észak-magyarországi lignitkutatás. A főhatóságnál, illetve a jogutódjánál a szamárlétrán előre haladva később közgazdasági főosztályvezető lettem, mivel az évek során okleveles szakközgazda diplomát szereztem, majd 1983-ban le is doktoráltam közgazdászként. De 1992 óta érdekvédelmi tevékenységet végzek, ma már nagyrészt társadalmi munkában.

- Mi vitte el az érdekvédelmi tevékenység irányába?

- Szülői örökség, hogy szeretek segíteni az embereken. A Bányaipari Dolgozók Szakszervezetének elnöke, Schalkhammer Antal kért fel elnöki főtanácsadó munkakörbe, amelynek keretében a szakmai munka mellett még a két cikluson át tartó országgyűlési képviselői munkáját is segítettem. Halála után az új elnök, Rabi Ferenc is igény tartott a munkámra.

- Beszéljünk élete legnagyobb volumenű szakmai munkájáról is, az „Életutak” című, Ön által szerkesztett szakmai, tudomány- és családtörténeti, szociológiai könyvsorozatról! Beleolvastam. A magyar „bányásztársadalom” kiválóságai egyéni sorsát, munkásságát mutatja be, és egyben lenyomata a társadalmi közegnek, amelyben éltek, dolgoztak. Mi volt az indíttatása?



Sopron anno: Magyar Királyi Bányamérnöki és Erdőmérnöki Főiskola
Forrás: Képeslap-bányászat (Horn János, 2002)

- Erre a kérdésre nagyon nehéz válaszolni. Talán szakember vagyok, de szerettem és szeretem az érdekvédelmi munkát, és talán maradandó siker életem után is a könyvszerkesztő, hiszen az „Életutak" minden városi-, egyetemi könyvtárban, bányászati múzeumokban, szakmai egyesületeknél és számtalan egyéb helyen mindig megtalálható lesz.

„Maradandó" siker még a családom. Sajnos gyermekorvos feleségem 57 év házasság után a közelmúltban gyógyíthatatlan betegség következtében elhunyt. De van két egyetemet végzett fiam, nyolc unokám és két dédunokám.

Mit mondhatnék még? Vírusmentes jóegészséget, jószerencsét kívánok mindenkinek!

Utóirat: Még megtudtam, hogy 1894. április 7-én Selmecbányán az OMBKE Választmányi ülésén fogadták el Péch Antal tiszteletbeli tag javaslatát, hogy az addig „Glück Auf!" köszöntést a „Jó szerencsét" váltsa fel. Dr. Horn János 1994-ben javasolta a centenárium megrendezését, azóta minden évben – 2020 kivételével – ő szervezte, moderálta a várpalotai ünnepségeket.

(A Szerkesztő: Dr. Szimon Ildikó)

- **Az „Életutak" a legnagyobb büszkeségem.** S bár nagyon sokszor publikáltam szakmai lapokban, a könyvsorozat váratlan gondolattal indult. **Az első kötet „Egy szakma tündöklése és hanyatlása" címmel jelent meg 2002-ben. A sorozat 22 kötetből áll, 2017-ben zártam le az utolsó kiadást. Összességében közel 4100 oldalon 120 föld- és műszaki tudományi szakember életútja olvasható benne.**

A könyvekben a geotermia olyan kiválóságai életútja is megtalálható, mint Bobok Elemér, Budai László, Csath Béla, Dobos Irma, Rybach László. De az MGtE tagjai és a Földhő Hírlevél olvasói számára bizonyára ismerősen cseng Göőz Lajos vagy Szabó György neve is.

A sorozatot legfőképpen saját erőből, néha pályázati segítséggel adtam ki, tiszteletdíjat senki nem kapott érte (én sem), a megjelentetést csak a nyomdaköltség terhelte. Kereskedelmi forgalomba nem került, általában 400 példányban jelent meg. Az elosztás tisztelet példányonként történt. Minden könyv ingyen olvasható az Országos Széchenyi Könyvtár Magyar Elektronikus Könyvtárában, illetve névmutatóval együtt elérhető az alábbi linken: MEK-HornJanos_2002-2017nevmutato.pdf - Google Drive.



Tokodaltáró anno: Üzemudvar
Forrás: Képeslap-bányászat (Horn János, 2002)

- Végül is kicsoda Dr. Horn János? Olajmérnök? Érdekvédő? Könyvszerkesztő? Filantróp?

(Folytatás a(z) 1. oldalról)

volt módszertani és oktatási kérdésekről, bemutattak regionális és lokális vizsgálati eredményeket, esettanulmányokat. Ez évben a kuratórium különös figyelmet fordított a klímaesemények felszín alatti vizekre gyakorolt hatására.

Minden előadási témacsoportot kisebb vitafórum követett kérdésekkel, hozzászólásokkal

A konferencia második napjának délelőttjén négy előadás is a geotermikus energiáról szólt, mégpedig:

1. *Garamvölgyi-Dankó Erika:* Geotermikus adottságok Tiszakécske környékén
2. *Kun Éva, Tóth György, Szőcs Teodóra, Szűcs Andrea, Gál Nóra:* Áttekintés a termálvizek lehetséges visszatáplálási lehetőségeiről, hatásairól, korlátairól, monitoring-fejlesztési javaslatok
3. *Szanyi János:* Geotermikus energia komplex hasznosítása
4. *Vadász Marianna, Pálfalvi Ferenc, Oláh István, Bitay Endre:* Termálkút fúrások a Partiumban

A poszterszekcióban egy molinó a demjéni termálkarszt hőmérséklet viszonyait *(Miklós Rita)* mutatta be.

A geotermiát érintő előadások összefoglalóját e lapszám következő oldalain adjuk közre.

A konferencia teljes anyaga már megtalálható az Alapítvány honlapján (fava.hu).

Szabó György

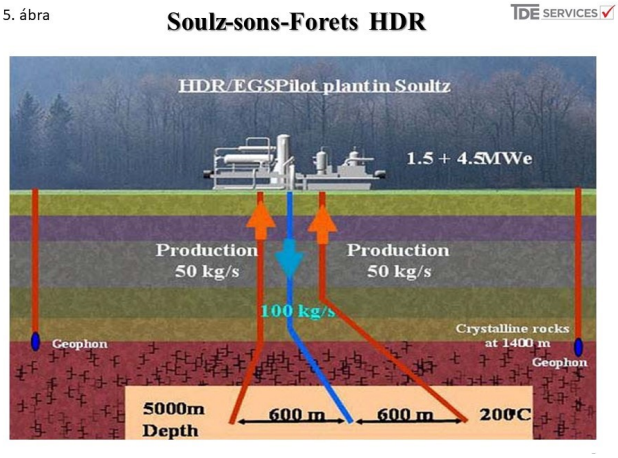
A nagy entalpiájú földhőtermelés jelene és lehetőségei

II. rész: A földhőipar lehetőségei

Gránit EGS

A fenti *(Földhő Hírlevél 74. szám, 6-7. oldal),* dominánsan „vulkán geotermia" mellett, jó hasznosítási lehetőségekkel lehet számolni a tektonikailag nyugodtabb, megfelelő hőmérsékletű földtani közegekből is. Ezeknek az egyik, az entalpiatermelés továbbfejlesztett, fokozott hatékonyságú (EGS enhanced/engineered geothermal system) változata, a „forró, száraz" (HDR hot dry rock) kőzet, jellemzően gránit földtani formáció felhasználásával valósul meg. Klasszikus példájuk a Soultz-sous-Fores & Reittershoffen (Franciaország) projekt, amely a magyar gőzhasznosítás lehetőségével kecsegtető fábiánsebestyéni kitörés elfojtásával azonos időpontban (1987.) kezdődött és tapasztalatai hasznosnak bizonyultak az európai geotermia megalapozásához. A „Soultz" erőmű 5000 m mély kutjaiból 1,7 MW, a szomszédos Reittershofen kutakból összesen 27,5 MWth teljesítményt sikerült elérni (**5. ábra**). A több, mint harminc éves szisztematikus kutatási program egyik jelentős eredménye, a termelő és besajtoló kutak közötti, hidraulikus kapcsolat létrehozását szolgáló repesztési műveletekkel együtt járó mikroszeizmikus események megismerése.

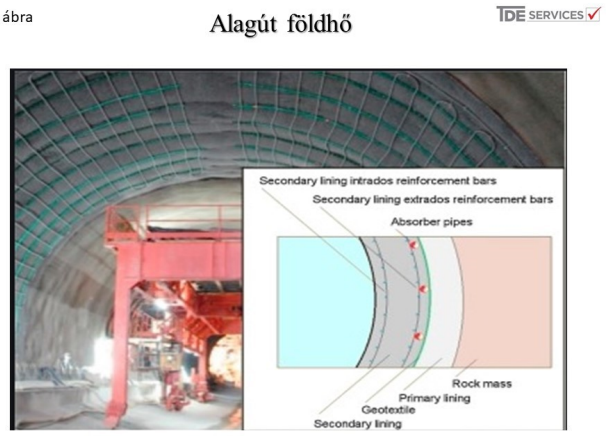
5. ábra



A rezervoárba irányuló folyadékbesajtolás minden esetben szigorú megfontolás tárgya: az olajiparban a kihozatal növelés természetes követelménye a ki/beáramló fluidum menynyiségi harmonizáltsága, de ez a geotermális kútállományra is szigorúan érvényes (néhány korlátlan utánpótlású hidrotermális rendszer kivételével). A tárolóban lejátszódó folyamatok szimulálása ma már elengedhetetlen, a 3 dimenziós (vagy 4D) számítástechnikai modellek választéka nagy (AUTOUGH, FeeFlow, STAR, TETRAD, TOUGH, stb.).

A svájci (Basel, St. Gallen) projekteknél, a rétegrepesztés által generált földrengéseket követő hatósági tiltások egy évtizedig visszavetették a beruházásokat, azonban az érvénybe lépett, megnyugtató szabályozási környezet újabban felélénkülést eredményezett. Egyidejűleg előtérbe került a szövetségi államban a földalatti üregek (**6. ábra**), így alagutak geotermális hasznosítása (elérés: geothermal tunnel lining).

6. ábra



Tanulságos a dél-koreai Pohang projekt (KIGAM R&D), amely az ezredforduló utáni geotermális várakozások okán, rendkívül alapos tudományos előkészítést követően, két öt éves szakaszra osztva 2007-ben kezdődött. Sajnálatos módon, a közel 5000 méter mélységű kutak repesztése 2017-ben olyan földrengést iniciált, amely 1700 épületkárt és 135 személyi sérülést okozott. A földrengést követően több kutatóintézet együttműködve, kiterjedt észlelőállomás hálózat segítségével vizsgálta a mélyföldtani eseményeket. Az okozati összefüggéseket nem vitatták a szakemberek, de a konklúzió hajlott egy nem ismétlődő, „kifutott" tektonikai definíció megállapítására. A hatóságok ettől függetlenül országosan betiltották az EGS-HDR geotermális hőhasznosítást. Még nem zárult le a személyi felelősséget vizsgáló bírósági eljárás Koreában, mert a vádhatóság gondatlanságot vélelmez a már évekkel megelőzően dokumentálttá vált bázeli katasztrófa figyelmen kívül hagyása miatt.

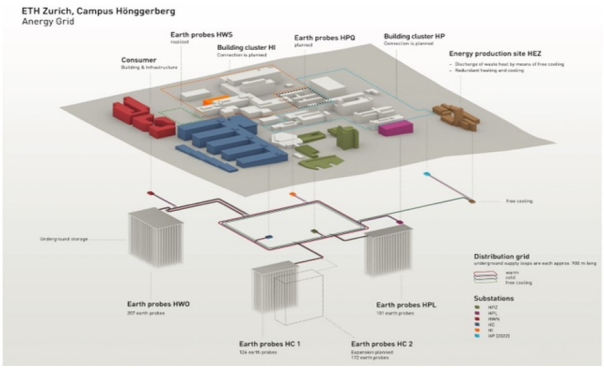
A fentiek érdekes fejleménye az, hogy a pohangi földrengésre hivatkozással a svájci energia és bányahatóságok is felfüggesztették a Haute-Sorne nagymélységű EGS projekt építési engedélyét, és a Svájci Szeizmológiai Szolgálat (SED) szisztematikus vizsgálatának a konklúziójától tették függővé a további műveleteket. A több éves vizsgálat eredménye alapján a Jura kanton ez év elején közzétette a geotermális projekt folytatásának az engedélyét, amely alapján a Geo-Energie Suisse AG már el is indította a munkálatokat. A hatályos rétegrepesztési szabályozás szigorú, de teljesíthető feltételeket tartalmaz, szövetségi és tartományi, valamint kivitelezői felelősségmegosztás alapján.

Ugyan nem tartozik a nagy entalpia témakörhöz, de itt kell hivatkozni a felszínközeli szondás geotermális alkalmazást. Magyarországon a pápai repülőtér üzemeltetése történik ilyen eszközökkel, de Svájc a világelső a felszínközeli reverzibilis hőtároló rendszerek (talaj-, tókonnektor, földhő szonda, geothermal earth battery) elterjesztésében (**7. ábra**). A bányahivatal ott több, mint 100 000 kutat tart nyilván, évtizedek óta ismert a tavakból hőszivattyúkra alapozott

fűtés/hűtés alkalmazás. (Magyar vonatkozás: a világon az első tíz egyeteme közé sorolt ETH/Zürich geotermiai kutatóintézetét magyar bányamérnök, prof Ribach László vitte sikerre.)

7. ábra

Reverzibilis földhő ETH campus



Jelenleg Európában, a gránit alapú hőkitermelést célzó projektek egyik legérdekesebb példája, a tíz éves előkészítés után végső stádiumba jutott cornwalli (UK) erőműépítés (elérés: https://www.cornwall.gov.uk/business/economic-development/geothermal/). Az itteni gránit különlegessége az, hogy a repedezettsége szerencsés orientációjú és a nyomásviszonyok is nagyon kedvezőek. Így lehetővé teszik, hogy a 4200 méter talpmélységű termelő kútból felszínre hozott fluidumot, hasznosítás után visszajuttassák a 2300 méteres mélységű besajtoló kútba (**8. ábra)**, amely az adott vetőrendszeren át táplálja a termelő rezervoárt.

8. ábra

Cornwall földhő körfolyamat



Említésre méltó, hogy a mélyfúrást kivitelező fúróberendezés egyedülálló teljesítménye mellett automatikus üzemű és fokozottan „kibocsátás csökkentett” (zaj, fény, CO_2) un. „zöld geothermal rig”, ami ma már a földhő iparban követelmény. A projekt újdonsága a „geotermális lítiumtermelés” (orebody EGS, vagy robust engineered REGS), ugyanis itt a rétegfluidom lítium ion koncentrációja lehetővé teszi annak gazdaságos kinyerését (**9. ábra**).

A szakirodalomból ismeretes a finn nagymélységű földhő projekt (elérés: st1 otaniemi), amelyet a bináris technológia gyors fejlődése tett lehetővé, hiszen a lyuktalpi statikus réteghőmérséklet mindössze 120^{0}C. Itt eredetileg a HDR technikát 7000 méter mély kútpárral tervezték, repesztéssel összekötve (**10. ábra**). Ennek a skandináv gránit tömbnek a homogenitás a különlegessége, meg az, hogy bizonyítottan „száraz” és zárt (világviszonylatban az egyik legnagyobb

9. ábra

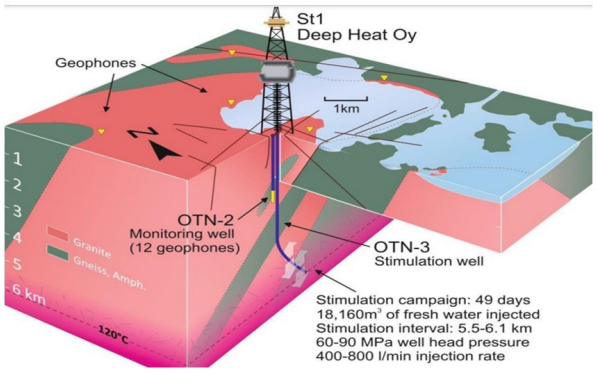
Cornwall litium



radioaktív hulladéktemetője üzemel a térségben). A kutak közti cirkuláció létesítéséhez szükséges rétegrepesztés folyamatban van, a kiképzést a közeli hónapokban fejezik be. Várakozások szerint a villamos teljesítménye 30 MW lesz.

10. ábra

Finn Otanieni St1



Nálunk is felvetődött a battonyai gránit HDR technológiával megvalósuló hőhasznosítása, azonban a kivitelezés egyelőre kockázatokkal terhelt. Ugyan ma már a gránit jól fúrható hidraulikus kalapáccsal, azonban a hidrosztatikus nyomást meghaladó iszapsűrűség esetében a szilárdanyag kiválasztás még megoldatlan probléma. A harántoláskor várható túlnyomás és a beáramló fluidum sótartalma, valamint a tektonikai repedések kifejlődése és elhelyezkedése, kritikus lehet a kútkiképzés és a későbbi üzemeltetés szempontjából. Súlyos kihívást jelent az a körülmény is, hogy a szeizmicitás veszélyeztetettségre vonatkozóan nem állnak rendelkezésre kutatási és rétegrepesztési tapasztalatok és az sem biztos, hogy a gránit „száraz”.

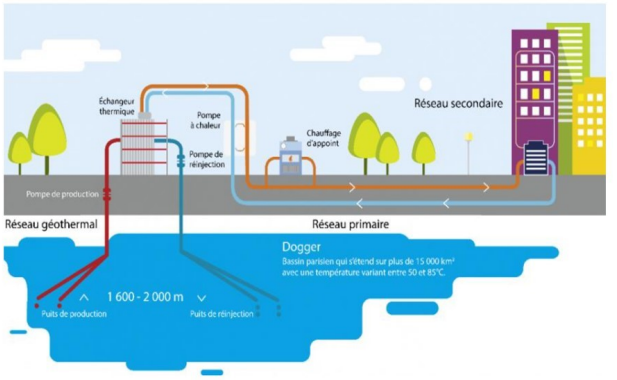
Tanulságos az ausztráliai Cooper Basin gránit kőzetének a HP-HT EGS hasznosítása (Habanero 4200m/243^{0}C és Jalokia 4900m/290^{0}C). A kutak lemélyítése során a furadékkiválasztás és a szivattyúproblémák, valamint a túlnyomás sok nehézséget és extra költséget jelentett.

A franciaországi Velizy-Villacoublay (Versailles) demonstrációs projekt kutjait kettős bokor kiképzésűek (multi drain dublet). Az 1600 méter függőleges mélységű (TVD) szakaszokat 2400 méterig (TMD) terjesztették ki. A két kútcsoport (**11 ábra**) hőteljesítménye 16 MW.

Nem „száraz”, mert folyadék kitermelésével működik, de történelmi jelentőségű a tavaly üzembe helyezett első horvát

11. ábra

Vilezy multidrain doublet



földhő erőmű (elérés: *Velika Ciglena geothermal power plant*), amellyel a kezdeti tapasztalatok bíztatóak. A Velika Ciglea (Bélavár) villamos generátor névleges teljesítménye 17 MW. Ugyan az elmúlt időszak során eddig még csak jelentősen kisebb terheléssel üzemeltették, de az eredmények lendületet adhatnak a térség entalpiájának a hasznosításához.

Ez idő szerint az egyetlen, hazai földhő-villamos erőmű Tura külterületén üzemel 2,3 MW körüli teljesítménnyel (a korlátozott publicitás miatt az üzemviszonyok nem követhetők.)

Európában jelenleg a legambiciózusabb földhő projekt a Bécs hőellátását célzó GeoTief Wien beruházás, amellyel 2030-ra a város energiaellátásának a 70%-át geotermális alapra kívánják helyezni. A kivitelező konzorciumot a Wien Energy vezeti, tagjai: AIT, GFZ, HOL, OMW, RAG, valamint a bécsi és a leobeni egyetemek. Az ütemezés szerinti a 2. munkafázisban 3D méréseket végeztek a keleti városrészben, a következő 3. a 3000 m, majd a 4. az 5000 m mélységű kutak lefúrását tartalmazza.

Zárt rendszerű HDR EGS

Magyarországon egy szolnoki „Kalina” üzemi kísérlettől eltekintve nem működik zárt HDR felépítésű villamos erőmű a nagy entalpiájú és túlnyomásos (HP-HT) gőzkutak létezése ellenére. A kútvizsgálatok igazolták a kedvezően magas lyuktalpi hőmérsékleti adottságokat és a rétegfluidum nagy tömegű egyfázisú áramlásának a lehetőségét tárolóban és kútban. A Fábiánsebestyén#4 és Nagyszénás#3 jelű kutak termeltetése alatt kiderült azonban, hogy a kiáramló közegből a szilárdanyagtartalom kiválás rendkívül intenzív, a felszíni rendszerben és a kútban néhány óra alatt teljes eltömődést okoz.

A gőzkutakból szerzett tapasztalatok súlyos kútkiképzési és üzemeltetési következtetéseket eredményeztek. Ez a jelenség bárhól előfordulhat akkor, ha a hőközvetítő vízfázis kalcium-hidrokarbonát — széndioxid, $Ca(HCO_3)_2 \leftrightarrow CO_2$ egyensúlya felbomlik. A folyamat követhető a hidrogénion koncentrációval is: amennyiben a Ryznar (RI) index 4 – 6 közé esik, a kiválás elkerülhetetlen. Szerepet játszhat még a szilíciumdioxid kirakódás is, de ennek a veszélye, hasonlóan a nátrium sókéhoz, elenyésző, sőt, egy vékony „vízkő” réteg a korrózióvédelem szempontjából egyértelműen előnyös. A sókiválásra való hajlamosság kritikus voltát igazolja az, hogy az említett RI mellett számos további mérőszám, szimulációs modell és laboratóriumi analitikai eljárás ismeretes, így a Langelier Saturation Index (LSI), Stiff and Davis Stability Index (S&DSI), Larsen-Skold Index, stb.

Sókiválásra nézve megoldást adhat a kitermelés célirányos Δp-ΔT viszonylatú szabályozása, de adott a választék inhibitorokból, amely adalékolást azonban „testre kell szabni”. A megfelelő pH beállítása is hatékony lehet, de ennek ellenére a szakirodalomban számos, hasonló okból meghiúsult hőhasznosítási projekt ismeretes. A példák súlyos korróziós problémákról is tanúskodnak, amelyek miatt a termelőcső néhány év után cserére szorul, de a felszíni rendszer sem védhető tartósan, nem beszélve a kútfejről és a béléscsőről.

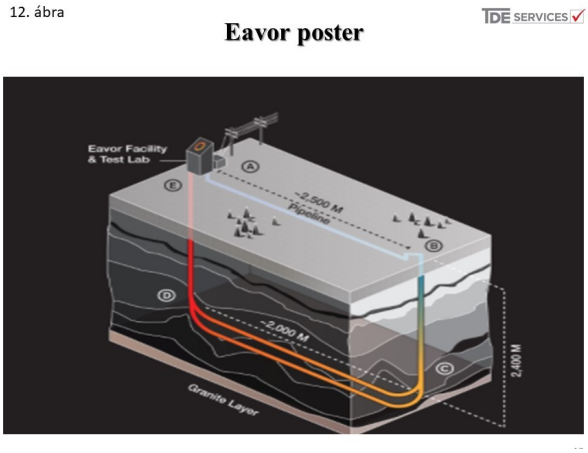
Egy további probléma az, hogy amennyiben a technológia nem zárt, a rezervoárok mérete megköveteli az „in-field” visszasajtolást (ezt a jelenlegi törvényi szabályozás is előírja), amely a „hidroszifon” hatás mellett is a gazdaságosságot rontja. Az ilyen geotermális erőművek üzemeltetési gyakorlatában további járulékos veszélyt okoz az, ha a hidegfront eléri a kúttalpat. Sok esetben a visszasajtolt víznek az eredetitől eltérő kémiai összetétele a tárolókőzetben irreverzibilis folyamatokat indít el. A nehézségek nem teljes felsorolása is egyértelműen kikényszeríti a fenti nyitottal szemben a zárt rendszerű továbbfejlesztett (ADS advanced geothermal system) entalpiatermelést.

A Makó árokban mélyült kutakban mért 200°C-t meghaladó hőmérséklet felkínálta a geotermikus hőbányászatot”. A késztetés egyértelművé vált, miután a gáz kitermeléséhez nélkülözhetetlen hidraulikus rétegrepesztési engedélyt a hatóságok visszavonták, ezért a projekt finanszírozhatatlanná vált. Az esélyeket az is rontotta, hogy a partnerek (Exxon-Mobil, Gazpromneft) elálltak a nagymélységű palagáz kutatástól. A Falcon társaság zárójelentés alapján kért és kapott bányatelek/védőidom megállapítási engedélyt villamosenergia termelésre, három meglevő kútra. Ez volt az első ilyen célú bányahivatali engedély hazánkban. Valós körülmények között, víz munkafolyadékkal végrehajtott szimuláló mérések alapján közel 1 MW teljesítmény adódott kutamként, amely halmazállapot változtató hőközvetítő fluidummal (**1. táblázat)** a duplájára fokozható.

A Falcon a villamos teljesítmény növelése érdekében elhatározta két, egymástól 1 km távolságra levő kút vízszintes összekötését 3500 méter mélységben, amellyel a kimenő teljesítmény meghaladhatta volna az 5 MW-ot. A hődinamikai és interferencia mérések alapján a bányahivatal meghatározta a védőidomot és engedélyezte a létesítést. A környezetvédelmi és vízhatóságoknak ez esetben nem volt szerepük, mert a mélység 2500 méter alatti, a rendszer pedig mind a felszínen, mind az alatt zárt, így a béléscsővel és cementtel védett vízrétegek, egyáltalán a földtani közeg érintetlen maradt. Jelenleg 5 kútnál, több-kevesebb átképzéssel, még mindig adott a zárt ADS-HDR rendszerű villamosenergia termelés lehetősége.

Az összekötésre kerülő kútpár telepítésekor azok távolságát elsősorban a fúrási technológia határai és a költségek limitálják, de kétségtelenül ezzel arányosan növekszik a hőkihozatal. Kézenfekvő tehát a 2, 4 stb. többszörös vízszintes, párhuzamosan kötegelt megvalósítás. A kanadai EAVOR Loop Technology **(12. ábra)** Németországban, Geretsried (Bavaria) önkormányzatával együttműködve dolgozik egy ilyen kiképzésen (elérés: geretsried daldroup eavor). Ugyanott előrehaladott állapotban van egy 2013-ban lemélyített 6036 m összmélységű (TMD) fúrás átalakítása, amelyből kiferdítve 4000 métertől kezdődne a geotermális szakasz. A

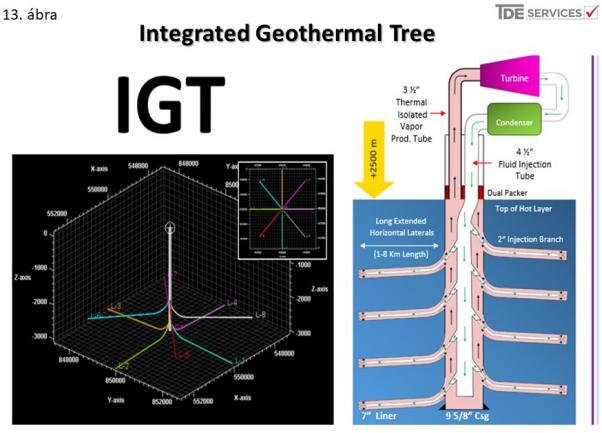
12. ábra



tervezéskor újabban vizsgálat tárgya, az egymással szemben dolgozó fúróberendezés pár a hosszú vízszintes lyukszakaszok mélyítéséhez. Könnyű belátni, hogy ez esetben vitathatatlanok az irányítástechnikai előnyök, de maga a kútkiképzés is biztonságosabb, amely körülmény a nagyobb költségeket bőségesen kompenzálhatja.

A fenti hurkolt „loop” mellett létezik olyan EGS megoldás (**13. ábra**), amely kútpár helyett egyetlen függőleges vezető-gyűjtő béléscsőből hajtja ki a vízszintes szakaszokat (elérés: integrated geothermal tree). Tény, hogy maga a kútfúrás és kiképzés művelete ez esetben sem kihívás mentes, de az egyes ágak nyaktömítésének a tartóssága erős hit kérdése, különös tekintettel a termelőcső dilatációjára, változó hőkörnyezetben. Nagyon bonyolult feladat az egyes kútágakban a periodikus hűtés/visszamelegítés (szekció nyitása és zárása) megvalósítása, amelyre az ajánlott huzalos kulissza nem nyújthat tartós megoldást. Meghibásodás esetén a teljes kútszerkezetet át kell építeni, amely a generátorüzem kényszerű szüneteltetésével együtt elviselhetetlen gazdasági terhet jelent.

13. ábra



A TDE-ITS társaságnál kidolgozás alatt van egy, a vízszintes helyett irányított ferde szekciókat alkalmazó, a francia multidrain doublet megoldáshoz hasonló kútkiképzés. Ezzel kiküszöbölhetők a termelőcső tömítési problémák, ugyanakkor lehetőség van az ágak egyedi hozam-szabályozására és a „traktoros” helyett hagyományos műszeres ellenőrző mérésekre. A horizontális kútszakaszokkal szemben az irányított ferde fúrás maga egyértelmű költségmegtakarítást eredményez, nem említve a nagyobb mélységgel járó hőmérséklet növekedés „fűtő” hatásának az előnyeit. Ugyanakkor hazánkban a fúrhatóság vertikálisan kisebb mértékben csökken, ami elsősorban a hatékonyabb fúróterhelésnek és furadékkiszállításnak köszönhető.

Minthogy a hőközvetítő fluidum a termelési cirkuláció lefelé irányuló szakaszában a cseppfolyós halmazállapotból gázra vált, majd közel hangsebességgel áramlik felfelé, a hidrosztatikus nyomásviszonyok jelentősen csökkentik a folyamat szivattyú-teljesítmény igényét. Vízszintes elrendezés esetében ez a gravitációs hatás nem érvényesül.

Szerves Rankine-ciklus lehetséges munkaközegei

Közeg	Relatív molekulatömeg	Kritikus pont		Forráspont 1 bar	Forráshő 1 bar	A szárazgőz görbe hajlása	Bomlási hőmérséklet kb.
NH3	17	405,3 K	11,33 MPa	239,7 K	1347 kJ/kg	negatív	750 K
Víz	18	647,0 K	22,06 MPa	373,0 K	2256 kJ/kg	negatív	.
n-bután C4H10	58,1	425,2 K	3,80 MPa	272,6 K	383,8 kJ/kg	.	.
n-pentán C5H12	72,2	469,8 K	3,37 MPa	309,2 K	357,2 kJ/kg	.	.
C6H6	78,14	562,2 K	4,90 MPa	353,0 K	438,7 kJ/kg	pozitív	600 K
C7H8	92,1	591,8 K	4,10 MPa	383,6 K	362,5 kJ/kg	pozitív	.
R134a (HFC-134a)	102	374,2 K	4,06 MPa	248,0 K	215,5 kJ/kg	izentropikus	450 K
C8H10	106,1	616,2 K	3,50 MPa	411,0 K	339,9 kJ/kg	pozitív	.
R12	121	385,0 K	4,13 MPa	243,2 K	166,1 kJ/kg	izentropikus	450 K
HFC-245fa	134,1	430,7 K	3,64 MPa	288,4 K	208,5 kJ/kg	.	.
HFC-245ca	134,1	451,6 K	3,86 MPa	298,2 K	217,8 kJ/kg	.	.
R11 (CFC-11)	137	471,0 K	4,41 MPa	296,2 K	178,8 kJ/kg	izentropikus	420 K
HFE-245fa	150	444,0 K	3,73 MPa	.	.	.	.
HFC-236fa	152	403,8 k	3,18 MPa	272,0 K	168,8 kJ/kg	.	.
R123	152,9	456,9 K	3,70 MPa	301,0 K	171,5 kJ/kg	pozitív	.
CFC-114	170,9	418,9 K	3,26 MPa	276,7 K	136,2 kJ/kg	.	.
R113	187	487,3 K	3,41 MPa	320,4 K	143,9 kJ/kg	pozitív	450 K
n-perfluoro-pentán C5F12	288	420,6 K	2,05 MPa	302,4 K	87,8 kJ/kg	.	.

A geotermális energia hasznosítását szolgáló, technológiafejlődést bemutató fenti összeállítás közel sem teljes értékű. A zöld energiatermelés iránti igények növekedése a fejlesztések motorja, amely túlhaladta a konvencionális, a lehetőleg csak az „egy kutas” megvalósításra épülő alkalmazást. A sikeres projektek integrálják a földhő termelést a szél- és napenergia eszközeivel, újabban a villamos áram hidrogén gázra való konvertálásával.

Összefoglalás

A geotermális entalpiatermelés módszer- és eszközállománya (EGS, HDR, AGS, REGS) mára már jól körvonalazható. A környezetvédelmi és energia hatékonysági követelmények, a technológiai folyamatok és a finanszírozhatóság, általánosságban a bináris rendszerek alkalmazását kényszerítik. A közepes entalpia kategóriában (150 - 250^{0}C és $\Delta t/\Delta p<1$) a száraz vagy nedves hőkivonási technika kiválasztása egyedi

mérlegelés tárgya. Az alacsony hőmérsékletű, különösen a kismélységi földszondás hőszivattyús alkalmazás tömegessé vált, terjedése szinte követhetetlen. A projektek megvalósításának a finanszírozását kockázatmegosztó alapok teszik lehetővé.

Irodalomjegyzék:

1. Szanyi J., Nádor A., Madarász T.: A geotermikus energia kutatása és hasznosítása Magyarországon az elmúlt 150 év tükrében, Földtani Közlöny 151/1. 2021.

2. Lenkei L., Mihályka J., Paróczi P.: Review of geothermal conditions of Hungary, Földtani Közlöny 151/1. 2021.

3. Bobok E., Tóth A.: A geotermikus energia helyzete és perspektívái, Magyar Tudomány, 2010/8.

4. L. Rybach: Geothermal Global and European Perspektive, Conference Paper, Kilkemy, 2008.

5. M. Fytikas, G. Radoglou, C. Karytsas, D. Mendrinos, A. Vasalakis, N. Andritsos: Geothermal Research in Vounalia Area, Milos Island for Seawater Desalination and Power Production, WGC, Antalya, 2005.

6. P.R. Dando, D. Stuben, S.P. Varnavas: Hydrothermalism in the Mediterranean Sea, Pergamon, Progress in Oceanography, 44, 1999.

7. X. Wua, G. A. Pope, G. Shook, S. Srinivasan: Prediction of enthalpy production from fractured geothermal reservoirs, Elsevier, International Journal of Heat and Mass Transfer, 51. 2008.

8. T. J. Lee, Y. Song, W. S. Yoon, K. Y. Kim, J. Jeon, K. B. Min, Y. H. Cho: The First EGS Project in Korea, Proc. 9th Asian Geothermal Symposion, 2011.

9. G. H. Garrison, S. Ţ. Guđlaugsson, L. Ádám, A. Ingimundarson, T. T. Cladouhos, S. Petty:

10.The South Hungary Enhanced Geothermal System, GRC Transactions, Vol. 40, 2016.

11. A. Nádor, A. Kujbus, A Tóth: Geothermal Energy Use, Country Update for Hungary, European Geothermal Congress, Den Haag, 2019.

12. Boissavy, C. 2020: Report reviewing existing insurance schemes for geothermal. – GeoRISK project. https:// www.georiskproject.

13.eu/wp-content/uploads/2020/02/D3.1_Report-reviewing-geothermal-risk-mitigation-schemes-v2.pdf

14. Water Chemistry Analysis for Water Conveyance, US Department of. Interior, Bureau of Reclamation, Denver, August 2013.

Gyenese István

PanSystem szoftver (2.1 verzió)

Hidrodinamikai vizsgálatokhoz

Az alábbiakban egy hidrodinamikai vizsgálatok értékeléséhez – a Geoinform Kft.-nél használt szoftvert mutatok be, amiből látható, hogy **hol tartott a világ 1993-ban**.

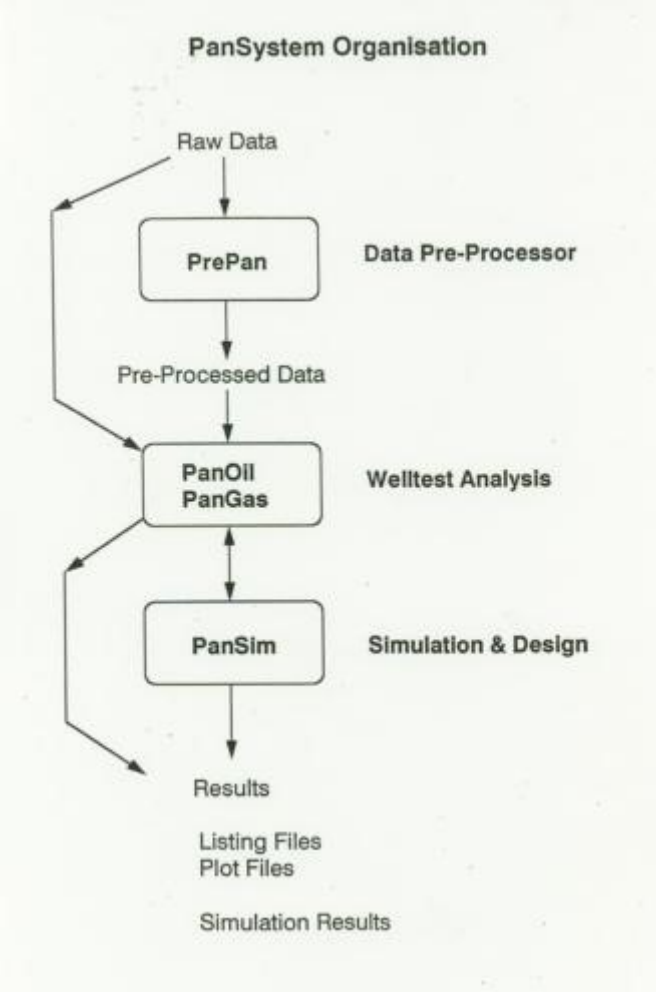
A szoftver hidrodinamikai vizsgálatok (nyomásemelkedés/nyomáscsökkenés mérés, kapacitás-mérés) kiértékelésére, értelmezésére és tervezésére alkalmas.

A vizsgálatok helyes értelmezése nagy gyakorlatot és speciális tudást igényel elsősorban azért, hogy a rendkívül nagyszámú, elméletileg lehetséges áramlási szituációból kiválasztásra kerüljön a tárolót legjobban leíró, egyúttal geológiailag és művelésileg is megalapozott megoldás.

A szoftver felépítése az 1. ábrán látható.

Input Data

Principal Well Orientation (vízszintes vagy függőleges)
Fluid Type (olaj (egyfázis), olaj (több fázis), **víz (egyfázis)**, gáz (egyfázis), gázcsapadék)
Well Parameters (kút sugár, kúttárolási tényező)
Layer Parameters (működő effektív rétegvastagság, porozitás, rétegnyomás, réteghőmérséklet, fázisonkénti telítettségek)
Fluid Parameters (itt lehet generálni az adott fázisra vonatkozó fluidumparamétereket, pl: viszkozitás, teleptérfogati tényező, kompresszibilitás stb. – korrelációval, vagy olajfázis esetén pVT adatok adhatók meg). Gáz (egyfázis) ill. gázcsapadék esetén a kútáramösszetétel ismeretében a fluidumparaméterek meghatározása az állapotegyenlettel történik.
Test Parameters (idő, nyomás, hozamváltozási adatok)
Time – Pressure Values (idő- nyomásemelkedési/nyomáscsökkenési adatsor) (a szoftver $\leq$ 500 db nyomásadatot tud kezelni, a nagy felbontóképességű műszerrel mért, nyers nyomásváltozási adatsort logaritmikus ritkítással 500 eleműre redukáljuk).



1. ábra: A PanSystem szoftver felépítése

Analysis

- időtranszformáció kiválasztása (normál idő, pszeudo-idő
- nyomástranszformáció kiválasztása (nyomás, nyomás-négyzet, pszeudo-nyomás)
- LOG – LOG (diagnosztikai) ábra megjelenítése
- áramlási periódusok kijelölése (utánáramlási szakasz, lineáris és/vagy bilineáris, gömbsugaras áramlási periódus, radiális/pszeudo-radiális áramlási periódus kijelölése a logaritmikus idő deriválton egységnyi, ½ és/vagy ¼ - es, -½ - es meredekségű, ill. vízszintes egyenesek illesztésével
- áramlási inhomogenitások kijelölése a logaritmikus idő deriválton egységnyi, vagy ½ - es meredekségű egyenesek illesztésével
- a logaritmikus idő deriválttól eltérő, négyzetgyökös, negyedikgyökös, 1/négyzetgyök idő deriváltak megjelenítése a LOG – LOG (diagnosztikai) ábrán az előzőekben diagnosztizált áramlási periódusok (sorrendben lineáris, bilineáris, gömbsugaras áramlási periódus) meglétének ellenőrzésére (ezeknél a deriváltaknál a logaritmikus idő derivált alapján kiválasztott - különböző – áramlási periódusok pontjaira vízszintes egyenesek illeszthetők)
- tároló modell (réteg és határmodell) beazonosítása a diagnosztizált áramlási periódusok alapján)
- az egyes áramlási periódusok legkisebb négyzetek módszerével történő egyenes illesztéssel való feldolgozása az adott áramlási periódusnak megfelelő, specifikus koordináta rendszerben (az egyenes illesztés helyett típusgörbe illesztés is választható, ennek alkalmazhatóságára a választható feldolgozás típusoknál részletesen kitérek
- szimuláció (gyors vagy automatikus illesztés)
- riport konfigurálása, nyomtatás

A feldolgozáshoz választható tárolómodellek függőleges kútra

Rétegmodell típus

- egyéb modell (ebben a modellben nem specifikáljuk az áramlási modellt; ezt feltehetőleg azért választjuk, mert még nem tanulmányoztuk az adatokat, és nem azonosítottuk az áramlási modellt)
- radiális homogén (ebben a modellben vízszintes síksugaras a fluidum áramlása; modelleredmények: k – áteresztőképesség, s – szkin)
- függőleges repedés – végtelen vezetőképesség (ebben a modellben egy kutat metsző, szimmetrikus repedést tételezünk fel, a repedésben ellenállás nélkül folyik az áramlás; feltételezzük, hogy a repedés magassága megegyezik a rétegvastagsággal; a modelleredmények: k – áteresztőképesség, s_f – szkin a repedés falán, X_f – repedés félhossz)
- függőleges repedés – egyenletes beáramlás (ebben a modellben egy kutat metsző, szimmetrikus repedést tételezünk fel, a repedés teljes felületén ugyanaz a beáramlás mértéke; feltételezzük, hogy a repedés magassága megegyezik a rétegvastagsággal; modelleredmények: k – áteresztőképesség, s_f – szkin a repedés falán, X_f – repedés félhossz)
- függőleges repedés – véges vezetőképesség (ebben a modellben egy kutat metsző, szimmetrikus repedést tételezünk fel, a repedésben véges áteresztőképesség van; feltételezzük, hogy a repedés magassága megegyezik a rétegvastagsággal; modelleredmények: k – áteresztőképesség, s_f – szkin a repedés falán, X_f – repedés félhossz, F_{cd} – dimenziótlan repedés vezetőképesség)
- kettős porozitás – kvázi állandósult állapot (ez a modell kettős porozitást tételez fel, kvázi állandósult porozitás-közi áramlással; modelleredmények: k – áteresztőképesség, s – szkin, λ – porozitás-közi áramlási együttható, ω – tárolási arány)
- kettős porozitás – tranziens (ez a modell kettős porozitást tételez fel, tranziens porozitás-közi áramlással; modelleredmények: k – áteresztőképesség, s – szkin, λ – porozitás-közi áramlási együttható, ω – tárolási arány)
- kettős permeabilitás (ebben a modellben két elkülönült réteg van, mindkét rétegben vízszintes radiális az áramlás; csak egyik réteget nyitja meg a kút; modelleredmények: k – áteresztőképesség, s – szkin, λ – porozitás-közi áramlási együttható, ω – tárolási arány, κ – áramlási kapacitás arány
- radiális kompozit (ez a modell egy belső hengeres, homogén régióból és egy azt körülvevő külső, eltérő tulajdonságú régióból áll; a tárolóban vízszintes radiális áramlás van; modelleredmények: k – áteresztőképesség, s – szkin, M – mobilitási arány, ω – tárolási arány, R – a diszkontinuitás radiális távolsága)
- részleges behatolás és gázkúp/aquifer (ebben a modellben, a homogén tárolóban vízszintes síksugaras az áramlás; a rétegnek csak egy része nyitott a kút felé; modelleredmények: k – áteresztőképesség, s – (valódi) szkin, k_z – függőleges áteresztőképesség, h_p – perforáció vastagság, h_{pt} – a réteg tetejének távolsága)

Tárolóhatár modellek

- végtelen kiterjedésű tároló: ebben a modellben nincsenek Határok
- vető: egyetlen függőleges, végtelen hosszúságú, egyenes vonalú tárolóhatár
- párhuzamos vetők: kettő párhuzamos, végtelen hosszúságú, egyenes vonalú tárolóhatárok (csatorna)
- metsző vetők (30), (45), (60), (90), (120): két függőleges tárolóhatár, amelyek a zárójelben megadott szögben metszik egymást
- U alakú vetők: függőleges, egyenes vonalú tárolóhatárok, egyik végükről lezárva egy merőleges vetővel
- zárt téglalap: négy függőleges, egyenes vonalú, tárolóhatár, amelyek zárt téglalapot alkotnak

Választható feldolgozás típusok

Típusgörbe illesztés – jól használható minden olyan esetben, amikor a kútvizsgálatok időtartama gazdasági vagy műszaki okok miatt korlátozott, ill. amikor a megfelelően értékelhető vizsgálathoz irreálisan hosszú idejű mérésre lenne szükség.

Egyenes illesztés – a LOG – LOG (diagnosztikai) ábra alapján kiválasztott – az egyes áramlás típusokra jellemző – görbeszakaszt specifikus koordináta rendszerben legkisebb négyzetek módszerével dolgozzuk fel.

Gyors illesztés – az egyenes illesztéssel meghatározott - a választott tárolómodellre jellemző – paraméterekkel szimuláljuk a mért nyomásváltozást a paraméterek megbízhatóságának ellenőrzése céljából.

Automatikus illesztés – **paraméter optimalizáció nemlineáris regresszióval**, az ábrázolt mérési adatsorhoz a legjobb illeszkedést adó paraméterkészlet meghatározása céljából (egyik legkorszerűbb értékelési módszer). (Megjegyzem, hogy napjainkban az értékelés a dekonvolúcióval bővült.)

Output/Results

Listing Files

Plot Files
Simulation Results

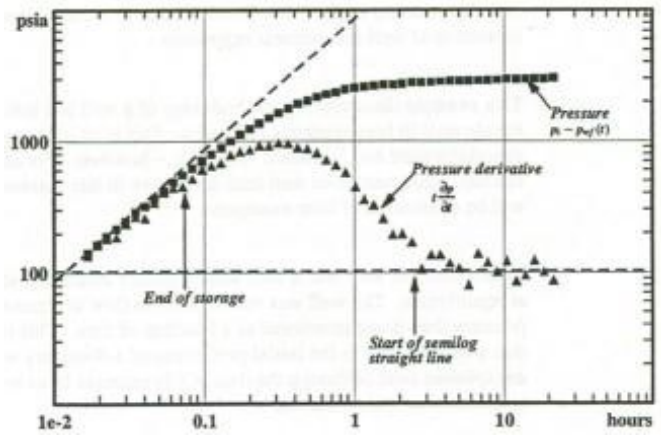
A szoftver alkalmas vízszintes fúrási technológiával mélyített kutak hidrodinamikai vizsgálatainak feldolgozására is (a tárolómodelleket nem ismertetem).
A vízszintes kutakban az áramlás jellege alapvetően eltér attól, ami a függőleges kutakban végbemegy. Ezért a hidrodinamikai vizsgálatok értékelő módszerei, összefüggései és időtartama is lényegesen különbözik attól, amit a függőleges kutaknál alkalmazunk. Igen jelentős eltérés a függőleges kutakhoz képest, hogy **a síksugaras áramlási geometria megszűnik**, és három koordináta tengely irányában különböző áteresztőképességeket kell figyelembe venni. Ilyen vizsgálat értékelésénél nemcsak a rétegvastagság a fontos (mint a függőleges kútnál), hanem a kút vízszintes hosszának a tároló kiterjedéséhez viszonyított aránya is. **Sokkal nagyobb szerepe van itt a küttérfogat hatásának**, mint függőleges kutaknál. A kútfejzárás miatt a kútba folytatódó utánáramlás zavaró hatása a tranziens nyomásváltozást, vagy egy részét értékelhetetlenné torzítja és elnyomhatja a korai radiális áramlási periódust, amiből a függőleges áteresztőképesség és a mechanikus szkin határozható meg. Továbbá többfázisú áramlást eredményező kutak esetében – mivel a nyomásmérés a függőleges szakaszban történik – fázisátrendeződés következik be, ami önmagában jelentős nyomásváltozást eredményez. Erre szuperponálódik a hőmérsékletváltozás okozta sűrűség változás.

A komplex értelmezés végeredménye: függőleges és vízszintes áteresztőképesség, a kútfurat körüli áramlásra jellemző mechanikus szkin, a működő vízszintes kúthossz és a pszeudo-szkin.

Mérés tervezés a szoftver PanSim szegmensével

A szoftver alkalmas méréstervezéshez is. Ismert tárolómodellt, valamint a tárolómodellre jellemző paramétereket választva a szoftver megjeleníti a tároló nyomásválaszát.

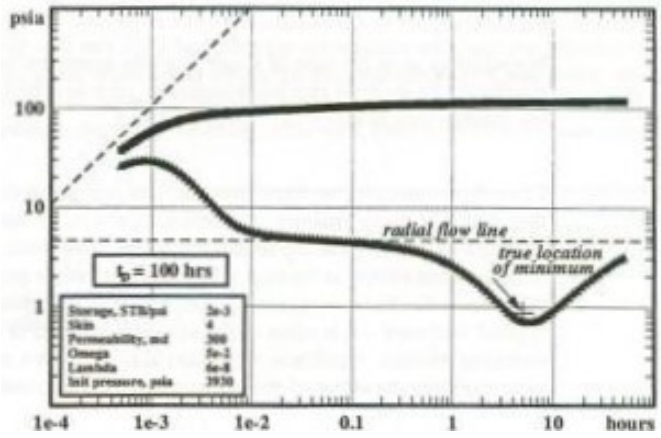
LOG – LOG (diagnosztikai) ábra az áramlási periódusok azonosítására



2. ábra: Nyomásemelkedési adatsor LOG – LOG (diagnosztikai) feldolgozása /2/

A 2. ábrán egy nyomásemelkedési adatsor LOG – LOG (diagnosztikai) feldolgozását szemléltetem. Az ábrán láthatóan a nyomásemelkedési görbe kezdeti szakaszára illesztett egységnyi meredekségű egyenes az utánáramlási szakaszt azonosítja. Az ezt követő görbeszakaszból – kvalitatíve – a kút szennyezettségének mértékére lehet következtetni. A radiális áramlásként értékelhető szakaszra a logaritmikus idő deriváltton vízszintes egyenes illeszthető. Ennek kezdete – szakirodalmi adatok szerint az utánáramlás befejeződésétől (az ábrán „End of storage" jelű) 1½ logaritmus ciklusra kezdődik (az ábrán" Start of semilog straight line" jelű). Mivel a nyomásemelkedés kései tranziens szakaszában inhomogenitásra, tárolóhatárra utaló jel nincs, az egyenes illesztések, valamint a nyomás derivált alakja alapján felállíthatjuk a feldolgozáshoz alkalmazott tárolómodellt.

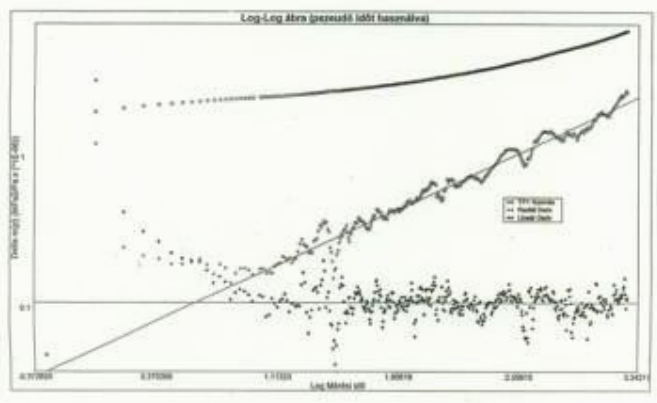
- rétegmodell típus: radiális homogén
- réteghatár típus: végtelen kiterjedés



3. ábra: Kettős porozitású tárolóra jellemző diagnosztikai ábra /2/

A 3. ábrán egy kettős porozitású tárolóra jellemző LOG – LOG (diagosztikai) ábrát mutatok be.

Az ábrán láthatóan a nyomásderiváltra illesztett vízszintes szaggatott vonal („radial flow line" a repedésben történő áramlást azonosítja. A féllogarotmikus koordináta rendszerben egyenes illesztéssel történő feldolgozáshoz ez adja az első egyenest (earlier straight line). A második egyenes (later straight line) evvel párhuzamos, ami a kései szakasz pontjaira illeszthető.



4. ábra: Tárolóbeli lineáris áramlásra jellemző diagnosztikai ábra

A 4. ábrán egy tárolóbeli lineáris áramlásra jellemző LOG – LOG (diagnosztikai) ábrát mutatok be.

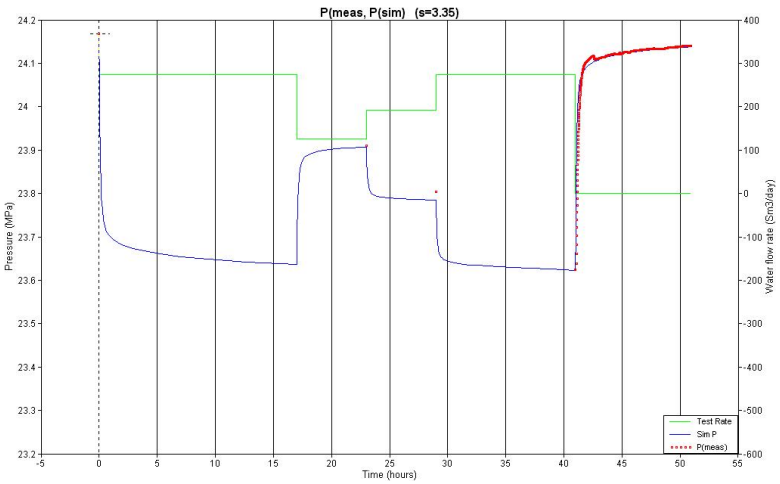
Az ábrán láthatóan két deriváltat jelenítettem meg. A logaritmikus idő deriváltton (dp/d(lg Δt)) 1 – el jelöltem a radiális áramlási periódust (az ábrán piros szaggatott vonalak közé eső szakasz). A radiális áramlási periódust követően 2 – vel jelöltem a lineáris áramlási periódust, aminek pontjaira ½ - es meredekségű egyenest illesztettem. A lineáris áramlási periódus meglétét a négyzetgyökös idő deriváltra

(dp/d(√Δt); az ábrán 3 – al jelöltem) illesztett vízszintes egyenes is igazolja. Az egyenes illesztések, valamint a nyomás derivált alakja alapján felállíthatjuk a feldolgozáshoz alkalmazott tárolómodellt:

- rétegmodell típus: radiális homogén
- réteghatár típus: párhuzamos vetők (csatorna)

A bemutatott LOG – LOG (diagnosztikai) ábrákból (2 – 4 ábra) láthatóan az egyes áramlási modellekre jellemző nyomásderivált(ak) alakja lényegesen eltér egymástól. A diagnosztikai ábra alapján megbízhatóan beazonosítható a feldolgozáshoz alkalmazandó tárolómodell.

Az 5. ábrán egy kapacitásmérés alatt mért nyomásváltozás ill. a feldolgozásból nyert modelleredményekkel szimulált nyomásváltozás illeszkedését szemléltetem. Az ábrán a hozamváltozást is ábrázoltam.



5. ábra: Kapacitásmérés alatt mért és szimulált nyomásváltozás

Megjegyzem, hogy a világpiacon hasonló szoftverek kaphatók, amikből néhányat felsorolok: F. A. S. T. WELLTEST 200, KAPPA, VISA, INTERPRET.

A feszített víztükrű víztárolóknál (a geotermikus energia-termelésre alkalmas tárolók ilyenek) a szénhidrogén bányászati eszközökkel és értékelési módszerekkel meghatározott rétegpara-méterek jellemzik a tárolót, így a szénhidrogén-bányászatban alkalmazott mérési és értékelési módszerek használ-hatók a cirkulációs geotermikus energia-termelés előkészítéséhez szükséges hidrodinamikai vizsgálatokhoz. Az adatok egyszerűen átkonvertálhatók a vízmérnöki gyakorlatban szabványosított egységekre.

Felhasznált irodalom

1./ Edinburgh Petroleum Services Ltd.: EPS PanSystem kézikönyv 2.1 verzió, 1993. október
2./ Roland N . Horne: Modern Welltest Analysis. A Computer-Aided Approach. Second Edition

Geotermikus alapú hőtermelő projektek tevékenységeinek támogatása - Geotermia 2021/1 pályázat

Levélváltás a minisztériummal

A Magyar Geotermális Egyesület július 1-i Közgyűlésén elkezdett párbeszéd folytatása

Az MGtE Elnöksége a tagok bevonásával július 15-ére állította össze észrevételeit, javaslatait és megjegyzéseit a pályázati kiírásról, amelyet megküldtünk Kádár Andrea Beatrix, az Innovációs és Technológiai Minisztérium energiapolitikáért felelős helyettes államtitkára részére. A helyettes államtitkár asszony válaszát augusztus 27-én kézbesítette a posta.

Terjedelmi korlátok miatt az alábbiakban kissé átszerkesztve, rövidítve közöljük az MGtE levelében foglaltakat. Az ITM válaszait a vonatkozó témakörhöz csatolva, kék háttérrel kiemelve szó szerint idézzük.

Tisztázandó kérdések

A támogatás intenzitása

A 4-9. oldal 1. táblázata részletesen bemutatja a régiótól, a kútfúrás minősítésétől és a vállalkozás nagyságától függően kapható támogatási arányt. Bár a 4-8. oldalon az olvasható, hogy kisvállalkozásoknak 20, középvállalkozásoknak 10 százalékponttal növelhető a támogatási intenzitás, a táblázat ezt az elvet megítélésünk szerint nem követi.

A 3.1 pont szerint gazdasági társaságok és önkormányzatok egyaránt jogosultak pályázni. Az említett táblázat és felvezető szövege viszont csak vállalkozásokat említi, az önkormányzatokat nem, így a rájuk vonatkozó támogatási intenzitás nem ismert.

Javasoltuk az 1. táblázat módosítását a 10-20%-kal megemelt támogatási intenzitásokkal, illetve kiegészítését az önkormányzatokra vonatkozóan.

A Támogatás intenzitásra vonatkozóan tájékoztatjuk, hogy a Pályázati kiírás 1. táblázata a 4-9 oldalon bemutatott támogatási arányokon alapszik, azonban a maximálisan adható értékektől több esetben eltértünk, hogy ne legyen lényeges eltérés a régióból és a vállalkozás méretéből eredően. A táblázat a pályázat keretein belül általunk megítélt támogatásintenzitásokat tartalmazza a kútfúrás minősítésétől függően.

Az állami támogatás jogcíme minden pályázat és tevékenység vonatkozásában a 651/2014/EU bizottsági rendelet szerinti megújuló energia termeléséhez nyújtott beruházási támogatás. A kiírás szerint támogatható tevékenységek minden esetben gazdasági tevékenység végzése érdekében valósulnának meg, a kiírás pedig más támogatási jogcímet nem enged alkalmazni.

Amennyiben a költségvetési szerv vagy intézménye a támogatható tevékenységekre gazdasági tevékenység végzéséhez kapcsolódóan nyújt be pályázatot (1/b pont), úgy a költségvetési szerv vagy intézménye a támogatás szempontjából nagyvállalatnak minősül , részére biztosítható támogatás szempontjából a nagyvállalatoknak nyújtható támogatási intenzitás az irányadó. Fontos továbbá, hogy nem minősül KKV-nak az a vállalkozás, amelyben az állam vagy az önkormányzat közvetlen vagy közvetett tulajdoni részesedése - tőke vagy szavazati joga alapján - külön-külön vagy együt-

tesen eléri vagy meghaladja a 25%-ot. Esetükben szintén a nagyvállalatoknak nyújtható támogatási intenzitás az irányadó.

Egyéb korlátozások - projektzárás

Idézet a kiírásból: „*A megvalósítást, kivitelezést követően a projektzáráshoz szükséges a releváns használatbavételi engedély, építési engedély, működési engedélyek megszerzése.*"

A mondaton belül fogalmilag nem egyenértékű engedélyek szerepelnek. Vízjogi engedélyezéssel épülő létesítmények építési engedélye a vízjogi létesítési engedély. Használatbavételi (vagy működési) engedélynek pedig a vízjogi üzemeltetési engedély számít. Az előbbi megléte a kivitelezés megkezdésének legfőbb feltétele, és azt a kiírás szerint már a pályázat benyújtásakor csatolni kell. Az utóbbit a kivitelezés befejeztével, a sikeres műszaki átadás-átvétel után lehet megkérni a vízügyi hatóságtól, átfutási ideje – hiánypótlások nélkül – 60 nap.

Kádár Andrea helyettes államtitkár asszony az MGtE 2021. július 1-i Közgyűlésén elhangzott előadásában a projektzárásra vonatkozó kérdésre ezt válaszolta: „A beruházás befejezése a műszaki átadás-átvételi jegyzőkönyv aláírásának napja, amely egybeesik a fenntartási időszak kezdetével." Egyetértünk. A projektet akkor is le lehet zárni, ha az üzemeltetési engedélykérelmet még csak benyújtották.

Javaslat a projektzárás meghatározásának módosítására:

„A megvalósítást, kivitelezést követően a projektzáráshoz be kell mutatni a műszaki átadás-átvétel jegyzőkönyvét, illetve a vízjogi üzemeltetési engedélyezési eljárás megindításáról szóló hatósági tájékoztatót."

A projektzáráshoz és elszámolásokhoz benyújtandó dokumentumok körét a Támogatói Okiratok egyedileg fogják tartalmazni, mivel a projektzáráshoz benyújtandó dokumentumok köre beruházásonként eltérő lehet.

Geotermikus fluidumot szállító vezeték támogatási intenzitása

A felhívás 5-9. oldalán található felsorolás alapján támogatható tevékenységnek számít a termelő és visszasajtoló kutakat összekötő vezetékek létesítése, és/vagy a gyűjtő és kútbekötő vezetékek kiépítése a termelő hőközpontig. Kérdésként merül föl, hogy a vezeték, mint beruházási elem milyen támogatási intenzitásban részesülhet, figyelemmel arra, hogy az 5. melléklet szerinti minősítés vezetékre nem alkalmazható.

A geotermikus fluidumot szállító vezeték támogatási intenzitásával kapcsolatban tájékoztatjuk, hogy a pályázati kiírás 4. fejezetében 1. a) pontjában foglaltak alapján a gyűjtő és kútbekötő vezeték kiépítése egységesen 45%-os támogatásintenzitásban részesül, mert az nem hordoz magában földtani kockázatot.

Egyéb észrevételek

Megkezdett projektek támogatásának tilalma

A 2014-2020 közötti tervezési ciklusban a jelenlegihez hasonló, széles kör számára elérhető geotermikus támogatás nem volt, pedig nagy szükség lett volna rá. Most, hogy – az ITM eredeti szándékához képest is – megkésve ugyan, de létezik meghirdetett geotermikus pályázat, hátrányba kerültek azok a beruházók, akik nem vártak tovább, és saját forrásból elindították fejlesztéseiket. Nyilván ők a legbátrabbak és a legelkötelezettebbek, így leginkább érdemesek a támogatásra, így kizárásuk a pályázatból különösen méltánytalan Az ő érdekükben kérjük felülvizsgálni a megkezdett projektekre vonatkozó támogatás tilalmát.

Javaslatváltozatok (vagy/vagy) a 4-7. oldal alulról második bekezdésére:

a) „A pályázat benyújtása előtt befejezett (lezárt) projektek nem támogathatók."

b) „A pályázat benyújtása előtt megkezdett projektek nem támogathatók. A projekt megkezdésének időpontja az építési munka (kivitelezési tevékenység) elindításának napja (az építési naplóban a projekt fizikai megvalósításával kapcsolatos legelső napi jelentés dátuma). Nem tekintendő a munkák megkezdésének a földterület megvásárlása és az olyan előkészítő munkák, mint az engedélyek megszerzése és megvalósíthatósági tanulmányok készítése."

A megkezdett projektek támogatásának kérdéskörében elfogadhatónak tartjuk az MGtE b) javaslatát az említett bekezdésre.

Elszámolható költségek – előkészítő tevékenységek

A pályázat – helyesen – megköveteli vízjogi engedély bemutatását és megvalósíthatósági tanulmány csatolását. E két dokumentum jellemzően a pályázó személyén kívüli szakcég(ek) közreműködésével jön (jöhet) létre. A pályázó tehát szolgáltatást vesz igénybe a két dokumentum rendelkezésre állása érdekében. A 7-10. oldalon az elszámolható költségek köre kiterjed azon igénybevett szolgáltatások költségeire, amelyek „projekt végrehajtásához szorosan" kapcsolódnak. Nem vitathatóan a vízjogi engedély és a megvalósíthatósági tanulmány beszerzése szorosan kapcsolódik a projekthez, bár nem a végrehajtásához (kivitelezéséhez), hanem az előkészítéséhez. Javasoljuk, hogy a támogatás terjedjen ki az előkészítés költségeinek arányos átvállalására, mégpedig úgy, hogy a pályázat benyújtása előtti két évben (730 naptári nap) a projekthez kapcsolódó előkészítő tevékenységek is legyenek elszámolható költségek. Ehhez a kiírás szövegét két helyen szükséges módosítani.

Javaslat az igénybevett szolgáltatások költsége módosítására (7.1 pont):

„Igénybevett szolgáltatások költsége:

A projekt előkészítéséhez és végrehajtásához szorosan kapcsolódó költségek elszámolására van lehetőség."

Javaslat az elszámolható költségekre vonatkozó egyéb előírások módosítására (7.2 pont)

„Kizárólag a Támogatói Okirat kibocsátása után felmerült költségeket (a felmerülés időpontja számlán szereplő tevékenység teljesítési dátuma) lehet elszámolni. Ez alól csak a vízjogi engedélykérelmi dokumentáció és a megvalósíthatósági tanulmány elkészítése kapcsán fölmerült költségek képezhetnek kivételt, amennyiben a vonatkozó számlák teljesítési dátuma nem korábbi, mint a pályázat benyújtását megelőző két év (730 naptári nap).„

Az elszámolható költségekre tett javaslatukat nem tudjuk támogatni. Továbbra is úgy gondoljuk, hogy a támogatás jellegéből adódóan csak a végrehajtáshoz szorosan kapcsolódó költségek elszámolása indokolt.

Regisztrációs díj

Új elem, a korábbi pályázatoknál nem volt. Megfizetésének kötelezettsége a pályázat benyújtásával automatikusan fellép, függetlenül az igényelt támogatási összegtől és a pályázati nyertességtől. Arra ösztönzi a kérelmezőket, hogy jó minőségű pályázatokat állítsanak össze. A támogatás lehetséges összegének széles tartománya miatt azonban az egységesen 2 millió forintos regisztrációs díj nagyon különböző fajlagos terhet ró a pályázókra az igényelt támogatási összegtől függően. Javasoljuk a regisztrációs díj részbeni hozzáigazítását a támogatás összegéhez úgy, hogy megmaradna egy alacsonyabb összegű alapdíj (pl. 300.000 Ft), amit kiegészítene egy változó díj, ami a támogatás összegének 1‰-e ezer forintra kerekítve.

A regisztrációs díjjal kapcsolatban tett javaslatukat elfogadhatónak tartjuk, azonban a felhívás ilyen mértékű módosítására - az esetlegesen már beérkezett pályázatokra való tekintettel - nincs lehetőségünk (a későbbi pályázatoknál viszont alkalmazhatónak találjuk).

Vízvisszasajtolás (3-6. oldal)

A 3.3 pont k) bekezdése kizárja a pályázók köréből azokat, akik a termálvizet sem új, sem meglévő kúton keresztül nem kívánják a lehető legnagyobb mértékben visszasajtolni.

Az MGtE mindig is egyetértett azzal, hogy a használt termálvizek legideálisabb elhelyezési módja a visszasajtolás. Porózus hévíztárolókba történő visszasajtolásra azonban mindmáig nem létezik elérhető legjobb technológia. (Ezzel kapcsolatos véleményünk itt olvasható.) Tekintettel arra, hogy a visszasajtolásra jogszabályi kötelezettség 2013 óta nem áll fönn, amellyel kapcsolatos véleményünk itt olvasható, javasoljuk a támogatás kiterjesztését a visszasajtolás nélküli hévízhasználatokra is. Amennyiben a pályázó be tud mutatni érvényes vízjogi engedélyt, amiben a hatóság nem írja elő számára a visszasajtolást, akkor indokolatlan, hogy a pályázat kiírója ennél szigorúbb feltételt támasszon.

A pályázati konstrukciót jelenleg nem áll módunkban kiterjeszteni a visszasajtolás nélküli hévízhasznosításra.

További feltételek, benyújtandó dokumentumok

A felhívás felhívja a pályázók figyelmét arra, hogy „*a támogató döntés és a támogatási szerződéskötési ajánlat további feltételeket szabhat, ill. további benyújtandó dokumentumokat határozhat meg*.” Kaphatnánk példákat, hogy mire lehet számítani? Ez a bekezdés bizonytalanságot keletkeztet a pályázók körében.

A további feltételek, benyújtandó dokumentumokkal kapcsolatban azt tudjuk mondani, hogy a benyújtott pályázat tartalmától függ, hogy sor kerül-e további dokumentumok bekérésére.

MEGJEGYZÉSEK

Egymásra épülő pályázatok

Jelen kiírás kútfúrásra és korlátozott mértékű vezetéképítésre vonatkozik. Ugyanakkor bemutatandó a hőpiac is, ami a geotermikus energia lehetséges szolgáltatási helyeinek fölsorolását jelenti. A geotermikus hő fogyasztásával válik értelmezhetővé mind az indikátorok köre, mind a BMR. A pályázat tehát – helyesen – túlmutat a kútfúráson és vezetéképítésen, miközben az olyan egyéb geotermikus beruházási elemek, mint a távhővezeték, a hőközpont, a villamos munkák és irányítástechnika ebből a pályázatból nem kaphatnak támogatást. Viszont várható egy olyan pályázati felhívás megjelenése, ami éppen ezen beruházási elemek támogatását célozza meg. Ezzel kapcsolatosan szeretnénk kérni, hogy mind a megkezdett beruházás meghatározásánál, mind az indikátoroknál és a BMR-nél legyen meg a lehetőség az egymásra épülő pályázatok kihasználására.

Az egymásra épülő pályázatok tartalmáról jelenleg nem áll módunkban nyilatkozni.

Vagyon megterhelése

Várható, hogy a pályázók saját forrásuk egy részét bankhitelből fogják előteremteni. Hitelügyleteknél szokásos, hogy a pénzintézet jelzálogot jegyez be a megvalósult vagyontárgyra. A 16. fejezet szerint a támogatás terhére létrehozott vagyon csak a Támogató előzetes hozzájárulásával terhelhető meg. Ezúton jelezzük, hogy várható lesz jelzálogjog bejegyzéséhez hozzájárulási kérelmek benyújtása.

Az lTM felkészült a jelzálog bejegyzéséhez szükséges hozzájárulási kérelmek feldolgozására, kiadására.

Fenntartási időszak, vízjogi üzemeltetési engedély hatálya, BMR

A fenntartási kötelezettség 5 év. Ezzel összhangban van az, hogy vízjogi üzemeltetési engedélyeket általánosan 5 évre adnak ki. A BMR-t viszont – helyesen – 15 éves időszakra kell kiszámítani. Ezért is, továbbá mivel a beruházóknak elemi érdeke fűződik a minél hosszabb idejű üzemeltetéshez, célszerű lenne kezdeményezni, hogy a vízügyi hatóságok a pályázatból megvalósult projektekre a megvalósulást követően 15 évre adjanak vízjogi üzemeltetési engedélyt.

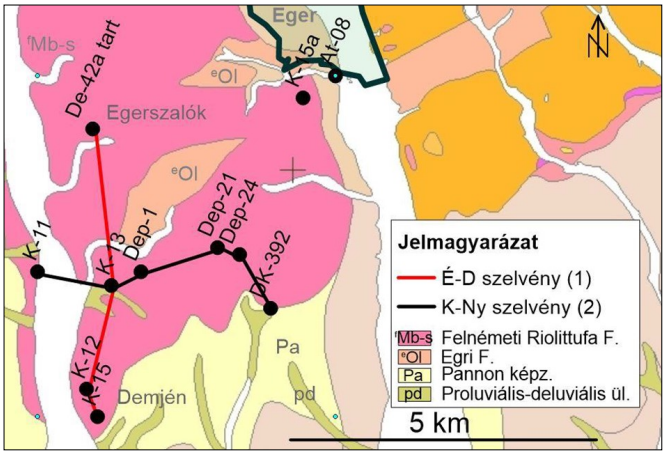
A fenntartási kötelezettséget jelen pályázat keretében öt évre határoztuk meg (a későbbiekben változhat), a vízjogi üzemeltetési engedélyekre tárcánknak nincs ráhatása. Ugyanakkor a BMR index meghatározását azért 15 évre kértük, hogy lássuk a projekt realitását, hosszú távú megtérülését, mivel a geotermikus projektek jellemzően hosszabb megtérüléssel jellemezhetőek, mint más beruházások. A három fogalom egymástól független és egy pályázati felhívás miatt a hatósági eljárások módosítására, kivételképzésre nem fog sor kerülni, mivel az túlmutat a pályázat céljain. Ugyanakkor jelen 'pilot' pályázati felhívás tanulságai alapján hosszú távon - amennyiben szükséges - sor kerülhet a vonatkozó jogszabályok módosítására.

Az ITM levele azzal zárult, hogy az általuk elfogadhatónak ítélt javaslataink nyilvánosságra hozatala - jóváhagyás esetén is - csak hónapok múlva várható.

Miklós Rita FAVA konferencia poszterének vázlatos tartalma

A demjéni termálkarszt hőmérséklet viszonyai

A kutatás indoka a megnövekedett vízkivétel



A szelvények nyomvonala

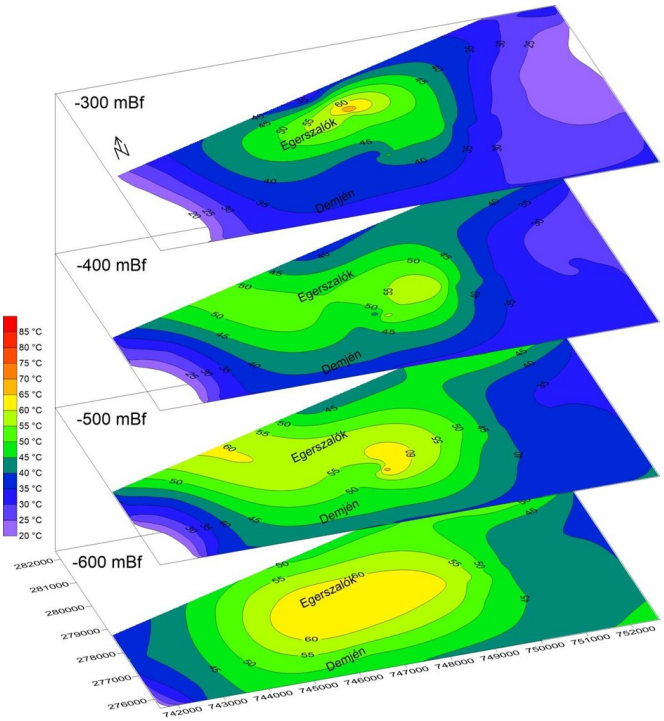
Miklós Rita **a Miskolci Egyetem Környezetgazdálkodási Intézete *Miklós Rita* a Miskolci Egyetem Környezet-gazdálkodási Intézete részéről egy szemléletes poszteren kutatási eredményeken keresztülmutatta be a demjéni termálkarszt hőmérsékleti viszonyait.**

Az elmúlt 15-20 évben jelentősen megnőtt a Bükk hegység keleti, déli előterében a balneológiai és energetikai célú termálkarsztvíz kivétel, mely mára gazdasági, stratégiai fontosságúvá vált a régióban.

A demjéni terület jelenleg kiemelt balneológiai központ, ennek megfelelően a termálkarsztból történő vízkivétel is jelentősen megnövekedett. A kutatás célja, hogy felhasználva minden rendelkezésre álló földtani, vízföldtani információt, újra vizsgálja a Demjén és környéki termálkarszt hőmérsékleti viszonyait. A területen mélyült számos szénhidrogénkutató fúrás, valamint az elmúlt évtizedben létesült termálvíz -termelő kutak adatsorait felhasználva, felépítve a terület földtani fejlődéstörténetét, számszerűsítve a szükséges fejlődéstörténeti paramétereket, kútszintű 1-D-s modellek készültek. Minden kút elérte az eocén/triász korú karbonátos vízadó összleteket. Továbbá, valós mérési adatok alapján *Miklós Rita* meghatározta a területre jellemző geotermikus lépcső számításához szükséges egyenletet. Ezt felhasználva számos fúrási rétegsor feldolgozhatóvá vált.

Felhasználva az eredményeket, egy É-D irányú és egy K-Ny irányú szelvény mentén készült el a terület szelvénymenti hőmérséklet eloszlása. Az eocén/triász korú karbonátos vízadó összletek felső burkológörbéje került megadásra, mint vízadó összletek a területen, a rétegvastagságot a fúrások által feltárt rétegvastagság adja. A szelvényeken jelölt vetők Csiky munkája alapján kerültek feltüntetésre (Csiky, 1961; Csiky, 1966).

A számított és modellezett hőmérsékletadatokat felhasználva különböző mélységszintekre tomografikus mélységszelvényezés készült (-300 mBf, -400 mBf, -500 mBf, -600 mBf). Látható, hogy **a Demjén alatti karbonátos vízadó összlet felboltozódásában koncentrálódik a vizsgált mélységekben a magasabb hőmérsékletű termálkarsztvíz jelenléte.**



Demjén térségében a 100 méteres mélységközzel elkészített tomografikus hőmérsékletszelvényezés eredménye

Az MBFSZ munkatársai FAVA konferencia előadásának konklúziója

Monitoring-fejlesztési javaslatok

Hiányzik a mérési adatok rendszeres feldolgozása

Az MBFSZ munkatársainak áttekintése a VKI monitoring KEHOP-1.1.0-15-2016-00002 számú projekt keretében a „Termálvizek speciális monitoringfejlesztési feladatainak ellátása a visszasajtolás folyamatának nyomon követésére az érintett rétegek meghatározására” című K13 projektrész eredményeit ismertette.

A projektrész célkitűzése egy új, differenciált monitoringkoncepció kidolgozása volt a termálvizek védelmében, a bennük lezajló változások, esetleges káros folyamatok nyomon követhetőségére, illetve káros folyamatok időbeli előrejelzésére.

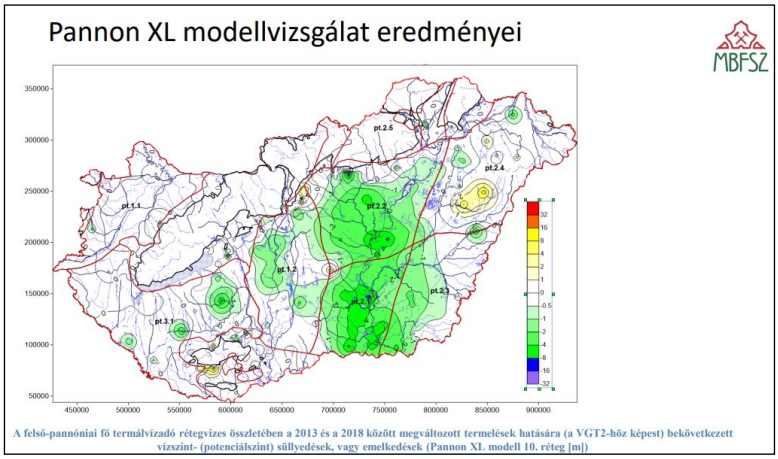
Fontos szempontként fogalmazták meg, hogy a visszatáplálás mellett megőrződjenek a felszín alatti vizek jó mennyiségi és minőségi és vízháztartási viszonyai, valamint, hogy a termálvíz fenntarthatóbb módon hasznosuljon.

A felszín alatti pórustér egyidejű, különböző célú hasznosításai kölcsönhatásban vannak egymással, amennyiben nem harmonizáltak a hasznosítások és a felszín alatti pórustérrel való gazdálkodás, fokozottan veszélyeztethetik a felszín alatti víztestek mennyiségi és minőségi állapotát.

A mennyiségi kérdések mellett különböző a visszasajtoláshoz kapcsolódó potenciális vízminőségi problémákat is vizsgáltak demonstrációs jelleggel egy-egy pilot területen, mint pl. magas nátrium-, összes oldottanyagtartalom, fenoltartalom vagy a gáztalanított, lehűlt víz várható hatásai a befogadó összletben a hasznosítás során.

Az általános áttekintés mellett komplex 3D numerikus modellezéseket, vízkémiai mintavételezést és vizsgálatsorozatokat, víz-kőzet kölcsönhatás vizsgálatokat végeztek kijelölt objektumkörzetekben, mint Igal, Tamási, Szolnok, Görbeháza–Hajdúnánás, Battonya–Pusztaföldvári-hát egy ré-

szén. Ezen térségeken kívül, kiegészítő vízmintázásokat végeztek az ország más területein is. Például szénhidrogén-termelő kutak vizét likvidáló kutakból, vagy többszűrős kutakból, az esetleges átfejtődések tetten éréséhez, valamint balneológiai célú és energetikai célú geotermikus kútpárokból is. E munka keretében nemcsak a fő komponensek, hanem szervetlen mikrokomponensek, szerves komponensek és izotópok elemzések is történtek. A mintavétel két irányvonalat követett, az egyik a modellezés értelmezését segítette és adatokat szolgáltatott a víz-kőzet kölcsönhatás modellekhez. A másik a modellezett területen kívüli olyan kutak, kútpárok mintázása volt, ahol vízvisszasajtolás is zajlik akár geotermikus hasznosítás, akár vízlikvidálás miatt, a kitermelt, illetve visszasajtolt víz összetételében esetlegesen megjelenő vízminőségi különbségek detektálása érdekében.



Az elvégzett felmérések és értékelések mellett sort kerítettek arra is, hogy áttekintsék a hévíz- és geotermikus gazdálkodással kapcsolatos joggyakorlatokat is. **Azt tapasztalták, hogy a különböző visszatáplálási formákra vonatkozó vizes és a bányászati jogszabályok jórészt megfelelően kezelik az engedélyezéseknél a hatásokat, és megfelelően írják elő az üzemeltetéseknél és monitorozásoknál a mérendő adatokat.**

Jelen ismereteink alapján azonban a mérési és megfigyelési adatok rendszeres feldolgozása, regionális modellekbe illesztése hiányzik. E hiány pótlása nélkülözhetetlen a megfelelő gazdálkodási rend folyamatos fejlesztéséhez, a mélységi pórustereinkkel való fenntartható gazdálkodás kialakításához, mind hazai, mind a határral osztott rendszereink esetében.

Dr. Szanyi János FAVA konferencia előadásának összegzése

Geotermikus energia komplex hasznosítása

Egymásra épülő fejlesztések hozhatják el a hatékonyság növekedést

***Dr. Szanyi János* a Szegedi Tudományegyetem Természettudományi és Informatikai Kar Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszékének tudományos főmunkatársa előadásában megkísérelte összegezni a geotermikus energia-hasznosítás hazai helyzetét.**

A geotermikus energia megbízható, időjárás-független, helyben rendelkezésre álló, részlegesen megújuló energiaforrás. Bár a geotermikus energia a kéregben mindenütt jelen van, kitermelése olyan hordozó közeghez kötött, amely könnyen felszínre hozható, nagy fajlagos energia tartalmú, olcsó és nagy mennyiségben rendelkezésre áll.

***Dr. Szanyi János* véleménye szerint, a geotermikus energia fenntartható gazdaságos hasznosításához 3 dolog kell:**

- megfelelő földtani, hidrogeológiai adottságok,
- megfelelő hőpiac,
- stabil, kiszámítható gazdasági, jogi környezet.

A 4. feltétel, a felkészült és elhivatott kutató, építő, üzemeltető gárda adott.

A geotermikus energiatermelés mind hazai, mind nemzetközi tekintetben elmarad a lehetőségektől, ráadásul a többi megújuló energiával összevetve is lényegesen lassabban bővül a hasznosítók köre.

Jelen helyzetben a geotermikus szektornak 5-10 éve van, hogy a rendelkezésre álló kutatási támogatásokat felhasználva, áttörést érjen el a gazdaságos termelést biztosító környezetbarát technológiák fejlesztésében majd alkalmazásában.

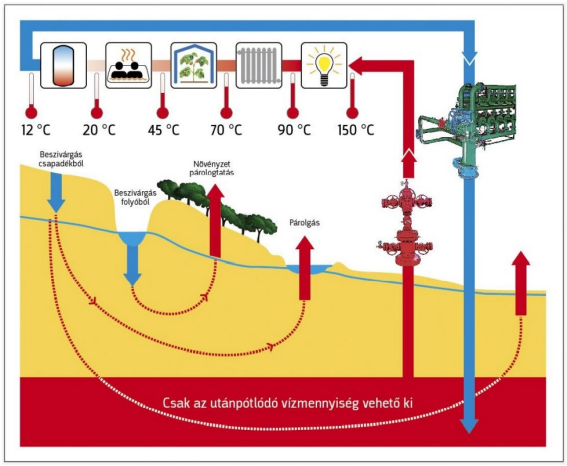
Az előadás szűken bemutatta a hatékonyabb, kevesebb kockázattal járó, összességében fajlagosan olcsóbb hőenergia termelés lehetőségeit Magyarországon az elmúlt 10 évben zajló kutatások alapján. A tárgyalt technikák szerteágazó kutatások eredményei, melyek többnyire kutatás-fejlesztési pályázatokhoz kapcsolódnak.

Az előadás fókuszában a geotermikus energia távhőszolgáltatási célú hasznosítása állt, bár szó esett a nagy entalpiájú, villamosenergia termelő geotermikus rendszerek hatékonyság növeléséről is.

***Dr. Szanyi János* meggyőződése, hogy nem egy nagy technológiai újítás, hanem sok apró, de egymásra épülő fejlesztés hozhatja el a számottevő hatékonyság növekedést.**

Ez alól talán a lézertechnológia kútviszonyok közötti alkalmazása a valódi kivétel, mert teljesen új távlatokat nyithat a geotermikus energia és az eddig nem ismert mélységek új típusú bányászatának összekapcsolásával. S ebben mind az alap- mind az alkalmazott kutatásnak még óriási feladatai vannak.

Optimális geotermikus kaszkádrendszer

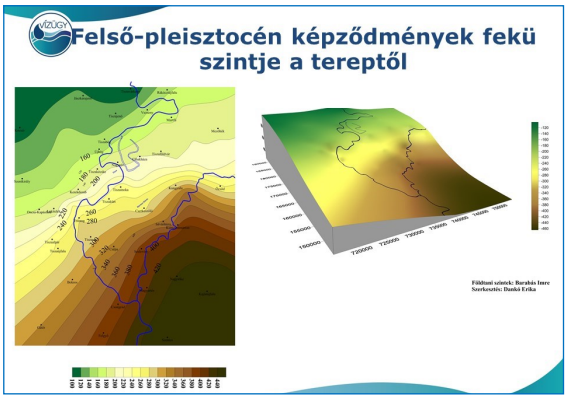


Garamvölgyi-Dankó Erika FAVA konferencia előadásának összefoglalója

Geotermikus adottságok Tiszakécske környékén

A törésrendszer változást okoz a vízminőségben

***Garamvölgyi-Dankó Erika* a KÖTIVIZIG felszín alatti vízgazdálkodási referense érdekes adatokkal szolgált a Tiszakécske környékén tapasztalható geotermikus anomáliákról.**



Tiszakécskén korábban zömében kis átmérőjű közkutak létesültek, többnyire 100 -200 m körüli mélységgel, de jó hozamot, ~200 l/perc adtak. Tiszakécske-Kerekdombon 1962-ben az akkori Új Élet MGTSZ területén fúrtak egy 225,5 m mély kutat, amely +1,5 m-ről 1500 l/perc vízhozamot adott, de a várt 21-22°C-kal szemben 47°C-os kifolyó vízzel. Az ezt követő években több, mint 50 db kutatófúrást végeztek - amelyek mélysége 53 m - 2048 m közötti -, hogy ennek az okát megállapítsák.

A kutatóknak egy 3 km széles és 7 km hosszú K-NY irányú hőmérsékleti anomáliát sikerült kimutatni, ezen belül egy nagyobb és egy kisebb csúcshőmérsékletű területet. A jelenség, amelynek kiváltó oka egy törésrendszer, a mélység felé haladva fokozatosan eltűnik. A felsőpannonban megjelenő és a középső-pleisztocén végéig jelen lévő ős-Duna az, amely a Kerekdomb környékén kiváló vízhozamú rétegeket rakott le. A törésrendszerrel érinett területen, leginkább 200-300 m mélység között magasabb oldott anyag tartalom és hőmérséklet jellemezi a feltárt vizeket.

E geotermikus anomália felfedezése összességében a térség fellendülését okozta. Tiszakécskén termálfürdők épültek, és ásványvíz üzem is létesült.



Kút helye	Nátrium (mg/l)	Kalcium (mg/l)	Magnézium (mg/l)	Szulfát (mg/l)	Klorid (mg/l)	Összes oldott anyag (mg/l)
Szentkirály, ásványvíz	23	61	22,9	<10	4	473
Tiszabög, vízmű	110,6	20,9	10,3	25	13,9	542,9
Tiszabög, kertészet	105,8	12	11,2	0	9,7	494,35
Tiszabög, Balogh tanya	70,3	25	18,7	0	10	470,46
Tiszakécske, vízmű	**155**	**25,9**	**11,7**	**0**	**26**	**733,54**
Kerekdomb, ásványvíz	**295**	**8,9**	**5,5**	**<10**	**24**	**1207**
Kerekdomb, üdülő	**305**	**10,3**	**8,6**	**<5**	**19**	**1164,4**
Lakitelek, vízmű	256	9	6,9	0	30	1014,6
Cserkeszőlő, vízmű	325	7,5	6	0	28	1278
Csépa, vízmű 2.	250,5	12	12,2	0	45	1021,78
Csépa, vízmű 3.	124	19,2	5,6	<5	10	591,94
Cibakháza, vízmű	129,5	15	15,6	0	17	621
Tiszaföldvár, vízmű	175	14,7	19	<5	16	758,97
Nyárlőrinc, 247 m	35	67,8	39,8	<5	8	598,89
Csongrád, MÁFI 650 m	120	20,6	10,1	0	9,4	596,2
Tiszainoka, vízmű	314	11	12,2	30	35	1257,3
Tiszakürt, borászat	346	10,3	5,9	23,2	28	1362
Kunszentmárton, vízmű	367	7	6,5	34	16	1413
Tiszaalpár, 517 m						576

EGYESÜLETI HÍREK

MGtE részvétel IEA felmérésében

A Nemzetközi Energia Ügynökség (IEA) 2017 után újra vizsgálat alá vette Magyarország energiapolitikáját. Az IEA alaptevékenységének számít az ilyen jellegű vizsgálatok elkészítése. Egy-egy országra általában 5-6 évente kerül sor.

A jelentés részletes vizsgálaton alapul, és lefedi az egész energetikai ágazatot: az általános energiapolitikai keretet, az éghajlatváltozást, az energiahatékonyságot, megújuló energiák használatát, a rendszerintegrációs kérdéseket, az olaj-, a földgáz-, a szén- és a villamosenergia-ellátást, valamint a vészhelyzeti szakpolitikát, az energiával kapcsolatos kutatási és fejlesztési (RD&D) tevékenységeket, és ahol van, a nukleáris energiapolitikát.

Az IEA megújuló energiahasznosítással kapcsolatos vizsgálódása keretében 2021 október 12-én online tanácskozást szervezett az Innovációs és Technológiai Minisztérium, amelyre meghívást kaptak a megújuló szektor jelentősebb civil szervezetei. Az IEA felkérésére a geotermikus energia tárgykörében a Magyar Geotermális Egyesület fejthette ki álláspontját.

RENDEZVÉNYEK

COP 26 Climate Change Conference

2021. november 1-12., Glasgow, Egyesült Királyság

Bővebben: COP26 Climate Change Conference | Climate Action (europa.eu)

EnKon Energetikai Szakkonferencia

2021. november 17-18., Budapest

Bővebben: EnKon Energetikai szakkonferencia

GET 2021 Conference

2021. november 23-25., Strasbourg, Franciaország

Bővebben: GET2021 (eventsair.com)

Planet Budapest 2021 - Fenntarthatósági Expo és Világtalálkozó

2021. november 29. - december 5., Budapest, Hungexpo

Bővebben: Planet Budapest 2021

Magyar Geotermális Egyesület
Postacím: 1021 Budapest, Ötvös J. u. 3.
Tel: +36-30-126 6816
E-mail: info@mgte.hu, szitag@mgte.hu
Honlap: www.mgte.hu