

Nagymélységű kutak átképzésének humánbiztonsági kérdései

Human security issues of deep wells retraining

R. ZÁKÁNYINÉ MÉSZÁROS¹, B. ZÁKÁNYI²

¹Miskolci Egyetem, Alaklamzott Föltudományi Kutató Intézet, tudományos munkatárs, zakanyine@gmail.com

²Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Környezetgazdálkodási Intézet, egyetemi docens

Absztrakt. Napjainkban, a világ energiatermelésének struktúrájában a fosszilis energiahordozók dominálnak és egyben okoznak nem kis számú környezetvédelmi problémát. A konvencionális fosszilis energiahordozók felhasználását összehasonlítva a geotermális energia alkalmazásával, ez a fajta energiatermelési mód rendkívül előnyösnek mutatkozik, hiszen nincsenek szennyezőanyagok, és mindemellett megújuló energiaforrás. Mindezen túl, ha a geotermális energiatermelést, az egyéb megújuló energiaforrásokkal kívánjuk összevetni (mint szél energia, nap energia stb), az előnyök nagy része szintén a geotermális energia javára írható, miután egy stabil és kis területigényű energiaforrásról van szó. Ezeknek a rendkívül kedvező tulajdonságoknak köszönhetően a geotermális energia alkalmazhatóságának vizsgálata a megújuló energiaforrások körében egyre nagyobb teret hódít. A fentiekén túl, jól ismert, hogy a világon megközelítőleg 20-30 millió felhagyott olajkút létezik, ehhez hozzáadva az egyéb célból készült, lezárt kutakat, a végső szám jóval nagyobb lehet. A felhagyott olajkutak esetében problémaként jelentkezhet a maradék olaj szökése, mely jelentős környezetvédelmi problémák kialakulásához vezethet. Ezen tényezőket figyelembe véve világszerte egyre több kutatási téma célpontjává válik a felhagyott kutak geotermális céllal történő újrahasznosíthatóságának vizsgálata. Érdekességként mondható el, hogy a témában a publikációk jelentős része az energia hasznosításának technológiai lehetőségének vizsgálatával, a hőtranszport folyamatok tanulmányozásával, valamint általános, energetikai, vagy gazdaságossági szempontú értékelések készítésével foglalkoznak. Olyan jellegű publikáció, amely a felhagyott kutak újrahasznosíthatóságát biztonsági szempontból értékelte volna a publikációs adatbázisokban csak elenyésző számban fordul elő. Fontos kérdésként jelenik meg tehát, hogy a felhagyott kutak, humánbiztonsági, illetve környezetvédelmi szempontból, mennyire lehetnek alkalmasak az újrányításra, az új technológiai elemek milyen biztonsággal kerülhetnek beépítésre és a kialakított új rendszer biztonsági tényezőit mennyire befolyásolja a már meglévő, több éve, vagy évtizede felhagyott elemek alkalmazása?

Abstract. Nowadays, in the world's energy production structure, fossil fuels dominate and at the same time cause a number of environmental problems. Comparing the use of conventional fossil fuels with geothermal energy, this kind of energy production is extremely beneficial, as there are no pollutants and a renewable energy source. Moreover, if we want to compare geothermal energy with other renewable energy sources (such as wind energy, solar energy, etc.), much of the benefits can also be attributed to geothermal energy because it is a stable energy source and the area requirement is low. Due to these extremely favorable properties, the study of the applicability of geothermal energy is gaining ground in renewable energy sources. In addition, it is well known that there are approximately 20 to 30 million abandoned oil wells in the world, plus sealed wells for other purposes, and the final number may be much larger. In the case of abandoned oil wells, the escaping residual oil may be a problem, which can lead to

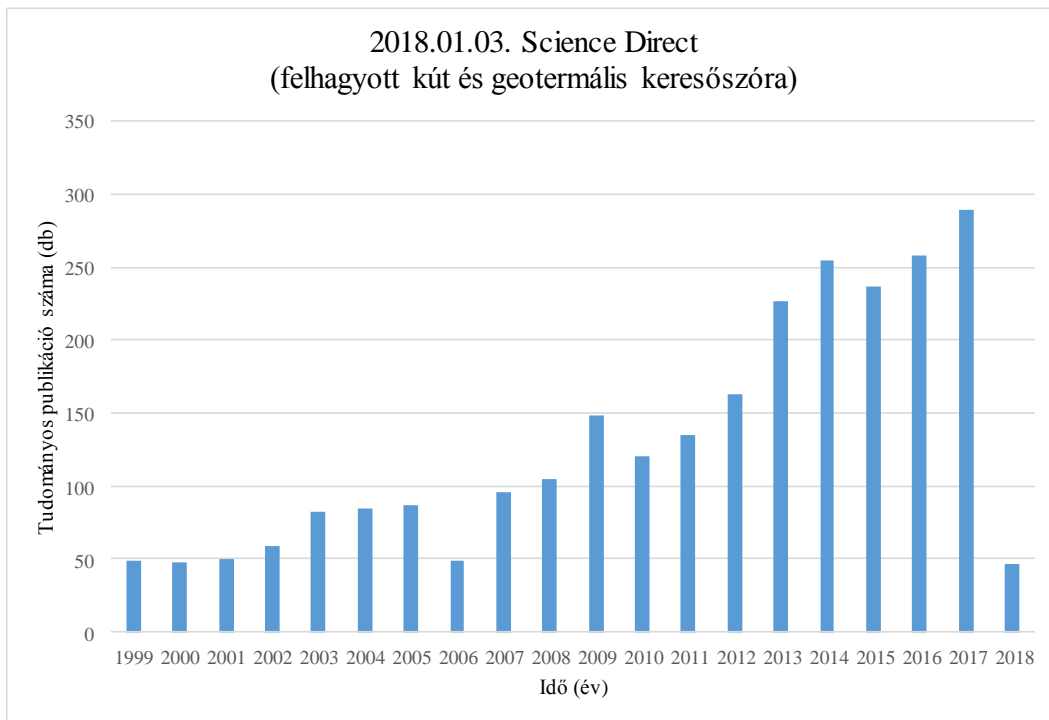
significant environmental problems. Taking these factors into account, research on the recyclability of abandoned wells for geothermal purposes becomes a target for more and more research topics around the world. It is interesting to note that a significant part of the publications are concerned with examining the technological potential of energy utilization, studying heat transport processes, and generating general, energetic or economical evaluations. A publication of a kind that would have evaluated the safety of recyclable abandoned wells in publishing databases was limited. It is therefore an important question that the abandoned wells, from the point of view of human security and environmental protection. How can they be reactive, how can the new technological elements be built up and how much human security factors of the newly created system are affected by the existing elements?

Bevezetés

Napjainkban, a világ energiatermelésének struktúrájában a fosszilis energiahordozók dominálnak és egyben okoznak nem kis számú környezetvédelmi problémát. Mindemellett ezekhez az energiahordozókhoz (úgy mint a szén, kőolaj, földgáz) kapcsolódó energiaválság egyre komolyabb kérdésként jelenik meg [1]. Éppen ennek köszönhetően a megújuló energiaforrások és a zöld energia kutatása egyre vonzóbb területté kezd válni. A konvencionális fosszilis energiahordozók felhasználását összehasonlítva a geotermális energia alkalmazásával, ez a fajta energiatermelési mód rendkívül előnyösnek mutatkozik, hiszen nincsenek szennyezőanyagok, és mindemellett megújuló energiaforrás. Mindezen túl, ha a geotermális energiatermelést, az egyéb megújuló energiaforrásokkal kívánjuk összevetni (mint szél energia, nap energia stb), az előnyök nagy része szintén a geotermális energia javára írható, miután egy stabil és kis területigényű energiaforrásról van szó. Ezeknek a rendkívül kedvező tulajdonságoknak köszönhetően a geotermális energia alkalmazhatóságának vizsgálata a megújuló energiaforrások körében egyre nagyobb teret hódít [2].

A fentiekén túl, jól ismert, hogy a világon megközelítőleg 20-30 millió felhagyott olajkút létezik, ehhez hozzáadva az egyéb célból készült, lezárt kutakat, a végső szám jóval nagyobb lehet [3]. A felhagyott olajkutak esetében problémaként jelentkezhet a maradék olaj szökése, mely jelentős környezetvédelmi problémák kialakulásához vezethet. Ezen tényezőket figyelembe véve világszerte egyre több kutatási téma célpontjává válik a felhagyott kutak geotermális céllal történő újrahasznosíthatóságának vizsgálata [4]. Mindezt jól mutatja, a témához kapcsolódó kutatási anyagok számának folyamatos emelkedése, melyet az **1. ábra** is kiválóan szemléltet.

Érdekességként mondható el, hogy a publikációk jelentős része az energia hasznosításának technológiai lehetőségének vizsgálatával, a hőtranszport folyamatok tanulmányozásával, valamint általános, energetikai, vagy gazdaságossági szempontú értékelések készítésével foglalkoznak. A fenti adatbázisban, a megjelölt dátumig nem találtam olyan jellegű publikációt, amely a felhagyott kutak újrahasznosíthatóságát biztonsági szempontból értékelte volna.



1. ábra: Felhagyott kút és geotermális (Abandoned well, geothermal) keresőszóra a Science Direct által fellelhető tudományos publikációk számának alakulása az elmúlt 20 évben 2018.01.03.-i adatok alapján. (forrás:saját szerkesztés)

Fontos kérdésként jelenik meg tehát, hogy a felhagyott kutak, humánbiztonsági, illetve környezetvédelmi szempontból, mennyire lehetnek alkalmasak az újrányításra, az új technológiai elemek milyen biztonsággal kerülhetnek beépítésre és a kialakított új rendszer biztonsági tényezőit mennyire befolyásolja a már meglévő, több éve, vagy évtizede felhagyott elemek alkalmazása?

Célul tűztük ki tehát a fenti probléma tanulmányozását. Ennek érdekében három fő területet kívánunk vizsgálni, melyet a **2. ábra** mutat be.



2. ábra: A vizsgálni kívánt tématerületek bemutatása (forrás: saját szerkesztés)

A fenti tématerületek vizsgálatán túlmenően, a kutak újra nyitásának főbb technológiai lépéseinek humánbiztonsági szempontú elemzését végtük el. Ezen vizsgálatok alapjául magyarországi adatok és jellemzők szolgálnak. Célul tűztük ki egy általános elemzés elkészítését, mely egy esetleges beruházás megkezdés esetén a biztonsági szempontból jelentős technológiai lépéseket foglalja össze, továbbá a kutak újrahasznosításához kapcsolódó jelentős kérdések feldolgozását, összegyűjtését.

1. Kutak újranyitása

A kutak újranyitása történhet Coiled Tubinggal (CT), vitlás egységgel vagy fúróberendezéssel. Az újranyitásra váró kút kiképzési vagy átképzési munkálatai/feladatai döntik el hogy melyik egység szükséges az adott feladat végrehajtásához.

Röviden összefoglalva a munkálatok megkezdését megelőző lépések az alábbiak:

- Az adott fúróberendezés átszállítása.
- Telepítés vázlat szerinti felszerelése.
- Berendezés saját termeltető rendszerének felszerelése, szeparátor telepítése.
- Öblítő és kútelfojtó vezetékek nyomáspróbája.

A MUNKATERÜLET ELŐKÉSZÍTÉSE: A berendezés fúráspontra történő átszállítása előtt alapvető feladat a munkaterület előkészítése. Szükséges lehet szervízút építése vagy a meglévő „rendbetétele”. A fúráspon kialakítása egy adott fúróberendezéshez igazodik.

AZ ADOTT KÚT ÚJRANYITÁSÁT KIVITELEZŐ FÚRÓBERENDEZÉS MUNKATERÜLETRE „KÖLTÖZTETÉSE”: A költözés teljes ideje alatt a kút változatlan, kvázi érintetlen állapotban marad. Biztonsági szempontból a költözés kiemelt kockázatú. Gyakran több szervízcég együttes munkájának az eredménye a sikeres és biztonságos költözés. **BERENDEZÉS RÁKÖLTÖZÉS:** Az adott fúróberendezés átszállítása több darabban történik minden esetben. Az alépítmény (és így a munkapad is) külön szállítva érkezik meg a fúráspontra a fúróárbóctól. A modern berendezéseknél a Top Drive rendszer fel-, illetve leszerelése mint magasban történő munkavégzés is kiemelt figyelmet igényel a fúrási személyzettől, így az is csak körültekintő munkavégzéssel végezhető el sikeresen. A másik ilyen magasban történő munkavégzés a költözések alkalmával a kapcsoló állás (monkey board) szerelése. Ez magában foglalja a korlátok fel és lehajtását, a zuhanásgátló fel és leszerelését, és a takaróponyvák fel és leszerelését, valamint a mellvéd ki és visszahajtását, a menekülőszánkó felszerelésével együtt.

ELŐKÉSZÜLETI MUNKÁLATOK, A TERMELŐ SZERELVÉNY KIÉPÍTÉSÉRE: A kút újranyitásával kapcsolatos előkészületek csak működésre alkalmas fúróberendezéssel történhet.

KÚTMUKÁLATI VAGY FÚRÁSI FOLYADÉKOK ELKÉSZÍTÉSE: A tartályrendszeren történő folyadékok bekeverése humánbiztonsági szempontból lényeges kérdés. Alapvetően az adott folyadékhoz tartozó adalékanyagok veszélyességi besorolása határozza meg a kockázati besorolást.

KÚTFEJSZERELÉS: A kútfeszerelés főbb műveletei az alábbiakban foglalhatók össze:

1. Kitörésgátló vezetékének lebontása, kitörésgátló megemelése, kifordítása;
2. Termelőcsőfej tag leemelése, eltávolítása;
3. Termelőcső megfogása mentőszerszámmal, termelőcső megemelése, ékelése;
4. Béléscső fej tag és elvágott csődarab eltávolítása;
5. Kitörésgátló visszaszerelése;
6. Kitörésgátló működési tesztek, zárásvizsgálatok.

Kutak újranításakor a több éve nem mozdított csavarokat eltávolítása csak lángvágással lehetséges. A nyomásmentesített lyukfejen végzett ilyen jellegű munka, robbanás, gyulladás, és tűzveszéllyel jár. Ezért a gázkoncentráció folyamatos mérése ebben az esetben is szükséges, valamint a speciális személyes védőeszközök használata kötelező. Ezek az eszközök a pajzs, lángmentes ruházat, hegesztő kesztyű, hegesztő kötény.

A vitlás kútelőkészítés az alábbi lépésekből tevődik össze:

1. Lubrikátor zárásvizsgálat (35 és 120 bar);
2. Vitla záródugó leültetése;
3. Termelőcső perforálás;
4. Kútátöblítés;
5. Öblítőkör létesítése a termelőcső perforáción keresztül.

Amennyiben a kút nyugalmi állapota igazolódik a termelő szerelvényt eltávolítják a tag cseréje érdekében. Ennek lépései a következők:

1. Kútfejszerelés kitörésgátlóra;
2. Karácsonyfa levétele;
3. Előre összeszerelt kitörésgátló szerelvény felszerelése a termelőcsőfej tetejére;
4. Lefúvató és nyomás alatti kúttöltő rendszer csatlakoztatása;
5. Termelőcső vágás;
6. Kábeles (vitla) lubrikátor zárásvizsgálat (35 és 120 bar);
7. Kémiai termelőcső vágás;
8. A szabad termelőcső szakasz kiépítése;
9. Rúdra záró betétek, a lefúvató és nyomás alatti kúttöltő rendszerek zárásvizsgálata (35 és 120 bar);
10. A packer feletti szerelvény eltávolítása;
 - beépítés, körülfürés,
 - kútöblítés,
 - ismételt beépítés mentőszerszámmal,
 - a vágott termelőcső csonk megfogása,
 - öblítés, kiépítés, kimentett szerelvény kifektetése a csőrámpára.
11. termelőcsőfej tag cseréje,
12. bélésűfal tisztítás: bélésűfal kaparó szerszám beépítése, lyukjártás, öblítés, zárásvizsgálat (120 bar),
13. talpi dugózás,
14. fúrócsőoszlop lassú ütemű feltöltése kútfolyadékkal,
15. a termelő bélésű oszlop zárásvizsgálata (120 bar),
16. lebontás: Lefúvató és nyomás alatti kúttöltő vezetékek szétbontása, kitörésgátló leszerelés, kifordítása,

17. bélésű előkészítés: Toldatok, központosítók felhelyezése, felszíni repedésvizsgálatok,
18. az új termelőcsőfej tag felszerelése: Előre elkészített szerelvény felszerelése, másodlagos tömítés aktiválása, elsődleges és másodlagos tömítések közötti tér nyomáspróbája (120 bar),
19. kitörésgátló felszerelése: Az előre összeszerelt kitörésgátló szerelvény befordítása Peremszerelés a termelőcsőfejre, a lefúvató és nyomás alatti kúttöltő rendszerek csatlakoztatása,
20. a kitörésgátló és a termelőcsőfej tag együttes zárásvizsgálatai (35 és 160 bar)
21. Wear Bushing betétele, rögzítése,
22. a talpi zárás eltávolítása.

A permanens packer kivétele, ezen belül a Permanens packer elmarása és a packer test kimentését követően megkezdődnek az úgynevezett talpi műveletek, melyek a kút működésbe állítását szolgálják, a lépések az alábbiakban összegezhetők:

1. talpi műveletek,
2. cementdugó tető azonosítása,
3. beépítés talpmaróval,
4. a talpi ülepedés kiöblítése,
5. a perforációk és a kimentett packer helyének átjártatása,
6. elektromos szelvényezés, ezen belül a homok rétegek azonosítása,
7. újra perforálás: Perforátor puska használata a mélyben,
8. végszerelvény beépítése: A termelő szerelvény felső szakaszának beépítése termelőcső beszédessel: elemek felszíni sablonozása, összeállítása és a packer/tömítő folyadék cseréje,
9. a permanens packer kiültetése,
10. vitlás műveletek,
11. szivattyús műveletek (nyomóvezeték zárásvizsgálata 35 és 320 bar),
12. kútfej szerelés karácsonyfára és tesztek elvégzése: A termelőcső akasztó beültetése a rakat süllyesztésével, a termelőcsőfej lezorító csavarjainak aktiválása, Gyűrűstér zárásvizsgálat (50 bar), Kitörésgátló zárás, nyomáspróba (200 bar),
13. lezorító csavarok meghúzása,
14. karácsonyfa felszerelése, Karácsonyfa zárásvizsgálat (35 és 200 bar), Gyűrűstér zárásvizsgálat (120 bar),
15. a kút működésbe állítása, tesztek, tömörségi zv. és gázos elnyelés vizsgálat
 - CT művelet (nyomás-viselő szerelvények funkció tesztjei és zárásvizsgálata 35 és 120 bar-on),
 - N2 művelet (nyomás-viselő szerelvények funkció tesztjei és zárásvizsgálata 35 és 120 bar-on, termelőcső térből folyadék leürítés, tömörségi zárásvizsgálat 120 bar-on),
 - Vitla (lubrikátor zárásvizsgálat 35 és 120 bar-on, termelőcső nyomás leengedés 65 bar-ra).

A végső lépés a tesztek sikeres elvégzése után a berendezés leköltöztetés, ezen belül az „üres” gyűrűstéri csatlakozások lezárása ill. felfesz mérőzése, a kútkörzet rendezése, tisztítása, a hulladékok

és a veszélyes technológiai anyagok, folyadékok kezelése, elszállítása, elhelyezése és a kútjavító berendezés leszerelés és elszállítás.

2. EREDMÉNYEK ÉRTÉKELÉSE, JAVASLATOK, PÉLDÁK

Egy felhagyott kút környezetének megismerése, a kúthasználathoz kapcsolódó lehetőségek felmérése elengedhetetlen lépése az újra hasznosítási folyamatnak. A megelőző lépések során végbemenő hasznosíthatósági értékelés több lépésből áll, melynek a biztonsággal kapcsolatos felmérés csak egy kis szakaszt jelent. A legtöbbször a beruházás megkezdésének döntését csak kis mértékben befolyásolja a kút állapota és a biztonság, hiszen ha a rendszer és a terület megfelel minden szempontból a követelményeknek és a hőhasznosítás gazdaságosnak bizonyul a biztonságos kútnyitás már megoldandó kérdésként jelentkezik, nem pedig döntést befolyásoló paraméterként. A megelőző értékelés mindig több paraméter mentén és több lépcsőben zajlik, ennek a folyamatnak a lebonyolításához bizonyos dokumentumok megléte elengedhetetlen. Ezeket az alábbiakban foglalom össze.

Egy adott terület felmérésének, értékelésének elvégzéséhez elsődlegesen szükséges adatok forrása a következő dokumentumok lehetnek.

- kútkönyv,
- hordozó földterület tulajdoni lapja,
- földhivatali térképmásolat,
- helyszíni szemléről készített jegyzőkönyv,
- geológiai/hasznosíthatósági értékelés,
- műszaki-állapot felmérés.

Az elsődleges dokumentumok felmérését követően további információ értékelés szükséges, ezen adatok megléte szintén elengedhetetlen a hatékony felméréshez, a lehetőségek tanulmányozásához:

- lehetőleg friss (30 napnál nem régebbi) helyszíni szemléről készített jegyzőkönyv (látható műszaki állapotról, kút környezetéről), fényképfelvételek,
- domborzati áttekinthető térkép (1:25 000, vagy 1:50 000 léptékű),
- földhivatali hiteles tulajdoni lap (30 napnál nem régebbi),
- földhivatali hiteles térképmásolat (1:1 000, vagy 1: 2 880, vagy 1: 4 000 lépték),
- geológiai értékelés az alternatív hasznosítás lehetőségeiről,
- műszaki állapot értékelése a kútkönyvek alapján,
- kút elhelyezkedésével kapcsolatos földrajzi, gazdasági adatok,
- egyéb, az értéket befolyásoló információ, adat (esetleg műszeres kútvizsgálatról szóló jegyzőkönyv, szakvélemény),
- esetlegesen elektromos hálózat (vételezés, betáplálás) távolságáról rendelkező adatok,
- nyílt csapadékvíz gyűjtő csatornahálózatról, vagy öntözőrendszerekről, közeli természetes, vagy mesterséges vizekről adatok,

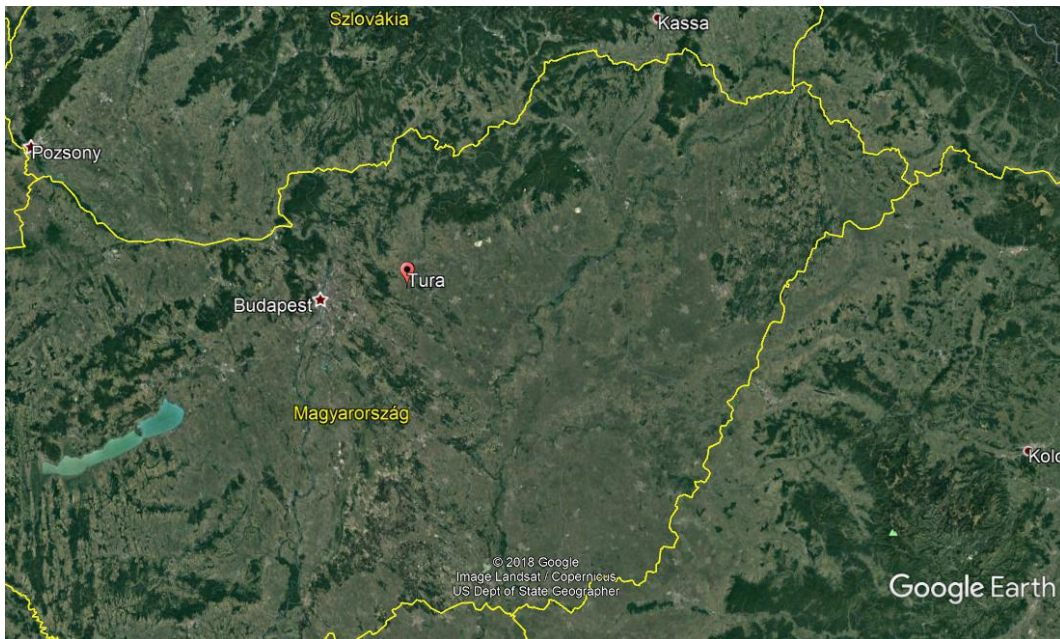
- nemzeti park, natura 2000 területek, természetvédelmi területek távolsága, nemzeti park nyilatkozata,
- közelben elhelyezkedő településekre vonatkozó adatok (fűtési rendszerek – távhő szolgáltatás, lakosok száma, távolság, infrastruktúra),
- esetlegesen a hidrogeológiai és geotermikus védőidomok felállítása, ismerete,
- esetlegesen az elvi vízjogi engedély beszerzése.

Az adatgyűjtés fázisában az alábbi kockázati tényezők merülhetnek föl:

- Értékcsökkentő tényezőként vehető figyelembe a kutak felszámolásakor felmerülő költség, mely akkor jelentkezik, amikor a kút hasznosítása már tovább nem lehetséges.
- Nem készül környezetvédelmi felülvizsgálat a kút környezetének állapotáról és a kármentesítés esetleges költségeinek becsléséről.
- Nem készül a földalatti környezeti kockázatokról szakvélemény, így az esetleges rétegek közötti átfejtődés, vagy egyéb veszélyek nem kerülnek kiértékelésre.
- Nem történik meg a kútellenőrzés (béléscsőterek ellenőrzése, nyomások esetleges lefúvatása, akna kiszívása).

Példa a megvalósításra

Az elmúlt év során Hatvanhoz közeli Tura település határában megkezdte működését az első hazai kombinált ciklusú, villamos energia és hőtermelő geotermikus erőmű, a Turawell. Az erőmű mellett a tervek szerint egy óriási üvegház is épülhet, amelyben zöldséget termesztene. A szingapúri KS Orka által 4 milliárd forintból megvalósított fejlesztés eredményeképp létesült erőmű 3 megawattos áram-, és 7 megawattos hőtermelő kapacitással rendelkezik, 129 Celsius-fokos vizet hasznosít az áram- és hőtermelésre. A rendszer 3 db kút működésén alapul, melyből 1db termelő- 2 db pedig besajtoló kútként üzemel. A megvalósítás során egy 1960-as években létesült kút is megnyitásra került, az eredeti terv szerint ez lett volna a termelőkút, azonban, miután hozama alacsonyabbnak bizonyult, mint a besajtoló kútnak szánt másik kúté, így a két kút funkciót cserélt. A helyszíni bejárás során fény derült arra is, hogy az újrainyitott kút állapota a vártnál jóval kedvezőbbnek bizonyult, hiszen a kitisztítását kívül, gyakorlatilag más teendőre nem volt szükség a rendszerbe történő beintegrálásához. Az újrainyitott felhagyott kút igen érdekes múltra tekint vissza. A telepvezető elmondása szerint a kutat az 1960-as években mélyítették CH termelés céljából, de termálvizet találtak. Egy ideig a helyi TSZ használta, majd az 1990-es években a helyi lakosok a kút melletti területen gödröt ástak, kibélelték és fürdőként használták azt. A 2000-es évek elején a kutat lezárták, de egy csoport ki akarta nyitni, ekkor beindult a kút, majd szemét és vasbeton törmelék bedobálással fojtották el. Elvben az újrainyitáskor repedt béléscsőre számítottak, ám a szerencsének köszönhetően a visszasajtoló kútként történő üzemeltetéshez elegendő volt a kút kitisztítása.



4. ábra. Tura elhelyezkedése (Google maps)



5. ábra: Helyszíni bejáráson készült fotók –visszasajtoló állomás, termelő kút, nyomás és hőmérsékletmérő berendezés a termelőkútnál, hőközpont mérnöki állomás, hőtermelő egység, munkafolyadék tároló tartály, 2018 Tura (saját fotók)

3. ÖSSZEGZÉS

Összegzésként megállapítható, hogy a kutak kialakításának technikája nagyban befolyásolhatja a geotermikus rendszerré történő átalakíthatóság lehetőségét.

A felmérési szakasz hosszú, összetett és több lépésből álló folyamat, melynek eredményeként döntés születik a beruházás gazdaságosságára vonatkozóan egy adott területen. Amennyiben egy felhagyott kút újraindításra érdemesnek bizonyul, a biztonsággal kapcsolatos kérdések is előtérbe kerülnek. A humánbiztonsággal kapcsolatos kockázatok egy felhagyott kút újraindításakor összetett elemzést igényelnek, hiszen ebben az esetben a kút kialakításának és működésének információit is tanulmányozni kell, hiszen minden múltbeli esemény és információ, hatást gyakorol a kút jelenbeli állapotára és az értékelés eredményére.

Az elsődleges információforrás a múltbeli események tisztázására a kútkönyv. Fontos tényezőként jelentkezik, hogy a kút mennyi ideig volt ideiglenesen lezárva és eközben milyen események zajlottak, próbálták e illegálisan kinyitni. Sok esetben ilyen eseményekről a helyi lakosoktól kaphatunk információt.

Az újraindítási folyamat technológiai szempontból sok lépésben nagyon hasonló a meglévő kút mélyítésének lépéseivel, azonban ebben az esetben a meglévő rendszer állapota további, ismeretlen, súlyosbító tényezőként jelentkezik.

Minden újraindítás nagy szakmai hozzáértést, váratlan eseményekre széles skálán történő felkészülést, pontos tervezést, gyakorlott és felkészült megvalósító csapatot igényel.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka a Miskolci Egyetemen működő Alkalmazott Földtudományi Kutatóintézet GINOP-2.3.2-15-2016-00010 jelű „Földi energiaforrások hasznosításához kapcsolódó hatékonyság növelő mérnöki eljárások fejlesztése” projektjének részeként – a Széchenyi 2020 program keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Strukturális és Beruházási Alapok társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

- [1] L. Noam (2008) *Energy Resources and Use: The Present Situation and Possible Paths to the Future*. Energy. 33 (6) pp. 842–57.
- [2] C. Wen – L. Jian – L.Y.L. Nian – C. L. Wang (2016) *Enhancing Geothermal Power Generation from Abandoned Oil Wells with Thermal Reservoirs*. Energy. 109 pp. 537–45.
- [3] C. Luke – R. Hanley (2017) *Appendix A Environmental Identification (ENVID) Summary*. pp. 1–14.
- [4] K. Tomasz – W. Nowak – A.A. Stachel (2006) *Utilization of Existing Deep Geological Wells for Acquisitions of Geothermal Energy*. Energy. 31 (5) pp. 650–64.