

Biofilmképző baktériumok szerepe a termásvíz visszasajtolásban

Osvald Máté*, Maróti Gergely****, Pap Bernadett**, Szanyi János*

* Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Kőzettani Tanszék; (E-mail: osimate@gmail.com)

** MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont, Növénybiológiai Intézet, Szeged;

*** Szent István Egyetem, Agrár- és Gazdaságtudományi Kar, Tessedik Campus, Szarvas

Kivonat

A hőmezővásárhelyi geotermikus rendszerben a kitermelő kutak vizét két kútba sajtolják vissza a felszín alá. Ezen visszasajtoló kutak közül az újabb építésű (II. számú) a régebbi kúthoz (I. számú) képest sokkal hamarabb eltömődik, emiatt sűrűbben kell cserélni a szűrőjét, ami gazdasági szempontból jelentős kiadás. A kutak üzemeltetőinek tapasztalatai és vizsgálatai alapján nem szervesen anyagok tömítik el az új kút szűrőjét, hanem valamilyen biológiai rendszer játszik ebben szerepet. Vizsgálataink célja volt, hogy kiderítsük, milyen élőlények tömítik el a szűrőt és miért csak az egyik visszasajtoló kútnál. Ehhez korszerű technológián alapuló, újszerű mérési módszerrel: metagenomikai szekvenálással határoztuk meg a szűrőket eltömítő anyag összetételét. Összehasonlítva a két kút szűrőjéből kapott eredményeket arra jutottunk, hogy a II. számú kút gyorsan eltömődő, baktériumflórája nem olyan széles spektrumú, mint a jól működő I. számú kúté. A *Magnetospirillum* nemzetségbe tartozó Gram-negatív mikroaerofil baktériumok lényegesen dominánsabbá tudtak válni a II. számú rendszerben. Ennek a különös dominanciának az okát a kémiai vízvizsgálat magyarázta meg, ugyanis a II. számú visszasajtoló rendszeren végig haladó víz két nagyságrenddel több fenolt tartalmaz, mint az I. számú visszasajtoló rendszer vize. A magas aromás vegyület-tartalom miatt voltak képesek megjelenni ilyen nagy számban a baktériumok. A probléma kezelésére UV fényel történő vízfertőtlenítést javasoltunk. Ezen kutatás eredményeit a jövőben létesítendő geotermikus rendszerek tervezésekor célszerű figyelembe venni, különösen azon esetekben, ahol a kémiai vízminőségtől függően számítani lehet a baktériumok megjelenésére.

Kulcsszavak

Baktérium, biofilm, geotermikus energia, visszasajtolás, metagenomika.

Biofilm forming bacteria during thermal water reinjection

Abstract

To cope with humanity's growing energy demands, alternative - and renewable energy sources are indispensable. The utilization of geothermal energy is only renewable if the wastewater is reinjected into the reservoir to maintain pressure and to dispose the heat-depleted fluid. Reinjection is an essential part when utilizing geothermal energy. In our research two, independent reinjection systems were studied in the Hungarian Southern Great Plain. The motivation of our research was to find out why one of the two reinjection systems' surface filters were clogged much faster. Our investigations, which combined the proven conservative methods were combined with the newest biological sequencing innovations, found that, the reinjected – therefore the produced – water's chemical oxygen demand, phenol index and BTEX composition basically determines the appearing flora on the surface. When the concentration of these compounds in the thermal water is significant, certain bacteria – in this case, *Magnetospirillum* species - can be much more dominant than others, thus able to form a biofilm that plugs the surface equipment much more than it is expected. To handle the problem, disinfection of the water by ultraviolet light was suggested.

Keywords

Bacteria, biofilm, geothermal energy, reinjection, metagenomics.

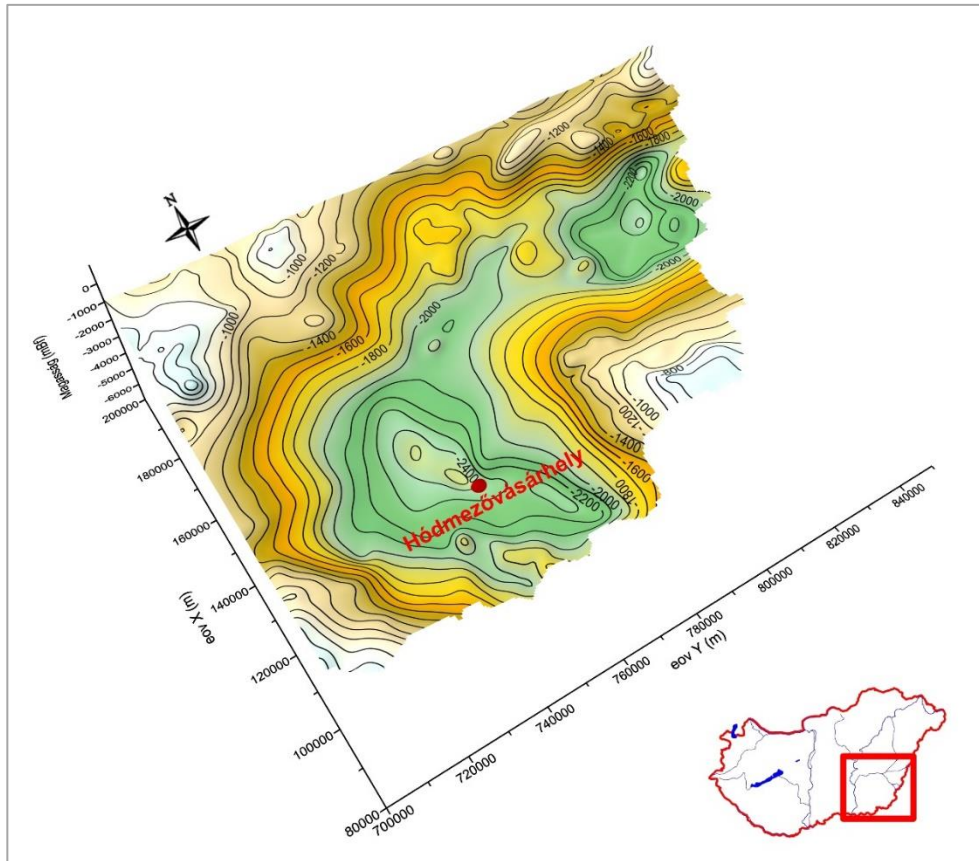
BEVEZETÉS

Az emberiség növekvő energiaigényének kielégítésére szükség van alternatív- és megújuló energiaforrások használatára. A geotermikus energia nem megújuló energiaforrás, ha a kitermelt víz nem kerül visszasajtolásra. A visszasajtolás egy környezetbarát fluidum elhelyezési technológia, amely elengedhetetlen a rezervoár nyomásának fenntartása érdekében (Szanyi és társai 2011).

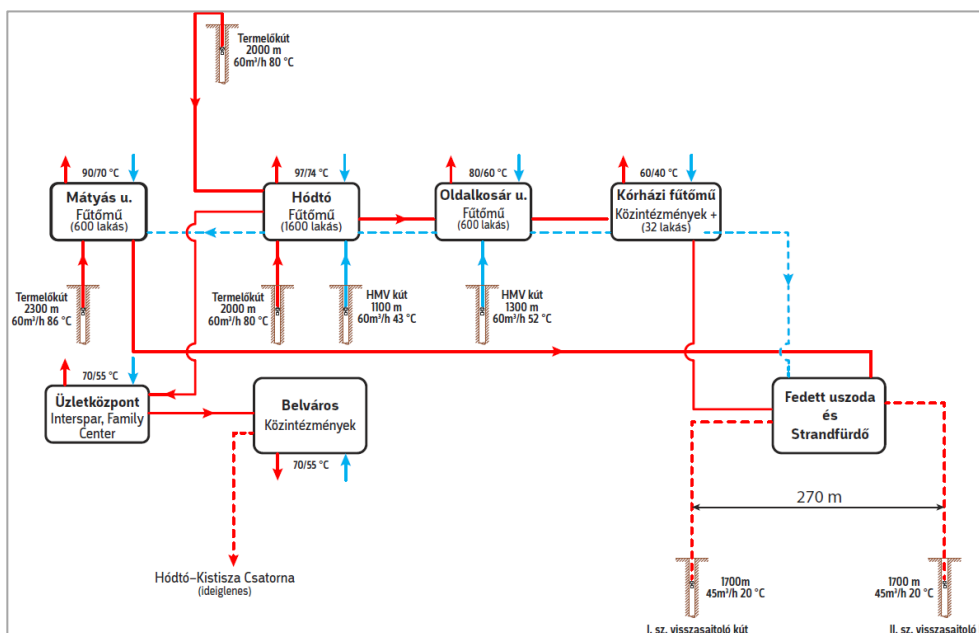
A Kárpát-medence földtani szempontból egy nagy üledékes medence, melynek aljzatát különböző mértékben lecsüllyedt medencék és sasbércszerű kiemelkedések tagolják. A felső-pannóniai korú üledékek vastagsága a Dél-Alföldön különösen nagy, Hódmezővásárhely-Makói árokban elérheti az 1800 métert (1. ábra). A rétegek inhomogenitása miatt a felső-pannóniai üledékek víztároló és vízadó képessége még viszonylag közeli területeken is jelentősen különbözhet. A változékony összetétel ellenére az

üledékes medence hidraulikusan folytonosnak tekinthető (Tóth 1995). Hódmezővásárhely térségében a felső-pannóniai rezervoár permeabilitása – jól vezető homok rétegek esetén – a 2000 mD-t is elérheti, ami 5-10 m/nap szivárgási tényező értéknek feleltethető meg (Szanyi és társai 2013).

Közép-Európa egyik legrégebben üzemelő geotermikus kaszkárendszer Hódmezővásárhelyen található, mely használati melegvizet és távhőt szolgáltat mintegy 3000 lakás, számos középület (városháza, általános és középiskolák, könyvtárak, sportcsarnok) és a városi fürdő számára. A távhő szolgáltatást 3 db 1800 és 2300 m között szűrőzött, 85-90 °C hőmérsékletű vizet adó kút biztosítja, míg a használati melegvizet 2 db 1000 és 1300 m között megnyitott, 43-50 °C hőmérsékletű kút adja. A rétegenergia fenntartására és a felszíni befogadók terhelésének csökkentésére a már nem hasznosítható, lehűlt fluidum elhelyezésére 2 visszasajtoló kutat is létesítettek (2. ábra).



1. ábra. Felső-pannoniai korú képződmények fekvő mélysége a Dél-Alföldön (mBf) saját és MÁFI-kutatatok alapján
Figure 1. Depth of Upper Pannonian formations in the Southern Great Plain of Hungary



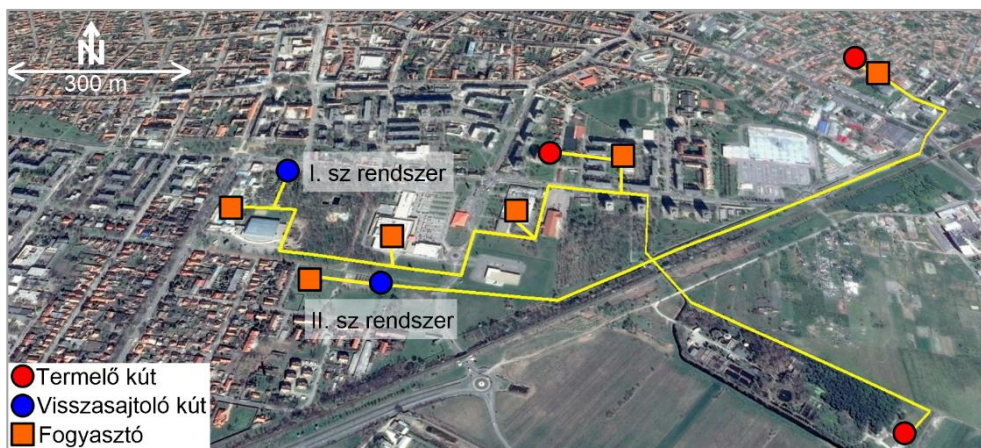
2. ábra. Hódmezővásárhelyi Geotermikus kaszkádszisztéma sematikus rajza (Szanyi és társai 2013)
Figure 2. The schematic drawing of the cascade system in Hódmezővásárhely (modified after Szanyi et al. 2013)

A városi geotermikus rendszert két termálkör alkotja, melynek éves hozama 350.000 és 420.000 m³ között alakul. A kitermelt termálvíz egyharmada került visszajuttatásra 1998 óta, illetve további egy harmad 2008 óta, összesen két besajtoló kútba, a kaszkádszisztémák végén (3. és 4. ábra) (Szanyi és Kovács 2010). Kutatásunk során két egymástól független hódmezővásárhelyi visszajuttató rendszert vizsgáltunk, és azt tapasztaltuk, hogy a II.

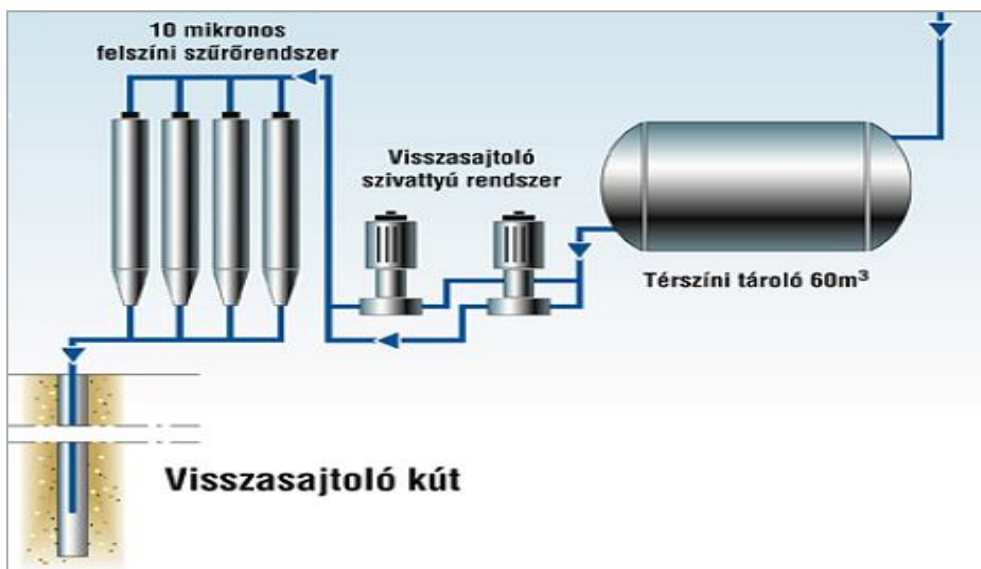
számú rendszer szűrői sokkal gyorsabban tömődnek el. A kutak üzemeltetőinek megfigyelései és vizsgálatai alapján a II. számú visszajuttató kút eltömődése nem szervetlen anyagok, hanem inkább nagy mennyiségű szerves komponensek lerakódása miatt következhetett be. A szűrők néhány száz m³ víz áthaladása utáni gyakori cseréje – a megnövekedett élőmunka ráfordítás, illetve az anyagköltség miatt – megdrágítja a visszajuttatást és rontja az

üzembiztonságot. Célunk a biológiai eredetű eltömődés összetételének meghatározása, megjelenésének oka és helye kiderítése és a probléma megoldása, hiszen ezzel a

visszasajtolás költségei csökkenthetők lennének, ami a hosszútávú fenntarthatóság egyik garanciája (Osvald és társai 2013).



3. ábra. Geotermikus kaszkárendszer Hódmezővásárhelyen
Figure 3. Geothermal cascade system in Hódmezővásárhely



4. ábra. A termálvíz visszasajtoló mű főbb részegységei (Kurunczi 2008)
Figure 4. The main parts of the thermal water reinjecting system (Kurunczi 2008)

Annak kiderítésére, hogy milyen élőlények gyűlnek össze a szűrőn, illetve az egyik szűrő miatt telítődik nagyságrendekkel gyorsabban a másikkal, mintát vettünk mindkét szűrőből és vízmintákat a csővezetékrendszer több pontján. Majd a jelenség magyarázatát konzervatív vizsgálati módszerek (mint például izolálás, táptalajon történő szélesztés és telepszámlálás) és modern biológiai eljárások (DNS szekvenálás) segítségével kerestük (Czinkota és társai 2015). Modern metagenomikai módszerrel olyan életterek mikrobiális közösségeit vizsgálhatjuk, amelyek számos alkotója laboratóriumban nem tenyészthető, hagyományos mikrobiológiai módszerekkel nem tanulmányozható.

VIZSGÁLATI MÓDSZEREK

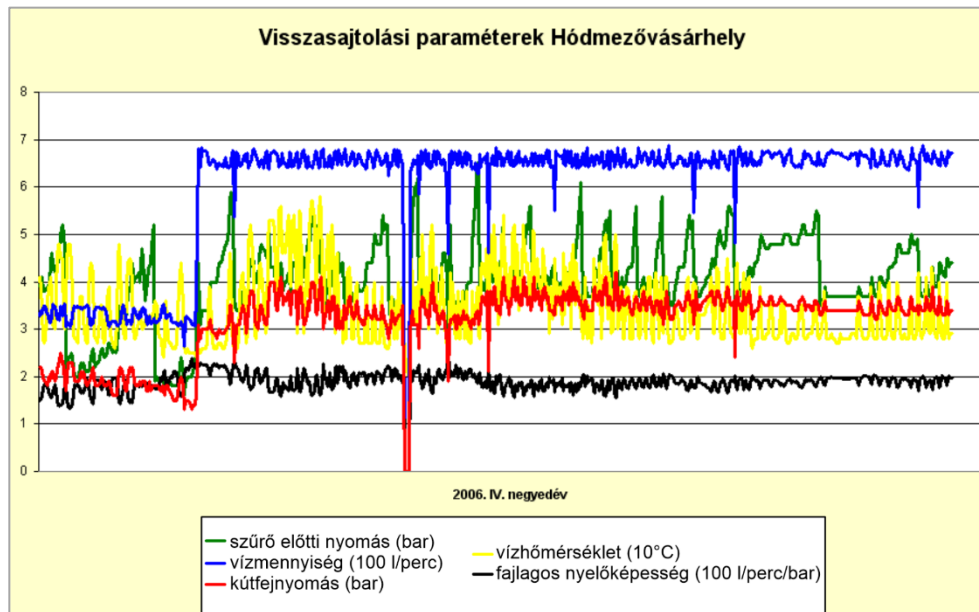
Az I. számú visszasajtoló kút (B-1094 jelű) 1998-ban mélyült 1685,5 méter, a II. számú visszasajtoló kút (B-1103 jelű) 2007 végére került üzembe, 1702 méter talpmélységgel. Az I. számú kútba 30 m³/óra hozammal, a II. számú

kútba 40 m³/óra hozammal történt a visszasajtolás. A nyomás a szűrők előtt 2 és 6 bar között volt, a kútfejen pedig 1,5 és 4 bar között; a szűrők telítettségétől függően. A használt szűrők típusa: Johnson fémszűrő körül polipropilén szövetszűrő, 30 µm garantált pórusmérettel, azonban ez a gyakorlatban 10 µm-re csökkenhetett a felületi adszorpció miatt (Ádók 2014, Szanyi és Kovács 2010). Fontos megjegyezni, hogy az I. számú kút visszasajtoló rendszer esetén a kút előtti puffertartály térfogata 60 m³, a II. számú kút visszasajtoló rendszer esetén 100 m³. Ezen puffertartályok technológiai szerepe a visszasajtolás energiaigényének csökkentése által, hogy egy (általában másfél méternyi) vízoszlop magassággal nyomást biztosítanak, amely a kútba történő besajtolást könnyíti meg. Így a puffertartályok üzem közben jelentős mennyiségű geotermikus fluidumot tartalmaznak, amelyben (áramlási útvonaltól függően) pangó zónák alakulhatnak ki.

A visszasajtoló kutak fizikai paramétere

Az 5. ábra szemlélteti a visszasajtolás során mért fizikai paramétereket (szűrő előtti nyomás, vízmennyiség, kútfajnyomás, vízhőmérséklet, fajlagos nyelőképesség)

egy átlagos fűtési szezon ideje alatt. Ezek alapján a visszasajtoló víz hőmérséklete 27 és 58 °C között volt, amely mellett kb. 2500-5000 m³ átáramlott vízmennyiség után volt szükséges a szűrők cseréje.



5. ábra. A visszasajtolás során regisztrált fizikai paraméterek. A paraméterek utáni egységek jelentik a tengely skáláját (Szanyi és társai 2013)

Figure 5. Physical parameters registered during reinjection. The units after each parameter mean scale for the axis (Szanyi et al., 2013)

A két vizsgált rendszer elektronikus adatrögzítő technológiája is különbözik, amely a II. számú rendszer esetében nem tette lehetővé az adatok hasonló ábrázolását. Emiatt visszamenőleg adatok nem állnak rendelkezésre, csak a mintavételkor mért értékeket vettük figyelembe. A fűtési szezon alatt a II. számú rendszerben átlagosan kétnaponta érte el a szűrő előtti nyomás azt az értéket, ami miatt szűrőcsere szükséges. A vizsgálataink olyan szűrőmintából származnak, amely a szűrőcsere után 3 órával eltömődött.

A termálvíz kémiai vízminősítése

Termálvízből oldott komponensek a MSZ 1484-3:2006, fenolindex a MSZ 1484-1:2009 és BTEX vegyületek (Benzol, Toluol, Etil-benzol, Xilolok) a MSZ 1484-4:1998 szabvány szerint kerültek meghatározásra az Alsó Tisza-vidéki Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség NAT által akkreditált mérőközpontjában.

Totál DNS izolálás, újgenerációs szekvenálás, metagenomikai elemzés

Szűrőcsere után a két visszasajtoló kút polipropilén szövetű szűrőiből mintát vettünk, a szűrő szárait steril csipeszek segítségével meglazítottuk, majd erős rázatással a szűrőbe rakódott anyagokat vízbe mostuk. Centrifugálás után a leülepedett mintákból totál DNS-t izoláltunk a Pap és társai (2015) által leírt módszer alapján. A megtisztított DNS szekvenciáját Ion Torrent újgenerációs szekvenáló berendezéssel, az Ion Torrent PGM 316-os chip-jén meghatároztuk. A nyers metagenom szekvenciák elemzését az MG-RAST szerver segítségével készítettük el (Meyer és társai 2008). Ezzel a módszerrel meghatároztuk a szűrőkön lévő mikrobaközösség összetételét (Osvald 2014).

Baktériumok megjelenésének lokalizációja

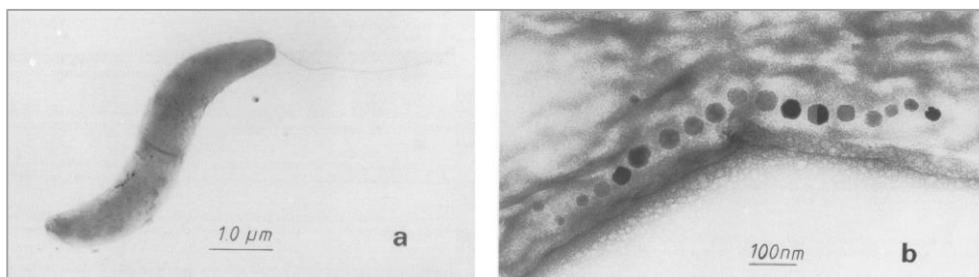
Miután meghatároztuk a szűrőkön domináns élőlényeket, megpróbáltuk kideríteni, hogy ezek a II. számú visszasajtoló kút csővezetékrendszerének mely szakaszán jelennek meg. Ennek érdekében, ahol csak lehetett, vízmintát vettünk a II. rendszerből, és ezeket a vízmintákat széles körben használatos Luria-Bertani (LB) táptalajra cseppentettük, majd vártuk, hogy telepek nőjenek. Ezzel a technikával csak az LB táptalajon és aerob környezetben tenyészthető mikroorganizmusokat tudjuk vizsgálni. Meg kell jegyezni, hogy jelen esetben ez a módszer nem ad választ arra, hogy milyen baktériumok fejlődnek ki, ugyanakkor közelítő eredményt kapunk a rendszer egyes pontjain előforduló baktériumok mennyiségét illetően (Osvald 2014).

EREDMÉNYEK

A vízkémiai vizsgálat szerint a két kút vizének összetétele számos paraméterben lényegesen eltér egymástól. A gyorsabban eltömődő kút vize két nagyságrenddel több fenolt és BTEX vegyületeket tartalmazott a lassabban eltömődő kút vizénél, illetve tízszer magasabb volt az illékony szénhidrogén tartalom (1. táblázat) (Osvald 2014). Az aromás vegyületek magas koncentrációja elősegítheti az ilyen anyagokat tápanyagforrásként felhasználó baktériumok elszaporodását.

A metagenom szekvenálás eredménye szerint a lassabban eltömődő I. számú rendszer esetében a vizsgálat nem mutatott ki egyetlen különösen domináns fajt sem, az ott megtelepedő baktériumok eloszlása egyenletes. A gyorsan eltömődő II. számú rendszerben fellelhető baktériumok diverzitása sokkal kisebb, mint a másik szűrőn. Ezen a szűrőn legnagyobb arányban előforduló baktériumok a

Magnetospirillum (42%) nemzetségbe tartozó fajok voltak (6. ábra). Ezen csoport tagjai olyan denitrifikáló baktériumok, amelyek anaerob körülmények között képesek aromás vegyületek lebontására (Shinoda és társai, 2005). Továbbá jellemző rájuk, hogy láncba rendeződött magnetoszómákkal rendelkeznek, melyek magnetit kristályt tartalmazó membránnal körülvett organellumok. Ezek segítségével képesek a mágneses térben tájékozódni (Bazylinski és Frankel 2004). A Balatonban előforduló mágneses baktériumok is képesek biogén ásványképzésre, magnetoszómáikon belül mágneses ásványokat, vas-oxid (Fe_3O_4 , magnetit) vagy vasszulfid (Fe_3S_4 , greigit) kristályokat állítanak elő (Kósa és Pósfai 2007).



6. ábra. *Magnetospirillum* (a) és benne a magnetit lánc (b) Módosítva Schleifer és társai (1991) után
Figure 6. *Magnetospirillum* (a) and a magnetite strain inside it (b) Modified after Schleifer et al., 1991

Az LB lemezre történő szélesztéssel meghatároztuk a baktériumok megjelenésének helyét a II. számú rendszerben. A vizsgálat azt mutatta, hogy a baktériumok a visszasajtoló kút előtti puffertartályban jelennek meg legnagyobb számban, és a tartály utáni - szűrő előtti szakaszon szintén kimutathatók. Az eltérő térfogatú puffertartályok jelentősége a baktériumok elszaporodására nem igazolt, ám valószínűsíthető, hogy a nagyobb méretű tartály esetén a nagyobb felület kedvező életkörülményeket tudott biztosítani az elszaporodott *Magnetospirillum* fajoknak.

KÖVETKEZTETÉS

Benedek és munkatársai (2016) által bemutatott tanulmányban benzinnel szennyezett oxigénhiányos talajvízbe merülő szivattyú rozsdamentes acél felületén alakult ki biofilm. A jól ismert szénhidrogén-bontó, aerob/fakultatív anaerob biofilm-képző mikroorganizmusok mellett Fe^{2+} - és Mn^{2+} -oxidálókat, valamint Fe^{3+} - és Mn^{4+} -redukálókat is azonosítottak az általuk vizsgált biofilmben (Benedek és társai 2016). Ilyen csoportokhoz sorolható baktériumokat találtunk mi is a szűrőkön.

A szűrőből történő mintavétel az előző szűrőcsere után mindössze 3 órával történt, ami vélhetően kevés idő arra, hogy közvetlenül a szűrőkön alakuljon ki biofilm. Az eredmények alapján arra következtetünk, hogy a szűrőn fennakadó baktériumok forrása a puffertartály, ugyanis a visszasajtolandó víz 34°C-os hőmérséklete és a puffertartályban lévő pangó zónák kedvező körülmények a baktériumok szaporodásához. Ilyen, lassú áramlású részekben, a víz KOI, fenolindex és BTEX vegyületek magas koncentrációja miatt bizonyos baktériumfajok (főként *Magnetospirillum*) jobban el tudtak szaporodni, mivel ezen vegyületek az ő táplálékaik, ezáltal a természetes, széles spektrumú baktériumflórát leszűkítve különösen dominánssá váltak, és elszaporodásuk idézhette elő a szűrő

1. táblázat. Az egyes szűrők vizének kémiai összetétele
Table 1. Chemical composition of the water at each filter

Komponens	Mértékegység	I. szűrő	II. szűrő
Fenolindex	µg/l	15	2238
Kémiai oxigénigény (KOIK)	mg/l	29	120
Extrahálható szénhidrogén tartalom (EPH, C10-C40)	µg/l	37	34
Illékony szénhidrogén tartalom (VPH, C6-C40)	µg/l	16	160
Benzol	µg/l	0.29	14
Toluol	µg/l	<0.3	31
Etil-benzol	µg/l	<0.3	13
m- és p-xilol	µg/l	<0.3	19

gyorsabb eltömődését. A másik visszasajtoló rendszer esetében valószínűleg azért nem tömődik el olyan gyorsan a szűrő, mert ennyire dominánssá egyik baktériumfaj sem tud válni, viszont az ott megfigyelhető baktériumok spektruma jóval szélesebb. A probléma megoldása lehet a puffertartályban lévő víz tartózkodási idejének csökkentése és a puffertartály méretének optimalizálása a pangó zónák elkerülése érdekében, illetve a tartály vizének fertőtlenítése (UV, ózonos). A jövőben a visszasajtoló rendszerek tervezésekor figyelembe kell venni a víz kémiai állapotát, és számítani kell a baktériumok megjelenésére (Osvald és társai 2017).

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Köszönettel tartozunk a kémiai vizsgálatok finanszírozásáért Kurunczi Mihálynak, a Brunnen hőtehnika Kft. ügyvezető igazgatójának és Nagy Istvánnak, hogy az üzemeltető részéről segítségünkre volt a mintavételezésben.

IRODALOMJEGYZÉK

Ádók J. (2014). A hódmezővásárhelyi geotermikus fűtési rendszer. Hódmezővásárhely, Hungary. Forrás: http://geotermia.lapunk.hu/tarhely/geotermia/dokumentumok/adokjanos_cikk_hodmezovasarhelyi_geot_fut_rendszert.pdf, letöltés dátuma: 2018.08.21.

Bazylinski D. A., Frankel R. B. (2004). Magnetosome formation in prokaryotes. *Nature Reviews Microbiology*, 2(3), 217-230.

Benedek T., Táncsics A., Szabó I., Farkas M., Szoboszlay S., Fábrián K., Maróti G., Kriszt B. (2016). Polyphasic analysis of an *Azoarcus*-*Leptothrix*-dominated bacterial biofilm developed on stainless steel surface in a gasoline-contaminated hypoxic groundwater. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-17.

Czinkota I., Osvald M., Szanyi J., Medgyes T., Kóbor B., Bálint A. (2015). Analysis of Chemical and Biological

Processes in Geothermal Systems – a Case Study, World Geothermal Congress, 2015. április 20 – 24, Melbourne

Kósa I., Pósfai M. (2007). Magnetotaktikus baktériumok a Balaton üledékében. *Hidrológiai Közlöny*, 90-92.

Kurunczi M. (2008). A visszasajtolás. A hőmezővászárhelyi geotermikus közműrendszer bemutatása, Kistelek, Geotermia a XXI. században szakmai fórum, 2008.

Meyer F., Paarmann D., D'Souza M., Olson R., Glass E. M., Kubal M., Paczian T., Rodriguez A., Stevens R., Wilke A., Wilkening J., Edwards R. A. (2008). The metagenomics RAST server – a public resource for the automatic phylogenetic and functional analysis of metagenomes. *BMC Bioinformatics* 9, 386.

Osvald M. (2014). A Hőmezővászárhelyi geotermikus visszasajtoló rendszer szűrőt eltömítő biológiai komponensek vizsgálata metagenomikai módszerrel. Szakdolgozat, Szegedi Tudományegyetem, Ásványtani, Geokémiai és Közvetlen Tanszék, Szeged, 42.

Osvald M., Maróti G., Pap B., Szanyi J. (2017). Biofilm Forming Bacteria during Thermal Water ReInjection, *Geofluids*, 2017, DOI: 10.1155/2017/9231056, p. 7

Osvald M., Szanyi J., Bálint A. (2013). Baktériumok szerepe a visszasajtoláskor, Magyar Hidrológiai Társaság XX. Ifjúsági Napok, 2013. szeptember 19-20, Szeged

Pap B., Györkei Á., Boboescu I. Z., Nagy I. K., Bíró T., Kondorosi É., Maróti G. (2015). Temperature-dependent transformation of biogas-producing microbial communi-

ties points to the increased importance of hydrogenotrophic methanogenesis under thermophilic operation. *Bioresource Technology*, 177 (2015) 375–380.

Schleifer K. H., Schüler D., Spring S., Weizenegger M., Amann R., Ludwig W., Köhler M. (1991). The genus *Magnetospirillum* gen. nov. Description of *Magnetospirillum gryphiswaldense* sp. nov. and transfer of *Aquaspirillum magnetotacticum* to *Magnetospirillum magnetotacticum* comb. nov. *Systematic and applied microbiology*, 14(4), 379-385.

Shinoda Y., Akagi J., Uchihashi Y., Hiraishi A., Yukawa H., Yurimoto H., Sakai Y., Kato N. (2005). Anaerobic degradation of aromatic compounds by *Magnetospirillum* strains: isolation and degradation genes. *Bioscience, biotechnology, and biochemistry*, 69(8), 1483-1491.

Szanyi J., Kurunczi M., Kóbor B., Medgyes T. (2013). Korszerű Technológiák a termásvíz visszasajtolásban, InnoGeo Kft, ISBN 978-963-89689, 204.

Szanyi J., Kovács B. (2010). Utilization of geothermal systems in South-East Hungary. *Geothermics* (39), 357-364.

Szanyi J., Kovács B., Czinkota I., Kóbor B., Medgyes T., Barcza M., Bálint A., Kiss, S. (2011). Sustainable Geothermal Reservoir Management Using Geophysical and Hydraulic Investigations. World Environmental and Water Resources Congress 2011: Bearing Knowledge for Sustainability, California, 871-875.

Tóth J. (1995). A nagy kiterjedésű üledékes medencék felszín alatti vizeinek hidraulikai folytonossága. *Hidrológiai Közlöny*, 75.évf. 153-160.

A SZERZŐK



OSVALD MÁTÉ 2014-ben a Szegedi Tudományegyetem biomérnök alapképzését végezte el, melynek környezetvédelmi szakirányán a geotermikus energia hasznosítása során fellépő üzemeltetési problémákat vizsgálta. 2016-ban a Reykjavik University-n szerzett Sustainable Energy Engineering MSc diplomát, amely geotermikus energiához kapcsolt bioüzemanyag-termelésre irányuló kutatásán alapult. Azóta PhD hallgató a Szegedi Tudományegyetem Környezettudományi Doktori Iskolájában, ahol további geotermikus energiával kapcsolatos kutatásokat végez.

MARÓTI GERGELY az MTA Szegedi Biológiai Kutatóközpont Növénybiológiai Intézetének tudományos főmunkatársa, az intézet Mikrobiális Genomika csoportjának vezetője. A PhD fokozat megszerzése után 2005 és 2007 között a J Craig Venter Intézetben a Nobel-díjas Hamilton O. Smith kutatócsoportjában fotoszintetikus baktériumok és algák hidrogéntermelését kutatta, illetve óceáni eredetű mikroorganizmus közösségeket vizsgált. Jelenleg fő kutatási témája az algák és baktériumok közötti kölcsönhatások molekuláris hátterének vizsgálata, illetve ezen interakciók hasznosítási lehetőségeinek feltárása. Nemzetközi és hazai tudományos közleményeinek összesített impaktfaktora 250 feletti.

PAP BERNADETT okleveles biológusként végzett a Szegedi Tudományegyetemen, diplomamunkáját az SZTE TTIK Biotechnológiai Tanszékén írta. Jelenleg a Magyar Tudományos Akadémia Szegedi Biológiai Kutatóközpontjának (SZBK) Növénybiológiai Intézetében dolgozik kutatóként. Komoly tapasztalattal rendelkezik különböző természetes és szintetikus mikrobiális közösségek metagenomikai módszerekkel történő vizsgálatában.

SZANYI JÁNOS egyetemi tanulmányait matematika - számítástechnika - geológia szakirányon végezte a József Attila és az Eötvös Loránd Tudományegyetemen, majd a Miskolci Egyetemen okleveles hidrogeológus-mérnök diplomát szerzett. A Magyar Geológiai Szolgálatnál 12 évig területi geológusként, majd hivatalvezetőként dolgozott. 2004-ben PhD fokozatot szerzett. 2007 óta a Szegedi Tudományegyetem oktatója. A Magyar Hidrológiai Társaság tagja. 2003-ban Vitális Sándor Szakirodalmi Nívódíjat, 2015-ben a Felszín Alatti Vizekért Alapítványtól Ezüstpharagot kapott.