

DETAILED PROGRAMME

of the XXVII. microCAD International Scientific Conference
University of Miskolc, 21-22 March 2013

[Detailed
Programme](#)

[Sections and
Programmes](#)

[Registration](#)

[Optional
Programme](#)

[Map](#)

[e-mail](#)



21 March (Thursday) 2013

10³⁰ – 10⁴⁰

**International Scientific Conference
Opening address**

Gyula PATKÓ – professor, Rector of the University of Miskolc
Venue: Lecture hall XXXVII., Bld. A/7, groundfloor

PLENARY SESSION

Venue: Lecture hall XXXVII., Bld. A/7, groundfloor

10⁴⁰ – 11²⁰

A. G. MAMALIS professor, project scientific director, National Center Scientific Research "Demokritos", Greece
Macro- to Nanoscale Materials Processing under Static and Dynamic Loading

11²⁰ – 12⁰⁰

B. Árpád PALOTÁS professor, University of Miskolc, Hungary
Latest Development in Soot Micro-Structure Characterization

12⁰⁰ – 12¹⁵

Break

12¹⁵ – 13³⁰

Reception

Venue: Main Building A/4. Assembly Hall (Entry: only with invitation cards)

13³⁰ – 14⁰⁰

Break

14⁰⁰ – 18⁰⁰

Presentations in the sections

Venue: as listed in the section table

19³⁰ – 21⁴⁵

microCAD 2013 Party

Venue: Main Building A/4. Assembly Hall (Entry: only with invitation cards)

22 March (Friday) 2013

9⁰⁰ - 12⁰⁰

Presentations in the sections

Venue: as listed in the section table

12⁰⁰ - 14⁰⁰

Lunch break

14⁰⁰ - 18⁰⁰

Presentations in the sections

Venue: as listed in the section table

OPTIONAL PROGRAMME

22 March 2013

13³⁰ - 22⁰⁰

Excursion to TOKAJ REGION

B: EARTH SCIENCE AND ENGINEERING

[Detailed
Programme](#)

[Sections and
Programmes](#)

[Registration](#)

[Optional
Programme](#)

[Map](#)

[e-mail](#)



VENUE: Lecture Hall **VIII.**, Bld. **A/1**. 1st floor, 115.

Chairman: Éva **HARTAI** *assoc. professor*

Secretary: Réka **HORVÁTH** *fiatal kutató*

Date: **March 21, 2013**

- | | |
|-------|--|
| 14.00 | Szandra Fekete, Réka Horváth, Attila Horváth University of Miskolc, Hungary
<i>Exploration of Critical Elements, Especially Rare Earths Elements (REE), Germanium (Ge), Magnesium (Mg) and Beryllium (Be) in Hungary</i> |
| 14.20 | László Kompár, Endre Dobos University of Miskolc, Hungary
<i>Pedological Investigations on the Duna-Tisza Range for the Natural Recharge Estimation</i> |
| 14.40 | László Oláh¹, Gergely Gábor Barnaföldi¹, Gergő Hamar², Hunor Gergely Melegh³, Gergely Surányi⁴, Dezső Varga¹
Eötvös Loránd University ¹ , Wigner RCP of the HAS ² , Budapest University of Technology and Economics ³ , Geological, Gophysical and Space Science Research Group of the HAS ⁴ , Hungary
<i>Portable Cosmic Particle Detector for Investigation of Underground Rock Inhomogeneities</i> |
| 15.00 | László Kis University of Miskolc, Hungary
<i>Temperature Distribution of the Circulating Drilling Mud</i> |
| 15.20 | <i>Break</i> |
| 15.40 | Péter Szűcs, Zoltán Fejes University of Miskolc, Hungary
<i>Potential Lukewater and Warm Water Exploration in Tokaj Mountain</i> |
| 16.00 | Ádám Koncz University of Miskolc, Hungary
<i>Binary Geothermal Electricity Production: Thermodynamic Efficiency Development in the Last Years</i> |
| 16.20 | Tibor Szabó University of Miskolc, Hungary
<i>Environmental Challenges of Geothermal Drilling Operations</i> |
| 16.40 | <i>Summary</i> |

B: EARTH SCIENCE AND ENGINEERING

VENUE: Lecture Hall **VIII.**, Bld. **A/1**. 1st floor, 115.

Chairman: János **FÖLDESSY** *professor*

Secretary: Réka **HORVÁTH** *fiatal kutató*

Date: **March 22, 2013**

- | | |
|-------|--|
| 9.00 | Tamás Magyar University of Miskolc, Hungary
<i>Investigation of Fly Ash Based Backfilling Material in Acid Environment</i> |
| 9.20 | Zoltán Molnár, Gábor Mucsi, Barnabás Csőke University of Miskolc, Hungary
<i>Review of Mechanical Activation Effect on Fly Ash Based Geopolymers</i> |
| 9.40 | Eugene Retsinis, John Demetriou National Technical University of Athens, Greece
<i>Flow Velocities over Triangular Weir</i> |
| 10.00 | József Kovács, Dumitru Julia, Ovidiu Bogdan Tomus, Diana Sălășan University of Petrosani, Romania |

The Mechanical Rock Cutting Behavior of Different Coal and Rock in Underground and Open Pit Mining

10.20	<i>Break</i>
10.40	Krisztina Kaliczné Papp University of Miskolc, Hungary <i>„Fish-hook” Effect – The Special Phenomenon in the Air-classification</i>
11.00	Nóra Gonda, Balázs Kovács University of Miskolc, Hungary <i>Vacuum Enhanced Bearing Capacity of Reesk Type Flotation Slurry</i>
11.20	Zoltán Pap University of Miskolc, Hungary <i>Research Perspectives in the Field of Magnetic Enrichment Technologies</i>
11.40	Iosif Andras, Stela Dinescu, Andrei Andras University of Petrosani, Romania <i>Computer Aided Simulation of Complex Technological Systems for Coal Extraction</i>
12.00	<i>Summary</i>

A TOKAJI-HEGYSÉG LANGYOS- ÉS MELEGVÍZBESZERZÉSI LEHETŐSÉGEI

Fejes Zoltán¹, Dr. Szűcs Péter²

PhD hallgató¹, Egyetemi tanár²

Miskolci Egyetem Környezetgazdálkodási Intézet¹²

BEVEZETÉS

A Tokaji-hegység – hazánk egyik legismertebb vulkanikus eredetű hegysége – az Északnyugati-Kárpátok részeként, Magyarország északnyugati végében helyezkedik el. Az észak-déli csapásirányban 100-120 km hosszan – a ma Szlovákia területén lévő Eperjestől Tokajig – húzódó hegységet a történelmi Magyarországon Eperjes-Tokaji-hegységnek vagy hegysornak nevezik [1]. A Tokaji-hegység területe a termál-, és hévízkutatás szempontjából mindig is kevésbé előkelő helyen szerepelt a hidrogeológiai szakmai körökben. A terület rendkívül bonyolult geológiai felépítése, az alaphegység anyagi összetételének és elhelyezkedésének bizonytalansága, valamint a kevés számú kellően nagy mélységű kutatófúrás miatt a hegység igen nehéz feladatnak számít a melegvíz felkutatása szempontjából. Összetett földtani helyzete ellenére a Tokaji-hegységben számos langyos- és melegvizet szolgáltató kutat fúrtak, melyek létesítésüket követően, valamint azóta is, megfelelő minőségű és hőmérsékletű vizet szolgáltatnak. A terület számos önkormányzata évek óta keresi a lehetőséget a térségben termálvíz beszerzésére, de a térség alacsony földtani-, vízföldtani megkutatottsága miatt konkrét intézkedések eddig nem történtek. 2012 őszétől azonban megindult a Miskolci Egyetem Hidrogeológiai Tanszékén egy, a teljes Észak-Magyarországot átfogó, vízföldtani vizsgálat, melynek keretében kezdetét vette a területen eddig létesített langyos-, és melegvízű kutak állapotfelmérése, valamint az újabb melegvízű kutak fúrási helyének felderítése. Munkánkban bemutatjuk a Tokaj-hegység területén feltárt legfontosabb felszín alatti víztesteket, a jellemző melegvízadó képződményeket, valamint az ezen képződményeket megcsapoló kutak legfontosabb paramétereit, s ezek időbeli változását.

A VIZSGÁLT TERÜLET BEMUTATÁSA

Mivel kutatásunk fő témája elsősorban a Tokaji-hegység meleg- és langyosvízű kútjai voltak, ezért a vizsgálati területünk lehatárolásában is a hegység természetes határait vettük figyelembe. A terület északi vége a magyar-szlovák országhatár csupán egy mesterséges választóvonalat képvisel, a hegyvonulatok észak felé egészen Eperjesig folytatódnak. Nyugati határa a Hernád-völgy mentén húzódik, mely egy ÉÉK-DDNY csapású szerkezeti vonalat jelöl. Ez egyben lemeztektonikai választóvonal is (ALCAPA-Tiszai), a Közép-magyarországi lineamens. Déli irányból a Sajó és a Tisza határolja, mint természetes határvonalak, így a hegység déli előterének számító Tokaj-hegyalja térsége is beletartozik a vizsgált területbe. Végül keleti irányból a Bodrog és a Tisza övezi, melyeken túl a Bodrogtól húzódik.

A Tokaji-hegység földtani felépítése rendkívül sokszínű, bonyolult összetételű. Az alaphegység anyaga és mélységi elhelyezkedése még kérdéses, azonban a területről készített több medencealjzat térkép alapján kb. 1500-2000 méteres mélységbe zökkent a Hernád-vonaltól keletre. Anyaga valószínűleg a Vilyvitány térségében a felszínre került metamorfizált csillámpala. A triászban megindult karbonátos sekélytengeri üledékképződés a vizsgált területet is elérte, melyet a bükki és sárospataki termálkarszt is bizonyít. A hegység fő tömegét alkotó neogén vulkanitok több száz, helyenként több ezer méteres vastagságban települtek az alaphegységi fekére. A rendkívüli vastagság oka a területen több millió éven át zajló erőteljes vulkanizmus, melynek vulkáni anyagszolgáltatása néhány rövid szünetről eltekintve folyamatos volt. A vulkanizmus a miocén elejétől egészen az alsó-pannonig tartott. A pannonban kialakult Pannon beltó fokozatosan kiédesedett, és a beleömlő folyók hordalékai miatt lassan feltöltődött. A felső-pannon törmelékes üledékei a vizsgált terület déli részén ékelődnek ki, majd az Alföld felé továbbhaladva vastagságuk folyamatosan nő. A pannon képződményekre települt pleisztocén folyóvízi üledékek egyes területeken igen nagy vastagságban fordulnak elő, melyeken a legfelső holocén rétegek elhanyagolható vastagságban rakódtak le.

A FELSZÍN ALATTI VÍZTESTEK CSOPORTOSÍTÁSA

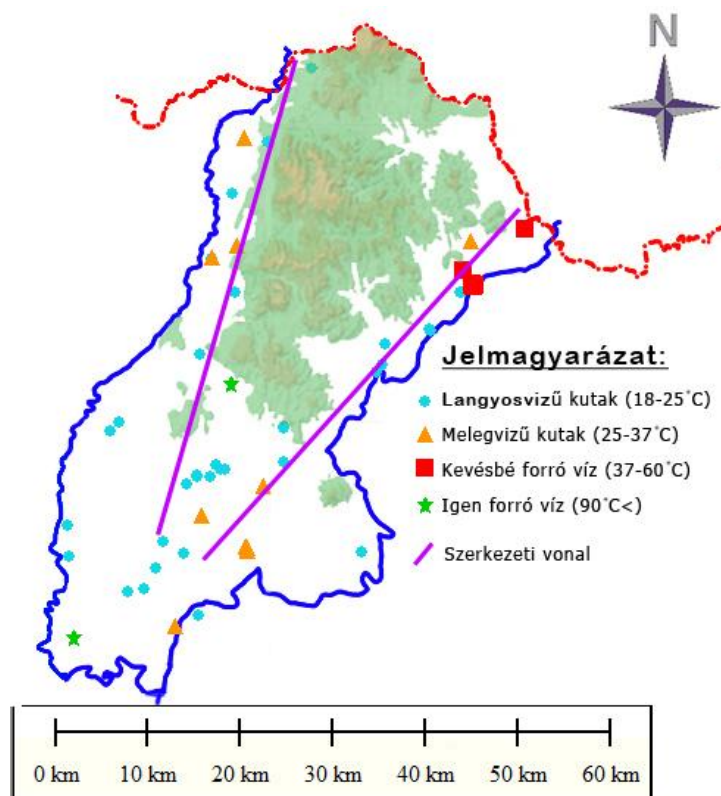
A gazdag geológiai felépítés miatt a hidrogeológiai kép is igen változatos és összetett. A többféle felszín alatti víztestet a 2010-ben kiadott Vízgyűjtő-Gazdálkodási Terv (VGT) alapján csoportosítottuk [2]. A VGT a teljes Tokaji-hegységet két nagy részvízgyűjtőre osztja: az északi és a keleti rész a Tokaji-hegységhez, a nyugati és a déli rész pedig a Hernád, Takta részvízgyűjtőhöz tartozik. A teljes vizsgált területen feltárt víztest típusok közül négyből tartalmazhat potenciális melegvízadó képződményeket. Ezeket az *1. táblázat* mutatja be, melyben feltüntettük a vizsgált területre eső kiterjedésüket is.

1. táblázat: A Tokaji-hegység potenciális melegvízadó víztestjei

Víztest típus	Terület	Kiterjedés
Hegyvidéki	Zempléni-hegység - Hernád-gyűjtő	504,13 km ²
	Zempléni-hegység - Bodrog-gyűjtő	615,12 km ²
Porózus	Sajó-Hernád-völgy	458,2 km ²
	Sajó-Takta-völgy, Hortobágy	303,17 km ²
	Bodrogek	61,94 km ²
Porózus termál	Északi-középhegység medencéi	1142,6 km ²
	Észak-Alföld	28,7 km ²
Termálkarsztos	Sárospataki termálkarszt	62,2 km ²
	Bükk termálkarszt	174,34 km ²

A víztestek pontos határait persze nagyon nehéz pontosan meghatározni, de a becsült értékek jól mutatják a melegvízbeszerzési lehetőségeket az egyes területeken. Ezen víztestekre több kút is települt az elmúlt években, melyek kifolyó vizének hőmérséklete langyos, meleg egyes esetekben pedig forró volt. Az *1. ábrán* a Tokaji-hegységben eddig létesített kutakat mutatjuk be, melyek kifolyó vizének hőmérséklete legalább langyos volt, azaz meghaladta a 18 °C-ot. A hőmérsékleti

határok megegyeznek a Bélteki-Papp-Schmidt által meghatározott hőmérséklet alapú osztályozással.



1. ábra: A Tokaji-hegység langyos-, meleg- és forróvízű kútjai a főbb szerkezeti vonalakkal

FELSZÍN ALATTI VÍZADÓK CSOPORTOSÍTÁSA

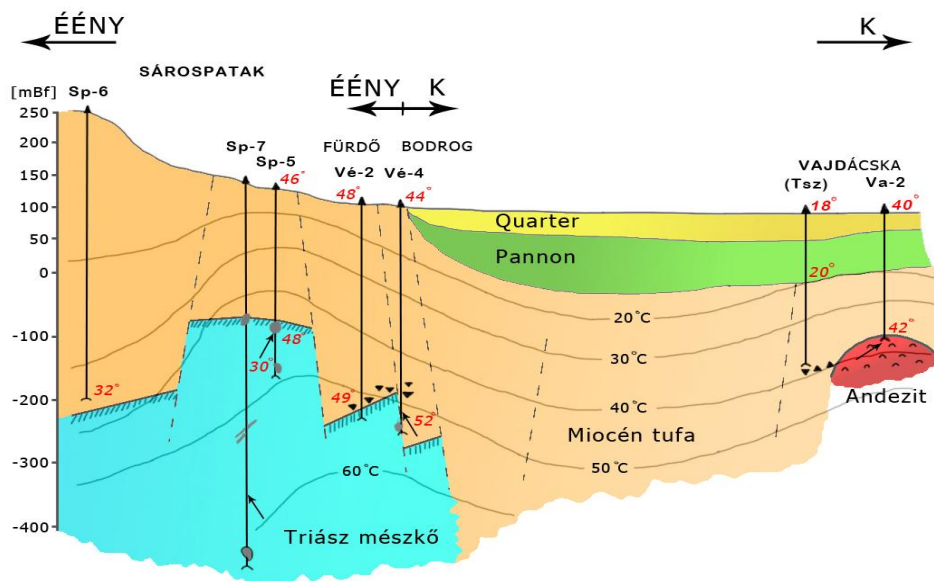
Látható, hogy valamennyi kút a hegység peremi területein helyezkedik el. A területen többféle potenciális melegvízadó képződmény található:

A terület déli részén a kutak elsősorban a porózus vízadó képződményeket szűrőzik meg (pleisztocén és pannon rétegek), melyen vastagsága dél felé folyamatosan növekszik, s a geotermikus gradiens értékének megfelelően a mélységgel nő a kifolyó víz hőmérséklete is. Ezen üledékes rétegek jó porozitással rendelkeznek, rendkívül jó vízadók, azonban túlzottan sekély mélységűek, s a geotermikus gradiens nem tud érvényesülni, így ezek a kutak elsősorban langyosvizet szolgáltatnak. Csupán a terület legdélebbi részein ér el a pannon réteg kellően nagy mélységet, mely már melegvizet tud szolgáltatni. Vízadó képződményeik elsősorban a pleisztocén homok, valamint a felső-pannon homok és kavics összlet. Ezek kellően bő hozamúak, s a kitermelt rétegvíz is ivóvíz minőségű. Ezt a vízadót elsősorban a Vízművek csapolják meg közösségi ivóvízhasználatra. Ilyen a Prügyi Vízmű 1/a. és 2. Vízműkútja, melyek a vizsgált terület déli részén létesültek. Az itt telepített mindkét vízműkút felső-pannon réteget szűrőz, ám a rétegvíz nyomása itt nem pozitív, így a vizet a felszínre kell szivattyúzni. A hegység felőli utánpótlódása a rossz beszivárgási viszonyok miatt korlátozott, s a megfelelő hozam elérésekor a kútban mért vízszint erőteljesen lecsökken (akár 43 métert is!). A talphőmérséklet 214 méterben 32 °C volt, ami bizonyítja a terület magas geotermikus gradiensét. A kutak gáztartalma igen magas, főként metán tekintetében

emelkedik a veszélyes szint fölé. Vízkémiai szempontból a víz nátriumtartalma erősen kifogásolható, a határérték többszöröse. Jellemző még rá, az alacsony keménységi szint, mely a rövid felszín alatti áramlási pályára utal, valamint a víz vassal szembeni agresszivitása, melynek oka a víz magas szabadszénsav tartalma.

A Tokaji-hegység nagyobb részét nagy és közepes szilárdságú és porózus miocén (harmadidőszaki) vulkáni kiömlési kőzetek és törmelékeik építik fel, melyek közepes vízvezető képességgel rendelkeznek. A lávakőzetek (riolit, dácit és andezit) és tufák hasadékvizet tárolnak, vízvezető képességük a kialakult hasadékrendszer függvénye, de a hasadékok utólagos eltömődése (kovásodás, bentonitosodás) vagy a kőzet eredeti tömörsége miatt vízzáró lehet. A paleogén és neogén vulkáni kőzetek nem képeznek nagyobb kiterjedésben vízvezető rendszert, helyenként azonban ezek is vezetik a vizet, és a csapadéokban gazdagabb vidékeken belőlük is fakad számos forrás. A magyarországi területeken végzett vizsgálatok szerint a beszivárgás ezekbe a képződményekbe 5% 30-40 mm/év körüli, így a miocén képződményeket szűrőző kutak hozama igen csekély [3]. A kiemelt helyzetű, meredek vulkáni kúpokról és gerincekről a csapadék gyorsan lefolyik, így a víz felvételére inkább a lankásabb eróziós felszínek, valamint a törmelék felhalmozódásos területek alkalmasak [4]. A neogén melegvízadó képződmények sokfélék lehetnek. Legjellemzőbbek a repedezett tufaréteget szűrőző kutak a területen, melyekben a víz hasadékrendszereken át áramlik egy mélyebben fekvő vízádóból a kútba. A melegvizet szolgáltató kutak két szerkezeti vonal mentén helyezkednek el a területen, s azokon, illetve harántirányú töréseiken keresztül melegvízfeláramlás lehetséges (*1. ábra*). A szerkezeti vonalak a Hernád-völgyet (Hernád-vonal) és a Bodrog-völgyét (Bodrog-vonal) követik. Ezeket több medencealjzat térkép, valamint geofizikai szelvény is jelöli, ám pontos elhelyezkedésük nem ismert. Helyzetük pontosítása érdekében további geofizikai vizsgálatokra lenne szükség, mivel szerepük elsődleges fontosságú a terület melegvízkutatása szempontjából. A melegvíz hőtartalma azonban nemcsak a földi hőáramból származhat, hanem a felszín alatt rekedt meleg szubvulkáni testekből is. A repedezett szubvulkáni testek felületén, illetve repedéseiben áramló víz felmelegszik, és lokális geotermikus gradiens növekedést okoz. Az utóvulkáni folyamatok egyik legjellemzőbb formái a hidrotermás elváltozások, pl.: hidrokvarcitosodás, bentonitosodás, kaolitotosodás. Ekkor a melegvíz a szubvulkáni képződményeken átáramlva felmelegszik, kovásvartartalma megnő, majd egy repedéshálózaton át felfelé áramlik. Áramlás közben folyamatosan lehűl, és elkovástja a körülötte lévő képződményeket, mintegy megjelölve a feláramlási pályáját. A hidrotermás vulkáni utóműködés szinte minden képződményt érintett. A legszembevetőbb megnyilvánulása a szerencsi Árpád-tetőn való felszínre bukkanása, melynek felszín alatti folytatódását több kút is szűrőzte igen jó hozam és hőmérsékleti eredményekkel. A miocén felszín alatti képződményeket megtalálásában egyes geofizikai módszerek igen nagy segítséget nyújthatnak. A hidrokvarcit sáv kimutatása VESZ méréssel megoldható, míg a felszín alatti szubvulkáni test mágneses anomália mérésekkel (teljes és reziduális), gravitációs Bougier-anomália mérésekkel, valamint egyéb légi mérésekkel mutatható ki (pl.: urán, tórium mérés). Ilyen felszín alatt megrekedt andezittest található Vajdácska mellett 224 m-es mélységben, melynek felületén 42 °C a víz hőmérséklete (*2. ábra*)

[6]. A felszín alatti testet mágneses, gravitációs geofizikával is kimutatták! Látható, hogy a felszín alatti andezitest hőmérséklete megemeli a környezete geotermikus gradiensét lokálisan.



2. ábra: Geotermikus szelvény Sárospatak-Végardó-Vajdácaska között [6]

Jellemzően miocén vízadót szűrőznek még a bekecsi Vízműkutak. A kutak alig 30 méteres mélységben lettek beszűrőzve, mégis langyos kifolyó vizet szolgáltatnak. A kutakat két egymásra merőleges felszín alatti törés metszéspontjába fűrták, s a töréseken át mélyebb rétegekből melegvíz áramlik a kutakba. Kiképzésüket követően a kútban lévő víz nyomása pozitív volt, s igen bő hozamú (3000l/p), de a termelés megkezdésekor a kútban lévő víz szintje erőteljesen lecsökkent. Az utóbbi években a település és a lakossági vízigények növekedésével a kivett víz mennyisége meghaladta az utánpótlódást, így a kutak nyugalmi nyomásszintjei alig 6 év alatt 12 métert süllyedtek. Vízkémiai szempontból a kitermelt víz jó minőségű, csupán szabadszénsav tartalma miatt kifogásolható. Az utánpótlódási útvonalak, valamint mennyiségek pontos ismerete elengedhetetlen a fenntartható vízkivétel paramétereinek meghatározásához.

A vizsgált terület ÉK-i és DNY-i részén található fedett termálkarszt víztesteket megcsapoló kutak szolgáltatják a vizsgált terület legnagyobb kifolyó hőmérséklettel rendelkező kútjait. Jellemzően mindkét karsztos vízadóból 40-70 °C-os hévizet termelnek 300-1000 m mélységből. Míg a magasabb hőmérsékletű vizek a termálkarsztok nagyobb mélységű (1800-2000 m) kútjaiból származnak, addig a langyos vizek (20-30 °C) a karsztos területek peremén fakadnak [5]. Ezen kutak vízadó képződményei minden esetben karsztosodott mészkövek, melyek rendkívül jó szivárgási tényezővel rendelkeznek. A két karsztos terület utánpótlódása azonban eltérő. Míg a bükki karszttest (DNY) jó utánpótlódással rendelkezik a Bükk felől, addig a sárospataki (ÉK) karszt a rossz beszivárgású tokaji-hegységből kapja az utánpótlódása egy részét. Ez az oka, hogy a végardói termálkutak nyugalmi nyomásszintje évről évre folyamatosan csökken [7]. A Végardóban létesített termálkutak kezdetben rendkívül jó termelési adatokkal rendelkeztek. A magas hőmérsékletű kifolyóvízhez nagy nyugalmi nyomásszint, és

bő hozam társult. A termelés azonban meghaladta az utánpótlódást, és így a kutakban az állandó hozam miatt folyamatosan csökkent a víz szintje. A vízáadó kőzet jól karsztosodott triász mészkő, mely a szerkezeti változások miatt erősen feladabolódott, s egyes részei lesüllyedtek, mások sasbércszerűen kiemelkedtek. A végárdói kutak is egy sasbércet szűrőznek meg (2. ábra). A kitermelt víz minősége kiváló: közepes keménységű, hidrogénkarbonátos jellegű, bromid, jodid, fluorid tartalmú minősített ásványvíz. A karsztos terület pontos határai még nem ismertek, s lehatárolása további geofizikai vizsgálatokat igényel (gravitációs, geoelektromos).

ÖSSZEFOGLALÁS

A Tokaji-hegység földtanilag az egyik legösszetettebb hegysége hazánknak. A bonyolult geológia és a több millió éven át felhalmozódott nagy vastagságú vulkanitösszlet miatt nem tartozik a hazai termálvíz kutatás fő célpontjai közé. Azonban itt is lehetséges langyos- és melegvízkutatásra alkalmas vízáadó réteget feltárni, melyben az egyes geofizikai módszerek nagy segítségünkre lehetnek. A területen eddig létesített pannon, miocén és karsztos víztesteket termelő kutak bizonyítják, hogy kellő földtani és hidrogeológiai ismerettel, valamint a megfelelő geofizikai vizsgálatokkal megtalálhatók és kitermelhetők a potenciális melegvítároló rendszerek.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„A tanulmány/kutató munka a TÁMOP-4.2.2/A-11/1-KONV-2012-0049 jelű projekt részeként – az Új Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] KISS, G.: **A Zempléni Tájvédelmi Körzet; A hegység elnevezése, lehatárolása és tájai.** Eger, Bükki kiadó, 2007. 9-12. old.
- [2] **Vízgyűjtő gazdálkodási terv, 2-5. Tokaj-hegyalja.** VKKI, ÉKÖVIZIG, 2010.
- [3] KARÁTSON, D.: **Magyarország földje, kitekintéssel a Kárpát-medence egészére.** Magyar könyvklub, 2002.
- [4] HAVASSY, A.: **A Zempléni Tájvédelmi Körzet; Vízrajzi és vízföldtani viszonyok, víztani értékek.** Eger, Bükki Kiadó, 2007. 95-104. old
- [5] DEBNÁR, Zs., KERESZTES, I., MÁTYÁS, G., SZABÓ, M.: **A termálkarszt víztestek bemutatása az ÉKÖVIZIG működési területén.** Miskolc, A Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat, 81. kötet, 2011.
- [6] LÉNÁRT, L.: **Hévíz feltárására vonatkozó megvalósíthatósági tanulmányterv Vajdácska területére.** Miskolc, Karsztvízgazda Bt, 2008.
- [7] SZÚCS, P., RITTER, Gy.: **Sárospatak-Végárdó termálfürdő hévízkútjainak védőidom meghatározása.** Miskolc, Magyar Hidrológiai Társaság, XVI. Vándorgyűlés, 2008. 1-10. old.