

# HIDROGEOFIZIKAI KUTATÁSOK A TOKAJI-HEGYSÉG DÉLI RÉSZÉN

## HIDROGEOPHYSICAL RESEARCH IN THE SOUTHERN PART OF THE TOKAJ MOUNTAINS

**FEJES Zoltán<sup>1</sup>–Dr. SZŰCS Péter<sup>2</sup>–SZLABÓCZKY Pál<sup>3</sup>**

doktorandusz<sup>1</sup>, egyetemi tanár<sup>2</sup>, nyugalmazott geomérnök<sup>3</sup>  
Miskolci Egyetem, Műszaki Földtudományi Kar, Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék,  
3515 Miskolc, Miskolc-Egyetemváros<sup>1, 2</sup>  
MTA-ME Műszaki Földtudományi Kutatócsoport<sup>2</sup>  
hgfejes@uni-miskolc.hu, hgszucs@uni-miskolc.hu

**Kivonat:** 2011-ben Szerencs Város Önkormányzatának kezdeményezésére újra beindult - Szerencs város külterületi határain belül termális vagy szubtermális fürdővíz beszerzésre irányuló vízföldtani kutatás. Kutatásunk célja a terület földtani és vízföldtani sajátosságainak bemutatása és területek kijelölése a további geofizikai vizsgálatok miatt. 2013-ban felszíni geofizikai vizsgálatsorozatot végeztünk Szerencsen geotermikus kutatás céljából. A geofizikai eredmények igazolják a geotermikus tanulmány konklúzióját. A kapott adatok segíthetnek egy új hidrogeofizikai módszer kidolgozásában.

**Kulcsszavak:** Szerencs, geofizikai mérés, hidrokvartcit, geotermikus kutatás

**Abstract:** In 2011 a hydrogeological research was started by initiation of Szerencs Self-Government to gain thermal and subthermal water near Szerencs. The goal of our research is to introduce the geological and designated any areas for further geophysical research. In 2013 we have made carried surface geophysical measurement in Szerencs for geothermal exploration. The geophysical results support the conclusion of geothermal studie. The data may help in developing of a new hydrogeophysical method.

**Keywords:** Szerencs, geophysical measurement, hydroquartzite, geothermal exploration

### BEVEZETÉS

A Tokaji-hegység – hazánk egyik legismertebb vulkanikus eredetű hegysége – az Északnyugati-Kárpátok részeként, Magyarország északnyugati végében helyezkedik el. A hegység 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 kutatófúrta, melyek létesítésüket követően, valamint azóta is, megfelelő minőségű és hőmérsékletű vizet szolgáltatnak. A hegység déli részén elhelyezkedő Szerencs város önkormányzata évtizedek óta igényli egy természetes melegvízű fürdő létesítését. Ezen igényekre válaszolva 2011-ben elkészült Szerencs város hévíz beszerzésére irányuló komplex hidrogeológiai és geotermikus tanulmánya. A 2013 januárjában elindult Kútfejlesztési projekt keretein belül alkalmunk nyílt rá, hogy a tanulmányban további kutatásra kijelölt térrészt felszíni geofizikai módszerekkel megkutassuk. Az így nyert adatok, valamint a területen korábban végzett felszíni- és fúróluk geofizikai vizsgálatok alapjául szolgálhatnak egy újfajta hidrogeofizikai módszer kifejlesztésének, melynek segítségével képesek lehetünk meghatározni a hasonló geológiai adottságokkal rendelkező területek hidrogeológiai és geotermikus paramétereit.

## TERÜLET GEOLÓGIAI BEMUTATÁSA

Szerencs a Tokaji-hegység déli részén helyezkedik el, több tájegység találkozásánál. Míg északról a Tokaji-hegység határolja, addig jóval síkabb déli része már a Nyírség északi szegletének tekinthető. A terület geológiai felépítését nagymértékben befolyásolta a miocén elején beindult vulkanizmus, melynek során hatalmas mennyiségű piroklasztikum és egyéb vulkáni anyag került a felszínre több periódusban. Az ekkor kiemelkedett hegyek alkotják a hegység jelentős részét, s vastagságuk igen jelentősnek mondható. Több alaphegységkutató fúrás is mélyült a Tokaji-hegység területén (pl.: Tállya-15), de egyik sem tudta átfúrni a miocén vulkáni rétegsort, így a vulkanitok pontos vastagsága továbbra sem ismert. A szarmata végén abbamaradt a vulkáni aktivitás, s beindultak az utóvulkáni folyamatok. Az egyes hegységrészekben nagy kovasavas hévforrásműködés ment végbe, minek során a rétegvizeket, a felszín alatti – a környezetétől még mindig jóval melegebb – magmás intrúziók felmelegítették, kavasavtartalmuk jelentősen megnőtt, s vetőkön, töréseken át feláramlott. A feláramlás során lehűlt, s elkovásította a környezetében lévő kőzeteket, mintegy megjelölve feláramlási pályáját (hidrokvarcit telér). A kovásodás hengerszimmetrikusan alakult ki, s eltérő mértékű agyagásványosodás jött létre a kőzetekben, a feláramló oldat kavasavtartalmától, hozamától, nyomásától, és az átjárt kőzet anyagától függően. Az elkovásított kőzet a környezetétől ridegebb lett, kevésbé állt ellen a tektonikai hatásoknak. Ennek eredményeként széttöredezett, s egy nagy permeabilitású, jó vízvezetőképességű telér jött létre. A felszínre érve a nyomás és a hőmérséklet lecsökkent, és a víz kavasavtartalma kivált, így hozva létre a felszínen különböző utóvulkáni formákat (limnokvarcit, gejzirit). Ezek kezdetben a felszínen egy összefüggő takarót hoztak létre, majd eltemetődtek, ill. az erózió által lemorzsolódtak [2]. Mindkettőre találunk példát Szerencs környezetében: a felszínen az Árpád-tetőn, illetve a Református templom előtt figyelhető meg, dél felé haladva azonban a mélybe süllyed s több fúrás is harántolja. Jó vízvezető képességét bizonyítja, hogy ezen kutak nagy többsége a kvarcitos rétegeket szűrőzi, igen jó vízhozam és kedvező hőmérsékleti adatok mellett.

## A TERÜLETEN EDDIG VÉGZETT HIDROGEOLÓGIAI ÉS GEOFIZIKAI VIZSGÁLATOK

A területen több mint 50 kút illetve kutatófúrás létesült, melyek többsége sekély (kb. 200 m) mélységű, konkrét vízbeszerzési céllal [1]. A kutak túlnyomó része pleisztocén homokot szűrőz, mely talajvíz vagy rétegvíz túlzottan sekély, hogy a geotermikus kutatáshoz hasznos információkat nyújthasson. Jó néhány fúrás azonban harántolta az utóvulkáni folyamatok során keletkezett töredezett kvarcitréteget, mely nagyságrendekkel jobb hidrogeológiai paraméterekkel rendelkezik, mint környezete. A kvarcitos harántoló kutak többsége ezen réteget szűrőzi, s jó kúthidraulikai, valamint hőmérsékleti paraméterekkel rendelkezik [3].

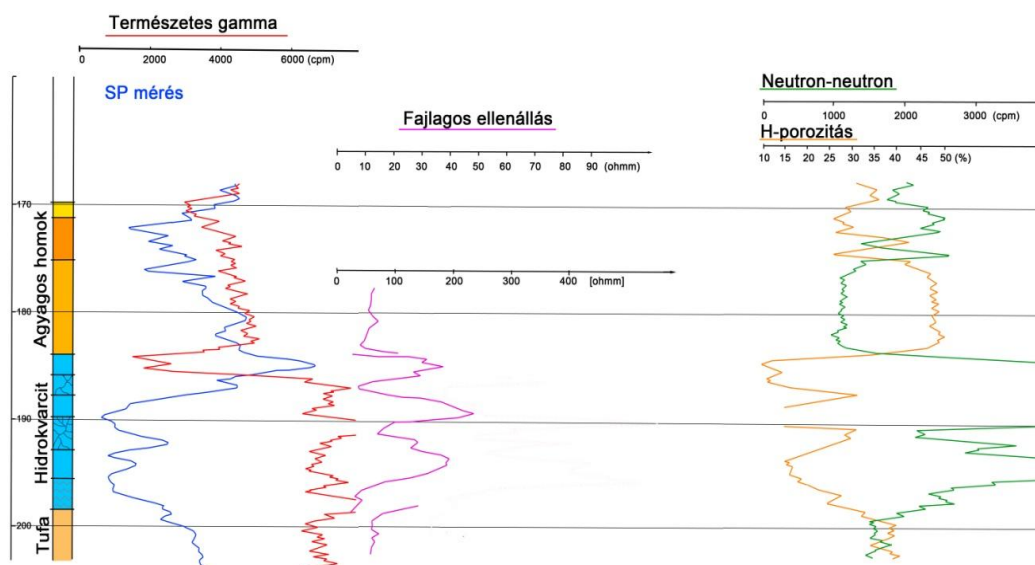
A hidrokvarcit réteg jobb megismerése érdekében összegyűjtöttük a próbaszivattyúzási adatokat, valamint az ezen fúrásokban végzett karotázsvizsgálati eredményeket. Ezen adatok segítségével pontosítani tudjuk a felszínen végzett geofizikai vizsgálatok értékeit, valamint a mért geofizikai paraméterek és a valós hidrogeológiai paraméterek közötti kapcsolat is meghatározható.

Az 1. Táblázatban összefoglaltuk azon fúrások és kutak fontosabb paramétereit, melyek harántolták a fent említett kvarcitsávot:

| Kútnév                       | Szűrőzött szakasz mélysége [m] | Vízadó réteg anyaga       | Hozam [l/p] | Kifolyó hőmérséklet [°C] |
|------------------------------|--------------------------------|---------------------------|-------------|--------------------------|
| Ny                           | 184-198.5                      | szarmata hidrokvarcit     | 1200        | 24.8                     |
| Csokoládégyár-3              | 180.3-198                      | kvarcitos összlet         | 660         | 24                       |
| Csokoládégyár -2             | 185-195                        | kovás tufa, hidrokvarcit  | 100         | 16                       |
| Motel Fridez kútja (K-60)    | 180-204                        | miocén hidrokvarcit       | 1300        | 24.8                     |
| Cukorgyár-1                  | 72-84                          | repedezett hidrokvarcit   | 400         | 15                       |
| Szerencsi Vízmű kútja (B-55) | 18-22                          | repedezett limnokvarcit   | 2340        | 19                       |
| Termálkút (K-53)             | -                              | hidrokvarcitos riolittufa | 20          | -                        |
| Bekecsi Vízmű kútja (B-3)    | 33-41                          | miocén hidrokvarcit       | 1560        | 21                       |
| Bekecsi Vízmű kútja (B-4)    | 37.3-60.3                      | miocén hidrokvarcit       | 3150        | 21                       |

1. Táblázat Hidrokvarcitot szűrőző kutak a területen

A Szerencs-Ny jelű kút szűrőzésének karotázsszelvénye alapján (1. ábra) már levonható bizonyos következtetés a réteg hidrogeológiai tulajdonságait illetően. A természetes gamma és a természetes potenciál (SP) mérések egyértelműen jelzik a réteghatárt a hidrokvarcit és környezete közt az anyagi összetétel eltéréséből adódóan. A réteg nagy permeabilitással rendelkezik, melyet a neutron-neutron görbe hirtelen kiugrása is bizonyít. A karotázsvizsgálat során mért fajlagos ellenállás értékek igen fontosak a felszíni geofizika számára, mert az itt nyert adatokkal sikeresen tudjuk korrigálni a VESZ vizsgálat során nyert adatokat. A fajlagos ellenállás több tényezőtől is függ.



1. ábra A Szerencs-Ny jelű kút szűrőzésének egyszerűsített karotázs szelvénye

A fajlagos ellenállás értéke egy összetett adat, melyben benne van a vízáadó réteg anyagi összetételéből eredő fajlagos ellenállás, a hőmérséklet, a pórustérfogat, a szaturáció, illetve a víz oldott ion tartalma. Maga a hidrokvarcit egy nagy szilikáttartalmú ( $\rho_a=10^{12}\Omega m$ ) kőzet, ám a benne áramló víz jelentősen módosíthatja a fajlagos ellenállás értékét. Minél nagyobb a víz oldott ion tartalma, annál jobb vezetőként viselkedik, míg desztillált víz (zérus vagy ahhoz közeli oldott ion tartalom) esetében szigetelőnek tekinthetjük ( $\rho_a=2\cdot 10^{14}\Omega m$ ). A hidrokvarcitet szűrőző kutak vizéből vett vízminták vízkémiai vizsgálatának összefoglalóját a 2. Táblázatban foglaltuk össze.

| Kútnév                       | Összes oldott anyag<br>tartalom [mg/l] | Kifolyó hőmérséklet<br>[°C] |
|------------------------------|----------------------------------------|-----------------------------|
| Csokoládégyár-3              | 229                                    | 24                          |
| Csokoládégyár -2             | 229                                    | 16                          |
| Motel Fridez kútja (K-60)    | 170                                    | 24.8                        |
| Szerencsi Vízmű kútja (B-55) | 607                                    | 19                          |
| Bekecsi Vízmű kútja (B-3)    | 606                                    | 21                          |
| Bekecsi Vízmű kútja (B-4)    | 615                                    | 21                          |

2. Táblázat A vizsgált kutak vizéből vett vízminták néhány vízkémiai paramétere

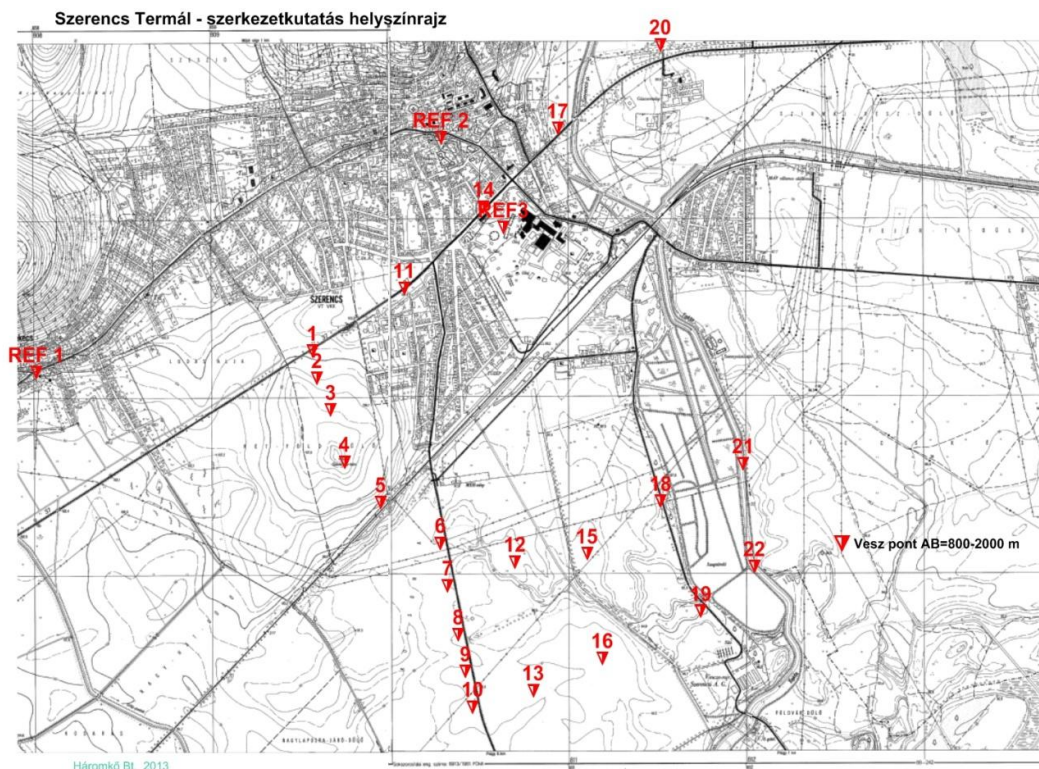
Az így nyert adatok további információt nyújtanak a hidrogeofizikai kép pontosításához. A fajlagos ellenállás értékek pontos ismeretében ugyanis becsülhetővé válnak a további hidrogeológiai paraméterek (pl.: szivárgási tényező, permeabilitás stb.).

## FELSZÍNI GEOFIZIKAI MÉRÉSEK

A 2011-ben elkészült Szerencs város hévíz beszerzésére irányuló komplex hidrogeológiai és geotermikus tanulmányban kijelöltük azon helyszíneket, ahol további kutatásokat javasolunk elvégezni. A további kutatások eszközéül a felszíni geofizikai vizsgálatokat jelöltük ki (VESZ). Itt a mérési pontok darabszámát, elhelyezkedését és a várható behatolási mélységet is egyértelműen jelöltük, valamint a feltárandó hidrokvarcit várható süllyedését déli irányba. A 2. ábrán a szerencsi felszíni geofizikai vizsgálat 22+3 db mérési pontja látható.

A pontok behatolási mélysége változó: 200 m-től egészen 500 m-ig terjed. Ennek oka, hogy a mérés során megpróbáltuk követni a hidrokvarcit telér valószínűsíthető haladási irányát. A pontok elhelyezésénél az alábbi tényezőket vettünk figyelembe:

- belterület és külterület elhelyezkedését
- az önkormányzati határt
- a mérést befolyásolható „zajos” környezetet
- a kvarcittelér valószínűsíthető haladási irányát
- a pontok lefedjék az egész területek
- az így kapott adatok alapján az egy dimenziós kiértékelésen túl, egy új 3D-s kiértékelést is el kívánunk végezni, mely a későbbi hidrogeofizikai vizsgálatainkhoz nyújthat segítséget!



2. ábra A szerencsi felszíni geofizikai vizsgálat mérési pontjai

A mérés kezdetén 3 különálló pontban végeztük el a referenciaméréseket, a hidrokvarcit paramétereinek részletesebb megismerése érdekében. A referenciapontok mind olyan környezetbe lettek elhelyezve, ahol bizonyítottan van hidrokvarcit előfordulás.

1. Első referenciapont (REF1): a Bekecsi Vízmű kútjainak környezetében lett felvéve, mivel itt a felszínhez igen közel (40-50 m) a fúrások már harántolták a kvarcitréteget.
2. Második referenciapont (REF2): a Szerencsi Református templom közelében lett kijelölve, mivel a templom előtt megtalálható a hidrokvarcit felszínre bukkanása.
3. Harmadik referenciapont (REF3): a Csokoládégyár udvarán lett felvéve, mivel a kvarcitot szűrőző Cs-3-as kút rendelkezett a legjobb hidrogeológiai paraméterekkel.

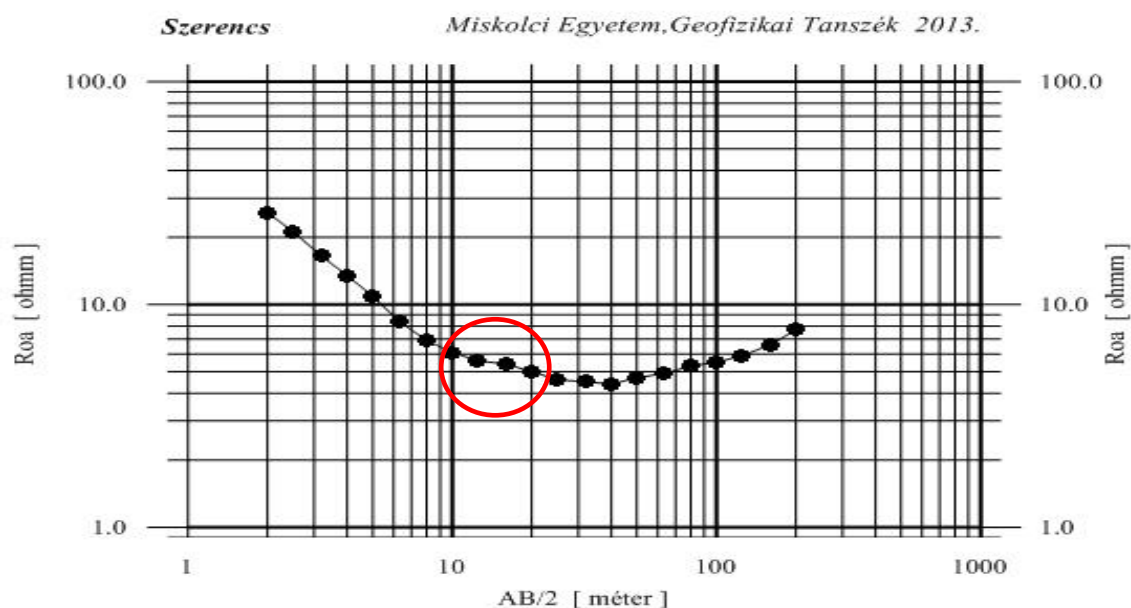
## KIÉRTÉKELÉSEK

A 3. ábrán a 3. referenciapont VESZ görbéjét mutatjuk be. Egyértelműen kimutatható benne a kis rétegvastagságú, nagy ellenállású (3-5-7 m), de jó vízvezető képessége miatt csökkent fajlagos ellenállású hidrokvarcit réteg.

A referenciapontokban mért VESZ görbéken látható anomáliákat a környezetétől eltérő hidrogeofizikai tulajdonságokkal rendelkező hidrokvarcit rétegek okozzák. A konkrét mérési pontokban jelentkező hasonló eltérések jelölik a keresett réteg helyzetét. A VESZ görbék fajlagos ellenállásértékeinek változását megfigyelve azt tapasztaltuk, hogy a földtani környezet három részre osztható fel:

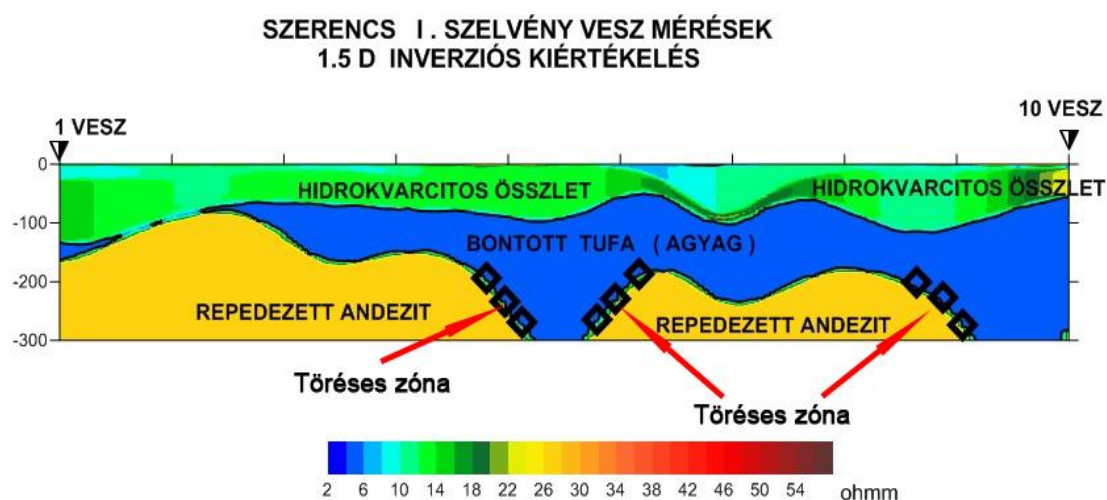
1. Legfelül egy nagy ellenállású, valószínűleg javarészt törmelékes összlet
2. Középen extémén kis ellenállású rétegösszlet
3. Legmélyebben nagy fajlagos ellenállású földtani képződmény

## REF3 szondázási görbe



3. ábra REF3 referenciapont VESZ görbéje

Az 1 dimenziós kiértékelés segítségével azonban még nem vonhatunk le messzemenő következtetéseket a földtani közeg tulajdonságaira, hidrogeológiai paramétereire vonatkozóan. A nagyobb részletességű geofizikai felbontás érdekében elvégeztük a 1,5 dimenziós kiértékelést az 1. és a 10. pontok között. Az így nyert - már nem látszólagos - É-D-i irányú szelvényt a 4. ábrán mutatjuk be.



4. ábra É-D irányú VESZ szelvény 1,5 D-s inverzió kiértékelése

A 4. ábrára nézve látható a terület vulkanikus volta. Legnagyobb mélységben repedezett andezit lávakőzet helyezkedik el, melyből több vetőn keresztül is mélységi vízfeláramlásra lehet számítani. Ezen keresztül áramlottak fel valószínűleg a magas szilikáttartalmú oldatok, melyek az utóvulkáni folyamatokat hatására indultak be. A 4. ábrán több nagyobb törésses

zónát is megjelöltünk. Az andezites aljzat felett helyezkedik el egy kis fajlagos ellenállású réteg, melynek anyaga agyagos bontott tufa összlet. Az alacsony fajlagos ellenállását valószínűleg a vízzel való magas telítettsége okozza. Legfelül helyezkedik el a nagyobb fajlagos ellenállású zóna, melyben több vékony (pár méter vastag) hidrokvarcit sáv is fut, melyek jó vízvezető képességekkel rendelkeznek, de ezek rétegzettségét az elektromos mérés nem tudja kimutatni a kis felbontóképesség miatt. Fontos megjegyezni, hogy a kiértékelés még csak a kezdeti eredményeket mutatja, ezért csak nyersadatként kezelendő, azonban figyelemreméltó, hogy a 2 dimenziós kiértékelés előzetes eredményei is hasonló földtani és hidrogeológiai felépítést mutatnak, ezzel igazolva a geotermikus tanulmányunkban kapott eredményeinket.

A földtani, hidrogeológiai kép nagyobb részletességű felbontása érdekében további geofizikai vizsgálatokat javasolunk elvégezni a területen. A felszíni VESZ szelvények 2, illetve 3 dimenziós kiértékelése is hasznos információt adhat a területről, valamint a réteghatárok elhelyezkedésének pontosítása érdekében több magnetotellurikus mérés elvégzése is céljaink közt szerepel. Az így nyert adatokat összevetve a mért hidrogeológiai paraméterekkel megindulhatnak a mérések a Tokaji-hegység több geotermikusan fontos területén pl.: Sárospatak [4], Abaújszántó, Tokaj.

## KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A tanulmány/kutató munka a Miskolci Egyetemen működő Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás Kiválósági Központ TÁMOP-4.2.2/A-11/1-KONV-2012-0049 jelű „KÚTFŐ” projektjének részeként – az Új Széchenyi Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] **Fejes, Z., Szűcs, P., Szlabóczky, P.,** Melegvízkutatás nagymélységű adathiányos környezetben Szerencs térségében, Műszaki Tudomány az Észak-Kelet Magyarországi Régióban 2012 ELEKTRONIKUS MŰSZAKI FÜZETEK 11, Szolnoki Főiskola, p. 303-313.
- [2] **Lengyel E.,** Földtani és közettani megfigyelések a Tokaji-hegységben, Földtani közlöny, 1959., p. 381-392.
- [3] **Miklós, G.,** Langyosvízbeszerzési lehetőségek Szerencs térségében, Geokomplex Kft., Miskolc, 2003.
- [4] **Szűcs P., Ritter Gy.,** Sárospatak-Végardó Termálfürdő hévízkútjainak hidrodinamikai modellezése, In A kárpát-medence Ásványvizei V. Nemzetközi Tudományos Konferencia, Románia, Csíkszereda, 2008., p. 51-61.