

MELEGVÍZKUTATÁS NAGYMÉLYSÉGŰ ADATHIÁNYOS KÖRNYEZETBEN SZERENCSS TÉRSÉGÉBEN

THERMAL WATER RESEARCH IN GREAT DEPTH IN AN ENVIRONMENT LACKING OF DATA IN THE SZERENCSS AREA

FEJES Zoltán¹, SZÚCS Péter², SZLABÓCZKY Pál³

¹ predoktorandusz

² intézeti tanszékvezető, egyetemi tanár

³ nyugdíjas okleveles geomérnök

^{1,2} Miskolci Egyetem, Környezetgazdálkodási Intézet, Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék

fzolee14@gmail.com

Kivonat

2011-ben Szerencs Város Önkormányzatának kezdeményezésére megindult - Szerencs város külterületi határain belül - termális vagy szubtermális fürdővíz beszerzésre irányuló vízföldtani kutatás. Kutatásom célja a terület földtani és vízföldtani sajátosságainak bemutatásán, a területen előforduló meleg vízű kutak vizsgálatával a geotermikus jellemzők meghatározásán túl a különböző adatpótlási módszerek segítségével az esetleges geotermikus adathiányok kiváltása. A területen számos kút, illetve néhány mélyebb kutatófúrás is található, melyek adatai nagy segítséget nyújtottak a terület sekélyebb földtani megismerésében, de a mélység felé haladva csökkent az ismeretanyag, és nőtt a földtani bizonytalanság. A mélységi adathiányok pótlására számos módszer áll rendelkezésünkre, melyeket dolgozatomban bemutatok, és összegzek, s végül a további kutatások számára kijelölöm a legvalószínűbb hévízpotenciállal rendelkező területeket.

Kulcsszavak

geotermia, Szerencs, adatpótlás, melegvízkutatás

Abstract

The local government of Szerencs started a hydrogeological research for thermal or sub-thermal bathing water extraction in 2011, within the border of Szerencs. The aims of my research are the introduction hydrogeological and geological features of the area, with the examination of the warm-water wells in the area, determining the characteristics of geothermal characteristics and the potential geothermal data gaps can be replaced with the help of different methods of compensating. There are many wells and deeper drilling in the area. Which datas are very helpful in the cognition of the shallow geological terrain, but the knowledge is reduced by going to depth, and uncertainty was grown. There are many methods for the depth data gaps replacement. I present these methods in my performance, compare the previously knowledges, and at least marked the areas, which have the gratest geothermal potential, for the later geophysical research.

Keywords

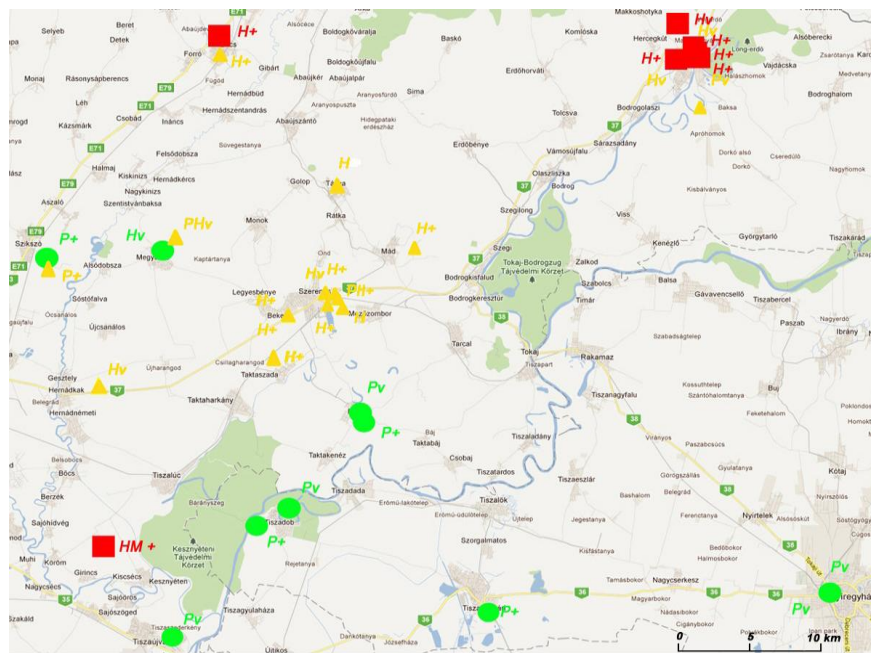
geothermal, Szerencs, data restoration, thermal water research

1. VIZSGÁLT TERÜLET BEMUTATÁSA, ALAPADATGYŰJTÉS

Szerencs körzete több táj találkozásának határán fekszik, így morfológiai többféleség jellemző rá. Egyrészt a terület északi és északkeleti részét miocén korú vulkanikus hegyek (Tokaji-hegység), valamint völgyek, másrészt az Alföld és a hegység szegélyein található pannóniai medenceüledékek építik fel. Előadásomban főként Szerencset és annak közigazgatási határon belüli terület részét kívánom részletesebben elemezni, azonban mindenképpen szükséges annak tágabb környezetét is megvizsgálni, mivel a bonyolult geológiai helyzet és a csekély előzetes ismeretanyag miatt nagy térségre kiterjedő komplex kutatásra volt szükség.

A vizsgált nagytérséget úgy választottam ki, hogy magába foglalja a térségben található melegvizes kutakat, fúrásokat, valamint az egyéb melegvízanomáliát okozó földtani képződményeket. A területet északról Abaújdevecser, keletről Nyíregyháza, délről

Tiszaújváros, míg nyugatról Szikszó határolja (1. ábra). A nagyobb átfogó területen több száz kút és földtani kutatófúrás található. Közülük választottam ki azokat, amelyek a termálvíz kutatás szempontjából fontos adatokat tartalmazhatnak. Ennek a feltételnek a 20 °C-nál nagyobb kifolyó vízzel rendelkező kutak tettek eleget. A vizsgált területen így **74 db** kutat és fúrást vettem figyelembe, melyek eloszlása már elfogadható információs rendszer biztosít. A kutak számos paraméterét gyűjtöttem össze (kútjel, EOY koordináta, mélység, hőmérséklet, szűrőzés stb.), mely adatokkal elkészítettem, egy a területre vonatkozó **alapadatbázist**. Ez alkotja a kutatásom alapját, mivel ezen számértékekből kiindulva vontam le a terület földtani, vízföldtani, geotermikus adottságairól fontos következtetéseket. A langyos és melegvizű kutakat feltüntettem az 1. ábrán, kiegészítve a fúrás során elért földtani korrall, a vízáadó réteg típusával, valamint a nyugalmi nyomásszint értékével is.



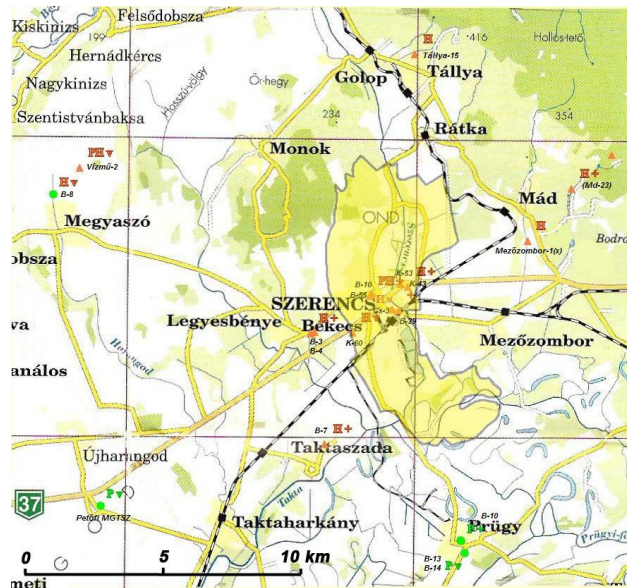
Jelmagyarázat:

- | | |
|---------------------------------------|--------------------------------|
| ● pliocén összletben befejezett fúrás | P pliocén vízáadó réteg |
| ▲ miocén összletben befejezett fúrás | H miocén vízáadó réteg |
| ■ paleozoos aljzat | M medencealjzati vízáadó |
| | v negatív nyugalmi nyomásszint |
| | + pozitív kifolyó nyomásszint |

1. ábra: A nagytérség áttekintő térképe a főbb langyos- vagy melegvizű kutakkal (Szerző saját szerkesztése)

A bemutatott nagytérségen belül leválasztottam egy szűkebb területet, amelyen belül a részletesebb kutatásokat végeztem. Az itt végzett kutatások már a térség mágneses és gravitációs anomália vizsgálatára illetve a szerkezeti vonalak területi elhelyezkedésének megfigyelésére is vonatkoztak. A területet északról Tállya, keletről Mád, délről Prügy, míg nyugatról Megyaszó határolják (2. ábra).

A kutak alapadatain kívül összegyűjtöttem további 13 db **alapadat térképet**, melyek kiindulópontjai a saját magam által az adott területről szerkesztett több mint 50 ábrának. Ezeket összehasonlítva a területen korábban végzett kutatások és kutatófúrások során nyert adatokkal, további következtetéseket vonhattam le a terület földtanára, hidrogeológiájára vonatkozóan. A kutak és fúrásokból vett vízmintákon elvégzett vízkémiai vizsgálatok eredményeit összegyűjtve, átfogó képet kaphatunk a terület vízáadó rétegeinek kémiai összetételéről, vizeinek minőségéről. [4]



2. ábra: A szűkebb terület áttekintő térképe a főbb langyos- vagy melegvízű kutakkal, valamint Szerencs közigazgatási határának megjelölésével (sárga terület) (Szerző saját szerkesztése)

Ezen adatokból kitűnik, hogy Szerencs külterületi határán belül számos sikertelen hidrogeológiai kutatás és mélyfúrás volt, melyek alapján következtethetünk arra, hogy Szerencs egy vízföldtanilag kedvezőtlen geológiai környezetben található. Ez a kedvezőtlen környezet az alábbiakban nyilvánul meg:

- A bizonyosan termálvizet szolgáltatató ($> 45\text{ °C}$) alaphegység mélysége ismeretlen. Mindössze néhány távolabbi fúrás érte el az alaphegységet, és nyújtott róla információt, de ez nem elegendő messzemenő következtetések levonásához.
- Az egész vizsgálati területen nagy vastagságban fekszenek a miocén riolitos képződmények, melyek hasadékos volta kedvezőtlen vízáadó tulajdonságokkal rendelkezik. Maga Szerencs közigazgatási területe is egy **mágneses anomália mentes medencében** fekszik, azaz eltemetett nagy mágneses lávaközetek nem mutathatók ki vizsgálati mélységben.
- A jó vízáadó pannon rétegek a hegységperemekenél igen vékonyak, kis hozamúak, alacsony hőmérsékletű rétegvizekkel. Déli irányban haladva ugyan megnő vastagságuk, de az a vizsgált terület határain kívülre esik.[5]

A Pannon-medence a geológiai és hidrogeológiai feltételek miatt igen kedvező helyzetben van geotermikus szempontból. A nagyvíztartalmú porózus képződmények, magas geotermikus gradienssel akár $130\text{--}150\text{ °C}$ -os értéket is elérhetnek, de az alaphegység karsztos és töredezett karbonátos vízáadó rétegei ettől is magasabb értéket érhetnek el.[7]

Szerencs ettől szerényebb helyzetben van, de a kedvezőtlen adottságok ellenére megpróbálom felvázolni azokat a melegvízpotenciállal rendelkező helyeket, melyek a hosszútávú melegvízellátás szempontjából szóba jöhetnek.

2. A VIZSGÁLT TERÜLET GEOMORFOLÓGIAI JELLEMZÉSE

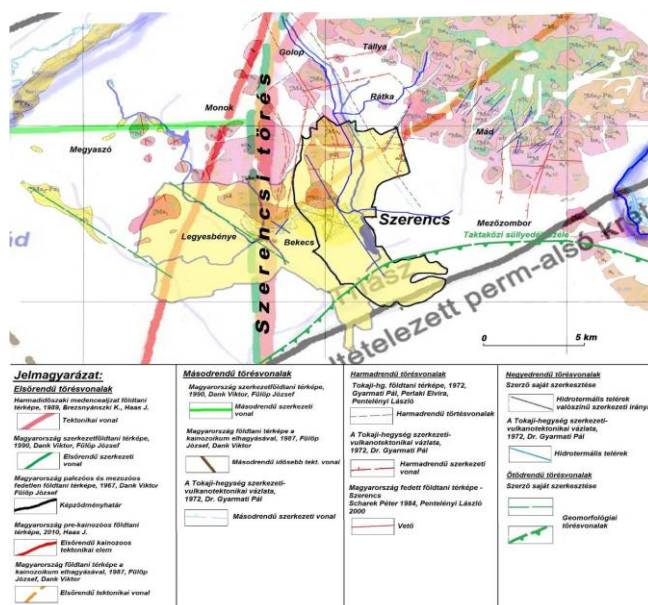
A térség földtani felépítését a nagyszámú szerkezet- és nyersanyagkutató fúrások, hévízkutak és egyéb víztermelő fúrt kutak földtani dokumentációiból ismerjük. Bár bő regionális ismeretanyaggal rendelkezünk a terület szerkezeti felépítéséről, valamint a terület hidrogeológiai tulajdonságairól, de a mélyfúrású kutak hiánya miatt az alaphegység mélységi elhelyezkedéséről ismereteink igen hézagosak. Az alaphegység mélységi elhelyezkedése és anyagi összetételéről a tudományos elképzelések erősen megoszlanak, de hozzávetőlegesen

2000 méter mélységben húzódhat (1. táblázat). A medencealjzat térképeket egymásra helyezve és összehasonlítva azt tapasztaltam, hogy a tektonikai és szerkezeti vonalak egymás mellett párhuzamosan haladnak, kisebb-nagyobb szórással. A felhasznált 5 medencealjzat térkép közül 3 meglepően egybevág, s halad el Szerencs várostól nyugatra alig pár kilométerrel észak-déli irányban. Ezek nagy valószínűség szerint a Hernád vonalat jelzik, s ez jó kiindulási alapot jelent a további kutatásokhoz, mivel haránt irányú törései mentén nagy valószínűséggel mélységi melegvízfeláramlásokra lehet számítani (4. ábra).

Év	Szerkesztő	Alaphegység a jelmagyarázat szerint
1967	Dank Viktor, Fülöp József	Triász
1987	Fülöp József, Dank Viktor	Bizonytalan korú és kifejlődésű vagy ismeretlen aljzat
1989	Brezsnyánszky K., Haas J.	Ismeretlen medencealjzat és karbon-perm üledékes és vulkáni kőzetek
1990	Dank Viktor, Fülöp József	Ismeretlen aljzatú terület
2010	Haas János	Nem megfelelően értékelhető vagy ismeretlen medencealjzat

1. táblázat: A Szerencs alatt feltételezett alaphegység anyagai (Szerző saját szerkesztése)

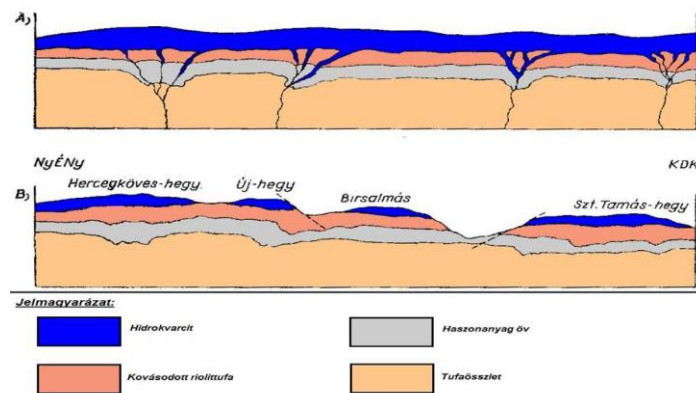
Az alaphegységre **miocén** vulkanitok települtek, szarmata és tortónai emelettel. A tortónai emeleten riolituffa rakódott le igen nagy vastagságban, de képződményei csak mélyfúrásokból ismertek (Ond-19, Tállya-15). A szarmata lerakódásokat számos Szerencsen végzett fúrás elérte. A réteget főként tufitos homok, kovaföld stb. alkotja. A feláramló oldatok miatt különböző kőzetfésések is keletkeztek: hidrokvarcit, gejzirrit és limnokvarcit [5] [6]. Ezek a kőzetek egy utóvulkáni tevékenységre utalnak, melynek során a mélyben lejátszódó folyamatok a mélységi vizeket felmelegítik, ezt követően töréseken, vetőkön feláramlanak. Ezen utóvulkáni tevékenységet valószínűleg egy felszín alatt megrekedt magmás intrúzió okozza, de erre tényleges bizonyítékot csak a geofizikai (főként szeizmikus) vizsgálatok, illetve az alaphegységet célzó mélyfúrások szolgáltathatnak.



3. ábra: Részletes fedetlen földtani térkép szerkezeti vonalakkal (Szerző saját szerkesztése)

Különösen erős volt a hidrotermális működés a hegység déli részén, Mád és Szerencs környékén. Ez nem véletlen, hisz itt két törésvonal, az észak-déli és a kelet-nyugati (alföldperemi) is határolja a településeket. Ezek kereszteződésében van a vonulat legkvarcosabb tömege, a szerencsi Aranka-hegy, melynek felszínén nagy tömegű hidrokvarcit figyelhető meg. Az eddigi kutatások alapján bebizonyosodott, hogy egyes hegységrészekben

igen nagy kovasavas hévforrásműködés ment végbe, mely a magasabb szinteket, hegytetőket hidrokvarcittakaóval vagy lepellel fedte be az alatta elhelyezkedő riolittufa összletet, míg a mélyedésekben limnokvarcit volt a fedőréteg. Ennek elvi sematikus rajza látható a 3. ábrán. [1] [5] [9]



4. ábra: A Tokaji-hegység kiömlési kvarcitpalástjának változása (Lengyel Endre: Földtani és kőzettani megfigyelések a Tokaji-hegységben cikke alapján a szerző által átszerkesztve)

A **pannon** lerakódások főként agyagos-homokos formában jelennek meg, és vízszintes településben fordulnak elő. A vulkáni működés fokozatos csökkenésével az előretörő Pannon-tenger az eruptív (robbanásos) kőzetek egy részét elborította és az Alföld felé fokozatosan vastagodó üledéket rakott le. [2]

Az 1-2 méteres feltalaj alatt találhatóak a **negyedkori** üledékek. Vastagságuk változó, néhány métertől 20-30 méterig terjedhetnek.

4. HIDROGEOLOGIAI ÉS KÚTHIDRAULIKAI SZÁMÍTÁSOK

A kutatás során felhasznált kutakból, fúrásokból nyert alapadatok alapján többféle számítást végeztem, a földtani környezet jobb megismerése céljából, valamint a későbbi vízkészletszámítás elősegítése érdekében. Az összegyűjtött adatokat felhasználva az egyes számítási módszerek segítségével geotermikus és hidrogeológiai összefüggéseket határozhattunk meg. [8]

A kutatáshoz használt 74 kútban és fúrásban az alábbi vízadókat különböztettem meg:

- Pannon rétegvíz
- Miocén rétegvíz
- Miocén tufa
- Miocén kovás tufa, kvarcit
- Miocén riolit, andezit
- Hévízkarszt

Ezen csoportok figyelembevételével végeztem el az alábbi számításaimat:

- A kútfúrási naplókban csak elenyésző számú kútnak volt feltüntetve a **szivárgási tényező** értéke. A legtöbb helyen próbaszivattyúzást se csináltak, így első lépésben a szivárgási tényező értékét számoltam ki az egyes kutakban. A szivárgási tényezőt többféle módszerrel is ki lehet fejezni. A kutatásom során három féle képlet is használhatónak tűnt, ezért mindhárommal elvégeztem a számításokat.

• Logan-Schieder képlete:

$$k = 3,11 \cdot \frac{Q}{s_0 \cdot l} [\text{m/d}]$$

ahol:

k – szivárgási tényező [m/d]
 Q – a kút vízhozama [m³/d]

s_0 – depresszió [m]
 l – szűrőzött réteg vastagsága [m]

• **Dupuit-képlete:**

$$Q = \frac{2 \cdot m \cdot \pi \cdot k \cdot (H - h_0)}{\ln \frac{R}{r_0}}$$

Sichard-képlete:

$$R = 5000 \cdot \sqrt{k} \cdot s_0$$

ahol:

H – nyugalmi vízszint [m]
 h_0 – a kútban mért vízszint [m]
 m – rétegvastag [m]

R – távolhatás [m]
 r_0 – kútső sugara [m]

• **Krasznopolszkij-képlete:**

$$k = \frac{Q}{2 \cdot \pi \cdot m \cdot \sqrt{s_0 \cdot r_0}} [m/d]$$

A szivárgási tényező értékéből kiindulva a vízáadó rétegek transzmisszibilitás értékeit is ki tudjuk számolni. Ennek képlete:

$$T = k \cdot m$$

ahol:

T – transzmisszibilitás [m²/d]

Az egyes kutak vízáadó rétegeihez tartozó áteresztőképességet is kiszámítottam, az alábbi képlet segítségével:

$$K = \frac{k \cdot \eta}{\gamma \cdot g} [m^2]$$

ahol:

K – áteresztőképesség [m²]
 η – dinamikai viszkozitás [Pas]

γ – térfogatsúly [g/cm³]
 g – gravitációs gyorsulás [m/s²]

- Az alapadattáblázatból felhasznált 74 kút és fúrás talpmélység, kifolyóhőmérséklet, talphőmérséklet és hozamértékei alapján 4 féle módszerrel geotermikus gradiens értéket számítottam. A kiindulási 74 db kútból és fúrásból mindössze 16-nál végeztek talphőmérséklet mérést.

• **Bobok Elemér képlete:**

$$gg_{val} = \frac{T_{talp} - T_0}{\delta} \cdot 100 [^\circ C/100m]$$

ahol:

T_{talp} – a kút talphőmérséklete [$^{\circ}\text{C}$]

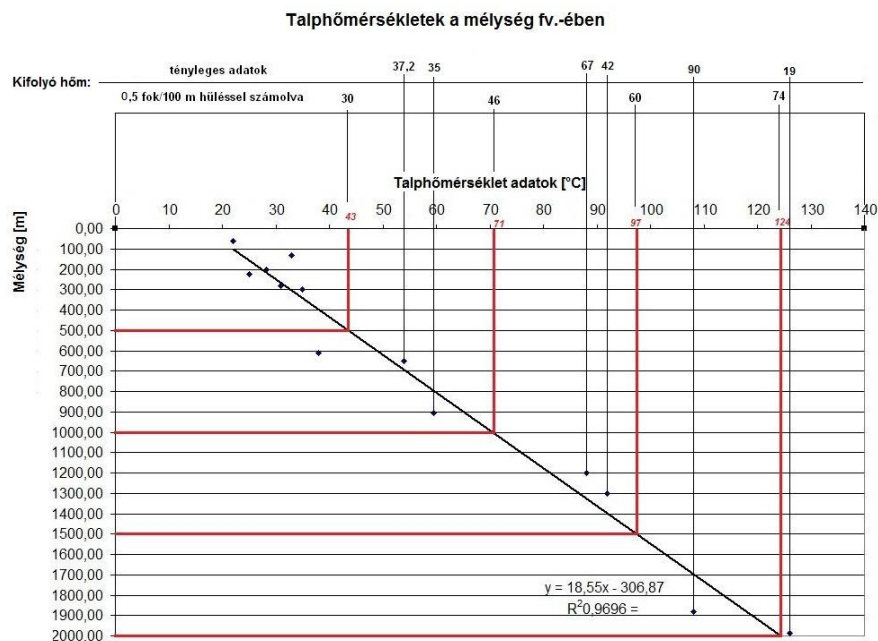
T_0 – az átlagos évi középhőmérséklet [értéke Magyarországon kb. 11°C]

δ - kút talpmélysége [m]

- Szlabóczky Pál képlete:

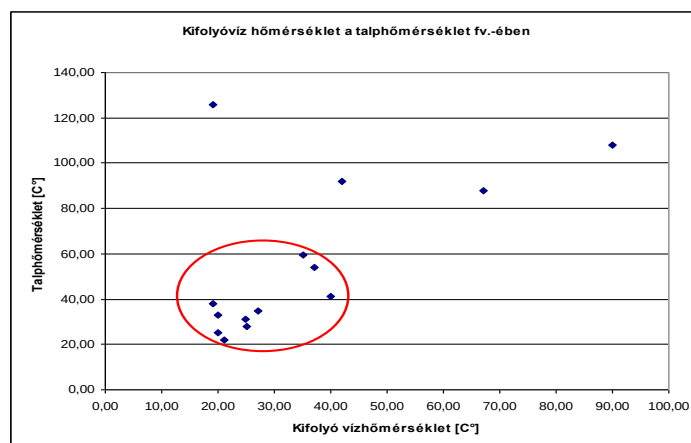
$$gg^* = \frac{\delta - 20}{T_{talp} - 10} [\text{m}/^{\circ}\text{C}]$$

- **Talpmélység - Talphőmérséklet diagram:** egy tapasztalati értéket használva, feltüntettem az adott mélységről a csőben feláramló víz kifolyási hőmérsékletét.



5. ábra: Talpmélység - Talphőmérséklet diagram (Szerző saját szerkesztése)

- **Kifolyóvíz hőmérséklet – talphőmérséklet diagram:** azon kutak esetében, ahol a fúrás követően mértek talphőmérséklet értékeket, összevettem ezen értékeket a kifolyóvíz értékeivel, és így az alábbi diagramot kaptam.



6. ábra: Kifolyóvíz hőmérséklet – talphőmérséklet diagram (Szerző saját szerkesztése)

A fenti négy módszer alapján számolt értékeket összehasonlítva a valós adatokkal, azt tapasztaltam, hogy a **Kifolyóvíz hőmérséklet – Talphőmérséklet összefüggés** alapján kiszámolt értékek a legkedvezőbbek. Ezek szórása és maximális eltérése több mint fele csak az utána következőnek. A továbbiakban ezért ezt fogom felhasználni az adathiányok pótlására, s az így kapott geotermikus gradienst fogom a területre jellemző átlagnak venni, melynek értéke **7,1 °C/100 m**. Ez hozzávetőlegesen megegyezik *Lénárt László*: Hidegkarsztvíz és melegkarsztvíz kapcsolatrendszere a Bükk térségében c. munkájában leírtakkal. Ő Szerencs térségében a 30 °C-os izotermát kb. 400 méteres mélységben feltételezte. [3]

5. KUTATÁSI EREDMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÓ ÉRTÉKELÉSE

A vizsgált területen az eddig bemutatott ismeretanyag alapján, az alábbi potenciális hévíztároló szerkezetek lehetségesek:

1. Bármiféle medencealjzati mélyszerkezeti törésvonal, melyből **tektonikus víz** kinyerés lehetséges.
2. Szubvulkáni vagy posztvulkáni (kovás) benyomulás, töredezett szerkezet, mely **hasadékvíz** tárolásra alkalmas.
3. A peremi hidrotermális törésvonal mélységbeli folytatása. Optimális esetben 400-500 m mélységben 30 °C feletti **hasadékvíz** feltételezhető.
4. Felső-pannon homok déli irányban történő kivastagodásával kb 400-500 m-es mélységben **porózus hévíztároló** jelenléte sejthető.

A potenciális termálvízvezető nagyszerkezeti vonalak, és a megismert eltemetett vulkáni tömegek, az eddigi ismeretek szerint kívül esnek Szerencs külterületén, azonban vízvezető haránttörések, és hasadékvíz tároló kvarcitos tömegek, bizonyosan előfordulnak a külterületen belül is. Ennek legmarkánsabb jele az a E-D-i hidrotermális zóna amely a felszínen északon a Fekete-hegy - Aranka-tető - Árpád-tető vonalában látható és még D-i irányba haladva a Bocskai templomnál is felismerhető. Továbbhaladva dél felé a mélységbe süllyedve követhető a Csokoládégyári kútig. Így termálvíz nyelés szempontjából reménybelinek tekinthető ezen zóna folytatódása a vasúttól D-re, a külterület határáig. A szerencsi fúrások közül azok, amelyek a fúrási rétegsorukban átszelték ezt a hidrokvarcit telért kijelölik annak helyzetét a mélység felé. A fúrások szűrőzése is általában erre a rétegre esik, annak jó vízáadó tulajdonsága miatt. A szerencsi hidrokvarcitos réteget harántolt kutak összefoglaló adatsorai láthatóak a 2. táblázatban. Ezen az alapon hosszabbítjuk meg a Fekete-hegy - Árpád-tető - Református templom hidrotermális vonalát a Csokoládégyári kútig, és tovább a mélység felé (7. ábra).

Kút neve	Jele	Nyugalmi vízszint [mBf]	Kifolyó hőm. [°C]	Hozam [l/min]
Sütőüzem	K-43	99,8	20	270
Csokoládégyár-III	Cs-III	102	25	1500
Motel Fridez	K-60	100	24,8	1300

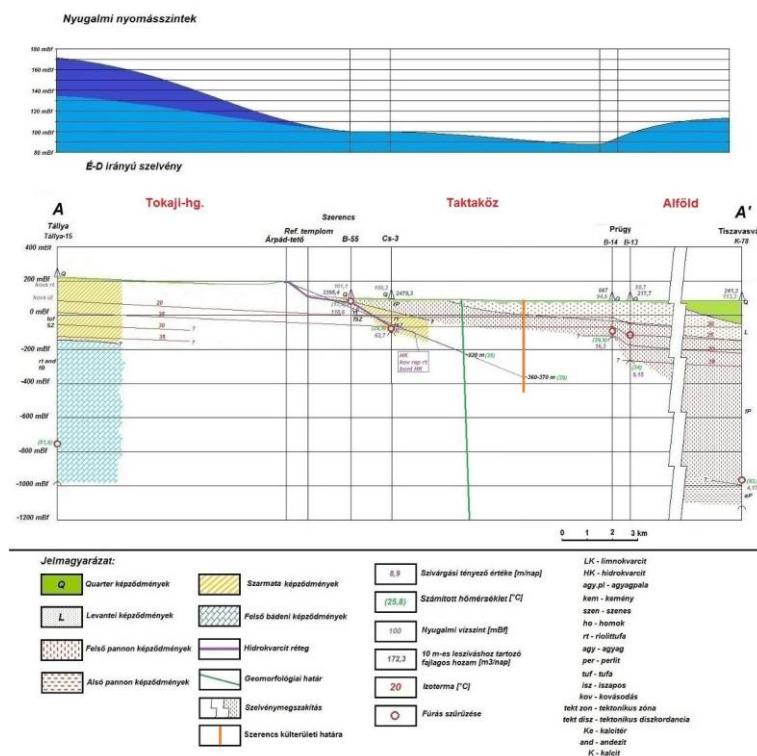
2. Táblázat: A Szerencs városi mélyfúrású kutak melegvíz anomáliáinak összehasonlítása (Szerző saját szerkesztése)

Látható, hogy a Cs-III-as Csokoládégyári fúrás rendelkezik a legnagyobb nyugalmi vízszint, kifolyóvíz hőmérséklet és hozam értékekkel. Ezek alapján reménykedhetünk egy a mélységben levő jó melegvízáadó képződményben. A hidrokvarcitos zóna jó vízvezető

tulajdonságai miatt, igen jó vízhozamot biztosítana. A hidrokvarcit mező folyamatosan feltételezzük Lengyel Endre: Földtani és közettani megfigyelések a Tokaji-hegységben cikke alapján.

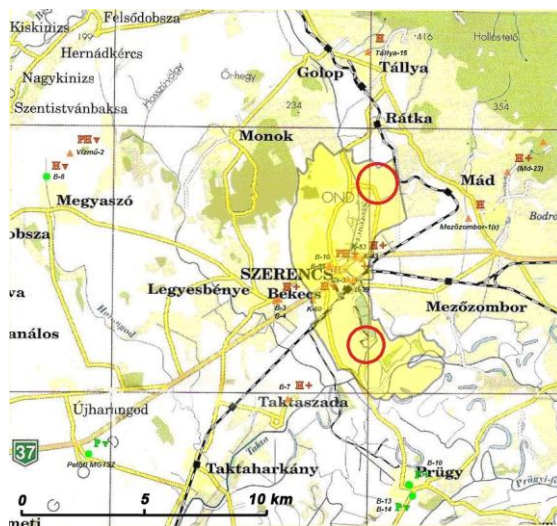
A 3. és 7. ábrán megfigyelhető az említett hidrotermális mező, mely még Szerencs külterületi határán belül metszi el a Taktaközi süllyedék vonalát. Geofizikai kutatási módszerekkel fellelhető ez a metszéspont a mélységben, és a tektonikai vető, valamint a hidrotermális telér miatt nagy hozamú vízkinyerés lesz lehetséges. Ez a hidrotermális mező a mélységben valószínűleg folytatódik, remélhetően egészen a külterületi határig (2-2,5 km), melyet szeizmikus geofizikai mérésekkel igazolhatunk. A Taktaközi medence belseje felé haladva a hidrokvarcitos képződmény meredeksége egyre inkább nő, így a kitermelhető víz hőmérséklete is egyre magasabb lesz. A mélységi törések mentén reális esély lehet egy feláramló, majd a mélységben megszilárduló andezites lávaközet jelenlétére is, mely tovább növelheti a mélységi hasadékvíz hőmérsékletét.

Az 7. ábrán bejelöltem a hidrotermális telér valószínű szerkezeti irányát a mélység felé, és megbecsültem a mélységi metszéspontját a Taktaközi süllyedéssel. A bontott hidrokvarcit és kovás repedezett riolituffa hozzávetőlegesen 220-230 m mélységben metszi a tektonikus vetőt. A kifolyóvíz-talpheőmérséklet összefüggés alapján meghatározott, területre jellemző geotermikus gradiens értékét figyelembe véve ebben a mélységben kb. 28 °C-os víz jelenlétére lehet számítani. Ezt 0,5 °C / 100 m-es tapasztalati lehűlésértékkel számolva, a hasadékvíz hőmérséklete kb. 1,5 °C-ot csökken a felszínig, vagyis a kifolyó hőmérséklet értékénél nagyjából 26,5 °C-os vízre lehet számítani legrosszabb esetben. Ezt lehet javítani jó minőségű cementezéssel, illetve megfelelő béléscső használatával. Amennyiben a további geofizikai vizsgálatok kimutatják a hidrokvarcit folytatódását a mélység felé, és ez eltart egészen a külterületi határ D-i részéig (kb. 360 m-es mélység), úgy ez a talpheőmérsékleti érték hozzávetőlegesen 39 °C. Ezt megfürve a feláramló hűlése 2 °C lesz a felszínig, és így a kifolyó víz hőmérséklete nagyjából 37 °C-osra tehető. A továbbvizsgálandó terület középpontjában a Szerencstől délre fekvő Vince-tanya (tehenészet) áll, közvetlenül a Cukorgyári ülepítőtavak déli szomszédságában.



7. ábra: Az É-D irányú A-A' szelvény (Szerző saját szerkesztése)

Egyéb termálvíznyerési lehetőség látszik Mád irányába kelet felé, valamint a mezőzombori határban, ahova követhető a Rátka-Ond-i sasbércecs törésvonal, valamint a Mád térségéből induló hidrotermális zóna (8. ábra). A javasolt terület az Ondtól keletre fekvő – még a közigazgatási határon belüli – terület, melynek keleti határa a vasút. A területeken létesült két nyersanyagkutató fúrás is (Ond, Rátka), melyek jó vízadó képességgel rendelkeznek. A kijelölt területeken a továbbiakban geofizikai vizsgálatok szükségesek, melyekkel részletesebb képet kaphatunk a felszín alatti viszonyokról, és pontosabban lehatárolhatjuk a potenciális geotermikusan reménybeli területeket!



8. ábra: További geofizikai kutatásra javasolt helyszínek Szerencs térségében (Szerző saját készítése)

6. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

„A tanulmány/kutatómunka a TÁMOP-4.2.2/B-10/1-2010-0008 jelű projekt részeként - az Új-Magyarország Fejlesztési Terv keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.”

7. FELHASZNÁLT IRODALOM

- [1] **BOCZÁN, B. et al.:** Magyarázó Magyarország 200000-es földtani térképsorozatához (M-34 XXXIV) Sátorlajújhely 125-173. old, Műszaki Kvk., 1966
- [2] **KORIM, K.:** Földtani-vízföldtani tanulmány és kutatási előterv (Szerencs); 1987, Budapest
- [3] **LÉNÁRT, L.:** Hidegkarsztvíz és melegkarsztvíz kapcsolatrendszere a Bükk térségében (Kutatástörténeti megjegyzések a bükki termálkarszt kialakítástörténetéhez), 2011
- [4] **MADARÁSZ, T., TOTH, R.:** Proceedings of the 1st Knowbridge Conference on Renewables. University of Miskolc, Miskolc, Magyarország, 2010.09.27-2010.09.28. 2010.
- [5] **MIKLÓS, G.:** Langyosvízbeszerzési lehetőségek Szerencs térségében, Geokomplex kft., Miskolc, 2003
- [6] **PINCZÉS, Z., KONECSNY K.:** Szerencs természetföldrajza, 2006 http://www.sulinet.hu/oroksegtar/data/telepulesek_ertekei/Szerencs/konyv/002_szerencs_termeszetfoldrajza.htm
- [7] **SZANYI, J., KOVÁCS, B.:** Utilization of Geothermal Systems in South-East Hungary, Geothermics. 39, 357-364, (2010)
- [8] **SZÜCS, P., CIVAN, F., VIRÁG, M.:** Applicability of the most frequent value method in groundwater modeling, Hydrogeology Journal, 14: pp. 31-43
- [9] **ZELENKA, T.:** A "Szerencsi-öböl" szarmata tufaszintjei és fáciesei, Földtani közlöny, 1964. (94. évf.) 1. sz. 33-52. old.