

Adatpótlás nagymélységű geotermikus kutatás tervezéséhez

Szerző: Fejes Zoltán

Szak megnevezés: Hidrogeológus mérnök MSc.

Évfolyam: 2. évfolyam

Beadás dátuma: 2011.11.04.

Témavezetők: Dr. Szűcs Péter - Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék

Szlabóczky Pál – nyugalmazott geomérnök

Tanszék: Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék

Tartalomjegyzék:

1. Feladat meghatározás.....	1
2. Geomorfológiai lehatárolás.....	2
3. Adatgyűjtési stratégia megtervezése:.....	5
3.1. Nagytérsegi adatgyűjtés.....	5
a.) Mélyfúrású kutak.....	8
b.) Földtani kutatófúrások.....	8
c.) Térképek, szelvények, kiadványok.....	9
3.2. Tokaji-hegység „kibúvásainak” hidrogeológiai vizsgálata, és extrapolálása a mélység felé.....	10
a.) Előforduló kőzetösszletek általános hidrogeológiai jellemzése	11
b.) Hidrotermális zónák.....	30
3.3. Általános földtani kép megismerése.....	32
a.) Fejlődéstörténet és kronológia.....	32
b.) Szerkezeti kép.....	38
4. Eredmények kiértékelése.....	43
Köszönetnyilvánítás.....	46
Irodalomjegyzék.....	47
Mellékletek.....	47

Eredetiségi nyilatkozat

Eredetiségi nyilatkozat

"Alulírott Fejes Zoltán, a Miskolci Egyetem Műszaki Földtudományi Karának hallgatója büntetőjogi és fegyelmi felelősségem tudatában kijelentem és aláírással igazolom, hogy ezt a dolgozatot saját magam készítettem, a benne leírt vizsgálatokat – ha ezt külön nem jelzem – magam végeztem el, és az ismertetett eredményeket magam értem el. Adatokat, információkat csak az irodalomjegyzékben felsorolt forrásokból használtam fel. Minden olyan részt, melyet szó szerint, vagy azonos értelemben, de átfogalmazva más forrásból átvettem, egyértelműen, a forrás megadásával megjelöltem."

Miskolc, 2011-11-04

.....
a hallgató aláírása

A konzulens nyilatkozata

Konzulensi nyilatkozat

"Alulírott Dr. Szűcs Péter, a Miskolci Egyetem Hidrogeológiai-Mérnökgeológiai Intézeti Tanszék, Intézeti Tanszékvezetője a TDK dolgozatot beadásra alkalmasnak ítélem."

Egyéb megjegyzések, ajánlás:

Miskolc, 2011-11-04

.....

a konzulens aláírása

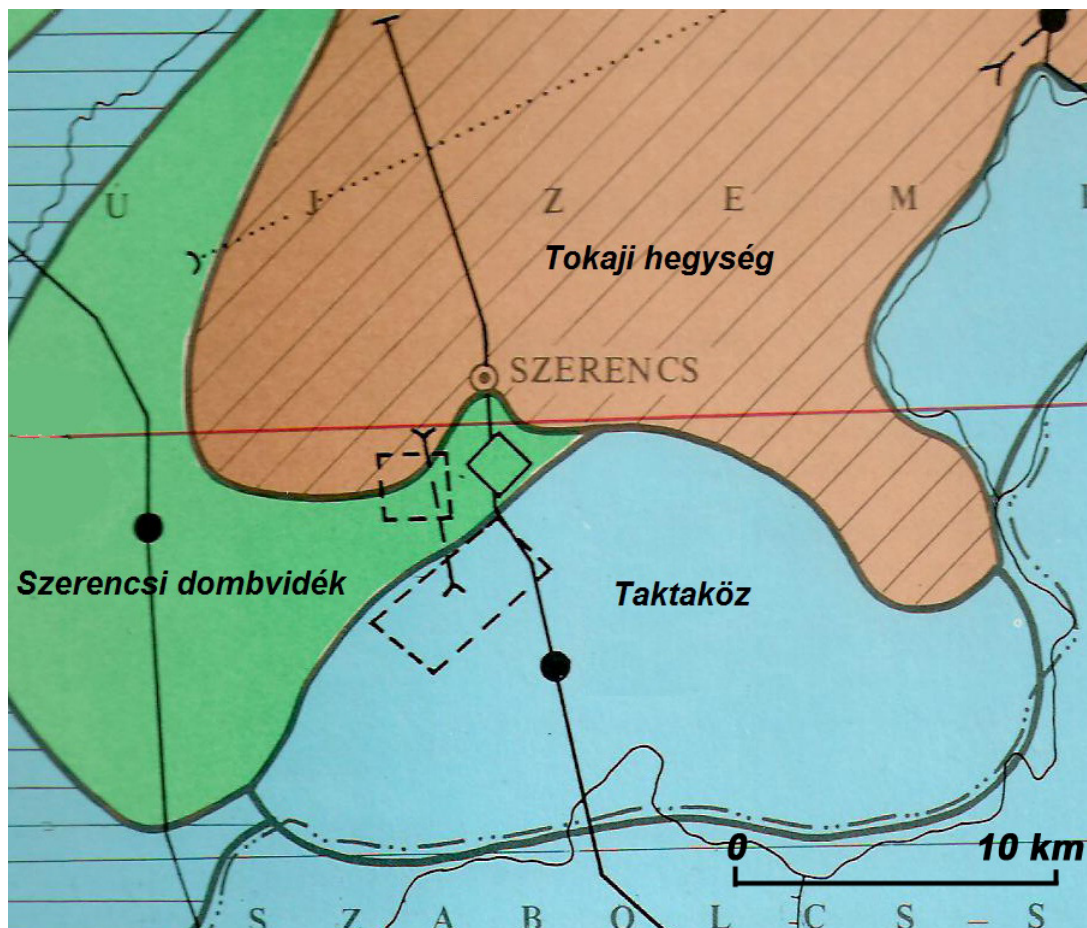
1. Feladat meghatározás

Dolgozatom témája - Szerencs Város Önkormányzatának kezdeményezésére - Szerencs város külterületi határain belül termális vagy szubtermális fürdővíz beszerzésre, ami a Miskolci Egyetem, Hidrogeológiai Tanszék javaslatára kibővül nagymélységű geotermikus hőtermelés vizsgálatával, illetve az elfolyó melegvíz hőleválasztásával, és egyéb hasznosítási módszerek meghatározásával. Dolgozatom célja a terület földtani és vízföldtani sajátosságainak bemutatása, a területen előforduló meleg vizű kutak vizsgálatával a geotermikus jellemzők meghatározása, valamint adatpótlási módszerek segítségével az esetleges geotermikus adathiányok kiváltása.

Szerencs közvetlen térsége kevés mélyföldtani kutatási eredménnyel rendelkezik. 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.

2. Földtani lehatárolás

Szerencs környete 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. A három táj találkozásának térképi megjelenítése az 1. ábrán látható.



1. ábra: Szerencs térsége a megyei hidrogeológiai tájegységekkel (Deák J.-Szlabóczy P., Borsod és Környékének Vízföldtani Atlasza, Budapest, 1978)

A Tokaji-hegység és a Hernád-völgy között elterülő geomorfológiai egységet geológiai és hidrogeológiai szempontból külön kell kezelnünk, bár pannon képződményei a Cserehát folytatásának, miocén képződményei a Tokaji-hegység folytatásának felelnek meg. Szerencs és térsége - mint említettem - a Tokaji-hegység déli, délnyugati részén helyezkedik el, s annak szerves részét képezi, tőle csupán felszíni morfológiájában illetve a vulkanizmus jellegében különbözik.

Nyugatról a Hernád-Szerencsi vonal határolja, míg keleti határa a Szerencsi Öböl* keleti széle. A Hernád vonal mentén kelet felé haladva az alaphegység hirtelen a mélybe süllyed, és miocén, pliocén, pleisztocén üledékek töltik fel a süllyedéket, amely északi Abaújszántó közelében található. Itt összeszőkül a Hernád és a Szerencs-patak közti terület. Déli határa pedig Szerencs-Gesztely vonalában húzható meg ahol a miocén vulkanikus képződményekkel jellemezhető dombság belesimul az Alföldre (Taktaköz). A Szerencs-patak a hegységet két részre bontja. A Szerencs-patak és a Hernád által bezárt terület az ún. „Szerencsi-sziget” vagy „Szerencsköz”, de főként, mint Szerencsi-dombság említik. A Szerencsi-dombság a Tokaji-hegységhez tartozó, de a Hernád-vonal mentén leszakadt és megsüllyedt része, ezért csak 200-300 m magasságú, DK felé lejtő, alacsony dombság, s csupán három ponton emelkedik kevéssel 300 m fölé. A szerencsi-dombság fejlődéstörténete szorosan összekapcsolódik a Tokaji-hegység fejlődésével. 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 mélyfúrás kutak hiánya miatt az alaphegység mélységi elhelyezkedéséről ismereteink igen hézagosak. A szerencsi dombvidék elvi rétegoszlopát mutatja be a 2. ábra.

[Dr. Hoffer András, 1936],[Székely András, 1997],[Dr. Miklós Gábor, 2003],[Szlabóczky Pál, 1978]

Az ábrából is látható, hogy a mélységi szerkezetekről, főként a miocén rétegek alatti képződményekről nem áll rendelkezésünkre információ. A Szerencsi-dombságon létesült mélyfúrások mindegyike megállt a miocén rétegösszletben, s az az alatt elhelyezkedő rétegekről illetve az alaphegységi képződmények fekvéséről és anyagukról csupán távolabbi mélyfúrások adataiból következtethetünk a területünkön lévő kialakulási körülményekre.

*Hoffer A. 1937, Zelenka T. 1964 nyomán

4

3. Adatgyűjtési stratégia megtervezése

Az adatgyűjtési stratégiát a térséget jól ismerő *Szlabóczky Pál* nyugalmazott geomérnökkel konzultálva alakítottam ki. Ez három irányú, amit a következőkben részletezek.

3.1. Nagytérségi adatgyűjtés

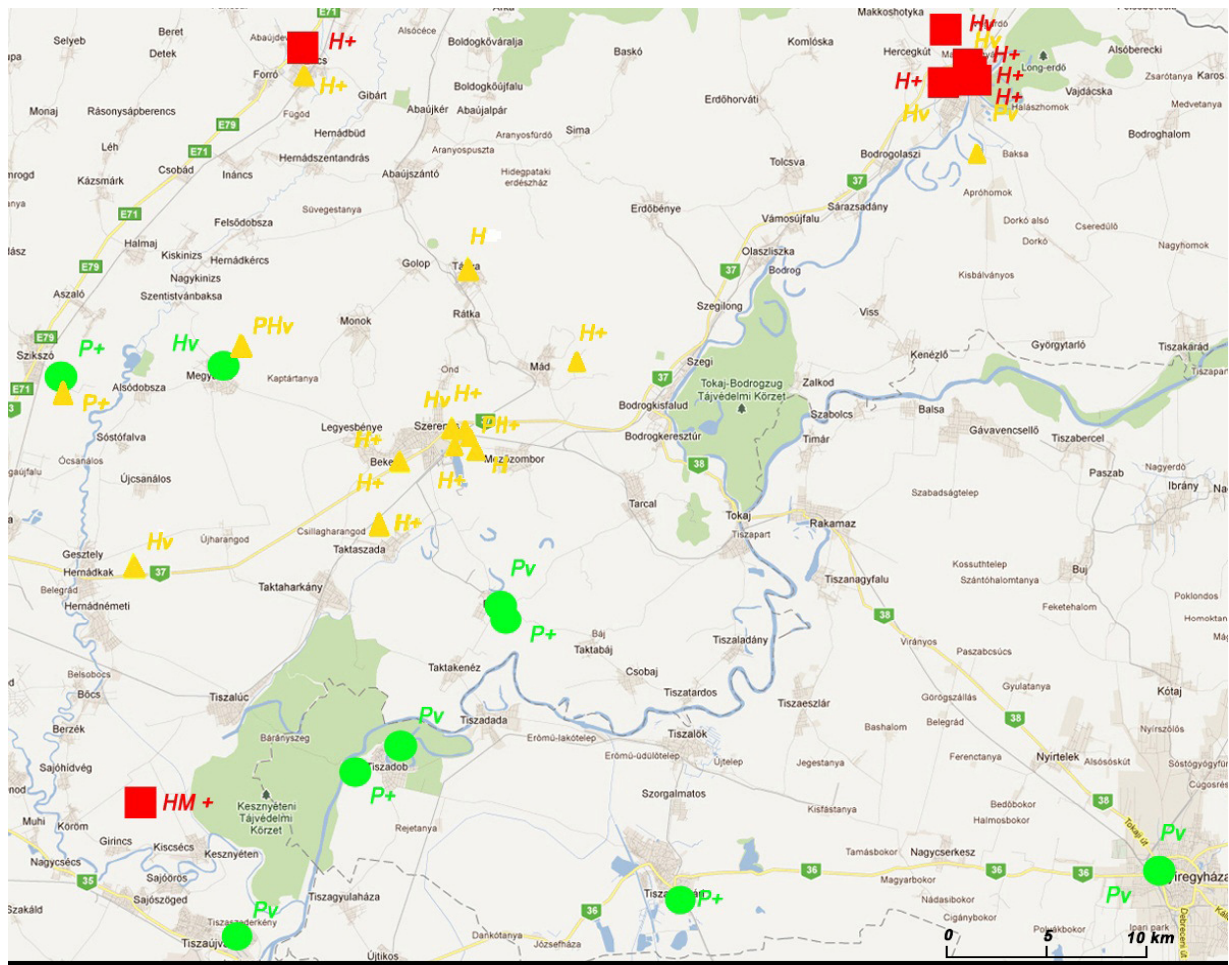
A TDK dolgozatomban főként Szerencset és annak közigazgatási határon belüli területrészt kívánom részletesebben elemezni, azonban mindenképpen szükséges annak tágabb környezetét is megvizsgálni. Ennek fő okai:

- a vizsgált területen csekély számú és kevésbé részletes kutatás történt, így tágabb környezetből kell az adatszűrlést megoldanunk,
- egy átfogó képet kaphassunk a környező területekről, szomszédos tájegységekről,
- Szerencs felszín alatti meleg víz áramlását befolyásoló tényezőinek beazonosítása,
- a más területeken előforduló meleg vizű, vagy hévizes kutak jellemzőit, melegvizes feláramlások sajátosságainak megismerése.

A **nagytérség** lehatárolásai a következők:

- *Északi határ*: az Abaújdevecsert a Sátoraljaújhegytel összekötő vonal
- *Nyugati határ*: Szikszó község érintésével húzott É-D-i vonal
- *Déli határ*: Tiszaújváros érintésével húzott K-NY-i vonal
- *Keleti határ*: Nyíregyháza érintésével húzott É-D-i vonal

Az alábbi terület áttekintő térképe a 3. ábrán látható.



Jelmagyarázat:

- | | |
|--|--|
| ● pliocén összetben befejezett fúrás | P pliocén vízadó réteg |
| ▲ miocén összetben befejezett fúrás | H miocén vízadó réteg |
| ■ paleomezozoós aljzat | M medencealjzati vízadó |
| | v negatív nyugalmi nyomásszint |
| | + pozitív kifolyó nyomásszint |

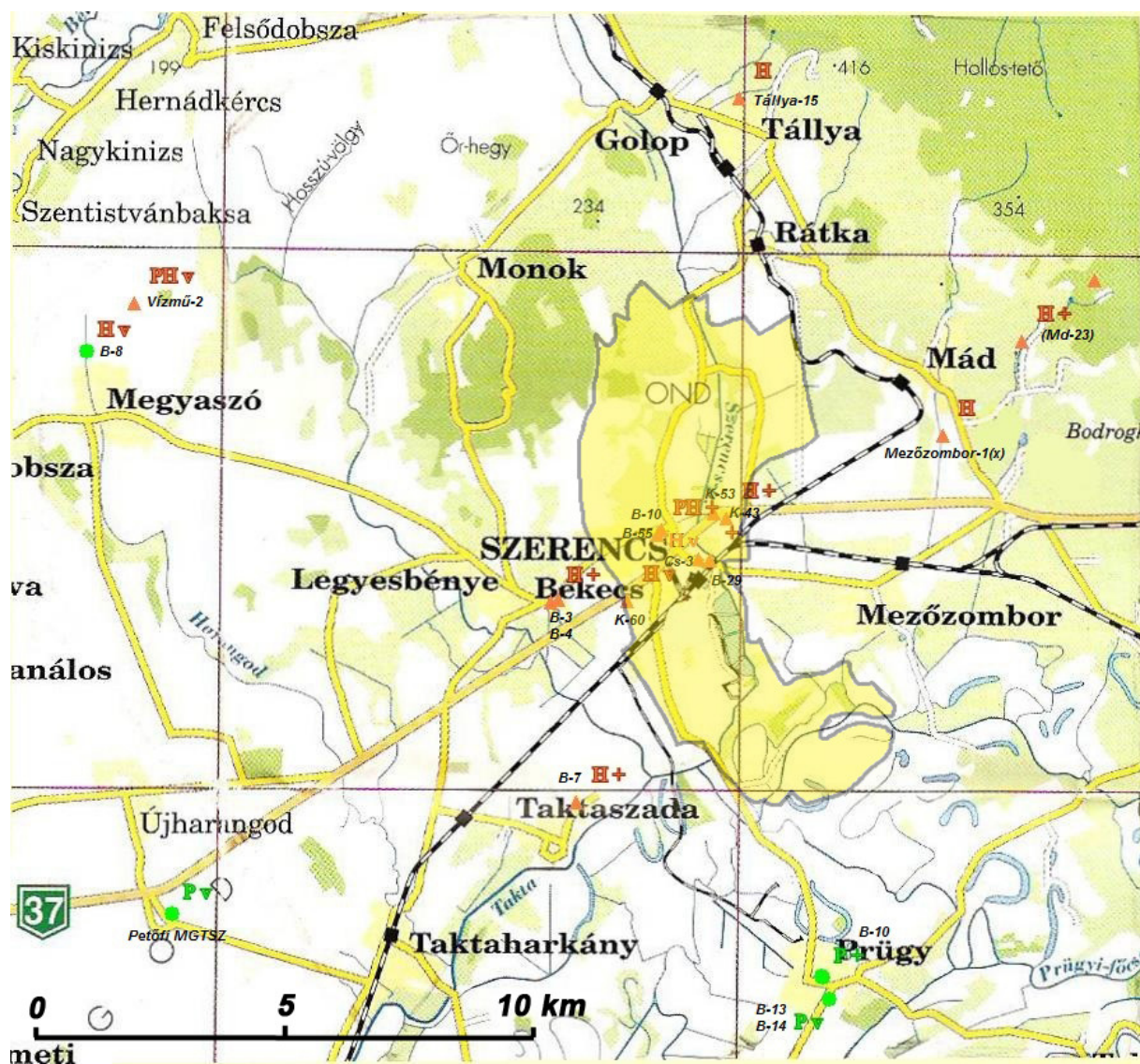
3. ábra: A nagytérség áttekintő térképe a főbb langyos- vagy melegvizű kutakkal (Szerző saját szerkesztése)

A bemutatott nagytérségen belül leválasztottam egy szűkebb területet, amelyen belül a részletesebb kutatásokat végeztem.

A **szűkített terület** határai az alábbiak:

- *Északi határ*: Tállya érintésével húzott K-NY-i vonal
- *Nyugati határ*: Megyaszó érintésével húzott É-D-i vonal
- *Déli határ*: Prügy érintésével húzott K-NY-i vonal
- *Keleti határ*: Mád érintésével húzott É-D-i vonal

A szűkebb terület áttekintő térképe a 4. ábrán látható.



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

a.) Mélyfúrású kutak

A nagyobb átfogó területen több száz kút található. Közülük azokat választottam ki, amelyek a termálvíz kutatása szempontjából fontos adatokat tartalmaznak. 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 elhelyezkedését a kutatási területen a *3. és 4. ábrák* mutatják be. A kutak segítségével a kisebb mélységű földtani képződményeket ismerhetjük meg.

A kutak számos paraméterét gyűjtöttem össze, mely adatok táblázatos formában az *1. számú mellékletben* megtalálhatóak. Ez az **alapidat táblázat** az alapja a TDK munkámnak, mivel ezen számértékekből kiindulva vontam le a terület földtani, vízföldtani, geotermikus adottságairól fontos következtetéseket.

b.) Földtani kutatófúrások

A vizsgált nagytérségben összegyűjtöttem a földtani kutatófúrásokat, melyek segítségével betekintést kaphatunk a mélyebb földtani szerkezetek állapotába, összetételébe. Ezek azért különösen fontosak, mert csak ezek érték el az alaphegységet, így csak ezeken keresztül kaphatunk képen annak mélységi fekvéséről és anyagi összetételéről. A szerkezetkutató fúrások mellett bő ismertanyagot szolgáltathatnak a mélységi képződményekről a szénhidrogén kutató fúrások is. Ezek főként a vizsgált terület DK-i sarkán találhatók Nyíregyháza szomszédságában.

A területen mélyített főbb kutatófúrások:

- Sajóhídvég-3 (1880,8 m)
- Ond-19 (551,7 m)
- Tállya-15 (1200 m)
- Sátoraljaújhely-8 (986,6 m)
- Abaújdevecser-1 (1300 m)
- Sáropatak K-130 (344 m)
- Tiszapalkonya-1 (1987,8 m)
- Tiszaújváros (T-1) (1175,6 m)
- Nyi-1 (2579 m)

Szerencs és Mád körzetében sok nyersanyag és távlati kutatás történt. Ezeket felhasználva sokat megtudhatunk a terület földtani, hidrogeológiai és geotermikus tulajdonságairól:

- 1965-ben egy nagy mélységű szeizmikus szelvény haladt végig Abaújszántó-Tállya térségében, ami némi adatot nyújtott a "szerencsi árok"-ra vonatkozóan.
- A Központi Földtani Hivatal támogatásával az Országos Földtani Kutató és Fúró Vállalat Északmagyarországi Üzemvezetősége 1969-ben egy közel 700-m-es szerkezetkutató fúrást mélyített, a Szerencsi Árok termálvíz feltárási célú megkutatására. A 600 méteres mélységi kapacitású fúróberendezéssel 696 m-ig mélyült fúrás termálvízre meddő lett. Hozama alig 20 l/perc volt 59 m-es depresszió mellett. Talphőmérséklete 32 °C volt közvetlenül a fúrás leállítása után. (A fúrási öblítés hűtőhatása figyelembevételével...). A fúrás 2000 méterig történő továbbfúrását javasolta az OFKFBV Főgeológusa, de ez nem történt meg.
- Néhány évtizeddel később (1978, 1990) ismét vizsgálták a langyosvíz beszerzési lehetőségeket, továbbá hidrogeológiai kutatásokat és vízmintavételezéseket végeztek. Ennek keretében a Polgármesteri Hivatal 1991-ben elkészíttette egy 300 m mélységű mélyfúrású kút kiviteli tervét az OFKFBV szakmai utódjával a Geokomplex Kft.-vel.
- A langyosvízkutatói projektbe bekapcsolódtak a környék idegenforgalomból gazdálkodó magáncégei is, hiszen ez alapja lehet egy melegvízű strand létesítésének. Ennek érdekében került sor pl.: A Motel Fridez Kft. által 1996-ban létesített 280 m mély kút fúrására, amiből 31 °C-os talphőmérsékletű, és 25 °C-os kifolyóhőjű vizet tudtak kinyerni. Ennek hozama 1200-1300 l/perc volt kb. 27 m-es depresszió mellett. A vízáadó réteg ebben az esetben **hidrokvarcitos riolittufa**!

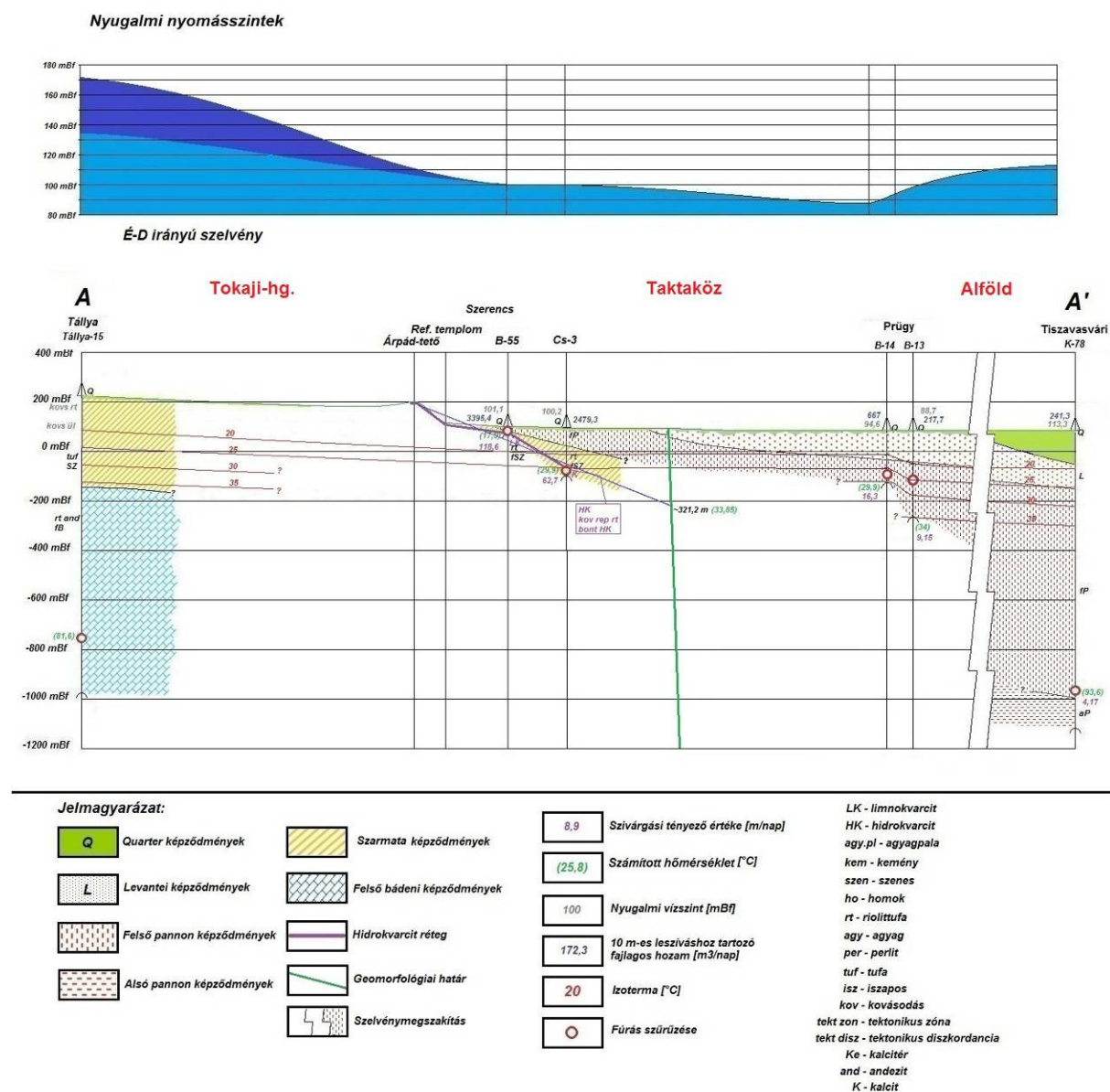
Szerencs környezetébenben (Megyaszó, Tállya, Mád, Prügy) több fúrásban az átlagostól magasabb geotermikus gradiens jelentkezett, ami megfelelő alapnak bizonyul a terület átlagos geotermikus gradiens értékének meghatározásához. [Dr. Miklós Gábor, 2003]

c.) Térképek, szelvények, kiadványok

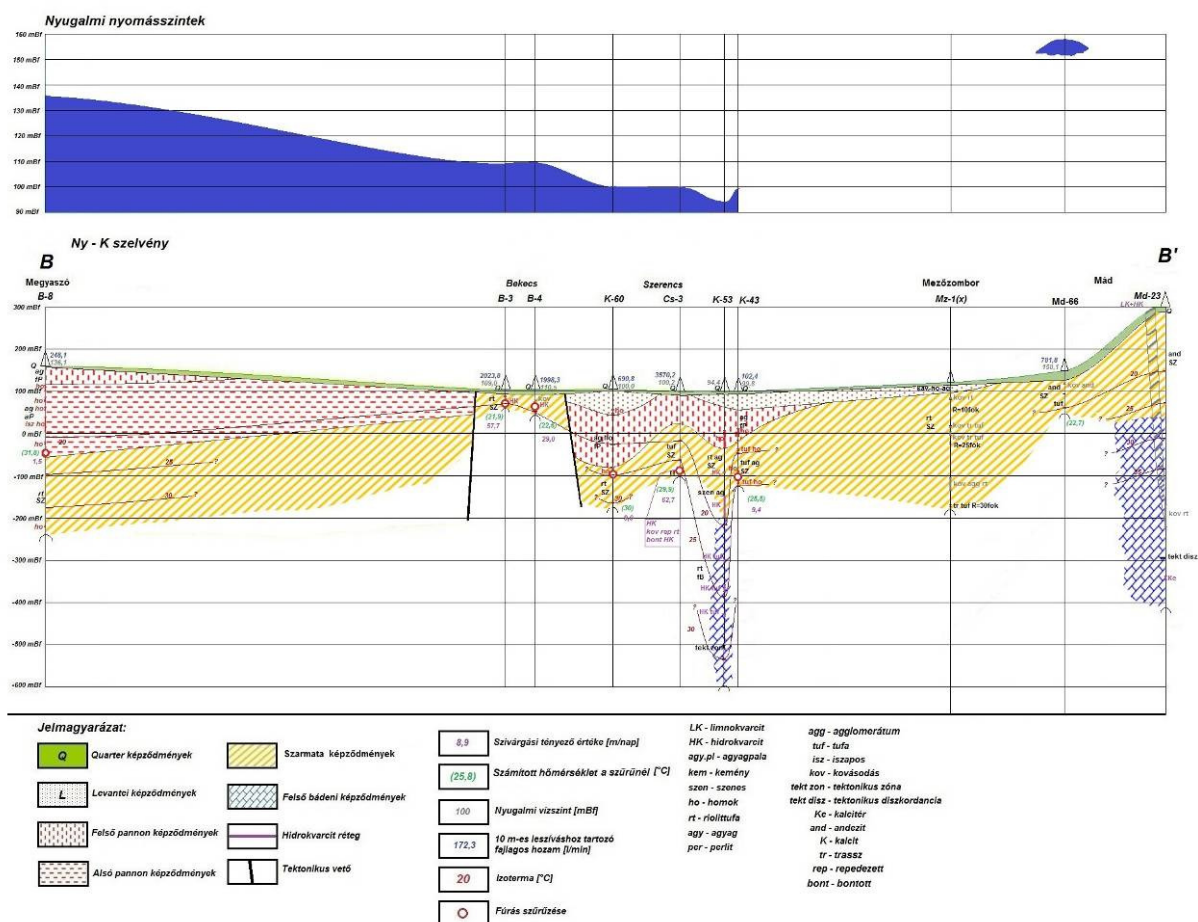
A kutak alapadatain kívül összegyűjtöttem további 13 db **alapadattérképet**, melyek az egész országra vonatkozó adatokat szolgáltatnak. Ezek a térképek voltak a kiindulópontjai a saját magam által az adott területről szerkesztett több mint 50 ábrának. Ezek listája a 2. *mellékletben* található. Az alapadattáblázat és a térképek értelmezésében, feldolgozásában nagy segítségemre volt mentorom, *Szlabóczky Pál* geomérnök.

3.2. Tokaji-hegység „kibúvásainak” hidrogeológiai és geotermikus vizsgálata, és extrapolálása a mélység felé

A területen elhelyezkedő kutak és szerkezetkutató fúrások fúrási rétegsora, valamint a területen elvégzett korábbi geofizikai vizsgálatok alapján elkészítettem a terület É-D, valamint NY-K irányú szelvényét. A szelvények alapján megtudhatjuk az egyes rétegek mélységi fekvését, vastagságát, valamint egymásra települését. A földtani szelvények az 5. és a 6. ábrán láthatóak.



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



6. ábra: A NY-K irányú B-B' szelvény (Szerző saját szerkesztése)

A szelvények alapján könnyen átláthatóak lesznek a mélységi kőzetek kibúvásai, valamint így extrapolálhatjuk a mélység felé az egyes kőzetrétegeket, valamint azok földtani és hidrogeológiai tulajdonságait.

a.) Előforduló kőzetösszletek általános hidrogeológiai és geotermikus jellemzése

A területen található rétegek mélységi elhelyezkedését a 2. ábra mutatja be. A vizsgált területen a legmélyebb ismert rétegösszlet a szerkezetkutató fúrásokból megismert alaphegység, melynek korát a triászra becsüljük. Az alaphegység alatti kőzetek elhelyezkedéséről, illetve anyagáról nincsen adatunk, legfeljebb távolabbi fúrásokból extrapolálhatunk. Ennek anyagára többféle elméletet is alkottak, melyek összefoglalása látható az 1. táblázatban.

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

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

Látható, hogy az időben előrehaladva és a mélység felé nő a bizonytalanság!

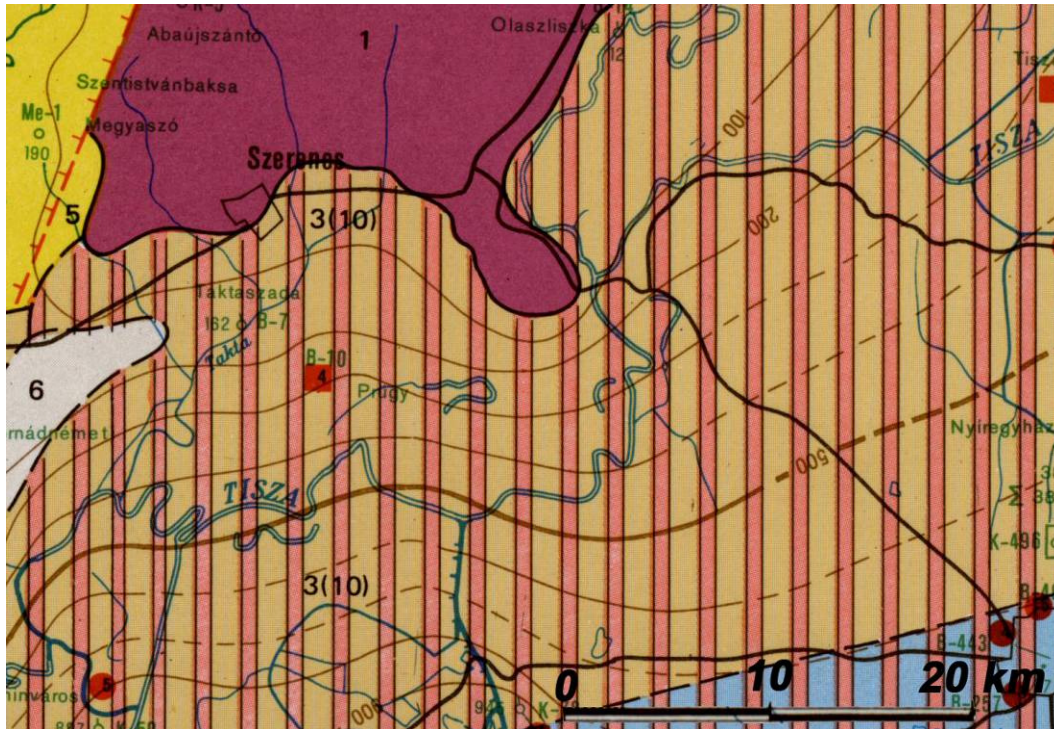
Az alaphegységre **miocén** vulkanitok települtek, szarmata és tortónai emelettel. A fúrási rétegsorok vizsgálata alapján a tortónai emeleten riolittufa rakódott le igen nagy vastagságban, ami a Tokaji-hegységben megindult riolitos vulkáni működés eredménye. A riolittufa vastagsága számos helyen az 1000 métert is meghaladja. A miocén vulkanikus képződményekkel jellemezhető dombság dél felé szinte észrevétlenül simul bele az alföldi síkvidékbe, s a felszín alatt dél felé haladva folyamatosan mélyül. A réteget főként tufitos homok, kovaföld, homok, tufás agyag, riolittufa, agyagpala és agyagmárga alkotja. Vagyis a rétegsorban egyaránt található agyagos, homokos és aleuritos „tengeri” üledékek valamint a vulkáni eredetű képződmények.

A feláramló oldatok miatt különböző kőzetfésések is keletkeztek: hidrokvarcit, gejzirit és limnokvarcit. Ezek jellemzőit a b.) pontban külön mutatom be, mivel kiemelt fontosságúak.

[Dr. Miklós Gábor, 2003], [Dr. Pincés Zoltán és Dr. Konecsny Károly, 2006]

A **pannon** lerakódások főként agyagos-homokos formában, vagy riolittufa alakjában jelennek meg, és vízszintes településben fordulnak elő. Szerencs központi részén 40-50 méter vastag, de a vasútállomástól délre akár a 200 métert is meghaladhatja. A Magyarország felső pannóniai képződményeinek vastagsági és kifejlődési térképe látható a 7. ábrán.

A pannontól sekélyebb földtani összlet geotermikus szempontból nem fontos, mivel az itt áramló vizek hőmérséklete alig 1-2 °C-al melegebb, mint az átlagos évi középhőmérséklet.



7. ábra: Felső-pannon képződmények vastagság térképe Szerencs körzetében (Csíky G., Erdélyi Á., Jámbor Á., Kárpátiné Radó D., Kőrössi L., Magyarország pannóniai (S.L.) képződményei)

Az 1. mellékletben felsorolt kutak és fúrások adatai alapján kiszámoltam az egyes kutak hidrogeológiai jellemzőit. A kutakat vízáadó képződményeik alapján csoportosítottam, így megismerhetjük az egyes vízáadó összletek áramlási tulajdonságait, melyek a későbbiekben egy komolyabb vízkészletszámítás alapjait képezhetik, illetve segítséget nyújthatnak a felszín alatti képződmények részletesebb megismeréséhez.

A vízáadó képződményeket 5 külön csoportba gyűjtöttem, melyek a következők:

- Pannon üledékek
- Miocén tufák
- Miocén riolit, andezit, dácit
- Alaphegységi triász mészkő
- Utóvulkáni képződmények (ezek tárgyalása a b.) pontban)

A kút-fúrás 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. Az egyes kutak kúthidraulikai adatainak és számításainak összefoglaló táblázata a 3. mellékletben található.

A három féle módszert az alábbiakban mutatom be:

- Az első módszert *Juhász József*: Hidrogeológia című könyvében találtam (299. old).

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 [m^3/d]

s_0 – depresszió [m]

l – szűrőzött réteg vastagsága [m]

- A második módszer alapja a *Dupuit*-féle hozamszámítás, valamint *Sichard* zárt tükrű réteg szűrőzésénél használatos távolhatásra vonatkozó képlete. A két képletet összevonva, valamint kifejezve a távolhatást, interpoláljuk, s így megkaphatjuk a szivárgási tényező tényleges értékét.

Dupuit-képlete:

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

ahol:

k – szivárgási tényező [m/s]

m – rétegvastag [m]

Q – a kút vízhozama [m^3/s]

R – távolhatás [m]

H – nyugalmi vízszint [m]

r_0 – kútcső sugara [m]

h_0 – a kútban mért vízszint [m]

Sichard-képlete:

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

ahol: k – szivárgási tényező [m/s]

R – távolhatás [m]

s_0 – depresszió [m]

Ezeket összevonva megkapjuk az interpoláló képletet:

$$R = \sqrt{\frac{Q \cdot \ln \frac{R}{r_0} \cdot 25 \cdot 10^6 \cdot s_0}{2 \cdot m \cdot \pi}} \text{ [m]}$$

Az ebből kifejezett távolhatás eredményét visszahelyettesítve a *Sichard* egyenletbe, megkapjuk a szivárgási tényező értékét.

$$k = \frac{R}{(5000 \cdot s_0)^2} \text{ [m}^3\text{/s]}$$

- A harmadik módszer *Krasznopolszkij* permanens turbulens szivárgású kőzetösszletre alkotta egyedi kutakhoz.

Krasznopolszkij-képlete:

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

ahol: k – szivárgási tényező [m/d]

Q – a kút vízhozama [m³/d]

s₀ – depresszió [m]

r₀ – kútcső sugara [m]

m – rétegvastag [m]

A három módszer szivárgási tényező eredményeit a 2. táblázat foglalja össze.

		Szivárgási tényező Logan-Schieder [m/d]	Szivárgási tényező Dupuit [m/d]	Szivárgási tényező Krasznopolszkij [m/d]
Pannon üledékek	átlag	4,79	4,06	4,30
	min	0,20	0,25	0,52
	max	17,50	18,45	11,47
	medián	2,79	2,29	2,80
Miocén tufák	átlag	1,03	0,14	0,66
	min	1,03	0,14	0,66
	max	1,03	0,14	0,66
	medián	1,03	0,14	0,66
Miocén riolit, andezit, dácit	átlag	311,09	0,66	34,44
	min	7,50	0,04	5,96
	max	614,68	1,28	62,91
	medián	311,09	0,66	34,44
Alaphegységi triász mészkö	átlag	28,08	1,54	11,99
	min	0,28	0,07	0,44
	max	71,65	6,28	37,86
	medián	9,23	0,85	5,37

2. táblázat: A szivárgási tényező értékei az egyes vízáadó rétegekben

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]

k – szivárgási tényező [m/d]

m – rétegvastagság [m]

Az így kapott transzmisszibilitás értékeket a 3. táblázatban foglaltam össze.

		Transzmisszibilitás Logan-Schieder [m ² /d]	Transzmisszibilitás Dupuit [m ² /d]	Transzmisszibilitás Krasznopolszkij [m ² /d]
Pannon üledékek	átlag	59,50	62,82	49,96
	min	2,54	15,76	2,21
	max	207,46	175,62	136,31
	medián	28,41	49,66	33,56
Miocén tufák	átlag	10,33	1,41	6,64
	min	10,33	1,41	6,64
	max	10,33	1,41	6,64
	medián	10,33	1,41	6,64
Miocén riolit, andezit, dácit	átlag	5336,76	19,40	623,81
	min	223,92	0,73	178,07
	max	10449,60	38,07	1069,55
	medián	5336,76	19,40	623,81
Alaphegységi triász mészke	átlag	735,63	26,05	280,59
	min	3,90	3,83	6,10
	max	2687,04	68,46	761,49
	medián	106,15	20,36	60,67

3. táblázat: A transzmisszibilitás értékek az egyes vízadó rétegekben

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

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

ahol: K – áteresztőképesség [m²]

k – szivárgási tényező [m/s]

η – dinamikai viszkozitás [Pas]

γ – térfogatsúly [g/cm³]

g – gravitációs gyorsulás [m/s²]

A dinamikai viszkozitás és a térfogatsúly értéke nagyban függ a hőmérséklettől, ezért *Juhász József*: Hidrogeológia c. könyvében talált értékeket felhasználva kiszámítottam kutanként az egyes beáramló vizek értékeit. A dinamikai viszkozitás kiszámítására is többféle módszer létezik, de mivel az ezek közötti eltérés elhanyagolható, így *Poiseuille* által használt képletet használtam a számításaim során:

Hőm [°C]	0	10	20	30	40	50	60	70	80	90
Din.viszk	1,827	1,344	1,037	0,827	0,677	0,565	0,479	0,412	0,358	0,314

Erre ráillesztettem egy másodfokú görbét és az így kapott képletet használtam fel a további számításaimhoz.

A sűrűség tekintetében a *Juhász József* által javasolt értékeket használtam fel:

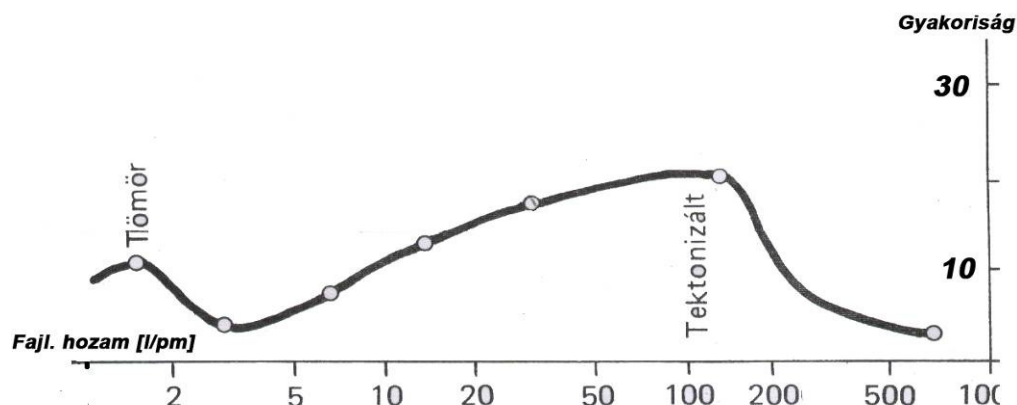
Hőm [°C]	0	4	10	20	40	60	80	100
Sűrűség [kg/m ³]	999,87	1000	999,75	998,26	992,35	983,35	971,94	958,65

Az így kiszámolt áteresztőképesség értékeket a 4. táblázatban foglaltam össze.

		Áteresztőképesség Logan-Schieder [m ²]	Áteresztőképesség Dupuit [m ²]	Áteresztőképesség Krasznopolszkij [m ²]
Pannon üledékek	átlag	4,0422E-08	2,85902E-08	3,48272E-08
	min	9,18439E-10	2,13861E-09	2,41203E-09
	max	1,6659E-07	1,43485E-07	1,0918E-07
	medián	1,67886E-08	1,71989E-08	2,21891E-08
Alaphegységi triász mészkő	átlag	1,90166E-06	2,0865E-09	2,02608E-07
	min	2,29929E-08	2,63569E-10	1,82851E-08
	max	3,78033E-06	3,90943E-09	3,8693E-07
	medián	1,90166E-06	2,0865E-09	2,02608E-07
Miocén riolit, andezit, dácit	átlag	1,85243E-08	2,51887E-09	1,19003E-08
	min	1,85243E-08	2,51887E-09	1,19003E-08
	max	1,85243E-08	2,51887E-09	1,19003E-08
	medián	1,85243E-08	2,51887E-09	1,19003E-08
Miocén tufák	átlag	8,55281E-07	3,95782E-09	9,78023E-08
	min	1,67886E-08	2,63569E-10	1,19003E-08
	max	3,78033E-06	1,71989E-08	3,8693E-07
	medián	1,85243E-08	2,51887E-09	1,82851E-08

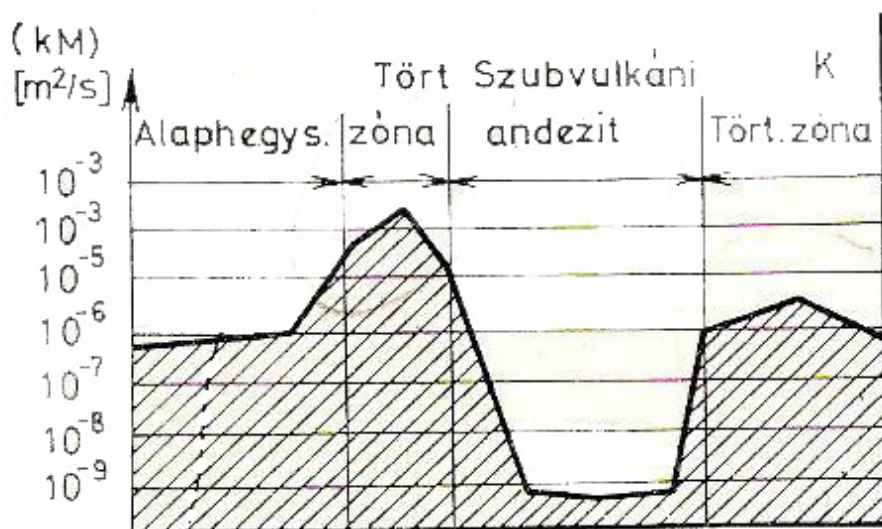
4. táblázat: Az áteresztőképesség értékek az egyes vízáadó rétegekben (Szerző saját szerkesztése)

A lávaközetekre vonatkozóan sajnos nem rendelkezünk megfelelő mennyiségű adattal. Ezért az innen kapott értékeket a Borsodi Vízföldtani Atlasz alapján érdemes kiegészíteni. A 8. ábrán a Borsodi Vízföldtani Atlasz diagramja látható lávaközetekre vonatkozó fajlagos hozam értékekkel a gyakoriság tekintetében.



8. ábra: Fajlagos hozam a gyakoriság függvényében lávaközeteknél (Forrás: Deák J.-Szlabóczky P., Borsod és Környékének Vízföldtani Atlasza, Budapest, 1978)

Az alaphegység, valamint a szubvulkáni andezitestek transzmisszibilitás értékeinek pótlására Szilágyi Gábor: A recski mélyszerinti ércesedés vízföldtani helyzete című cikkében találtam kiegészítő anyagot. Az általa vizsgált kőzettestek ugyan a Tokaji-hegységben vannak, de ezek átültethetők a szerencsi térségre is, hiszen földtani keletkezésük szorosan összefügg. A Szilágyi Gábor által készített diagram a 9. ábrán látható.



9. ábra: Transzmisszibilitás értékek a mélységi kőzetekben (Forrás: Deák J.-Szlabóczky P., Borsod és Környékének Vízföldtani Atlasza, Budapest, 1978)

A kutak nagyobb pontosságú hidrogeológiai adatpótlására a próbaszivattyúzási adatsorokból van lehetőség. Ezt kívánom most bemutatni a Tállya-15 jelű fúrás kapcsán.

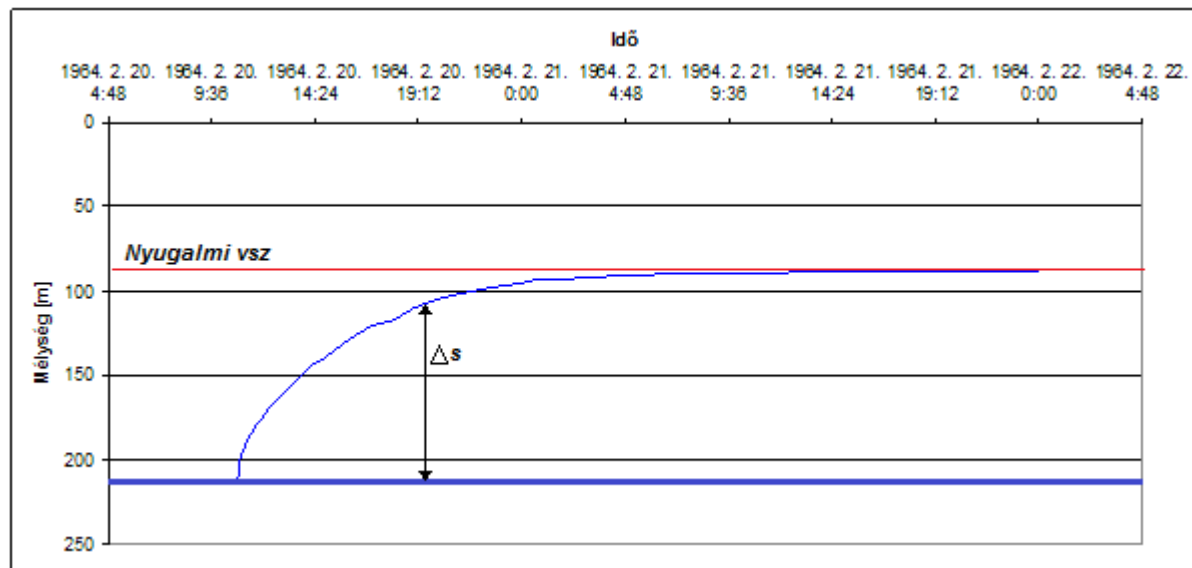
A Tállya-15 fúrás fontos adatait az 5. táblázatban foglaltam össze:

Fúrás jele:	Tállya-15
Létesítés éve:	1962
TSZF:	223,03 mBf
Talpmélység:	1200 m
Vízadó:	Repedezett torton dácit lávakőzet
Szűrőzés:	990-1050 m
Szűrőátmérő:	120 mm
Hozam:	16 l/p
Talpfőmérséklet:	96 °C

5. táblázat: A Tállya-15 jellemző adatai (Szerző saját szerkesztése)

A Tállya-15 fúrását követően végeztek ugyan próbaszivattyúzási vizsgálatokat, de a fúrási naplójába csak a visszatöltődési görbéről találtam adatokat. A két visszatöltődési görbét külön vizsgáltam, majd a kapott értékeket összehasonlítottam.

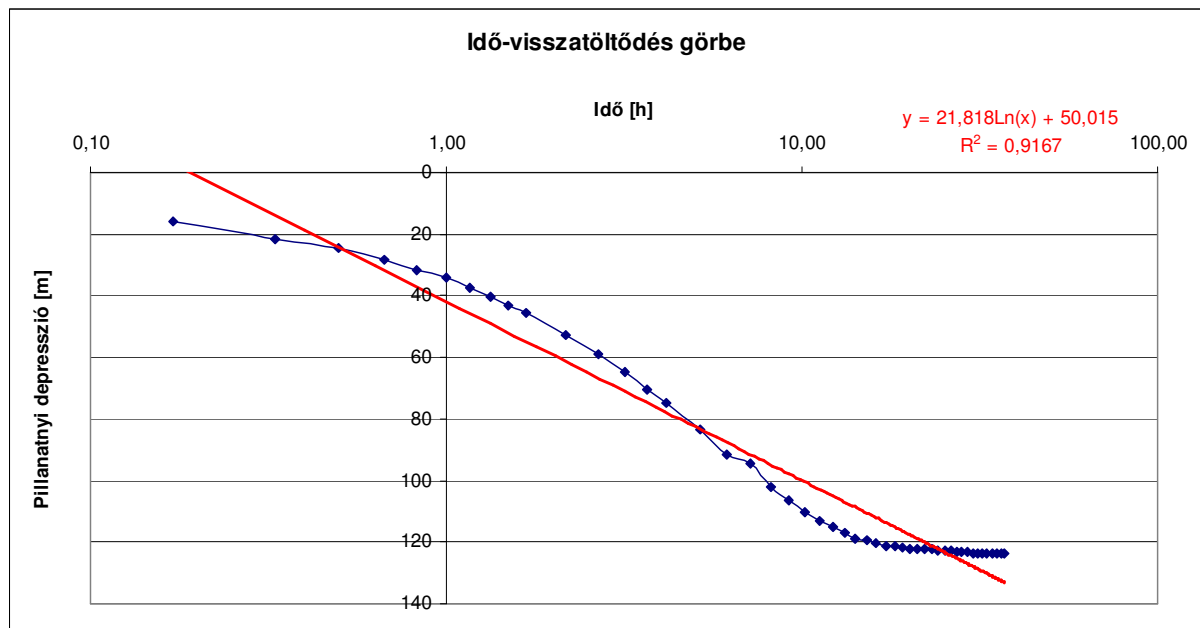
Az első visszatöltődés görbe a 10. ábrán látható.



10. ábra: A Tállya-15 februári visszatöltődés adatsora (Szerző saját szerkesztése)

Az ábráról leolvasható a nyugalmi vízszintje, mely **88,27 m** mélységben található.

A 11. ábrára a pillanatnyi visszatöltődés értékek (Δs) láthatóak az idő függvényében egy szemi logaritmikus koordináta rendszerben. Az így kapott diagramra egy egyenest illesztve megkaphatjuk a visszatöltődés kezdetének időpillanatát.



11. ábra: A Tállya-15 Visszatöltődés értékei az idő függvényében (Szerző saját szerkesztése)

Az illesztett trendvonal képlete alapján kiszámítható a t_0 időpillanat, melynek értéke, $t_0=0,1$ s.

A transzmisszibilitás érték (T) kiszámításához az alábbi képletet alkalmazom:

$$T = \frac{2,3 \cdot Q}{4 \cdot \pi \cdot \Delta s} [\text{m}^2/\text{d}]$$

ahol:

Q – egységnyi visszatöltődés során mért hozam [m^3/d]

Δs – visszatöltődés érték [m]

A transzmisszibilitás értékéből kiindulva a rétegvastagság ismeretében kiszámítható a szivárgási tényező. Ennek képlete:

$$T = k \cdot m$$

ahol:

T – transzmisszibilitás [m^2/d]

k – szivárgási tényező [m/d]

m – rétegvastagság [m]

Ezek alapján kiszámítható a vízadó közet tárolási tényezője (S), az alábbi képlettel:

$$S = \frac{4 \cdot T \cdot t_0}{r^2} [-]$$

ahol:

T – transzmisszibilitás [m²/d]

t₀ – a visszatöltődés kezdeti pillanata [d]

r – távolhatás (tapasztalati szám: r=30 m)

A képletek alapján kijött számértékek összefoglaló adatsora a 6. táblázatban látható.

T=	0,28	m ² /d
t0=	1,18203E-06	s
S=	8,22678E-10	
m=	60	m
k=	0,0046	m/d
Nyug. vízszint=	134,76	mBf

6. táblázat: A februári visszatöltődés görbe kiértékelésének eredményei (Szerző saját szerkesztése)

A második (márciusi) visszatöltődési görbét ugyanezen lépések alapján elemeztem ki. A második visszatöltődési görbe eredményei a 7. táblázatban láthatóak.

T=	0,28	m ² /d
t0=	0,07	s
S=	5,63877E-10	
m=	60	m
k=	0,0046	m/d
Nyug. Vízszint=	172,63	mBf

7. táblázat: A márciusi visszatöltődés görbe kiértékelésének eredményei (Szerző saját szerkesztése)

Látható, hogy az eredmények jól egybeesnek! Ez is bizonyítja a módszer megbízhatóságát a hidrogeológiai adathiányok pótlására.

Az 1. mellékletben szereplő 74 kút közül csak 16-ban történt a kúttalpon hőmérsékletmérés. Az esetek nagy többségében csak a kifolyóvíz hőmérsékletét mérték meg. A hiányzó geotermikus jellemzők pótlására a további kutatásokhoz elengedhetetlen fontosságú.

A 16 db talphőmérséklettel rendelkező kút adatait az 8. táblázatban foglaltam össze:

Település	Kifolyó víz hőmérséklet [°C]	Talphőmérséklet [°C]	Talp [m]	Hozam [l/min]
Abaújdevecser	42,00	92,00	1300,00	170,00
Bekecs	21,00	22,00	61,70	3150,00
Encs	37,20	54,00	651,00	300,00
Gönc	35,00	59,50	906,50	200,00
Prügy	27,00	35,00	300,00	550,00
Sajóhídvég, Köröm	90,00	108,00	1880,80	690,00
Szerencs	24,80	31,00	280,00	1300,00
Szerencs	20,00	33,00	130,00	
Szerencs	20,00	25	222,00	270,00
Szerencs	25,00	28	202,00	1500,00
Tiszapalkonya	19,00	38,00	610,00	700,00
Tiszapalkonya	19,00	126,00	1987,80	
Tiszavasvári	67,00	88,00	1200,00	1140,00
Vajdácská	40	41,00	224,50	70,00
Szerencs		32,00	696,00	20
Tállya		96,00	1200,00	16,48

8. táblázat: A talphőmérséklettel rendelkező kutak összefoglaló táblázata (Szerző saját szerkesztése)

Ezen adatok felhasználásával elkészítettem az egyes kutakra vonatkozó geotermikus gradiens értékeket. A geotermikus gradiens kiszámítására is többféle módszert használtam:

- Az első képletet *Bobok Elemér*: Megújuló Energiák című könyvében találtam meg (7. fejezet, 9. oldal).

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

Ahol: T_{talp} – a kút talphőmérséklete [°C]

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

δ – kút talpmélysége [m]

Ebből a képletből kiindulva egyszerű a látszólagos geotermikus gradienst is kiszámítani, ami azt mutatja meg, hogy adott földtani környezetben a mélység felé haladva hány m-enként nő 1 °C-al a hőmérséklet. Ennek jele: gg^*

$$gg^* = \frac{100}{gg_{val}} [m/^{\circ}\text{C}]$$

Ezen képletek segítségével a kutakhoz talphőmérsékletet számolok, majd összehasonlítom a valódi talphőmérsékletükkel. Így az adott képlet pontosságát tudom

ellenőrizni, valamint összehasonlítva a többi képlettel megtudhatjuk, hogy melyik ad hitelesebb eredményt a jelenlegi földtani körülmények között. Az ezzel a képlettel kapott geotermikus jellemzőket a 9. táblázatban foglaltam össze.

B. E.: Valódi gradiens [C°/100m]	Látszólagos gg* (B.E.) [m/C°]	B.E. talphőm.	Eltérés a valódi talphőtől
6,23	16,05	95,64	3,64
17,83	5,61	15,02	6,89
6,61	15,14	53,39	0,61
5,35	18,69	70,02	10,52
8,00	12,50	30,53	4,47
5,16	19,39	133,46	25,46
7,14	14,00	29,23	1,77
16,92	5,91	19,46	13,54
6,31	15,86	25,45	0,45
8,42	11,88	24,15	3,85
4,43	22,59	50,72	12,72
5,79	17,29	140,42	14,42
6,42	15,58	89,13	1,13
13,36	7,48	25,62	15,38
3,02	33,14	56,32	24,32
7,08	14,12	89,13	6,87

átlag:	8,00	15,33
medián:	6,51	15,36

Talpm. korreláció:	0,9611
Max. talpm. eltérés	25,46
Átlagtól való átlagos eltérés	6,56

9. táblázat: B.E. féle képlettel számolt geotermikus értékek összefoglaló táblázata (Szerző saját szerkesztése)

- A második képletet Szlabóczky Pál javaslatára használtam fel. Ez a klasszikus geotermikus gradiens kiszámításának alapja.

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

Ebben a képletben az átlagos évi középhőmérsékletet 10 °C-nak vettük, és lehatását a talajba 20 m mélységnek feltételezzük.

Ebből a képletből kiindulva ugyanúgy tudom kiszámolni a többi geotermikus jellemzőt, melyek összefoglaló értékhalma a 10. táblázatban található.

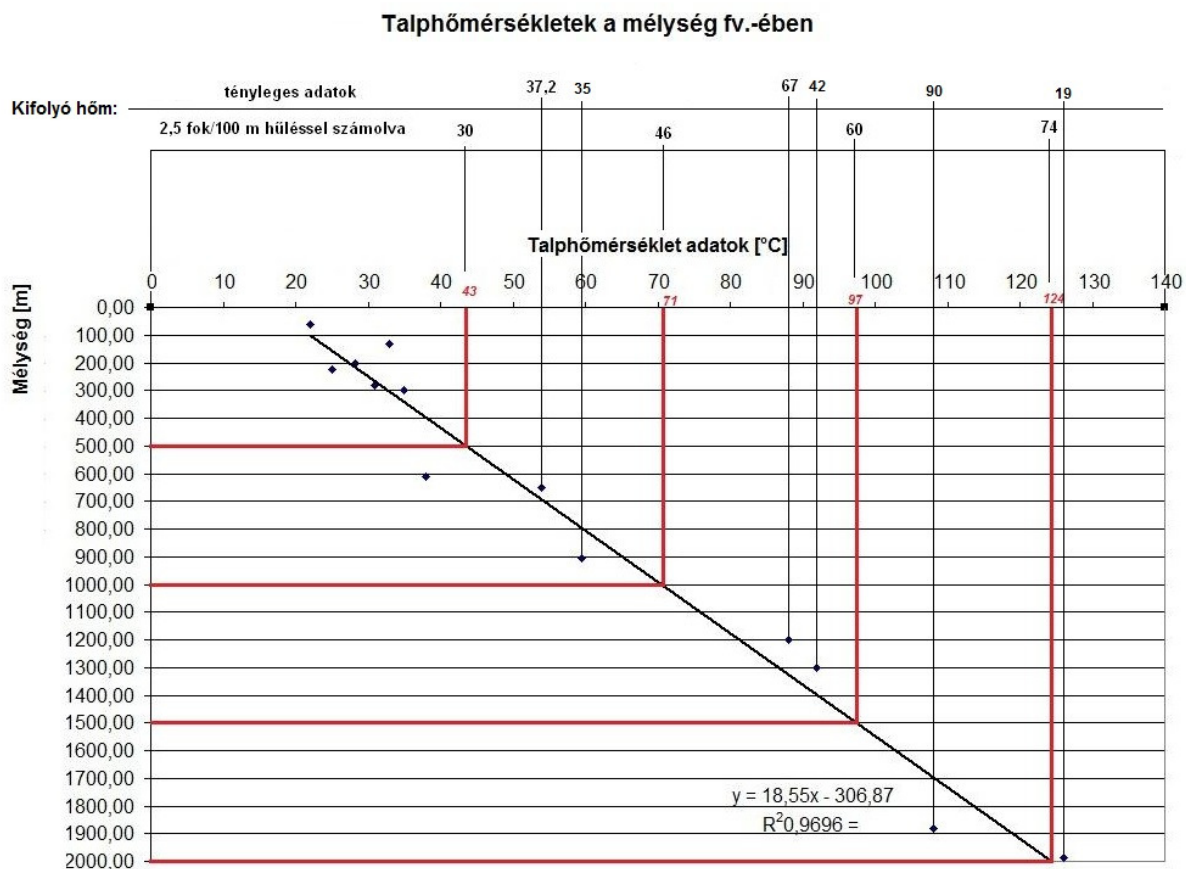
Látszólagos gg* (SZ.P.) [m/C°]	SZ.P. valódi geotermikus gradiens [C°/100m]	SZ.P. talphőm.	Eltérés a valódi talphőtől
15,61	6,41	101,23	9,23
3,48	28,78	12,97	9,03
14,34	6,97	54,97	0,97
17,91	5,58	73,18	13,68
11,20	8,93	29,96	5,04
18,99	5,27	142,62	34,62
12,38	8,08	28,53	2,47
4,78	20,91	17,84	15,16
13,47	7,43	24,40	0,60
10,11	9,89	22,97	5,03
21,07	4,75	52,05	14,05
16,96	5,89	150,25	24,25
15,13	6,61	94,10	6,10
6,60	15,16	24,57	16,43
30,73	3,25	58,18	26,18
13,72	7,29	94,10	1,90

átlag:	14,15	9,45
medián:	14,03	7,13

Talpmélység:	0,9611
Talpmélység:	34,62
Átlagtól való átlagos eltérés	7,94

10. táblázat: SZ.P. féle képlettel számolt geotermikus értékek összefoglaló táblázata (Szerző saját szerkesztése)

- A harmadik geotermikus adathelyettesítési módszerhez elkészítettem Talpmélység-
Talpmélység diagramot, melyre egy lineáris trendvonalat illesztve megkaptam a terület jellemző geotermikus gradiens értékét. A 12. ábrán a Talpmélység-
Talpmélység diagram látható, melyen egy tapasztalati értéket használva, feltüntettem az adott mélységről a csőben feláramló víz kifolyási hőmérsékletét. A valódi
kifolyóvíz hőmérsékletek ingadozása a hibás cementezés következménye lehet.



12. ábra: Talpfőmérsékletek a mélység függvényében (Szerző saját szerkesztése)

A trendvonal képletét felhasználva kiszámoltam az egyes kutakhoz tartozó talpfőmérsékletet, valamint a valódi geotermikus gradiens értékét, ami 7,1 °C/100 m-nek adódott.

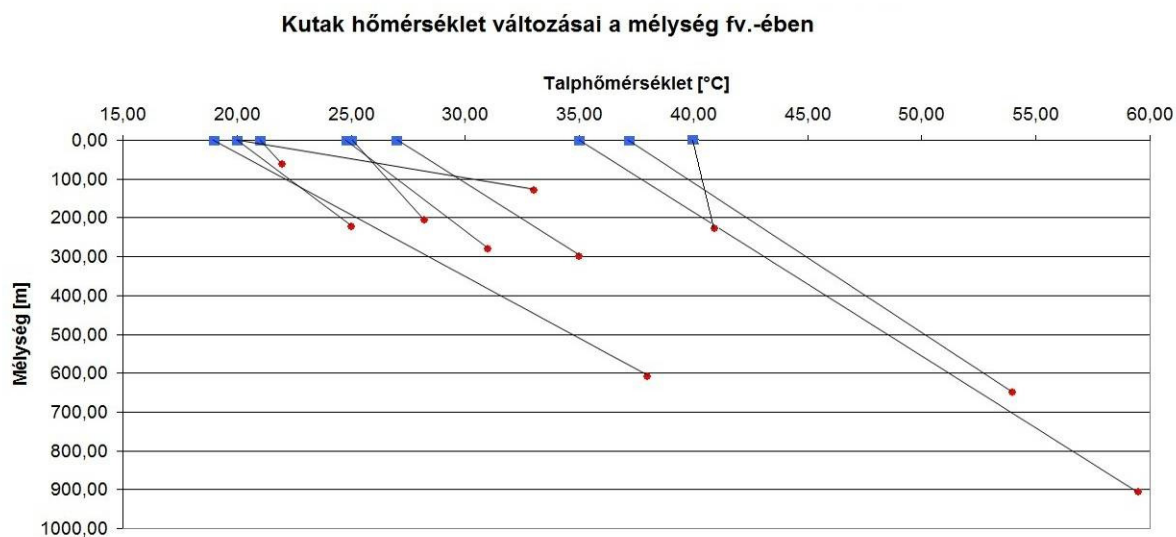
A diagram alapján számolt talpfőmérsékletek összefoglaló adatsora a 11. táblázatban látható.

Talpfőmérséklet a diagram alapján számolva [°C]	Eltérés a valódi talpfőtől
86,62	6,38
19,87	2,13
51,64	2,36
65,41	5,91
32,72	2,28
117,93	9,93
31,64	0,64
23,55	9,45
28,51	3,51
27,43	0,57
49,43	11,43
123,70	2,30
81,23	6,77
28,65	12,35
54,06	22,06
81,23	14,77

Talpfőm. korreláció:	0,9611
Max. talpfőm. eltérés	22,06
Átlagtól való átlagos eltérés	4,71

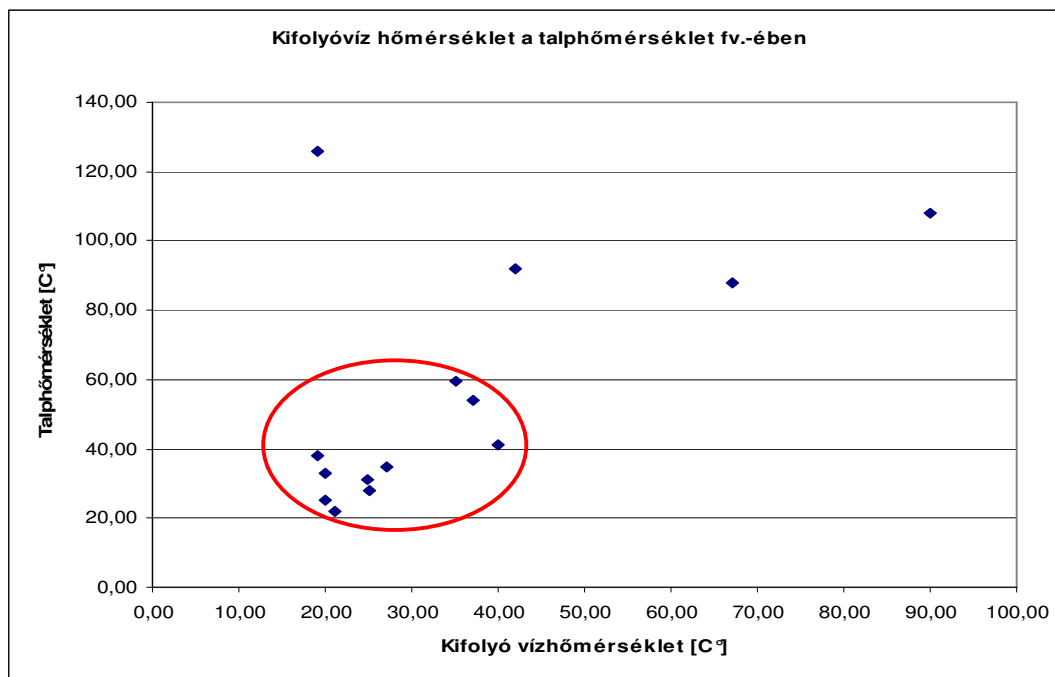
11. táblázat: A diagram alapján számolt geotermikus értékek összefoglaló táblázata (Szerző saját szerkesztése)

- A negyedik geotermikus adatpótlási módszer során a kutak a talpfőmérséklet és a kifolyó víz hőmérsékletét vettem össze, kapcsolatot keresve a két kútadat között. Az ábra elrendezése jól szemlélteti a két érték közti differenciát a mélység függvényében (13. ábra).



13. ábra: Kutak hőmérséklet változásai a mélység függvényében (Szerző saját szerkesztése)

Látható, hogy a 13. ábrán csak 10 kút hőmérsékleti adatait használtam fel. A kútelhagyás szükséges volt, egyfelől mert 2 kútnál ismeretlen volt a kifolyóvíz hőmérséklet, másrészt, mert 4 db kút hőmérsékleti adatai közt olyan mértékű eltérés volt a többi kúthoz viszonyítva, ami bizonytalan adatokat eredményezett volna. A felhasznált kutak adatainak szórása látható a 14. ábrán.



14. ábra: Kifolyóvíz hőmérsékletek a talphőmérséklet fv.-ében. (Szerző saját szerkesztése)

Az így megmaradt 10 kút adatai alapján kiszámoltam a terület jellemző geotermikus értékeit. Ezen értékeket a 12. táblázatban foglaltam össze.

Település	Mélység	Hőm. Különbség	gg* [m/°C]	Valódi gg	Kiszámított talphőm. [°C]	Eltérés
Bekecs	61,70	1,00	61,70	1,62	22,59	0,59
Encs	651,00	16,80	38,75	2,58	54,00	0,00
Gönc	906,50	24,50	37,00	2,70	58,39	1,11
Prügy	300,00	8,00	37,50	2,67	34,74	0,26
Szerencs	280,00	6,20	45,16	2,21	32,03	1,03
Szerencs	130,00	13,00	10,00	10,00	23,35	9,65
Szerencs	222,00	5,00	44,40	2,25	25,73	0,73
Szerencs	202,00	3,20	63,13	1,58	30,32	2,12
Tiszapalkonya	610,00	19,00	32,11	3,11	34,74	3,26
Vajdácaska	224,50	1,00	224,50	0,45	41,01	0,01

átlag:	59,42	2,92												
medián:	41,58	2,42												
<table><tr><td>Talphőm.</td><td></td></tr><tr><td>Korreláció:</td><td>0,9618</td></tr><tr><td>Max. talphőm.</td><td></td></tr><tr><td>eltérés</td><td>9,65</td></tr><tr><td>Átlagtól való</td><td></td></tr><tr><td>átlagos eltérés</td><td>1,88</td></tr></table>			Talphőm.		Korreláció:	0,9618	Max. talphőm.		eltérés	9,65	Átlagtól való		átlagos eltérés	1,88
Talphőm.														
Korreláció:	0,9618													
Max. talphőm.														
eltérés	9,65													
Átlagtól való														
átlagos eltérés	1,88													

12. táblázat: A kifolyóvíz hőmérsékletek alapján számolt geotermikus értékek összefoglaló (Szerző saját szerkesztése)

A négy féle módszert 3 szempont szerint hasonlítottam össze:

- Korreláció a valódi és a kiszámított értékek között
- A valódi és a számított értékek közti maximális eltérés
- Az adatok átlagtól való átlagos abszolút eltérése

A korreláció minden esetben 95% fölött volt, így ez nem számít döntő érvek az egyes lehetőségek között. A többi két összehasonlítási szempont alapján azonban a **Kifolyóvíz hőmérséklet – Talpheőmérséklet 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. A fúrások számított geotermikus adatainak összefoglaló táblázata a 4. mellékletben látható.

b.) Hidrotermális zónák jellemzői

A felső-szarmata végén és alsó-pannon elején intenzív hidrotermális vulkáni utóműködés indult meg és a feláramló oldatok miatt különböző kőzetek és kőzetváltozatok is keletkeztek: hidrokvartcit, gejzirit és limnokvartcit. Ezek a kőzetek egy utóvulkáni tevékenységre utalnak, melynek során a mélyben lejátszódó folyamatok a mélységi vizeket felmelegítik, ezt követően töréseken, vetőkön feláramlanak. A feláramló vizek óriási tömegű szilíciumdioxidot raknak le a tufába, és elkvarcosították azt. A keletkezett képződmények egymás mellé rendelten változatos képet nyújtanak a hosszú időn keresztül, sokszori megélénküléssel felszínre törő vulkáni forróvíz szerepéről, hatásáról. [Zelenka Tibor, 1964], [Dr. Miklós Gábor, 2003], [Boczán Béla et al, 1966]

- **Hidrokvartcit:** hasadékkitöltésként megjelenő, durvakristályos kovakiválás. Egyaránt megtalálható andezitben, riolitban és riolittufában is. Vastagsága néhány cm-től 20-30 m-ig terjedhet, a kőzet anyagától függően. (Mád-Királyhegy)
- **Gejzirit:** a felszínre lépő kovasavas hőforrás közvetlen speciális kialakulású kúp alakú lerakódása.
- **Limnokvartcit:** a gejzírtáplálta mocsarak vegyi üledéke, mely gyakran a forráskilépéstől jelentős távolságban kialakult állóvizeket néhol hosszú élettartamúnak és nagy kiterjedésűnek tünteti fel. Igen elterjedt Mád környékén. Az előző utóvulkáni képződményektől jóval kiegyenlítettebb képződésű. Szerkezete réteges, vékonypados, lemezes. (Szerencs-Árpád-tető)
- **Kovás riolittufák:** a hidrokvartcit feláramlások mellékkőzeteként jelenik meg.

A hidrotermális zónák a geotermikus kutatásban igen fontosban számítanak. Ennek oka az, hogy valamilyen felszín alatti – a környezetétől magasabb hőmérsékletű - utóvulkáni magmatömeg hatására a rétegösszlet vize felmelegszik, és vetőkön, törésrendszereken keresztül a felszín felé áramlik, elkovásítva azt. A hidrokvartcitot – térbeli kapcsolatai révén – ezért tekintjük a kovasavas termák vezetőjének. A töredezett kovás kőzetek igen jó vízvezető tulajdonságokkal rendelkeznek, ezért a geotermikus energia kinyerése szempontjából a kovás kiválások felkutatása, nyomonkövetése hasznos lehet.

Az utóvulkáni képződmények hidrogeológiai jellemzése a 13., 14. és 15. táblázatokban látható.

		Szivárgási tényező Logan-Schieder [m/d]	Szivárgási tényező Dupuit [m/d]	Szivárgási tényező Krasznopolszkij [m/d]
Utóvulkáni képződmények	átlag	40,02	7,42	23,57
	min	3,46	0,05	1,24
	max	118,65	13,51	66,17
	medián	19,00	8,05	13,43

13. táblázat: Az utóvulkáni képződmények szivárgási tényező értékei (Szerző saját szerkesztése)

		Transzmisszibilitás Logan-Schieder [m ² /d]	Transzmisszibilitás Dupuit [m ² /d]	Transzmisszibilitás Krasznopolszkij [m ² /d]
Utóvulkáni képződmények	átlag	524,89	131,87	315,40
	min	207,33	2,98	74,56
	max	1055,96	289,10	588,89
	medián	418,14	117,70	299,07

14. táblázat: Az utóvulkáni képződmények transzmisszibilitás értékei (Szerző saját szerkesztése)

		Áteresztőképesség Logan-Schieder [m ²]	Áteresztőképesség Dupuit [m ²]	Áteresztőképesség Krasznopolszkij [m ²]
Utóvulkáni képződmények	átlag	3,33026E-07	1,54926E-07	2,04609E-07
	min	3,90985E-08	5,6173E-10	1,40595E-08
	max	8,42695E-08	5,74082E-08	8,48553E-08
	medián	1,48823E-06	1,25509E-07	8,29964E-07

15. táblázat: Az utóvulkáni képződmények áteresztőképesség értékei (Szerző saját szerkesztése)

3.3. Általános földtani kép megismerése

A számított értékeken túl az adatahiányok pótlása történhet a vizsgált térségről szóló szakirodalmak kigyűjtésével és áttanulmányozásával. A területen jelenlévő mélységi vagy kibúvási képződmények keletkezési körülményeinek megértése alapján képesek lehetünk az egyes földtani képződmények adatainak a mélység felé történő extrapolálására. A földtani kép megismerése szempontjából megkülönböztetünk:

- Fejlődéstörténeti, kronológiai
- Szerkezeti megismerés

a.) Fejlődéstörténet és kronológia

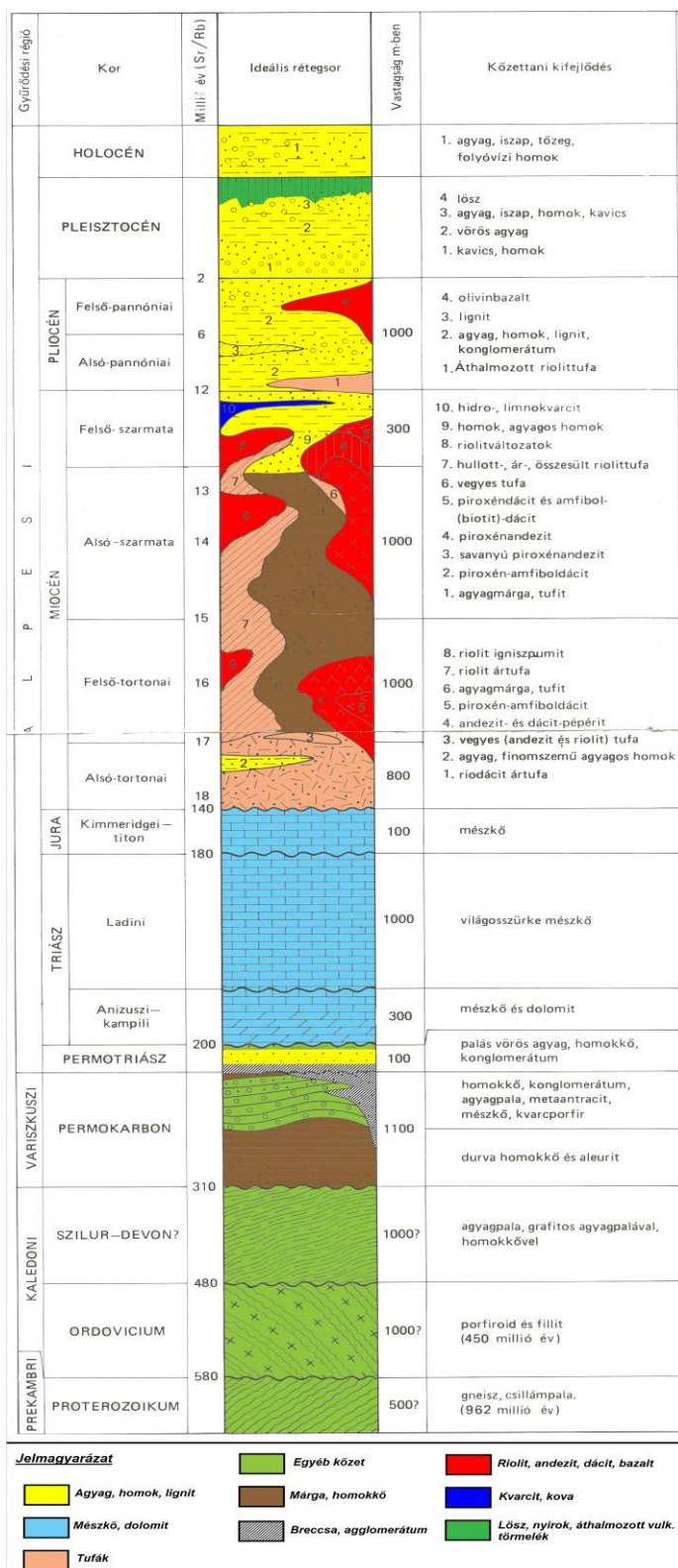
A terület mélyföldtani jellemzését a triástól indítom, mivel a legmélyebb szerkezetkutató fúrások ezt az alaphegységet érték el. A terület földtani felépítésének megértésében nagy segítségemre volt a „Magyarázó Magyarország 200000-es földtani térképsorozatához - Sátoraljaújhely” c. könyv, valamint a *Dr. Gyarmati Pál* által 1972-ben készített „A Tokaji-hegység kronotektonikai ábrája” (15. ábra).

A **triász** elején, a területen tengeri üledékképződés indult meg, de ennek elterjedését, illetve vastagságát nem ismerjük. Meglétére az alaphegységet ért Sárospatak-5. számú fúrás legidősebb, alsó tortónai dácittufás konglomerátum anyagából következtethetünk. Ez a felénél nagyobb mennyiségben tartalmaz triász kavicsot, szeizi homokkövet és aleuritot. A középső- és felső-triászban a szeizi homokő-konglomerátumra mészkő-dolomit települt. Ezt a Tokaji-hegység peremén szintén kimutatta a Sárospatak-5. számú fúrás. A területünk a fiatal mezozoikum és a paleogén idején szárazulat volt, rajta ez idő alatt csak lepusztulás folyt.

A területen a harmadkori vulkánosság a **tortónai** emelet elején kezdett hódítani. Az alsó-tortonban nagyszabású dácitos-riodácitos vulkáni működés volt a jellemző. A tortónai és majd később a szarmata vulkánosság lávaközetei jól megfigyelhetők a 15. ábrán vörös színjelzéssel. A Gelénes-1 600 m, Danilovó-1 számú fúrás kb. 700 m vastagságban harántolta. A Tokaji-hegység területén, északon már csak a pereme van meg alig 100-300 m vastagsággal. A területünkön elsőként megjelenő vulkáni takaró kialakulásához nem kötünk szerkezeti változást, szabálytalan eloszlása pedig az alaphegység orográfiájával magyarázható. Nincs elég adatunk, hogy az alsó-torton szintnek akár a domborzatát, akár a földtani felépítését pontosabban megrajzoljuk. Általánosságban szárazulatlak tekintjük, ami főleg a paleo-mezozoos alaphegység néhol kiemelkedik. A tortónai transzgresszió folyamatosan növekszik, majd a felső-tortónai szint elején eléri maximumát és a kiemelkedő alaphegységek kivételével az egész területet elborítja. A tengerelőntés után a végbement

szerkezeti változások révén kipattanó feszültségek helyi vulkáni anyagszolgáltatást indítanak el, mélységi törésvonalakon keresztül.

Az előrehaladott magmát csapoló, kisebb mélységű hasadékos riolitos, riodácitos vulkánosságnak uralkodó, leggyorsabb anyagszállításai a piroklasztikum árák. A kitörések ereje és bősége kb. 5-10 km²-eken szétterülő lepleket táplált, ezek terjedését lefojtotta, kőzetképződésüket módosította a sekélytengeri környezet. Egyedül az alaphegységnek a tortónai tenger szintje fölé emelkedő részein láthatóak az ártufaképződés szárazföldi fáciesei. A riolit piroklasztikumot, a riolit habláva követte, mely kisebb-nagyobb dómok alakjában tör a felszínre vagy a felszínközelbe.



15. ábra: Dr. Gyarmati Pál: A Tokaji-hegység kronotektonikai ábrájából (1972) kiindulva a szerző által átszerkesztve

A Tokaji-hegység és a Zempléni-dombság felső-torton vulkáni működésében, - még a riolitos vulkanizmus vége előtt – egy mélyebbre hatoló, harántirányú (ÉNY-DK) hasadékrendszeren át andezites-dácitos lávafeltörés indult meg. A tengeri előntés miatt a szárazföldi andezitvulkánok csak a Zempléni-dombság magas helyzetű paleozoikumain alakulhattak ki, a Tokaji-hegységben ellenben nagyfokú tenger alatti andezitlávaömlés és törmelékszórás volt jellemző.

A tortónai és a **szarmata** emelet között viszonylagos vulkáni passzivitás volt, a vegyes áthalmozott tufák alapján. Az emelethatáron a tengeri szedimentáció és a vulkáni képződmények lepusztulása, elegyengetése zajlik. A szarmata elején újra felélénkült a vulkáni aktivitás, a fokozatos kiemelkedés, valamint a sekélytengeri szedimentáció lagúnás csökkentsósvízűbe való átváltása. Az alsó-szarmata emeletben a csökkentsósvízi környezet volt a domináns, melynek anyaga savanyú piroklasztikumokból tevődik össze. Felhalmozódásának gyors váltakozását az explóziós-effúziós riolitos működésnek köszönheti. A Szerencsi-dombvidék területén a vulkáni fácies az uralkodó az alsó-szarmatában. Az üledékes anyagforrásokból származó agyagos-aleuritos rétegsor 200-300 m-es lenne alaphelyzetében, de a közbetelepülő ártufa, hullott tufa, áthalmozott tufa, tufit betelepülések kb. 1000 m-esre duzzasztják, mely rétegek vastagsága és összetétele igen ingadozó.

Az alsó-szarmata alján kizárólag riolitos vulkáni eredetű törmelékanyag rakódott le a kb. 700 m vastagságú tortónai dácit ártufára. Az andezites vulkanizmus kihagyása az alsó-szarmata derekáig tart, majd a végére fellendül, valószínűleg a tortónaival azonos vagy párhuzamos hasadékok megnyílásával. A lávaközetek településében azonban néhány területen eltérés mutatkozik. Ilyen helyszínek a Tokaji-hegység északi, nyugati, és délkeleti része. Ennek magyarázata valószínűleg az andezit szubvulkáni benyomulása. Ez a magyarázat reális, mivel a tufás képződmény alatti benyomulási szintnél a kőzetek átjárhatósága megfelelő. Feküjük kellően tömör (felső-torton agyag vagy andezit), melyen áttörve, annak felületén már szét tudnak terülni, és így megemelik a 200 m-nél nem vastagabb alsó-szarmata tufaösszletet. Az andezitbenyomulás miatt a tufatakaró egyes részeken megemelkedik, és a kiemelkedő és megtöredezett részek gyorsan lepusztulnak. Az alsó-szarmata végén volt az andezitkiömlések egyik súlyponti időszaka. Csökkentsósvízi szedimentáció, hegységterület kiemelkedése és a környező üledékgyűjtők szárazföldibe vagy édesvízibe való átváltása jellemzi a területet az adott időszakban. Az andezitvulkánosság átnyúlt a szarmata magasabb szintjeibe is. A terület kiemelkedése a szarmata felső harmadában haladt tovább, és jelentős része szárazulattá vált. A területen található állóvizek ebben az időszakban elkezdene kiédesedni. A vulkáni működés folytatódását már csak a Tokaji-hegység nyugati peremén található riolittufák jelzik.

A Tokaji-hegység északi és nyugati része kizárólag andezitből áll. Erről teljesen le kellett pusztulnia a szubvulkáni benyomulások miatt megemelkedett alsó-szarmata tufának, s a felső-szarmata riolitvulkánok teljes felépítményének, ami minimum 300 m vastagságú. A pusztulás így jóval nagyobb mértékű, mint a vulkáni építmény növekedése.

Itt kell megemlítenem a terület legfontosabb szerkezeti elemét, a Hernád-vonalat. Ez nem ebben a korban alakult ki, de figyelemreméltó a vulkáni anyagszolgáltatás szempontjából. A Hernád-törés keleti oldalán ugyanis nem volt jelen aktív vulkáni tevékenység a felső-szarmatában, így a felemelkedés és lepusztulás is kisebb mértékű, mint a vonal nyugati oldalán. Ezért kevesebb vulkáni törmelékre számíthatunk itt. A hegység közvetlen előtere a felszínen-felszínközeli elhelyezkedő paleo-mezozóos alaphegység szilárdsága miatt nem szakadhatott be.

A felső-szarmata (**alsó-pannon** alemelet) egyik fő jellegzetessége még az erőteljes utóvulkáni működés. A hegység aláfűtöttsége számtalan, tektonikusan meghatározott törés, hasadék, repedés mentén létrejött hidrotermális feláramlásban mutatkozik meg. Ezek működésideje nem határozható meg. Ahol azonban gejzíreket táplált, ott az ezek mentén kialakult kovás üledékek az ősmaradványtartalmukkal felső-szarmatát jelöltek ki. Ezért ezt jelölték ki az utóvulkáni működés súlypontjának. A felső-pannon üledékképződés északról délre fokozatosan változott át folyóvízi kavicsformációból taviba. Az így létrejött Pannon-tó (tenger) sekély mélységű volt, benne pannon üledékek halmozódtak fel. A sekélytengeri szedimentáció miatt nyugodt ülepedésű, egymással párhuzamosan lerakódott agyag-, homokrétegek helyezkednek el. A kiemelkedő vulkáni vonulatot ez nem érte el, így kisebb foltjai a Hernádtól nyugatra is megjelentek. A pannon végén erőteljes kiemelkedés következett be, ennek során a hegységperemi pannóniai feltöltés teteje is letarolódott, majd rá alsó-pleisztocén folyóvízi kavicsösszlet rakódott le. Ez a levágott felszín a Tokaji-hegység magasabb térszínéhez csatlakozó magasabb lépcsőt alkot, amit hegylábi felszínnek nevezünk. Magába foglalja a Cserehát tetőszínét és a Szerencsi-dombvidéket is. A pannontól fiatalabb képződmények bemutatása szükségtelen a kutatásom szempontjából, mivel azok a rétegek a melegvízkutatás számára érdektelenek. [Boczán Béla et al, 1966]

A vizsgált területen elsődlegesen a miocén rétegek adnak okot a részletesebb feltárásokra, ezeken belül is a szarmata emelet kiemelt fontosságú. A több száz méter vastag vulkáni törmelékösszlet, kellő mélységben helyezkedik el, hogy langyosvíznyerés szempontjából kiemelt fontosságú legyen. A vizsgált területen Zelenka Tibor végzett kutatásokat a Szerencsi-öböl tufaszintjeiről és fácieseiről, s jelentette meg eredményeit 1964-ben. Cikke rendkívül

részletesen mutatja be az egyes vulkáni aktivitások tufaszórásait, illetve azok egyéb anyagain. A makroszkópos és mikroszkópos vizsgálatok eredményei alapján öt fáciesekre bontott tufaszintet különíthetünk el, melyek 10-15 km-es távolságban is azonosíthatók:

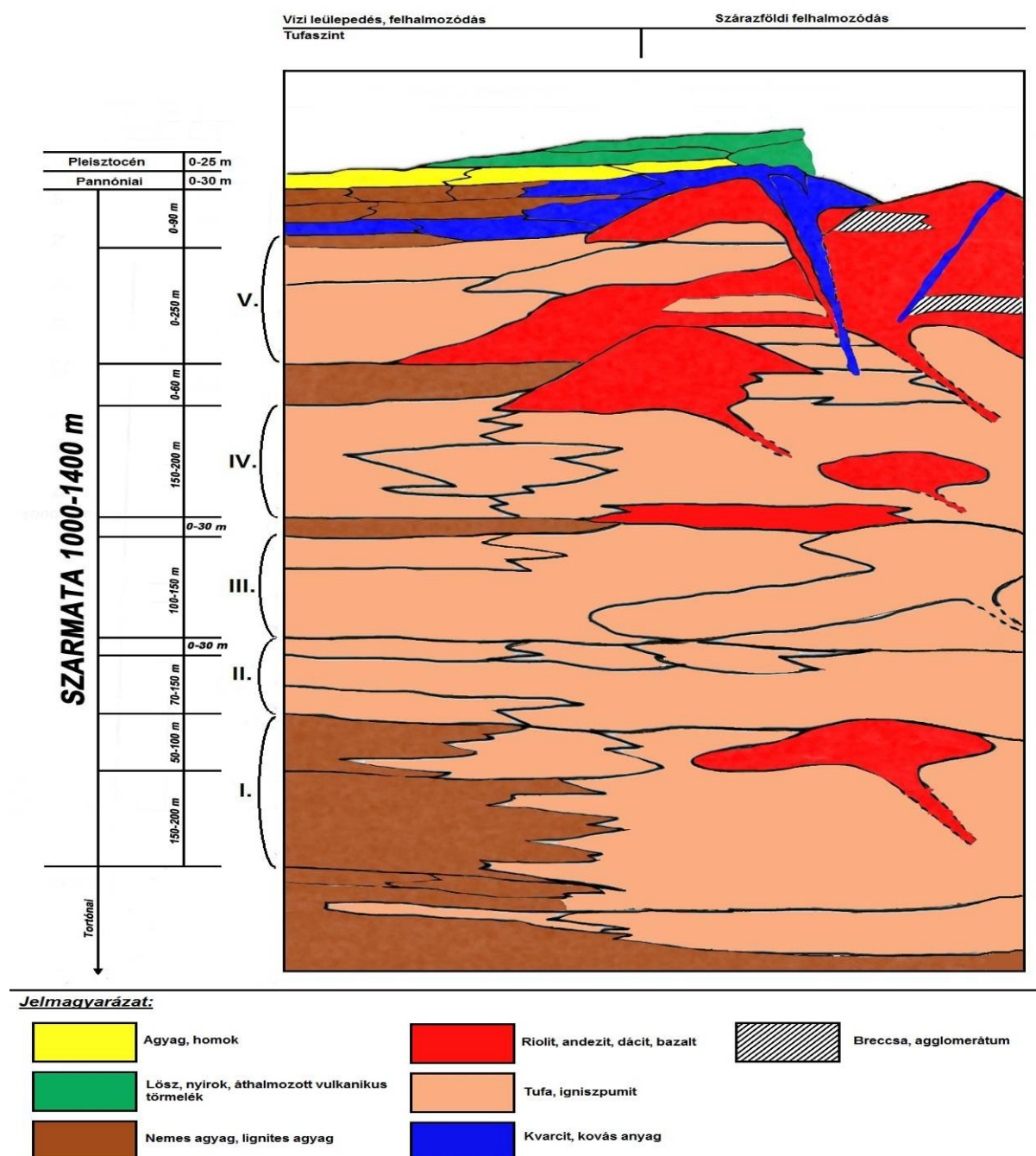
V.	Zárványos horzsaköves riolit-üvegtufa
IV.	Horzsakő riolit-üvegtufa
III.	Horzsakőlapillis zárványos riolit-üvegtufa
II.	Zeolitos riolit-üvegtufa
I.	Zárványos vegyes üvegtufa

A vizsgálatok és összehasonlító adatok alapján a területen vertikálisan és horizontálisan 5 nagy tufaszórás anyaga különböztethető meg. A fő típusok különböző szárazföldi és vízi fáciesei sok hasonlóságot és fokozatos átmenetet mutatnak.

A *Zelenka Tibor* által készített tufaszóródási szintek fejlődéstörténeti vázlatát némileg módosítottam *Szlabóczky Pál* szóbeli tanácsai szerint, miszerint az egyes képződményeket összevontam és egy színkóddal láttam el, így egyszerű és könnyen átlátható lett az egyes képződmények keletkezési sora. Ez a fejlődéstörténeti vázlat látható a 16. ábrán.

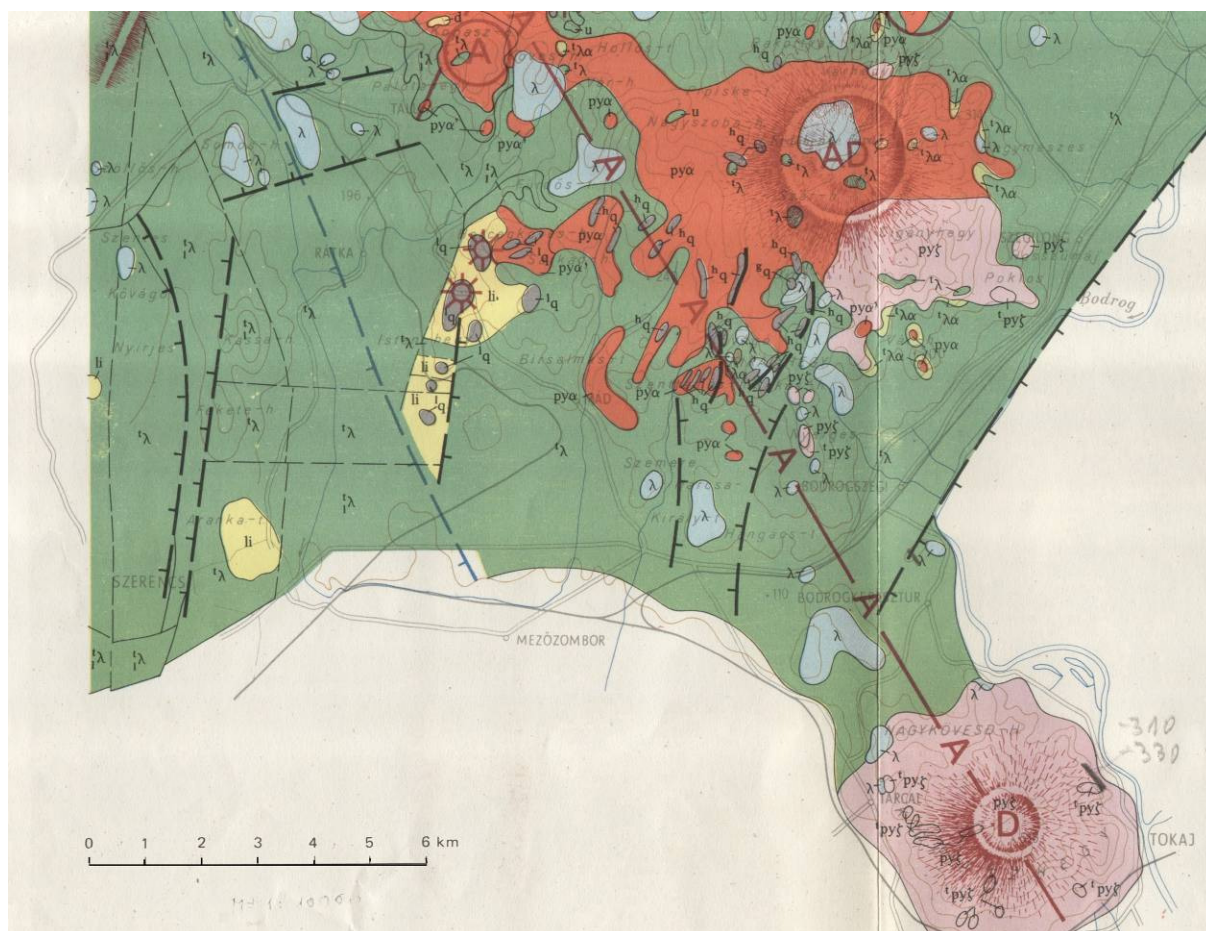
Zelenka Tibor a „Szerencsi-öböl”-t öt nagy fáciesekre bontott tufaszintet különböztetett meg. A szarmata emelet tufaszintjeinél fokozatos savanyodási tendenciát figyelhetünk meg. Az SiO_2 és K_2O tartalom alulról felfelé nő, míg az Al_2O_3 tartalom csökken. Az összetétel tekintetében az I. jelentősen eltér az összes többitől kémiailag és ásványaiban is. A II., a IV. szinttel, a III. viszont az V. tufaszinttel nagy hasonlóságot mutat. A langyos- illetve melegvízkutatás szempontjából az egyik fő kutatási célunk a területen található felszín alatt megrekedt magma felkutatása komplex geofizikai módszerek segítségével. Ezek felületén ugyanis a felszín alatti víz könnyebben fel tud áramlani, illetve a hőpotenciálját át is adja a víznek, így az felmelegszik. A 16. ábra alapján az I., IV, és az V. tufaszintek képződése során alakultak ki riolit, dácit, andezit, illetve vegyes lakkolitok. Ezeket az ábra vörös színnel jelzi. A másik fontos képződmény, mely a kutatásunk központjába kerül, a hidrotermális folyamatok során képződött kvarcitok, illetve kovás kőzetek. Olvashattuk, hogy a II., és a III. tufaszint ugyan rendelkezik enyhe hidrotermális képződményekkel, de ez nem elegendő a további kutatásokhoz. Az intenzív hidrotermális működés az V. tufaszintben jelentkezik, ahol a feláramló melegvíz hatására erőteljes hidrokvarcitos és kovás kiválások jöttek létre, majd a

felszínen limnokvarcitos padokat alkottak. A kvarcitos és kovás termékek a 16. ábrán kék színnel vannak jelölve. Az V. tufaszint a befejező vulkanizmus végterméke. A 78-80% SiO₂ tartalmú kőzet igen savanyú magmamaradékból keletkezett. A nagy kovasav tartalmú kőzetek, továbbá a magas hőmérséklet az oka a heves hidrotermális folyamatok kialakulásának, és a kvarcitos és kovás csatornák létrejöttének. Ezek a melegvizes feláramlások alkotják a gerincét a Szerencs környéki melegvízkutatásunknak. [Zelenka Tibor, 1964]



16. ábra: A szerencsi öböl fejlődéstörténeti egyszerűsített vázlata (Zelenka Tibor: A "Szerencsi-öböl" szarmata tufaszintjei és fáciesei cikkéből a szerző által átszerkesztve)

Az egyes miocén kori vulkáni képződmények elhelyezkedésének meghatározásához a leghasznosabb térképet Dr. Gyarmati Pál készítette 1972-ben a Tokaji hegység szerkezeti-vulkanotektonikai vázlata címmel. A térkép megjelöli az egyes vulkanoszediment összletek felszíni elhelyezkedését, az utóvulkáni kőzeteket, hidrotermális teléreket, szerkezeti vonalakat, ezen kívül kijelöli az egyes kitörési központokat, valamint a jelenleg is működő szubvulkáni testeket is. A Tokaji hegység szerkezeti-vulkanotektonikai vázlata c. térkép részlete a 17. ábrán látható.



17. ábra: A Tokaji hegység szerkezeti-vulkanotektonikai vázlata (Dr. Gyarmati Pál, 1972)

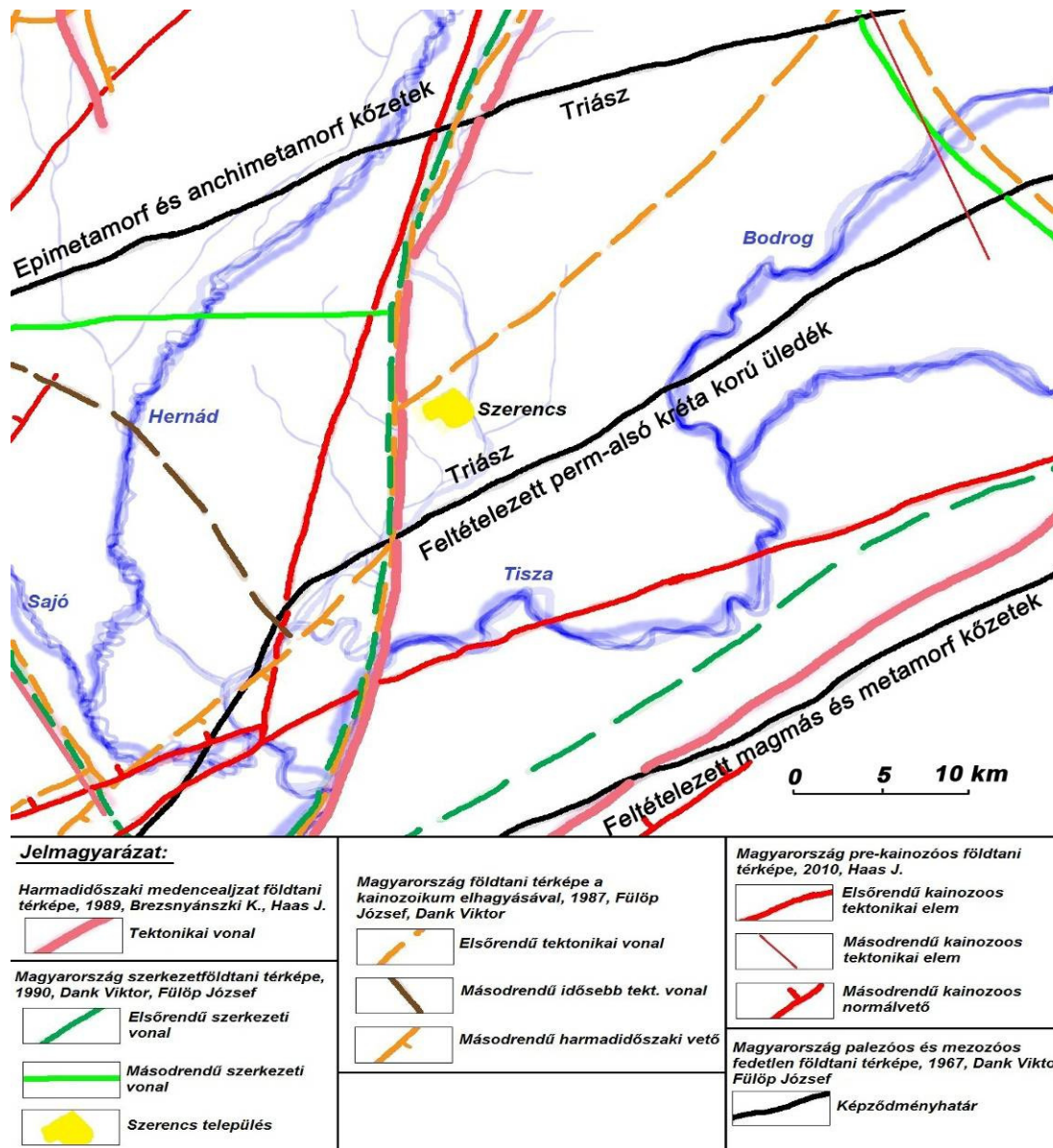
b.) Szerkezeti kép

Mivel Szerencs térsége olyan nagyszerkezeti vonalak közé esik, amelyek termálvíz feltárása szempontjából igen jelentősek, ezért először az ezekre vonatkozó térképi adatokat kellett összedolgozni.

A kutatásom során öt medencealjzat térképet használtam fel, melyek a vizsgált területen lévő vetőket, szerkezeti vonalakat és tektonikai vonalakat mutatják be. A feldolgozott térképek a következők:

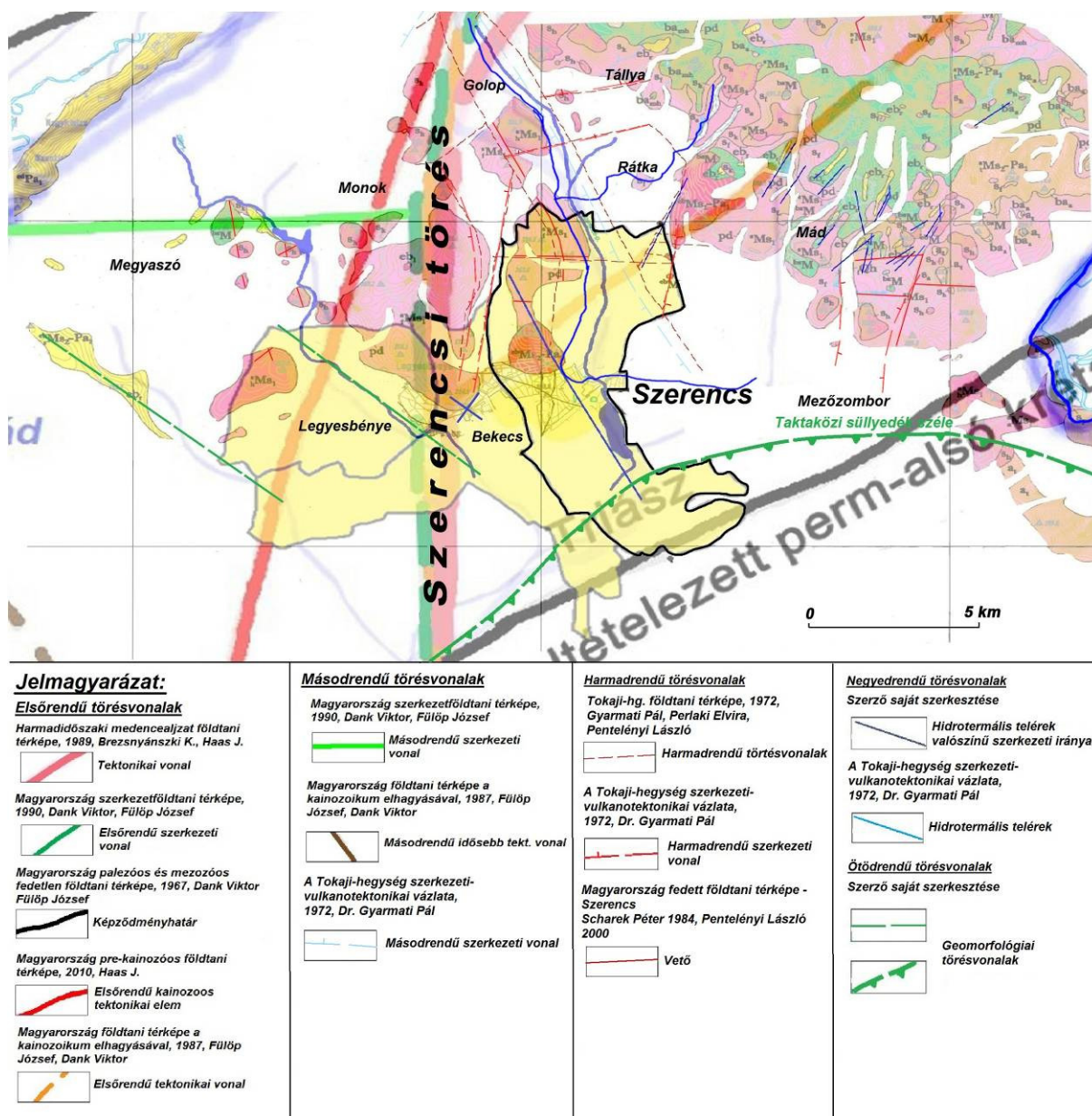
- 1.) Magyarország paleozóos és mezozóos fedetlen földtani térképe (Dank Viktor, Fülöp József, 1967)
- 2.) Magyarország földtani térképe a kainozoikum elhagyásával (Fülöp József, Dank Viktor, 1967)
- 3.) Harmadidőszaki medencealjzat földtani térképe (Brezsnyánszki, 1989)
- 4.) Magyarország szerkezetföldtani térképe (Dank Viktor, Fülöp József, 1990)
- 5.) Magyarország pre-kainozóos földtani térképe (Haas János, 2010)

Ezek összedolgozásával kaptam a 18. ábrát, mely jó kiindulási alapként szolgált a további vizsgálatokhoz.



18. ábra: Egyesített átnézetes medencealjzat földtani térkép (Szerző saját szerkesztése)

Az egymásramaszkolt medencealjzat térképek között láthatóak némi eltérések, ám figyelemreméltó, hogy 5 térkép szerkezeti vonalai közül 3 térképé szinte teljesen egymásra esik. Ezek nagy valószínűség szerint a Hernád vonalat akarják jelezni, mely a legfontosabb főszerkezeti vonal a vizsgált területen. Ezt másként Közép-Magyarországi főszerkezeti vonalnak is hívják.



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

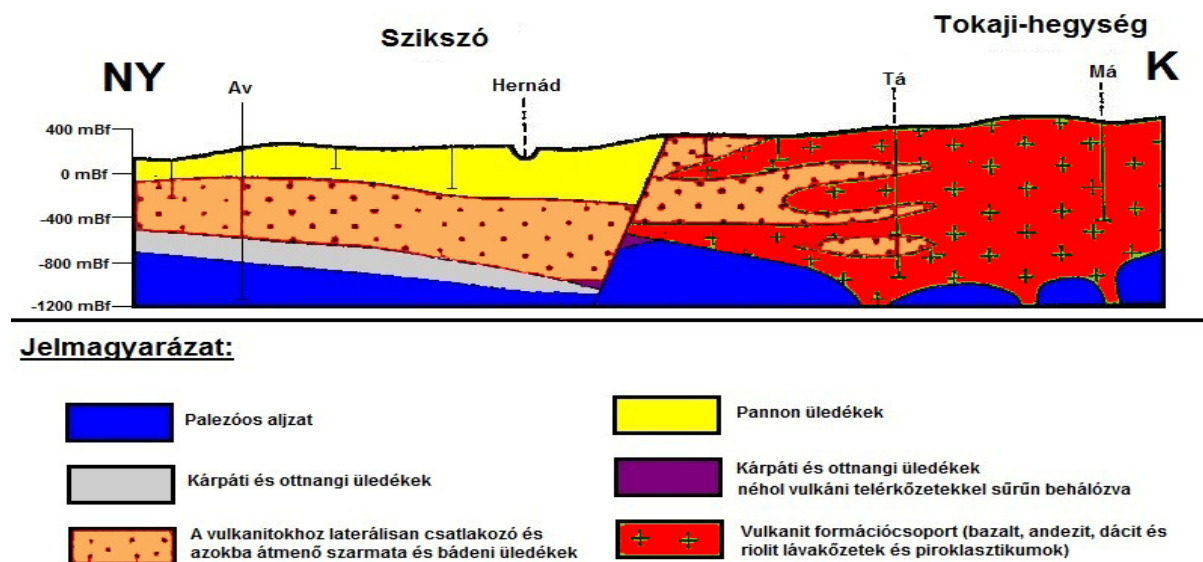
A 18. ábra egy továbbfejlesztett változatát láthatjuk a 19. ábrán, melyen a nagytektonikai vonalakon kívül a részletesebb szerkezeti képződmények is megtalálhatóak.

Megfigyelhető, hogy bár igen „zsúfolt”, de a vastag vonallal jelölt Szerencsi külterületi határon belül csak csekély számú vető és szerkezeti vonal halad át. A nagyobb terület

ábrázolása azonban szükséges lépés volt, mivel egy kívülről induló tektonikus, vagy szerkezeti vonal folytatódása a vizsgált területen belül is lehetséges. A szerkezeti vonalatok kívül a területen feltételezett hidrotermális telérek valószínű szerkezeti irányát is bejelöltem, mivel ezek igen fontosak a geotermikus energianyerés szempontjából.

Fontos szerkezeti vonal a térképen a Taktaköz geomorfológiai határát jelző szaggatott vonal, mely tektonikai törés mentén a pleisztocén végén, az óholocénban lesüllyedt. A süllyedések, illetőleg az ezekkel járó többszáz méteres vetődések derékba vágta a hegyvidéki folyók egész sorát: a mai Hernádot, Sajót, Egert, Zagyvát és még a Szerencsi patakot is és meghatározták a Tisza mai medrének fő irányát. Ez a süllyedék, illetve a Tisza lett a Cserhát, Mátra és Bükk felől DK-nek igyekvő folyók erózióbázisa. Mindezek a vízfolyások a síkságba, illetve az akkori megsüllyedt medencébe messzire benyúló törmeléklejtőket és kúpokat alakítottak ki. A Tarna, az Eger, a Sajó, a Hernád és a mai Bodrog ősei, valamint az ősi Tisza, rengeteg hordalékot szállítottak az alföldi süllyedékbe. [9]

A következő szelvényt (20. ábra) Jaskó Sándor: Az Északi-középhegység neotektonikája c. cikkéből vettem ki, de némileg módosítottam a jobb átláthatóság miatt.



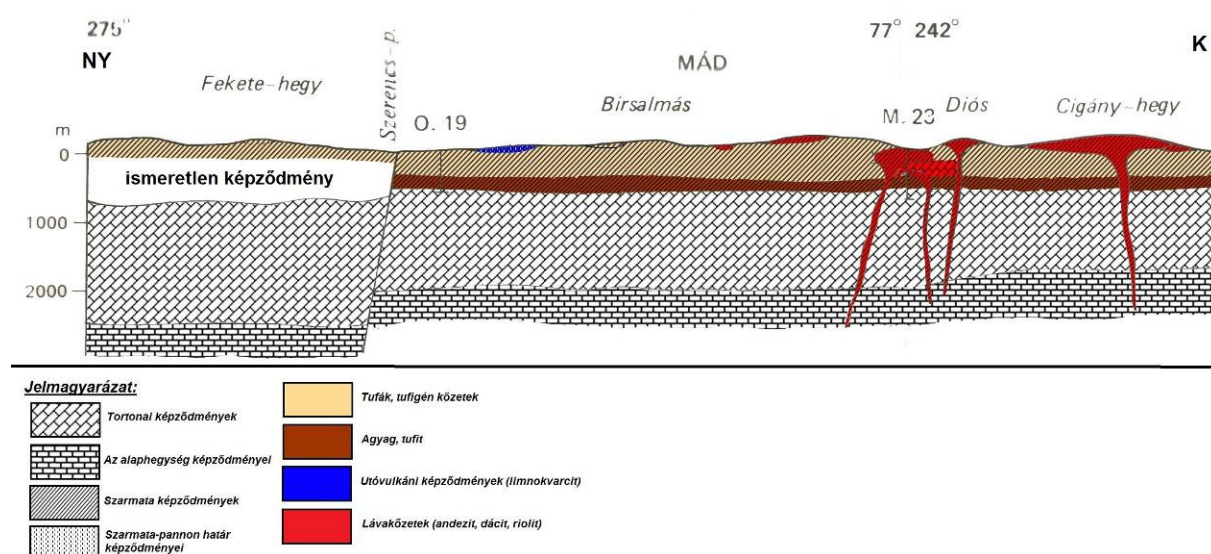
20. ábra: Földtani szelvény a Cserháton és a Tokaji-hegység déli részén keresztül a Tiszáig (részlet) (Jaskó Sándor: Az Északi-középhegység neotektonikája alapján a szerző által módosítva)

Ezen a szelvényen is látható, hogy a nagyszerkezeti vonaltól nyugatra lévő terület több száz métert süllyedt, s ennek következtében a szarmata és bádéni üledékek, valamint a területen

csekély mennyiségben jelenlévő kárpáti és ottnangi üledékek elnyíródtak. Az így keletkezett süllyedéket a területen található folyók feltöltötték pannon üledékükkel. Sajnos a szelvény nem kellőképp részletes felbontású, ugyanis a lávaközeteket és a piroklasztikumokat egynek számítja, holott a melegvíz kutatás szempontjából elsődleges fontosságú ezek elkülönítése.

Viszont azt jól ábrázolja, hogy a Hernád nagyszerkezeti vonal felszíni haladását, a felszíni földtani térképen valahol a pannon üledékek és a miocén üledékek találkozásánál kell keresnünk.

A 21. ábrán a Fekete-hegy – Cigány-hegy közti földtani szelvény látható, mely keresztezi a Szerencs-patak völgyét. Az eredeti szelvényt Dr. Gyarmati Pál készítette, de némileg módosítottam. A képződmények korát grafikus ábrákkal jelöltem, a képződmények anyagának pedig színkódot adtam meg. Az ábrán látható alaphegység pontos mélységi fekvését nem ismerjük, mindössze néhány fúrás alapján következtetünk rá. A Szerencs-pataktól keletre a tortónai és az alaphegységi képződmények több száz métert lezökkentek. Látható, hogy az Ond-19 számú fúrástól nem messze utóvulkáni képződmények vannak a felszínen. Ez a Dr. Gyarmati Pál által készített térképen is észlelhető. Megfigyelhetők a területen feltárt lávaközetek. A Diós- és a Cigány-hegy vagy szubvulkáni test, vagy kiömlési képződmény. A Mád-23 számú fúrás által harántolt piroxénandezit, tipikus esete a már korábban említett felszín alatt megrekedt magmás andezitközeteknek. Látható, hogy a fúrás keresztülhaladt egy tortónai dácitfelnyomuláson is. A dácit a riolitot követve, vagy azzal együtt áramlott át az agyagrétegen, és terült szét annak felszínén.



21. ábra: A Fekete-hegy – Cigány-hegy közti földtani szelvény (Dr. Gyarmati Pál, 1972 ábrája alapján a szerző által módosítva)

4. Eredmények kiértékelése

Az előzetes kutatások és az itt bemutatott eredmények alapján joggal feltételezhetjük, hogy Szerencs egy geotermikusan kedvezőtlen geológiai környezetben található. Ez a kedvezőtlen környezet az alábbiakban nyilvánul meg:

- A bizonyosan termálvizet szolgáltató ($> 45\text{ }^{\circ}\text{C}$) alaphegység mélysége ismeretlen, de annyi bizonyos, hogy rendkívül nagy mélységben fekszik, és földtani felépítéséről sincsenek adatainak. 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 a nagy mágnesességű vulkanikus képződmények a külterületen kívül, vagy igen nagy mélységben fekszenek. Ez azonban nem zárja ki egy kisebb lávaközettest jelenlétét!
- 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. [Dr. Miklós Gábor, 2003]

A külterületi határtól keletre, nyugatra vagy délre lennének a számunkra kedvezőbb földtani adottságokkal rendelkező területek. A kedvezőtlen helyzet ellenére van esélyünk langyos vagy melegvíz kinyerésére. A 19. ábrán bemutatott nagytektonikai törésvonalak harántirányú törései mentén hidrotermális feláramlásra számíthatunk. A hidrotermális vetők felszíni kibúvásait jól jelzik a kovás üledékek, limnokvarcitok, melyek lepelként fedték be a környék hegyeit, így védve meg az erodálódó hatásoktól.

A geotermikus mezők feltárása két módon történhet:

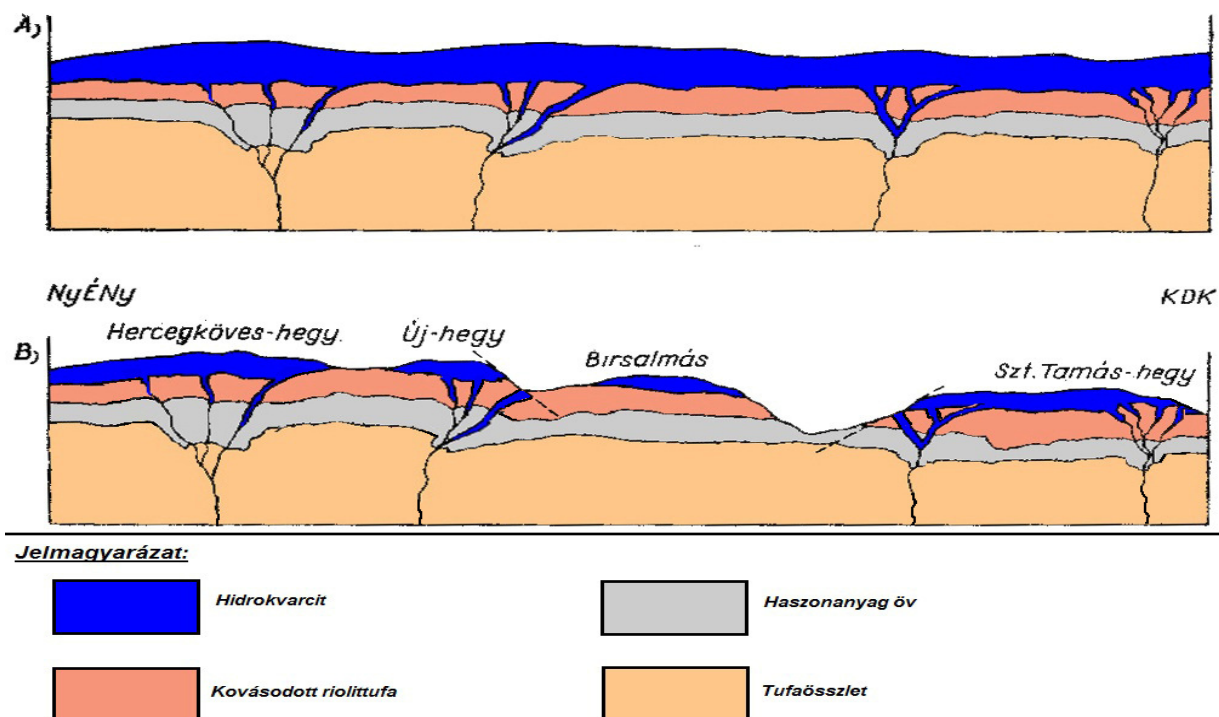
1. Egy ismert helyzetű hidrokvarcit mező folyamatosan süllyed dél felé a meleg zónába. Ennek a hidrokvarcit telérnek több pontja is ismert, melyek alapján kijelölhető a mélybe süllyedésének iránya. Szerencs külterületi határának déli végén a pannon rétegek kb. 180 m vastagságig kiszélesednek, s alattuk a miocén rétegek hasadékos üledékei fekszenek. A területen keresztülfutó Bodrog vonal meghosszabbítása (Taktaközi geomorfológiai határ) nagy mélységben metszi a hidrokvarcitos telért, s így valószínűleg jó vízvezető, langyos-, vagy melegvíz tároló képződményhez jutunk.

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 táblázata látható a 16. táblázatban. Ezen az alapon hosszabbítjuk meg a Fekete-hegy - Árpád-tető - Református templom hidrotermális vonalát a Csokoládégyári kútig, és tovább a mélység felé.

Kút neve	Jele	Nyugalmi vízszint [mBf]	Kifolyó hőm [fC]	Hozam [l/min]
Sütőüzem	K-43	99,8	20	270
Csokoládégyár-III	Cs-3	102	25	1500
Motel Fridez	K-60	100	24,8	1300

16. 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 telért folyamatosan feltételezzük Lengyel Endre: Földtani és közettani megfigyelések a Tokaji-hegységben cikke alapján. Több kiömlési központ található a területen, melyekből a kijutó mélységi kavasavas anyag szétterül a lejtőkön. Ezek alapján egyértelműnek tűnik a feltételezés, hogy csak ott maradtak meg önálló magaslatok, ahol a piroklasztikus tömegeket lávaárak, vagy kvarcittakaró, illetve kovás tufa védte meg az eróziós behatásoktól. Az eredeti kvarcittakarót a fiatalabb erózió már a legtöbb helyen megbontotta, s mára csak a csúcsokon vagy dombsorok tetején található meg a kvarcitfedők eredeti foszlánya. Ennek elvi sematikus rajza látható a 22. ábrán. [Lengyel Endre, 1959]



22. ábra: A Tokai-hegység kiömlési kvarcítpalástjának változása (Lengyel Endre: Földtani és közettani megfigyelések a Tokaji-hegységben cikke alapján a szerző által átszerkesztve)

2. 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. Ezen környékbeli törésvonalok ide extrapolálása mentén is számíthatunk meleg-, illetve langyosvíz jelenlétésre. Sajnálatos módon a Mezőzombori 302,8 m mélységű fúrásról nem áll rendelkezésünkre elegendő földtani és hidrogeológiai adat, egy részletesebb geotermikus vizsgálat elvégzéséhez.

A kijelölt területeken a továbbiakban geofizikai vizsgálatok szükségesek, melyekkel részletesebb képet kaphatunk a felszín alatti viszonyokról, és pontosabban lehatárolhatjuk a potenciális geotermikusan reménybeli területeket!

Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném megköszönni *Dr. Szűcs Péter* Intézeti Tanszékvezetőnek a segítségét a felkészülésem során, és hogy lehetővé tette, hogy ezzel a témával foglalkozzak. Köszönöm továbbá a Szerencsi Önkormányzat részéről *Kiss Attila* Alpolgármester Úrnak, hogy kérdésfeltételekkel, helyi hasznos információkkal, valamint anyagilag is segítette munkámat. Köszönöm mentoromnak *Szlabóczky Pálnak*, a több mint 30 órányi konzultáció során nyújtott értékes meglátásait, tanácsait.

Az ÉKÖVIZIG részéről köszönöm *Debnár Zsuzsannának*, valamint *Lainé-Timmer Ágnesnek*, akik a regionális kutatásomat nagyszámú és részletes adatokkal segítették. A Magyar Állami Földtani Intézet (MÁFI) részéről szeretnék külön köszönetet mondani *Pentelényi Antal* Országos Földtani Szakkönyvtár és kiadványszerkesztés tudományos munkatársnak, aki rendelkezésemre bocsájtotta a kutatásomhoz szükséges földtani térképeket. Az Eötvös Lóránd Geofizikai Intézet részéről szeretném megköszönni *Zsadányi Évának*, hogy munkájával és szakértelmével segítette a nagytérségi adatgyűjtésemet. Végül szeretném megköszönni a Geokomplex kft.-nak, hogy adatnyújtásával segítette kutatásomat.

Irodalomjegyzék

1. *Boczán Béla et al.*: Magyarázó Magyarország 200000-es földtani térképsorozatához (M-34-XXXIV) Sátoraljaújhely 125-173. old, Műszaki Kvk., 1966
2. *Dr. Hoffer András*: A szerencsi sziget földtani viszonyai, Tisia : a Debreceni Tisza István Tud. Társ. III. (Math.-Természettud.) Osztályának munkái, 1936. (1. évf.) 2. sz. 13-16, 234-237, 246-287. oldal
3. *Lengyel Endre*: Földtani és közettani megfigyelések a Tokaji-hegységben, Földtani közlöny, 1959. (89. évf.) 4. sz. 381-392. old.
4. *Dr. Miklós Gábor*: Langyosvízbeszerzési lehetőségek Szerencs térségében, Geokomplex kft., Miskolc, 2003
5. *Dr. Pincés Zoltán és Dr. Konecsny Károly*: Szerencs természetföldrajza, 2006
http://www.sulinet.hu/oroksegtar/data/telepulesek_ertekei/Szerencs/konyv/002_szerencs_termeszetfoldrajza.htm
6. *Székely András*: Vulkánmorfológia, ELTE Eötvös kiadó, 1997
7. *Szlabóczky Pál*: Magyarázó Borsod és környékének vízföldtani atlaszához, VÍZDOK, 1978
8. *Zelenka Tibor*: A "Szerencsi-öböl" szarmata tufaszintjei és fáciesei, Földtani közlöny, 1964. (94. évf.) 1. sz. 33-52. old.
9. <http://sajo.freeweb.hu/morfo.html> 2011.11.02.

Mellékletek

1. Alapadattáblázat
2. Beszerzett és elkészített térképek, szelvények és ábrák listája
3. A kutak fő hidrogeológiai jellemzői
4. A kutak számított geotermikus adatai

1. melléklet

Település	EOVY	EOVX	Helyi név	Létes.	TSZF [mBf]	Talp [m]	Vízadó típus	Térkép ábrája	Vizadat (v) vagy kifolyó víz (+)	Szűrő teteje [m]	Szűrő alja [m]	Szűrő [db]	Szűrőhossz [m]	Szűrőátmérő [mm]	Nyugalmi vízszint [m]
Abaujdecser	803027,12	335501,65	Adv-1	1984	159,16	1300,00	H	□	+	512,30	752,20	5	27,70	165,00	2,00
Abaujszántó	808436,00	327259,00	Strandfürdő kútja; B-4	1958	120,33	42,60			+	11,70	39,10	1	28,00		2,10
Bekecs	808030,00	314063,00	Vízmű 1. sz. kút (Honvéd u. 128. sz. telek mögött); B-3	1988	103,00	41,80	H	Δ		30,60	41,50	1	10,90	300,00	6,00
Bekecs	808197,00	314122,00	Vízmű 2. sz. kút (Honvéd utca); B-4	1987	104,82	61,70	H	Δ	+	37,30	60,30	4	21,40	315,00	5,70
Encs	803092,00	334163,00	B-12	1987	141,30	651,00	H	Δ	+	469,00	482,70	3	13,60	178,00	5,50
Gesztesy	794180,00	308833,00	Hernádnémeti Tsz. sertéstelep Tsz kút, K-20	1971	133,00	247,00	H	Δ	v	175,00	206,00	1	9,00		-17,40
Gönc	813200,00	350800,00	Gönc 1/a; K-4	1982	153,78	906,50	H	Δ	+	760,40	868,50	2	13,90	127,00	10,31
Hernádnémeti	800449,00	307800,00	Új-Siska-tanya, K-8	1969	149,00	250,00	P		v	205,00	217,00	1	12,00		-25,10
Mád	817500,00	319300,00	290. jelű kutatófúrás Bomboly-völgy	1982	152,42	100,00	H	Δ	+	16,00	94,00	4	60,00	175,00	3,40
Mád	818951,17	320527,25	Mb-23	1961	299,45	712,00		Δ							
Mád	817500,00	319300,00	Szilvásvölgy; Mád-66	1962	152,00	105,30	H	Δ	+	14,00	76,00	2	15,50	102	6,10
Megyaszó	798733,00	319103,00	Vízmű 1. kút (B-8)	1970	160,85	400,00	H	○	v	217,00	349,20	5	50,00	160,00	-24,80
Megyaszó	799676,00	320059,00	Vízmű 2. kút	1984	203,41	360,70	PH	Δ	v	97,00	354,00	6	52,00		-69,25
Mezőzombor	815900,00	317400,00	Mezőzombor-1	1960	120,60	302,80	H	Δ							
Nyíregyháza	851291,64	292392,51	Nyl-1	1954	111,83	2579,00	P	Δ	v	669,00	705,00	3	11,00		-4,00
Nyíregyháza	850200,00	293100,00	Jósa András Megyei Kórház 1-es hévízkút	1970	110,87	902,00	P		v	676,00	866,90	4	50,00		-5,30
Nyíregyháza	850000,00	299300,00	Sóstógyógyfürdő 1-es hévízkút	1958	102,24	998,00	P		+	715,00	902,50	4	46,80		11,00
Nyíregyháza	850200,00	298600,00	Sóstógyógyfürdő 2-es hévízkút	1958	101,54	800,00	P		+	710,00	739,00	2	23,00		9,80
Nyíregyháza	849400,00	299300,00	Sóstógyógyfürdő 4-es hévízkút	1968	101,46	904,00	P	○	+	680,40	890,00	6	43,40		2,00
Nyíregyháza	849765,00	299250,00	Sóstógyógyfürdő 5-ös hévízkút	1991	104,19	752,80			v	708,00	739,00	1	31,00		-14,80
Nyíregyháza	850220,00	293210,00	Jósa András Megyei Kórház 2-es hévízkút termál	1990	110,38	900,00	P	○	v	705,00	873,00	3	56,00		-17,00
Nyíregyháza	848700,00	293300,00	Júlia Fürdő hévízkút	1964	106,76	899,40	P	○	v	663,00	892,50	6	63,00		-1,10
Nyíregyháza	848900,00	295600,00	Nyíregyházi Főiskola Hévízkút	1966	106,26	900,00	P	○	v	607,00	742,00	3	41,00		-9,90
Nyíregyháza	850000,00	299300,00	Sóstógyógyfürdő 3-as hévízkút	1961	101,66	601,00	P		+	490,20	575,00	3	22,40		4,40
Nyíregyháza	848200,00	293000,00	ULT. Magyarország Kft. hévízkút	1958	111,14	551,00	P		v	477,40	490,00	2	10,60		-12,30
Nyíregyháza	850200,00	293200,00	Jósa András Megyei Kórház I/a hidegvizes kút	1974	110,48	234,00	P	○	v	221,00	225,60	1	4,60		-22,80
Nyíregyháza	848400,00	293600,00	EKO Kft. Konzervüzem 1-es mf. kút	1961	107,56	224,40			v	182,83	191,40	1	8,60		-10,40
Nyíregyháza	848248,00	292947,00	Dohánybeváltó és Fermentáló Vállalat IV. számú kútja, B-257	1958	111,13	551,00	P	○	v	480,00	505,20	1	25,20		-12,50
Olaszlizska			Olaszlizska-58	1987		205,00	H	Δ	v	93,80	103,80	1	10,00	165	-2,50
Önd			Önd-19		107,40	551,70		Δ							
Polgár	804400,00	284100,00	Strand hévízkút (B-88)	1973	90,96	1190,00			v	550,00	945,00	8	54,70		-8,00
Prügy	813499,62	306536,74	Kultúrház udvarán (B-10)	1966	97,02	300,00	P	○	+	170,00	298,00	3	124,60	203,00	2,80
Prügy	813637,00	306095,00	Vízmű 2. kút (Petőfi u.) (B-13)	1986	96,62	353,00	P	○	v	307,60	315,00	1	7,40	160,00	-7,94
Prügy	813471,00	306559,00	Vízmű 1/a. kút (B-14)	1990	96,99	214,00	P	○	v	179,80	202,00	2	12,70	165,00	-2,40
Sajóhidvég, Köröm	794500,00	296380,00	S-3	1953	102,84	1880,80	M	□	+	723,00	1880,00	2	29,86	114,30	9,60
Sárospatak	838591,00	330032,00	"Kossuth" MgTsz tanya, K-116	1968	97,56	250,00	P	Δ	v	182,40	208,00	1	25,40		-3,70
Sárospatak	836745,00	333930,00	B-111	1964	117,31	200,00	H	Δ	v	140,00	200,00	1	60,00		-23,00
Sárospatak	837007,22	336425,58	K-104	1960	141,84	287,00	HM	□	v	230,00	247,00	1	17,00		-14,10
Sárospatak	837900,00	334900,00	Végardó fürdő 3. kút	1972	106,98	289,70	H	□	v	249,60	287,10	1	37,50		-2,10
Sárospatak	838200,00	334745,00	Végardó fürdő 1. kút	1960	98,00	330,00	H	□	+						20,00
Sárospatak	838775,00	334815,00	Végardó fürdő 2. kút	1968	106,00	328,00	H	□	+	283,40	321,60	1	38,20		5,60
Sárospatak	838078,22	334604,33	Végardó Strandfürdő 4. kút, K-130	1985	97,67	344,00	H	□	+	273,20	335,00	2	41,25		5,10
Sárospatak	836616,00	333959,00	Malom 2. kút	1980	117,60	180,00	H	Δ	v	140,50	159,50	2	14,00		-20,00
Sátoraljaújhely	843664,71	340903,06	Sátoraljaújhely-8			986,60	M	□		758,00	773,00				
Szerencs	809572,00	314094,00	MOTEL FRIDEZ kútja (K-60)	1996	105,91	280,00	H	Δ	v	180,00	204,00	1	24,00	140,00	-5,90
Szerencs			Hódos-tanya	1930		130,00			+						7,80
Szerencs	811559,00	315764,00	Sütőüzem kútja (K-43)	1966	98,81	222,00	H	Δ	+	195,00	215,00	1	20,00	165	1,00
Szerencs	810994,00	314923,00	Csokoládégyár (Cs-3 jelű kút a tűzoltó szerház mellett)	1968	99,40	202,00	H	Δ	+	180,30	198,00	1	17,70	87	0,75
Szerencs	810191,00	315411,00	Szerencsi Vízmű kútja (B-55)	1974	100,59	29,00	PH	Δ	+	13,10	22,00	1	8,90	160	0,50
Szerencs	810257,00	315513,00	EMÁSZ (B-10)	-	-	67,00		Δ	v						-15,00
Szerencs	810436,00	314674,00	Bocskay út 7-9 (B-23)	1937	-	70,00									
Szerencs	811220,00	314909,00	MAV állomás kútja (B-29)	1941	95,80	200,50		Δ	+	198,00	200,50	1	2,50	335	9,00
Szerencs			Szabolcs-tanácssház (B-5)	1965	104,90	279,00		Δ	v	212,00	257,00	3			-3,40
Szerencs	811295,67	315860,31	Termál (K-53)	1970	98,50	696,00	H	Δ	v						-4,10
Szerencs			Szerencsi Autószerelv (K-54)	1974	103,43	120,00	P	Δ	v	35,00	63,00	2	10,00		-6,40
Szikszó	790290,72	318475,51	Uzsoda 1. számú hidegvizes kútja; K-20	2000	117,36	262,00	P	○	+	192,50	254,20	3	11,80		5,60
Szikszó	779200,00	318530,61	I. jelű termálkút; K-21	2000	117,59	1260,00	P	Δ	+	464,65	541,47	3	17,13	114,30	2,50
Taktaszada	808554	310045	B-7	1970	96,39	340,00	H	Δ	+						2,00
Tálya	811812,08	324194,15	Tálya-15	1962	223,03	1200,00	H	Δ		990,00	1050,00	1	60,00	120,00	
Tiszadob	805776,81	298017,19	Miskolci Reg.V. Tiszadobi vb.500/1figy.kút	1982	93,59	327,20	P		+	302,50	321,70	1	19,20		5,28
Tiszadob	808303,00	299148,00	B-56	1970	100,25	251,00	P	○	v	184,00	215,00	3	10,40		-7,90
Tiszadob	805797,10	298071,27	K-79	1982	93,37	500,00	P	○	+	302,50	322,00	2	15,00		5,28
Tiszalök	818340,00	300296,00	Erőmű és lakótelep II. számú kútja, K-34	1955		291,20			v	179,00	198,00	1	19,00		-6,70
Tiszalúc	802418,00	301947,00	Petőfi MGTSZ III. telep kútja	1974	98,84	91,40	P		v	58,00	68,00	2	8,10		-3,20
Tiszapalkonya	799970,41	282328,68	Tiszapalkonya-1/c	1985	91,34	610,00	P	○	v	538,00	597,00	1	59,00		-1,48
Tiszapalkonya	799985,70	282333,40	Tiszapalkonya-1 (K-25)	1985	91,72	1987,80	P	○	v	1582,00	1590,50	1	8,90	93,00	-12,31
Tiszajúváros	799664,83	289459,79	T-4. jelű termálkút	2000	94,59	1261,00	P	○	v	1137,20	1251,50	4	54,10		-15,90
Tiszajúváros	799824,44	289693,53	T-1. jelű termálkút	1976	94,15	1175,60	P		+	921,00	1158,00	7	66,50		17,00
Tiszajúváros	799632,76	289389,15	T-2. jelű termálkút (2. sz. kút-hévízkút)	1998	94,24	658,00	P		+	491,80	641,40	3	24,00		2,00
Tiszajúváros	801524,18	287745,00	Tisza II. Hőerőmű II/K8 figyelőkút	1997	95,98	9,00	P		v	2,50	8,50	1	6,00		-6,74
Tiszajúváros	799642,97	289423,94	T-3. jelű kút (3. sz. kút)	1998	93,81	302,00	P		v	259,10	279,10	4	11,20		-7,60
Tiszavasvári	821650,00	293034,00	Fürdő II.hévízkút	2006	93,60	796,00			+	679,26	786,00	2	28,42		2,50
Tiszavasvári	822991,31	291361,36	"Munka" MgTsz hévíz feltárási fúrása, K-78	1969	94,34	1200,00	P	○	+	1018,00	1051,00	3	18,00		19,00
Vajdacska			K-2	1966	97,35	224,50	H	Δ	v	74,00	89,00	1	15,00		

Üzemi vízszint [m]	Hozam [l/min]	Kifolyó vízhőmérséklet [°C]	Talphőmérséklet [°C]	Vízadó réteg	Vízadó réteg mélységköze [m]	Megjegyzés
-27,20	170,00	42,00	92,00	miocén kavicsos homok	512,3-517,2; 541-549,2; 562,6-566,4; 645,4-652,6; 748,5-752,1	Van termoszelvény. Transzmisszivitása: 7,37-8,1 m2/nap
-10,70	700,00	22,00		na	11,7-39,1	srland+ivóvíz ellátás
-5,10	1560,00	21,00		miocén riolittufa	30,6-41,5	A kút helye becsült.
-17,00	3150,00	21,00	22,00	miocén hidrokvarcit, kovás riolittufa	37,3-42,6; 43,1-48; 48,5-54,3; 54,9-60,3	
-38,20	300,00	37,20	54,00	miocén homok	422,1-427,35; 431,9-437,15; 475,6-479	Encstől ÉNY-ra. Geotermikus gradens: 14,81 m/°C
-27,10	180,00	22,00		miocén (szarmata) tufás homok	175-206,6	A kutat tűzvíz ellátásra használják.
-24,90	200,00	35,00	59,50	bádeni homok	760,4-766,8; 861-868,5	Permeabilitás: 0,217*10 ⁻⁴ (-12) m2; Geotermikus gradiense: 18,18 m/°C
-42,20	320,00	22,00		felső pannon homok	206-217,8	
-0,92	200,00	20,00		felső szarmata homokkő, riolittufa, hidrokvarcit szarmata andezit, andezittufa	17,0-23,2; 60,0-66,5; 69,5-79,7; 84,5-89,3	
0,60	430,00	20,50			11,7-19,3; 69,3-77,2	
-42,50	305,00	23,00		szarmata riolittufa	220-351,6	
-76,00	160,00	22,00		pannon homok, szarmata riolittufa	40-180; 180-355,1	
				szarmata riolittufa, tufit		Vizadótalp/nyugalmi vízszint: 37,9/-3,6; 143,7/0
	300,00	44,00			669-672; 690-693; 700-705	
-16,03	560,00	50,00				
-26,50	740,00	50,00				
-25,80	1040,00	50,00				
-22,70	1332,00	50,00				
-61,90	740,00	49,20				
-35,50	1050,00	48,00				
-18,30	774,00	48,00				
-18,70	1000,00	48,00				
-19,20	720,00	38,00				
-38,50	450,00	35,00				
-38,90	530,00	21,00				
-34,50	260,00	20,00				
-38,50	450,00	35,00		pannon-homok	480-505,2	
-15,50	650,00	24,00		Bontott repedezett andezit		
						Vizadótalp/nyugalmi vízszint: 47,2/-4,1; 187,7/-0,2; 333,9/-9,8; 529,8/-9
-19,30	1620,00	42,00				
-12,60	550,00	27,00	35,00	Pleisztocén homok	170-178; 179,4-198; 200-298	
-51,60	660,00	26,00		felső pannon homok	308-327,5	
-16,00	630,00	25,00		felső pannon homok	180-188,5; 198-202	B-10 kút újrafúrása
-4,20	690,00	90,00	108,00	miocén tufa és triász mészkő	723-730; 1857,14-1880	
		21,00		miocén homok	182,4-208	
		21,00		riolittufa	140-200	
-14,40	700,00	47,00		triász mészkő	230-247	
-3,60	900,00	49,00		miocén repedezett riolittufa	249,6-290,2	üzeng: 23.181/92. A kút helye becsült. Vízkivétel a riolittufából történik. A meleg karsztból történő vízkivétel kérdéses.
	850,00	48,00		szarmata riolittufa	130,0-330,0 m között nyitott szakasz	Eltömedékelve. A kút helye becsült.
-1,70	1250,00	48,00		na	na	Eltömedékelve. A kút helye becsült.
0,46	1960,00	45,00		miocén repedezett riolittufa	289,0-304,0, 214,0-331,0	üzeng: 23.057-3/87. Vízkivétel a riolittufából történik. A meleg karsztból történő vízkivétel kérdéses.maj.1-szept.30-ig van víz
-90,00	61,00	21,00		miocén riolittufa	133-160	
120,00	54,00			triász vagy júra mészkőrög		A beszűrözött szakaszon 41 °C-os a beáramló víz.
-33,00	1300,00	24,80	31,00	micoén hidrokvarcit, tufa	184-204	kTheiss=3,6*10 ⁻⁴ m/s; kDupuit=5,8*10 ⁻³ m/s
		20,00	33,00		104-	Van termoszelvény.
-37,00	270,00	20,00	25	miocén tufás homok	193,4-220	A kút helye becsült.
-5,30	1500,00	25,00	28	szarmata tufa, riolittufa, kvarcitos összetlet		Van termoszelvénye. A kút helye becsült. kDupuit=1,5*10 ⁻⁴ m/s, kTheiss=8,4*10 ⁻⁵ m/s
-9,00	2240,00	17,50		kőzettörmelék, repedezett limnokvarcit		
-	50,00	20,00				
-	25,00	22,00				
2,00	40,00	22,00			198-200,5	
-17,60	880,00	24,00				212 m-ben 27 fok
-63,40	20,00		32,00	szarmata-torton márga, riolittufa		Cementezés: 0-399,4 m
	90,00	15,00		kvarter-pannon homok	35-63	
-67,70	330,00	20,80		pleisztocén homok	192,5-195,2; 212,4-215,5; 248,2-254,2	
-148,00	114,00	41,00		pannon homok	464,65-468,37; 513,74-519,87; 534,19-541,47	kémiai összetétel vizsgálat is van
		31,00				riolittufa
	16,48		96,00	Repedezett torton dácit láva	876,8-1200	
-18,00	395,00	27,00		pleisztocén homok, agyag	304,0-322,0	
-20,20	500,00	24,00		pleisztocén homok	184-189; 190-191,4; 211-215	
-13,60	310,00	27,00		pleisztocén homok	304-309; 312-322	
-37,80	600,00	21,00			179-198	
-30,50	145,00	23,00		pleisztocén homok, murvás homok	57,4-60,3; 62,2-68,7	
-29,60	700,00	19,00	38,00	Felső-pannon homok		
		19,00	126,00	pannon agyagos aleurit	1582-1590,5	Cementezés: 0-1652,5 m
-48,50	1000,00	64,00		felső pannon homok	1137,2-1168,7; 1189,6-1251,6	
-13,60	1200,00	62,00		felső pannon homok, kavicsos homok	919-927; 947-949; 992,2-1160	Nem üzemel.
-31,00	450,00	35,00		felső pannon homok	492-502,2; 587,8-593; 633-641,4	
		21,00		quarter agyagos kőzetliszt, kőzetlisztes agyag	1,5-4; 4-5,5	Eltömedékelésére engedély H-4473-35/2002.
-29,70	500,00	20,70		felső pannon homok	259,8-261,7; 263,8-265,6; 268,5-279,4	Az üzemeltetési engedélyben nincs leköött vízmennyiség a kútra vonatkozóan. A locsolóhálózat vízigényét biztosítja.
-21,60	900,00	46,00				
-49,00	1140,00	67,00	88,00	pleisztocén homok	1018-1025; 1035-1039; 1044-1051	
-29,00	70,00	40,00	42	Miocén andezit		Kifolyó vízhőmérséklet a mélyfúrási alapadatok szerint: 18 fok

2. melléklet

I. Térképek, ábrák

A. Országos átnézetes térképek

- 1. Harmadidőszaki medencealjat földtani térképe (M=1:1500000)**
Szerkesztette: K. Brezsnýánszky, J. Haas 1989
- 2. Magyarország gravitációs Bouguer-anomália térképe (M=1:500000)**
Szerkesztette: Kiss János 2005
- 3. Magyarország gravitációs mágneses anomália térképe (M=1:500000)**
Szerkesztette: Kiss János 2006
- 4. Magyarország földtani térképe a kainozoikum elhagyásával (M=1:500000)**
Szerkesztette: Fülöp József, Dank Viktor 1987
- 5. Magyarország paleozóos és mezozóos fedetlen földtani térképe (M=1:500000)**
Szerkesztette: Dank Viktor, Fülöp József 1967
- 6. Magyarország pre-kainozóos földtani térképe (M=1:500000)**
Szerkesztette: Haas János 2010
- 7. Magyarország szerkezetföldtani térképe (M=1:500000)**
Szerkesztette: Dank Viktor, Fülöp József 1990
- 8. Magyarország kainozóos képződményeinek alulnézeti térképe (M=1:500000)**
Szerkesztette: Tanács János és Rálich Lászlóné 1990
- 9. Magyarország alsópannóniai képződményeinek talpmélység térképe (M=1:500000)**
Szerkesztette: Csíky G., Erdélyi Á., Jámber Á., Kárpáti Radó D., Körössi L. 1987
- 10. Magyarország alsópannóniai képződményeinek vastagsági és kifejlődési térképe (M=1:500000)**
Szerkesztette: Csíky G., Erdélyi Á., Jámber Á., Kárpáti Radó D., Körössi L. 1986
- 11. Magyarország felsőpannóniai képződményeinek talpmélység térképe (M=1:500000)**
Szerkesztette: Csíky G., Erdélyi Á., Jámber Á., Kárpáti Radó D., Körössi L. 1987
- 12. Magyarország felsőpannóniai képződményeinek vastagsági és kifejlődési térképe (M=1:500000)**
Szerkesztette: Csíky G., Erdélyi Á., Jámber Á., Kárpáti Radó D., Körössi L.
- 13. Magyarország vízföldtani prognózistérképe (M=1:500000)**
Szerkesztette: Siposs Zoltán 1989
- 14. Magyarország reziduális gravitációs anomália térképe (M=1:500000)**
Szerkesztette: Szabó Z., Sárhídi A. 1989

B. Egyéb térképek

- 15. Magyarország földtani térképe-Szerencs (M=1:100000),**
Szerkesztette: Scharak Péter 1984, Pentelényi László 2000
- 16. Szerencs körzetének felszíni földtani térképe a negyedidőszaki rétegek elhagyásával**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 17. Magyarország földtani térképe – Debrecen (M=1:200000)**
Szerkesztette: Rónai András és Moldvay Lóránt 1962
- 18. Magyarország földtani térképe – Sátoraljaújhely (M=1:200000)**
Szerkesztette: Pantó G., Ilkeyné Perlaki E., Gyarmati P., Moldvay L., és Franyó F. 1964-65
- 19. A Kárpát-medence miocén ősföldrajzi és fáciestérképei**
Szerkesztette: Hámor Géza 1997
- 20. A Kárpát-Pannon térség nagyszerkezeti térképei**
Szerkesztette: Csontos László és Vörös Attila
- 21. A Tokaji-hegység szerkezeti-vulkanotektonikai vázlata (M=1:10000)**
Szerkesztette: Dr. Gyarmati Pál 1972
- 22. A Tokaj-Zempléni hegység vázlatos földtani felépítése**
Szerkesztette: Lexa et al. 2000
- 23. Fúróponttérképek**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 24. Áttekintő térkép – szelvények**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 25. Egyesített átnézetes medencealjzat földtani térkép (5 db medencealjzati térkép összemaskolva)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 26. Magyarország 100000-es geofizikai térképsorozata – földi statikus mágneses tér – Miskolc, Nyíregyháza, Encs, Sátoraljaújhely**
Szerkesztette: Kiss János 2004
- 27. Magyarország 100000-es geofizikai térképsorozata – gravitációs Bouguer-anomália térkép – Miskolc, Nyíregyháza, Encs, Sátoraljaújhely, Polgár, Hajdúböszörmény**
Szerkesztette: Kiss János 2001, 2004
- 28. Magyarország 100000-es geofizikai térképsorozata – légi statikus mágneses tér – Miskolc, Nyíregyháza, Encs, Sátoraljaújhely, Polgár, Hajdúböszörmény**
Szerkesztette: Kiss János
- 29. Grafikus Bouguer-anomália térkép**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 30. Reziduális gravitációs anomália térkép és ELGI Bouguer-anomália térképek összemaskolása**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 31. Magyarország gravitációs Bouguer-anomália térképe a nagy sűrűségű izovonalas helyek rácshálós kijelölésével**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése

- 32. A Tokaj-Zempléni hegység vázlatos földtani felépítése a miocén andezites képződmények kiemelésével**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 33. Egyesített átnézetes szerkezeti térkép 1. (ELGI mágneses anomália térkép + ELGI Bouguer-anomália térkép)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 34. Egyesített átnézetes szerkezeti térkép 2. (ELGI mágneses anomália térkép + Grafikus ELGI Bouguer-anomália térkép)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 35. Egyesített átnézetes szerkezeti térkép 3. (A Tokaji-hegység szerkezeti-vulkanotektonikai vázlata + ELGI mágneses anomália térkép)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 36. Egyesített átnézetes szerkezeti térkép 4. (A Tokaj-Zempléni hegység miocén andezites képződményei + ELGI mágneses anomália térkép)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 37. Egyesített átnézetes szerkezeti térkép 5/a. (Magyarország mágneses anomália térképe a pozitív mágneses anomáliák elhagyásával)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 38. Egyesített átnézetes szerkezeti térkép 5/b. (Magyarország gravitációs Bouguer-anomália térképe a lokális minimum és maximum helyek feltüntetésével illetve a nagy izovonalsűrűségű helyek megjelölésével)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 39. Egyesített átnézetes szerkezeti térkép 5/c. (Kiemelt jelentőségű mágneses és Bouguer-anomália térképek összemazkolása)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 40. Miocén, pannoniai és negyedidőszaki területek (M=1:2000000)**
Felelős kiadó: Dr. Hámor Géza, MÁFI 1989
- 41. Szerencs község és közvetlen környezetének részletes térképe**
Forrás: Geokomplex kft.
- 42. Szerencs község fontosabb kútjai**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 43. Szerencs község térképe - szelvények**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 44. Szerencs községen belüli talajvíz maximumok megjelenési helyei**
Forrás: Szerencs Városi Önkormányzat
- 45. Szerencs község turisztatérképe**
Forrás: Szerencs Városi Önkormányzat
- 46. Nyugalmi vízszintek izovonalas térképe**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése

- 47. Egyesített hőáram-sűrűség térkép (B.E. képlete alapján számolva a gg-t)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 48. Egyesített hőáram-sűrűség térkép (Diagram alapján számolva a gg-t)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 49. Egyesített hőáram-sűrűség térkép (Kifolyóvíz-talphőmérséklet összefüggés alapján számolva a gg-t)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 50. Egyesített hőáram-sűrűség térkép (SZ.P. képlete alapján számolva a gg-t)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 51. Geoizoterma térkép 1000 m-es mélységben (B.E. képlete alapján számolva a gg-t)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 52. Geoizoterma térkép 1000 m-es mélységben (Diagram alapján számolva a gg-t)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 53. Geoizoterma térkép 1000 m-es mélységben (Kifolyóvíz-talphőmérséklet összefüggés alapján számolva a gg-t)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 54. Geoizoterma térkép 1000 m-es mélységben (SZ.P. képlete alapján számolva a gg-t)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 55. Geoizoterma térkép 1000 m-es mélységben (B.E. képlete alapján számolva a gg-t) összemaskolva Dövényi P. 1000 m-es mélységben lévő geoizoterma térképével**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 56. Geoizoterma térkép 1000 m-es mélységben (Diagram alapján számolva a gg-t) összemaskolva Dövényi P. 1000 m-es mélységben lévő geoizoterma térképével**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 57. Geoizoterma térkép 1000 m-es mélységben (Kifolyóvíz-talphőmérséklet összefüggés alapján számolva a gg-t) összemaskolva Dövényi P. 1000 m-es mélységben lévő geoizoterma térképével**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 58. Geoizoterma térkép 1000 m-es mélységben (SZ.P. képlete alapján számolva a gg-t) összemaskolva Dövényi P. 1000 m-es mélységben lévő geoizoterma térképével**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 59. 200 m-nél mélyebb igazolt kutak hőáram-sűrűség térképe (B.E. képlete alapján számolva a gg-t)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 60. 200 m-nél mélyebb igazolt kutak hőáram-sűrűség térképe (Diagram alapján számolva a gg-t)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 61. 200 m-nél mélyebb igazolt kutak hőáram-sűrűség térképe (Kifolyóvíz-talphőmérséklet összefüggés alapján számolva a gg-t)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 62. 200 m-nél mélyebb igazolt kutak hőáram-sűrűség térképe (SZ.P. képlete alapján számolva a gg-t)**
Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése
- 63. 500 m-nél mélyebb igazolt kutak hőáram-sűrűség térképe (B.E. képlete alapján számolva a gg-t)**

Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése

64. 500 m-nél mélyebb igazolt kutak hőáram-sűrűség térképe (Diagram alapján számolva a gg-t)

Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése

65. 500 m-nél mélyebb igazolt kutak hőáram-sűrűség térképe (Kifolyóvíz-talpfőmérséklet összefüggés alapján számolva a gg-t)

Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése

66. 500 m-nél mélyebb igazolt kutak hőáram-sűrűség térképe (SZ.P. képlete alapján számolva a gg-t)

Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése

67. A Pannon-medence hőáramsűrűség térképe

Szerkesztette: Dövényi P., Horváth F., ELTE 1989

68. 1000 m-es mélységben lévő geoizoterma térkép

Szerkesztette: Dövényi P., Horváth F., ELTE 1989

69. Szerencs külterületi határtérképe

Forrás: Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kormányhivatal Földhivatala

70. Részlet a Taktaköz hidrogeológiai térképéből

Forrás: Irodalmi adatgyűjtemény és értékelés a Szerencsre tervezett termálkút kitűzéshez 1990

71. Szerencs és környékének fedetlen földtani térképe (M=1:25000)

Forrás: Irodalmi adatgyűjtemény és értékelés a Szerencsre tervezett termálkút kitűzéshez 1990 (Mátyás E., Zelenka T., Hoffer A. alapján)

72. Magyarországi földrengések epicentrumai Kőrössi L.-Balogh K. tektonikai térképén

Forrás: Földtani Közlöny, 116. kötet, 1. füzet

C. Szelvények

73. A-A' szelvény (Tállya-Tiszavasvári)

Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése

74. B-B' szelvény (Megyaszó-Mád)

Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése

75. Bevetített elvi szelvény Szerencsen a Vízmű kútjától a Csokoládégyári fűrásig

Forrás: Irodalmi adatgyűjtemény és értékelés a Szerencsre tervezett termálkút kitűzéshez, 1990

76. Földtani szelvény a Tokaji-hegység déli részén

Forrás: Irodalmi adatgyűjtemény és értékelés a Szerencsre tervezett termálkút kitűzéshez, 1990

77. Vázlatos földtani szelvény Abaújdevecsertől a Szerencs-patakig (H=1:50000, M=1:5000)

Forrás: Irodalmi adatgyűjtemény és értékelés a Szerencsre tervezett termálkút kitűzéshez 1990 (Erhardt György 1989)

78. A Tokaji-hegység földtani szelvényei

Szerkesztette: Dr. Gyarmati Pál 1974

79. Földtani szelvény a Csereháton és a Tokaji-hegység déli részén keresztül a Tiszáig

Forrás:

D. Elvi rétegsorok

80. A szerencsi-öböl tufaszintjeinek fejlődéstörténeti vázlata

Szerkesztette: Zelenka Tibor: A "Szerencsi-öböl" szarmata tufaszintjei és fáciesei,
Földtani közlöny, 1964. (94. évf.) 1. sz. 36. old.

81. A Tokaji-hegység kronotektonikai táblázata

Szerkesztette: Dr. Gyarmati Pál 1972

82. A Szerencsi-dombvidék és a Cserehát elvi rétegoszlópa

Forrás: Borsodi Vízföldtani Atlasz

E. Ábrák, diagramok

83. Mélység – hőmérséklet diagram

Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése

84. Talphőmérséklet – mélység diagram

Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése

85. Vulkáni anyagok hővezetési tényező értéke

Forrás:

86. A Tokaji-hegység neogén vulkáni anyagmozgásának megaritmusai és azok képződménysori tükröződése

Forrás: Dr. Mátyás Ernő: A Tokaji-hegység ásványinyersanyag-kutatásainak helyzete és perspektívái

F. Egyéb anyagok

87. Szerencs község terepbejárása közben készült fényképek

Szerkesztette: Szerző saját szerkesztése

II. Táblázatok

- 1. Alapadattáblázat
- 1/a. Geotermikus jellemzők összefoglalása
- 2. Vízkémiai alapadatok, gázelemzések és nyomelemzések összefoglaló táblázata
- 3. Rétegsorok összefoglaló táblázata
- 4. A fúrások számított geotermikus adatainak összefoglaló táblázata
- 5. Hőfluxus számítások táblázata
- 6. 1000 m-nél mélyebb kutak adatainak összefoglaló táblázata
- 7. Kúthidraulikai alapadatok és számítások összefoglaló táblázata

3. melléklet

Település	Helyi név	Talp [m]	TSZF [mBf]	Szűrő teteje [m]	Szűrőhossz [m]	Szűrőátm. érő [mm]	Nyugalmi vízszint [m]	Nyugalmi vízszint [mBf]	Üzemi vízszint [m]	Depresszió [m]	Szivárgási tényező Logan- Schieder [m/nap]	Transzmisszibilitás Logan- Schieder [m2/nap]	Szivárgási tényező Dupuit [m/nap]	Transzmisszibilitás Dupuit [m2/nap]	Szivárgási tényező Krasznopolszki [m/nap]	Transzmisszibilitás Krasznopolszki [m2/nap]
Abaujvecser	Adv-1	1300,00	159,16	512,30	27,70	165,00	2,00	161,16	-27,20	29,20	0,94	26,07	0,68	18,94	0,91	25,10
Abaujszántó	Strandfürdő kútja; B-4	42,60	120,33	11,70	28,00	150,00	2,10	122,43	-10,70	12,80	8,75	244,91	1,26	35,15	5,85	163,74
Bekécs	Vízmű 1. sz. kút (Horvéd u. 128. sz. telek mögött); B-3	41,80	103,00	30,60	10,90	300,00	6,00	109,00	-5,10	11,10	57,74	629,40	6,28	68,46	25,42	277,08
Békécs	Vízmű 2. sz. kút (Horvéd utca); B-4	61,70	104,82	37,30	21,40	315,00	5,70	110,52	-17,00	22,70	29,04	621,45	13,51	289,10	17,84	381,81
Encs	B-12	651,00	141,30	469,00	13,60	178,00	5,50	146,80	-38,20	43,70	2,26	30,74	3,88	52,82	2,56	34,86
Geszteley	Hernádnémeti Tsz. sertéstelep Tsz kút, K-20	247,00	133,00	175,00	9,00	150,00	-17,40	115,60	-27,10	9,70	9,23	83,10	0,75	6,73	5,37	48,37
Gönc	Gönc 1/a; K-4	906,50	153,78	760,40	13,90	127,00	10,31	164,09	-24,90	35,21	1,83	25,44	2,04	28,40	2,21	30,66
Hernádnémeti	Új-Siska-tanya; K-8	250,00	149,00	205,00	12,00	150,00	-25,10	123,90	-42,20	17,10	6,98	83,81	1,81	21,74	5,40	64,76
Mád	290. jelű kutatófúrás Bomboly-völgy	100,00	152,42	16,00	60,00	175,00	3,40	155,82	-0,92	4,32	3,46	207,33	0,05	2,98	1,24	74,56
Mád	Mb-23	712,00	299,45			150,00										
Mád	Szilvás-völgy; Mád-66	105,30	151,30			150,00	6,00	157,30	0,15	5,85						
Meggyaszó	Vízmű 1. kút (B-6)	400,00	160,85	217,00	50,00	150,00	-24,80	136,05	-42,50	17,70	1,54	77,17	0,41	20,36	1,21	60,67
Meggyaszó	Vízmű 2. kút	360,70	203,41	97,00	52,00	150,00	-69,25	134,16	-76,00	6,75	2,04	106,15	0,07	3,83	0,99	51,54
Mezőzombor	Mezőzombor-1	302,80	120,60			150,00										
Nyíregyháza	Nyi-1	2579,00	111,83	669,00	11,00	150,00	-4,00	107,83								
Nyíregyháza	Jósa András Megyei Kórház 1-es hévízkút	902,00	110,87	676,00	50,00	150,00	-5,30	105,57	-16,03	10,73	4,67	233,73	0,46	22,75	2,86	143,07
Nyíregyháza	Sóstógyógyfürdő 1-es hévízkút	998,00	102,24	715,00	46,80	150,00	11,00	113,24	-26,50	37,50	1,89	88,37	2,38	111,25	2,16	101,13
Nyíregyháza	Sóstógyógyfürdő 2-es hévízkút	800,00	101,54	710,00	23,00	150,00	9,80	111,34	-25,80	35,60	5,69	130,83	6,68	153,57	6,34	145,87
Nyíregyháza	Sóstógyógyfürdő 4-es hévízkút	904,00	101,46	680,40	43,40	150,00	2,00	103,46	-22,70	24,70	5,56	241,51	3,07	133,02	5,17	224,30
Nyíregyháza	Sóstógyógyfürdő 5-ös hévízkút	752,80	104,19	708,00	31,00	150,00	-14,80	89,39	-61,90	47,10	2,27	70,36	4,61	142,83	2,91	90,24
Nyíregyháza	Jósa András Megyei Kórház 2-es hévízkút termál	900,00	110,38	705,00	56,00	150,00	-17,00	93,38	-35,50	18,50	4,54	254,18	1,38	76,43	2,17	204,30
Nyíregyháza	Julia Fürdő hévízkút	899,40	106,76	683,00	83,00	150,00	-1,10	105,66	-18,30	17,20	3,20	201,53	0,82	51,46	3,91	156,19
Nyíregyháza	Nyíregyházi Főiskola Hévízkút	900,00	106,26	607,00	41,00	150,00	-9,90	96,36	-18,70	8,80	12,41	508,91	0,83	34,04	6,88	282,11
Nyíregyháza	Sóstógyógyfürdő 3-as hévízkút	601,00	101,66	490,20	22,40	150,00	4,40	106,06	-19,20	23,60	3,07	136,63	3,07	68,70	5,54	124,03
Nyíregyháza	ULT. Magyarország Kft. hévízkút	551,00	111,14	477,40	10,60	150,00	-12,30	98,84	-38,50	26,20	7,26	76,92	4,56	48,30	6,94	73,57
Nyíregyháza	Jósa András Megyei Kórház 1/a hidegvizes kút	234,00	110,48	221,00	4,60	150,00	-22,80	87,68	-38,90	16,10	32,05	77,63	0,78	35,36	24,03	110,54
Nyíregyháza	EKO Kft. Konzervüzem 1-es mf. kút	224,40	107,56	182,83	8,60	150,00	-10,40	97,16	-34,50	24,10	5,62	48,31	2,94	25,30	5,15	44,32
Nyíregyháza	Dohánybeváltó és Fermentáló Vállalat IV. számú kútja; B-257	551,00	111,13	480,00	25,20	150,00	-12,50	98,63	-38,50	26,00	3,08	77,51	1,85	46,51	2,93	73,86
Ólaspáskó	Ólaspáskó-58	205,00	93,80	10,00	165,00	-2,50			-15,50	13,00	1,03	10,33	0,14	1,41	0,66	6,64
Ónd	Ónd-19	551,70	107,40			150,00										
Polgár	Strand hévízkút (B-88)	1190,00	90,96	550,00	54,70	150,00	-8,00	82,96	-19,30	11,30	11,74	642,04	1,32	71,93	7,37	403,31
Prügy	Kütlőház udvarán (B-10)	300,00	97,02	170,00	124,60	200,00	2,80	99,82	-12,60	15,40	1,28	159,94	0,25	30,69	0,81	100,82
Prügy	Vízmű 2. kút (Petőfi u.); (B-13)	353,00	96,62	307,60	7,40	160,00	-7,94	88,68	-51,60	43,66	9,15	67,70	8,68	122,54	10,94	80,94
Prügy	Vízmű 1/a. kút (B-14)	214,00	96,99	179,80	12,70	165,00	-2,40	94,59	-16,00	13,60	16,34	207,46	2,70	34,28	10,73	136,31
Sajóhídvég, Köröm	S-3	1880,80	102,84	723,00	29,86	114,30	9,60	112,44	-4,20	13,80	7,50	223,92	1,28	38,07	5,96	178,07
Sárospatak	"Kossuth" MgTsz tanya; K-116	250,00	97,56	182,40	25,40	150,00	-3,70	93,86								
Sárospatak	B-111	200,00	117,31	140,00	60,00	150,00	-23,00	94,31								
Sárospatak	K-104	287,00	141,84	230,00	17,00	150,00	-14,10	127,74	-14,40	0,30	614,68	10449,60	0,04	0,73	62,91	1069,55
Sárospatak	Végárdó fürdő 3. kút	289,70	106,98	249,60	37,50	150,00	-2,10	104,88	-3,60	1,50	71,65	2687,04	0,13	4,89	16,40	614,98
Sárospatak	Végárdó fürdő 1. kút	330,00	98,00			150,00	20,00	118,00								
Sárospatak	Végárdó fürdő 2. kút	328,00	106,00	283,40	38,20	150,00	5,60	111,60	-1,70	7,30	20,07	766,85	0,93	35,43	10,14	387,18
Sárospatak	Végárdó Strandfürdő 4. kút, K-130	344,00	97,67	273,20	41,25	150,00	5,10	102,77	0,46	4,64	45,86	1891,74	0,85	35,21	5,29	761,49
Sárospatak	Malom 2. kút	180,00	117,60	140,50	14,00	150,00	-20,00	97,60	-80,00	70,00	0,28	3,90	1,19	16,72	0,44	6,10
Sátorajújhely	Sátorajújhely-8	986,60	758,00			150,00			120,00							
Szerencs	MOTEL FRIDEX kútja (K-60)	280,00	105,91	180,00	24,00	140,00	-5,90	100,01	-33,00	27,10	8,95	214,83	6,10	146,35	9,01	216,32
Szerencs	Hódos-tanya	130,00				150,00	7,80									
Szerencs	Sütőüzem kútja (K-43)	222,00	98,81	195,00	20,00	165,00	1,00	99,81	-37,00	38,00	1,59	31,82	2,03	40,65	1,75	34,95
Szerencs	Csokoládégyár (Cs-3 jelű kút a tűzoltó szertár mellett)	202,00	99,40	180,30	17,70	87,00	0,75	100,15	-5,30	6,05	62,73	1110,35	2,12	37,57	37,86	670,14
Szerencs	Szerencsi Vízmű kútja (B-55)	29,00	100,59	13,10	8,90	160,00	0,50	101,09	-9,00	9,50	118,65	1055,96	10,01	89,05	66,17	588,89
Szerencs	EMASZ (B-10)	67,00				150,00	-15,00									
Szerencs	Bocskay út 7-9 (B-23)	70,00				150,00										
Szerencs	MAV állomás kútja (B-29)	200,50	95,80	198,00	2,50	335,00	9,00	104,80	2,00	7,00	10,24	25,59	0,40	0,99	3,39	8,47
Szerencs	Szabolcs-tanácsház (B-5)	279,00	104,90	212,00		150,00	-3,40	101,50	-17,60	14,20						
Szerencs	Termál (K-53)	696,00	98,50			150,00	-4,10	94,40	-63,40	59,30						
Szerencs	Szerencsi Autószervíz (K-54)	120,00	103,43	35,00	10,00	150,00	-6,40	97,03								
Szikszó	Uszoda 1. számú hidegvizes kútja; K-20	262,00	117,36	192,50	11,80	150,00	5,60	122,96	-67,70	73,30	1,71	20,16	8,57	101,14	2,73	32,26
Szikszó	1. jelű termálkút; K-21	1260,00	117,59	464,65	17,13	114,30	2,50	120,09	-148,00	150,50	0,20	3,39	4,16	71,33	0,52	8,91
Taktaszada	B-7	340,00	96,39			150,00	2,00	98,39								
Tálya	Tálya-15	1200,00	223,03	990,00	60,00	150,00										
Tiszadob	Miskolci Reg.V. Tiszadobi vb.500/1figy.kút	327,20	93,59	302,50	19,20	150,00	5,28	98,87	-18,00	23,28	3,96	75,99	1,91	36,59	3,57	68,51
Tiszadob	B-56	251,00	100,25	184,00	10,40	150,00	-7,90	92,35	-20,20	12,30	17,50	182,05	2,37	24,65	11,47	119,31
Tiszadob	K-79	500,00	93,37	302,50	15,00	150,00	5,28	98,65	-13,60	18,88	4,90	73,53	1,54	23,12	3,98	59,71
Tiszalök	Erdmú és lakótelep II. számú kútja; K-34	291,20	179,00	19,00		150,00	-6,70	93,80	-31,10	4,55	16,76	86,40	4,01	76,12	4,74	90,04
Tiszaluc	Petőfi MGTSTZ III. telep kútja	91,40	98,84	58,00	8,10	150,00	-3,20	95,64	-30,50	27,30	2,94	23,79	1,95	15,76	3,12	23,22
Tiszapalkonya	Tiszapalkonya-1/c	610,00	91,34	538,00	59,00	150,00	-1,48	89,86	-29,60	28,12	1,89	111,48	1,31	77,34	1,87	110,47
Tiszapalkonya	Tiszapalkonya-1 (K-25)	1987,80	91,72	1582,00	8,90	93,00	-12,31	79,41								
Tiszaújváros	T-4. jelű termálkút	1261,00	94,59	1137,20	54,10	150,00	-15,90	78,69	-48,50	32,60	2,54	137,37	2,42	130,77	2,71	146,57
Tiszaújváros	T-1. jelű termálkút	1175,60	94,15	921,00	66,50	150,00	17,00	111,15	-13,60	30,60	2,64	175,62	2,21	146,85	2,73	181,55
Tiszaújváros	T-2. jelű termálkút (2. sz. kút-hévízkút)	658,00	94,24	491,80	24,00	150,00	2,00	96,24	-31,00	33,00	2,54	61,07	2,48	59,62	2,73	65,56
Tiszaújváros	Tisza II. Hőerőmű II/K8 figyeldkút	9,00	95,98	2,50	6,00	150,00	-6,74	89,24								
Tiszaújváros	T-3. jelű kút (3. sz. kút)	302,00	93,81	259,10	11,20	150,00	-7,60	86,21	-29,70	22,10	9,05	101,32	4,03	45,08	7,95	89,01
Tiszavasvári	Fürdő II. hévízkút	796,00	93,60	679,26	28,42	150,00	2,50	96,10	-21,60	24,10	5,88	167,24	3,09	87,72	5,40	153,43
Tiszavasvári	"Munka" MgTsz hévíz feltárási fúrása; K-78	1200,00	94,34	1018,00	18,00	150,00	19,0									

4. melléklet

Sorszám	Település	Helyi név	EOVY	EOVX	Talp	[m]	Hozam [l/min]	Kifolyó vízhőmérséklet	[°C]	Valódi talphőmérsékletek	[°C]	Kifolyó-talphő összefüggés alapján a talphőmérséklet	B.E. képlete alapján a talphőmérséklet	SZ.P. képlete alapján a talphőmérséklet	Diagram alapján a talphőmérséklet
	1	Abaújdevecser	Adv-1	803027,12	335501,65	1300	170		42		92	73,41	95,64	101,23	86,62
	2	Abaújszántó	Strandfürdő kútja; B-4	808436	327259	42,6	700		22			23,03	13,77	11,61	18,84
	3	Bekecs	Vízmű 1. sz. kút (Honvéd u. 128. sz. telek mögött), B-3	808030	314063	41,8	1560		21			22,01	13,72	11,55	18,80
	4	Bekecs	Vízmű 2. sz. kút (Honvéd utca), B-4	808197	314122	61,7	3150		21		22	22,49	15,02	12,97	19,87
	5	Encs	B-12	803092	334163	651	300		37,2		54	52,93	53,39	54,97	51,64
	6	Gesztely	Hernádnémeti Tsz. sertéstelep Tsz kút, K-20	794180	308833	247	180		22			27,97	27,08	26,18	29,86
	7	Gönc	Gönc 1/a; K-4	813200	350800	906,5	200		35		59,5	56,91	70,02	73,18	65,41
	8	Hernádnémeti	Új-Siska-tanya, K-8	800449	307800	250	320		22			28,04	27,28	26,39	30,02
	9	Mád	290. jelű kutatófúrás Bomboly-völgy	817500	319300	100	200		20			22,42	17,51	15,70	21,93
	10	Mád	Mb-23	818951,17	320527,25	712							57,36	59,32	54,93
	11	Mád	Szilvásvölgyi; Mád-66	817500	319300	105,3	600		20			22,54	17,86	16,08	22,22
	12	Megyaszó	Vízmű 1. kút (B-8)	798733	319103	400	305		23			32,67	37,04	37,08	38,11
	13	Megyaszó	Vízmű 2. kút	799676	320059	360,7	160		22			30,72	34,48	34,28	35,99
	14	Mezőzombor	Mezőzombor-1	815900	317400	302,8							30,72	30,16	32,87
	15	Nyíregyháza	Nyi-1	851291,64	292392,51	2579	300		44			106,32	178,92	192,38	155,57
	16	Nyíregyháza	Jósa András Megyei Kórház 1-es hévízkút	850200	293100	902	560		50			71,80	69,73	72,86	65,17
	17	Nyíregyháza	Sóstógyógyfürdő 1-es hévízkút	850000	299300	998	740		50			74,12	75,98	79,70	70,34
	18	Nyíregyháza	Sóstógyógyfürdő 2-es hévízkút	850200	298600	800	1040		50			69,33	63,09	65,59	59,67
	19	Nyíregyháza	Sóstógyógyfürdő 4-es hévízkút	849400	299300	904	1332		50			71,84	69,86	73,00	65,28
	20	Nyíregyháza	Sóstógyógyfürdő 5-ös hévízkút	849765	299250	752,8	740		49,2			67,39	60,01	62,23	57,13
	21	Nyíregyháza	Jósa András Megyei Kórház 2-es hévízkút termál	850220	293210	900	1050		48			69,75	69,60	72,72	65,06
	22	Nyíregyháza	Júlia Fürdő hévízkút	848700	293300	899,4	774		48			69,73	69,56	72,68	65,03
	23	Nyíregyháza	Nyíregyházi Főiskola Hévízkút	848900	295600	900	1000		48			69,75	69,60	72,72	65,06
	24	Nyíregyháza	Sóstógyógyfürdő 3-as hévízkút	850000	299300	601	720		38			52,52	50,13	51,41	48,94
	25	Nyíregyháza	ULT. Magyarország Kft. hévízkút	848200	293000	551	450		35			48,31	46,88	47,84	46,25
	26	Nyíregyháza	Jósa András Meygei Kórház I/a hidegvizes kút	850200	293200	234	530		21			26,65	26,24	25,25	29,16
	27	Nyíregyháza	EKO Kft. Konzervüzem 1-es mf. kút	848400	293600	224,4	260		20			25,42	25,61	24,57	28,64
	28	Nyíregyháza	Dohánybevaltó és Fermentáló Vállalat IV. számú kútja, B-257	848248	292947	551	450		35			48,31	46,88	47,84	46,25
	29	Olaszliszka	Olaszliszka-58			200	30		24			28,83	24,02	22,83	27,32
	30	Ond	Ond-19			551,7							46,92	47,89	46,28
	31	Polgár	Strand hévízkút (B-88)	804400	284100	1190	1620		42			70,76	88,48	93,39	80,69
	32	Prügy	Kultúrház udvarán (B-10)	813499,62	306536,74	300	550		27		35	34,25	30,53	29,96	32,72
	33	Prügy	Vízmű 2. kút (Petőfi u.) (B-13)	813637	306095	353	660		26			34,53	33,98	33,73	35,57
	34	Prügy	Vízmű 1/a. kút (B-14)	813471	306559	214	630		25			30,17	24,93	23,83	28,08
	35	Sajóhidvég, Köröm	S-3	794500	296380	1880,8	690		90		108	135,45	133,46	142,62	117,93
	36	Sárospatak	"Kossuth" MgTsz tanya, K-116	838591	330032	250			21				27,28	26,39	30,02
	37	Sárospatak	B-111	836745	333930	200			21				24,02	22,83	27,32
	38	Sárospatak	K-104	837007,22	336425,58	287	700		47			53,94	29,69	29,03	32,01
	39	Sárospatak	Végardó fürdő 3. kút	837900	334900	289,7	900		49			56,00	29,86	29,22	32,16
	40	Sárospatak	Végardó fürdő 1. kút	838200	334745	330	850		48			55,97	32,49	32,09	34,33
	41	Sárospatak	Végardó fürdő 2. kút	837875	334815	328	1250		48			55,93	32,36	31,95	34,22
	42	Sárospatak	Végardó Strandfürdő 4. kút, K-130	838078,22	334604,33	344	1960		45			53,31	33,40	33,09	35,09
	43	Sárospatak	Malom 2. kút	836616	333959	180	61		21			25,35	22,72	21,40	26,25
	44	Sátoraljaújhely	Sátoraljaújhely-8	843664,71	340903,06	989,6	54						75,43	79,10	69,89
	45	Szerencs	MOTEL FRIDEZ kútja (K-60)	809572	314094	280	1300		24,8		31	31,57	29,23	28,53	31,64
	46	Szerencs	Hódos-tanya			130			20		33	23,14	19,46	17,84	23,55
	47	Szerencs	Sütőüzem kútja (K-43)	811559	315764	222	270		20		25	25,36	25,45	24,40	28,51
	48	Szerencs	Csokoládegység (Cs-3 jelű kút a tűzoltó szertár mellett)	810994	314923	202	1500		25		28	29,88	24,15	22,97	27,43
	49	Szerencs	Szerencsi Vízmű kútja (B-55)	810191	315411	29	2240		17,5			18,20	12,89	10,64	18,11
	50	Szerencs	ÉMASZ (B-10)	810257	315513	67	51		20			21,62	15,36	13,35	20,15
	51	Szerencs	Bocskay út 7-9 (B-23)	810436	314674	70	25		22			23,69	15,56	13,56	20,32
	52	Szerencs	MÁV állomás kútja (B-29)	811220	314909	200,5	40		22			26,84	24,05	22,86	27,35
	53	Szerencs	Szabolcs-tanácsház (B-5)			279	880		24			30,74	29,17	28,46	31,58
	54	Szerencs	Termál (K-53)	811295,67	315860,31	696	20				32		56,32	58,18	54,06
	55	Szerencs	Szerencsi Autószervíz (K-54)			120	90		15			17,90	18,81	17,13	23,01
	56	Sziksó	Uzoda 1. számú hidegvizes kútja; K-20	790290,72	318475,51	262	330		20,8			27,13	28,06	27,25	30,67
	57	Sziksó	I. jelű termálkút; K-21	779200	318530,61	1260	114		41			71,45	93,04	98,38	84,47
	58	Taktaszada	B-7	808554	310045	340			31			39,22	33,14	32,81	34,87
	59	Tállya	Tállya-15	811812,075	324194,154	1200	16,48				96	29,00	89,13	94,10	81,23
	60	Tiszadob	Miskolci Reg.V.Tiszadobi vb.500/1figy.kút	805776,81	298017,19	327,2	395		27			34,91	32,30	31,89	34,18
	61	Tiszadob	B-56	808303	299148	251	500		24			30,07	27,34	26,46	30,07
	62	Tiszadob	K-79	805797,1	298071,27	500	310		27			39,08	43,55	44,21	43,50
	63	Tiszalök	Erőmű és lakótelep II. számú kútja, K-34	818340	300296	291,2	600		21			28,04	29,96	29,33	32,24
	64	Tiszalúc	Petőfi MGTSZ III. telep kútja	802418	301947	91,4	145		23			25,21	16,95	15,09	21,47
	65	Tiszapalkonya	Tiszapalkonya-1/c	799970,41	282328,68	610	700		19		38	33,74	50,72	52,05	49,43
	66	Tiszapalkonya	Tiszapalkonya-1 (K-25)	799985,7	282333,4	1987,8			19		126	67,03	140,42	150,25	123,70
	67	Tiszaújváros	T-4. jelű termálkút	799664,83	289459,79	1261	1000		64			94,47	93,10	98,45	84,52
	68	Tiszaújváros	T-1. jelű termálkút	799824,44	289693,53	1175,6	1200		62			90,41	87,54	92,36	79,92
	69	Tiszaújváros	T-2. jelű termálkút (2. sz. kút-hévízkút)	799632,76	289389,15	658	450		35			50,90	53,84	55,47	52,01
	70	Tiszaújváros	Tisza II. Hőerőmű II/K8 figyelőkút	801524,18	287745	9			21			21,22	11,59	9,22	17,03
	71	Tiszaújváros	T-3. jelű kút (3. sz. kút)	799642,97	289423,94	302	500		20,7			28,00	30,66	30,10	32,82
	72	Tiszavasvári	Fürdő II.hévízkút	821650	293034	796	900		46			65,23	62,83	65,31	59,45
	73	Tiszavasvári	"Munka" MgTsz hévíz feltárási fúrása, K-78	822991,31	291361,36	1200	1140		67		88	96,00	89,13	94,10	81,23
	74	Vajdácaska	K-2			224,5	70		40		42	45,42	25,62	24,57	28,65

	Látszólagos gg* [m/C°]	Valódi gg [C°/100m]
Kifolyó-talphő látszólagos	38,75	2,58
Bobok látszólagos	15,36	6,51
SZ.P. látszólagos	14,03	7,13
Diagramm látszólagos	18,55	5,39

Korreláció:	0,96	0,98	0,98	0,98
Max eltérés:	9,65	23,68	31,75	11,43
Átl. Eltérés:	1,95	7,65	6,79	3,07