Tompa város geotermikus energia hasznosítási koncepciójának kialakítása

Boda Erika	Lendvay Pál	Dr. Fancsik Tamás
tud. mts	m.b. főosztályvezető	Igazgató
Készítette	Ellenőrizte	Jóváhagyta

Eötvös Loránd Geofizikai Intézet

Budapest

2008-04-30

Tartalomjegyzék

1. Bevezetés, feladatok 4
2. Hazánk geotermikus adottságai 5
3. Tompa geotermikus modelljének felépítése 8
3.1. Fúrási adatok 8
3.2. Szeizmikus adatok 10
3.3. Erőtér geofizikai adatok 11
4. A terület földtani felépítése 14
5. A kőzetfizikai paraméterek ismertetése 19
6. A terület hőmérséklet viszonyainak elemzése 22
7. Földtani – geofizikai adatok szintézise, kockázatelemzés 30
7.1. Kockázati elemek és mértékek 33
8. Felszíni termálvíz-hasznosítás lehetősége 34
8.1. Geotermikus hőszivattyúk 34
8.2. Közvetlen termálvíz hasznosítás 35
9. Tompa város energia felhasználás 36
10. Kitermelhető geotermikus energia 39
11. Geotermikus energia hasznosításának koncepciója 40
11.1. A területen alkalmazható földhőkinyerési és hőfelhasználási alternatívák ... 44
12. Következtetések 46

1. ábra: Az egy tonna CO2-kibocsátás csökkentésének költségei alternatív energiafajták szerint 6
2. ábra: Divergens és konvergens lemezszegélyek határa (Dr. Hartai Éva) 7
3. ábra: A vizsgált területhez kapcsolódó fúrások helyszínrajza 9
4. ábra: A területen elhelyezkedő szeizmikus vonalak nyomvonalai 10
5. ábra: Gravitációs méréséi pontok helyszínrajza 11
6. ábra: A kutatási terület Bouguer anomália térképe (Kiss J. 2003) 12
7. ábra: Mágneses mérési pontok helyszínrajza 12
8. ábra: A kutatási terület mágneses anomália térképe (Kiss J, Gulyás Á. 2006) 13
9. ábra: Fúrások helye 14
10. ábra: Tompa Észak terület általános rétegsora 15
11. ábra: Földtani térkép a kainozoikum elhagyásával (Fülöp Dank 1987) 17
12. ábra: : Pretercier aljzatdomborzat (Kilényi et al.1990) 18
13. ábra: A területre jellemző mélység-sűrűség eloszlás 20
14. ábra: A területre jellemző porozitás - mélység függés 21
15. ábra: A területre jellemző permeabilitás - porozitás függvény 22
16. ábra: A terület részterületre bontása 23
17. ábra: Az I. terület neogén képződményeinek mélység-hőmérséklet kapcsolata 24
18. ábra: Az I. terület preneogén képződményeinek mélység-hőmérséklet kapcsolata 25
19. ábra: A II. terület neogén képződményeinek mélység-hőmérséklet kapcsolata 26
20. ábra: A II. terület preneogén képződményeinek mélység-hőmérséklet kapcsolata 27
21. ábra: Tompa város térségében a hőmérséklet alakulása a felszíntől számított 550méter mélyen 28
22. ábra: Tompa város térségében a hőmérséklet alakulása a felszíntől számított 950méter mélyen 29
23. ábra: Tompa város térségében a hőmérséklet alakulása a felszíntől számított 1550méter mélyen 29
24. ábra: Tompa város térségében a hőmérséklet alakulása a felszíntől számított 1950méter mélyen 30
25. ábra: Geotermikus beruházás szempontjából potenciális terület 31
26. ábra: A hőszivattyú működési elve 35
27. ábra: A fűtött napok számának havi eloszlása 37
28. ábra: Az önkormányzat által fűtött intézmények helyszínrajza 38
29. ábra: Sugaras, villás; 30. ábra: Sugaras, fürtös; 31. ábra: Sugaras, fésűs 39
32. ábra: Körvezeték, egyoldali betáplálás; 33. ábra: Körvezeték, kétoldali betáplálás 40
34. ábra: Az alsó-felső pannon rétegek határán szűrőzött kút kifolyó víz hőmérsékletének becslése 41
35. ábra: Hőmérséklet és tömegáram hatása a teljesítmény er 42
36. ábra: Az átlagos teljesítmény függése a hőmérséklet különbség és a tömegáramtól 42
37. ábra: A kristályos mészkő réteg 1000 méter körül szűrőzött szakaszának kifolyó víz hőmérséklet-becslése 43
38. ábra: Hőkinyerési lehetőségek 44

1. Bevezetés, feladatok

Tompa Város Önkormányzata megrendelésére, a Magyar Állami Eötvös Loránd Geofizikai Intézet (ELGI) a város földtani-hidrogeológiai és geotermikus adottságainak vizsgálatát.

A tanulmány célja a város környezetében termálvíznyerési lehetőség és geotermikus energia hasznosítási céljából kedvező földtani szerkezeti elemek meghatározása. A terület termál, illetve gyógyfürdő létesítési lehetőségeinek, valamint az energia felhasználására irányuló alternatívák ismertetése.

Feladatunk volt:

- Természeti adottságok vizsgálata
- Geotermikus hasznosítás műszaki lehetőségei, kockázatelemzés
- A geotermikus energiafelhasználás bemutatása a települési infrastruktúra tükrében

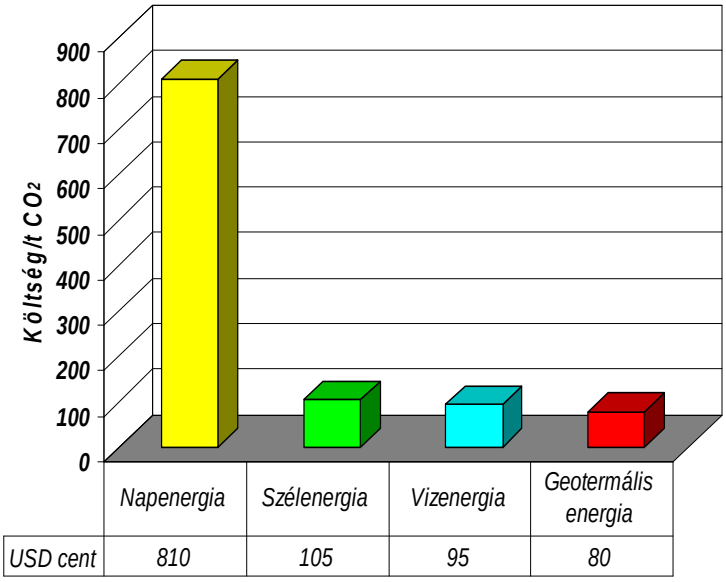
A tanulmány elkészítéséhez felhasználtuk a területre eső, engedélyezett MOL és ELGI tulajdonú adatokat.

A tanulmány első részében bemutatjuk a város földtani adottságait a kinyerhető hévízkészletek szempontjából a hazai legteljesebb adatkörre alapozva. A vizsgálatok bizonyítják, hogy Tompa város hévízhasznosítás szempontjából rendkívül kedvező adottságú. A továbbiakban elemezzük a város önkormányzati épületeinek fűtésére vonatkozó elemzéseinket, majd bemutatjuk az általunk legésszerűbb hasznosítási lehetőséget – elsősorban a megtérülés szempontjából. A közölt adatok, paraméterek és kiértékelés alkalmasak arra, hogy az önkormányzat megfelelő befektetési potenciált mutathasson fel a geotermikus adottságok kihasználására irányuló érdeklődők, illetve pályázatok számára.

2. Hazánk geotermikus adottságai

A fejlődés fenntarthatóságának egyik legfontosabb feltétele a biztonságos energiaellátás megoldása az élet minden területén. A gazdasági fejlődés és a népesség növekedése a Földön az emberiség energiaigényét folyamatosan növeli. A múltban mesterségesen alacsonyan tartott energiahordozó árak miatt pazarló gazdálkodás alakult ki ezen a területen. Az 1970-es évek elején történt olajárrobbanás először irányította rá a figyelmet az energia takarékosság fontosságára, valamint a fosszilis energiahordozók emberi időléptékben is véges készleteire. Az azóta eltelt idő alatt – bár bíztató kezdeti lépések történtek az alternatív energiaforrások bevezetésére – a fosszilis tüzelőanyagok maradtak az energiatermelés alapvető eszközei. Az Európai Unió energia igényének ma is mintegy 80%-át a fosszilis energiahordozók felhasználása biztosítja. A kőszén, a kőolaj és a földgáz elégetése azonban az üvegházhatást kiváltó égési termékek (elsősorban CO_2), valamint egyéb, a környezetre ártalmas anyagok (pl. CO, NO_x, SO_2) kibocsátása miatt, környezeti kockázatot, az importfüggőség miatt pedig gazdasági és politikai kockázatot jelent. Ezért az EU – a gazdasági és a technikai lehetőségeket felmérve – az alternatív energiaforrásokkal foglalkozó Fehér Könyvben (2001/77/EK) előírta, hogy a 15 régebbi tagország energiamérlegében az alternatív energiaforrások részarányát a villamos energia termelésben 12%-ra kell növelni 2010-ig. A csatlakozási szerződés nemzeti irányszámokat határozott meg az új tagállamok számára is. Magyarország ennek megfelelően a csatlakozási szerződésben vállalta hogy 2010-ig a villamos energia 3,6%-át alternatív energiával termeli (az EU csatlakozásról szóló 2004. évi XXX. törvény II. melléklete). Az alternatív energia részarányát a hazai energiafelhasználáson belül 2010-re 6%-ra kívánja növelni – a Nemzeti Fejlesztési Tervben meghatározottak szerint, a Magyar Energiamegőrzési Programmal és Akciótervvel összhangban.

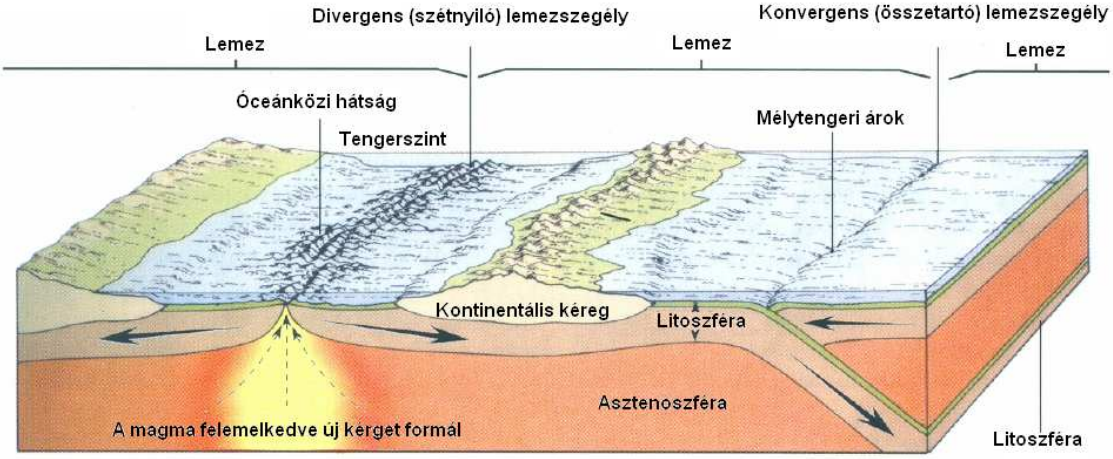
Egy 1997-es összehasonlítás szerint a CO_2-kibocsátás csökkentésének legolcsóbb módja (az alternatív energiaforrások közül) a geotermális energia igénybevétele – ráadásul ez a megoldás (a nap-, szél- és vízenergia felhasználásával ellentétben) az időjárástól független (**1. ábra** Clauser 1997 nyomán, forrás: Árpási 2002).



1. ábra: Az egy tonna CO2-kibocsátás csökkentésének költségei alternatív energiafajták szerint

A geotermikus energia a Föld belsejében lévő radioaktív anyagok (urán, tórium, kálium) bomlása során keletkezezik (70%), másrészt a Föld keletkezése eredményeképpen maradt vissza. Ezen energia nagy része a Föld magjában és a köpenyben tárolódik és fűti a litoszférát alkotó kőzeteket, illetve a kőzetpórusokat kitöltő fluidumokat. A geotermikus energia felhalmozódás gyakran kapcsolódik:

- Szubdukciós zónákhoz (az a terület, ahol a viszonylag sűrű óceáni kőzetlemez kontinens peremének vagy másik óceáni kőzetlemeznek ütközve alábukik és mélyen behatol a Földköpenybe.
- Középóceáni hátságokhoz (az asztenoszféra köpenyanyaga feláramlik majd fokozatos hűlés eredményeként megszilárdul ezáltal új óceáni kéreg képződik)
- Átlagosnál vékonyabb földkéreg



2. ábra: Divergens és konvergens lemezszegélyek határa (Dr. Hartai Éva)

Magyarország a szubdukciós zónáktól – ahol a geotermikus energia felhalmozódás a legvalószínűbb - távol helyezkedik, mégis kedvező geotermikus adottságokkal rendelkezik, melyre a Pannon-medence kialakulása és mélybeli szerkezete ad magyarázatot. A Pannon-medence süllyedése a miocénben kezdődött, mely folyamatot erős vulkáni tevékenység kísért. A tektonikai folyamatok hatására erősen tagolt morfológiájú medence-rendszer jött létre, melyet viszonylag mély zónák, nagy kiterjedésű sekély medencék és süllyedést nem, vagy alig szenvedett területek alkotnak (Dövényi et al., 1983). A Pannon-medence kialakulása során a litoszféra és vele együtt a földkéreg elvékonyodott, a köpeny a felszínt 24–28 km-re megközelíti, így a földkéreg vastagsága mintegy 7-10 km-rel vékonyabb a környező területekétől. Ez a köpeny-diapír jelenti azt a többlet-hőforrást, amely a Pannon-medencét ma is fűti. A Kárpát-Pannon régió Magyarország alatti részmedencéit több kilométeres vastagságban jó hőszigetelő tulajdonságú porózus üledékek töltik ki, ami a hő csapdázódást segíti. Ebből következően a hőáram magyarországi átlagértéke (90 mW/m^2) jelentősen meghaladja az európai átlagot (62 mW/m^2). A Kárpát-Pannon régió Magyarország alatti részmedencéit több kilométeres vastagságban jó hőszigetelő tulajdonságú porózus üledékek töltik ki, ami a hő csapdázódást segíti. A hazai geotermális energia kutatása az ELGI állami előírt feladata – a 132/1993 (IX. 29.) Korm. rendelet „ A földtani erőforrások új hasznosítási lehetőségeinek vizsgálata, ideértve a geotermális energia földtani körülményeinek vizsgálatát is” bekezdése alapján

Mindezen kedvező körülmények ellenére hazánkban a geotermikus energia jelenlegi felhasználásának mértéke igen csekély 0,3% annak ellenére, hogy energiaszükségletünk

közel 20%-a fedezhető lenne geotermikus energiával. A hasznosítás legelterjedtebb módja a hévíztermelés, amely alkalmas elektromos energia termelésre és közvetlen hőhasznosításra (épületek, növényházak fűtése). Magyarországon jelenleg hőtermelésre (pl. kommunális fűtés, melegvíz szolgáltatás, fóliasátrak fűtésére) és balneológiai célokra használják a geotermikus energiát.

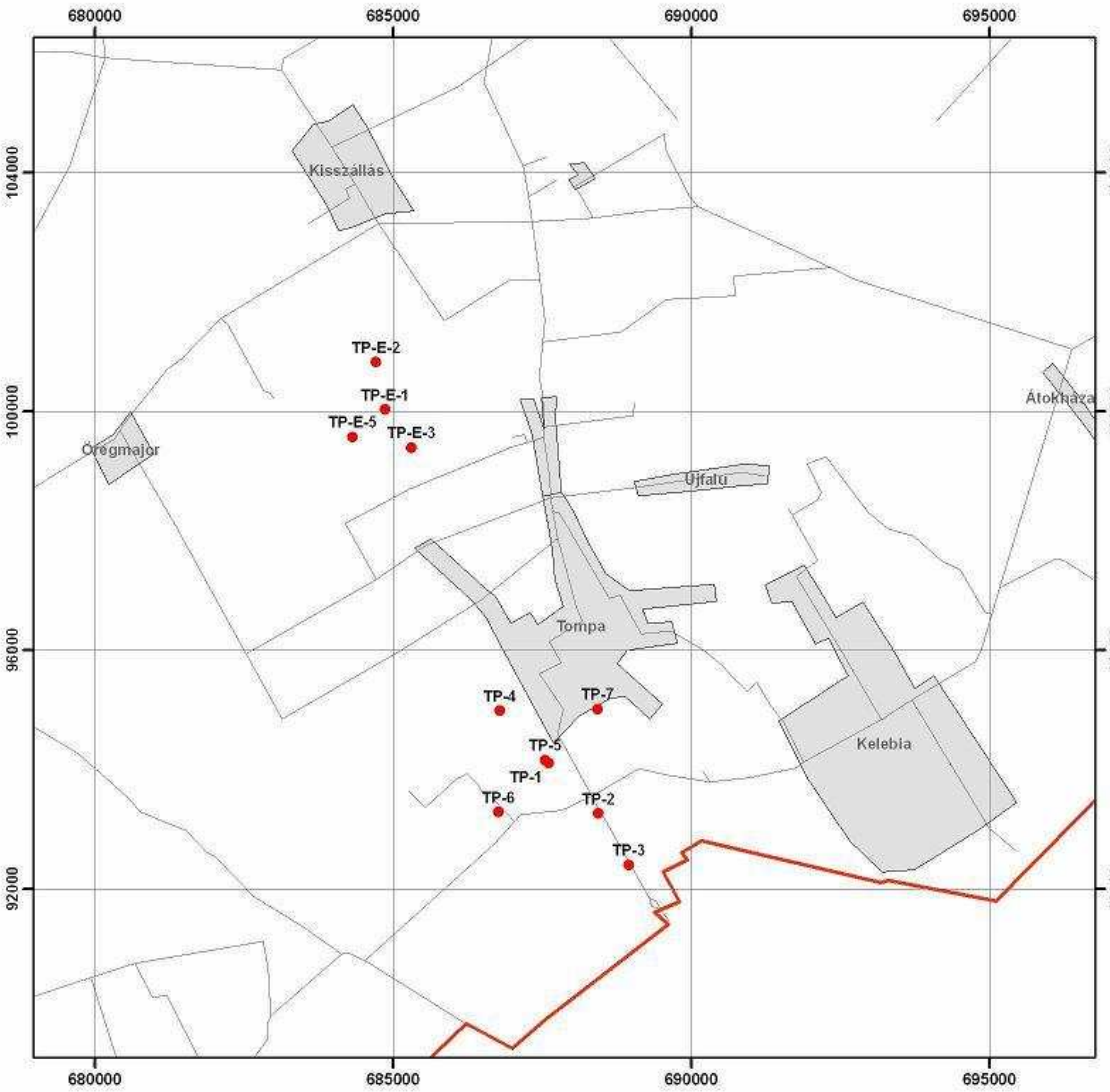
3. Tompa geotermikus modelljének felépítése

A tanulmány elkészítéskor nem volt lehetőségünk fúrásos, geofizikai vagy vízföldtanai kutatásra ezért a már meglévő földtani, geofizika illetve vízföldtani adatokra támaszkodtunk.

3.1. Fúrási adatok

A terület fúrásos megkutatottsága alacsony. Tompa város határának déli részen 7 db fúrás található (TP.1-2-3-4-5-6-7), melyek felszíntől számított talpmélysége nem haladja meg a 600 métert. Ezen fúrások a felszíntől számított 350-480 méter közt érték el a pretercier triászi dolomit aljzatot.

A városról északra található 4 db furás (TP.E.1-2-3-5) a felszíntől számított 630-690 méter közt éri el a kréta korú pretercier aljzatot. A fúrások helyszínrajzát a 3. ábra mutatja.



3. ábra: A vizsgált területhez kapcsolódó fúrások helyszínrajza

A fúrások adatait az 1. táblázatban foglaltuk össze. A táblázatban fel van tüntetve a fúrások neve, jele, EOV koordinátája valamint a fúrás talpmélysége.

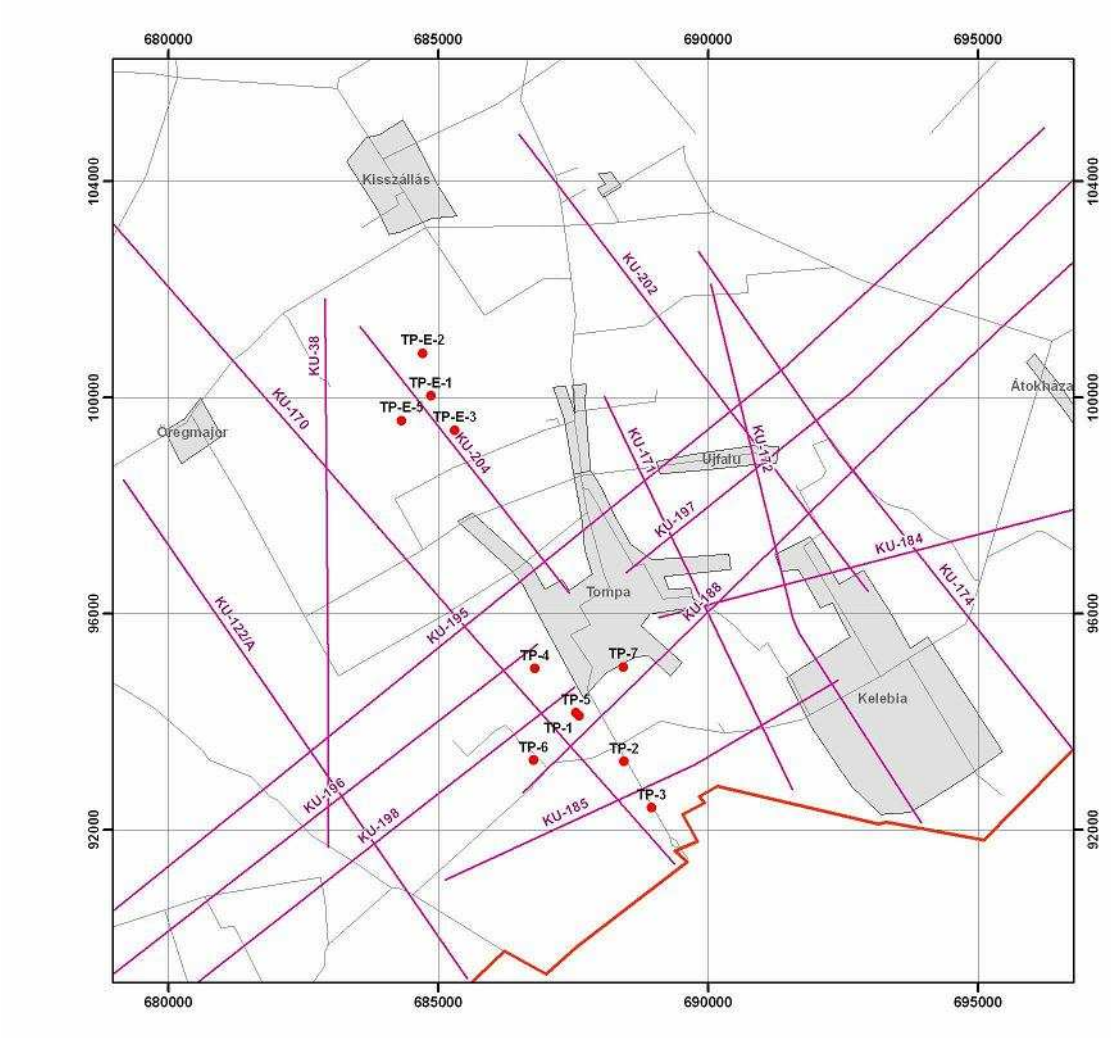
Település név	Fúrás név	EOV X	EOV Y	Fúrási mélység[m]
Tompa	TP.E.2	100825	684722	1400
Tompa	TP.E.4	97676	681255	1500
Tompa	TP.E.1	100031	684875	1100
Tompa	TP.E.3	99398	685312	1200
Tompa	TP.1	94106	687613	484
Tompa	TP.2	93262	688448	513
Tompa	TP.3	92404	688959	536

Tompa	TP.4	94986	686797	471
Tompa	TP.5	94163	687562	379
Tompa	TP.6	93285	686772	494
Tompa	TP.7	95016	688437	591
Tompa	TP.E.5	99576	684332	1161
Tompa	K.38	96981	686653	182

1. táblázat

3.2. Szeizmikus adatok

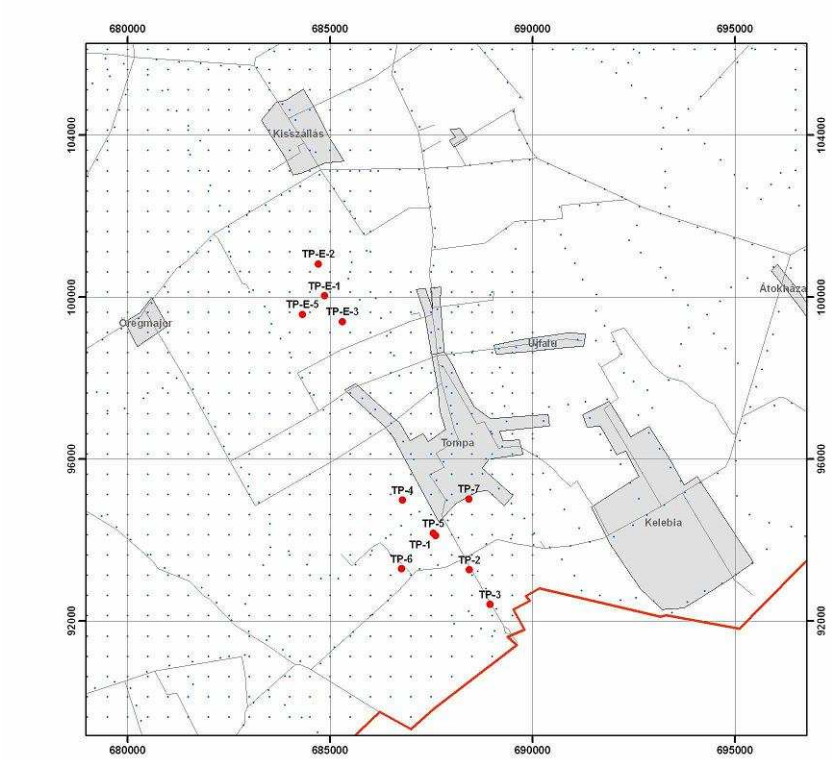
A területen MOL végzett szeizmikus méréseket, ezen mérési eredményekben való betekintésünk engedélyezett volt. Az értelmezéshez adatok újrafeldolgozására nem volt szükség.



4. ábra: A területen elhelyezkedő szeizmikus vonalak nyomvonalai

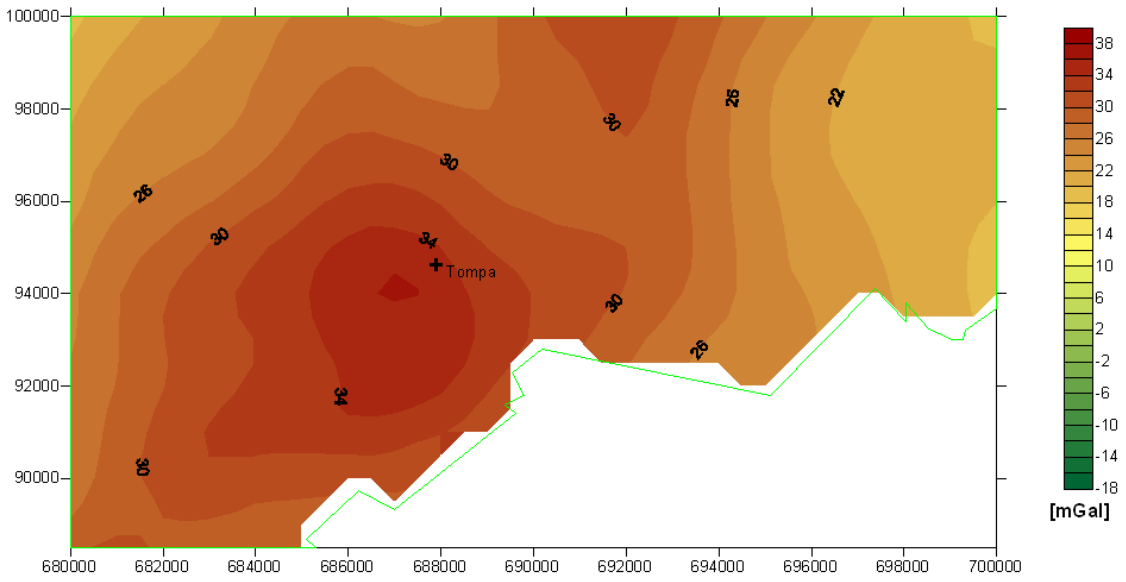
3.3. Erőtér geofizikai adatok

A gravitációs és mágneses mérési pontok különböző pontsűrűséggel ugyan, de az egész területet lefedik. Mind a gravitációs mind a mágneses mérési pontoknál megfigyelhető, hogy az EOV Y =690000 koordináta vonaltól nyugatra 500 x 500 méteres rácshálóban történt a mérés, míg keletre szabálytalan ritkább hálóban, ez azonban nem okozott problémát a feladatok szempontjából. A gravitációs és mágneses mérési pontok elhelyezkedését az 5. és 7. ábra mutatja. Ezen adatok felhasználásával megszerkesztett Bouguer anomália térképet (6. ábra) és a mágneses térképet (8. ábra).

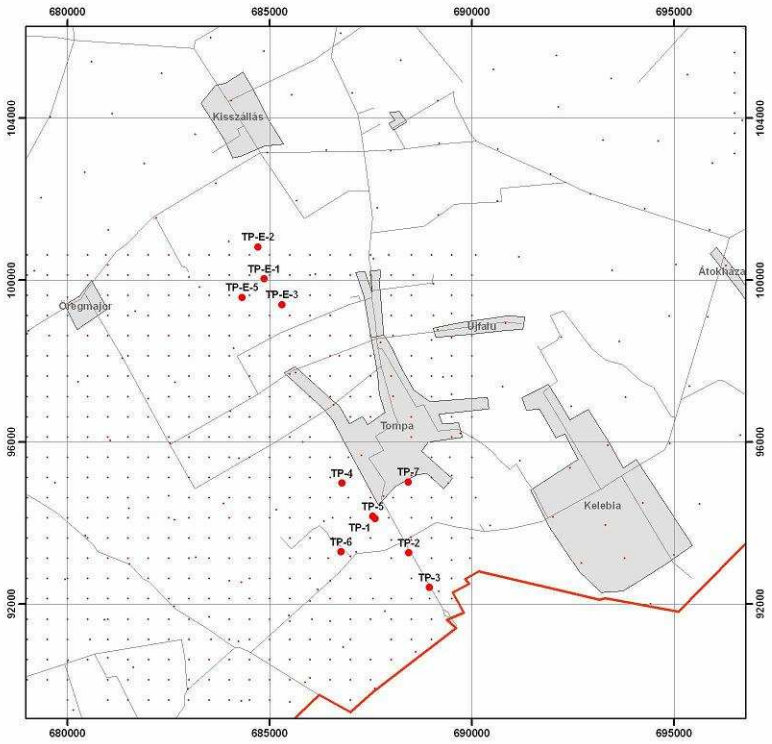


5. ábra: Gravitációs méréséi pontok helyszínrajza

A Bouguer anomália térképen a felszín alatti laterális sűrűségváltozások figyelhetőek meg. A gravitációs mérések alapján meghatározható a medence aljzat felszíntől való helyzete, mert a felszínhez közelebb lévő alaphegységi kőzetek jellemző változást okoznak a Bouguer anomália térképen. A 6. ábra alapján arra lehet következtetni, hogy Tompa városától észak felé haladva a kristályos alaphegység folyamatosan elmélyül a tőle délre található helyzethez képest. A térkép felhívja a figyelmet egy lehetséges szerkezeti eseményre is, amelyre a későbbiekben térünk ki.



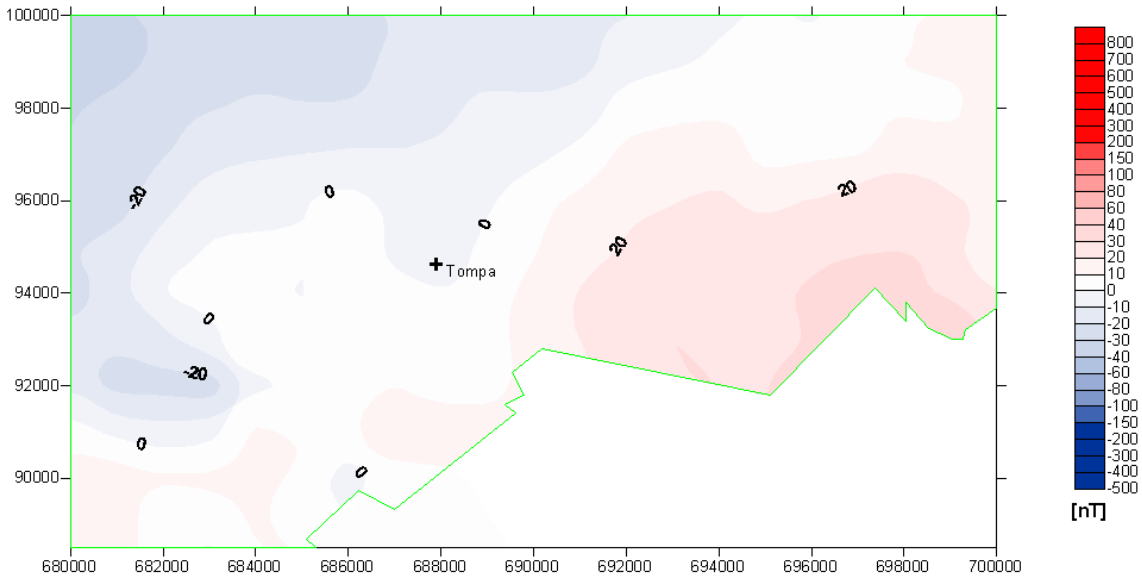
6. ábra: A kutatási terület Bouguer anomália térképe (Kiss J. 2003)



7. ábra: Mágneses mérési pontok helyszínrajza

A mágneses mérések segítségével a Föld mágneses terétől való eltéréseket tudjuk meghatározni. A 8. ábra alátámasztja azt a feltételezést, hogy a kristályos alaphegység az északi irányba mélyül el. Az izovonalak változása, a földtani térképek által jelzett szerkezeti változásokat megerősítik. A jelenség földtani változékonyságra és

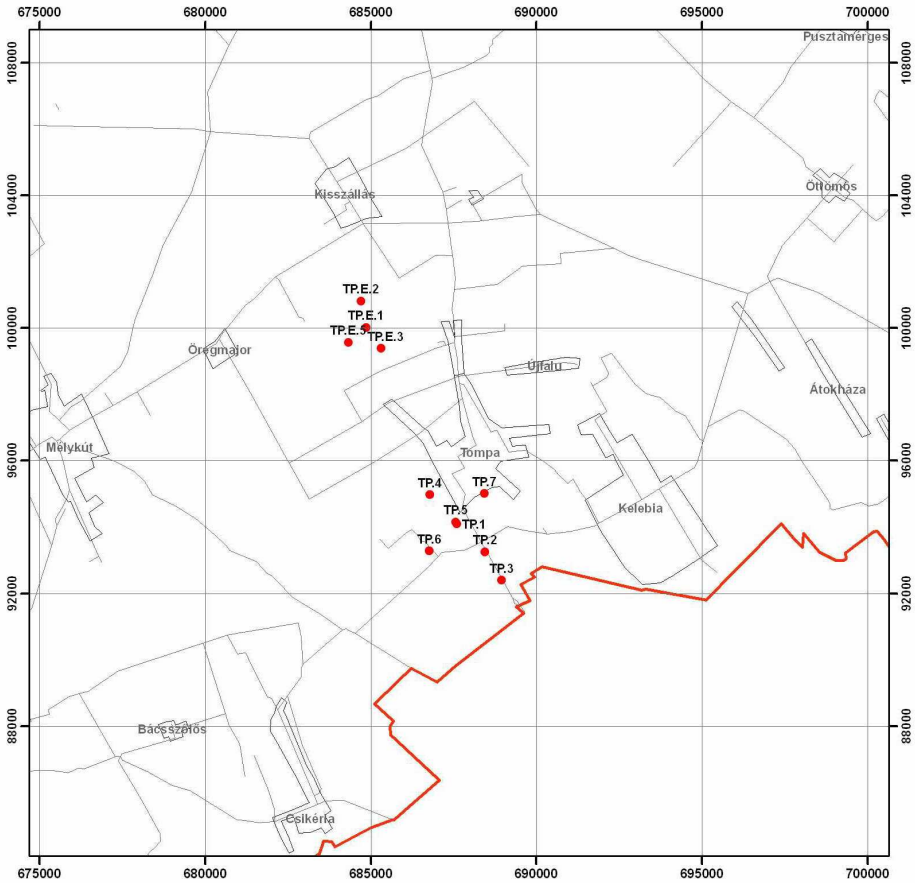
kockázatokra hívja fel a figyelmet, amelynek elemzése a vonatkozó fejezetben történik meg a többi adattal egybevetve.



8. ábra: A kutatási terület mágneses anomália térképe (Kiss J, Gulyás Á. 2006)

4. A terület földtani felépítése

Tompa város környezetében lévő mélyfúrások két csoportban találhatók, a várostól északra elhelyezkedő Tompa-É jelű fúrások illetve, a város délre lévő Tompa jelű fúrások (9. ábra).



9. ábra: Fúrások helye

A vizsgálatok alapján a célterültet földtani felépítésében a következő képződmények várhatók:

- felsőpannon (kb. 250m)
- alsópannon (kb.100m)
- miocén: üledékes kifejlődésű, kis vastagságban (néhány méter)
- kréta (északi területen > 500m)
- triász (déli területen >85m)

KRONOSZTRATIGRÁFIA					ELVI RÉTEGSOR	LITOLÓGIA	FORMÁCIÓ	VASTAGSÁG (m)
KAINOZOIKUM	NEGYED-IDŐSZAK					finomszemű homok és agyag váltakozása		200-300
	HARMADIDŐSZAK	PLIOCÉN	PANNON	FELSŐ PANNON		homokkő, agyagmárga váltakozása	Zagyvai F. Törteli F.	300-1000
				ALSÓ PANNON		agyagmárga	Algyöi F.	250-800
		MIOCÉN	KÖZÉPSŐ	BÁDENI		mészkő, homokkő, agyagmárga, konglomerátum, breccsa	Ebesi F. Makói F.	0-680
				KÁRPÁTI		agyagmárga aleurolit váltakozása konglomerátum	Kiskunhalasi F.	0-2810
MEZOZOIKUM	KRÉTA	FELSŐ	SZENON			mészkő, homokkő, agyagmárga, aleurolit, konglomerátum	Körösi F. Bácsalmási F. Csikériai F.	0-1116
		KÖZ.	CENOMÁN TURON			konglomerátum, agyagos mészkő, agyagmárga, homokos mészkő		0-449
		ALSÓ	APTI ALBAI			mészkő	Nagyharsányi F.	0-620
	TRIÁSZ	KÖZ.				dolomit	Siklósi F.	0-817
		ALSÓ				homokkő, agyagmárga, konglomerátum, vörös homokkő	Werfeni F. Jakabhegyi F.	0-328
PZ.	PERM					kvarcporfír		0-395
PREKAMBRIUM						gneisz, csillámpala		>243

10. ábra: Tompa Észak terület általános rétegsora

A földtani felépítés, valamint későbbiekben a vízföldtani lehetőségek meghatározása szempontjából kiemelt jelentőséggel bír a célterület áthaladó Békési szerkezeti vonal. A szerkezeti térkép (11. ábra) alapján a Békési vonaltól délre ***triász karbonátos*** kifejlődésű kőzet várható, míg az északi területen ***kréta üledékek.***

A terülten a mezozoós aljzatot a fúrások ***460-500 méteres*** fúrási mélységben érték el (12. ábra). Az aljzat minőségéről az északi terülten több információ áll rendelkezésre, nagyobb vastagságban harántolták fúrások, a déli részre vonatkozóan a kútkönyvek alapján kevés információ áll rendelkezésre.

A várostól délre lévő *Tompa-1* fúrás 85,5 vastagságban méterben harántolta az aljzatot:

- **398-483,5 dolomit**: sötétszürke, tömött, cukorszövetű, szilánkos törésű, kalcit beágyazódásokkal, igen kemény, az alsó részén mészmárga csíkokkal. A kőzetkora a kútkönyve alapján nem pontosított, vízföldtani és hőmérséklet adatokat nem tartalmazott.

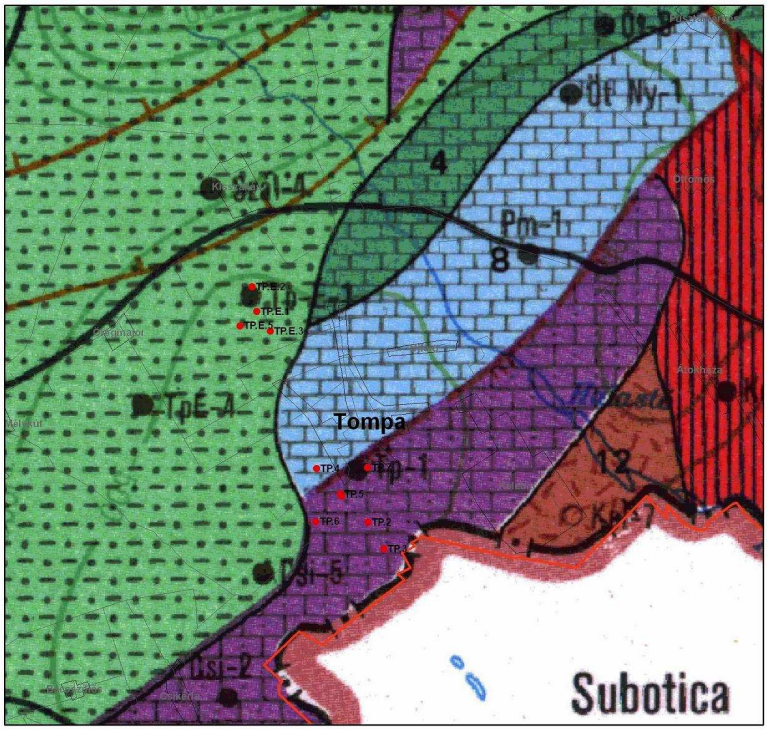
A *Tompa-É-5* fúrás közel 500 méterben harántolta a felső és alsó kréta képződményeket.

- **671,5-1086,5**: szürke, sötétszürke kalciteres, ***homokos agyagmárga***
- **1086,5-1163**: szürke, kemény, kalciteres kristályos ***mészkő.***
- **1075-1163** méter között végzett nyitott rétegvizsgálat eredménye: ***432 m^3/ na*p** 58°C kifolyó hőmérsékletű CO_2 nyomos víz.

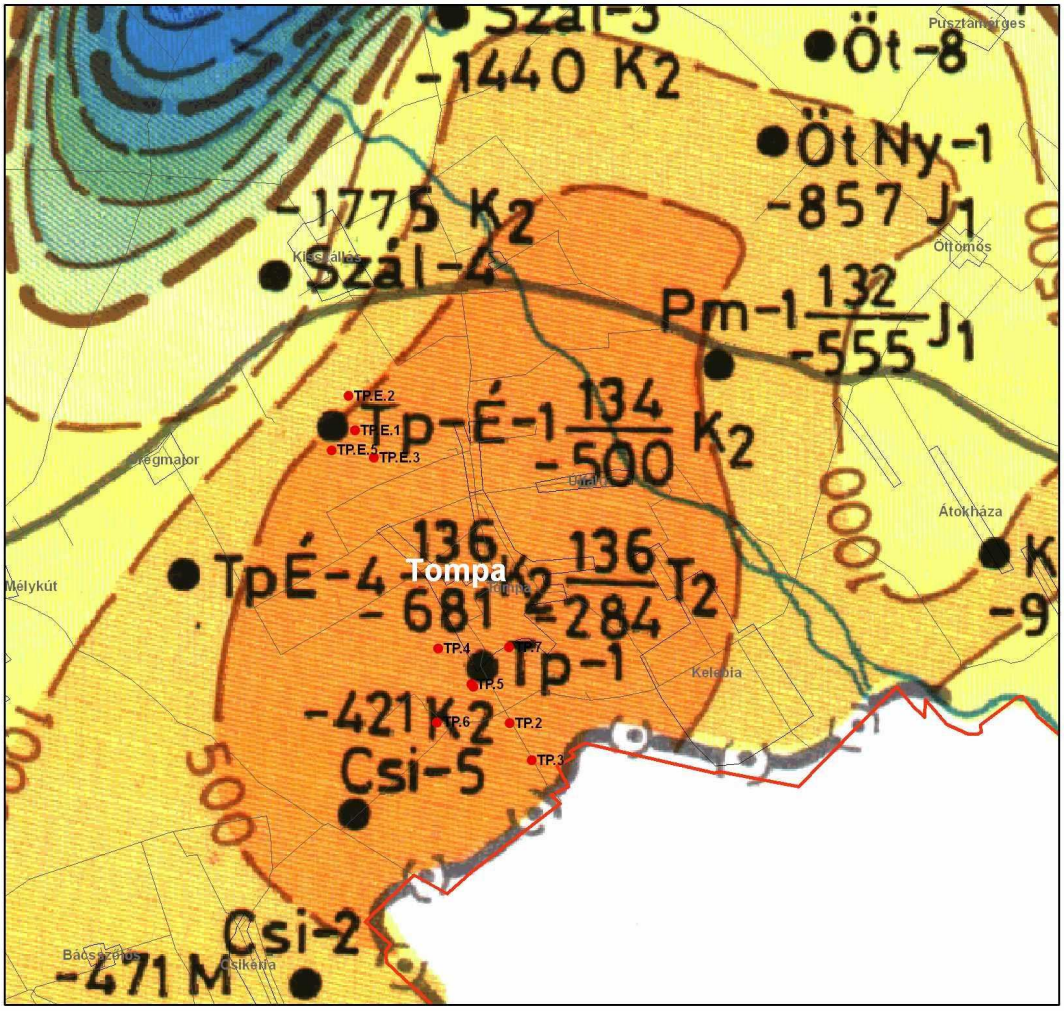
A két területrész egy-egy jellemző fúrása, valamint a pillanatnyilag rendelkezésre álló földtani adatok alapján, a további részletes vizsgálatokat elsősorban az északi területre fókuszálva kell elvégezni. A vizsgált kút adatai alapján itt teljesülhetnek az elvárt vízhozam feltételek, azonban szükséges lehet hidrodinamikai vizsgálatokkal ezeket a feltételezett eredményeket adott esetben alátámasztani.
A déli terülten kevés információ áll rendelkezésre, szeizmikus értelmezésekkel kiegészítve, a mezozoós képződmények helyzetét pontosítva nem kizárt kedvező víztároló kőzetek megléte.

Vízhasznosítási szempontból a felsőpannon tárolóképes laza homokkövei is alkalmasak lehetnek. Az „É” jelű fúrásokban (Tompa-É-2, Tompa-É-3, Tompa-É-5) ≈500 méter, míg a déli részen (Tompa-2, Tompa-3, Tompa-4, Tompa-6) ≈250 méter ismertek.

A közelben lévő szintén pannon rétegből termelő kutak hozam adatai alapján kb. 500-700 liter/perces hozam várható.



11. ábra: Földtani térkép a kainozoikum elhagyásával (Fülöp Dank 1987)



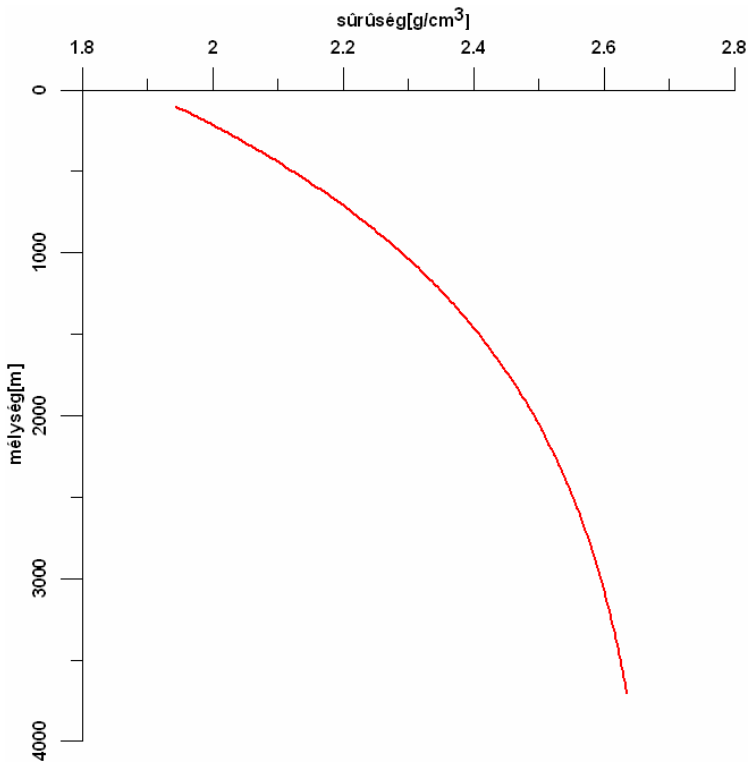
12. ábra: : Pretercier aljzatdomborzat (Kilényi et al.1990)

5. A kőzetfizikai paraméterek ismertetése

A kőzetfizikai paraméterek ismerete kulcsfontosságú a hőhasznosítás lehetőségeinek szempontjából. Egy terület geotermikus jellemzőinek vizsgálatkor fontos tisztázni a porozitás, permeabilitás és a hőmérséklet viszonyokat, hiszen ezek az értékek határozzák meg a területen alkalmazható optimális technológiát, illetve a kinyerhető geotermikus energia felhasználhatóságát. A porozitás a pórusok összmennyiségének a teljes kőzettérfogathoz viszonyított aránya. Százalékban adják meg. A tárlókőzetek porozitása 5-30% között változik. Minél nagyobb egy kőzet porozitása, annál nagyobb mennyiségű geotermikus fluidumot tartalmazhat melynek kitermelhetősége függ az adott kőzet permeabilitásától. Permeabilitáson a kőzetek áteresztőképességét értjük, meg kell említeni, hogy a permeabilitás és porozitás közt elvileg nincs analitikus kapcsolat, de a porozitás csökkenése az eredeti pórusok méretcsökkenése révén jön létre ezáltal a kőzetek áteresztőképessége (permeabilitása) is csökken így a két kőzetjellemző közt sztochasztikus kapcsolat van (Zilahi-Sebess L., Fancsik T, 2004.).

A kőzetfizikai paraméterek meghatározása általában közvetett módón történik, leggyakrabban labormérések illetve mélyfúrásos mérések segítségével.

A területen mélyített fúrások karotázs mérései alapján nem történt közvetlen porozitás és permeabilitás mérés. Ezért az irodalomból ismeretes képletek felhasználásával adtuk meg a sűrűség, porozitás, permeabilitás értékek mélységfüggését.

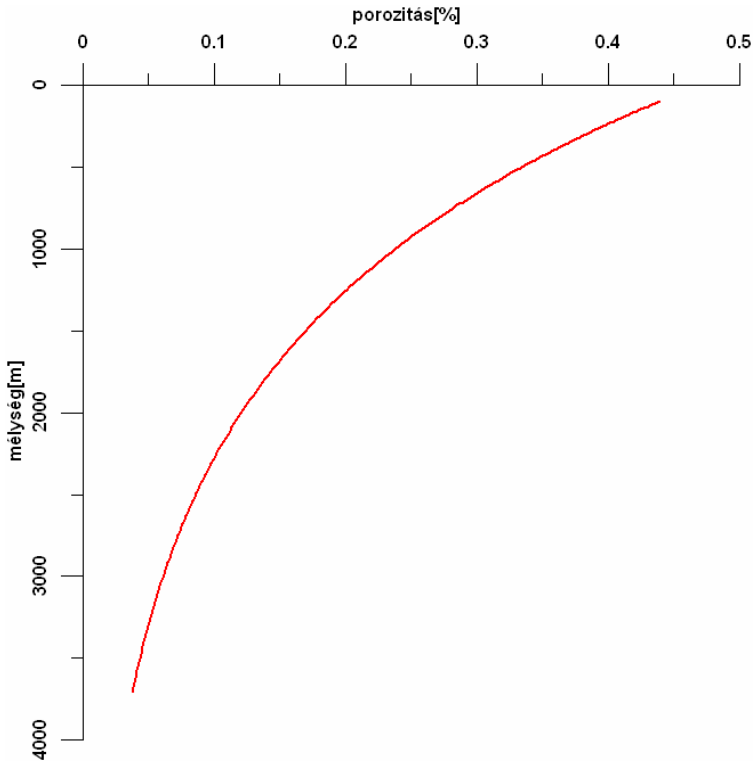


13. ábra: A területre jellemző mélység-sűrűség eloszlás

A területre vonatkozó sűrűség eloszlás függvény:

$$\rho = 2{,}7 - 0{,}81 \cdot e^{-0{,}00068Z}$$

ahol, ρ [g/cm^3]: sűrűség
Z [m]: mélység



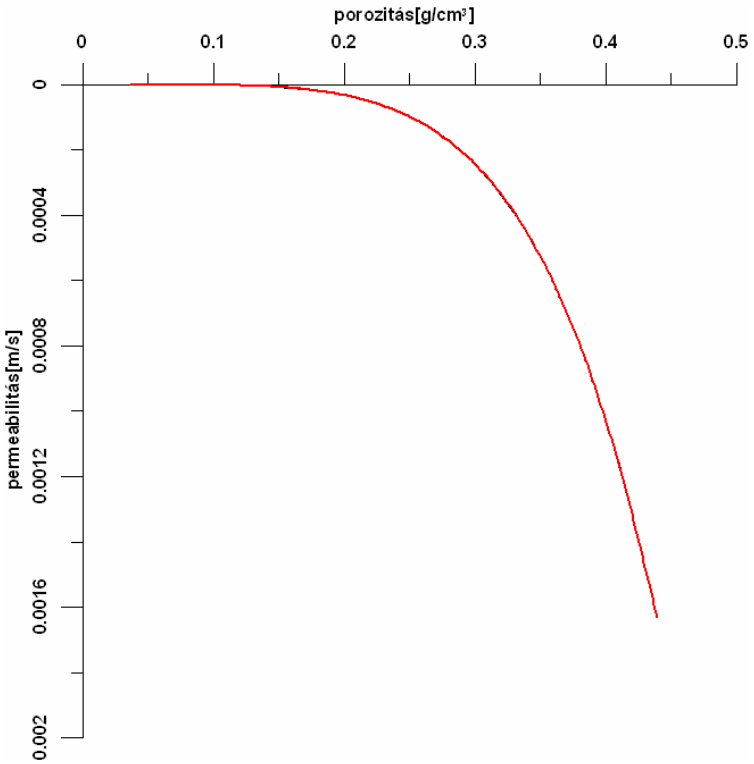
14. ábra: A területre jellemző porozitás - mélység függés

A területre vonatkozó porozitás eloszlás függvény:

$$\Phi = \frac{0{,}81 \cdot e^{-0{,}00068Z}}{1{,}7}$$

ahol , Φ : porozitás

Z[m]: mélység



15. ábra: A területre jellemző permeabilitás - porozitás függvény

A területre jellemző permeabilitás eloszlás függvény:

$K=1-e^{-0.1\Phi^5}$ ahol: Φ porozitás

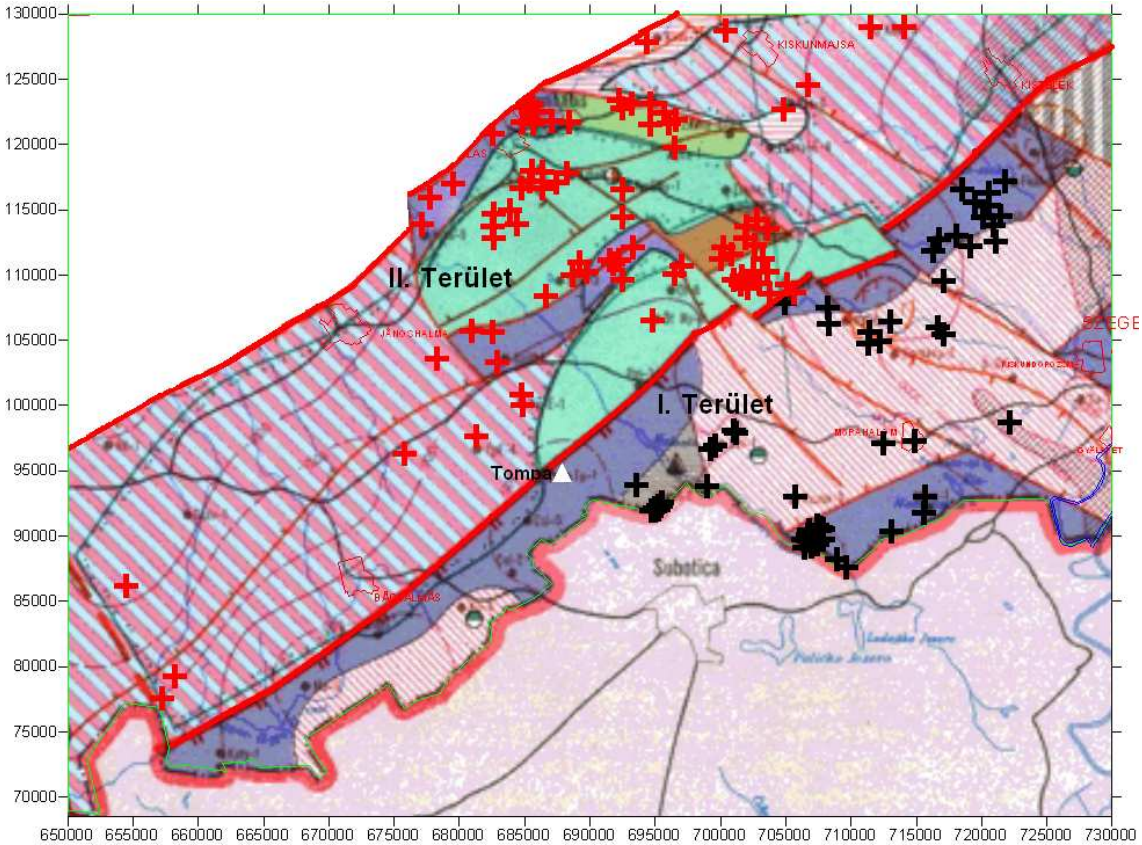
6. A terület hőmérséklet viszonyainak elemzése

Az elemzések alapját az országos geotermikus adatbázis értéknövelt adatai képezik. A magyarországi geotermikus adatbázis adatait a területre eső leválogatást követően hibaelemzések és statisztikai analízis segítségével dolgoztuk fel. A hiba elemzéseknél és az adatok szűrésénél felhasználtuk a mérés körülményeit tartalmazó dokumentumokat, mivel a mérési adatok többsége nem stacionárius kőzethőmérsékletet tükröz, az adatok rendszerint mérési hibákkal terheltek.

A hőmérséklet adatok elemzése és a hőterek előállítása során megállapítható hogy a neogén homokos - agyagos fiatalabb üledékek és preneogén korú kristályos, karbonátos, metamorf medencealjzat határán jelentős hővezetőképesség kontraszt mutatkozhat, valamint neogén és preneogén korú kőzetek eltérő kőzetfizikai, hőtani tulajdonságokkal rendelkeznek melyek hatással vannak a terület geotermikus

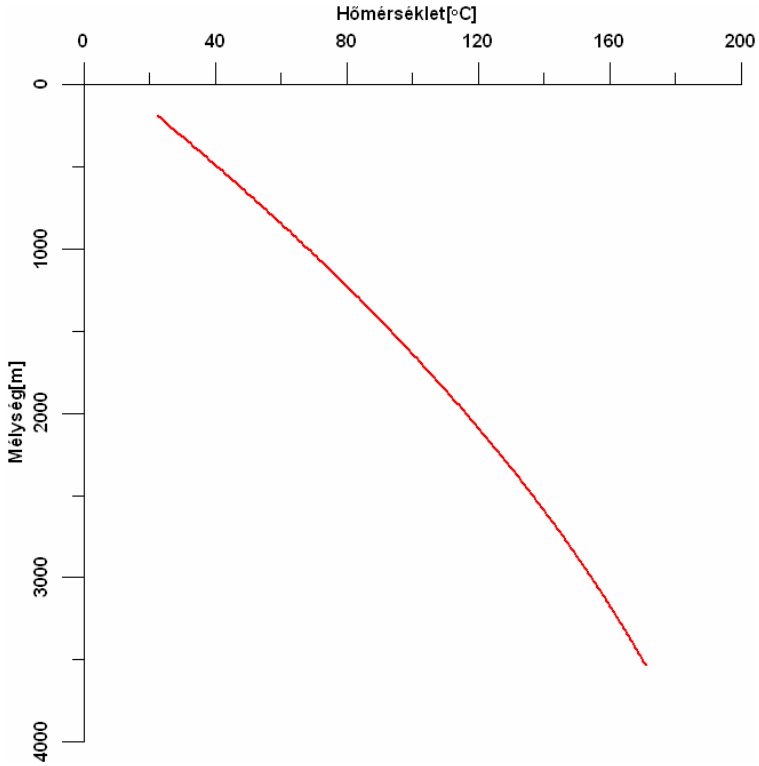
viszonyaira. Ezen megfontolások alapján a hőmérséklet terek meghatározásakor külön kell kezelni a neogén és preneogén korú képződmények hőmérséklet adatait.

A terület változatos földtani és szerkezeti tagoltsága (a várost a Békési vonal két tektonikai egységre bontja) ─amely hatással van a geotermális viszonyokra─, indokolttá tette a terület egységekre osztását (16.ábra). Fontos szempont volt a felosztásnál, hogy hidrológiailag és hőtanilag is homogén, statisztikailag reprezentatív területegységeket kapjunk.



16. ábra: A terület részterületre bontása

A hőmérséklet terek meghatározáshoz szükséges ismerni a területekre jellemző hőmérséklet gradienst. A területekre jellemző hőmérsékleti gradiens meghatározásnál az adatbázisból kivettük a statisztika elemzések során hibásnak tűnő adatokat, ügyelve arra, hogy a statisztikailag bizonytalan, de földtanilag helytálló adatok továbbra is az adatrendszerünk elemeit képezik. A két terület neogén illetve preneogén képződményeinek mélység-hőmérséklet kapcsolata az 17-20. ábrán látható.

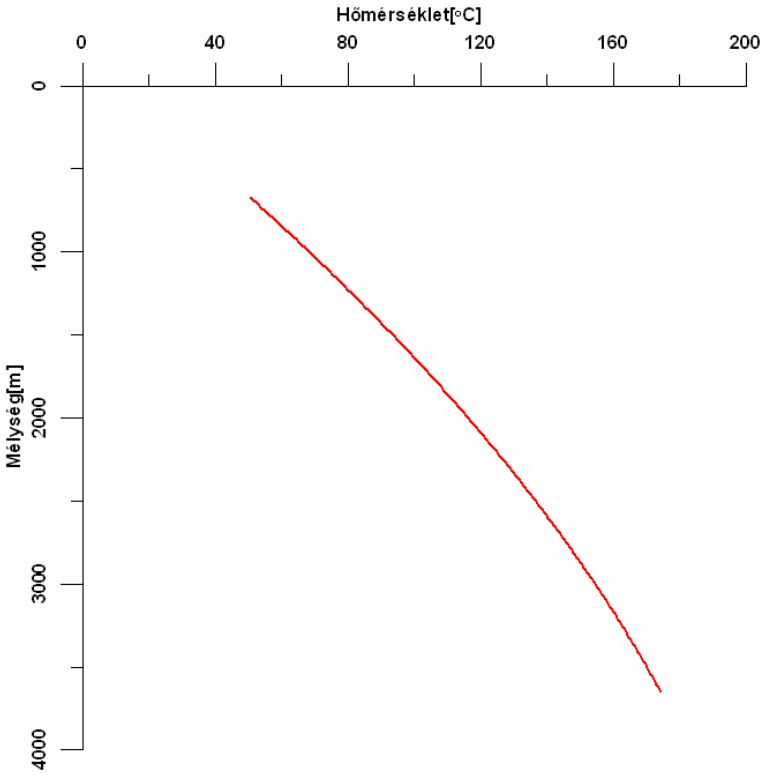


17. ábra: Az I. terület neogén képződményeinek mélység-hőmérséklet kapcsolata

Az I. terület neogén képződményeire vonatkozó hőmérséklet eloszlás függvény:

$T(^{o}C) = 10.57903608 + 0.06243733164 * Z - 4.821160252E-006 * Z^2$

ahol, T [^{o}C] hőmérséklet
Z [m] felszíntől számított mélység

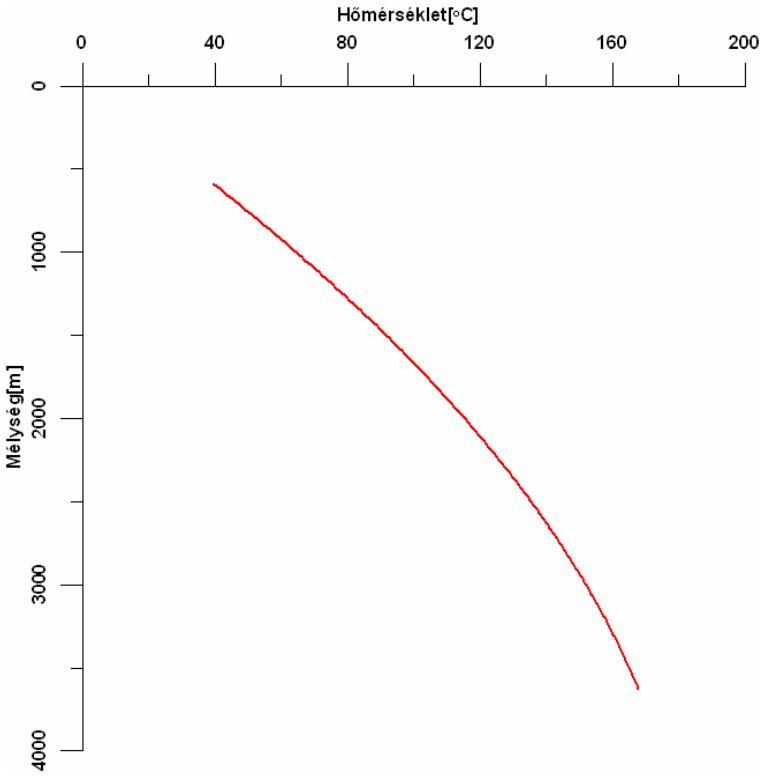


18. ábra: Az I. terület preneogén képződményeinek mélység-hőmérséklet kapcsolata

Az I. terület preneogén képződményeire vonatkozó hőmérséklet eloszlás függvény:

$T(^{o}C) = 10.86530551 + 0.06225565214 * Z - 4.786495774E\text{-}006 * Z^2$

ahol, T [^{o}C] hőmérséklet
Z [m] felszíntől számított mélység

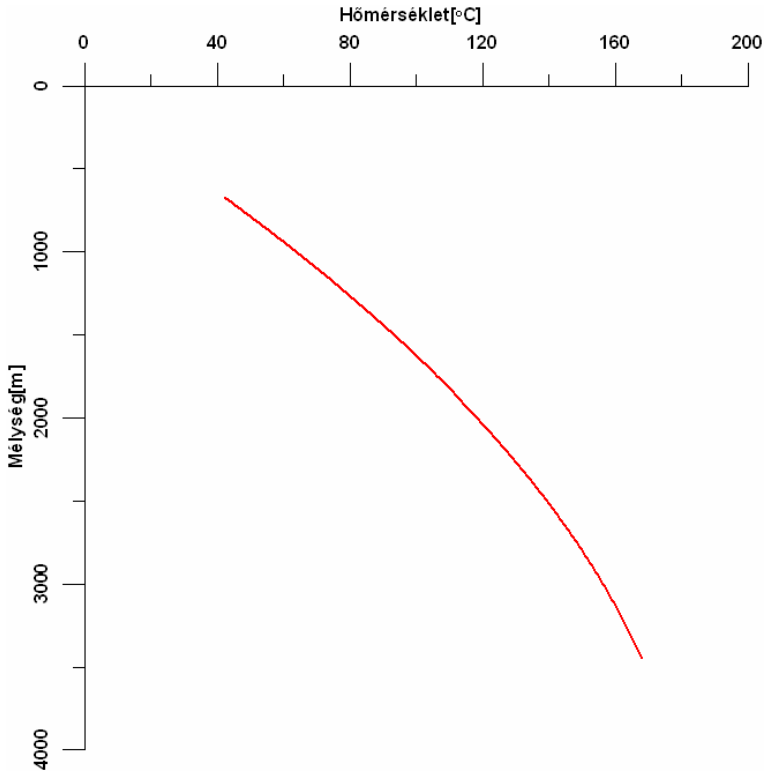


19. ábra: A II. terület neogén képződményeinek mélység-hőmérséklet kapcsolata

Az II. terület neogén képződményeire vonatkozó hőmérséklet eloszlás függvény:

$T(^{o}C) = -0.3383006454 + 0.07195483423 * Z - 7.057028705E\text{-}006 * Z^2$

ahol, T [^{o}C] hőmérséklet
Z [m] felszíntől számított mélység



20. ábra: A II. terület preneogén képződményeinek mélység-hőmérséklet kapcsolata

Az II. terület preneogén képződményeire vonatkozó hőmérséklet eloszlás függvény:

$T(^{o}C) = -7.287177008 + 0.07947501535 *Z - 8.312484585E-006 *Z^2$

ahol, T [^{o}C] hőmérséklet
Z [m] felszíntől számított mélység

A szűrési eljárások végrehajtása után a rendelkezésünkre álló adatbázis adatai horizontálisan és vertikálisan sem mutatnak egyenletes térbeli eloszlást, ezért megmintázottságot növelése érdekében származtatott adatokat is fel kell használni a vizsgált terület hőmérséklet viszonyainak megismerésére.

A származtatott adatok részben a mért adatokból különböző mélységekre, a területre jellemző mélység – hőmérséklet függvény segítségével interpolált vagy extrapolált hőmérsékletek, másrészt az adott rétegből a felszínen kifolyó víz hőmérsékletéből visszaszámítható réteghőmérséklet.

Adott rétegből a felszínen kifolyó víz hőmérsékletéből visszaszámítható réteghőmérsékletek meghatározása során felhasználtuk az adatbázis azon adatait,

amelyeknél ismert a vízhozam, a fakadási mélység, a kifolyó víz hőmérséklete, a következő képlet alkalmazásával határoztunk meg réteghőmérsékleteket.

$T_{réteg=}H*g+T_{ki}-I*[e^{-b}*(H/I)^{a}]$ (1.) ahol, : Tréteg: H mélységhez tartozó réteghőmérséklet [oC]

Tki: kifolyó víz hőmérséklete [oC]

H : fakadási mélység [m]

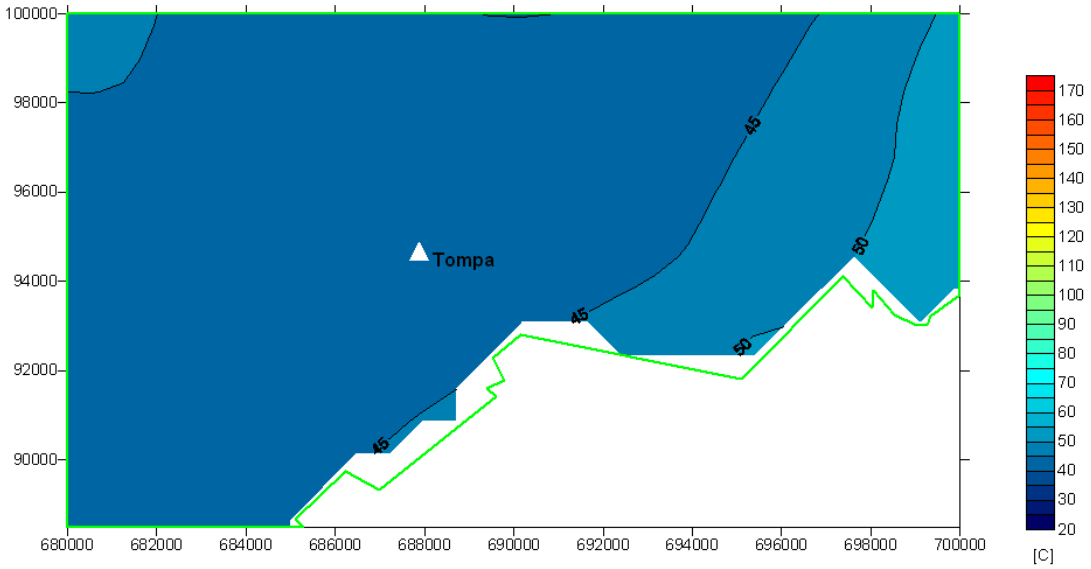
I: vízhozam [m3/min]

g: országos gradiens (0,04464)

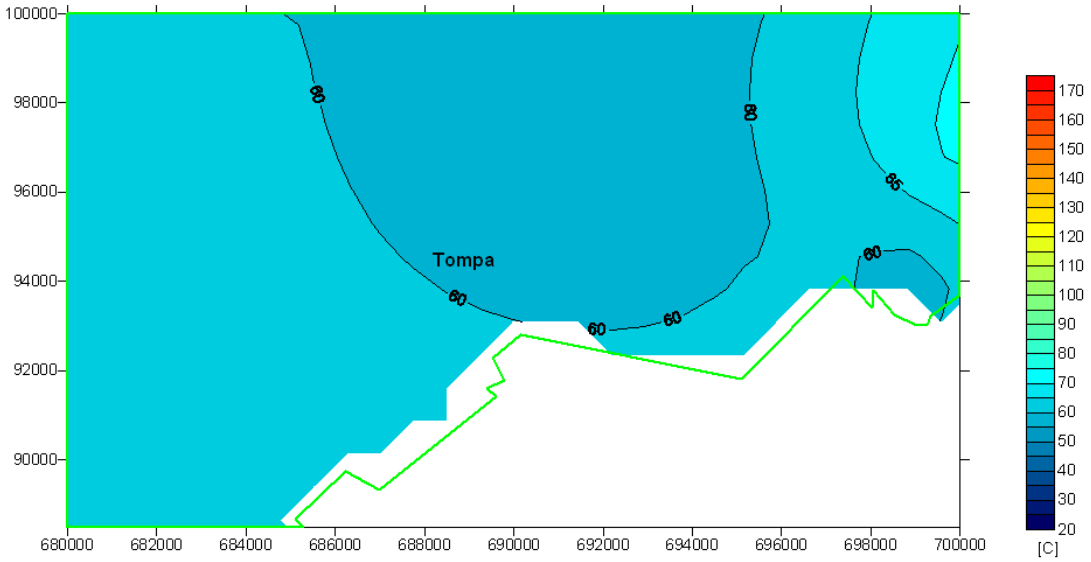
a: 0,8709063262

b: 2,57917301

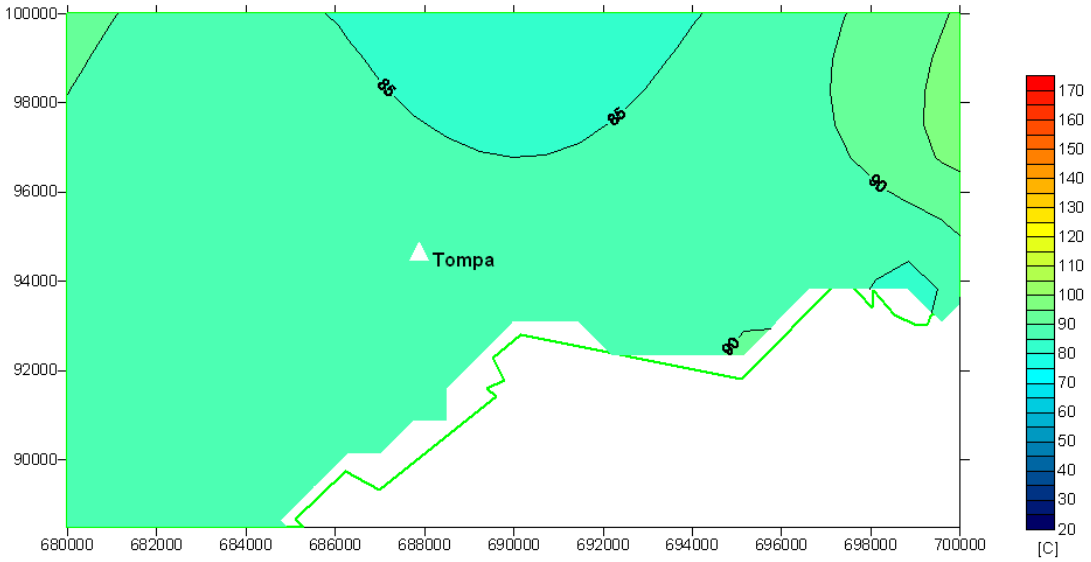
A fent leírtak alapján kapott hőmérséklet adatokat 500-3000 méteresig 200 méteres mélységintervallumonként izovonalas térképen ábrázoltuk. A 21.-24. ábrákon Tompa város térségének hőmérséklet eloszlás térképekei láthatóak különböző mélységintervallumokban.



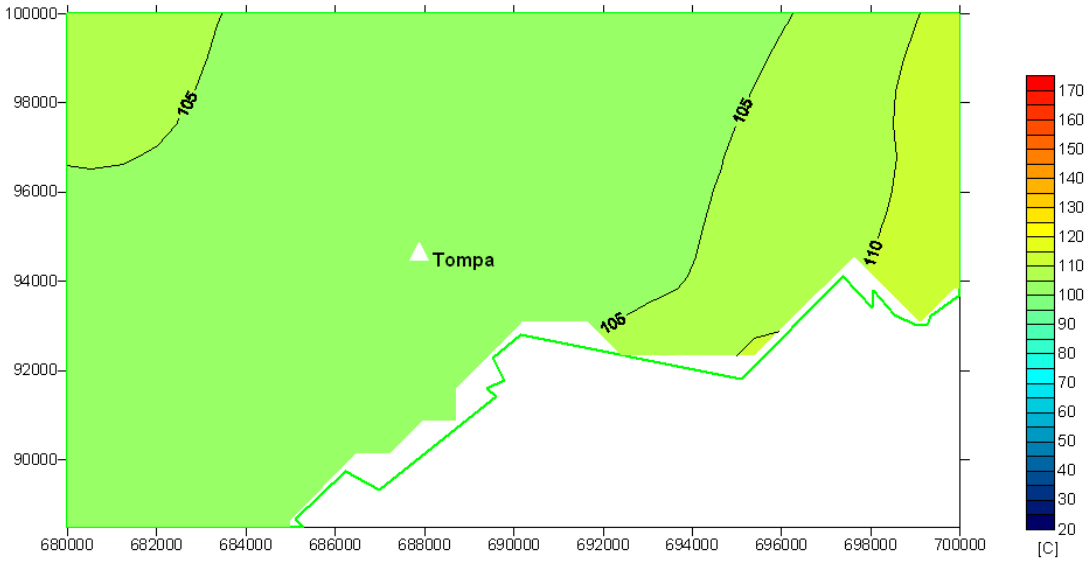
21. ábra: Tompa város térségében a hőmérséklet alakulása a felszíntől számított 550méter mélyen



22. ábra: Tompa város térségében a hőmérséklet alakulása a felszíntől számított 950méter mélyen



23. ábra: Tompa város térségében a hőmérséklet alakulása a felszíntől számított 1550méter mélyen



24. ábra: Tompa város térségében a hőmérséklet alakulása a felszíntől számított 1950méter mélyen

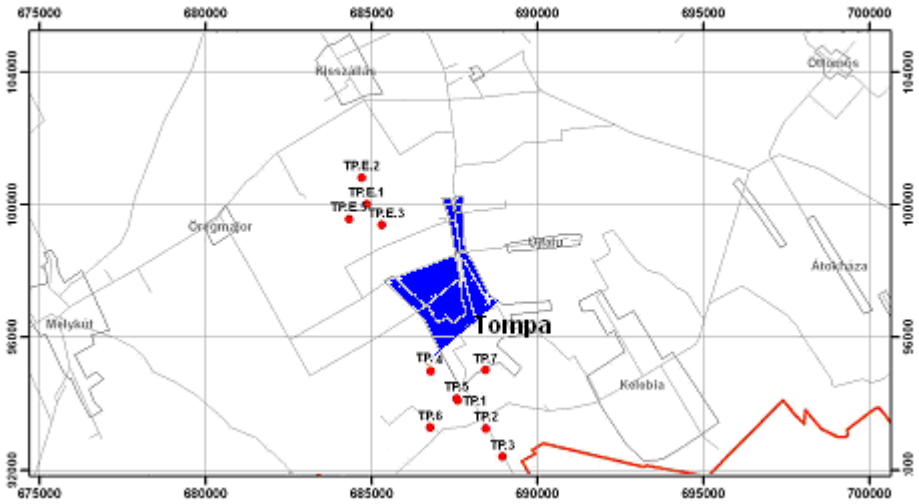
A réteghőmérséklet elemzések azt mutatják, hogy a felszíntől számított 1500 méter körül már 85-90 ^{o}C-os hőmérsékletű rétegek találhatóak.

7. Földtani – geofizikai adatok szintézise, kockázatelemzés

Ebben a fejezetben elemzésre kerülnek Tompa város geotermikus energiafelhasználásának földtani kockázati elemei. A beruházás legjelentősebb kockázati komponensét a földtani felépítés, vízföldtani környezet és a víz áramlási helyzete jelenti. A kockázat csökkentésének legfontosabb mozzanata a földtani-szerkezeti viszonyok tisztázása a legkorszerűbb modellek, feldolgozási eljárások segítségével az információ maximalizálása mellett.

Tompa várost a Békési nagyszerkezeti vonal két különböző egységre bontja, a Békési vonaltól északra a Villányi-Bihari egység délre a Békési-Kodrui egység található. A két egységet alkotó kőzetek eltérő kőzetfizikai paraméterekkel rendelkeznek. A területekről eltérő mennyiségű és minőségű geofizikai, földtani, hidrogeológiai információ áll rendelkezésünkre. Az adatok szintézise alapján megállapítható, hogy a nagyszerkezeti vonaltól északra elhelyezkedő területen a

potenciálisan jó vízadónak feltételezett karbonátos üledékösszletek vastagabb kifejlődésben találhatóak, mint a nagyszerkezeti vonaltól délre, ezért a jelenlegi megkutatottsági szinten az északi terület geotermikus beruházás szempontjából kedvezőbb adottságú. A Tp-É-5 furásban végzett rétegvizsgálatok alapján megállapítható, hogy a területen a geotermikus beruházás számára megfelelő hozam termelhető az alsó-felső pannon rétegből (felszíntől számított 450-500 méter közt) a kivehető víztömeg 700-900 liter/perc. A területen további potenciális termeltethető réteg a kristályos alaphegység alsó kréta mészkő rétege mely a felszíntől számított 1000 métertől valószínűsíthető, ezen réteg hozama 300 l/perc a kifolyó víz hőmérséklete 58 ^{o}C. A hozam és a kifolyó víz hőmérséklet is nőhet, ha a nyitott lyukszakaszt savazással kitisztítják, valamint a kifolyó keresztmetszet 7”-os, ebben az esetben a 700 l/perces hozam és 63-64 ^{o}C-os értékek is megvalósulhatnak a kifolyó víz esetén. A 26. ábrán kékkel jelöltük a geotermikus beruházás szempontjából általunk megfelelőnek tartott, tehát alacsony kockázatú városrészt.



25. ábra: Geotermikus beruházás szempontjából potenciális terület

A déli terület magasabb kockázatát a szerkezeti helyzete és alacsonyabb információ mennyiség jelenti, a jelenlegi adatok alapján nem bizonyított az mezozóos aljzatban feltételezett jó vízadók megléte. Ezen a részen történő geotermikus beruházás megkezdése előtt mindenképpen javasolt az információ mennyiség növelése, például geofizikai mérések melyek segítségével kijelölhetőek a vízadó rétegek.

Az elemzések eredményeként további vizsgálatainkat leszűkítettük Tompa városnak a Békési vonaltól északra fekvő területére, ahol tehát a földtani információ mértéke és így a földtani biztonság megfelelő a lehetséges geotermikus beruházást kiszolgáló fúrások számára. Ezen részre meghatározott elvi rétegsor (10. ábra) kőzeteinek kőzetfizikai paraméter-értékei láthatók a 2. táblázatban. Az itt megadott eredmények minden további beruházás, hatósági engedélyezés, megvalósíthatósági tanulmány alapadatait jelentik!

Kor	Kőzetnév	Szivárgási tényező [m/s]	Porozitás[%]	Hővezető képesség [W/mK]	Réteg hőmérséklet [^{o}C]
negyedidőszak	finomszemű homok	**10^{-4}**	**35**	**1-3.2**	**10-20**
	agyag	**10^{-8}**	**15**	**0.8-2.8**	
felső pannon	agyagmárga	**10^{-9}**	**15**	**1.5-3.0**	**20-35**
	Homokkő	**10^{-5}**	**30-25**	**1.7-5**	
alsó pannon	agyagmárga	**10^{-9}**	**10**		**35-48**
bádeni	homokkő	**10^{-5}**	**15**		**48-53**
	mészkő	**10^{-5}**	**20**	**2.2-4**	
	agyagmárga	**10^{-9}**	**10**		
	konglomerátum breccsa	**10^{-6}**	**7**		
kárpáti	konglomerátum	**10^{-6}**	**7**		**53-55**
	agyagmárga	**10^{-9}**	**10**		
felső kréta	mészkő, homokkő	**10^{-6}**	**10-15**		**55-68**
	agyagmárga	**10^{-10}**	**0-5**		
	aleurolit	**10^{-8}**	**5-10**		
	konglomerátum	**10^{-7}**	**7**		
középső kréta	homokos mészkő	**10^{-7}**	**10-15**		**68-70**
alsó kréta	mészkő	**10^{-7}**	**10-15**		**70-75**
középső triász	dolomit	**10^{-9}**	**10**		**75-**
alsó triász	homokkő	**10^{-10}**	**10-15**		
	konglomerátum	**10^{-7}**	**7**		
perm	kvarcporfír	**10^{-11}**	**0-1**	**6.5-13.2**	
perkambrium	gneisz csillámpala	**10^{-7}-10^{-10}**	**0-5**	**2-4.8**	

2. táblázat

A terület hidrogeológiai adottságai geotermikus szempontból a rendelkezésünkre álló adatok alapján megfelelőnek mondható balneológiai és energetikai beruházások szempontjából.

7.1. Kockázati elemek és mértékek

A földtani és műszaki természetű kockázatai az előkutatás, illetve a beruházás kezdeti fázisában megjelenő problémák kockázati szintje:

- A meddő kutak átalakítása próbakutakká sikertelen.
  Valószínűsége: 5 %
  Megoldás: kútszerkezet áttervezése; más meddő kutatófúrás kiválasztása.

- A termelőkút a tervezett mélységig nem talál víztermelésre alkalmas képződményeket.
  Valószínűsége: 15%.
  Megoldás: továbbfúrás, stimulálás (permeabilitás növelése különböző módszerekkel)

- A termelőkút hozama alacsonyabb a tervezettnél.
  Valószínűsége: 25 %
  Megoldás: permeabilitás növelése különböző módszerekkel (savazás, repesztés stb.)

- A termelt víz rendellenesen magas gáztartalmú
  Valószínűsége: 25%
  Megoldás: gáztalanító berendezés, a gáz felhasználása energetikai célokra

- A termelt hévíz összetétele miatt erős kőkiválás jelentkezik
  Valószínűsége: 25 %
  Megoldás: kútszerkezet megfelelő méretezése; vízkezelés

Ajánlatos az Tp-É-5 jelű kútban próbatermeltetést végezni, ezáltal pontosabban meghatározható a termeltetett réteg hozam és a kifolyó víz hőmérséklete.

8. Felszíni termálvíz-hasznosítás lehetősége

Ennek az elemzésnek a kiinduló pontja a termálvíz balneológiai felhasználása Tompa város esetén. Az energetikai jellegű vizsgálatok a termálvíz-felhasználás hatékonyságfokozása érdekében történik, ami a koncepciót határozza meg.

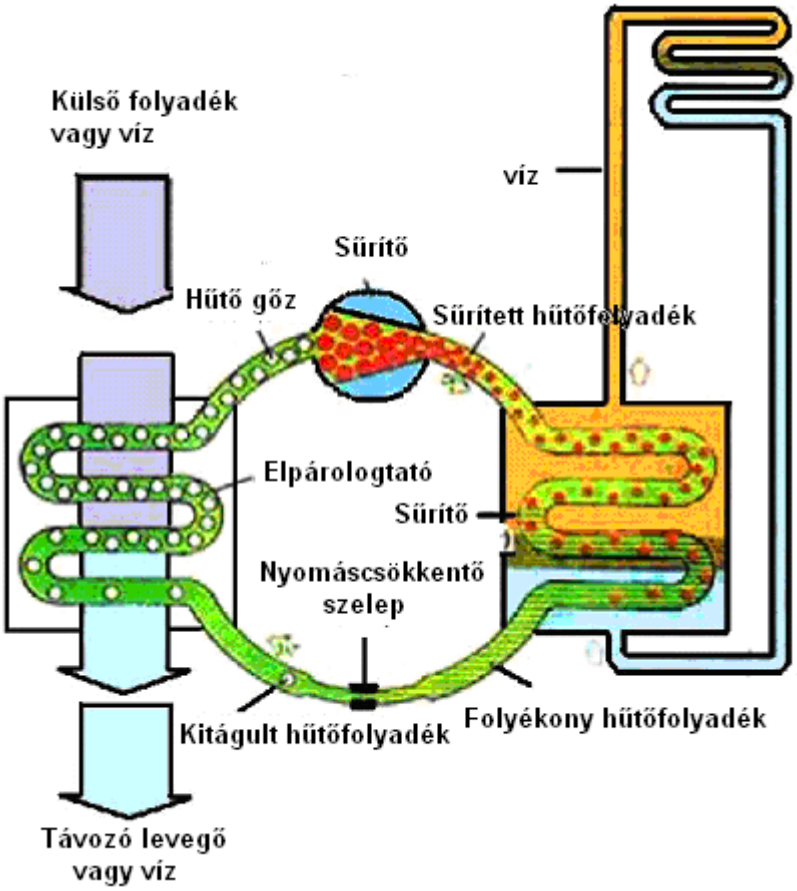
A területen mind az alsó-felső pannon határ mind a kristályos alaphegység kőzetei alkalmasak termálvíz és geotermikus energia kinyerésére. Ezen okból kifolyólag különböző műszaki megoldások alkalmazható a rétegek hőtartalmának kinyerésére. Az energetikai jellegű vizsgálat a hatékonyságfokozás érdekében történik, ami a koncepciót határozza meg.

Az alábbi részekben bemutatjuk a felszíni hőhasznosítás műszaki lehetőségeit és megvizsgáljuk, hogy a város geotermikus adottsági mellett mely megoldás, vagy megoldások lennének gazdaságosak és minimális kockázatúak.

8.1. Geotermikus hőszivattyúk

A hőszivattyú a kőzetekből a közvetlenül nem hasznosítható hőfokszintű hőenergiát von el és további elektromos energia felhasználásával nagyobb hőmérsékletű hővé alakítja. A hőszivattyú a földi hőáramot nem közvetlenül hasznosítja, hanem a hőt átadja egy speciális munkaközegnek melyre jellemző az alacsony forráspont és a nagy nyomáson való cseppfolyósodás. A hőszivattyú alkalmazásával a 65 ^{o}C-nál alacsonyabb hőmérsékletű vizeket is fel lehet használni fűtési célokra.

A hőszivattyú elvi felépítése megegyezik a hűtőberendezésekével, legfontosabb elemei a két hőcserélő (egy párologtató és egy kondenzátor), kompresszor és az expanziós szelep. A környezeti hőforrás a folyékony munkaközeget az elpárologtatóba légneművé alakítja, a kompresszor nagyobb nyomásra sűríti az elpárologtatott munkafolyadékot, ezáltal a kondenzációs hőmérséklet is emelkedik. A hőszivattyú kompresszorát villanymotor hajtja, de nem feltétlenül szükségesek hagyományos energiaforrások (villamos energia vagy földgáz) hiszen a működtető villamos energiát biztosíthatjuk napelemmel, biogázzal, vagy éppen szélenergiával. Ezt követően a nagy nyomású és hőmérsékletű gőz a kondenzátorba jutva átadja hőenergiáját a nála kisebb energiájú hőfelvevő közegnek.



26. ábra: A hőszivattyú működési elve

A hőszivattyú használata mindenképpen jelentős energia-megtakarítást eredményez, még akkor is, ha hagyományos energiaforrásokat használunk is működtetéséhez. Mindemellett elősegíti a fosszilis energiahordozók gazdaságosabb felhasználását (www.alfoldy-szasz.hu).

8.2. Közvetlen termálvíz hasznosítás

Közvetlen hőhasznosítással megoldható a kommunális fűtés, használati melegvíz előállítása, növényházak, fólia sátrak fűtése, terménynszárítás – többek között.

A lakossági fűtés esetében gyakran alkalmazott módszer, hogy a távfűtési rendszerek hőtermelő egységeiben a fűtési visszatérő víz fölmelegítését végzi a termálvíz egy központi hőcserélőn keresztül.

Hőcserélő segítségével hálózati ivóvízből használati melegvizet is elő lehet állítani. A termálvíz akár közvetlenül is felhasználható melegvízként, de ebben az esetben gondoskodni kell a vízkezelésről (gáztalanítás, vastalanítás).

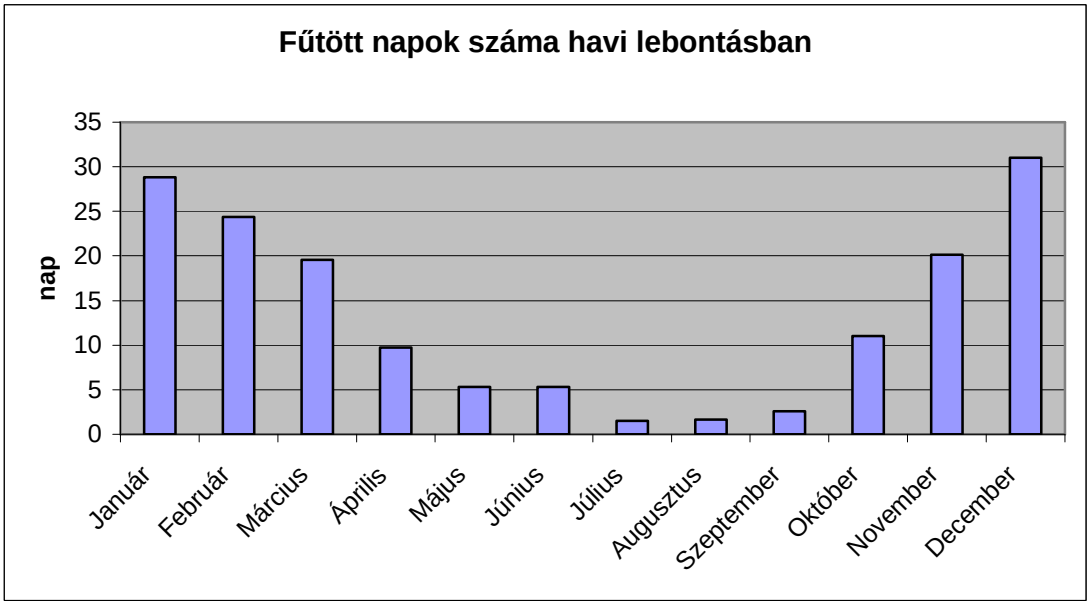
Hazánkban egyre elterjedtebb a növényházak, fóliasátrak geotermikus energiával való fűtése. Ebben az esetben általában talajfűtés alkalmaznak, de emellett a légfűtésre is használható a geotermikus energia.

Különböző gabonafélék, napraforgó, kukorica nedvesség tartalmának csökkentésére, valamint gyümölcsaszalásra használható szárítótornyokban is egyre gyakrabban használnak geotermikus energiát.

Ezek a lehetőségek azért lehetnek fontosak, mert olyan vállalkozásfejlesztési többletlehetőséget adnak az önkormányzat kezébe, ami kedvező lehet a munkahelyek teremtése, adóbevételek növelése szempontjából.

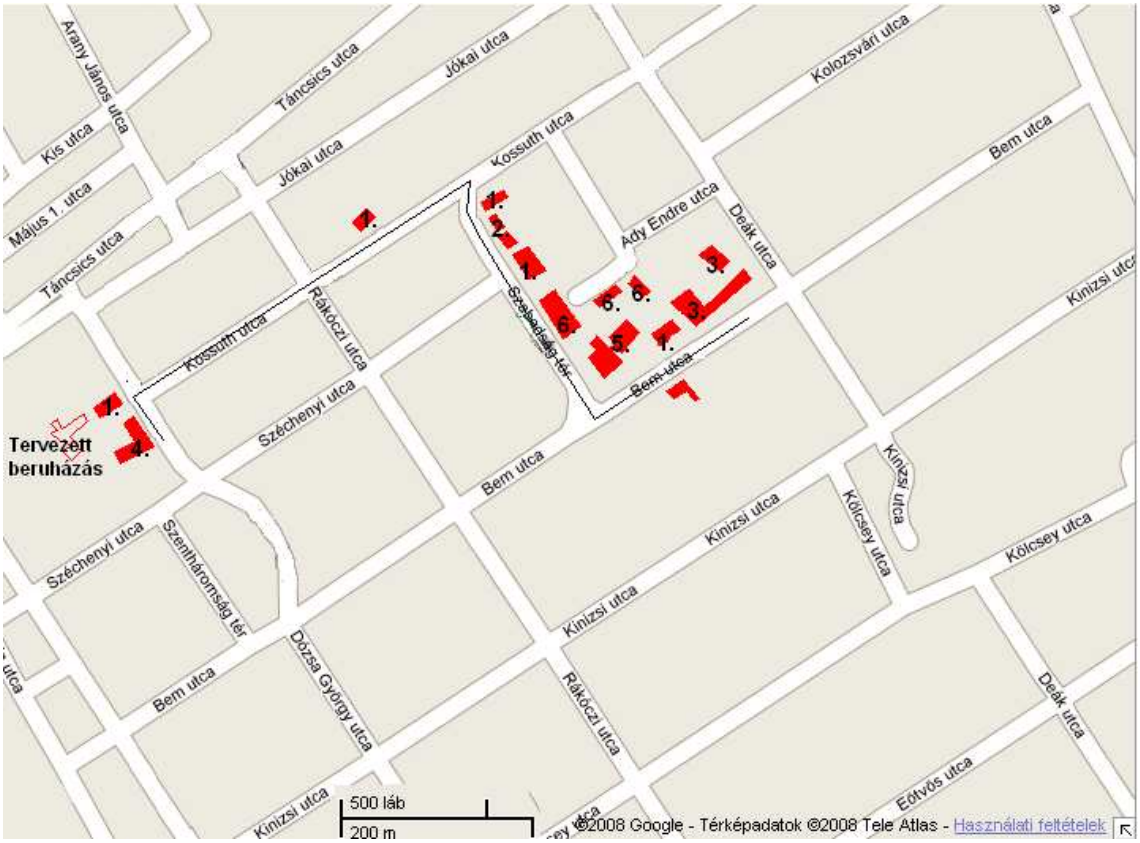
9. Tompa város energia felhasználás

Tompa Város Önkormányzatától kapott adatok alapján az Önkormányzati épületek éves földgáz felhasználása 139850 m^3. A 27. ábra mutatja az éves földgázfogyasztás havi eloszlását. Az Önkormányzati épületek gázfelhasználása a téli hónapokban a legnagyobb, ezért célszerű olyan geotermikus rendszerhálózatot kiépíteni, amelynek a nyári hónapokban is jelentős hő igénye van. Célszerű a geotermikus energiát több hőlépcsőben hasznosítani, így hatékonyabb kihasználtság valósítható meg.



27. ábra: A fűtött napok számának havi eloszlása

A város önkormányzati épületeinek éves földgázfelhasználása 475,5 GJ/év , az éves átlagos teljesítmény pedig 0,15MW. A 28. ábrán látható az Önkormányzat által fűtött intézmények helyszínrajza. A 3. táblázat tartalmaz az intézményeket helyettesítő számokat, valamint az intézmények gáz fogyasztását havi bontásban.



28. ábra: Az önkormányzat által fűtött intézmények helyszínrajza

	Hivatal (1.) m3	Mikrot. Ir.(2.) m3	Iskola (3.) m3	Óvoda (4.) m3	Műv. Ház (5.) m3	Gond.Központ (6.) m3
Január	4600	196	9644	2848	2503	5718
Február	3926	146	8163	2399	2109	4818
Március	3580	128	5614	2053	1805	4123
Április	2487	82	1447	1184	1041	2378
Május	1411	29	1640	421	370	845
Június	959	10	510	147	129	294
Július	869	8	0	117	103	235
Augusztus	931	9	1	130	115	262
Szeptember	1170	17	112	255	224	512
Október	2340	59	4041	857	754	1722
November	3085	119	7910	1725	1516	3464
December	4083	208	13345	2520	2215	5060
Összesen:	29441	1011	52427	14656	12884	29431

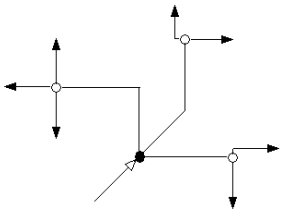
3. táblázat

10. Kitermelhető geotermikus energia

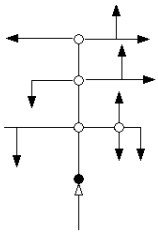
A felsőpannon üledékeiben az 50-100 ^{o}C-os hőmérsékletű kifolyó vizet általában közvetlenül hőhasznosításra és balneológiai célkora lehet alkalmazni. A geotermikus energia hőfelhasználása során célszerű komplex hasznosítást alkalmazni, mely következtében a víz több hőlépcső során fokozatosan adja le az energiáját. A beruházások célja, hogy a kitermelt víz energiatartalmát a lehető legnagyobb mértékben, gazdaságos üzemvitel mellett használják ki.

Tompa városában a geotermikus hőenergia felhasználásának elsődleges célja a termálfürdő létesítés illetve, lakássági fűtés-hűtés és melegvíz ellátás. Első lépcsőben évszaktól függően termálkút vize az épületek fűtése vagy hűtése során hasznosul, ezt követően a háztartási melegvíz előállítás jelent újabb hőhasznosítási lépcsőt. A lehűlt termálvíz hőtartalma további hőhasznosításra alkalmas fürdők, medencék fűtésére, illetve az alacsonyabb hőtartományban fontos szerep jut a hőszivattyúk alkalmazására mely segítségével a családi házak fűtése, illetve hűtése valósítható meg. Ezt követi a fürdőmedencék feltöltése a már megfelelő hőmérsékletre lehűlt vízzel. A geotermikus hőenergia jelentős fogyasztója lehet a mezőgazdaság is, hiszen a mezőgazdasági termények szárításának magas hőigénye van. A terményszárítás mellett meg kell említenünk, hogy az üvegházak szintén jelentős hőfelvevő egységet jelenthetnek.

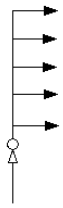
A hőenergia optimális hasznosítása érdekében az energia szállító hálózati rendszer elosztó- és gyűjtővezetékeit a település infrastrukturális viszonyainak figyelembe vételével kell kialakítani. A geotermikus ellátó hálózati rendszerek közül a legelterjedtebb a sugaras vezeték, mert a termelő kutat a legrövidebb vezetékkel köti össze a fogyasztó helyekkel. A csőhálózati rendszerek elvi rajza látható a 29-31. ábrákon.



29. ábra: Sugaras, villás

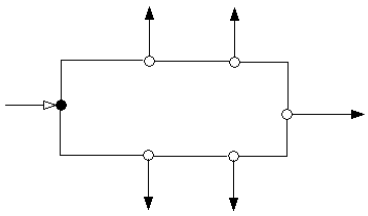


30. ábra: Sugaras, fürtös

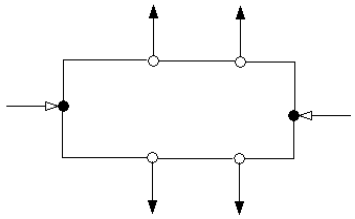


31. ábra: Sugaras, fésűs

A sugaras vezetékhálózatok mellett meg kell említeni a körvezetékes hálózati rendszereket(32.-33. ábrák), melyek beruházási összege igényelnek de a rendszer üzembiztonsága is nagyobb, mint a sugaras rendszereké (Energia Központi Kht).



32. ábra: Körvezeték, egyoldali betáplálás



33. ábra: Körvezeték, kétoldali betáplálás

A gazdaságosan alkalmazható csőhálózati rendszer kiválasztásánál figyelembe kell venni az energiatermelő kút és a geotermikus hálózatba bekapcsolandó létesítmények elhelyezkedését.

11. Geotermikus energia hasznosításának koncepciója

A geotermikus rendszer megfelelő hőigények biztosítása szempontjából több lehetőséget is meg kell vizsgálni:

- A geotermikus rendszert tápláló kút szűrőzött szakasza eshet az alsó- felső pannon üledékes összleteibe.
- A geotermikus rendszert tápláló kutat a pretercier aljzat alsó kréta kőzeteinél szűrőzik.

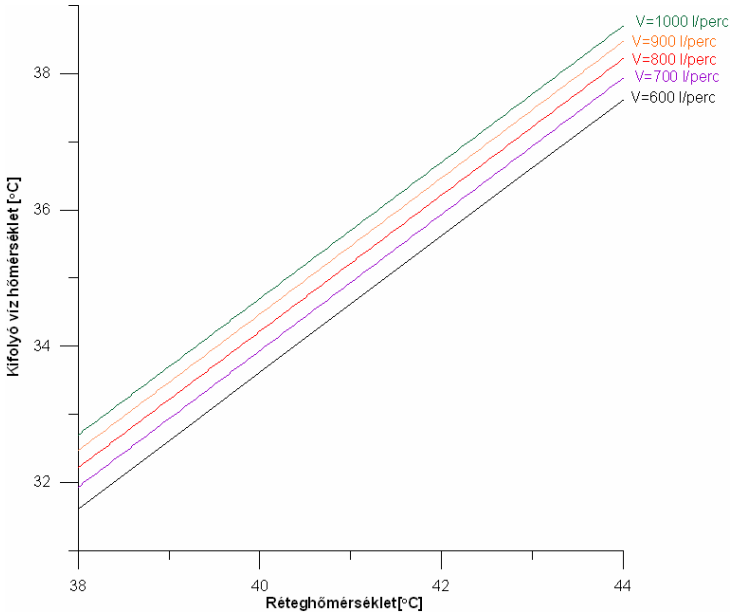
A területen a pannon összlet aljzata a felszíntől számított 450-550 méter mélyen található, ezen mélységben a réteghőmérséklet a rendelkezésünkre álló hőmérséklet adatok alapján 38-44 ^{o}C körülire becsülhető. A területen elhelyezkedő vízkútak hozamadatiból arra következtethetünk, hogy 450-550 méter mélyen a 700-900 l/perc hozam elérhető.

Település	HELYINEV	EOVY	EOVX	Z	fúrási mélység	Felső szűrő	Alsó szűrő	Szűrők száma	Hozam [l/perc]
Tompa	KOSSUTH TSZ.	688475	99230	132	154	136	150	1	260
Tompa	KOSSUTH TSZ	686953	99203	131	179	163	175	1	650
Tompa	KOSSUTH TSZ.	686816	99696	130	193	131	184	3	500

Tompa	KOSSUTH TSZ	686734	99211	129	186	123	144	1	1150
Tompa	Kefag Rt.	687144	99176	129	174	140	170	2	880

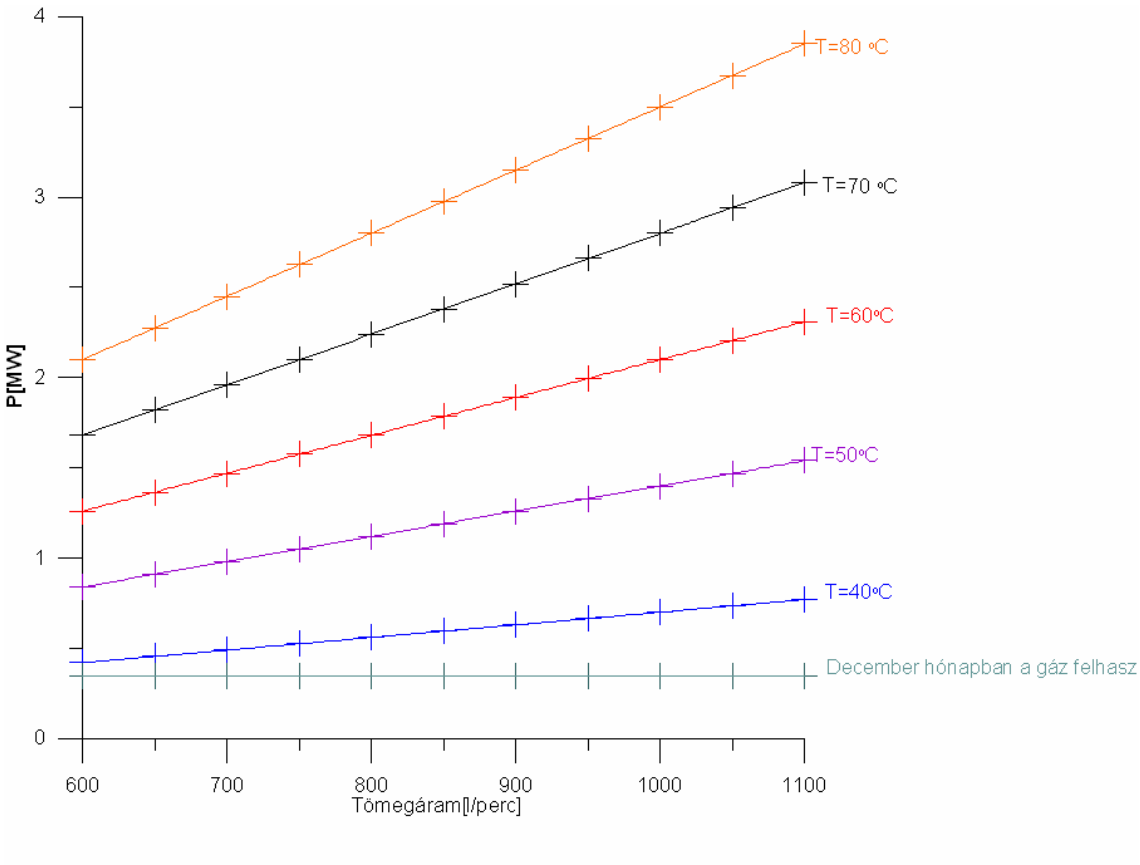
4. táblázat

A valószínűsíthető réteghőmérséklet és a várható hozam adatokból becsülni lehet a kifolyó víz hőmérsékletét. A 34. ábrán a kifolyó víz hőmérsékletének becsült értékei láthatóak különböző réteghőmérsékletek és hozam adatok mellett. A felszíntől számított 500 méter mélyről kinyerhető víz kifolyó hőmérséklete 31.5 ^{o}C-38,5 ^{o}C fok körül várható függően a réteghőmérséklettől és a hozam nagyságától.

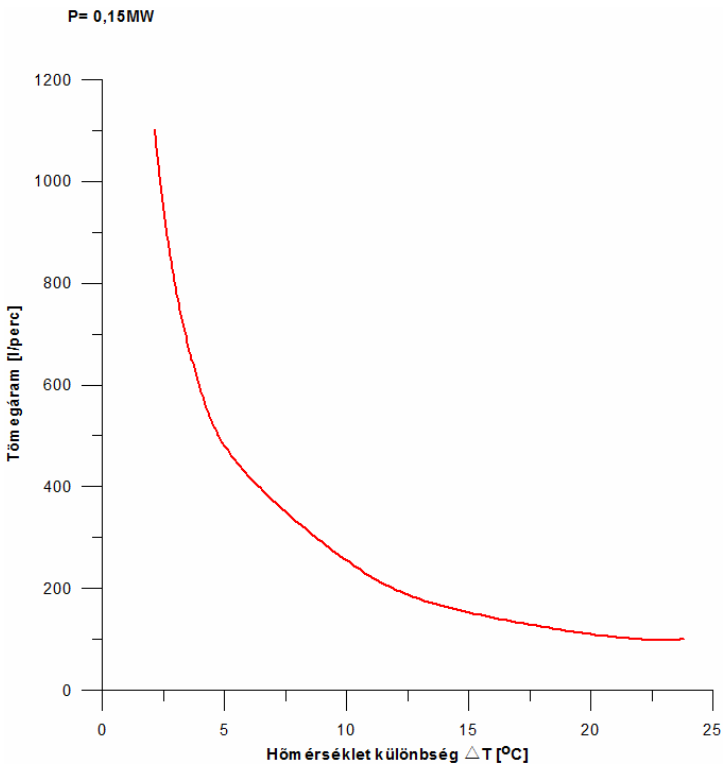


34. ábra: Az alsó-felső pannon rétegek határán szűrőzött kút kifolyó víz hőmérsékletének becslése

A 35. ábrán látható, hogy a hőmérséklet és a tömegáram változása miképpen hat a hőteljesítményre. Az ábrán fel van tüntetve az önkormányzati épületek legnagyobb havi gázfogyasztása. A 35. ábra alapján megállapítható, hogy 600l/perc tömegáramú és 40 ^{o}C fokos kifolyó hőmérsékletű víz esetén is biztosítani lehet az Önkormányzati épültek geotermikusenergiával való fűtését teljesítményigény oldaláról.



35. ábra: Hőmérséklet és tömegáram hatása a teljesítményer

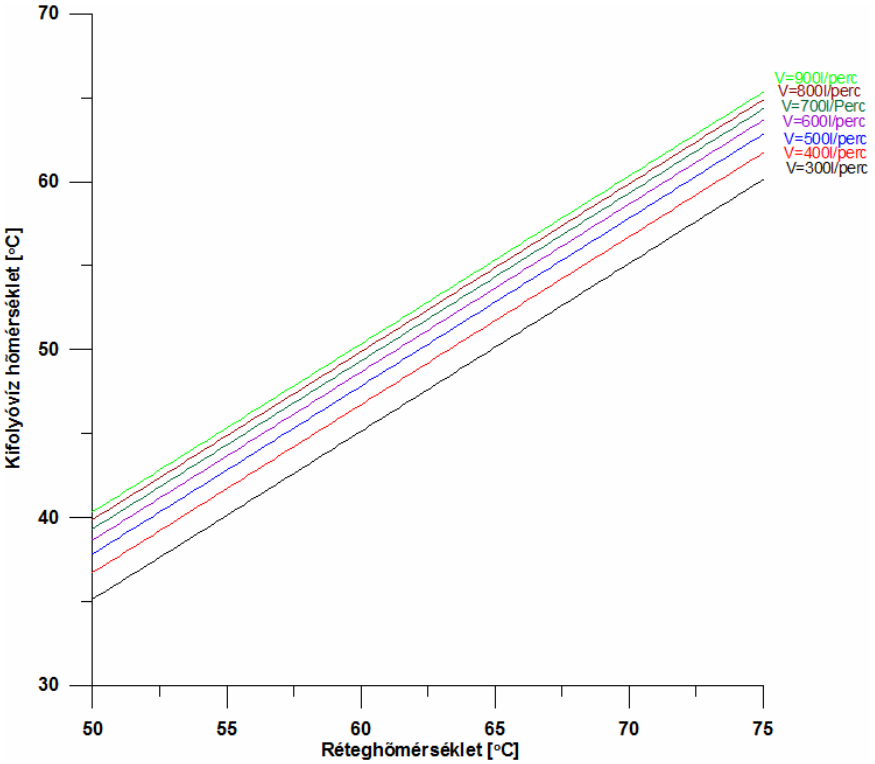


36. ábra: Az átlagos teljesítmény függése a hőmérséklet különbség és a tömegáramtól

A 36. ábrán látható, hogy milyen hőmérséklet különbség és tömegáram mellett biztosítható a havi átlagos 0,15MW teljesítmény. A hőmérséklet-különbég ebben az esetben úgy értelmezendő, hogy mekkora egy épület esetén a termálvíznek a hőcserélőn történő hőmérsékletesése.

A területen az alsó kréta mészkő a felszíntől számított 1000 métertől valószínűsíthető.

A területen 1000 méter mélyen várható réteghőmérséklet a 22. ábra alapján 58-65 ^{o}C fok körül feltételezhető, számításaink alapján, ezen mélységben a kifolyó víz hőmérséklete 45 ^{o}C-58 ^{o}C fok közti intervallum közt várható (37.ábra).



37. ábra: A kristályos mészkő réteg 1000 méter körül szűrőzött szakaszának kifolyó víz hőmérséklet-becslése

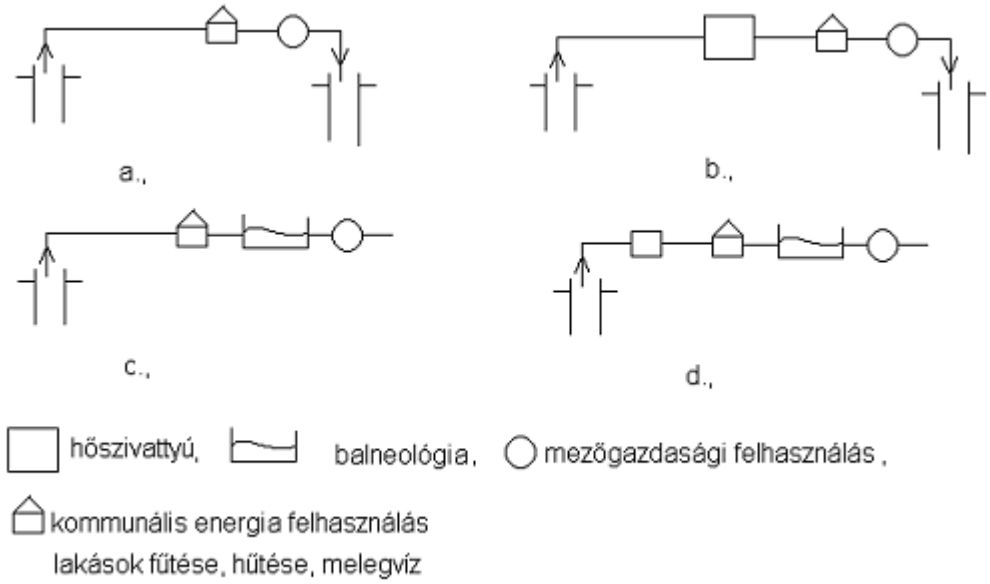
A görbék elemzésének egyik eredménye, hogy Tompa város geotermikus energiapotenciálja sokkal több lehetőséget rejt magában, mint amit a város önkormányzati épületeinek fűtése igényel (35. ábra). Az önkormányzati épületek fűtésének maximális teljesítmény igénye messze alatta van a geotermikával (a karbonátos alaphegység által) biztosítható energiának. Ehhez egy további szállodai beruházás jelentette többlet energiaigény még mindig jelentős tartalékokat hagy a földhő hasznosítás mentén (35.,36., 37. ábrák együttes elemzése alapján). Ezért

javasoljuk a hőfelhasználók körének kiszélesítését, ami egy adott fúrás megtérülés vonatkozásában jelentős javulást eredményez.

11.1. A területen alkalmazható földhőkinyerési és hőfelhasználási alternatívák

A területen geotermikus energia kinyerésére két réteg lehet alkalmas (alsó-felső pannon határ és a kristályos mészkőréteg), ezen rétegre eltérő kifolyóvíz hőmérséklet és tömegáram jellemző, ezért hasonló és eltérő módszerek egyaránt alkalmazhatóak geotermikus energia kinyerésre.

A hőkinyerési lehetőségeknél meg kell különböztetni azon rendszereket, ahol hőszivattyú alkalmazása célszerű, illetve ahol a rendszerbe be van építve a geotermikus energia balneológiai célú felhasználása. A 38. ábrán bemutatott hőkinyerési módszerek mindegyike használható mind az alsó-felső pannon határon történő szűrűzés esetén, mind pedig a kristályos alaphegységből történő hőkinyerés estében



38. ábra: Hőkinyerési lehetőségek

A hőszivattyú alkalmazásának szükségességét a mélyítendő kút hőtermelési paraméterei és a rendszere kötendő épületek, beruházások hőigénye együttesen dönti el.

Geotermikus hasznosítás elvi lehetőségei (35. ábra)

a. Termelő – visszasajtoló kútpár hőcserélővel kommunális és ipari hőhasznosításra
b. Termelő – visszasajtoló kútpár hőcserélővel, hőszivattyúval kommunális és ipari hőhasznosításra
c. Termelő kút hőcserélővel, ipari és kommunális fűtésre, balneológiai felhasználás mellett
d. Termelő kút hőcserélővel, hőszivattyúval, balneológiai felhasználás mellett

A geotermikus hőfelhasználás legszélesebb lehetősége, amelyet Tompa város önkormányzata is célul tűzött ki, a balneológiai és az energetikai beruházások együttes megvalósítása. Ennek megfelelően az a. és b. eset nem jöhet szóba. A legteljesebb a d. eset, azonban a hőszivattyú, mint beruházási tétel, csak a megfelelően nagy hőpiac esetén térül meg, ha hőközpontként történik a létrehozása. A c. és d. eset eleve nem tartalmaz visszasajtoló kutat, mert – mint fentebb már említettük - a hazai jogszabályok értelmében az 1995. évi LVII vízgazdálkodásról szóló törvény módosítása következtében - 2004 január 1. óta a kizárólag energetikai célú termálvíz kitermelés esetén a hasznosított vizet vissza kell táplálni- a kitermelt termálvizet nem kell visszajutatni a rétegbe. Ez a környezetvédelmi szempontból fontos törvény, de csökkenti a beruházás költségeit és a visszasajtolási kockázatot jelentős mértékben. Hazánkban számos geotermikus beruházás szerencsétlenedett el a visszasajtolás során fellépő problémák miatt. A továbbiakban a c. és d. esetet az alsó – felső pannon határra, illetve a karbonátos alaphegységre mélyített fúrás esetén is elemezni fogjuk.

Az előző alfejezet eredményei bemutatják, miként függ a kinyerhető földhő energia a vízhozamtól, a mélységtől, továbbá a vízadó réteg kőzetminőségétől. Láthatjuk továbbá, miként viszonyul a város maximális hőteljesítmény-igénye a geotermikus lehetőségekhez - Tompa város természeti adottságai esetén.

Amennyiben a vízadó a kristályos alaphegység részeként található mészkő, akkor a geotermikus potenciál attól lényegesen kedvezőbb, hogy kizárólag az önkormányzati épületeket és a lehetséges szállodai beruházást lássa el hővel (35., 36., 37. ábra alapján). Ebben az esetben a leendő szálloda ismeretlen méretezési adatai mellett a még nem ismert esetleges további hőpiaci igény együtt nem teszi lehetővé ennek az esetnek a gazdaságosságára vonatkozó további vizsgálatokat, ugyanis a beruházás lehetséges

költségeihez képest (fúrás, felszíni vezetékhálózat, hőcserélők, gépészeti berendezések) a megtérülés nem becsülhető. A kitűnő lehetőségek miatt azonban elvileg nem szabad ezt az esetet elvetni. További fontos megjegyzés, hogy a kifolyó víz hőmérséklet 70 C^o alatt várható, ezért a gázfűtés nem, csak a felhasznált gázmennyiség részleges kiváltása lehetséges.

A másik lehetőség, ha az 500 m mélységből, az ún. alsó – felső pannon határáról termeljük ki a termálvizet. A kifolyó víz hőmérséklete viszonylag alacsony lesz, 31 – 38 C^o körül várható a hozam függvényében. Amennyiben termálmedencével ellátott szálloda vízellátását és fűtését tekintjük, akkor a következő lépcsők vehetők számításba. Az első lépcsőben, egy lehetőségként, hőcserélőn keresztül előfűthetjük a szálloda fűtési rendszerét, második lépcsőben pedig bevezethetjük a vizet a medencékbe. A lehűlt medencevíz hőszivattyúk munkafolyadékának fűtésére használható és további ipari célú hasznosításra is alkalmas (például üvegházak, fóliasátrak fűtésére). Az első lépcső elhagyható, amennyiben a szálloda fűtését eleve hőszivattyú látja el. Tekintettel egy ilyen szálloda átlagos fűtési költségeire, ennek az esetnek a megtérülése igen gyors is lehet, amely tovább fokozható akkor, ha a mezőgazdasági továbbhasznosítás üzleti alapon megtörténhet. A bizonytalanságot ebben az esetben a vízösszetétel, ezzel összefüggésben a gyógyvíz-minősítés jelenti.

12. Következtetések

A komplex földtani – geofizikai vizsgálatok alapján megállapíthatjuk, hogy Tompa város geotermikus szempontból rendkívül kedvező adottságú mind fürdő célú, mind fűtési célú felhasználás szempontjából. A földtani felépítés alapján, a 25. ábrán, kékkel jelölt részén a legkedvezőbb kockázati szint mellett két mélységszintről nyerhető termálvíz:

- körülbelül 500 m mélységből, a porózus alsó – felső pannon határról 31 – 38 C^o kifolyóvíz hőmérséklet mellett – a hozam függvényében.
- körülbelül 1000 m mélységből, a pre tercier aljzat mészköves összletéből körülbelül 40 – 60 C^o körüli kifolyóvíz hőmérséklet mellett – a hozam függvényében.

A megállapított földtani modell és kőzetfizikai paraméterek alapján, a területen a stabil hozamok és hőmérsékletek valószínűsége nagy.

A város önkormányzati épületeinek fűtését az 1000 m mélységből érkező geotermikus energia hőcserélőkön keresztül is képes fedezni, problémát a vízhőmérséklete jelenti annyiban, hogy a gázt csak részlegesen lehet kiváltani, tehát általában előfűtésre alkalmazható. A teljesítmény és a megtérülés oldaláról azonban ez esetben további hőfogyasztók bevonása indokot, mert a fúrás, közmű és gépészeti költségek jelentősek lehetnek a megtakarításhoz képest, továbbá a földhő adottságok ezt lehetővé, sőt indokolttá teszik.

A legkisebb kockázatú és legjobb megtérülésű lehetőséget, elsősorban a balneológiai alkalmazás szempontjából az jelenti, ha az 500 m mélységből, az ún. alsó – felső pannon határáról termeljük ki a termálvizet. Ez esetben hőszivattyú alkalmazása célszerű és lehetőség van például mezőgazdasági továbbhasznosításra.

Kérdésként merült fel, hogy áthelyezhető – e a már meglévő fúrások valamelyike. A válasz egyfelől nem, mert a fúrás béléscsövezetét általában cementezéssel rögzítik, illetve zárják ki a vízadók összejátszását, tehát műszaki és környezetvédelmi okok alapján nem oldható meg a probléma. Másfelől azonban, ha úgy vetjük fel a kérdést, hogy kiváltható – e a fúrások valamelyike, akkor azt mondhatjuk, hogy igen, mert hasonló hőmérsékletű és hozamú és összetételű fúrás lehetséges helyét mutató tartomány pontosan ilyen megfontolások alapján lett kijelölve a 25. ábrán.

Irodalom jegyzék

Árpási M. 2002: A termálvíz többcélú hasznosításának helyzete és lehetőségei Magyarországon. *Kőolaj és Földgáz* **35**. évfolyam 9-10. szám, 109-121

Dövényi P. et al.1983: Geophysical Transactions, VOL. 29. NO.1

Energia Központi Kht.: Energia hatékonysági sorozat 21.

Fülöp V., Dank J. 1987: Földtani térkép a kainozoikum elhagyásával

Hartai É: http://fold1.ftt.uni-miskolc.hu/~foldshe/foldal01.htm

Kilényi et al.1990: Pretercier aljzatdomborzat

Kiss J. 2003: Magyarország gravitációs Bouguer- anomália térképe

Kiss J., Gulyás Á. 2005: Magyarország mágneses anomália térképe

Zilahi-Sebess László, dr.Fancsik Tamás, Guthy Tibor, Hegedűs Endre, Török István, Kovács Attila 2004: Szivárgási tényező becslés lehetőségei geofizikai mérések alapján. Kutatási jelentés MGSZ adattár

www.alfoldy-szasz.hu