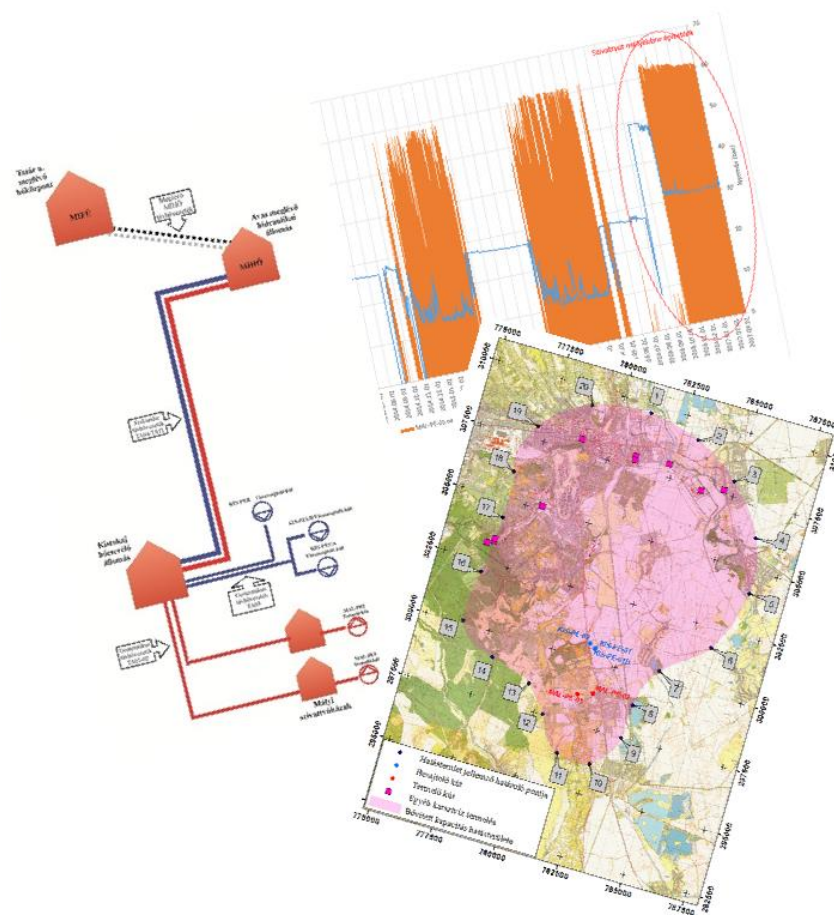


MISKOLC

Geotermikus fűtőrendszer tervezett kapacitásbővítéséhez szükséges környezetvédelmi hatásvizsgálati dokumentáció



AQUIFER Kft.

2017. szeptember

TARTALOMJEGYZÉK

1	BEVEZETÉS.....	5
2	ELŐZMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA.....	8
2.1	Az engedélyezés korábbi lépéseinek rövid összefoglalása.....	8
2.2	A környezeti hatástanulmány kidolgozásának menete.....	10
2.3	A kérelmező alapadatai.....	10
2.4	A környezeti hatásvizsgálati dokumentáció készítője.....	10
2.5	A kérelem tárgya.....	11
3	A GEOTERMÁLIS FŰTŐRENDSZER ALAPADATAI.....	12
3.1	A tevékenység rövid ismertetése.....	12
3.2	A működés megkezdésének időpontja, időbeli megosztás.....	12
3.3	A tevékenység helye.....	14
3.4	A kitermelt víz.....	15
3.4.1	A kitermelt víz hőmérséklete.....	15
3.4.2	A kitermelt víz minősége.....	15
3.4.3	A kitermelt víz mennyisége.....	16
3.5	Hő energetikai számítás a tervezett többlet kitermelés során.....	18
3.5.1	MAL-PE-01, Miskolci Geotermia Zrt.....	18
3.5.2	MAL- PE-02 KUALA Kft.....	18
3.6	Szállítási igény.....	18
3.7	Környezetvédelmi intézkedések.....	19
3.8	Összetartozó tevékenység.....	19
3.9	Településrendezési terv módosítása.....	19
3.10	Táj- és természetvédelmi kijelölések.....	19
3.11	Örökségvédelem.....	19
4	JELENLÉGI KÖRNYEZETI ÁLLAPOT.....	21
4.1	Domborzat.....	22
4.2	Éghajlat.....	22
4.3	Területhasználatok.....	22
4.4	Geológiai adottságok.....	22
4.4.1	Tágabb geológiai környezet.....	22
4.4.2	Földtani felépítés, képződmények jellemzése.....	24
4.5	Vízföldtani adottságok.....	26
4.5.1	Tágabb környezet, a Bükk termákkarszt.....	26
4.5.2	Geotermikus kutak lokális környezete.....	30
4.5.3	Az engedélyezett tevékenység hatásterülete.....	33
4.6	Jellemző élőhely típusok.....	34
4.6.1	Növényzet.....	35
4.6.2	Állatvilág.....	35
4.7	Talajok.....	36
4.8	Levegő.....	36
4.9	Sajátos táji adottságok.....	37
4.10	Földrengés- érzékenység.....	37
4.11	Környezeti hatótényezők.....	38
4.11.1	Zaj.....	38
4.11.2	Hulladék.....	38
4.11.3	Kulturális örökség.....	38
4.11.4	Természetvédelmi elvárások.....	38
5	A BŐVÍTETT KAPACITÁSÚ ÜZEMELÉS ALATT VÁRHATÓ KÖRNYEZETI HATÁSOK.....	39
5.1	Talajra gyakorolt hatás.....	39
5.2	Felszín alatti vízre gyakorolt hatás.....	39
5.3	Felszíni vízre gyakorolt hatás.....	41
5.4	Levegőre gyakorolt hatás.....	41
5.5	Élővilágra gyakorolt hatás.....	43

5.6	Zaj- és rezgéshatás	43
5.7	Hulladék	44
5.8	Közegészségügy	45
5.9	Örökségvédelem.....	45
5.10	Ember	45
5.11	Település, vizuális hatás.....	45
5.12	Természet	45
5.13	Gazdasági, társadalmi hatás	45
6	AZ ÜZEMELTETÉS HATÁSAINAK MINŐSÍTÉSE.....	46
7	A FELHAGYÁS ALATT VÁRHATÓ KÖRNYEZETI HATÁSOK	49
8	RENDKÍVÜLI ESEMÉNYEK KEZELÉSE.....	51
9	ORSZÁGHATÁRON ÁTTERJEDŐ KÖRNYEZETI HATÁS	51
10	KÖZÉRTHETŐ ÖSSZEFOGLALÓ	52

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra:	A Miskolci geotermális rendszert ellátó kutak elhelyezkedése	5
2. ábra:	A Miskolci geotermális fűtőrendszer elvi sémája	13
3. ábra:	A geotermális rendszer területi elhelyezkedése	14
4. ábra:	A kitermelt víz hőmérsékletváltozása	15
5. ábra:	A kitermelt víz mennyisége.....	17
6. ábra:	Táj- és természetvédelmi területek a geotermikus kutak környezetében	20
7. ábra:	A vizsgált terület környezete	21
8. ábra:	Magyarország prekainozoós térképe, Bükk hegység	23
9. ábra:	A Bükk litosztratiográfiai tagolása (Haas, 2004: Magyarország geológiája, Triász)	24
10. ábra:	A Bükk jellemző vízszint térképe az Nv-17 mérőhely maximum vízszintje idején.....	27
11. ábra:	A geotermikus rendszer monitoring hálózata	28
12. ábra:	A Kertészeti és a Selyemréti monitoring kutak mérési eredményei.....	29
13. ábra:	A Parki és a 2.f. jelű monitoring kutak mérési eredményei	29
14. ábra:	Termelés és kútfejnyomás alakulása a MAL-PE-01 kútban 2013-2017	30
15. ábra:	Termelés és kútfejnyomás alakulása a MAL-PE-02 kútban 2013-2017	31
16. ábra:	Visszasajtolás és kútfejnyomás alakulása a KIS-PE-01 kútban 2013-2017	31
17. ábra:	Visszasajtolás és kútfejnyomás alakulása a KIS-PE-02 kútban 2013-2017	32
18. ábra:	Visszasajtolás és kútfejnyomás alakulása a KIS-PE-01B kútban 2013-2017	32
19. ábra:	4,95 M m ³ /év kapacitású geotermikus kutak hatásterülete a karsztvíztárolóban.....	34
20. ábra:	Szeizmikus zónatérkép	38
21. ábra:	6,5 M m ³ /év kapacitású geotermikus kutak hatásterülete a karsztvíztárolóban.....	40
22. ábra:	A bővített kapacitású geotermikus erőmű hatásterülete levegő esetében.....	42

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat:	Termelő és visszasajtoló kutak főbb műszaki alapadatai.....	6
2. táblázat:	KUALA Kft. engedélyeztetése	9
3. táblázat:	Miskolci Geotermia Zrt. engedélyeztetése	10
4. táblázat:	Jelenlegi és tervezett vízfelhasználás.....	11
5. táblázat:	Légszennyezettségi mutatók	36
6. táblázat:	Oldott és összes gáztartalom térfogatáramai az építéskori adatok alapján	37
7. táblázat:	A tevékenység felszín alatti vizekre meghatározott hatásterületét határoló jellemző pontok koordinátái	41
8. táblázat:	Oldott és összes gáztartalom térfogatáramai.....	42
9. táblázat:	A tevékenység levegőre meghatározott hatásterületét határoló jellemző pontok koordinátái	43
10. táblázat:	Keletkező hulladékok üzemelés közben	44
11. táblázat:	Üzemeltetési tevékenység hatásainak minősítése	46

12. táblázat Üzemeltetési tevékenységből adódó környezetterhelés várható mértékének becslése	46
13. táblázat Üzemeltetési tevékenységből adódó haváriák hatásmátrixa	47
14. táblázat Üzemelési tevékenységből adódó haváriák környezeti elemenként	47
15. táblázat Üzemeltetési tevékenységből adódó haváriák környezetvédelmi teendői	48
16. táblázat Környezeti állapotváltozás környezeti elemenként az üzemelésideje alatt	48
17. táblázat Felhagyás hatásainak minősítése	49
18. táblázat Felhagyásból adódó környezetterhelés várható mértékének becslése	50
19. táblázat Felhagyási tevékenységből adódó haváriák hatásmátrixa	50
20. táblázat Környezeti állapotváltozás környezeti elemenként a felhagyás alatt	51
21. táblázat: Leopold- féle hatásmátrix	54

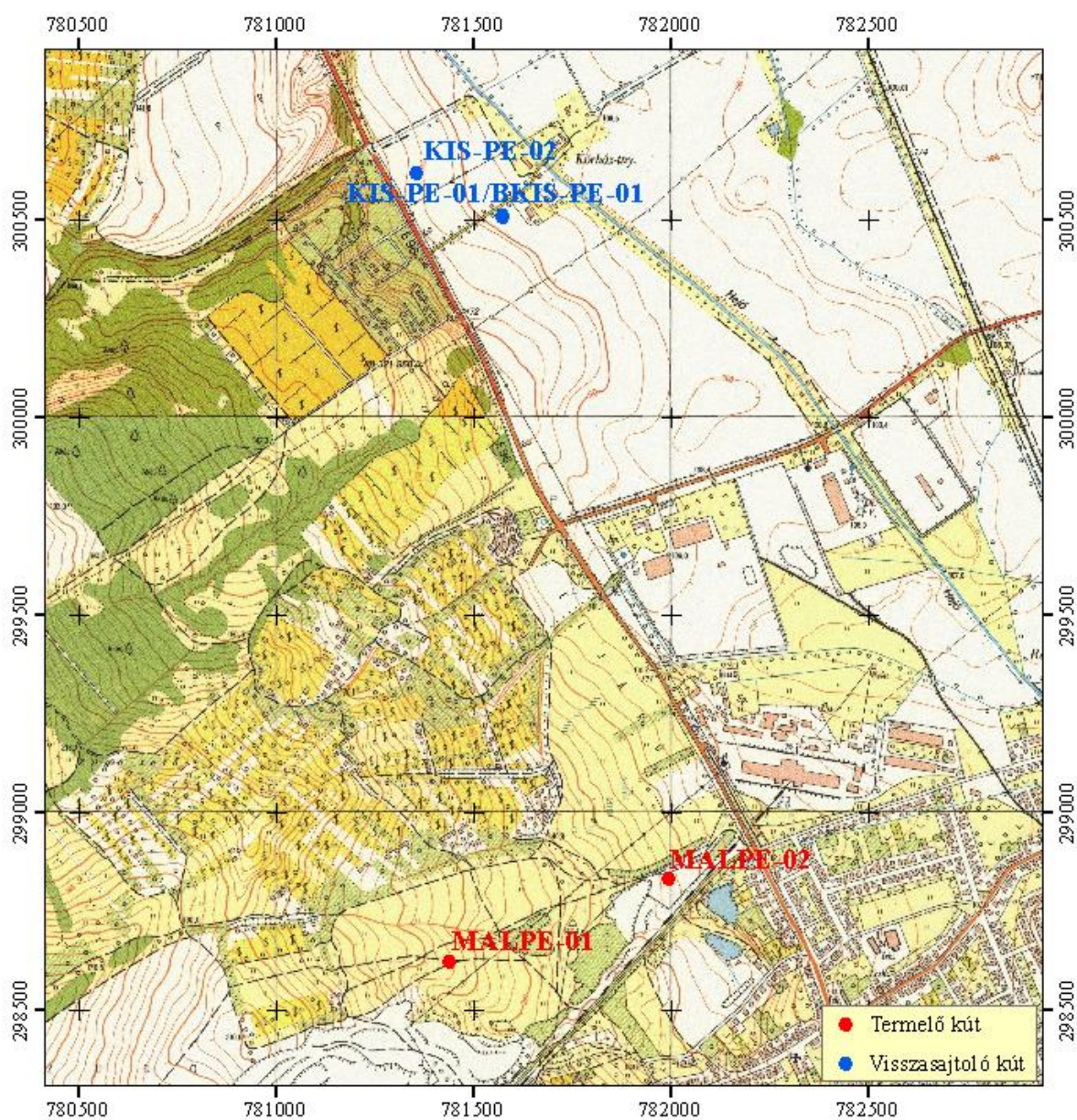
MELLÉKLET

1. Geotermikus kutak üzemelésének hatásvizsgálata numerikus modellezéssel
2. Zajmérési jegyzőkönyv
3. Szakértői nyilatkozatok
4. Turbodispin D100 mérési eredmények
5. Vízvizsgálati eredmények

1 BEVEZETÉS

A PannErgy Zrt. leányvállalatai a **Miskolci Geotermia Zrt.** és a **KUALA Kft.** triász korú bükki mészkőre létesített mélyfúrású kutakkal geotermikus alapú távfűtési rendszert üzemeltet Miskolc térségében.

A geotermia- alapú távfűtési rendszer megvalósítása során 5 db kút került lemélyítésre (2 db termelőkút és 3 db visszasajtoló kút). A környezethasználó szerepét a KIS-PE-01, KIS-PE-01/B, MAL-PE-01 kutak esetében a Miskolci Geotermia Zrt., a KIS-PE-02, MAL-PE-02 kutaknál pedig a KUALA Kft. tölti be. A kutak elhelyezkedését az 1. ábra, főbb műszaki alapadatait az 1. táblázat mutatja.



1. ábra: A Miskolci geotermális rendszert ellátó kutak elhelyezkedése

Kat. szám	Helyi név	Telep.	EOV Y	EOV X	Hrsz	Ép. éve	Terep (m.B.f.)	Talp (m)	Szűrő (m-m)	Kifolyó vízhőmérs éklet (°C)	Nyvsz (m)	Üvsz (m)	Hozam (l/p)	Kút jellege
K-5	MAL-PE-01	Mályi	781 442	298 622	Mályi 058/3	2010.	167,25	2305,5	2257-2305	104	-21,1	78	5640	termelő
K-7	KIS-PE-01	Kistokaj	781 590	300 482	Kistokaj 064/33	2011.	109,33	1737	1499-1555 1605-1714	67,5	-2,62	139	1420	besajtoló
B-6	MAL-PE-02	Mályi	781 991	298 809	Mályi 10/7	2011.	124,61	1514	1430-1514	89-90	+13,84	6,25	4800	termelő
K-9	KIS-PE-02	Kistokaj	781 360	300 618	Kistokaj 062/30	2012.	112,37	1057	1051-1056	75	+8,84	3,51	2480	besajtoló
K-8	KIS-PE-01/B	Kistokaj	781 587	300 502	Kistokaj 064/32	2012.	109,33	1093	1069-1093	79	+36	17,88	5550	besajtoló

1. táblázat: Termelő és visszasajtoló kutak főbb műszaki alapadatai

Az érvényes engedélyek birtokában folytatott tevékenység bővítését tervezik az üzemeltetők. A tervezett tevékenység **az összes kitermelt és visszasajtolt vízmennyiség 4,95 millió m³-ről 6,5 millió m³-re** történő növelése volumenét tekintve meghaladja a 25%-ot, így a 314/2005. (XII.25.) Korm. rendelet 2. § (2) bekezdése szerint jelentős módosításnak minősül. Az Észak-magyarországi Környezetvédelmi és Természetvédelmi Felügyelőséggel történt egyeztetések alapján, az Engedélyesek úgy döntöttek, hogy **a tervezett kapacitásbővítés engedélyeztetéséhez új környezeti hatásvizsgálati eljárás lefolytatását kezdeményezi.**

A kapacitásbővítés, mint tervezett tevékenység környezetvédelmi vonatkozásban a 314/2005 (XII.25.) Korm. rendelet szerint az alábbi pontokat érinti;

- 1. sz. melléklet alapján (*környezeti hatásvizsgálat köteles tevékenység*):
 - 28. pont Hőerőmű, egyéb égető berendezés
 - o a.) 20 MW villamos teljesítménytől hőerőműveknél
 - o b.) 300 MW kimenő hőteljesítménytől egyéb égető berendezéseknél
 - 34. pont Felszín alatti vizek igénybevétele egy vízkivételi objektumból vagy objektumcsoportból 5 millió m³/év vízkivételtől,
 - 54. pont Vízesajtolás felszín alatti vízbe 3 millió m³/év víz bejuttatásától
- 3. sz. melléklet alapján (*a Felügyelőség előzetes vizsgálatban hozott döntésétől függően környezeti hatásvizsgálatra kötelezett tevékenység*):
 - 74. pont geotermikus energiát kinyerő, hasznosító létesítmény
 - o a.) 20 MW teljesítménytől
 - o b.) ásvány-, gyógy- és ivóvízbázis védőövezetén (ha a tevékenység megkezdését a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízellátási létesítmények védelméről szóló jogszabály a védőövezeten nem zárja ki), védett természeti területen, NATURA 2000 területen méretmegkötés nélkül (kivéve az egy háztartást ellátó létesítményeket)
 - 80. pont Felszín alatti vizek igénybevétele egy vízkivételi objektumból vagy objektumcsoportból (amennyiben nem tartozik az 1. számú mellékletbe)
 - o b.) 500 m³/naptól termál karsztvízből
 - 123. pont Vízesajtolás felszín alatti vízbe (amennyiben nem tartozik az 1. számú mellékletbe)

A jelen engedélyezési dokumentáció kettős célú. A kérelem részben az engedélyezési eljárás tárgyát képező tevékenység, a kizárólag hőellátást szolgáló geotermális rendszer kapacitás bővítéséhez szükséges vízmennyiség kitermelésének és visszasajtolásának növelésére irányul, valamint egyúttal az üzemeltetők kérik újabb 10 évre a rendszer környezetvédelmi engedélyének megadását.

2017 szeptemberében az engedélyesek megbízták Társaságunkat, a Miskolci Geotermális fűtőrendszer korábbi hatásvizsgálatának felülvizsgálatával, valamint a kapacitásbővítéséhez szükséges környezetvédelmi hatásvizsgálati dokumentáció elkészítésével.

A fentieket figyelembe véve, jelen dokumentáció bemutatja a működő geotermikus rendszer üzemelési tapasztalatait, a tervezett vízmennyiség növelés hatásait a környezetre, illetve a természetvédelmi értékekre.

Az eredmények alapján a **Miskolci Geotermia Zrt.** és a **KUALA Kft.** új környezetvédelmi engedély kiadását kéri.

2 ELŐZMÉNYEK ÖSSZEFOGLALÁSA

2.1 Az engedélyezés korábbi lépéseinek rövid összefoglalása

A térségben Miskolc város fűtőkorszerűsítésére létesített geotermikus rendszer engedélyeztetési eljárását a KUALA Kft. folytatta le 2012 júliusában a Miskolci Észak-Magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőségen. Az eljárás eredményeképpen a Mályi- Kistokaj geotermális fűtőrendszer környezetvédelmi engedélyt kapott 2194-5/2013. (15.445/2012.) számon.

A Miskolci Geotermia Zrt. ugyancsak engedélyeztetési eljárást indított 2010-ben a Miskolc egyes területeinek hő ellátása érdekében a felszín alatti vizek (termálvizek) igénybevételére és vízbesajtolásra ugyancsak az Észak- Magyarországi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőségen. A Hatósággal történt egyeztetés alapján - előzetes vizsgálati eljárás lefolytatása során-, a 124-10/2010. (22291/2009.) ügyszámon a döntés hozatal szerint a tervezett tevékenység nem tartozik a környezeti hatásvizsgálati tevékenységek közé.

Mivel a két geotermikus rendszer ugyanabból a rezervoárból nyeri a termálvizet, és működésük is összehangoltan történik, ezért 2014-ben közös eljárásban kérelmezték új, összevont környezetvédelmi engedély kiadását, melyben a két rendszer által összesen kitermelt víz mennyisége került meghatározásra.

A KUALA Kft általi engedélyeztetési eljárás menetét a 2. táblázat a Miskolci Geotermia Zrt. általi engedélyeztetést pedig a 3. táblázat foglalja össze.

Engedély száma	Engedély típusa	Tárgya
11240-14/2011	Vízjogi létesítési engedély	Mályi 10. hrsz. geotermikus kutatófúrás, 4 000 m ³ egyszeri vízkitermelés a kútteszt elvégzéséhez
11232-13/2011.	Vízjogi létesítési engedély	Kistokaj 062/16 hrsz. geotermális kutatófúrás, 4 000 m ³ egyszeri vízkitermelés a kútteszt elvégzéséhez
11236-8/2011.	Elvi vízjogi engedély	Miskolc térségében tervezett geotermikus hő ellátó rendszer vízi létesítményei 1 000 000 m ³ /év fűtési célú vízhasználat
IV-S/1253-11/2012	Építési engedély	Mályi 10 hrsz. szivattyúház építése
2194-5/2013. (15.445/2012.)	Környezetvédelmi engedély	Mályi- Kistokaj geotermális fűtőrendszer
1731-24/2013.	Vízjogi létesítési engedély	Mályi- Kistokaj geotermális fűtőrendszer
BOS/01/3791- 15/2013.	Használatbavételi engedély	Mályi 2 szivattyúház

TFSO-2/7/2014	Működési engedély	Távhőtermelői működési engedély
BOS/01/3840-4/2013.	Üzemelési engedély	Nyomástartó berendezések
81-6/2014	Vízjogi üzemeltetési engedély	Mályi- Kistokaj geotermális fűtőrendszer
11736-51/2014	Környezetvédelmi engedély	Teljes Mályi- Kistokaj geotermális fűtőrendszerre összevontan
35500/836-5/2015 ált.	Vízjogi üzemeltetési engedély módosítása	Mályi- Kistokaj geotermális fűtőrendszer
35500/7154-6/2015. ált.	Vízjogi létesítési engedély	Mintavételi leágazó csomópontok a TA02 vezetéken
35500/4007-7/2016. ált.	Vízjogi üzemeltetési engedély módosítása	Mályi- Kistokaj geotermális fűtőrendszer, mintavételi csomópontokkal kiegészítve

2. táblázat: KUALA Kft. engedélyeztetése

Engedély száma	Engedély típusa	Tárgya
19029-8/2009	Vízjogi létesítési engedély	Kistokaj 064/2 hrsz. geotermikus kutatófúrás, 4 000 m ³ egyszeri vízkitermelés a kútteszt elvégzéséhez
21912-6/2009	Vízjogi létesítési engedély	Mályi 058/2,3,4 hrsz. geotermikus kutatófúrás, 4 000 m ³ egyszeri vízkitermelés a kútteszt elvégzéséhez
124/10/2010.	Előzetes vizsgálat	Miskolc térségében tervezett geotermikus hő ellátó rendszer vízi létesítményei 960 000 m ³ /év fűtési célú vízhasználat
4797-7/2010.	Elvi vízjogi engedély	Miskolc térségében tervezett geotermikus hő ellátó rendszer vízi létesítményei 960 000 m ³ /év fűtési célú vízhasználat
3496-11/2011.	Elvi vízjogi engedély módosítása	Miskolc térségében tervezett geotermikus hő ellátó rendszer vízi létesítményeire kiadott 4797-7/2010 számú elvi vízjogi engedélyben lekötött vízkontingens módosítása 1 200 000 m ³ /év mennyiségű, fűtési célú vízhasználatra
IV-S/118-5/2012	Építési engedély	Kistokaj 062/16 hrsz. hőközpont építése
13397-20/2013.	Vízjogi üzemeltetési engedély	Miskolc-Mályi-Kistokaj geotermális fűtőrendszer
BOS/01/3184-2/2013.	Használatbavételi engedély	Kistokaji hőközpont
BOS/01/2964-13/2013	Használatbavételi engedély	Mályi 1 szivattyúháza
BOS/01/3402-9/2013	Használatbavételi engedély	TA-04-05 vezetékszakasz
BOS/01/3403-11/2013	Használatbavételi engedély	TA-06-07 vezetékszakasz
BOS/01/3405-11/2013	Használatbavételi engedély	TA-08-09 vezetékszakasz
BOS/01/3408-7/2013	Használatbavételi engedély	TA-10-11 vezetékszakasz
TFSO-73/5/2013-2	Működési engedély	Távhőtermelői működési engedély
TFSO-3/4/2014.	Működési engedély módosítása	A TFSO-73/5/2013-2 működési engedély módosítása
BOS/01/3523-4/2013.	Működési engedély	Kistokaji Hőközpont nyomástartó berendezéseinek működési engedélye

BOS/01/3522-4/2013.	Működési engedély	Avas hidraulikai nyomástartó berendezéseinek működési engedélye
11736-51/2014	Környezetvédelmi engedély	Teljes Mályi- Kistokaj geotermális fűtőrendszerre összevontan
35500/965-6/2015	Vízjogi üzemeltetési engedély módosítása	Geotermikus rendszerre vonatkozóan
35500/1918/2017 ált.		
355/4867-7/2017. ált.		

3. táblázat: Miskolci Geotermia Zrt. engedélyeztetése

2.2 A környezeti hatástanulmány kidolgozásának menete

A környezeti hatásvizsgálat kidolgozása a 314/2005 (XII.25.) Kormányrendelet 6-7. fejezeteinek figyelembe vételével történt. A dokumentáció tartalma a rendelet 24. § 4. bekezdésének megfelelően, ismétlések elkerülésével került kidolgozásra, a rendeletben megfogalmazott tartalmi követelményekkel és mellékleteinek (6. és 7.) figyelembevételével és betartásával készült el.

A környezeti hatások meghatározása a hazai előírások és jogszabályok szerint, azoknak maximálisan megfelelően került kidolgozásra.

2.3 A kérelmező alapadatai

Projektcég:

- Miskolci Geotermia Zrt.; (MAL-PE-01, KIS-PE-01, KIS-PE-01/B rendszer)
Székhelye: 3530 Miskolc, 33831/58 hrsz.
- KUALA Kft.; (MAL-PE-02, KIS-PE-02 rendszer)
Székhelye: 1117, Budapest, Budafoki út, 56.

Azonosítók:

- Környezetvédelmi Ügyfél Jele:
Miskolci Geotermia Zrt.: 102560749
KUALA Kft.: 102884601

2.4 A környezeti hatásvizsgálati dokumentáció készítője

Neve: AQUIFER KFT.

Székhelye: 1041 Budapest, Károlyi I. u.21-23. A. ép. I/8.

Felülvizsgálat végzésére jogosító engedély nyilvántartási száma: 814 / 2003.

Ügyiratszám: 79/136/3003

Tervezők: Nagyné Juhász Emőke okl. hidrogeológus, környezetvédelmi szakmérnök vezető tervező
Davideszné Dömötör Katalin okl. hidrogeológus, környezetvédelmi szakmérnök vezető tervező

Révi Géza okl. vízgazdálkodási mérnök, vezető tervező, témafelelős

2.5 A kérelem tárgya

A KUALA Kft. és a Miskolci Geotermia Zrt. mint üzemeltetők, geotermális rendszert építettek ki. Kezdetben teszt és próbaüzemben, jelenleg érvényes üzemelési engedélyek alapján működik a rendszer Miskolc Város távhő rendszerének rásegítésére, közintézmények, épületek energetikai, fűtési, használati meleg víz igényeinek ellátását segítve.

A geotermális rendszer vízi létesítményei közül a termelő kutak (MAL-PE-01 és MAL-PE-02) Mályi közigazgatási területén, a visszasajtoló kutak (KIS-PE-01, KIS-PE-01/B, KIS-PE-02) Kistokaj közigazgatási területén helyezkednek el, a hozzá kapcsolódó hőközponttal és összekötő vezetékkel. A rendszer vízfelhasználását a 4. táblázat tartalmazza. A hőátvevő partner igényei miatt szükség van a vízfelhasználás növelésére, így a környezetvédelmi engedély módosítására.

Termelő kút (Üzemeltető)	Jelenlegi	Tervezett
MAL-PE-01 (Miskolci Geotermia)	2,53 M m ³	3,25 M m ³
MAL-PE-02 (KUALA Kft.)	2,42 M m ³	3,25 M m ³

4. táblázat: Jelenlegi és tervezett vízfelhasználás

Jelen dokumentáció az eddig eltelt 4 év üzemelésének a rezervoárra és a környezetre gyakorolt hatásait, valamint a megnövelt termelés következtében várható környezeti hatásokat mutatja be.

A geotermális rendszer termelő és visszasajtoló kútjai különböző helyszínen, de azonos technológiai megoldással kerültek kialakításra. A megvalósítás részletei a korábbi engedélyezési eljárások során a Hatósághoz benyújtásra kerültek.

A környezeti hatásokat, mivel ebből a szempontból egynek tekinthető geotermális fűtőrendszerrel van szó, és üzemelési szempontból összefüggő tevékenységnek számít, közös fejezetben mutatjuk be.

3 A GEOTERMÁLIS FŰTŐRENDSZER ALAPADATAI

3.1 A tevékenység rövid ismertetése

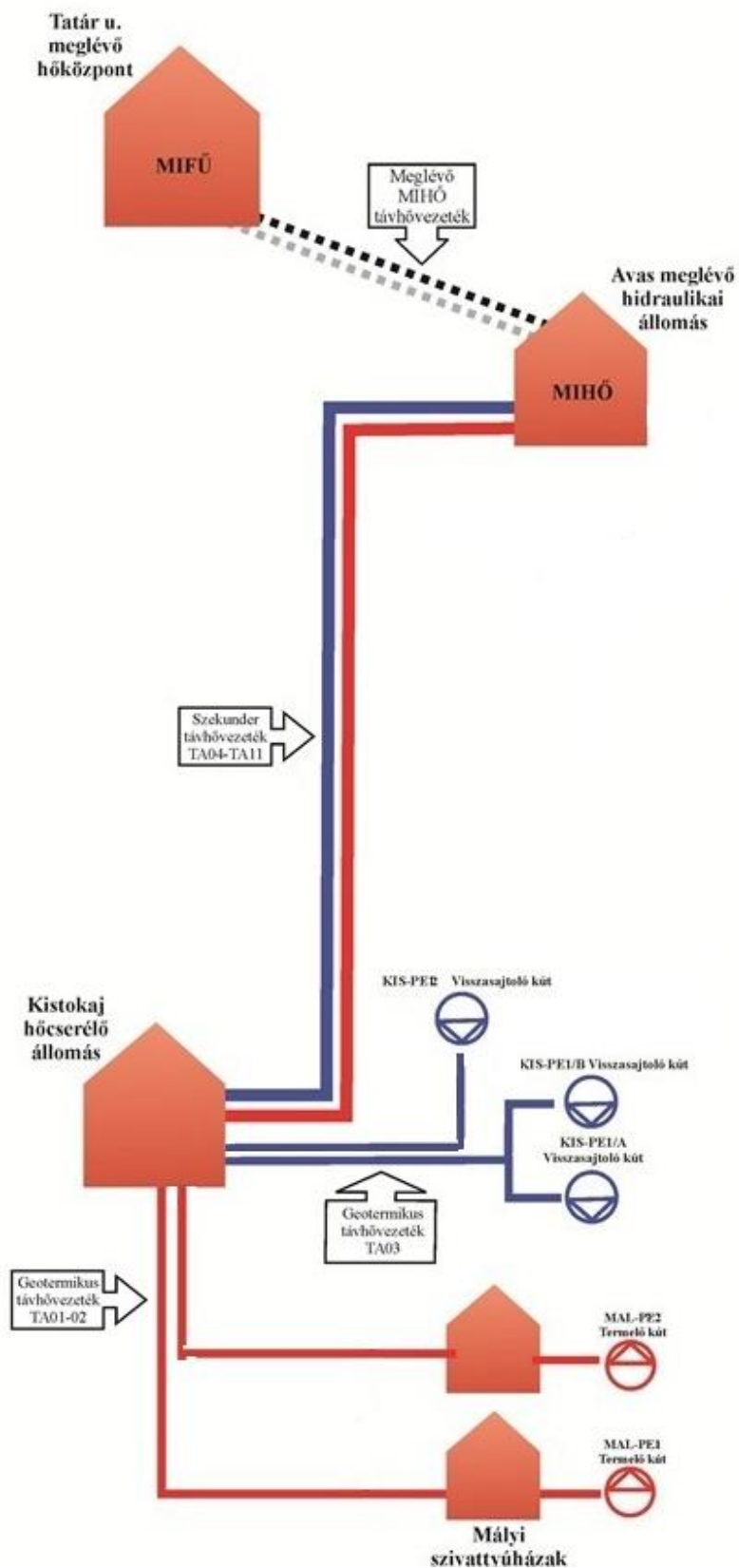
A létesített geotermikus fűtőrendszer működtetésének a kitűzött célja az energiaracionalizálás, a geotermális energia adta lehetőségek kihasználása, a kinyerhető termálvíz hőtartalmának minél nagyobb mértékű hasznosításának elérése, ezáltal olcsó, helyi és környezetbarát fűtési energia felhasználása.

Mivel a többlet vízmennyiség növelés a technológiában semmilyen változtatást nem igényel, ezért csak sematikus, röviden áttekintve ismertetjük a rendszer működését. A sematikus működés a 2. ábrán látható.

A működési koncepció a kitermelő- és a visszasajtoló kutakon alapszik. A termelő kutakból, kútszivattyú segítségével nyerik a termálvizet, melyet a gáztalanító tartályok után telepített nyomásfokozó szivattyúk segítségével a szűrőegységeken keresztül a hőcserélőkbe vezetnek, ahol megtörténik a hőleadás. A gáztalanító tartály feladata a rendszerben fellépő esetleges nyomáslengések csillapítása is, így kiegyenlítő tartályként is funkcionál. A rendszer rendelkezik egy központi biztonsági szeleppel, amely bármely probléma esetén nyomásmentessé teszi a rendszert. A hőközpontokban a hőcserélők előtt szűrőegységek gondoskodnak a megfelelő minőségű geotermikus közeg hőcserélőkbe áramoltatásáról. Rendelkezésre áll egy megkerülő ág is a hőcserélőknél, amely szabályozószelepek segítségével vezérli a rendszert. A hőközpontból a termálvíz önműködő szűrőegységeken és a visszasajtoló kutakon keresztül jut vissza a vízáadó rétegbe. A fogyasztók csökkenő hőigénye a hálózati nyomás emelkedését, ezáltal a kútszivattyú fordulatanak csökkenését, kevesebb termálvíz kitermelését eredményezi. A rendszer megbízhatósága érdekében fontos, hogy a rendszer állandó bemenőági és visszatérőági hőmérséklettel működjön. Ezzel a hálózat csővezetékeinek károsodás lehetőségét minimalizálhatják és így a rendszer azonnal tud reagálni a változó hőigényre, továbbá redukálni lehet a működési költségeket. A geotermális rendszernek ez a része a primer kör. A hőcserélők szekunder oldalán áramló fűtőközeg - sóltalanított víz - az Ávasi szivattyúállomáson illetve a Tatár utcai fűtőműben újabb hőcserélőkön keresztül adja át a hőt a Miskolci Hőszolgáltatónak. A szivattyúzást párhuzamosan kapcsolt centrifugál szivattyú egységek látják el, biztosítva a folyamatos közegetáramlást.

3.2 A működés megkezdésének időpontja, időbeli megosztás

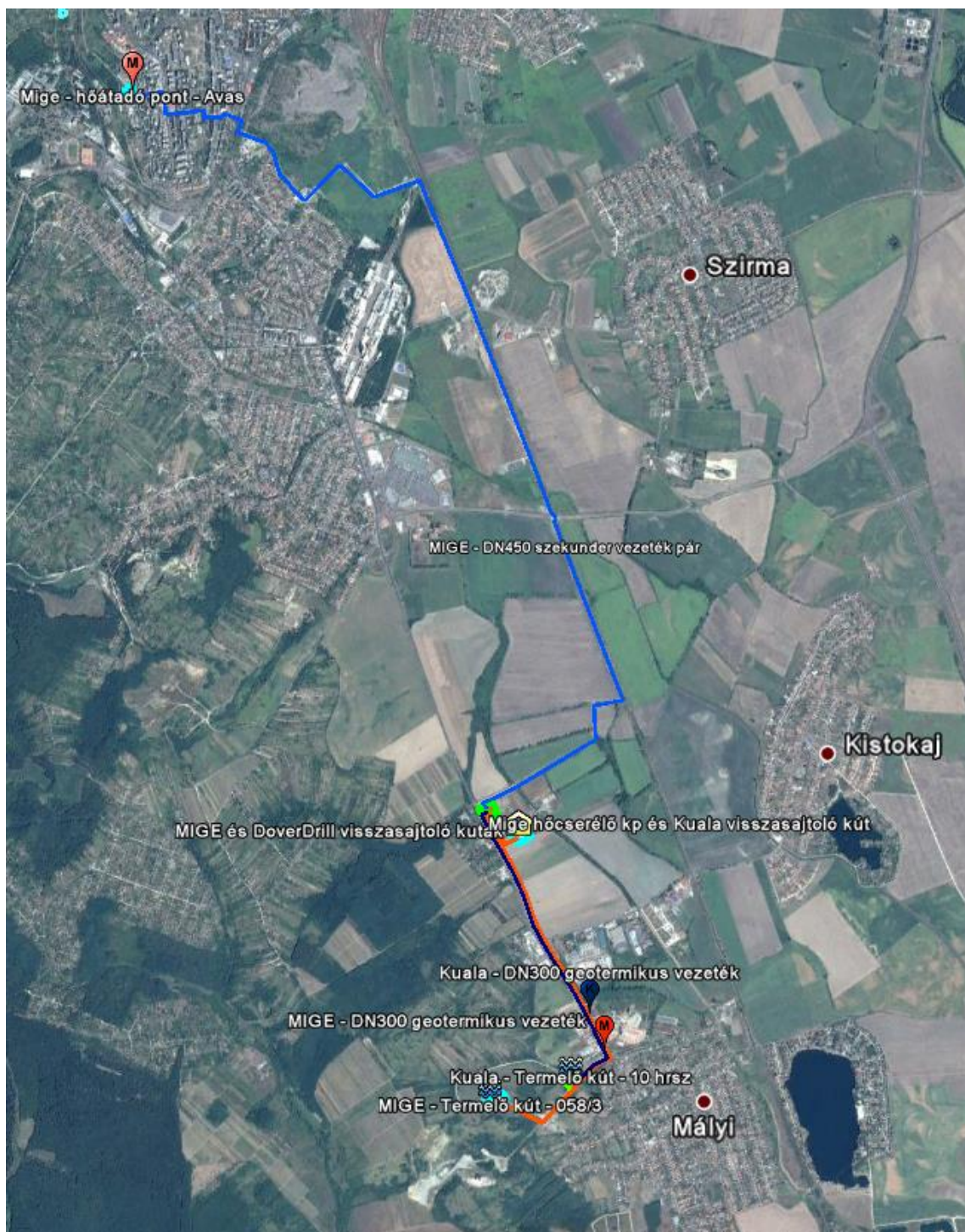
A geotermális rendszer 2013. május 7-től teszt és próbaüzem körülmények között működött. A geotermális fűtőrendszer vízjogi üzemelési engedélyei, 2013.10.17-én (Miskolci Geotermia Zrt., MAL-PE-01, KIS-PE-01 és KIS-PE-01/B) illetve 2014.05.05-én (Kuala Kft., MAL-PE-02 és KIS-PE-02) váltak jogerőssé.



2. ábra: A Miskolci geotermális fűtőrendszer elvi sémája

3.3 A tevékenység helye

A teljes geotermális fűtőrendszer területi elhelyezkedését a 3. ábra szemlélteti.



3. ábra: A geotermális rendszer területi elhelyezkedése

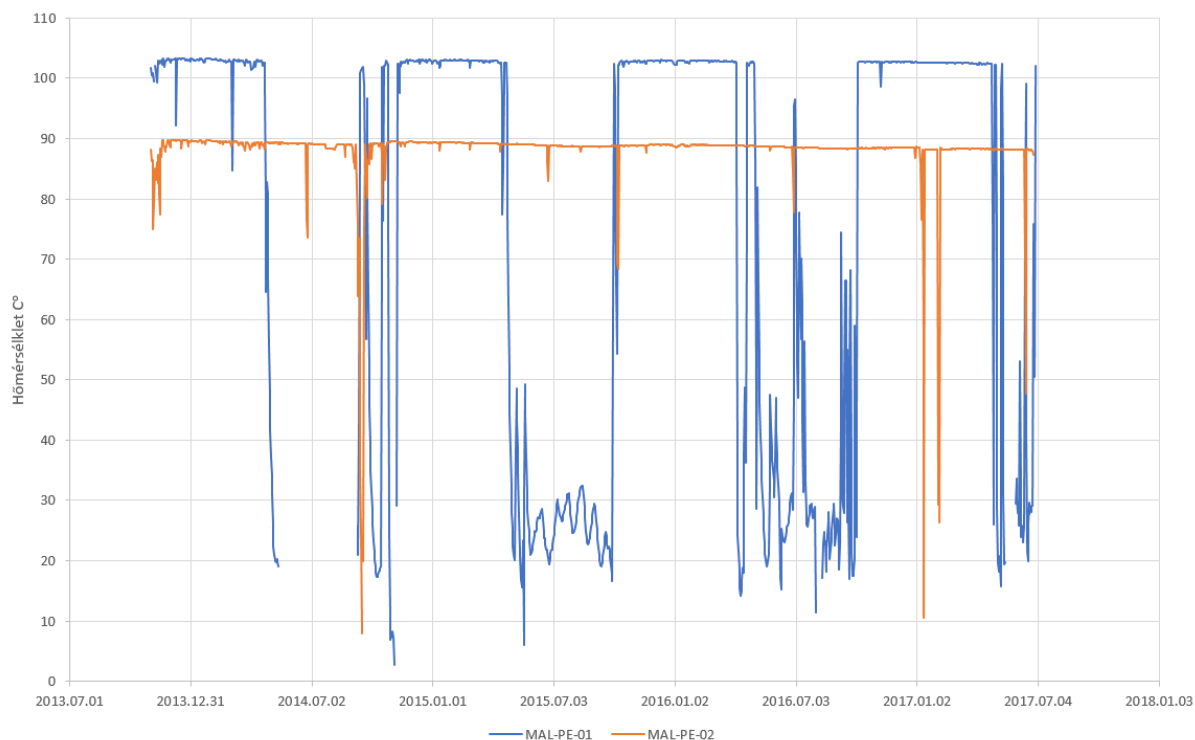
3.4 A kitermelt víz

Hidrogeológiai szempontból a terület a Bükk hegység Répáshuta- Tapolca tömb elnevezésű vízföldtani egységéhez tartozik. Ez a vízföldtani egység a Bükk hegység legnagyobb karsztos tömbje, mely Répáshuta környezetétől Miskolc-Tapolcáig húzódik. Felépítésében jól karsztosodó középső-felső- triász mészkő vesz részt döntő mértékben. A mészkő a Miskolc alatti mélykarsztot is felépíti, melyből meleg- karsztvizet tártak fel víztermelő fúrások.

A termelő kutak környezetében a vízadó réteg 1 500- 2 300 m mélységben található, ahol a feltárt repedezett mészkő alkalmas a tervezett vízgazdálkodási igény kielégítésére mind hőmérsékleti, mind mennyiségi szempontból.

3.4.1 A kitermelt víz hőmérséklete

Folyamatos üzemelés esetén a termelt víz hőmérséklete mindkét kút esetében állandónak tekinthető, a MAL-PE-01 kút vize 103 °C, míg a MAL-PE-02 kúté 88-89 °C. A 4. ábrán a közel négy éves üzemelés hőmérséklet adatai láthatók.



4. ábra: A kitermelt víz hőmérsékletváltozása

3.4.2 A kitermelt víz minősége

A két termelőkút vízminőségét az üzemeltetők rendszeresen ellenőrzik annak érdekében, hogy követni lehessen, történik-e változás a vízösszetételben.

Az eredmények alapján elmondható, hogy a vízösszetétel egyik kút esetében sem mutat jelentős változást. Az idő és így a kivett mennyiség növekedésével kismértékű koncentráció-csökkenés

megfigyelhető egyes komponensek esetében, de ez a csökkenés egyre kisebb mértékű, vagyis a kutak vízminősége kezd állandósulni.

A vizsgálati eredményeket az 5. sz. melléklet tartalmazza.

A MAL-PE-01 vizének kémiai karaktere minden mintavételi eredmény alapján: kevés oldott anyagot tartalmazó, kalcium-hidrogén-karbonátos-szulfátos jellegű, kissé kemény, fluoridos, kénes termálvíz, melynek jelentős a szabad szénsav tartalma.

A MAL-PE-02 kút ehhez hasonló: kevés oldott anyagot tartalmazó, kalcium-hidrogén-karbonátos jellegű, kissé kemény, kénes termálvíz, melynek jelentős a metakovasav/fluorid tartalma.

A kitermelt víz kezelése során jelenleg semmilyen anyag adagolása nem történik, de kiépítésre került az inhibitor adagoló rendszer, melyen keresztül szükség esetén polikarboxilát alapú vízkövesedés-gátló inhibitor adagolható a vízhez, ezért az üzemeltetők kérelmezik annak engedélyezését is. A kiválasztott termék (Turbodispin D100) ivóvízkezelő szerként regisztrálva van (a Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Kormányhivatal Népegészségügyi Főosztálya által), tehát az emberi egészségre és a környezetre nem káros és összetételénél fogva a felszín alatti vizek védelméről szóló 219/2004. (VII.21.) Kormány rendelet alapján nem minősül szennyező anyagnak. Az engedély és az Országos Környezetegészségügyi Intézet 6164/2017 számú szakvéleménye értelmében a Turbodispin D100 emberi felhasználásra (külsőleg és belsőleg egyaránt) alkalmas szer, ivóvízben megengedett koncentrációja 30 mg/L (30 ppm), ami jóval meghaladja a termálvízhez adagolt maximális koncentrációt.

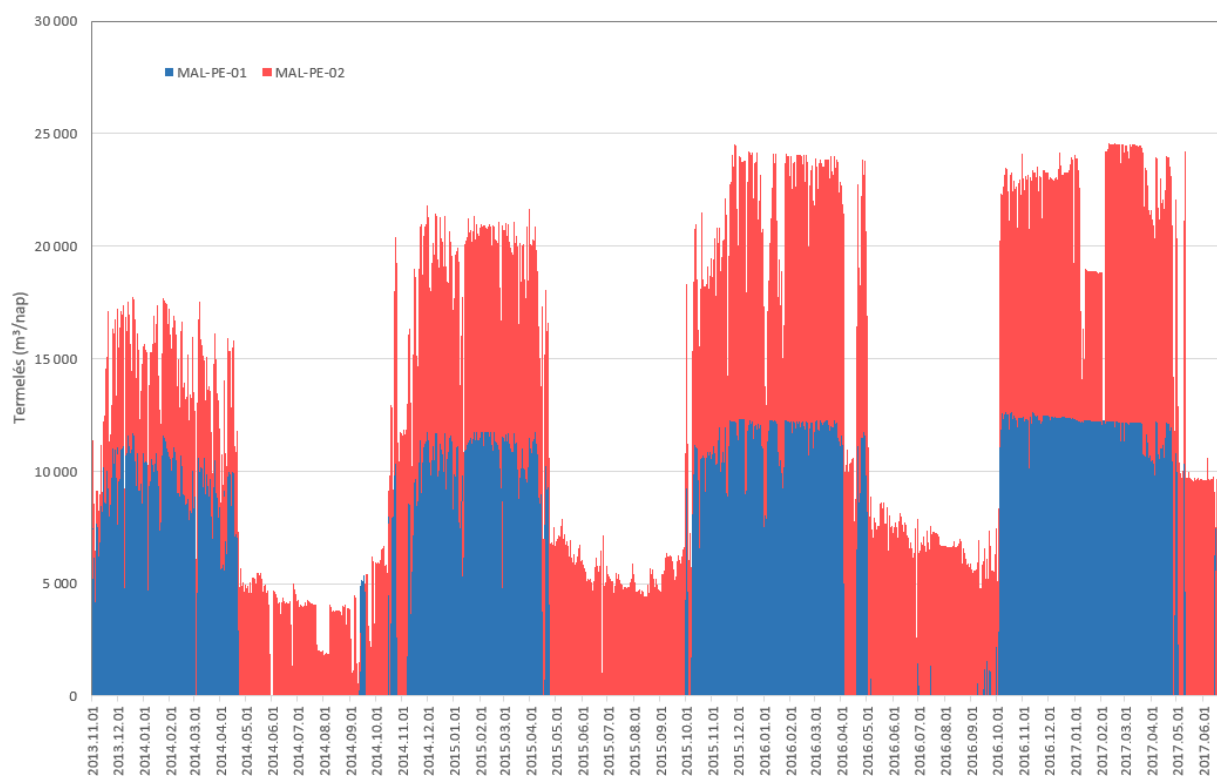
Mivel polikarboxilsavról van szó, ami a bomlása során oxigénre, hidrogénre, hidrogénkarbonátra, karbonátra, csekély mennyiségű kénre, nitrogénre és ezek egyszerű vegyületeire bomlik, ezért a termelt víz minőségét is figyelembe véve nem minősül a kitermelt víztől eltérő anyagnak, mivel ezen alkotórészeket a kitermelt termálvíz is tartalmazza.

A hosszú szénláncú polikarboxilát hatóanyag nem hőstabil, ezért a rendszeren keresztülhaladva hőbomlást szenved el, ezen kívül egy része a kalcium- és magnéziumionokkal kapcsolódva a szűrőkön, tartályokban összegyűlő iszapban marad, így a beadagolt mennyiségnek csak kis – tömegáramtól függő – hányada kerül visszasajtolásra. A visszasajtolásra használt rezervoárban nem kell emelkedett koncentrációjával számolni. Az ezzel kapcsolatos mérési eredmények a 4. mellékletben találhatók.

Szükség esetén – üzemállapottól függően - maximum 10 ppm koncentrációban kerül adagolásra.

3.4.3 A kitermelt víz mennyisége

A termelés mennyisége a napi fogyasztói igényekhez igazodik. Nyári időszakban, mindössze 5 000 m³/nap mennyiséget termeltek főként a MAL-PE-02 kutat üzemeltetésével, míg fűtési szezonban mindkét kút működött, együttes termelésük 20 000- 25 000 m³/nap volt. Az eddigi üzemelés ideje alatt termelt vízmennyiségeket az 5. ábra grafikonja mutatja.



5. ábra: A kitermelt víz mennyisége

3.5 Hő energetikai számítás a tervezett többlet kitermelés során

3.5.1 MAL-PE-01, Miskolci Geotermia Zrt.

Kútból kivett víz várható maximális hőmérséklete:	103 °C
Visszasajtolásra kerülő víz hőmérséklete:	50 °C
Hasznosítható hő ΔT :	53 °C
Kivett vízmennyiség (méretezési):	139 l/sec
Átadandó hő teljesítmény:	31 000 kW

Október 1.- április 30. közötti időszakban:

- napi mértékadó vízigény: 18 055 m³/d
- óracsúcs: 550 m³/óra

Május 1.- szeptember 30. közötti időszakban:

- napi átlagos vízigény: 0 m³/d
- óracsúcs: 0 m³/óra

A rendszer éves összes vízigénye (biztonsági tartalék vízkontingenssel számolva), mely jelen engedélyezési kérelem alapja 3 250 000 m³/év.

3.5.2 MAL- PE-02 KUALA Kft.

Kútból kivett víz várható maximális hőmérséklete:	89 °C
Visszasajtolásra kerülő víz hőmérséklete:	50 °C
Hasznosítható hő ΔT :	39 °C
Kivett vízmennyiség (méretezési):	166 l/sec
Átadandó hőteljesítmény:	27 126 kW

Október 15.- április 15. közötti időszakban:

- napi mértékadó vízigény: 18 088 m³/d
- óracsúcs: 600 m³/óra

Április 16- - október 14. közötti időszakban:

- napi átlagos vízigény: 7 200 m³/d
- óracsúcs: 300 m³/óra

A rendszer éves összes vízigénye (biztonsági tartalék vízkontingenssel számolva), mely jelen engedélyezési kérelem alapja 3 250 000 m³/év.

A kitermelt vízmennyiség teljes egészében visszasajtolásra kerül a visszasajtoló kutakba.

3.6 Szállítási igény

Az üzemeltetés közúti forgalomműködést nem eredményez.

3.7 Környezetvédelmi intézkedések

Az üzemeltetés során törekednek, hogy csak a legszükségesebb mértékű beavatkozással járó munkafolyamatok elvégzése történjen meg.

3.8 Összetartozó tevékenység

A geotermális rendszer próbaüzemeltetésének megkezdése óta nincs tudomásunk a területen összetartozó tevékenységnek minősülő új tevékenység megvalósítására, illetve a telepítés helyén vagy a szomszédos ingatlanokon folytatott vagy tervezett azonos jellegű más tevékenység összeadódására.

3.9 Településrendezési terv módosítása

Az érintett települések helyi településrendezési előírásaival a tevékenység összhangban van, a fejlesztés megvalósítható, nem igényel településrendezési módosítást.

3.10 Táj- és természetvédelmi kijelölések

A geotermális rendszer üzemeltetésével érintett, vizsgált terület nem érint:

- tájvédelmi övezetet,
- ökológiai hálózatot,
- védett természeti területet,
- védelemre tervezett természeti területet,
- ex-lege védett természeti területet,
- Érzékeny Természetvédelmi területet, valamint
- egyedi tájértéket.

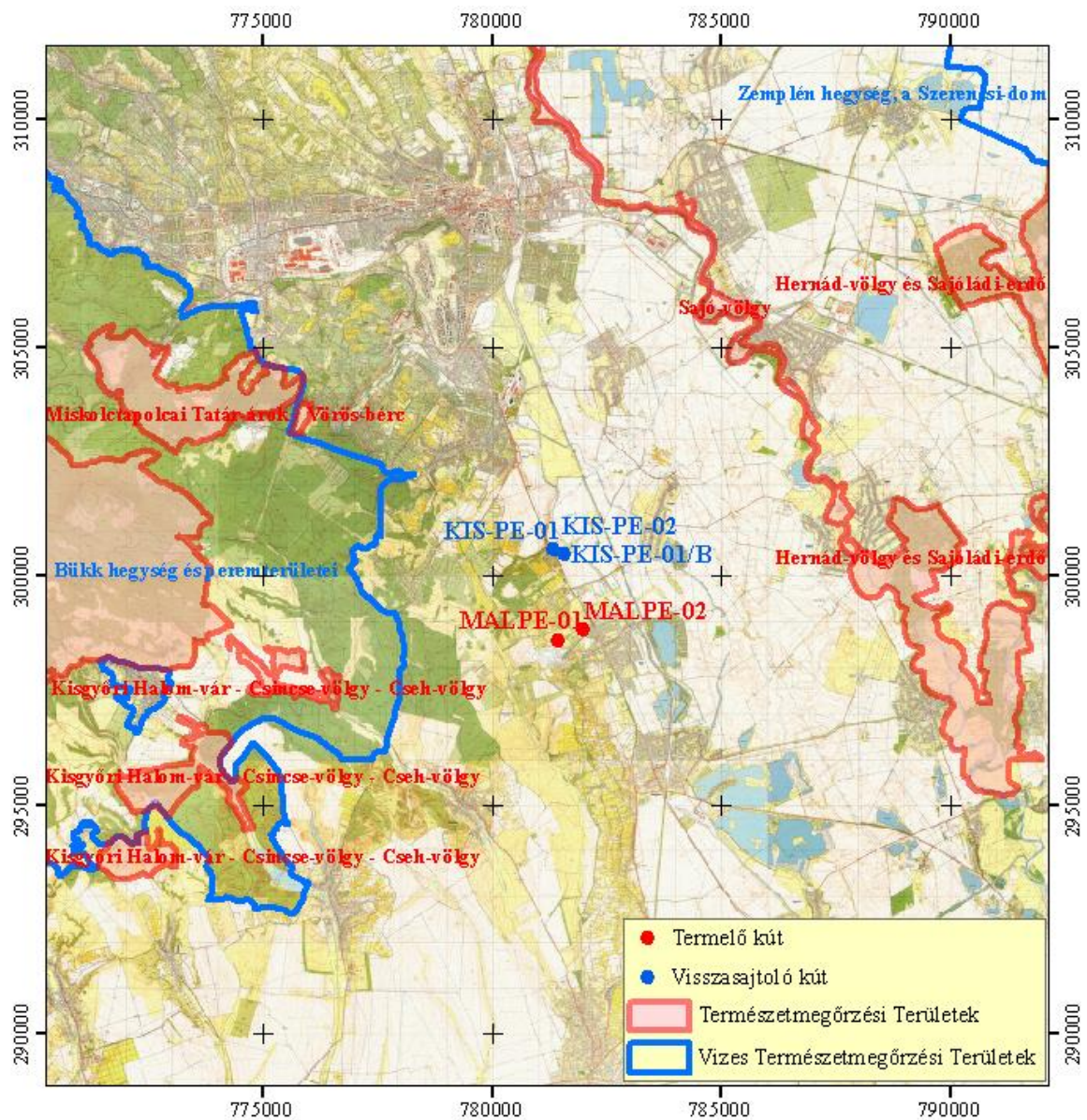
A tevékenység nem érint olyan területet, amely az EU jelentőségű természetvédelmi rendeltetésű területekkel érintett földrészekről rendelkező a 45/2006. (XII. 8.) KvVM rendeletben szerepelne (NATURA 2000).

A tevékenység tágabb környezetében található táj- és természetvédelmi területeket a 6. ábra mutatja.

A zártkertek, illetve az azok melletti mezőgazdasági művelésű területek környezetének élőhelye zavart, növényzetét a termesztett kultúrnövények, állatvilágát pedig az agrárfauna jellegzetességei határozzák meg.

3.11 Örökségvédelem

A vizsgált területen nincs jelölt régészeti lelőhely.



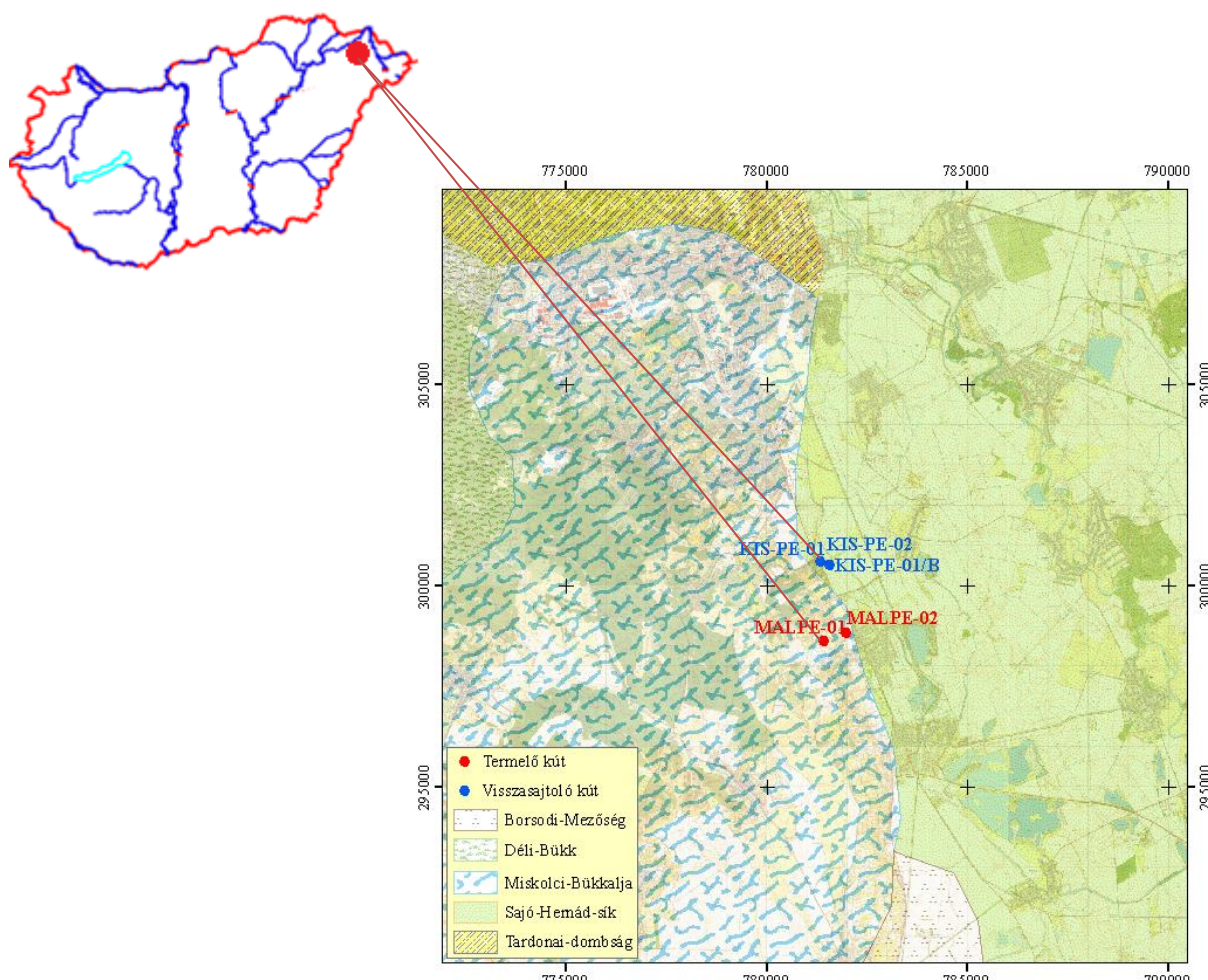
6. ábra: Táj- és természetvédelmi területek a geotermikus kutak környezetében

4 JELENLEGI KÖRNYEZETI ÁLLAPOT

A fejezet az alábbi források felhasználásával készült el:

- Magyarország kistájainak katasztere (MTA 1990.)
- Magyarország földtani térképe M=1:100000 (CD, MÁFI 2005.), MÁFI web-en elérhető térképei
- AGROTOPO térképsorozat (MTA Talajtani és Agrokémiai Kutatóintézete)
- Magyarország Vízyűjtő-gazdálkodási Terve (KvVM 2010.)
- Vízházi Évkönyv (VITUKI 2011.)
- Magyarország M=1:10000 topográfiai térképsorozat (FÖMI)
- MEPAR 2012. adatai
- Magyarország földrengés- veszélyeztetettségi térképe (GeoRisk Földrengéskutató Intézet 2012.)

Mályi és Kistokaj Borsod- Abaúj- Zemplén megyében, a Miskolci Kistérségben, Miskolctól 5-8 km-re délre található az agglomerációban (7. ábra). Az átlagos tenger szint feletti magassága 115 méter körül adódik.



7. ábra: A vizsgált terület környezete

4.1 Domborzat

A geotermális fűtőrendszer helyszíne az Északi- középhegység nagytáján belül, a Bükkvidéki középtájba, ezen belül a Miskolci- Bükkalja és a Sajó-Hernád- sík kistájának találkozási pontja. Legalacsonyabb pontja 108 m-re, a legmagasabb pontja 220 m-re (Avas) van a tengerszint felett.

4.2 Éghajlat

A vizsgált terület éghajlatilag a mérsékelt meleg, száraz éghajlattal jellemezhető. A sokévi átlagos havi középhőmérsékleteit tekintve elmondható, hogy a leghidegebb hónap a január, míg a legmelegebb a július. Az évi közepes hőingás 22,1 °C.

Az átlagos évi csapadékösszege 660 mm, mely jellegzetes évi menetet mutat, a nyári félév csapadékosabb, míg a téli félév szárazabb. A legkevesebb csapadék januárban- februárban hullik, a legcsapadékosabb hónap pedig a június.

A napsütéses órák éves összege átlagosan 1800 óra, de évenként nagy változékonyságot mutat.

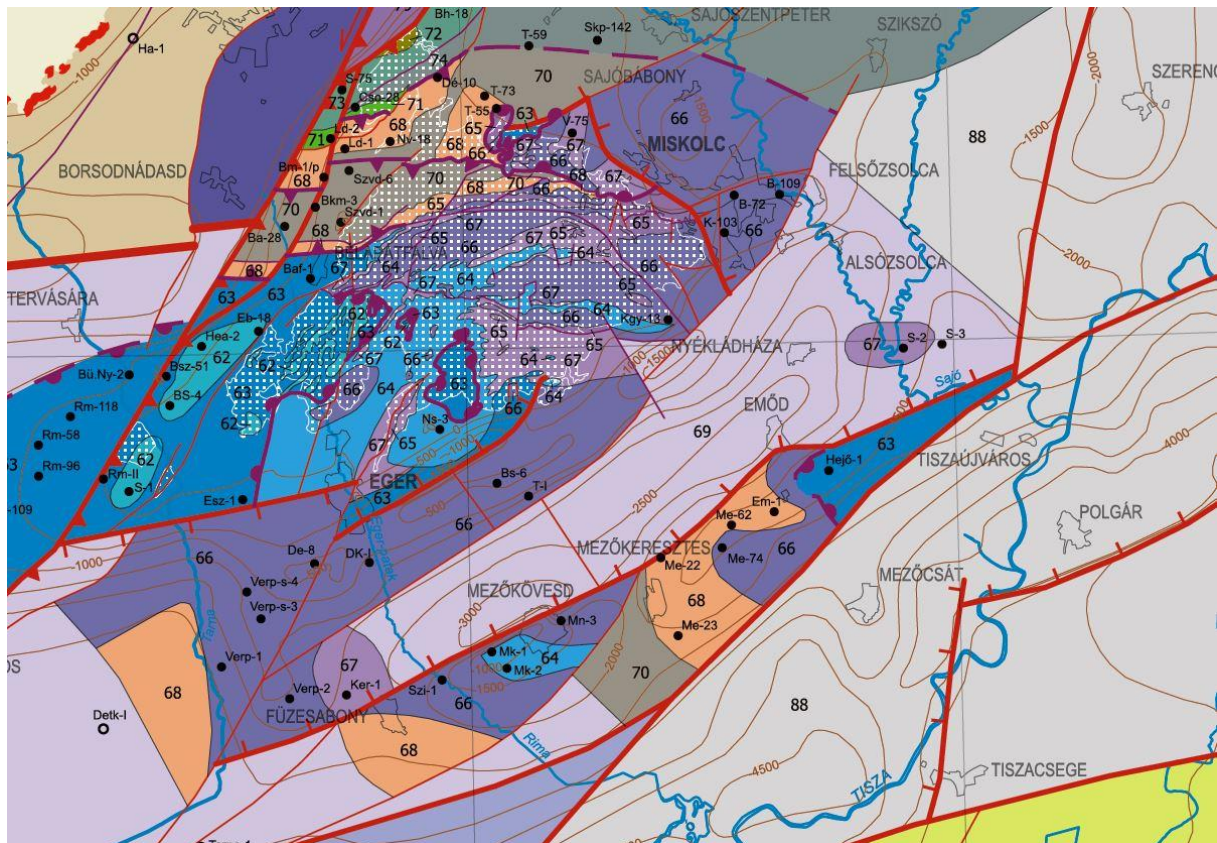
4.3 Területhasználatok

A vizsgált terület nagy része mezőgazdasági művelés alatt áll, amelyet minden irányból szántók határolnak. A szántóterületeket kisebb erdőfoltok, gyepek, lakó- és zártkerti területek gazdagítanak.

4.4 Geológiai adottságok

4.4.1 Tágabb geológiai környezet

A vizsgált terület Miskolc agglomerációjában, a bükk hegység délkeleti lábánál helyezkedik el. A Bükk hegység jelentős részét triász kőzetek építik fel. A késő-perm-kora-triászban folyamatos a tengeri kifejlődés, majd a középső-triászban platformkarbonátok, a késő-triászban medence fáciesű mészkő képződmények rakódtak le. Üledékhézag után a jurában mélytengeri sziliciklasztos-karbonátos üledékképződés folyt. Számottevő a triász korú vulkanitok szerepe is a hegység felépítésében (8. ábra). A képződményeket dél-délnyugat felé csökkenő mértékben anchizonális alpi metamorfózis érte.



- | | | | |
|----|--|----|--|
| 64 | Nagyon kisfokú metamorf középső-felső-jura pelágikus összetétel (radiarit, agyagpala)
Very low-grade metamorphic Middle – Upper Jurassic pelagic formation (radiolarite, slate) | 77 | Középső-felső-triász lejtő és medence fáciesű mészkő, márga, radiarit
Middle and Upper Triassic toe-of-slope and basin facies (limestone, marl, radiolarite) |
| 65 | Középső-felső-triász metavulkanitok
Middle – Upper Triassic metavolcanites | 78 | Kisfokú metamorf jura lejtő és medence fáciesű képződmények (agyagpala, olisztosztóma)
Low-grade metamorphic Jurassic slope and basin facies (claystone and olistostrome) |
| 66 | Kisfokú metamorf középső-felső-triász platformkarbonátok
Low-grade metamorphic Middle and Upper Triassic platform carbonates | 79 | Középső-triász és karni sekélytengeri karbonátok
Middle Triassic – Carnian shallow marine carbonates |
| 67 | Nagyon kisfokú metamorf középső-felső-triász lejtő és medence fáciesű tűzköves mészkő
Very low-grade metamorphic Middle – Upper Triassic cherty limestones of toe-of-slope and basin facies | 80 | Kisfokú metamorf középső-triász és karni sekélytengeri karbonátok
Low-grade metamorphic Middle Triassic and Carnian shallow marine carbonates |
| 68 | Nagyon kisfokú metamorf felső-perm-alsó-triász sekélytengeri mészkő, homokkő, márga
Very low-grade metamorphic Upper Permian – Lower Triassic shallow marine limestones, sandstones, marl | 81 | Nagyon kisfokú és kisfokú metamorf felső-triász képződmények
Very low-grade and low-grade metamorphic Upper Triassic formations |
| 69 | Nagyon kisfokú metamorf újpaleozoos és mezozoos képződmények tagolás nélkül
Very low-grade metamorphic Upper Paleozoic and Mesozoic formations in general | 82 | Alsó-triász sekélytengeri homokkő, márga, mészkő
Lower Triassic shallow marine sandstones, marls, limestones |
| 70 | Nagyon kisfokú metamorf tengeri újpaleozoos képződmények
Very low-grade metamorphic Upper Paleozoic marine formations | 83 | Felső-perm-alsó-triász anhidrit
Upper Permian – Lower Triassic anhydrite |
| 71 | Senon tengeri konglomerátum
Senonian marine conglomerate | 84 | Perm-mezozoos képződmények tagolás nélkül
Permian–Mesozoic formations in general |
| 72 | Kisfokú metamorf devon–karbon platform fáciesű karbonátok
Low-grade metamorphic Devonian–Carboniferous platform carbonates | | |
| 73 | Kisfokú metamorf devon–karbon medence fáciesű karbonátok
Low-grade metamorphic Devonian–Carboniferous basinal carbonates | | |
| 74 | Kisfokú metamorf karbon medence fáciesű sziliklastos képződmények
Low-grade metamorphic Carboniferous basinal siliclastic formations | | |

8. ábra: Magyarország prekainozoos térképe, Bükk hegység
(MÁFI 2010)

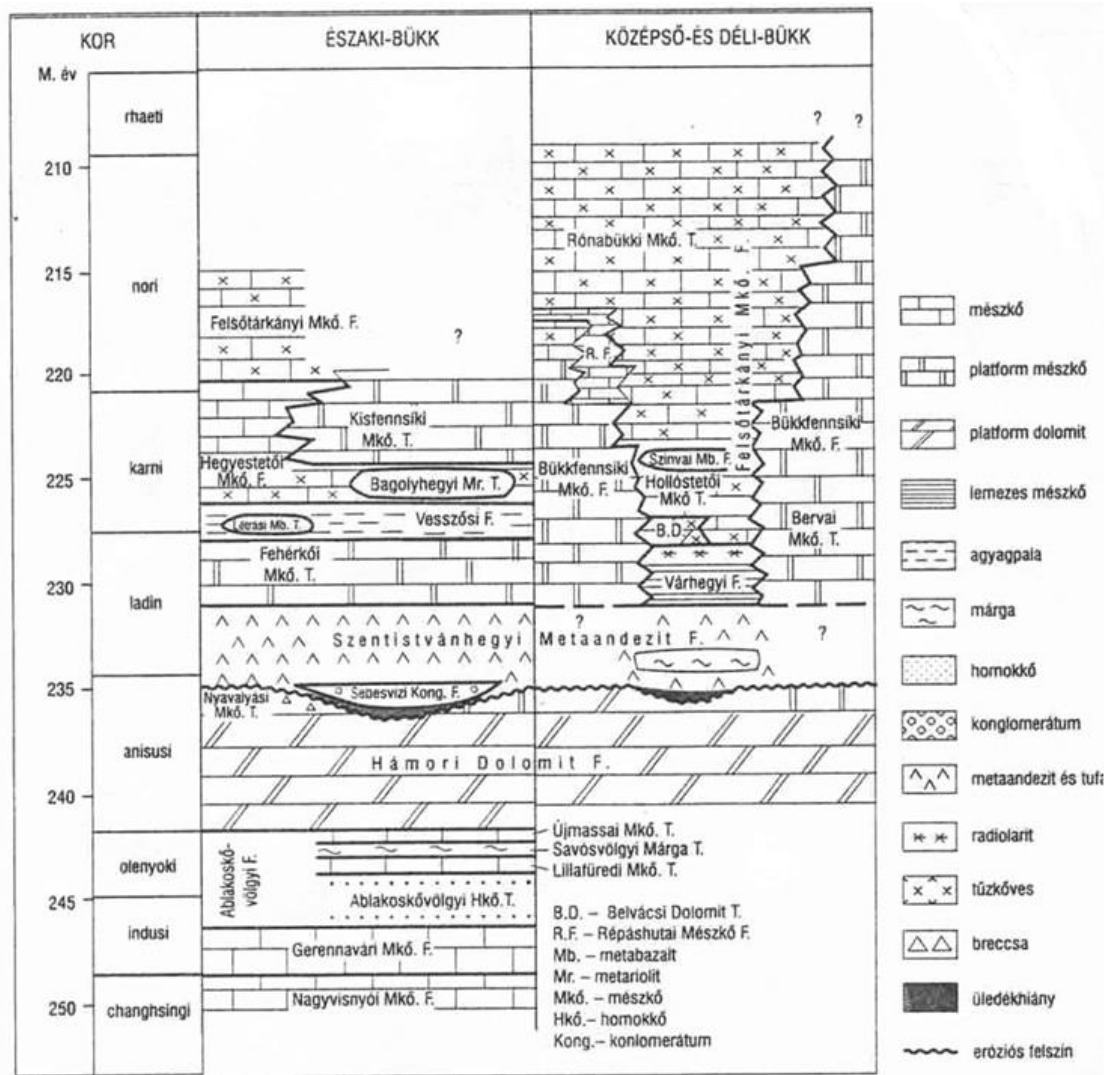
A bükki szerkezeti-kifejlődési egység túlterjed a hegység területén, a mélyfúrások a környező medencék aljzatában is feltártak a Bükkben ismerthez hasonló rétegsorokat.

A Bükk északi földtani határát a Nekézsenyi rátolás adja. Északkelet felé az alaphegységi kőzeteket kainozoos képződmények fedik, a határ bizonytalan, a sajóvölgyi szénkutató fúrások már szendrői aljzatot tártak fel. Kelet felé, Miskolc alatt eltemetett mészkőgerinc húzódik, ezt

tárja fel a Sajó keleti partján levő Miskolc K-117 vízkutató fúrás világosszürke mészkőve, valamint valószínűleg a Sajóhídvég S-2, S-3 fúrások világosszürke mészkőve is. Délnyugat-nyugat felé kissé nehezebb a bükki kifejlődések követése, dél felé a Vatta-Maklári- árok északi oldalán mélyült fúrásokban azonban egyértelműen a Bükk eltemetett folytatása van.

4.4.2 Földtani felépítés, képződmények jellemzése

A Bükk-hegységet felépítő kőzetek között az ÉNY-i Bükkben ismert karbon agyagpala-összlet vízzáró, csupán a benne elhelyezkedő mészkőlencsék tárolnak vizet, amit kis hozamú karsztforrások jeleznek. Ugyancsak vízzáró az alsó-középső-perm palaösszlet. Gyengén karsztosodik a felső-perm mészkő, mely karsztos kőzettel érintkezve inkább vízzáró gátként működik (Teknős-völgy).



9. ábra: A Bükk litosztratigráfiai tagolása (Haas, 2004: Magyarország geológiája, Triász)

A bükki triász rétegeket mészkő, valamint márga, pala és vulkanikus kőzetek adják, különféle vastagságban. A mészkövek képviselik a legnagyobb tömeget, a triász rétegek több mint 50%-át teszik ki. A triász teljes vastagsága 2000-2500 m körüli. Az ötosztatú alsó-triász kőzetek között a mészkőtagok jól karsztosodnak, a márga és homokkő közbetelepülések vízzáróak. A Hámori Dolomit közepesen karsztosodik, jó minőség csak a felső részben kifejlődött Nyavalyási Mészkő Tagozatra jellemző.

A középső-triász porfirít hasadékos kőzet, melynek felső, felszínközeli repedezett zónái vízvezetők, összességében a kőzet vízzáró. Kitűnően karsztosodnak a középső-triász mészkő kőzettestek (Fehérkői, Bükkfennsíki, Kisfennsíki, Bervai) amit a bennük kialakult barlangrendszerek, a hegységperemen belőlük fakadó nagyhozamú karsztforrások jeleznek. A Bükkfennsíki Mészkő a legnagyobb kiterjedésű formáció, kitűnő vízáadó tulajdonságú. Tisztán karbonátplatform típusú mészkő építi fel, vastagsága eléri az 1000 m-t.

A Vesszősi Agyagpala ugyancsak vízzáró, kismértékű víztározásra csak a benne levő mészkő és vulkanitlencsék alkalmasak (Csipkésút, Jávorkút, Létras). Közepesen karsztosodik a DK-i Bükk néhol porló dolomitja, a tűzkőtartalom függvényében közepesen-gyengén karsztosodnak a felső-triász tűzköves mészkövek (DK-i Bükk). A felső-triász vulkanitok a porfirithoz hasonló jellegű hasadékos kőzetek, karsztos kőzettel érintkezve vízzáró gátat alkotnak.

Jura képződményeket a hegység délnyugati felén találni, palák és vulkanitos kőzetek, teljes vastagságuk 100-1500 m körüli. A jura radiolarit jó vízvezető, hasadékos kőzet, amit számos, belőle fakadó forrás jelez Répáshutától É-ra. A jura agyagpalák vízzáróak, közepes szintű karsztosodásra csak a palaösszletben elhelyezkedő mészköves tagozatok (Jómarci Mészkő, Bükkzsérci Mészkő) alkalmasak. Jól karsztosodik az eocén mészkő, melyet a triász-jura összeletektől helyenként vízzáró, ugyancsak eocén agyagos kavicsüledék választ el. A miocén üledékek (agyag, riolittufa) szintén vízzáróak, amit a rajtuk kialakult nem karsztos vízgyűjtőjű víznyelők jeleznek (Nagymező, Perpác, Kisfennsík).

A Bükk hidrogeológiai felépítését meghatározó tényezők: a rétegtani felépítés következtében váltakozva következő, eltérő vízföldtani tulajdonságú elemekből álló kőzetsorozat, valamint a tektonikai nagyszerkezet (nagy amplitúdójú gyűrődések, feltolódások, takaróhatár), illetve a kisebb jelentőségű szerkezeti elemek (palássági síkok, réteglap síkok, törésvonalak). Eszerint a hegység rétegtanilag több emeletből álló karsztrendszer alkot, mely a meredek dőlésű, olykor élére állított rétegek következtében oldalirányban elválasztott karszttegységekből épül fel.

A Bükköt tektonikailag három nagy blokkra tagolhatjuk, melyek további kisebb egységekre oszthatók. Az Északi-egység a kisfennsíki takarórendszer középső-triász – felső-jura üledéksorozata, mely ÉÉK felől torlódott rá a Középső-egységre, azon takaróként helyezkedik el. A középső egységet karbon-triász, általában meredek rétegállású sorozat alkotja, melyre dél felől torlódott rá a Déli-egység (Fennsík, D-i Bükk) középső-triász – felső-jura sorozata. Ez a feltolódási sík tovább bonyolítja a hidrogeológiai képet, mivel a felső és alsó tektonikai blokk helyenként hidrológiai kapcsolatban van egymással, máshol viszont a vízzáró kőzetek elhelyezkedése a két blokkban befolyásolja az áramlási pályákat. A három nagyszerkezeti egységet további kisebb, hidrológiailag önálló egységekre lehet osztani, kapcsolat a közös források, az időszakosan, vízhozamtól függő irányú vízelvezetés által lehetséges. Az Északi-egységben a jellemző felszínalatti vízáramlási irányok északiak és keletiek. A Középső-egységben nyugati és keleti, míg a déliben a fennsíki régióban nyugati és keleti, a Tapolca-répáshutai tömbben keleti, ettől délre déli áramlási rendszerek mutathatók ki. Ezek általában

barlangban, nyitott hasadékrendszerben történő áramlási irányokat jelentenek. A gyűrődési rendszerek miatt a Nagyfennsík D-i morfológiai letörésétől D-re a gyűrődési tengelyekre merőlegesen lefelé, majd felfelé történő áramlás is lehetséges, mely akár többször is ismétlődhet a gyűrődések számától függően. A két eltérő áramlási irány ugyanabban az egységben egyszerre is előfordulhat.

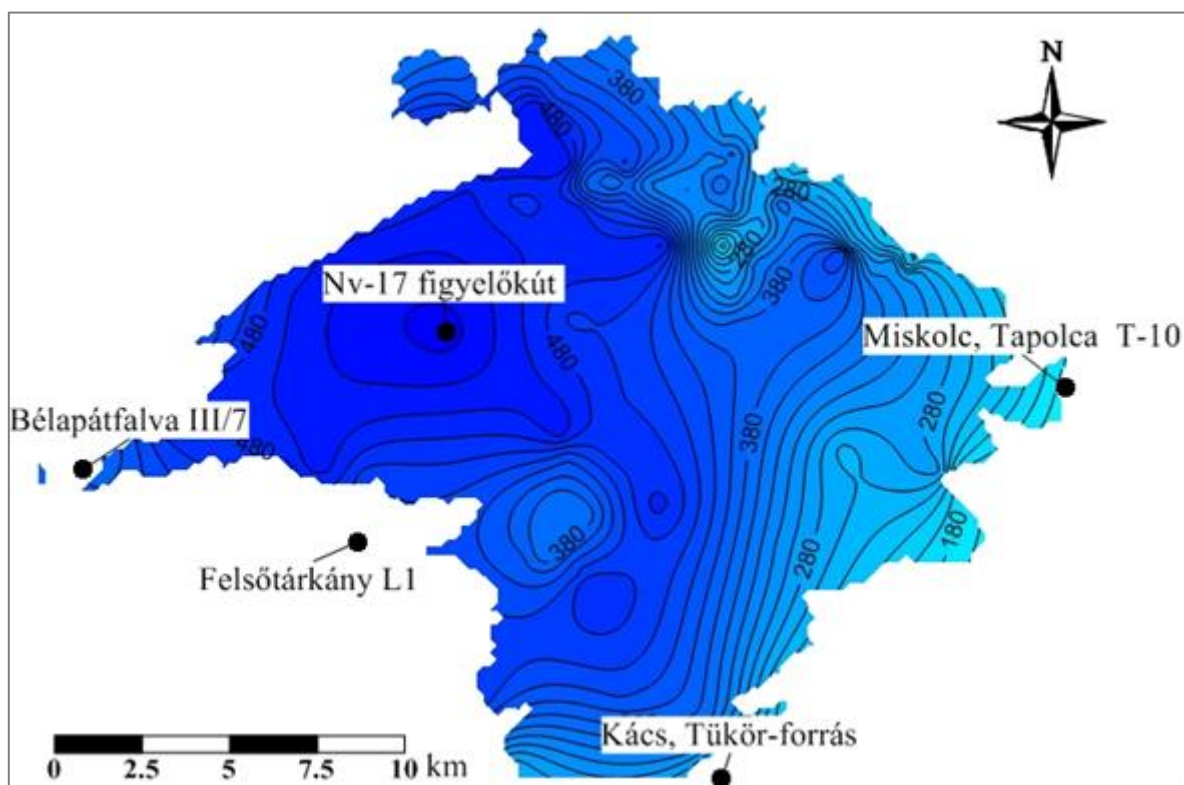
A miskolci geotermikus rendszer szűkebb földtani, vízföldtani környezetét tekintve összefoglalva az alábbiakat állapíthatjuk meg:

- A geotermikus rendszer vízádója, a tágabb területet is jellemző – mind a felszínen, mind pedig a felszín alatt - felső triász mészkő. Ezen belül is, a vízádó felső 50-150 méteres szakasza a domináns. A triász mészkő összetettségű, mélyebb szakaszai is tartalmaznak jobb-rosszabb vízádó képességű repedezett zónákat. Ezt támasztja alá a KIS-PE-01 kút, amelyik a rezervoár alsóbb szakaszait nyitja meg. Megjegyzendő, hogy ez a kút jelenleg csak minimális kapacitással üzemel.
- A kutak építéskori vízminőségi adatainak összehasonlítása azt mutatja, hogy a vizek gyakorlatilag azonos minőségűek (590-634 mg/l összesó tartalom, Ca-Mg hidrogén karbonátos hévíz). Ez is azt támasztja alá, hogy a geotermikus rendszer vízádója egy rezervoár. A hosszabb idejű üzemelés során, a MAL-PE-01 és a MAL-PE-02 kutakból vett vízminőség-eredmények állandósult és gyakorlatilag azonos vízminőségi állapotot jeleznek mind a két vizsgált termelőkútban.
- A fúrási eredmények szerint mind az öt kút esetében az volt tapasztalható, hogy amint a fúrás elérte a triász mészkövet, néhány méteren belül teljes iszapvesztéssel jelentkezett a vízádó szint. A triász tető – helyenként jelentős - vertikális eltérése az előrejelzéseknek megfelelően a vetőkkel szabdalta földtani környezetnek a következménye. A vetőzónák nem vízzáróak, hidraulikailag nem különülnek el egymástól a rendszer tagjai.
- A 2012-ben, a KIS-PE-02 kúthoz kapcsolódó egymáshatás vizsgálat eredményeit áttekintve szintén az a vélemény rajzolódik ki, hogy a kutak között közvetlen kommunikáció van, egy összefüggő rezervoár tagjai. A KIS-PE-01 és a MAL-PE-01 kutak esetében a hatás „elkentebb”, kevésbé markáns, mint amit a MAL-PE-02 és a KIS-PE-01/B kutakban mértek.

4.5 Vízföldtani adottságok

4.5.1 Tágabb környezet, a Bükk termákszt

A vizsgált térség karsztvízszintjeinek értékelése az 1992 óta folyamatosan működő Bükk Karsztvíz Észlelő Rendszer (BKÉR) adatainak alapján lehetséges. A karsztvízrendszer összefüggőségéről számos szakmai vita bontakozott ki, azonban a térség hidrodinamikájának áttekintő ismeretéhez szükséges egy mértékadó potenciálkép meghatározására. Erre vonatkozóan a BKÉR rendszer szakmai irányítója Dr. Lénárt László a 10. ábrán látható vízszint térképet adta meg.



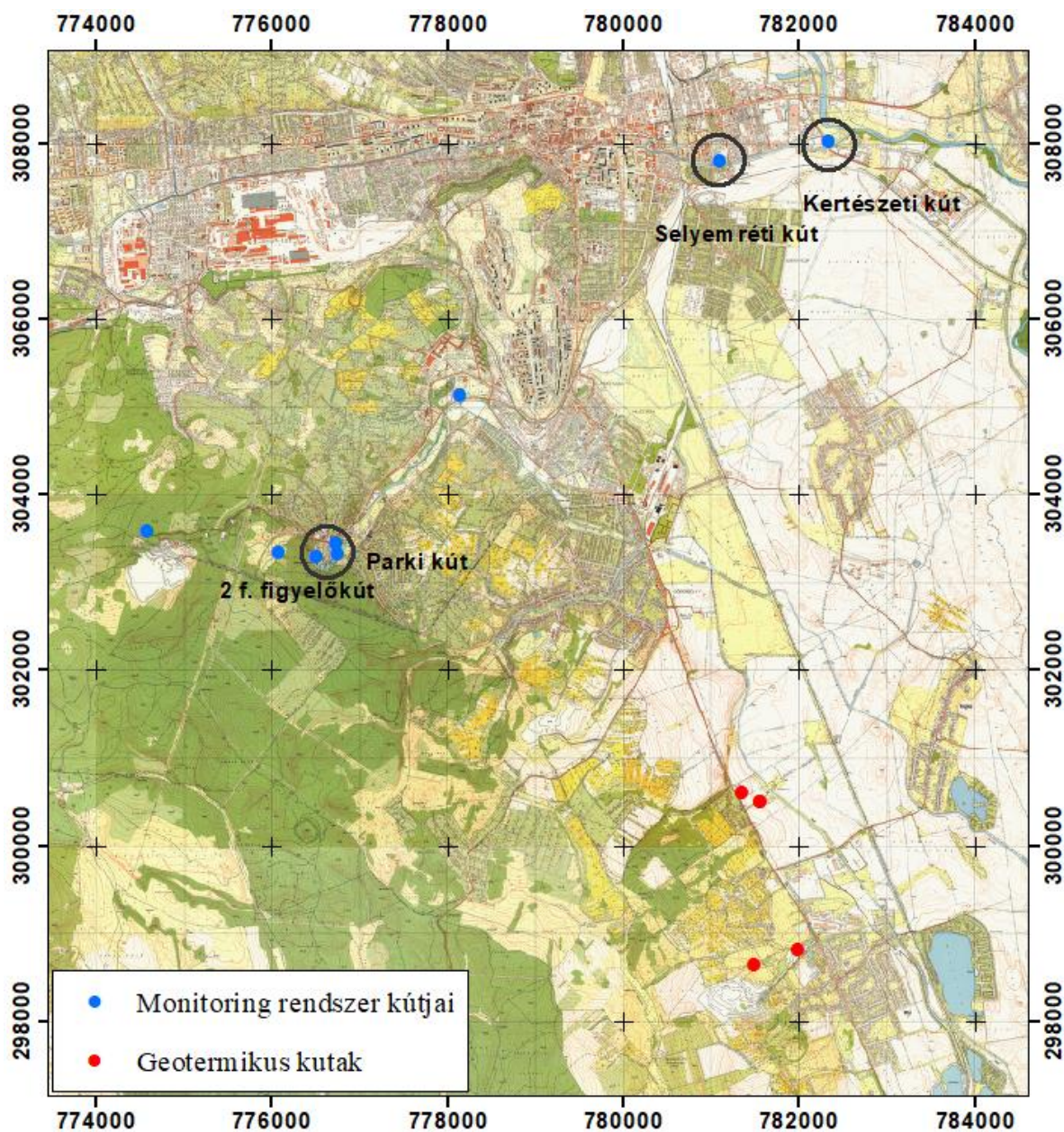
10. ábra: A Bükk jellemző vízszint térképe az Nv-17 mérőhely maximum vízszintje idején

A geotermális rendszer működésének megkezdése óta az üzemeltető a térség külön kiválasztott karszt kútjain monitoring rendszert üzemeltet. A geotermikus rendszer kútjait és a monitoring kutak elhelyezkedését a 11. ábra mutatja. Látható, hogy a monitoring kutak úgy helyezkednek el, hogy a geotermális rendszer felé irányuló természetes karsztvíz áramlás széles sávjában monitorozzák ez esetleges változásokat.

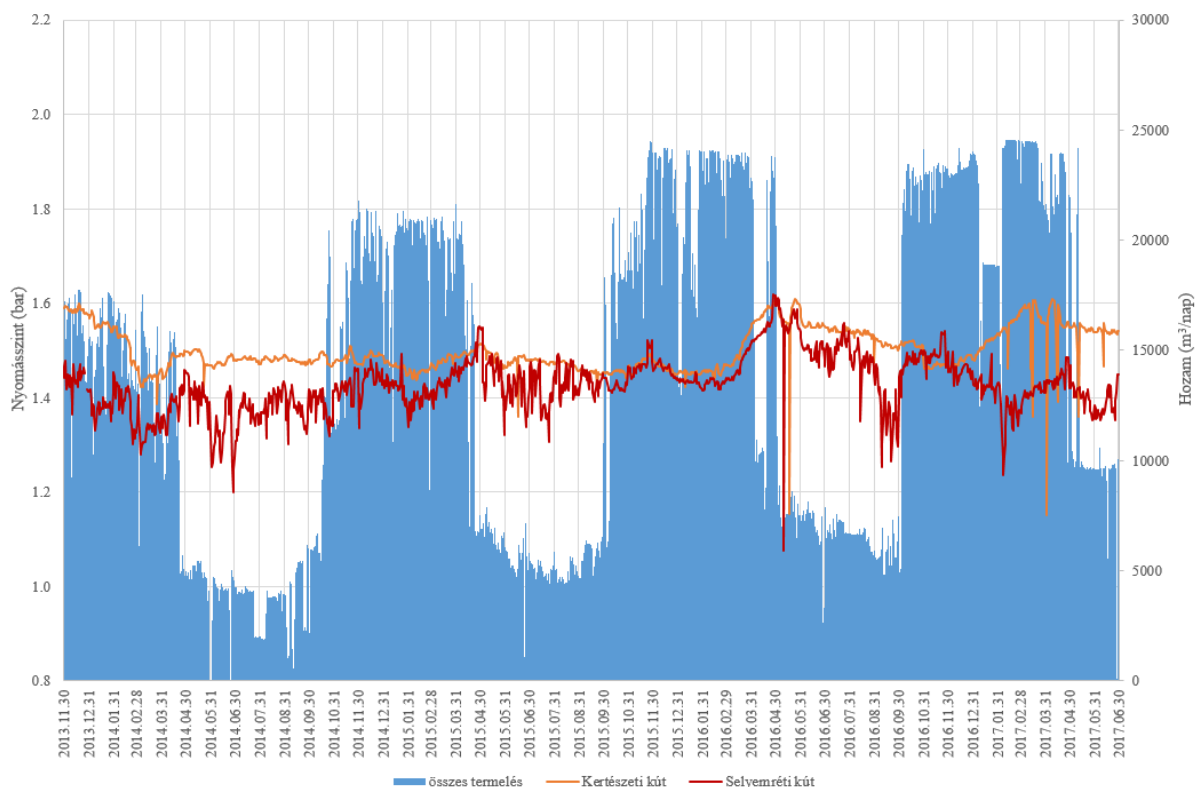
A monitoring rendszer mérési eredményeiről az üzemeltető rendszeres jelentést küld az illetékes Hatóságnak, ezért jelen tanulmányban csak néhány kút mérési eredményeit mutatjuk be. Az ábrákon a kiválasztott kutak vízszintjei mellett feltüntettük a geotermikus rendszer próbaüzem alatti összes termelését is. Látható, hogy a vizsgált időszakban a kutak vízjárása nem mutat kapcsolatot a termelés változásával.

A monitoring kutak mérési eredményeinek értékelésekor szükséges figyelembe venni, hogy a kutak egyéb lehetőség hiányában üzemelő termelőkutak, így a bennük mért vízszintet jelentősen befolyásolja saját üzemelésük. Jól látható ez a selyemréti és a kertészeti kút összehasonlításával. Mindkét kút a monitoring rendszer keleti részén található, a vizsgált időszakban tapasztalt monoton süllyedés is közel azonos mértékű a két kútban, ám a selyemréti kút vízjárása jól tükrözi a nyári strandidőszak nagyobb víztermelését.

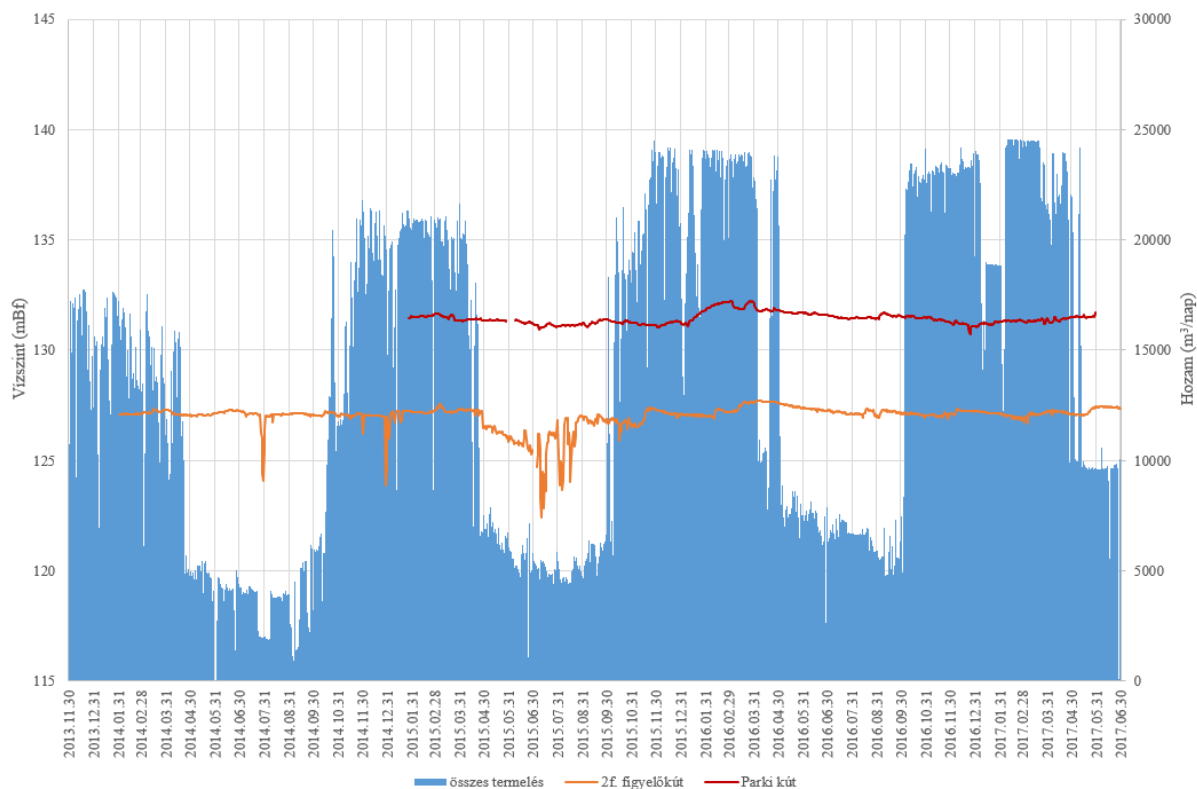
Ezzel együtt megállapítható, hogy a monitoring rendszer kialakítása megfelelő, a kijelölt kutak mérési eredményeinek értékelése – a kutak körüli lokális hatások figyelembe vételével együtt - alkalmas a geotermikus rendszer hatásainak nyomon követésére is.



11. ábra: A geotermikus rendszer monitoring hálózata



12. ábra: A Kertészeti és a Selyemréti monitoring kutak mérési eredményei



13. ábra: A Parki és a 2.f. jelű monitoring kutak mérési eredményei

4.5.2 Geotermikus kutak lokális környezete

A miskolci geotermikus rendszer működésének körülményeit az üzemeltetők folyamatosan vizsgálják, és az eredményekről éves jelentéseket nyújtanak be az illetékes Hatóságnak. Dokumentációnkban a rendszeres méréseket az üzemelés öt éves időszakára összefoglalóan a tevékenység környezetében kialakult, jelenleg jellemző vízföldtani állapot bemutatása céljával értékeljük.

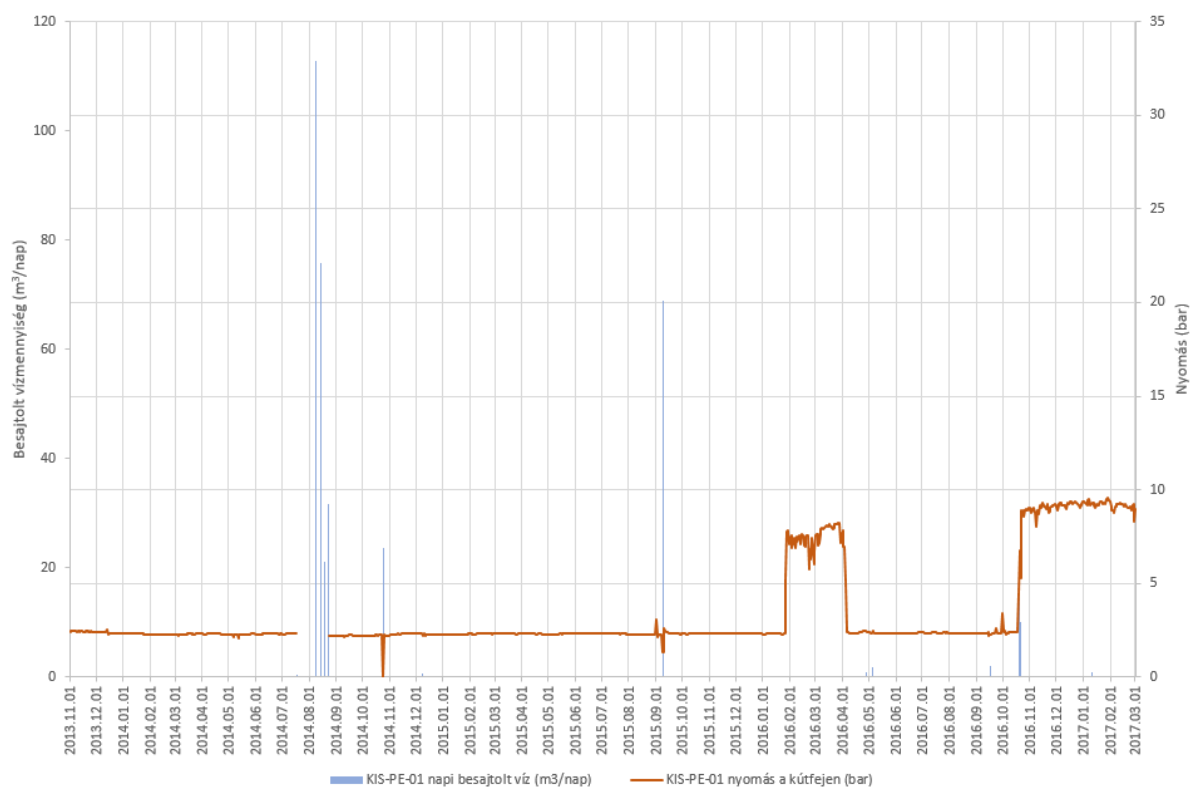
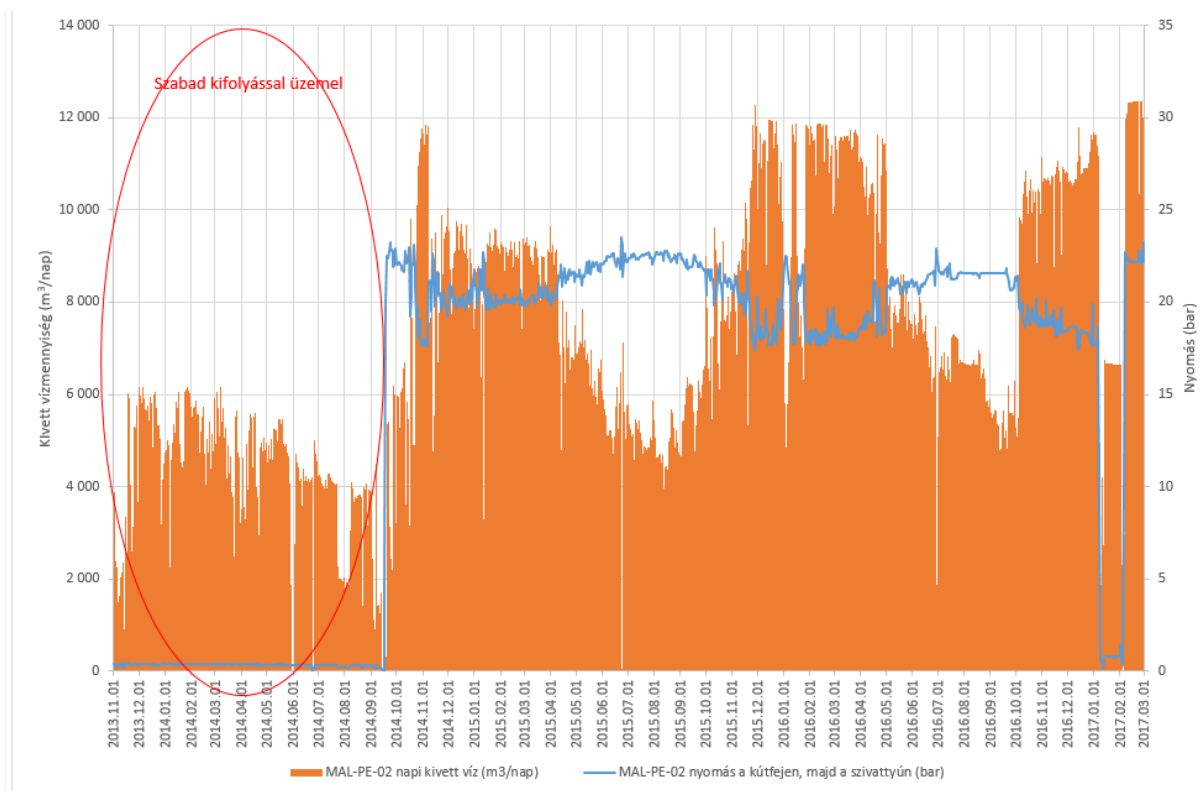
Az értékeléshez alábbi adatok állnak rendelkezésre:

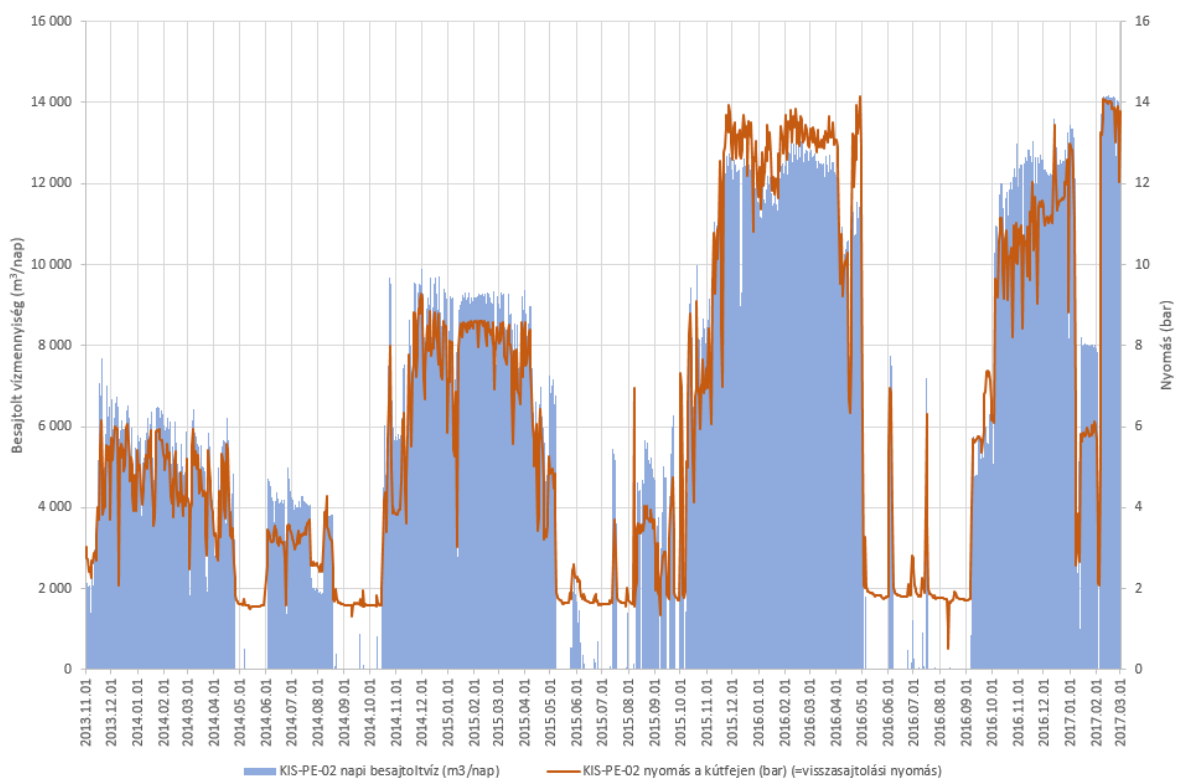
- **termelő kutak (MAL-PE-01 és MAL-PE-02):** hozam, hőmérséklet, nyomás a szivattyún, dinamikus vízszint és napi kivett vízmennyiség
- **visszasajtoló kutak (KIS-PE-01, KIS-PE-01/B és KIS-PE-02):** hozam, hőmérséklet, nyomás a szivattyún és napi kivett vízmennyiség

A 14.-18. ábrákon az összes kútra rendelkezésünkre álló termelés/visszasajtolás és kútfejnyomás adatok grafikonjait mutatjuk be a 2013-2017 időszakra.

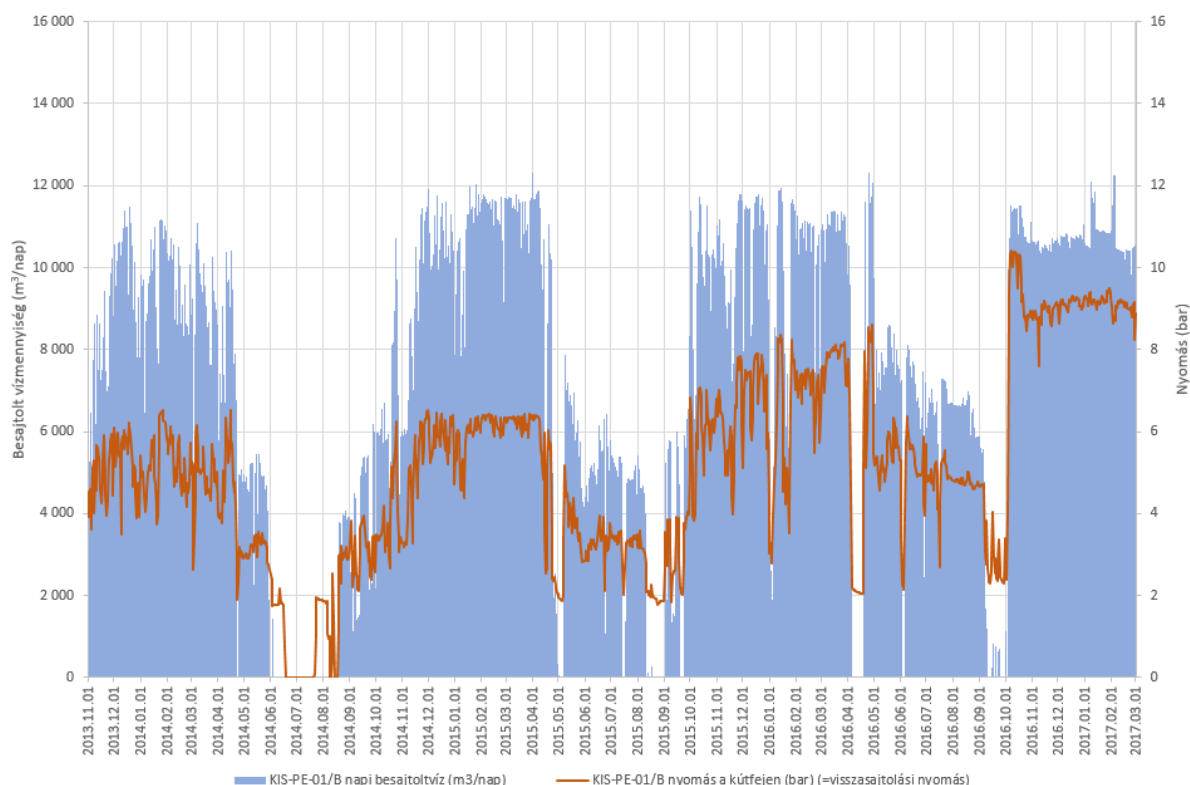


14. ábra: Termelés és kútfejnyomás alakulása a MAL-PE-01 kútban 2013-2017





17. ábra: Visszasajtolás és kútfejnyomás alakulása a KIS-PE-02 kútban 2013-2017



18. ábra: Visszasajtolás és kútfejnyomás alakulása a KIS-PE-01B kútban 2013-2017

Az ábraszorozat alapján látható, hogy a vizsgált időszakban a kutak üzemelésének hatására a jellemző karsztvízszintben, nyomásállapotban érdemi változás nem történt. Az egyes kutakban

a termelés nélküli időszakokban a vízszintek/nyomások minden évben közel azonos szintre állnak vissza, vagyis a geotermikus rendszer üzemelésének eddigi 4 éves időszaka alatt a mérések alapján nem mutatható ki érzékelhető karsztvízszint változást –süllyedést vagy emelkedést – eredményező hatás. A KIS-PE-01 kútban észlelhető magasabb nyomásértékek oka, hogy azokban az időszakokban a kút „nyitva” volt. Mivel ilyenkor hidraulikailag közös rendszerben van a KIS-PE-01/B kúttal, ezért olyankor ott is a visszasajtoló szivattyúk által előállított nyomásértékek mérhetők.

4.5.3 Az engedélyezett tevékenység hatásterülete

A 2014-ben geotermikus kútpár üzemelésének karsztvízkészletre gyakorolt hatását a FEFLOW programcsomag segítségével vízföldtani modellezéssel vizsgáltuk. A modell kalibrációja ekkor a próbaüzem mérésre épült.

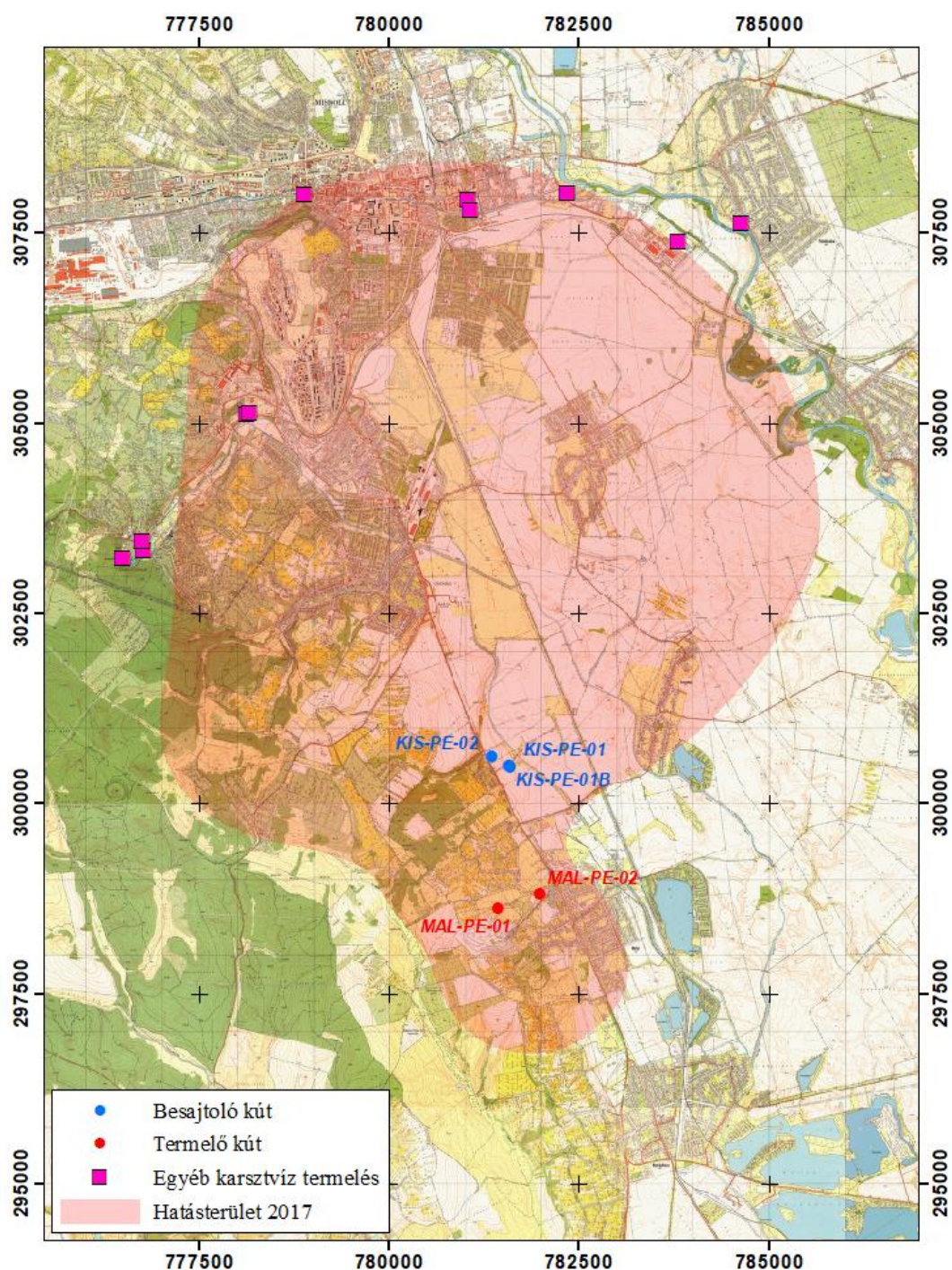
Jelen engedélyezési eljáráshoz a 2013-2017 időszak mérési eredményei alapján elkészült a modell felülvizsgálata, pontosítása.

A hatásvizsgálat célja, az adott kapacitású víztermelés/visszatáplálás következtében várhatóan kialakuló hidraulikai hatások számítása a megfelelően kiválasztott szivárgáshidraulikai szoftver alkalmazásával. Itt is meg kell jegyeznünk, hogy vízgazdálkodási szempontból vízkivétel nem történik, hiszen a termelt teljes mennyiséget zárt rendszerben visszatáplálják. A számítások során permanens modellezést végeztünk mivel a tervezett rendszer várhatólag több évtizedig fog üzemelni, így ez az adekvát számítási módszer.

A tevékenység hatása nyomás- és hőmérséklet változás formájában érinti a geotermális rezervoárt. Környezeti hatás szempontjából - mivel jogszabály nem rendelkezik számszerű értékekről-, a szakma elfogadott módszerét alkalmaztuk, miszerint az 0,1 méteres hidraulikai hatással jellemezhető teret tekintjük hatásterületnek. A hőtranszport folyamatok hatásterülete nagyságrendekkel kisebb, mint a hidraulikai folyamatoké, így ezzel külön nem foglalkozunk, azok a hidraulikai hatások alapján kijelölt térrészen belül fognak lezajlani.

A már engedélyezett tevékenység - 4,95 Mm³/év termelés/visszasajtolás - újrakalibrált modellel számított hatásterületét a 19. ábra szemlélteti.

A vízföldtani modell összefoglaló ismertetését és a kalibráció folyamatát, eredményeit bemutató tanulmány a dokumentáció 2. mellékletében található.



19. ábra: 4,95 M m³/év kapacitású geotermikus kutak hatásterülete a karsztvíztárolóban

A hatásterület maximális kiterjedése észak-déli irányban 11,8 km, nyugat-keleti irányban 8,5 km.

4.6 Jellemző élőhely típusok

A vizsgált terület környékét eredetileg szántó területek borították. A felhagyás következtében megindult a beerdősülés. A terület környezetében megjelentek a tájidegen növény és állatfajok.

4.6.1 Növényzet

A Bükkalja vegetációja az ember tájhasználatára következtében napjainkra jelentősen átalakult. Az eredeti növénytársulások eltűntek vagy degradálódtak, jobb esetben a visszatelepülés folyamata zajlik. Zonális társulása a tatárjuharos lösztölgyes, melynek izolált, vagy fragmentált foltjait nyomokban még fellelhetjük. Ilyen foltokra utal a réti iszalag (*Clematis integrifolia*), piros kígyószisz (*Echium maculatum*), hengeres peremizs (*Inula germanica*), koloncos lednek (*Lathyrus lacteus*), macskahere (*Phlomis tuberosa*), parlagi rózsza (*Rosa gallica*), hosszúlevelű árvalányhaj (*Stipa tirsia*), bugás veronika (*Pseudolysimachion spurium*) előfordulása. Jellegzetes az erdőssztyepp-erdőket szegélyező és önállóan is kialakuló törpemandula- és cseplezsmeggy-cserjés. Az egykor legelőként használt vagy a művelés alól felhagyott szőlők, gyümölcsösök visszatelepülő növényzete nagyobb kiterjedésű gyepeket eredményez. Az erdők helyén főként a tollas szálkaperje (*Brachypodium pinnatum*) dominál, a gyepeken az árvalányhaj-fajok érhetnek el nagyobb borítást. Magasabb térszinteken a cseres-tölgyesek termőterülete húzódik, ezek nagy részét fenyvesek, akácok borítják. Az észak–dél patakvölgyekben vízparti társulásokat találunk. A fűzesek és nedves rétek jellemző gyakori fajai a mezei gólyaorr (*Geranium pratense*), mocsári csorbóka (*Sonchus palustris*), mocsári tisztesfű (*Stachys palustris*). A területen inváziós fajként terjed a siskanád (*Calamagrostis epigeios*), amely megtelepedése évtizedekre állandósulhat. Az erdei- és feketefenyő állományai jelentős kiterjedést érnek el, emellett terjedőben van az akác és telepített nyárasokat is találunk.

4.6.2 Állatvilág

A vizsgált terület rovarvilágának kiemelkedően értékes tagja a bükki szerezsenboglárka. A hegyvidékekre jellemző fajok közül külön is említendő a havasi tűzlepke, a havasi cincér, az alpesi götte, a gyepi béka, a sárgahasú unka, a fehérhátú fakopáncs és a hegyi billegető. Olyan ritka fajok költenek itt, mint kövirigó, a holló, az uhu és a ragadozók közül a fokozottan védett parlagi sas, a kerecsensólyom vagy a kígyászölyv. A hazánkban élő denevérfajok szinte mindegyike előfordult már a Bükkben. Egy különleges halfaj is van, a sebes pisztráng. Énekes madarak közül itt él a kövirigó, a vízirigó és az őrgébics. Az emlősök közül a hiúz már több mint tíz éve állandó lakója a bükki erdőknek. Rokonának, a szintén óvatos vadmacskának jóval népesebb állománya él ezen a vidéken. A nagyvadak közül gyakori a gímszarvas, a muflon és a vaddisznó. A Bükk-fennsíkon legel a híres lipicai ménes.

A Bükk legeldugottabb zugaiban élnek azok a jégkorszakot idéző állatfajok is, amelyek kiválóan alkalmazkodtak a kor mostoha életkörülményeihez. Az alpesi götte bükki alfaja a Bükk-fennsíkon és az Észak-Bükk egyes völgyeiben levő erdei tavacskákban, forrásokban, gyakran mélyebb vizű pocsolyákban él. A kárpáti havasokat idézi a nagy termetű kék meztelen csiga. A Bükkben előforduló állatfajok száma ma minimálisan 22 ezer körüli. A száraz, meleg hegyoldalak déli gyepein él a fűrészlábú szöcske. Hasonló élőhelyeken találjuk az apró termetű pannongyíkot. A meleg tölgyesek, bokorerdők igen változatos rovarközösségeiből talán a leglátványosabbak a lepkék. Akadnak kicsi, jelentéktelennek tűnő fajok, amelyek kiemelt értéket képviselnek, hiszen elterjedésük súlypontja tőlünk délebbre esik, illetve élőhelyeik eltűnése a faj visszaszorulásához vezet Európa-szerte. A Bükk féltett madártani ritkasága a

kerecsensólyom, melynek sikeres elterjedéséhez a csaknem két évtizeddel ezelőtt kezdődött, komplex védelmi programok teremtették meg a feltételeket. A sziklai élőhelyek, valamint felhagyott kőbányák még helyenként megtalálható jellegzetes madara a kövirigó, e volt bányákhoz kötődik az uhu költése is. A térség kiemelkedő zoológiai értékei közé tartoznak a veszélyeztetett, egyedi védelmet igénylő nappali ragadozó madarak, mint a parlagi sas, a békászó sas és a kígyászölyv. Az állatvilág világhírű ritkaságai kötődnek a bükki barlangokhoz. Ilyen például a hosszúszárnyú denevér, amely kizárólag barlangokban szaporodik és telel.

4.7 Talajok

A vizsgált terület nagy része szántóként használható. A termőtalajok állapota is jónak mondható, mivel a mezőgazdasági művelésben alacsony szintű a kemikáliák felhasználása.

A talajtani térkép alapján a vizsgált környezet:

- mélyben sós alföldi mészlepedékes csernozjomok,
- a talajok agyagásvány összetétele: illit, szmektit,
- fizikai félesége alapján: homokos
- genetikai típus: barna erdőtalaj,
- kémhatás és mészállapota: felszíntől karbonátos talajok
- szervesanyag készlete: 300-400 tonna/hektár,
- termőréteg vastagsága: >100 cm,
- vízgazdálkodási tulajdonságai: jó víznyelésű és vízvezető- képességű, jó vízraktározó, jó víztartó, egyenletes mechanikai összetételű.

4.8 Levegő

A vizsgált terület közelében a levegő alapállapotát az 5. táblázat foglalja össze.

Miskolc	Légszennyezettségi mutatók			
	Kén- dioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nitrogén - dioxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Szén- monoxid ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Üledő por * ($\text{g}/\text{m}^2 \cdot 30 \text{ nap}$)
Éves átlag	9,1	32,2	738	5,1
Határérték	50	40	2000	16*

*~ Üledő por esetében a 30 napos határértékekhez viszonyítva

5. táblázat: Légszennyezettségi mutatók

Jelentős légszennyező pontforrás hiányában a területen a légszennyező anyagok koncentrációja elmarad az immissziós határértékektől.

A geotermikus erőmű és eddigi üzemeltetése során, olyan gépek, eszközök kerültek beépítésre, hogy azok kibocsátásai megfelelnek az ide vonatkozó rendeleteknek, előírásoknak, jogszabályoknak, a berendezések minden elemében és egységében is megfelelnek az elérhető legjobb technikának. Kijelenthető, hogy az üzemeltetett berendezések gazdaságosak az anyag és energia felhasználás területén, a légszennyező anyagok kibocsátása határérték alatti,

valamint az üzemelés nem eredményez érdemi légszennyezést és egyéb környezetvédelmi szempontból káros kibocsátást.

Az egyetlen szennyezőanyag a termeléshez kapcsolódó gáztalanítás folyamán a termelt vízből kiváló széndioxid illetve elhanyagolható mennyiségű metángáz.

A termálvíz szeparálható, oldott és összes gáztartalmának térfogatáramai átlagosan 540 m³/óra (150 l/s) vízhozam esetén az alábbi értékekkel kalkulálhatóak (6. táblázat)

Gáz	CO ₂		N ₂		CH ₄		Összes	
Mértékegység	l/m ³							
	MAL- PE-01	MAL- PE-02	MAL- PE-01	MAL- PE-02	MAL- PE-01	MAL- PE-02	MAL- PE-01	MAL- PE-02
Szeparált	735,50	116,15	224,25	43,86	7,25	3,00	967	163
Oldott	30,31	80,53	17,91	3,02	0	0,15	32,1	83,7
Összes	765.81	196,68	242,16	46,88	7,25	3,15	999,1	246,7

6. táblázat: Oldott és összes gáztartalom térfogatáramai az építéskori adatok alapján

Az Üzemeltető évente két alkalommal a termelőkutakon ellenőrző gázvizsgálatot végzett. A mérések alapján megállapítható, hogy a termelt víz gáztartalma mennyiség és minőség tekintetében az építéskori vizsgálatokhoz képest, jelentősen nem változott.

Az éves szinten a levegőbe kerülő gázok mennyisége elhanyagolható, mivel a gáztalanító tartályokban a légkörinél nagyobb nyomás van, így a gázok legnagyobb része a vízben marad.

Hatásterület a szivattyúházhoz kapcsolódó ingatlan területének határa (Mályi: 058/3,10/7 hrsz).

A rendszer már engedélyezett üzemeltetésének a **levegőre** gyakorolt hatása **semlegesnek** mondható.

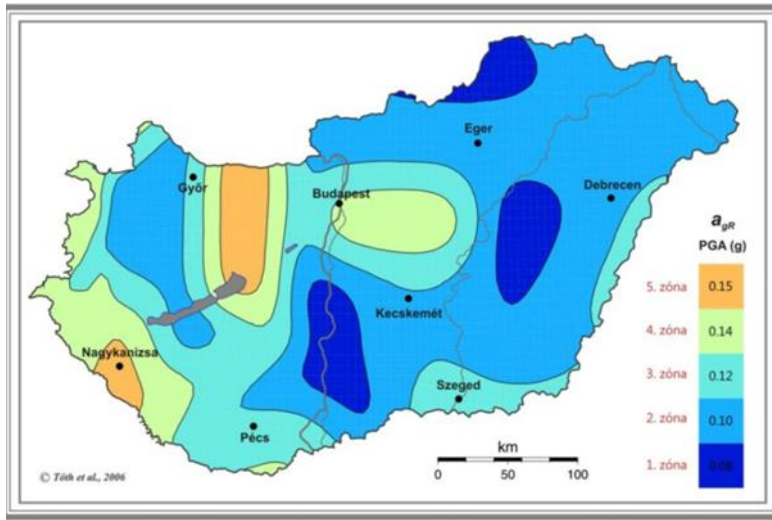
4.9 Sajátos táji adottságok

A vizsgált terület környezetére kivételes természeti adottságok, gazdag természeti örökség, kiemelkedő táj- természeti értékek jellemzők. A természeti és épített táji értékek jelentős turisztikai vonzerőt képviselnek, védelmük az élő és a megújuló természeti erőforrások érdekében fontosak. A megőrzött természeti környezet az itt élők és az ide látogatók részére is megteremti a „testi- lelki harmónia” (Cooper), a rekreáció és egészség turizmus alapjait.

4.10 Földrengés- érzékenység

A GeoRisk (Mónus-Tóth-Zsíros-Győri) térképe alapján a terület **földrengés veszélyeztetettségét jellemző horizontális gyorsulás ~ 1,2 m/s²**. Magyarország területén a szélső értékek: ~ 0,4-1,5 m/s².

Legutóbb 2010. december 15-én volt kisebb erejű földrengés, amelyet Miskolc városban is érzékeltek. A rengés a Richter- skála szerint 2,9 erősségű volt. Ezt követően voltak kisebb utórengések, melyek már az emberek számára nem voltak észlelhetőek.



20. ábra: Szeizmikus zónatérkép

4.11 Környezeti hatótényezők

4.11.1 Zaj

A vizsgált terület –Mályi- Kistokaj település- környezetében jelentős zajforrás nincs.

4.11.2 Hulladék

A két település hulladékkezelése megoldott. A kommunális hulladékot a MIREHKöz Nonprofit Kft. szállítja el.

4.11.3 Kulturális örökség

A tervezett tevékenység környezetében – az egyes régészeti lelőhelyek védetté nyilvánításáról, illetve régészeti védettség megszüntetéséről szóló 1/2009. (I. 23.) OKM rendelet szerint — **kiemelten védett régészeti lelőhellyé** nyilvánított lelőhely nincs.

4.11.4 Természetvédelmi elvárások

A vizsgált terület (Mályi/Kistokaj) környezetében az általánosan elvárt, etikus, a maradék természetű roncsokat kímélő éltetés a követelmény.

5 A BŐVÍTETT KAPACITÁSÚ ÜZEMELÉS ALATT VÁRHATÓ KÖRNYEZETI HATÁSOK

5.1 Talajra gyakorolt hatás

A geotermális fűtőrendszer bővített kapacitású üzemelése közben, normál üzemmód mellett a talaj nem károsodhat. A vezetékeket a műszaki biztonsági szabályzat előírása szerint rendszeresen ellenőrzik.

Az engedélyes a tevékenységét továbbra is a 219/2004. (VII. 21.) Kormányrendelet alapján ellenőrzött körülmények között végzi.

A tevékenység kapacitás bővítésének nincs hatása a talajra.

5.2 Felszín alatti vízre gyakorolt hatás

A geotermikus rendszer üzemelésének a talaj- és porózus rétegvízre gyakorolt hatása nem releváns.

A kapacitás bővítés karsztvízkészletre gyakorolt hatást a korábban meghivatkozott, FEFLOW programcsomag alkalmazásával elkészített vízföldtani modellel vizsgáltuk.

A geotermikus rendszer működéséhez szükséges termásvíz kivétele két termelőkúttal, egy közös hidrogeológiai egységből (rezervoárból) történik.

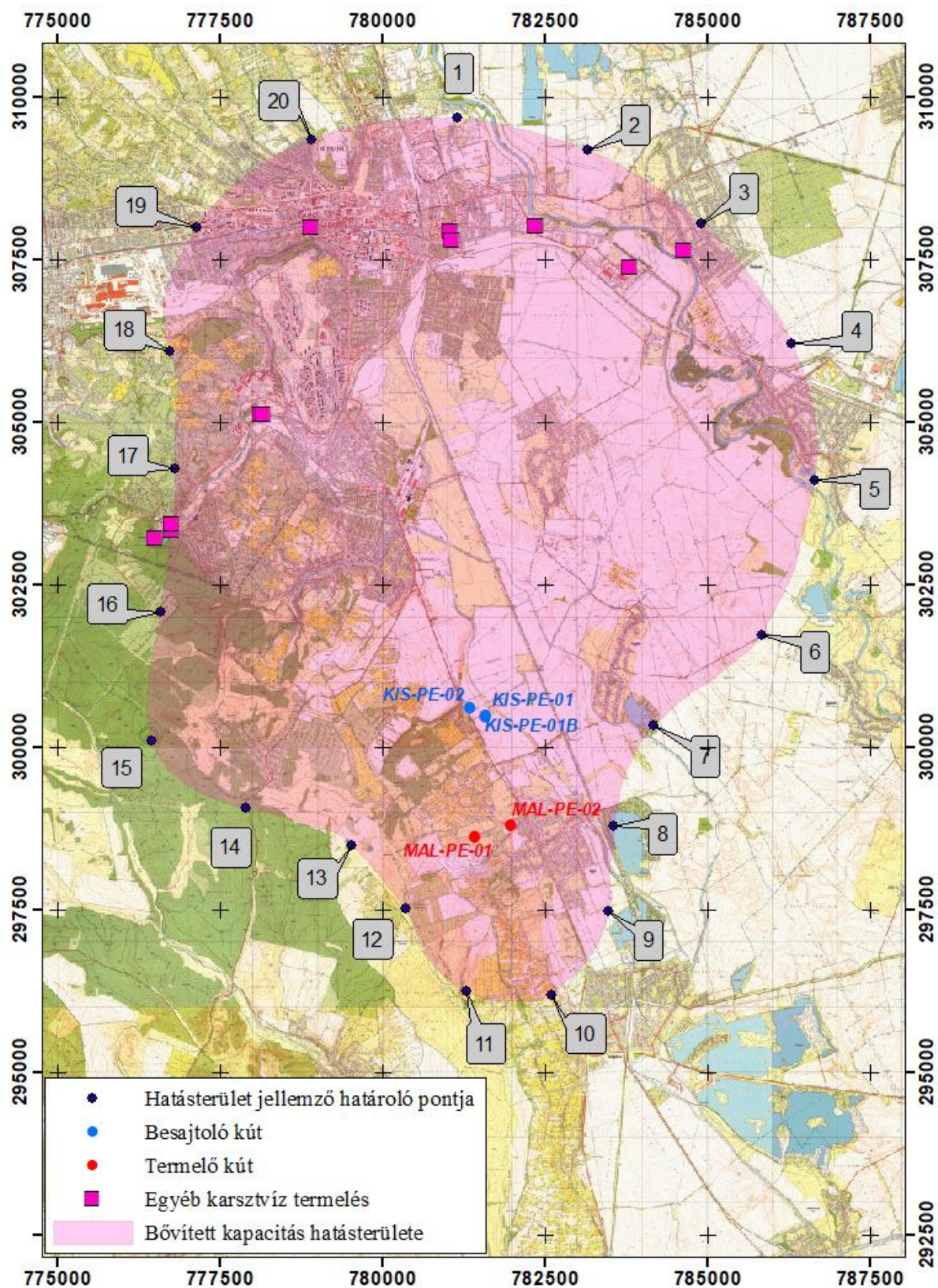
A hatásvizsgálat célja, a tervezett maximum 6,5 M m³/év (17.808 m³/d) kapacitású víztermelés/visszatáplálás következtében várhatóan kialakuló hidraulikai hatások számítása. Fontos hangsúlyozni hogy vízgazdálkodási szempontból vízkivétel nem történik, hiszen a termelt teljes mennyiséget zárt rendszerben visszatáplálják

A tevékenység hatása nyomás- és hőmérséklet változás formájában érinti a geotermális rezervoárt. Környezeti hatás szempontjából, mint azt a jelenleg engedélyezett kapacitás hatásterülete esetében is tettük a 0,1 méteres hidraulikai hatással jellemezhető teret tekintjük hatásterületnek. A hatásterület maximális kiterjedése észak-déli irányban 13,5 km, nyugat-keleti irányban 9,7 km.

A hőtranszport folyamatok hatásterülete nagyságrendekkel kisebb, mint a hidraulikai folyamatoké, azok a hidraulikai hatások alapján kijelölt térrészen belül fognak lezajlani.

A számított hatásterületet a 21. ábra szemlélteti. Az ábrán láthatóak a hatásterület jellemző határoló pontjai, melyek koordinátáit a 7. táblázat adja meg.

A modellezés eredményeit összefoglaló, a dokumentáció 1. mellékletében található tanulmány részletesen bemutatja, hogy a környező vízhasználatok közül melyek védőövezeteit érinti a geotermális tervezett üzemelése.



21. ábra: 6,5 M m³/év kapacitású geotermikus kutak hatásterülete a karsztvíztárolóban

Sorszám	EOVY	EOVX	Sorszám	EOVY	EOVX
1	781 158	309 694	12	781 303	296 235
2	783 158	309 197	13	780 351	297 517
3	784 917	308 064	14	779 532	298 491
4	786 310	306 228	15	777 903	299 059
5	786 657	304 103	16	776 451	300 091
6	785 837	301 736	17	776 576	302 093
7	784 182	300 334	18	776 812	304 293
8	783 562	298 794	19	776 720	306 097
9	783 483	297 469	20	777 139	308 017
10	782 596	296 185	21	778 901	309 366

7. táblázat: A tevékenység felszín alatti vizekre meghatározott hatásterületét határoló jellemző pontok koordinátái

A geotermikus fűtőrendszer bővített üzemeltetésének a *felszín alatti vizekre* gyakorolt hatása *elviselhető*.

5.3 Felszíni vízre gyakorolt hatás

A geotermikus fűtőrendszer bővített kapacitású üzemeltetésének a *felszíni vizekre* gyakorolt hatása *semleges*.

5.4 Levegőre gyakorolt hatás

A bővített kapacitású üzemelés során az egyetlen keletkező szennyezőanyag a termeléshez kapcsolódó gáztalanítás folyamán a termelt vízből kiváló széndioxid illetve elhanyagolható mennyiségű metángáz.

A termálvíz szeparálható, oldott és összes gáztartalmának térfogatáramai átlagosan 742 m³/óra vízhozam esetén az alábbi értékekkel kalkulálhatóak (7. táblázat)

Gáz	CO ₂		N ₂		CH ₄		Összes	
Mértékegység	l/m ³							
	MAL- PE-01	MAL- PE-02	MAL- PE-01	MAL- PE-02	MAL- PE-01	MAL- PE-02	MAL- PE-01	MAL- PE-02
Szeparált	1010.58	159.59	308.12	60.26	9.96	4.12	1328.66	223.96

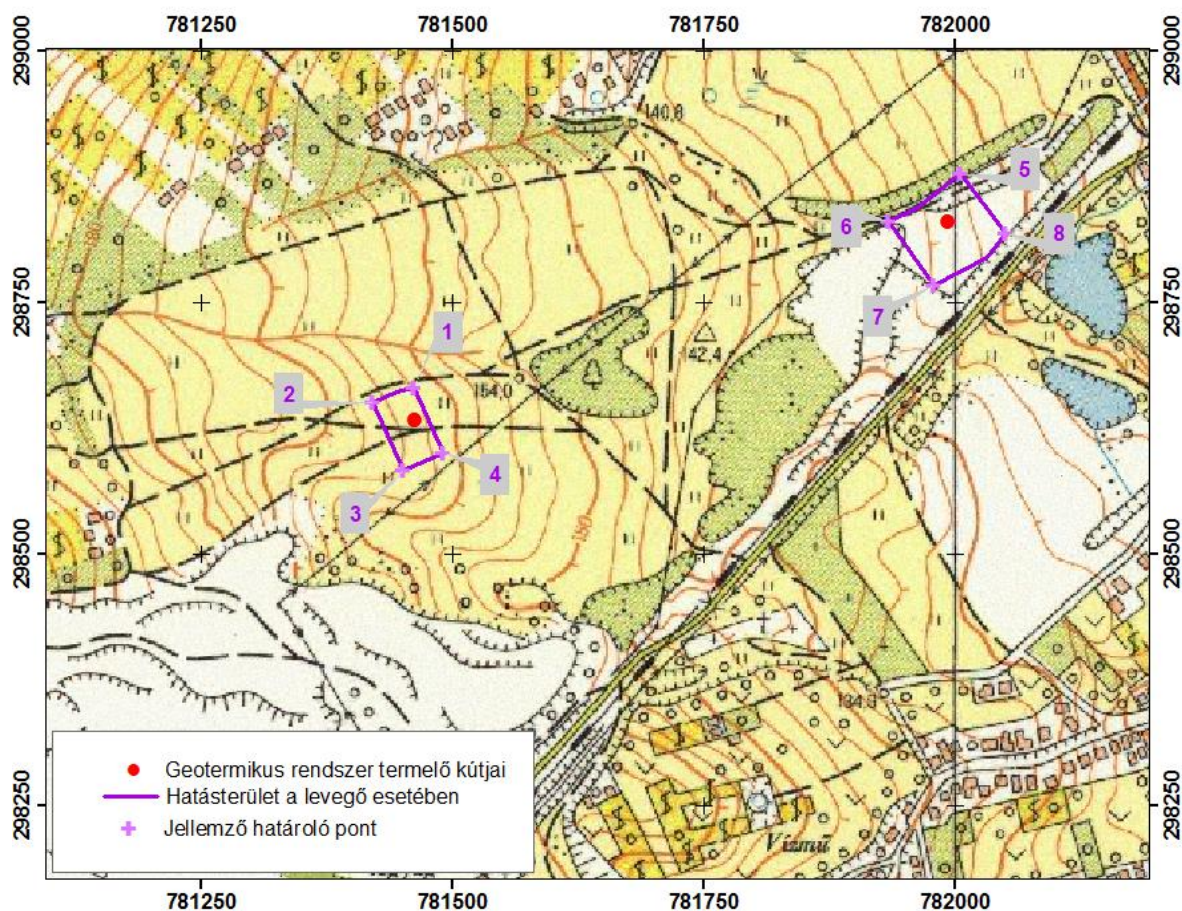
Oldott	41.65	110.65	24.61	4.15	0.00	0.21	44.11	115.00
Összes	1052.22	270.24	332.73	64.41	9.96	4.33	1372.76	338.97

8. táblázat: Oldott és összes gáztartalom térfogatáramai

A gázelemzés eredményei szerint maximális kitermelés esetén éves szinten 4 M Nm^3 szeparált gáz kerülne a környezetbe, melynek átlagosan 73,7 tf%-a CO_2 , 25 tf%-a N_2 és 1,3 tf%-a CH_4 . A gázalanítók azonban a légkörinél nagyobb nyomáson üzemelnek, így a gázoknak csak nagyon kis hányada kerül a légkörbe, a többi a nyomás hatására a termálvízben marad.

A $6,5 \text{ M m}^3/\text{év}$ termelés/visszasajtolás bővítéshez kapcsolódóan, a légkörbe jutó szeparált gáz mennyisége várhatóan kb. 30-40%-kal növekszik. Ez az érték továbbra is csekély mennyiségűnek tekinthető, ennek csökkentésére gazdaságosan megvalósítható intézkedés nincs és nem is szükséges.

Hatásterület a szivattyúházhoz kapcsolódó ingatlan területének határa (Mályi: 058/3,10/7 hrsz), melyet a 22. ábra szemléltet. Az ingatlanok sarokpontjainak koordinátáit a 9. táblázatban adjuk meg.



22. ábra: A bővített kapacitású geotermikus erőmű hatásterülete levegő esetében

Mályi 058/3			Mályi 10/7		
Sorszám	EOVY	EOVX	Sorszám	EOVY	EOVX
1	781 462	298 666	5	782 006	298 878
2	781 421	298 651	6	781 934	298 830
3	781 452	298 583	7	781 979	298 767
4	781 492	298 601	8	782 051	298 818

9. táblázat: A tevékenység levegőre meghatározott hatásterületét határoló jellemző pontok koordinátái

A rendszer üzemeltetésének a *levegőre gyakorolt hatása semlegesnek* mondható.

5.5 Élővilágra gyakorolt hatás

A geotermális fűtőrendszer és az azt kiszolgáló létesítmények üzemelésének bővítése nincs érzékelhető hatással az élővilágra. Élőhely-vesztés nem következik be, az élővilágra ható kibocsátások nem lesznek.

A tevékenység bővítésének hatása az *élővilágra semleges*.

5.6 Zaj- és rezgéshatás

A rendszer üzemelése (termálvíz kitermelése, hőcseréje és visszasajtolása) kevés zajhatással jár a külső környezetet tekintve.

A hőszivattyú a hőközpontban foglal helyet, működése során semmilyen zajhatás nem érzékelhető a külső környezetben.

A szivattyúk működése zárt térben 85-90 dB. A zajhatásból adódó kockázat meglehetősen alacsony. Az egyetlen gazdaságosan megvalósítható hatékony intézkedés a zaj ellen a megfelelő zajszigetelés. Zajszigeteléssel látják el közvetlenül azokat a gépeket, melyek magas zajszintet generálnak. A vízmennyiség többlet kitermelés szivattyú cserével nem jár, csak üzemóra többletet jelent. A kútházakban lévő szivattyúknál azonban mindig ajánlott megfelelő fülvédőt használni és oda fülvédőket telepíteni.

Az üzemelő berendezések zajhatása, a 2014. évben elvégzett részletes zajmérés eredményei alapján nem lépi túl a 27/2008 (XII.3) KvVM-EÜM együttes rendeletben előírt zaj- és rezgésterhelési határértékeket. (2. melléklet)

Az érvényben lévő ide vonatkozó rendeletek alapján megállapíthatjuk, hogy az üzemelésből eredő **zaj- és rezgésterhelés semleges** mértékű, annak elemzésére, és a határértékhez való viszonyítástól eltekinthetünk.

5.7 Hulladék

A normál üzemviszonyok között a technológia zárt rendszere miatt, folyamatos üzemvitelnél nem keletkeznek hulladékok.

Karbantartás során keletkező hulladékok:

A karbantartás során felitató anyagok, olajos rongy, tartálytisztításból eredő tartálytisztítási iszap, fáradt olaj és egyéb olajjal szennyezett hulladékok keletkezhetnek.

Karbantartásoknál, üzemzavarnál keletkező veszélyes hulladékok gyűjtése és szállítása a hatályos 225/2015. (VIII. 7.) Kormányrendelet előírásának betartásával történik.

A készülékekből a karbantartás, szerkezeti vizsgálat során korróziós termékből (reve) és a termelő rétegből származó szilárd anyagokból álló hulladékok kerülhetnek ki, melyeket veszélyes hulladékként fognak kezelni.

Hulladék megnevezése	EWC kód	Várható mennyiség	Kezelés a helyszínen	Hasznosítás a helyszínen	Kezelés telephelyen kívül
Veszélyes hulladék (olajos textília)	15 02 02	10 kg	gyűjtés	nincs	Átadás Vh kezelésre engedéllyel rendelkező szervezetnek
Települési hulladék (kevert települési hulladék)	20 03 01	100 kg	gyűjtés	nincs	Átadás kommunális hulladék lerakó telephelynek
Települési folyékony hulladék	20 03 04	54 t	gyűjtés	nincs	Átadás engedéllyel rendelkező szennyvíztisztító telephelynek
Papír (csomagolási hulladék)	15 01 01	500 kg	gyűjtés	nincs	Átadás hulladékhasznosítónak

10. táblázat: Keletkező hulladékok üzemelés közben

Az üzemeltető a hulladékokkal kapcsolatos nyilvántartási és adatszolgáltatási kötelezettségről szóló 198/2017. (VII.6.) Korm. rendeletnek megfelelően alakítja ki hulladékkal kapcsolatos nyilvántartási rendszerét. Naprakész nyilvántartást vezet a tevékenysége során képződő vagy egyéb módon birtokába jutó és másnak átadott hulladékok mennyiségéről és fajtánkénti összetételéről. A nyilvántartásnak tartalmaznia kell a ki és betárolással kapcsolatos eseményeket, a hatósági ellenőrzések megállapításait, az ezekre tett intézkedéseket és minden az előzőkkel összefüggő eseményt.

A rendszer bővített üzemeléséhez kapcsolódóan keletkező **hulladék** környezetre gyakorolt hatása **semlegesnek** minősíthető.

5.8 Közegészségügy

A komplett geotermikus rendszer üzemeltetése során **közegészségügyi hatás** a környezetre **semleges**.

5.9 Örökségvédelem

A 18/2001 (X.18.) NKÖM rendelet szem előtt tartásával a termálvíz többlet kitermelés az örökségvédelem szempontjából nem releváns.

Az **örökségvédelem** szempontjából a környezetre gyakorolt hatás **semleges**.

5.10 Ember

Az üzemelési tevékenység következtében a környezeti állapotváltozás a lakosság egészségi állapotában nem okoz kedvezőtlen hatást.

5.11 Település, vizuális hatás

Az üzemelési tevékenység nem okoz kedvezőtlen települési szerkezetváltozást.

5.12 Természet

Az üzemelési tevékenység veszélyeztetett vagy várhatóan károsodó, megsemmisülő természeti és épített értékeket, ritkaságokat nem érint, és nem veszélyeztet.

5.13 Gazdasági, társadalmi hatás

Az üzemelés nem okoz környezeti állapot változást, így nem várhatóak közvetlen gazdasági és társadalmi következmények.

6 AZ ÜZEMELTETÉS HATÁSAINAK MINŐSÍTÉSE

A bővített kapacitású üzemelés környezetterheléséből várható hatások mértékét a 11. táblázat, a környezetterhelés várható mértékének becslését pedig a 12. táblázat mutatja be.

Környezeti elem	Bővített tevékenység
levegő	semleges
felszíni víz	semleges
felszín alatti víz (termálvíz készlet)	elviselhető
talaj	semleges
élővilág	semleges
zaj-rezgés	semleges
hulladék	semleges

11. táblázat Üzemeltetési tevékenység hatásainak minősítése

Környezeti elemek	Közvetlen hatás	Hatásfolyamat, közvetett hatások	Egyesített hatásterület
levegő	CO ₂ és CH ₄ keletkezése	-	érintett ingatlan határain belül
felszíni víz	-	-	-
felszín alatti víz ivóvízkészlet	-	-	-
felszín alatti víz termálvízkészlet	kitermelés hatására bekövetkező nyomásváltozás	csökkenő és emelkedő vízszintek	0,1 – 1 m hatás ~110 km ² területen
talaj	-	-	-
élővilág	-	-	-
zaj-rezgés	-	-	-
hulladék	hulladékok keletkezése	hulladékok kezelése	érintett ingatlan határain belül

12. táblázat Üzemeltetési tevékenységből adódó környezetterhelés várható mértékének becslése

Az üzemelési tevékenység során bekövetkezendő haváriákat a 13. táblázat hatásmátrixában adjuk meg. A kibocsátások mennyiségi- minőségi jellemzését környezeti elemenként a bekövetkező haváriák esetén a 14. táblázat, a teendőket pedig a 15. táblázat foglalja össze.

Hatótényezők	Hatásviselők								
	Környezeti elem					Környezeti rendszer			Ember
	Talaj	Felszíni víz	Felszín alatti víz	Levegő	Élővilág	Öko-szisztéma	Települési környezet	Táj	
Tűzesemény/ Robbanás	X			X	X	X	X	X	X
Termálvíz csővezeték repedése, törése	X		X		X	X		X	
Gépek meghibásodása (olaj, benzinkifolyása)	X		X						

13. táblázat Üzemeltetési tevékenységből adódó haváriák hatásmátrixa

Hatótényezők	Levegő	Víz	Talaj	Hulladék	Zaj	Élővilág
1.Tűzesemény/robbanás	o (T)	o (T)	o (T)	o (T)	o (T)	o (T)
2.Termálvíz csővezeték, repedése, törése (magas sótartalmú gyógyvíz kikerülése)		o (T)	o (T)			
3.Gépek meghibásodása (olaj, benzinkifolyás)		o (T)	o (T)	o (T)		o (T)

Jelmagyarázat

X ~ hatásviselő elem

Hatás tartalma: o szakaszos

• folyamatos

Minősítő kategóriák: Semleges (S) Elviselhető (E) Terhelő (T) Javító (J)

14. táblázat Üzemelési tevékenységből adódó haváriák környezeti elemenként

Hatótényezők	Tennivalók röviden
1.Tűzesemény/robbanás	1. Az esemény bekövetkezése után az érvényben lévő tűzvédelmi szabályzatban foglaltak szerintiek, 2.Levegővel kapcsolatban nincs tennivaló, 3.Felszíni vízben az esetlegesen odakerülő szennyeződés továbbterjedésének megakadályozása felszín alatti vízben a szennyezettség mértékének meghatározása után kármentesítés, 4. A talaj szennyezettség mértékének meghatározása után kármentesítés, 5.A keletkezett hulladékok jellegének megfelelően tárolóba, ill. veszélyes hulladék esetén megsemmisítőbe való szállítása, 6.A kárelhárítással járó zajterhelés minimalizálása, 7.A károsodás mértékének meghatározása, az ökoszisztéma lehetőség szerinti regenerálása
2.Termálvíz csővezeték repedése, törése (magas sótartalmú termálvíz kikerülése)	1. A felszíni vízbe kikerült termálvíz mennyiségének és hatásának meghatározása és nyomon követése, felszín alatti vízben a szennyezettség mértékének meghatározása után szükség szerint kármentesítés, 2. A talaj szennyezettség mértékének meghatározása után szükség szerint kármentesítés,

3. Gépek meghibásodása (olaj, benzinkifolyás)	1. A felszíni vízbe kikerült szénhidrogén mennyiségének azonnali meghatározása, vizsgálata és nyomon követése, felszín alatti vízben a szennyezettség mértékének meghatározása után kármentesítés, 3. A talaj szennyezettség mértékének meghatározása után szükség szerint kármentesítés, 4. A keletkezett hulladékok jellegének megfelelően tárolóba, ill. veszélyes hulladék esetén megsemmisítőbe való szállítása, 5. A károsodás mértékének meghatározása, az ökoszisztéma lehetőség szerinti regenerálása,
--	--

15. táblázat Üzemeltetési tevékenységből adódó haváriák környezetvédelmi teendői

A környezeti állapotváltozások jellemzését az érintett környezeti elemek és rendszerek szerint a 16. táblázat tartalmazza.

Hatásviselők	Hatás jellege és erőssége	Hatás tartóssága	Hatás visszafordíthatósága	A hatás időbeli eloszlása	kedvező vagy kedvezőtlen
Környezeti elemek					
levegő	kibocsátott szennyezőanyag terjedése, gyenge hatás	üzemelés ideje alatt	visszafordítható	folyamatos	kedvezőtlen
felszíni víz	nem releváns	-	-	-	-
felszín alatti víz (termálvíz)	víztermelés következtében létrejövő nyomásállapot mérséklés hatás	üzemelés ideje alatt	visszafordítható	folyamatos	kedvezőtlen
talaj	tereprendezés, nem releváns	-	-	-	-
élővilág	nem releváns	-	-	-	-
zaj-rezgés	zaj okozta hatás nem releváns	üzemelés ideje alatt	visszafordítható	folyamatos	kedvezőtlen
hulladék	hulladékok keletkezése gyenge hatás	üzemelés ideje alatt	visszafordítható	folyamatos	kedvezőtlen
Környezeti rendszerek					
Ökoszisztéma	kibocsátott szennyezőanyag terjedése, mérsékelt hatás	üzemelés ideje alatt	visszafordítható	folyamatos	kedvezőtlen
Települési környezet	beépítés gyenge hatás	üzemelés ideje alatt	visszafordítható	folyamatos	kedvező
Táj	beépítés gyenge hatás	üzemelés ideje alatt	visszafordítható	folyamatos	kedvező
Ember	nem releváns	-	-	-	-

16. táblázat Környezeti állapotváltozás környezeti elemenként az üzemelésideje alatt

7 A FELHAGYÁS ALATT VÁRHATÓ KÖRNYEZETI HATÁSOK

A tervezett létesítmények felhagyása, illetve megszüntetése előrelátható időn belül nem várható.

A használaton kívül került kutak kockázatot jelenthetnek a felszín alatti vizekre. A korrózió károsítja a kútszerkezetet, aminek következtében pozitív kút esetében elfolyások lehetnek a kútfejnél. A termálvíz elfolyása a vízösszetételtől függő mértékben károsíthatja a talajt, talajvizet, esetleg a felszíni vizet és annak élővilágát, ezért potenciális veszélyt jelenthet, mind humán, mind állategészségügyi szempontból.

Ez elkerülhető a használaton kívül kerülő kutak szakszerű lezárásával (elfojtás), esetleg eltömedékelésével.

A geotermális rendszer szakszerű felhagyása kapcsán a környezetre gyakorolt hatás nem releváns.

A felhagyás alatt várható hatásokat a 17.-18. táblázatok foglalják össze.

Környezeti elem	Felhagyás
levegő	elviselhető
felszíni víz	semleges
felszín alatti víz	semleges
talaj	javító
élővilág	semleges
zaj-rezgés	elviselhető
hulladék	elviselhető

17. táblázat Felhagyás hatásainak minősítése

Környezeti elemek	Közvetlen hatás	Hatásfolyamat, közvetett hatások	Egyesített hatásterület
levegő	gépjárművek légszennyezőanyag kibocsátásai	kibocsátott szennyezőanyag terjedése	telephely
felszíni víz	-	-	-
felszín alatti víz	-	-	-
talaj	földmunkák	kitermelt föld kezelése	telephely
élővilág	földmunkák	élőhelyek helyreállítása	telephely
zaj-rezgés	gépjárművek, munkagépek, technológiai berendezések zajhatása	zajterhelés	telephely
hulladék	hulladékok keletkezése	hulladékok kezelése	érintett ingatlan határain belül

18. táblázat Felhagyásból adódó környezetterhelés várható mértékének becslése

Az üzemelési tevékenység során bekövetkezendő haváriákat a 19. táblázat hatásmátrixában adjuk meg.

Hatótényezők	Hatásviselők								
	Környezeti elem					Környezeti rendszer			Ember
	Talaj	Felszíni víz	Felszín alatti víz	Levegő	Élővilág	Öko-szisztéma	Települési környezet	Táj	
Tűzesemény/ Robbanás	X			X	X	X	X	X	X
Termálvíz csővezeték repedése, törése	X		X		X	X		X	
Gépek meghibásodása (olaj, benzinkifolyása)	X		X						

19. táblázat Felhagyási tevékenységből adódó haváriák hatásmátrixa

A környezeti állapotváltozások jellemzését az érintett környezeti elemek és rendszerek szerint a 20. táblázat tartalmazza.

Hatásviselők	Hatás jellege és erőssége	Hatás tartóssága	Hatás visszafordíthatósága	A hatás időbeli eloszlása	kedvező vagy kedvezőtlen
Környezeti elemek					
levegő	nem releváns	-	-	-	-
felszíni víz	nem releváns	-	-	-	-
felszín alatti víz (termálvíz)	használaton kívül lévő kutak mérséklet hatás	szakszerű elzárás	visszafordítható	szakaszos	kedvezőtlen
talaj	használaton kívüli kutak korróziója termálvíz elfolyáshoz vezet	szakszerű elzárás	visszafordítható	folyamatos	kedvezőtlen
élvilág	nem releváns	-	-	-	-
zaj-rezgés	nem releváns	-	-	-	-
hulladék	hulladékok kezelése gyenge hatás	felhagyás ideje alatt	visszafordítható	folyamatos	kedvezőtlen
Környezeti rendszerek					
Ökoszisztéma	nem releváns	-	-	-	-
Települési környezet	nem releváns	-	-	-	-
Táj	nem releváns	-	-	-	-
Ember	nem releváns	-	-	-	-

20. táblázat Környezeti állapotváltozás környezeti elemenként a felhagyás alatt

8 RENDKÍVÜLI ESEMÉNYEK KEZELÉSE

A komplett rendszer szigorú üzemelési, tűzvédelmi és munkavédelmi szabályzattal rendelkezik. Ezt az illetékes Hatóságok rendszeresen ellenőrzik, az Üzemeltető a szükséges, jogszabályoknak megfelelő módosításokat rendre elvégzi.

9 ORSZÁGHATÁRON ÁTTERJEDŐ KÖRNYEZETI HATÁS

Nem kell számolni.

10 KÖZÉRTHETŐ ÖSSZEFOGLALÓ

A geotermikus energia kinyerése a hasznosítási technológia módjától függően más-más környezeti hatásokat okoz. A közvetlen hő hasznosításnak ugyanúgy lehetnek környezeti állapotban bekövetkező változásai, mint az egyéb technológiáknak

A hatásokat kiváltó hatótényezőket, a geotermális fűtőrendszerek üzemelési munkafolyamatai alapján, a következő főbb fázisrészekre lehetet felosztani:

- üzemeltetés,
- felhagyás.

Dokumentációnk bemutatja a jelenlegi és a rövid távú fejlesztés üzemeltetésének (vízmennyiség növelés) környezetre gyakorolt hatását, ismerteti a környezetben található természetvédelmi értékeket, kiemelve a vizsgált területek állapot megóvásának fontosságát.

Fontos és ki kell emelnünk, hogy az elkészített dokumentáció a 314/2005. (XII.25) Korm. rendelet szerint – figyelembe véve annak módosításait - elkészített hatástanulmány.

Érintett környezet:

Talaj:

A tervezett tevékenység a jelenleg üzemelő geotermális rendszer létesítményeiben, technológiájában nem okoz változás, így a talajra gyakorolt hatás nem releváns.

Felszíni víz:

A tervezett tevékenység felszíni vízre gyakorolt hatása nem releváns.

Felszín alatti víz:

Nagyon fontos hangsúlyoznunk és kiemelnünk, hogy a geotermális rendszer üzemeltetésénél vízgazdálkodási szempontból, vízkivétel nem történik, hiszen a termelt teljes termásvíz mennyiséget zárt rendszerben ugyanabba a vízáadó rétegbe visszatáplálják.

A kitermelésnél és visszatáplálásnál alapvetően szem előtt kell tartani a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi 57. Tv 15 § (1) A felszín alatti vizet – az e törvényben foglaltak figyelembe vételével- csak olyan mértékig szabad igénybe venni, hogy a vízkivétel és a vízutánpótlás egyensúlya minőségi károsodás nélkül megmaradjon, és teljesüljenek a külön jogszabály szerinti, a vizek jó állapotára vonatkozó célkitűzések elérését biztosító követelmények.

A felszín alatti vizekre a termelés és a visszasajtolás várhatóan arra a rezervoárra van hatással, amelyből kitermelik, illetve visszasajtolják a hévizet. Az okozott hatás elsősorban a rezervoár vízkészletében és annak hőmérsékletében jelentkezik. A visszatáplált víz felmelegedése miatt hőelvonás történik a rezervoárból. Tekintettel arra, hogy a rendelkezésre álló geológiai adatok alapján a termelő és a visszasajtoló kutak azonos hidrogeológiai egységet érintenek, kémiai hatással nem kell számolnunk. Megállapítható, hogy a kutak üzemeltetése csak a rezervoár

hőmérséklet és hidraulikai viszonyaira lehet hatással. A geotermikus rezervoárra gyakorolt hatás meghatározását bemutató hidraulikai és transzport modellezés ismertetése az 1. mellékletben található.

Mivel geotermikus védőidom számításról jelen pillanatban jogszabály nem rendelkezik, a szakma elfogadott módszerét alkalmazzuk, miszerint a 0,1 méteres hidraulikai hatással jellemezhető teret tekintjük a tevékenység hatásterületének.

A hidraulikai modellszámítás eredménye alapján látható, hogy a termelés-visszatáplálás 0,1 méteres hidraulikai hatásterülete – amelyen belül a hőtranszport folyamatok is nagy biztonsággal lezajlanak É-D-i irányban 13,6 km illetve Ny-K-i irányban 8,3 km mérettel jellemezhető piskóta szerű szabálytalan idom. A számítások eredményeiből egyértelműen láthatjuk, hogy a terület meglévő karsztvíz termeléseit gyakorlatilag nem befolyásolja a tervezett tevékenység.

A kijelölt felszín alatti hatásterületet a 21. ábra mutatja.

A geotermikus rezervoárra gyakorolt hatások nyomon követésére megtörtént egy monitoring rendszer kijelölése. A monitoring kutakon folyamatos a nyomás és hőmérséklet-mérés.

Levegő:

A geotermális rendszer üzemeltetése során levegőszennyezés szempontjából a környezetre gyakorolt hatás semleges.

Zaj-rezgésvédelem:

Zajvédelmi szempontból megállapítható, hogy a technológiai lehetőségeket maximálisan kiaknázva olyan zajvédelmi paraméterekkel rendelkező gépek, berendezések kerültek alkalmazásra, mellyel a terhelések zajvédelmi határértékek alatt maradnak.

A geotermális rendszer üzemeltetése során zaj- rezgésvédelem szempontjából a környezetre gyakorolt hatás semleges.

Hulladék:

A geotermális rendszer üzemeltetés végzése közben keletkező hulladékok gyűjtése, kezelése, tárolása a jogszabályi előírásoknak megfelelően történik.

Örökségvédelem:

Örökségvédelmi szempontból a termelés/visszatáplálás hatása irreleváns. A 18/2001 (X.18.) NKÖM rendelet szem előtt tartásával a vizsgált területek környezetében nincs bejegyzett lelőhely, kiemelt régészeti terület.

Közegészségügy:

A komplett geotermikus rendszer üzemeltetése során közegészségügyi hatás a környezetre semleges.

Ember:

Az üzemelési tevékenység következtében környezeti állapotváltozás a lakosság egészségi állapotában nem okoz kedvezőtlen hatását. A bekövetkező változás kedvező, hiszen környezetkímélő (CO₂ kibocsátás csökkentés) technológia került kialakításra.

Település, vizuális hatás:

Az üzemelési tevékenység települési szerkezetében nem okoz kedvezőtlen változást.

Természet:

Az üzemelési tevékenység veszélyeztetett vagy várhatóan károsodó, megsemmisülő természeti és épített értékek, ritkaságokat nem érint, és nem veszélyeztet.

Gazdasági, társadalmi hatás:

Az üzemelés nem okoz környezeti állapot változást gazdasági és társadalmi hatás szempontjából, így nem várható annak közvetlen gazdasági és társadalmi következménye.

A tervezett tevékenység okozta környezeti hatásokat egy Leopold-féle hatásmátrixban mutatjuk be (21. táblázat), ahol a mátrix sorai a tervezett munkafázisokat (hatótényezőket), az oszlopai pedig az érintett környezeti tényezőket szemlélteti.

	Levegő	Felszíni víz	Felszín alatti víz (termálvízkezelés)	Talaj	Élővilág	Zaj	Hulladék	Ökoszisztéma	Települési környezet	Táj	Ember
Üzemeltetés	-	-	** R ●	-	-	-	-	-	-	-	-
Felhagyás	-	-	* R	-	-	-	-	-	-	-	-
Haváriák	-	-	-	*** R ●	-	-	** R	-	-	** R ○	*** R

Jelmagyarázat

Hatás tartalma: ○ szakaszos ● folyamatos

Hatás visszafordíthatósága: reverzibilis (R) irreverzibilis (IR)

Minősítő kategóriák: Gyenge hatás (*) Mérséklet hatás (**) Erős hatás (***)

21. táblázat: Leopold- féle hatásmátrix

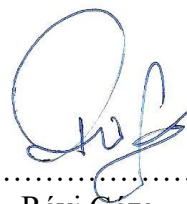
A terv kidolgozásában részt vett munkatárs:

Davideszné Dömötör Katalin
okl. hidrogeológus, vezető tervező
MMK 13- 6818

Nagyné Juhász Emőke
okl. hidrogeológus, vezető tervező
MMK 01-11964

Révi Géza
vízgazdálkodási mérnök, vezető tervező
MMK 01- 6817

Budapest, 2017.szeptember



.....
Révi Géza
ügyvezető