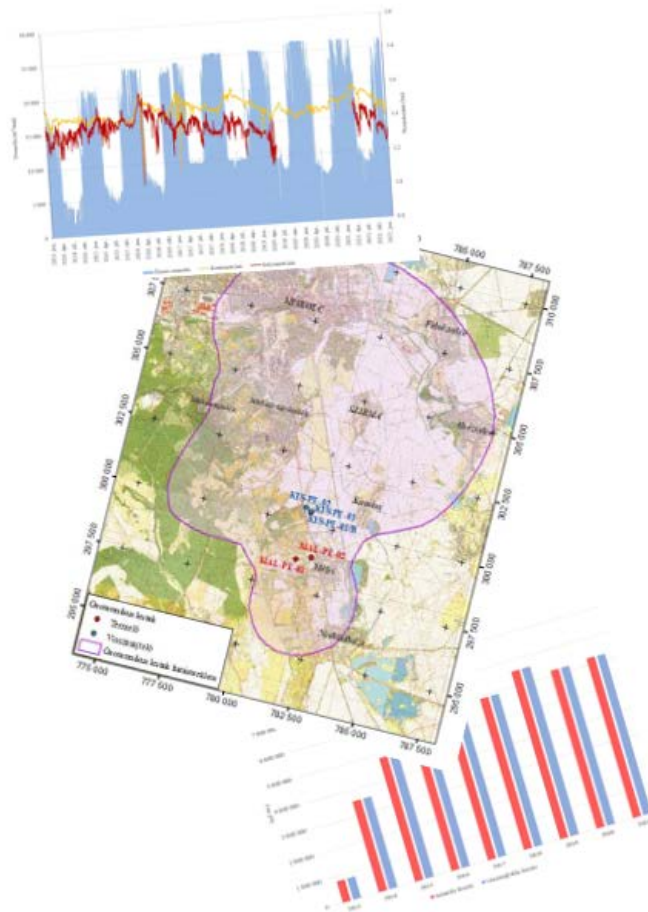


MISKOLC

Geotermikus fűtőrendszer vízjogi üzemelési engedélyének meghosszabbításához szükséges környezetvédelmi hatásvizsgálati dokumentáció



AQUIFER Kft.

2022. november

TARTALOMJEGYZÉK

1	ÁLTALÁNOS ADATOK	5
1.1	A kérelmező alapadatai	5
1.2	A környezeti hatásvizsgálati dokumentáció készítője	5
1.3	A kérelem tárgya	5
1.4	A környezeti hatástanulmány kidolgozásának menete	8
2	AZ ENGEDÉLYEZETT GEOTERMÁLIS FŰTŐRENDSZER	9
2.1	A tevékenység rövid ismertetése	9
2.2	A működés megkezdésének időpontja, időbeli megosztás	9
2.3	A tevékenység helye	11
2.4	A kitermelt víz	12
2.5	Hő energetikai jellemzők	12
2.5.1	MAL-PE-01, Miskolci Geotermia Kft.	12
2.5.2	MAL- PE-02 KUALA Kft.	12
2.6	Szállítási igény	13
2.7	Környezetvédelmi intézkedések	13
2.8	Összetartozó tevékenység	13
2.9	Településrendezési terv módosítása	13
2.10	Táj- és természetvédelmi kijelölések	13
2.11	Örökségvédelem	14
3	A 2014-2022 IDŐSZAK ÜZEMELÉSE	15
3.1	A kitermelt/visszasajtott víz mennyisége	15
3.2	Minőségi jellemzők	17
3.2.1	A kitermelt víz hőmérséklete	17
3.2.2	Kémiai jellemzők	17
4	A 2014-2022 IDŐSZAK ÜZEMELÉSÉNEK HATÁSA, JELENLEGI KÖRNYEZETI ÁLLAPOT	23
4.1	Domborzat	24
4.2	Éghajlat	24
4.3	Területhasználatok	24
4.4	Geológiai adottságok	24
4.4.1	Tágabb geológiai környezet	24
4.4.2	Földtani felépítés, képződmények jellemzése	26
4.5	Vízföldtani jellemzők	29
4.5.1	Tágabb környezet, a Bükk termálkarszt	29
4.5.2	Geotermikus kutak lokális környezete	33
4.5.3	Az engedélyezett tevékenység hatásterülete	36
4.6	Jellemző élőhely típusok	38
4.6.1	Növényzet	38
4.6.2	Állatvilág	38
4.7	Talajok	39
4.8	Levegő	39
4.9	Zaj és rezgés állapot	40
4.10	Sajátos táji adottságok	41
4.11	Földrengés- érzékenység	41
5	A TOVÁBBI ÜZEMELÉS ALATT VÁRHATÓ KÖRNYEZETI HATÁSOK	42
5.1	Talajra gyakorolt hatás	42
5.2	Felszín alatti vízre gyakorolt hatás	42
5.3	Felszíni vízre gyakorolt hatás	42

5.4	Levegőre gyakorolt hatás	42
5.5	Élővilágra gyakorolt hatás.....	43
5.6	Zaj- és rezgéshatás	43
5.7	Hulladék	43
5.8	Közegészségügy	44
5.9	Örökségvédelem.....	44
5.10	Ember	44
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	48
8	RENDKÍVÜLI ESEMÉNYEK KEZELÉSE.....	50
9	ORSZÁGHATÁRON ÁTTERJEDŐ KÖRNYEZETI HATÁS	50
10	KÖZÉRTHETŐ ÖSSZEFOGLALÓ	51

ÁBRAJEGYZÉK

1. ábra:	A Miskolci geotermális rendszert ellátó kutak elhelyezkedése	6
2. ábra:	A Miskolci geotermális fűtőrendszer elvi sémája	10
3. ábra:	A geotermális rendszer területi elhelyezkedése	11
4. ábra:	Táj- és természetvédelmi területek a geotermikus kutak környezetében	14
5. ábra:	Kutanként kitermelt víz mennyisége (m ³ /nap)	15
6. ábra:	Visszasajtott víz mennyisége kutankénti bontásban (m ³ /nap).....	16
7. ábra:	Termelt és visszasajtott víz mennyisége 2014-2012 (m ³ /év)	16
8. ábra:	A kitermelt víz hőmérsékletváltozása	17
9. ábra:	MAL-PE-01 vízösszetétel változása I.	19
10. ábra:	MAL-PE-01 vízösszetétel változása II.	19
11. ábra:	MAL-PE-02 vízösszetétel változása I.	20
12. ábra:	MAL-PE-02 vízösszetétel változása II.	20
13. ábra:	A termelt víz minőségének változása a Miskolci Geotermia Zrt. rendszerében I.	21
14. ábra:	A termelt víz minőségének változása a Miskolci Geotermia Zrt. rendszerében II.	21
15. ábra:	A termelt víz minőségének változása a KUALA Kft. rendszerében I.	22
16. ábra:	A termelt víz minőségének változása a KUALA Kft. rendszerében II.	22
9. ábra:	A vizsgált terület környezete.....	23
10. ábra:	Magyarország prekainozoós térképe, Bükk hegység	25
11. ábra:	A Bükk litosztratigráfiai tagolása (Haas, 2004: Magyarország geológiája, Triász).....	26
12. ábra:	A Bükk jellemző vízszint térképe az Nv-17 mérőhely maximum vízszintje idején.....	29
13. ábra:	A geotermikus rendszer monitoring hálózata.....	30
14. ábra:	A Kertészeti és a Selyemréti monitoring kutak mérési eredményei.....	31
15. ábra:	A Parki és a 2.f. jelű monitoring kutak mérési eredményei	31
16. ábra:	A Parki és a 2.f. jelű monitoring kutak mérési eredményei 2021 évben	32
17. ábra:	Termelés és kútfejnyomás alakulása a MAL-PE-01 kútban 2013-2021	33
18. ábra:	Termelés és kútfejnyomás alakulása a MAL-PE-02 kútban 2013-2021	34
19. ábra:	Visszasajtolás és kútfejnyomás alakulása a KIS-PE-01 kútban 2013-2021	34
20. ábra:	Visszasajtolás és kútfejnyomás alakulása a KIS-PE-02 kútban 2013-2021	35
21. ábra:	Visszasajtolás és kútfejnyomás alakulása a KIS-PE-01B kútban 2013-2021	35
22. ábra:	8 M m ³ /év kapacitású geotermikus kutak hatásterülete a karsztvíztárolóban.....	37
23. ábra:	Szeizmikus zónatérkép.....	41

TÁBLÁZATJEGYZÉK

1. táblázat: Termelő és visszasajtoló kutak főbb műszaki alapadatai.....	7
2. táblázat: A geotermális rendszer engedélyezett vízfelhasználása	8
3. táblázat: Légszennyezettségi mutatók	39
4. táblázat: Oldott és összes gáztartalom térfogatáramai az építéskori és a 2021-es mérési adatok alapján	40
5. táblázat: Keletkező hulladékok üzemelés közben	44
6. táblázat: Üzemeltetési tevékenység hatásainak minősítése	46
7. táblázat: Üzemeltetési tevékenységből adódó környezetterhelés várható mértékének becslése	46
8. táblázat: Üzemelési tevékenységből adódó haváriák környezeti elemenként	47
9. táblázat: Környezetvédelmi teendők az üzemeltetési tevékenységből adódó haváriák esetén	47
10. táblázat: Környezeti állapotváltozás környezeti elemenként az üzemelésideje alatt	48
11. táblázat: Felhagyás hatásainak minősítése	49
12. táblázat: Felhagyásból adódó környezetterhelés várható mértékének becslése.....	49
13. táblázat: Környezeti állapotváltozás környezeti elemenként a felhagyás alatt	50
14. táblázat: Leopold- féle hatásmátrix	53

1 ÁLTALÁNOS ADATOK

1.1 A kérelmező alapadatai

Engedélyes/kérelmező:

- Miskolci Geotermia Kft.; (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 Kft.: 102560749
KUALA Kft.: 102884601

1.2 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

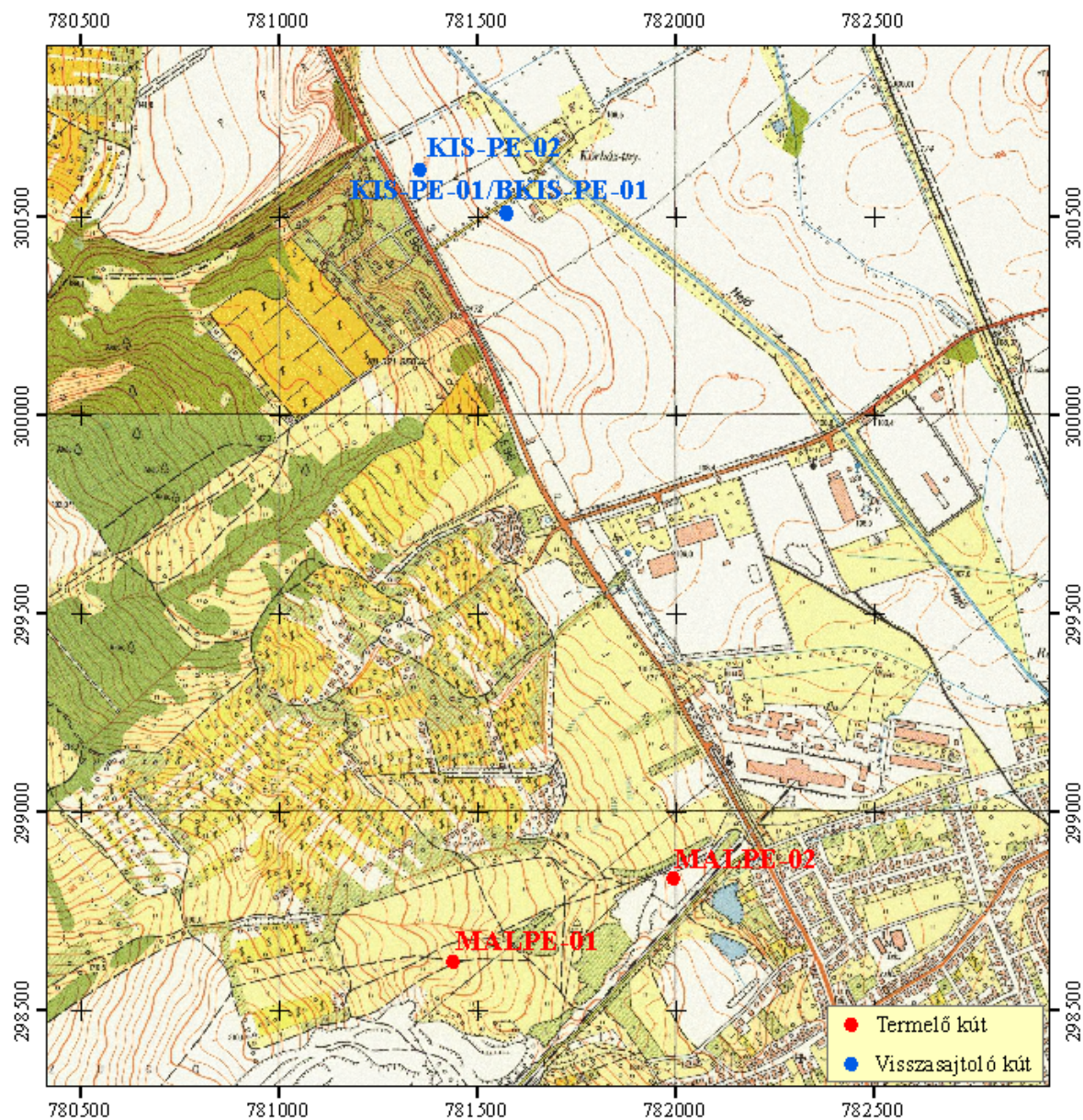
Tervezők: Davideszné Dömötör Katalin okl. hidrogeológus, környezetvédelmi
szakmérnök vezető tervező
Révi Géza okl. vízgazdálkodási mérnök, vezető tervező, témafelelős

1.3 A kérelem tárgya

A PannErgy Zrt. leányvállalatai a **Miskolci Geotermia Kft.** 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 Kft., 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.

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.



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	2012.	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 üzemeltetők a tevékenység folytatására a **BO-08/KT/01677-23/2019** számon módosított **BO-08/KT/00072-4/2018** számú, 2023 március 5-ig érvényes **környezetvédelmi engedéllyel rendelkeznek.**

A rendszer engedélyezett vízfelhasználását a 2. táblázat tartalmazza.

Termelő kút (Üzemeltető)	Víztermelés (M m ³ /év)
MAL-PE-01 (Miskolci Geotermia)	4,0
MAL-PE-02 (KUALA Kft.)	4,0

2. táblázat: A geotermális rendszer engedélyezett vízfelhasználása

Jelen dokumentáció az érvényben lévő **környezetvédelmi engedély meghosszabbítására** készült. **Az üzemeltető, a visszasajtoló technológia és rendszer fő elemeinek változatlan üzemelése mellett, továbbra is maximálisan 8 millió m³/év vízmennyiség kitermelésére és visszasajtolására kér engedélyt.**

2022 októberében az engedélyesek megbízták Társaságunkat az AQUIFER Kft.-t, a Miskolci Geotermális fűtőrendszer környezetvédelmi engedélyének meghosszabbításához szükséges dokumentáció elkészítésével.

Jelen dokumentáció **az eddig eltelt 9 év üzemelésének a rezervoárra és a környezetre gyakorolt hatásait mutatja be.**

A geotermális rendszer termelő és visszasajtoló kútjai különböző helyszínen, de azonos technológiai megoldással kerültek kialakításra. A környezeti hatásokat szempontjából egynek tekinthető geotermális fűtőrendszer, az üzemeltetése összefüggő tevékenységnek számít, ezért közös fejezetben mutatjuk be a tevékenység hatásait.

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

1.4 A környezeti hatástanulmány kidolgozásának menete

A környezeti hatásvizsgálat kidolgozása a 314/2005 (XII.25.) Kormányrendelet 6-7. fejezeteinek figyelembevételével történt. A dokumentáció tartalma a rendelet 24. § 4. bekezdésének megfelelően, ismételtek 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 AZ ENGEDÉLYEZETT GEOTERMÁLIS FŰTŐRENDSZER

2.1 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.

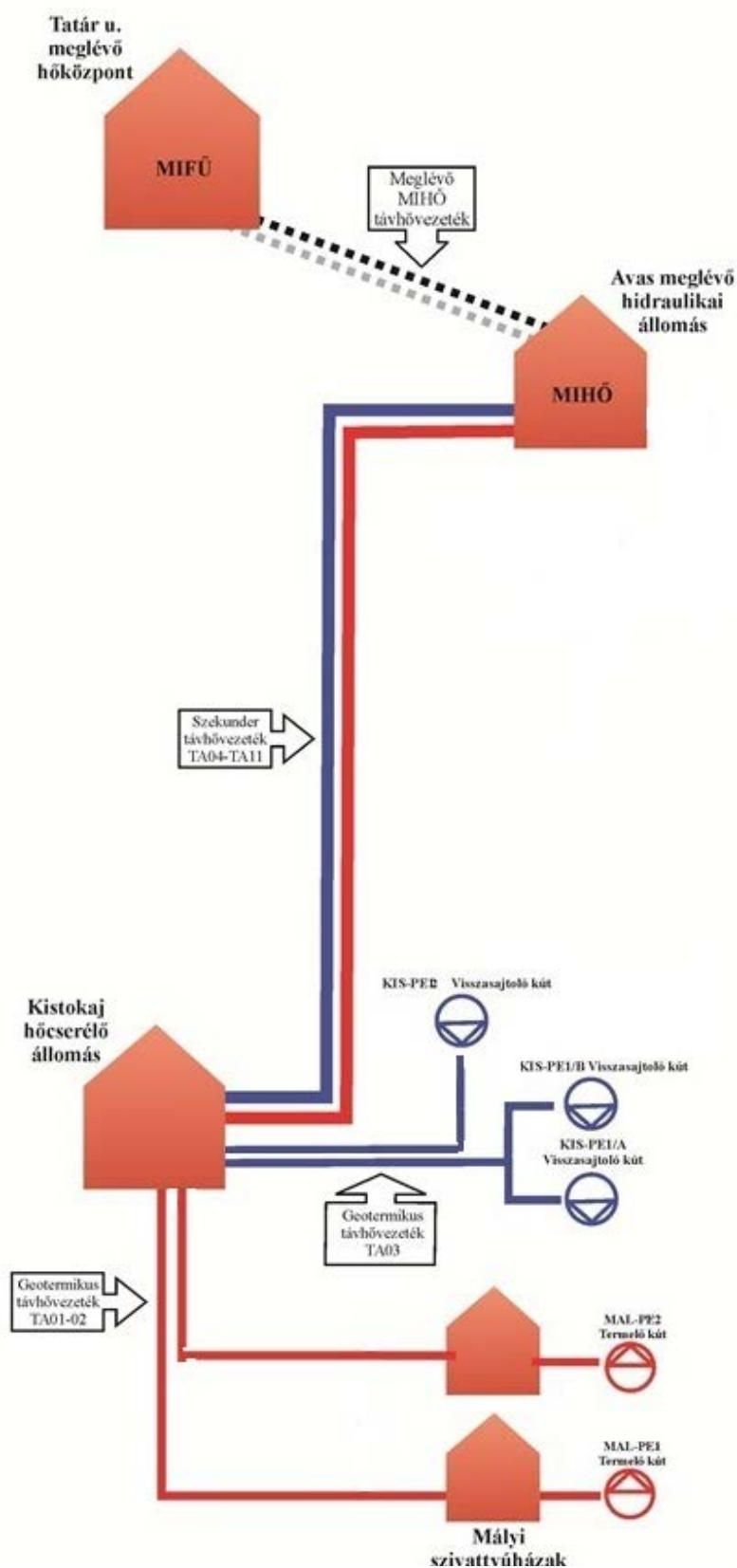
A működési koncepció a kitermelő- és a visszasajtoló kutakon alapszik. A termelő kutakból, kútszivattyú segítségével nyerik a termálvizet, melyet a gáztalanító tartályok után telepített nyomásfokozó szivattyúk segítségével a szűrőegységeken keresztül a hőcserélőkbe vezetnek, ahol megtörténik a hőleadás. 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 - sóatlanított víz - az Avasi 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 közegáramlást.

A fő hőfogyasztó mellett több kisebb fogyasztó is rá van kötve a rendszerre, akik igénytől függően elsődleges és/vagy másodlagos hőenergiát vételeznek.

A rendszer működését a 2. ábra sematikusán, áttekinthető jelleggel mutatja.

2.2 A működés megkezdésének időpontja, időbeli megosztás

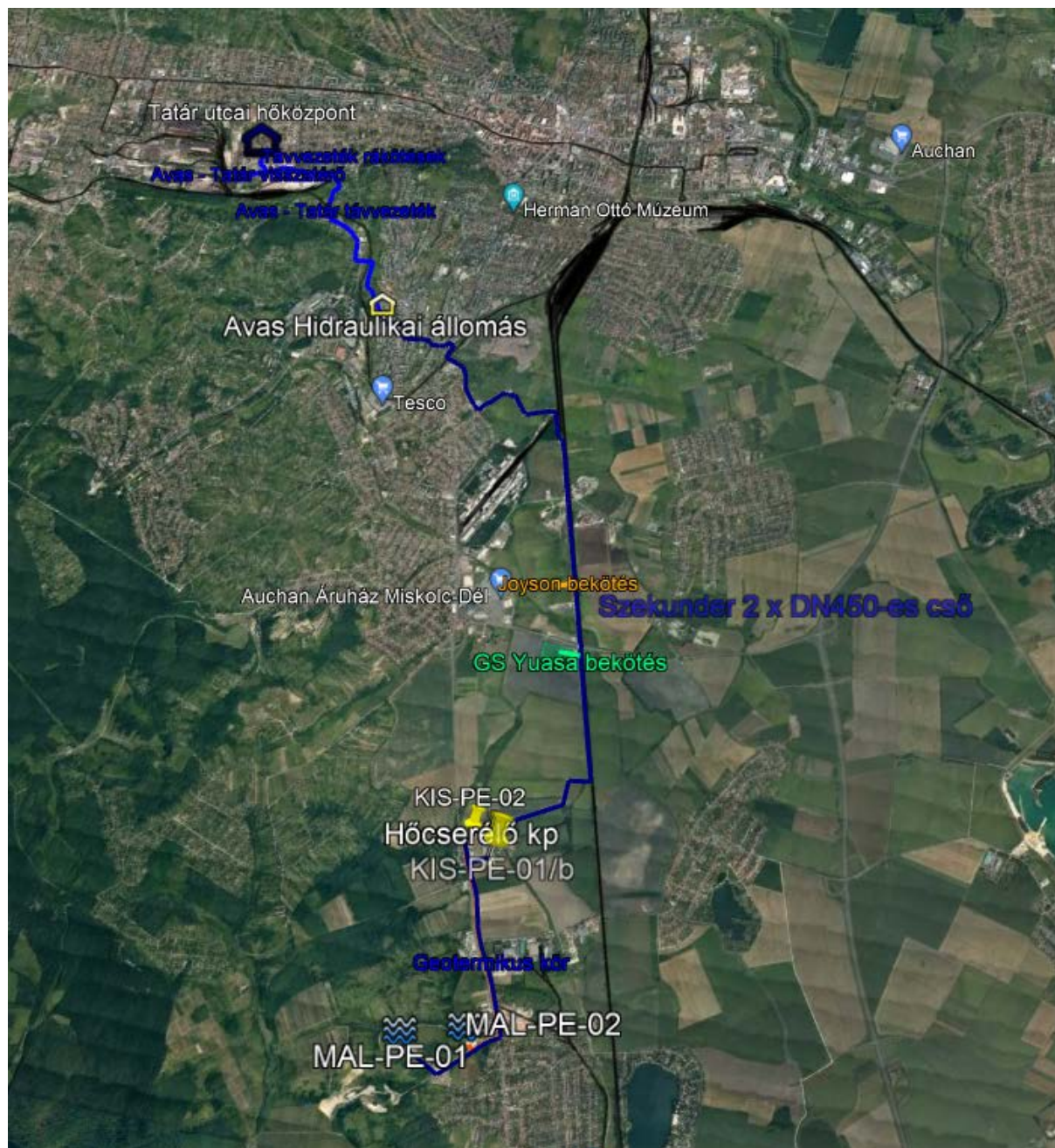
A geotermális rendszer 2013. május 7-től teszt és próbaüzem körülmények között működött. A geotermális fűtőrendszer vízjogi üzemelési engedélyei, 2013.10.17-én (Miskolci Geotermia Kft., MAL-PE-01, KIS-PE-01 és KIS-PE-01/B) illetve 2014.05.05-én (Kuala Kft., MAL-PE-02 és KIS-PE-02) váltak jogerőssé.



2. ábra: A Miskolci geotermális fűtőrendszer elvi sémája

2.3 A tevékenység helye

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



3. ábra: A geotermális rendszer területi elhelyezkedése

2.4 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 vízáadó réteg 1 500- 2 300 m mélységben található, ahol a feltárt repedezett mészkő alkalmas a tervezett vízgazdálkodási igény kielégítésére mind hőmérsékleti, mind mennyiségi szempontból.

2.5 Hő energetikai jellemzők

2.5.1 MAL-PE-01, Miskolci Geotermia Kft.

Kútból kivett víz várható maximális hőmérséklete:	103 °C
Visszasajtolásra kerülő víz hőmérséklete:	50 °C
Hasznosítható hő ΔT :	53 °C
Kivett vízmennyiség (méretezési):	150 l/sec
Átadandó hő teljesítmény:	31 500 kW

Október 1.- május 15. közötti időszakban:

- napi mértékadó vízigény: 14 000 m³/d
- óracsúcs: 580 m³/óra

Május 16.- 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 4,0 millió m³/év. A teljes kitermelt termálvíz zárt rendszerben ugyanabba a vízáadó rétegbe visszatáplálásra kerül.

2.5.2 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:	27 500 kW

Október 15.- május 15. közötti időszakban:

- napi mértékadó vízigény: 14 000 m³/d
- óracsúcs: 600 m³/óra

Május 16- október 14. közötti időszakban:

- napi átlagos vízigény: 10 200 m³/d
- óracsúcs: 450 m³/óra

A rendszer éves összes vízigénye (biztonsági tartalék vízkontingenssel számolva), mely jelen engedélyezési kérelem alapja 4,0 millió m³/év. A teljes kitermelt termálvíz zárt rendszerben ugyanabba a vízádó rétegbe visszatáplálásra kerül.

2.6 Szállítási igény

Az üzemeltetés közúti forgalomnövekedést nem eredményez.

2.7 Környezetvédelmi intézkedések

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

2.8 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.

2.9 Településrendezési terv módosítása

Az érintett települések helyi településrendezési előírásaival a tevékenység összhangban van, a megvalósítása, nem igényelt településrendezési módosítást.

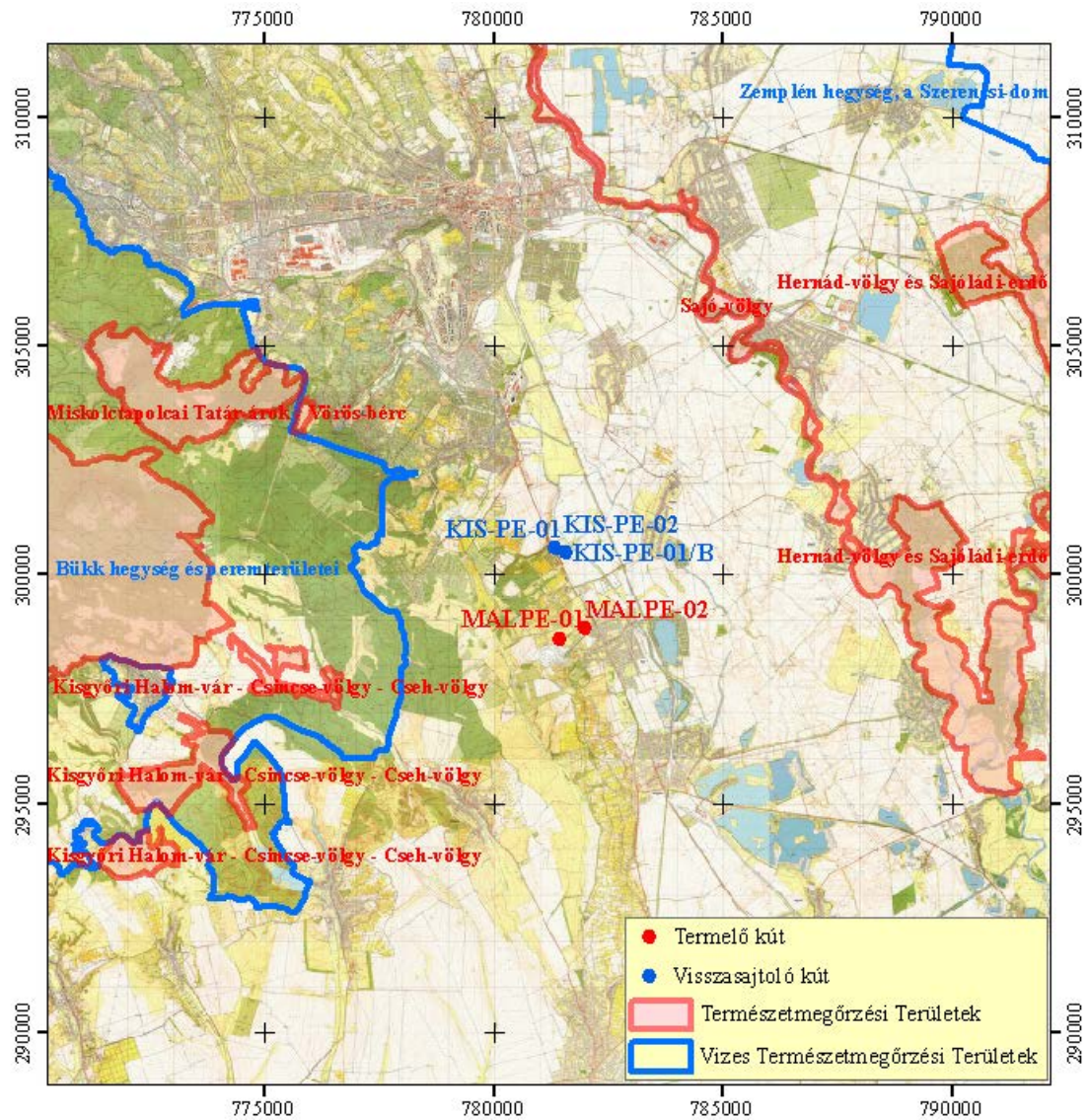
2.10 Táj- és természetvédelmi kijelölések

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 4. ábra mutatja.



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

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

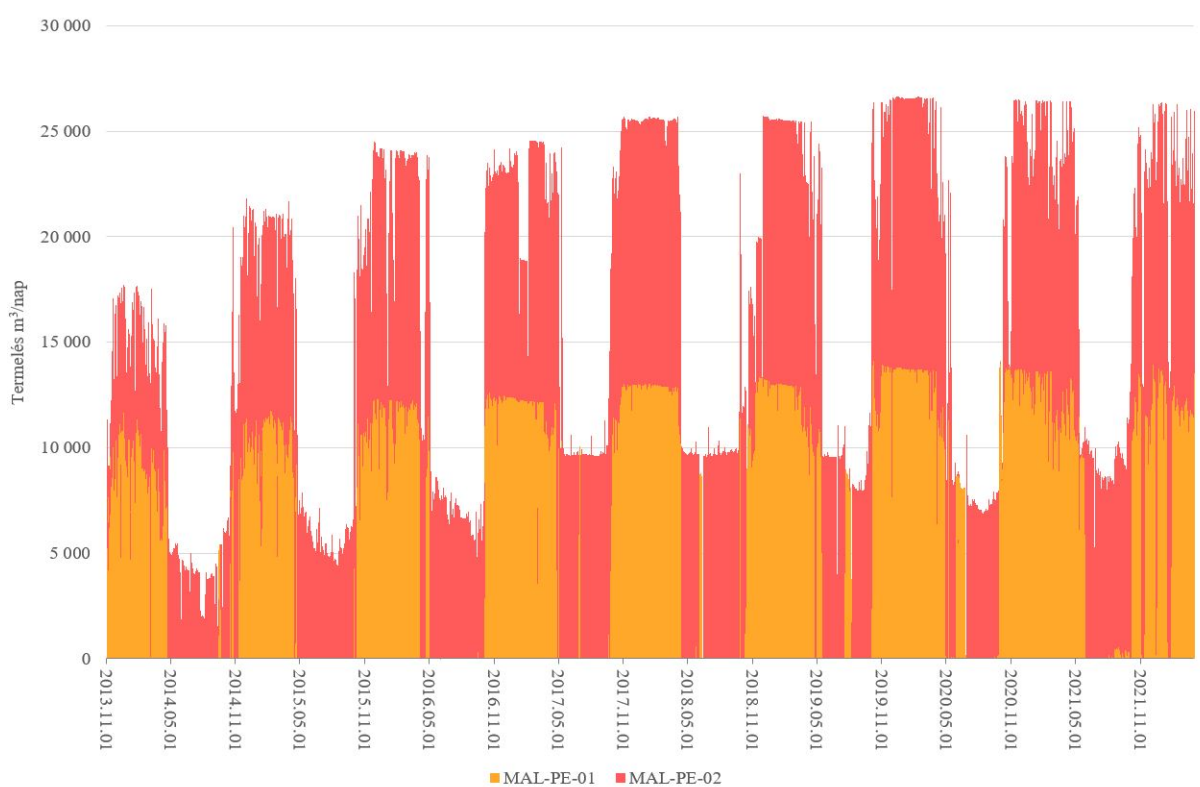
2.11 Örökségvédelem

A vizsgált területen nincs jelölt régészeti lelőhely.

3 A 2014-2022 IDŐSZAK ÜZEMELÉSE

3.1 A kitermelt/visszasajtott víz mennyisége

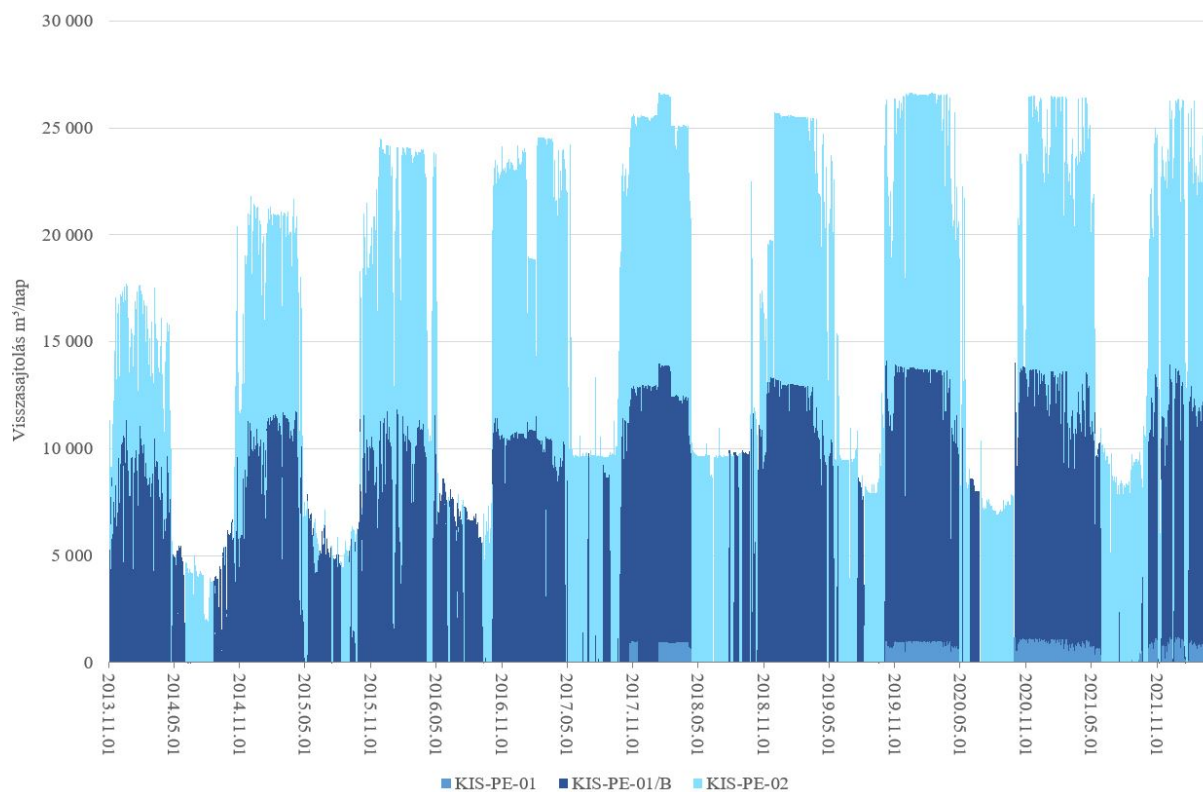
A termelés mennyisége a napi fogyasztói igényekhez igazodik. Nyári időszakban, az üzemelés kezdetén mindössze 5 000 m³/nap mennyiséget termeltek, majd 2017-től kezdődően a nyári termelés 8 000-10 000 m³/nap. A nyári időszakban főként a MAL-PE-02 kút üzemel. Fűtési szezonban mindkét kút termel, együttes termelésük a kezdeti 15 000 m³/nap mennyiségről 25 000 m³/nap-ra növekedett. Az eddigi üzemelés ideje alatt termelt napi vízmennyiségeket az 5. ábra grafikonja mutatja.



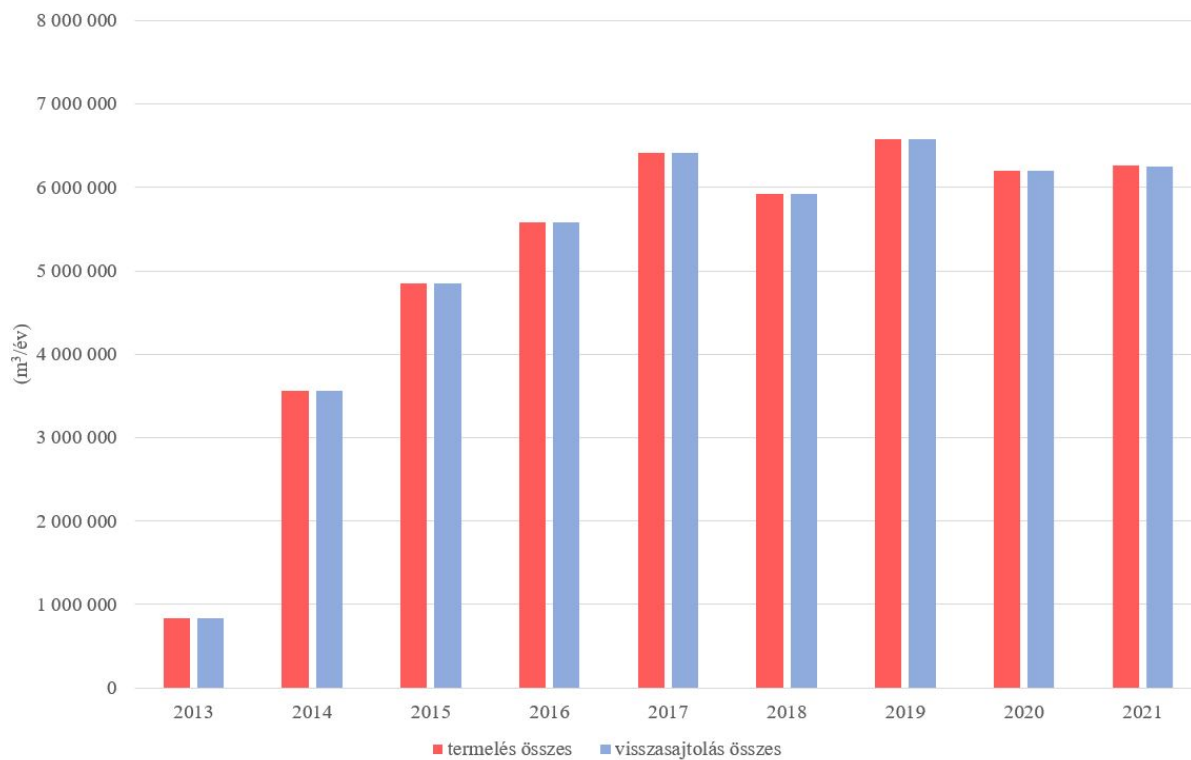
5. ábra: Kutanként kitermelt víz mennyisége (m³/nap)

A teljes kitermelt termásvíz zárt rendszeren keresztül a termeléssel azonos vízáadó rétegbe visszatáplálásra kerül. A geotermikus rendszer 3 db visszasajtoló kutat tartalmaz. A kutak közül a KIS-PE-02 jelű gyakorlatilag egész évben folyamatosan üzemel. A KIS-PE-1/B kútba a téli nagyobb termeléssel jellemzett időszakban történik visszasajtolás. A KIS-PE-1 kút tartalék kút, csak időszakosan kapcsolják be az üzemelésbe. Az eddigi üzemelés során visszasajtott napi vízmennyiségeket a 6. ábra mutatja.

A 7. ábra az üzemelés teljes időszakára mutatja a termelt és visszasajtott éves vízmennyiségek alakulását. Az ábrán látható, hogy minden évben megtörtént a termelés teljes mennyiségének visszasajtolása, valamint az is megállapítható, hogy a termelt éves mennyiség elmarad az engedélyezett 8 Mm³/év mennyiségtől.



6. ábra: Visszasajtolt víz mennyisége kutankénti bontásban (m³/nap)

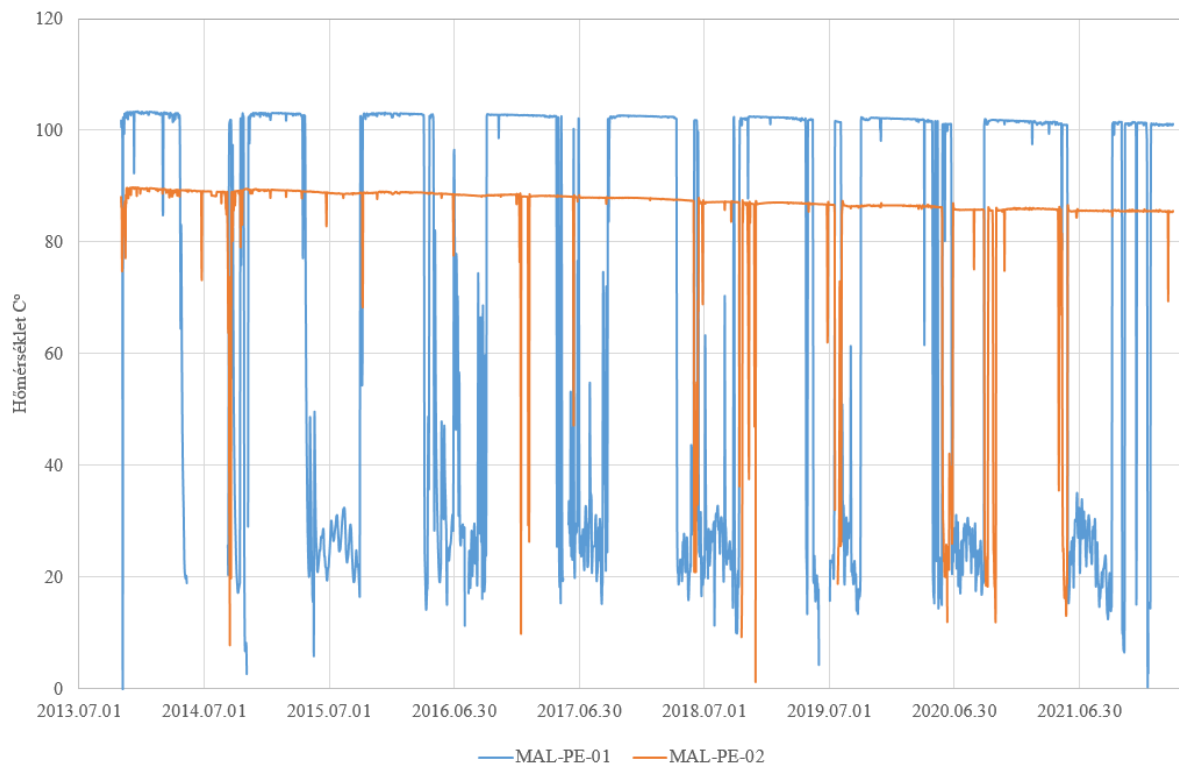


7. ábra: Termelt és visszasajtolt víz mennyisége 2014-2021 (m³/év)

3.2 Minőségi jellemzők

3.2.1 A kitermelt víz hőmérséklete

Folyamatos üzemelés esetén a termelt víz hőmérséklete a MAL-PE-01 kút esetében közel állandónak tekinthető, 101-103 °C. A MAL-PE-02 kútban kismértékű hőmérséklet csökkenés volt tapasztalható. Az ebből a kútból termelt víz hőmérséklete az üzemelés időszaka alatt 86-89 °C. A 8. ábra a közel nyolc éves üzemelés hőmérséklet adatai láthatók.



8. ábra: A kitermelt víz hőmérsékletváltozása

3.2.2 Kémiai jellemzők

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 kitermelt víz kezelése csak a legszükségesebb mértékben történik, polikarboxilát alapú vízkövesedés-gátló inhibítort adagolnak a vízhez. Mivel a MAL-PE-01 kút és rendszerének nagyobb üzemi nyomása teljesen meggátolja a vízkő kiválását, ezért adagolásra csak a MAL-

PE-02 kút esetében van szükség. 2018-19 során megtörtént a minimálisan hatásos koncentráció beállítása, ennek alapján 0,7 ppm koncentrációban kerül adagolásra az inhibitor. Ez 2021 folyamán összesen 4,2 T termék felhasználását jelentette.

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.

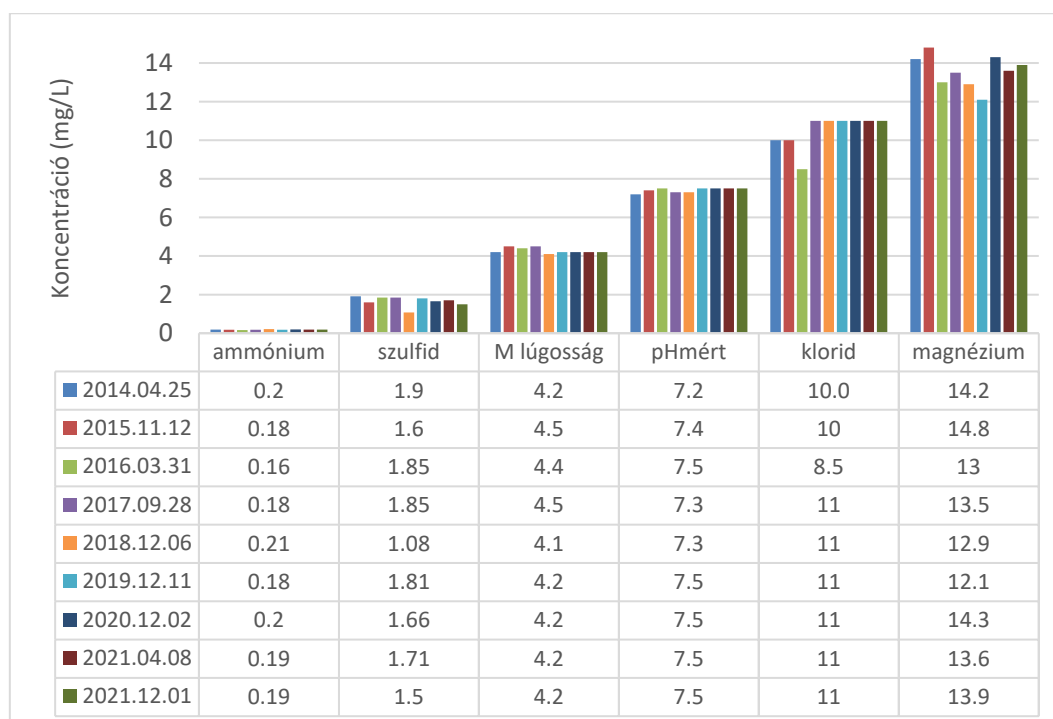
3.2.2.1 A termelőkutak vízminősége

Grafikusan a 9. ábra és a 10. ábra mutatja a MAL-PE-01 kút, míg a 11. ábra és a 12. ábra a MAL-PE-02 kút főbb paramétereinek változását.

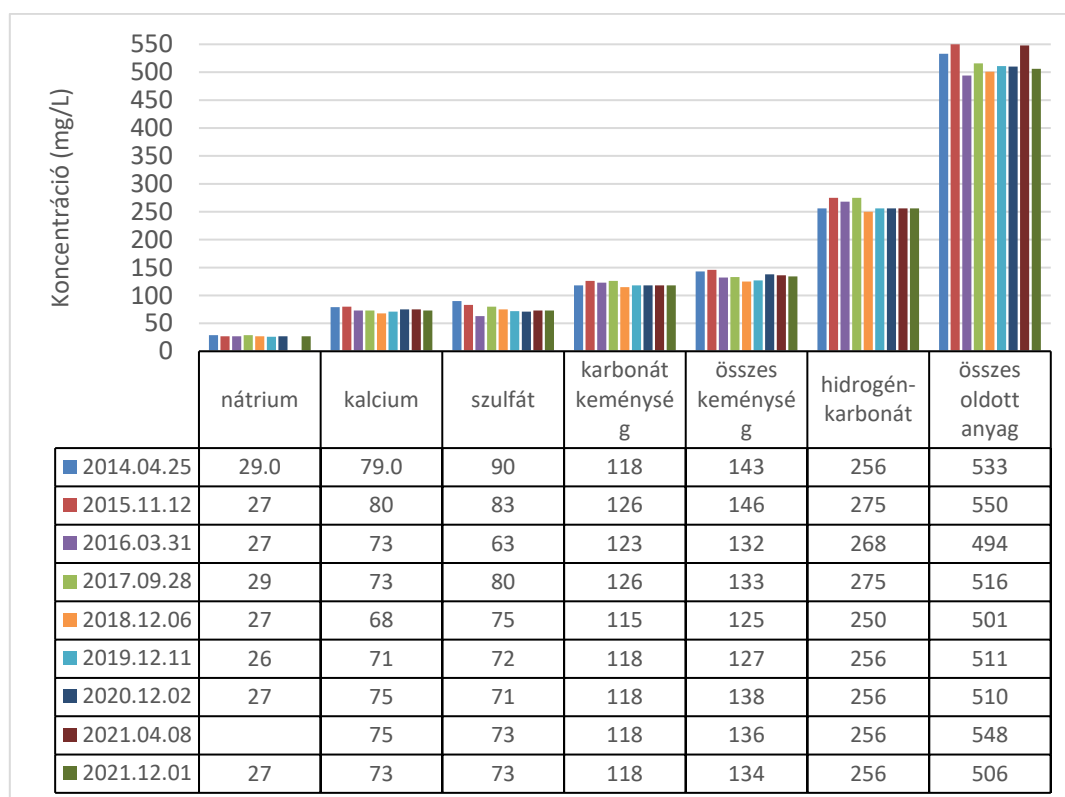
Az eredmények alapján elmondható, hogy a vízösszetétel egyik kút esetében sem mutat jelentős változást. A jelenlegi adatsorok alapján csak kisebb, természetes ingadozás látszódik, vagyis a kutak vízminősége folyamatos termeltetés mellett is állandósult.

A MAL-PE-01 vízének kémiai karaktere: „kevés oldott anyagot tartalmazó, kalcium-hidrogén-karbonátos-szulfátos jellegű, kissé kemény, fluoridos, kénes, szénsavas termálvíz, melynek jelentős a metakovasav tartalma”, hasonló az elmúlt évekhez.

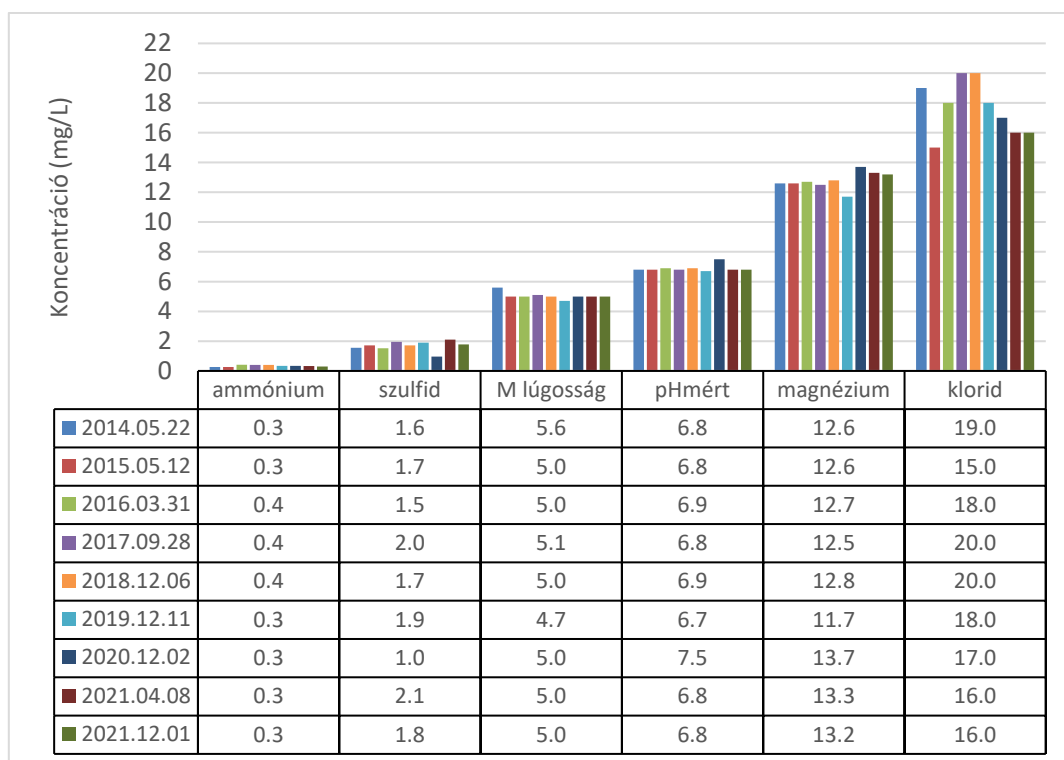
A MAL-PE-02 kút ehhez hasonló: kevés oldott anyagot tartalmazó, kalcium-hidrogén-karbonátos jellegű, kissé kemény, fluoridos, kénes termálvíz, melynek jelentős a metakovasav tartalma. Ez sem változott az elmúlt évekhez hasonlóan.



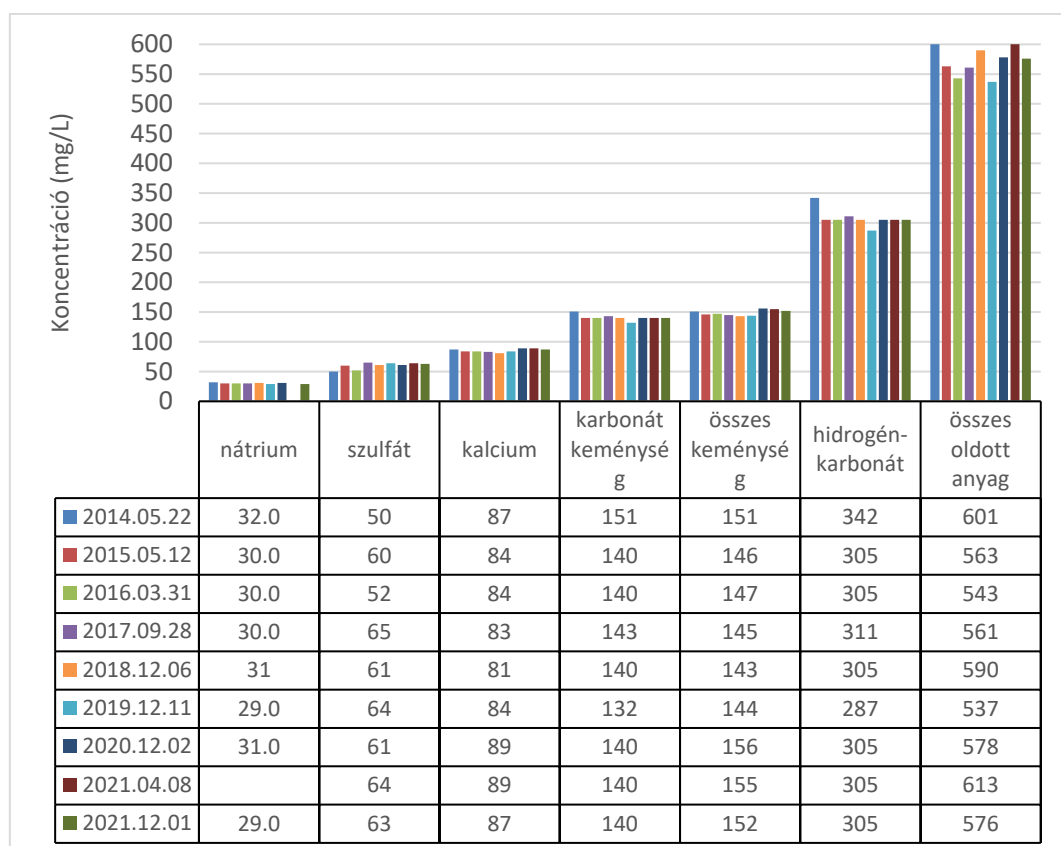
9. ábra: MAL-PE-01 vízösszetétel változása I.



10. ábra: MAL-PE-01 vízösszetétel változása II.



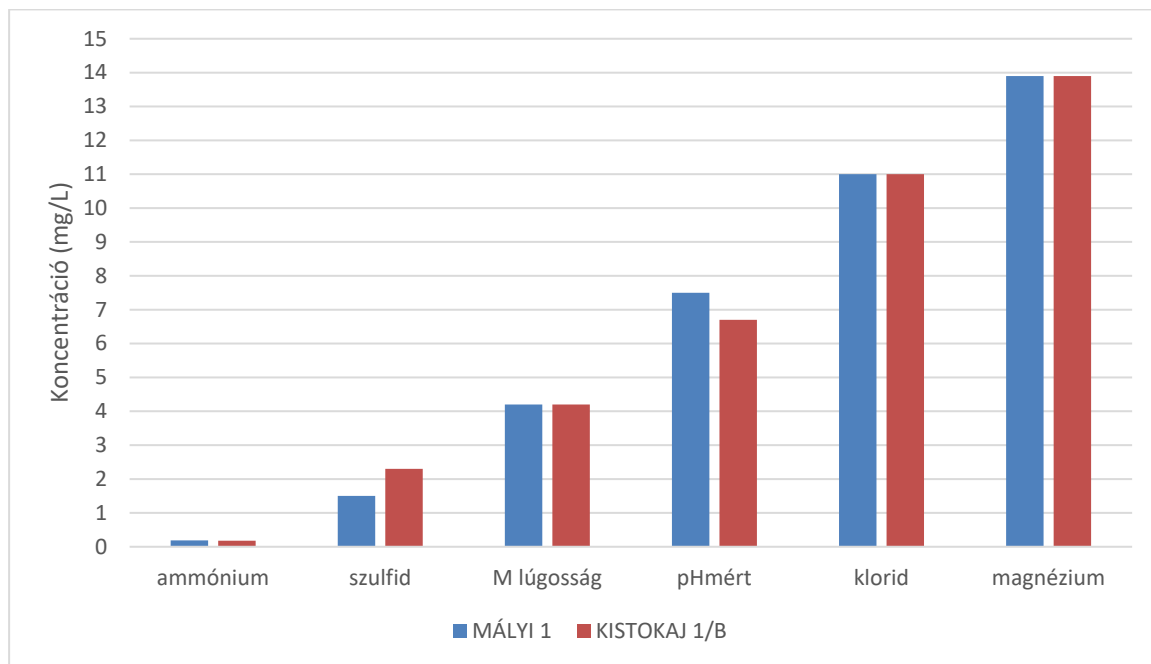
11. ábra: MAL-PE-02 vízösszetétel változása I.



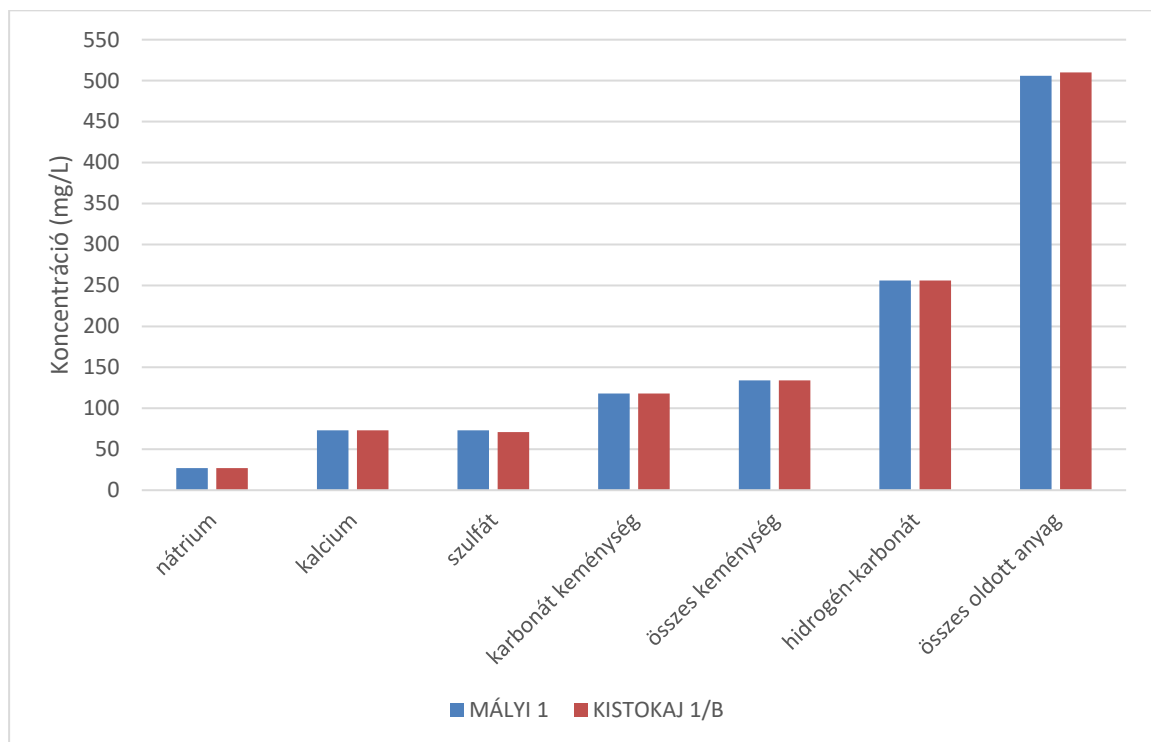
12. ábra: MAL-PE-02 vízösszetétel változása II.

3.2.2.2 A visszasajtoló víz minősége

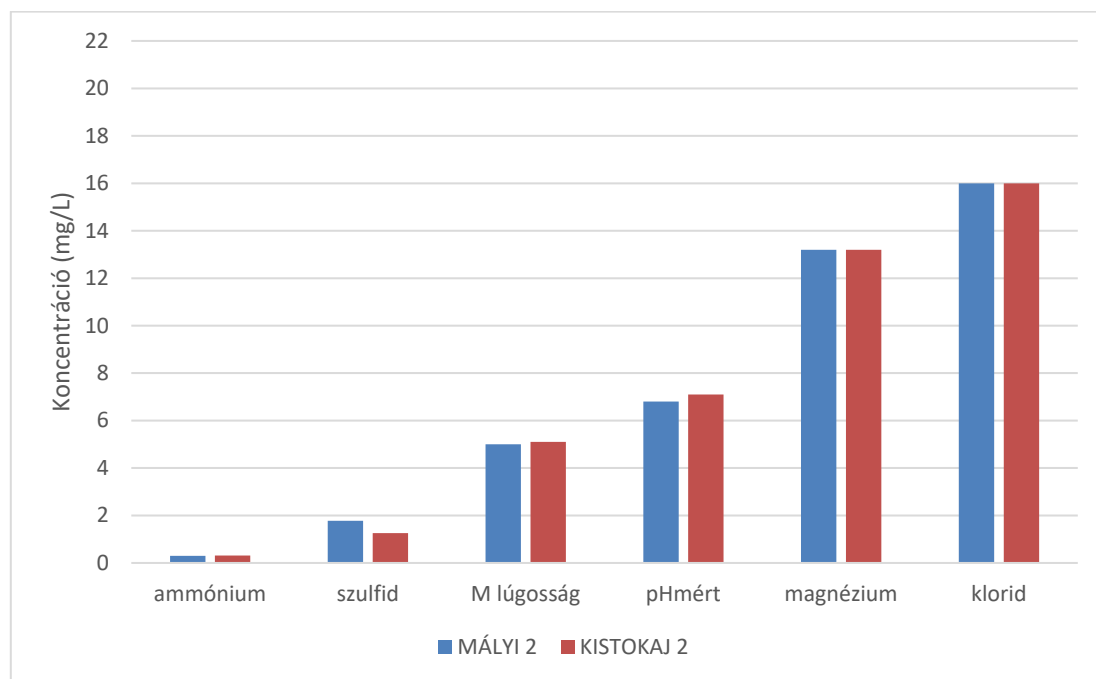
A visszasajtolásra vonatkozó előírások, a réteg védelme és a rendszerben történő esetlegesen káros folyamatok megelőzése érdekében a termelt víz vizsgálatával egy időben megtörtént a visszasajtoló víz kémiai ellenőrzése is. A termelt és visszasajtoló víz minőségének összehasonlítását a 13. ábra - 16. ábra mutatja be.



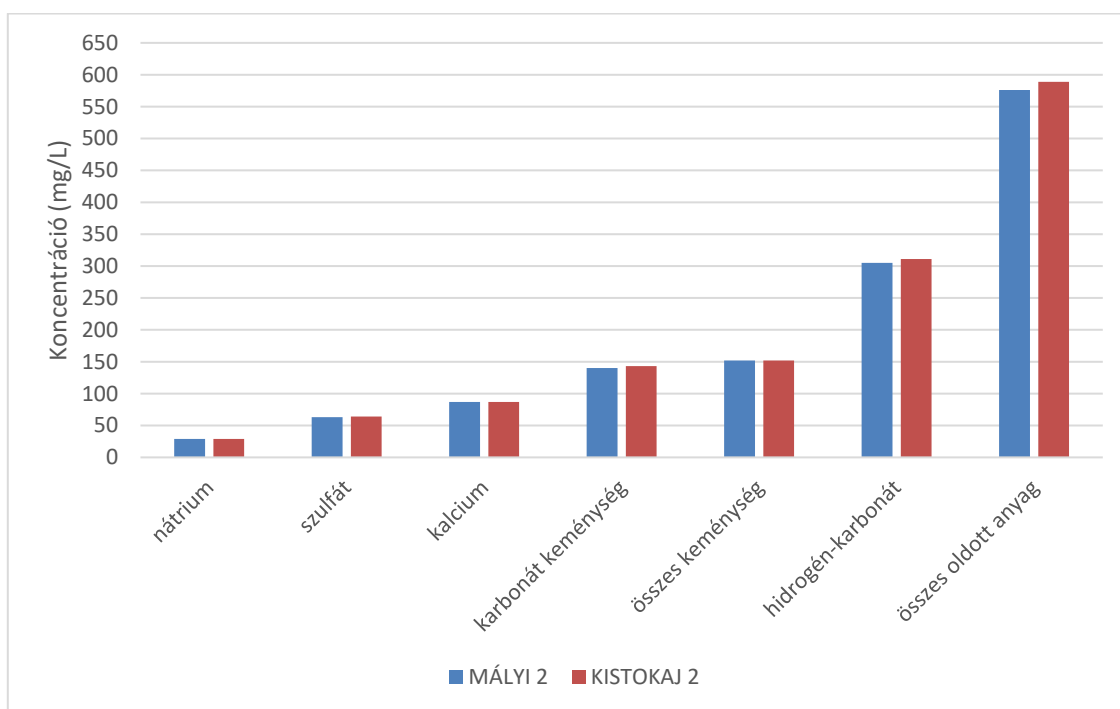
13. ábra: A termelt víz minőségének változása a Miskolci Geotermia Zrt. rendszerében I.



14. ábra: A termelt víz minőségének változása a Miskolci Geotermia Zrt. rendszerében II.



15. ábra: A termelt víz minőségének változása a KUALA Kft. rendszerében I.



16. ábra: A termelt víz minőségének változása a KUALA Kft. rendszerében II.

A vizsgálatok alapján egyértelműen megállapítható, hogy a rendszerben jelentős vízminőség-változás nem történik, a víz kémiai összetétele visszasajtoláskor a hibahatáron belül megegyezik a termelt víz összetételével. Kiseb változások természetesen történnek – a szulfidtartalom egy része távozik a gáztalanító tartályban, ezért a visszasajtoló víz szulfidtartalma alacsonyabb, a vas mennyisége viszont kicsit nő, hiszen a víz öntöttvas csövekben áramlik a rendszerben.

4 A 2014-2022 IDŐSZAK ÜZEMELÉSÉNEK HATÁSA, JELENLEGI KÖRNYEZETI ÁLLAPOT

A fejezet az üzemeltető mérései valamint az alábbi források felhasználásával készült:

- 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 Vízigyűjtő-gazdálkodási Terve (KvVM 2010.)
- Vízrajzi 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 (17. ábra). Az átlagos tenger szint feletti magassága 115 méter körül adódik.



17. ábra: A vizsgált terület környezete

4.1 Domborzat

A geotermális fűtőrendszer helyszíne az Északi- középhegység nagytájon belül, a Bükkvidéki középtájba, ezen belül a Miskolci- Bükkalja és a Sajó-Hernád- sík kistájak 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.

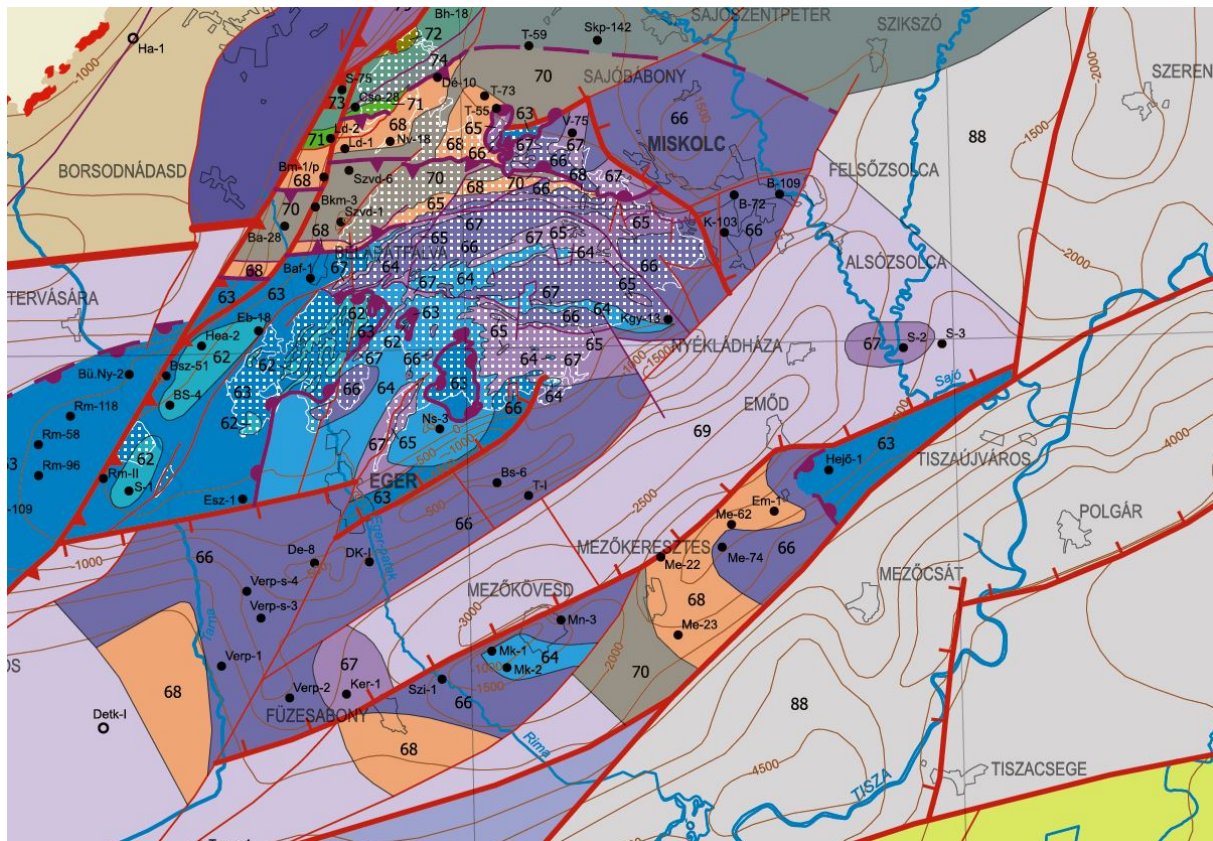
4.3 Területhasználatok

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 (18. ábra). A képződményeket dél-délnyugat felé csökkenő mértékben anchizonális alpi metamorfózis érte.



- | | | | |
|----|--|----|--|
| 64 | Nagyon kisfokú metamorf középső-felső-jura pelágikus összlet (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, | 81 | Nagyon kisfokú és kisfokú metamorf felső-triász képződmények
Very low-grade and low-grade metamorphic Upper Triassic formations |
| 69 | Nagyon kisfokú metamorf úrpaleozoos 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 úrpaleozoos 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 sziliklasztos képződmények
Low-grade metamorphic Carboniferous basinal siliclastic formations | | |

18. ábra: Magyarország prekainozoos térképe, Bükk hegység

(MÁFI 2010)

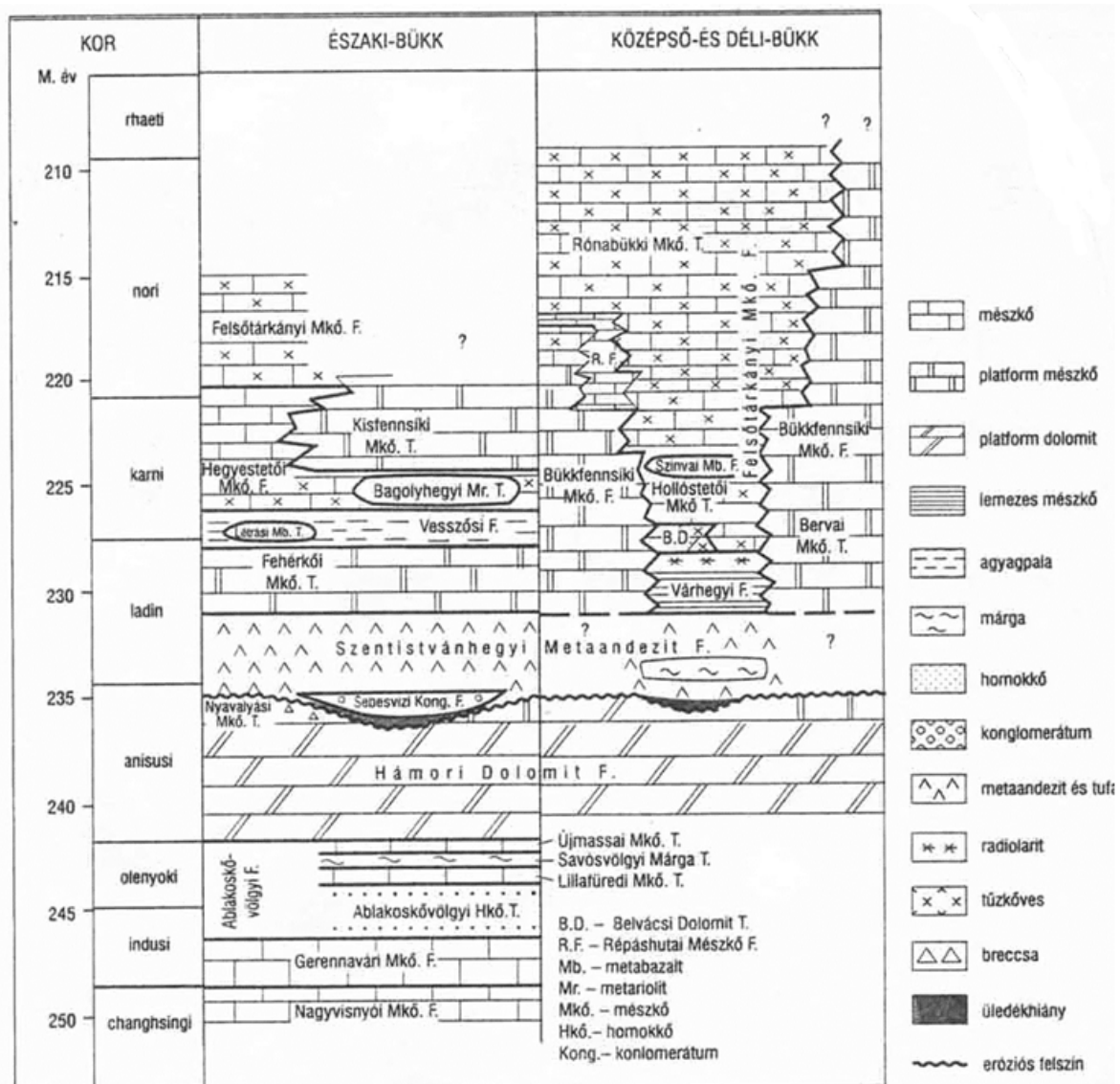
A bükki szerkezeti-kifejlődési egység túlterjed a hegység területén, a mélyfúrások a környező medencék aljzatában is feltártak a Bükkben ismerthez hasonló rétegsorokat.

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 mészkőlelencsék 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).



19. 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, Létrás). 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 összletektől 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 karsztegységekből 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 felszínelatti vízármlási 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.

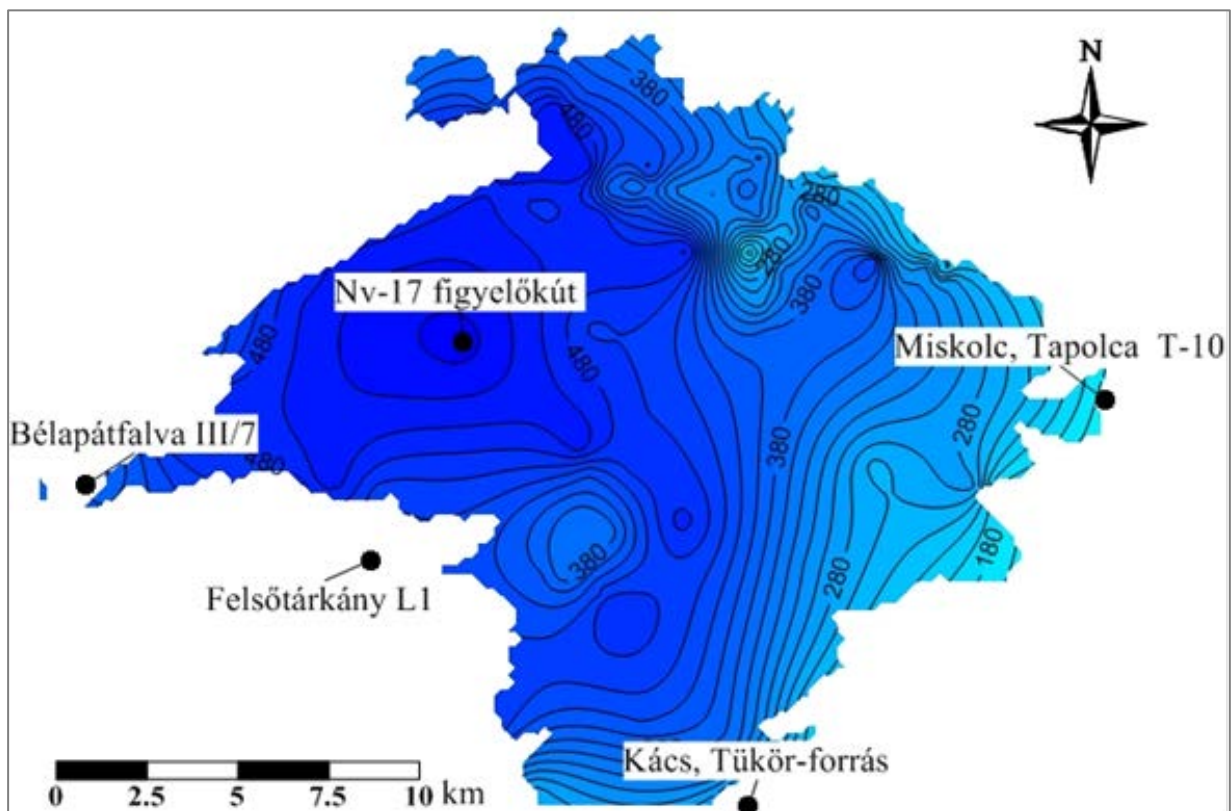
A miskolci geotermikus rendszer szűkebb földtani, vízföldtani környezetét tekintve összefoglalva az alábbiakat állapíthatjuk meg:

- A geotermikus rendszer vízáradója, a tágabb területet is jellemző – mind a felszínen, mind pedig a felszín alatt - felső triász mészkő. Ezen belül is, a vízáradó felső 50-150 méteres szakasza a domináns. A triász mészkő összlet további, mélyebb szakaszai is tartalmaznak jobb-rosszabb vízáradó 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 vízáradója egy rezervoár. A hosszabb idejű üzemelés során, a MAL-PE-01 és a MAL-PE-02 kutakból vett vízminták eredményei állandósult és gyakorlatilag azonos vízminőségi állapotot jeleznek mind a két vizsgált termelőkútban.
- A fúrési 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 vízáradó 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 egymásrahatás 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 jellemzők

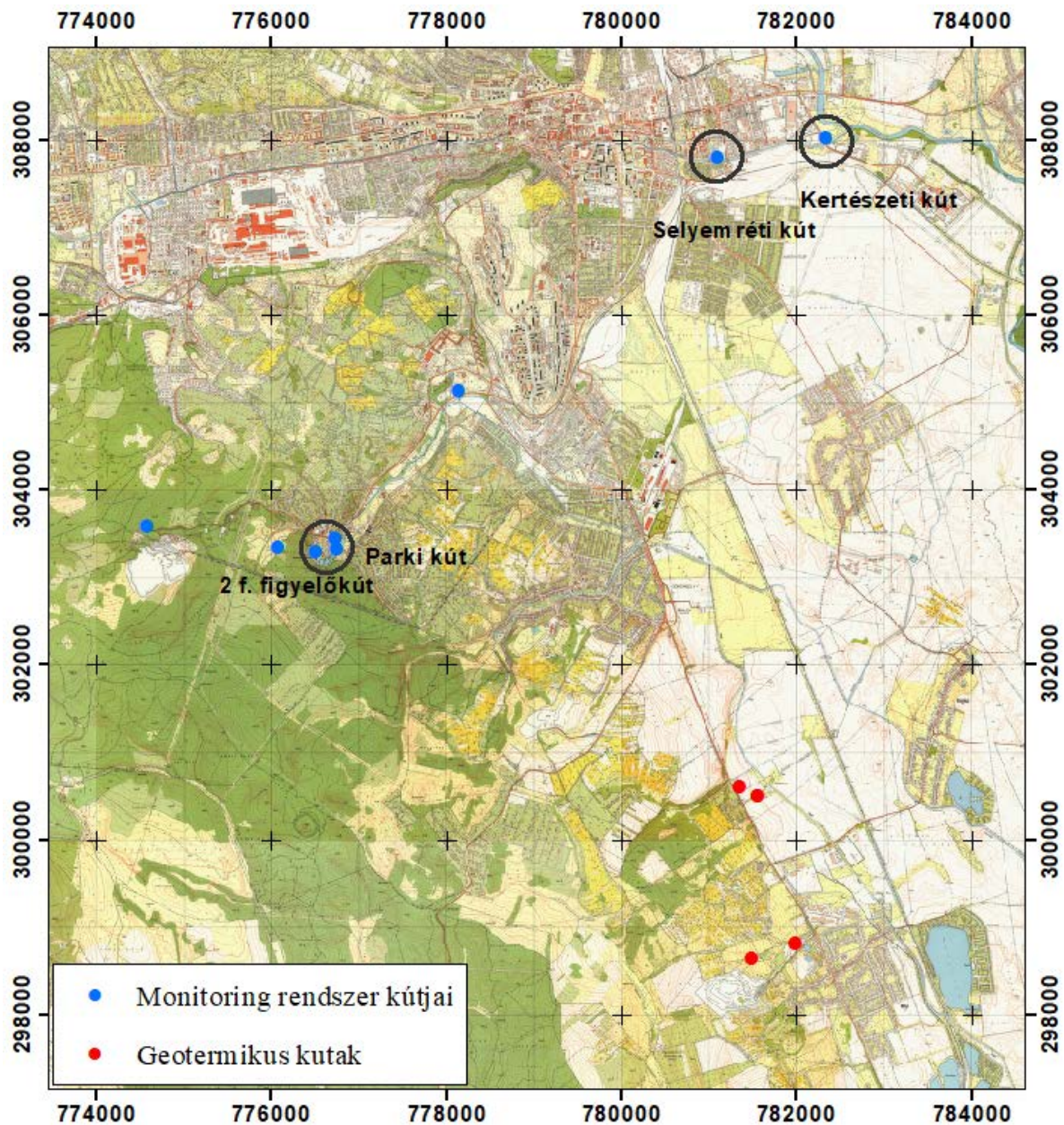
4.5.1 Tágabb környezet, a Bükk termálkarszt

A vizsgált térség karsztvízszintjeinek értékelése az 1992 óta folyamatosan működő Bükki 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 az alábbi vízszint térképet adta meg. (20. ábra)



20. 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 21. 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.

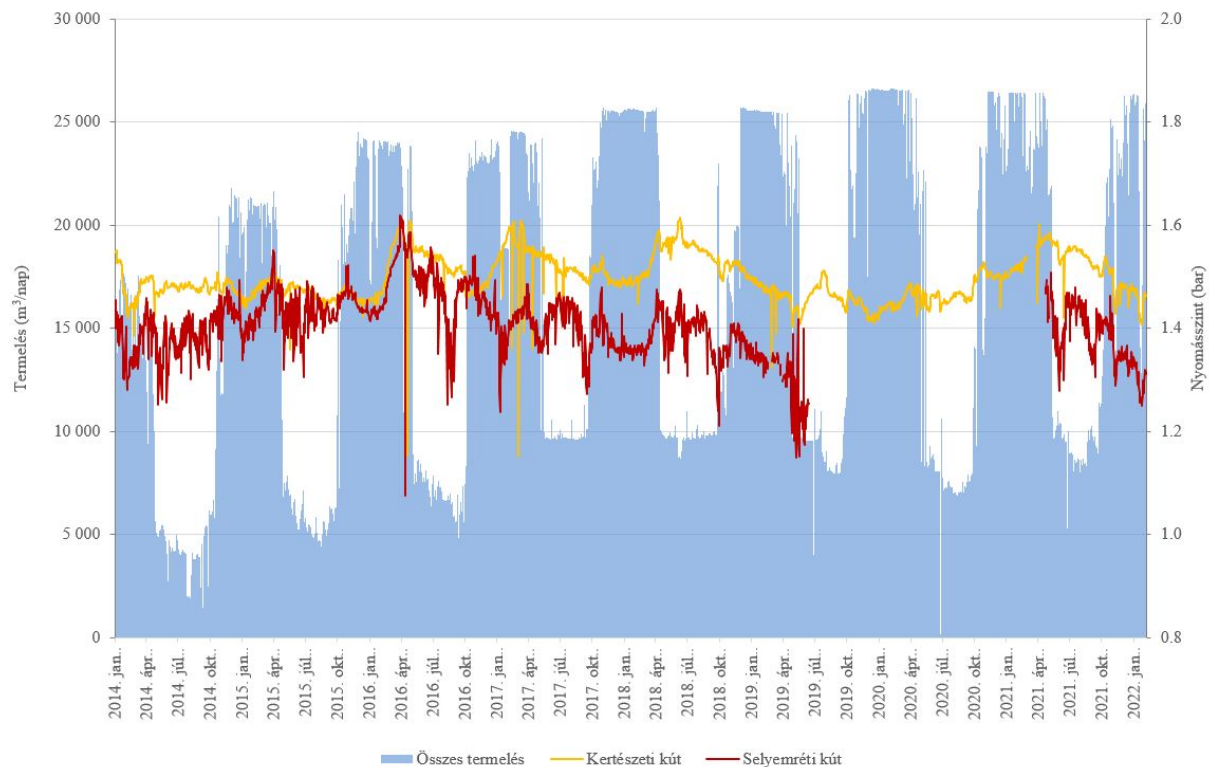


21. ábra: A geotermikus rendszer monitoring hálózata

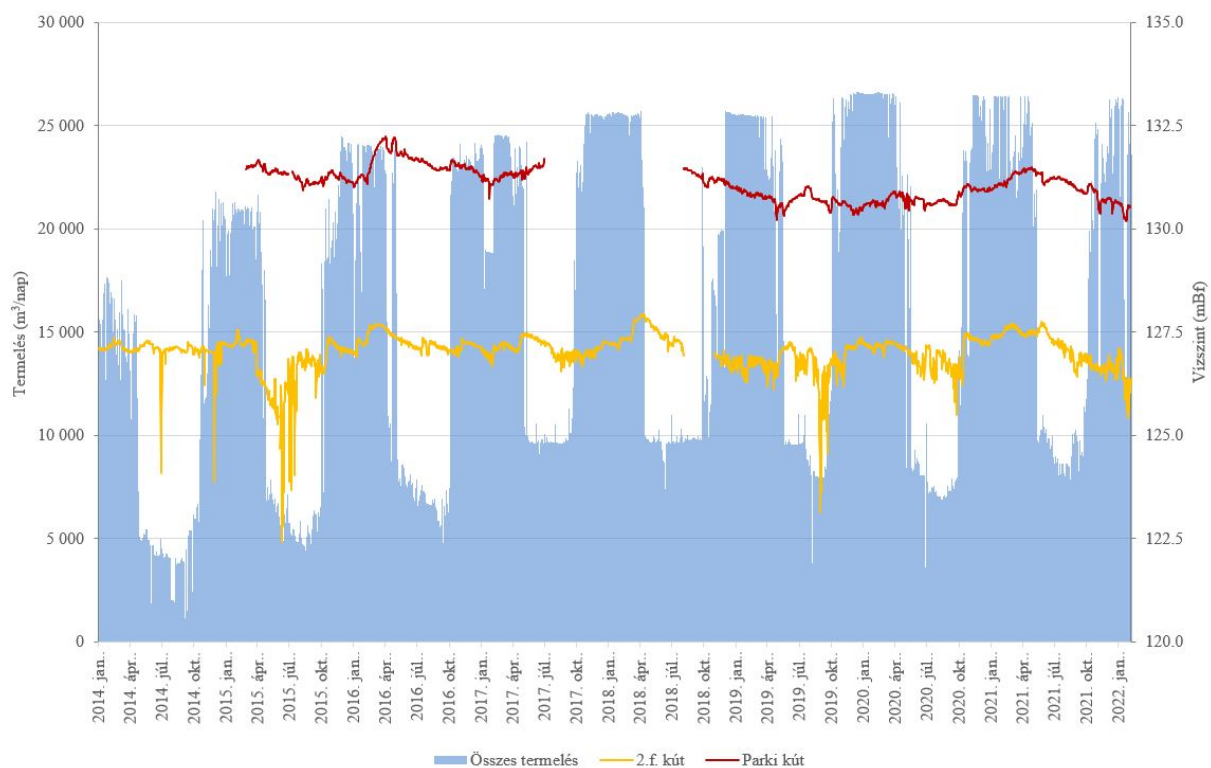
A monitoring rendszer mérési eredményeiről az üzemeltető rendszeres jelentést küld az illetékes Hatóságnak, ezért jelen tanulmányban csak néhány kút mérési eredményeit mutatjuk be. A kiválasztott kutakat a 21. ábra térképe bekarikázva jeleníti meg.

Az monitoring kutak vízszintváltozását bemutató ábrákon a kiválasztott kutak vízszintjei mellett feltüntettük a geotermikus rendszer termelését is annak érdekében, hogy kimutatható legyen van-e a termelés bármilyen közvetlen hatással a monitoring kutakra.

A 22. ábra és 23. ábra a geotermikus rendszer teljes üzemelésének időszakára mutatja a kiválasztott kutak vízjárását.



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



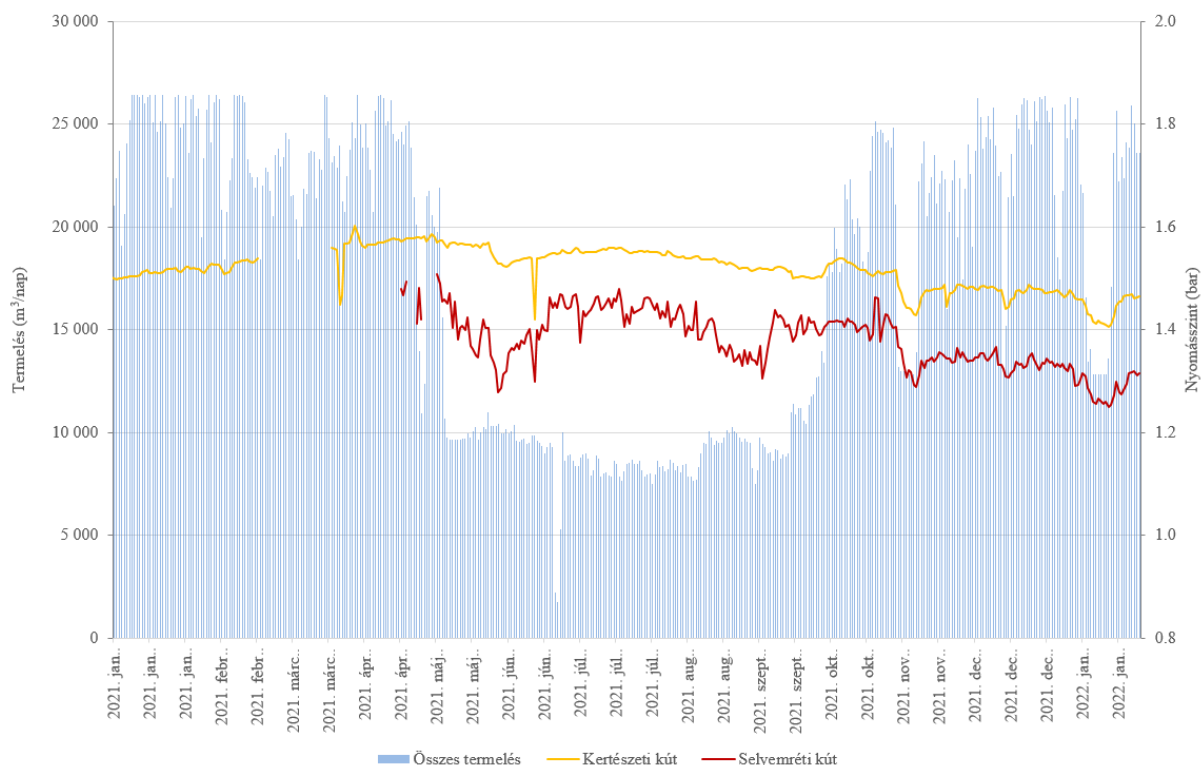
23. ábra: A Parki és a 2.f. jelű monitoring kutak mérési eredményei

A közel 10 éves időszakot áttekintve látható, hogy a 2014-2018 között fokozatosan növekvő termelés nem okozott a monitoring kutak vízszintjében tendenciózus süllyedést. Az említett

időszak első felében a mért vízszintek egy közel állandó tartományban mutatnak természetes karsztvíz ingadozást, azaz „állandónak” tekinthetők. 2016-ban a továbbra is növekvő geotermikus termelés mellett mind a négy kút vízszintje határozott emelkedést mutat, ami egyértelműen a termelés hatásával ellentétes változás. 2018-2021 között állandósult geotermikus célú vízkitermelés időszakában szintén megfigyelhetők olyan vízszint változások, amik a mályi kutak termelésével nem hozhatók kapcsolatba. Ilyen látványos időszak például a 2020 október 2021 december időszak amikor a növekvő termelés mellett is emelkednek a karsztvízszintek, illetve a csökkenő termelés időszakában is csökkennek.

Összefoglalva megállapítható, hogy az üzemelés mintegy nyolc éve alatt a monitoring kutak vízjárása nem mutat kapcsolatot a geotermikus termelés/visszasajtolás mennyiségének változásával, azaz a kutak üzemelése nem okozott kedvezőtlen változásokat a termálkarszt meglévő vízhasználatában.

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 mind a két kútban jól követhető a termálkarsztot regionálisan jellemző vízszint csökkenés, ám a selyemréti kút vízjárása a regionális jellemzők mellett jól tükrözi – a kertészethez képest meredekebb süllyedést és intenzívebb vízjárást mutatva - a nyári strandidőszak nagyobb víztermelésének közvetlen hatását is (24. ábra).



24. ábra: A Parki és a 2.f. jelű monitoring kutak mérési eredményei 2021 évben

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.

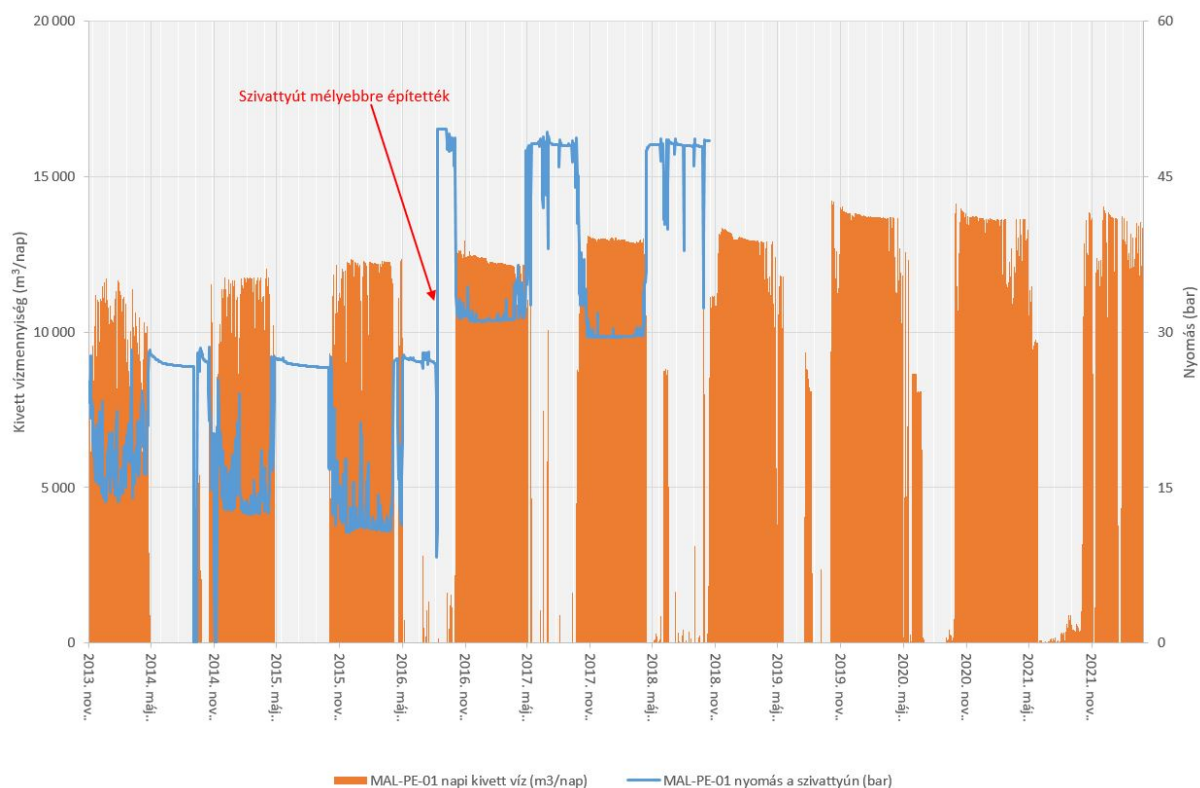
4.5.2 Geotermikus kutak lokális környezete

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 nyolc éves időszakára összefoglalóan a tevékenység környezetében kialakult, jelenleg jellemző vízföldtani állapot bemutatása céljával értékeljük.

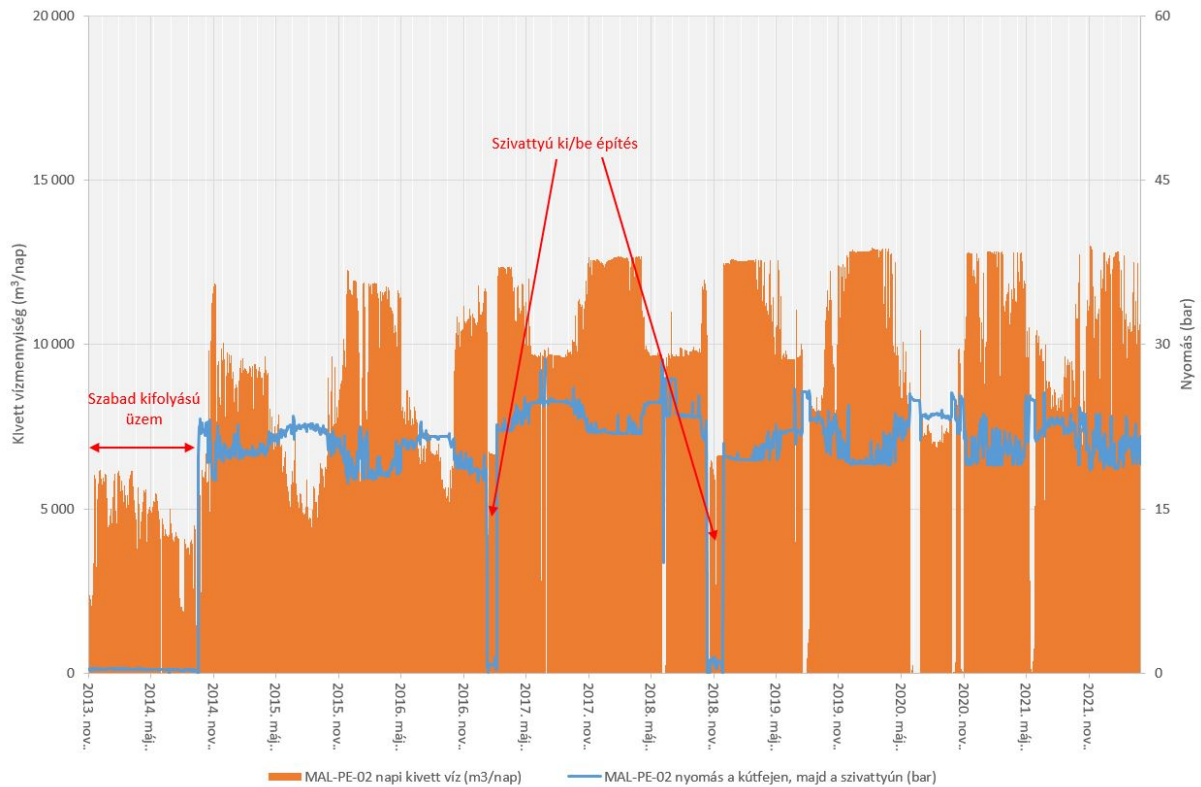
Az értékeléshez alábbi adatok állnak rendelkezésre:

- **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

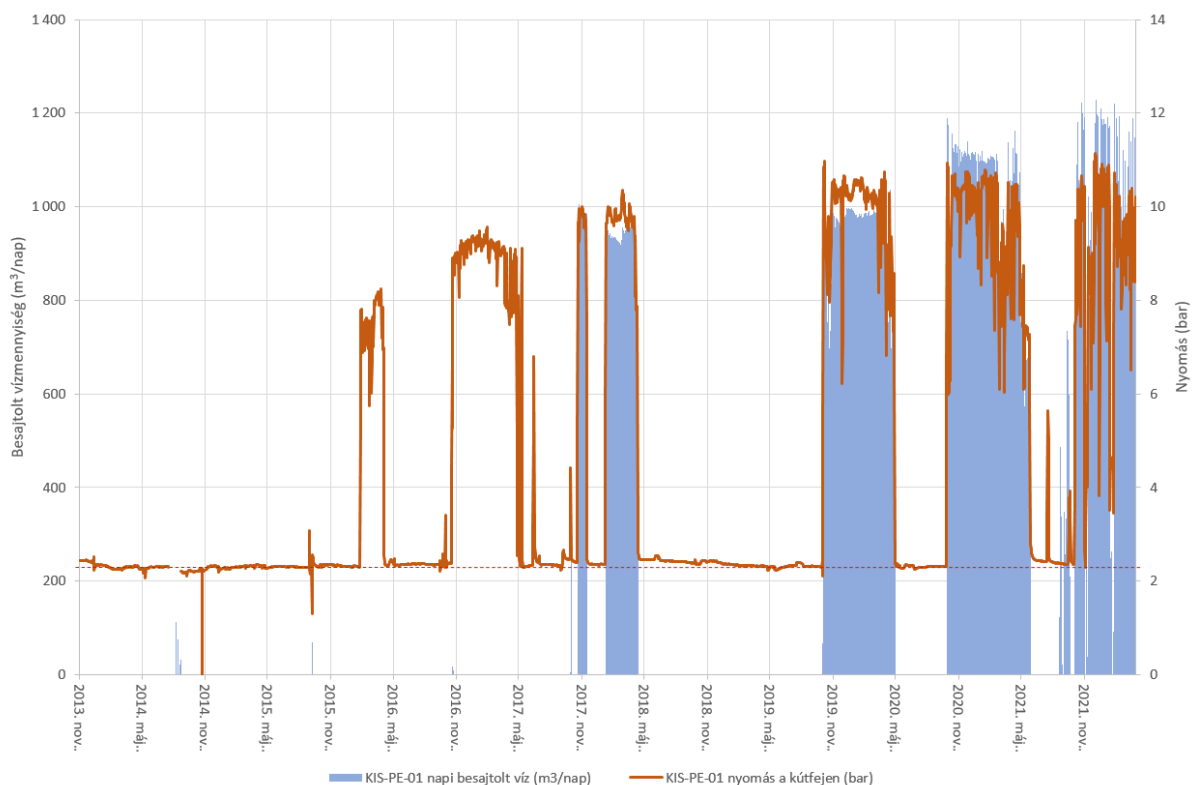
A 25. ábra -29. ábra az összes kútra rendelkezésre álló termelés/visszasajtolás és kútfejnyomás adatok grafikonjait mutatja be a 2013-2021 időszakra.



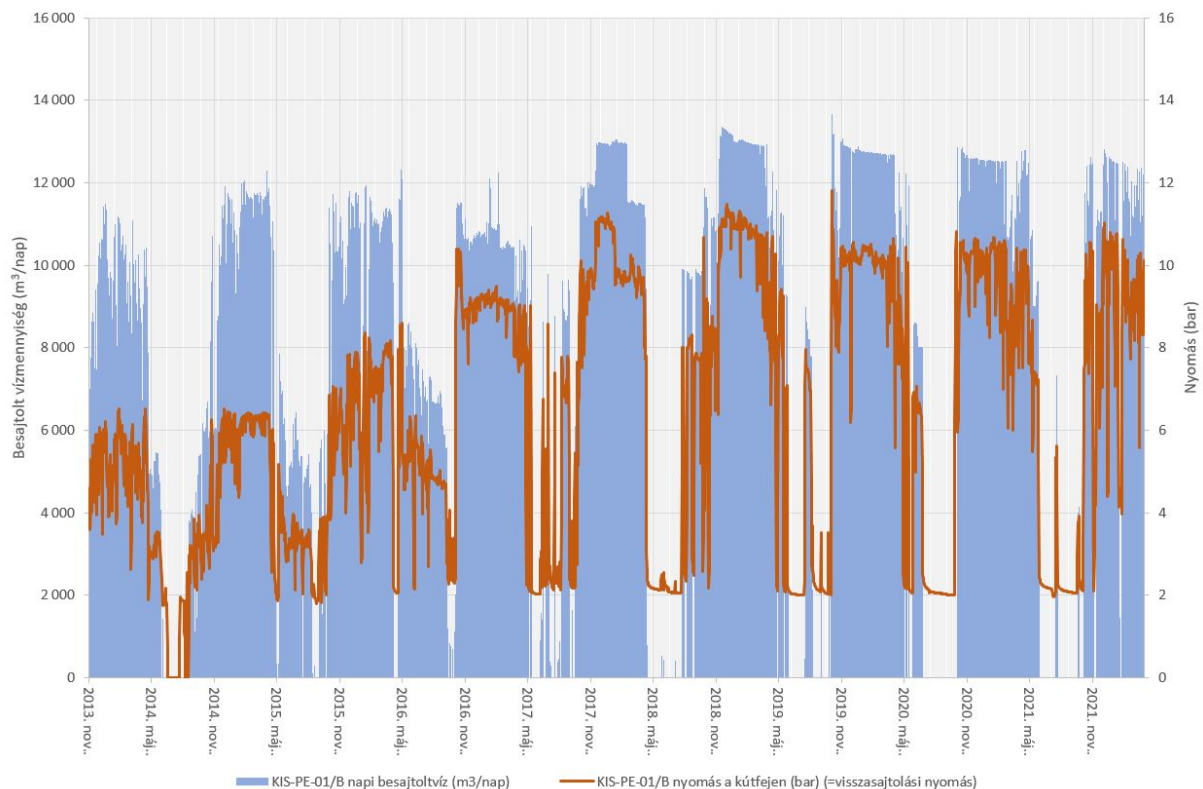
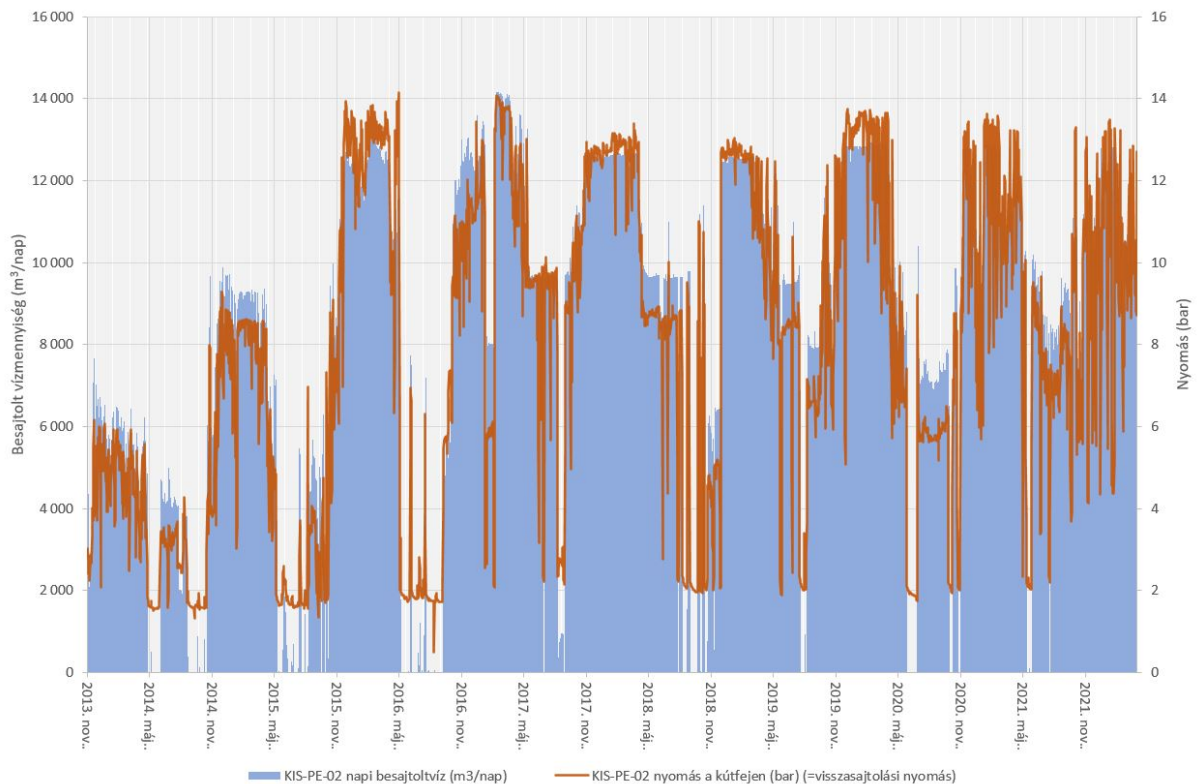
25. ábra: Termelés és kútfejnyomás alakulása a MAL-PE-01 kútban 2013-2021



26. ábra: Termelés és kútfejnyomás alakulása a MAL-PE-02 kútban 2013-2021



27. ábra: Visszasajtolás és kútfejnyomás alakulása a KIS-PE-01 kútban 2013-2021



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 8 éves időszaka alatt a mérések alapján a geotermikus kutak környezetében nem tapasztalható – süllyedést vagy emelkedést mutató – karsztvízszint változás.

A KIS-PE-01 kútban 2015-2017 időszakban visszasajtolás nélküli állapotban tapasztalható 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.

A KIS-PE-01 kút mérései a vizsgált időszak egészét tekintve, tekintettel a kút tartalék jellegére monitoring jellegű mérésnek is tekinthetők. Így a visszasajtolás mentes hosszabb rövidebb időszakokra – pl. 2018. április-2019 október – illeszthető korrelációs vonal (27. ábra piros szaggatott vonal) megerősíti a termálvízadó rétegben kialakult kvázi permanens, növekvő vagy csökkenő tendencia nélküli, állapotra vonatkozó megállapítást.

4.5.3 Az engedélyezett tevékenység hatásterülete

A geotermikus rendszer üzemeltetésének korábbi engedélyezési eljárása során megtörtént a geotermikus kutak termelésének a karsztvízkészletre gyakorolt hatásának vizsgálta. A hatásvizsgálat a FEFLOW programcsomag alkalmazásával készített vízföldtani modellezéssel történt.

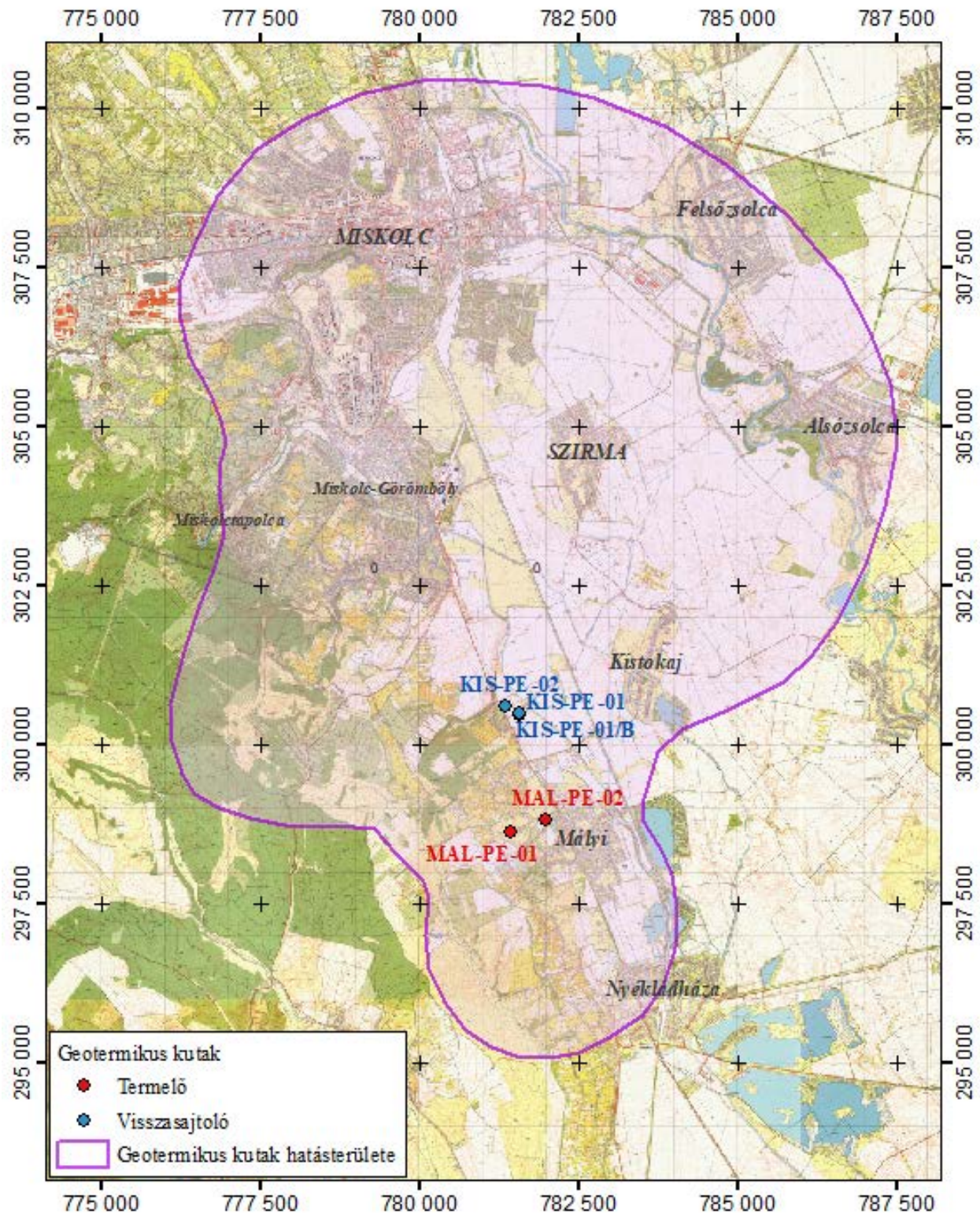
Az engedélyező Hatóság által elfogadott vízföldtani modell ismertetését a korábbiakban eljárásokban benyújtott dokumentáció tartalmazza, jelen kérelmi eljárásban a modell ismételt bemutatásától ezért eltekintünk.

A kalibrált modellel megtörtént az engedélyezett 8 Mm³/év termelés/visszasajtolás üzemelési jellemzőhöz tartozó hatásterület számítása, lehatárolása. Környezeti hatás szempontjából, az elfogadott szakmai gyakorlatnak megfelelően 0,1 méteres hidraulikai hatással jellemezhető tér tekinthető hatásterületnek. Az így meghatározott hatásterületet a 30. ábra szemlélteti.

Hatásterület:

Egy szabálytalan terület, legnagyobb kiterjedése **É-D irányban kb. 15 400 méter, míg K-Ny irányban 10 600 méter.**

Érintett települések: Miskolc, Mályi, Kistokaj, Felsőzsolca, Alsószolca, Sajópetri, Nyékládháza, Bükkaranyos



30. ábra: 8 M m³/év kapacitású geotermikus kutak hatásterülete a karsztvíztárolóban

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 növénytakasok eltűntek vagy degradálódtak, jobb esetben a visszatelepülés folyamata zajlik. Zónális takas a tatárjuharos lőszőlgyes, 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 tirsá*), bugás veronika (*Pseudolysimachion spurium*) előfordulása. Jellegzetes az erdőssztyepp-erdőket szegélyező és önállóan is kialakuló törpemandula- és csepleszmeggy-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 takasokat 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 nyarasokat is találunk.

4.6.2 Állatvilág

A vizsgált terület rovarvilágának kiemelkedően értékes tagja a bükki szerecsenboglárfka. A hegyvidékekre jellemző fajok közül külön is említendő a havasi tűzlepke, a havasi cincér, az alpesi göte, 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 kígyászölvy. 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 örgébics. 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 göte bükki alfaja a Bükk-fennsíkon és az Észak-Bükk egyes völgyeiben levő erdei tavacsákban, forrásokban, gyakran mélyebb vízű 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 hosszúsárnyú 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 a 3. 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

3. 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. (4. táblázat)

Gáz	CO ₂		N ₂		CH ₄		Összes	
Mértékegység	l/m ³							
MAL-PE-01	2010	2021	2010	2021	2010	2021	2010	2021
Szeparált	735	501	224	135	7,25	4,0	967	640
Oldott	30,3	26,2	17,9	1,8	0	0	32,1	28
Összes	765	527	242	137	7,25	4	999	668
MAL-PE-02								
Szeparált	116	21,6	43,9	11,7	3,00	0,58	163	33,9
Oldott	80,5	76,3	3,02	4,3	0,15	0,28	83,7	80,9
Összes	197	97,9	46,9	16,0	3,15	0,86	246	115

4. táblázat: Oldott és összes gáztartalom térfogatáramai az építéskori és a 2021-es mérési adatok alapján

Az Üzemeltető évente két alkalommal a termelőkutakon ellenőrző gázvizsgálatot végzett. A mérések alapján megállapítható, hogy a termelt víz gáztartalma minőség tekintetében az építéskori vizsgálatokhoz képest jelentősen nem változott, míg mennyisége mindkét kút esetében csökkent valamelyest.

A megadott, szeperálható gáztartalom csak tájékoztató jelleggel bír, valójában 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.

Az engedélyezett geotermikus rendszer levegőre vonatkozó hatásterülete a szivattyúházhoz kapcsolódó ingatlan területének határa (Mályi: 058/3,10/7 hrsz).

4.9 Zaj és rezgés állapot

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 látták 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.

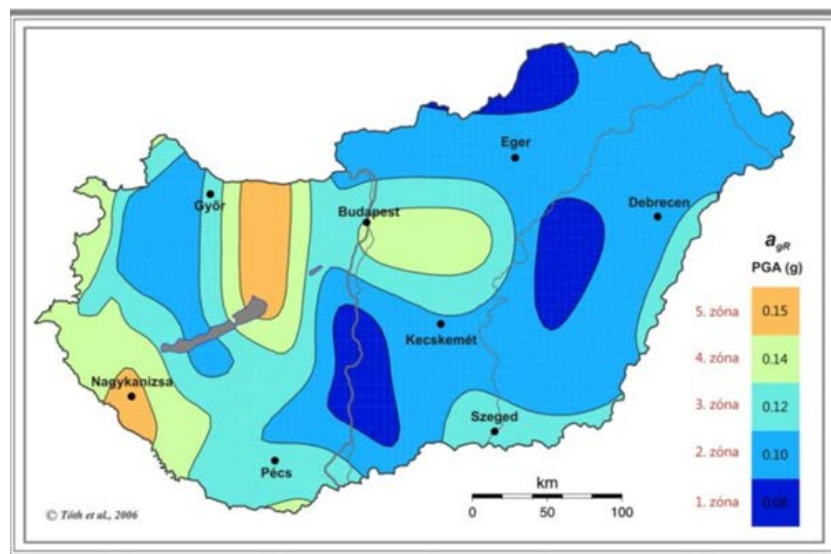
Az üzemelő berendezések zajhatása, a 2014. évben elvégzett részletes zajmérés eredményei alapján nem lépi túl a 27/2008 (XII.3) KvVM-EÜM együttes rendeletben előírt zaj- és rezgésterhelési határértékeket.

4.10 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.

4.11 Földrengés- érzékenység

A GeoRisk (Mónus-Tóth-Zsíros-Györi) térképe alapján a terület földrengés veszélyeztetettségét jellemző horizontális gyorsulás $\sim 1,2 \text{ m/s}^2$. Magyarország területén a szélső értékek: $\sim 0,4\text{-}1,5 \text{ m/s}^2$. 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.



31. ábra: Szeizmikus zónatérkép

5 A TOVÁBBI 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 további folytatásának *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 tevékenység hatása nyomás- és hőmérséklet változás formájában érinti a geotermális rezervoárt. Tekintettel arra, hogy a termelés/visszasajtolás mennyiségében a korábban engedélyeztetthez képest változás nem történik, a permanens hidraulikájú modellel meghatározott hatásterület nem változik a tovább üzemelés esetén sem. A számított hatásterület kiterjedése tehát továbbra is É-D irányban kb. 15 400 méter, míg K-Ny irányban 10 600 méter. A hőtranszport folyamatok hatásterülete nagyságrendekkel kisebb, mint a hidraulikai folyamatoké, azok a hidraulikai hatások alapján kijelölt térrészen belül fognak lezajlani.

A geotermikus fűtőrendszer további üzemeltetésének a *felszín alatti vizekre* gyakorolt hatása a korábbiakhoz hasonlóan *elviselhető* mértékű.

5.3 Felszíni vízre gyakorolt hatás

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

5.4 Levegőre gyakorolt hatás

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

A termelt termálvíz gázösszetételének változása az eddigi termelési tapasztalatok alapján nem várható, a gáztalanítás során a levegőbe jutó szennyezőanyag mennyisége és így a levegőre vonatkozó hatásterület is változatlan lesz a tovább üzemelés során.

A rendszer további 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 folytatásának 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 tevékenység további folytatásából származó *zaj- és rezgésterhelés semleges* mértékű.

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 telepnek
Települési folyékony hulladék	20 03 04	54 t	gyűjtés	nincs	Átadás engedéllyel rendelkező szennyvíztisztító telepnek
Papír (csomagolási hulladék)	15 01 01	500 kg	gyűjtés	nincs	Átadás hulladékhasznosítónak

5. 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 további üzemelés környezetterheléséből várható hatások minősítését a 6. táblázat, a környezetterhelés várható mértékének becslését pedig a 7. táblázat mutatja be.

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

6. 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	-	-	-
éővilág	-	-	-
zaj-rezgés	-	-	-
hulladék	hulladékok keletkezése	hulladékok kezelése	érintett ingatlan határain belül

7. táblázat Üzemeltetési tevékenységből adódó környezetterhelés várható mértékének becslése

Az üzemelési tevékenységből adódható haváriákat és azok hatását környezeti elemenként a 8. táblázat hatásmátrixa adja meg. A havária esemény esetén szükséges teendőket pedig a 9. táblázat foglalja össze.

Hatótényezők	Levegő	Víz	Talaj	Hulladék	Zaj	Élővilág
1.Tüzesemény/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)

8. táblázat Üzemelési tevékenységből adódó haváriák környezeti elemenként

Hatótényezők	Tennivalók röviden
1.Tüzesemény/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,

9. táblázat Környezetvédelmi teendők az üzemeltetési tevékenységből adódó haváriák esetén

A környezeti állapotváltozások jellemzését az érintett környezeti elemek és rendszerek szerint a 10. 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	-	-	-	-

10. 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 11. táblázat és 12. táblázat foglalja össze.

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

11. 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

12. táblázat Felhagyásból adódó környezetterhelés várható mértékének becslése

A felhagyás során várható környezeti állapotváltozások jellemzését az érintett környezeti elemek és rendszerek szerint a 13. 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 mérséklő hatás	szakyszerű elzárás	visszafordítható	szakaszos	kedvezőtlen
talaj	használaton kívüli kutak korróziója termálvíz elfolyáshoz vezet	szakyszerű elzárás	visszafordítható	folyamatos	kedvezőtlen
éővilág	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	-	-	-	-

13. táblázat Környezeti állapotváltozás környezeti elemenként a felhagyás alatt

8 RENDKÍVÜLI ESEMÉNYEK KEZELÉSE

A komplett rendszer szigorú üzemelési, tűzvédelmi és munkavédelmi szabállyal 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 lehet felosztani:

- üzemeltetés,
- felhagyás.

Dokumentációnk bemutatja a jelenlegi és a további üzemeltetésnek a 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 geotermális további üzemeltetése a meglévő létesítményekben, technológiában nem okoz változást, így a talajra gyakorolt hatás nem releváns.

Felszíni víz:

A rendszer további üzemeltetésének a 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 vízadó rétegbe visszatáplálják.

A kitermelésnél és visszatáplálásnál alapvetően szem előtt kell tartani a vízgazdálkodásról szóló 1995. évi LVII. Tv 15 § (1) -ét, mi szerint: „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 vizek vonatkozásában a termelés és a visszasajtolás csak arra a rezervoárra van hatással, amelyből kitermelik, illetve ahová visszasajtolják a hévizet. Az okozott hatás elsősorban a rezervoár nyomásállapotában és hőmérsékletében jelentkezik. A termelés/visszasajtolás következtében a kutak környezetében rétegnyomás csökkenés illetve

emelkedés alakul ki, valamint visszatáplált lehűtött 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.

A hidraulikai modellszámítás eredménye alapján megtörtént a tevékenység hatásterületének meghatározása. A hatásterület 0,1 méteres hidraulikai hatás figyelembe vételével történt, e területen belül a hőtranszport folyamatok is nagy biztonsággal lezajlanak.

A hatásterület É-D-i irányban 15,4 km illetve Ny-K-i irányban 10,6 km mérettel jellemezhető piskóta szerű szabálytalan idom. A számítások eredményeiből egyértelműen látható, hogy a terület meglévő karsztvíz termeléseit gyakorlatilag nem befolyásolja a tervezett tevékenység. A kijelölt felszín alatti hatásterületet a 30. 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 geotermikus rendszer üzemeltetéséből származó környezeti hatásokat egy Leopold-féle hatásmátrix mutatja be (14. táblázat), ahol a mátrix sorai a jellemző munkafázisokat (hatótényezőket), az oszlopai pedig az érintett környezeti tényezőket adja meg.

	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:

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

Hatás visszafordíthatósága: reverzibilis (R) irreverzibilis (IR)

Hatás tartalma: ○ szakaszos ● folyamatos

14. táblázat: Leopold- féle hatásmátrix

A terv kidolgozásában részt vett munkatárs:

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

Révi Géza
vízgazdálkodási mérnök, vezető tervező
MMK 01- 6817

Budapest, 2022. november


.....
Révi Géza
ügyvezető

AQUIFER
Környezetvédelmi és Műszaki Tervező
Szolgáltató és Kivitelező Kft.
Adószám: 10398128-2-41