



Munkaszám: 29/2021

---

# MISKOLC

MEGYEI KÓRHÁZ GEOTERMIKUS ENERGIA ELLÁTÁSA  
TERMELŐ ÉS VISSZASAJTOLÓ HÉVÍZ KUTAKKAL

## ELŐZETES KÖRNYEZETI HATÁSVIZSGÁLATI DOKUMENTÁCIÓ

Budapest, 2021. december

---

Csernozjom Kft.

## TARTALOMJEGYZÉK

- 1. ELŐZMÉNYEK**
- 2. A HŐELLÁTÁS ALTERNATÍVÁI**
  - 2.1. Fűtés földgázzal
  - 2.2. Fűtés geotermikus energiával
- 3. A TERVEZETT TEVÉKENYSÉG ALAP ADATAI**
  - 3.1. A tervezett létesítmények, létesítmény jegyzék
  - 3.2. A tervezett kút várható adatai
  - 3.3. A tevékenység helye
  - 3.4. A tervezett technológia összefoglaló folyamatának ismertetése, az anyag felhasználás főbb mutatói
- 4. A KÖRNYEZETI HATÁSOK ELŐZETES BECSLÉSE**
  - 4.1. A létesítés során jelentkező környezeti hatások**
    - 4.1.1. A talajra gyakorolt hatás
    - 4.1.2. A felszíni, felszín alatti vizekre gyakorolt hatás
    - 4.1.3. A levegőre gyakorolt hatás
    - 4.1.4. A zajterhelés
    - 4.1.5. A hulladékok
    - 4.1.6. A tájban és ökológiai viszonyokban bekövetkező változás
  - 4.2. Az üzemeltetés során jelentkező környezeti hatások**
    - 4.2.1. A talajra gyakorolt hatás
    - 4.2.2. A felszíni és felszín alatti vizekre gyakorolt hatás
    - 4.2.3. A levegőre gyakorolt környezeti hatás
    - 4.2.4. A zajterhelés
    - 4.2.5. A hulladékok
    - 4.2.6. A tájban és ökológiai viszonyokban várható változás
  - 4.3. A felhagyás során jelentkező környezeti hatások**
  - 4.4. Havária**
- 5. ÖSSZEFOGLALÁS**

## 6. *MELLÉKLETEK*

- |   |                |
|---|----------------|
| 1. Helyszínrajz hatásterületekkel           | M = 1 : 25 000 |
| 2. Részletes helyszínrajz                   | M = 1 : 5000   |
| 3. Légi felvételi helyszínrajz              |                |
| 4. Hő-ellátó rendszer elvi kapcsolási rajza |                |
| 5. Tervezői jogosultságok igazolása         |                |
| 6. Meghatalmazás NEG                        |                |
| 7. Meghatalmazás Csernozjom                 |                |
| 8. Területtulajdonos nyilatkozata           |                |
| 9. Tulajdoni lap                            |                |

## 1. ELŐZMÉNYEK

A **NEG Zrt.** (1126 Budapest, Tartsay V. u. 10.) megbízást adott Miskolc, Megyei Kórház geotermikus energia ellátása céljából egy termelő és egy visszasajtoló hévíz kút tervezésére, engedélyeztetésre.

Az alapprojekt célja, hogy az Állami Egészségügyi Ellátó Központ (ÁEEK) fenntartása alatt álló egészségügyi szolgáltató intézmények (Intézmény) esetében a NEG Zrt. olyan megújuló alapú energetikai korszerűsítéseket hajtson végre, melyek ESCO típusú energiahatékonysági szolgáltatási szerződések keretében végzett hosszú távú üzemeltetésével támogatva, nagyarányú primer energia-megtakarítást és költségmegtakarítást eredményeznek.

A Projektben résztvevő Intézmény első körben a **Borsod-Abaúj-Zemplén Megyei Központi Kórház és Egyetemi Oktatókórház** (3526 Miskolc Szentpéteri kapu 72-76.)

### **Az energiahatékonysági korszerűsítések jellemző műszaki tartalma**

- Fűtési primer és szekunder rendszerek korszerűsítése kizárólag megújuló energia alapú megoldásokkal
- Technológiai gőzellátás primer és szekunder elemeinek korszerűsítése
- Távvezetési korszerűsítés
- Konyhatechnológiai, légtechnikai korszerűsítés

Megújuló energiaként első sorban a geotermikus energiára támaszkodnak. A Kórház intézményeinek hő igénye, amit geotermikus energiával kívánnak biztosítani, csúcsban 5 MW. A térségben az előzetes földtani adatok alapján lehetőség van jelentős mennyiségű 45 – 50 C° os termálvíz feltárására. Az 5 MW hőigény kielégítéséhez 35 C° -os hő-lépcsővel, 123 m<sup>3</sup>/ó vízmennyiség szükséges. A 45 C° termálvízből hőcserélővel levesznek 15 C°-ot, majd az így megmaradó 30 C°-os vízből hőszivattyúval további 20 C° -ot. A 10 C°- ra lehűlt termálvizet egy visszasajtoló kúton át visszajuttatják ugyanabba a vízadóba.

A fentiek alapján a szükséges termálvíz: csúcsban 123 m<sup>3</sup>/ó, 2050 l/p, 2952 m<sup>3</sup>/nap. Az éves átlag: **492 000 m<sup>3</sup>/év, 1350 m<sup>3</sup>/nap.**

A 314/2005 (XII.25.) Korm. rendelet értelmében visszasajtolás esetén előzetes környezeti hatásvizsgálattal meg kell határozni a várható környezeti hatásokat, melynek alapján az illetékes hatóság dönthet arról, hogy hozzájárul a létesítéshez, vagy előírja a részletes környezeti hatásvizsgálatot.

**A kutak várható adatai:****Visszasajtoló:**

Mélysége:	1000 m
Csővezése:	0-20 m-ig: 355 mm acélcső
	0 – 350 m-ig: 13 3/8" acélcső
	300-650 m-ig: 244,5 mm acélcső
	600 – 800 m-ig: 177,8 mm acélcső
	750 - 1000 m-ig: 114 mm acélcső
Szűrő:	800 - 1000 m között

**Termelő:**

Mélysége:	1000 m
Csővezése:	0-20 m-ig: 508 mm acélcső
	0-350 m-ig: 13 3/8" acélcső
	320 -800 m-ig: 9 5/8" acélcső
	780 – 1000 m-ig: 7" acélcső
Szűrő:	800 – 1000 m között

Nyugalmi vízszint: + 4 m

Vízhozam: - 10 m-en: 2500 l/p

Víz hőmérséklet: 45-50 C°

Összes oldott só: 4-600 mg/l.

Mindkét kút a **3086/25 Hrsz.** területen helyezkedik el. EOY koordinátái:

Visszasajtoló kút:: X = 309 951

Y = 779 943

Z = 129 mBf

Termelő kút: X = 310 343

Y = 779 579

Z = 130 mBf

A termelő kútból búvárszivattyúval termelik ki a 2050 l/p vízmennyiséget

A búvárszivattyút egy frekvenciaváltó szabályozza, a hőigény függvényében. A visszasajtoló szivattyúkat szintén frekvenciaváltó vezérli, a szívó oldali nyomás függvényében. A visszasajtoló szivattyúk PROTIFILT gyártmányú, szűrőn át, 20-30 µ alatti lebegő anyag tartalommal juttatják vissza a lehűlt termálvizet a visszasajtoló kútba. A visszasajtolási nyomást max. 6 bar értékkel vesszük figyelembe. A nyomásértéket nyomás távadó juttatja a

felügyeleti rendszerbe. Ugyancsak mérjük, és regisztrálásra kerül a kitermelt és a visszasajtolt víz mennyisége és hőmérséklete.

Mindkét kútfejen a víz és gázminta vétel, valamint az átöblítés, tisztítószivattyúzás lehetősége kialakításra kerül.

## 2. A HŐELLÁTÁS ALTERNATÍVÁI

### 2.1. FÜTÉS FÖLDGÁZZAL

Abban az esetben, ha a geotermikus energiahasznosítás lehetősége megszűnik, a fűtés továbbra is földgázzal történhet.

Ez a fűtési mód amellet, hogy drága, a füstgázemisszió miatt környezetszennyező is.

Az EU vállalatunknak megfelelően, törekednünk kell az alternatív (zöld) energiák fokozottabb igénybevételére.

Az 5 MW hő teljesítmény biztosításához szükséges földgáz:

$$\frac{5000 \text{ kW} \times 4000 \text{ óra/év}}{8,9 \text{ kWó/m}^3 \times 0,8} = 2\,800\,000 \text{ m}^3/\text{év földgáz}$$

### 2.2. FÜTÉS TERMÁLVÍZZEL

Geotermikus energia hasznosítása esetén szennyezőanyag kibocsátása nem történik.

A tervezett 1000 m-es kútból kitermelhető 492 000 m<sup>3</sup>/év vízmennyiség, hő hasznosítás után, visszasajtolásra kerül. Így termálvíz készlet igénybevételére sincs szükség.

## 3. A TERVEZETT TEVÉKENYSÉG ALAPADATAI

### 3.1. A TERVEZETT LÉTESÍTMÉNYEK

A geotermikus fűtéssel kapcsolatban szükséges létesítmények:

- *Termelő kút*

1000 m-es hévíz kút. 123 m<sup>3</sup>/ó 45 °C-os hőmérséklettel

Az átlagos napi víztermelés 1350 m<sup>3</sup>/nap.

- *Visszasajtoló kút:*

Előírányzott mélysége: 1000 m

Visszasajtolandó vízhozam: csúcsban 123 m<sup>3</sup>/ó, átlagosan 1350 m<sup>3</sup>/nap.

Visszasajtolandó termálvíz várható hőmérséklete: 10 °C

A tervezett kútfej-szerelvények, felszálló csővel ellátottak. A kútfejen a szabvány szerinti szerelvények, vízhozam és vízszintmérés lehetősége kialakításra kerül. A

kútfej-szerelvényeket hőszigetelt kútház illetve kútna fogja védeni. A visszasajtoló hévízkútnál a kútfej teljesen zárt, a visszasajtolási nyomás és hozam, valamint a hőmérsékletmérési lehetőség kialakításra kerül. A kútfejet itt kútnában helyezzük el..

- *Kitermelő- hő hasznosító rendszer*

A termelő kutak bűvárszivattyúja egy nyomás alatti gáztalanítóba majd a hőcserélőkre juttatja a termálvizet. Itt 30 C°-ra hűl, majd egy újabb hőcserélőn, hőszivattyú segítségével tovább hűl, és 10 C° hőmérséklettel, egy szivattyúegység szűrőkön át a visszasajtoló kútba juttatja.. A bűvárszivattyú, és a visszasajtoló szivattyú frekvencia vezérelt, a hőigény függvényében történik a víztermelés. A gáztalanításon kívül, más beavatkozás nem történik, a víz zárt rendszerben halad a visszasajtoló kútig.

A szűrők időszakos visszamosatása szűrt vízzel történik, várhatóan napi 1-200 l mennyiségben. A közvetlisztes víz egy ülepítő aknán át a csapadék csatornába kerül. Az éves mennyiség 20 – 30 m<sup>3</sup>. A hőellátó berendezések a meglévő kazánházban kerülnek elhelyezésre

A vízvezeték fektetése, a visszasajtoló kúthoz földárókban történik a mellékelt helyszínrajzon rögzített nyomvonalon.

- *Vezérlés*

A termelést és visszasajtolást PLC felügyeleti rendszer kíséri figyelemmel. A termelt és visszasajtoló termálvíz mennyisége, hőfoka és nyomásértéke regisztrálásra kerül.

### 3.2. A TERVEZETT KUTAK VÁRHATÓ CSÖVEZÉSI ADATAI

Mélységköz (m)			Csővezés
0	-	20	508 x 6 mm Ø spirál hegesztett acélcső cementezve
0	-	350	323,9 x 7,1 mm Ø API std acélcső cementezve
350	-	650	244,5 x 8,09 mm Ø API std. acélcső cementezve
600	-	800	177,8x7,1 mm Ø API std. acélcső cementezve
780	-	1000	114 x 5,28 mm Ø API std. acélcső perforált szűrővel

Előírányzott visszasajtolási vízhozam, 123 m<sup>3</sup>/ó

Előírányzott vízhőmérséklet: 10 °C

A visszasajtolást tehát a 800 - 1000 m közötti repedezett mészkő hévíztárolókba tervezzük, a geofizikai szelvény alapján kiválasztott, pontosított mélységközbe.

### 3.3. A TEVÉKENYSÉG HELYE

A tervezett létesítmények Miskolc, Hrsz. 3086/25. területen helyezkednek el. Pontszerű helyüket az *1, 2. és 3 sz. melléklet* szemlélteti.

#### 3.1 A TERVEZETT TECHNOLOGIA ÖSSZEFOGLALÓ FOLYAMATÁNAK ISMERTETÉSE, VALAMINT AZ ANYAG FELHASZNÁLÁS FŐBB MUTATÓI

A tervezett hévízellátó rendszer sémája:

Kitermelő kút → Hő hasznosítás → Mikro szűrés → Visszasajtolás  
(Minden fázis monitorozásra kerül)

A technológiai folyamat során anyagfelhasználás nem történik.

A hő központban a tervezett hőszivattyú növeli a biztonságot.

A 10 °C-ra lehűlt víz mikroszűrés után a visszasajtolásra kerül.

A visszasajtolás várhatóan max. 6 bar nyomással történik.

Amennyiben a visszasajtolási nyomás ennél magasabbra emelkedik, kompresszorozással, tisztítószivattyúzással kell a kolmatációt megszüntetni.

#### 3.4. A TEVÉKENYSÉG ELMARADÁSÁBÓL SZÁRMAZÓ KÖRNYEZETI KÖVETKEZMÉNYEK ISMERTETÉSE, A VÁRHATÓ HELYETTESÍTÉS (MÁS FŰTÉSI MÓD) KÖRNYEZETI KÖVETKEZMÉNYEINEK BECSLÉSE

A geotermikus energia felhasználás elmaradása esetén a tervezett létesítményeket földgázzal fűtenék. Ennek következtében mintegy 2 800 000 m<sup>3</sup> gáz eltüzelésével, jelentős levegőszennyezéssel (káros emisszióval) kel számolni.

### 4. KÖRNYEZETI HATÁSOK ELŐZETES BECSLÉSE

A környezeti hatások előzetes becslését, a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezési eljárásról szóló 314/2005. (XII. 25.) Korm. rendelet szerint, a tervezett tevékenység kivitelezési, üzemeltetési és felhagyási szakaszaiban vizsgáljuk.

## 4.1. A LÉTESÍTÉS SORÁN JELENTKEZŐ KÖRNYEZETI HATÁSOK

### 4.1.1 A talajra gyakorolt környezeti hatás

A hévíz kutak létesítése során, a fúróberendezés kivett művelési ágú területen helyezkedik el. Az öblítés tartályból történik, így a talajt semmilyen hatás nem éri.

A vezeték építése üzemi területen történik, a talajt nem érinti.

A munkaárokából, hévíz-kutakból kitermelt meddő anyagot mezőgazdasági területen elhelyezni nem szabad, az kommunális hulladéklerakóba kerül.

A létesítmények kivett művelési ágú területen valósulnak meg, így a kivitelezés termőföldet nem érint.

A tervezett tevékenység a talaj szerkezetében változást nem okoz.

Talajra gyakorolt környezeti hatásterület lehatárolása:

*Külön hatásterület lehatárolása nem szükséges.*

### 4.1.2 A felszíni – felszín alatti vizekre gyakorolt hatás

A tervezett tevékenységnek a felszíni vizekre gyakorolt hatása nem értelmezhető, így annak vizsgálatával nem foglalkozunk.

Már a létesítés fázisában jelentős beavatkozás történik a felszín alatti vízrendszerbe. A mélyfúrású kút létesítése során 1000 m-ig harántolják a földtani képződményeket, majd a kútkiképzés során kb. 2500 l/perc volumenű víztermelések történnek. Ez a beavatkozás időszakos, egyszeri. Hasonlóan rövid idejű hatásnak értékeljük a visszasajtoló rendszer műtárgyainak megépültét követő próbaüzemet is. Tapasztalatunk szerint a becsült 10-10 napos próbatermeltetés mintegy 150-200 m-es hatástávolságokat eredményez. Mivel az üzemszerű működés teljesen hasonló, de hatásában lényegesen nagyobb változásokat idéz elő a felszín alatti vizek környezeti állapotában, ezért a létesítési szakasz további (vízszintekre és víz hőmérsékletekre gyakorolt) részletes vizsgálatától eltekintünk.

A kivitelezés során kitermelt termálvíz mindkét kútnál a közeli, engedélyes tulajdonában lévő csatornába, vezethető. Alacsony sótartalma miatt, a kis mennyiség, a befogadóra káros hatást nem gyakorol.

Vizekre gyakorolt környezeti hatásterület lehatárolása:

*Felszíni vizekre vonatkozó hatásterület kijelölése nem szükséges.*

*Felszín alatti vizekre vonatkozó hatásterület egy-egy 200 m-es sugarú körben vonható meg.*

### 4.1.3 A levegőre gyakorolt hatás

A geotermikus energia felhasználás elmaradása esetén a tervezett létesítményeket földgázzal fűtenék. Ennek következtében felhasználásra kerül 2 800 000 m<sup>3</sup> földgáz évente. Ez esetben az alábbi káros emisszióval kell számolni:

CO = 0,85 t/év

NO<sub>2</sub> = 14,7 t/év

SO<sub>4</sub> = 0,62 t/év

CO<sub>2</sub> = 2170 t/év.

A geotermikus energia hasznosítása esetén a fenti anyagok légterbe jutása elmarad.

A kút kivitelezése során alkalmazott fúróberendezés és szállító járművek belsőégésű motorjai diesel üzeműek.

A kivitelezés alatt így égéstermék kerül a levegőbe.

Működési idő	Típus	Üzemanyag Norma (l/h)	Üzemanyag fogyasztás
Fúróberendezés: 2 x 30 nap (T és V1)	T-5/B VOLVO	25,5	36000 l
Kompresszor: 2 x 5 nap(T és V1)	PICD -12	17,5	4200 l
Szállító járművek: 2 x 20 óra (T és V1)	Tátra – 815	20,0	800 l
Összesen:			41 000 l

Mivel a lég-szennyezettségi határértékekről, a levegőterheltségi szint határértékeiről és a helyhez kötött légszennyező pontforrások kibocsátási határértékeiről szóló 4/2011. (I. 14.) VM rendelet 7. melléklete 2.8.1. „Helyhez kötött benzin- és dízelüzemű belső égésű motorok c. pontjában megállapított kibocsátási határértékek az 50 kg/h fölötti üzemanyag fogyasztású berendezésekre vonatkoznak, ezért a munkagépek kibocsátási határértékeit a nem közúti mozgó gépekbe építendő belső égésű motorok gáznemű és részecskékből álló szennyezőanyag-kibocsátásának korlátozásáról szóló 75/2005. (IX. 29.) GKM–KvVM együttes rendelet előírásai szerint vettük figyelembe.

A felhasznált gázolaj energia tartalma 45-46 MJ/kg, sűrűsége 0.820-0.845 kg/liter.

A munkagépek hő teljesítménye így:

- **T-5/B VOLVO fűróberendezés**
  - üzemanyag fogyasztás:  $25,5 \text{ l/h} * 0.845 \text{ kg/l} = 21,5 \text{ kg/h}$
  - teljesítmény:  $21,5 \text{ kg/h} * 46 \text{ MJ/kg} = 989 \text{ MJ/h} = 275 \text{ kW}$
- **PICD -10 kompresszor**
  - üzemanyag fogyasztás:  $17,5 \text{ l/h} * 0.845 \text{ kg/l} = 14,8 \text{ kg/h}$
  - teljesítmény:  $14,8 \text{ kg/h} * 46 \text{ MJ/kg} = 680 \text{ MJ/h} = 189 \text{ kW}$
- **PICD -12 kompresszor**
  - üzemanyag fogyasztás:  $20,0 \text{ l/h} * 0.845 \text{ kg/l} = 16,9 \text{ kg/h}$
  - teljesítmény:  $16,9 \text{ kg/h} * 46 \text{ MJ/kg} = 777 \text{ MJ/h} = 216 \text{ kW}$

E szerint a II. szabályozási lépcsőben D, E, F, G kategóriájú motorok esetében a kibocsátások nem haladhatják meg az alábbi értékeket.

Leadott teljesítmény (P) (kW)	Szén-monoxid (CO) (g/kWh)	Nitrogén-oxidok (NOx) (g/kWh)	Részecskék (PM10) (g/kWh)	Szénhidrogének (HC) (g/kWh)
E: $130 > P < 560$	3,5	6,0	0,2	1,0

A kibocsátott szennyező anyagok a kivitelezés ideje alatt:

*fajlagos kibocsátás (g/kWh) \* teljesítmény (kW) / 1000 = kibocsátás (kg/h)*

Gépek	Szén-monoxid (CO) (kg/h)	Nitrogén-oxidok (NOx) (kg/h)	Részecskék (PM10) (kg/h)	Szénhidrogének (HC) (kg/h)
T-5/B VOLVO	0.482	0.825	0.028	0.138
PICD -12	0.331	0.567	0.019	0.095
Tátra – 815	0.378	0.648	0.022	0.108

A kivitelezés során az alkalmazott berendezések működése során a kút építéskor a levegőbe juttatott összes szennyező anyag:

*összes kibocsátás (kg) = kibocsátás (kg/h) \* üzemóra (h)*

Gépek	Szén-monoxid (CO) (kg)	Nitrogén-oxidok (NO <sub>x</sub> ) (kg)	Részecskék (PM10) (kg)	Szénhidrogének (HC) (kg)
T-5/B VOLVO	693	1188	39.5	198
PICD -12	79.5	136	4.55	22.5
Tátra – 815	15	26	0.85	4.3
<b>ÖSSZESEN</b>	<b>787,5</b>	<b>1350</b>	<b>45</b>	<b>225</b>

Az MSZ 21459/1-1981 magyar szabvány 4.3.1. pontja szerint folytonos pontforrás környezetében a maximális felszín közeli koncentráció a légköri stabilitás mértékétől függően a szennyező forrástól azon  $x_{max}$  szél menti távolságban alakul ki, ahol a  $\sigma_z$  függőleges turbulens szóródási együttható értéke,  $\sigma_z = 0,707 \cdot H$  ( $H$  az ún. effektív kibocsátási magasság). Ebben a távolságban az 1 óra átlagolási időtartamra vonatkozó maximális koncentrációt ( $C_{max,1}$ ) az alábbi kifejezés adja.

*gáz halmazállapotú szennyezőkre:*

$$C_{max,1} = \frac{E \cdot 10^3}{\pi \cdot e \cdot u \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} [\mu g / m^3],$$

*üledő szilárd szennyezőkre (porra):*

$$C_{max,1} = \frac{E \cdot (1 + g) \cdot 10^3}{2 \cdot \pi \cdot e \cdot u \cdot \sigma_y \cdot \sigma_z} [\mu g / m^3], \text{ ahol}$$

$E$  a forrás szennyező anyag kibocsátása, mg/s;

$e=2,718$ , a természetes logaritmus alapja;

$u$  a jellemző szélesebbesség rövid időtartam alatti középértéke (MSZ 21457-3:1980);

$\sigma_y, \sigma_z$  a vízszintes és függőleges turbulens szóródási együttható (MSZ 21457/1-1980), m;

$g$  az ún. tükrözési tényező, értéke a szilárd anyag részecskék üledési sebessége

függvényében 0,1 – 1,0 közötti, gépjárművek esetén.

Az MSZ 21457-4:1980 alapján  $\sigma_y$  és  $\sigma_z$  az alábbi képletek segítségével számíthatók ki:

$$\sigma_y = 0,08 \left( 6 \cdot p^{-0,3} + 1 - \ln \frac{H}{z_0} \right) \cdot x^{0,367(2,5-p)} \quad [m], \text{ és}$$

$$\sigma_z = 0,38 \cdot p^{1,3} \left( 8,7 - \ln \frac{H}{z_0} \right) \cdot x^{1,55 \cdot \exp(-2,35 \cdot p)} \quad [m], \text{ és}$$

ahol  $\sigma_y$  a vízszintes irányú kezdeti szóródási együttható,  $m$

$\sigma_z$  a függőleges irányú kezdeti szóródási együttható,  $m$

$p$  a légköri stabilitástól függő szélprofil egyenlet kitevője,  $s$  a Szepesi-féle  $S$  stabilitási indikátor függvényében az alábbi táblázatból meghatározható (MSZ 21457-4:1980 2.3.1. pontja)

Stabilitási kategória	7 Labilis	6 Normális	5 Pozitív izoterm	4 Negatív izoterm	3 Gyenge inverzió	2 Inverzió	1 Erős inverzió
$p$	0,170	0,282	0,343	0,384	0,427	0,446	0,464

$H$  a kibocsátás effektív magassága, értéke  $H = 2\text{ m}$ ;

$z_0$  az érdességi paraméter, a talajfelszín jellegétől függ,  $m$ . Értéke az MSZ 21457-4:1980

2.3.2. pontja alapján városi területre  $z_0 = 2\text{ m}$

$E$  a gáz alakú szennyező anyag kibocsátás  $mg/s$ -ban.

A levegő védelméről szóló 306/2010. (XII. 23.) Kormányrendelet 2. §. 14. a)-b) pontjai az alábbiak szerint határozza meg a légszennyező tevékenység közvetlen hatásterületét:

„a vizsgált pontforrás körül lehatárolható azon legnagyobb terület, ahol a pontforrás által maximális kapacitáskihasználás mellett kibocsátott légszennyező anyag terjedése következtében a vonatkoztatási időtartamra számított, a légszennyező pontforrás környezetében fellépő leggyakoribb meteorológiai viszonyok mellett, a füstfáklya tengelye alatt várható talaj közeli levegőterheltség-változás

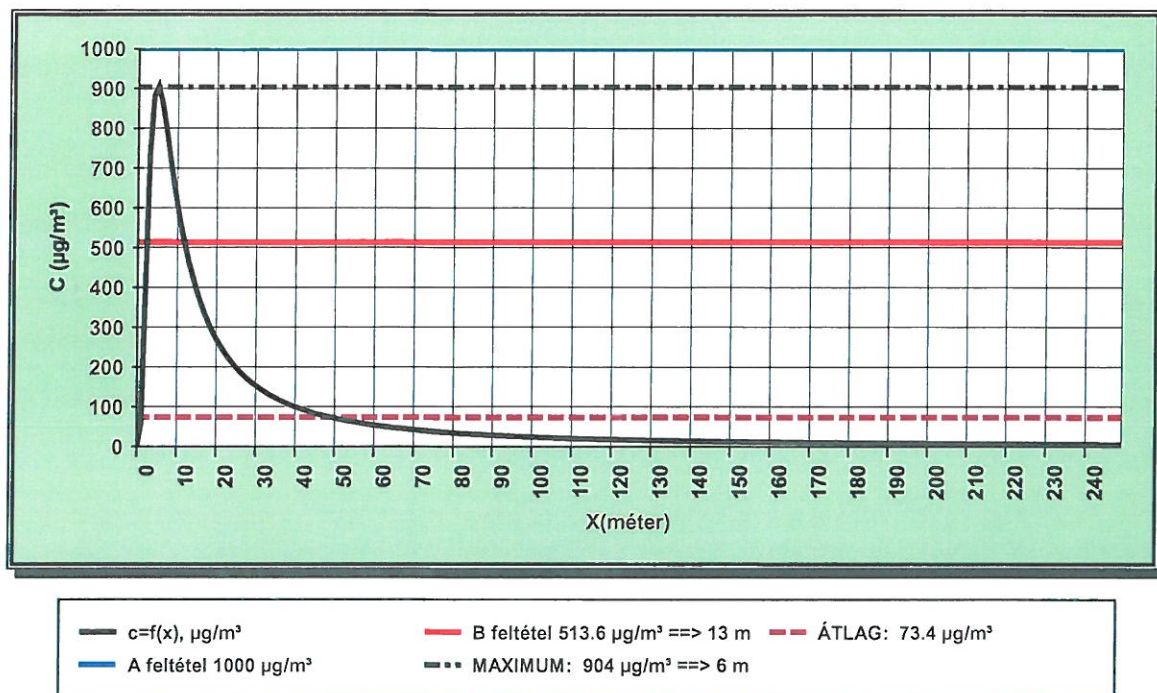
a) az egyórás ( $PM_{10}$  esetében 24 órás) lég-szennyezettségi határérték 10%-ánál nagyobb, vagy

b) a terhelhetőség 20%-ánál nagyobb.

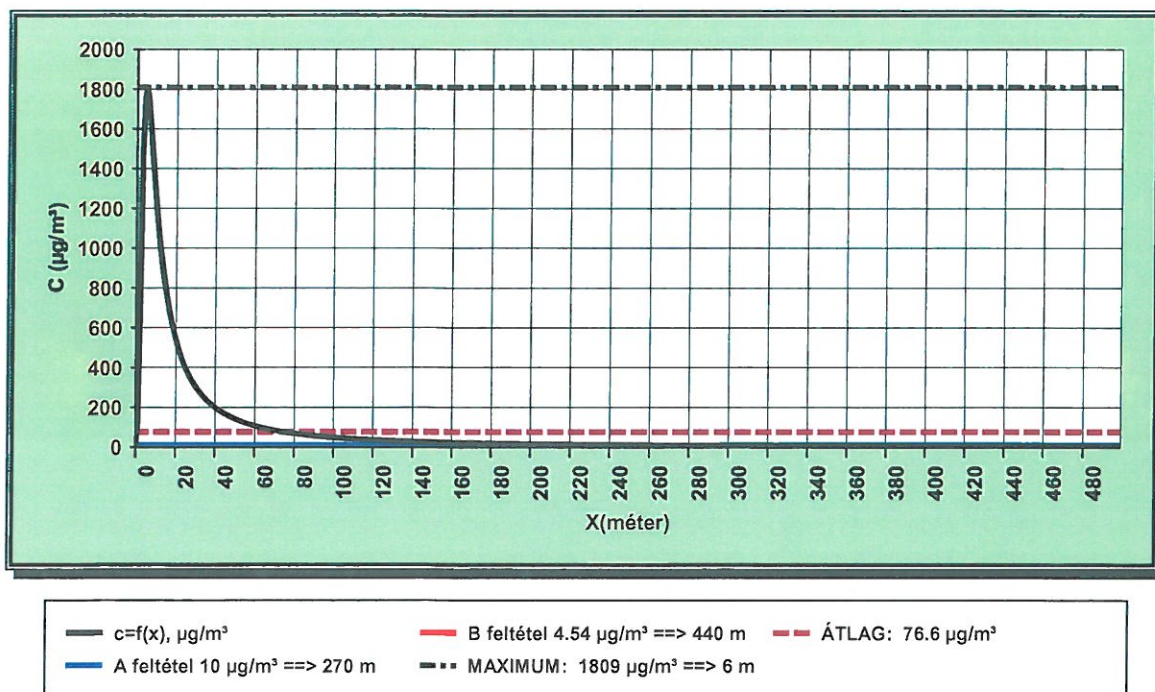
Az Országos Légszennyezés Mérő hálózat adatai szerint (<http://kvvm.hu/olm>), az alábbi átlagos évi légszennyezettséget vettük figyelembe:

ÁTLAG	CO ( $\mu g/m^3$ )	NO2 ( $\mu g/m^3$ )	PM10 ( $\mu g/m^3$ )
	481	24,9	39,3

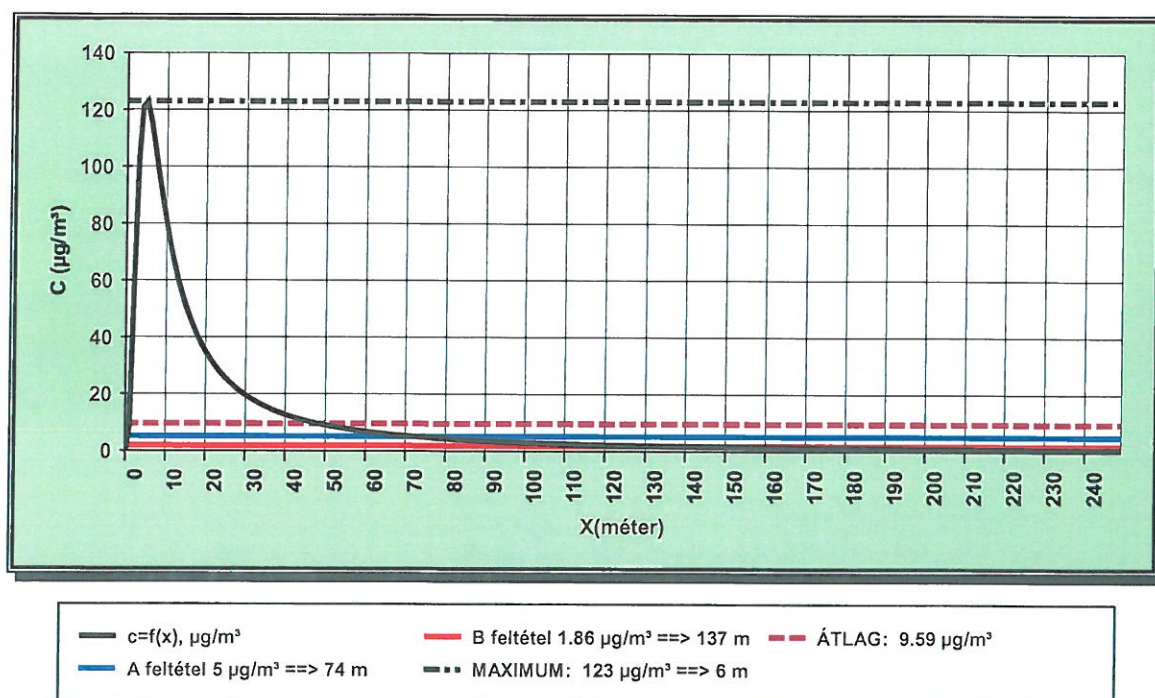
Pontforrás közvetlen hatástávolsága a 306/2011.(XII.23.) Korm rendelet alapján.  
A vizsgált anyag: Szén-monoxid, CO



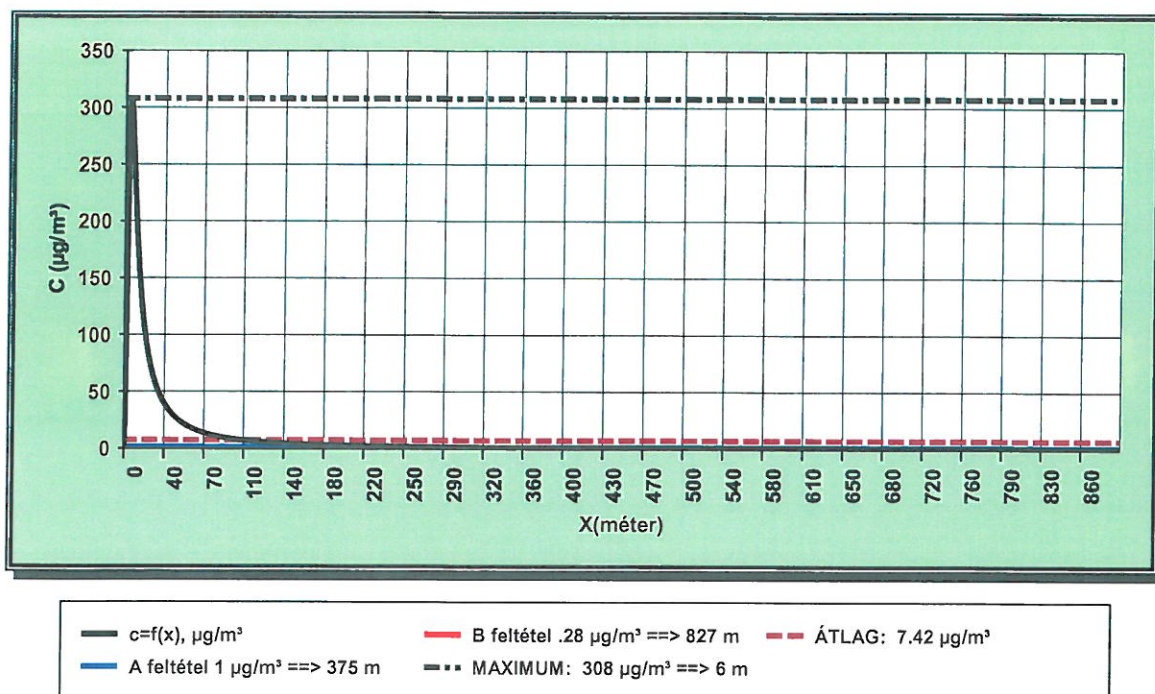
Pontforrás közvetlen hatástávolsága a 306/2011.(XII.23.) Korm rendelet alapján.  
A vizsgált anyag: Nitrogén-dioxid, NO<sub>2</sub>



Pontforrás közvetlen hatástávolsága a 306/2011.(XII.23.) Korm rendelet alapján.  
A vizsgált anyag: PM10 szálló por



Pontforrás közvetlen hatástávolsága a 306/2011.(XII.23.) Korm rendelet alapján.  
A vizsgált anyag: TNMHC



A fenti definíció szerint meghatározott értékek közül a legnagyobbat fogadhatjuk el a hatásterületként, így a telepítés levegőkörnyezeti hatásterülete 827 méter (TNMHC).

Ez azonban csak tájékoztató jellegű, mivel ez utóbbi esetben a benzol határértékeit vettük figyelembe.

A hozzáadott rövid idejű szennyezettség, mint látható, nem jelentős és 30 napon belül megszűnik. A vizsgált 2x2 km területen a telepítés során várható átlagos immisszió növekedés:

CO	NO <sub>2</sub>	PM10	TNMHC
µg/m <sup>3</sup>			
3,4	5,81	0,19	0,969

A várható eredő immisszió a telepítés idején:

Immisszió	NO <sub>2</sub>	CO	PM10
Előtte (µg/m <sup>3</sup> )	24,9	481	39,3
Járulékos immisszió (µg/m <sup>3</sup> )	5.81	3.4	0.19
Növekedés (%)	23,3%	0,70%	0.48%
Eredő immisszió a telepítés során (µg/m <sup>3</sup> )	30,71	484,4	39,49

\* a benzol szennyezettséghez viszonyítás csak tájékoztató jellegű.

Tehát a munkagépek által okozott várható immisszió növekedés nem éri el a határértékeket. Ez a szennyezettség növekedés is, a telepítés befejezésével megszűnik, időtartama maximum 30 nap.

Levegővédelmi hatásterületét kijelölése nem szükséges.

#### 4.1.4 A zajterhelés környezetre gyakorolt hatása

A zajvédelmi munkarészben a tervezési területet jelenlegi és a megvalósulás után várható zajviszonyait értékeljük, illetve hasonlítjuk össze. Ez kell, tartalmazza –indokolt esetben- a határértékek teljesítéséhez szükséges intézkedéseket is.

Várhatóan egy termelő, és egy visszasajtoló kút fúrására kerül sor. Az érintett helyszín Miskolc város külterülete,

A város Településrendezési Terve szerint a mindkét kútnál üzemi terület,(kórház) található. A legközelebbi lakóépület a visszasajtoló kút fúrási pontjától D-re, 200 m távolságban helyezkedik el. A termelő kútnál a legközelebbi lakóépület 350 m-re található.

A zajvédelmi vizsgálatok során a 284/2007.(X.29.) Korm. rendelet 2. sz. melléklete szerinti követelmények teljesítése szükséges.

A helyszínekre telepítendő fúróberendezés megegyezik a VIKUV megbízására a Paksi uszoda területére telepítettel, ahol Széll Gábor akusztikus kolléga 2009 áprilisában hangnyomásszint

méréseket végzett és a mérési dokumentációt rendelkezésünkre bocsátotta. A számítások során ennek mérési eredményeit felhasználtuk.

#### A zajkibocsátási vizsgálatok eredménye:

A mérési eredményeket a zajforrások egyenkénti üzemeltetése esetén részletesen az alábbi táblázat tartalmazza 20- 200 m közötti távolságra számítva a mérési adatokat az egyenértékű hangnyomásszintek ( $L_{Aeq}$ ) birtokában:

Gép, berendezés megnevezése	Mérési pont száma	Mérési pont távolsága	Mért $L_{Aeq}$ (dB)	$L_{Aeq}$ 20 m- re	$L_{Aeq}$ 40 m- re	$L_{Aeq}$ 80 m- re	$L_{Aeq}$ 100 m-re	$L_{Aeq}$ 200 m-re
Fűrótorony	1	8	73,0	65,0	59,0	53,0	51,1	45,0
Fűrótorony	2	13	71,8	68,1	62,0	56,0	54,1	48,1
Fűrótorony	3	13,6	72,1	68,8	62,7	56,7	54,8	48,8
Fűrótorony	4	15,4	65,3	63,0	57,0	51,0	49,1	43,0
Iszapszivattyú	5	6	81,2	70,7	64,7	58,7	56,8	50,7
Iszapszivattyú	6	6	81,7	71,2	65,2	59,2	57,3	51,2
Iszapszivattyú	7	6	80,8	70,3	64,3	58,3	56,4	50,3
Iszapszivattyú	8	6	81,6	71,1	65,1	59,1	57,2	51,1
Kompresszor	9	5	75,0	63,0	56,9	50,9	49,0	43,0
Kompresszor	10	5	68,0	56,0	49,9	43,9	42,0	36,0
Kompresszor	11	5	74,8	62,8	56,7	50,7	48,8	42,8
Kompresszor	12	5	67,8	55,8	49,7	43,7	41,8	35,8

A jelen vizsgálat célja zaj- és rezgésvédelmi szempontból, a fűróberendezés üzemelésével együtt járó zajhatás elemzése, vizsgálata, a kialakuló állapot előrebecslése.

A számítások során alkalmazott előírások, szabványok, segédanyagok:

- 284/2007. (X.29.) Korm. rendelete a környezeti zaj és rezgés elleni védelem egyes szabályairól.
- 93/2007. (XII.18.) KvVM rendelet a zajkibocsátási határérték megállapításának, valamint a zaj és rezgéskibocsátás ellenőrzésének módjáról.
- 27/2008.(XII.3.) KvVM-EüM együttes rendelet a zaj- és rezgésterhelési határértékek megállapításáról.
- MSZ 18150-1: 1998 A környezeti zaj vizsgálata és értékelése.
- MSZ 18150-1: 1998 sz. szabvány „A környezeti zaj vizsgálata és értékelése”.
- MSZ 15036: 2002 sz. szabvány „Hangterjedés a szabadban”.
- MSZ ISO 9613-1:2005. Akusztika. A hang csillapítása szabadtéri terjedés esetén. 1. rész: A légköri hangelnyelés számítása.

Határértékek:

Az üzemi létesítményekre vonatkozóan a 27/2008.(XII.3) KvVM-EüM rendelet előírásai vonatkoznak, amennyiben a környezetben zajvédelmi szempontból védendő létesítmény található. E rendelet 1. melléklete 2. pontja szerint a lakóterületi ingatlanok esetén az üzemi eredetű zajterhelési határérték:

nappal: 50dB

éjjel: 40 dB

Gazdasági területen: nappal: 60 dB

éjjel: 50 dB

Építési kivitelezési tevékenységekre vonatkozóan, ha az építés időtartama 1 hónap vagy kevesebb, a 2. sz. melléklet 2. illetve 4-es pontja szerinti lakóterületi környezetben:

nappal: 65 dB\*

éjjel: 50 dB\*

*(\*A nappali időszak 6-22-óra közötti, a minősítés alapja a legkedvezőtlenebb összefüggő 8 óra. Az éjszakai a 22-6 óra közötti, a minősítés alapja a legkedvezőtlenebb 0,5 óra.)*

Tervezett létesítmény elhelyezkedése, építmények és zajforrások

A kutak üzembe helyezése utáni technológiai berendezéseinek részletes leírását az engedélyezési terv tartalmazza, ebben a munkarészben nem szükséges részletezni. Mindkét kútfej hangszigeteléssel –ami egyben hőszigetelést is biztosít-, ellátott kútházba kerül.

A termelő kutak zajforrása az 2500 l/perc teljesítményű búvárszivattyú és a szivattyúházban 12,5 kW-os motorral szerelt nyomásfokozó szivattyú. Mérések szerint a kútháztól és a szivattyúháztól mért 10 m-re a hangnyomásszint nem éri el a 45 dB-t.

A létesítés (kútfúrás) zajkibocsátása

A technológiai eredetű zajkibocsátásra vonatkozóan a 12-KZ/2009. munkaszámú zajvizsgálati jegyzőkönyvben mért adatokat használjuk fel.

A hivatkozott jegyzőkönyv szerint a mérési és számítási adatokból megállapítható, a fúróberendezés zajkibocsátása a fúrás helyszínétől nappal 29 m-re éjszaka 140 m-re teljesíti a hivatkozott jogszabály szerint lakóterületre engedélyezett határértéket abban az esetben, ha az egyes kutak megfúrása egy hónap alatt elvégezhető.

A szakvélemény szerint a fúrás befejező műveleteként beüzemeltetésre kerülő kompresszor zajkibocsátása kisebb, de a zaj keskenysávú komponense miatt a védőtávolság éjszaka 140 m.

*A 284/2007.(X.29.) korm. rendelet 6.§. b.) szerinti hatásterületének (nappal 55 dB, éjjel 40 dB) sugara – ha a fűróberendezést és az iszapszivattyút egyetlen pontforrásként kezeljük*

*nappal: 120 m\**

*éjjel: 360 m\**

(\*A hatásterület kiszámításánál figyelembe vettük a hivatkozott mérési jegyzőkönyvben is alkalmazott földhatás, növényzet és levegő csillapításaként alkalmazható korrekciós tényezőt, de nem vettük figyelembe az épületek, falak (gát) árnyékoló hatását és a lehetséges reflexiókat)

#### A védendő lakóingatlanokra számított zajterhelés.

A hatásterületeket ábrázoló helyszínrajzra a nappali és éjszakai időszakra vonatkozó zajkibocsátási határérték 65/50 dB (nappal/éjjel) hatáskörét (sugara nappal 29 m, éjszaka 140 m) feltüntettük. A hatáskör megjelenítésekor nem vettük figyelembe az épületek, hanggátlását, de a növényzet, levegő, földhatás csillapítását igen. (ezeknek a csillapításoknak csak a 100 m-nél nagyobb távolság esetén van jelentősége) A fenti távolságon belül sem lakóépület, sem betegellátást szolgáló kórházi épület nincs.

#### Közlekedési eredetű zaj vizsgálata

##### *Anyagmozgatás és szállítás*

A fűróberendezés és kiszolgáló létesítményei (anyagkonténerek, mobil iroda, kompresszor, iszapszivattyú stb.) letelepítéséhez, az iszaptároló kialakításához különböző gépek járművek szükségesek.

Ezek két alkalommal mozognak, a letelepítéskor és elszállítás során. A feladat elvégzését követően a helyszínt elhagyják.

A szükséges gépeket az alábbi táblázatba foglaltuk össze:

A kivitelezés során alkalmazandó munkagépek

Gép megnevezése	Típus	Teljesítmény(kW)	db	Napi üzemóra
Árokásó rakodó	Caterpillar	73	1	3-4
Autódaru	változó	változó	1	Időszakos
Nehézteher gépjármű	változó	70	2	Időszakos
Teleszkópos rakodó	Caterpillar	90	1	3-4

A fűrási helyszínek kiszolgálását az alábbi „mozgó zajforrások” biztosítják:

Dolgozók, felügyeletet ellátók személygépjárművei: napi 5-6 db. személygépjármű.

Anyag, alkatrész, üzemanyag szállítás napi 1 db. max. 3,5 t-ás kisteher-gépjármű.

A termelő és visszasajtoló kutakhoz csővezetékek fognak vezetni, a talajszint alatt kialakított árokban. Ezeknek a kiásását vagy egy árokásó célgép, vagy az árokásó rakodó fogja végezni. Az árokásás mozgó zajforrásként kezelendő, ami néhány óra alatt végez az egyes helyszíneken. Zajhatását a behatás rövid időtartama miatt nem szükséges meghatározni,

A kutak 200 m-es körzetében lakóépület nincs, itt zajvédelem nem szükséges.

A közlekedési eredetű zajnövekmény mértéke a csekély forgalom miatt szintén elhanyagolható.

A fentiek alapján, zajvédelmi hatásterületként kizárólag a kivitelezés időtartamára 140 m sugarú kör jelölhető ki.

#### 4.1.5 Hulladékok káros hatása elleni védelem

A kivitelezés során kisebb mennyiségű, kommunális hulladék keletkezik, melyet a munkát végző 16 fő dolgozó zárt konténerben gyűjt és a legközelebbi hulladéklerakóba elszállít.

Veszélyes hulladék csak havária esetén keletkezik - olaj, vagy gázolaj - ezek védelmére kármentő szolgál.

A fűróiszap veszélyes anyagot nem tartalmaz, veszélyes hulladék nem keletkezik. Az iszap a következő fűrási munkahelyen újra hasznosítható, így továbbszállításra kerül. A kisebb mennyiségű cementes iszap újrahasznosításra az ezzel foglalkozó cégek egyike által ugyancsak elszállításra kerül. Mennyisége max. 50 m<sup>3</sup>/kút

A kivitelezés során keletkező hulladékok becsült mennyisége:

- fűróiszap 100 m <sup>3</sup>	EWC kódja	010504
- cementes zsák 10 kg	EWC kódja	150101
- törülő rongy 5 kg	EWC kódja	150202
- kommunális hulladék 50 kg	EWC kódja	200301

#### 4.1.6 A tájban és az ökológiai viszonyokban várható változás

A tervezett létesítmények mesterséges, épített környezetben helyezkednek el, kialakításuk (kutak, vezetékek) nagyrészt a terepszint alatti.

A kivitelezés a terület arculatát érdemben nem befolyásolja.

## 4.2. AZ ÜZEMELTETÉS SORÁN JELENTKEZŐ KÖRNYEZETI HATÁSOK

### 4.2.1 A talajra gyakorolt hatás

A hévízellátó rendszer üzemeltetése során a talajra gyakorolt hatásról nem beszélhetünk. Havária esetén előfordulhat, hogy csőtörés miatt termálvíz kerül a talajba.

A tervezett felügyeleti rendszer azonban ezt azonnal érzékeli, és az üzemet letiltja.

*Külön hatásterület lehatárolása nem szükséges.*

#### **4.2.2 A felszíni, felszín alatti vizekre gyakorolt hatás**

Az üzemeltetés során, visszasajtolás esetén, a felszíni vizekkel semmilyen kapcsolat nem létesül. A kitermelt termálvíz maradéktalanul visszasajtolásra kerül.

A felszín alatti víztartókra szennyező hatásról nem beszélhetünk, mivel a kitermelt víz teljesen zárt rendszerben, minőségi változás nélkül, ugyanabba a hévízadóba visszasajtolásra kerül.

Két hatás részletes vizsgálata szükséges:

- Vízkivétel és visszasajtolás nyomásszintekre (környező kutakra) gyakorolt vizsgálata.
- Visszasajtoló, lehűlt termálvíz hűtő hatásának vizsgálata.

Ezek részletes vizsgálata megtörtént. A hidrogeológiai és hő-transzport modellezés eredményét kivonatolt formában az alábbiakban közöljük:

### **HIDROGEOLÓGIAI ÉS HŐTRANSZPORT MODELLEZÉS.**

#### **1. FÖLDRAJZI ELHELYEZKEDÉS.**

A Borsod – Abaúj – Zemplén Megyei Központi Kórház Miskolc belterületének É-i határában található, a Kazincbarcika felé vezető műút K-i oldalán, a 3086/25 Hrsz. területen.

A terület Miskolc É-i részén, a Sajó – Hernád- Sík területén helyezkedik el. Ez, a Bük – hegységtől ÉK-re, a Tardonai dombság délkeleti peremén található. Tengerszint feletti magassága 124 -130 mBf. A fúrási ponttól K-re, kb. 1 km távolságban folyik a Sajó. A terület sík, a Sajó egykori árterülete.

#### **2. TÉRSÉG FÖLDTANI, VÍZFÖLDTANI ADATAI.**

A Bük hegységet, és a kutatási terület alatt mélybe süllyedt alaphegységet triász karbonátok, mészkő, tűzköves mészkő alkotja. A terület alatt, 600 – 1000 m. között helyezkedik el a felső és középső triász karbonátos összlet. Ennek repedésrendszere a térség fő hévíz bázisa.

A benne tárolt víz hőmérséklete függ a kőzet mélységétől, és a Bük felszíni, fő tömegét alkotó beszivárgási területtől való távolságtól. Az adott területen az alaphegység mélységét 700 -800 m közöttire becsüljük. Általában a karbonátos összlet felső 150 -200 m-es szakasza

karsztosodik, ezért a kutak mélységét 1000 m-ben irányozzuk elő.

A várható réteghőmérséklet 50-60 C°.

A terület az eocén végéig szárazulat volt. Ekkor induló tengerelöntés képződményei az eocén alapkonglomerátum, néhány méter vastagságú.

Erre oligocén agyag, agyagmárga és homokkő települ, 100 – 400 m vastagságban.

Az oligocénre, illetve annak lepusztulása esetén, közvetlenül a triász felszínre, miocén tengeri összlet, agyag, homok, aleurit és tufa települ. A kórház térségében ennek homokrétegeit nyitották meg az ivóvíz kutak, 100 -250 m mélységben.

A miocén összletre pleisztocén folyóvízi homok, kavicsos homok települ, 15 -20 m, keletre fokozatosan növekvő vastagságban.

A fentiek alapján a kutatási területen az alábbi földtani rétegsor várható:

0 -20 m-ig:	pleisztocén kavicsos homok, homok
20 – 300 m-ig:	miocén aleurit, homok, agyag, tufa
300 – 800 m-ig:	oligocén (miocén) agyag, agyagmárga, homokkő
800 – 1000 m-ig:	triász mészkő

. A térségben létesített termál kutak adatait az alábbi **1 sz. táblázat** ismerteti:

Név	Kat. szám	Talp m	Nyug. m	Nyug. mBf	Szűrő kezdet m	Szűrő kezdet mBf	Víz hőm C°	Terep mBf
Arnót Bénó G.	K-16	632	+3,1	118,1	607,6	-492,5	51	115
Arnót Bénó G-2	K-17	769	+12,5	126,7	712,6	-598,6	50,6	114
Miskolc ME 1.	K-103	343	+1,1	126,0	260,8	-135,8	33	125
Miskolc ME 2.	B-187	310	+1,7	128,8	271	-143,9	32	127
Miskolc, Hús	K-117	453	+13,3	132,2	592	-475	45	112
Miskolc,	B-10	633	+10,2	126,9	601,8	-485	40	116,7
Selyemrét								
Miskolc Selyemrét	B-69	620	+13,3	130,2	592	-475	45	116,9
Miskolc,	B-72/A	482	+3,6	133,4	469	-339	47	129,8
Szabadság								
Miskolc vízmű	B-109	466	+10,2	126,1	447,2	-331,2	45	127,2

### 1 sz. táblázat.

A fenti táblázat adataiból látható, hogy a karsztvíz szintje a térségben 126 és 133 mBf között változik. A kutatási területen 132-133 mBf értéket várunk, azaz a nyugalmi vízszint 3-4 m-rel a 130 mBf. terepszint felett várható. Metántartalom nem, kevés széndioxid azonban várható. A rétegyomás hidrosztatikus.

## 3. SZIVÁRGÁSHIDRAULIKAI ÉS HŐTRANSPORT MODELLEZÉS

### 3.1. A FEFLOW 7.3 környezet bemutatása

A hidrodinamikai számítások során a FEFLOW 7.4 FMH3 (3D+2D) verzióját (©1979-2021, DHI) használtuk. A szoftver véges elem módszerrel számol, mely a modellezett tér tetszőleges csomópontú felosztását teszi lehetővé, teljesen vagy részlegesen automatikus hálógenerálási algoritmusok segítségével. A program rendelkezik elő- és utófeldolgozó képességekkel, valamint egy hatékony szimulációs kóddal. Más rendszerekkel ellentétben, ez az alkalmazás nem egy grafikus felhasználói felület, melyet egy külön fejlesztett szimulációs központi mag köré fejlesztettek, hanem a központi magtól a felhasználói felületig egy teljesen integrált szimulációs csomag.

A FEFLOW gyakorlatilag korlátlan alkalmazási területet kínál a felszínalatti vizek szivárgáshidraulikai, anyag- és hő-transzport folyamatainak modellezésére.

A szivárgás alapegyenletének a véges elem módszerrel történő megoldása, hasonlóan a véges differencia módszerhez, megköveteli a modellezett tér elemekre történő felosztását. Míg a véges differencia módszer megköveteli az ortogonális rácsháló alkalmazását, addig a véges elem módszer lehetővé teszi a tartomány tetszőleges alakú elemekre való felbontását.

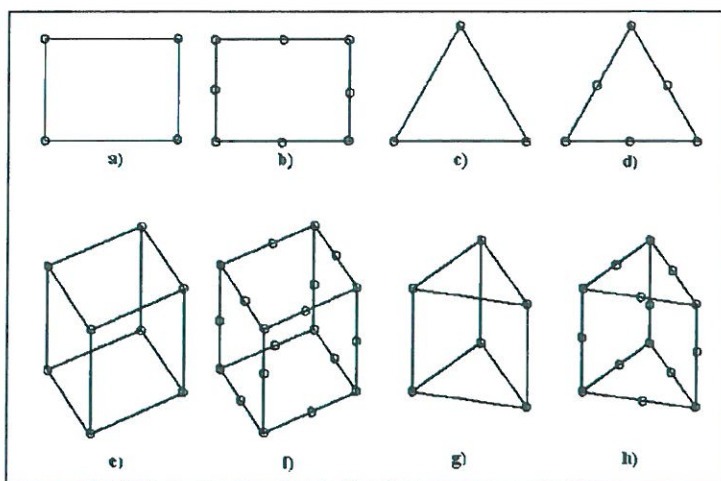
A program lehetővé teszi a tetszés szerinti geometria kialakítását (*1. ábra*):

- A 2D FEFLOW modulban lineáris 4-csomópontos és 8-csomópontos négyoldalú elemek, valamint lineáris 3-csomópontos és 6-csomópontos háromoldalú elemek állnak rendelkezésre.
- A 3D FEFLOW modulban 8-csomópontos és 20-csomópontos négyoldalú prizmák és 6-csomópontos és 15-csomópontos háromoldalú prizmák állnak rendelkezésre.

A végeelem módszer alapgondolata a lokális közelítés elve, ami azt jelenti, hogy az egyes felvett elemek mentén a keresett mezők (nyomásszint, szivárgási sebesség, hőmérséklet

eloszlás) előre felvett paramétereket tartalmazó függvényekkel közelítjük. A lokálisan felvett közelítő függvényeket azután a szomszédos elemek mentén valamilyen hibaelv alapján illesztjük, így végül a teljes vizsgált tartományra előállítunk egy megfelelő rendben folytonos közelítő mezőt.

A végelem módszernél az elemek nem az oldalaikon, hanem a csomópontjaikon keresztül illeszkednek egymáshoz. Ezért az elemek vízmérlege helyett a csomópontok vízmérlegét írjuk fel, és nem az elemek átlagos nyomásszintjét, hanem a csomópontok nyomásszintjét számítjuk ki. A térbeli folytonosság azáltal valósul meg, hogy két szomszédos elem közös csomópontjában a nyomásszintnek egyformának kell lenni, bármelyik elem felől közelítjük is meg.



1. ábra: A Feflow szoftverben alkalmazható elemek

(a) 4-csomópontos b) 8-csomópontos négyoldalú elemek, c) 3-csomópontos d) 6-csomópontos háromoldalú elemek e) 8-csomópontos f) 20-csomópontos négyoldalú prizmák g) 6-csomópontos h) 15-csomópontos háromoldalú prizmák)

A kezdeti feltételeket (potenciálértékek) és a peremfeltételeket is csomópontokra adjuk meg. Mivel valamennyi csomópontra felírható a vízmérleg, ezért a csomópontok számának megfelelő számú egyetlenrendszer megoldását kell elvégeznünk, minek eredményeképpen valamennyi csomópontra meghatározzuk egy  $\Delta t$  idő elteltével kialakuló potenciálértéket.

Lehetőség van permanens és nem permanens, telített és telítetlen, sűrűségfüggő szivárgás valamint tömeg- és hő-transzport szimulációjára. A szoftver széles eszköztárából mi a folyadék-áramlási modult használtuk.

Közvetlenül felhasználható felszín alatti szennyezőanyagok áramlásának térbeli és időbeli leírására, a szennyeződés terjedésének előrejelzésére, geotermális folyamatok modellezésére,

áramvonalak és áramlási izochron felületek megjelenítésére, megelőzési és kárelhárítási munkatervek elkészítésére továbbá monitoring rendszerek tervezésére.

- A megoldható feladatok geometriája:
  - kétdimenziós horizontális,
  - kétdimenziós vertikális,
  - háromdimenziós.
- A vizsgálatba bevonható fizikai folyamatok:
  - szivárgás telített közegben (nyomás alatti vagy szabad felszínű),
  - szivárgás telítetlen közegben,
  - oldott anyag transzport (advekción, diffúzió, diszperzió, adszorpció, lebomlás),
  - hőterjedés.
- A matematikai probléma megoldása Galjorkin-típusú végeselemes módszerrel történik, az elemek lehetnek lineárisak vagy kvadratikusak. Az elemek alakja kétdimenziós esetben háromszög vagy négyszög, három dimenzióban prizma vagy (torzult) hexaéder.
- A programcsomag rendelkezik interaktív grafikus elő- és utófeldolgozó rendszerrel.

A program tartalmazza a végeselemek keverhetőségének lehetőségét, azaz 1D-s (csatorna, meder), 2D-s (tektonikai vonal, repedezettség modellezés (barrier) és 3D-s (mátrix) elemek használatát ugyanabban a modellben.

A módszer csomópontokat és elemeket használ, mely segítségével a teret szabálytalan alapú, a tér határait jól követő hasábelemekre osztja. A szivárgáshidraulikai paramétereket ezen csomópontokban adjuk meg, melyeket interpolálunk a tér pontjaira.

Mivel a célunk, hogy a program által generált folyamatok eredménye a valósághoz minél jobban hasonlítson, ezért a modellbe a valóságos, de némileg egyszerűsített földtani és vízföldtani viszonyokat építjük be. Ennek egyik ellenőrzési eszköze a kalibráció, mely során azt vizsgáljuk, hogy a modellezett területen a megfigyelő kutakban az általunk mért vízszintek és a modell által számítottak között a különbség hogyan alakul a modellparaméterek változtatása során.

A modellkörnyezetben lehetőség van a térbeli elemek mellett vertikális és horizontális egy és kétdimenziós elemek alkalmazására, melyek segítségével például üregek és járatok, vetők és véges vastagságú bányatérsegek, természetes, üres vagy tömedékelt állapotukban a modellbe illeszthetők. A modellezés során számíthatók csomópontokra, vonalakra, elemekre vagy megadott térrészekre értelmezett hozamok. Megrajzolhatók vele a folyadék áramvonalai, és

számíthatók elérési idők is. A modellek lehetnek permanens vagy nem permanens viszonyokra vonatkozók.

A szoftver segítségével a hővezetést és tározást számítani lehet mind folyékony fázisban, mind a közetmátrixban (konvektív – konduktív hőtranszport). Használata során lehetőség van a hőmérsékletfüggő folyadéksűrűséget és viszkozitást számításba venni (sűrűség-kapcsolt modellezés).

A modellekben mind a víz, mind a hő és anyagtranszport esetén Neumann, Dirichlet vagy vegyes transzfer típusú peremfeltételeket lehet megadni, mely peremfeltételekhez tartozó potenciálszintek és/vagy hozamok minimuma vagy maximuma is korlátozó feltételként megadható.

Az automatizált modell optimalizálás PEST alapú. A szimulációs folyamat hatékony ellenőrzése a testre szabható valósidejű diagramokkal történik.

### 3.2. Modell felépítése

A modellezés során a tervezett termelő-visszasajtoló kútpárok hatását vizsgáltuk meg hidrodinamikai és hőtranszport szempontból egymásra és a vizsgált terület környezetében található meglévő vízkivételekre. Összesen két modellvariánst készítettünk a termelő-visszasajtoló kútpárok lehetséges elhelyezési lehetőségeit figyelembe véve.

A távolságnak a lehető legnagyobb kell lennie a kútpár között, hogy a visszasajtoló hidegvíz áram ne hűtse le a kitermelt víz hőmérsékletét. Az első modellvariánsban a termelő-és visszasajtoló kút a Miskolc Megyei Kórház területén, a 3086/25 hrsz. ingatlanon található, itt a távolság a két kút között közel 500 m.

A második variánsban a termelő kút a Miskolc Város Önkormányzata tulajdonát képező 3085/5 hrsz. ingatlanon lenne telepítve, mely a kúthely a visszasajtoló kúttól távolabb, kb. 730 méterre található.

A számítások során figyelembe vettük a SMARAGD-GSH Kft. által készített Selyemréti Strandfürdő I. és II. termálkutak illetve a MIVÍZ Központi telepi termálkút védőidom lehatárolási dokumentációiban szereplő, még nem hatályos védőidomokat.

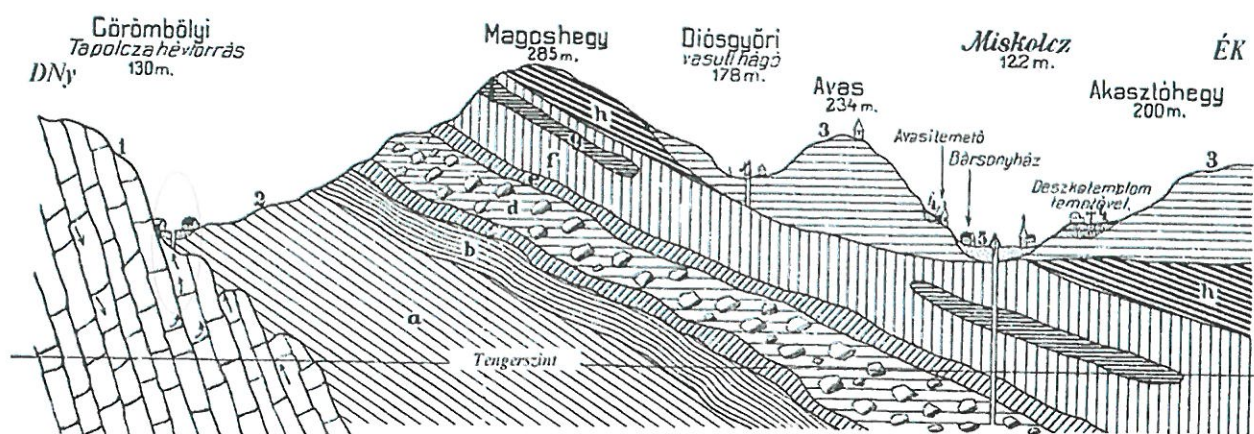
#### Koncepcionális modellalkotás

A Bükk-térségben a hideg és a meleg (termál) karsztvizes zónák szorosan egymáshoz kapcsolódnak, de köztük egy keskenyebb langyos karsztvizes zóna húzódik. [9]

A hierarchikus felépítésű felszín alatti vízáramlási rendszerek elmélete (Tóth József) alapján minden lokális rendszer, ha csak kis mértékben is, de egy nagyobb regionális rendszerbe is ad át vizet. A fedett (még a kvázi vízzáró üledékekkel fedett részeken is) és nyílt karsztban átszivárgó csapadék egy része lokálisan a patakokon, forrásokon keresztül megcsapolódik, a többi része pedig átadódik a karsztvítárolóba (2. ábra).

A Bükk területén a nyílt karszt fokozatosan átmegy üledékekkel fedett karsztba, mely több száz m vastagságú, nagy kiterjedésű és rossz vízvezető képességű üledékekkel fedett. Ezen az áramlási pályán haladva a beszivárgó víz hőmérséklete és oldott anyagtartalma megnő, miközben a felfelé irányuló szivárgási peremi medenceterületeken felszínre lép(het).

A leszivárgó hideg karsztvíz nagy mélységbe lejutva felmelegszik, a langyos termálkarsztvíz a hegységperemi törések mentén forrásként emelkedik a felszínre, ill. a hegységperemtől egyre távolodva a karsztosodott, nagy mélységben lévő karsztkőzetből fúrásokkal lehet feltárni, egyre magasabb hőfokon (2. ábra, 3. ábra).



2. ábra: A görömbölytapolczai (ma miskolctapolcai) termálkarsztvíz keletkezési vázlata **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**



3. ábra: Miskolc környékének termohidraulikai vázlata **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**

### Hálókiosztás

A szerkezet horizontális kialakításában a modellhatár, a folyóhálózat, a tektonikai vonalak, földtani-vízföldtani egységek és termelő objektumok játszottak szerepet. A felszíni vízfolyásokat csomópontok segítségével lehet a modellben megadni, így a patakok környezetében sűrűbb a rácsháló felbontása. A rácsháló felosztásakor a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** látható szerkezeti elemeket vettük figyelembe. Az így kapott hidrodinamikai modell területe  $2,15212 \cdot 10^9 \text{ m}^2$ , teljes térfogata  $3,89308 \cdot 10^{12} \text{ m}^3$ .

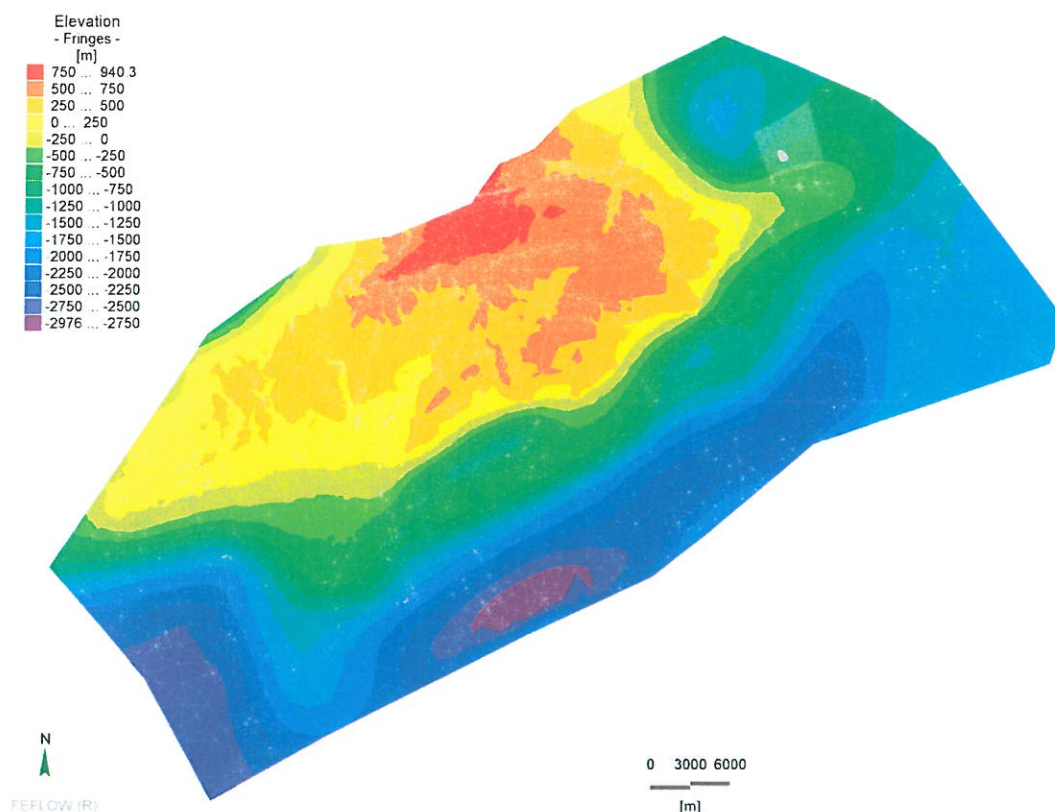
### Vertikális felosztás

A modellt vertikálisan 6 rétegre osztottuk a vizsgált területen található kutak vízföldtani naplóiiban szereplő fúrési rétegsorok alapján. A triász alaphegység felszínét a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** mutatja be. A modell rétegsorát és legfontosabb szivárgási tényező értékeit a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** tartalmazza.

1. táblázat: A modellben alkalmazott rétegsor és szivárgási tényező értékek

Vízföldtani egységek	$K_{xx}, K_{yy} [m/s]$	$K_{zz} [m/s]$
1. réteg: kvarter üledékek	$9 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-7}$	$9 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-7}$
2. réteg: felső-pannon üledékek	$5 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-6}$	$5 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-8}$
3. réteg: alsó-pannon és miocén üledékek	$5 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-5} - 5 \cdot 10^{-9}$
4. réteg: oligocén üledékek	$5 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-7}$	$5 \cdot 10^{-5} - 1 \cdot 10^{-8}$
5-6. réteg: triász képződmények	$5 \cdot 10^{-5} - 9 \cdot 10^{-10}$	$5 \cdot 10^{-5} - 9 \cdot 10^{-10}$

Az egyes rétegek kiékelődését szivárgáshidraulikai paraméterek megváltoztatásával építettük a modellbe.



4. ábra: Alaphegység felszíne [mBf]

#### Szivárgáshidraulikai paraméterek

A szivárgási tényező értékek definiálásához több szakirodalmi forrást is figyelembe vettünk. A triász mészkő karsztosodott részei jobb vízvezető képességgel rendelkeznek, ezért a felszín alatti vizek áramlása nem egyenletes. A szivárgási tényező eloszlások meghatározásakor figyelembe vettük a vizsgált területen, a felszínhez közeli helyzetben található jobban karsztosodott képződményeket. A számítások során alkalmazott szivárgási tényező értékeket a *Hiba! A hivatkozási forrás nem található.* foglalja össze, azok horizontális és vertikális eloszlását a modell DNY-ÉK-i metszetében a *5. ábraHiba! A hivatkozási forrás nem található.* és a *6. ábraHiba! A hivatkozási forrás nem található.* mutatja be.

#### Peremfeltételek

A modellhatárokat célszerű olyan helyen meghúzni, melyről feltételezhetően zárt peremként definiálhatóak (no-flow boundary). Illetve lehetőség van állandó nyomású peremek definiálására vagy egy állandó be, ill. kiáramlás hozamának definiálására. Esetünkben a modellperemek vízzáróak, kivétel ez alól a legfelső réteg ahol Dirichlet típusú peremfeltétellel kilépő hozamot engedélyeztünk a karsztvíz szintjének megfelelően.

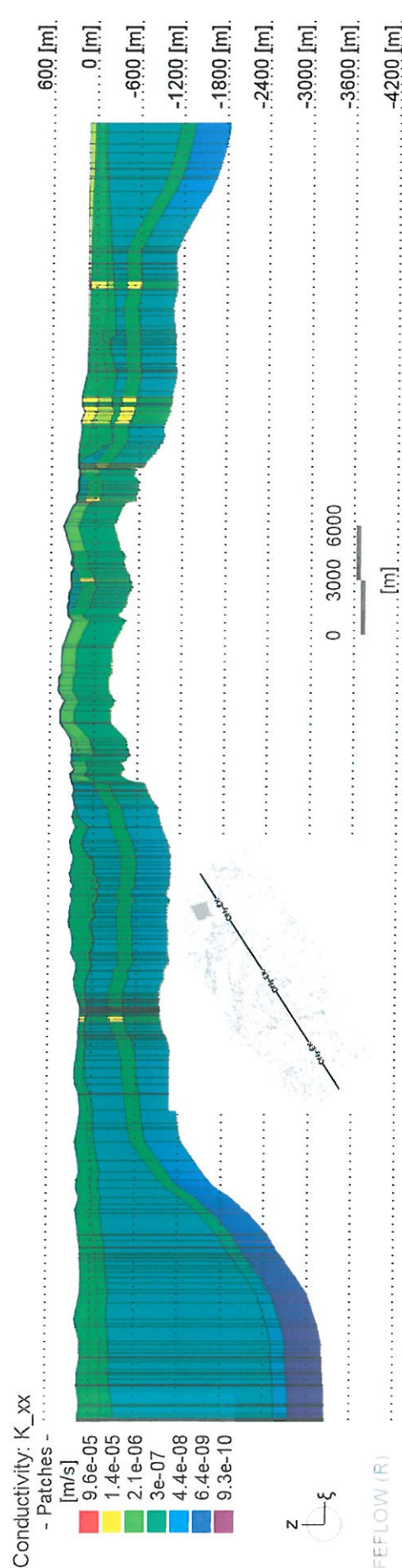
A területre eső mesterséges megcsapolók a víztermelések (7/a. ábra), amelyek a Vízyűjtő-gazdálkodási terv alapján került definiálásra **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.**, kivéve a vizsgált kutak környezetében található vízkivételeket, ahol az ÉMVIZIG adatszolgáltatása alapján a lekötött vízmennyiséget építettük a modellbe (2. táblázat).

2. táblázat: A modellterületre eső ÉMVIZIG adatszolgáltatása alapján figyelembe vett kutak adatai

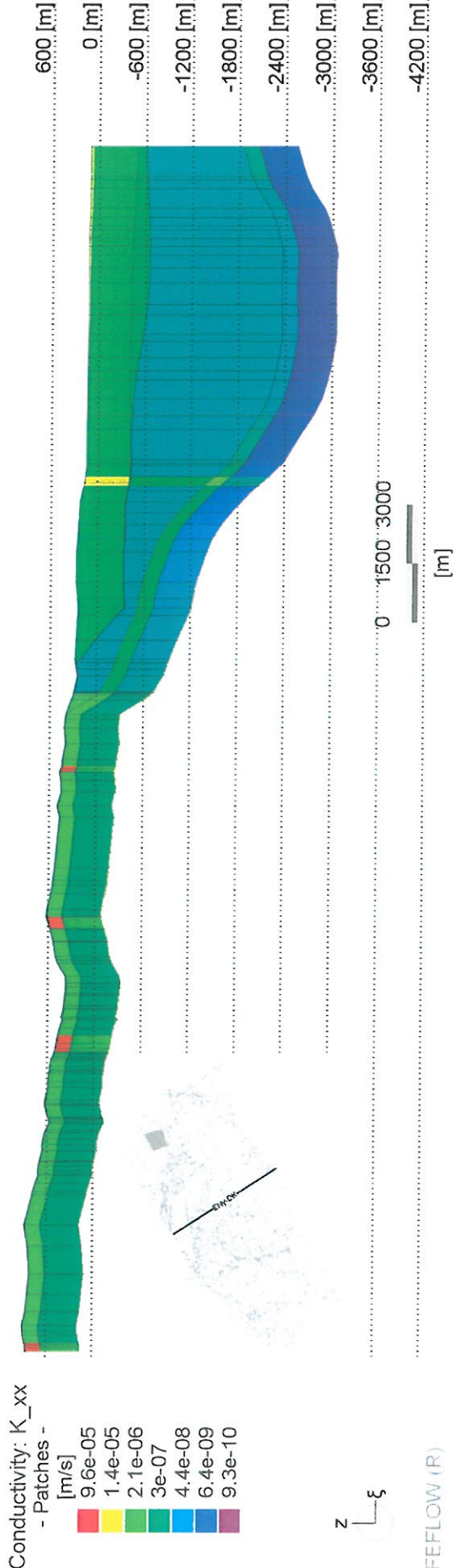
Település	Fúrás jele, száma	Mélyítés éve	Mélység [m]	Név	Engedélyezett vízkivétel [m <sup>3</sup> /év]
Arnót	K-16	2011	632	Bénó Gábor I. számú kút	60 000
Miskolc	B-10	1954	627	Selyemrét, villanytelepi I. számú termálkút	100 000
Miskolc	B-69	1954	620	Aug. 20 strandfürdő Hévízkút 4-4	500 000
Miskolc	B-72/a	1966	483	Városház tér, Szabadság-fürdő B-7	10 000
Miskolc	B-108	1985	287	Likörgyár (Partizán u.) I. számú kút	15 000
Miskolc	B-109	1986	466	Miviz, központi telep	100 000
Miskolc	B-134	2004	310	Likörgyári 2. sz. kút, Vitéz u. 13	5 000
Miskolc	B-187	2011	310	Miskolci Egyetem ME-II. jelű hévízkút (ME-I/a)	50 000
Miskolc	B-192	2014	185	Drótárúgyár I/c kút	80 000
Miskolc	K-74	1967	200	Besenyői u. 10. gépállomás	2 500
Miskolc	K-98	1970	178	OFKFKV telephely, Sajó u.	1 825
Miskolc	K-105	1977	216	Besenyői u. 10. gépállomás, 2. sz. kút	2 500
Miskolc	K-117	1988	453	Húsipari Váll. hévízkút	438 000
Miskolc	K-129	1999	103	Patyolat Rt. 1. sz. kút. Hajóssziget u. 5.	20 000

A vizsgált terület természetes megcsapolásai a vízfolyások. A Cauchy-típusú csomópontokkal definiált folyók, patakok vízszintjeinek figyelembevételével kilépő hozamot idéztünk elő, maximalizálva az adott helyen kialakuló vízszinteket.

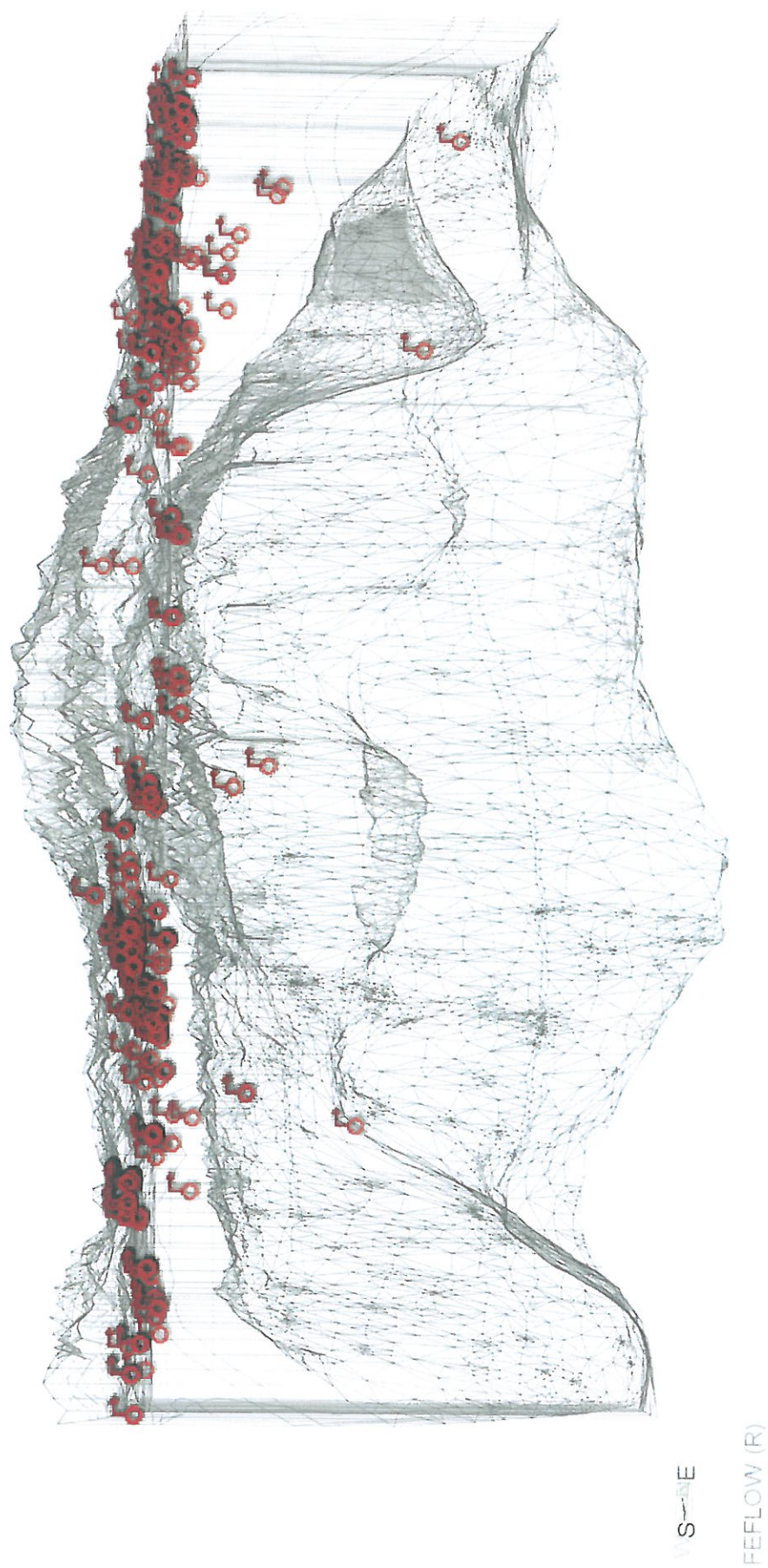
A beszivárgás számításakor – kiindulva a korábbi hivatkozott munkákra és figyelembe véve a talajvízforgalmi értékeket (9. ábra) – a beszivárgási értékeket nagyarányú egyszerűsítéssel adtuk meg 0-5 mm/év értékben, kivételt ez alól a modellterület már korábban említett keleti része jelent, ahol a felszínen nagyobb és összefüggő kiterjedésben található a felszínen karsztos képződmény (10. ábra).



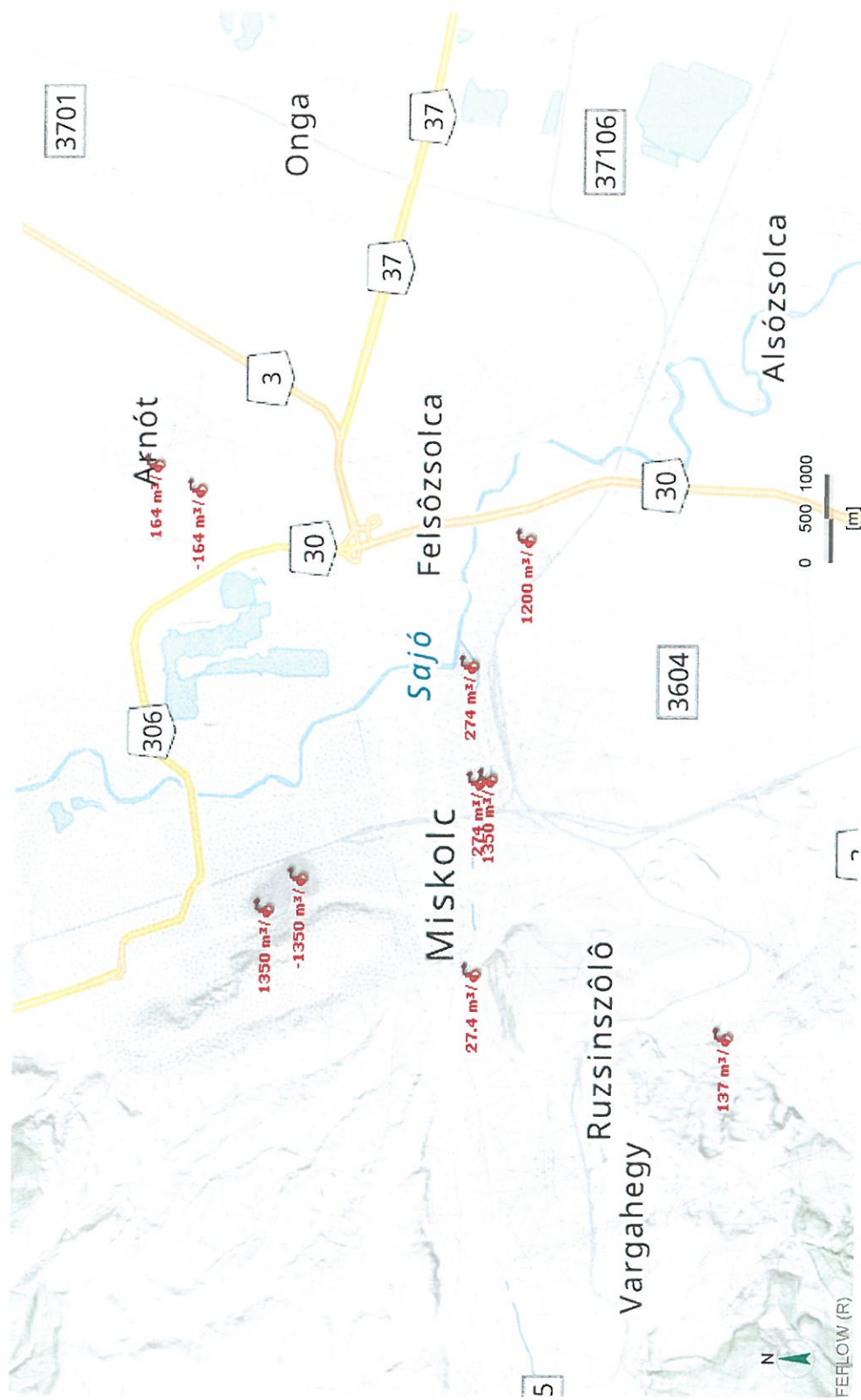
5. ábra: Horizontális szivárgási tényezők (DNy-ÉK)



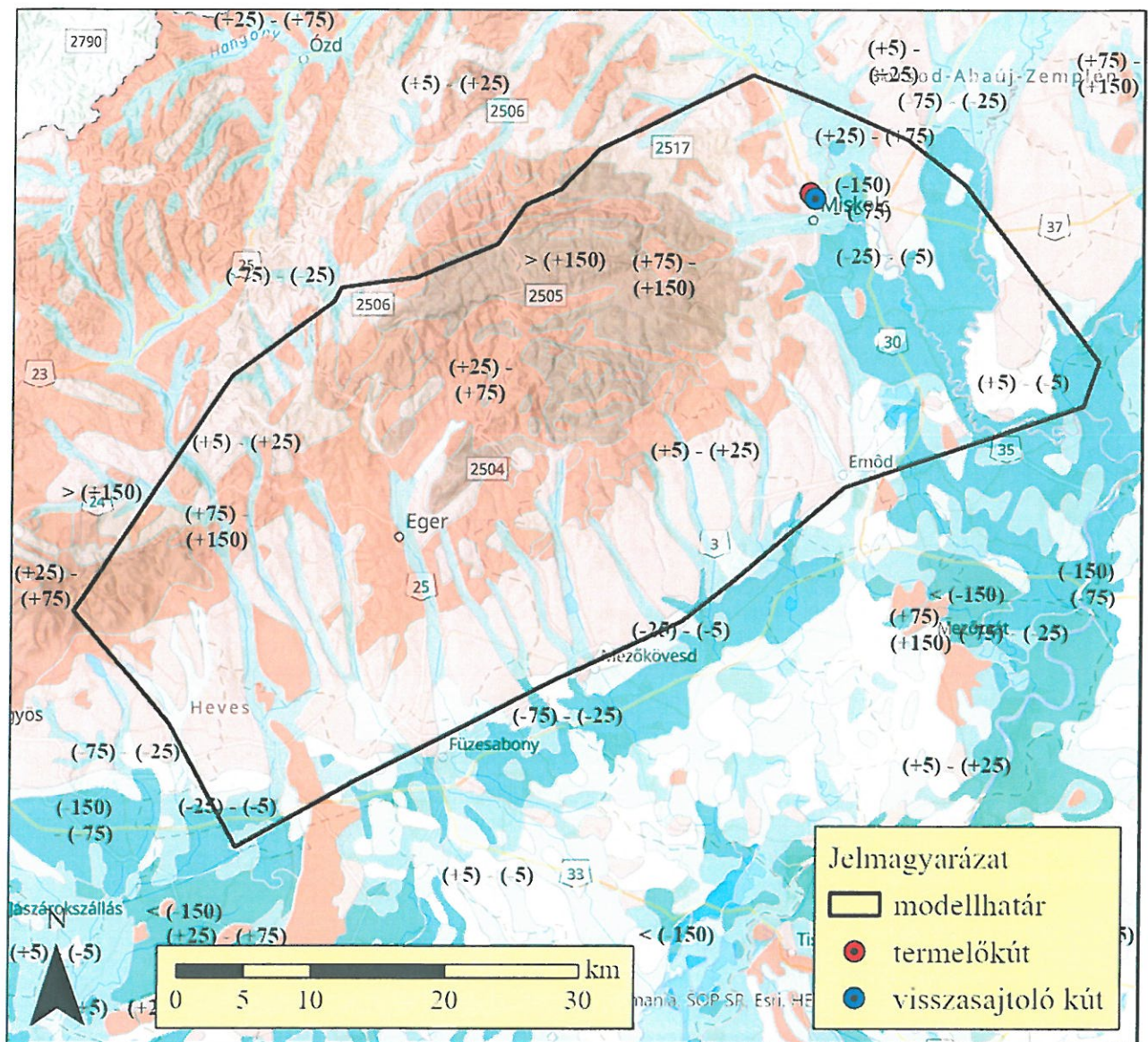
6. ábra: Vertikális szivárgási tényezők (DNy-ÉK)



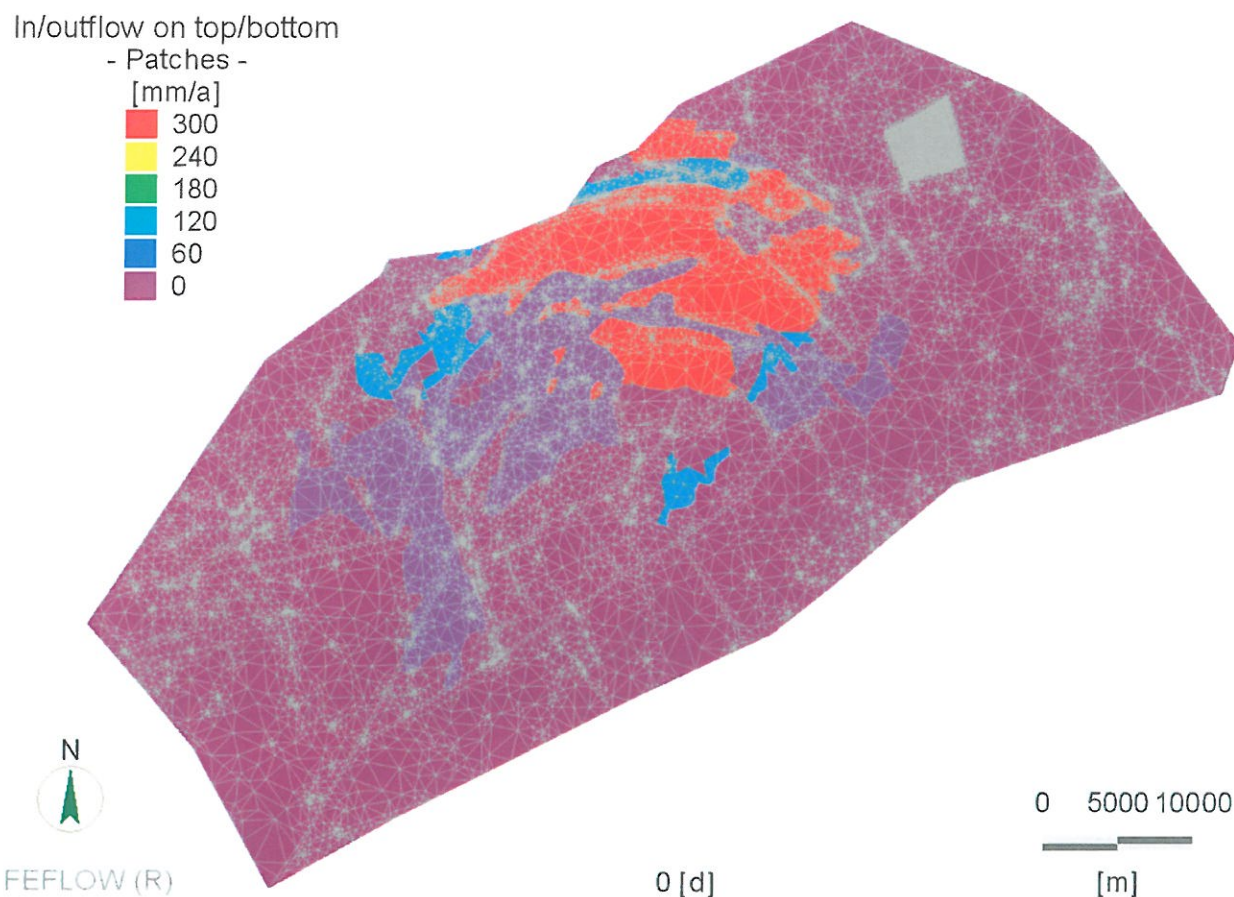
7/a. ábra: Modelbe beépített termelőikutak oldalnézetben déli irányból



8. ábra: A telepítendő kút pár környezetében a modellbe beépített víztermelések ( $\text{m}^3/\text{nap}$ )



9. ábra: Talajvízforgalmi térkép Hiba! A hivatkozási forrás nem található.



10. ábra: Modellbe épített beszivárgás értékek

### Hővezető képesség

A vízzel telített közet hővezető képessége a közetmátrix hővezető képességétől, valamint a porozitástól függ. A víz hővezető képessége ( $0,65 \text{ J/msK}$ ) lényegesen kisebb, mint a közetmátrixé ( $1,46 - 3,57 \text{ J/msK}$ ), ezért azonos anyagú, vízzel telített közet esetén a nagyobb porozitású közet hővezető képessége alacsonyabb. A szerkezeti árkokban, mély medencékben a kompakció miatt az üledékek porozitása csökken, így a vízzel telített közet hővezető képessége a mélységgel nő.

### A hőáram megadása

A felszín alatti víz hőmérsékletét két hőforrás határozza meg, a Nap sugárzása és a Föld belső melege. A Föld felszínét érő hősugárzás felmelegíti azt. Első közelítésként elfogadható, hogy a Föld felszínének hőmérséklete, valamint a beszivárgó víz hőmérséklete megegyezik az évi középhőmérséklettel.

A föld belsejéből érkező hőmennyiséget a hő-árammal jellemezhetjük. Általánosságban igaz, hogy azokon a területeken, ahol kisebb a földkéreg vastagsága, ott a hő-áram értéke nagyobb.

A hő-transzport modellezéshez használt bemeneti paramétereket 3. táblázatban ismertetjük.

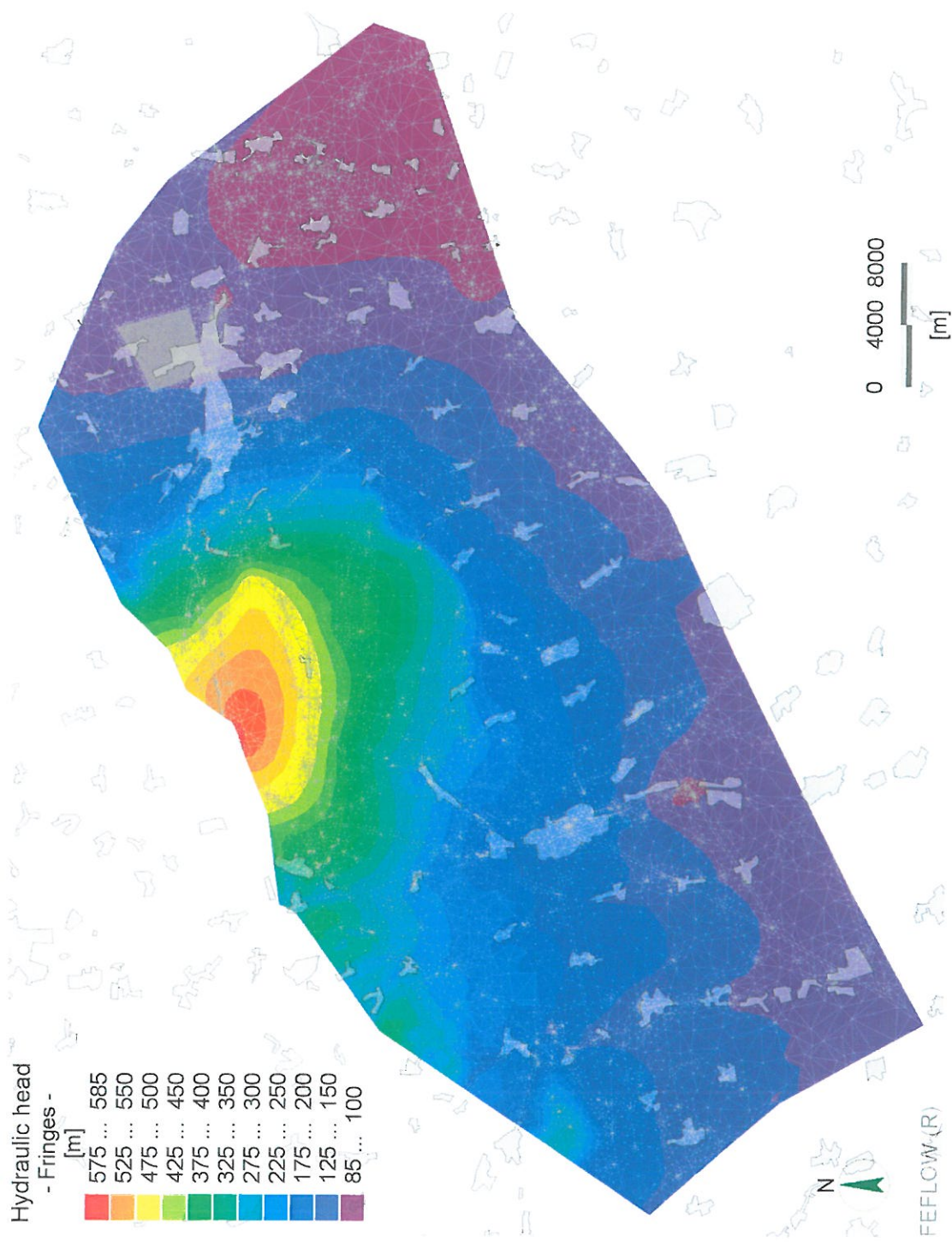
3. táblázat: Hőtranszport bemeneti adatai

Kezdeti hőmérséklet (rétegenként)	11,5-192 °C
Áramló folyadék térfogati fajhője	$4,2 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3\text{K}$
Kőzetmátrix térfogati fajhője	$2,52 \cdot 10^6 \text{ J/m}^3\text{K}$
Áramló folyadék hővezető képessége	$0,65 \text{ J/m/s/K}$
Kőzetmátrix hővezető képessége	$1,46 - 3,57 \text{ J/m/s/K}$
Longitudinális diszperzitás	5 m
Transzverzális diszperzitás	0,5 m
Hőmérsékleti peremfeltétel:	
Hőmérséklet (1. típus) – 1. felszín	11.5 °C
Hőáram fluxus (2. típus) – 11. réteg	$6912-10368 \text{ J/m}^2/\text{d}$

### 3.2.1. Kalibráció

A modell futtatása során permanens állapotokat feltételeztünk. A számítások során meghatároztuk a primer vízszinteloszlásokat. A *11. ábra* mutatja be a számított nyugalmi vízszinteloszlásokat az 1. modellezett rétegben. A számított talajvízszint eloszlás jól visszaadja az MBFSz által számított értékeket (*12. ábra*).

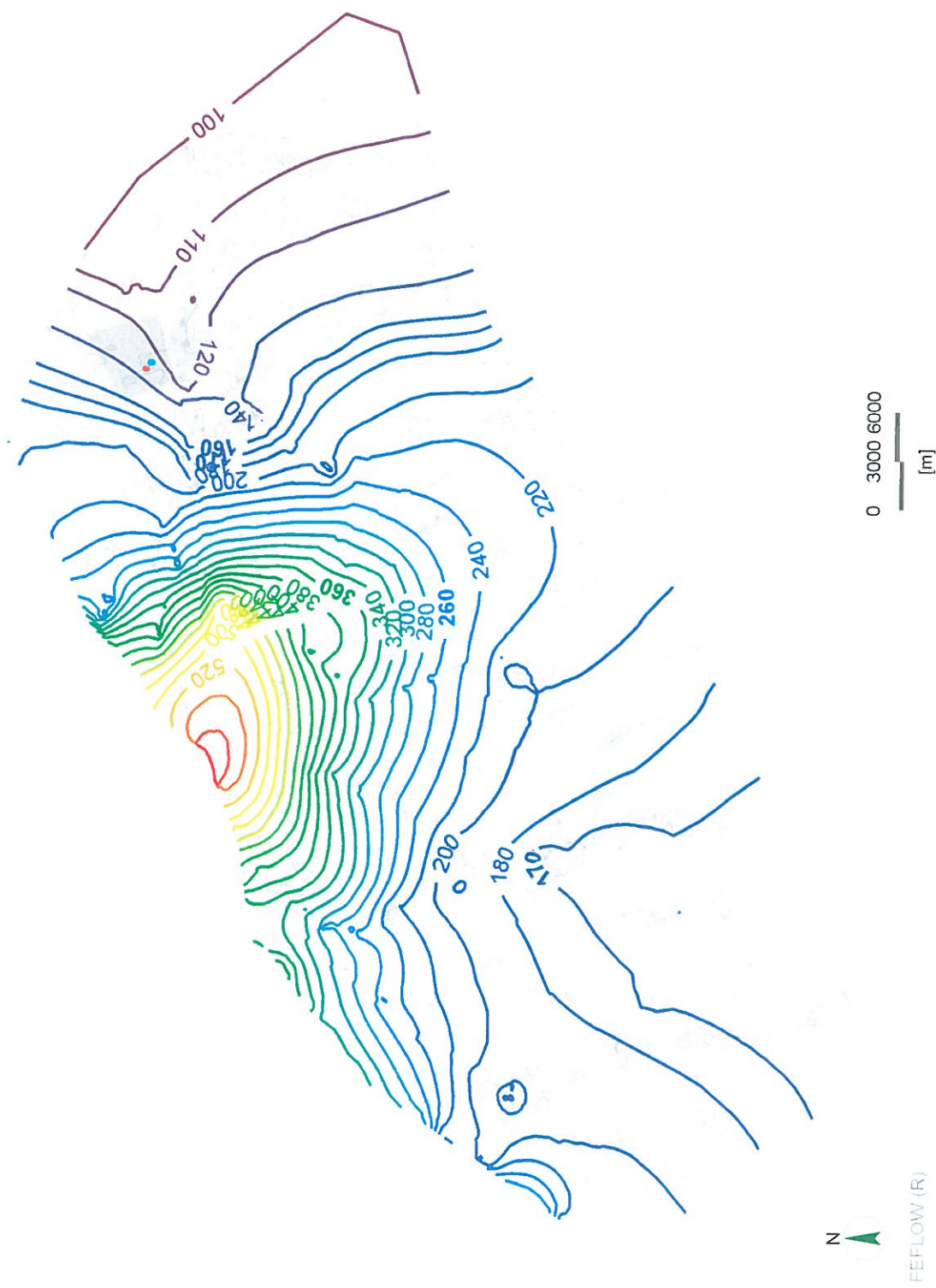
A vizsgált területen a triász képződményekben az áramlási irány DK-i, a hidraulikus 5-7 m/km, a *13. ábra* Hiba! A hivatkozási forrás nem található. az alaphegységben a kalibrált modellel a termelés nélküli állapotra számított vízszinteloszlást látható. Az ábra alapján a számított karsztvízszint a termelőkútban 134 mBf, a visszasajtoló kútban 133 mBf szinten várható.



11. ábra: Számított nyugalmi talajvízszint (1. réteg)

Csernozjom Kft.



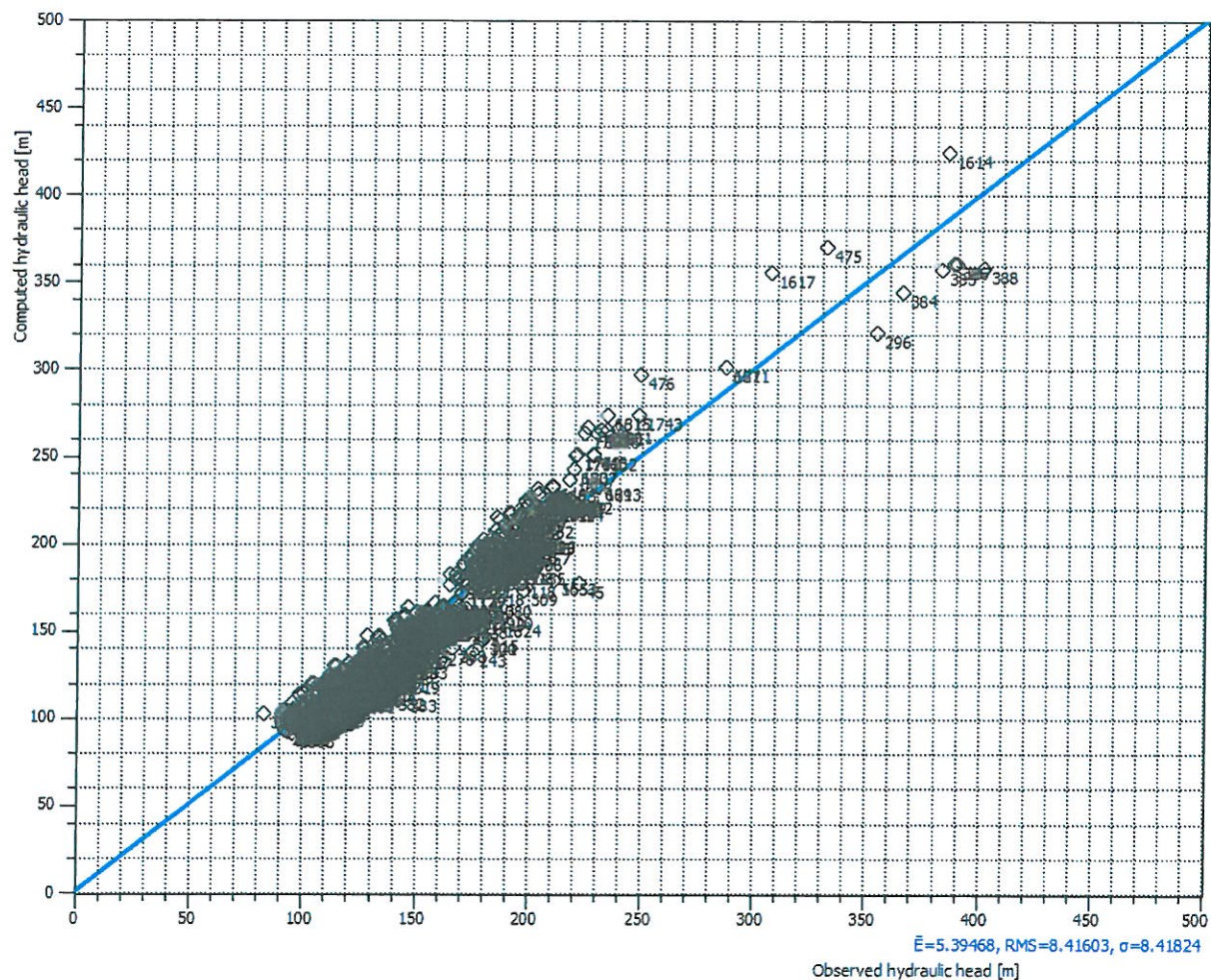


13. ábra: Számított vízszint eloszlás a karsztos rétegben (mBf)

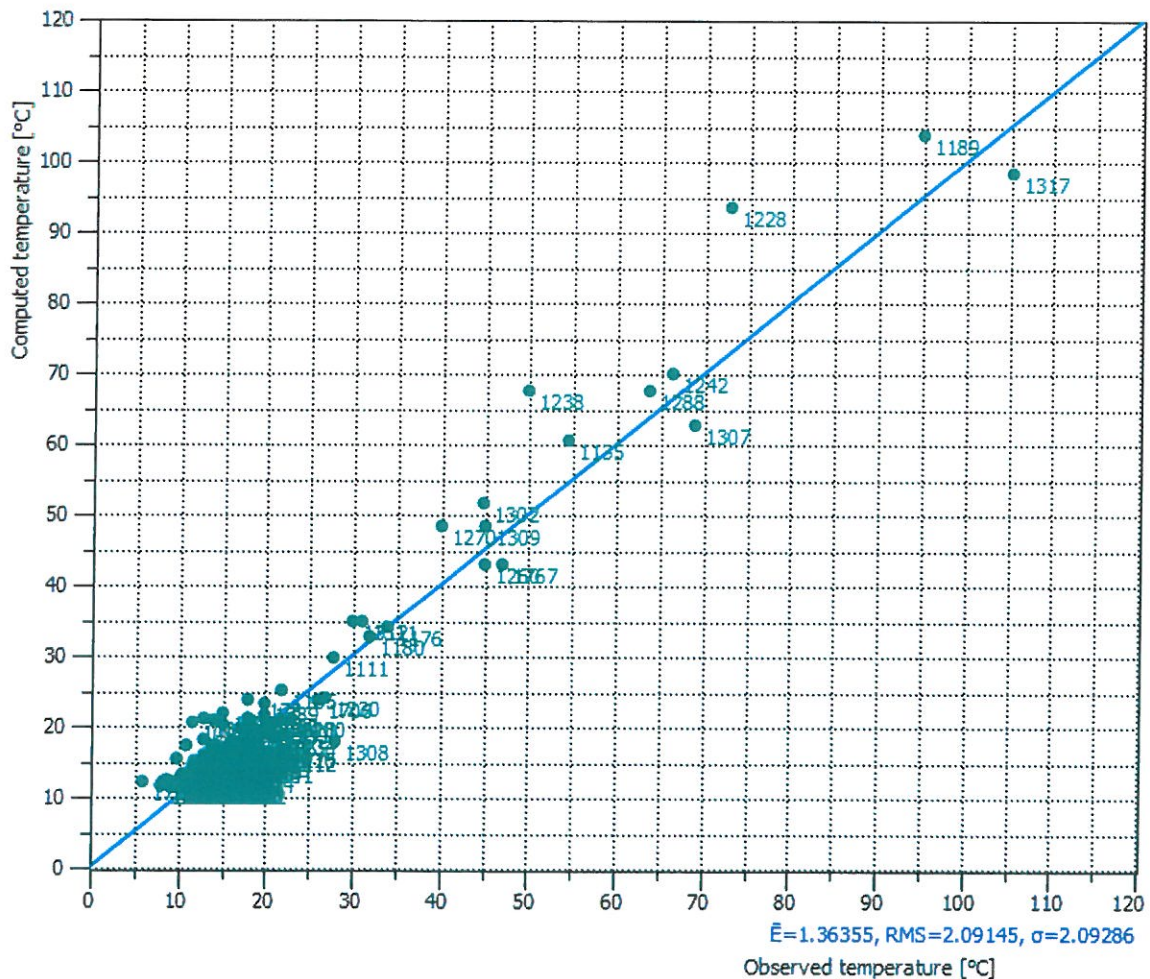
Csernozjom Kft.

A kalibráció során megvizsgáltuk a mért és számított vízszintek, valamint a hőmérséklet eloszlások egymáshoz való viszonyát, több mint 100, a vizsgált területen létesített termelőkút nyugalmi vízszint és vízhőmérsékleti adatait felhasználva. A 14. ábra látható, hogy a számított vízszintek az alacsony és a magas tartományban is jól közelítik a mért vízszint értékeket, ugyanez elmondható a 15. ábra bemutatott hőmérséklet különbségekről.

Mivel a számított és mért értékek mind a vízszintek, mind a hőmérséklet tekintetében megfelelően közelítik egymást, ezért a kalibrációt elfogadtuk.



14. ábra: A számított és mért vízszint egymáshoz mért viszonya primer állapotban



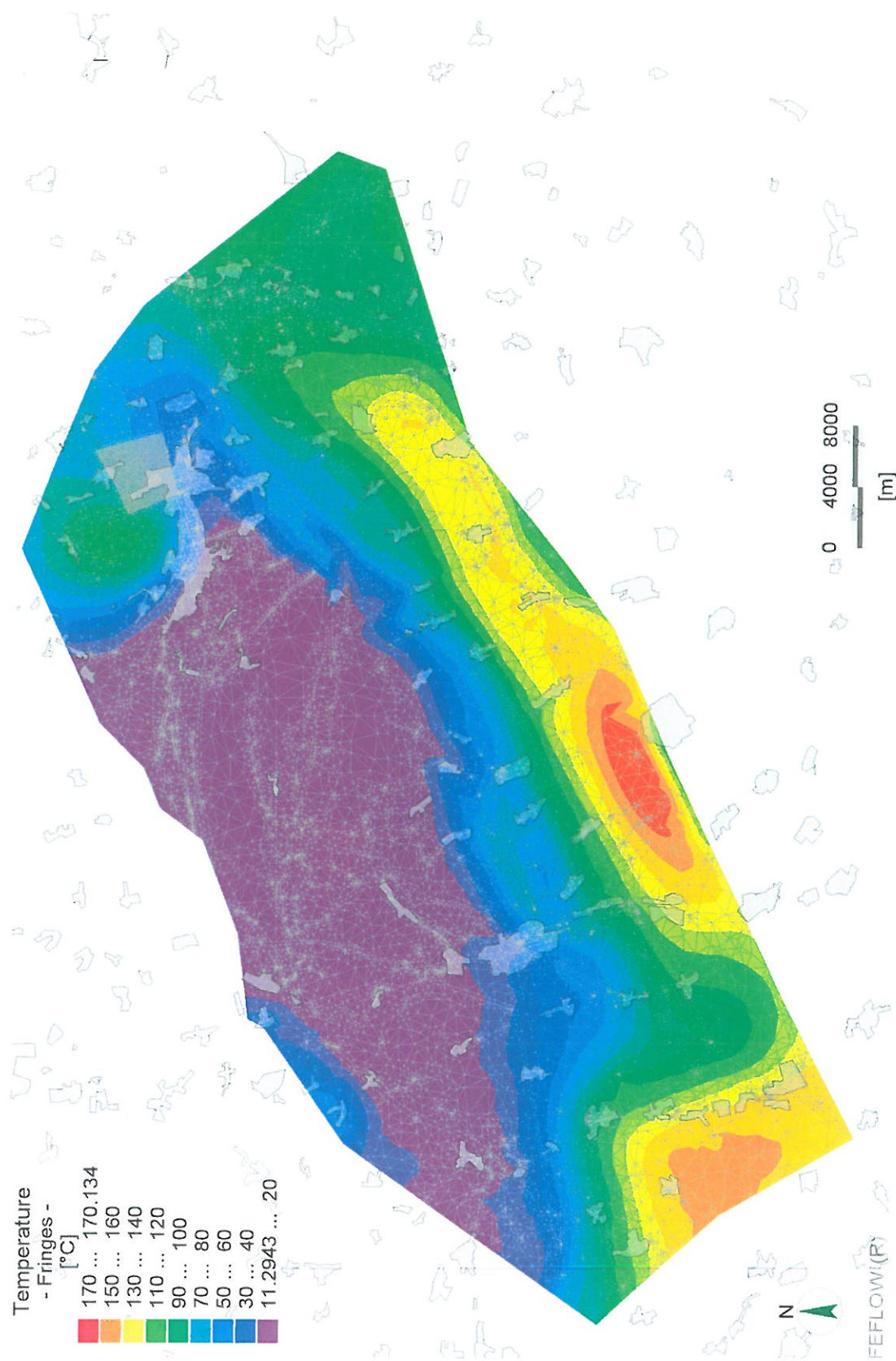
15. ábra: A számított és mért hőmérséklet egymáshoz mért viszonya primer állapotban

A **16. ábra** mutatja be a számított hőmérséklet eloszlást. Az ábrán jól látható a nyílt karszt hűtő hatása és a déli peremterületeken tapasztalható magasabb hőmérsékletű feláramlási zónák is.

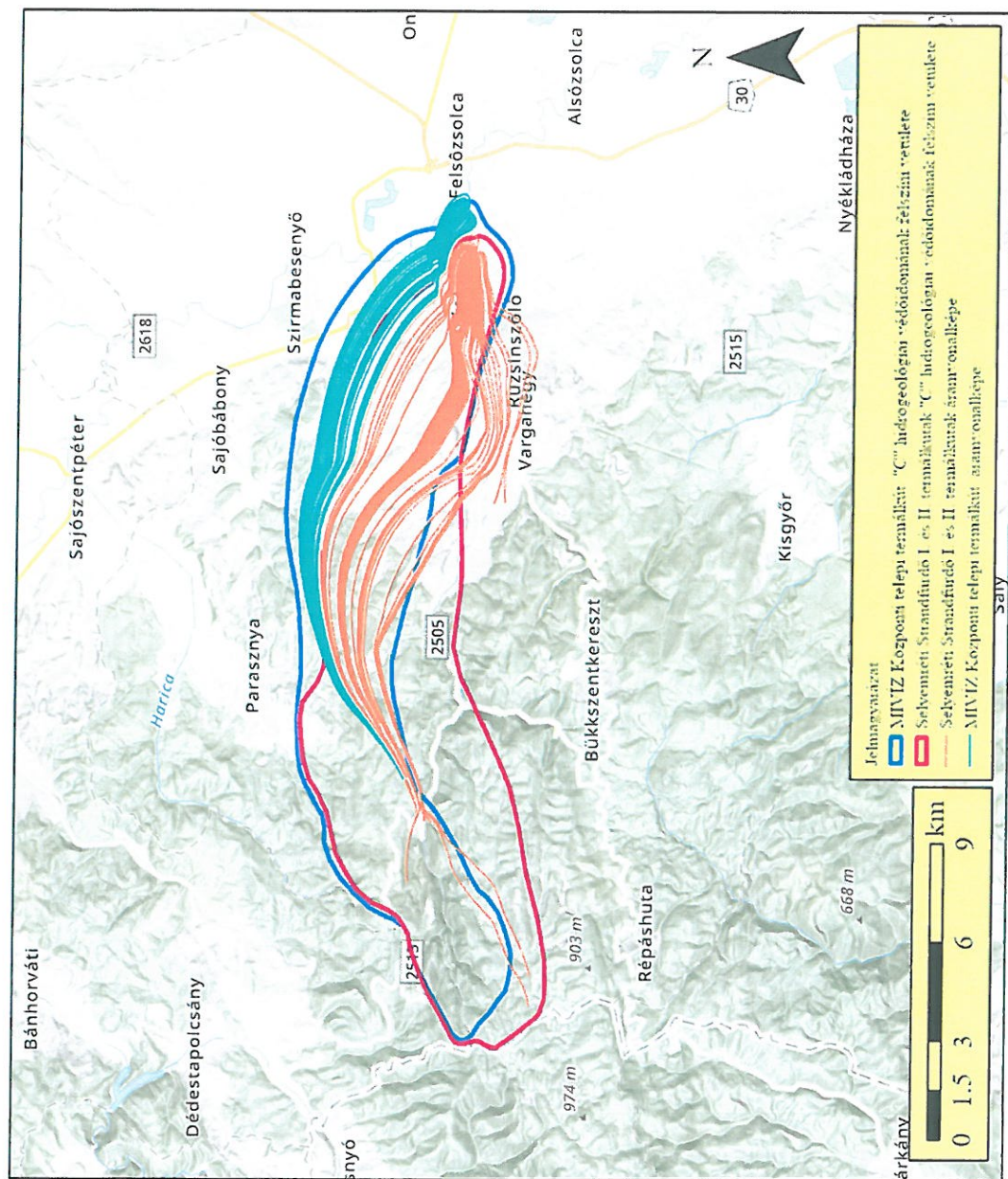
A modell által számított talphőmérséklet a termelőkútban 64 °C, a visszasajtoló kútban 59 °C, így a tervezett hasznosításhoz szükséges 45-50 °C-os kifolyó karsztvíz, még a termelés során bekövetkező bizonyos hűlést követően is nagy valószínűséggel rendelkezésre áll.

A kalibráció részeként megvizsgáltuk, hogy a számításaink mennyire adják vissza az áramvonalképeket a SMARAGD-GSH Kft. által készített Selyemréti Strandfürdő I. és II. termál kutak illetve a MIVÍZ Központi telepi termálkút "C" hidrogeológiai védőidomának felszíni vetületét. A **17. ábra** mutatja be a kettő viszonyát, melyen jól látszik, hogy az utánpótlódási irányok teljesen megegyeznek, és az áramvonalképek is jól lefedik a SMARAGD-GSH Kft. által meghatározott védőidomokat.

A modellel számított vízszint- és hőmérséklet eloszlások nagy pontossággal követik a mért értékeket, valamint a hatásterület elvárható pontossággal lefedi a kijelölés alatt álló hidrogeológiai „C” védőidom területeket is, így a kalibrációt elfogadtuk.



16. ábra: A karszfelszínre számított hőmérséklet eloszlás



17. ábra: Selyemréti Strandfűdő I. és II. termálkutak illetve a MIVZ Központi telep termálkút "C" hidrogeológiai védődomának felszíni vetülete és jelen modell által számolt áramvonalkép

Csernozjom Kft.

### 3.2.2. A termál kutak hatásának vizsgálata

A Miskolci Megyei Kórház fűtését geotermikus energiával kívánják biztosítani, melyhez egy termelő és egy visszasajtoló kútpár kivitelezését tervezik.

A kórház intézményeinek hőigénye csúcsidőszakban 5 MW. A tervek szerint a 45 °C termálvízből hőcserélővel hasznosítanak 15 °C-ot, majd az így megmaradó 30 °C-os vízből hőszivattyúval további 20 °C-ot. A 10 °C-ra lehűlt termálvíz teljes mennyisége visszasajtolásra kerül ugyanabba a vízadóba.

A fentiek alapján a szükséges termálvíz éves átlaga 492 000 m<sup>3</sup>/év, 1 350 m<sup>3</sup>/nap.

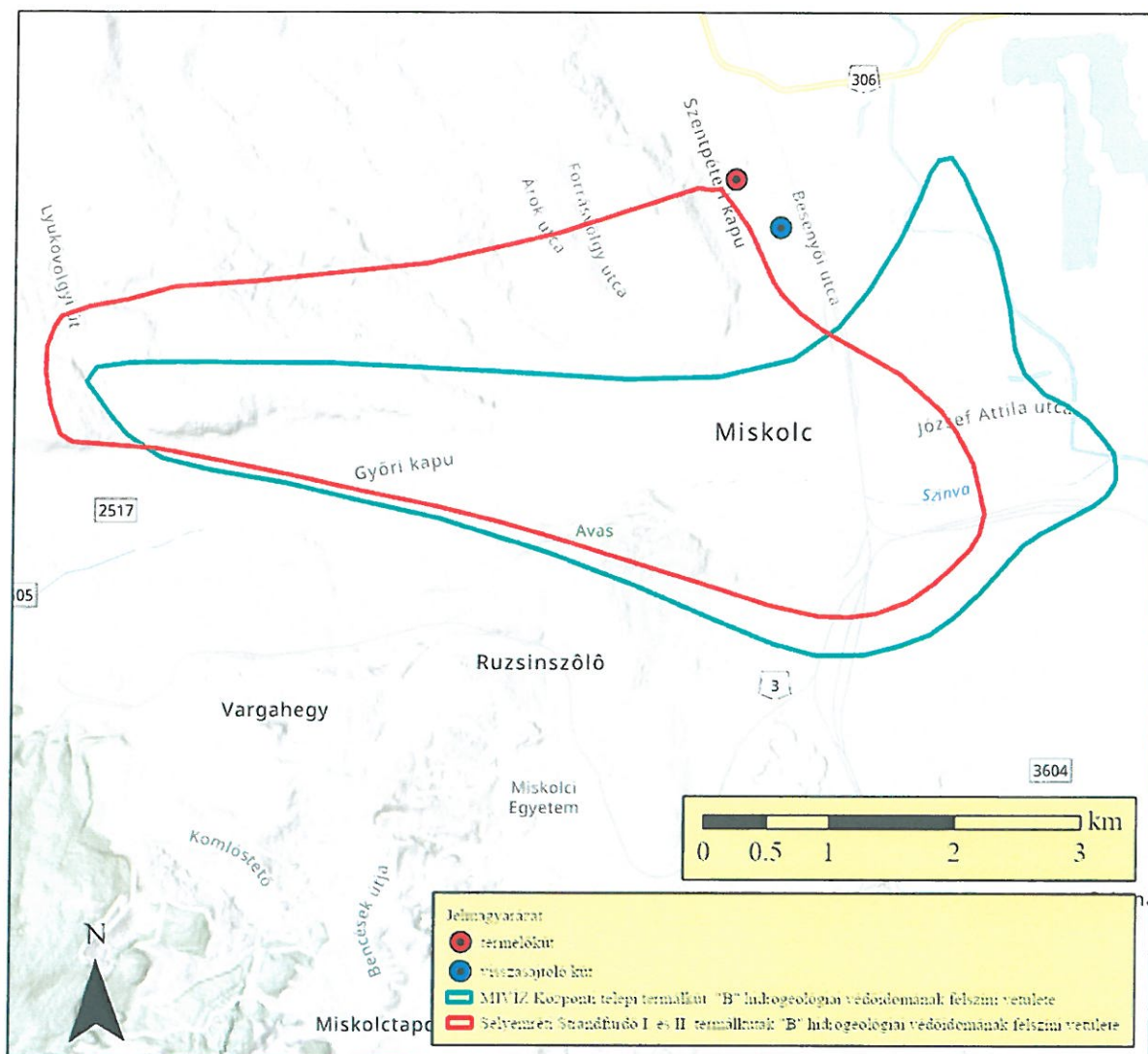
A területen a következő földtani rétegsor várható:

- 0 - 20 m-ig: pleisztocén kavicsos homok, homok
- 20 - 300 m-ig: miocén aleurit, homok, agyag, tufa
- 300 - 800 m-ig: oligocén ( miocén) agyag, agyagmárga, homokkő
- 800 - 1000 m-ig: triász mészkő

A tervezett termelő és visszasajtoló kutak a még nem hatályos Selyemréti Strandfürdő I. és II. termál kutak "B" hidrogeológiai védőidomának felszíni vetületét nem érintik, de annak közelében helyezkednek el (18. ábra).

A geotermikus kútpár termelését mindkét modellvariáns esetében 1350 m<sup>3</sup>/nap mennyiséggel építettük be a modellbe, a teljes kontingens visszasajtolása mellett (*Hiba! A hivatkozási forrás nem található., Hiba! A hivatkozási forrás nem található.*).

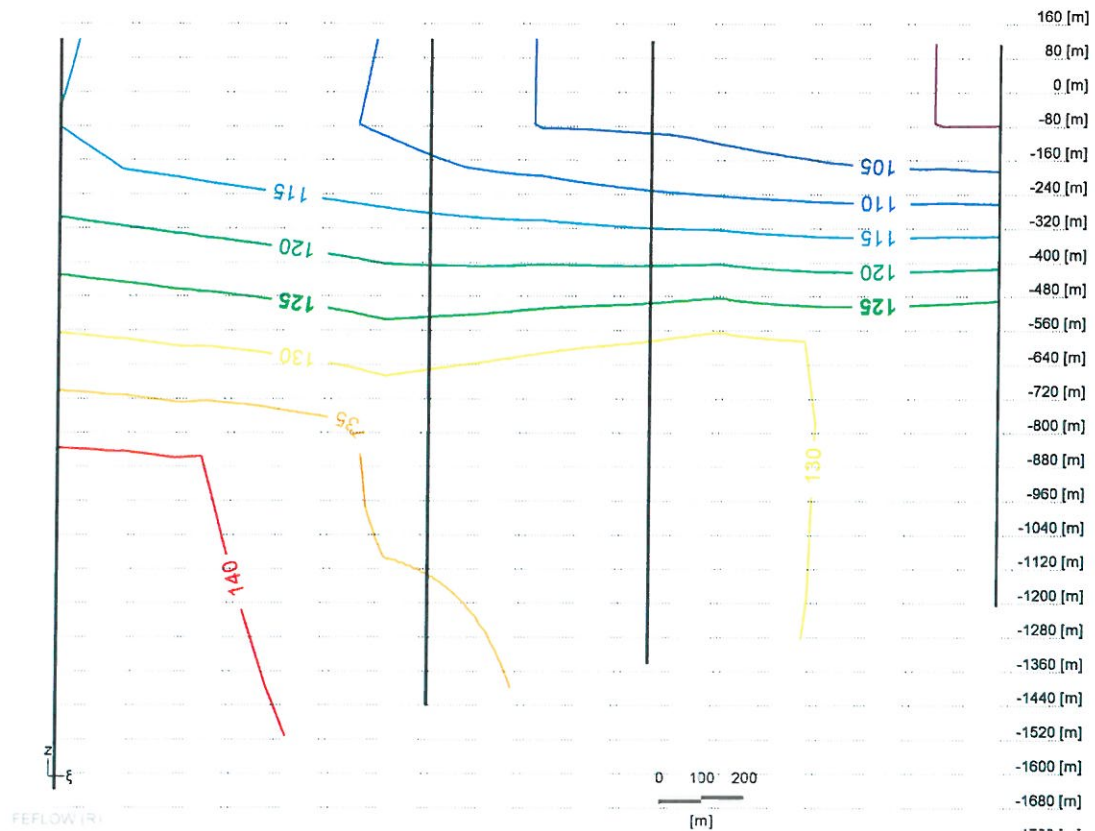
A geotermikus kútpár hatását a termelés és visszasajtolás nélküli „primer” nyomás-és hőmérséklet állapothoz történő viszonyítással határoztuk meg.



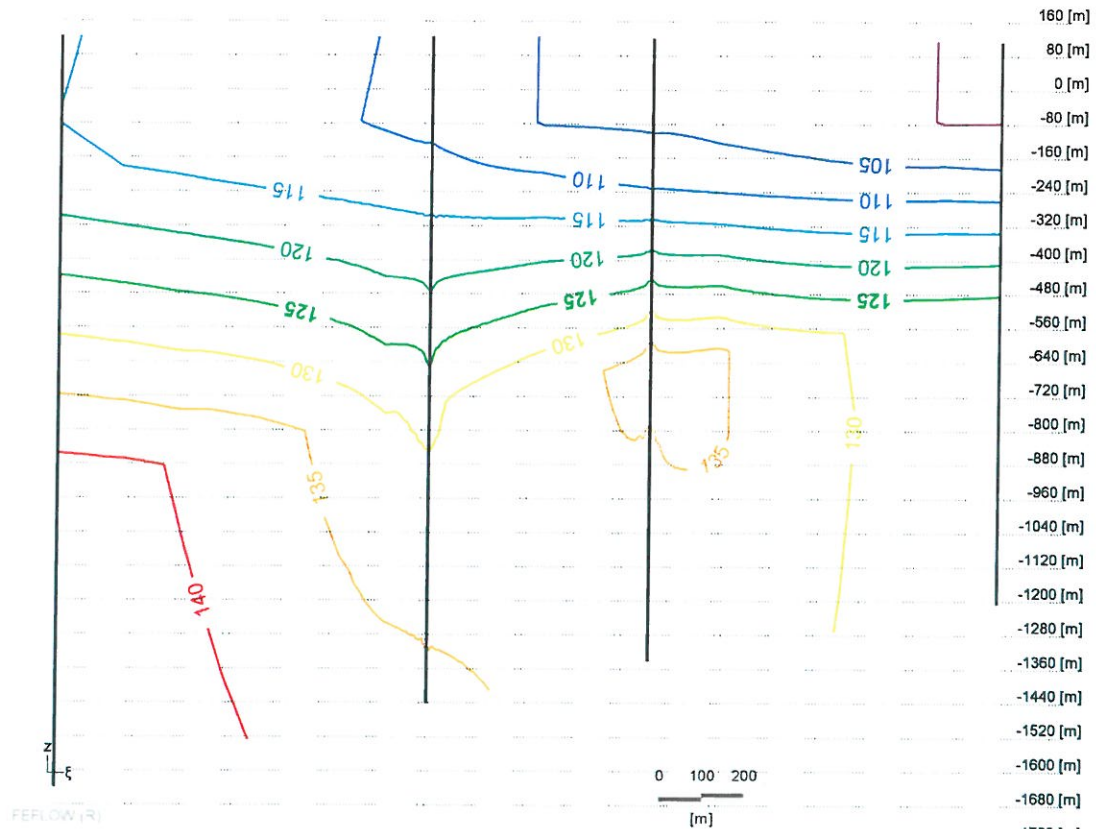
18. ábra: Selyemréti Strandfürdő I. és II. termálkútak illetve a MIVÍZ Központi telepi termálkút "B" hidrogeológiai védőidomának felszíni vetülete

A kalibrált modellel permanens állapotban számítottuk a tervezett termelőkút hatását az egyes rétegekben. A jelenlegi, termelés nélküli állapothoz viszonyított potenciálszint változásokat határoztuk meg, a tervezett termelőkútban, a termeltetett rétegben az  $1350 \text{ m}^3/\text{nap}$  víztermelés várhatóan 5 m depressziót okoz.

Mindkét modellvariáns esetében a termelés potenciálszint csökkentő hatása a vízrekesztő 4. modellrétegben (oligocén) elhanyagolható mértékben, a 3. modellrétegben pedig már nem mutatható ki. A számított potenciálszint eloszlások alakulását É-D-i-irányú szelvényben a jelenlegi, termelés nélküli helyzetben és az első modellvariánssal történő termeltetés esetén a 19. ábra és a 20. ábra mutatja be.



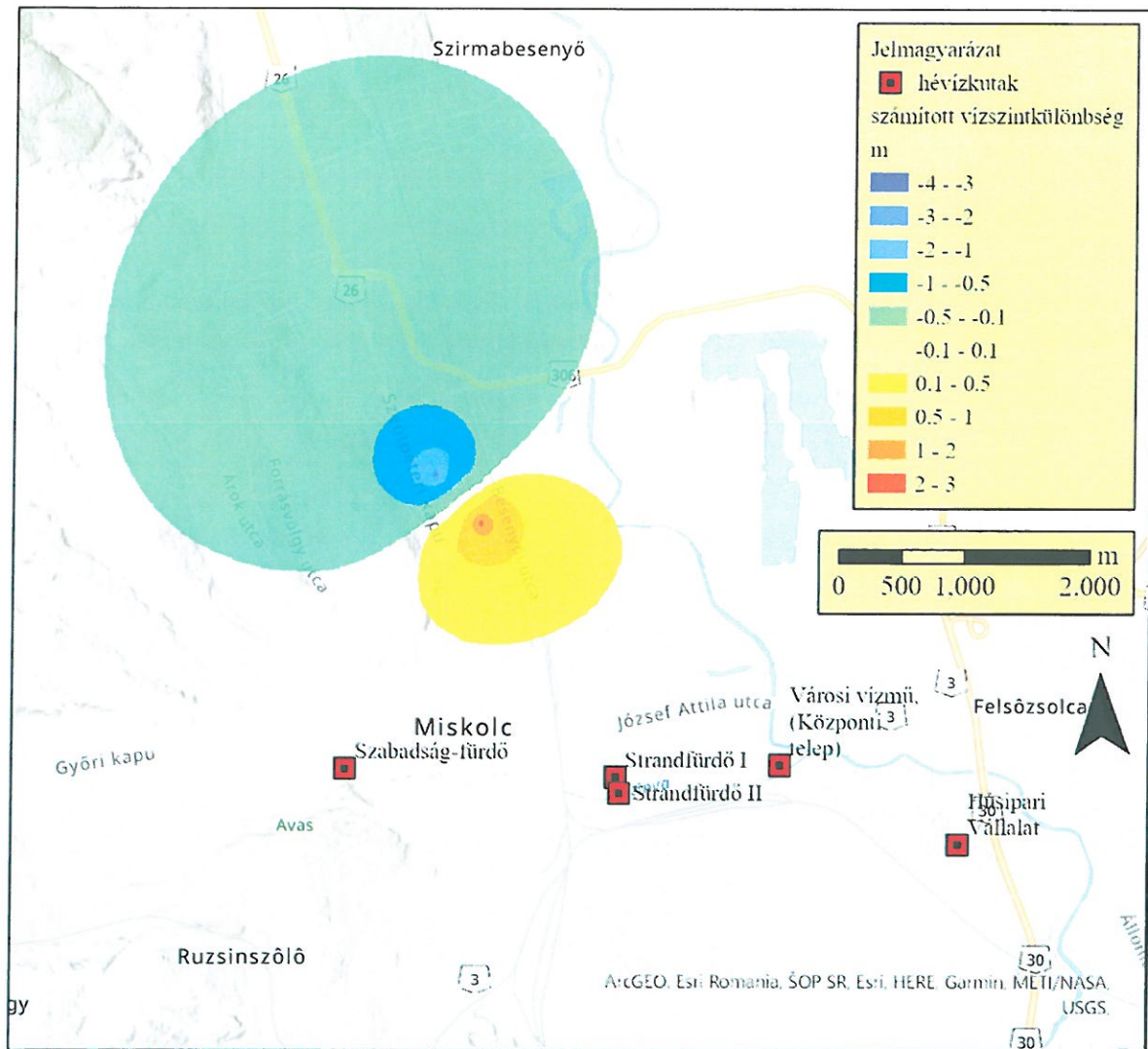
19. ábra: Termelés nélkül kialakuló potenciálszinteloszlás É-D-i irányú szelvényben



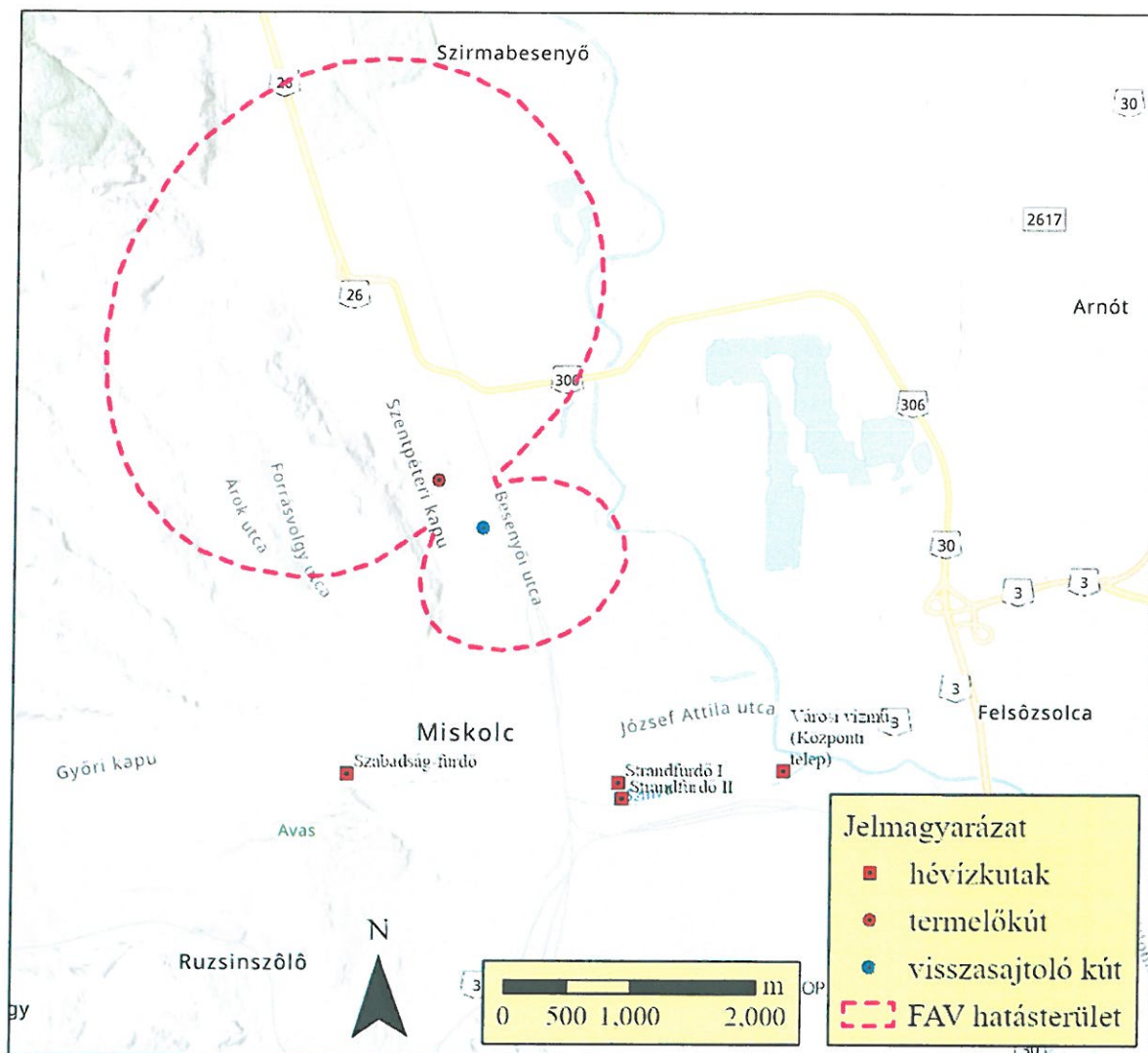
20. ábra: Termelés mellett kialakuló potenciálszinteloszlás É-D-i irányú szelvényben

Az első modellvariánssal meghatároztuk a geotermikus kútpár termeltetésének hatására kialakuló többlet depresszió mértékét a vizsgált területen. A számított eredményeket a **21. ábra** és a **22. ábra** mutatja be. Az ábrákön látható, hogy a 10 cm-hez tartozó depresszió határa a termelőkúttól ÉNy-i irányban kb 3,2 km távolságban húzódik, a hatásterület kiterjedése ÉK-i irányban kb. 4,2 km. A visszasajtoló kút 10 cm-es vízszintemelő hatása áramlási irányban 1 km-re terjed ki. A nagyobb vízszintkülönbségek a geotermikus kútpár közvetlen környezetében alakultak ki. A számított maximális vízszintemelkedés 3 m-nél kevesebb, a termelőkút közvetlen környezetében kialakuló depresszió többlet 4 m.

A kialakult vízszintváltozás területe nem érinti a már üzemelő hévíz kutakat.



21. ábra: A geotermikus kútpár hatására létrejött számított vízszintkülönbség (m) az első modellvariáns esetében



22. ábra: A geotermikus kútpár felszín alatti vízre megállapított hatásterülete (10 cm-hez tartozó vízszintváltozás) az 1. modellvariáns esetében

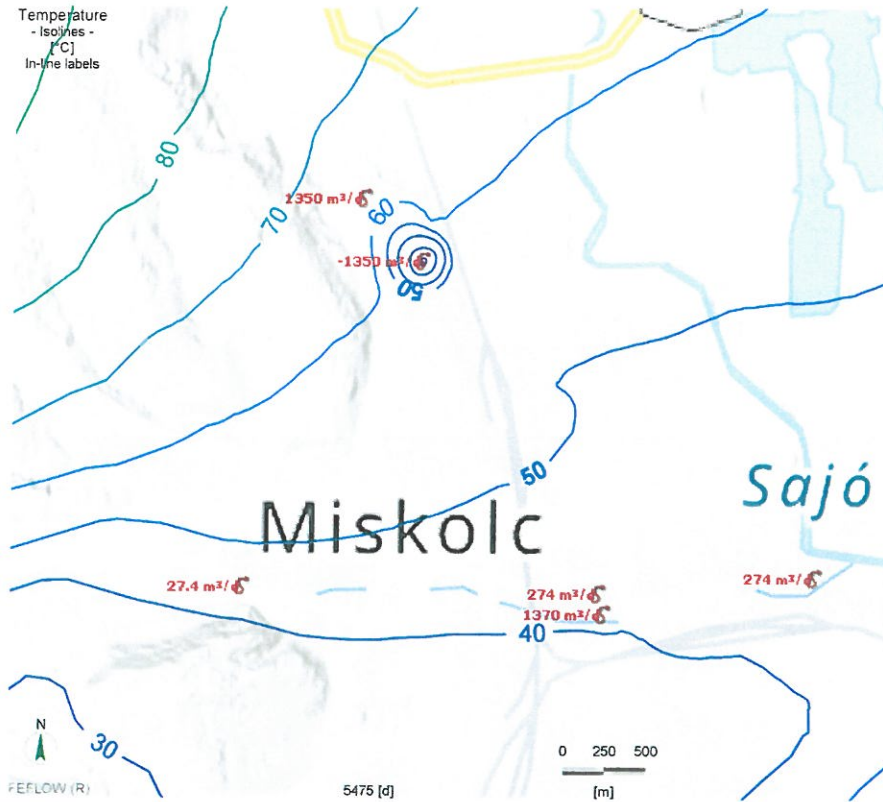
Az első modellvariánssal megvizsgáltuk a visszasajtolás hőmérsékletre gyakorolt hatását is, melynek időbeli változását a 37 – 42 ábra *Hiba! A hivatkozási forrás nem található.Hiba! A hivatkozási forrás nem található.* mutatja be. Az ábráson jól követhető, hogy a 10 °C-os lefűtött termálvíz visszasajtolása mekkora közettömeget hűt le, és látható a hidegvíz frontjának előrehaladása. A modellt 50 évre futtattuk, az eredmények alapján a tervezett termelő kút a hidegvíz csóva frontja 20 év múlva éri el. A termelőkútban 50 év alatt a hűtés mértéke elérheti a 8 °C- ot. A déli irányban üzemelő Selyemréti Strandfürdő kútjainál prognosztizálható hőmérséklet csökkenés permanens állapotban gyakorlatilag 0.



23. ábra: A számított hőmérséklet eloszlás a termeltetett vízadóban a geotermikus kútpár üzemelését megelőzően



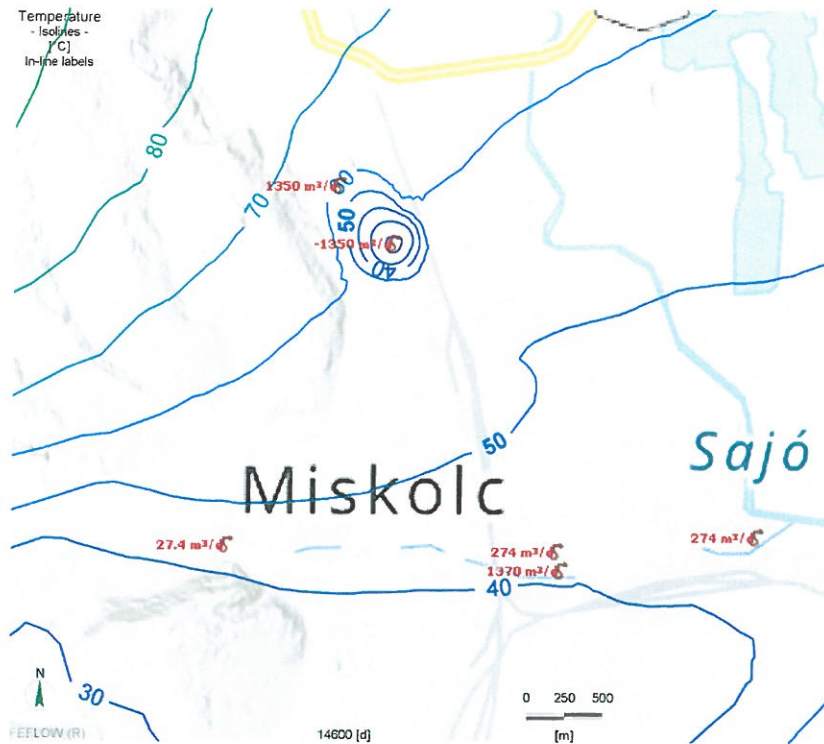
24. ábra: Az 5 év múlva kialakuló számított hőmérséklet eloszlás a termeltetett vízadóban a geotermikus kútpár üzemeltetése esetén (1. modellvariáns)



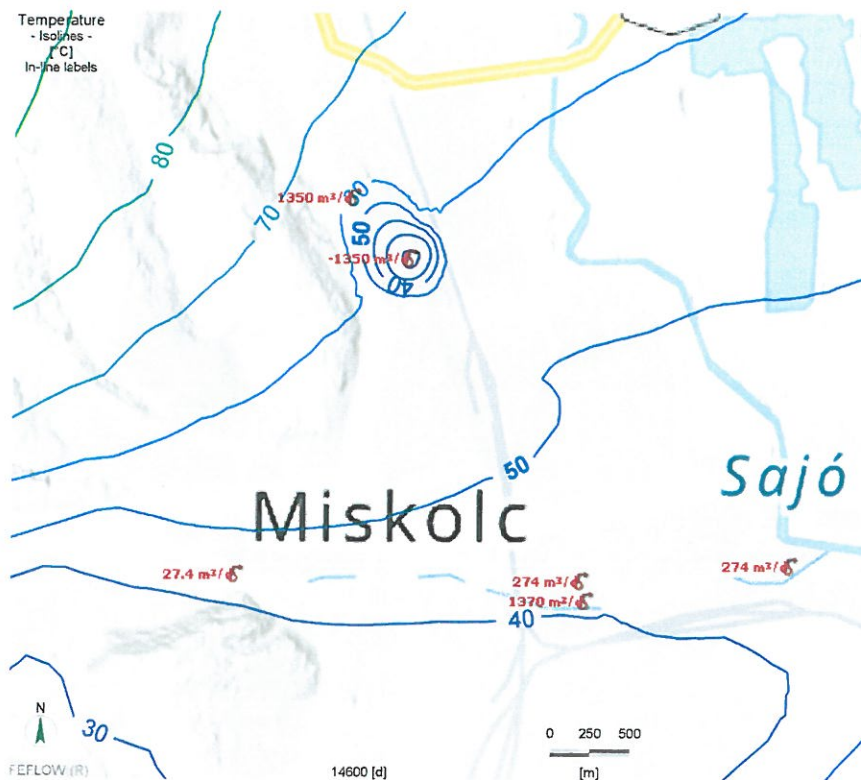
25. ábra: A 15 év múlva kialakuló számított hőmérséklet eloszlás a termeltetett vízadóban a geotermikus kútpár üzemeltetése esetén (1. modellvariáns)



26. ábra: A 25 év múlva kialakuló számított hőmérséklet eloszlás a termeltetett vízadóban a geotermikus kútpár üzemeltetése esetén (1. modellvariáns)

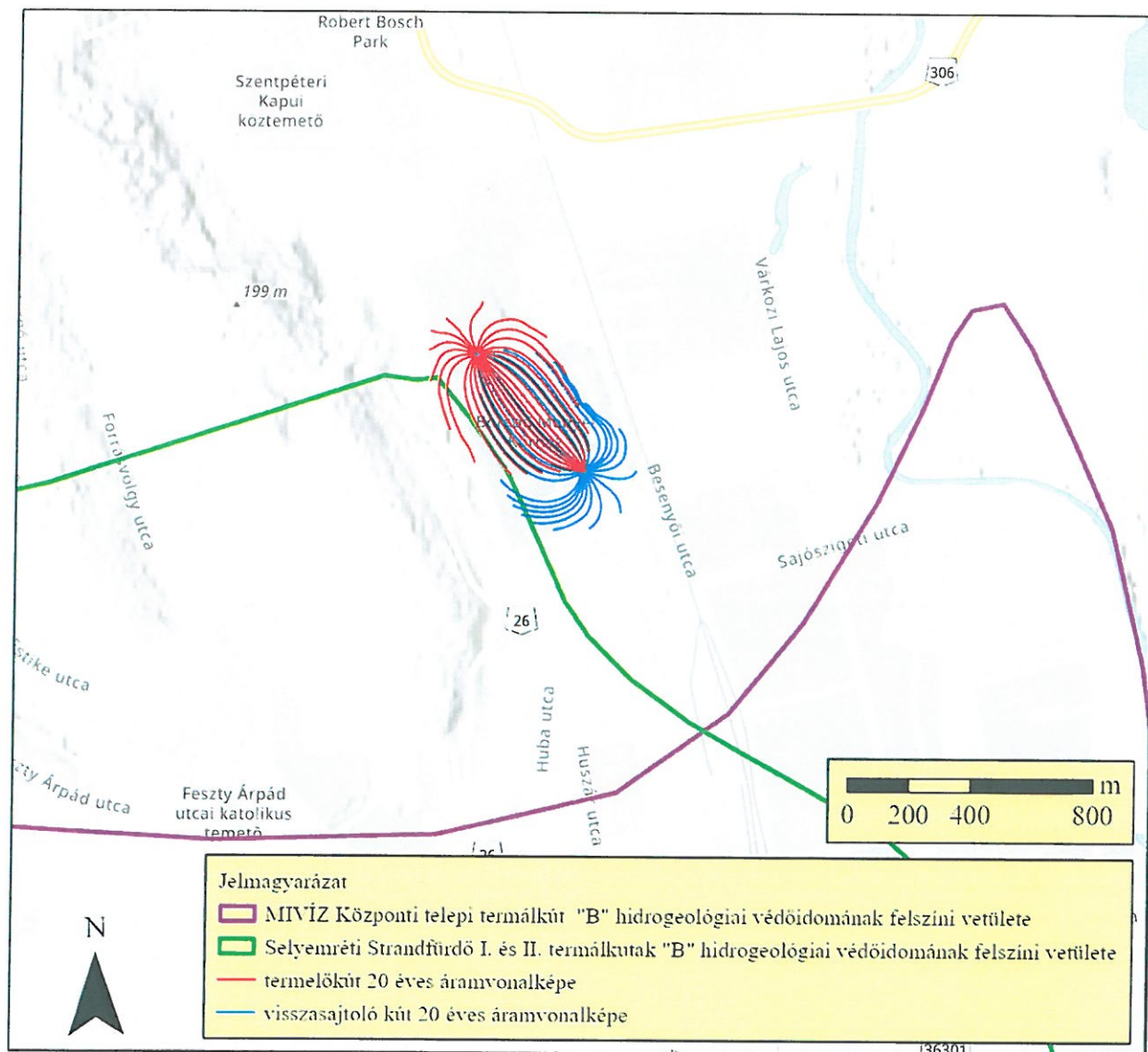


27. ábra: A 40 év múlva kialakuló számított hőmérséklet eloszlás a termeltetett vízadóban a geotermikus kútpár üzemeltetése esetén (1. modellvariáns)



28. ábra: Az 50 év múlva kialakuló számított hőmérséklet eloszlás a termeltetett vízadóban a geotermikus kútpár üzemeltetése esetén (1. modellvariáns)

A számítások során meghatároztuk a kutak szűrőzött szakaszaitól indított áramvonalak alakulását. A geotermikus kútpár - első modellvariánssal - 20 évre számított áramvonalainak eloszlását felülnézetben a 29. ábra mutatja be. A vizsgált 20 éves periódus alatt az áramvonalak éppen csak érintik a Selyemréti Strandfürdő I. és II. termál kutak még nem kijelölt "B" hidrogeológiai védőidomát.



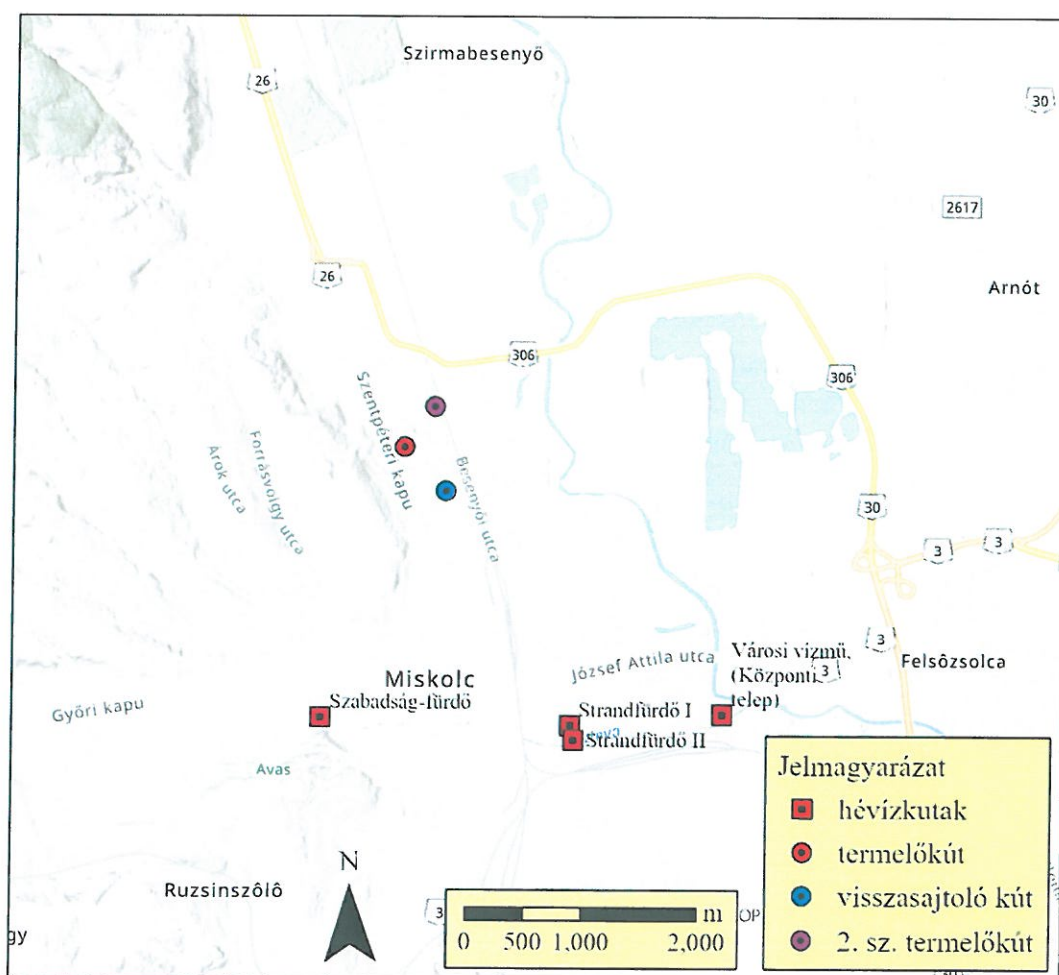
29. ábra: A geotermikus kútpár 20 év elérési időkhöz tartozó áramvonalainak eloszlása az 1. modellvariáns esetében

A számítási eredmények alapján megállapítható, hogy a geotermikus kútpár üzemelése nem gyakorol számottevő hatást a meglévő vízkivételekre mennyiségi és hőmérséklet szempontjából. Viszont a termelőkút és a visszasajtoló kút közötti közel 500 m-es távolság kevésnek adódott a fenti eredmények alapján, a visszasajtoló kút hideg csóvjája mintegy 20 év alatt eléri a termelő

kutat és a termelőkútra számolt hűtés mértéke (8 °C) meghaladja a hő-hasznosítási technológia szempontjából kívánatos mértéket.

Az első variánsban szereplő termelőkút telepítési helyét a kedvezőtlen elhelyezkedése miatt 230 m-rel ÉK-i irányban tűzték ki, az így kialakuló egymásra hatás mértékét a második modellvariánssal vizsgáltuk. Az új helyen kijelölt termelő és visszasajtoló kút között a távolság az eredetileg tervezett közel 1,5-szeresére nőtt.

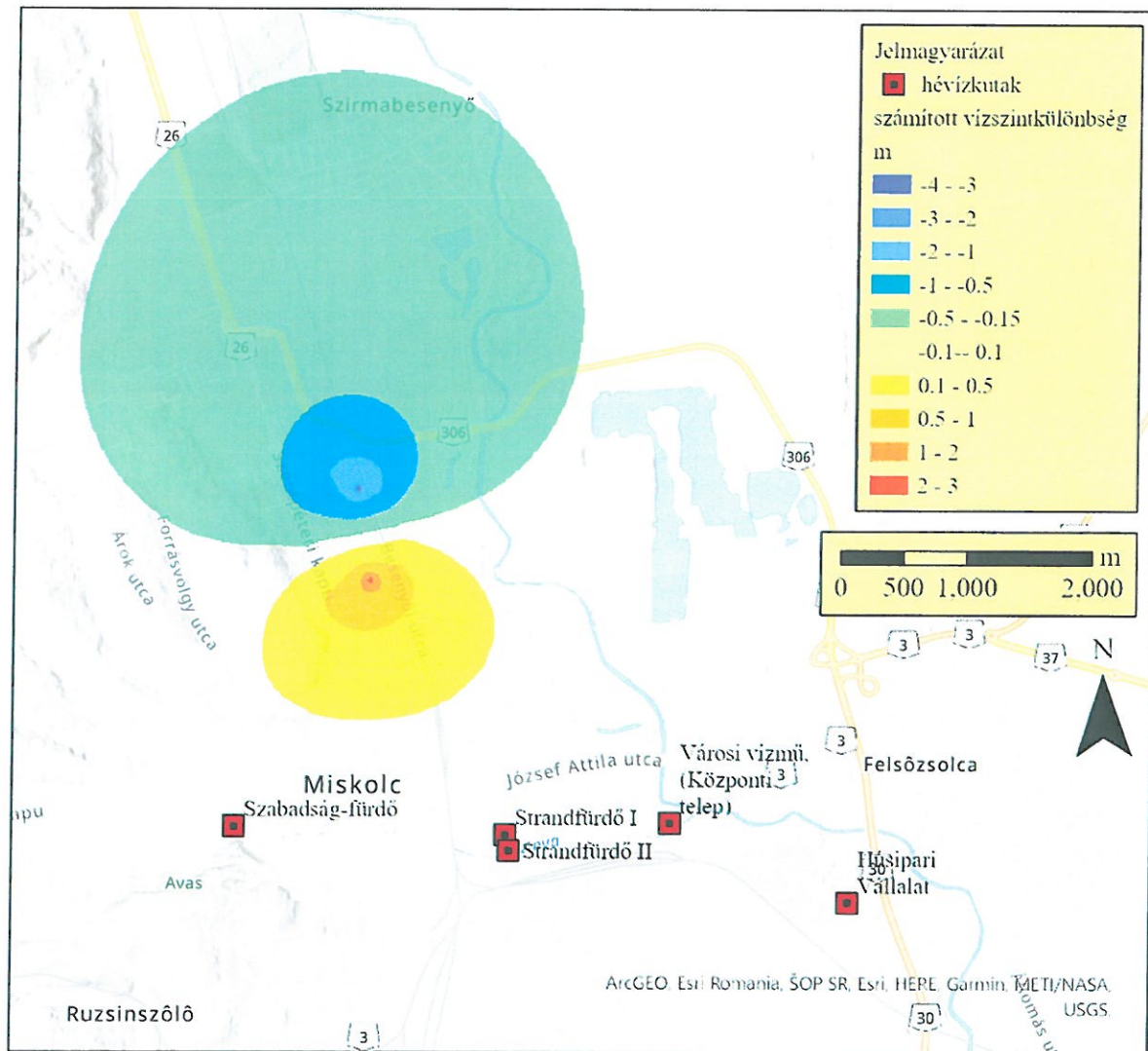
Az eredetileg tervezett geotermikus kútpár és az új helyre kijelölt termelőkút elhelyezkedését a 30. ábra mutatja be.



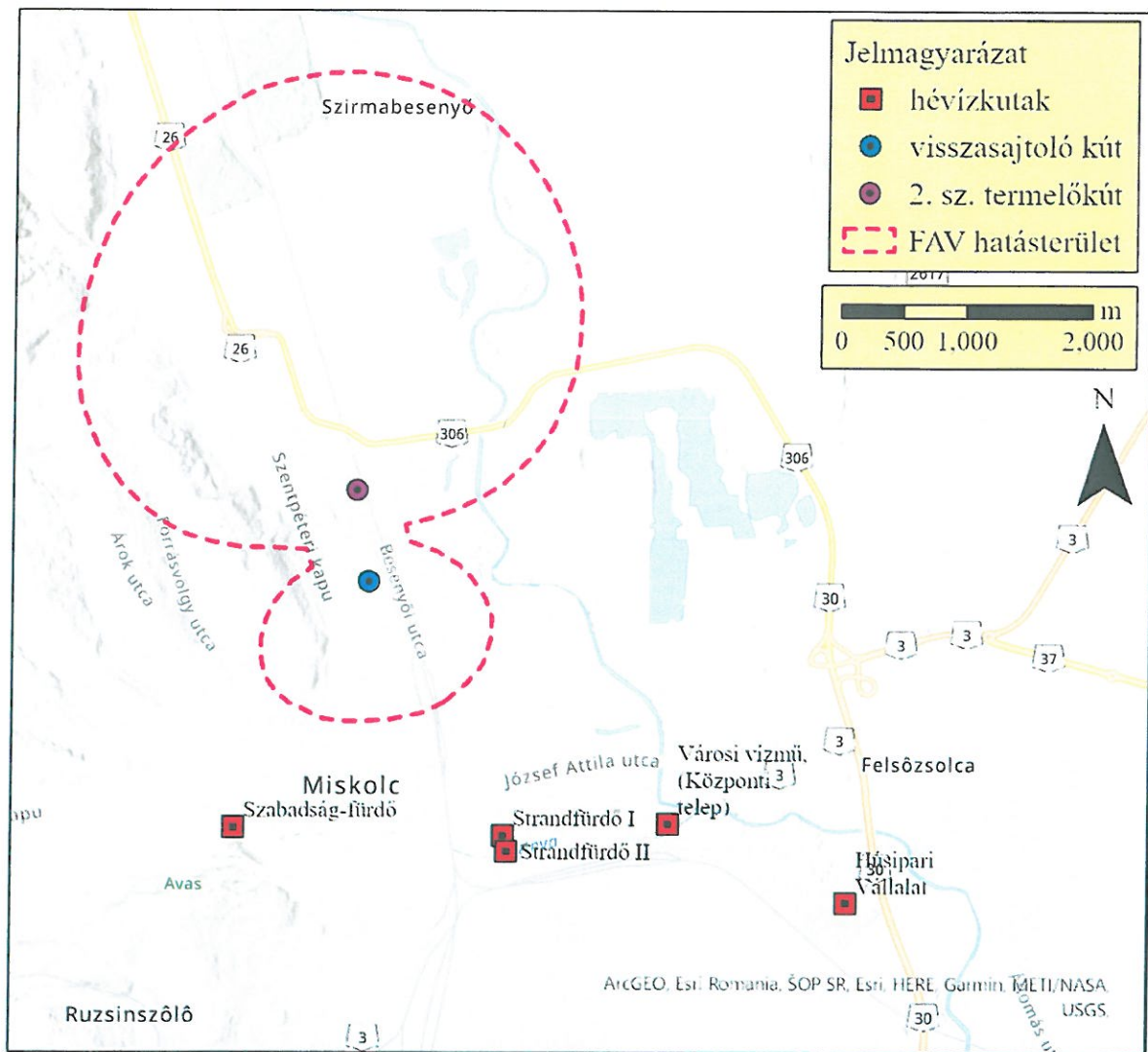
30. ábra: Az 1. és 2. modellvariánsban szereplő geotermikus kútpárok elhelyezkedése (piros: 1. variáns termelő, magenta: 2. variáns termelő, kék: visszasajtoló)

A második modellvariánssal számított vízszintkülönbségek a 31. ábra és a 32. ábra láthatóak. A 10 cm-es vízszintváltozásokhoz tartozó hatásterületek kiterjedése és a várható depresszió, valamint vízszintnövekedés mértéke megegyezik az előző variánsban számítottakkal. Viszont

mivel a termelőkút ÉK-i irányban távolabb lett elhelyezve, kismértékben a vízszintcsökkenés határa is ÉK felé, míg az egymásra hatás miatt a vízszintemelés határa DNY felé tolódott el. Az ábrán látható, hogy a kialakult vízszintváltozás hatásterülete nem érinti a jelenleg üzemelő hévíz kutakat.



31. ábra: A geotermikus kútpár hatására létrejött számított vízszintkülönbség (m) a 2. modellvariáns esetében

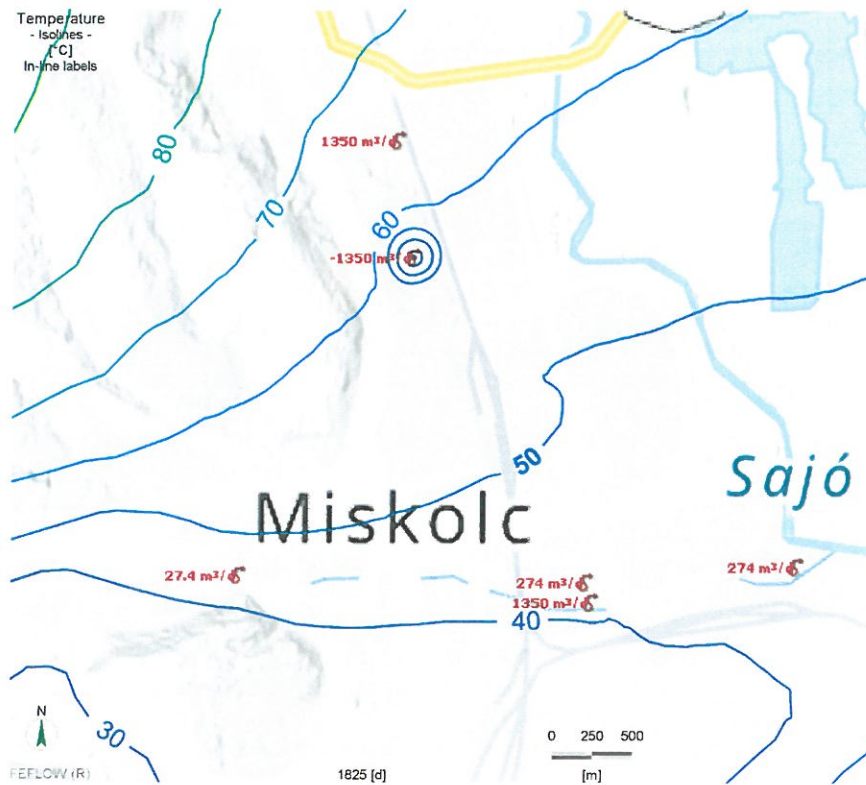


32. ábra: A geotermikus kútpár felszín alatti vízre megállapított hatásterülete (10 cm-hez tartozó vízszintváltozás) a 2. modellvariáns esetében

Megvizsgáltuk a 2. modellvariáns esetében is a visszasajtolás a vízázó hőmérsékletére gyakorolt hatását is, melynek időbeli változását a 33. ábra **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** mutatja be. Az ábrason jól látható, hogy a 10 °C-ra lehűtött víz visszasajtolása mekkora köztömeget hűt le, és frontja hogyan halad előre. A hideg csóvafront haladási üteme az 1. modellvariánsban számítottakkal megegyezik, viszont a kútpár közötti nagyobb távolság miatt a tervezett termelőkutat a hidegvíz csóva 40 év múlva éri el, az 50 év alatt kialakuló visszahűtés mértéke várhatóan 3 °C lesz. A déli irányban üzemelő Selyemréti Strandfürdő kútjainál a prognosztizált hőmérséklet csökkenés ez esetben is gyakorlatilag 0.°C.



33. ábra: A számított hőmérséklet eloszlás a termeltetett vízadóban a geotermikus kútpár üzemelését megelőzően



34. ábra: Az 5 év múlva kialakuló számított hőmérséklet eloszlás a termeltetett vízadóban a geotermikus kútpár üzemeltetése esetén (2. modellvariáns)



35. ábra: A 15 év múlva kialakuló számított hőmérséklet eloszlás a termeltetett vízadóban a geotermikus kútpár üzemeltetése esetén (2. modellvariáns)



36. ábra: A 25 év múlva kialakuló számított hőmérséklet eloszlás a termeltetett vízadóban a geotermikus kútpár üzemeltetése esetén (2. modellvariáns)



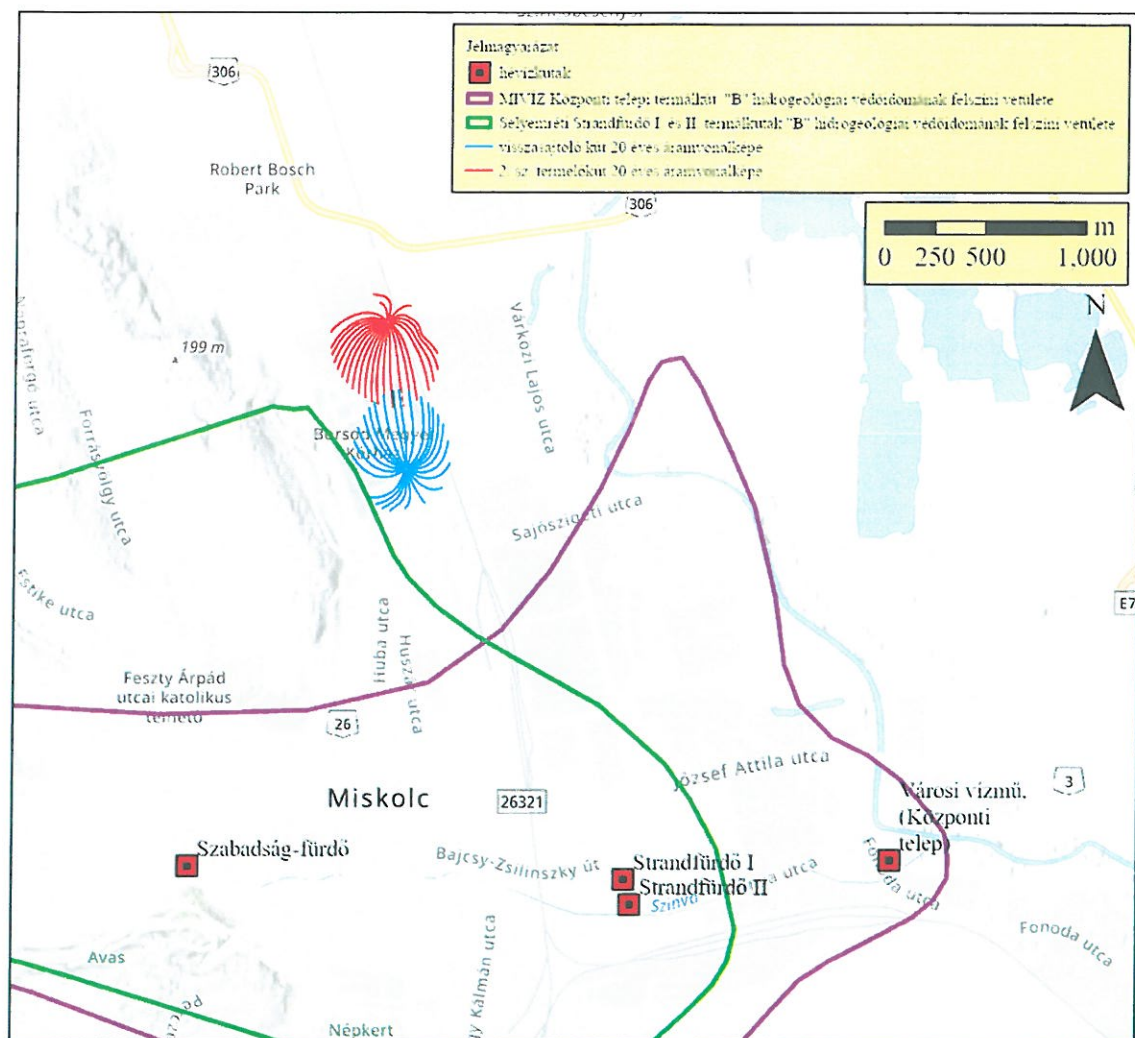
37. ábra: A 40 év múlva kialakuló számított hőmérséklet eloszlás a termeltetett vízadóban a geotermikus kútpár üzemeltetése esetén (1. modellvariáns)



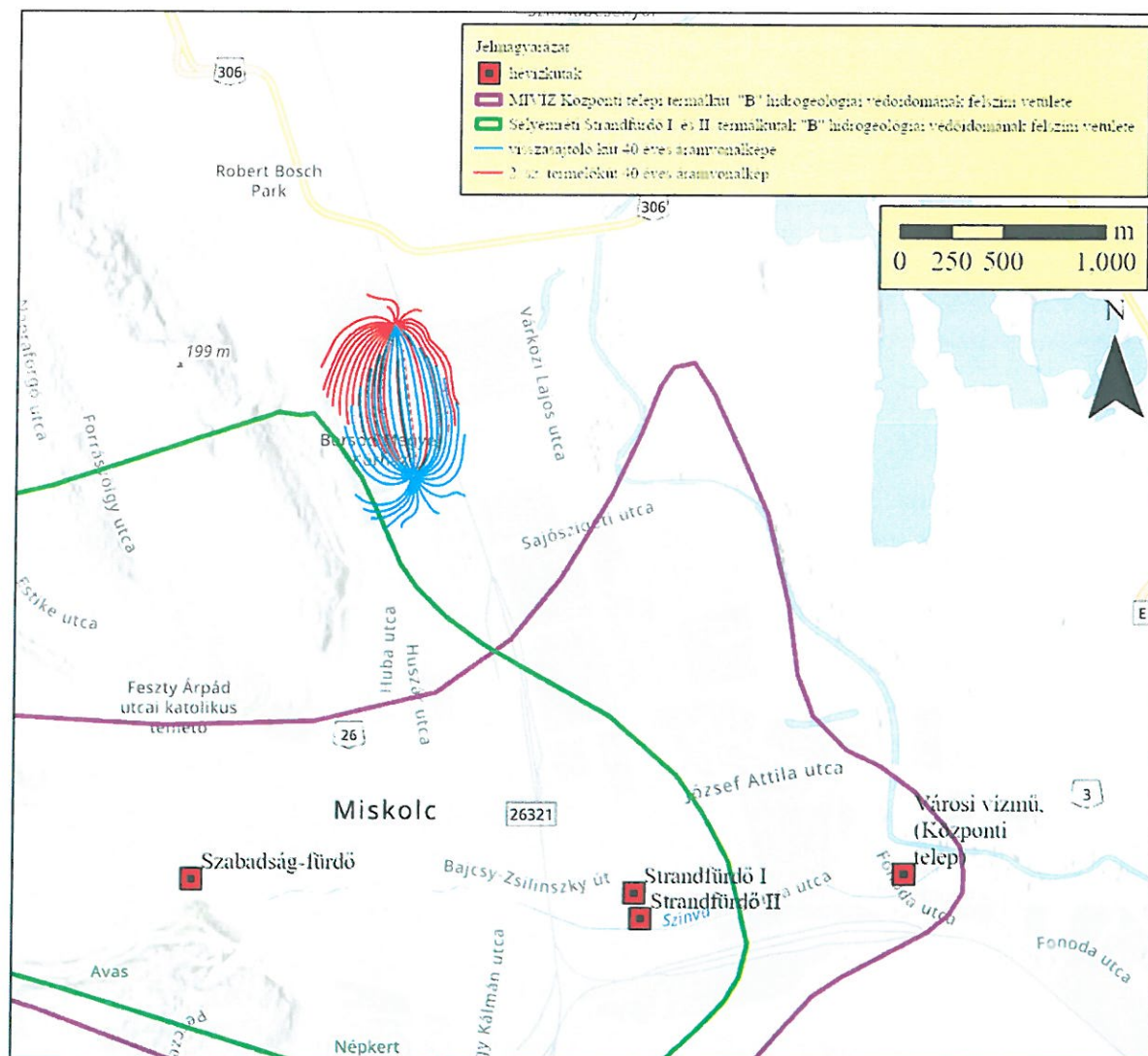
38. ábra: Az 50 év múlva kialakuló számított hőmérséklet eloszlás a termeltetett vízadóban a geotermikus kútpár üzemeltetése esetén (2. modellvariáns)

A számítások során a 2. modellvariáns esetében is meghatároztuk a kutak szűrőzött szakaszaitól indított áramvonalak alakulását. A geotermikus kútpár 20 évre számított áramvonalainak eloszlását felülnézetben az **39. ábra**, 40 évre számított áramvonalainak eloszlását az **40. ábra** mutatja be. A vizsgált 20 éves periódus alatt a visszasajtoló kút áramvonalai elérik a Selyemréti Strandfürdő I. és II. termál kutak - még nem kijelölt - "B" hidrogeológiai védőidomát. A termelőkút áramvonalai a vizsgált 40 éves időtartam alatt nem érik el a védőidomot.

A számítási eredmények alapján megállapítható, hogy a kedvezőbb helyen telepített geotermikus kútpár üzemelése nem gyakorol számottevő hatást a meglévő vízkivételekre mennyiségi és hőmérséklet szempontjából. A termelőkút és a visszasajtoló kút közötti közel 730 m-es távolság hatására a visszasajtoló kút hideg csóvjája várhatóan 40 év alatt eléri a termelő kutat, ekkor a számított hűtés mértéke 3 °C, amely elfogadható a tervezett hő-hasznosítási technológia szempontjából.



39. ábra: A geotermikus kútpár 20 év elérési időkhöz tartozó áramvonalainak eloszlása a 2. modellvariáns esetében



40. ábra: A geotermikus kútpár 40 év elérési időkhöz tartozó áramvonalainak eloszlása a 2. modellvariáns esetében

### 3.2.3. Összegzés

A hidrodinamikai és hőtranszport számítások célja a tervezett geotermikus kútpár a vizsgált területen mélyített üzemelő hévíz kutakra gyakorolt hatásának meghatározása volt, valamint a kútpár termelő és visszasajtoló kútja közötti egymásra hatás mértékének megállapítása.

A feltárni kívánt triász mészkő képződmény célzott mélysége a tervek szerint 1000 m, a modellezés során az alaphegységre történő szűrőzést feltételeztünk.

A közölt eredmények alapján megállapítható, hogy a tervezett vízi létesítmények esetén nem kell felszín közeli hatással számolni, valamint a kútpár üzemelése esetén nem prognosztizálható lényeges hatás a környező kutakra.

Bemutattuk a vízkivétel és visszasajtolás hatásának horizontális kiterjedését, vertikális irányban elmondható, a felsőbb rétegek védettnek tekinthetők, nem mutatható ki a geotermikus kútpár hatása.

Két változatot vizsgáltunk meg, melyekben egyedül a termelőkút helye változott. A számítási eredmények alapján a 2. sz. termelőkút kivitelezését javasoljuk, mely 730 m –re esik a visszasajtoló kúttól. Ebben az esetben a hideg csóva jóval később és kisebb mértékben éri el a termelő kutat, mely a hőszivattyús rendszer üzemeltetése szempontjából fontos szempont.

Ugyanakkor felhívjuk a figyelmet, hogy a rendelkezésre álló adatok alapján a vízáadó kőzetet jól karsztosodottnak tételeztük fel, melyről csak a fúrás kivitelezését követően nyerhető bizonyosság. A közölt számítási eredményeket az alapparaméterek pontosítását követően újraértékelni szükséges.

#### 4. A MODELLEZÉS EREDMÉNYÉNEK ÖSSZEFOGLALÁSA

A hidrogeológiai és hő-transzport modellezés alapján az alábbi környezeti hatásokkal kell számolni:

1. A tervezett területen 50 – 60 C°-os talphőmérséklet várható, így 45 – 55 C° kifolyó vízhőmérsékletre számíthatunk.
2. A rétegnyomás enyhén pozitív, így a kutak nyugalmi vízszintje a terepszint körül, vagy kevéssel a terepszint fölött alakul.
3. A térségben lévő termál kutak jelentős repedezettséget tártak fel a megnyitott karsztvíz tárolóban. Az átlagos fajlagos vízhozam 1000 l/p/m. Ezen adatok alapján az igényelt csúcsban 2050 l/p vízhozam nagy valószínűséggel kitermelhető, 3-4 m-es depresszióval.
4. A tervezett vízkivétel depressziós hatása nem okoz káros mértékű vízszintcsökkenést a térségben, és a meglévő termál kutakban.
5. A tervezett kutak a meglévő hévíz kutak - még hatáságilag ki nem jelölt - védőidomán kívül helyezkednek el,
6. A tervezett 10 C°- on történő vízbesajtolás hűtő hatása 20 év alatt jelentkezik az 550 m távolságban lévő termelő kútban, és 50 év alatt mintegy 8 C°- os lehűlést eredményez. A szomszédos területen kijelölt alternatív ponton történő telepítés esetén az elérési idő 40 év, és a hőmérséklet csökkenés 3 C°. A meglévő termál kutakban lehűlés gyakorlatilag nem történik egyik kúthely esetén sem.

7. A modellezés a jelenleg ismert adatok alapján történt. A tényleges földtani adatok alapján a kutatófúrás, majd a kutak elkészülte után pontosítandó. Amennyiben a termelő és visszasajtoló kutak között egy erőteljes repedésrendszer alakult ki, a besajtolást rövidre zárhatja, ami a visszahűtést jelentősen fokozhatja. A beruházás elindításakor ezen kockázattal számolni kell!
8. A modellezés alapján, ha elfogadjuk a 8 C° -os hőmérséklet csökkenést, a tervezett termelő és visszasajtoló kutak elhelyezése megfelelő. Célszerűbb és biztonságosabb lenne a termelő kutat az alternatív, idegen területen lévő ponton kivitelezni. A pont EOY koordinátái:  

$$X = 310\,612$$

$$Y = 779\,557$$

A kút a **3086/2 Hrsz.** területre esik. Amennyiben a tulajdonos hozzájárul, ezen a ponton javasoljuk a termelő kutat elhelyezni. Ez esetben kezdeményezzük a vízjogi engedély módosítását. Környezeti hatás szempontjából a helyzet nem változik.

*Összegezve hidrodinamikai és hő transzport vizsgálataink eredményeit, megállapíthatjuk, hogy a tervezett geotermikus energiahasznosítás- a felszín alatti vizekre gyakorolt hatásokat tekintve- megvalósítható.*

#### Vízvédelmi hatásterület lehatárolása:

*Felszíni vizekre vonatkozó hatásterület kijelölése nem szükséges.*

*Felszín alatti vizekre vonatkozó hatásterület, a termelő kút köré vonható 1000 m-es és a visszasajtoló kút köré írható 1100 m sugarú körben határolható le Ez biztonsággal megfelel a hő transzportnak, (1 C°) és a keletkező depressziós hatásterületnek (0,5 m) is.*

#### **4.2.3 A levegőre gyakorolt környezeti hatás**

A feltárt hévíz minimális mennyiségű CO<sub>2</sub> gázt tartalmaz, ennek is csak kis hányada jut a levegőbe, így a levegőre káros hatást a geotermikus hasznosítás nem gyakorol. Az üzemeltetés során szükséges energiát a villamos hálózatról biztosítják.

#### 4.2.4 A zajterhelés

A termelő és visszasajtoló rendszer villamos meghajtású szivattyúkkal működik, melyek egy gépházban helyezkednek el. Zajhatás nincs, a létesítmény zajkibocsátása a vonatkozó előírásoknak megfelel.

#### 4.2.5 Hulladékok

A rendszer üzemeltetése során hulladék nem keletkezik. A visszasajtolás előtt beépített szűrők időszakos visszamosatásakor finom közetiszap keletkezik, ami nem tartalmaz szennyező anyagokat.. Mennyisége max. 10 - 20 kg/év. Ez kommunális lerakóba kerül.

#### 4.2.6 A tájban és az ökológiai viszonyokban várható változás

A létesítmény változást nem okoz

### 4.3. A FELHAGYÁS SORÁNJELENTKEZŐ KÖRNYEZETI HATÁSOK

A geotermikus fűtőrendszer felhagyásakor a felszíni berendezések tovább hasznosításra eladhatók. A hévíz-kutak figyelő kúttá kiképezhetők, vagy eltömedékelendők.

Káros környezeti hatással egyik sem jár.

#### 4.4. HAVÁRIA

A létesítmény kivitelezése és üzemeltetése során környezeti szempontból haváriát a csőtörés, vagy a kivitelezés során valamelyik gépegység üzemanyagának kiömlése okozhat. Előbbit a vízelvezetés előzetes kialakításával, illetve a számítógépes felügyeleti rendszerrel azonnal megszüntetjük. Utóbbit a gépegységek alá telepített kármentő akadályozza. Komoly környezeti kárt okozó havária nem lehetséges.

## 5. ÖSSZEFOGLALÁS

### a. A TERVEZETT TEVÉKENYSÉG CÉLJA

Geotermikus energia hasznosítása termelő, és visszasajtoló hévízkúttal, a hévíz hő-hasznosítása, majd visszajuttatása ugyanabba a víztartó összletbe.

### b. A TERVEZETT TEVÉKENYSÉG SZÁMÍTÁSBA VETT VÁLTOZATAINAK ALAPADATAI

#### b.a.) A tevékenység volumene

A térség földtani adatai alapján lehetőség van mintegy 123 m<sup>3</sup>/ó 45 °C-os termálvíz kitermelésére, és visszasajtolására.

**b.b.) A telepítés és működés megkezdésének várható időpontja, és időtartama a kapacitás kihasználás tervezett időbeli megosztása:**

.

A beruházás megkezdésének legkorábbi idő pontja 2022 január. A hévíz-kutak és hasznosító létesítmények kivitelezésének időszükséglete 0,5 év. A teljes beruházás tehát leghamarabb 2022. szeptember 31-ig készülhet el.

Az üzemeltetés 2022 őszén indulhat.

**b.c.) A tevékenység helye és terület igénye, az igénybe veendő területek használatának jellege, és a település rendezési tervében rögzített módja:**

A hatásvizsgálat tárgya - geotermikus hő-hasznosítás rendszer - helyigénye mintegy 2 x 400 m<sup>2</sup>, ami a termelő és visszasajtoló hévíz-kutak belső védőterületét, valamint a visszasajtoló létesítményeket foglalja magába. Ezen túlmenően a távvezetékek 1 m széles sávja is korlátozott igénybevételt jelent de, mindez saját, területen belül.

**b.d.) A tevékenység megvalósításához szükséges létesítmények felsorolása, és helye**

A tervezett hévízellátó rendszer sémája:

Kitermelő kút → Hő hasznosítás → szűrés, → Visszasajtolás

**b.e.) A kapcsolódó műveletek**

A tervezett létesítményekhez anyagnyerő, vagy lerakóhely nem kapcsolódik.

A szállítás, a kivitelezés időtartamára, jelentéktelen mértékben növeli meg a térség közúti forgalmát.

A megvalósítás során szennyvíz nem keletkezik, a minimális kommunális hulladék elszállításra kerül.

Az energia ellátás a meglévő villamos hálózatról, biztosítható.

**b.f.) A tervezett technológia, illetve a tevékenység megvalósításának leírása – anyagfelhasználás**

A tevékenység fúrott kútból, búvárszivattyúval történő vízkitermeléssel történik, ami egy hőcserélőn átadja a geotermikus energiát egy hő központ fűtőrendszerének.

A hőcserélő után a termálvíz távvezetéken a visszasajtoló kútba kerül. A visszasajtoló szivattyúk frekvencia váltóval vezéreltek, a kút búvárszivattyúja szintén, így a vízkivétel és visszasajtolás a külső hőmérséklet alapján vezérelt. Csak a szükséges vízmennyiség kerül kitermelésre. Anyagfelhasználás nem történik.

**b.g.) A Magyarországon új, külföldön már alkalmazott technológia bevezetése esetén a külföldi referencia**

A technológia Magyarországon számos helyen működik.

Visszasajtolással az alábbi főbb területeken.

- Veresegyház – település közintézményeinek fűtése
- Bóly – település közintézményeinek fűtése
- Kistelek – település közintézményeinek fűtése
- Hódmezővásárhely – település közintézményeinek fűtése
- Szeged – növényháztelep
- Szigetvár – növényháztelep
- Orosháza, Gyopáros Fürdő hő ellátása.
- Budapest, BKV csarnokok fűtése

**b.h.) A tevékenységhez szükséges teher és személyszállítás nagyságrendje**

A létesítmény kivitelezése kis mértékben növeli a személy- és teherszállítás forgalmát, átlagosan napi 2 fuvarral.

Az üzemeltetés nem igényel szállítást.

**b.i.) A már tervbe vett környezetvédelmi létesítmények, intézkedések**

A tervezett létesítmény nem igényel környezetvédelmi intézkedéseket, nem jelent környezeti terhelést.

**b.j.) A b.a.) – b.j.) pont szerinti adatok bizonytalansága**

A fenti adatok nem tartalmazzak bizonytalanságot, a létesítmények környezeti hatása közismert.

**b.k.) A telepítési hely lehatárolása térképen, megjelölve a szomszédságban meglévő, illetve a rendezési tervben szereplő tervezett terület hasznosítási módokat:**

A telepítési helyeket a mellékelt helyszínrajzok több méretarányban rögzítik.

A tervezett tevékenység nem ellentétes a város településrendezési tervével.

**c. A SZÁMÍTÁSBA VETT VÁLTOZATOK ÖSSZEFÜGGÉSE OLYAN TOVÁBBI, KÜLÖNÖSEN TERÜLET – VAGY TELEPÜLÉSFEJLESZTÉS, ILLETVE RENDEZÉSI TERVEKKEL ÉS**

**TERMÉSZETES ERŐFORRÁS FELHASZNÁLÁSI, VAGY VÉDELMI KONCEPCIÓKKAL, AMELYEK BEFOLYÁSOLJÁK A TELEPÍTÉSI HELY ÉS A MEGVALÓSÍTÁSI MÓD KIVÁLASZTÁSÁT:**

A telepítési hely/helyek kiválasztásánál a hasznosítás helyén túlmenően, a visszasajtolásra alkalmas, megfelelő távolság meghatározása volt az egyedüli szempont - természetesen a hidrogeológiai adottságok figyelembe vételével.

**d. NYOMVONALAS LÉTESÍTMÉNYEKNÉL A TERVEZETT NYOMVONAL TOVÁBBVEZETÉSÉNEK ÉS TÁVLATI KIÉPÍTÉSÉNEK ISMERTETÉSE, ÉS A TOVÁBBVEZETÉS TERVEZÉSRE SORÁN FIGYELEMBE VETT KÖRNYEZETI SZEMPONTOK, FELTÁRT KÖRNYEZETI HATÁSOK:**

A nyomvonalas létesítmény esetünkben a kutak közötti összekötő, visszasajtoló vezeték melynek tovább tervezését nem tervezzük.

**e. A b.) PONTBAN SZÁMÍTÁSBAVETT VÁLTOZATOK KÖRNYEZETTERHELÉSE ÉS KÖRNYEZET IGÉNYBE VÉTELE (HATÓTÉNYEZŐK) VÁRHATÓ MÉRTÉKÉNEK ELŐZETES BECSLÉSE, A TEVÉKENYSÉG SZAKASZAIKÉNT ELKÜLÖNÍTVE, AZ ESETLEGES KÖRNYEZETTERHELÉST OKOZÓ BALESETEK, VAGY MEGHIBÁSODÁSOK ELŐFORDULÁSI LEHETŐSÉGEIRE FIGYELEMME.**

Az egyes hatótényezőket a kivitelezés, az üzemeltetés és a felhagyás során is vizsgáltuk. A hatásterületeket lehatároltuk.

A baleset vagy meghibásodás esetén sem keletkezhet jelentős környezet-terhelés - az esetleges csőtörést a felügyeleti rendszer azonnal jelzi.

**f. A KÖRNYEZETRE VÁRHATÓAN GYAKOROLT HATÁSOK ELŐZETES BECSLÉSE KÜLÖNÖSEN**

**f.a.) Hatótényezők milyen jellegű folyamatokat indíthatnak el, új telepítésnél annak becslése is, hogy a terület állapota és funkciói miként változnak meg a telepítéskövetkeztében**

Hatótényezőként kizárólag a hévíz kitermelés depressziós hatását és a visszasajtolás hűtő hatását vehetjük figyelembe. Az elvégzett előzetes modellezés egyértelműen bizonyítja, hogy káros mértékű hatással nem kell számolni.

**f.b.) A hatásfolyamatok milyen területre terjednek ki:**

A hatásterületeket az 1 sz. mell. mutatja.

Felszín alatti vízvédelmi hatásterület sugara: 1000 ILLEVE 800. m a kutak körül

Levegő tisztaságvédelmi hatásterület nem szükséges.

Zajvédelmi hatásterület sugara

Nappal: 29 m

Éjjel: 140 m

**f.c.) Az f.b.) pont szerinti területekről rendelkezésre álló környezeti állapot, területhasználat és demográfiai adatok, valamint a hatás folyamatok jellegének ismeretében milyen és mennyire jelentős környezeti állapotváltozások (hatások) lépnek fel.**

A megtakarított földgáz káros anyag kibocsátásának elmaradása miatt jelentős pozitív változást eredményez.

**Összefoglalásul** tehát megállapíthatjuk, hogy a jelen hatásvizsgálat során, a hévíztermelés és visszasajtolás hatásait részletesen vizsgáltuk, mind depresszió, mind hő transzport tekintetében. Fentiek alapján egyértelmű, hogy a felszín alatti vizekre káros környezeti hatás nem keletkezik.

Csurgalék vizek csak a rövid kivitelezési időszakban illetve a későbbi kútvizsgálatok során keletkeznek, összesen 9 – 10 000 m<sup>3</sup> mennyiségben, melyek a csapadékcatornába

jutnak. Mennyisége a befogadó szempontjából minimális, minősége megfelel a bevezethetőségi feltételeknek.

Technológiai vízigények: öblítővíz a fűrásnál: 5 m<sup>3</sup>/nap összesen 500 m<sup>3</sup>, városi hálózatról. A fűróiszap átszállítás következő munkahelyre, illetve elszállítás újra hasznosításra

Furadék: elszállítás újra hasznosításra, kb. 100 m<sup>3</sup> agyag, homok, iszap

Tisztító szivattyúzás: 2500 m<sup>3</sup>/nap x 5 nap = 12 500 m<sup>3</sup>/kút. Elvezetés, csapadékcsonnába.

A tényleges kútparaméterek alapján a visszasajtolási technológia pontosítandó.

A termelő és visszasajtoló kút is Miskolc város területén, kivett művelési ágú ingatlanon létesül.

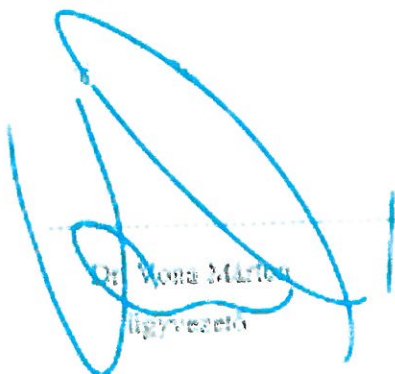
Védett állat vagy növényfajt a beruházás nem érint.

Fa, vagy cserje kivágásra nem lesz szükség,

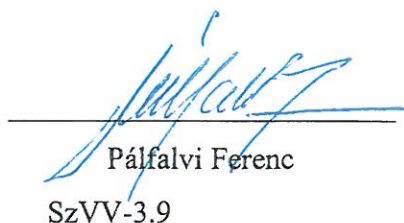
Természet és tájvédelmi szempontból a létesítményeknek nincs káros hatásuk.

Összefoglalásul tehát megállapíthatjuk, hogy a tervezett beruházásnak nincs káros környezeti hatása

Budapest, 2021. december 5.



Dr. Mikita Viktória  
igazgató

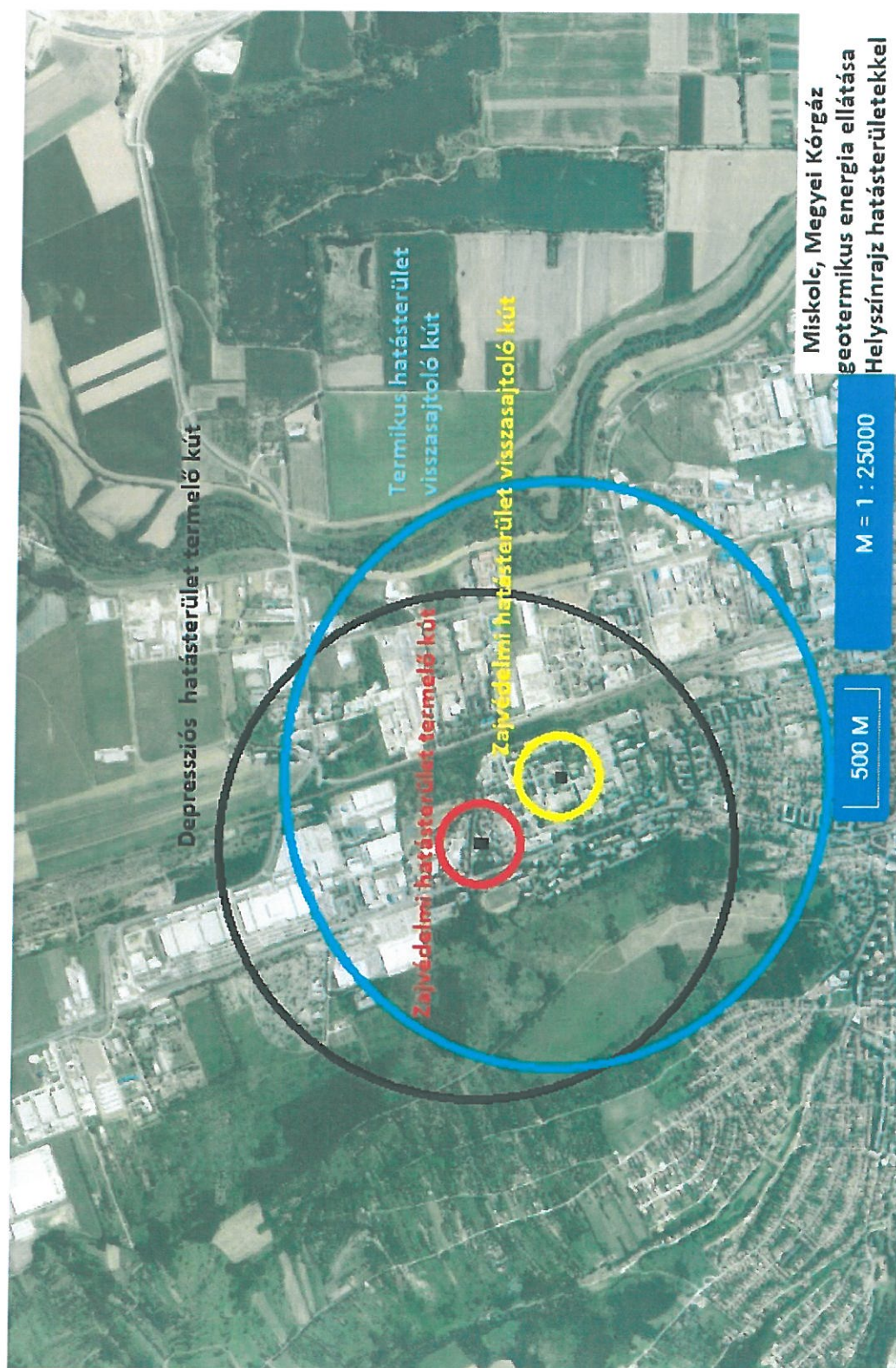


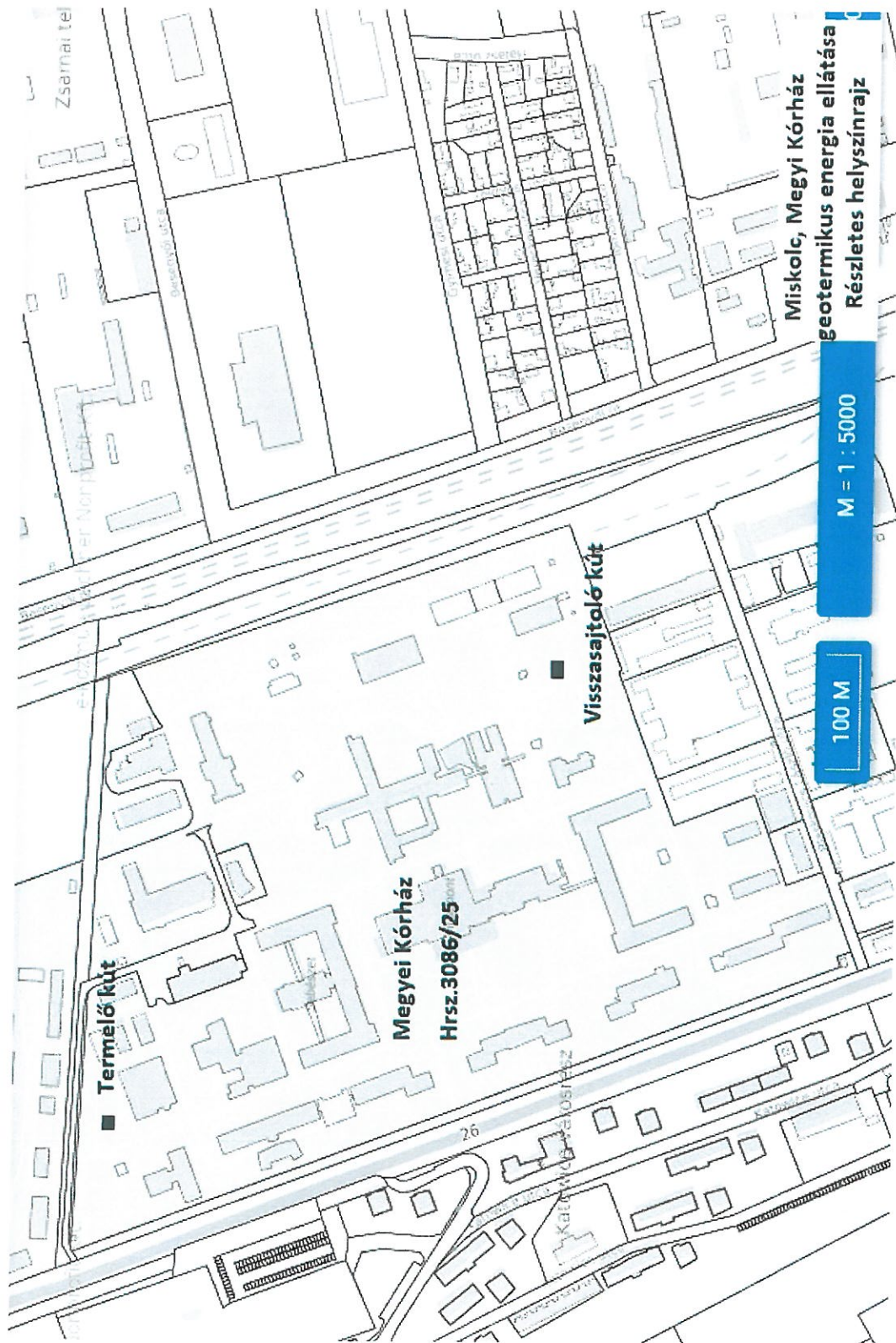
Pálfalvi Ferenc  
SzVV-3.9



Dr. Mikita Viktória

SZKV 1.3





Miskolc, Megyei Kórház  
geotermikus energia ellátása  
Részletes helyszínrajz

M = 1 : 5000

100 M

