


**Böcs (Böcs, 082/26 és 082/4 hrsz.),
zöldségtermesztő telep
geotermális energiahasznosító,
termelő-visszasajtoló kútpár
Előzetes Vizsgálati Dokumentáció**

Vezető Tervező:


.....
Kolencsik Attila
VZT-05-1181

Készítették:

Kolencsikné Dr. Tóth Andrea
okl. környezet-geofizikus mérnök

Kolencsik Attila
okl. környezetmérnök

Szirmabesenyő, 2020. október

TARTALOMJEGYZÉK

TARTALOMJEGYZÉK	1
MELLÉKLETEK JEGYZÉKE	5
I. Előzmények	6
I.1. A tervezett projekt összegzése	6
I.1.1. A tervezett tevékenység célja	6
I.1.2. A tervezett projekt ütemezése	6
I.1.3. A tervezett tevékenység számított változatai	7
I.2. A rendszer kapcsolódása a környezethez	8
I.3. A projektet érintő szabályozási környezet	8
I.3.1. Országos szabályozás bemutatása	8
I.3.1.1. Felszíni és felszín alatti vizekkel összefüggő jogszabályok	8
I.3.1.2. Környezetvédelemmel összefüggő jogszabályok	9
I.3.1.3. Bányászattal összefüggő jogszabályok	9
I.3.2. Helyi szintű szabályozás bemutatása	9
I.3.3. A megvalósítás engedélyei számbavétele	9
I.3.3.1. A termelő és visszasajtoló kutak vízjogi engedélyezése	9
I.3.3.2. Egyéb létesítmények engedélyezése	9
II. Vízbeszerezési terv	10
II.1. A terület ismertetése	10
II.2. Földtani, vízföldtani viszonyok	11
II.3. vízminőségi viszonyok	14
II.4. Az SH-3 jelű hévízkút ismertetése	15
III. A projekt ismertetés: Kivitelezéstől a felhagyásig	16
III.1. A kivitelezés ismertetése	16
III.1.1. Fúróberendezés telepítése	16
III.1.2. A kivitelezés folyamata	16
III.1.3. Geoműszaki adatok (termelő-kút)	20
III.1.4. Geoműszaki adatok (visszasajtolókút)	21
III.1.5. Várható fúrési nehézségek	22

Előzetes Vizsgálati Dokumentáció

III.2. A üzemeltetés ismertetése	23
III.2.1. Hidrodinamikai modellezés	23
III.2.1.1. A terület rövid földtani ismertetése	24
III.2.1.2. A modellezett térrész határa	24
III.2.1.3. A horizontális és a vertikális tagolás	25
III.2.1.4. Az egyes rétegek vízföldtani jellemzői	27
III.2.1.5. Beszivárgási viszonyok	28
III.2.1.6. Nyugalmi nyomásszintek (kezdeti feltételek)	29
III.2.1.7. Peremfeltételek (1. és 2. típusú szivárgási peremfeltétel)	29
III.2.1.8. Víztermelő kutak a modellben (4. típusú szivárgási peremfeltétel)	29
III.2.1.9. A hőtranszport modellezés alapadatai	30
III.2.1.10. A modell kalibrációja	32
III.2.1.11. A hidrodinamikai számítások eredményei	32
III.2.1.12. A hőtranszport számítások eredményei	33
III.2.1.13. Paraméter-érzékenység	36
III.3. A felhagyás ismertetése	38
IV. A környezeti hatások előzetes becslése	40
IV.1. A létesítéskor jelentkező környezeti hatások	40
IV.1.1. A talajra gyakorolt környezeti hatás	40
IV.1.2. A felszíni - felszín alatti vizekre gyakorolt hatás	41
IV.1.3. A levegőre gyakorolt hatás	42
IV.1.4. A zajterhelés környezetre gyakorolt hatása	43
IV.1.5. Hulladékok káros hatása elleni védelem	44
IV.1.6. A tájban és az ökológiai viszonyokban várható változás	45
IV.2. Az üzemeltetés során jelentkező környezeti hatások	45
IV.2.1. A talajra gyakorolt hatás	45
IV.2.2. A felszíni, felszín alatti vizekre gyakorolt hatás	45
IV.2.3. A levegőre gyakorolt környezeti hatás	46
IV.2.4. A zajterhelés	46
IV.2.5. Hulladékok	46
IV.2.6. A tájban és az ökológiai viszonyokban várható változás	46
IV.3. A felhagyás során jelentkező környezeti hatások	47
IV.4. Havária	47
V. A projekt összefoglalása a 314/2005 (XII.25.) Korm. rendelet 4. sz. melléklete szerinti tartalommal	48
a. A tervezett tevékenység célja	48

Előzetes Vizsgálati Dokumentáció

b. A tervezett tevékenység számított változatainak alapadatai	48
b.a. A tevékenység volumene	48
bb) A telepítés és a működés vagy használat megkezdésének várható időpontja és időtartama, a kapacitáskihasználás tervezett időbeli megoszlása	49
bc) A tevékenység helye és területigénye, az igénybe veendő terület használatának jelenlegi és a településrendezési eszközökben rögzített módja	50
bd) A tevékenység megvalósításához szükséges létesítmények, valamint az azokhoz kapcsolódó létesítmények felsorolása és helye	50
be) A tervezett technológia/tevékenység megvalósításának leírása, ideértve az anyagfelhasználás főbb mutatóinak megadását	51
bf) A tevékenységhez szükséges teher- és személyszállítás nagyságrendje, szállítási igényessége, szolgáltatást nyújtó tevékenységnél a szolgáltatást igénybe vevők által keltett jármű- és személyforgalomé is	51
bg) A már tervbe vett környezetvédelmi létesítmények és intézkedések	51
bh) A tevékenység telepítéséhez, megvalósításához és felhagyásához szükséges kapcsolódó műveletek	51
bi) Magyarországon új, külföldön már alkalmazott technológia bevezetése esetében külföldi referencia	52
bj) A ba)-bi) pont szerinti adatok bizonytalansága, rendelkezésre állása, megadva azt, hogy a tervezés mely későbbi szakaszában és milyen információk ismeretében lehet azokat pontosítani	52
bk) A telepítési hely lehatárolása térképen, megjelölve a telepítési hely szomszédságában meglévő vagy - a településrendezési tervekben szereplő - tervezett terület-felhasználási módokat	52
bl) A tevékenység megvalósítása szükségessé teszi-e területrendezési tervek vagy a településrendezési eszközök módosítását	52
c. A számításba vett változatok összefüggése olyan korábbi, különösen terület- vagy településfejlesztési, illetve rendezési tervekkel, infrastruktúra-fejlesztési döntésekkel és természeti erőforrás felhasználási vagy védelmi koncepciókkal, amelyek befolyásolták a telepítési hely és a megvalósítási mód kiválasztását	52
d. Nyomvonalas létesítménynél a tervezett nyomvonal továbbvezetésének és távlati kiépítésének ismertetése, és a továbbvezetés tervezése során figyelembe vett környezeti szempontok, feltárt környezeti hatások összegzése	53
e. A b) pontban számításba vett változatok környezetterhelése és környezet-igénybevétele (a továbbiakban együtt: hatótényezők) várható mértékének előzetes becslése a tevékenység szakaszaiként [6. § (2) bekezdés] elkülönítve, az esetlegesen környezetterhelést okozó balesetek vagy meghibásodások előfordulási lehetőségeire figyelemmel;	53
f. A környezetre várhatóan gyakorolt hatások előzetes becslése, különösen	54

Előzetes Vizsgálati Dokumentáció

- fa) A hatótényezők milyen jellegű hatásfolyamatokat indíthatnak el, új telepítésnél annak becslése is, hogy a terület állapota és funkciói miként változhatnak meg a telepítés következtében _____ 54
- fb) A hatásfolyamatok milyen területekre terjedhetnek ki; e területeket térképen is körül kell határolni
54
- fc) Az fb) pont szerinti területről rendelkezésre álló környezeti állapot, területhasználati és demográfiai adatok, valamint a hatásfolyamatok jellegének ismeretében milyen és mennyire jelentős környezeti állapotváltozások (hatások) léphetnek fel _____ 54
- fd) A Natura 2000 területet érintő hatások, a terület kijelölésének alapjául szolgáló fajokra és élőhelytípusokra gyakorolt hatások alapján _____ 54

MELLÉKLETEK JEGYZÉKE

- | | |
|----------------------|--|
| 1. sz. melléklet: | Áttekintő topográfiai térkép ($M = 1:100.000$) |
| 2. sz. melléklet: | Topográfiai térkép ($M = 1 : 10.000$) |
| 3. sz. melléklet: | Földtani térkép – Mezozóos képződmények
($M = 1 : 200.000$) |
| 4. sz. melléklet: | Bouguer-anomália térkép |
| 5. sz. melléklet: | Fúrási és kútkiképzési terv (termelő kút) |
| 6. sz. melléklet: | Fúrási és kútkiképzési terv (visszasajtoló kút) |
| 7. sz. melléklet: | A modellezett terület megadása |
| 8. sz. melléklet: | A rácsháló kiosztása |
| 9. sz. melléklet: | Az alaphegység mélysége [mBf.]($M = 1 : 100.000$)
(ELGI, 2004.; Szerk: Kolencsik Attila, 2020.) |
| 10. sz. melléklet: | Vetőzónák a karsztban |
| 11. sz. melléklet: | A hőtranszport modellezés bemeneti adatai |
| 12/a. sz. melléklet: | A tervezett termelő kút 5 éves elérési idejű
áramvonalai |
| 12/b. sz. melléklet: | A tervezett visszasajtoló kút 5 éves elérési idejű
áramvonalai |
| 12/c. sz. melléklet: | A tervezett visszasajtoló kút 50 éves elérési idejű
áramvonalai |
| 12/d. sz. melléklet: | A tervezett visszasajtoló kút 50 éves elérési idejű
áramvonalai |
| 12/e. sz. melléklet: | A tervezett termelő és visszasajtoló kút 50 éves
elérési idejű áramvonalai |
| 12/f. sz. melléklet: | A számított nyomáseloszlás a triász mészkőben [mBf.] |
| 12/g. sz. melléklet: | A számított depressziók a tervezett kútpár
környezetében – hidraulikus hatásidom |
| 13. sz. melléklet: | A számított hőmérséklet-eloszlás 50 év elteltével a
triász mészkő felszínén |
| 14. sz. melléklet: | A számított hőmérséklet változás 50 év elteltével |
| 15. sz. melléklet: | A számított hőmérséklet-változások a tervezett kútpár
környezetében – termikus hatásidom |
| 16. sz. melléklet: | A projekt ütemezése (Gantt-diagram) |
| 17. sz. melléklet: | A tervezett létesítmények elvi kapcsolási sémája |
| 18. sz. melléklet: | Tulajdoni lapok |
| 19. sz. melléklet: | Hiteles földhivatali térképek ($M = 1:4.000$) |
| 20. sz. melléklet: | Tervezői megbízás |
| 21. sz. melléklet: | Tulajdonosi hozzájárulások |
| 22. sz. melléklet: | Tervezői jogosultságok igazolása |
| 23. sz. melléklet: | Szakértői jogosultságok igazolása |
| 24. sz. melléklet: | Tervezői nyilatkozat |

I. ELŐZMÉNYEK

Megbízónk Bócs külterületén zöldségfarm létesítését tervezi.

A terület vízföldtani adottságaiból adódó lehetőségek feltárására Szakvéleményt kért cégünkől. Az elkészített Szakvélemény kimutatta, hogy a vízföldtani adottságok alkalmasak a területen geotermális energiahasznosításra. A legbiztosabb geotermális energiahasznosítási lehetőséget a karsztos rétegekből történő víztermelés jelenti.

Jelen dokumentáció a fentiek alapján elkészített **hévíztermelő-visszasajtoló kútpár Előzetes Vizsgálati Dokumentációja.**

I.1. A tervezett projekt összegzése

I.1.1. A tervezett tevékenység célja

Geotermikus energia feltárása hévízkúttal, a hévíz hő-hasznosítása, majd visszajuttatása ugyanabba a hévíztároló összletbe. A geotermikus energiával virágkertészet fűtése.

I.1.2. A tervezett projekt ütemezése

Ezen dokumentációval párhuzamosan az engedélyes HOTPOWER KFT. (1072 Budapest, Rákóczi út 40. 4/20.) kérvényezi a Vízjogi Engedély megadását a tisztelt Hatóságtól (Várható időpont: 2021. március).

Ezt követően megindulhat a kutak lemélyítése, először a KT-1 jelű termelőkút, majd a KV-1 jelű visszasajtoló kút kivitelezése történne meg (Várható befejezés: 2021. szeptember). Ezzel párhuzamosan benyújtásra kerül az vízjogi engedélykérelem a hasznosító-visszasajtoló gépészeti létesítményekre, illetve a távvezetésekre. Majd a tényadatok birtokában tervezzük meg a végleges felszíni létesítményeket, és adjuk be az engedélyes terveket (Végleges engedélyek várható időpontja: 2021. december), melyek alapján a létesítmények elkészülnek (Várható befejezés: 2022. március).

A KT-2 termelőkút lemélyítésére 2022. évre prognosztizáljuk.

Fentiek alapján az üzemelés megkezdésének legkorábbi időpontja 2021. október.

A geotermikus energia kapacitásának kihasználása a fűtési időszakban (szept. 01-ápr. 30., összesen kb. 242 nap) teljes kapacitással történik (a várható üzemelési hozam 2.000 l/p), míg a nyári időszakban (máj. 01-aug. 30., összesen kb. 123 nap) egyenletes hőntartási üzemelés történik, mely előzetes becslésünk szerint a teljes kapacitás 10 %-a lesz.

A fentiek figyelembevételével az vízigény az alábbiak szerint alakul:

Fűtési időszak:	242 nap * 2880 m ³ /nap =	696.960 m ³
Nyári időszak:	123 nap * 288 m ³ /nap =	35.424 m ³
Termelés összesen:		732.384 m ³ /év.

A fentiek alapján kerekítve kb. 2.000 m³/nap, azaz 730.000 m³/év az átlagos kitermelni és visszasajtolni kívánt vízmennyiség.

1.1.3. A tervezett tevékenység számított változatai

A modellezés alfejezetben részletesen bemutatjuk a termelési változatokat, melyeket megvizsgáltunk. A modellezés eredményeként a kutak távolságát 1.250 m-ben határoztuk meg.

Az ott kifejtettek alapján a kiválasztott változatban a térség földtani adatai alapján lehetőség van 2.000 m³/nap kb. 95 °C-os termálvíz kitermelésére, az éves kitermelni és visszasajtolni kívánt vízigény így kerekítve 730.000 m³/év.

A geotermikus hőteljesítmény:

$$P \text{ [kW]} = 4,187 \text{ [kJ/kg}^\circ\text{C]} * q \text{ [kg/sec]} * \Delta T \text{ [}^\circ\text{C]}.$$

A fenti átlagosan 2.000 m³/napos hozammal (~23,148 kg/sec), valamint egy reálisan megvalósítható 40 °C-os ΔT értékkel (95 °C – 40 °C = 55 °C) számolva 3,87 MW hőteljesítményt kapunk a kútpárra vonatkozóan, ami jelentős érték.

Ezen geotermikus hőteljesítménnyel 3 ha-nyi üvegház fűtését tudjuk majd biztosítani.

I.2. A rendszer kapcsolódása a környezethez

A tervezett rendszer szinte „észrevétlenül” képes illeszkedni a környezetéhez.

A távvezeték rendszer a földfelszín alá létesülne, részben igazodva a már meglévő földalatti közművek rendszeréhez, illetve infrastruktúrához. A vezetékek keresztezéseinek kizárólag az ide vonatkozó védőtávolságok és a különböző védelmi eljárások betartásával történne. Az utak alatt védőcső átsajtolással, felbontás nélkül létesül a termálvezeték. Az előszigetelt, üvegszálas csövekből álló rendszer hossza kb. 1.520 m. A távvezeték mellé lefektetésre kerül egy réz adatátviteli jelzőkábel is, a folyamatos adatszolgáltatás és távfelügyelet biztosítása céljából. A közműrendszert egy központi számítógépen keresztül ellenőrzik, és irányítják. A kitermelő, továbbító és visszasajtoló szivattyúkat villamos energia működteti.

A rendszer működtetése kizárólag villamos energia felhasználását igényli, környezetét ily módon – közvetlenül - nem szennyezné.

I.3. A projektet érintő szabályozási környezet

A megújuló energiák, ezen belül a geotermikus energia hasznosításának kiszélesítése, hatékonyságának fokozása – az üvegházhatást kiváltó fosszilis energia fajták kiváltási céljával – globális érdek.

I.3.1. Országos szabályozás bemutatása

I.3.1.1. Felszíni és felszín alatti vizekkel összefüggő jogszabályok

A víz kitermeléssel párosuló geotermikus energiahasznosítás alapvető jogi normatíváit az 1995. évi vízügyi (LVII.) és környezetvédelmi (LIII.) törvények szabályozzák oly módon, hogy a létesítési és üzemeltetési engedélyező hatóság a területileg illetékes Környezetvédelmi-, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség, míg a területek tulajdonosai (önkormányzatok), a Bányászati Hivatal, a Kulturális Örökségi Hivatal, Vízügyi Igazgatóságok, valamint a területileg illetékes közegészségügyi-, munka és balesetvédelmi, rendvédelmi szervek és közfeladatokat ellátó szervezetek (közút, vasút, távközlés kezelők, helyi közmű üzemeltető társaságok stb.) szakhatósággént működnek közre.

További kiemelt vízgazdálkodási jogszabályok:

- 123/1997. (VII.18.) kormányrendelet a vízbázisok védelméről;
- 219/2004. (VII.21.) kormányrendelet a felszín alatti vizek védelméről;
- 220/2004 (VII.21.) kormányrendelet a felszíni vizek minősége védelmének szabályairól;
- 28/2004. (XII.25.) KvVM rendelet a vízszennyező anyagok kibocsátására vonatkozó határértékekről és alkalmazásuk egyes szabályairól.

I.3.1.2. Környezetvédelemmel összefüggő jogszabályok

A környezet védelmének általános szabályait az 1995. évi LIII. sz. törvény foglalja össze, míg a környezeti hatásvizsgálati és az egységes környezethasználati engedélyezés eljárásaival a 314/2005. (XII. 25.) kormányrendelet foglalkozik.

I.3.1.3. Bányászattal összefüggő jogszabályok

A vízkitermeléssel nem járó hőbányászat törvényi szabályozása az 1993. évi XLVIII. sz. Törvényben, illetve a végrehajtását szabályozó 203/1998. (XII.19.) kormányrendeletben került meghatározásra.

I.3.2. Helyi szintű szabályozás bemutatása

A tervezett kútpár (és tartalék termelőkút) megfelel, illetve nem ellentétes a település érvényben lévő településrendezési tervét.

I.3.3. A megvalósítás engedélyei számbavétele

A fentiekben bemutatott projekt megoldás, termálvíz kitermelése útján történő geotermikus energiahasznosításra, majd a víz visszasajtolására tesz javaslatot. A felszín alatti vizek kinyerése vízjogi engedély köteles tevékenység.

I.3.3.1. A termelő és visszasajtoló kutak vízjogi engedélyezése

A termelő és visszasajtoló kutak létesítési engedélyét a hatóság együttesen bocsátja ki. A beruházás befejezését követően a kutak üzemeltetési engedélyét kell kérni a beruházás átadását követő üzembe helyezési eljárás során – mint a komplex geotermális energiahasznosító rendszer összevont üzemeltetési vízjogi engedélye - a ÉMI-KTVF-től.

I.3.3.2. Egyéb létesítmények engedélyezése

A tervezett összekötő vezeték építése szintén vízjogi létesítési engedély köteles. Az engedélyező hatóság megegyezik a kutakat engedélyező hatósággal, azaz a kérelmet az ÉMI-KTVF-hez kell benyújtani. A távvezetékek üzemeltetési vízjogi engedélyére az előző fejezetben megfogalmazottak az irányadók.

A könnyűszerkezetes vízgépházak és a vagyonvédelmi kerítések nem építési engedélyesek. Erről a helyi jegyző nyilatkozik.

A fentiekben bemutatott jogszabályoknak, előírásoknak, nemzetközi irányelveknek minden szempontból megfelel a megvalósításra ajánlott projekt.

II. VÍZBESZERZÉSI TERV

II.1. A terület ismertetése

A térségben a csapadék évi összege átlagosan 580 mm, az éghajlat mérsékelt meleg, száraz. Jellemzően szántóföldi növényzet borítja a települések szűkebb környezetét.

A térségi kutakat bemutató térképet az **1. sz. mellékleten** közöljük, feltüntetve Miskolci termálkarszt kutakat, valamint az SH-3 jelű kutat.

A terület M = 1 : 10.000-es topográfiai térképe a **2. sz. mellékleten** látható.

A tervezett kútpár a Bócs 082/26 és 082/4. hrsz. ingatlanokon kerülne lemélyítésre, Bócsból K-re (a KT-1 jelű közelebb eső termelőkút az SH-3-as jelű kúttól É-ra mintegy 5,3 km-re tervezzük lemélyíteni). A terület csendes, völgytalpi üledékekkel fedett.

A tervezett virágkertészet első kísérleti telepe a 080/9 hrsz-ú ingatlanon kerülne kialakításra kb. 0,6 ha-nyi üvegházzal.

A tervezett kutak helye:

Tervezett kutak neve	EOV Y	EOV X	Z [mBf.]
Bócs, KT-1 termelőkút	794445	301955	110
Bócs, KT-2 termelőkút	794410	302213	110
Bócs, KV-1 visszasajtoló kút	795585	301736	109

A terület lényegében sík, fúrás telepítésére ideális, műútról jól megközelíthető, víz- és csatornázottsága adott, áramellátás megoldott. A fűrásműszaki védőterület és a későbbi belső hidrogeológiai védőterület kialakítható (külső védőterület, „A” és „B” zóna felszíni metszete nem várható – lásd modellezés fejezet).

II.2. Földtani, vízföldtani viszonyok

A terület földtanát számos dolgozat részletesen ismerteti, ezért itt igen rövid összefoglalást adunk.

Bócs geológiai szempontból a Hernád-völgyhöz tartozik.

A legfiatalabb képződmények a kutatási területünkön holocén kori öntésagyag, öntésiszap. E felszíni réteg vastagsága kis határok között változik, de a Hernád szeszélyes mederváltoztatásai ettől eltérő helyzeteket is létrehozhatott.

E rétegek alatt helyezkedik el a Gömör-Szepesi érchegységből lemosott hordalék. E törmelékkúp a jelenlegi Hernád vonalát követi, kialakulása a pleisztocén korban történt. A pleisztocén kavics alatt harmadkori (miocén) rétegek következnek. Az oligocén agyagos-márgás tengeri üledékekkel van jelen. Az eocén meglete kérdéses, amennyiben Szépvölgyi Mészkőként a területen előfordul, akkor hidraulikai és hőtani szempontból is a triász részeként kezelendő.

A mélyszerkezetről a fúrási eredmények extrapolálása, ill. a felszíni geofizika (gravitáció) révén van csak ismeretünk.

A hévízbeszerzés és jelen hévízkútpár terve kapcsán érdekelt földtani képződmények (mezozóos) térképét a **3. sz. mellékleten** közöljük.

A Bükkalján – melyet a Bükk-hegység mezozóos képződményei és az Alföld felé éles vetődés zár le, Kerecsendtől Miskolcig övezi a Bükk-hegységet – számos kőolajkutató fúrás mélyült. A fúrások bepillantást engedtek a terület bonyolult földtani felépítésébe.

A Bükk-hegység DK-i előterében (peripediment) található bőcsi kutatási terület sekélytengeri mezozóos (triász) alaphegységi képződményekre települve sekélytengeri és csökkent- sósvízi oligocén, majd uralkodóan szárazföldi üledékes és vulkáni miocén fedőhegységi rétegek építik fel.

A középső-triász a max. 300 m vastagságú, sötétszürke, rosszul szellőzőtt sekélyvízű platformon képződött Hámori Dolomittal kezdődik, amelyet már a D-i Bükkben és a mezőkeresztesei valamint verpeléti fúrásokban is megtalálunk.

A középső-triász végén a vulkanizmus első fázisa abbamaradt, és a terület intenzíven süllyedni kezdett. A legintenzívebben elmerülő területeken az üledékképződés sebessége nem tudott lépést tartani a süllyedéssel, itt a vulkanitokra rögtön mélyebbvízi, tűzköves mészkövek települnek. Az így kialakult, nagy kiterjedésű karbonát-platformokon ennek következtében nagy vastagságú (500–1000 m), szennyeződésmentes mészkő képződött.

A terület szerkezete igen bonyolult, vetőkkel-, törésekkel szabdalva. A legtöbb fiatalabb vető egyben az alaphegység fő törésvonala is. Az alaphegység szerkezeti kialakulása az alpi ausztriai orogén szakaszra tehető. Az oligocén végéig tartó tengeri elöntés után ismételt megindul a kiemelkedés. (Az eocén foltokban maradhatott vissza a mélyebb zónákban.)

Az oligocén elején elzárt, rosszul szellőző medencékben Tardi Agyag (50–100 m) képződött. Ezt az aljzat jóval intenzívebb és differenciáltabb süllyedését jelző 100–1000 m vastag Kiscelli Agyag váltotta fel. A Kiscelli Agyag majdnem fel is töltötte az üledékgyűjtőt. Az oligocén legvégére a Bükk újra teljesen szárazra került.

Az oligocén legvégén kezdődött intenzív kiemelkedés a miocén elején kulminált. Ennek következtében a miocén elejétől megindult az erőteljes lepusztulás is. A D-i Bükkben, szárazulati viszonyok közepette az addigra kialakult érett karszt mélyedései radiolarittörmelékes vörös agyaggal teljesen betömődtek.

Az első, az egész Bükkre kiterjedő képződmény a 150–450 m vastag ún. alsó riolittufa (Gyulakeszi Riolittufa), mely elsősorban a D-i Bükkben szárazföldre hullott. A Bükk D-i részein végig döntően szárazföldi körülmények uralkodtak és tengeri közbetelepülés nélkül egymásra települtek az alsó, a középső és felső riolittufa képződményei. A tufákban megfigyelhető szállítási irányok alapján a vulkáni centrumok a D-i Bükk D-i szomszédságában voltak.

A miocén végén a mai Bükk már erőteljesebben kezdett kiemelkedni, így üledékszolgáltatóvá vált a hegyet körülvevő Pannon-beltő felé, melynek terrigén, homokos-agyagos, helyenként lignitbetelepüléssel rétegeit (50–300 m vastagságban) legszebben a bükkábrányi külfejtés tárja fel. A beltő kiszáradásával a regionális üledékképződés a Bükk környezetében is megszűnt, ezután azt mindenütt lokális tényezők határozták meg.

A terület végső szerkezeti képét a stájer orogén fázis alakította ki, mely során megújultak a régi törések is. Ekkor történhetett a medence- előtér lépcsős beszakadása is az Alföld felé. A pannonnál fiatalabb mozgások során további törések, vetődések keletkeztek (posztpannon tektonizmus).

A térség tektonikáját és a mélységi viszonyokat a szűrt Bouguer-anomália térkép hatóperem kijelöléses feldolgozott változatán mutatjuk be **(4. sz. melléklet)**. A jelölt pontok nagysága a perem inflexió helyei, arányos a meredekséggel. A pontok összekötése adja a tektonikával összefüggő lineamenteket.

Fúrési pontunkon az alábbi felépítés várható:

A triász fekjét alkotó képződményeket alig ismerjük (Pl. Nagyvizsnyói Mészke), praktikan vízzárónak tekintjük. A vízbserzés a triász mészkőre alapszik, amelyet a nagytérseben több fúrás is feltárt. A mészkő felső zónája jobb vízvezető, a szivárgási tényező a mélység növekedésével csökken. A triász mészkő akár 1000 méteres vastagságban előfordulhat. Területünkön jura összletre nem számítunk.

Az oligocén döntően márga- mészmárga, vízzárónak tekinthető (Kiscelli Agyag Formáció, Tardi Agyag Formáció).

A miocént riolituffa képviseli, melynek repedéseiből „langyosvíz” nyérése elképzelhető.

A Hernád-folyó pleisztocén – holocén alluviális üledékei homokosak-kavicsosak, kevertek.

A triász mélysége a vetős szerkezet miatt a fúrési ponton csak nagy hibával, bizonytalanul adható meg, ezért a kútpár fúrési mélységét egységesen 1.800 m-esnek tervezzük. Ebből fakad, hogy az alábbi tervezett rétegsor nagyobb mélységeket szerepeltet a legvalószínűbb változattól, másrészt a fúrást Tervezői Művezető irányítása mellett kell végezni.

A várható rétegsor a termelőkútnál:

0	-	50 m	Holocén, pleisztocén
50	-	400 m	Felső-pannon
400	-	500 m	Alsó-pannon
500	-	1.550 m	Miocén
1.550	-	1.700 m	Oligocén
1.700	-	(1.850) m	Triász mészkő

A tényleges rétegsort a műszaki fejezetben leírtak szerinti karotázs mérések fogják meghatározni, a szitaminták a korláshoz nyújthatnak segítséget, adalékot.

A térség vízföldtanából tudjuk, hogy a miocénen belül találhatóak vízáadó képződmények. Jelen fúrás ezeket harántolja, föltárja, vízdóképességükre külön teszteres vizsgálat nem történik, azt a karotázs szelvények alapján lehet majd feltételezni.

Kedvező kifejlődés esetén is több nagyságrenddel kisebb a miocén várható hozama a triászénál. A miocén rétegek esetleges későbbi használhatósága mérlegelés tárgya lehet.

II.3. Vízhányási viszonyok

Elvégeztük a térségi hévízkutak vízkémiáinak áttekintését (Miskolc-Tapolca Strand, Miskolc-Tapolca Szerelemsziget, Miskolc Erzsébet fürdő, Miskolc Selyemrét I-II., Miskolc Hűsipar, Miskolc Kertészet, Miskolc Egyetem; Eger-Andornaktálya At-8, At-10; Tiszaújváros I., IV.; Bogács I-II., Bogács Szentmárton hegy, Bogács CSK-1; Zsóry I/A, II.; Mezőcsát Strand, Polgár Strand).

Külön elemeztük az SH-3 kút vízminőségét hiszen a fent említett kutak vízminőségével azonosságot, vagy akár hasonlóságot nem mutat. A mellékelt 1. sz. táblázat betekintést ad ezek vízminőségébe.

1. sz. táblázat: Az SH-3 vízkémiai paramétereinek ismertetése

	1993.03.03	1961	1998.03.15	2005.09.29	1977.06.16	kifolyó átlag	1998.03.15 mélységi
	Kifolyó						
Nátrium	425	431	490	327	320	398.6	600
Kálium	x	14.3	270	31	31	86.58	1600
Ammónium	0.65	0.26	0.77	0.58	0.3	0.51	1.66
Kalcium	44.3		34	47.9	20	36.55	100
Magnézium	17.5	4.8	15	11.2	18.2	13.34	60
Vas	0.14	0.02	0.95	0.65	0	0.35	3.5
Mangán	0	0.02	0	0	0	0.004	0
Nitrát (NO ₃)	0	x	0.7	0	0	0.18	12
Nitrit (NO ₂)	0	x	0	0.1	0	0.03	0
Klorid	97	110	502	72	189	194	2270
Szulfát	44	56.6	64	31	0	39.12	62
HCO ₃	933.5	933.3	946	941	976	945.96	671
pH	x	x	7.3	6.21	7.2	6.9	6.4
m-lúgosság	15.1	x	15.5	15.1	16	15.43	11
Össz. kem.	102	x	82	93	7	71	277
Vezetőkép.	1634	x	2970	1664	2154	2105.5	8380
KOI	0.8	x	1.86	2.2	x	1.62	4.4
T (°C)	92	x	88	78	95	88.25	103

Az 1953-ban létesített kúton 1961-2005. közötti időszakból összesen 5 db kifolyó vízen végzett elemzés áll rendelkezésre, melynek átlagát a 6. oszlopban kiszámítottuk és közöljük. Látható, hogy:

- A vizsgálati kör az egyes években eltérő volt („x”: nem volt vizsgálva);
- A vizsgálati eredmények az indokoltnál nagyobb mértékben szórnak, némely esetben a hiba gyanúja is felmerül;
- Ebből adódóan a kiszámolt átlag fenntartásokkal kezelendő;
- Az 1998. 03. 15-én 1.800 m-ben vett mélységi vízminta analízise gyökeresen eltér a kifolyó vizétől.

Az SH-3 kút vizének kifolyó és a mélységi vízminta eltérőségét az alábbiak szerint vizsgáltuk:

- Az egyetlen reométerezés szerint a felső szűrő nem ad vizet, álló kútban némi átfejtődés, vagy éppen nyelés elképzelhető.
- A kifolyó vizek hőmérséklete az évtizedek során eltérőnek adódott, 85-95 °C közötti értékek fordulnak elő, elfogadhatónak tartjuk a 95 °C-os megjelölést, ugyanis 4-szer kerül közlésre, igaz változó (Q=215-700 l/p-es hozamok említése mellett). A mért kisebb hőmérsékleteknél nem állapítható meg egyértelműen a hozam, illetve a beindítás óta eltelt idő, az 1998-as kifolyó víz vizsgálatánál mért 88 °C pl. a kút indítása után kb. 3 órával történt (előtte a kút hideg vízzel fojtva volt).

II.4. Az SH-3 jelű hévízkút ismertetése

Az SH-3 1952. XII. 27. – 1953. V. 21. között épült a MASZOLAJ kivitelezésében. Szénhidrogénre meddő volt, vízkúttá képezték ki.

A kútról sok, részben ellentmondásos adat áll rendelkezésünkre. Az adatokat elemeztük, kritikailag feldolgoztuk, s az alábbiakban csak az általunk biztosnak, vagy nagyon valószínűnek tartottakat közöljük.

Műszaki kialakítás

Talpmélység: 1.880,8 m

Csővezés:

0,0	– 145,0 m-ig	14 3/4"
0,0	– 1376,8 m-ig	9 5/8"
1376,8	– 1386,2 m-ig	7"
1386,2	– 1880,8 m-ig	4 1/2"

Perforációk:

1. 723,0 – 730,0 m között ismeretlen kialakítású
2. 1857,14 – 1880,8 m között ismeretlen kialakítású

A kutat többször átépítették, javították, jelenleg szokatlan kialakításban működik (egy hidegvizes kút vizét vezetik be a béléscsőbe, s a keverék vizet termelik ki). A vízkövesedés állandó problémákat okozott.

Talpheőmérsékletként 1.870 m-ben 105 °C valószínűsíthető. Q = 700 l/p-s termelés mellett 95 °C-s kifolyó víz adódik (de ez is bizonytalan adat).

Modellezésünk során – több irányú megfontolásokból adódóan – a nyugalmi vízszintet Z = 109,93 mBf. szintre vettük (= 0,79 bar).

III. A PROJEKT ISMERTETÉS: KIVITELEZÉSTŐL A FELHAGYÁSIG

III.1. A kivitelezés ismertetése

III.1.1. Fúróberendezés telepítése

A termelőkút fúrási és csövezési tervét az **5. sz. melléklet**en mutatjuk be, míg a visszasajtoló kút fúrási és csövezési tervét a **6. sz. melléklet** szemlélteti.

A műveletekre az *V.4. fejezet* általános előírásai kötelező érvényűek.

Javasolható a fúrási területen teherhordó betontálca kialakítása, és a min. 60 t-s fúróberendezés cölöpalapozása teherviselő kavicsréteggel.

A furat/kút védelmét az indítóaknában felépített kitörésgátló kellőképpen megoldja.

A fúróiszap védelme (más megközelítésben a fúróiszap által előidézett környezet szennyezés megelőzése) érdekében célszerű az iszapot tartályokban és/vagy kiemelt földmedencében deponálni.

A fúrási vízigény a települési közműhálózatról oldható meg.

A termelvény felszíni hőmérséklete 95 °C körül alakul. Hűtés nélkül elfolyatni, vízelvezető árokba beengedni tilos. Kialakítandó 2 db 180 m³-s, fóliával bélelt medence, melynek feladata a termelvény hűtése. A termelvény elvezetését az előző fejezetben ismertettük.

A kút tartós próbatermeltetését előre meg kell tervezni és a termelvény elhelyezését engedélyeztetni kell.

III.1.2. A kivitelezés folyamata

A vasbeton indítóaknában kerülnek elhelyezésre a kitörésgátló szerelvényei. A felszínközeli, kis állékonyságú zóna stabilizálására kb. 10 m mélységig iránycső kerül beépítésre, méretezését a Kivitelező határozza meg, igazodva a tervezett átmérőkhöz. Az iránycsövet kellőképpen cementezni kell az indítóakna vízzárása érdekében. (A belvizek elleni védelem a végső kútakna – kialakítás feladata.)

CKSZ után 17 ½"-a előfúrás 60 m-ig, karotázs (SP, 2 ellenállás, t-y), cementezés 13 3/8"-al hőszigetelő (perlites) palástcementezés nyomás alatt a Műszaki Ellenőr jelenlétében. E cementezés feladata a pleisztocén üledékek kizárása, s így a Bócsi Sörgyár kútjainak védelme is, s már ez a csövezés is védi a meglévő ivóvízbázisokat.

A cementező kör megfordulását a Tervezői Művezető ellenőrzi. CKSZ után 15 percig +3 bar nyomással zárás ellenőrzés.

A cementezés fontos feladata a pleisztocénban spontán módon végbemenő horizontális vízmozgás hűtő hatásának minimalizálása (a hőenergia elvonás közel állandó érték, a hőmérséklet csökkenés viszont hozamfüggő mennyiség).

Előfúrás 12 ¼"-al 550 m-ig, karotázs (SP, 2 ellenállás, t- γ), a 9 5/8"-os elhelyezése, nyomás alatti cementezés, CKSZ, +5 baros zárásvizsgálat 15 percen át. A 9 5/8"-os átmérő bármilyen szivattyú későbbi esetleges beépítését garantálja.

A 9 5/8"-os feladata a kevésbé állékony felső- és alsó-pannon kizárása, hiszen a továbbiakban kompaktabb rétegeket harántol a fúrás. A 9 5/8"-os csőfejhez kerül lehorgonyzásra a kitörésgátló.

Előfúrás 8 ½"-al alapesetben a triász tervezett felszínéig, 1.700 m-ig (a visszasajtoló kút esetében várhatóan 1.500 m-ig). Amennyiben hamarabb elérné a fúrás a célréteget értelemszerűen leállás, ha 1.700 m-ig nem éri el a Tervezői Művezető, a Kivitelező és a Beruházó konzultál a továbbiakról. Amennyiben továbbfúrásra kerülne sor, s annak mértéke meghaladná a 180 m-t, engedélymódosítás szükséges.

A 8 ½"-os furatban kerül sor a 3. karotázs mérésre (SP, 2 ellenállás, t- γ, ferdeség, termo).

Ezen szakasz fúráskor a miocénon belül előfordulhat részleges vagy teljes iszapveszteség, ekkor újabb döntési helyzethez érkezünk.

Ez esetben elsőként karotázs következik: SP, 2 ellenállás, t- γ, termo, ferdeség, N-N, bőség, és iszapellenállás, átfejtődvizsgálat. Az eredmények ismeretében történik döntés kútbeindításról, esetleg kútkiképzésről.

Amennyiben az eredeti elképzelés megvalósítására kerül sor, akkor iszapveszteség elleni védekezés kezdődik környezetbarát anyagokkal

A 7"-os cső 1.700 m-ig (a visszasajtoló kút esetében 1.500 m-ig) kerül beépítésre, nyomás alatti cementezés, CKSZ, nyomáspróba +5 bárral 15 percen át. A 7"-os cső már nem jön felszínig, 20 m-s átfedéssel 530 m-ben kell zárni a 9 5/8"-s kúpos tömszelencével.

Ezt követően kerül sor a vizadók tényleges feltárására.

Előfúrás 6 1/3"-al 1.850 m-ig (a visszasajtoló kút esetében 1.650 m-ig), vagyis a triászt 150 m vastagságban tervezzük feltárni. Ez lesz a fúrás legnehezebb szakasza, részleges és teljes iszapveszteségre fel kell készülni. A fúrás teljes hosszában környezetbarát polymer iszappal mélyül.

A furat stabilizálása és a vakfúrás elkerülésére az iszap fajsúlyát igen pontosan kell beállítani: iszapelszökés esetén csökkenteni kell, a várható túlnyomás ellensúlyozására növelni szükséges. A számítások szerint a fajsúly 1,04 – 1,07 között lesz optimális, az adalékolást ezen a tartományon belül kell lehetővé tenni.

Az 1.850 m-es (a visszasajtoló kút esetében 1.650 m-es) talpnál kerül sor az utolsó karotázásra: SP, 2 ellenállás, t- γ, N-N, bőség, termo, iszapellenállás.

A fúrási észleletek és a karotázs együttese alapján kerül sor döntésre a 114,3 x 6,35 API hasítékolt, vagy perforált szűrőcső elhelyezésére vonatkozóan. Maximális hosszként 120 fm szűrőcsövet irányozunk elő, bizonyosra vehető, hogy ilyen hosszú szűrő kialakítására nem lesz szükség, ill. lehetőség.

Ezen szakaszon további kútépítési nehézség a szűrőcsőrakat elhelyezése lehet, lejtőtörmelék megomlása, ill. kőzetdarab „befordulása” egyaránt előfordulhat, ekkor szűrő visszahúzás, lyukfeldolgozás, ismételt szűrőcső beépítés. A szűrőrakat 40 m-s átfedéssel 1.660 m-ben (a visszasajtoló kút esetében 1.460 m-ben) kúpos átmenettel csatlakozik a 7”-os csőhöz.

A kút várható pozitivitása max. 20 m.

A szűrő és rétegtisztítás feladata a vízáadó repedések letisztítása, az infiltrálódott iszap visszatermelése. Ezt követően a hozam folyamatos növelése kompresszorozással. Elképzelhető, hogy a kút magától beindul, de lehet, hogy erre csak a hidegvíz leemelése után kerül sor. A hozam gyorsan fog emelkedni, és meghaladhatja akár a 3000 l/p-es értéket is.

A hőmérséklet szintén folyamatosan fog emelkedni, maximális értéként 100 °C-ot jelölünk meg, a valószínű kifelővíz hőmérséklet 95 °C.

A gáztartalom a kútépítés során szeszélyesen fog változni, felgázosodásokra számítani kell (a 8 ½”-os előfúrásnál az öblítőközeg buborékosodása már elképzelhető, fokozottan figyelni kell az iszapot).

Az átmelegedett termelvény csúcsnyomását +1,0 bárban jelöljük meg (visszahülve csökken). A kútfejszerelvényeket a fenti követelményekhez igazodóan kell kialakítani.

A túlnyomás és a várható szénhidrogén indikáció miatt **kitörésgátló** kiépítése kötelező.

A magas hőmérsékletű víz komoly égési sérüléseket okozhat, ezért a megfelelő védőfelszerelésekről gondoskodni kell.

A rétegtisztítás szűrőmosatással, kompresszorozással, jetmosatással folytatható. Esetleges kedvezőtlen eredmény esetén a Tervezői Művezető engedélyével a CaCO_3 oldását szolgáló környezetbarát vegyszeres oldás megengedhető.

Tisztítószivattyúzás során meg kell állapítani a maximális üledékmentes vízhozamot, ennek 80 %-a lesz a megengedett maximális üzemi vízhozam.

A kútba több szinten várunk vízbelépést, a belépő víz hőmérsékletét, kémiai összetételét és nyomását közel azonosnak prognosztizáljuk.

A várhatóan kéthetes próbatermeltetést 40 – 60 – 80 %-os hozamokkal kell végezni a szabvány szerinti paraméterekkel. A termeltetés történhet túlfolyatással, kompresszorral és melegvízes búvárszivattyúval.

A nyugalmi vízszint meghatározása felcsövezéssel és manométerrel egyaránt történhet (az utóbbi esetben a gázsapka kialakulása elkerülendő). A nyugalmi vízszint a próbatermeltetés végén határozandó meg, exponenciálisan csökkenő konvergens görbéről van szó, a mérés befejezését a Tervezői Művezető határozza meg. Az üzemi szinteket mélységi nyomásmérővel kell meghatározni. A statikus és dinamikus nyomásméréseket el kell végezni.

Mélységi nyomásemelkedési görbe mérése szükséges, az üzemi hozamról történő leállás mellett. A hozamot két óránként, megfelelően kialakított köbös tartályban kell vizsgálni. A kiképzett kútban talphőmérséklet, folyamatos hőmérséklet és kifolyó víz hőmérséklet regisztrálása szükséges. A teljes perforált szakaszon pontonkénti és folyamatos reométerezés történik. A buborékpontok kimutatása céljából a kút teljes szelvényén keresztül folyamatos nyomásszelvényezés végzendő.

A termelvényből a hatályos ivóvízszabvány szerinti vízkémiai és bakterológiai vizsgálatok végzendők. A gázvizsgálatok a 12/1997. KHVM szerint végzendők. A fenti vizsgálatokat összefoglalóan értékelni kell. A Vízföldtani Naplóhoz szükséges adatszolgáltató lapokat ki kell tölteni az MSZ 12 598 szerint.

A kút műszaki átadását a kivitelező kezdeményezi, melyre meg kell hívni az alábbiakat: ÉKÖVIZIG, ÉMI-KTVF, ÁNTSZ, Önkormányzat Építési Osztály. Az átadáskor be kell mutatni és indokolni kell a tervezett középtávú próbaüzemet, a beruházás I. üteme alatti tervezett üzemmódot, a nyomás, hőmérséklet és hozam mérésére alkalmazott műszerek, eszközök meglétét, működésük mikéntjét.

III.1.3. Geoműszaki adatok (termelőkutak)

Tervezett talpmélység: 1.850 m

<u>Csővezés:</u>	0	-	10 m	között	16 3/8 "
	0	-	60 m	között	13 3/8 "
	0	-	550 m	között	9 5/8 "
	530	-	1.700 m	között	7 "
	1.660	-	1.850 m	között	4 1/2 "

A csővezés fontosabb feladatai:

1. Az indítóakna vasbetonozása után az iszapos, kavicsos, laza legfelső zóna stabilizálása.
2. A kavicsos, omlékony, hidegvíztároló első kizárása, perlites cementezés.
3. Alsó pannonig lyukstabilizálás, perlites cementezés.
4. Béléscső, cementezve, vízadó szintek szeparálása.
5. Szűrőrakat, lyukfal megtartása.

Szűrőzés: 1.710 – 1.830 m között több szakaszon.

Saruzárások:

1. 10 m-ben cementezve a 16 3/8",
2. 60 m-ben nyomás alatt hőszigetelő cementezéssel a 13 3/8",
3. 550 m-ben nyomás alatt hőszigetelő cementezéssel a 9 5/8",
4. 1.700 m-ben nyomás alatt hőszigetelő cementezéssel a 7".

A várható rétegsor:

0 -	10 m	Holocén
10 -	50 m	Pleisztocén
50 -	400 m	Pliocén (Felső-pannon)
400 -	500 m	Alsó-pannon
500 -	1.550 m	Miocén
1.550 -	1.700 m	Oligocén
1.700 -	(1.850) m	Triász (Az esetleges meglévő Eocént a Triász részének tekintjük – ezt a Szépvölgyi mészkő karsztos jellege indokolja.)

Várható max. hozam: 3000 l/p (üzemelési hozam: 2.000 l/p)

Várható talpi hőmérséklet: 98 °C

Várható kútfejnyomás: + 1,0 bar

Gáz-, olajindikáció: várható (oligocén, triász)

A rétegnyomás a miocén aljáig hidrosztatikus, az oligocénban + 0,5 bar, a triászban + 1,0 bar túlnyomás várható.

III.1.4. Geoműszaki adatok (visszasajtolókút)

Tervezett talpmélység: 1.650 m

<u>Csővezés:</u>	0	-	10 m	között	16 3/8 "
	0	-	60 m	között	13 3/8 "
	0	-	550 m	között	9 5/8 "
	530	-	1.500 m	között	7 "
	1.460	-	1.650 m	között	4 1/2 "

A csővezés fontosabb feladatai:

6. Az indítóakna vasbetonozása után az iszapos, kavicsos, laza legfelső zóna stabilizálása.
7. A kavicsos, omlékony, hidegvíztároló első kizárása, perlites cementezés.
8. Alsó pannonig lyukstabilizálás, perlites cementezés.
9. Béléscső, cementezve, vízadó szintek szeparálása.
10. Szűrőrakat, lyukfal megtartása.

Szűrőzés: 1.510 – 1.630 m között több szakaszon.

Saruzárások:

5. 10 m-ben cementezve a 16 3/8",
6. 60 m-ben nyomás alatt hőszigetelő cementezéssel a 13 3/8",
7. 550 m-ben nyomás alatt hőszigetelő cementezéssel a 9 5/8",
8. 1.500 m-ben nyomás alatt hőszigetelő cementezéssel a 7".

A várható rétegsor:

0 -	10 m	Holocén
10 -	50 m	Pleisztocén
50 -	400 m	Pliocén (Felső-pannon)
400 -	500 m	Alsó-pannon
500 -	1.350 m	Miocén
1.350 -	1.500 m	Oligocén
1.500 -	(1.650) m	Triász (Az esetleges meglévő Eocént a Triász részének tekintjük – ezt a Szépvölgyi mészkő karsztos jellege indokolja.)

Várható max. hozam: 3000 l/p (üzemelési hozam: 2.000 l/p)

Várható talpi hőmérséklet: 97 °C

Várható kútfejnyomás: + 1,0 bar

Gáz-, olajindikáció: várható (oligocén, triász)

A rétegnyomás a miocén aljáig hidrosztatikus, az oligocénban + 0,5 bar, a triászban + 1,0 bar túlnyomás várható.

III.1.5. Várható fúrási nehézségek

1. Célszerű a fűróberendezést betontálcára telepíteni, a tornyot cölöpalapozni. A kivitelezőnek helyszíni telepítési tervet kell mellékelni a fűrás megkezdésének bejelentéséhez, melynek javasolt része talajmechanikai szakvéleményen alapuló alapozási – telepítési terv.
2. Kavernásodás a pleisztocénben, rétegrepedés a nyomás alatti cementezéskor. A cementkör megfordulását ellenőrizni kell.
3. Miocénen belül üveg keménységű hidrokvarcit zónák (0,05 – 1,0 méteres vastagságban) várhatók, át kell térni 8 1/2"-s gyémántbetétes fűrófejre.
Részleges iszapveszteség, esetleg hígulás elképzelhető.
4. Részleges, vagy teljes iszapveszteség várható. Iszapcsere után beindul a kút.
A lejtőtörmelék megomolhat, görgeteg befordulhat.
Szűrőcső elhelyezési nehézségek.

Kitörésgátló felszerelése kötelező.

<u>Fűrás közben várható maximális húzóigénybevétel:</u>	500 kN
<u>Üzemi horogterhelés:</u>	600 kN
<u>Üzemi koronaterhelés:</u>	700 kN

A fűrás csak bányahatósági engedéllyel rendelkező berendezéssel és személyzettel lehet végezni.

A fűrást felelős Műszaki Vezető irányítja, a Tervező Művezető utasításainak megfelelően.

III.2. A üzemeltetés ismertetése

Az üzemelés gyakorlatilag abban merül ki, hogy az egyik ponton kitermeljük a várhatóan 95 °C-os kifolyó hőmérsékletű termálvizet, majd hőcserélőkön keresztül 40 °C-os hőlépcsővel levesszük a vízben tárolt geotermikus energiát, majd a másik ponton a lehűtött vizet visszasajtoljuk ugyanabba a hévíztárolóba.

Az üzemeltetés során a geotermikus energiahasznosításhoz kizárólag elektromos áramot használunk fel, a rendszer üzemelése alatt káros anyag, füstgáz a környezetbe nem kerülhet.

A fentiek alapján lényegében a hévíztárolóban lezajló folyamatok pontos megismerése a cél, melyet az alábbi fejezetben ismertetünk az elvégzett termohidrodinamikai modellezésünk alapján.

III.2.1. Hidrodinamikai modellezés

A hidrodinamikai és hőtranszport számítások során a FEFLOW 6.0 FH3 (3D+2D) verzióját (© WASY GmbH, 1979-2010.) használtuk, Microsoft Windows XP és VISTA környezetben. 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. A programkörnyezet más rendszerekkel ellentétben a központi magtól a felhasználói felületig egy teljesen integrált szimulációs csomag. Azonban az általunk is használt legújabb, 2010-ben kiadott fejlesztés 6.0-ás változata már rendelkezik grafikus felhasználói felülettel, melyet egy külön kidolgozott szimulációs központi mag köré fejlesztettek.

A FEFLOW gyakorlatilag korlátlan alkalmazási területet kínál a felszínalatti vizek szivárgáshidraulikai és anyag-, ill. hőtranszport folyamatainak modellezésére. Segítségével a hővezetést és tározást számítani lehet mind folyékony fázisban, mind a közetmátrixban (konvektív és konduktív hőtranszport). Használata során lehetőség van a hőmérsékletfüggő folyadéksűrűséget és viszkozitást számításba venni (sűrűség-kapcsolt modellezés).

A FEFLOW Explorer segítségével lehetőség van a modelltulajdonságok és a szimulációs eredmények három dimenziós megjelenítésére és animációjára.

A térképek szerkesztésére, a lokális adatokból interpolációk végzésére a Surfer for Windows 8.01 változatát (© Golden Software Inc., 1999-2007) használtuk fel.

A grafikonok rajzolására, görbék illesztésére és az illesztett görbék egyenletének meghatározására a Grapher for Windows program 7.0.1870 változatát (© Golden Software Inc., 1999-2007) használtuk.

Az alkalmazott környezet a nemzetközi és hazai gyakorlatban elfogadott számítási rendszer, amely a szivárgás alapegyenletének véges differencia, illetve a transzportegyenletnek véges differencia, illetve karakterisztika módszerén alapuló megoldásait használja fel.

III.2.1.1. A terület rövid földtani ismertetése

A terület modellezés szempontjából nagyon bonyolult földtani felépítéssel jellemezhető. A megcsapolt triász mészkőréteg egy hidrodinamikai egységet képez a Központi-Bükk-kel **(3. sz. melléklet)**. A mészkőtest törésekkel erősen szabdalt. A Bükk területén még a felszínen található képződmények vetők mentén lezökkenve a vastag üledékekkel fedetten található a kutak területén. A mészkövet közvetlenül fedő képződmények olyan mértékben vízrekesztők, hogy azokat a modellszámítások során a vízforgalom szempontjából inaktívnak tekinthetők, azonban modellünkkel az ezekben a képződményekben lezajló folyamatokat is szimuláltuk.

A mészkő felső része törésekkel, repedésekkel és kavernákkal erősen átjárt, ezért jobban vízvezető, a mélységgel a vízvezető-képesség csökken. Általában jobb a vízvezető képesség a kiemelt helyzetben található mészkőtestekben a hosszabb ideig végbement karsztosodottság miatt.

A modellezést kombinált egyszeres kontinuum (ekvivalens porózus módszer) és diszkrét repedéses módszert alkalmazásával végeztük el, melyben a járatokat, vetőket 1D-s elemekkel adtuk meg modellünkben, melyre a FEFLOW szoftver alkalmas.

A földtani viszonyok alapján a hegyvidéki területeken beszivárgó vizek táplálják a mészkőtestet, melyet modellünkben figyelembe vettünk.

III.2.1.2. A modellezett térrész határa

A modellezett térrészt úgy választottuk meg, hogy a karsztos hévízrendszer (Bükki termálkarszt, víztest kódja: kt.2.1.) K-Bükki vonulatának vízforgalma szempontjából fontos teljes területrészt magában foglalja **(7. sz. melléklet)**. A modell Ny-i peremén a határoló felületet a nyílt karsztos területeket határánál húztuk meg a modell határát (már ahol a felszínre bukkan), így amennyiben a futtatásaink során az áramvonalak elérik a modell peremét, azt tekinthetjük felszíni kilépési pontnak.

A térrészt egy északi iránytól 45 fokkal eltérő tájolású 27x35 km-es térrészen jelöltük ki, mely a miskolci hidegvizes karsztrendszerig nyúlik, a nyílt karsztos beszivárgási területrészekhez csatlakozva. A teljes modellterület 648,38 km².

2. sz. táblázat: A modellezett terület sarokpontjainak koordinátái

S.	EOV Y	EOV X	S.	EOV Y	EOV X
1	772 790	307 020	19	795 994	307 835
2	772 249	307 648	20	801 629	300 157
3	770 928	309 321	21	789 378	288 069
4	769 708	309 962	22	783 460	283 112
5	767 809	309 912	23	779 954	292 108
6	767 419	310 692	24	778 962	295 019
7	766 979	312 314	25	775 324	297 863
8	768 180	314 730	26	773 745	299 360
9	768 908	315 987	27	773 620	300 341
10	769 612	317 064	28	774 248	300 983
11	771 981	317 472	29	774 852	302 077
12	774 349	317 963	30	775 522	302 361
13	777 535	318 126	31	774 890	304 555
14	780 067	317 963	32	774 216	305 539
15	783 415	316 901	33	773 538	306 528
16	786 192	315 676	34	772 790	307 020
17	790 031	313 960	35	772 790	307 020
18	793 514	311 291			

A hidrodinamikai modellben elsősorban a karsztosodott hévizes vízadó képződmények (triász mészkő) lejátszódó folyamatokkal foglalkoztunk, azonban a fedőképződményeket is szimuláltuk a teljes térségi áramkép leképezése céljából.

III.2.1.3. A horizontális és a vertikális tagolás

A karsztos, repedezett kőzetet, mint kvázi porózus közeget kezeltük a modellezésünkön, ugyanakkor a Bükkben jelentős járatáramlást kell feltételeznünk, melyet 1D-s elemekkel építettünk be a modellbe.

A FEFLOW szoftver véges elemei különböző nagyságú háromszög alapú prizmákat jelent, melyek csúcspontjaikkal kapcsolódnak egymáshoz. A rácskiosztás kialakításában a tektonikai vonalak, a földtani egységek határai, valamint a termelőkutak játszottak szerepet. A hálógeneráláskor, rácskiosztáskor ezeket az ismereteket kiemelten kezeltük. A hálókiosztást a **8. sz. mellékleten** mutatjuk be. A modell összesen 28.659 db csomópontból és 19.512 db véges elemből áll.

A modellben az alábbi vízföldtani egységeket különítettünk el.

- Fedőképződmények (összevontan);
- Triász+eocén mészkő;
- Vízrekesztő rétegek a mészkőtestben;
- Vetőzóna a karsztban.

A modellezett teret az alkalmazott véges elem módszerrel, vertikálisan elválasztó felületekkel elemekre illetve rétegekre kell bontani. A vertikális tagolását a földtani felépítés általános jellemzői alapján dolgoztuk ki. Mivel a rendszerben elsősorban a mészkővel foglalkoztunk, ezért a képződményt összesen két rétegre bontottuk. A felső jobban vezető zónát (a mészkőtest felső 150 m-es zónája) és a mélyebben található képződményeket külön rétegben szimuláltuk. Modellünkben összességében vertikálisan 3 rétegre bontottuk, melyből 1 réteg a fedőképződményeket két réteg pedig a karsztos víztestet szimulálja. Az 1. felszín a terepszint digitalizálásával kaptuk meg. A 2. felszín megegyezik az alaphegység felszínével. A 3. felszín 150 m-rel lejjebb helyezkedik el.

A továbbiakban mészkő elnevezéssel a két mészkő együttesét illetjük.

A területről készített Bouguer-anomália térképek alapján vettük fel a mészkő felszínét **(9. sz. melléklet)**. A Bouguer-anomáliák nagyságát a mészkőtest mélységével arányosan változónak tekintettük. A Bouguer-anomália térképekről leolvasott értékeket fúrási adatokból ismert mészkő fedőszintekkel összevetve a területre mértékadó Bouguer-anomália – mészkőfelszín függvényt határoztunk meg, melynek kiegyenlítő függvénye 23 pont adatai alapján:

$$z = -1322.52 + 303.06 * x - 15.46 * x^2, \text{ ahol } x \text{ a Bouguer-anomália nagysága.}$$

E megoldás előnyei:

- folyamatos és egységes alapú (gravitáció) geometriát ad,
- a fúrási pontokon felfekszik a tényadatokra,
- ún. „gondolati elemet” – vagyis szelvény-szerkesztői véleményt, saccolást – nem tartalmaz,
- alkalmas a különböző védőidomtervek eredményeinek összehasonlítására,
- jól dokumentálható, a mélységek leolvashatók,
- az egyébként sem ismert részleteket elkeni, átlagolja.

Hátránya:

- az eddig nem ismert részletek továbbra is azok maradnak.

III.2.1.4. Az egyes rétegek vízföldtani jellemzői

A modellben a fedő rétegeket (1. réteg) vegyes tükrűnek tekintettük, míg a fedett termálkarsztos rétegeket (2-3. réteg) zárt tükrűnek tételeztük fel.

A terület tektonikai viszonyait a Bouguer-anomália térképek inflexiós pontjai alapján jellemeztük. Az inflexiós pontokban a felület meredeksége (a gravitációs tér gradiense) az elvetési magassággal arányos, ezért ennek alapján nagy, közepes és kis vetőket, vetőzónákat határoztunk meg (**10. sz. melléklet**). A nagyobb, karakteresen megjelenő vetők esetén nagyobb szivárgási tényezőt, míg a kisebbeknél kisebbet tételeztünk fel.

Tanulmányozva a **10. sz. mellékletet** megállapítható:

- A fő szerkezeti irányultsághoz (ÉK – DNy) kötődnek a nagyszerkezeti vetők, modellünkben ezek az ún. nagy vetők, melyek a már korábban is említett Miskolc alatti kiemelkedést is létrehozhatták.
- A közepes vetők jelzik leginkább a harántvetőket, valamint részben követik az Északi-középhegység fő tektonikáját.
- A kis vetők szintén jelzik a harántvetőket, ill. eltérő irányú szerkezeti elemeket.

Összességében a tektonikai kép jól illeszkedik a más forrásokból szerkesztett tektonikai képhez (lásd pl.: Magyarország földtani térképe, MÁFI 1987.).

Másfelől korrekciós szorzótényezővel vettük figyelembe a képződmények kiemelt vagy lezökkent helyzetéből adódó szivárgási tényező változásokat. A korrekció mértékét az alábbi harmadrendű függvénnyel írtuk le:

$$K_k = 1.531600816 + 0.0006727682713x + 3.358380477 \cdot 10^{-7}x^2 + 6.020604687 \cdot 10^{-11}x^3,$$

ahol x a mészkőfelszín mélysége [mBf.].

Ezen K_k faktorról vettük figyelembe azt a korábban említett körülményt, hogy a magasabb helyzetű mészkő jobban karsztosodott.

3. sz. táblázat: A modellezett rétegek korrekciót megelőző vízföldtani jellemzői

Modell-réteg	Képződmény	Horizontális szivárgási tényező [m/nap]	Vertikális szivárgási tényező [m/nap]
1. réteg	Fedőképződmények	0,01 – 0,02	0,001 – 0,002
2. réteg	Erősen karsztosodott képződmények	0,75 – 1,25	0,34 – 0,625
2.a réteg	nagy vetők	2,4 – 4,0	1,5
2.b réteg	közepes vetők	1,6 – 2,4	0,83
2.c réteg	kis vetők	1,25 – 1,6	0,5
3. réteg	Gyengén karsztosodott képződmények	0,1 - 0,25 (0,01 – 0,025)	0,01 – 0,025 (0,001 – 0,0025)

A 4. felszín esetében a fenti táblázatban zárójelben jelzett szivárgási tényező értékekkel számoltunk az ismerten rossz vízvezető alaphegységi képződmények esetében.

A vetőzónákban lejátszódó folyamatok pontosabb szimulációja érdekében ott 1D-s elemeket is definiáltunk, melyeket a 3 layer-en adtunk meg az alábbi paraméterekkel:

4. sz. táblázat: Vetőzóna 1D-s elemekkel

Paraméter	Keresztmetszet [m²]	Szivárgási tényező [m/nap]	Ellenállás [1/nap]
Kisvető	0,2	10000	86,4
Közepes vető	0,5	50000	86,4
Nagyvető	1	100000	86,4

III.2.1.5. Beszivárgási viszonyok

Mivel a modellezés során csak a termál karsztrendszer szimulációját végeztük el, ezért a beszivárgási viszonyok megadásánál egy átlagos 15 mm/év = $4 \cdot 10^{-5}$ m/nap értéket tételeztünk fel, mely beszivárgást az 1. felszínen adtunk meg.

III.2.1.6. Nyugalmi nyomásszintek (kezdeti feltételek)

A számítások kezdeti feltételeit a nyugalmi nyomásszint-eloszlás értékei jelentik. A kezdeti feltételek felvételéhez a Kelet-Bükk karsztrendszerben található karsztképződményeket szűrőző termelő-, ill. figyelőkutak vízszintjeit, valamint az ismert forrásfakadásokat használtuk fel. A vízdomborzat megszerkesztésekor a 2009. évi mért adatokat használtuk fel, melyeket a termelőkutak esetében bizonyos mértékig megszűrtünk, majd végül a vízdomborzat anomáliáit „kisimítottuk” az általunk készített, e kutakra vonatkozó egyedi variogramunkkal.

III.2.1.7. Peremfeltételek (1. és 2. típusú szivárgási peremfeltétel)

A nyílt karsztos területeken beszivárgó vízmennyiséget a peremfeltételek megadásánál építettük be modellünkbe, úgy hogy a Bükki hidegkarszt (víztest kód: k.2.1.) Kelet-Bükki részére lehatárolt karsztos utánpótlódó területeken becsült beszivárgó vízmennyiségből kivontuk a területen lévő hidegvizes vízkivételek és forráshozam együttesét. E megoldásban ún. fajlagos kőzetellenállással adtuk meg az egységnyi nyomáskülönbségre jutó, ki- ill. bejutó fajlagos átszivárgó hozamot.

A modell DK-i peremén 25 km hosszan definiáltuk az Alföld felé történő vízátadást, melyet állandó nyomású peremfeltételként adtunk meg. A munkafázis során részben felhasználtuk a VIMORE-projekt tapasztalatait is (VIMORE, zárókonferencia – 2008. február 12.).

III.2.1.8. Víztermelő kutak a modellben (4. típusú szivárgási peremfeltétel)

A modellben a tervezett geotermikus energiahasznosító rendszer kútjait 2.000 m³/napos hozammal vettük figyelembe mind a kitermelt, mind pedig a visszasajtoló vízhozam éves átlagos folyamatos termelését feltételezve.

Az egyéb termálkarsztos kutak esetében a hozamokat az ÉMI-KTVF. adatszolgáltatása alapján adtuk meg a már Vízföldi létesítési Engedéllyel (Arnót, Kertészeti telep), legalább Elvi Vízföldi Engedéllyel (Miskolci Geotermia Zrt.), ill. engedélyezés alatt álló termelések (Miskolc-Szirma növényháztelep) figyelembe vételével, melyeket az 5. sz. táblázat szerint adtuk be a modellbe (VKJ szempontjából lekötött vízmennyiségek a meleg karszt víztestre vonatkozóan):

III.2.1.9. A hőtranszport modellezés alapadatai

A hőtranszport-modellezés célja egyrészt a jelenlegi hévízkutak hőmérsékleti viszonyainak bemutatása, valamint Miskolc környéki termálkarszt geotermikus viszonyainak szimulációja a tervezett termelő és besajtoló kútpár hatásának vizsgálata az érintett hidrogeológiai környezetre, ill. más vízkivételekre.

A felszín alatti víz hőmérsékletét két hőforrás határozza meg, a Napsugárzás és a Földhő. Alapvetésként elfogadható, hogy a Föld felszínének hőmérséklete, és így a talaj, vagyis az 1. felszín hőmérséklete megegyezik az évi középhőmérséklettel, melyet esetünkben 10 °C-nak adtunk meg (1. típusú hőtranszport peremfeltétel).

A hőtranszport vizsgálata során, csak a köpenyből érkező hőárammal számoltunk, amely alapján a hőáram fluxust a 4. felszínen 10.000 J/m²/nap értékben adtunk meg (2. típusú hőtranszport peremfeltétel). Nem tételeztük fel, hogy bármiféle vulkáni intrúzió hőhatást fejtene ki.

A keleti Bükk területén a miskolci termálkutakból ismert a hőmérséklet eloszlása, melyből a karsztfelszín hőmérséklete jó közelítéssel megadható. A hőtranszport számítások néhány speciális paraméter megadását is igényeli, mint például a hőáram nagysága, az egyes kőzetek hővezető képessége. A bemeneti adatok számszerű értékeit a **11. sz. melléklet** foglalja magába.

A porozitás értékeket szakirodalmi adatok alapján vettük fel, figyelembe véve a képződmény átlagos szivárgási tényezőjét.

Az előző fejezetek részletesen bemutattuk a terület földtani és geotermikus jellemzőit, amelyek ismeretében egy modell felépítésével a víz és a hő viselkedésének alapvető törvényszerűségei nyomon követhetőek. A jelenlegi modellezés koncepciója az volt, hogy több, különböző szituációra készüljön modellváltozat. Alapvetően a következő paraméterek/jellemzők vonatkozásában került sor a kiindulási modelladatok változtatására:

- a kutak távolsága;
- a termelési hozam;
- a hőlépcső.

A fentiek alapján az alábbi táblázatban foglaltuk össze a tervezett új geotermális energiahasznosító kútpár hőtranszport modellezés során szimulált termelési variánsait:

6. sz. táblázat: A modellezett kútpár termelési variánsai

Kút neve	Visszasajtoló víz hőmérséklete (°C)	Modellezett hozam (m ³ /nap)
1. termelési variáns		
Bócs-Virágkertészeti, KT-1 termelő-kút	-	2.000
Bócs-Virágkertészeti, KV-1 visszasajtoló-kút	65	-2.000
2. termelési variáns		
Bócs-Virágkertészeti, KT-1 termelő-kút	-	2.000
Bócs-Virágkertészeti, KV-1 visszasajtoló-kút	55	-2.000
3. termelési variáns		
Bócs-Virágkertészeti, KT-1 termelő-kút	-	2.000
Bócs-Virágkertészeti, KV-1 visszasajtoló-kút	45	-2.000

A hőtranszport modellezés során a Kelet-Bükki termálkarszton már engedélyezett, illetve engedélyezés alatt álló egyéb kútpárokat is figyelembe vettük, azonban ezek jelen ismereteink szerint még nem üzemelnek.

A numerikus számítás matematikai megközelítései (a megoldási sémák, az iterációs lépések, konvergencia kritérium, stb.), a szimuláció, a modellezett időtartam változatlan maradt.

Elsőként permanens állapotra végeztük el a számításokat, visszacapva az ismert (becsült) nyomásfelszínt, ill. hőmérséklet eloszlást, s mivel ez sikeres volt, így a használt modellparaméterek jóságáról is meggyőződhattunk. Ezt követően indítottuk el a kútpár hatásvizsgálatát, s elemeztük a permanens állapotot megváltoztató tranziens folyamatok lefolyásának mikéntjét.

Az alkalmazott program ugyan lehetőséget biztosít elsőként külön a hidrodinamikai modellezésre, majd a kapott áramlási tér esetén tisztán a hőterjedés modellezésre, mégis a két jelenség együttes, a folyamatok egybekapcsolt szimulálását végeztük el, hiszen a hőterjedés függ a vízáramlástól és fordítva a víz jellemzőinek (sűrűség, viszkozitás és kompresszibilitás) hőmérsékletfüggésén keresztül.

III.2.1.10. A modell kalibrációja

A modell kalibrálása során a beadott paramétereket változtatva (szivárgási tényezők, peremfeltételek, beszivárgás intenzitások, stb.) több számítást végeztünk, majd a számított vízszinteket összehasonlítottuk a kutakban mért vízszintekkel. A kalibrálás során a 2019. évi tényadatokat vettük figyelembe.

Számos futtatást végeztünk, mindaddig, amíg az egyes kutakban az éves átlagosan mért vízszintek (a későbbiekben karsztfelszínre vonatkoztatott hőmérsékletek is) ingadozásán belüli értéket nem kaptunk.

III.2.1.11. A hidrodinamikai számítások eredményei

A modell permanens áramlást szimulál, a telítetlen zóna elhagyásával. Az 1. réteg nyílt/zárt tükrű, míg az alatta lévők szigorúan zárt tükrűek. A modellfuttatások közben 12 iteráció után a konvergáló, $1,0 \cdot 10^{-3}$ iterációs hibahatár elérésére törekedtünk, miközben mind a vízhőmérséklet, mind a karsztvízszint eloszlás, kalibrációját elvégeztük. Minden futtatás végén ellenőriztük a vízmérleg hibáját is, hogy az elfogadható hibahatáron belül maradjon.

Összességében elmondható, hogy a termohidrodinamikai modellezéstől általánosan elvárható pontosságot elértük, az általunk megismert, ill. feltételezett folyamatok szimulációja jó egyezéssel sikerült.

Az egyes termelési szituációkban az 5 éves és 50 éves elérési idejű áramvonalak és a vízáadó triász mészkőtestben a termelés-visszasajtolás hatására kialakuló áramlási tér meghatározását végeztük el.

Az 1., 2. és 3. termelési variánsoknál a hidrodinamikai modell ugyanaz, így az 5 **(12/a. és b. sz. mellékletek)** és az 50 éves **(12/c., d és e. sz. mellékletek)** elérési időkhöz tartozó áramvonalak ne változnak meg. Az áramvonalaknak nincsen felszíni kilépési pontja, azok a triász rétegben maradnak. A visszasajtoló kútba injektált vízrészecskék követésének vizsgálatakor az egyes vízrészecskék 8 év elteltével érték el a termelőkutat.

A triász rétegben kialakuló áramlási teret a **12/f. sz. mellékleten** mutatjuk be.

A **12/g. sz. mellékleten** a termelés-visszasajtolás hatására kialakuló depressziós teret mutatjuk be, melyen az 1 m nagyságú hidraulikai hatások vonalában javasolható a hidraulikus hatásidom megadása (vastag kék vonal). A hatásidom vertikális értelemben a teljes mészkőre kiterjed.

A permanens hidrodinamikai számítások elvégzésének eredményeként a legközelebbi SH-3 jelű kútban a termelés-visszasajtolás hatására a depresszió kb. 10 cm-nek **(12/g. sz. melléklet: kék szaggatott vonal)**.

III.2.1.12. A hőtranszport számítások eredményei

Az időben változó hőmérséklet-eloszlásokat mind permanens, mind tranziens áramtérben számítottuk. A tranziens helyzetben feltételezhető, hogy a visszasajtoló kútban a nyári ciklus alatt a hőmérsékletek az injektált hozam csökkenése miatt lassan visszaemelkedhetnek. A projekt jelen fázisában azonban az egyszerűsítések, és a tényadatok ismerete nélkül részletesen csak a permanens állapotokat dolgoztuk ki.

A számított hőmérséklet változásoknál értelemszerűen kisebbek fordulhatnak csak elő, ha a visszasajtoló folyadék hőmérséklete melegebb lenne, így a számításokat maximális hatásnak tekinthetjük.

A fenti melléklet sorozatból látszik, hogy az egyes termelési variánsok hatásai közel azonosak. Az ábrákból látszik, hogy jelentéktelen hőmérsékletcsökkenéseket számítottunk 50 éves távlatban a termelőkút környezetében, és az is látható, ahogy a visszasajtoló kút környezetében a kőzet lehűl, ennek hatása az 1. termelési variáns esetében 800 m főtengelyű ellipszis alakban érzékelhető (az 1 °C-os hűlési front nagysága), mely esetben a főtengely merőleges a hidraulikus gradiensre; a 2. termelési variáns esetében 950 m főtengelyű ellipszis alakban fejt ki hatását; az 1. termelési variáns esetében 1.100 m főtengelyű ellipszis alakban mutatható ki.

Érdekes, hogy a vetők jelenléte ellenére meglehetősen kör, illetve ellipszis alakúak az izoterm görbék, aminek magyarázata az lehet, hogy a feltételezett repedésrendszerben nem mozog nagyságrendileg nagyobb vízhozam, mint magában a kőzetmátrixban, ami 1.700 m körüli mélységben reálisnak látszó feltételezés. Amennyiben volnának olyan nagytérű karsztos zónák, melyek közvetlenül összekötik a termeltetett és a visszatáplálásra használt összleteket, akkor a hatás direkt lenne, azonban a vetőzónák irányultságai ezt nem támasztják alá.

Megvizsgáltuk a hőmérséklet-változásokat is, ahol a kialakult hőmérsékleteket a kezdeti hőmérséklet-eloszáshoz viszonyítottuk **(15. sz. melléklet)**. Látható, hogy a vizsgált rendszerben a termikus hatásidom jelentősen kisebb a hidraulikus hatásidomnál **(12./g. sz. melléklet)**, ezért a rendszer védelmét hidraulikai alapon lehet és szükséges méretezni.

Az egyes termelési variánsok esetében a számított hőmérséklet változások az alábbiak szerint alakultak:

8. sz. táblázat: A számított hőmérséklet-változások 50 év elteltével a környező kutakban

Kút neve	1. termelési variáns $\Delta T [^{\circ}\text{C}]$	2. termelési variáns $\Delta T [^{\circ}\text{C}]$	3. termelési variáns $\Delta T [^{\circ}\text{C}]$
SH-3	$4,2 \cdot 10^{-3}$	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$8,5 \cdot 10^{-2}$
KT-1	0,38	0,45	0,51

A többi kútban a számított hőmérséklet-változás a mérési határnál kisebb.

Összességében elmondható, hogy a szakaszos üzemeltetés kedvezően befolyásolja a rendszer fenntartható üzemeltetését, szakaszos üzemből kisebb nyomás- és hőmérsékletváltozások lesznek jellemzőek. A szakaszos üzemelés esetén lassabbak az elérés ideje a kutakhoz a folyamatos üzemhez képest, ennek megfelelően a rendszer lehűlésének is kisebb a lehetősége. Ennek részletes kidolgozását a kutak tényadatai és a próbaüzemi tapasztalatok alapján lehet megfelelő mélységben kidolgozni, és a hosszútávú üzemrendet megadni.

A geotermikus hőteljesítményt a javasolt 2. termelési variáns alapján számítottuk az alábbi képlettel:

$$P [\text{kW}] = 4,187 [\text{kJ/kg}^{\circ}\text{C}] * q [\text{kg/sec}] * \Delta T [^{\circ}\text{C}].$$

A fenti átlagosan $2.000 \text{ m}^3/\text{napos}$ hozammal ($\sim 23,148 \text{ kg/sec}$), valamint egy reálisan megvalósítható 40°C -os ΔT értékkel ($95^{\circ}\text{C} - 40^{\circ}\text{C} = 55^{\circ}\text{C}$) számolva $3,87 \text{ MW}$ hőteljesítményt kapunk a kútpárra vonatkozóan, ami jelentős érték.

Természetesen a fenti egyszerűsített számítás rámutat arra, hogy a hőteljesítmény egyenesen arányos a hőmérséklettel és a hozammal, így ha bármelyik tényezőnél kedvezőbb értékeket kapunk úgy nő a geotermális hőteljesítmény. (A hőteljesítmény műszaki átadási hatásfoka viszont a hőmérséklettel négyzetesen nő.)

III.2.1.13. Paraméter-érzékenység

A mészkő vízföldtani paramétereinek (szivárgási tényező és porozitás) szóródása még két nagyságrenden belül is reálisnak tekinthető elsősorban repedezettségétől függően. Mivel ezek a paraméterek alapvetően befolyásolják egy kút különböző elérési időkhöz tartozó védőzónáinak elterjedését, így a védőzónák határaiban a modell paraméterérzékenységétől függő mértékű bizonytalanság van.

Természetesen a modellben alkalmazott paraméter-együttes gondos kalibrációs folyamat eredménye, amellyel biztosítjuk, hogy a számított nyomáseloszlás legjobban visszaadja az általában jól ismert valós nyomásviszonyokat. Azonban egyrészt a modell mindig tartalmaz egyszerűsítéseket (pl. egy nagyobb területre átlagolt szivárgási paraméterek felvétele), másrészt lokális anomáliák (pl. vetők) figyelembevételénél még az anomália pontos (??) helyének és kiterjedésének ismeretekor sem tudjuk biztosan annak vízföldtani paramétereit.

(Erre a gondolatmenetre épül egyébként az ún. sztochasztikus modellezés, ahol egy kúthoz akár több száz A és B védőzónát is meghatározhatunk.)

Végző soron megállapíthatjuk, hogy a kapott eredmények hasonlóak, a részletes ismertetést az esetlegesen felmerülő egyéb aspektusok felmerülésekor részletesebben is ismertetjük.

Összességében a kapott eredmények alkalmasak annak megítélésére, hogy a tervezett projekt reális, az mind a Beruházó, mind a Környezet érdekei szempontjából kielégítően megvalósítható. A modellezést eredményesnek minősítjük, a reálisan elképzelhető tényleges kútadatok tartományán belül jól, ellentmondásmentesen írja le a várható folyamatokat. A jelen modellezést a Miskolc Város, és annak közvetlen környezetében meglévő termálkutak termohidrodinamikai modellezésének igényével dolgoztuk ki.

A hideg karsztos ivóvízkutakkal (forrásfoglalás, illetve aknakutak által kitermelt karsztvíz) való kapcsolatot peremfeltételként értelmeztük, a Bükk által, mint utánpótlódási terület által szolgáltatott vízmennyiséget modellünk szintén peremfeltételként figyelembe, természetesen e paraméter értéke időben változhat.

E megoldás a termálkarszt leírását viszonylag könnyen kezelhetővé teszi a termohidrodinamikai modellezés szempontjából, ugyanakkor maradéktalanul figyelembe veszi a hideg és a termálvizek egységes voltát, az utánpótlódás, illetve hidegvíz-termelés változásainak hatását a termál rendszerre.

Ugyanakkor ez a megoldás sem helyettesíti a hegységperemen egy helyen előforduló hideg és termálvizek tényleges kommunikációjának megismerését: a tapolcai erőteljes hidegvíztelenítés hatására a termálakna lehűlt; a strandi kútban hőinverzió van: mélyebb szinten helyezkedik el a hidegvíz; a Szentgyörgy-forrásnál keverékvizet termel az akna.

Természetesen nem zárjuk ki annak a lehetőségét, hogy a rendszer tényleges megismerését követően ne lehessen az modellezés technikailag lekövetni, leírni, majd feltételezett termelési scenárióra vonatkozóan abból megalapozott előrejelzést adni (hozam, vízszint, hőmérséklet, vízkémia).

III.3. A felhagyás ismertetése

Eltömedékelésre ilyen értelmű döntés esetén kerül sor, ennek valószínűsége igen csekély, mivel egyrészt a kút produktív volta várható, másrészt a 7"-os rakat kiváló „talaj”-szondaként használható hévíz nélkül is.

A fűróberendezéssel szemben támasztott követelmények azonosak a kútfűrásnál kikötöttekkel, minimum horogterhelés 60 tonna, üzemi koronaterhelés minimum 62,5 tonna.

A fűróberendezés telepítésére a terület átalakítás nélkül alkalmas.

Az eltömedékelés végrehajtásához dugattyús cementező szivattyú (dugattyús aggregát) szükséges.

A kivitelezés menete az alábbi.

Elsőként a kúttalpig történő feltisztítás végzendő el. Felkavicsolás 1700,0 m-ig (a visszasajtoló kút esetében 1.500 m-ig), fertőtlenített 0,8 – 1,2-s kavicssal. Cementdugó elhelyezése 1680,0 m-ig (a visszasajtoló kút esetében 1.480 m-ig), CKSZ. 16 óra elteltével cementtető ellenőrzés rudazattal, amennyiben szükséges pótlás. Itt jelentős mennyiségű pótlásra számítunk, mivel a fellazult közetmátrix nagy nyelőképességű. (A számított cement mennyiség elhelyezését követően hálózati tisztavízzel kell a cementezőrendszert utántölteni.) Az eszközök tisztítására szolgáló víz ivóvízminőségű, a tisztítóvizet ülepíteni kell, a kiülepített anyagot kommunális hulladéklerakóba kell szállítani, a folyékony fázis a csapadékvíz hálózaton keresztül elengedhető. Kavicsolás 900,0 m-ig (fertőtlenített kavicssal), majd cementdugó elhelyezés 900,0 – 840,0 m között, ha szükséges CKSZ után utántöltés. Kavicsolás 60,0 m mélységig, majd innentől cementezés felszínig, oly módon, hogy a rudazat nélkül számított cement mennyiséget 60,0 m-ben elhelyezi a berendezés. A gyors kiépítés során utáncsurgatás, felszínig történő cementpótlás, az esetleges cement vesztesség felszínről történő utánpótlása, gravitációs cementezés. CKSZ után terepszint alatt –1,6 m-ben visszavágásra kerül a 7"-s cső, duplán varrott, hegesztett, rozsdamentes acél fedlappal zárva. A fedlapba ún. háromjáratú feszmérő kerül beépítésre. CKSZ után 7 nap elteltével a gödör betemethető, amennyiben a feszmérő nem jelez többletnyomást. Ha a feszmérő többletnyomást jelez, ez azt jelenti, hogy a hévíztározó rétegöszlet gáztartalma az eltömedékelés ellenére a kútfőig el tud jutni.

Összességében ezen gázosodás megjelenésének lehetősége igen kicsi.

Amennyiben 7 nap elteltével vízszivárgás lenne észlelhető az a kivitelezés hibás voltát egyértelműen jelezné, s javítómunkára kerülne sor a Kivitelező terhére (ez azért is igen valószínűtlen jelenség lenne, mert a visszahűlt kút nyomását –2,0 m-ben prognosztizáljuk).

Az eltömedékelés Tervezői Művezetés mellett zajlik, melynek fontosabb elemei a következők:

- az anyagmennyiségek (kavics, cement) számításának ellenőrzése,
- az anyagmennyiség meglétének ellenőrzése,
- az anyagminőségek ellenőrzése (0,8 – 1,2-s kavics, 450-s Váci cement, ivóvízminőség),
- CKSZ-ek ellenőrzése, aktuális talpak ellenőrzése,
- környezetvédelmi aspektusok kezelése, különös tekintettel a cementező berendezés mosóvizére.

Feltételezve, hogy sem víz, sem gázszivárgás nem lesz észlelhető, és a cementtető a felszínig ér, tehát az eltömedékelés sikeres, a terület rekultivációja, parkosítása elvégezhető. A kút helyét időjárásálló karóval jelölni kell, és az eltömedékelés megtörténtéről beszámoló Jelentést a Kivitelezőnek az alábbi hatóságok felé, a koordináták megjelölésével jelenteni kell:

- Bányakapitányság, Miskolc;
- ÉMI-KTVF, Miskolc;
- ÁNTSZ, Miskolc;
- Polgármesteri Hivatal Építési Osztály, Bócs;
- Tulajdonos.

Felhívjuk a figyelmet, hogy eltömedékelt kutak beépíthetőségét, (fölpíthetőségét) a viszonylag gyorsan változó szabályozások korlátozzák, tipikusan nem építhető rá épület, csarnok, autósztráda.

A kivitelezési munkákat, építési munkákat dokumentálni kell OVHMI. 217-76 szerint, a dokumentáció 1 példányát mindig a berendezés mellett kell tartani.

A munka elvégzését követően a fenti Műszaki Irányelv M.2. szerinti melléklete kitöltendő.

IV. A KÖRNYEZETI HATÁSOK ELŐZETES BECSLÉSE

Az 1995. évi LIII. sz. törvény (A környezet védelmének általános szabályairól) alapján a Kormány a 314/2005. (XII. 25.) számú rendeletében határozta meg a felszín alatti vízkészletek és vízelhelyezések környezetvédelmi engedélyezési eljárásának szabályait.

E szerint a visszasajtolás (3. sz. melléklet, 134. pont) a környezeti hatásvizsgálatot automatikusan magával vonja.

A projekt a víz visszasajtolása miatt előzetes környezeti hatástanulmány végzési kötelezettség alá esik.

IV.1. A létesítéskor jelentkező környezeti hatások

IV.1.1. A talajra gyakorolt környezeti hatás

A tervezett geotermális energiahasznosító rendszer létesítményei korlátozottan, de – az ideiglenes, vagy végleges műtárgyak tekintetében – érintik a talajt.

A hévízkút létesítése során, a fűróberendezés beton alapja kb. 20 m² valamint az iszapgödrök kb. 40 m² - helyén a humuszt el kell távolítani, deponálni, majd a kivitelezés befejezése után a terepet az eredeti állapotnak megfelelően rendezni kell. Az iszapgödrök fóliával bélelték, a fűróiszap agyag bázisú, veszélyes anyagokat nem tartalmaz.

A kutak tisztító szivattyúzása során kutanként 3 napos termelés esetén kb. 12.960 m³ víz kerül kitermelésre.

Ezt az iszapgödörbe termeljük hűtés céljából, majd átemelő szivattyúval, ideiglenes vezetéken a KT-1 kút vizét a Kesznyéteni üzemvízcsatornába (Bócs, 094 hrsz.), illetve KV-1 kút vizét a csapadékvíz elvezető csatornába (Bócs, 094 hrsz.) juttatjuk. A termelvény sótartalma várhatóan nem haladja meg a 1000 mg/l-t, hőmérséklete pedig 30 C⁰-nál alacsonyabb lesz.

A rekultiváció során a humuszt vissza kell termelni eredeti helyére, a végleges létesítmények helyén kitermelt humusz a környező terület mélyebb fekvésű részeire helyezhető, 15-20 cm vastagságban.

A munkaárkokból, hévízkutakból kitermelt meddő anyagot mezőgazdasági területen elhelyezni nem szabad, az kommunális hulladéklerakóba kerül. A munkaterületek megközelítése meglévő földutakon történik.

Mindkét munkaterület helyreállítása után, a bekövetkezett talajtömörödés megszüntetésére közép és mély lazító, vagy nehéz kultivátor használata javasolt. Amennyiben csak csekély tömörödött réteg alakul ki, a rekultiváció tárcsázással is megoldható.

A tervezett tevékenység a talaj szerkezetében jelentős változást nem okoz.

A kb. 1.520 fm tervezett nyomvonalú távvezeték építése során kb. 1,5 m mélységig kerül sor a talaj kitermelésére, majd a cső fektetés után visszatöltésére.

Az anyagszállítás során a tehergépjárművek csak letapossák, tömörítik a felső talajréteget, melyet a munkák végeztével lazítani, rekultiválni lehet.

IV.1.2. A felszíni - felszín alatti vizekre gyakorolt hatás

A kutak kivitelezése során a tisztító és próbaszivattyúzás alkalmával gyakorlunk hatást a felszíni vizekre, jelen esetben a végső befogadóra a Hernádra és a Kesznyéteni-csatornára. A befogadóba történő közvetlen bevezetésre vonatkozó előírásokat a 28/2004 (XII.25) KvVM rendelet tartalmazza.

A feltárt hévíz alacsony sótartalmú(várhatóan nem éri el a 1000 mg/l-t), így a befogadóba 30 C⁰ alá hűtve bevezethető.

A bevezetés kutanként 3-3 nap időtartamban történik, várhatóan 25.920 m³-es összes kitermelt hévízmennyiséggel. A bevezetendő víz mennyisége ily módon 12.960 m³ lesz kutankénti 3 napos termeléssel számolva. A befogadó jelenlegi vízhozamát figyelembe véve a rövid idejű bevezetés nem okoz káros vízszintnövekedést.

A csurgalék-víz vezeték meglévő földúton halad a befogadóig, 160 mm-es átmérőjű KPE csővel tervezzük elvezetni a termelvényt a befogadóig.

Fenti megoldással a kivitelezés során keletkező csurgalék hévíz környezetkímélő elvezetésének lehetősége biztosított, a vízjogi létesítési engedélyezéshez az üzemeltetők befogadói nyilatkozatait beszerezzük. A felszín alatti vizekre a kivitelezés nincs hatással, a fűróiszap a rétegek közötti kommunikációt kizárja. A rövid idejű tisztító és próbaszivattyúzás depressziós hatása jelentéktelen.

A telepítésen dolgozók szociális ellátását mobil hálókabinok és Toi-Toi WC-vel kell megoldania a később kiválasztandó kivitelezőnek.

Tehát a termálvíz elvezetése eddig nem ismert kockázattal nem jár.

IV.1.3. A levegőre gyakorolt hatás

A termelő, illetve a visszasajtoló kutak építésének szakaszában a levegőre ható tényezőként a kút fúróberendezésének, illetve a tisztítás végző kompresszornak dízel üzemű motorokkal való meghajtásakor kibocsátott kipufogógázok szennyezőanyagait kell számba vennünk. A fúróberendezést meghajtó motor üzemanyag felhasználása kb. 6 l/óra, míg a kompresszor maximális üzemanyag fogyasztása 8 l/h. Együttes használatnál a gázolaj fogyasztás 14 l/óra. A felhasznált üzemanyag kis kéntartalmú (<0.05%) gázolaj. A motorok az 1/2000. (VII.21.) KöViM-KöM. együttes rendelet hatálya alá tartoznak, az alkalmazandó berendezések motorjainak meg kell felelnie a vonatkozó norma előírásainak. Ennek alapján a motorok együttes szennyezőanyag kibocsátásával számolunk az alábbiak szerint:

CO	1.4 kg/h
HC	0.2 kg/h
NO _x	2.6 kg/h
Részecskék	0.2 kg/h

A levegőminőség határértékek a 14/2001. (V.9.) KöM-EüM-FVM együttes rendelet alapján:

Légszennyezőanyag	Légszennyezettségi egészségügyi határérték (µg/m ³)			Veszélyességi fokozat
	órás	24 órás	éves	
Szén-monoxid	10000	5000	3000	II.
Nitrogén-oxidok	200	150	100	II.
Szálló por	200	100	50	III.
Kén-dioxid	250	125	50	III.
Ülepítő por	16 g/m ² × év		120 t/km ² ×év	IV.

A fúróberendezés dízel motorjai által kibocsátott légszennyező anyagok közül várhatóan a nitrogén-oxidok okozzák a legnagyobb terhelést. A légszennyezés közvetlen hatásterülete a berendezés szennyezőforrásai paramétereinek hiányában csak jó közelítéssel becsülhető. A módosított 21./2001. (II.14.) Korm. rendelet 5.§ (5) bekezdés figyelembe vételével a közvetlen hatásterület legtávolabbi határa megítélésünk szerint nem haladja meg az 500 m-t. A közel egyenletes eloszlású szélirányok mellett ez a terület egy közelítően 500 méteres sugarú kör. A közeli közforgalmú utak hatása mellett ez a hatás elenyésző, 1 db korszerű kamion üzemnek felel meg.

A telepítés légszennyező hatása időszakos, a környezetet némileg terheli, de az elviselhetőnek minősíthető, így levegővédelmi szempontból hatásterület kijelölése nem szükséges.

IV.1.4. A zajterhelés környezetre gyakorolt hatása

A zajterhelés elsősorban a fűrőberendezés, kút építési, csövezési és tisztítási műveleteiből adódóan, a berendezés dízelmotorjából, illetve a kompresszor motorjából származik. Tekintettel arra, hogy jelenleg nem ismert, hogy milyen típusú és kialakítású berendezés fog dolgozni, a motorok zajkibocsátását az EURO-3-as motoroknak megfelelően LWA=100 dBA értékre becsüljük. Ez más fűrési helyeken is mérésrel igazolható.

A 8/2002. (III. 22.) KöM-EüM. együttes rendelet 2 sz. melléklete szerint a gazdasági területeken a kivitelezés során megengedett zajterhelés - ha a kivitelezési idő 1 hónap és 1 év közötti - a lakóházak védendő homlokzatánál nappal 70 dB, éjjel 55 dB.

Az MSZ 15036 szabvány szerint elvégzett számítás, valamint ellenőrző mérések eredménye szerint a fűrési ponttól 110 m távolságban határozható meg az a pont, ahol a zajterhelés 55 dB alatti. Ezen a távolságon belül lakóépület nem található, így a kivitelezés éjszaka is végezhető.

A zajterhelési hatásterület a kivitelezés alatt egy - a fűrési pont köré írt — 110 m — es sugarú körrel jellemezhető. A legközelebbi védendő homlokzat távolsága nagyobb, mint 500 méter, így védendő létesítmény nincs.

A közvetett hatásterületre a szállító járművek zaja hat. Szállítás csak nappali időszakban történik, s a nappali 16 óra alatt maximum 2 alkalommal. A járművek maximális sebessége a földúton 30 km/óra. Az MSZ 13—183—1:1992 szerint a szállítás nappali 16 órára vonatkozó zajkibocsátásának értéke az útpálya középvezetől 7,5 méterre: $L_{AM,kö} = 48$ dB. Ez az érték kisebb, mint a közlekedés miatt jelenleg is meglévő, továbbá a szállítás a földutak forgalmát észlelhetően nem növeli, tehát a létesítés alatti zajkibocsátás a vonatkozó előírásoknak megfelel.

Rezgéskeltéssel nem számolunk.

A telepítés környezetre gyakorolt zajterhelésének hatásterülete kb. 110 m-es sugarú kör, illetve az igénybevett utak közvetlen környezete.

IV.1.5. Hulladékok káros hatása elleni védelem

A kevert kommunális hulladékot konténerben kell gyűjteni, és időszakonként át kell adni, vagy el kell szállítani az átvételre engedéllyel rendelkező lerakóra.

Az olajos törlőrongyok és hasonló, olajjal szennyezett anyagok veszélyes hulladéknak minősülnek. Gyűjtésükre munkahelyi gyűjtőhelyet kell kialakítani és zárt edényben kell gyűjteni. A munkálatok befejeztével a 98/2001. (VI. 15.) Korm. rendelet előírásait betartva gondoskodni kell ártalmatlanításukról. Ugyanez vonatkozik a telepítés során keletkező fáradt olajra és kenőanyagokra is. A helyszíni üzemanyag- és kenőanyag-tárolót úgy kell kialakítani, hogy az a csapadékvíztől óvott legyen, és az esetleg elfolyó, elcsöppenő üzemanyag ne szennyezhesse a talajt. Ez legegyszerűbben egy fémlemezről készült felfogó tálcával oldható meg. A kútfúrás közben mégis elcsöpögő, kiömlő üzemanyagot, olajat fel kell itatni, illetve az olajjal szennyezett talajt össze kell gyűjteni és a már említett jogszabály előírásainak megfelelően gondoskodni kell ártalmatlanításáról.

Megjegyezendő, hogy a kútépítést csak szakkivitelező végezheti, aki az érvényben lévő előírások szerint a munkavégzése kapcsán keletkező hulladékok elszállítására szerződéssel kell rendelkeznie.

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 20 % feletti szárazanyag tartalommal, beszárítva a legközelebbi kommunális hulladéklerakóba elszállítható. Mennyisége max. 50 m³.

A kivitelezés során keletkező hulladékok becsült mennyisége:

- fűróiszap 2 x 200 m ³	EWK kódja	010504
- cementes zsák 2 x 20 kg	EWG kódja	150101
- törlő rongy 2 x 10 kg	EWK kódja	150202
- kommunális hulladék 2 x 50 kg	EWK kódja	200301

További előforduló hulladékok:

- EWK 130208 „egyéb motor-hajtómű és kenőolajok”
Mennyisége kb. 40 kg.

A telepítéskor keletkező hulladékok a helyszínen környezetszennyezést kizáró módon kezelhetők, illetve felszámolhatók. Közvetett környezeti terhelést ártalmatlanításuk okoz, az ártalmatlanítás helyszínén.

IV.1.6. A tájban és az ökológiai viszonyokban várható változás

A munkálatok a természetes növényvilágra nincsenek hatással. A kút helyszínén természetes állatállomány nincs, így átmeneti zavarásával nem kell számolni.

A hatásterület a növények és az állatvilág vonatkozásában lokális. A területen védett növény vagy állatfaj nem ismert. A hatás időszakos jellegű.

A munkavégzés befejeztével az eredeti állapot rövid időn belül helyreáll.

IV.2. Az üzemeltetés során jelentkező környezeti hatások

IV.2.1. A talajra gyakorolt hatás

A rendszer üzemeltetése során a talajra gyakorolt hatásról nem beszélhetünk. Havária esetén előfordulhat, hogy csőtörés miatt termálvíz kerül a talajba. A tervezett felügyeleti rendszer azonban azt azonnal érzékeli és az üzemet letiltja.

A hatás semleges, így hatásterület kijelölése nem szükséges.

IV.2.2. A felszíni, felszín alatti vizekre gyakorolt hatás

Az üzemeltetés során 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, ugyanazon hévíztárolóba visszasajtolásra kerül.

Egyedüli hatásként a visszasajtoló, 55 °C-os termálvíz hűtőhatását kell vizsgálnunk.

Korábban bemutatott hidrodinamikai és hőtranszport modellezései fejezetekben ismertettük, hogy a tervezett termálkútból kitermelt, permanens 2.000 m³/nap vízmennyiség, 55 °C-on történő visszasajtolása esetén nem okoz káros mértékű lehűlést a karsztos víztárolóban.

A termelés-visszasajtolás hidraulikus hatásterületét a **12/g. sz. melléklet** mutatja be, míg a termikus hatásterületét a **15. sz. melléklet**en ábrázolja. A hatásterületeken más vízkivétel nincs, a tervezett geotermikus energiahasznosítás a térség meglévő hévízkútjaira káros hatást nem gyakorol.

IV.2.3. A levegőre gyakorolt környezeti hatás

A geotermikus energia kitermelésének, vezetékes szállításának a környezeti levegőre nincs káros hatása.

A hatás semleges.

IV.2.4. A zajterhelés

A termálvíz kinyerése és csővezetéki szállítása, valamint hőközponti hasznosítása zajhatást alig eredményez. Zajkibocsátással járhat a szivattyúk üzeme. Ezek azonban elektromos meghajtásúak és zárt térben üzemelnek, ezért tényleges zajhatással a külterület felé nem kell számolni. Ezek hatásterülete gyakorlatilag közvetlen közelükre terjed ki.

A hatás semleges.

IV.2.5. Hulladékok

Az üzemelési szakaszban külön személyzet nem szükséges a termálvíz kezeléséhez, ezért nem számolunk megnövekedett kommunális hulladékkeletkezéssel.

A karbantartás a felhozott és az abból kiszűrt szilárdanyag mennyiségétől és minőségétől függ. Előzetes becslésünk szerint a karbantartás során keletkező hulladék:

- EWC 191901 „durva és finom szűrésből származó hulladék”.
Mennyisége évente kb. 50 kg. Az inert anyag engedéllyel rendelkező szeméttelre szállítható.

A zagyvíz szennyvízcsatornába vezethető. Mennyisége max. 20 - 30 kg/év.

A hulladék hatása a kezelő szervezetnél keletkezik, tehát közvetett hatás. Mértéke ma még nem ismert, annyi bizonyos, hogy inert hulladékról lévén szó nem jelentős.

Egyéb, a tevékenységből következő hulladék nem keletkezik.

IV.2.6. A tájban és az ökológiai viszonyokban várható változás

A létesítmény változást nem okoz.

A hatás semleges.

IV.3. A felhagyás során jelentkező környezeti hatások

A felhagyás során a környezeti igénybevétel abban merül ki, hogy a kutak eltömedékeléséhez szükséges anyagot a helyszínre kell szállítani. Több tízéves távlatban ennek környezeti hatását megjósolni nem lehet, kizárható azonban a környezet számottevő igénybevétele.

A felhagyás nem jelent mást, mint a kutak végleges elcementezését, kútfej szerelvények, kútaknak felszámolását és a foglalt területek rekultivációját.

Ez gyakorlatilag az eredeti állapothoz közeli viszonyokat állít vissza.

IV.4. Havária

A létesítmény kivitelezése és üzemeltetése során környezeti szempontból haváriát a csőtörés, vagy a kivitelezés során valamelyik gépesség üzemanyagának kiömlése okozhat. Előbbit a vízelvezetés előzetes kialakításával, illetve a számítógépes felügyeleti rendszerrel azonnal megszüntethető. Utóbbit a gépességek alá telepített kármentő akadályozza meg.

Mindazonáltal a földtani kutatás és a műszaki kivitelezés bizonyos fokú kockázattal jár:

- A kutak építése során a helyszínen tárolt üzemanyag tűzveszélyes, ezért a tároló hely környékén a vonatkozó tűzvédelmi szabályokat be kell tartani.
- A terület megkutatott - a lemélyített talpig a rétegek túlnyomásosak, ezért a kútfúrás közben kitörésgátlót kell felszerelni.
- Az üzemeltetés során az aktuális hatályos jogszabályok és szabványok szerint az időszakos kútállapot felméréseket el kell végezni. Ezek végrehajtásával elkerülhető egy váratlan meghibásodás az üzemeltetés során. A felülvizsgálat elvégzését ötévente irányozzuk elő.
- Esetleg bekövetkező havária – kútkitörés – esetén a felszínre kerülő vizet a közeli csapadékvizes hálózaton keresztül a Hernádba kell vezetni, ennek a bekövetkezésének az esélye kb. 0 %.

Komoly környezeti kárt okozó havária nem lehetséges.

V. A PROJEKT ÖSSZEFOGLALÁSA A 314/2005 (XII.25.) KORM. RENDELET 4. SZ. MELLÉKLETE SZERINTI TARTALOMMAL

a. A tervezett tevékenység célja

Geotermikus energia feltárása hévízkúttal, a hévíz hő-hasznosítása, majd visszajuttatása ugyanabba a hévíztároló összletbe. A geotermikus energiával virágkertészet fűtése.

b. A tervezett tevékenység számított változatainak alapadatai

b.a. A tevékenység volumene

A modellezés alfejezetben részletesen bemutattuk a termelési változatokat, melyeket megvizsgáltunk. A modellezés eredményeként a kutak távolságát 1.250 m-ben határoztuk meg.

Az ott kifejtettek alapján a kiválasztott változatban a térség földtani adatai alapján lehetőség van 2.000 m³/nap kb. 95 °C-os termálvíz kitermelésére, az éves kitermelni és visszasajtolni kívánt vízigény így kerekítve 730.000 m³/év.

A geotermikus hőteljesítmény:

$$P \text{ [kW]} = 4,187 \text{ [kJ/kg}^\circ\text{C]} * q \text{ [kg/sec]} * \Delta T \text{ [}^\circ\text{C]}.$$

A fenti átlagosan 2.000 m³/napos hozammal (~23,148 kg/sec), valamint egy reálisan megvalósítható 40 °C-os ΔT értékkel (95 °C – 40 °C = 55 °C) számolva 3,87 MW hőteljesítményt kapunk a kútpárra vonatkozóan, ami jelentős érték.

Ezen geotermikus hőteljesítménnyel 3 ha-nyi üvegház fűtését tudjuk majd biztosítani.

bb) A telepítés és a működés vagy használat megkezdésének várható időpontja és időtartama, a kapacitáskihasználás tervezett időbeli megoszlása

Ezen dokumentációval párhuzamosan az engedélyes HOTPOWER KFT. (1072 Budapest, Rákóczi út 40. 4/20.) kérvényezi a Vízjogi Engedély megadását a tisztelt Hatóságtól. A Vízjogi Engedély birtokában az előzőekben leírtakkal kiegészítve kéri majd meg az engedélyes a Vízjogi Létesítési engedélyt (Várható időpont: 2021. március).

Ezt követően megindulhat a kutak lemélyítése, először a KT-1 jelű termelőkút, majd a KV-1 jelű visszasajtoló kút kivitelezése történne meg (Várható befejezés: 2021. szeptember). Ezzel párhuzamosan benyújtásra kerül az elvi engedély kérelem a hasznosító-visszasajtoló gépészeti létesítményekre, illetve a távvezetésekre. Majd a tényadatok birtokában tervezzük meg a végleges felszíni létesítményeket, és adjuk be az engedélyes terveket (Végleges engedélyek várható időpontja: 2021. december).

Ezután egy legalább féléves próbaüzemet tervezünk teljes kapacitással elvégezni, melyet a Hatóság felé is benyújtunk, és engedélyeztetünk.

Fentiek alapján az üzemelés megkezdésének legkorábbi időpontja 2012. október.

A fenti projektet a **16. sz. mellékleten** összeállított Gantt-diagrammon foglaltuk össze.

A geotermikus energia kapacitásának kihasználása a fűtési időszakban (szept. 01-ápr. 30., összesen kb. 242 nap) teljes kapacitással történik (a várható üzemelési hozam 2.000 l/p), míg a nyári időszakban (máj. 01-aug. 30., összesen kb. 123 nap) egyenletes hőntartási üzemelés történik, mely előzetes becslésünk szerint a teljes kapacitás 10 %-a lesz.

A fentiek figyelembevételével az vízigény az alábbiak szerint alakul:

Fűtési időszak:	242 nap * 2880 m ³ /nap =	696.960 m ³
Nyári időszak:	123 nap * 288 m ³ /nap =	35.424 m ³
Termelés összesen:		732.384 m ³ /év.

A fentiek alapján kerekítve kb. 2.000 m³/nap, azaz 730.000 m³/év az átlagos kitermelni és visszasajtolni kívánt vízmennyiség.

bc) A tevékenység helye és területigénye, az igénybe veendő terület használatának jelenlegi és a településrendezési eszközökben rögzített módja

A hatásvizsgálat tárgya - geotermikus energiahasznosító rendszer - helyigénye 2x400 m², ami a termelő és visszasajtoló hévízkutak belső védőterületét foglalja magába, mely területeket a művelési ágból kivonásra kerülnek. A két kút közötti távvezeték annak 1 m széles szolgalmi sávjára korlátozódik.

A létesítmények szántó művelési ágú, mezőgazdasági területen épülnek, a településrendezési terv változást nem tervez, marad a mezőgazdasági hasznosítás.

bd) A tevékenység megvalósításához szükséges létesítmények, valamint az azokhoz kapcsolódó létesítmények felsorolása és helye

A tervezett geotermális energiahasznosító rendszer elvi kapcsolási rajzát a **17. sz. melléklet** mutatjuk be. A technológiai folyamat során anyagfelhasználás nem történik.

A kutak műszaki tartozékai a szabványos kútfej, gáztalanító torony (csak termelőkútnál), puffer tárolók (a termelőkútnál nagyobb, a visszasajtoló kútnál kisebb), a kitermelő-, illetve a visszasajtoló szivattyúrendszerek, szűrőrendszerek, elektromos vezérlőszekrények, villamos rendszerek, mérőeszközök, csövek, szerelvények, könnyűszerkezetes vízgépházak, a teljesség igénye nélkül. Az összes felszíni műtárgyat környezetbe illő kerítésnek kell védeni az illetéktelenektől. A kinyert fluidum szállítása, a föld felszíne alá telepített távvezetéki rendszeren keresztül valósulna meg. A vezeték teljes hossza jó közelítéssel 1.520 fm lesz.

be) A tervezett technológia/tevékenység megvalósításának leírása, ideértve az anyagfelhasználás főbb mutatóinak megadását

A tevékenység mélyfúrású kútból, búvárszivattyúval történő hévízkitermeléssel történik, ami egy hőcserélőn átadja a geotermikus energiát egy fóliás virágkertészet fűtőrendszerének. A hőcserélő után a termásvíz távvezetéken a visszasajtoló kútba kerül. A visszasajtoló szivattyúk frekvenciaváltóval vezéreltek, a kút búvárszivattyúja szintén, így a vízkivétel és visszasajtolás a külső hőmérséklet alapján vezérelt. Csak a szükséges vízmennyiség kerül kitermelésre.

Anyagfelhasználás nem történik. A tervezett létesítményekhez anyagnyerő, vagy lerakóhely nem kapcsolódik.

bf) A tevékenységhez szükséges teher- és személyszállítás nagyságrendje, szállítási igényessége, szolgáltatást nyújtó tevékenységnél a szolgáltatást igénybe vevők által keltett jármű- és személyforgalomé is

A szállítás, a kivitelezés időtartamára, jelentéktelen mértékben növeli meg a térség közúti forgalmát. A létesítmény kivitelezése kis mértékben növeli a teherszállítás forgalmát, átlagosan napi 1 fuvarral. Az üzemeltetés nem igényel szállítást.

bg) A már tervbe vett környezetvédelmi létesítmények és intézkedések

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

bh) A tevékenység telepítéséhez, megvalósításához és felhagyásához szükséges kapcsolódó műveletek

1. A tervezett létesítményekhez anyagnyerő, vagy lerakóhely nem kapcsolódik.
2. A szállítás, a kivitelezés időtartamára, jelentéktelen mértékben növeli meg a térség közúti forgalmát.
3. A megvalósítás során szennyvíz nem keletkezik, a minimális kommunális hulladék elszállításra kerül.
4. Az energia ellátása a meglévő villamos hálózatról, transzformátor telepítésével biztosítható. A virágkertészet öntözővíz ellátásához a későbbiekben öntözőket, illetve a szociális vízellátáshoz ivóvízkút tervezése történik.
5. Egyéb - a bd)-bg) pontokban nem szereplő - kapcsolódó művelet nem áll fenn a jelen vizsgálat tárgyát képező tervezett létesítmények kapcsán.

bi) Magyarországon új, külföldön már alkalmazott technológia bevezetése
esetében külföldi referencia

A termelő-visszasajtoló kútpárok/kútegyüttesek üzemszerű technológiai alkalmazására Magyarországon számos példát találhatunk. Egyik legjobb példája a Hódmezővásárhelyi Geotermális Közműrendszer, melyet 1993-ban kezdtek megépíteni, és fejlesztése azóta is folyamatos. Számos egyéb példát ismertethetnénk, közülük az alábbiakat emeljük ki: Veresegyház: település közintézményeinek fűtése; Bóly: település közintézményeinek fűtése; Kistelek: település közintézményeinek fűtése; Dél-Alföld: növényháztelepek felső-pannonra telepített kútpárokkal; stb-stb.

bj) A ba)-bi) pont szerinti adatok bizonytalansága, rendelkezésre állása,
megadva azt, hogy a tervezés mely későbbi szakaszában és milyen
információk ismeretében lehet azokat pontosítani

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

bk) A telepítési hely lehatárolása térképen, megjelölve a telepítési hely
szomszédságában meglévő vagy - a településrendezési tervekben szereplő -
tervezett terület-felhasználási módokat

Az igénybevett terület a kutak belső védőterülete 2x400 m², ami a művelési ágból kivonásra kerül.

bl) A tevékenység megvalósítása szükségessé teszi-e területrendezési
tervek vagy a településrendezési eszközök módosítását

A szomszédos területeken mezőgazdasági hasznosítás történik, és a településrendezési terv sem tartalmaz más létesítményeket, illetve területhasználatot. A tevékenység megvalósítása nem teszi szükségessé a településrendezési tervek módosítását.

**c. A számításba vett változatok összefüggése olyan korábbi,
különösen terület- vagy településfejlesztési, illetve rendezési
tervekkel, infrastruktúra-fejlesztési döntésekkel és természeti
erőforrás felhasználási vagy védelmi koncepciókkal, amelyek
befolyásolták a telepítési hely és a megvalósítási mód
kiválasztását**

A telepítési hely kiválasztásánál a hasznosítás helyén túlmenően, a visszasajtolásra alkalmas, megfelelő távolság meghatározása az egyedüli szempont, természetesen a hidrogeológiai adottságok figyelembevételével.

d. Nyomvonalas létesítménynél a tervezett nyomvonal továbbvezetésének és távlati kiépítésének ismertetése, és a továbbvezetés tervezése során figyelembe vett környezeti szempontok, feltárt környezeti hatások összegzése

A nyomvonalas létesítmény esetükben a két kút közötti összekötő. visszasajtoló vezeték, melynek tovább tervezése a két kút létesítési engedélyének birtokában kezdhető meg. A vezeték tervezése nem esik a 314/2005. (XII. 25.) Korm. Rendelet hatálya alá, vagyis nem kell előzetes vizsgálati eljárást lefolytatni.

A vezetékek nyomvonala a településrendezési terv figyelembe vételével került kijelölésre.

e. A b) pontban számításba vett változatok környezetterhelése és környezet-igénybevétele (a továbbiakban együtt: hatótényezők) várható mértékének előzetes becslése a tevékenység szakaszaiként [6. § (2) bekezdés] elkülönítve, az esetlegesen környezetterhelést okozó balesetek vagy meghibásodások előfordulási lehetőségeire figyelemmel;

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

Sem hulladékgazdálkodási, sem zajvédelmi, sem levegő, vagy talajvédelmi szempontból hatásterület kijelölését (hatótényező, vagy hatásviselő hiányában) nem tartjuk szükségesnek.

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

fa) A hatótényezők milyen jellegű hatásfolyamatokat indíthatnak el, új telepítésnél annak becslése is, hogy a terület állapota és funkciói miként változhatnak meg a telepítés következtében

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

fb) A hatásfolyamatok milyen területekre terjedhetnek ki; e területeket térképen is körül kell határolni

A termikus hatásterület a lehűlt víz hűtőhatására lehűtött közettömeget foglalja magába, míg a hidraulikus hatásterület a termelés-visszasajtolás hatására a mészkőben kialakuló áramlási teret jelenti, melyeket összefoglalóan a **15. sz. mellékleten** mutattunk be. A hatásterületen belül olyan létesítmény, melyre a lehűlés vagy a depresszió káros hatással lenne nem található. Az SH-3-as jelű hévízkút is több mint 6,0 km-re található termikus hatásidomtól, és 4,5 km-re a hidraulikus hatásidomtól.

fc) Az fb) pont szerinti területről rendelkezésre álló környezeti állapot, területhasználati és demográfiai adatok, valamint a hatásfolyamatok jellegének ismeretében milyen és mennyire jelentős környezeti állapotváltozások (hatások) léphetnek fel

A térség jelenleg rendezett állapotú, mezőgazdasági terület. Ebben változás nem történik. Jelentős környezeti hatás nem keletkezik, a környezet állapotát kedvezőtlenül nem változtatja meg.

Közvetett módon, a megtakarított földgáz káros anyag kibocsátásának elmaradása miatt jelentős pozitív változást eredményez. A geotermális energiahasznosító rendszer alkalmazásának elmaradása esetén a virágkertészetet a hagyományos fűtési móddal fűtenék, melynek következtében az alábbi káros emisszióval kellene számolni:

$$\text{CO}_2 = 0,25 \text{ t/év}, \text{NO}_3 = 1,50 \text{ t/év}, \text{SO}_4 = 0,07 \text{ t/év}, \text{CO;} = 225,0 \text{ t/év}.$$

A geotermális energiahasznosító rendszer alkalmazása esetén a fenti anyagok légtérbe jutása elmarad.

fd) A Natura 2000 területet érintő hatások, a terület kijelölésének alapjául szolgáló fajokra és élőhelytípusokra gyakorolt hatások alapján

A geotermális energiahasznosító rendszer alkalmazása nem érint NATURA 2000, valamint egyéb természetvédelmi oltalom alatt álló területet.