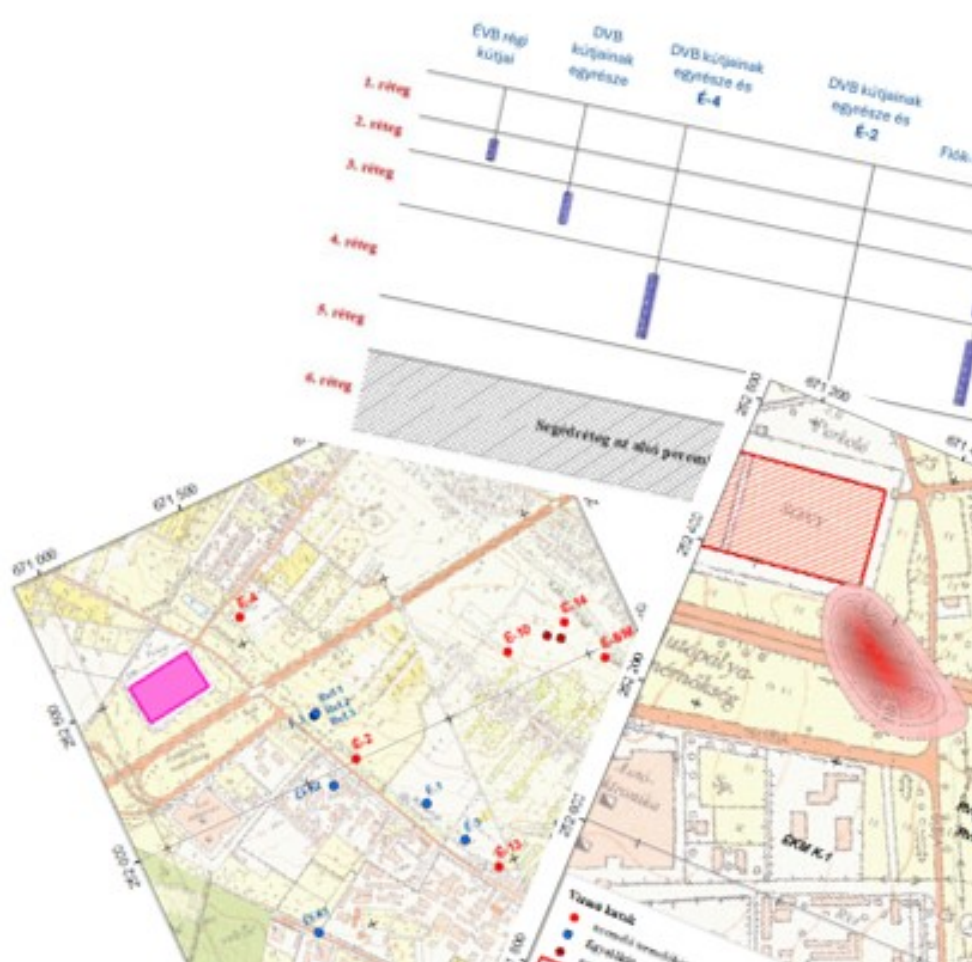


Gödöllön tervezett akkumulátor összeszerelő üzem várható hatásának szennyezőanyag transzport modellezése



AQUIFER Kft

2025. szeptember

TARTALOMJEGYZÉK

1.	BEVEZETÉS	4
2.	TERVEZŐI JOGOSULTSÁGOK	5
3.	A TERVEZETT TEVÉKENYSÉG ELHELYEZKEDÉSE.....	6
4.	A VIZSGÁLT TERÜLET BEMUTATÁSA	8
4.1.	Földtani jellemzők.....	8
4.2.	Vízföldtani viszonyok	8
4.3.	Északi vízbázis védőövezeti.....	9
5.	HATÁSVIZSGÁLATI MODELL	11
5.1.	A hatásszámításhoz alkalmazott szoftver bemutatása.....	11
5.2.	A terület vízföldtani modellje	12
5.2.1.	A modellezett terület	12
5.2.2.	Számítási háló	13
5.2.3.	Vertikális felosztás	14
5.2.4.	Szivárgási paraméterek	16
5.2.5.	Beszivárgás, párolgás	16
5.2.6.	Felszíni vizek.....	17
5.2.7.	Víztermelési adatok.....	17
5.3.	A modell kalibrációja	19
6.	HATÁSVIZSGÁLATI SZÁMÍTÁS ÉS ÉRTÉKELÉSE	21
7.	ÖSSZEFOGLALÁS, JAVASLATOK.....	28

ÁBRÁK

1. ábra	Áttekintő térkép a vizsgált területről	6
2. ábra	A vizsgált tevékenység lokális környezete.....	7
3. ábra	A Gödöllői vízbázis Rvf-3 jelű talajvíz monitoring kútjának vízjárása.....	9
4. ábra:	Gödöllő Déli vízbázis számított védőterület rendszere.....	10
5. ábra:	Modellezett területek.....	12
6. ábra:	Teljes modellezett terület számítási hálójával.....	13
7. ábra:	Tervezett üzemcsarnok környezete számítási hálójával.....	14

8. ábra: Egyszerűsített földtani szelvény (GOLDER).....	15
9. ábra: Vertikális felosztás felületei	16
10. ábra: Kalibrált vízszint térkép (Golder Associates Kft. 2003)	19
11. ábra Kalibrált vízszint térkép	20
12. ábra: Transzport számítás eredménye a talajvíztartóban szennyezés kezdete után 0,5 évvel	22
13. ábra: Transzport számítás eredménye a talajvíztartóban szennyezés kezdete után 1 évvel	23
14. ábra: Transzport számítás eredménye a talajvíztartóban szennyezés kezdete után 2 évvel	24
15. ábra: Transzport számítás eredménye a talajvíztartóban szennyezés kezdete után 3 évvel	25
16. ábra: Transzport számítás eredménye a talajvíztartóban szennyezés kezdete után 4 évvel	26
17. ábra: Transzport számítás eredménye a talajvíztartóban szennyezés kezdete után 5 évvel	27
18. ábra: Szennyezés időbeni lefolyása az 1. és 2. modellrétegben	28

1. BEVEZETÉS

A Pest Vármegyei Kormányhivatal Tűzvédelmi, Iparbiztonsági és Vízügyi Hatósági Főosztály Tűzvédelmi, Iparbiztonsági, Vízügyi és Vízvédelmi Osztálya WENFIS Mérnök Iroda Kft. részére **30414/8221/2025.ált.** számon a Gödöllő 6865/4 hrsz. alatti ingatlanon összeszerelő üzem tervezett létesítésével kapcsolatos tájékoztatást adott az engedélyezési eljárás tartalmi követelményeit illetően. Tekintettel arra, hogy a tervezett beruházás érinti Gödöllő ivóvízbázisának védőterületét a tartalmi követelmény egyebek mellet kéri a vízbázisok, a távlati vízbázisok, valamint az ivóvízellátást szolgáló vízellátási rendszerek védelméről szóló 123/1997. (VII. 18.) Korm. rendelet 5. számú mellékletében előírtaknak megfelelően elkészített **egyedi vizsgálati dokumentációt**.

2025 szeptemberében a beruházáshoz kapcsolódó egyedi vizsgálati dokumentációt készítő NEXUS CONSTRUCTIONS Kft. (1223 Budapest, Nagytétényi út 180-196.) megbízta társaságunkat az AQUIFER Kft.- t (1041 Budapest, Károlyi I. u. 21-23. A/I/8) az egyedi vizsgálati dokumentáció részét képező hidraulikai és szennyezőanyag transzport modellszámítás elkészítésével.

A sérülékeny földtani környezetben lévő üzemelő vízbázisok diagnosztikájával foglalkozó program keretében 2003-ban a Golder Associates (Magyarország) Kft. elkészítette a Gödöllői vízbázisok védőterület/védőidom rendszerét. A védőterületek meghatározása részecske nyomkövetés segítségével, elérési idők alapján történik. A kijelöléskor tehát csak a jellemző vízmozgás határozza meg a védőterületet. A különböző típusú szennyezőanyagok a talajban, talajvízben a fellépő kémiai folyamatok következtében azonban a víztől eltérő módon mozognak. Konkrét szennyezési lehetőség vizsgálatakor tehát a szennyezőanyag elmozdulását az adott anyagra jellemző kémiai transzport folyamatok figyelembevételével kell elvégezni. Hatásvizsgálatunk a tervezett tevékenység által konzervatív szennyezőanyaggal történő egy rövidebb időtartamú feltételezett szennyezés esetén várható folyamatokat vizsgálja numerikus transzport modellezés segítségével. Konzervatív szennyezőanyaggal történő számítás esetén a biztonság javára „tévedünk”, mert ennél a megközelítésnél nem veszünk figyelembe lebomlást, megkötődést, biodegradációt, stb., hanem csak advekciót és diszperziót.

Az AQUIFER Kft. az elmúlt években több alkalommal készített a vízbázis északi kútjaira hatásvizsgálati modellezést. Ezekhez a munkához a vízmű üzemeltetője, a DMRV Zrt. rendelkezésünkre bocsátotta a vízbázis védelmi munkák eredményeit. A modellszámítások ezekre a mérési eredményekre alapozottan készültek. Jelen vizsgálatban a korábban elfogadott hatásvizsgálati modellt alapul véve a vizsgált területre vonatkozó lokális pontosítás és a vízmű termelésének aktualizálása után készültek el a hatásvizsgálati számítások. Tanulmányunk a hatásvizsgálathoz közvetlenül felhasznált adatokat foglalja össze, valamint értékeli a kapott eredményeket.

2. TERVEZŐI JOGOSULTSÁGOK

Davideszné Dömötör Katalin

Tervezői és szakértői jogosultságok:

SZVV-3.1. - Hidrológiai, vízgyűjtő-gazdálkodás, vízkészlet-gazdálkodás, nagytérségi vízgazdálkodási rendszerek

SZKV-1.1. - Hulladékgazdálkodási szakértő

SZKV-1.2. - Levegőtisztaság-védelem szakértő

SZKV-1.3. - Víz- és földtani közeg védelem szakértő

SZKV-1.4. - Zaj- és rezgésvédelem szakértő

VZ-TEL - Települési víziközmű tervezése

VZ-TER - Vízgazdálkodási építmények tervezése

VZ-VKG - Vízkészlet gazdálkodási építmények tervezése

Magyar Mérnöki Kamara nyilvántartási szám: 13-68-18

Cím; e-mail: 2013 Pomáz, Álmos u. 32.; ddk@aquifer.hu

A jogosultság igazolását a Magyar Mérnöki Kamara hivatalos honlapja adja meg, mely az alábbi útvonalon tekinthető meg:

<https://mmk.hu/nevjegyzek?id=14729>

A tervezői jogosultság igazolása az 1.mellékletben található.

Révi Géza

Tervezői és szakértői jogosultságok:

SZVV-3.1. - Hidrológiai, vízgyűjtő-gazdálkodás, vízkészlet-gazdálkodás, nagytérségi vízgazdálkodási rendszerek

SZKV-1.3. - Víz- és földtani közeg védelem szakértő

SZKV-1.1. - Hulladékgazdálkodási szakértő

VZ-TEL - Települési víziközmű tervezése (2021.12.05)

VZ-TER - Vízgazdálkodási építmények tervezése (2021.12.05)

VZ-VKG - Vízkészlet gazdálkodási építmények tervezése (2021.12.05)

Magyar Mérnöki Kamara nyilvántartási szám: 01-6817

Cím; e-mail: 1016 Budapest Berényi u. 4/A. revi.aquifer@aquifer.hu

A jogosultság igazolását a Magyar Mérnöki Kamara hivatalos honlapja adja meg, mely az alábbi útvonalon tekinthető meg:

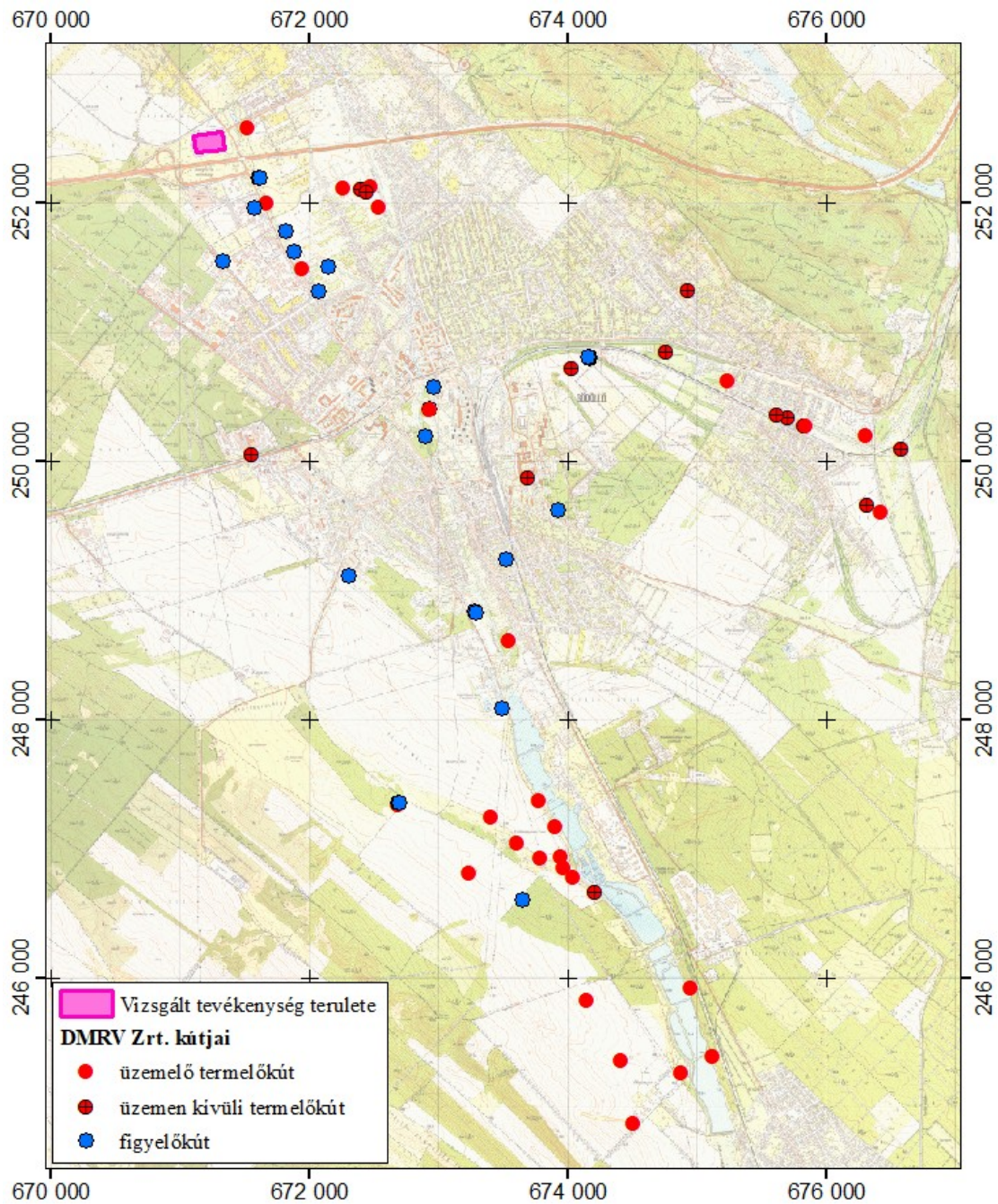
<http://mmk.hu/profil/view?id=34290>

A tervezői jogosultság igazolása az 1.mellékletben található.

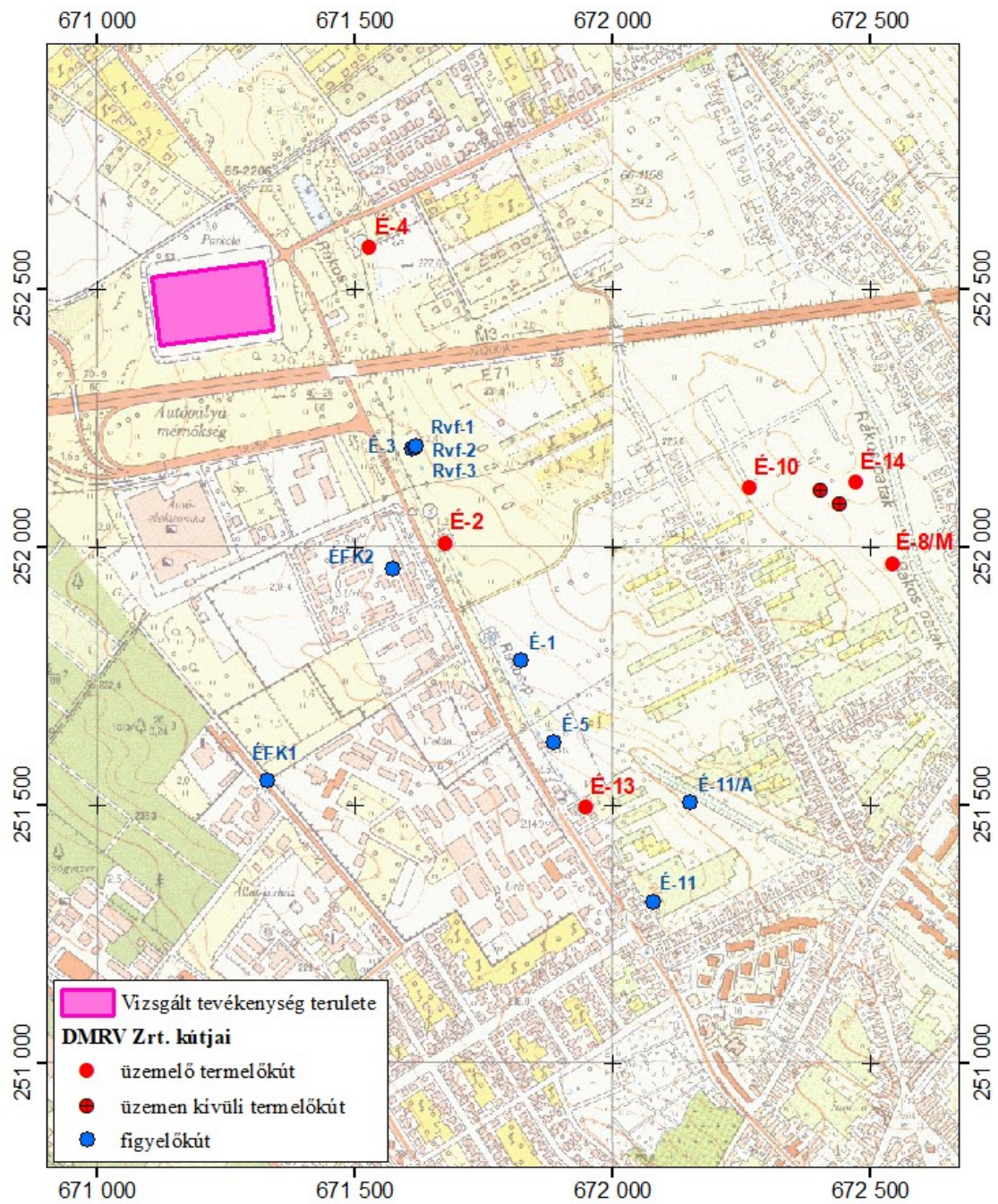
3. A TERVEZETT TEVÉKENYSÉG ELHELYEZKEDÉSE

Gödöllő északi határában tervezett akkumulátor összeszerelő üzem, tevékenységének részletes leírását a korábbi fejezetek nagy részletességgel mutatják be.

A vizsgált területet az **1. ábra** áttekintő jelleggel míg a **2. ábra** lokálisan mutatja.



1. ábra Áttekintő térkép a vizsgált területről



2. ábra A vizsgált tevékenység lokális környezete

4. A VIZSGÁLT TERÜLET BEMUTATÁSA

4.1. Földtani jellemzők

A tervezett tevékenység felszíni, felszín közeli beavatkozás ezért jelen dokumentációban a teljes mélyföldtan ismertetésétől eltekintünk, mindössze a felszín közeli, földtani ismereteket foglaljuk össze.

A *felső-pannon* időszakot homok-, homokkő-, agyagos homok-, homokos agyag- és agyagrétegek váltakozása jellemzi. Az egész vertikális kiterjedést tekintve az agyag és homok aránya egyforma. A felső-pannon homok világossárga, vagy szürkés sárga, aprószemű homok, osztályozottsága mérsékelt, vagy mérsékelten jó, koptatottsága közepesnél jobb.

Az agyag színe lehet kékeszöld, okkersárga, tarka, vörös vagy sötétszürke. Karbonát tartalma 2-77 % között változik a vörös agyag nagy karbonát tartalmú és igen sok mészkonkréciót tartalmaz.

A Gödöllői-dombság fő tömegét az *alsó-levantei* korú keresztrétegzett homok alkotja. Az Ős-Duna ágak és más északról érkező folyók deltaszerűen töltögették a süllyedő medencét keresztrétegzett, erősen csillámos folyóvízi homokot lerakva. A homok közepesen koptatott, közép és durvaszemű, mérsékelten jól osztályozott. A levantei és felsőpannon rétegcsoportokon belül a homokos és agyagos iszapos képződmények változékony településűek. Az egyes vízvezető, illetve vízrekesztő szintek horizontális folytonossága néhány száz méterre már alig mutatható ki.

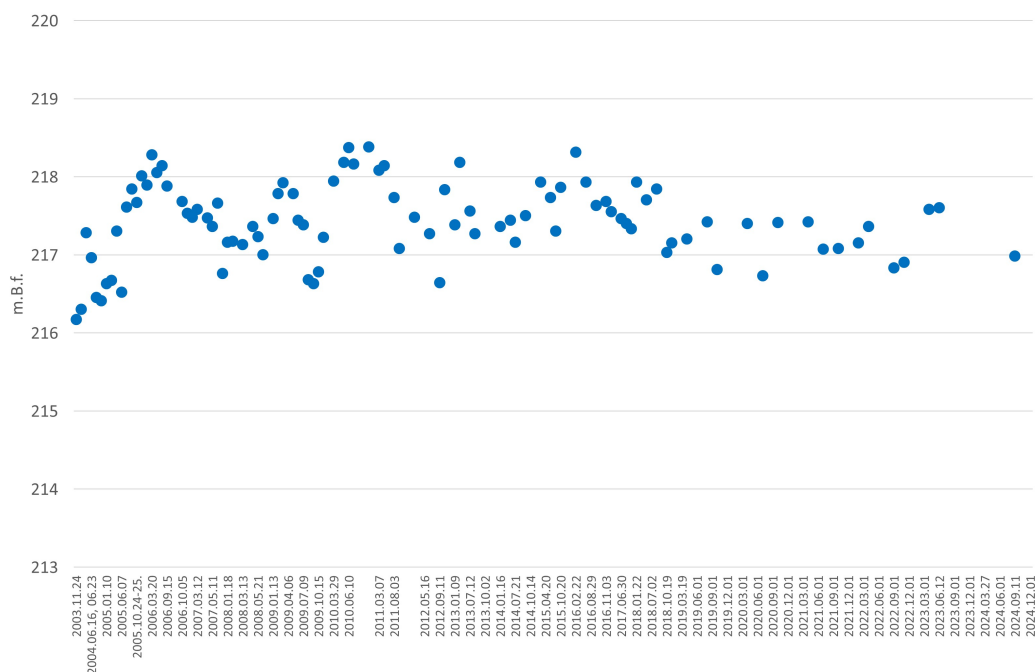
A *pleisztocénből* lösz, futóhomok és kevés agyag maradt meg a területen. A lösz a dombtetőket borítja, legnagyobb vastagsága megközelíti a 20 m-t. Nehézásványos összetétele alapján a Gödöllő környéki löszhöz pliocén homok és futóhomok is keveredett.

A *pleisztocén* és *holocén* futóhomok jelentős területeket borít a Galga ÉNY-DK-i törésvonalától D-re, így Gödöllő környékének is ez a leggyakoribb fedőképződménye. A futóhomok legnagyobb része dunai hordalék kifúvásából ered, kismérsékelten hárshelyi homokkőből, pannóniai homokból származik. Idő haladtával egyre inkább a Duna adta az anyag túlnyomó részét. Az idősebb és fiatalabb futóhomok elkülönítése szín szerint történt. A régiek sötétek, a fiatalok világosabb színűek. A homok mozgását az ÉNY-i szelek határozták meg elsősorban és határozzák meg ma is. ÉNY-DK irányban alakultak ki a buckasorok. Kötetlen futóhomokot a területen ma már alig találni.

4.2. Vízföldtani viszonyok

A terület domborzata miatt a talajvíz mélysége változó. Összefüggő talajvizet csak a völgyekben és a dombság peremvidékein találunk. Ezeken a helyeken átlagos mélysége a felszíntől 5-6 méter. A város területén gyakran ennél magasabb a talajvíz (<3 m), míg a dombtetőkön jóval mélyebb akár 15-20 m. A tervezési területre jellemző *mértékadó*

talajvízszint monitoring kút hiányában csak közvetve a tágabb térség mérései alapján becsülhető. A vizsgált területtől mintegy 350 m-távolságban található a DMRV Zrt. Rvf-3 jelű talajvíz monitoring kútja. E kút vízjárását a **3. ábra** mutatja. A vizsgált terület a figyelőkúthoz képest mintegy 5 m-el magasabb térszínen fekszik így a talajvízszint ezen a területen a figyelőkúthoz képest némileg magasabban 219-220 mBf körülnek vehető.



3. ábra A Gödöllői vízbázis Rvf-3 jelű talajvíz monitoring kútjának vízjárása

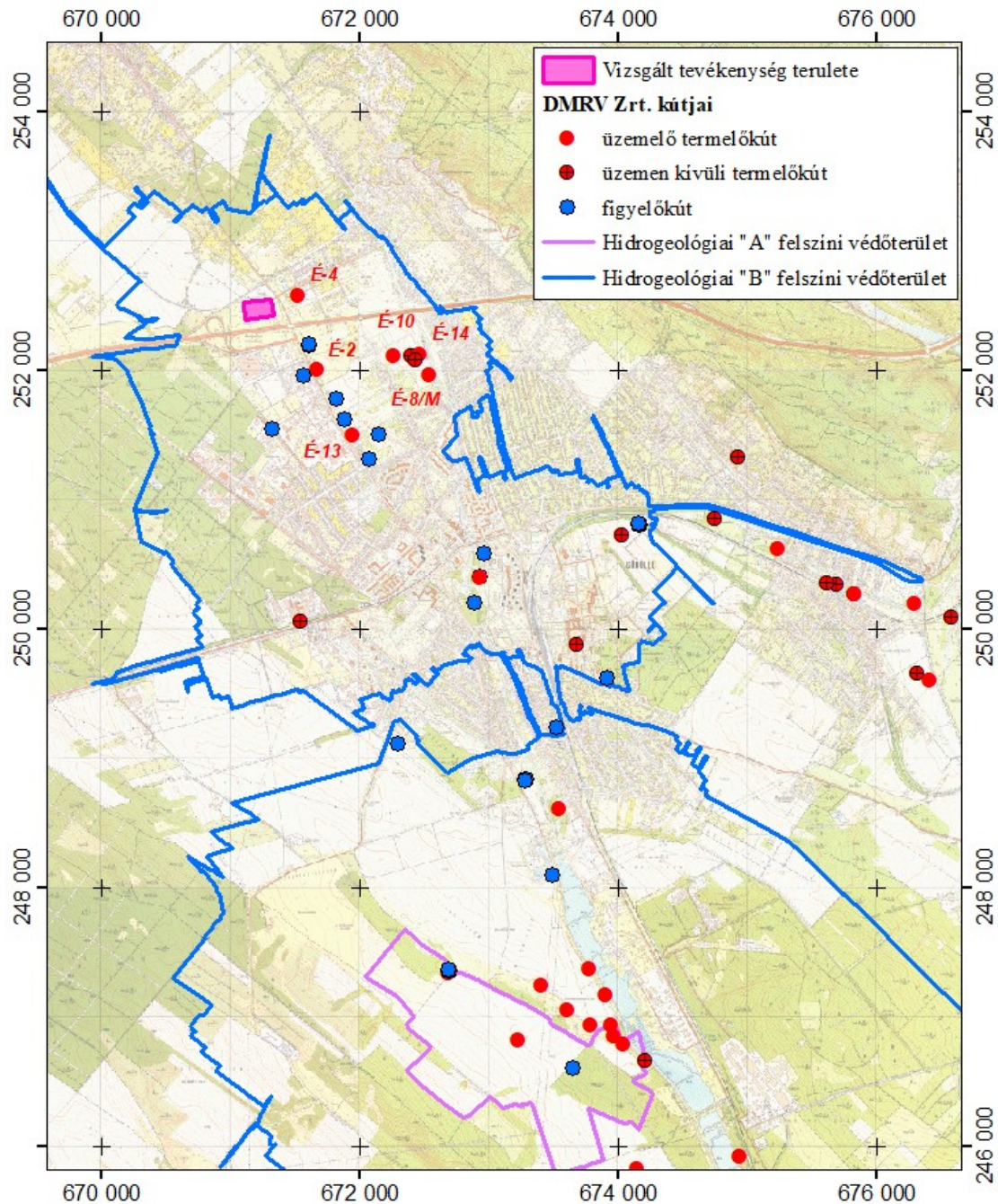
Mélységi vizekben a Gödöllői dombság vidéke általában szegény. Az artézi kutak zöme mindössze 20-60 m mélységből a felső pannon, illetve levantei homokos rétegekből nyeri vizét. A sekély rétegvizek természetes állapotban a beszivárgó csapadékvízből kapják az utánpótlást.

A nyomásviszonyokat tekintve a vizsgált terület negatív nyomásállapotú, azaz a vízáadó réteg mélységének növekedésével a nyugalmi vízszint csökken. Ebből következően a Gödöllői vízbázis beszivárgási területen helyezkedik el. A negatív nyomásgradienst a jelentős víztermelés tovább növeli, így a terület fokozottan érzékeny a felszíni szennyezőanyag-terhelésre.

4.3. Északi vízbázis védőövezeti

A tervezett összeszerelő üzem, mint azt az **1. ábra** áttekintő térképe mutatja a Gödöllő város Északi vízbázisának kútjai környezetében található. A vízbázis védőövezeteit 2003-ban a Golder Associates (Magyarország) Kft. határozta meg. A számításokkal meghatározott védőterület rendszert a **4. ábra** mutatja.

A tervezett üzem a vízbázis 50 éves elérési idővel jellemzett a hidrogeológiai „B” védőterületén található. Horizontális tekintetben a tervezési területhez az É-4 számú kút van legközelebb. A kút 56 m talpmélységű, szűrőzése 43-53 m terep alatti mélységben található.



4. ábra: Gödöllő Déli vízbázis számított védőterület rendszere

5. HATÁSVIZSGÁLATI MODELL

5.1. A hatásszámításhoz alkalmazott szoftver bemutatása

A vízbázis hidrodinamikai modellje a MODFLOW háromdimenziós, moduláris felépítésű programcsomag felhasználásával készült el. Az alkalmazott szoftver a telített szivárgási térben végbemenő vízmozgás többretegű és teljes háromdimenziós megközelítéssel történő leírására alkalmas. A transzport szimulációk a MODFLOW-hoz kapcsolódó MT3D többkomponensű transzportmodellel készültek. A numerikus megoldás véges differencia módszerrel történik.

Alkalmazási lehetőségek

A MODFLOW az alábbi esetekben képes a nyomásszintek számítására:

- heterogén, anizotróp szivárgási tér többretegű (kiékelődés nem lehetséges) és teljes háromdimenziós megközelítése;
- permanens és nem-permanens állapot;
- szabadfelszínű és nyomás alatti állapot, illetve ennek időben és térben változó jellege (bármely cella váltakozó leürülése és újranedvesítése);
- háromféle peremfeltétel: vízzáró, adott nyomású és a számított nyomással lineárisan változó fluxus (az adott fluxus forrásként kezelhető, l. következő pont);
- különböző források és nyelők: egy-egy időszakra konstans jellemzők (vízkivétel, injektálás, beszivárgás) vagy a számított nyomás lineáris (drének) és nem-lineáris (talajvízpárolgás, felszíni vízfolyás) függvénye;
- az előző, nem-lineáris forrás-nyelő mellett lehetőség van a felszín alatti és a felszíni víz aktív kapcsolatának figyelembevételére is (vagyis a felszíni vízszint függvénye a felszíni és a felszín alatti víztér közötti vízcserének).

Az MT3D főbb jellemzői:

- figyelembe vett transzport-folyamatok: advekción, diszperzió, adszorpción (lineáris, és nem-lineáris Langmuir- és Freundlich-izoterma) és elsőrendű lebomlás;
- transzport-peremfeltételek: adott koncentráció, vagy a peremi áramlás irányától függő koncentráció: kiáramlás esetén a számított koncentráció, beáramlás esetén egy adott, időszakonként változó koncentráció;
- időben változó szennyezőanyag forrás-nyelők;
- vízforrások koncentrációja időszakonként változhat, nyelők esetén a távozó víz modell által számított koncentrációja módosítható;

5.2. A terület vízföldtani modellje

5.2.1. A modellezett terület

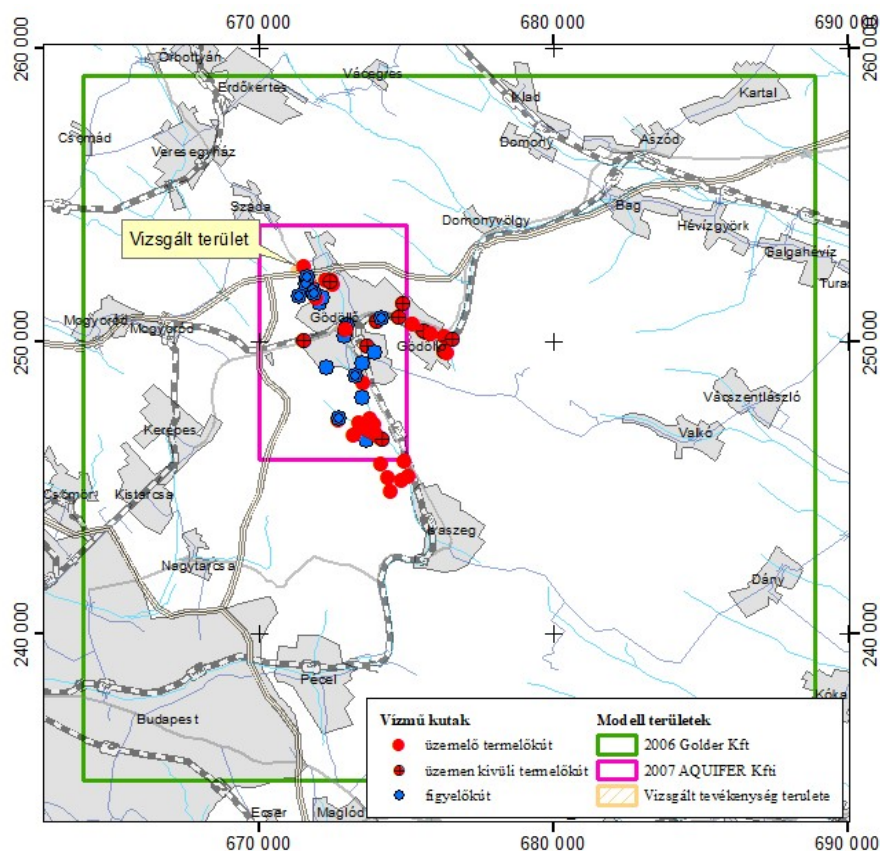
Horizontális kiterjedés

A modellezésben figyelembevett terület horizontális kiterjedését általában célszerű akkorára megválasztani, hogy a vizsgálni kívánt hatások a peremeken elhanyagolhatóak legyenek. Amennyiben erre nincs lehetőség, akkor a peremfeltételeken keresztül lehetséges a környezettel való kapcsolat megadása.

A védőterület számításhoz alkalmazott modell 24 km x 24 km-es, a jelen vizsgálatok célját tekintve regionális léptékűnek tekinthető. Az északi vízbázis területére egy ennél lényegesen kisebb 5 km x 8 km-es modellt építettünk fel úgy, hogy a peremi hatásokat a regionális modell alapján vettük figyelembe.

A hatásvizsgálat modellterületének kijelölése az EOVS = 670 000 és EOVS = 675 000 valamint EOVS = 246 000 és EOVS = 254 000 – vonalak mentén történt.

A vizsgált vízbázist, valamint a modellezett területeket a **5. ábra** mutatja.

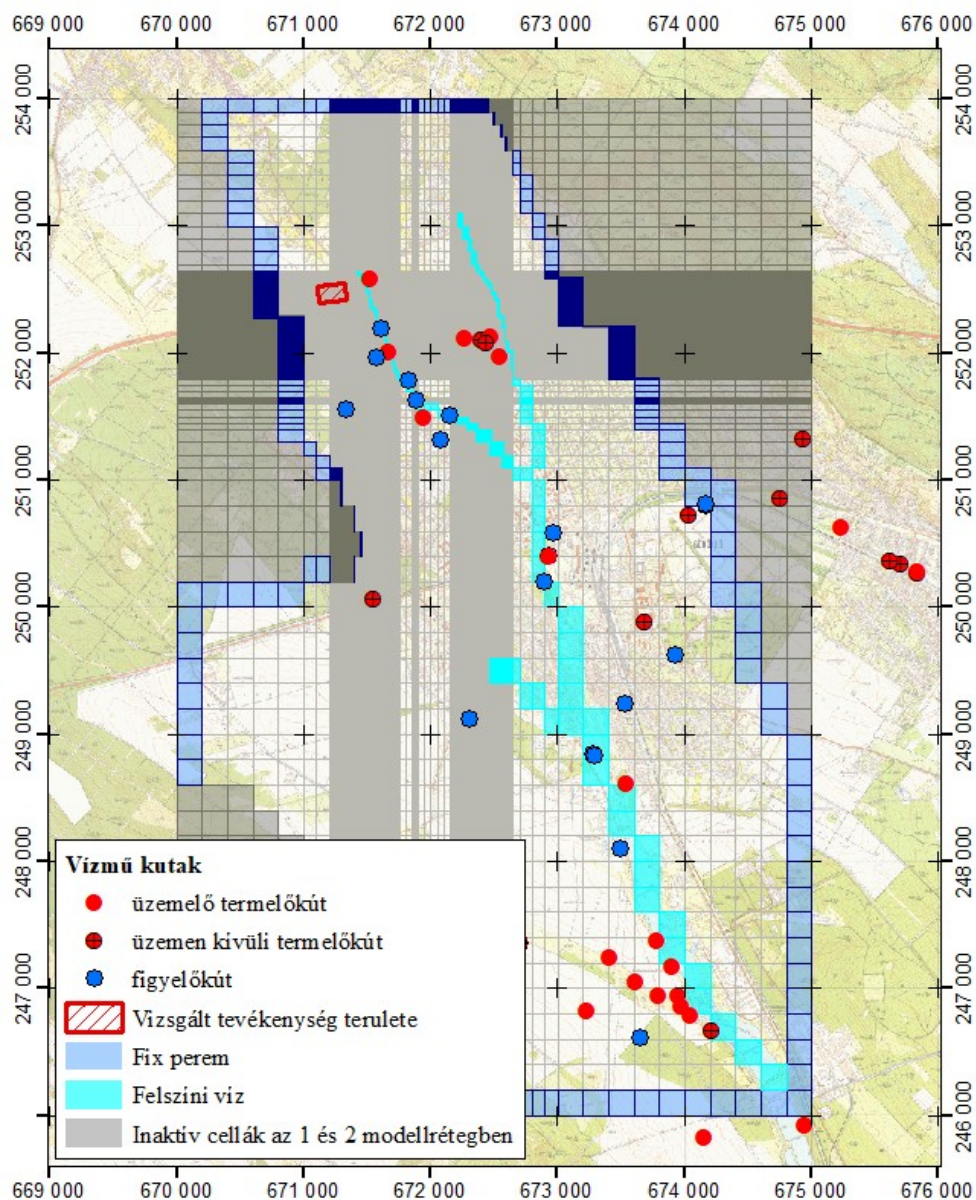


5. ábra: Modellezett területek

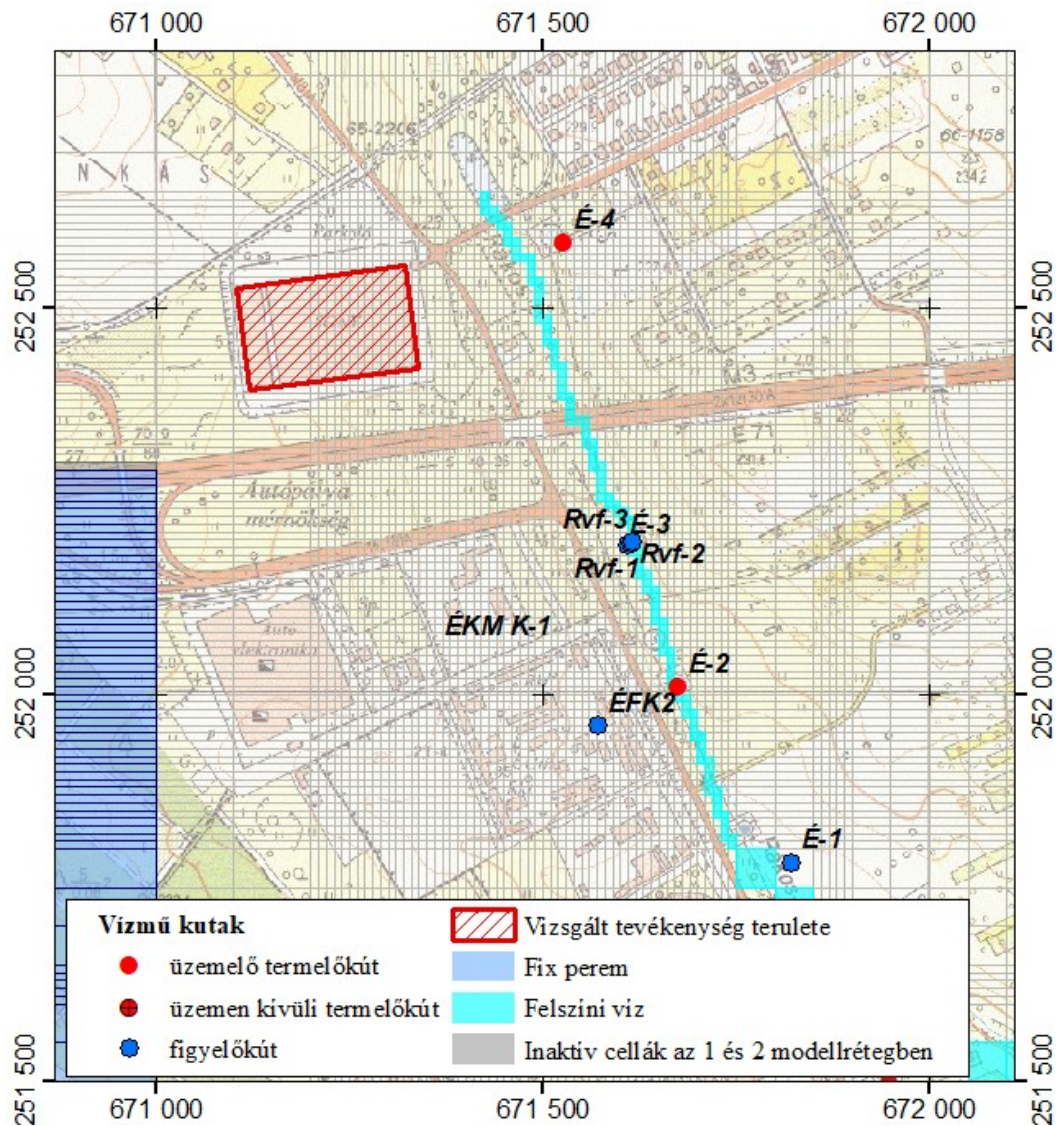
5.2.2. Számítási háló

A modellezést a MODFLOW numerikus szoftver alkalmazásával végeztük el. A modellezés első lépése a számítási háló felépítése. Számításainkhoz a területet első közelítésben 200x200 m-es rácshálóval fedtük le, majd részletesebb vizsgálat érdekében a termelő kutak környezetében és a vizsgált tevékenységgel érintett területen 10x10 m-esre, csökkentettük a számítási cellákat.

A végleges számítási háló az **6., 7. ábrákon** látható.



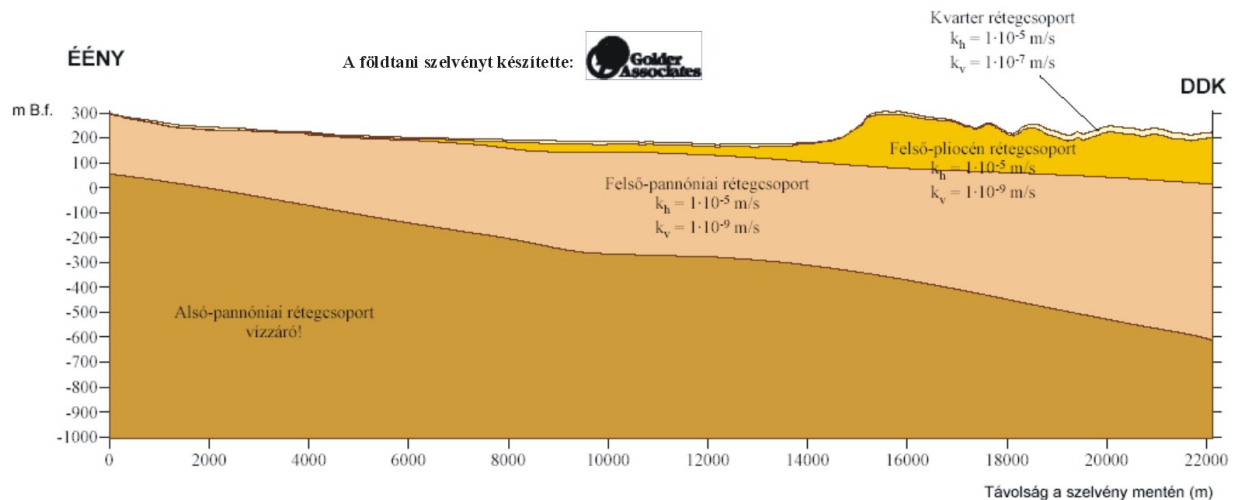
6. ábra: Teljes modellezett terület számítási hálójával



7. ábra: Tervezett üzemcsarnok környezete számítási hálóval

5.2.3. Vertikális felosztás

A vízbázisvédelmi dokumentációból átvett **8. ábra** egyszerűsített földtani szelvényén látható, hogy a különböző földtani képződmények gyakorlatilag azonos szivárgási paraméterekkel jellemezhetők. Ezért a kivágat modell vertikális felosztása döntően nem földtani szempontok, hanem a termelésbe vont víztermelő szintek alapján történt.

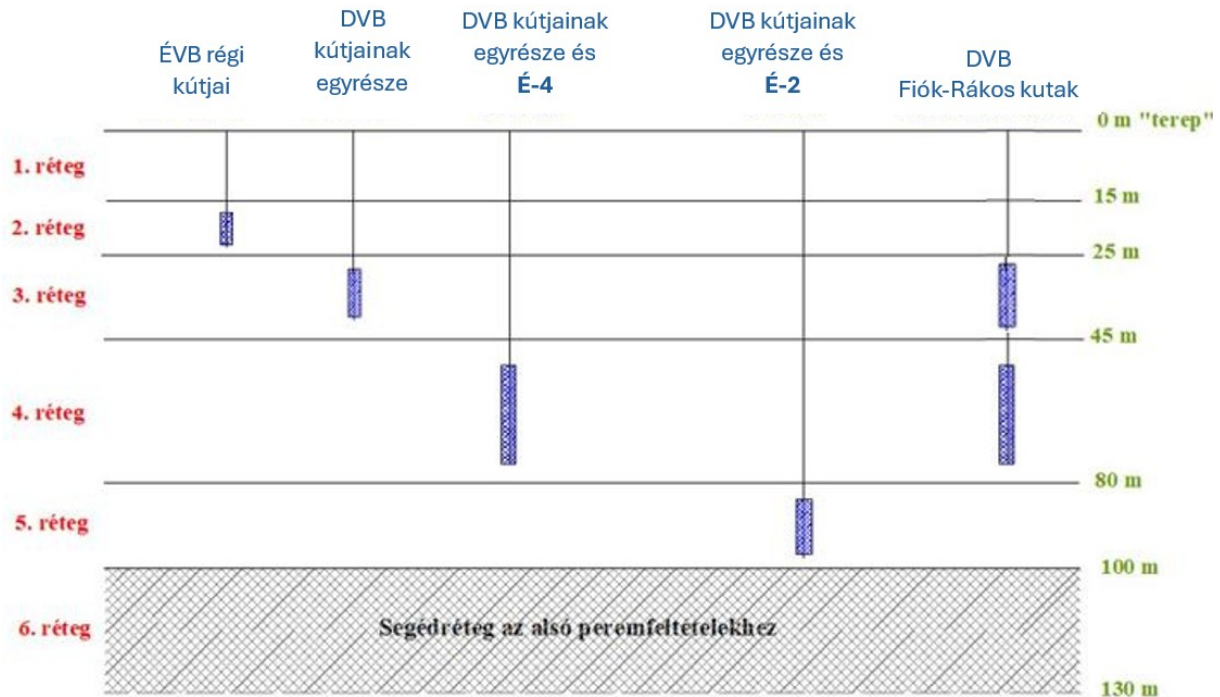


8. ábra: Egyszerűsített földtani szelvény (GOLDER)

Az gödöllői vízbázisok szűkített vízföldtani modellje az alábbi hat modellrétegből áll:

1. modellréteg: Talajvíztartó fedőréteg
2. modellréteg: Az ÉVB néhány régebbi kútja által termelt terep alatti 15-25 m közötti rétegek
3. modellréteg: 25-45 m közötti rétegösszet, melyből főként a déli kutak egy része termel
4. modellréteg: Az ÉVB és DVB több kútja által termelt terep alatti 45-80 m közötti rétegösszet, melyet a vizsgált üzemterület környezetében az É-4 kút nyit meg. Szintén ebből a rétegből termelnek a vizsgálati területtől kissé távolabb az É-10 és É-8/M kutak.
5. modellréteg: Terep alatti 80-100 m közötti rétegek, melyet a főként a délebbre található kutak termelnek. Az északi vízbázis kútjai közül az É-2 jelű kút van erre a rétegre kiképezve.
6. modellréteg: Segédreteg a területre jellemző negatív hidraulikus gradiens figyelembe vételéhez

A vertikális felosztás felületeit a **9. ábra** mutatja.



9. ábra: Vertikális felosztás felületei

5.2.4. Szivárgási paraméterek

A numerikus számításokhoz a modellrétegenként a horizontális (k_h), és a vertikális szivárgási tényező (k_v) valamint a hatékony porozitás (n_0) értékének megadása szükséges.

A kezdeti szivárgási paramétereket a vízbázis védelmi modellezés kalibrált paramétereire alapján adtuk meg. A kivágat modell kalibrálása során ezek csak kismértékben módosultak így a végleges számítások az alábbi paraméterekkel készültek:

$$k_h = 1-3 \text{ m/nap}$$

$$k_v = 0,01-0,0001 \text{ m/nap}$$

5.2.5. Beszivárgás, párolgás

A csapadékból történő utánpótlódás figyelembevétele a NATER adatbázis alapján 35 mm/év közvetlen beszivárgás megadásával történt.

5.2.6. Felszíni vizek

A modellezett területen található Rákospatak a vízbázis védelmi dokumentáció szerint sekély vizű, kis vízhozamot szállít, a vízbázis utánpótlódása szempontjából szerepe elhanyagolható, de mivel mint minden felszíni víz, ez a patak is a talajvizek gyűjtője, ezért hatását a modellezés során figyelembe kell venni.

A felszíni vizek és a felszín alatti víztároló réteg közötti kapcsolat leírása a MODFLOW modellben az alábbi három paraméterrel történik:

- A folyómeder vízvezető képessége (C_f):

–

$$C_f = \frac{K * L * W}{M}$$

- ahol :
- | | | |
|---|---|--|
| K | - | a mederanyag szivárgási tényezője (m/nap) |
| L | - | a folyó hossza az adott számítási cellában (m) |
| W | - | a folyó szélessége az adott számítási cellában (m) |
| M | - | a mederanyag vastagsága (m) |

A K/L hányados a meder áteresztőképessége, ennek reciproka pedig a mederellenállás. C_f értéke általában igen bizonytalan, ezért célszerű kalibrációs paraméterként kezelni.

- A folyó vízszintje (H_f)
- Mederszint (H_m)

A modellezés során a patakok mederszintje és vízszintje a terep adatokhoz viszonyítva, míg a C_f értéke tapasztalati értékek alapján került definiálásra.

5.2.7. Víztermelési adatok

A vízbázis üzemeltetője a DMRV Zrt megadta a számításokhoz a kutak védendő kapacitását, azaz azt a vízmennyiséget, amivel a vízbázis kútjai a következő években üzemelni. A számítások során ezek az adatok kerültek a modellbe megadásra. A modellezett területen található termelőkutak védendő kapacitását valamint a kút modellen belüli vertikális helyzetét az alábbi táblázat adja meg.

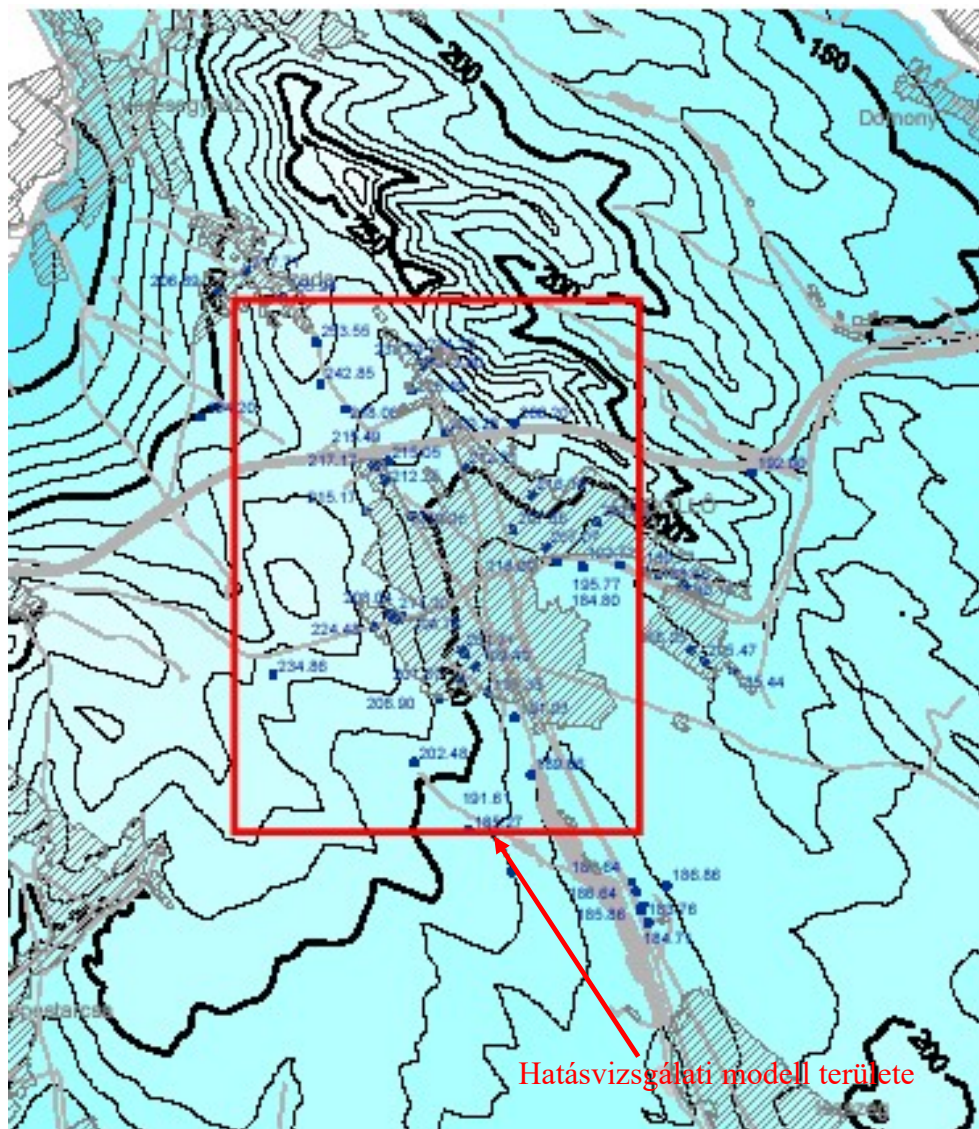
Kút neve	Védendő kapacitás m ³ /év	modell réteg
D-1	76 283	4
D-11	65 294	3
D-11	65 294	4
D-12	135 830	4
D-13/M	8 503	3
D-14	141 268	4
D-15	140 753	5
D-16/M	146 246	4
D-17/M	140 425	4
D-18	153 597	4
D-2	31 375	3
D-2	31 375	4
D-21	39 456	4
D-21	39 456	5
D-23/M	145 627	5
D-3/M	77 637	3
D-3/M	77 637	4
D-30	77 565	4
D-4	181 383	4
D-5/M	90 331	4
D-6	13 098	4
D-7	61 402	4
É-10	33 481	4
É-2	51 486	5
É-4	69 330	4
É-8/M	212 124	4

1. Táblázat: Termelőkutak védendő kapacitása

5.3. A modell kalibrációja

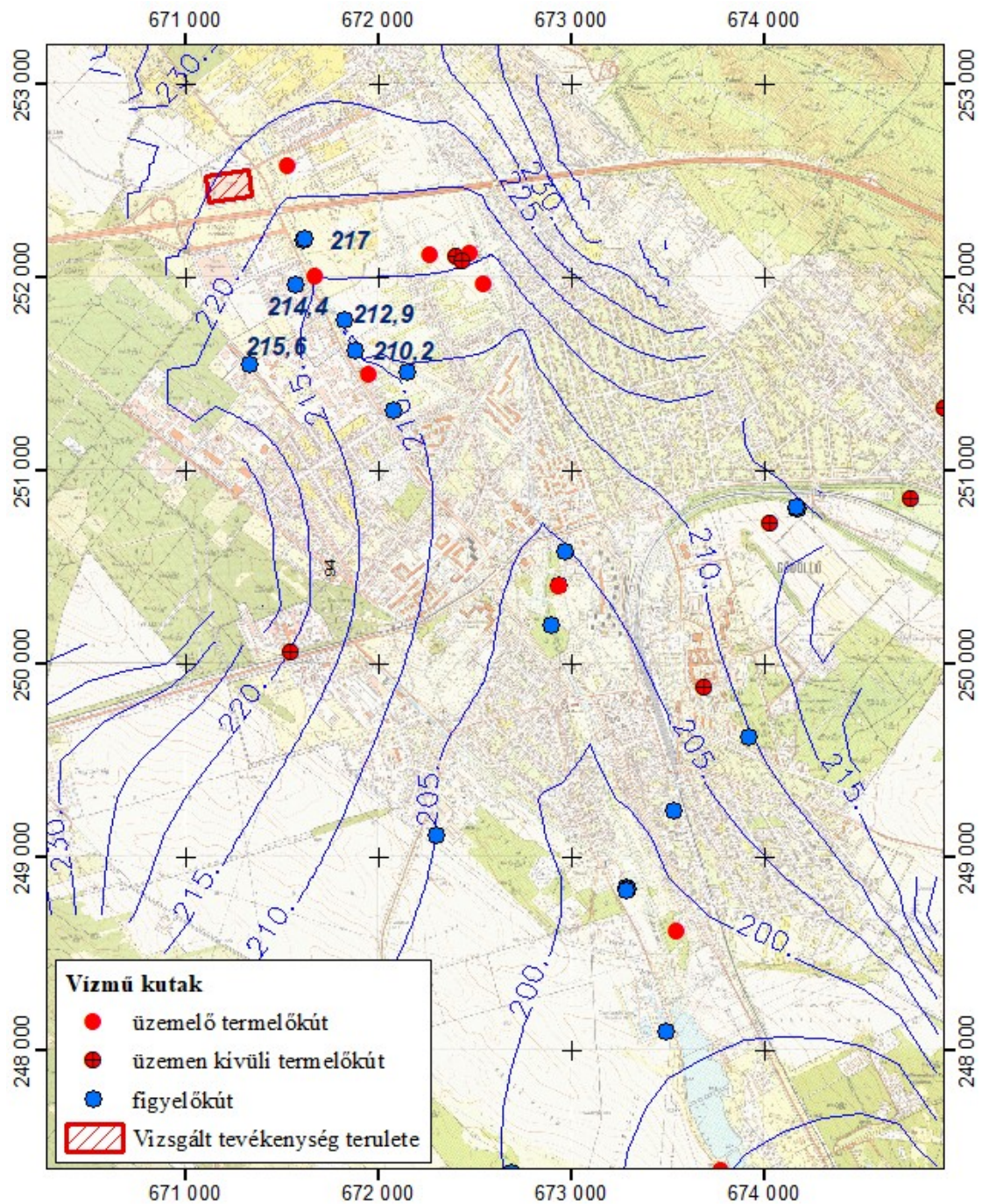
A kalibráció célja a szivárgási paraméterek kismértékű módosításával az elérhető legjobb egyezés megvalósítása a mért és számított vízszintek között. A kalibráció során a vizsgálandó probléma jellegéből adódóan a felszínközeli folyamatok pontos szimulálása volt a legfontosabb.

Kalibrációs alapként regionális jellegű tekintve a Golder Associates Kft. eredmény talajvíz térképét tekintettük. E térkép modellterületünkre vonatkozó kivágatát az **10. ábra** mutatja.



10. ábra: Kalibrált vízszint térkép (Golder Associates Kft. 2003)

A számítások lokális pontosításának, napjaink állapotára történő aktualizálásának alapját a DMRV figyelő kútjaiban mért vízszint értékek adják. A hatásvizsgálat szempontjából legfontosabb talajvíztartó kalibrált vízszintjét a **11. ábra** mutatja.



11. ábra Kalibrált vízszint térkép

A kalibráció eredményeként előállított modell már alkalmas a hatásvizsgálat szimulációs számításainak elvégzésére.

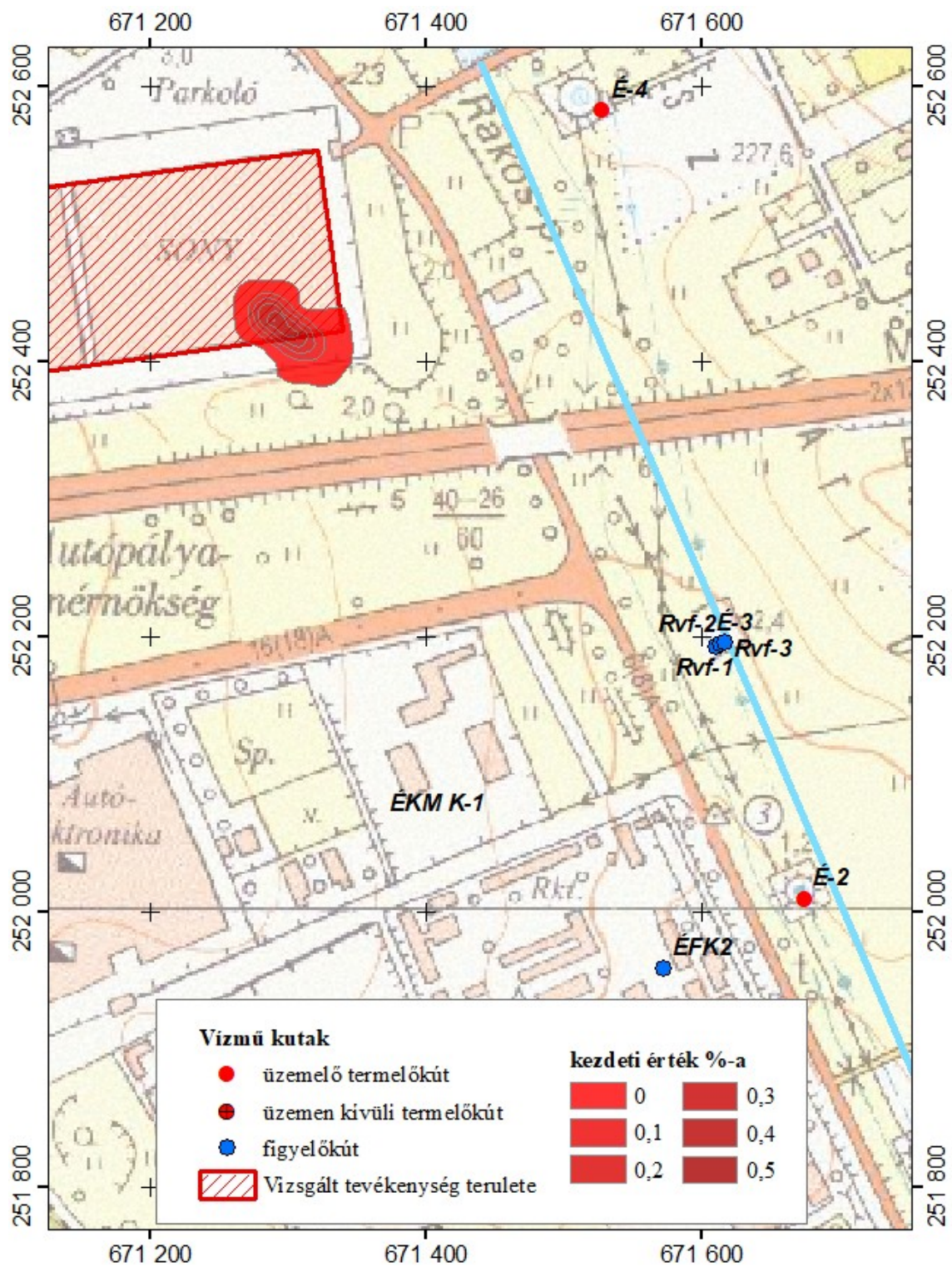
6. HATÁSVIZSGÁLATI SZÁMÍTÁS ÉS ÉRTÉKELÉSE

Az összeszerelő üzem működése, a vízbázis általános állapota szempontjából potenciális, azaz lehetséges szennyezőforrást jelent. Természetesnek tekintjük, hogy a tervezett üzemből semmiféle szennyezőanyag, határértéket meghaladó komponens nem juthat ki. Vízbázis védelmi szempontból vizsgálendő problémát az üzemeltetés során esetlegesen fellépő havária, nem üzemszerű működés jelent. Ekkor koncentráltan, de várhatóan rövid ideig szennyezés érheti a talaj felszínét, és ezen keresztül a talajvizet. A feltételezett szennyezés problémáját a modellezés során az alábbiak szerint vizsgáltuk:

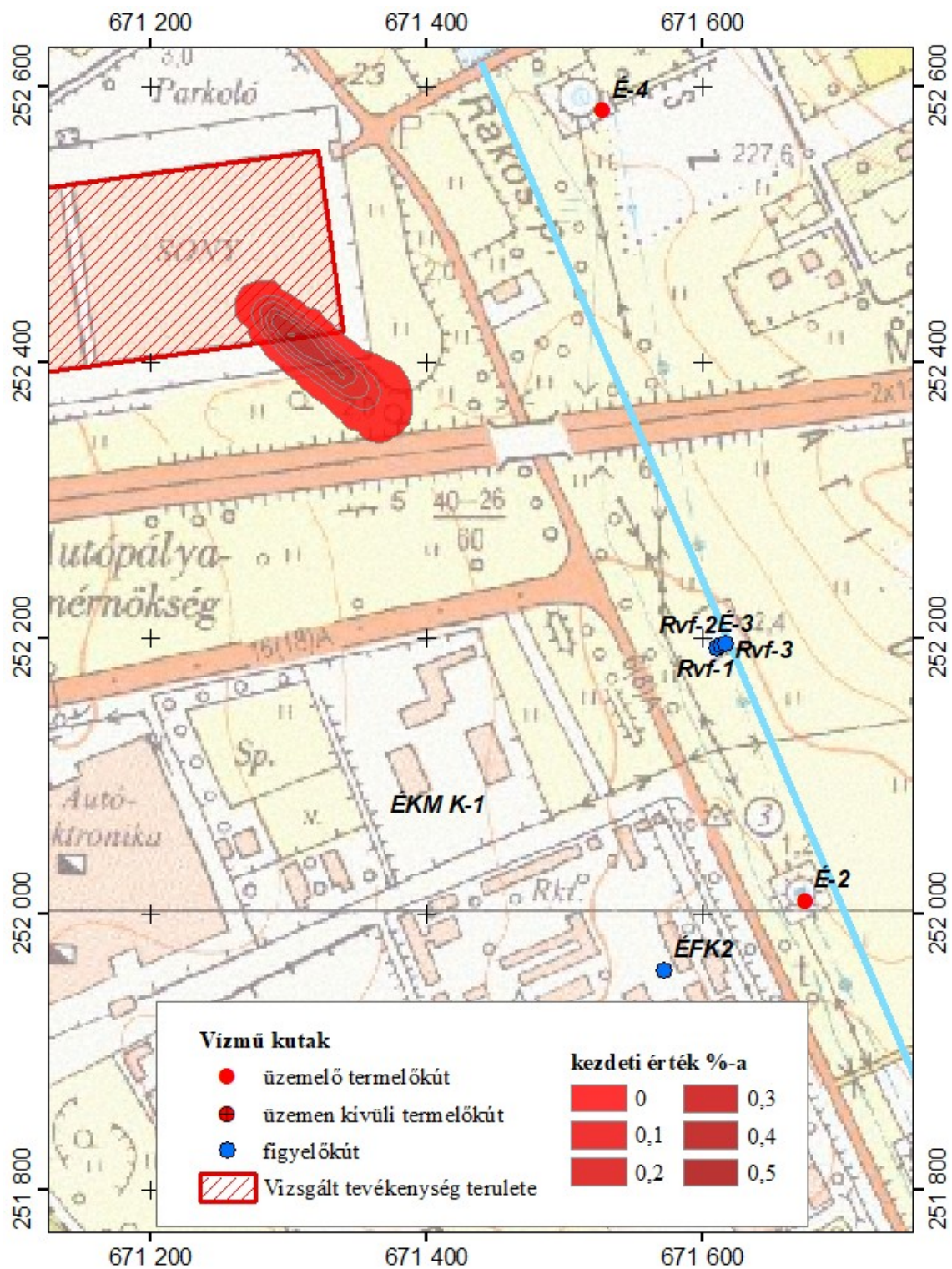
- Az üzemterület DK-i részén, a talajvíz mozgás és a termelőkutak elhelyezkedése alapján a legkedvezőtlenebb helyen, egy éves időtartam hosszan (kialakul a szennyezés, észreveszik és megszüntetik) feltételezett egy szennyezés.
- A szennyezés tényadatok hiányában a modellezés során 100 egységnyi, időben és térben lokálisan megjelenő szennyezést jelent.
- A szennyezés mozgásakor jellemző transzport folyamatok figyelembevételével permanens hidraulikai állapotra alapozott, időben változó – tranziens – transzport számítással történik a szennyezőanyag mozgásának vizsgálata.
- A figyelembevett transzport jellemzők szakirodalmi adatok alapján az alábbiak:
 - Advekcio
 - Diszperzió
- A „vízszennyezést” 100 egységnyi koncentrációjának tekintett, így a számítási eredmények a rétegbe jutott esetleges szennyezőanyag koncentráció %-os eloszlását adják meg. (A könnyebb érthetőség kedvéért egy példa: amennyiben 15 mg/l a szennyezőanyag koncentráció, úgy az ábrákon megjelenített 10%-os sávban a tényleges szennyezőanyag tartalom 1,5 mg/l értéknek felel meg.)

A 12. ábra - 17. ábra a transzport számítás eredményét mutatja a talajvíztartóra vonatkozóan, a szennyezés kezdete után 0,5 - 5 évvel. Az ábrákról látható, hogy a feltételezett szennyezés a talajvizet elérve a szennyezés helyén kismértékben szétterül, majd a jellemző talajvíz áramlással, folyamatosan hígulva, egyre szélesedő csóvában mozdul DK-i irányba. Mintegy 5 év elteltével a csóva eléri a talajvíz áramlás mélypontját, a megcsapoló helyi patakot.

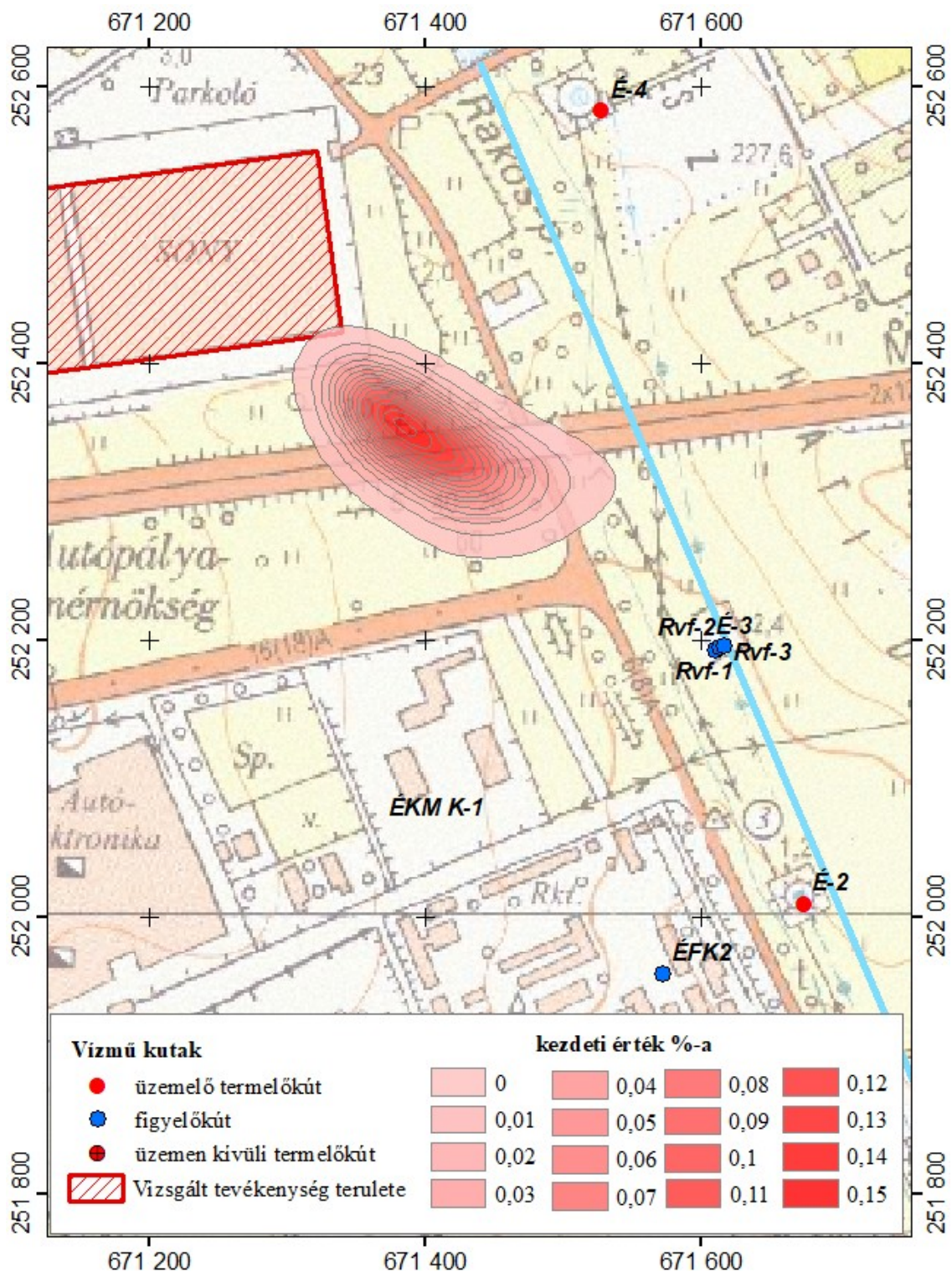
A transzport számítás eredményeként talajvíztartóban megjelenő szennyezőanyag a szennyezési koncentráció (100 egység) mintegy 0,01-0,5%-a, azaz a feltételezett szennyezés az oldalirányú talajvízmozgás és a csapadékból történő beszivárgás eredményeként a patakot kb 10.000 szoros hígulásban éri el.



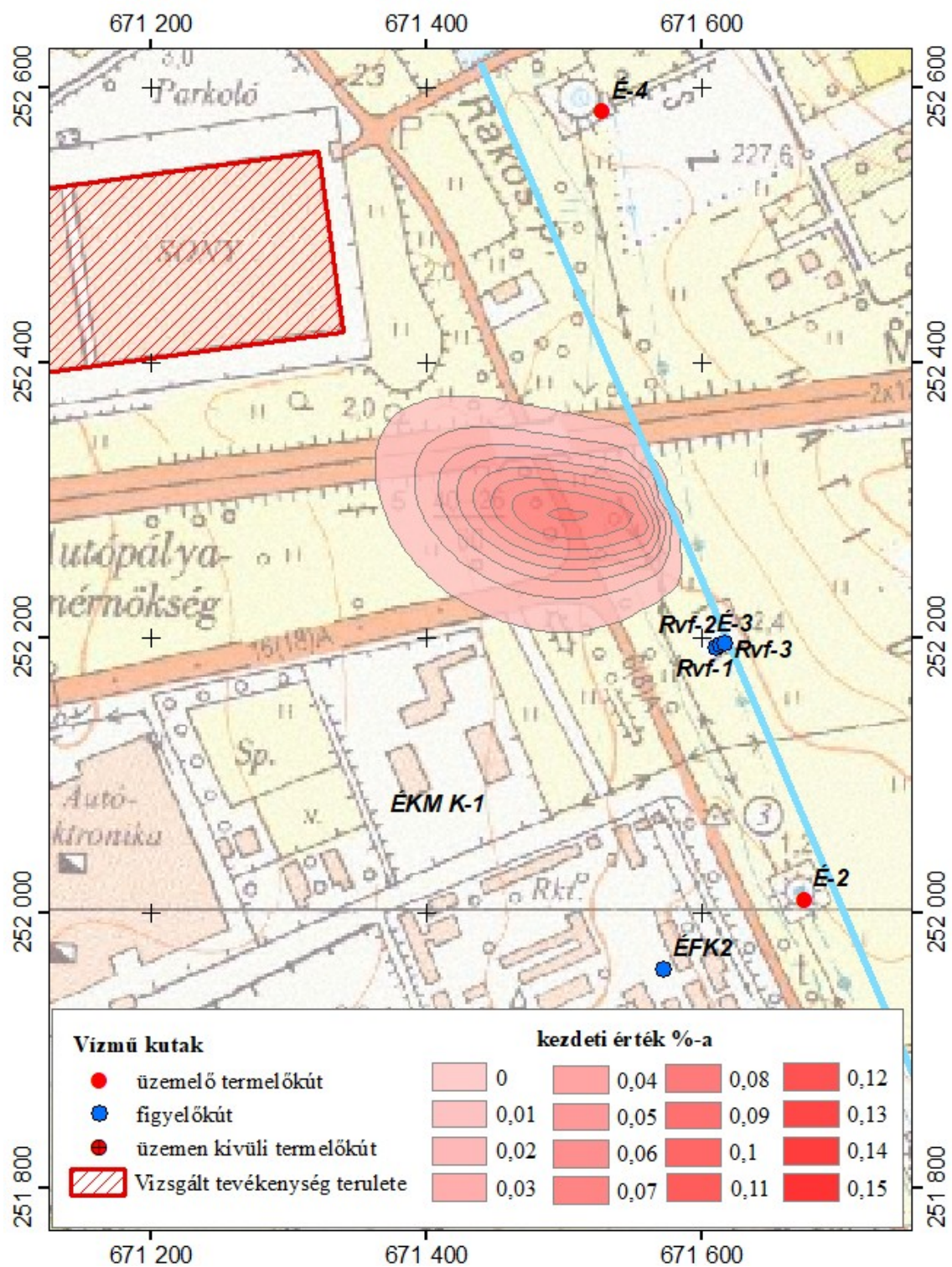
12. ábra: Transzport számítás eredménye a talajvíztartóban szennyezés kezdete után 0,5 évvel



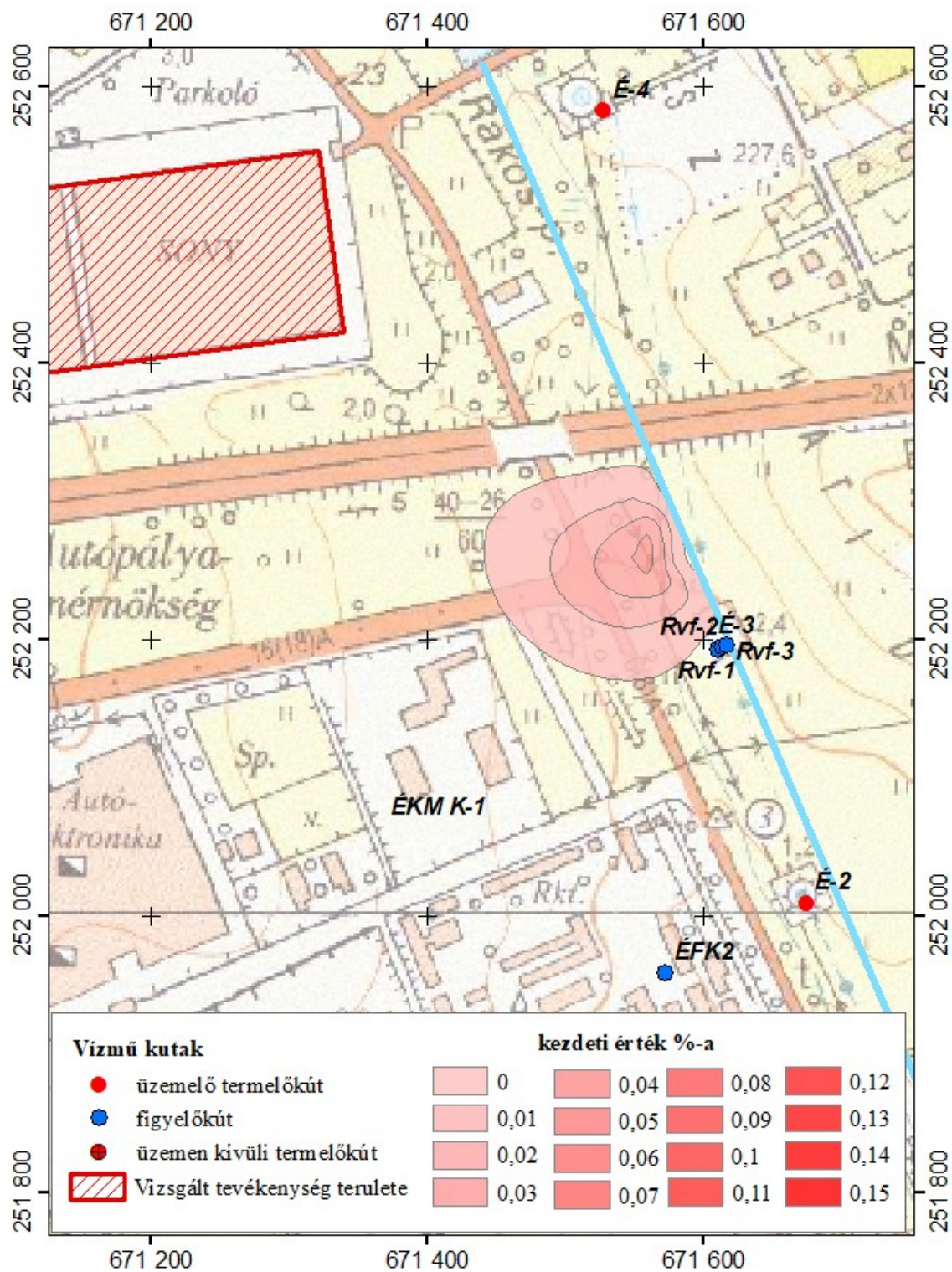
13. ábra: Transzport számítás eredménye a talajvíztartóban szennyezés kezdete után 1 évvel



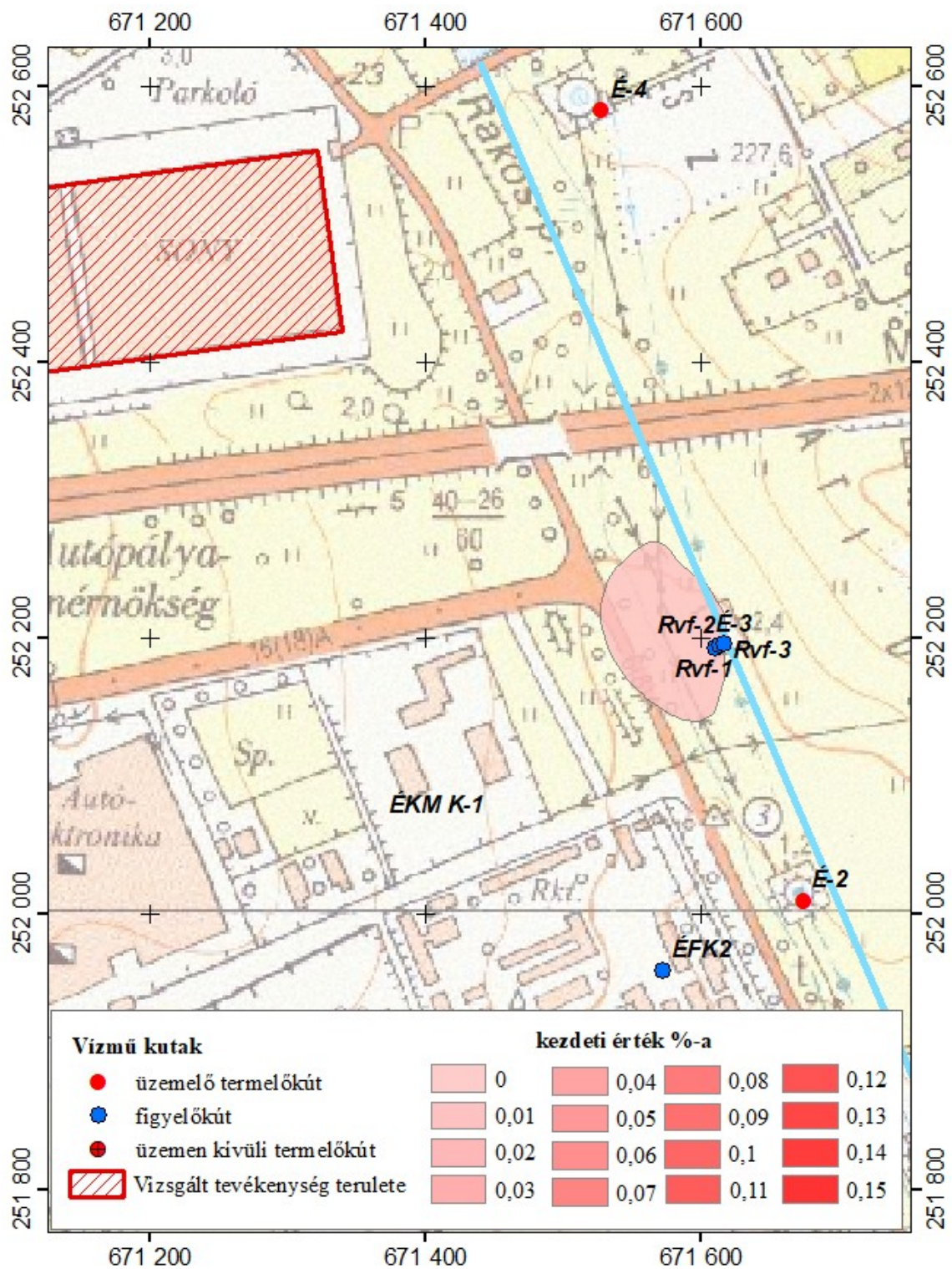
14. ábra: Transzport számítás eredménye a talajvíztartóban szennyezés kezdete után 2 évvel



15. ábra: Transzport számítás eredménye a talajvíztartóban szennyezés kezdete után 3 évvel

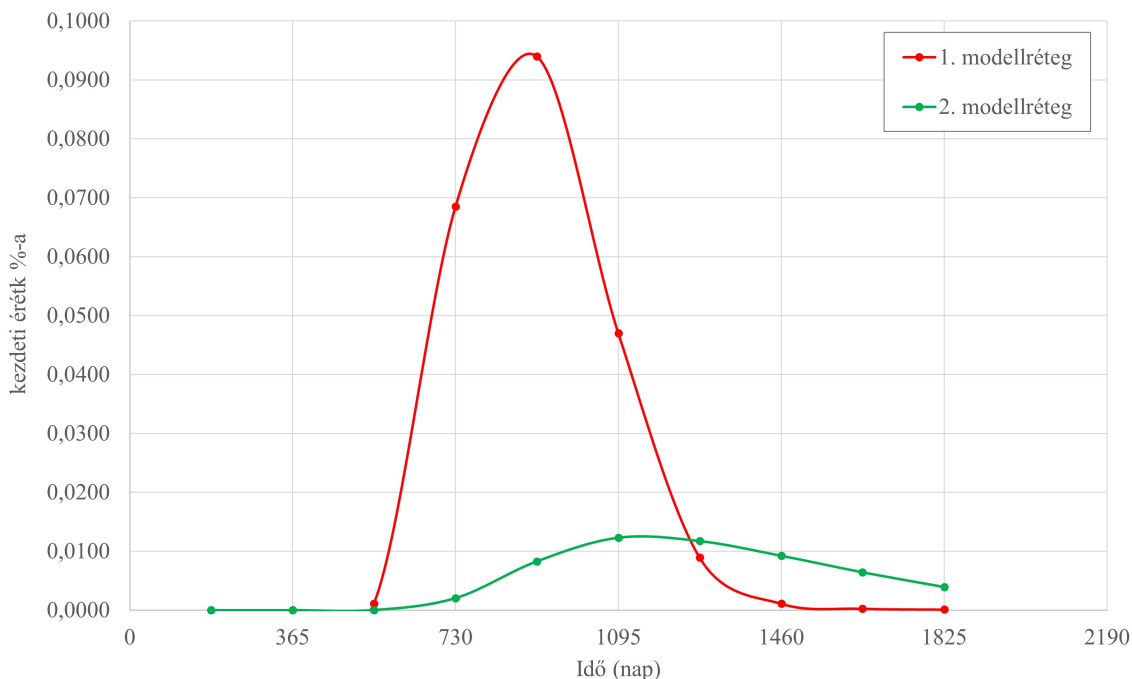


16. ábra: Transzport számítás eredménye a talajvíztartóban szennyezés kezdete után 4 évvel



17. ábra: Transzport számítás eredménye a talajvíztartóban szennyezés kezdete után 5 évvel

A szennyezőanyag mozgásának folyamatát vertikumban vizsgálva az oldalirányú mozgás a talajvíztaróban tapasztalttal azonos jellegű, ezért térképsorozaton történő ismételt megjelenítése nem ad többlet információt a folyamatról. A második modellrétegben megjelenő szennyezés mértékét számszerűsítendő a feltételezett szennyezés és az Rvf-3 figyelőkút közötti távolság közepén felvett fiktív pontban mutatja a számított koncentrációk időbeli alakulását a **18. ábra**. Az ábra alapján megállapítható, hogy a feltételezett szennyezés a második modellrétegben mintegy fél év késéssel és további 10-szeres hígulással jelenik meg.



18. ábra: Szennyezés időbeli lefolyása az 1. és 2. modellrétegben

7. ÖSSZEFOGLALÁS, JAVASLATOK

Összefoglalva megállapítható, hogy a tervezett szerelő üzem a vízbázis termelő kútjaira nézve csak potenciális szennyezőforrásnak tekinthető, egy esetleges havária esetén az okozott szennyezés a vízbázis termelő kútjait nem éri el.

A tevékenységhez kapcsolódóan – áttekintve az eredményeket - talajvíz monitoring rendszer kialakítása nem szükséges.

Budapest, 2025. szeptember



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

Révi Géza ügyvezető

FELHASZNÁLT IRODALOM

- Golder Associates (Magyarország) Kft.: Gödöllői vízbázis diagnosztikája II. ütem témajelentés
- Kovács Balázs- Szanyi János: Hidrodinamikai és transzportmodellezés II.