



Vízföldtan, numerikus szimulációk, geotechnika - Tervezés és szakértés

Kovács Balázs egyéni vállalkozó  
3519 Miskolc, Kis Kőköthő utca 61.  
kovacs.balazs@gama-geo.hu

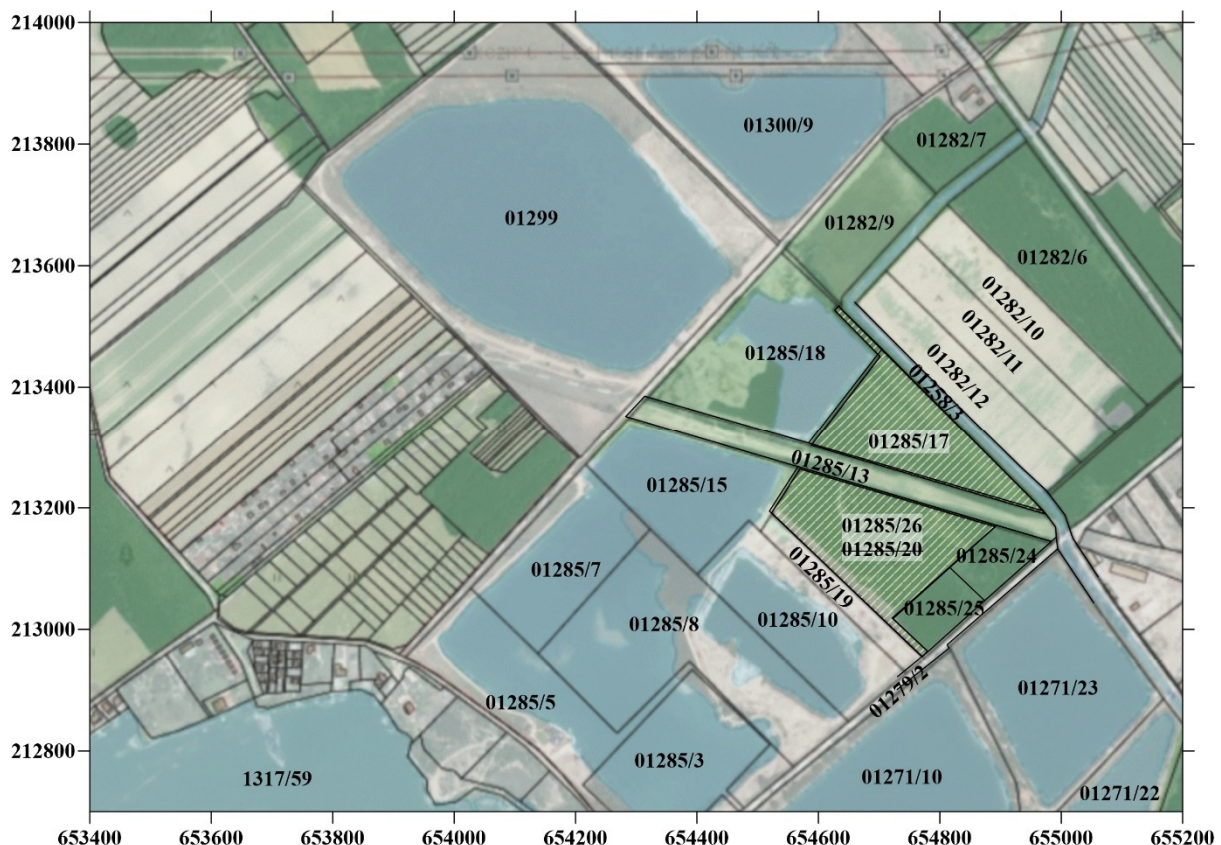
**A BUGYI KÜLTERÜLET 01285/17 ÉS 01285/26 HRSZ. TERÜLETEN LÉTESÍTENDŐ  
KAVICSBÁNYA HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A MOL BUGYI VII. KÁRHELY TÉRSÉGÉRE**

2026. április

## 1 ELŐZMÉNYEK

Németh József Taksony, Varsányi út 28. sz. alatti lakos Bugyi külterület 01258/17 és 01258/20 hrsz. területén új kavicsbányát kíván nyitni (1. ábra). A 01258/20 hrsz ingatlant időközben megosztották és leválasztva belőle a 01285/24 és 01284/25 ingatlanokat, a maradék bányászati hasznosítási célú terület rész új helyrajzi száma 01285/26 lett. A bányanyitás környezetvédelmi engedélyeztetése folyamatban van, az előzetes vizsgálati dokumentációt követően a hatóság részletes környezeti hatásvizsgálat elkészítését rendelte el.

A környezetvédelmi engedélyeztetés során is problémát jelentett, hogy a tervezett bányák közvetlenül a MOL Bugyi VII. kárhelye térségében vannak, a kárhely centrumát jelentő 01285/13 hrsz ingatlan a rajta vezető csőcsordával keresztül metszi a 01285/17 és 01285/26 hrsz. ingatlanokat.



1. ábra: A térség helyrajzi számos alaptérképe  
(e-Közmű alaptérkép, <https://ekozmu.e-epites.hu/>)

Ahogy azt a korábbi vizsgálatok kimutatták, a bányászati tevékenység akár kedvezőtlenül is hathat a felszín alatti vizek szivárgására, ami a területen maradt szennyeződés esetleges oldalirányú elmozdulását okozhatja.

A bányászat hidraulikai hatásainak kivédésére és csökkentésére az AGRUNIVER Holding Kft. egy árkos hidraulikai védelmet tervezett kialakítani, aminek megtervezését a kármentesítési (utó)monitoringot elrendelő határozat 2024. III. negyedévi utómonitoringjelentéssel egyidejűleg írta elő elkészíteni.

Ezt követően a kárhely tekintetében a műszaki beavatkozást záródokumentációval lezárták és utómonitoring végzésére vonatkozó határozatot adott ki a Pest Megyei Kormányhivatal (ügyiratszám: PE-06/KTF/07176-26/2022, Tárgy: Bugyi (01285/13, 01285/17, 01285/20 hrsz.), MOL terméktávvezeték sérüléseiből eredő talaj- és talajvíz-szennyezettség kármentesítése, beavatkozási záródokumentáció és kármentesítési monitoring terv elbírálása), melyben a MOL Magyar Olaj- és Gázipari Nyilvánosan Működő Részvénytársaság (1117 Budapest Október huszonharmadika u. 18.) megbízása alapján eljáró AGRUNIVER Holding Korlátolt Felelősségű Társaság (2100 Gödöllő, Ganz Ábrahám u. 2.), mint Tervező által készített és a Pest Megyei Kormányhivatal Környezetvédelmi Természetvédelmi és Hulladékgazdálkodási Főosztály részére benyújtott *„Beavatkozás záródokumentáció Bugyi - Dunavarsány térségében húzódo Százhalombatta 6"-os távvezeték szakasz meghibásodásából eredő talaj- és talajvíz szennyezettség kármentesítése 2011-2022"* című dokumentációt elfogadta, és az alapján MOL Nyrt.-t, mint Kötelezettet a tárgyi terület vonatkozásában kármentesítési monitoring tevékenység végzésére kötelezte.

A monitoringtevékenységről negyedéves gyakorisággal jelentést kell készíteni. A határozat kiemeli, hogy *„A 2024. III. negyedévében benyújtandó monitoring jelentéshez mellékelni kell a jelenleg elfogadott (D) kármentesítési célállapot határértékek aktuális állapotokat tükröző felülvizsgálatát, valamint a Bugyi 01285/20 hrsz. alatti tervezett bányászati művelés megindulásához kapcsolódóan üzemeltetni szükséges árkos megoldásra vonatkozó, részletesen kidolgozott intézkedési tervet.”*

Az intézkedési tervet az AGRUNIVER Holding Kft. 2024 november 4-i dátummal, *„Intézkedési terv a Bugyi külterületén a 01285/17 és 01285/20 hrsz.-ú ingatlanokon tervezett kavicsos homok bányászatára vonatkozó előzetes vizsgálati dokumentációban szereplők*

alapján tervezett bányaműveléshez illeszkedő, a felszín alatti szennyeződés helyben tartását célzó védelmi megoldásról - (D) kármentesítési célállapot határérték felülvizsgálat” címmel elkészítette, amit megelőzően elkészült az a hidrodinamikai vizsgálat, ami igazolta, hogy a 01285/17, illetve 01285/20 hrsz. "különleges terület - bánya (KB)" besorolású ingatlanokon, folytatni kívánt bányászati tevékenység során a MOL által alkalmazni kívánt megoldás a legrosszabb körülmények bekövetkezése esetén is a szennyezést helyben tartja, amihez a MOL által felkért Tervező, az AGRUNIVER Holding Kft. szakemberei megadták a bányászati tevékenységgel párhuzamosan végezni kívánt hidraulikai beavatkozás részleteit. A bányászati tevékenységre vonatkozó Előzetes Vizsgálati Dokumentáció (GÁMA-GEO Kft: Bugyi külterület 01285/17 és 01285/20 hrsz. területen létesítendő kavicsbánya, Előzetes vizsgálati dokumentáció, 2024. április, szakvélemény kézirat) pedig tartalmazta a tervezett bányászati tevékenység részletes leírását.

A korábban említett PE-06/KTF/07176-26/2022 határozat emellett kijelölte a kármentesítési monitoring keretében vizsgálandó pontokat (az alább felsorolt 45 db monitoring kút)

„- negyedévente: BUT-8, -10, -12, -15, -16, -17, -22, -23, -24, -31, -32, -33, -34, -35, -36, -37, -38, -40, -41, -45, -55, -56.

- fél évente: BUT-1, -2, -3, -4, -5, -6, -7, -9; -11, -13, -14, -18, -19, -20, -21, -25, -26, -27, -28, 29, -30, -46, -47.”

Továbbá a határozat kiemeli, hogy „Amennyiben a Bugyi 01285/20 hrsz.-ú ingatlan területén bányászati tevékenység iránti kérelem ügyében eljárás indul Kérelmező hatóság előtt, úgy javaslatot kell tenni további intézkedésre a szennyeződés helyben tartása érdekében.”...

„Amennyiben azonban a Bugyi 01285/20 hrsz. alatt a bányászati tevékenységek a megfelelő engedélyek birtokában megkezdődhetnek, az aktuális szennyezőanyag koncentrációk ismeretében első lépésben az árkos megoldás konkrét alkalmazási módját beavatkozási terv szintjén ki kell dolgozni, hiszen annak kiépítése és üzemének megkezdése még a bánya üzemelésének megkezdése előtt kell megtörténjen, hogy alkalmas lehessen a szennyező csóva teljes befogására.” ...

„Amennyiben pedig az árkos megoldás nem elegendő a szennyezőcsóva helyben tartására, akkor a beavatkozás során alkalmazott műszaki megoldás csökkentett üzemű folytatása, tehát



az elbontott mobil létesítmények ismételt beüzemelése szükségessé válhat, melyről Kötelezettnek (MOL Nyrt.) gondoskodnia kell.”

A Környezetvédelmi Hatóság PE-06/KTF/07176-17/2022 számon az FKI-KHO szakhatósági állásfoglalását kérte, aki a Záródokumentáció alapján adott Szakhatósági állásfoglalásában foglaltakat az alábbiakkal indokolta:

- „A vizsgált időszak mérési eredményeit Tervező szennyezettségi képpel ábrázolta helyszínrajzon, mely során megállapította, hogy a beavatkozás előtt még erősen terjedő csóva a beavatkozás hatására összehúzódott, és jelenleg már csak a csőcsorda környezetében található meg.”
- „A Dokumentáció mellékleteként benyújtásra került a GAMA-GEO Kft. (3519 Miskolc, Kiskőkötő u. 61.) a továbbiakban: Szakértő) által készített, „A MOL Bugyi területén történt vezetéksérülés térségében bekövetkezett szénhidrogén-szennyeződés hidrodinamikai és transzport modelljének reambulációja, a térségi kavicsbányászat szennyeződésre gyakorolt hatásának vizsgálata” című szakvélemény (a továbbiakban: Szakvélemény.) A beavatkozás hatására a TPH és BTEX komponensek koncentrációja jelentősen lecsökkent, így a Tervező javaslatot tett az aktív kármentesítés befejezésére.”
- A „Tervező javasolja a továbbiakban az eddigi beavatkozás lezárását, tekintettel arra, hogy a jelenlegi területhasználatok mellett a szennyezettség stabil, terjedése nem várható, valamint a beavatkozás már nem hatékony a szennyezettség további csökkentésére a gócterületen (csőcsorda vonala) belül.”
- „Amennyiben a későbbiekben a gócterülettől déli irányban bányászati tevékenység indulna, a Tervező szükségesnek tartja a gócterületen belül hátrahagyott szennyeződés helybentartását, mely esetén az igényelt beavatkozás hatékony elindítását segítik a területen maradó kármentesítési létesítmények.”

A fenti határozatok és szakhatósági állásfoglalások alapján megállapítható, hogy a két említett ingatlanon történő bányászati tevékenység megkezdése esetén számos, a felszín alatti vizek mennyiségi és minőségi állapotával kapcsolatos probléma vizsgálatának igénye és megoldásának szükségessége merül fel.

Új szerű megoldás a térségben, hogy a környezetvédelmi hatóság a bányanyitást előkészítő EVD eljárást lezáró határozatában támogatja a VGT3-ban mennyiségi szempontból gyenge minősítésű víztest miatt a szabad vízfelületi párolgás minél nagyobb mértékű csökkentését, ami indirekt módon az egyik vagy inkább tő inerte anyaggal történő visszatöltését is jelenti. Mindez annyiban érdekes, hogy amíg a kitermelés egy a térséghez képest negatív hidraulikai potenciált, addig a feltöltés egy pozitív hidraulikai potenciált okoz, amivel a korábbiak során nem számoltunk. Jelen helyzetben a 01285/26 hrsz bányató termelésével egyidejűleg a 01285/17 hrsz ingatlan visszatöltésének hatását is vizsgálni kell, mint legkedvezőtlenebb állapotot.

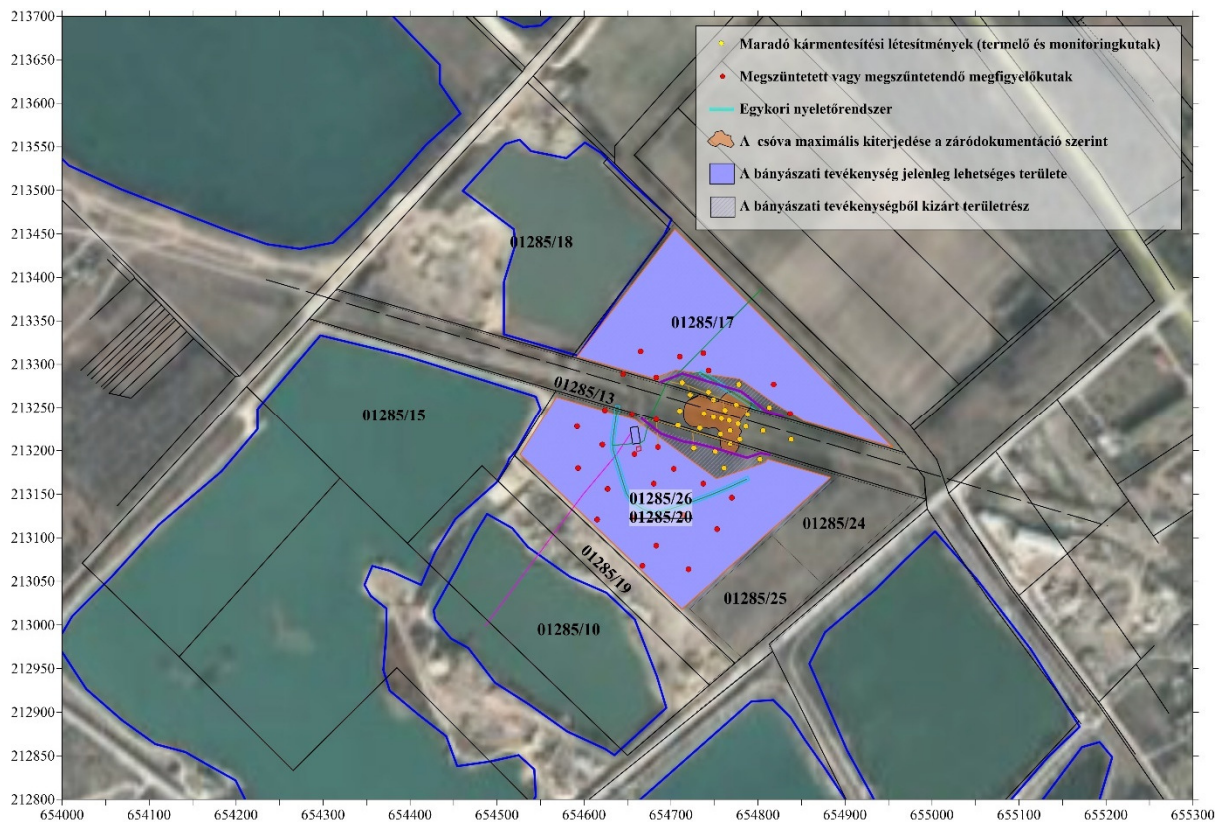
Új lehetőséget jelent ugyanakkor, hogy a beavatkozást követő monitoringtevékenység során a MOL az AGRUNIVER Holding Kft. javaslatára (AGRUNIVER Holding a „Felszín alatti víz kármentesítési monitoring rend módosítására irányuló kérelem alátámasztása – MOL LOG - Bugyi VII kárhely” című 2026. márciusi dokumentációja) csökkentené a mintázandó kutak számát, mivel azok egy, a kárhelytől távolabbra eső részében a kutak tiszták, illetve ezektől a csőcsorda felé eső térrészben találhatók további monitoringkutak, amik a szennyeződés esetleges jövőbeli oldalirányú elmozdulását detektálni lennének képesek. Az AGRUNIVER Holding Kft. javaslata szerint a következő 16 db monitoringkút további fenntartása nem indokolt: északon (01285/17) BUT-17, -22, -23, -24, -31, -32, -55, -56, délen (01285/20 01285/26 ingatlan térsége): BUT-33, -34, -35, -36, -37, -38, -40 és -41. A szélső, a kárhelytől távolabbra eső monitoringkutak megszüntethetősége ugyanakkor lehetőséget jelent a bányászati tevékenység újabb területekre való kiterjesztésére, azaz a kibányászható kavicsvagyon növelésére.

Jelen szakvéleményben bemutatjuk azokat a hidraulikai számításokat, amit a bányászati tevékenység hatásának kompenzálása, a szennyeződés helyben tartása érdekében a MOL Nyrt. által felkért tervező megvalósítani kíván. A számítások során törekedtünk a legkedvezőtlenebb lehetőségek figyelembevételére, azaz konzervatív megközelítések használatára.

## 2 A MOL TERMÉKVEZETÉK KÖRNYEZETÉBEN KIALAKULT SZENNYEZŐDÉS

A vizsgált területeket kettéosztja a 01285/13-hrsz területen futó, a MOL Nyrt. Logisztika által üzemeltetett Százhalombatta-Szajol 6"-os termékvezetéke, melyen 2006 októberében illegális vezetékmegfúrás történt (2. ábra). Az észlelést követően megtörtént a vezeték hibájának

kijavítása és megkezdődtek a kárenyhítési munkálatok, melynek keretein belül a szennyezett talajt elszállították.



**2. ábra:** A tervezett bányatavak elhelyezkedése

A termék vezeték megfúrásához kapcsolódó kármentesítési technológia, valamint a tervezett bánya nyitás hatásának vizsgálatára hidrodinamikai modellezést készített a MOL Nyrt. A számítások eredményei szerint a szennyezés migrációját a szénhidrogén szennyezés közelében kiépített mentesítő rendszer üzemeltetése jelentősen akadályozta. A szennyezőanyag csóva 2022-re kellőképpen visszahúzódott a kármentesítés hatására, ezért a MOL és a kármentesítést végző AGRUNIVER Holding Kft. a műszaki beavatkozás befejezése mellett döntött és utómonitoring tevékenységet kezdett meg a PE-06/KTF/07176-26/2022 ügyiratszámú határozat alapján.

Tekintettel arra, hogy a csőcsordák területén még kisebb szennyeződés maradt vissza a bányászati tevékenységet, illetve a kapcsolódó kármentesítéshez kötődő esetleges műszaki beavatkozást úgy kell megtervezni és majd elvégezni, hogy a visszamaradt szennyeződés

oldalirányban ne tudjon elmozdulni, az se a bányászati tevékenységet, se az időszakosan vagy véglegesen visszamaradó bányatavak minőségét ne zavarja.

Az említett határozat ugyanakkor kiköti a 01285/20 (későbbi 01285/26) hrsz területen számos megfigyelőkút monitorozását negyed-, illetve féléves gyakorisággal, amely tevékenységet a bányászati tevékenység nem érintheti és nem is zavarhatja. tekintettel arra, hogy a térségben a beavatkozást követő monitoring időszakában a szennyezettség a monitoringkutak széles körében nem jelentkezett, ezért az AGRUNIVER Holding Kft. 2026 márciusában javaslatot tesz egyes a szennyezéstől távoli monitoringkutak eltömedékelésére és szakszerű megszüntetésére, ami miatt a bányászati tevékenység folytatására igénybe vehető területrész megnövekszik, azaz ezek alapján kijelölhető az a maximális terület, ahol a jelenlegi helyzetben egyáltalán bányászati tevékenység elvileg folytatható (Hiba! A hivatkozási forrás nem található.), illetve a monitoring alapján lehatárolható az a terület, ahol a szennyezett talajvíztest megtalálható, aminek az elmozdulását meg kell akadályozni.

Az AGRUNIVER Holding Kft. fenntartja azt az álláspontot, hogy a bányászati tevékenység nélkül a csóva elmozdulása nem valószínűsíthető, illetve, hogy annak esetleges bekövetkezését a fenntartott kármentesítési monitoringhálózat mindenképpen detektálná, és ebben a kedvezőtlen, de nem valószínűsíthető esetben a térségben hagyott mentesítőkutak újraindításával a felszín alatti vizek védelme megvalósítható.

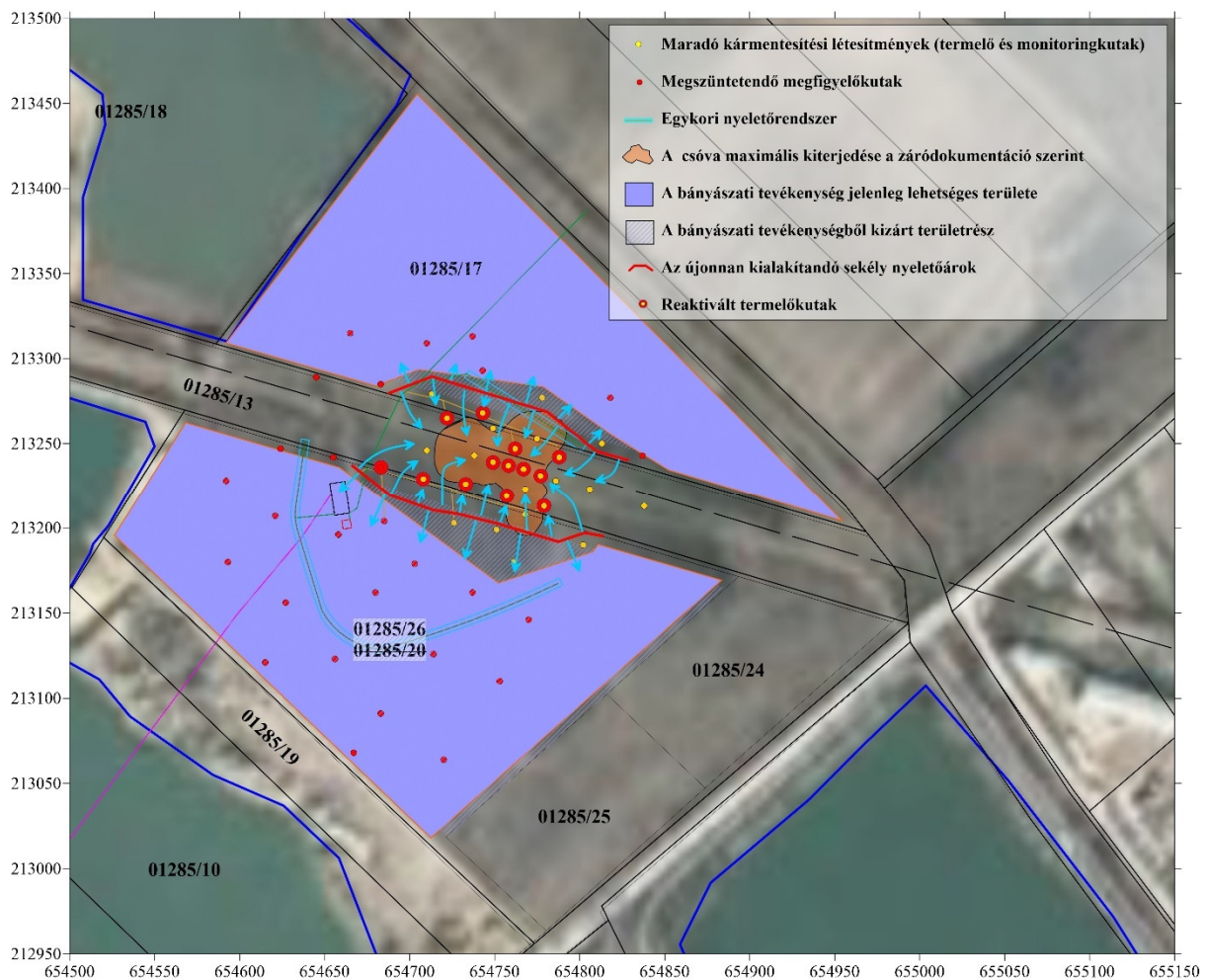
Az AGRUNIVER Holding Kft. ugyanakkor a bányászati tevékenység folytatásának esetére a rendszer időszakos újraaktiválását javasolja, aminek keretében a góc térségében található mentesítőkutakat újraindítják mintegy 250 m<sup>3</sup>/d hozammal, a kutakból kitermelt vizet (B) szennyezettségi határérték alá tisztítják, majd azt a két oldalon kialakított sekély árokban, illetve a kárhelyen visszaszikkasztva a felszín alatti vízkészletet nem csökkentve elhelyezik (**3. ábra**).

Az intézkedési terv szerint tehát: *„Javaslatunk szerint összesen 13 db kút időszakos, bányászat idejére történő újraindítása összesen legfeljebb 250 m<sup>3</sup>/d hozammal történne. A kutak közül a csőcsordán belüli területen található kutakban 27 m<sup>3</sup>/d, a peremi helyzetben található kutak esetében 15 m<sup>3</sup>/d hozam kitermelését irányoztuk elő, összesen 243 m<sup>3</sup>/d hozamot kitermelve. A gócterületre 43 m<sup>3</sup>/d hozamot juttatunk vissza szikkasztással, míg az adott helyzetben a*



*bányához közelebbi, sekélymélységű árokba 160 m<sup>3</sup>/d, a távolabbi árokba pedig 40 m<sup>3</sup>/d hozam elszikkasztását irányoztuk elő.”*

A tervek szerint tehát a kitermelt víz kb. 15-20 %-át a gócterületen szikkasztanák vissza, annak érdekében, hogy a szennyezett csóva maradványának minél erősebb átmosását ériék el, a fennmaradó mennyiség 80-85%-nyi tisztított víz 80 %-át a bányászati tevékenységgel érintett oldalon, 20%-át az ellentétes oldalon szikkasztják el. Mindezt teszik annak érdekében, hogy egy esetleges az egyoldali szikkasztás indukálta oldalirányú vízmozgás a góc ellentétes irányba történő elmozdulását ne okozhassa. A megoldással a bányászott ingatlan felőli oldalon a szikkasztás egy része, mint a bányászat okozta depresszió kompenzációja, másik része pedig a mentesítőkutak felé történő cirkuláció fenntartója hasznosul. Az ellentétes oldalon az árokba történő szikkasztás is a cirkulációt támogatja.



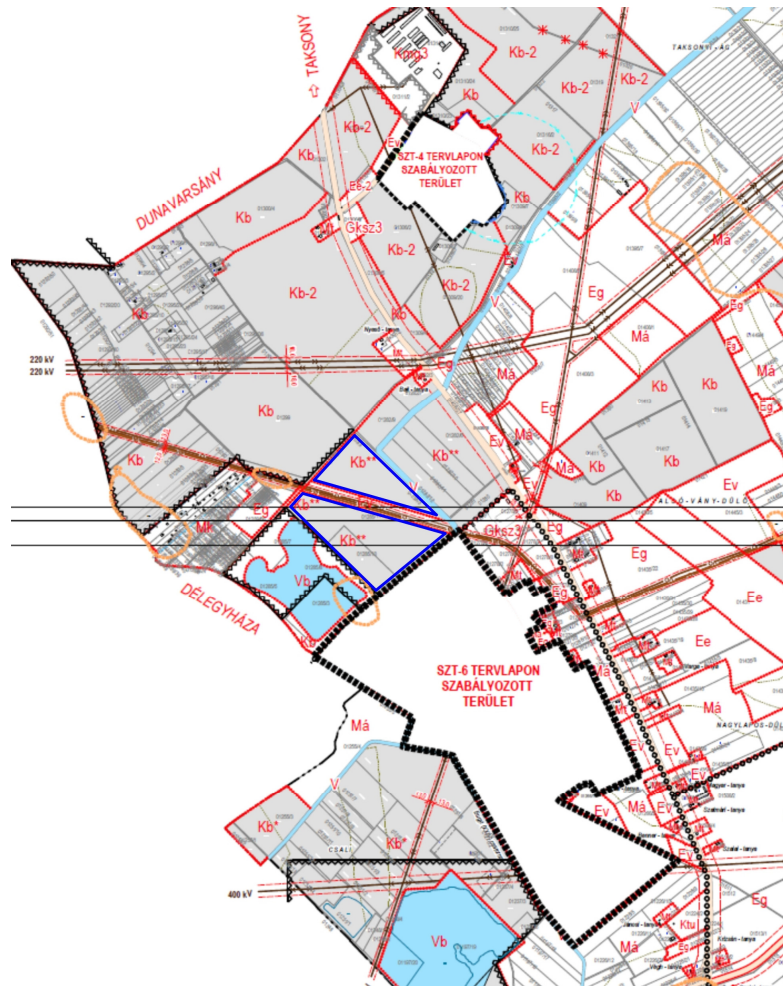
**3. ábra:** A védelmi intézkedések koncepciója



### 3 TERVEZETT BÁNYÁSZATI TEVÉKENYSÉG ISMERTETÉSE

A bányát a Bugyi 01285/17 és 01285/26 hrsz-ú területen a megfelelő védőtávolságok betartásával kívánják megnyitni, mely területek a Bugyi Önkormányzat külterületi rendezési tervében (Helyi Építési Szabályzat – HÉSZ) bányaterületként (KB jelölésű) szerepel (**4. ábra**).

A 01285/17 hrsz-ú területen a kármentesítés és utómonitoring időszakában 3,87 hektáron létrejövő maximális tófelület 2,95 ha, míg a 01285/26 hrsz-ú területen a kármentesítés és utómonitoring időszakában 4,72 hektáron a létrejövő maximális vízfelület 3,85 ha. A tervek szerint a 01285/26 ingatlan területének lefejtésével párhuzamosan a 01285/17 területen a tavat visszatöltik.



**4. ábra:** A terület térképe a Bugyi Önkormányzat HÉSZ térképmelléklete alapján

A fedőréteg átlagos vastagsága kb. 1,9 m, a haszonanyag átlagos vastagsága kb. 5 m, ami azt jelenti, hogy a fedő a kitermelt anyag 27-30%-át teszi ki.

Mindkét ingatlan esetében a kármentesítési zárójelentésben már megtisztított területrészt kavicsvagyónának letermelésével számolunk, de csak az utómonitoring időszakában megtartott, 45 db monitoringkúttól mért 5 m védőtávolságon kívüli területek lefejtését irányoztuk elő.

A tervezett bányászati tevékenység a területen víznívó alóli termeléssel valósul meg. A talaj és a meddő leszínelését követő technológiai fázis a haszonanyag kitermelése, jövesztése. A jövesztést egy dobóvödrös kotróval végzik. A haszonanyag kitermelése a nyitóárkok kifejtésével kezdődik, majd ezek mentén sávszerűen folytatódik tovább. Ez a kitermelési mód egyúttal azt is jelenti, hogy a termelés során a finomabb szemcsék a tóban maradva ott később leülepednek.

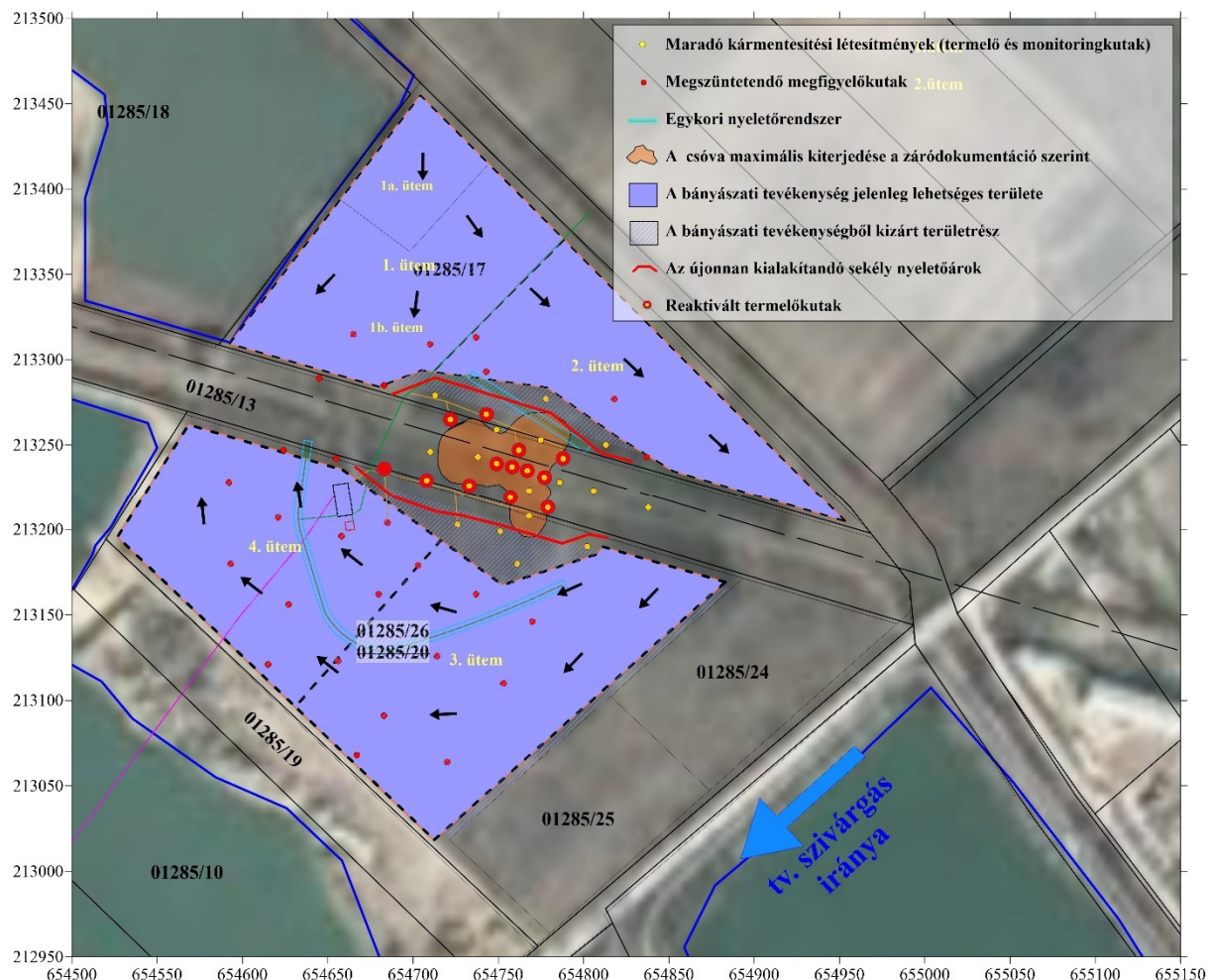
A kitermelhető haszonanyag mennyiség  $180\,000\text{ m}^3/\text{év}$ , illetve  $720\text{ m}^3/\text{nap}$  haszonanyag, ami  $1150\text{ t}/\text{nap}$  homokos kavics. A számítások során azt a legkedvezőtlenebb esetet feltételeztük, amikor a teljes mennyiség kitermelése éppen víznívó alól történik. Mivel a fejtési technológia szerint előbb lefejtik a talajt és a meddőt, a visszamaradó haszonanyag nagyobb része víznívó alatt marad, aminek az aktuális helyzetben hidraulikai szempontból legkedvezőtlenebb esete értelemszerűen a kizárólag víznívó alóli termelés. Mivel még ebben a helyzetben is biztosítani kell a csóva helyben maradását, ezért a számításokat ennek feltételezése mellett végeztük el.

Tekintettel arra, hogy a bányavállalkozó szerint legfeljebb  $180\,000\text{ m}^3/\text{év}$  a kitermelés volumene, ezért a két területen az átlagosan 1,9 m vastagságú meddő eltávolításához, illetve az átlagosan 5 m vastagságú haszonanyag kitermeléséhez szükséges idő mintegy 2,6 év (a telekmegosztással kialakított 01285/26 ingatlanon kialakítható bánya mérete a korábbi 01285/20 ingatlanhoz képest 42%-kal csökkent, a teljes (két ingatlanra vetített) bányaméret pedig 24%-kal, ami a bányászat korábban feltételezett 3.5 éves időszakát mintegy 2 év 7 hónapra csökkentette le.

A figyelembe vehető és bányaművelésre igénybe venni kívánt terület(ek) méretei szerint a kitermelésre tervezett kavics haszonanyag mennyisége a 01285/17 hrsz-ú területen kb.  $148\,000\text{ t}$ , a 01285/26 hrsz-ú területen  $193\,000\text{ t}$ . A haszonanyag mellett összesen  $130\,000\text{ t}$  meddő fedőanyag kerül a tóba, majd ülepedik le.

A bányászati tevékenység folytatásának menetét az **5. ábra** mutatja be. A tervezett tevékenység a korábbi számítások szerint a térségre csak elhanyagolható hatással bír, a szennyezett

térségtől felvízi irányba eső 01285/17 hrsz ingatlanon a szennyezett területtől legtávolabb eső részen indul el, majd déli és keleti irányban halad előre. A 01285/17 hrsz lefejtését követően a szennyezéstől oldaltvízi irányban nyugatra indul a 01285/26 hrsz fejtése és halad a szennyezett területet délről megkerülve az óramutató járásával megegyező irányba. A teljes területrészt a kezdetektől leggyorsabban mintegy 2.6 éven belül fejthető le, ami az alkalmazott technológia miatt várhatóan nem válik szét víznívó alatti és feletti fejtésre, a haszonanyaggal egyszerre lefejtett fedő finom szemcséi a tóban maradván később leülepednek.



**5. ábra:** A bányászati tevékenység folyamata

A tervek szerint bányászat előrehaladtával a 01285/17 hrsz tavat folyamatosan inert anyagokkal visszatöltik, ilyen módon a bányászat befejezésének időszakára a 01285/17 hrsz terület visszatöltésre kerül. Mivel a kezdeti hidraulikai hatások okozzák a legnagyobb

vízszintváltozásokat, ezért a 01285/17 hrsz területen kialakított nyitóárok környezetét egy külön lépcsőként (1a. ütem) vizsgáltuk a modellezés folyamán.

Tekintettel arra, hogy a 01285/17 tó visszatöltése egy lokális vízszintemelkedést indukáló folyamat, ami szintén eredményezheti a csóvamaradvány oldalirányú elmozdulását, ezért a 01285/26 hrsz.-en kialakítandó tó fejtésével egyidejű, illetve azt követő tó visszatöltés esetét is megvizsgáltuk.

#### 4 FÖLDTANI-VÍZFÖLDTANI VISZONYOK

A tervezési terület tágabb környezete geomorfológiai szempontból jellegzetes folyóvízi - síksági felszín. A tájra jellemző morfológiai jegyeket az egykori folyóvízmozgás és a szél együttesen alakították ki. Ezeknek a hatásoknak köszönhetően jórészt futóhomokkal fedett síksági teraszfelszín jött létre, melyet széllyukak és deflációs mélyedések tagolnak.

A mai, mesterségesen alakított folyóvízi környezetben (a Ráckevei (Soroksári)-Duna szabályozott medrű és árterű) a kismértékű eróziós és akkumulációs folyamatok jellemzőek, a folyamatok eredője: a lepusztulási és felhalmozási folyamatok egyensúly közeli állapota.

A vizsgált környezet - a földtani helyzetét tekintve - a Duna alluviális üledékeivel feltöltött völgsíkjának ÉNy- i térségében fekszik, ez a völgsík több tíz km-es sávban tektonikusan meglehetősen bolygatott, több nagyobb ÉNy-DK irányú regionális fő-, valamint több kisebb DNy-ÉK és Ny-K irányú melléktörésvonal húzódik. E törésvonalak preformálták a távolabbi és a közeli vízfolyások (pl. Gyáli-patak) medervonalát is.

A térség földtani felépítését vizsgálva szembetűnik, hogy a pleisztocén vízadó feküjét jórészt a felső-pannon-kori kiédesedő beltengerben kiülededett, főként iszapos-agyagos rétegek képezik. Az említett feküréteg eróziós felszínére középső - és a felső-pleisztocénban az Ős-Duna rakott le átlagosan 10-30 m vastagságban homokos kavicsból és kavicsos homokból álló, durva szemcsés teraszanyagot (11/a. számú teraszréteg), ennek vastagsága azonban területenként változó (5-25 m). Taksonytól délre, Délegyházától keletre, Bugyi északi részén, Tass északi és keleti határánál nem haladja meg az 5-m-t, Ócsa térségében 25 m-nél is vastagabb lehet, míg Bugyi keleti részén 15-25 m vastagságú (Bugyi III. és Bugyi II. kavicsbánya). A pleisztocénben megindult környezetemelkedés eredményeként alakultak ki a



teraszos völgyek és a hordalékkúpok. A kavicsos összletre a terület nagy részén 1-3 m vastagságban apró-durva szemű pleisztocén folyóvízi homok települt, de Taksony-Alsónémedi-Bugyi-Dunavarsány térségében lokálisan a kavics homokfedője hiányzik.

A holocén idején főként eolikus rétegek ülepedtek le futóhomok és löszös homok formájában, a holocén kori folyóvízi aprószemcsés réteg vastagsága csupán 1-3 m, a folyóvízi réteg helyenként finomszemcsés, agyagos.

A tervezési terület földtani felépítését a szomszédos területek kutatófúrásainak („Reiner György okleveles geológus, 2001: Kutatási jelentés a Bugyi 01252/17, 01282/9, 01285/4 hrsz-ú terület kavicsos homok nyersanyagának minőségi és mennyiségi viszonyainak meghatározásáról”) adataiból ismerhetjük meg. A kutatási anyagban foglaltak szerint a holocén termőtalaj vastagsága 0,3-1,0 m vastag, alatta agyagos, homokos kőzetliszt található. A holocén összlet alatt települ a hasznosítás tárgyát képező felső-pleisztocén törmelékes kőzet, a kutatási terület északi részén felül homok, szórvány kavicsos homok, alatta kissé kavicsos homok - kavicsos homok - homokos kavics kifejlődésekkel.

A tervezési terület megkutatott környezetében a holocén eredetű talaj átlagosan 0,8 m vastagságú. A termőréteg alatt mintegy 1,3 m vastag agyagos-homokos kőzetliszt található. E felszín közeli rétegek alatt települ a kavicsos vízadó összlet.

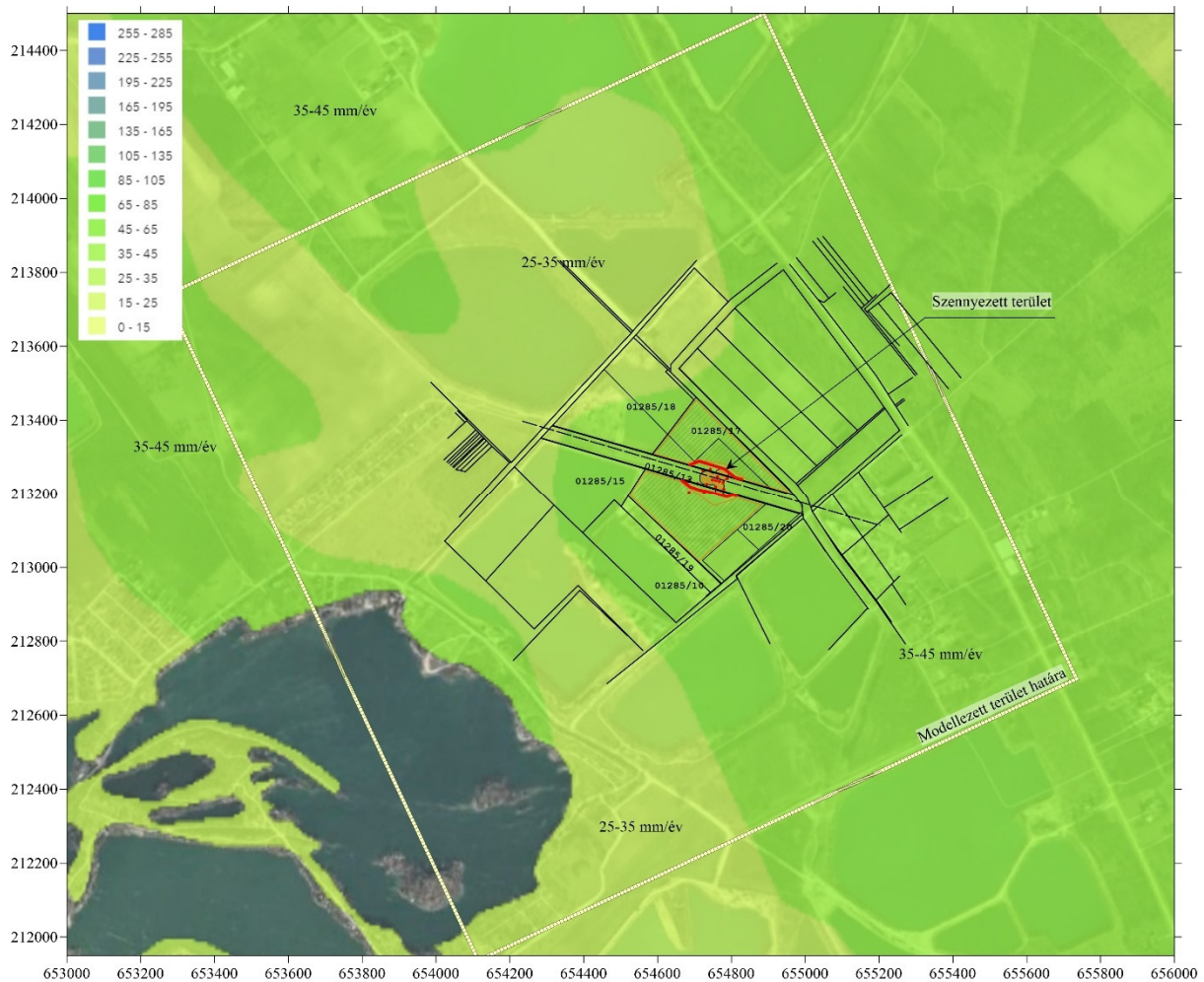
A vízadó összletben a homok vastagsága átlagosan 1,2 m. A teljes homok, kavicsos homok - homokos kavicsréteg átlagos vastagsága 7,1 m, a kavicsos rétegek alatt az anyakőzetet a felső-pannon időszakban keletkezett kőzetlisztes agyag alkotja.

A térségben a talajvízadót a csapadékból történő beszivárgás és a dombvidéki képződményekbe beszivárgó majd onnan átadódó vizek, valamint a peremi területeken a dombvidéki felszíni lefolyás táplálja.

A síkvidéki területen a beszivárgásból származó vízmennyiség döntően a csapadékból származik. A talajvízig a NATÉR CARPATCLIM-HU adatbázis 30 éves (1975-2004) átlaga alapján (6. ábra, [www.nater.hu](http://www.nater.hu)) kb. 35 mm csapadék szivárog be évente, mely 0.958 mm/d maradó beszivárgásnak felel meg.



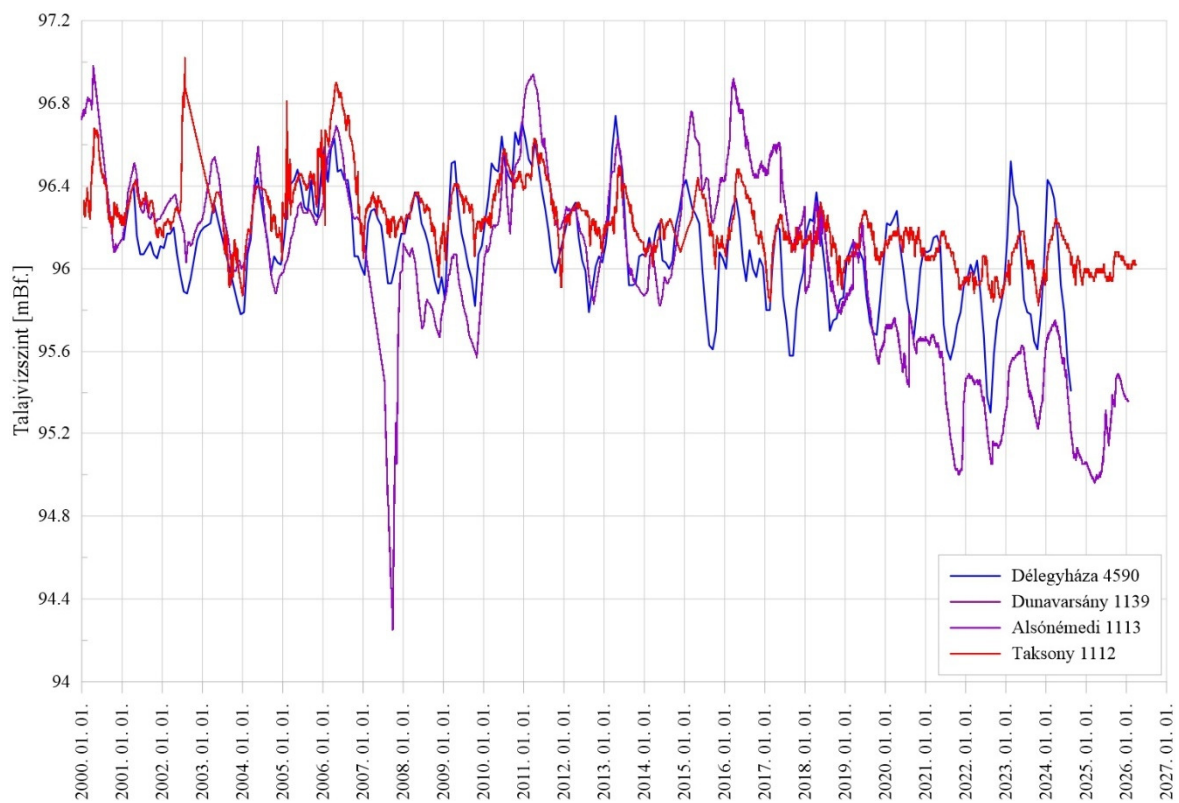
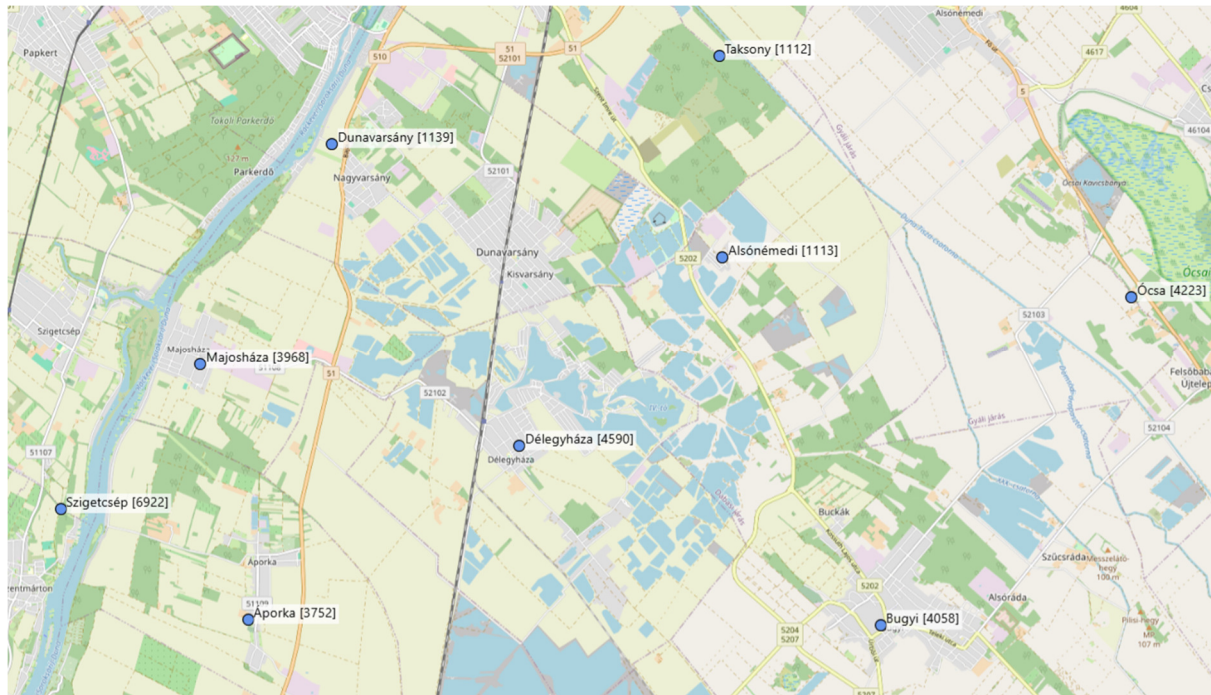
A nyugalmi vízszint általában nem éri el a folyami üledékes fedőréteget, ezért a talajvíz szabad felszínűnek (nyílt tükrűnek) tekinthető. A talajvízszint átlagos szintje 94,50-95,80 mBf. között alakult. A talajvízszintek csökkenésére az őszi időszakban lehetett számítani (7. ábra).



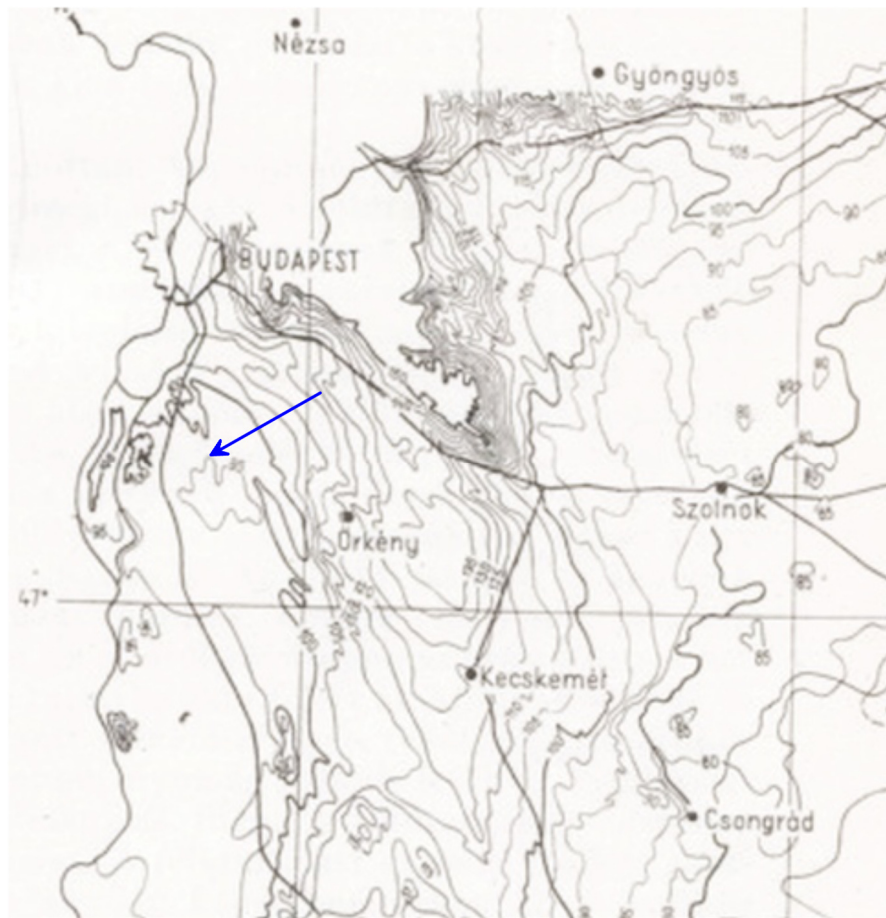
**6. ábra:** A 30 éves átlagos (1975-2004) maradó beszivárgás mértéke a NATÉR CARPATCLIM-HU adatbázis alapján

A szivárgási együttható meghatározása szempontjából lényeges a 10 %-os átesési szemcseméret  $d_{10}=0,063-0,205$  mm között váltakoznak, a területre a jellemző mértékadó szemcseátmérő kb. 0,125 mm.

A tágabb térségben a talajvíz utánpótlás az RSD irányából jelentkezik, de Budapest határában a Gödöllői-dombság felől, ÉK-DNy irányú áramlás is megfigyelhető (8. ábra).



**7. ábra:** A talajvízszint ingadozása néhány térségi monitoringkútban (Forrás: data.vizugy.hu)

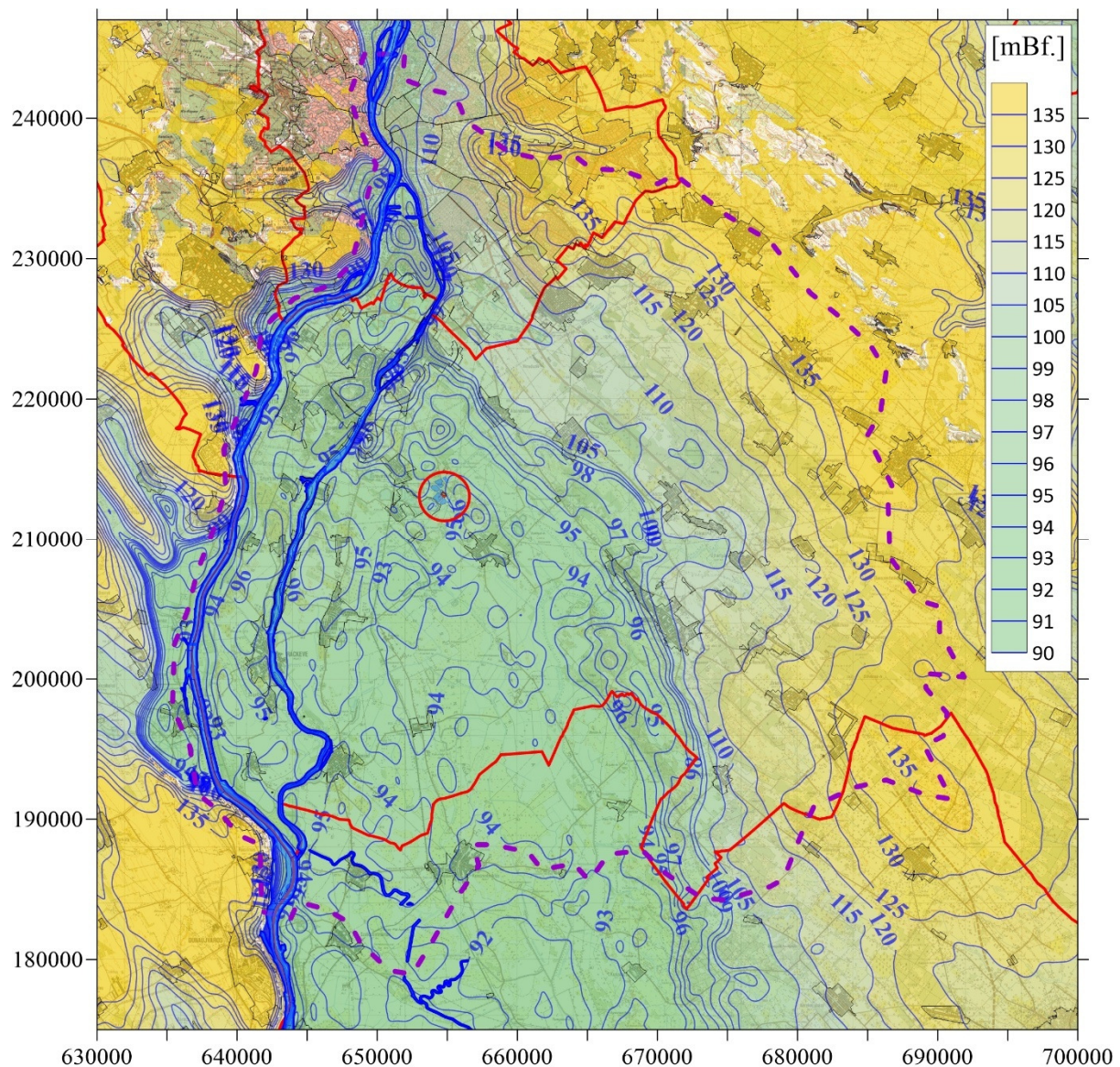


8. ábra: A talajvizek áramlási iránya Bugyi térségében (Rónai, 1961 szerint)

Az RSD üzemi vízszintje módosítja a térség talajvízszintjeit. Az RSD tartott vízszintje a dunai betáplálásnál legtöbbször a Duna átlagos vízszintje alatti (szivattyús betáplálásra csak igen alacsony dunai kisvizeknél van szükség), a tassi visszavezetésnél az RSD tartott vízszintje mindig a Duna vízszintje feletti (kivéve tetőző árvíz idején). Az RSD vízszintesése az 58 km-es hosszon 30-40 cm, a középső és alsó szakaszán kiszivárgás történik az RSD medréből a Pesti-síkság és a Duna felé (**9. ábra**). A szivárgó vizeket töltésekkel és szívócsatornákkal fogják fel.

A Duna-völgy vizsgált, mély fekvésű részein, ahol a Bugyi-Kunszentmiklós tengely vonalában domborzatilag is igazolható mélyfekvés mutatható ki lefűződött és feltöltődött ősmédrek formájában, csupán minimális talajvízszint-süllyedést regisztráltak.





**9. ábra:** Kivágat Magyarország legfelső vízadó (általában talajvízadó) potenciáltérképéből [mBf.] (SZTE, 2022)

A Duna-völgyében található talajvízkutak minőségvizsgálatai alapján megállapítható, hogy a talajvizek nitrátosodása okoz leginkább problémát, és a talajvizek ivóvíz célú alkalmazásra már nem alkalmasak. A vizsgált részen a vízminták sótartalma 400-3200 mg/l, a vizek általában nátrium- hidrogénkarbonátosak, valamint magnézium-hidrogénkarbonátosak.

## 5 A BÁNYÁSZATI TEVÉKENYSÉG TALAJVÍZRE GYAKOROLT HATÁSAI

A vizsgált terület környezetében bányászati tevékenység igen régóta zajlik. A bányák felhagyásával, a kitermelés befejezésével nyílt víztükrű felületek, bányatavak alakultak ki. A

bányászat hatására felszínre kerülő víz minősége jó, tápanyagszegény, ugyanakkor jellemző rá a magasabb nitráttartalom, azonban a nitrit- és ammónium-koncentrációja igen alacsony.

A létrejövő kavicsbánya tavak és azok utóhasznosítási módja megváltoztatta a térség természetes környezeti, elsősorban a vízháztartási, vízminőségi viszonyait. A környező mintegy 100 km<sup>2</sup> területű földrajzi egység a kavicsbánya tavak nagy száma és felülete miatt ma már nem tekinthető természetes állapotú vízrajzi egységnek. **A bányatavak vízvesztése a bányászat hatására, és annak felhagyását követően a következő elemekből tevődik össze:**

- **A kitermelt kavics helyét talajvíz tölti ki**, a beáramlás a létrejött potenciálkülönbség hatására zajlik, melynek sebességét a Darcy-törvény alapján lehet megbecsülni. A hatás pusztán a bányászat időszakára korlátozódik és a potenciálváltozás nagysága az aktuális tómérettől függ
- **A növekvő tófelület a nyári hidrológiai félévben többletpárolgással jár**,
- **Egyes tavak inert anyaggal való visszatöltése során a tóban lévő víz helyét a töltőanyag tölti ki**, a területen a környezeténél magasabb hidraulikai potenciálú terület jön létre, **ami a tó térségéből a talajvíz felé történő szivárgást indukál**. A hatás pusztán a visszatöltés időszakára korlátozódik és a potenciálváltozás nagysága az aktuális maradvány tómérettől függ.

A kitermelt kavicsal együtt távozó, és a helyére beáramló vízmennyiség szoros kapcsolatban áll a többletpárolgásból származó veszteséggel és a párolgási veszteséget pótló, felszín alatti hozzááramlással, az okozott hatás az üzemelés ideje alatt egyenletesen oszlik meg, ugyanakkor a kitermeléssel okozott depresszió tóméret függő.

**Kiindulva abból, hogy a kitermelhető haszonanyag mennyiség 180 000 m<sup>3</sup>/év, illetve 720 m<sup>3</sup>/nap haszonanyag (ami 1150 t/nap homokos kavicsnak felel meg), és hogy a homokos kavics szabad hézagterfogat 30-32%, és a termelés során feltételezzük, hogy a gravitációs hézagterfogatban tárolt vízmennyiség azonnal a kitermeléskor kifolyik, a bányászat miatti tóba áramlás maximális hozama  $V/t \cdot (1-n_0) = 720 \text{ m}^3/\text{d} \cdot 0,7 \approx 500 \text{ m}^3/\text{d}$ . A bányászati tevékenység időszakában tehát, az aktuálisan termelt tóba mintegy 500 m<sup>3</sup>/d talajvíznek kell oldalirányból érkeznie.**



A tófelület párolgását a GLEV Global Lake Evaporation Volume (<https://zeternity.users.earthengine.app/view/glev>) felhasználásával határoztuk meg. A Délegyházi tavakra kapott adatok elemzési értékeit az **1. táblázat** mutatja meg.

**1. táblázat:** A Délegyházi-tavak számított párolgási adatai mm-ben havonkénti bontásban 1985-2018 között

Év	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	Éves
1985	0.0	0.0	5.5	78.0	104.5	116.0	144.6	128.4	91.2	43.5	8.7	0.0	720.4
1986	2.8	0.0	27.5	80.9	131.3	134.8	144.6	134.6	94.1	46.4	8.7	0.0	805.7
1987	0.0	0.0	26.0	66.1	93.8	131.1	164.0	116.2	85.3	42.4	8.0	0.0	733.0
1988	0.0	10.2	35.5	77.3	114.6	134.9	169.7	131.2	75.1	43.8	12.9	0.0	805.3
1989	0.0	7.4	42.1	75.2	111.4	115.4	147.2	109.4	75.6	45.2	12.6	2.5	744.0
1990	0.0	16.9	53.3	75.8	122.9	129.4	157.6	145.7	80.9	41.6	7.3	0.0	831.3
1991	0.0	0.0	14.2	69.0	95.7	134.9	148.7	122.6	90.7	38.2	7.2	0.0	721.2
1992	2.4	16.5	44.7	85.7	139.1	133.5	161.1	161.8	100.5	35.8	9.5	0.0	890.5
1993	0.0	0.0	18.7	78.6	144.6	156.5	157.0	140.8	88.7	38.2	9.5	0.0	832.6
1994	2.3	11.6	44.2	73.5	117.5	151.2	168.3	137.7	90.7	42.7	9.5	0.0	849.1
1995	0.0	14.1	37.6	74.0	108.4	125.0	176.3	128.6	71.9	45.3	11.9	0.0	793.3
1996	0.0	0.0	4.7	74.5	111.7	145.3	143.6	112.5	55.6	31.3	12.0	0.0	691.1
1997	0.0	4.8	47.7	82.3	127.1	136.1	132.4	127.8	94.9	43.6	7.3	0.0	804.0
1998	0.0	21.6	50.5	70.7	110.6	136.8	150.2	141.1	68.6	31.7	9.8	0.0	791.7
1999	0.0	2.4	41.3	76.2	113.9	127.8	146.4	121.9	91.4	39.3	7.4	0.0	767.9
2000	0.0	17.0	38.9	89.1	145.4	181.1	153.3	146.8	79.8	44.7	12.4	0.0	908.5
2001	0.0	16.5	37.8	75.2	145.3	136.4	138.6	142.1	63.6	36.4	14.6	0.0	806.6
2002	0.0	12.6	52.9	78.3	131.0	158.3	164.0	117.2	76.7	34.0	7.9	0.0	832.9
2003	0.0	0.0	11.8	88.9	147.6	163.1	156.8	159.3	95.5	34.7	7.4	2.5	867.5
2004	0.0	9.2	32.3	67.5	113.9	129.2	147.1	136.4	83.1	33.8	12.1	0.0	764.6
2005	2.3	0.0	27.1	76.7	128.0	146.0	142.9	105.5	79.8	44.3	9.3	0.0	761.9
2006	0.0	0.0	19.9	72.9	109.0	136.4	165.5	117.6	94.5	52.4	13.7	0.0	781.9
2007	2.3	11.3	47.4	106.5	132.1	147.7	184.8	133.7	82.0	34.8	11.6	0.0	894.1
2008	0.0	18.2	45.6	78.2	127.3	135.5	146.2	144.2	78.5	39.1	11.5	2.3	826.5
2009	0.0	8.9	37.9	101.8	137.0	134.6	165.1	138.2	95.7	38.5	6.8	0.0	864.4
2010	0.0	8.8	46.1	76.7	98.6	129.7	145.5	127.9	68.3	38.4	9.0	0.0	749.1
2011	0.0	4.3	41.1	95.8	131.8	145.2	139.3	147.8	103.6	46.9	11.2	0.0	867.0
2012	2.1	2.1	49.3	89.9	129.2	150.3	167.8	162.2	97.3	41.8	8.8	0.0	900.8
2013	0.0	6.4	31.9	85.0	112.8	133.5	175.2	147.7	79.1	43.7	8.7	2.2	826.1
2014	0.0	8.5	57.7	78.9	111.4	146.1	138.7	117.1	70.8	32.9	8.8	2.2	773.1
2015	0.0	10.6	46.8	98.0	117.3	147.4	171.1	140.9	90.1	32.8	10.9	0.0	866.0
2016	0.0	6.2	41.6	90.3	118.9	143.8	157.4	134.5	87.3	32.3	8.6	0.0	821.2
2017	0.0	2.1	48.1	75.4	121.1	167.8	174.8	160.7	78.6	41.0	10.8	2.2	882.7
2018	0.0	8.4	25.3	95.2	143.2	140.6	159.3	145.1	91.9	49.9	13.0	0.0	871.9
Átlag	0.4	7.6	36.3	81.1	122.0	140.6	156.0	134.9	83.9	40.0	10.0	0.4	813.2

A táblázatból látszik, hogy az éves párolgási veszteség átlagosan 813 mm évente, amiből a június-augusztusi időszakban kb. 430 mm történik, azaz az éves veszteség több, mint fele a három nyári hónapban következik be. Jelen vizsgálatoknál a korábban feltételezettnél magasabb a GLEV adatokból számított párolgási veszteségekkel számoltunk a biztonság javára történő tévedés terhe mellett.

A VITUKI Rt. „Kavicsbánya tavak felszín alatti vizekre gyakorolt hatása” című zárójelentése említi, hogy a jelenleg vizsgált területen az RSD jelenleg is részt vesz az utánpótlásban, sőt, a Duna is képes stabilizálni a vizeket, amit az SZTE talajvízdomborzati térképe is jól mutat (**9. ábra**).

## 6 A HIDRODINAMIKAI MODELL FELÉPÍTÉSE

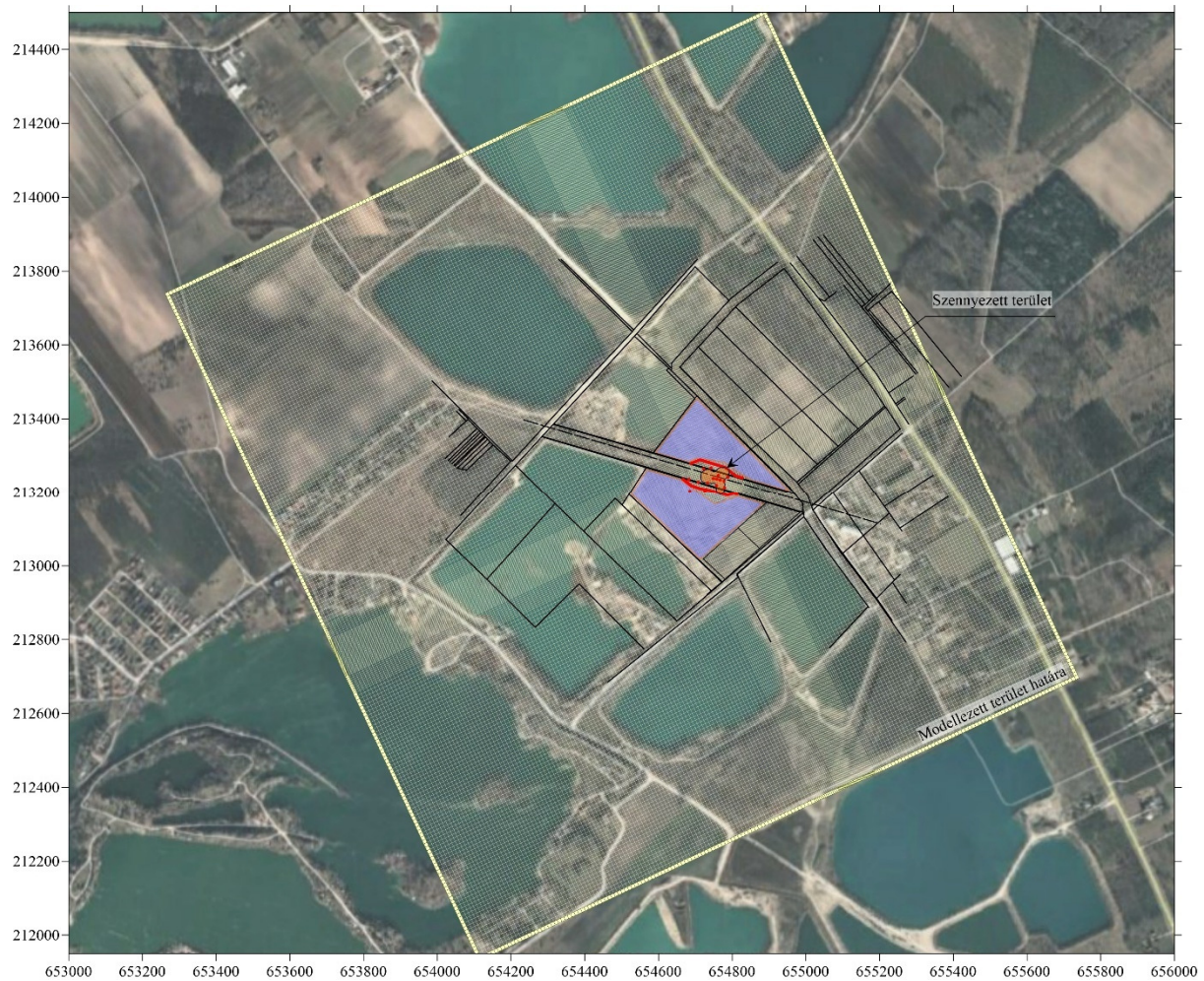
A probléma vizsgálatára a korábbiakban többször is használt Processing MODFLOW környezetben felépített hidrodinamikai és transzportmodellünket használtuk fel. A modell felépítését az irodalomjegyzékben felsorolt általunk (GÁMA-GEO) készített korábbi kutatási jelentések részletesen leírják, illetve az AGRUNIVER Holding Kft. beavatkozási zárójelentésének 6.fejezete, illetve teljes terjedelemben annak 10. melléklete is tartalmazza, ezért itt csak vázlatosan mutatjuk be a modellt. Jelen fázisban a most készített, a 01285/17 és 01285/26 ingatlanok területén sűrített elemoszlású modellváltozatot használtuk fel.

### 6.1 A modellezett térrész nagysága és horizontális és vertikális tagolása

A modellezett térrész lehatárolásánál arra törekedtünk, hogy az a vizsgálataink szempontjából érintett területet magába foglalja. A modellezés során egy 2000 m·1800 m-es modellhálót készítettünk, melyet előbb 10·10 m-es cellákra osztottunk, így egy 200 sorból és 180 oszlopból álló modellhálót kaptunk. Ezt a modellhálót a tervezett kármentesítés térségében tovább sűrítettük 5·5, majd 2,5·2,5 m-es cellákat hozva létre (**10. ábra**). A végleges rácsháló 334 sorból és 317 oszlopból áll. A rácsháló sarokponti koordinátáit az **2. táblázat** tartalmazza.

**2. táblázat:** A rácsháló sarokponti koordinátái

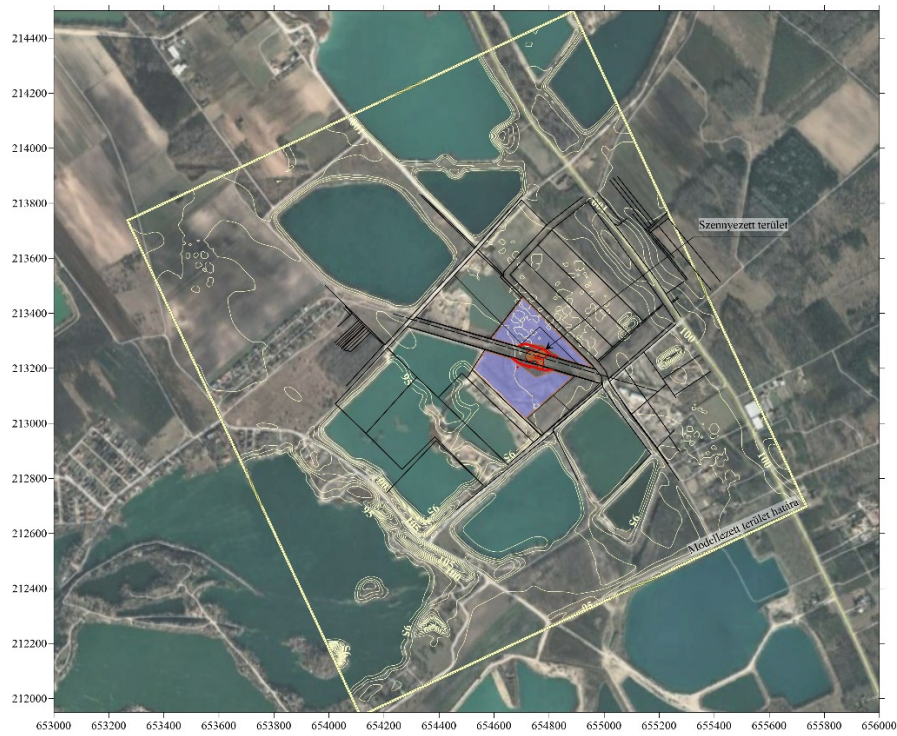
EOV Y	EOV X
653261.6	213740.1
654889.6	214505.7
654112.4	211930.0
655740.7	212695.9



**10. ábra:** A számításokhoz használt rácsháló

A modellezett területet vertikálisan 3 rétegre osztottuk fel. A terepszinteket a térség EU-DEM digitális terepmodellje (**11. ábra**) alapján vettük fel. A felső réteg homokos, az alatta lévő rétegek pedig a durvább, jobb vízvezető, homokos kavics anyagú rétegek. Az első réteg fekszingtje értelemszerűen a homok-kavics fúrások rétegsora alapján meghatározott határa, a második modellréteg fekszingtjének a korábban szennyezettnek tekinthető kavicstest (**12. ábra - 13. ábra**) alsó határát (93 mBf.), harmadik modellréteg fekszingtjének a bányá 83.9 mBf. alapsík szintjét tekintettük.





**11. ábra:** A modellben alkalmazott terepszintek (EU-DEM 1.1) [mBf.]



**12. ábra:** A fedő homokréteg feküszintvonalas térképe [mBf.]



**13. ábra:** A kavics, homokos kavics réteg feküszintvonalas térképe [mBf.]

## 6.2 Vízföldtani jellemzők

Az vertikálisan megnövelt felbontással a modellbe a korábbiaknál pontosabban voltak integrálhatóak a szennyezett kavicsostest és a bányák is, aminek megoldási módját a későbbiekben részletesebben is bemutatunk.

A rétegeket vegyes tükrűeknek tételeztük fel, melyekben a transzmisszivitás számítását minden iterációs lépést megelőzően az aktuális talajvízszintek alapján elvégeztük.

A földtani felépítés meghatározásához szükséges adatokat a térségi regisztrált kutak vízföldtani naplói, valamint a területen végzett fúrások fúrási rétegsora alapján határoztuk meg. A rétegek legfontosabb tulajdonságait a **3. táblázatban** mutatjuk be.



**3. táblázat:** A modellezett rétegek legfontosabb tulajdonságai

Ssz.	Réteg	Jell. fedő [mBf.]	Jell. fekü [mBf.]	Jellemző vastagság [m]	Szivárgási tényező [m/d]		Szabad hézag- térfogat [-]	Száras sűrűség [kg/m <sup>3</sup> ]
					vízszintes	függőleges		
1.	Homok	98.34	95.03	3.31	3	0,05	0,1	1500
2.	Homokos- kavics	95.03	93.0	2.03	90	0,1	0,25	1550
3.		93.0	89.3	2.7				

A nyugalmi nyomásszintek meghatározását a BUT-jelű kutakban végzett rendszeres vízszintmérési adatok alapján határoztuk meg a modellezett területre. A modellezés során ÉK-DNy irányú talajvíz áramlást tételeztünk fel. A primer állapotbeli (kavicsbányászat előtti) nyugalmi nyomásszintek alakulását a vizsgált területen az **14. ábra** szemlélteti.



**14. ábra:** A feltételezett primer állapotbeli nyugalmi nyomásszinteloszlások térképe [mBf.]  
és a peremfeltételeket biztosító cellák elhelyezkedése

A horizontális és a vertikális szivárgási tényező értékeit szakirodalmi adatok alapján határoztuk meg. A modellben alkalmazott szivárgási tényező értékeit a **3. táblázat**ban mutatjuk be. A tavak területén a horizontális szivárgási tényező értékeit radikálisan (2.5 nagyságrend) megemeltük, annak érdekében, hogy a tavak, mint felszíni víztesteken belüli oldalirányú vízmozgás akadálytalan legyen. A modellben a homokos kavicsrétegre alkalmazott vertikális szivárgási tényezőket a szennyeződés feltárt korlátozott vertikális kiterjedése alapján kismértékben lecsökkentettük.

A porozitás értékeit a szivárgási tényező és az effektív porozitás közötti tapasztalati függvénykapcsolat alapján határoztuk meg. A szivárgási tényező, és az effektív porozitás közötti függvénykapcsolat:

$$\ln(n_0) = 0.136 \cdot \ln(k[m \cdot d^{-1}]) - 1.97$$

A szabad hézagterfogat értékeit az egyes modellezett rétegekben a **3. táblázat**ban mutattuk be. A szabad hézagterfogat értékeit a tavak területén a 2-3. modell rétegekben 1-re emeltük.

### **6.3 A bányatavak modelladaptációja**

A modellezés során a felszíni vizek hatását is beépítettük a modellbe. A vizsgált területen számos tó található (**1. ábra**). A tavakat, mint a párolgási veszteség miatt bekövetkező vízkivételeket szimuláltuk, ezért a tavak területén fiktív kutakat építettünk a modellbe. A kutak hozamát az egyes cellák változó alapterületének függvényben – a GLEV adatbázis hidrometeorológiai adatai alapján - 810 mm/év párolgási veszteség figyelembevételével vettük fel (A szabad vízfelszín párolgása a csapadéknál 350 mm/évvel magasabb). A tavak területén a szivárgási tényezőket kb. 2.5 nagyságrenddel megemeltük annak érdekében, hogy a vizek akadálytalanul, azaz közel vízszintes vízdomborzat mellett mozoghassanak. A tavak területén a porozitást 1-nek tételeztük fel. A párolgást, a szivárgási tényező és porozitás adaptációt valamennyi tó esetében alkalmaztuk.

A termelésbe vont tó esetén viszont a párolgási veszteséghez hozzáadtuk a kőzetmátrix eltávolítása okozta odaáramlást, aminek mértékét a korábbiak szerint 500 m<sup>3</sup>/d értékűnek határoztunk meg. Ez a hozam az aktuális tófelülettel osztva adta meg az egységnyi felületre eső kavicstermelésből fakadó fajlagos hidraulikai hatás értékét. A párolgási veszteség és a kavicstermelésből eredő hidraulikai hatás összegét az elemen belüli vízfelülettel szorozva megkaptuk cellát érő vízhozamcsökkenést.

Amennyiben a tó visszatöltésre kerül, akkor a tóba juttatott közetmátrix a környező vízáradókba vizet présel, amit egyfajta injektálási hozamként értelmezhetünk. A feltöltés esetén a szabad vízfelszín párolgása csökkenti, a visszatöltés pedig növeli a vízmérleget, aminek az eredőjét adaptáltuk a modellbe. A termeltetett és visszatöltött tavak esetében alkalmazott fajlagos veszteségek értékét a 4. táblázat mutatja be.

4. táblázat: A tavak fajlagos egységnyi területre jutó vízvesztésének mértéke

Ütem	Idő- tartam	Párolg ás	Ter- melés	Terü- let	Fajlagos bányászati hatás	Eredő hatás	Vissza- töltés	Terü- let	Fajlagos bányászati hatás	Eredő hatás
	nap	m³/d/h a	hrsz	m²	m³/d/ha	m³/d/ha	hrsz.	m²	m³/d/ha	m³/d/ha
Visszatöltés nélkül										
1a. ütem	54	-142.3	01285/ 17	3850	-1298.7	-1441.0				
1b. ütem	182	-142.3		12970	-297.3	-439.6				
2. ütem	172	-142.3		12250	-172.0	-314.3				
3. ütem	300	-142.3	01285/ 26	21432	-233.3	-375.6				
4. ütem	233	-142.3		16670	-131.2	-273.5				
Visszatöltéssel										
1a. ütem	54	-142.3	01285/ 17	3850	-1298.7	-1441.0				
1b. ütem	182	-142.3		12970	-297.3	-439.6				
2. ütem	172	-142.3		12250	-172.0	-314.3				
3. ütem	300	-142.3	01285/ 26	21432	-233.3	-375.6	01285/ 17	16362	146.3	4.0
4. ütem	233	-142.3		16670	-131.2	-273.5		12708	618.5	476.2

## 6.4 Peremfeltételek

A modellben GHB cellákat alkalmaztunk a 2-4. modellréteg minden oldalán. A GHB peremfeltétel-típus a peremi cellákban szükség esetén nyomásszint változást is megenged, a cella vízmérlegét az ott kialakuló depresszióval arányos mértékben változtatva meg. Ezen elemekben a peremi és a szomszédos cella közötti vízforgalom mértékét egy arányossági tényező és a peremmelletti cellában kialakult vízszint és a peremre megadott fiktív vízszint közötti eltérés határozza meg.

Mettől nagyobb az arányossági tényező, illetve a vízszintkülönbség a modell peremén, annál nagyobb a betáplált vagy megcsapolt vízmennyiség. Végtelen arányossági tényezővel állandó nyomásszintű, zérus tényezővel vízzáró peremként is használhatjuk a GHB cellákat. A modellben azonos, egységnyi rétegvastagságra normált erősségű GHB cellákat alkalmaztunk,

mely azonos mértékű oldalsó utánpótlást enged meg. A GHB cellák szivárgási keresztmetszet felületegységére eső erőssége  $0,08 \text{ d}^{-1}$  értékű volt.

A GHB cellák értékének meghatározása az alábbi egyenlet alapján történt:

$$C_{GHB} = \frac{k \cdot A}{L_0}, \quad \text{ahol}$$

$k$  : a réteg vízszintes szivárgási tényezője [m/s]

$A$  : a szivárgás irányára merőleges felület nagysága az elemben [ $\text{m}^2$ ]

$L_0$  : a perem távolsága az állandó nyomásúnak feltételezett határtól [m]

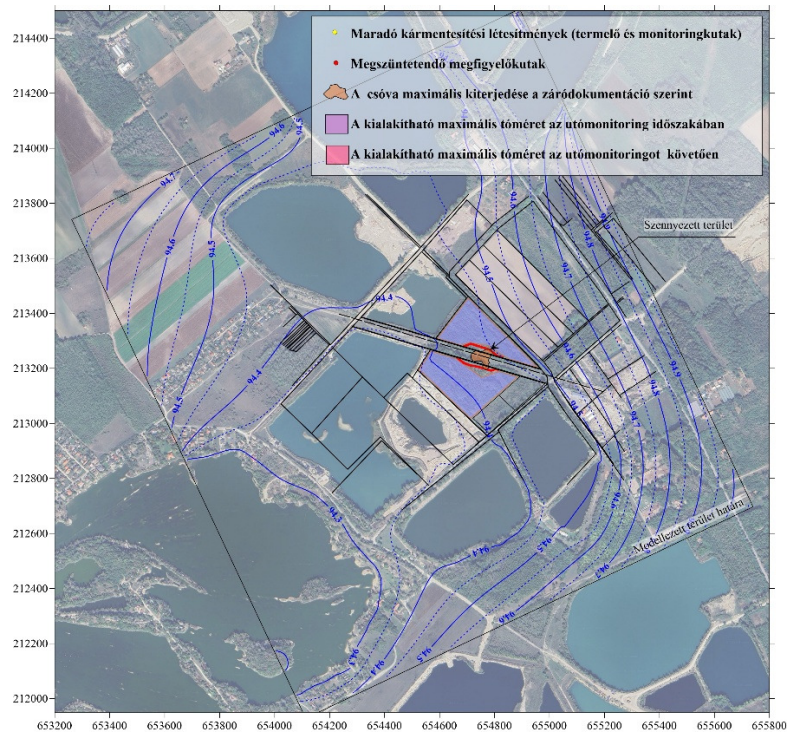
## 7 A TERVEZETT BÁNYÁSZAT HATÁSA A TÉRSÉGI TALAJVÍZSZINTEKRE

### 7.1 Az alapállapot

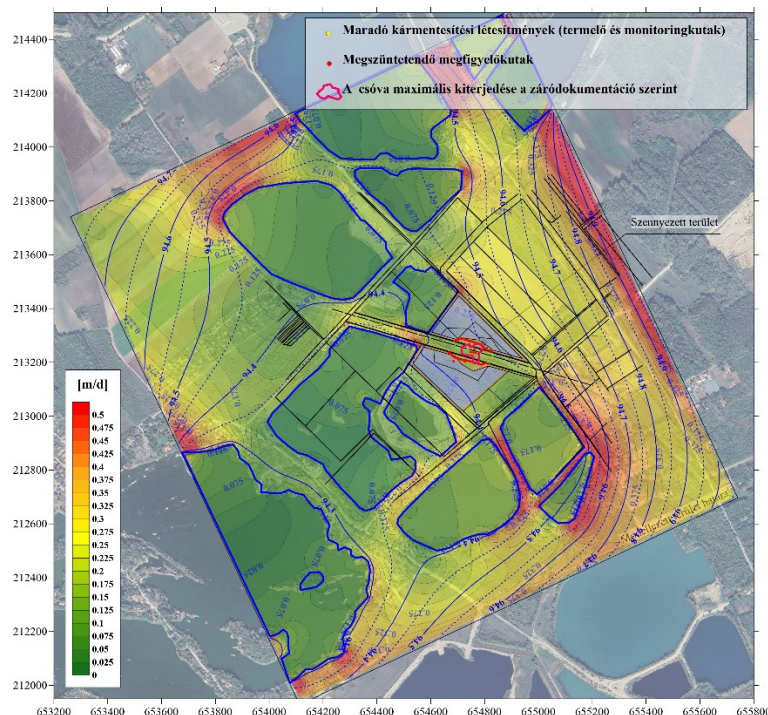
A tervezett bányászati tevékenység hatását a térségre, illetve azon belül is különösképpen a szennyeződésre az előzőekben bemutatott hidrodinamikai modellel vizsgáltuk meg.

A modellben először vizsgáltuk a már meglévő tórendszer hatását a felszín alatti vizekre. A környező tavak esetében a fő hatás a szabad vízfelszín párolgása, ugyanis a nagyméretű tavak esetében az esetleges a területhez képest kis volumenű termelés okozta hatások kismértékűek (**15. ábra**). A jelenlegi helyzetben a tavak partvonalai mentén a potenciálszintek azonosak, melyek nagyjából megfelelnek a tó geometriai középpontja térségében érvényesülő átlagos potenciálszinteknek. mivel az egyes tavak geometriai középpontjainak elhelyezkedése okán a partvonalak mentén várható potenciálszintek tavanként eltérőek, viszont a tavak egymáshoz közel helyezkednek el, ezért a tavak közötti keskeny zónákban érdemi potenciálkülönbségek mellett kialakuló magas horizontális hidraulikus gradiensek jellemzőek, azaz **a tavak közötti területeken, illetve a tavak al- és felvízi kilépési pontjainál erősebb a talajvízszivárgás sebessége (16. ábra)**. Ugyanakkor **a tavakban és a tavak mentén az azonos potenciálszintek miatt a szivárgás erősen lelassul**, amit majd a későbbiekben bemutatott szivárgási sebességérképek is jól bemutatnak.





**15. ábra:** A jelenlegi tórendszer párolgási veszteségei mellett kialakuló mértékadó talajvízszintek térképe [mBf.]



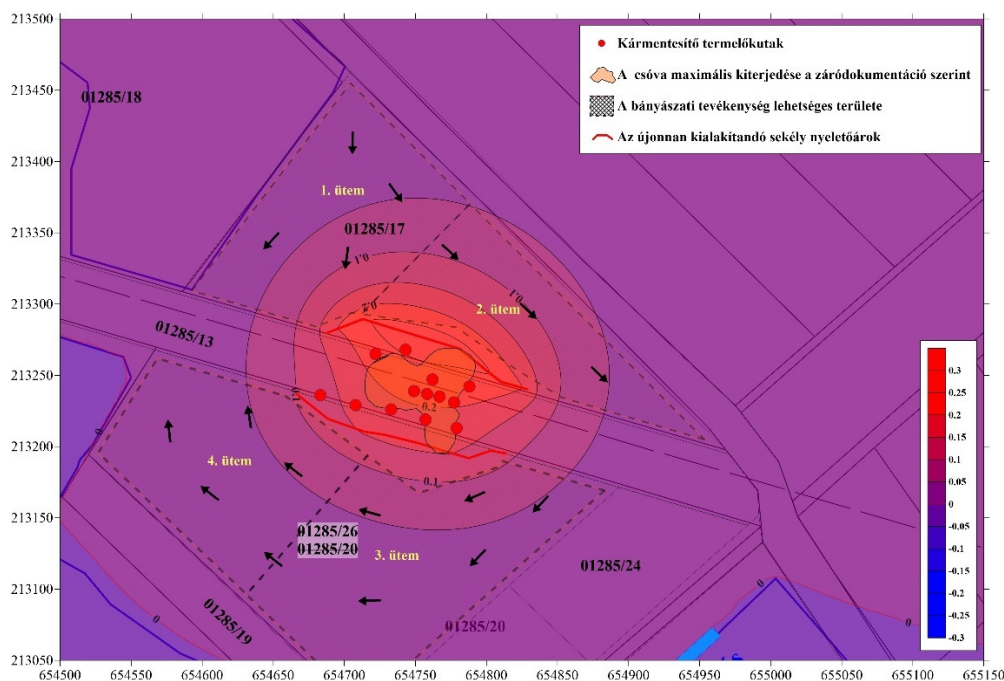
**16. ábra:** A jelenlegi tórendszer párolgási veszteségei mellett kialakuló mértékadó szivárgási sebességek térképe [m/d]

## 7.2 A tervezett csóva-helybentartó beavatkozás szimulációja

Az Agruniver Holding tervezői javaslatot tettek összesen 13 db kút időszakos, bányászat idejére történő újraindítására összesen legfeljebb 250 m<sup>3</sup>/d hozammal. A kutak közül a csőcsordán belüli területen található kutakban 25 m<sup>3</sup>/d, a köztes területen 20 m<sup>3</sup>/d, a peremi helyzetben található kutak esetében 14 m<sup>3</sup>/d hozam kitermelését irányoztuk elő, összesen 250 m<sup>3</sup>/d hozamot kitermelve (3. ábra).

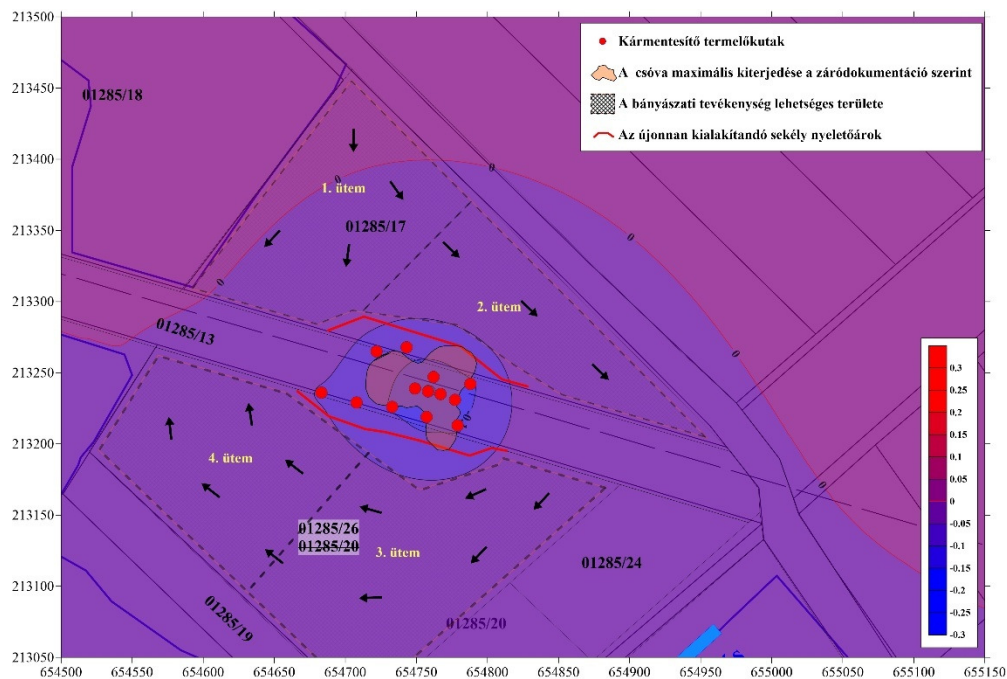
A gócterületre 50 m<sup>3</sup>/d hozamot juttatunk vissza szikkasztással, míg az adott helyzetben a bányához közelebbi, sekélymélységű árokba 160 m<sup>3</sup>/d, a távolabbi árokba pedig 40 m<sup>3</sup>/d hozam elsikkasztását irányoztuk elő.

Annak bemutatására, hogy önmagában a rendszer milyen hidraulikai hatással bír meghatároztuk az északi, illetve a déli árok intenzívebb működése esetére is a vízszintváltozások mértékét a vízáadó felső, nyeletési és alsó, termelési zónájában (17. ábra-20. ábra).

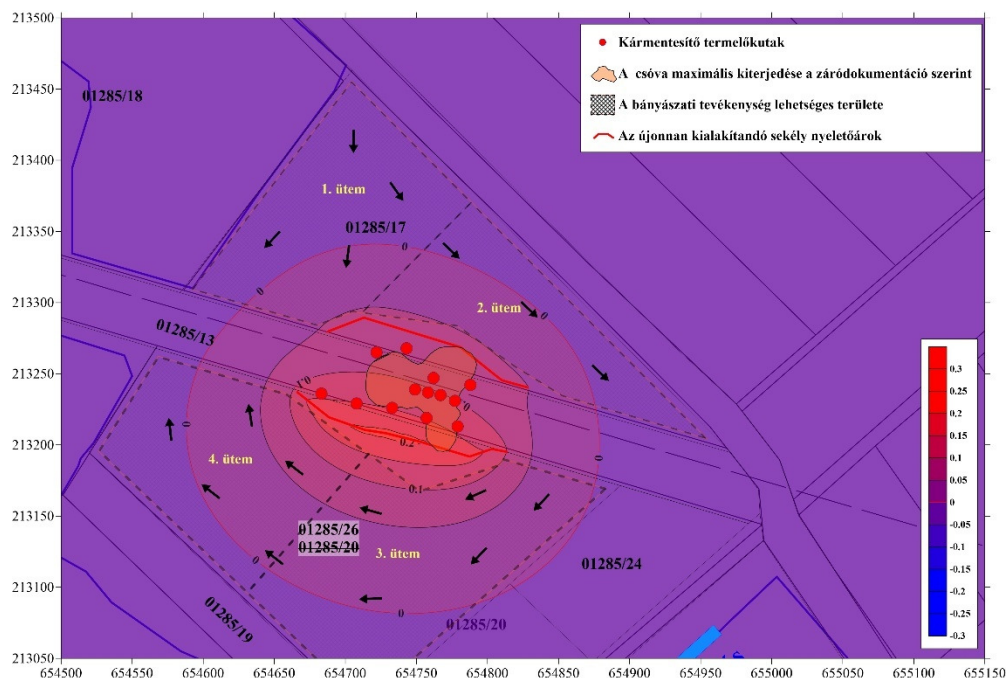


**17. ábra.** A csóva helybentartást célzó rendszer működésének hidraulikai hatása az északi nyeletőárok intenzív működése esetén a meglévő tavak hatásának figyelembevételével  
A vízáadó felső (nyeletési) zónájában

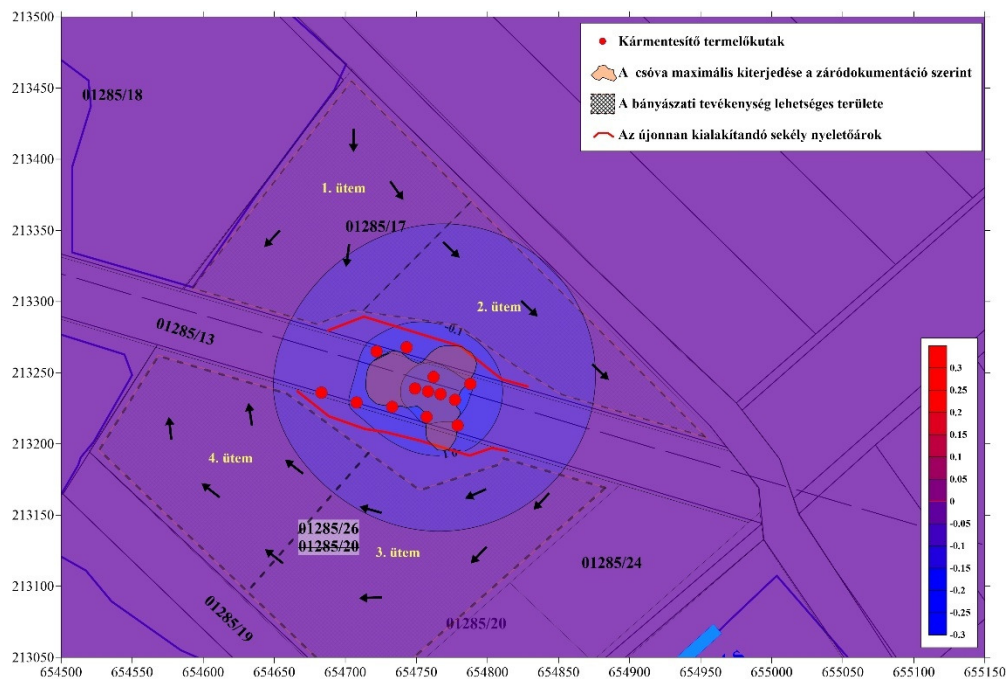




**18. ábra.** A csóva helybentartást célzó rendszer működésének hidraulikai hatása az északi nyeletőárok intenzív működése esetén a meglévő tavak hatásának figyelembevételével  
A vízadó alsó (termelési) zónájában



**19. ábra.** A csóva helybentartást célzó rendszer működésének hidraulikai hatása a déli nyeletőárok intenzív működése esetén a meglévő tavak hatásának figyelembevételével  
A vízadó felső (nyeletési) zónájában



**20. ábra.** A csóva helybentartást célzó rendszer működésének hidraulikai hatása a déli nyeletőárok intenzív működése esetén a meglévő tavak hatásának figyelembevételével

A vízadó alsó (termelési) zónájában

Az ábrákról látszik, hogy a vízadó alsó zónájában az azonos rend szerint működő kutak miatt a nyeletés súlypontjától függetlenül kb. azonos, 20 cm-t meghaladó depresszió alakul ki, míg a felső zónában az árkos nyeletés helyétől függő vízszintemelkedéseket tapasztalunk. A rendszer ugyanakkor egy felülről lefelé történő átmosást is végez a kutakkal lefedett területre így a már korlátozott migrációképeségű szennyeződés további mentesítését, koncentráció-csökkenését is jól szolgálja.

### 7.3 A bányászati tevékenység szimulációja

A bányászati tevékenység időszakát helyrajzi számonként összesen 3, illetve 2 db szakaszra bontottuk. A **5. ábra** szerinti 1. ütemet ugyanis két részre bontottuk, hogy a kezdeti, kis bányatófelület melletti hatásokat is számítani tudjuk.

A számítások során meghatároztuk az ütem során kialakuló átlagos tó méret alapján a kavics mátrixanyag kitermelése okozta beáramlási hozamokat, a 01285/20 tó termelése időszakában a 01285/17 területén található tó visszatöltődése miatti hozamokat, valamint a szabad vízfelszín párolgási veszteségének éves átlagát (4. táblázat).



## 8 A MODELLSZÁMÍTÁSOK EREDMÉNYEI

A modellszámításokat elvégeztük arra az esetre, ha a bányászat második fázisában (a 01285/17 hrsz. tó teljes kitermelését követően a 01285/26 ingatlan területén folyó kavics termelés közben) a 01285/17 ingatlanon képződött tó visszatöltését elvégzik, illetve, ha nem (vagy majd később a bányászat felhagyását követően végzik el).

**A rendszer működése szempontjából azok az időszakok a legproblémásabbak, amikor az addig kialakult tó területe még kicsi** (első nyitóárok kialakítása a 01285/17, illetve 01285/26 hrsz területen), **ugyanis ekkor a legnagyobb a hidraulikai hatás** (a potenciálszint csökkenése a termelt kavics-mátrixanyag adott, időben állandónak tekintett ütemű eltávolítása következtében).

**A déli bányató esetében a nyitógödör képzéssel egyidejűleg folyhat már az északi bányató visszatöltése is, ami többlet hidraulikai gradienst is kialakít, azaz nemcsak a termelés, hanem a visszatöltés is kialakít egyidejű az elmozdulást elősegítő talajvízáramlást.**

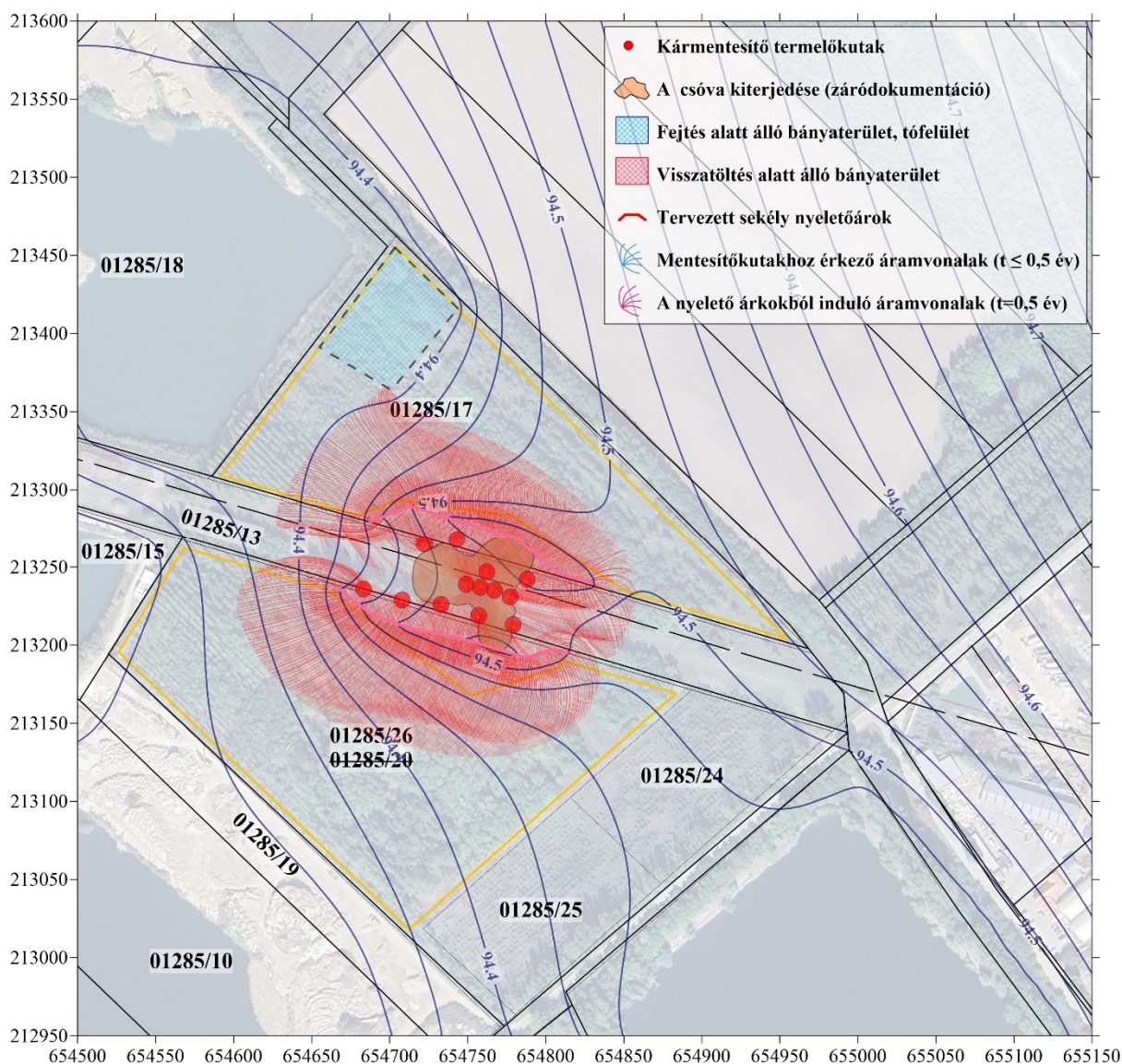
Elvégeztük a számításokat a teljes bányászati tevékenység folyamatára, mint az egyes állapotok végállapotára vonatkozó nem permanens helyzetű helyzetek sorozatára és megvizsgáltuk a kialakuló depressziókat, illetve meghatároztuk a termelőkutak befogási zónáját, amit a féléves elérési időkhöz tartozó áramvonalakkal jellemeztünk, illetve a szennyező góc területéről induló árampályákat is szintén egyéves időszakra. Általánosságban ez utóbbi esetben az áramvonalak már néhány hetet követően állandósultak, tekintettel arra, hogy a szennyezés területétől a termelőkutakig a talajvízre értelmezett áttörési idő jellemzően fél éven belüli. **A nem permanens állapotú számítások során feltételeztük, hogy a termelés folyamatos és a maximális kapacitással történő, ezáltal a legnagyobb hidraulikai hatásokkal járó eseteket vizsgáltuk meg (konzervatív megközelítés). A visszatöltés esetében is azzal számoltunk, hogy annak gyors az üteme, azaz a termeléssel párhuzamosan, azzal azonos intenzitással történik. Mindezek alapján a tényleges helyzet a bemutatotthoz képest csak kedvezőbb lehet.**

A termelés hatásainak bemutatása során bemutatjuk a kialakuló helyzetet a vízáadó felső és alsó zónájában, amire a kis vastagság ellenére azért volt szükség, mert a rendszer termeltetése inkább az alsó zónát, visszatáplálása a felső zónát érinti, a két áramkép átlagolása ezekben az esetekben elfedi a jellegzetességeket. Ugyancsak megkönnyítette az értelmezést, hogy a

nyeletésekhez és a termelésekhez köthető áramvonalak átfednék egymást, amiket így esetenkénti két ábrán (felső és alsó rész) bemutatva könnyebb az áttekintés. A következő pontokban a különböző hidrodinamikai szempontból eltérő helyzeteket bemutatjuk, majd az összeset követően összevontan adjuk meg az értékelésünket.

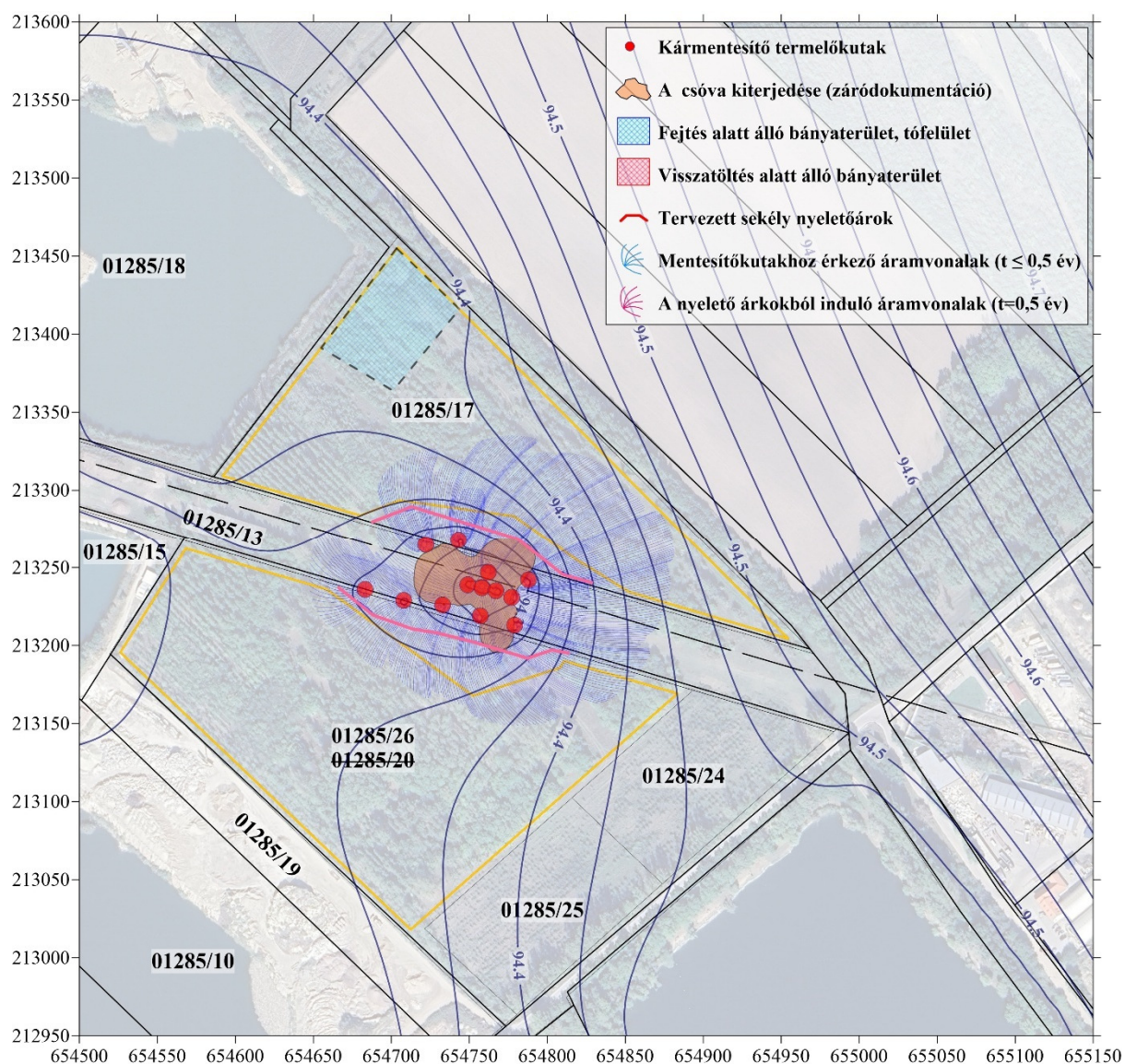
## 8.1 A 01285/17 ingatlan lefejtése

### 8.1.1 A nyitóárok kialakításának időszaka (1a. ütem)



21. ábra: Az 1a ütemben (nyitóárok) kialakuló hidraulikai állapot a vízáradó felső részében és az árkos nyeletés fél éves elérési időhöz tartozó áramvonalai

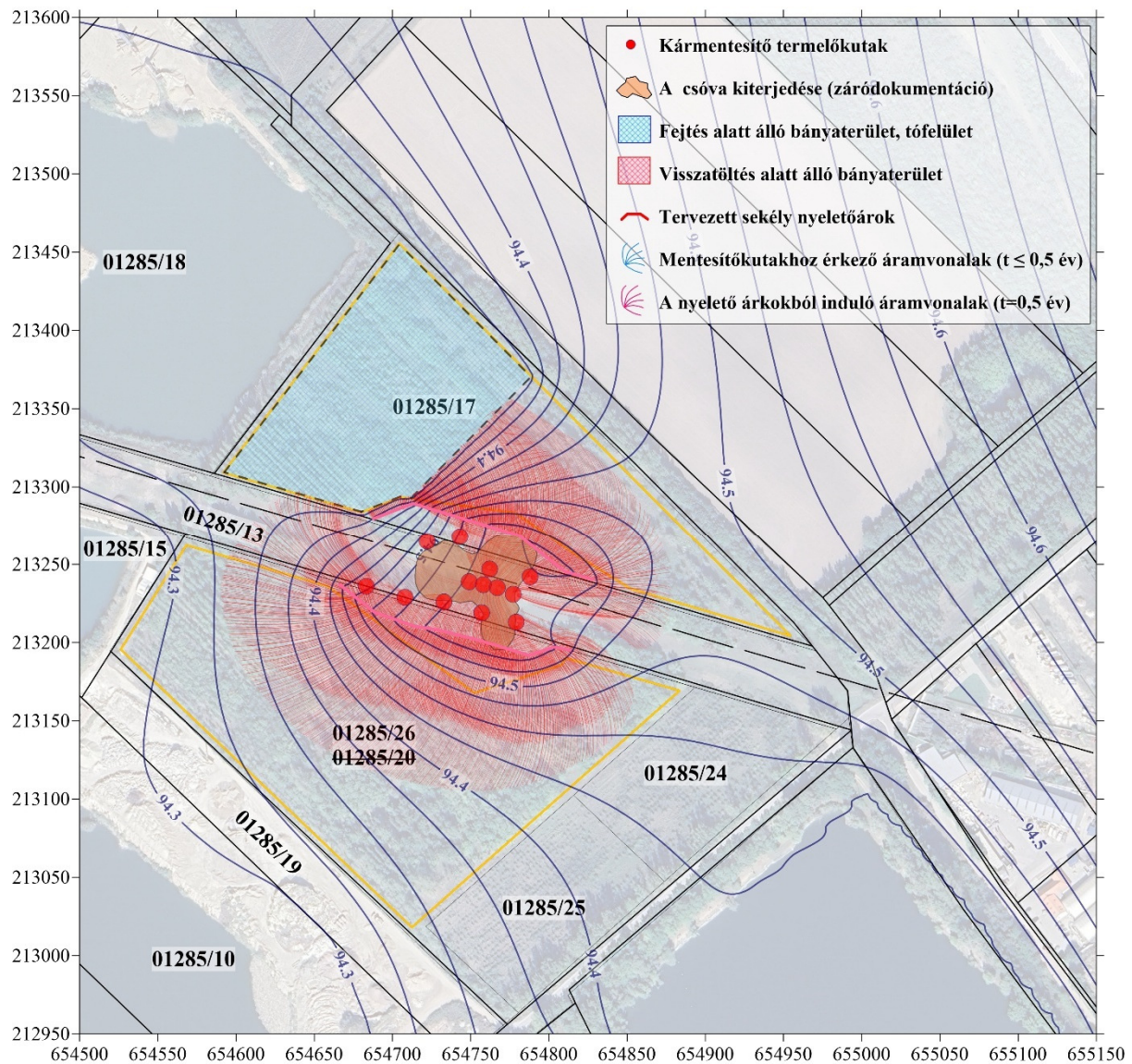




22. ábra: Az 1a ütemben (nyitóárok) kialakuló hidraulikai állapot a vízáadó alsó részében és a kutas termelés féléves elérési időhöz tartozó áramvonalai

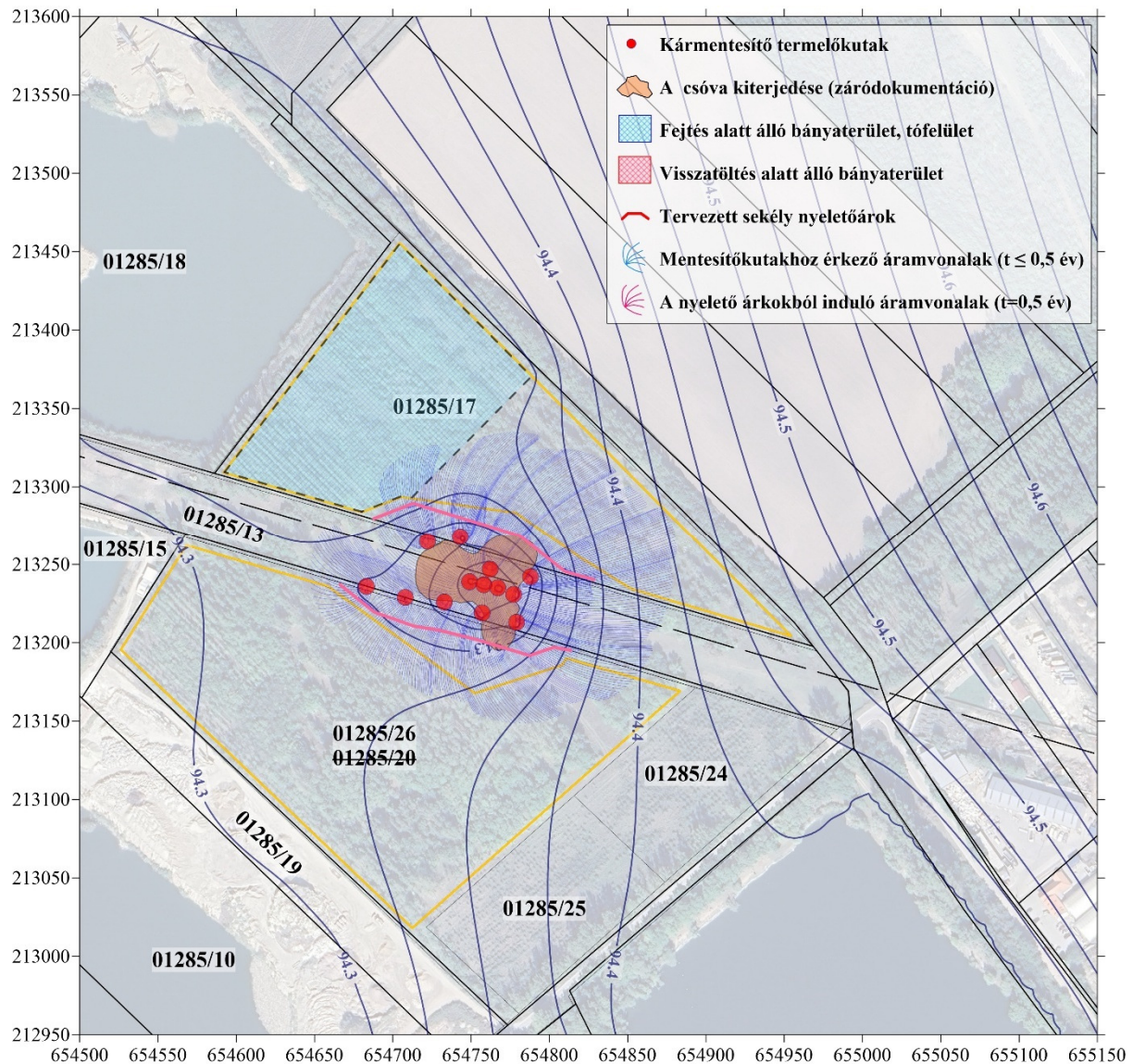


### 8.1.2 Az északi bánya első ütemének lefejtése (1b. ütem)



23. ábra: Az 1b ütemben kialakuló hidraulikai állapot a vízáadó felső részében és az árkos nyeletés féléves elérési időhöz tartozó áramvonalai

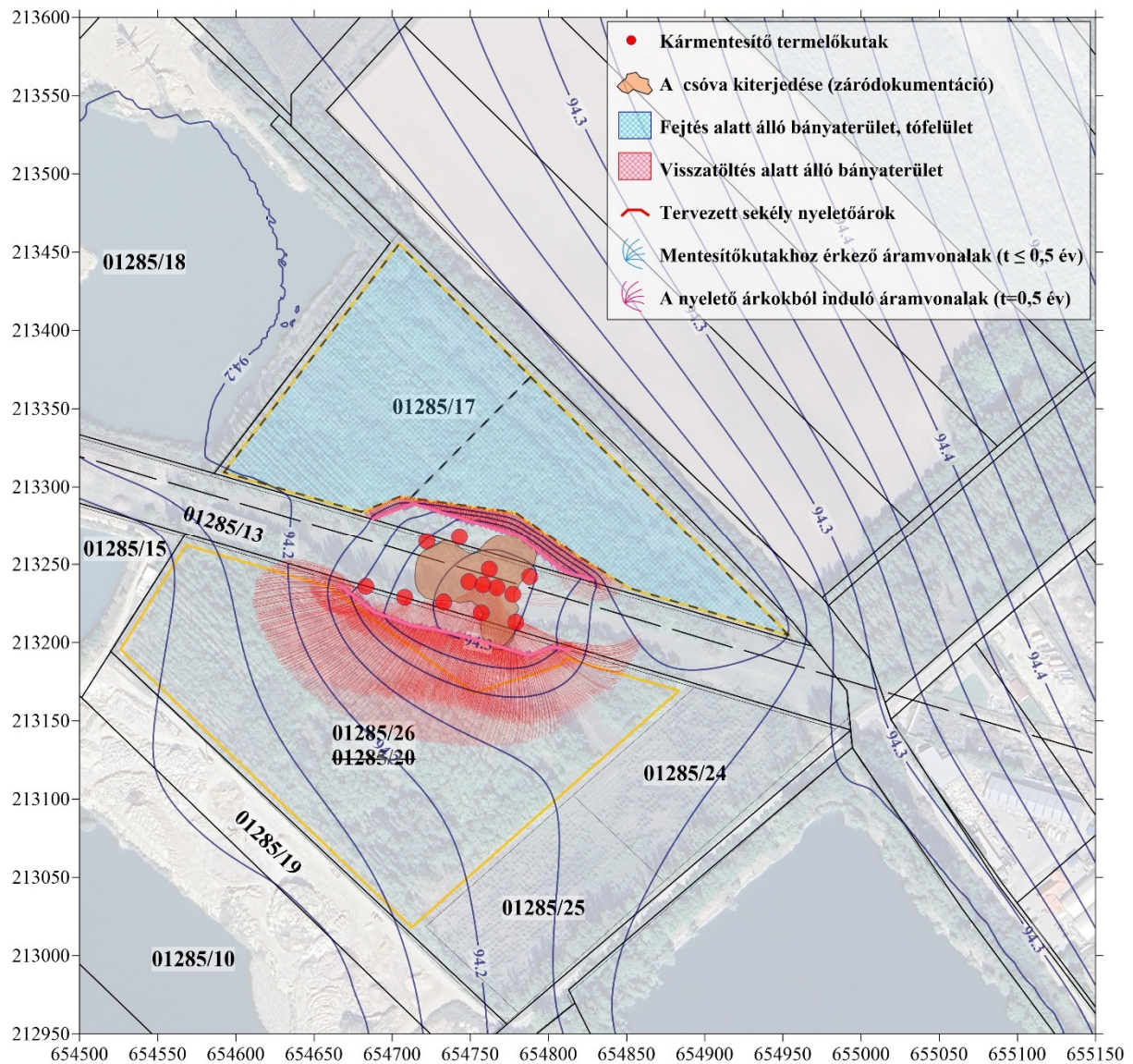




24. ábra: Az 1b ütemben kialakuló hidraulikai állapot a vízadó alsó részében és a kutas termelés féléves elérési időhöz tartozó áramvonalai

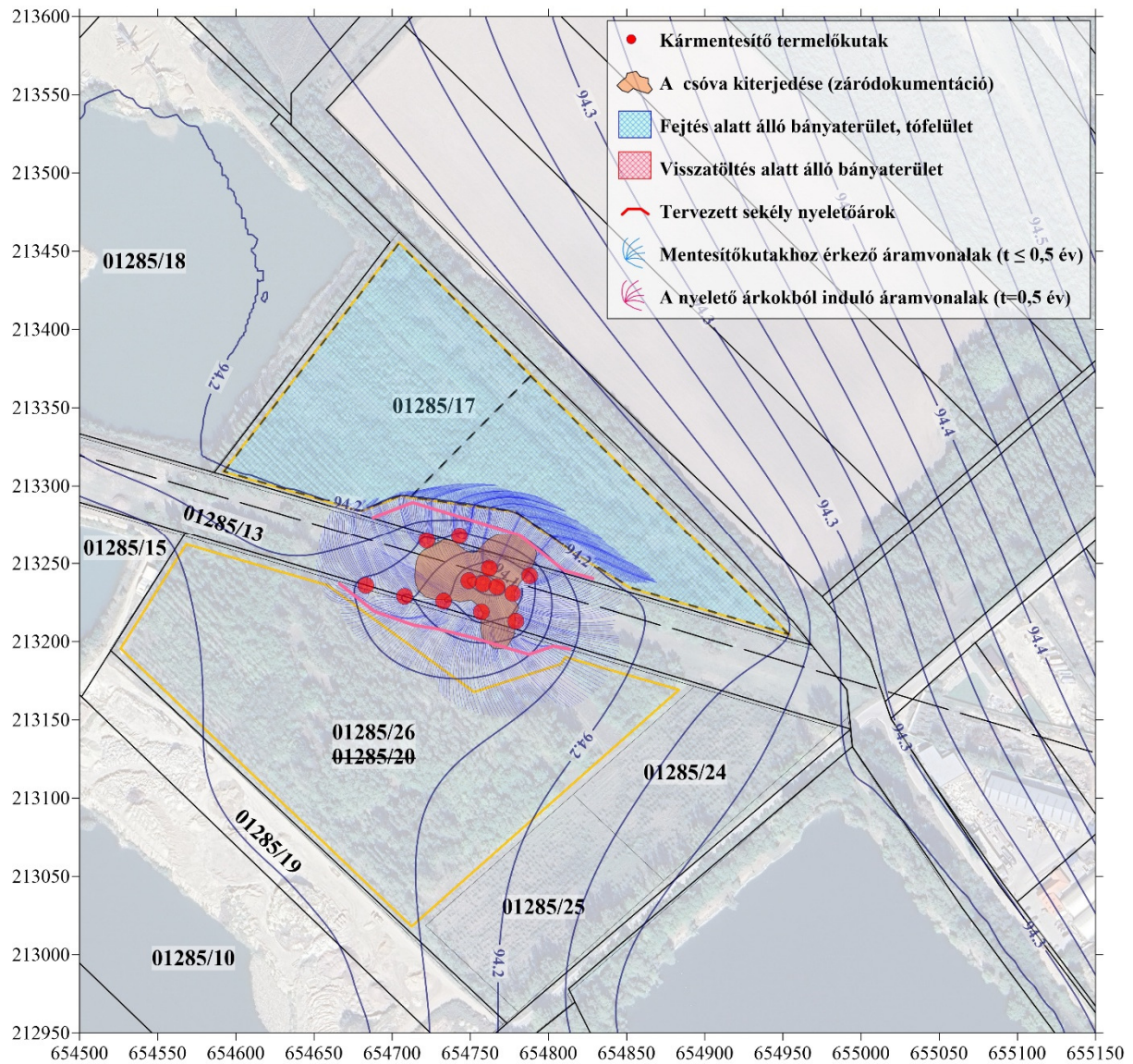


### 8.1.3 Az északi bánya második ütemének lefejtése (2. ütem)



25. ábra: A 2. ütemben kialakuló hidraulikai állapot a vízadó felső részében és az árkos nyeletés féléves elérési időhöz tartozó áramvonalai



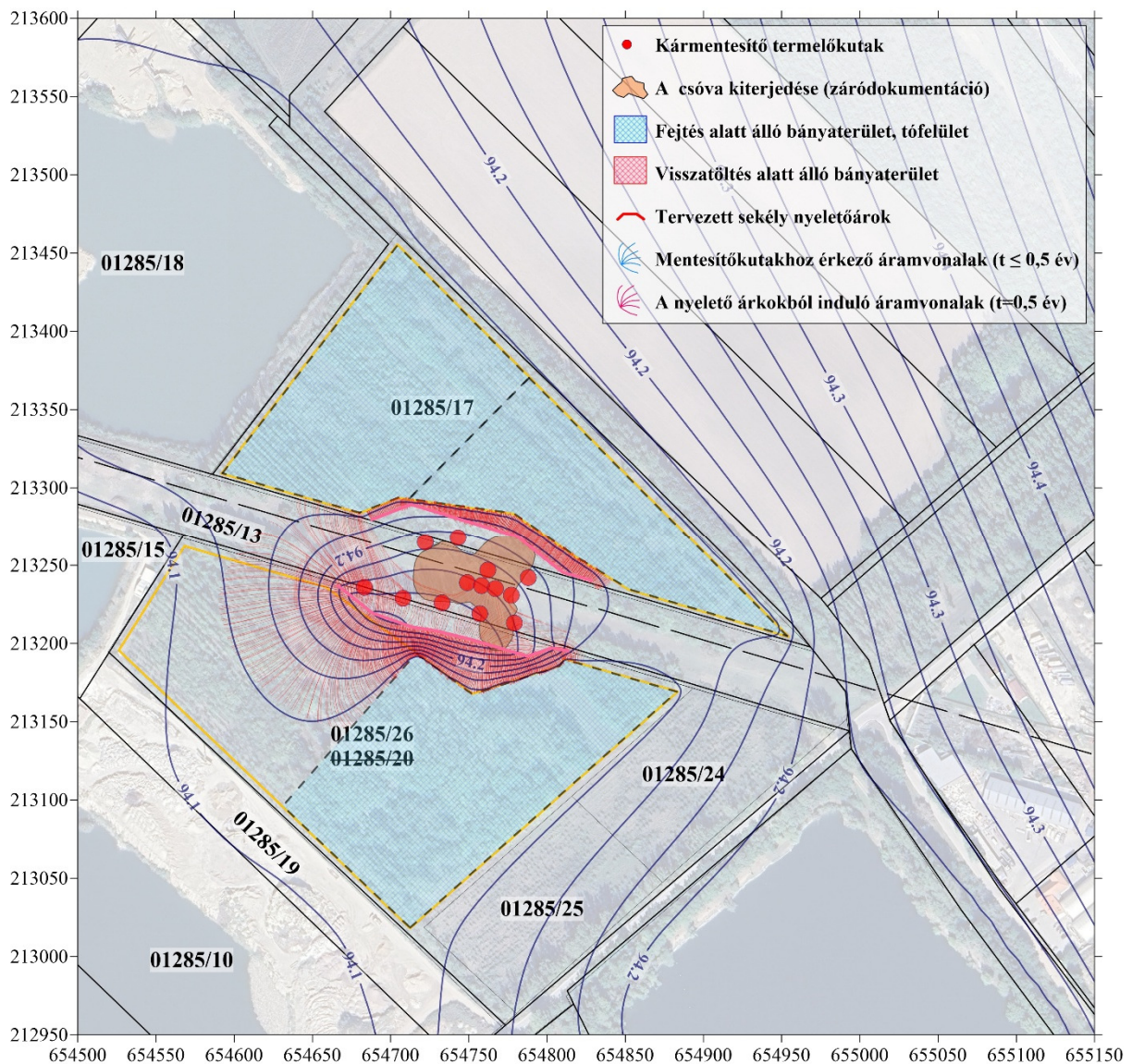


26. ábra: A 2. ütemben kialakuló hidraulikai állapot a vízáadó alsó részében és a kutas termelés féléves elérési időhöz tartozó áramvonalai



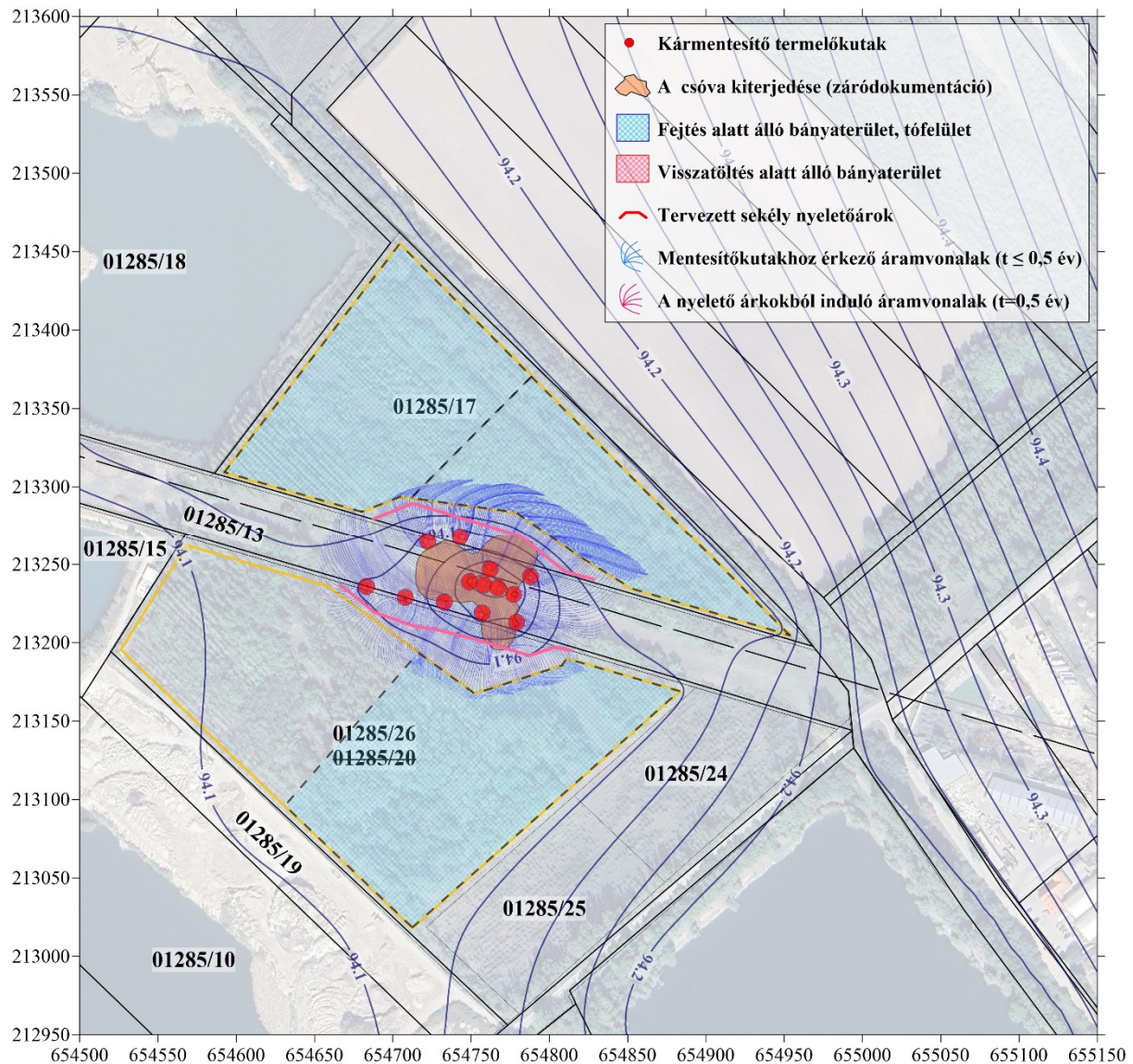
## 8.2 A 01285/26 hrsz ingatlanon történő bányászati tevékenység (déli tó)

### 8.2.1 3. ütem: 01285/26 hrsz első felének letermelése a 01285/17 tó visszatöltése nélkül



27. ábra: A 3. ütemben kialakuló hidraulikai állapot a vízázó felső részében és az árkos nyeletés fél éves elérési időhöz tartozó áramvonalai a 01285/17 tó visszatöltése nélkül

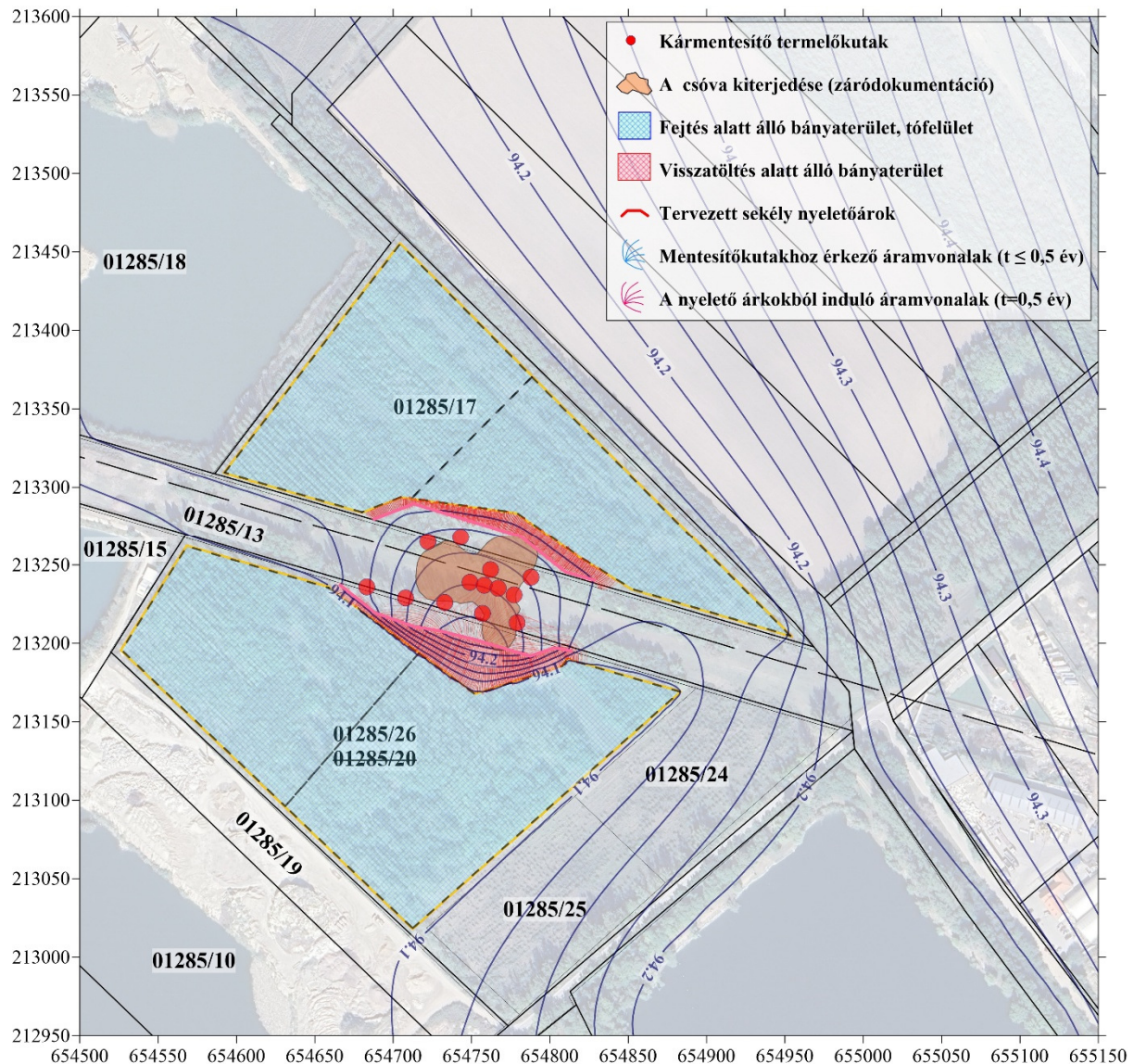




28. ábra: A 3. ütemben kialakuló hidraulikai állapot a vízáadó alsó részében és a kutas termelés féléves elérési időhöz tartozó áramvonalai a 01285/17 tó visszatöltése nélkül

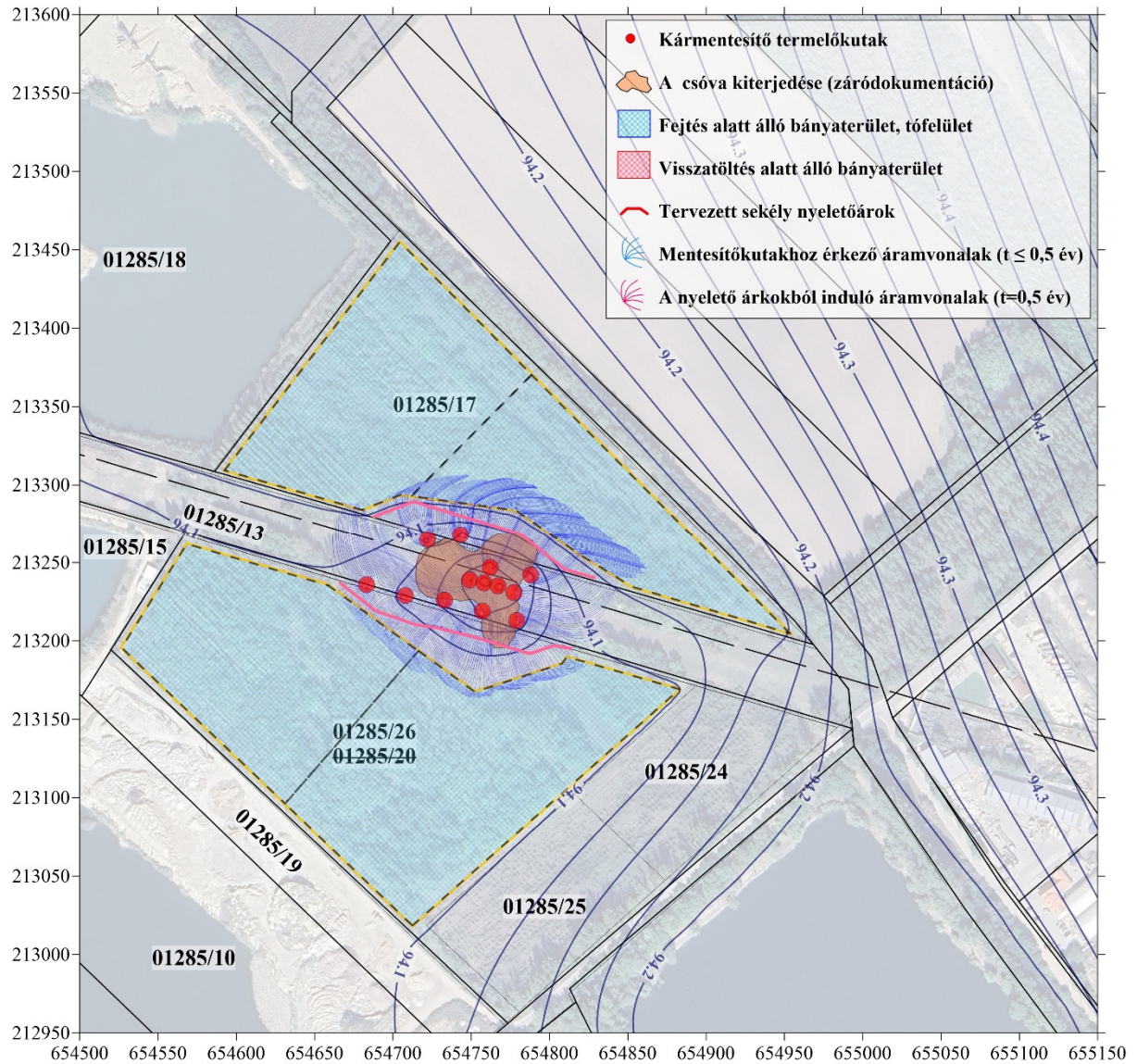


## 8.2.2 4. ütem: 01285/26 hrsz második felének letermelése a 01285/17 tó visszatöltése nélkül



29. ábra: A 4. ütemben kialakuló hidraulikai állapot a vízáadó felső részében és az árkos nyeletés féléves elérési időhöz tartozó áramvonalai a 01285/17 tó visszatöltése nélkül

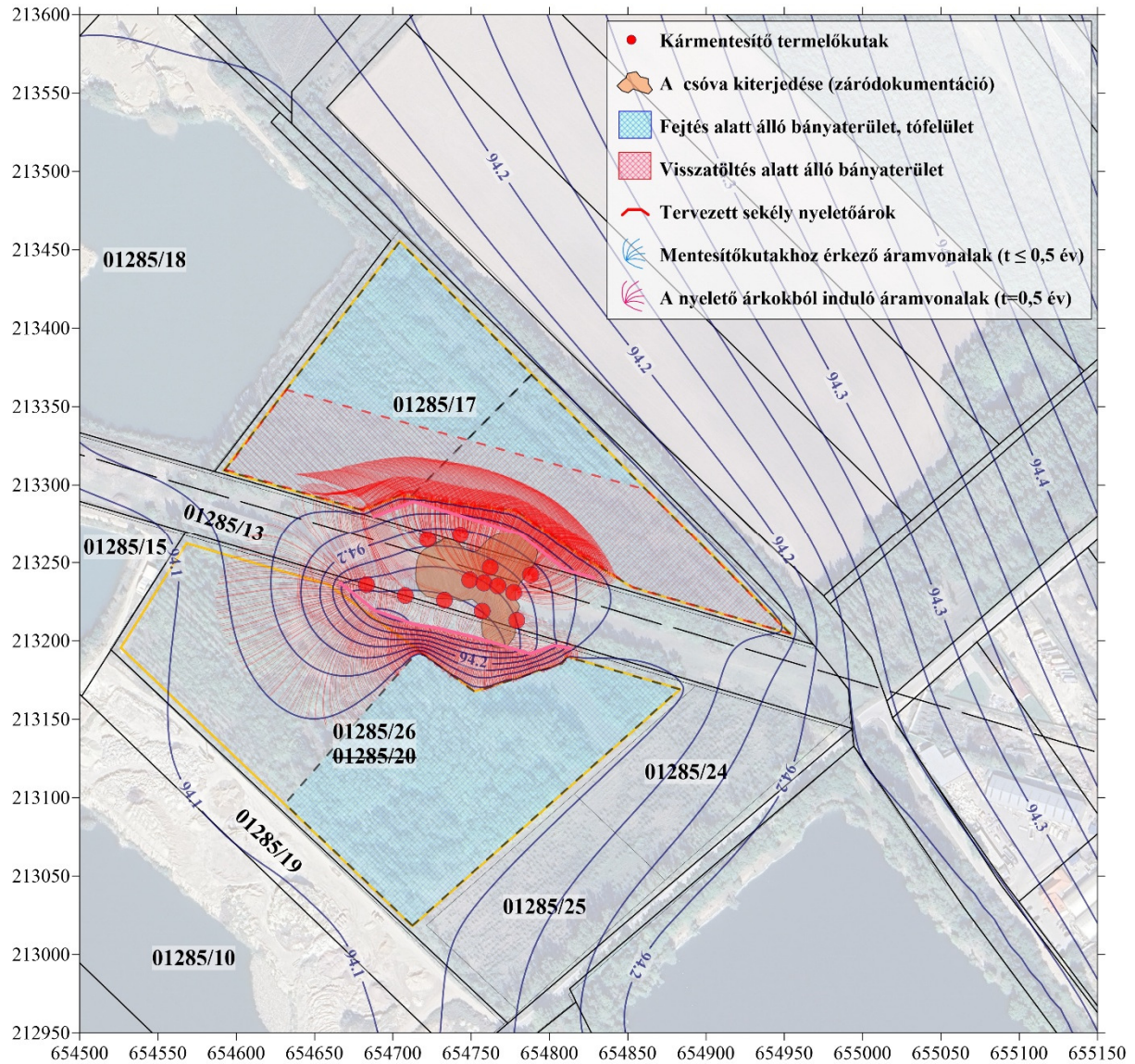




30. ábra: A 4. ütemben kialakuló hidraulikai állapot a vízáadó alsó részében és a kutas termelés féléves elérési időhöz tartozó áramvonalai a 01285/17 tó visszatöltése nélkül

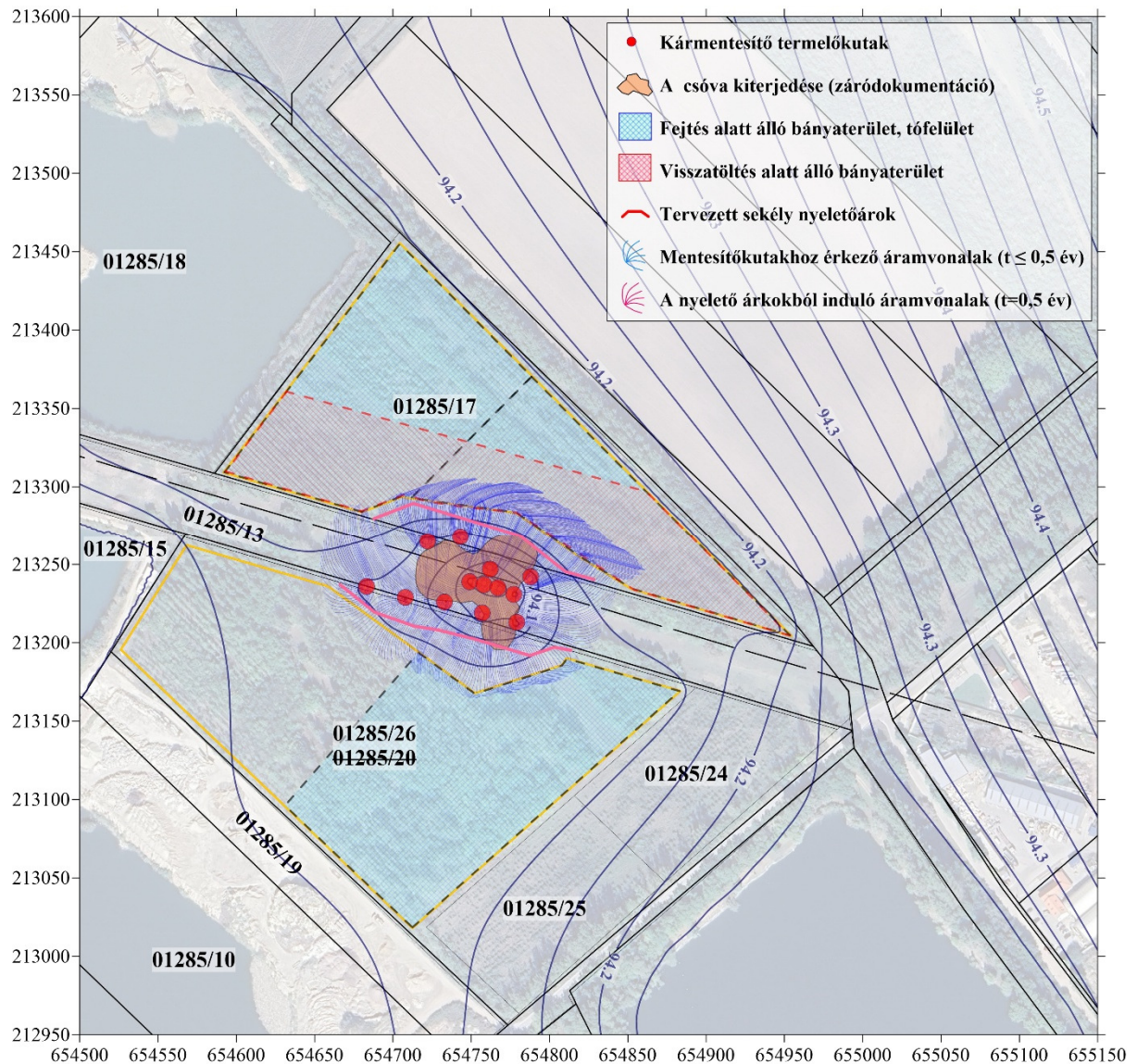


### 8.2.3 3. ütem: 01285/26 hrsz első felének letermelése a 01285/17 tó visszatöltése esetén



31. ábra: A 3. ütemben kialakuló hidraulikai állapot a vízadó felső részében és az árkos nyeletés féléves elérési időhöz tartozó áramvonalai a 01285/17 tó visszatöltése esetén

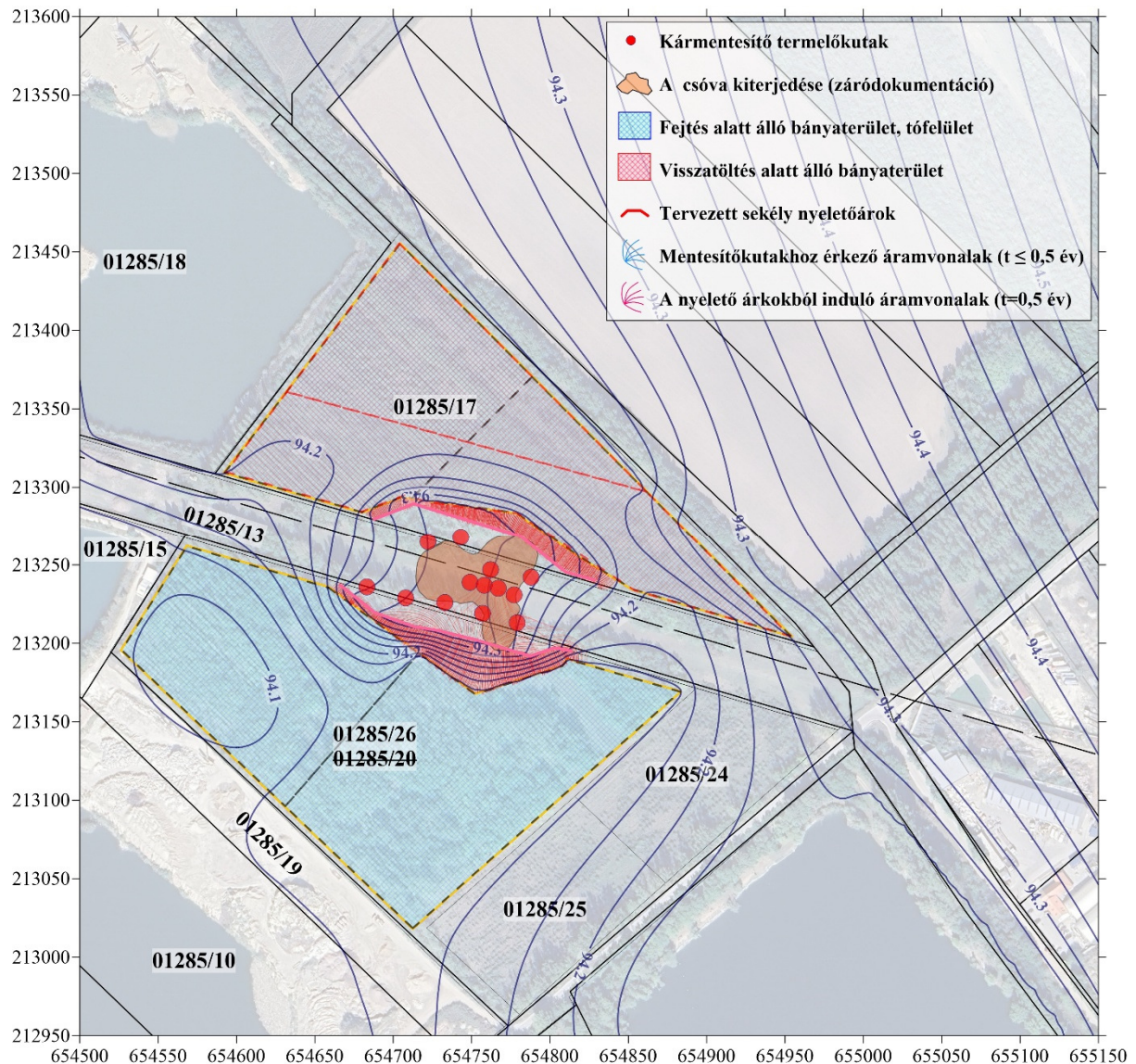




32. ábra: A 3. ütemben kialakuló hidraulikai állapot a vízáadó alsó részében és a kutas termelés féléves elérési időhöz tartozó áramvonalai a 01285/17 tó visszatöltése esetén

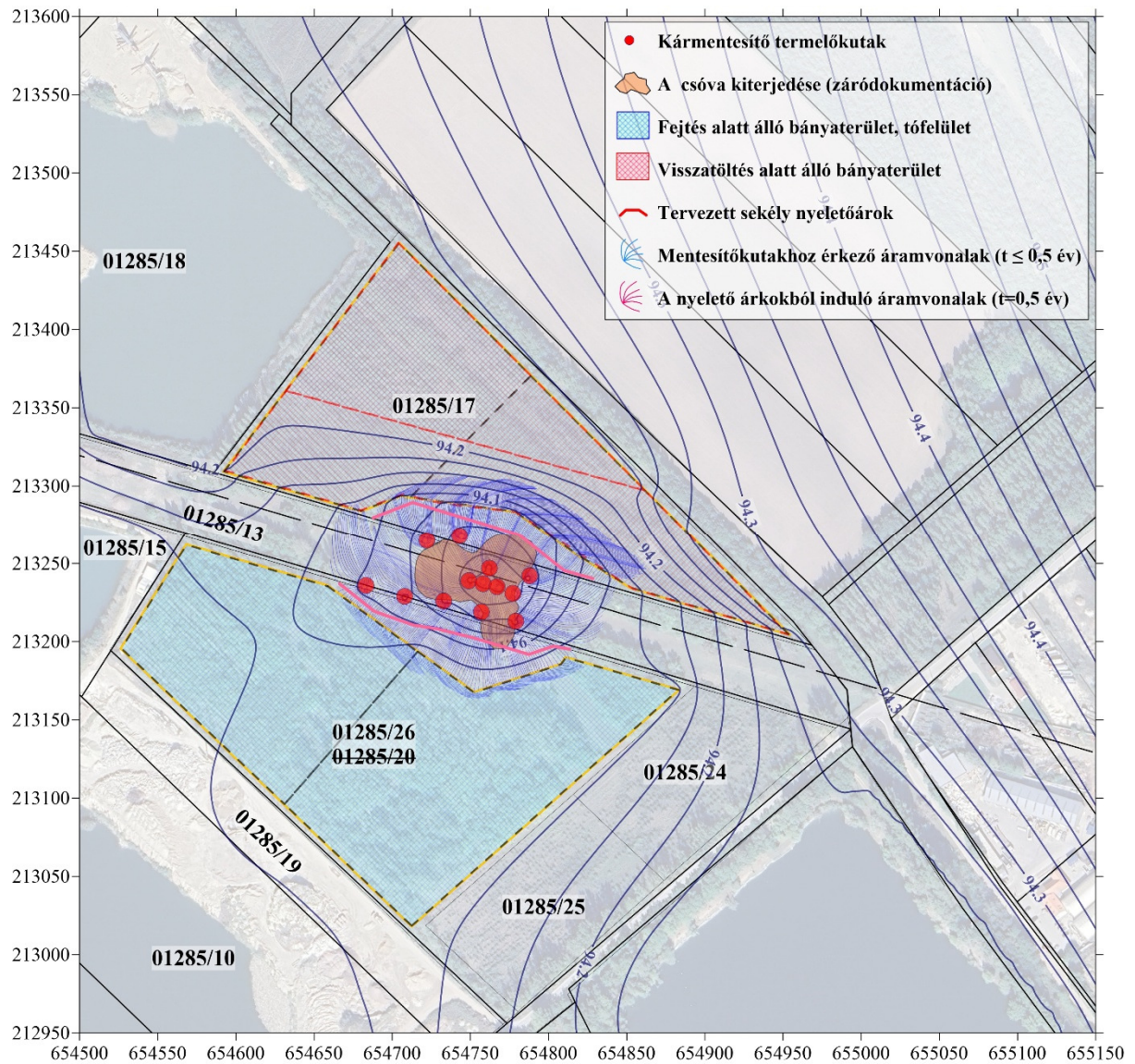


#### 8.2.4 4. ütem: 01285/26 hrsz második felének letermelése a 01285/17 tó visszatöltése esetén



33. ábra: A 4. ütemben kialakuló hidraulikai állapot a vízdó felső részében és az árkos nyeletés féléves elérési időhöz tartozó áramvonalai a 01285/17 tó visszatöltése esetén



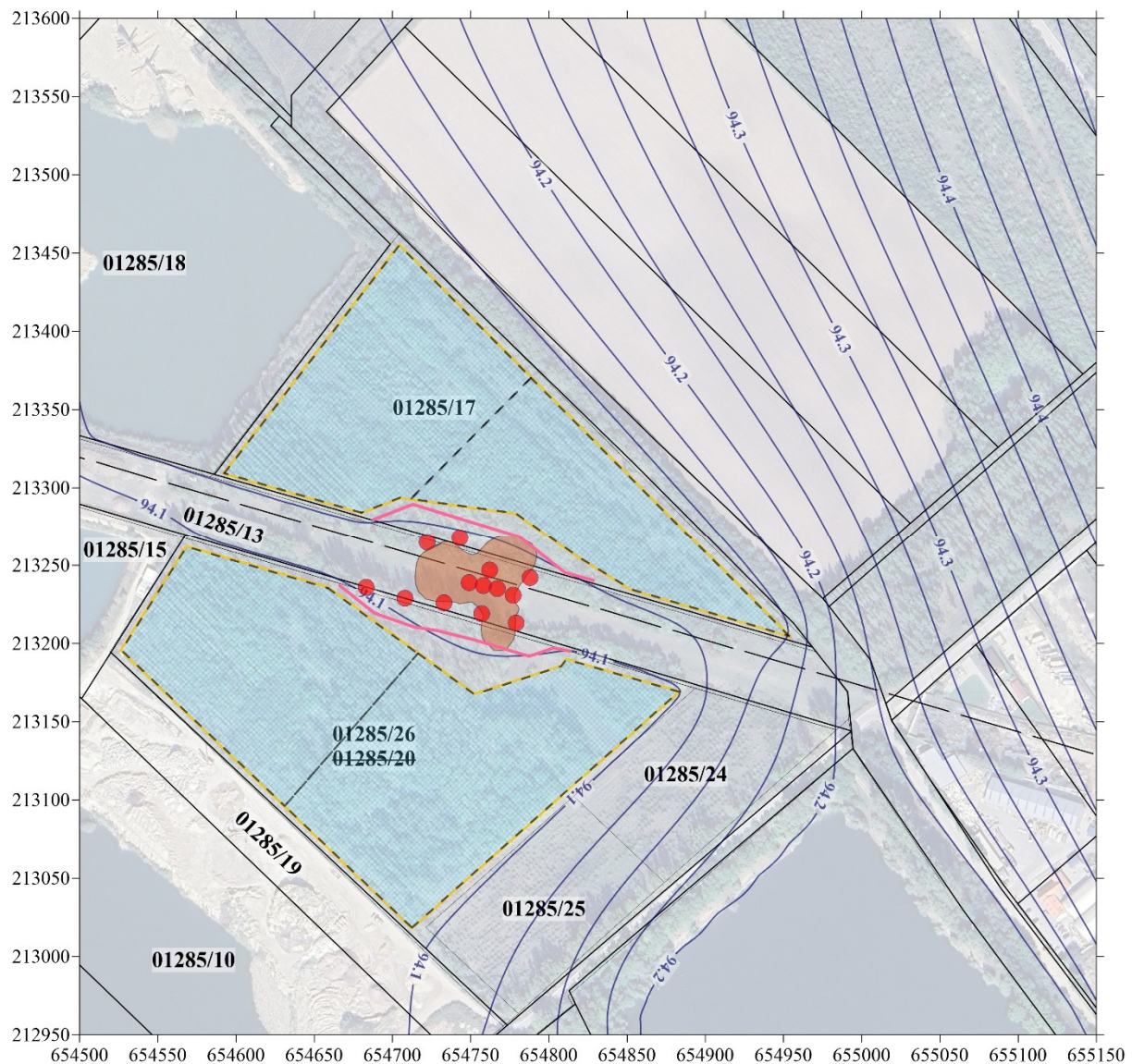


34. ábra: A 4. ütemben kialakuló hidraulikai állapot a vízáadó alsó részében és a kutas termelés féléves elérési időhöz tartozó áramvonalai a 01285/17 tó visszatöltése esetén



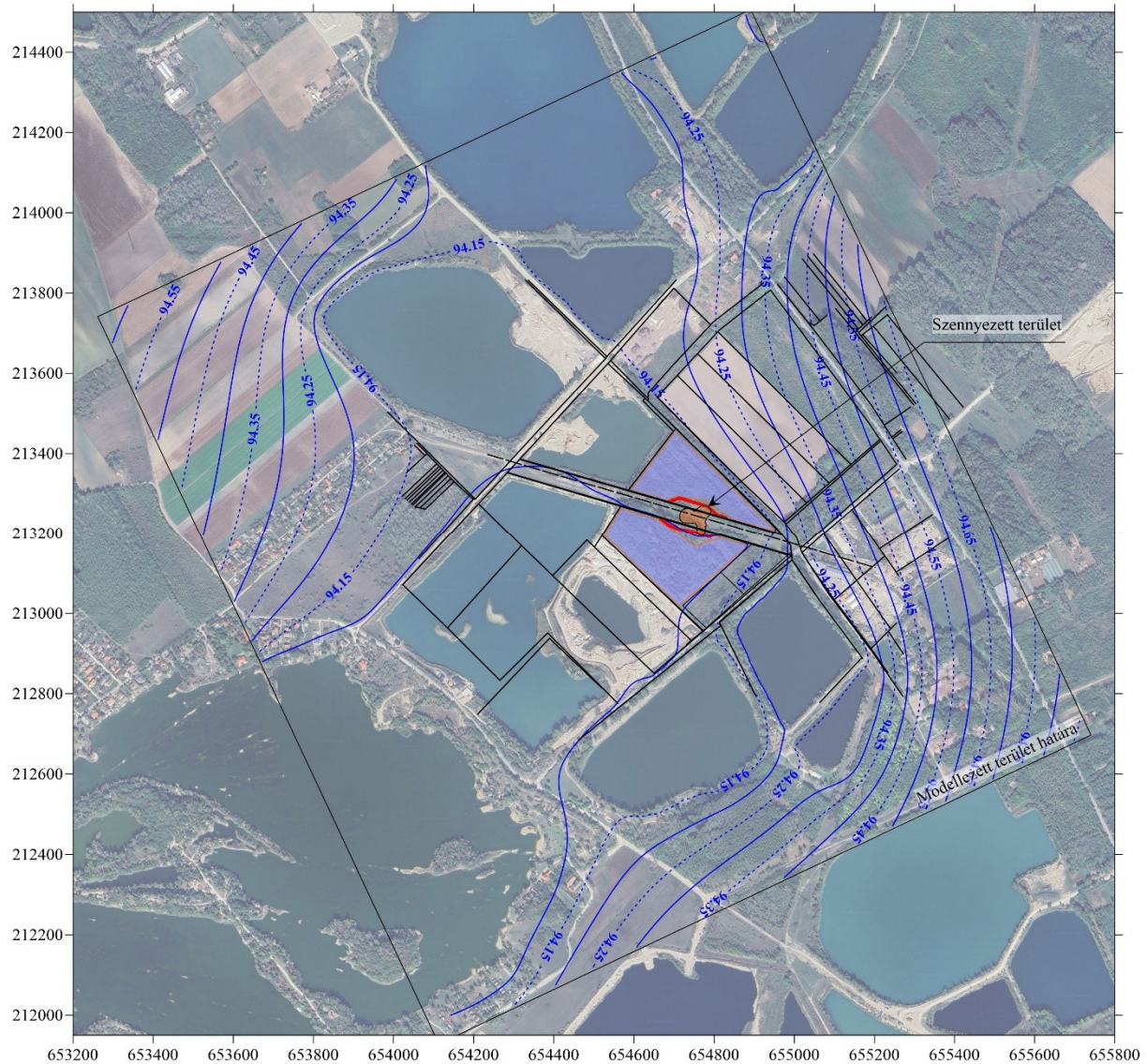
### 8.3 A bányászati tevékenység befejezését követő (a felhagyás utáni) állapot

#### 8.3.1 A bányászat befejezését követően kialakuló állapot a 01285/17 tó visszatöltése nélkül



35. ábra: A bányászatot követően kialakuló hidraulikai állapot a 01285/17 tó visszatöltése nélkül

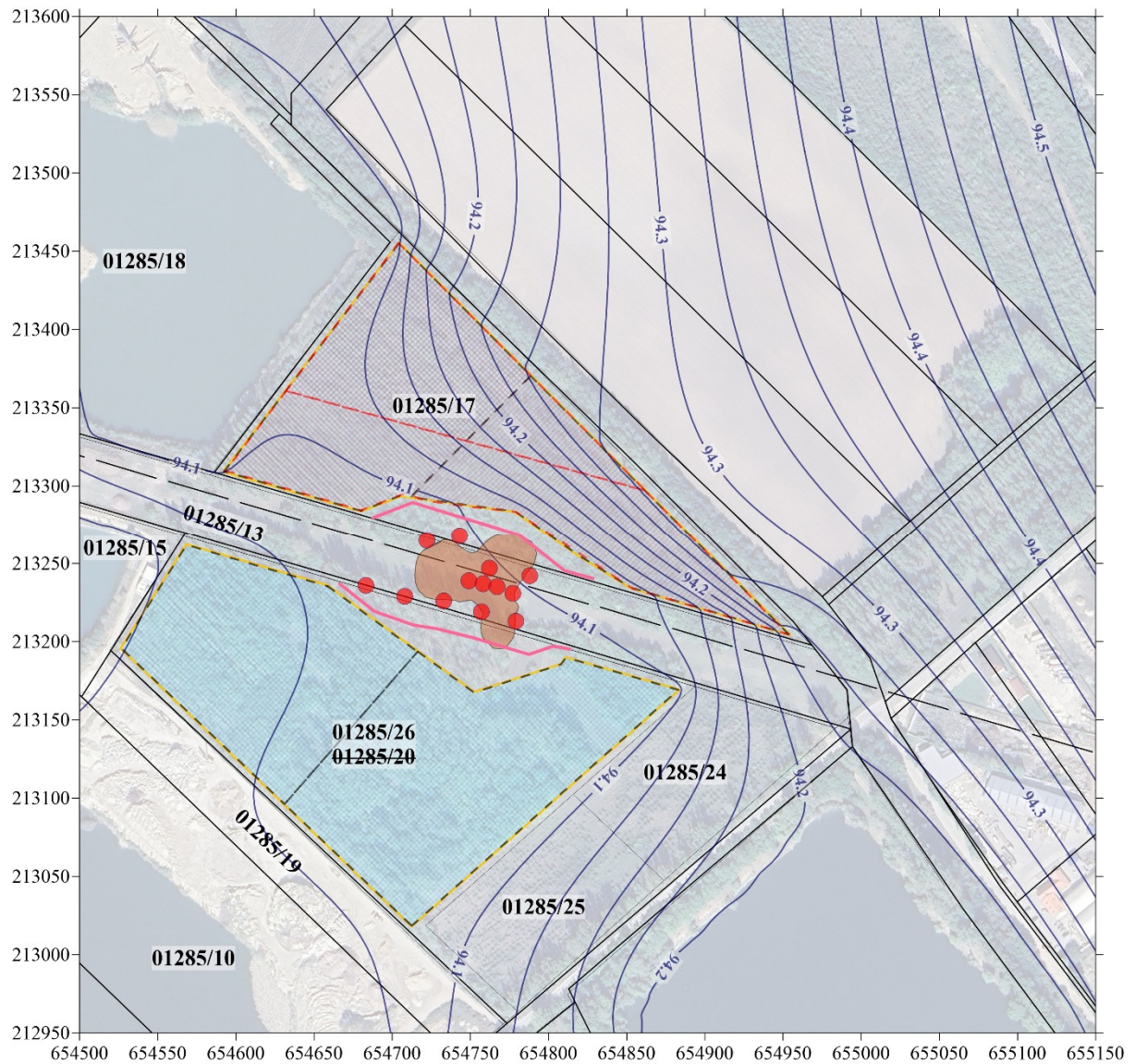




36. ábra: A bányászatot követően kialakuló hidraulikai állapot a 01285/17 tó visszatöltése nélkül

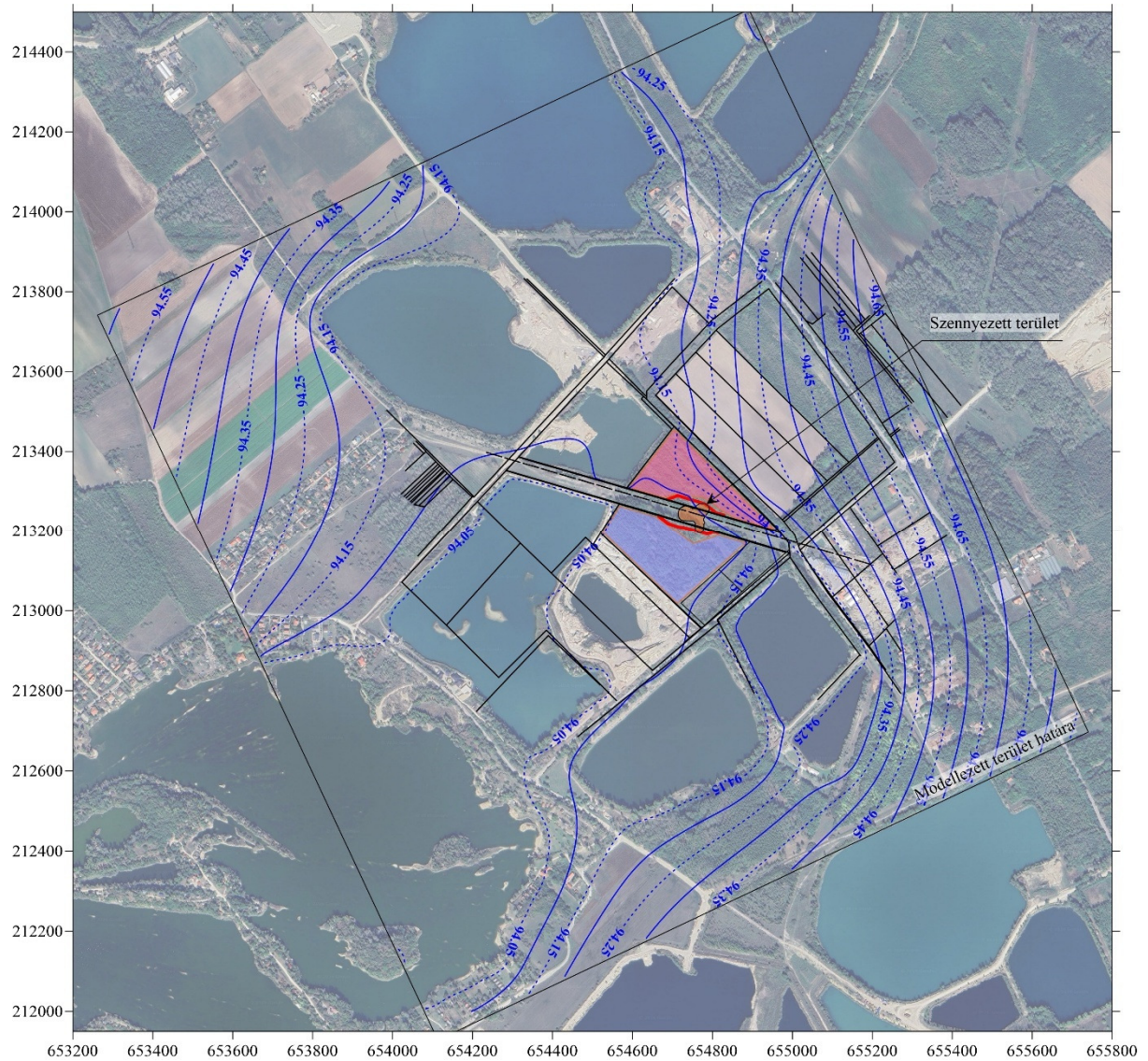


### 8.3.2 A bányászat befejezését követően kialakuló állapot a 01285/17 tó visszatöltése esetén



37. ábra: A bányászatot követően kialakuló hidraulikai állapot a 01285/17 tó visszatöltése esetén





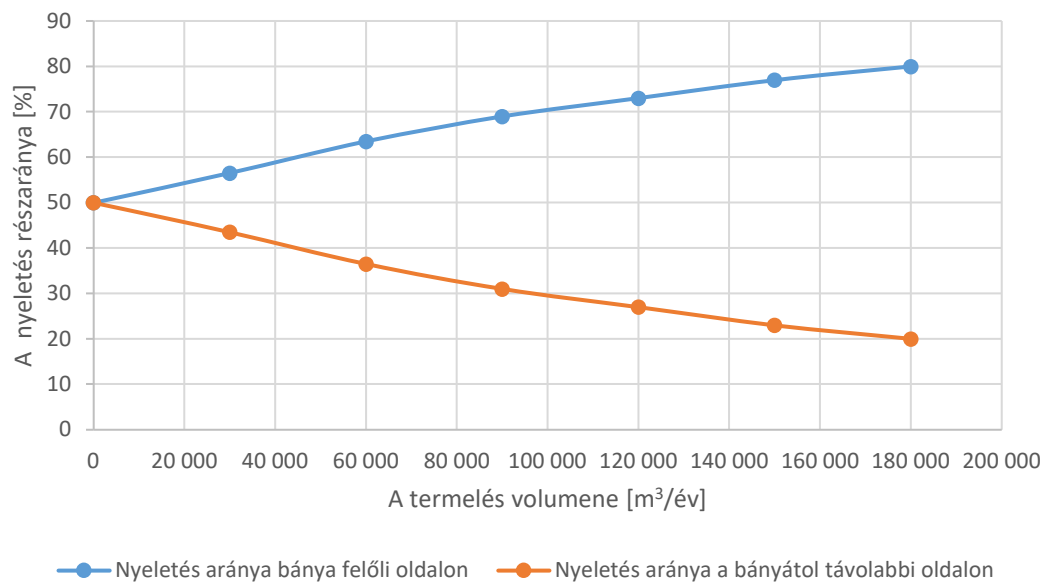
38. ábra: A bányászatot követően kialakuló hidraulikai állapot a 01285/17 tó visszatöltése esetén



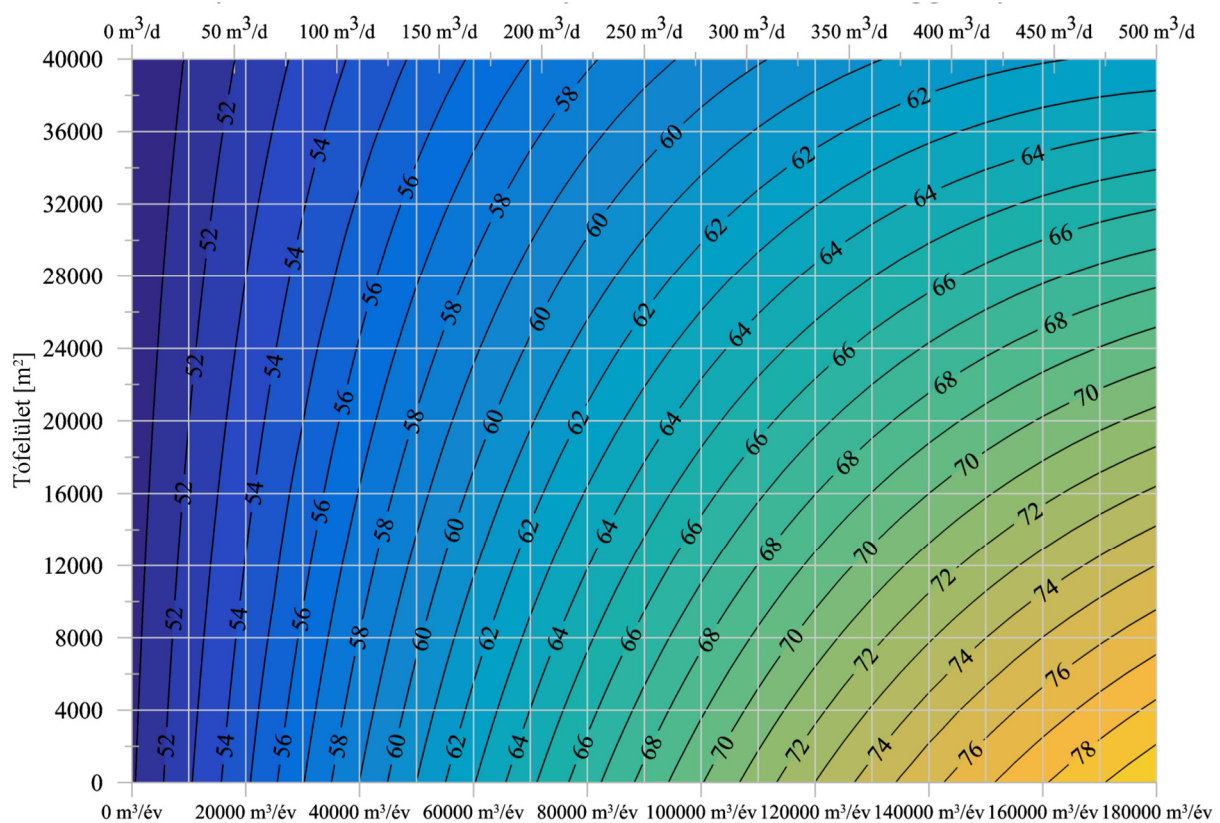
#### **8.4 Az eredmények összefoglalása**

A számítási eredmények azt mutatják, hogy a kialakuló potenciáltér ugyan folyamatos változásban van, de vannak markánsan megjelenő és a vizsgálat szempontjából fontos jellegzetességei:

- **A termelőkutak a vízádó alsó részén folyamatosan kialakítanak egy olyan depressziós tölcserő, ami biztosítja, hogy a csőcsorda térségi góc területében folyamatos legyen a termelőkutak felé történő szivárgás, ami miatt a szennyeződés esetleges elmozdulása csak a kutak felé történhet, azaz a mentesítést segítő hidrodinamikai állapotok sorozata léphet csak fel.**
- **A vízádó felső részén folyamatosan kialakul egy olyan potenciálemelkedés az árkok és a nyeletés hatására, ami a gócban mindenképpen felülről lefelé történő szivárgást indukál, ami miatt a kutak felé történő szivárgás a csóva területén garantált.**
- **Az árkos nyeletések ugyanakkor részben a környező területek felé történő szivárgást táplálják, aminek a mintázata és intenzitása kisebb részben a térségbeli tavak párolgási veszteségeinek függvénye, nagyobb részben az aktuálisan történő víznívó alóli bányászati tevékenység helyszínétől és az aktuálisan bányászott tó méretétől függ.**
- **Az árkos nyeletés súlypontjának a bányászat oldalán célszerű lennie, ugyanakkor abban az esetben, amikor a nyitóárok a 01285/17 tó távoli részén van (1a. ütem) a nyelőhatás kicsi, ezért a két árokazonos mértékű (50-50%) táplálása kedvezőbb, mint a tervezett 20-80% arány (39. ábra). Annak érdekében, hogy az árkos nyeletési hozamarányokat optimalizálni lehessen a bányászattal érintett tó területének és a bányászati tevékenység intenzitásának függvényében becsülhető hozamarányokra teszünk javaslatot (40. ábra).**
- **Amennyiben a bányászati tevékenység időszakosan szünetel vagy intenzitása lecsökken, akkor érdemes lehet az árkos nyeletés 50-50 % felé történő beállítása, ugyanis ahogy azt a bányászat nélküli, pusztán a rendszer hidraulikai állapotát mutató számítási eredmények mutatják, ez a helyzet egy kármentesítési szempontból igen kedvező, intenzív átmosást biztosító állapot és a bányászati tevékenység újraindulása vagy szakaszos működése esetén egy biztonságot nyújtó hidrodinamikai állapotot jelent.**



39. ábra: A javasolt maximális nyeletési arányok alakulása a termelés intenzitásának függvényében



40. ábra: A javasolható hozamarány a bánya felőli nyeletőárokban a kavicstermelés intenzitása és az aktuális termeltetett tófelület függvényében



Összességében a számítások alapján azt gondoljuk, hogy mindenképpen érdemes az árkos nyeletőrendszer megtáplálását úgy kialakítani, hogy a hozamarányok könnyen változtathatóak legyenek. Amennyiben erős kavicsigény mellett kis tófelület mellett történik a kitermelés, akkor a bánya oldalán a 80% körüli nyeletési arány tartása a kívánatos, ami a tómérettel akár 63-65%-ra is csökkenthető lehet. Téli csökkentett módú termelés esetén 55-65 %-os termelésoldali nyeletési arány is megfelelő lehet.

A számítások szerint a **szikkasztás alapvetően sikeresen kompenzálja a bányászat hatását**, miközben a termelőkutak okozta depresszió a csóvaterületet folyamatosan lefedi.

Meg kell azonban jegyezni, hogy **a számítás a víz mozgására vonatkozik, a csócsordák területén már csak a legkevesbé mobilis a vízhez képest 5-10-szer lassabban mozgó komponensek maradtak vissza**, így teljes bizonyossággal állítható, hogy a góc területéről nem jutnak ki a szennyező anyagok.

A számítások alapján az a logikailag könnyen belátható helyzet látható, hogy a 01285/17 tó visszatöltése egy északról dél felé történő szivárgást generál, ami a góc északi oldalán inkább a helybentartást, a déli oldalon pedig inkább az elmozdulást segíti. Összességében a különbség nem jelentős, de főleg az északi oldalon érzékelhető.

Mindezek miatt **a tónak a termeléssel egyidejűleg történő visszatöltése csak akkor engedélyezhető, ha azt nem valamelyik sarok felől, hanem a kezdeti nagy tófelület esetén a 01285/13 ingatlan felől sávosan, a góctól folyamatosan távolodva végzik el**. Ebben az esetben a nagy tófelület esetén kialakuló kis hatások nem fogják zavarni a helybentartást, míg az egyre csökkenő tómérettel növekvő hidraulikai hatások kialakulása már az egyre szélesebben visszatöltött sáv védelmében történik meg. Ilyen módon a visszatöltés hatása a gócnál csökkenthető, ráadásul a potenciálemelő hatás a kárhely keleti és nyugati oldalán fog kialakulni, ami hidraulikai szempontból kedvező állapotnak tekinthető.

Fontos ismét megjegyezni, hogy **a számítások vízre vonatkoznak, ami miatt az elmozdulások mértéke a bemutatottnak töredéke, valójában komponenstől függően ötöde-tizede**. Ennek megfelelően a bemutatott árampályák durván túlbecsültek, azaz az

**elmozdulásoknak csak a töredéke valósulhat meg.** Ez a hatás a göcből induló áramvonalakat érinti a kutak hidraulikai hatásterületeit nem.

## 9 ÖSSZEFOGLALÁS, EREDMÉNYEK

Jelen szakvéleményben megvizsgáltuk a Bugyi 01285/13 hrsz ingatlanon futó MOL termékvezetékrendszer (csőcsordák) térségében a Bugyi VII. kárhelyen kialakult szennyeződés maradványcsövájának helybentartási lehetőségeit a 01285/17 és 01285/26 hrsz. ingatlanokon tervezett bányászat hidraulikai hatásai esetén.

Ahogy azt korábban is számítottuk a 01285/17 ingatlan felvízi oldalon, a 01285/26 ingatlan alvízi irányban helyezkedik el. Mivel a bányászat kavicstermelése depressziót okoz, illetve a kialakuló szabad vízfelszín is párolgási vesztesége miatt deprimáló hatású, ezért **a felvízi oldalon végzett bányászati tevékenység kevésbé problémás, mint az alvízi oldali bányászat.** Mivel a korábbi anyagokban felmerült - elsősorban a 01285/17, felvízi oldali - bányató visszatöltése, ami viszont kedvezőtlen időszakos potenciálemelkedést jelent, ezért megvizsgáltuk a csóvára gyakorolt hatásokat, mind a visszatöltés, mind a tőfennmaradás esetére is.

**A számítások során megállapítottuk, hogy**

- **a szennyeződés a tervezők által javasolt 250 m<sup>3</sup>/d összhozamú cirkulációval (ami 9 db kút termelését és a kitermelt megtisztított víznek két nyeletőárokba történő viasszaszikkasztásával valósul meg) a csóva maradványa helyben tartható.**
- **a cirkuláció során csóva térségében 20%-nyi tisztított talajvíz elszikkasztható, a maradék vízmennyiség alapszabályként mintegy 80%-át a bányászat felé eső sekély árokban, kb. 20%-át a bányászattal ellentétes oldalon kell elnyeletni (kivéve a bányászat kezdeti szakaszát, amikor a távoli nyitóárok esetén még 50-50% hozamarány kedvezőbb).**
- **Mivel a bányászat okozta hidraulikai hatás függ a termelés intenzitásától, illetve az aktuálisan fejtett tó méretétől is, ezért az említett paraméterek függvényében**



javaslatot tettünk a nyeletőárkok hozamarányainak finomabb szabályozására és az arányok változtatásának becsült rendjére.

- a bányászattal párhuzamosan folytatott visszatöltés felgyorsítja a talajvíz szivárgását, amit a cirkulációs rendszer csak részben képes kompenzálni, ezért a 01285/26 hrsz. letermelésével párhuzamosan a 01285/17 hrsz visszatöltését úgy kell elvégezni, hogy annak hatása a legkisebb hatást okozza.
- amennyiben a 01285/17 ingatlanon folyó visszatöltésre technológiai indokból szükség van, akkor a visszatöltés intenzitását minél jobban le kell csökkenteni és azt úgy kell végrehajtani, hogy annak hidraulikai hatása a csóvára a legkisebb legyen. Ennek érdekében a 01285/17 terület visszatöltése során a visszatöltést a legnagyobb tóméretnél a 01285/13 hrsz ingatlan határa felől kell elkezdni és sávosan egy keskeny pásztában a határ mentén kell elvégezni a feltöltést, majd ezt követően újabb pásztákban kell északi irányba haladni, ugyanis így a legkisebb a kialakuló hidraulikai hatás.
- a 01285/17. hrsz teljes visszatöltése szivárgáshidraulikai szempontból kedvező a kárhely szempontjából, ugyanis a visszatöltés során szinte bizonyos, hogy a kavicsnál rosszabb vízvezető képességű anyag tölti ki a rendelkezésre álló térfogatot, ami egyfajta hidraulikai árnyékot képez a csóva maradványára nézve, ami miatt ott egy kis szivárgási sebességekkel jellemezhető zóna alakul ki, ami a térség védelmét tartósan ellátja.
- a visszatöltés esetén kiemelt figyelmet kell fordítani a töltőanyag kémiai analitikai vizsgálatára, csak előzetesen bevizsgált és megfelelő tulajdonságokkal rendelkező töltőanyag alkalmazható. Továbbra is lehetséges és támogatható a finomszemcsés fedőanyag (bányameddő) töltőanyagként történő felhasználása vagy inert építési töltőanyagok felhasználása is.

Miskolc, 2026. április 16.



Dr. habil. Kovács Balázs  
okl. bányamérnök (hidrogeológus-mérnök)  
vízügyi, geotechnikai és környezetvédelmi  
tervező és szakértő  
MMK kamarai szám: 05-0405

### **9.1 A felhasznált szakirodalmi anyagok**

Jelen tanulmányt az alábbi dokumentumok felhasználásával készítettük:

- Agruniver Holding Kft.: Beavatkozási záródokumentáció - A Dunavarsány - Bugyi térségében húzódó Százhalombatta-Szajol 6"-os terméktávvezetékszakasz meghibásodásából eredő talaj- és talajvízszennyezés kármentesítése, 2011-2022, iktatószám: 00388/0224, szakvélemény, kézirat, 2022. május
- Agruniver Holding Kft.: Kármentesítési monitoring jelentés, MOL LOG - Bugyi VII, 2022. II. félév, iktatószám: 00343/3827, 2022. december
- Agruniver Holding Kft.: Kármentesítési monitoring jelentés, MOL LOG - Bugyi VII, 2023. I. negyedéves jelentés, iktatószám: 00343/4142, 2023. március
- Agruniver Holding Kft.: Kármentesítési monitoring jelentés, MOL LOG - Bugyi VII, 2023. II. negyedéves jelentés, iktatószám: 00343/4428, 2023. július
- Agruniver Holding Kft.: Kármentesítési monitoring jelentés, MOL LOG - Bugyi VII, 2023. III. negyedéves jelentés, iktatószám: 00343/4706, 2023. október
- Agruniver Holding Kft.: Kármentesítési monitoring jelentés, MOL LOG - Bugyi VII, 2023. IV. negyedéves jelentés, iktatószám: 00343/4974, 2023. december
- Agruniver Holding Kft.: Tervezői adatszolgáltatás, MOL LOG - Bugyi VII kárhely kármentesítőrendszer bányászati tevékenység miatti újraaktiválása tárgyában, 2024. november
- GÁMA-GEO Kft.: A MOL Bugyi területén történt vezetéksérülése térségében bekövetkezett szénhidrogén-szennyeződés hidrodinamikai és transzport modelljének reambulációja, a térségi kavicsbányászat szennyeződésre gyakorolt hatásának vizsgálata, szakvélemény, kézirat, 2021. december
- GÁMA-GEO Kft.: A Bugyi területén található Minőségi Kavicsbánya Kft. bővítésének és a környezetében bekövetkezett CH - szennyeződés kármentesítésének hidrodinamikai és transzport modellje, szakvélemény, kézirat, 2009. május



- GÁMA-GEO Kft.: Bugyi külterület 01285/17 és 01285/20 hrsz. területen létesítendő kavicsbánya előzetes környezeti hatástanulmánya, szakvélemény, kézirat, 2024. február
- GÁMA-GEO Kft.: Bugyi külterület 01285/17 és 01285/20 hrsz. területen létesítendő kavicsbánya, Előzetes vizsgálati dokumentáció, szakvélemény, kézirat, 2024. április
- Megaterra Kft.: Előzetes Környezeti Hatástanulmány (kelt: 2014. február)
- Megaterra Kft.: Előzetes Környezeti Hatástanulmány a Bugyi külterület 01285/18 hrsz. területen működő Bugyi XV. Kavicsbánya bővítése 01285/17/a hrsz-ú és a 01282/9 hrsz-ú területeken, 2018, Budapest
- Novum Kkt.: Kiegészítés a Bugyi külterület 01285/15 és 01285/18 hrsz-ú területen létesítendő NK-II kavicsbánya előzetes vizsgálatához, Ügyiratszám: KTF: 7093-12/2014, szakvélemény, kézirat, 2014. április
- Novum Kkt: Előzetes Környezetvédelmi hatásvizsgálat kiegészítés - Bugyi külterület 01285/18 hrsz. területen működő Bugyi XV. kavicsbánya bővítése 01285/17/a és a 01285/9. hrsz.-ú területeken, szakvélemény, kézirat, 2018. november
- Novum Kkt: Bugyi külterület 01285/17 és 01285/20 hrsz. területen létesítendő Kavicsbánya előzetes környezeti hatástanulmány levegőtisztaság-védelmi, zajvédelmi és természetvédelmi fejezete, szakvélemény, kézirat, 2024. január
- AGRUNIVER HOLDING Kft.: Intézkedési terv, Bugyi külterületén a 01285/17 és 01285/20 hrsz-ú ingatlanokon tervezett kavicsos homok bányászatára vonatkozó előzetes vizsgálati dokumentációban szereplők alapján tervezett bányaműveléshez illeszkedő, a felszín alatti szennyeződés helyben tartását célzó védelmi megoldásról - (D) kármentesítési célállapot határérték felülvizsgálata iktatószám: 00261/0042, 2024. november 4.
- AGRUNIVER HOLDING Kft.: Felszín alatti víz kármentesítési monitoring rend módosítására irányuló kérelem alátámasztása - MOL LOG – Bugyi VII kárhely, szakvélemény, Iktatószám: 00261/0079, 2026. március