

Magyar Karszt és Barlangkutató Társulat

A Társulat a 2007. szeptemberi tájékoztatójában meghirdette a 2007. évi Cholnoky Jenő Karszt- és barlangkutatói pályázatot. A felhívás alapján egyéni kategóriában a Magyar Hidrológiai Társaság 2006. július 5.-6. Pécsen rendezett vándorgyűlésén elhangzott előadásomat adom be.

Tisztelettel:

Berényi Üveges István

Babarczölős, 2007. október 12.

Hidrogeológiai vizsgálatok a KÖKA bükkösi kőbányájában

BERÉNYI ÜVEGES ISTVÁN¹ – KRAFT JÁNOS²

1. Berényi Üveges István Soliform kft. Pécs
2. Kraft János Magyar Geológiai Szolgálat Pécs, Janus Pannonius u. 8.

Összefoglalás

A bükkösi kőbánya termelését a STRABAG Rt. a régióba tervezett cementgyár alapanyag szükségletének biztosítása érdekében növelni kívánja. A szomszédos községek és a bánya szociális vízellátását a 140-150 m B.f. vízszintű karsztkutak biztosítják. A vízbázisok biztonságának érdekében a művelés alsó szintje és a karsztvízszint között 20 m vastagságú védőpillért kell biztosítani.

A bányafejlesztés előzetes környezeti hatástanulmánya és a környező üzemelő, sérülékeny vízbázisok diagnosztikai vizsgálatainak eredményei között ellentmondás volt a bányaudvaron fakadó vizek és a megállapított karsztvízszint miatt.

Megállapításaink megalapozásához saját vizsgálati eredményeinken kívül felhasználtuk a vízbázisok diagnosztikai vizsgálatát és az üzemeltető vízművek archív adatait is, melyek kiértékeléséhez az ELTE Környezetföldtani Tanszékétől kapott (Dr Kovács József) alkalmazott matematikai programot alkalmaztuk.

A bányászat több évtizedes története során a bányaudvaron fakadó víz jelentkezését csak az utóbbi időkben kb. 1998-tól) észlelték. A nyersanyagkutatás során mélyített fúrásokban víz jelentkezését vagy iszapvesztéseget nem észleltek. Nem jelezte a karsztvízszint jelenlétét a kutatófúrások geofizikai vizsgálata sem, pedig a fúrások a tervezett, 165 m B.f. szintű alaplap alá nyúltak.

A bánya földtani készletét biztosító triász üledékösszlet nem egységes, a mészkő és a márgásabb kifejlődésű rétegek váltakozása a bányafalon is jól látható, de ezek azonosítása a nyersanyagkutatás során sem volt egyértelmű.

A terepmunka első lépése a vízfakadások és a meglévő kutak vízszintes és magassági helyzetének rögzítése volt

A vizsgálat során a meglévő, fakadó vizet szolgáltató fúrásokból egyidejűleg vett vízmintát az üzemeltető, ezek kémiai vizsgálati eredményeit hasonlítottuk össze a közeli karsztkutak archív vegyvizsgálati eredményeivel. Az eltérés az elvégzett klaszteranalízis alapján egyértelműen rögzíthető.

Az egymáshoz közeli furatokban próbaszivattyúzásokat és visszatöltődés-méréseket végeztünk, ezek is az egyes furatok által feltárt vízrendszerek különbözőségét és lassú utánpótlódást jeleztek.

Az egyes vízfakadások különböző eredetét az elvégzett (századfokos pontosságú) hőmérsékletmérések is az egymás közeli vízfakadások különbözőségét igazolták.

Adatainkat összegezve megállapíthattuk, hogy a fakadó vizek és a környező karsztkutak között közvetlen kapcsolat gyakorlatilag nincs. A bánya vízgyűjtő területén a különböző rétegekben szivárgó vizet a bányaművelés a felszínra hozza, azok a bányaudvaron összegyűlve patakként folynak a Bükkösi vízfolyásba. A fakadó vizek a karsztkutakat közvetlenül nem szennyezik, a bányaudvar vízrendezésével az ivóvízbázisok biztonsága növelhető. A bánya kijelölt alaplapjának megváltoztatása (165 m B.f.) a vízbázisok 123/97. Korm. rendelet szerinti biztonság érdekében nem szükséges.

Hidrogeológiai vizsgálatok a KÖKA bükkösi kőbányájában

BERÉNYI ÜVEGES ISTVÁN¹ – KRAFT JÁNOS²

1. Berényi Üveges István Soliform kft. Pécs
2. Kraft János Magyar Geológiai Szolgálat Pécs, Janus Pannonius u. 8.

I. Előzmények

A MECSEKKŐ bányüzem termelését a STRABAG Rt. növelni kívánja. A bányászati tevékenység kibővítéséhez kapcsolódóan a Környezetvédelmi Felügyelőség részletes környezeti hatásvizsgálat elvégzését írta elő. A hatásvizsgálat földtani megalapozására a szerzők kaptak megbízást.

A KÖFE előírása szerint részletesen meg kellett vizsgálni a bányatelek területén a karsztvízszint állapotát, és tisztázni kellett a "Bükkösi vízbázis diagnosztikai vizsgálata" (Golder Associates, Magyarország GA 55/99.) és az Előzetes Környezeti Hatástanulmány dokumentáció közötti, -a bánya felső udvarán jelentkező vízfakadás miatti- ellentmondásokat. Ennek keretében vizsgálni kellett, hogy a karsztvíz megcsapolásának következtében módosulnak-e a bükkösi üzemelő, sérülékeny ivóvízbázis utánpótlódási viszonyai, és ennek eredményeképpen szükséges-e a már kijelölt vízvédelmi terület felülvizsgálata és módosítása.

A dolgozat készítéséhez felhasználtuk a WATERPLAN Kft. által 2004 novemberében kiadott, "Vízföldtani szakvélemény és alapállapot felmérés a "Kő és Kavicsbányászati Kft. Mecsekkő Mecseki Bányüzemek" hetvehelyi kőbányája bányatelkére" c. dokumentációjának adatait is, melyet a TOTAL Kft. bocsátott rendelkezésünkre.

A vízföldtani viszonyok értelmezéséhez szükségesnek tartottuk a hetvehelyi ivóvízbázis diagnosztikai vizsgálatának ismeretét is. A Golder Associates, Magyarország által készített dokumentáció (GA 47/00) tanulmányozására a Dél-Dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóságon volt lehetőségünk.

A vízkémiai vizsgálatok értelmezéséhez a bükkösi és hetvehelyi vízműveket üzemeltető SZIGETVÍZ Kft. által rendszeresen végzett vizsgálatok eredményeit is felhasználtuk.

A kémiai vizsgálati eredmények matematikai feldolgozásához a ELTE Környezetföldtani Tanszékén Dr Kovács József nyújtott segítséget, melyért ezúton is köszönetet mondunk.

A MUNKATERÜLET ISMERTETÉSE

A Bükkösd község északi külterületén elhelyezkedő u.n. Keresztdűlő nevezetű területreszen található kőbánya több évtizede folyamatosan működő külfejtésként ismert. A bányászat megkezdésének pontos ideje azonban nem ismert, hiszen több kisebb - már a történelmi időkben is termelő - bányaudvar található közvetlen környezetében és azok közül került kiválasztásra a későbbi koncentrált termelés helye.

A napjainkban folyamatosan működő bányaterületen a termelés célja a + 165 m-es abszolút magasság (a megállapított bányatelek alaplapja) feletti kőzettér letermelése, mely a geológiai korbeosztás szerint középső-triász időszi mészkősorozat. A mészkőtömeg jelenlegi ismereteink szerint azonban nem teljesen homogén, hiszen helyenként agyagmárgával és dolomitos részletekkel tagolt. A mészkő előfordulására a területen végzett földtani felvételezések szerint általánosságban jellemző, hogy az egyes rétegek és padok közel ÉK-re dőlnek (35-45°), továbbá a dőlésszögek többnyire 15-20°-os értékűek, vagyis a bánya a csapásirányra közel merőlegesen haladó délre történő bővülésével.

A terület és tágabb környékének hidrogeológiai viszonyai alapján a bányászattal igénybevett kőzettömegben a jelenlegi bányatalp alatti helyzetben karsztvíz elhelyezkedése ismeretes. A karsztvíz a bányaudvarhoz közeli mérési helyeken az archív és jelenlegi észlelési eredmények alapján + 140-150 m Bf. szintek közötti értékkel található. A karsztvíz kiterjedése összefüggőnek ismert a mészkőtömegben, továbbá mozgásának iránya keletről nyugatra tartó, vagyis megközelítően leképezi a triász mészkősorozat csapásának térbeli kiterjedését, valamint annak morfológiai viszonyait.

A bányászat több évtizedes története során a karsztvíz nem jelent meg a talpon, vagy annak tömegéből utánpótlást nyerő forrás nem mutatkozott meg a bányaudvarban.

A morfológiai viszonyok eredményeként a bányaudvarra természetes módon bejutott vizek az északra található alacsonyabb völgybe vagy annak irányába elfolyhattak, vagy a kialakított talpon folyamatosan elszivárogtak. Mindezek alapján felszín alatti vizektől (pontosabban a karsztvíztől), valamint azok lehetséges veszélyeitől mentes volt a bányászati tevékenység. Így a bányászat további folytatásához a környéken található észlelési helyek alapján már évtizedekkel korábban a + 165 m B.f. abszolút szintű alaplap került meghatározásra, hogy kb. 20 m-es érintetlen közetsáv maradjon vissza a karsztvíz védelmére. Az alaplap abszolút magasságát feltehetőleg a bányaudvarhoz közeli K- 8 kút észlelései is megalapozhatták, hiszen a + 160 m-es szintről indított fúrásban a terepszint alatt 15-16 m körül ingadozott a karsztvíz nyugalmi szintje. A kutat 1980-ban mélyítették.

Az utóbbi időszakban (az elmondások és egyéb információk szerint 1990-es évek végétől kezdődően) a bányaudvar déli részletében – a jövőbeni művelés fő haladási irányában – olyan időszakos vizesedés jelentkezett, melynek előfordulása váratlan volt a több évtizedes helyi tapasztalatok alapján. A kőzettérben már ismert, de a bánya alaplapja alatti helyzetben (+ 145 m Bf. szint környékén valószínűsítetten) elhelyezkedő karsztvíz jelenléte okán azonnal kérdésként vetődött fel, hogy vajon a bányafalból kiszivárgó víz a karsztvíz természetes megcsapolódásaként jelentkezik-e, vagy attól független jelenség.

E helyzet ismeretében feladattá vált, hogy a terület földtani, hidrogeológiai és morfológiai viszonyainak értékelésével, valamint újabb terepi felvételezéssel és helyi vizsgálatokkal kerüljön tisztázásra a kialakult állapot, hiszen a karsztvíz védett (Bükkösdi) vízbázishoz tartozik, továbbá a bányászat annak utánpótlási területén történik.

A bükkösdi vízbázis diagnosztikai vizsgálatának zárójelentésében a vizesedést egyértelműen a karsztvízszint időszakos emelkedésének tekintették, részletesebb vizsgálatokat azonban nem kezdeményeztek. A későbbiekben (2001 után) mélyített fúrások észlelési eredményei a zárójelentésben foglaltakat azonban megkérdőjelezték, így aktuálissá vált a terület újabb hidrogeológiai célú vizsgálata újabb mérési helyekre alapozottan, melyek a kizárólag a vízfakadásokkal foglalkoznak.

Az újabb vizsgálatok és észlelések kiindulási alapját jelentették a területen végzett archív földtani kutatások, hiszen azok ismerete nélkülözhetetlen a jelenlegi állapotok és érvényesülő folyamatok tisztázásához.

A TERÜLETEN VÉGZETT ARCHÍV KUTATÁSOK ÉS MEGÁLLAPÍTÁSAIK

A területen az első és dokumentált jelentősnek minősíthető fúrásos kutatás 1966-ban történt, amikor az akkor meglévő bányaudvartól kb. déli irányba 5 db fúrást mélyítettek. A fúrásokat Bű előjellel 1-5-ig tartóan sorszámozták.

A jelenlegi bánya későbbi fejlesztéséhez 1979-ben végeztek további részletesebb kutatásokat, melynek keretében közel raszteres kitűzést követően mélyültek a kutató fúrások (összesen 23 db fúrás a Földmérő és Talajvizsgáló Vállalat 1979-es jelentése szerint, a munka Tsz-a 77/1321). Az akkori fúrási adatok kiegészítésre kerültek geofizikai mérésekkel és lyukszelvényezésekkel is. A fúrások F előjellel lettek elkülönítve a korábbiaktól. Így már 28 db nagyátmérőjű és mészkövet is harántoló fúrás alapján megalapozottan lehetett a bányaterület későbbi bővítését előkészíteni. Utóbbi kutatás előkészítését jelentette a későbbi bányatelek fektetésnek is.

Az FTV kutatása keretében telepített fúrások minden esetben a tervezett és a későbbiekben megállapított alaplap, vagyis + 165 m-es abszolút szint alatt lettek befejezve (a + 155 és 159 m Bf. szintek környékén, de egyik fúrás – az F 23 jelzésű - 220 m-es talpmélységével elérte a + 25,8 m-es abszolút szintet is), továbbá minden fúrásban harántolásra került a mészkő. A fúrások olyan távolságra és helyzetben mélyültek az akkor működő bányától, hogy általuk részletes megismerésre kerülhetett a fedőképződmények helyzete is, hiszen a bányászattal igénybevett mészkőtömeg déli részlete az északi sávhoz viszonyítva jóval fedettebb helyzetű.

A kutató fúrásokban utólagosan végzett geofizikai vizsgálatok szerint a karsztvíz feletti zónában több 10 m-es hosszúságban kavernás szakaszokat lehet követni szinte minden fúrásban, de a + 165 m B.f. környéki vagy magasabb helyzetű vízszintekről vagy egyéb szivárgó vizekről nem tettek említést.

A bükkösi, üzemelő, sérülékeny vízbázis a bányához igen közel helyezkedik el, így annak biztonságba helyezéséhez készített felvételezés és vizsgálatok során „*Bükkösi vízbázis diagnosztikai vizsgálata*” c. Golder Associates (Magyarország) Kft. által készített értékelésben (DDVIZIG megbízása alapján) is foglalkoztak a területtel. (GA-55/99 számú zárójelentés)

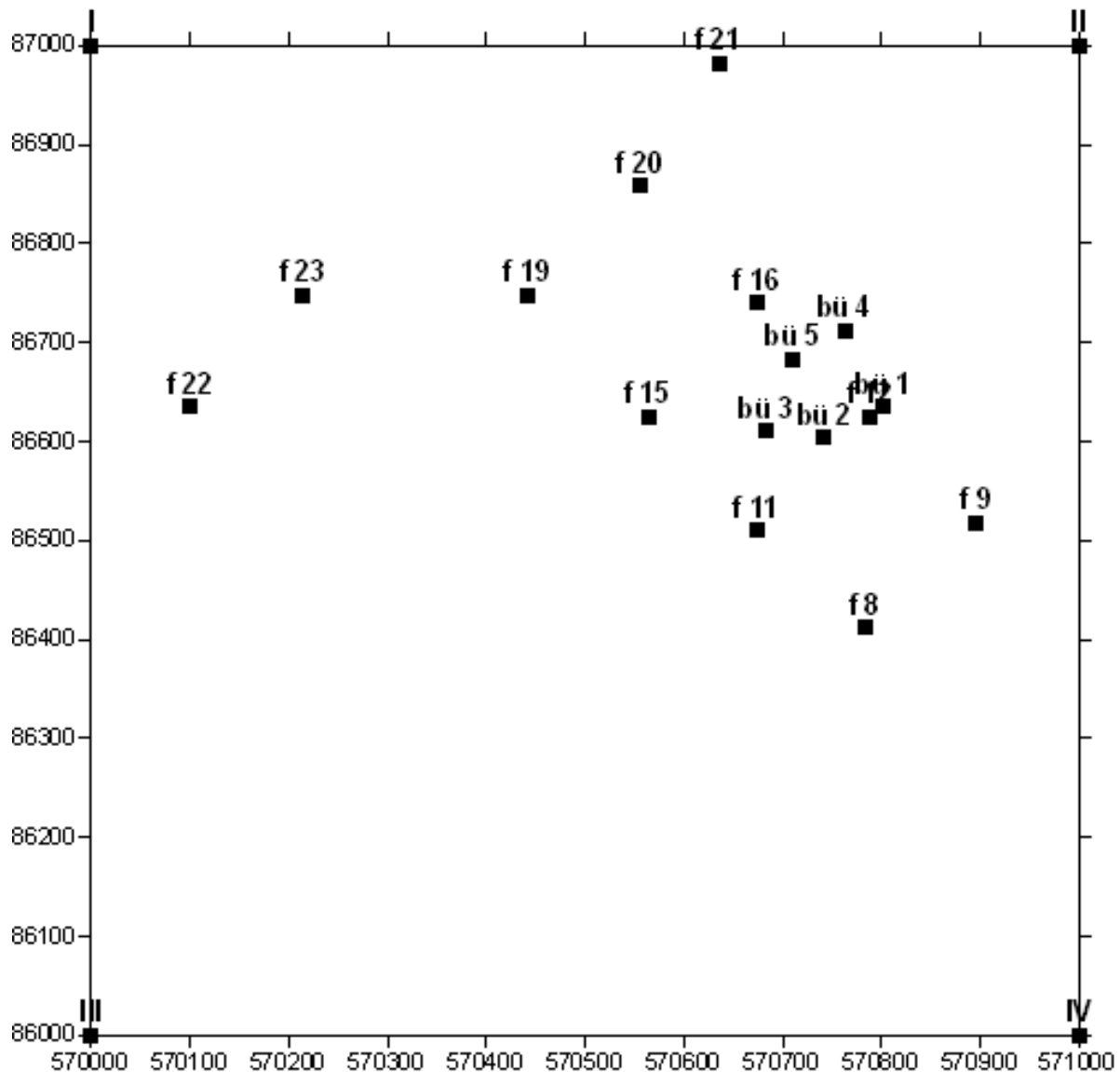
A diagnosztikai vizsgálat a karsztvízszint erősen ingadozó – esetenként jelentősen megemelkedő – helyzetét jelzi a területre. A vízszint maximálisához közelítő mértékét olyan abszolút értékre helyezi, hogy a bányaudvaron időszakosan megjelenő víz nem a betáplálási zónához, hanem valójában a karsztvízzel teljesen kitöltött sávhoz tartozik, így a diagnosztikai vizsgálat értelmezése szerint annak időszakos vízszintjét jelenti a + 167 m Bf. szinten tapasztalható víz megjelenés. Ennek ellenőrzése azonban nem történt meg, hiszen a bányaudvaron a vizesedett területen, vagy annak közvetlen közelében nem mélyült folyamatos észlelést biztosító fúrás. Így a vizesedési helyszín vizsgálata, továbbá az ok-okozati kapcsolat feltárása a későbbiekre maradt, bizonytalanná téve a bánya alaplapjának megfelelőségét.

Alábbi táblázatos összesítés tartalmazza azon archív fúrások koordinátáit, melyeket alapadatként használtunk fel a terület jelenlegi hidrogeológiai viszonyainak értékeléséhez, hiszen a közelmúltban mélyített fúrások rétegsorát valamint azok eseti vízszintméréseit azokkal kellett összevetni.

A jelenlegi bányaudvarhoz közeli archív kutató fúrások táblázatos összesítése

Fúrás száma	EOV koordináták			fedővas- tagság (m-ben)	mészkö felszín abszolút értéke (m Bf.)
	y	X	z (m Bf.)		
Bü 1	570801,6	86635,3	226,1	5,5	220,6
Bü 2	570742,0	86604,3	237,3	9,0	228,3
Bü 3	570682,6	86610,3	237,3	12,5	224,8
Bü 4	570762,7	86712,3	228,3	7,3	221,0
Bü 5	570709,6	86683,3	234,3	8,5	225,8
F 8	570783,4	86411,7	219,2	24,4	194,8
F 9	570896,0	86518,4	213,5	8,2	205,3
F 11	570673,5	86510,5	238,4	16,6	221,8
F 12	570788,9	86624,9	228,0	5,0	223,0
F 15	570563,6	86625,7	244,8	18,0	226,8
F 16	570674,4	86739,9	232,5	5,4	227,1
F 19	570441,6	86748,0	252,8	10,0	242,8
F 20	570555,4	86858,4	242,1	8,8	233,3
F 21	570635,2	86982,4	228,7	8,0	220,7
F 22	570100,5	86634,9	235,4	23,5	211,9
F 23	570214,4	86747,4	245,8	15,2	230,6

Kutatófúrások átnézeti helyszínrajza



ÁLTALÁNOS FÖLDTANI ÉS HIDROGEOLOGIAI MEGÁLLAPÍTÁSOK A + 165 M B.F. SZINT FELETT

A haszonanyag tekintet mézskötőmeg nem egységes kifejlődésű, hiszen sávosan márgás mészkő, továbbá a makroszkópos leírások szerint márgapadok is tagolják. A közbetelepült márgás részletek azonban nem egységes kiterjedésűek, mivel néhány fúrásban nem is kerültek feltárára, tehát azok előfordulása nem illeszthető egyértelműen a képződménycsoport általános dőléséhez, csapásához. Megjegyezendő, hogy az egymással közvetlenül szomszédos fúrásokban általában eltérő vastagsággal kerültek azonosításra az agyagos vagy márgás részletek.

A területen mélyült kutató fúrások nem tártak fel vízszintet vagy olyan eseti vízjelentkezést, mely a fúrások szelvényében lehetővé tette volna az akkori, vagy a későbbi folyamatos vízszintészlelést. Az öblítéssel mélyített fúrásoknál nagy mennyiségű öblítővíz hirtelen eltávozását, vagy tartós és határozott jellegű vízelnyeléséről nem tettek említést.

A fúrások geofizikai vizsgálata során észleltek kavernákat, azonban ezek általában agyaggal voltak kitöltve, és a harántolt törésvonalak, vetősíkok is zártak bizonyultak

A korábbi vizsgálatok alapján egyértelműen nem volt eldönthető a vízfakadások és a karsztvíztároló önálló vagy külön vízrendszer jellege.

ÚJABB TEREPI JELLEMZŐK - VIZSGÁLATOK

Az archív fúrási adatok birtokában történt a terepi felvételezés elvégzése, valamint a helyi észlelések megvalósítása 2004 decemberétől kezdődően, hiszen a vízszivárgás megjelenése után szinte azonnal megkezdődött az ok-okozati kapcsolat feltárása.

Elsőként fúrásokat mélyítettek a vizesedett állapotú bányafalnál, majd a továbbiakban a bánya egyéb helyein is, hogy az egymáshoz közeli mérések összevetésre kerüljenek a bánya tágabb környékén található kutak mérési eredményeivel. A bányafal lábvonalaiban több olyan fúrás mélyült egymás közvetlen szomszédságában, melyek különböző irányultsággal telepítve próbálták tisztázni a helyzetet. Az egymáshoz igen közelil fúrások jelentős mértékben különböző abszolút helyzetű nyugalmi vízszinteket tártak fel, a bányaudvar egyéb helyein – a vizesedett állapotú faltól távolabbra mélyített fúrások úgyszintén.

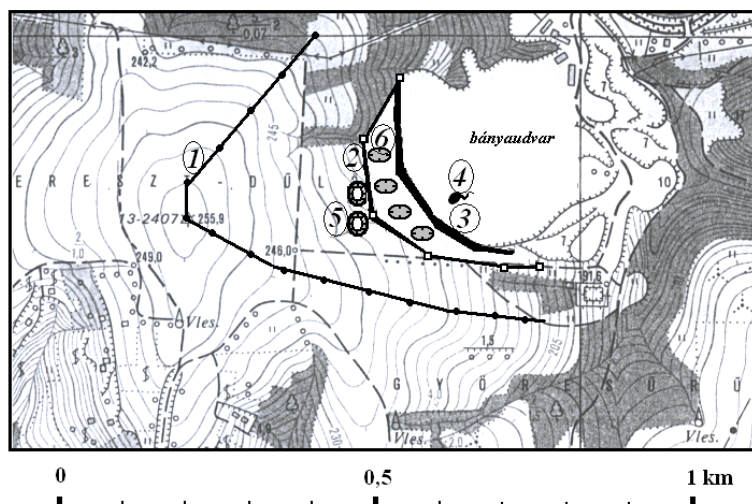
A jelenlegi földtani helyzet vizsgálatára terepbejárást végeztünk a művelési határon kívül, és vizsgáltuk a letakarított, vagy részben letakarított ásványvagyon felszínén látható jelenségeket.

Megállapítottuk, hogy a pleisztocén fedő és az ásványvagyon közti átmenetet agyag-agyagos kötőréteg jellemzi, melyben a sziklafelszín felé a kőzettörmelék mennyisége nő.

A mészkőben a hasadozottság és a repedezettség tendenciája valamint keresztmetszete azonban nem lehet teljesen függőleges irányú a karbonátos tömeg megviseltsége és kibillent helyzete eredményeként..

A fedő vízzárósága folytán a felszínen összegyűlő csapadékvíz a fellazultabb részeken a kőzettömegbe juthat. A bányafal mögötti parlagterületen a löszben is észleltünk víznyelő-jellegű képződményt a fedőréteg felső, löszös kifejlődésében.

A terepi észlelések helyét a következő térképen mutatjuk be.



Jelmagyarázat:

1. Felszíni vízvásztó a bányaudvar felett
2. Letakarítás határa (eróziós árkokkal megbontva és középső részletében védőtöltéssel)
3. Bányafal peremén kialakított védőgát (fedő anyagából építve)
4. Bányaudvari vízjelentkezés (bányafal, bányatalp)
5. Víznyelő lyuk „löszkút” a védőtöltés előtt
6. Víznyelő hasadékok, repedések (0,2-0,5 m-es mélyedések)

A szivárgási irányok módosulása a közbetelepült márgák jelenléte miatt is bekövetkezik, hiszen a márgák mészkőhöz viszonyítottan eltérő vízföldtani adottságú képződmények. Nemcsak rétegzettség, helyenkénti palásság és plasztikusabb állapot eredményeként, hanem a mészkő ridegebb állapota miatt is a vízvezető rendszer keresztmetszete a márgák előfordulási helyénél a korábbihoz viszonyítva szűkebbé válhat. A repedések természetes leszűkülését nemcsak a fedőből származó hordalékos kitöltés eredményezheti, hanem a márgák vizes környezetben fellépő helyi lazulása, mállása, agyagosodása és palássága. Előbbi sajátosságok eredménye, hogy a márgákban a mészkőhöz viszonyítva jóval szűkebb repedéshálózat kialakulása történt és azok a lassú és oldóhatás nélküli vízmozgás eredményeként már nem is tudnak felbővülni. E sajátosság visszatükröződik a bányafalon látható elszíneződött állapotú sávok előfordulásával.

Előbbiek alapján belátható, hogy a márga közbetelepülésekig eljutott víztömeg azok felületéhez igazodóan kénytelen összegyülekezni. Ekkor a további vízmozgást már befolyásolhatja a szilárd közettömeg dőlése és csapása is, tehát a márgák környezetében már nemcsak a mélység felé tartó lehet, hanem oldalirányú is a vízmozgás. Az oldalirányt a dőlés és csapásviszonyok mellett a pados elválások is határozottan befolyásolhatják. Ebből következően történik, hogy a területen megvalósul a bányaudvar felé irányuló vízmozgás a márgák felületén vagy azoknál magasabb helyzetben a padok közötti agyagos kitöltésekhez is igazodóan. Végül a különböző pados elválások, valamint a megviselt közettér, továbbá a repedezett háttér vízzel feltöltődött állapota következményeként a bányaudvar falában megjelenhet az oldalirányba mozgó víztömeg természetes módon. Ez a vizsgálatok eredménye alapján nem a karsztvízből, hanem annak utánpótlási rendszeréből, vagyis a beszivárgási zónából származik, hiszen nem koncentrált a kifolyás, hanem csak lassan kiszivárgó jellegű.

A bányaudvar felé történő irányított vízmozgást határozottan elősegíti a bányafal robbantásokkal történő jövesztése, hiszen a levált kőzettér mögött visszamaradt tömegben a kitöltött repedések mentén további fellazulás következnek be. A robbantások által gerjesztett hullámok a felvizesedett állapotú kőzettérben olyan hirtelen oldalnyomást idéznek elő, melynek megszűnte után a vízmozgás a lazultabbá vált kőzettérbe, vagyis a bányaudvar felé irányulóvá válik.

Előbbiekben vázolt folyamat érvényes a bányaudvarra is, hiszen a peremvonal irányából behordott agyagos hordalék a bányaudvari repedéseket véglegesen kitölti, továbbá a nehéz gépjárművek súlya tömöríti az udvar szintjét. Így a bányaudvaron a karsztvíz feletti csonka beszivárgási zónában szintén oldalirányú és a kőzettér padossága által is szabályozott vízmozgás lesz a jellemző.

A RÉSZLETES TEREPI VIZSGÁLATOK ISMERTETÉSE

A terepi vizsgálatokat a környék bejárásán kívül a bányaudvari vízfakadások bemérése, mintázása, a fakadó vizek hőmérsékletének meghatározása, a fakadások egy részének próbaszivattyúzása és a vízszintek mérése (egymásra hatás vizsgálatával) jelentette.

A fakadási helyek vízszintes értelmű bemérését GPS technikával, a magassági bemérést szintezéssel oldottuk meg. Szintezési alappontként a bánya üzemi térképén feltüntetett ásott kút tetőszintjét használtuk fel, a környező mélyfuratú kutak magasságát a vízföldtani naplók alapján vettük figyelembe. A vízföldtani helyzet értékeléséhez a következő kutak adatait használtuk fel:

<u>Kataszetri szám</u>	<u>Helyi elnevezés</u>	<u>Terepszint m B.f.</u>	<u>Nyug. vízszint m m B.f.</u>	<u>Vízhőfok C°</u>	
Bükkösd K-3.	2.sz. vízműkút	145,09	+ 0,3	145,42	nincs adat
Bükkösd K-6.	3.sz. vízműkút	146,00	+ 4,0	142,00	15,0
Bükkösd K-7.	4.sz. vízműkút	148,44	- 3,81	144,63	11,8
Bükkösd K-8.	Kőbánya kútja	160,00	-15,8	144,20	9,0
Bükkösd K-9.	Bk-1. figyelőkút	146,81	+ 0,45	147,26	14,0
Bükkösd K-11.	Bk-3. figyelőkút	145,75	+ 0,69	146,44	12,7
Hetvehely B-1.	Vízműkút	162,80	- 3,65	159,15	15,8

A fakadási helyek és a kőbányához tartozó fúrt (K-8.) és ásott kút egyidejű mintázását a bánya üzemeltetői 2004 december 13.-án végezték, a minták laboratóriumi vizsgálata a KOMLÓ-VÍZ Kft. laboratóriumában történt. Megjegyezzük, hogy a bányaudvar középső részén, a fal tövének közelében lévő 4 furatból csak 2 került mintázásra.

A vízfakadási helyek vizsgálatára az üzemeltető több fúrászt mélyített le különböző időpontokban. A WATERPLAN vizsgálata idején 4 fúrás volt megfigyelhető állapotban, ezeket a szakvéleményben "kút"-ként említik. A furatok a jelenlegi megnevezési rendszerünkben az alábbi mintavételi pontokkal azonosíthatók:

<u>Furat neve</u>	<u>térkép jele</u>	<u>jelenlegi azonosító jele</u>
Kút-K	1K	M3
Kút-É	2K	M5
Kút-Ny	3K	M6

Kút-D	4K	M12
Ásott kút	Á.k.	M2

A vizsgálati pontok azonosítására a decemberi, egyidejű mintavételkor adott számot alkalmaztuk M1 - M12. megjelöléssel.

A 2 általunk mért, de decemberben nem mintázott furatot A és D jelöléssel illesztettük a rendszerbe. (A próbaszivattyúzás alkalmával nem tudtuk, hogy az egymás közelében lévő 4 furatból melyik került mintázásra, azért azokat A-B-C-D megnevezéssel kezeltük.)

A próbaszivattyúzások végrehajtását megnehezítette, hogy a fúrásokat \varnothing 90 mm -es szerszámmal mélyítették, ami a szokványos, kereskedelmi forgalomban kapható búvárszivattyúk alkalmazását nem tette lehetővé. A célnak megfelelő, 80 mm-es \varnothing -jú búvárszivattyút hosszas keresés után, külön megrendelésre szállította le a forgalmazó cég.

A fúrások mélysége a 30 m-t is meghaladta, jelenleg a talpak ennél magasabb szinten mérhetők, de ez a vízszint észlelését, a mintavételt és a próbaszivattyúzást nem befolyásolta. A decemberben mintázott, áprilisban még nyugalmi vízszint mérésére alkalmas M7. jelű mintavételi furat az egyidejű hőmérsékletméréskor már kötőrmelékkel a nyugalmi vízszint fölötti szintig (-1,45 m) feltöltődött, ezért május 18.-án ezen a ponton sem vízszintet, sem vízhőfokot nem tudtunk mérni.

A bányaudvarban lévő, vizsgált észlelési pontok helyét és magasságát a következő táblázat tartalmazza:

Pont jele, megnevezése	EOV_y	EOV_x	z m B.f.
M1 K-8, kőbánya fűrt kútja	570 916	87 118	158,60
M2 Ásott kút	570 999	87 035	159,36
M3 furat	570 915	86 942	163,93
M4 furat	570 832	86 925	168,78
M5 csőkút, csőperem	570 850	86 905	169,04
M6 furat	570 853	86 860	166,12
M7 furat	570 807	86 852	168,56
A furat	570 847	86 749	167,64
M8 B furat	570 842	86 749	167,99
M9 C furat	570 842	86 737	168,21
M10 furat	570 904	86 705	169,62
M11 furat	570 926	86 708	169,33
M12 csőkút, csőperem	570 948	86 745	170,44

Helyszíni szemléinket, terepbejárásainkat és méréseinket 2004 december 5. - 2005. május 18. között végeztük.

VÍZKÉMIAI VIZSGÁLATOK

A vízkémiai vizsgálatok alapvetően a 2004. decemberi mintavételezésen alapultak. A környezet karsztvízes kútjaiban végzett, korábbi vizsgálati eredmények összegyűjtése után volt lehetőség a bányaudvarról és a működő karsztkutakból vett vízminták kémiai tulajdonságainak összehasonlítására.

Az összehasonlító vizsgálat matematikai alapját az ún. klaszteranalízis adja. Ez azt jelenti, hogy elméletileg minden egyes mintát a mért paramétereit (az ún. valószínűségi változók) alapján egy többdimenziós térben egy ponttal (más megközelítés szerint egy vektorral) lehet ábrázolni. Ahány paramétert mérünk egy minta esetén, annyi dimenzió szükséges. Esetünkben ez egy 11 dimenziós teret jelent. A számítások alapját a pontokból (vektorokból) számított távolságmérés adja. Ez a mátrix tartalmazza az összes pontnak az összes ponttól mért, ún. euklideszi távolságát. Mivel az egyes tengelyek mentén az eltérő lépték használata befolyásolná a távolság számítását, ezért az adatokat "normálni", vagy más kifejezéssel standardizálni kell. Ez olyan transzformáció, ami az egyes valószínűségi változók értékei szerint (tehát pl. az összes minta Na tartalmára) az átlagértéket 0-ra, míg a szórásat 1-re transzformálja (minden pont esetében az adott pont értékéből kivonja az adott változó átlagát és elosztja az adott változó szórásával). Ez a transzformáció nem változtatja meg az egyes pontok egymáshoz képesti helyzetét. A távolságmátrixot a normálás után számítjuk ki. Ennek a távolságmátrixnak a különböző eljárások szerinti rendezésével kapjuk meg a csoportokat.

Alapvetően két eljárás ismert, az egyik az ún. hierarchikus klaszterezés, a másik az ún. k-középpontú. A két módszer nagyjából hasonló eredményt ad. Meg kell jegyezni, hogy a k-középpontú klaszterezés egyik bemeneti adata a csoportok száma, amely számot a hierarchikus klaszterezésből tudjuk megkapni. Ezért elvégeztük első lépésként a bányaudvarból vett minták és a karsztkutakból vett minták adatainak hierarchikus klaszterezését, és ennek ábrájából kitűnt, hogy a minták két csoportba oszlanak. Ezt a k-középpontú klaszterezéssel is pontosítottuk.

A csoportok szemléletes megjelenítésére az ún. sokdimenziós skálázás módszerét használtuk. Ez a módszer szintén a már említett távolságmérésen alapul. A számítógépes program a távolságmérés segítségével az n-dimenziós tér egy síkvetületét készíti el egy általa képzett síkra térkép-szerűen, a variancia alapján (olyan síkot keres, amelyen a pontok variációját legjobban megközelíti az n-dimenziós térben számított variációt). A program az egyes csoportok határát ellipszissel jelzi.

A klaszteranalízis eredményét a csatolt ábrákon mutatjuk be.

A vízvizsgálatok során egyes esetekben több paramétert is vizsgáltak, azonban a klaszteranalízishez csak a minden mintán végzett vizsgálati paraméterek alkalmazhatók, mert a program a "nincs adat" információt nem tudja értelmezni.

A klaszteranalízishez felhasznált paraméterek a következők voltak: Na, K, NH₄, Ca, Mg, Fe, Mn, SO₄, Cl, NO₃ és NO₂.

Az adatokat a karsztkutak esetében a vízföldtani naplóból, ill az üzemeltető által a DDKÖVIZIGnek megküldött adatlapokból gyűjtöttük.

A klaszteranalízis eredménydiagrammjaiból egyértelműen kitűnik, hogy a "fúrások", azaz a fakadási pontokon mélyített furatok mintái, valamint a "2.fúrás", azaz az ásott kút mintái egy, jellegzetesen elkülönülő csoportot alkotnak. A vízműkutak és a karsztos figyelőkutak mintái ugyancsak jellegzetesen elkülönülnek egy csoportban. Mint a korábbiakban közöltük, a vízminták As-tartalmát nem tudtuk az analízisbe bevonni, így a hetvehelyi vízműkút arzéntartalmára való tekintettel külön vízrendszerként is értelmezhető lenne, de ez már jelen vizsgálatunk kereteit meghaladó probléma.

Az egyes fúrások eltérő kémiai összetételét jól reprezentálja az M6 fúrás magasabb vastartalmú vize. A többi fúrástól eltérően itt a felszínre kilépő víz az oldott vastartalma limonitkiválásként jelentkezik.

SZIVATTYÚZÁSOK, VISSZATÖLTŐDÉS MÉRÉSEK

A különböző fakadási pontokon próbaszivattyúzásokot végeztünk. A fakadási pontok közül azokat választottuk ki, ahol több furat volt egymás közelében, így a feltételezett egymásra hatásról is vártunk információt.

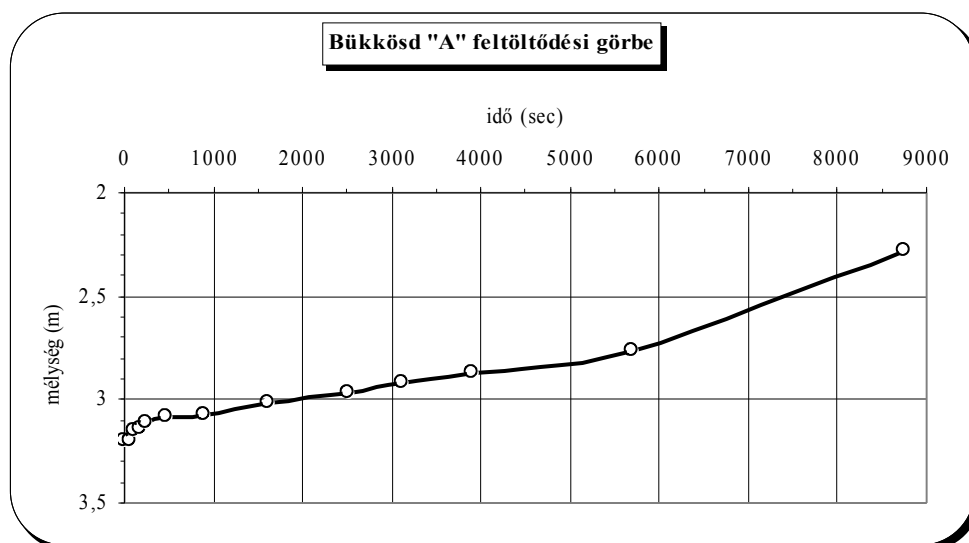
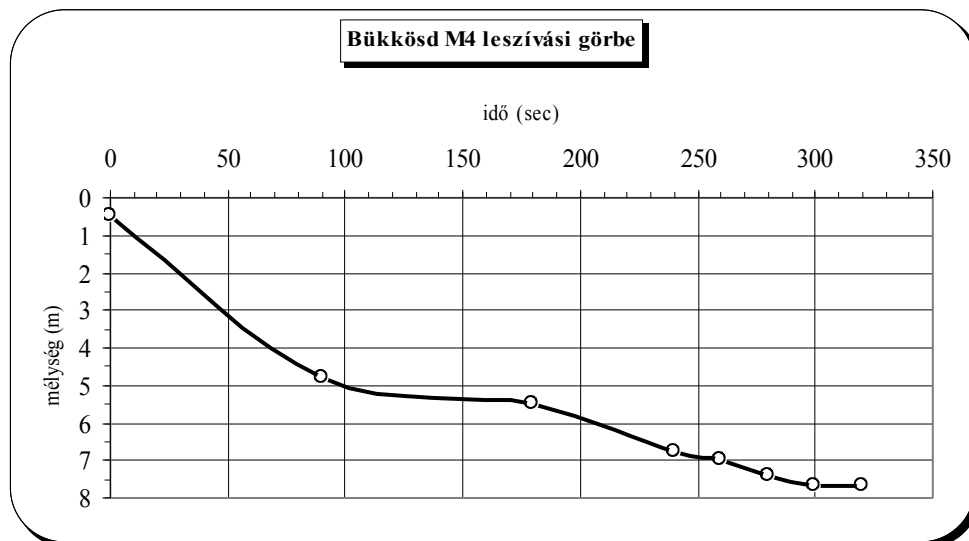
A próbaszivattyúzáshoz BWV típusú szivattyút használtunk.

Az „A” jelű furatba 3,2 m mélységig tudtuk a szivattyút leengedni. Ezt a vízszlopot a gép 4 perc alatt távolította el a furatból. Mértük a visszatöltődést is, ez 2 óra alatt 1 m nagyságúnak volt meghatározható. A szivattyúzás alatt a közeli M8, M9 és D furatok vízszintje nem változott.

Az M8 jelű furatba 8 m mélységre tudtuk a szivattyút leengedni. A leszívás idejét itt 5 p 35 mp-nek mértük. A visszatöltődés igen lassú volt, 123 perc alatt csak 23 cm vízszlop töltődött vissza.

A szivattyúzás alatt a szomszédos furatok vízszintjében változás nem történt.

Az M4 furat leszívását is 8 m mélységbe lerakott szivattyúval kezdtük. A vízszlopot 5 perc 20 másodperc alatt távolítottuk el a kútból. A szomszédos, M5 jelű csőkútba beépített DATAQUA a szivattyúzás alatt vízszintváltozást nem jelzett.



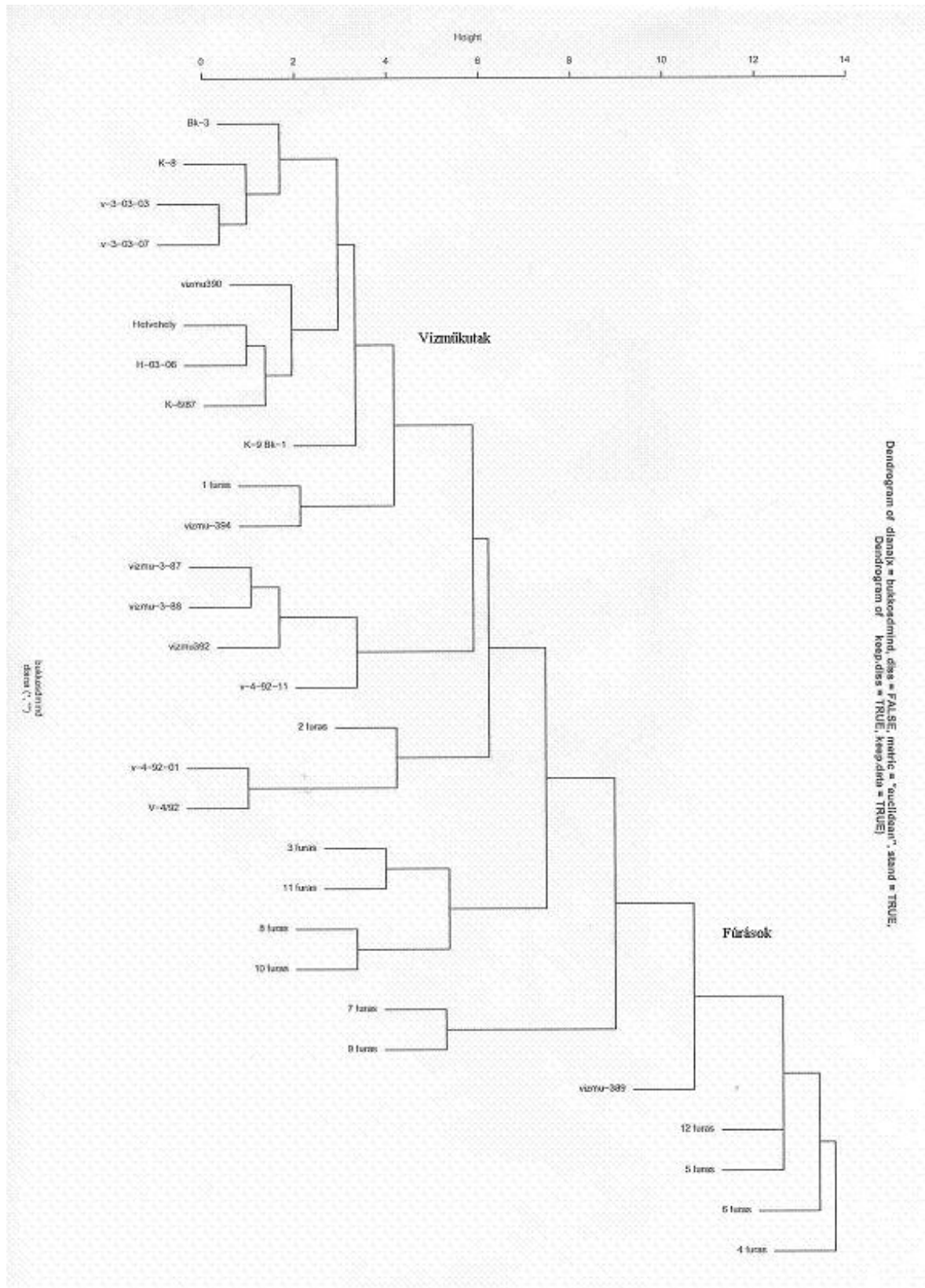
A legjelentősebb vízhozamot az M9 jelű furat produkálta. A leszívást 4,8 m mélységbe telepített szivattyúval kezdtük, a vízszlopot 2 perc 45 másodperc alatt szítta le a gép. Ebben a furatban 40

perc alatt 1,4 m-es vízszintemelkedést figyeltünk meg, a szomszédos furatok (M8, A, D) vízszintje nem változott.

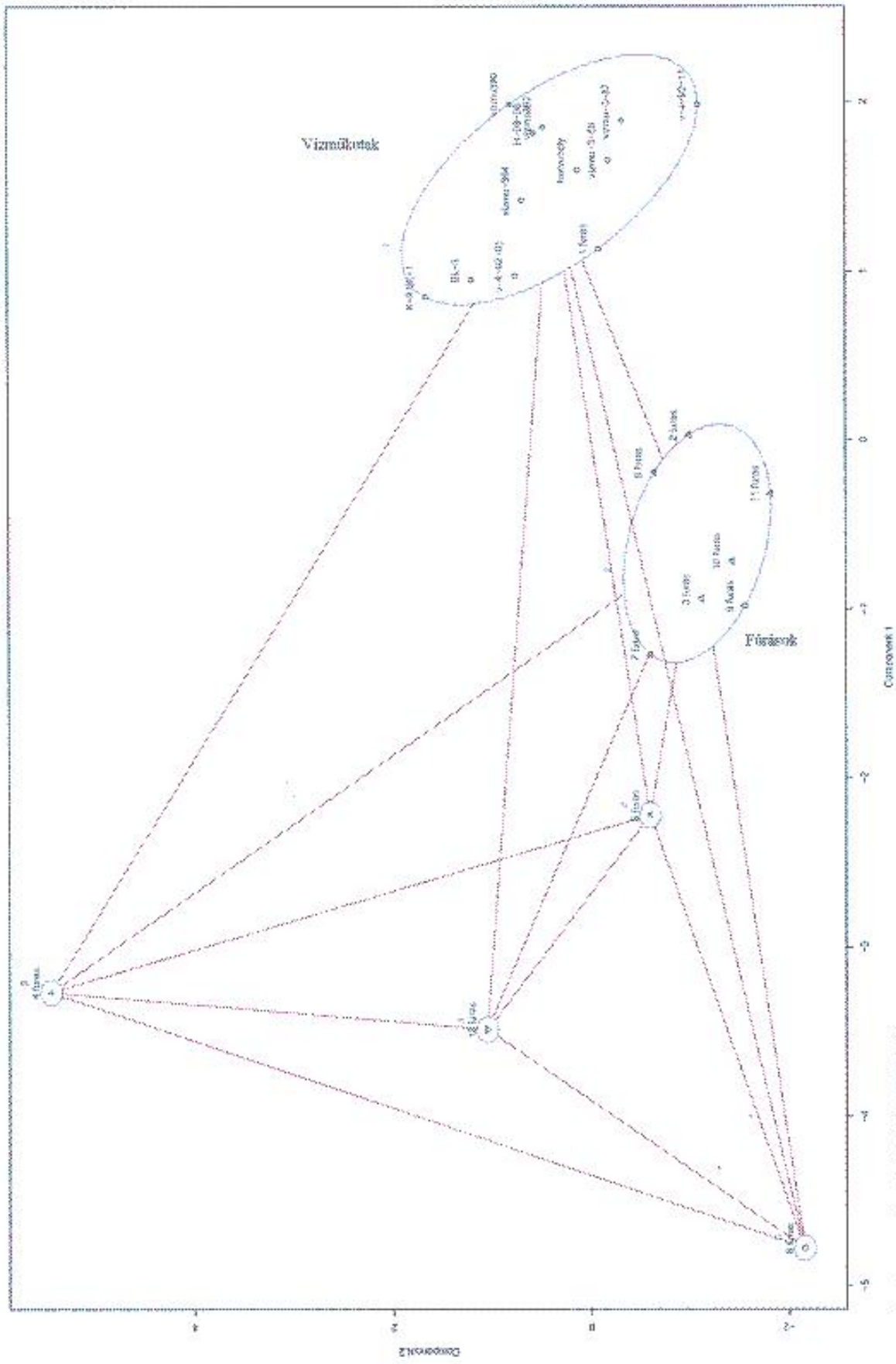
A többi furatban nem végeztünk szivattyúzást, mivel az egymásrahatás vizsgálatának a viszonylag nagy fúrástávolság miatt nem voltak meg a feltételei.

A szivattyúzások eredményeiből egyértelműen kitűnik, hogy nem összefüggő vízrendszerrel állunk szemben, hanem az egyes repedésekben elkülönülten szivárgó vizek találhatók.

Meg kell jegyeznünk, hogy a víz utánpótlódása erősen csapadékfüggő. Április 2.-án a bányaudvaron jelentős vízfelületek voltak megfigyelhetők, egy hét múlva csak néhány furat környékén volt tócsa.



CLUSPLOT1 bukkasdi.pam\$data.1



These two clusters explain 54.74% of the joint variability.

HŐMÉRSÉKLET MÉRÉSEK

A vizsgálat során sikerült hozzájutnunk egy DA-DT-2. típusú, elektronikus hőmérőhöz, ami 0,01 C° pontosságú mérésekre volt alkalmas. A felszíni hatás okozta hőmérsékletváltozás kiküszöbölésére a furatok vizének hőmérsékletét az észlelt nyugalmi vízszint alatti 1 m-es mélységben mértük. A mérési eredményeket a következő táblázat tartalmazza:

<u>Furat jele</u>	<u>Víz hőmérséklete C°</u>	<u>Furat jele</u>	<u>Víz hőmérséklete C°</u>
M2 ásott kút	9,12	M8	11,71
M3	11,58	A	12,31
M4	11,60	D	9,75
M5 csőkút	9,60	M9	10,52
M6	11,01	M10	9,80
M7	nem mérhető	M11	10,32
		M12	9,86

A hőmérsékletmérések egyértelműen arra utalnak, hogy a vízrendszer nem egységes.

Az egymástól néhány m távolságban lévő A-D-M8-M9 furatcsoportban az egyes furatok közötti hőmérsékletkülönbség szélső esetben a 3 C fokot is megközelíti. 2 C fok különbség mérhető az egymáshoz közeli M4 és M5 jelű fúrások vizében is.

A legalacsonyabb vízhőfokot az ásott kútban mértük. Az ásott kútnál melegebbnek mutatkozó hasadékvizek valószínűleg rövidebb idejű szivárgás után lépnek a felszínre, a felszíni hőmérséklet hatására könnyebben fel tudtak melegedni.

A K-8. mélyfúrású kút hőmérsékletét nem tudtuk mérni, mivel a mérést a bánya üzemi idején kívül végeztük, a kútakna kinyitására nem volt módunk. A vízföldtani napló adata szerint a kút vizének hőmérséklete 9,0 C fok.

Meg kell jegyeznünk, hogy a bükkösi K-6. és a hetvehelyi B-1. kutak 15 C fokot meghaladó vízhőmérséklete nem illik az összképbe. Ezen kutak vizének egy része a feláramló karsztvízből táplálkozik, amit a vízbázisvédelmi vizsgálatok során a kormeghatározás is igazolt.

MEGÁLLAPÍTÁSOK, ÖSSZEFOGLALÁS

1./ A bányaudvaron a vízfakadások jelentkezését a több évtizedes művelés során csak a 90-es évek végén észlelték.

2./ A mészkőkutató során telepített fúrásokban nem jelezték a karsztvízszint elérését. Amennyiben a +25 m B.f. szintig mélyített fúrásban sem észlelték víz jelentkezését, az arra utal, hogy a karszt repedéseinek jelentős része kitöltött, a fúrás nem harántolt vízvezető hasadékot, repedést vagy üreget.

3./ A bükkösi karsztkutakban a nyugalmi vízszint a 141,6 – 147,26 m B.f. szintek között volt mérhető. A kőbányánál mélyített K-8. jelű kút is a 144,2 m B.f. szint körüli nyugalmi vízszinttel jellemezhető.

4./ A kőbánya ásott kútjában a vízszint a 153,7 – 153,9 m B.f. szint között változik, ez a karszttól elkülönülő talajvíztestre utal.

5./ A bányaudvaron a vízfakadások és a furatokban mért nyugalmi vízszintek a 163,5 – 169,7 m B.f. szintek között voltak mérhetőek. A fakadások vize a bányaudvaron elszivárog, a műhely környezetében koncentráltan lép a felszínre, és pataként folyik a Bükkösi vízfolyásba.

6./ A fakadó vizek kémiai összetétele felszíni szennyeződésre (ammónia, nitrát) utal, az ásott talajvízkút vizének kémiai összetételével mutat hasonlóságot.

7./ A vízfakadásokra mélyített furatok szivattyúzása során a közeli furatokban a leszívás hatása nem volt észlelhető.

8./ A fakadó vizek hőmérséklete néhány m távolságon belül is eltérést mutat, a hőfok minden mérés esetében meghaladta a karsztvíz vizének hőmérsékletét. Téli időszakban végzett méréssorozat nagy valószínűséggel ellenkező eredményt adna a felszínközeli helyzet miatt.

9./ A korábban végzett trícium meghatározások a fakadó vizek fiatal korát igazolták, a karsztkutakban az idősebb vízzel való keveredés mutatható ki.

10./ A fakadó vizek utánpótlódása csekély, erősen csapadékfüggő, a vízhozam általában kevés, az egyes hasadékok vízhozama is eltérő.

11./ A földtani környezet töréses jellege a korábbi vizsgálatok során egyértelműen bebizonyosodott. A törésvonalak jelentős része vízzárónak mutatkozott, így önálló vízrendszerek kialakulásának tektonikai blokkonként is van lehetősége.

Az előbbieket összefoglalva a következő megállapításokat tesszük:

A bányaudvarban észlelt vízfakadások a karszt beszivárgási övezetéhez tartoznak. A beszivárgási zóna a bánya terjeszkedése során került feltárásra, a megcsapolt zóna a bányaudvarra kilépve **felszíni vízfolyásként csatlakozik a Bükkösi patakhoz. A bányaudvaron fakadó vizek szintje és a nyugalmi karsztvízszint között a 20 m-es védőpillér mindenütt megvan, a két vízrendszer egymással gyakorlatilag nem kommunikál.** (Erre való tekintettel nem készült izohipszás térkép sem, mert a két rendszer rajztechnikai úton történő összekapcsolását elvi hibának tartjuk.) **A bánya művelése a jelenlegi engedély alapján folytatódhat, a bükkösi vízbázist a művelés nem veszélyezteti.**