

Tata Fényes-fürdő a sportmedence melletti forrás újrafakadása

A FORRÁS KÖRNYÉKÉNEK ÁLLAPOTA ÉS A VÍZRENDEZÉS LEHETŐSÉGEINEK BEMUTATÁSA

Megrendelő:

TATA Város Önkormányzata

Környezetvédelmi, Mérnöki, Építőipari és Kútfúró Kft.

Címe: 2890 Tata, Kossuth tér 1.

Adószáma: 15385004-2-11

Kapcsolattartó személy: Musitz László környezetvédelmi referens

Tartalomjegyzék

1) Az előzmények részletes bemutatása	3
2. A területen végzett terepi mérések bemutatása.....	4
Terepbejárás, állapotfelmérés, konzultációk.....	4
Geodéziai bemérés és pontos digitális alaptérkép készítése.....	5
Vízfelfakadások vizsgálata (hozam, helyszín, vízminőség).....	6
Geofizikai szelvényezés (KBFI-Triász Kft.).....	7
Fúrásos és árkolásos feltárások	8
Talajmechanikai, kőzetmechanikai és ásványtani mérések.....	10
Vízvizsgálatok.....	10
2. A Fényes-fürdő, illetve a sportmedence környezetének részletes földtani-vízföldtani jellemzése..	11
A vizsgált terület földtani-fejlődéstörténeti leírása	11
A fő kőzettípusok elterjedése és részletes jellemzése.....	13
Mezozoikumi kőzetek	14
Homokkő (eocén-oligocén, pannon vagy negyedidőszaki korú is lehet).....	15
Pannon korú agyag.....	16
Mésztufa.....	18
Kavicsos homok.....	21
Szervesanyag-tartalmú iszap, vagy tőzeges sovány agyag.....	22
Antropogén feltöltés.....	23
A forrás környezetének vízrendezési lehetőségei.....	23
A: A forrás és a medence topográfiai helyzete – ideális helyzet elemzése	24
B: A forrás és a medence topográfiai helyzete – konkrét helyzet elemzése.....	24
E) Geotechnikai tervezési problémák felsorolása:.....	27
F. A vízhozamok eddigi és várható növekedése.....	27
G. Az új medence kialakítása.....	28
A vízrendezés műszaki lehetőségei.....	29
Vertikális műtárgyak.....	29
Hordalék-behordódást gátló lemezfal építése	29
Víztermelő aknák, illetve betongyűrűs kutak építése	29
Víz kivétel kútcsoporttal	30
Horizontális feltárások és műtárgyak	31
Forrásüreg kutatása a medence állapotvédelmével, új forrástó kialakítása.....	31
Sekély drénezés a medence DNy-i sarkánál	32
Új forrástó-forráskürtő kialakítása a medence közelében vagy a medence helyén.....	32
Forrástó kialakítása a jelenlegi források környezetében a medence meghagyásával.....	33
Forrásvíz hasznosítási lehetőségei.....	33
A feltétlenül szükséges üzemeltetői-tulajdonosi feladatok ismertetése.....	34
1: Medence statikai vizsgálata	34
2: Medence zsomszivattyújának áthelyezése	35
3: Túlfolyó karsztkút vízelvezetése.....	35
4: Általános javaslatok.....	35
Eredmények összefoglalása	36

1) Az előzmények részletes bemutatása

A bányászati vízkiemelések hatására 1973 elejéig elapadt a teljes Fényes-forrásokcsoport, viszont a bányakárokból kifizetett kártérítés anyagi lehetőségét is adott a tavak melletti fürdő fejlesztésére, illetve fenntartására. A mesterséges hatások elmúltával 2001 óta megindult a források újra-fakadása, először az ún. Katona-forrásban, majd pedig a többi forrástóban is.

A fürdő üzemeltetője, illetve a területen dolgozó kertészek 2005 tavaszán figyeltek fel egy újabb vízfelfakadásra a sportmedence és a Sarki-tó között. A vízfelfakadás kezdetben is két ponton történt, és a környezetükben levő fák elhaltak. 2005 őszére már több helyen a felszínen „buzgárok” is jelentkeztek. A felfakadó víz elvezetésére árkot létesítettek, és – bizonyára abban a reményben, hogy a vízhozam majd lecsökken – a fakadás környékén is kisebb gödröt mélyítettek. A vízhozam ennek hatására tovább nőtt.

2006 tavaszán a sportmedence évi teljes kitisztításakor, a vízleeresztés után az üzemeltetők tanúsága szerint a medence padlózata deformálódott. Vízmentes állapotban a medence közepe kb. 20 cm-nyit felpúposodott, és a csempeburkolaton repedések jelentek meg. Az újbóli vízelöntést követően a púposodás – legalábbis látszólag – megszűnt, a repedések azonban megmaradtak, és a továbbiakban 2006 folyamán tovább nőtt a repedések mennyisége és hossza. A medencében a talajvíz-beszivárgást és hordalékbehordást is észleltek, ami arra utal hogy a felújított medence nem tökéletesen vízzáró kialakítású.

Jóval a forrás első felfakadása után, 2006. május 9-én következett be a medence oldalfalánál egy nagyobb károsodás. Ekkor a sportmedence hosszabbik, a „forrás” felé eső oldalán egy 0,5-1,5 cm széles enyhén táguló, nyírásos jellegű repedés futott végig. **Ezt követően, még aznap délután telefonon kérte fel cégünket a fürdő üzemeltetője arra, hogy másnap reggel a helyszínen szemrevételezzük a vízfelfakadást, és adjunk javaslatot a problémák elhárítására, a nagyobb gondok megelőzésére.** A sportmedence mellett akkor észlelt repedésről 11-én készült fotókat a következő oldalon mutatjuk be, és a forrásokról is közlünk néhány jellemző képet. (A repedést azóta betömték, de a nyoma máig észlelhető.) Az üzemeltető bemutatta a működő sportmedencébe történő vízbeszökést és homok-beszivárgást, illetve az aljzat kisebb repedéseit is.

A helyszíni megbeszélés alapján úgy tűnt, hogy sürgősen megrendelik cégunktől a forrás felmérését, így a következő napokban a helyszínen beszereztük a területről fennmaradt dokumentációkat, előkerestük a környékre vonatkozó tudományos publikációkat, elkezdtük mindezen adatok digitalizálását és értékelését. 2006. május 18-ra hívott össze a tulajdonos Önkormányzat és a bérlő-üzemeltető egy újabb egyeztető tárgyalást a Felső-Dunavölgyi Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság és Tatai Szakasztechnika, valamint a számba jöhető tervező cégek részvételével. A Felügyelőség a helyszínen megállapította, hogy valóban egy nagy értékű műtárgy károsodhat, ha a forrás rendezése halasztódik; erre a szükséghelyzetre való tekintettel a forrásfoglalás előzetes vízjogi engedélyezésétől eltekintenek. A május 18-i tárgyalás alkalmával adtam át az Alpolgármester Úrnak a munkára vonatkozó árajánlatunkat. Május 22-én az árajánlaton felül megküldtük a Polgármesteri Hivatalnak a sportmedencére vonatkozó régebbi talajmechanikai jegyzőkönyvek összesített értékelését, valamint a tervezett munkák írásos koncepcióját. A vállalt feladatokra szerződéstervezet készítettünk, a terepi munkálatok megkezdését június

végére kalkulálva. A terület geofizikai felmérését is megszerveztük május 21-re, de ekkor a felvonulást - megrendelés hiányában – elhalasztottuk.

Ezt követően pár hétig a forrás kapcsán semmilyen hírt nem kaptunk, így a megrendeléstől függetlenül (publikációs célból) végeztünk egy egynapos terepi felmérést június 12-én. Ekkor a terepen vízmintákat és talajmintákat vettünk, valamint megmértük a felfakadó források hozamát és állapotát. 2006. július 8-án ismét kiérkezve szemmel látható volt, hogy a 10 nappal ezelőtti állapothoz képest kb. 2 méterrel közelebb húzódott az egyik a forrás-fakadási helyszín a sportmedencéhez, ezt az aggasztó tényt jeleztük is az Önkormányzatnak.

Tata város képviselőtestülete 2006. június 28-án szavazta meg a tervezési ajánlatunk elfogadását, másnap faxon is megkaptuk a vonatkozó megrendelést. A tervezési szerződés aláírására csak augusztus 1-én került sor, majd az aláírt szerződést 2006. augusztus 4-én vettük át a Polgármesteri Hivatalban. A szerződésben foglaltak szerint a munka elején, augusztus 8-án leadtuk a feltárások koncepcióját és előzetes eredményeinket az Önkormányzatnak egy kisebb összegű résszámlával együtt. Csatolt számlánk kifizetése sajnos egészen augusztus legvégéig húzódott, így csak szeptember 10-én tudtuk megkezdeni a tulajdonképpeni részletesebb terepi feltárásokat. A terepi mérések több ütemben történtek, egészen 2006. október elejéig terjedően. A terület fúrásos feltárása teljes egészében a fürdési idényen kívül történt, mert a vendégforgalmat munkánkkal nem zavarhattuk. Folyamatosan a feltárási részeredményekhez igazítottuk a feltárási tervet, így összességében az előzetesen tervezettnél jóval több terepi mintavételt kellett végeznünk.

Összefoglaló dokumentációnk részben utal a korábbiakra, részben pedig kijavítva ismételi meg a részjelentés állításait. Részletesen ismertetni kívánjuk a biztonságos vízrendezés és állapot-stabilizálás lehetőségeit és problémáit, majd pedig több változatban mutatjuk be a forrásfoglalás műszaki megoldását. Törekedtünk arra, hogy anyagunk mind a környezetvédelmi-természettudományos leíró dokumentációnak, mind pedig műszaki tervezési alapnak megfelelő legyen. Az egyes változatok közül csak a legvalószínűbbeket dolgoztuk ki részletesebben. Az érthetőség érdekében számos szövegekőzi ábrát alkalmazunk.

A helyszínen többször konzultáltunk az üzemeltetővel, és az alkalmazottakkal. Munkánk segítéséért köszönettel tartozunk Fürst Ádám, Hevesi Ferenc, Musitz László, és Sashegyi László uraknak.

2. A területen végzett terepi mérések bemutatása

Az egyes munkafázisokat lehetőség szerint időrendi sorrendben ismertetjük.

Terepbejárás, állapotfelmérés, konzultációk

A Fényes-forrás területét bejártuk, a források környékét részletesebben is felmértük. Mint korábbi dokumentumainkból is látható volt, a helyszínen beszerezhető talajmechanikai irodalmakat és térképeket már 2006 nyarán lemásoltuk és értékeltük.

A Fényes-forráscsoport területével is foglalkozó, általunk megismert publikációkat az alábbiakban foglaljuk össze:

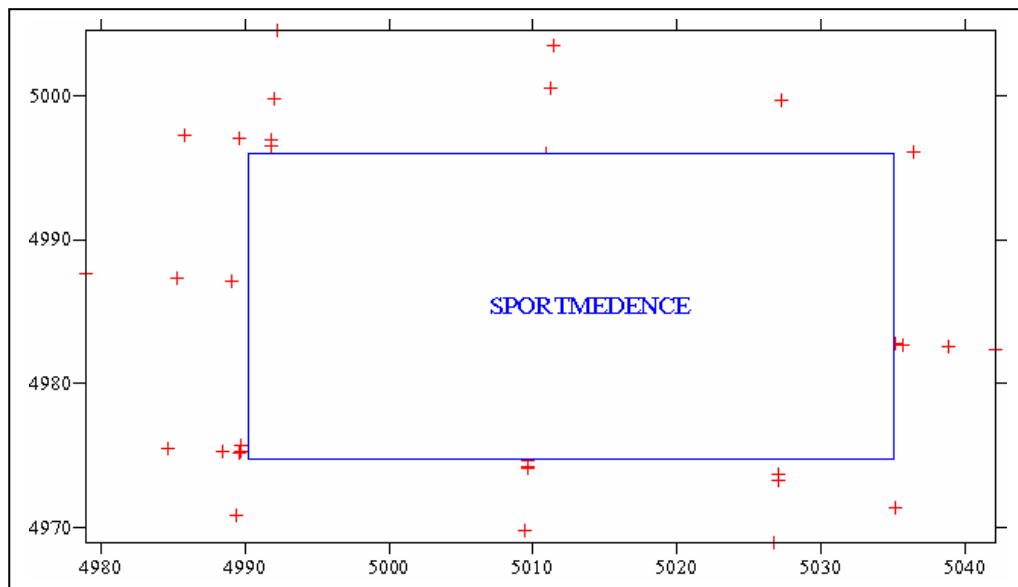
- CSEPREGI A. et al. (HYDROSYS Kft.)** (2002): Tata vízbázis biztonságba helyezése
Vízbázisvédelmi tervdokumentáció, kézirat, Tatai Vízmű & EduKöTeVizIg,
- GÖLZ, B.**(1982): A Dunántúli-középhegység forrásainak természetes hőteljesítménye
Földrajzi Értesítő XXXI.évf./4.füzet p.427-447.
- GÖLZ, B. – SZ.CSNÉ DELY I.**(1980): Vízkémiai változások egy tatai kúttelepen
Bányászati és Kohászati Lapok - BÁNYÁSZAT 13.évf./7.sz. p.455-460.
- FÜLÖP J.**(1975): A tatai mezozoós alaphegységgrögök
Geologica Hungarica - Series Geologica, Tomus 16. p.225 MÁFI kiadása, Budapest
- HORUSITZKY H.**(1923): Tata és Tóváros hévforrásainak hidrogeológiája és közgazdasági jövője
M. Kir. Földtani Intézet Évkönyve XXV.kötet/3.füzet p.39-83.
- IZÁPY G. – MAUCHA L.**(1998): Magyarország Forrás-katasztere II. kötet: A Dunántúl Móri-ároktól ÉK-re eső része (Vértes-hg., Gerecse-hg., Pilis-hg., Budai-hg., stb)
VITUKI Rt. Hidrológiai Intézet kiadása
- KESSLER H.** (1955): A tatai Fényes-források vizsgálata vízellátás szempontjából
VITUKI 3. Osztály kutatási jelentése (kézirat), VITUKI Adattár 129/55 ny.sz.
- LORBERER Á. et al.**(1978-2001): A Dunántúli-középhegység karsztvízszint-térképei (A tárgyév január 1-i állapot-térképei) M = 1:200.000
VITUKI Hidrológiai Intézet kiadása, Budapest
- MÓZES E. – PÁLFALVI F. – LORBERER Á. F.** (2006): Tata, Mirelta-szabadidő központ új hévízkutató fúrás vízjogi létesítési engedélyes terve (kézirat),
VIKUV Rt, EduKöTeVizIg
- SASHEGYI L.**(1976): A karsztforrások megszűnése utáni állapot Tata térségében
Hidrológiai Tájékoztató 21.sz. p.29-32.
- PAPP F. - SCHULHOF Ö. et al.** (1957): Magyarország ásvány- és gyógyvizei
(Tatatóváros p.323-327) *Kézikönyv, Akadémiai Kiadó*
- SÁRVÁRY I.**(1968): A karsztvízszint változása a Dunántúli-középhegységben 1960-tól 1967-ig
Hidrológiai Tájékoztató 13.sz. p.52-54.
- SCHEUER Gy.** (1996): A tatai és a dunaalmási források, valamint üledékképző tevékenységük vizsgálata
Hidrológiai Tájékoztató 1996. április
- SCHEUER Gy.** (2001): Az Által-ér völgyi édesvízi mészkövek paleo-hidrológiai vizsgálata abszolút kor adatok alapján
Hidrológiai Tájékoztató 2001
- SCHMIDT E.R.**(1969): Tata környékének vízföldtani viszonyai
Hidrológiai Tájékoztató 9.sz. p.92-95.
- TÓTH M** (2002): Mikor fakadnak újra a tatai források?
Vízügyi Közlemények LXXXIV évfolyam 2002 évi 2. füzet
- VENDEL M.- KISHÁZI P.**(1963): Összefüggések melegforrások és karsztvizek között a Dunántúli-középhegységben megfigyelt viszonyok alapján
MTA Műszaki Tudományok Osztály Közleményei
- VÉRTESE L.**(1969): Kavics ösvény
Gondolat kiadó, Budapest

Általában a felsoroltak közös jellemzője, hogy nagyobb területtel foglalkoznak, a Fényes-források területét csak egy-két bekezdésben érintik. A konkrét vizsgálati területtel foglalkozó talajmechanikai tervdokumentációk felsorolását és értékelését korábbi részjelentésünkben már részletesen elvégeztük.

Geodéziai bemérés és pontos digitális alaptérkép készítése

A terület EOV vetületű digitális térképét helyi geodéta, **Nagy Balázs** készítette el. Közös bejárásan kitűztünk további bemérendő pontokat, amelyekről tételes koordináta-jegyzék is készült. Az új térkép már feltünteti a forrás-fakadások környezetét, levezető-árkát, valamint a II. sz. (K-34. kataszteri számú) vízmű-karsztkút túlfolyó vizének leeresztő árkát is. A forrás területének változását is mértük, kétszeri területfelméréssel.

A geofizikai szelvények végpontjait és a fúrásponokat is pontosan felmértük. **A medence peremén 37 darab referencia-pont lett bemérve és beszintezve az esetleges későbbi süllyedések nyomon követésére! Az újramérések szerint a tervezői munkák alatt süllyedést nem észleltünk.** A medence melletti mérési pontok adatait az **1. mellékletben** táblázatosan közöljük. A medence melletti mérési pontok helyszínrajza (relatív koordinátarendszerben):



Vízfakadások vizsgálata (hozam, helyszín, vízminőség)

Több alkalommal végeztünk hozammérést, nagyobb részben úszós sebességméréssel, kisebb részben a helyszínre szállított ipari vízőrával.

A három legfontosabb hozammérés adatait az alábbiakban részletesen ismertetjük.

2006. június 12-i hozammérés (a két forrás külön-külön):

Nagy vízlevező árok szélessége: *max. 40 cm*

Vízmélység: *5 cm.*

Átfolyási felület tehát: *0,02 m²*

Mért átlagos vízsebesség: *5,1 m/sec*

HOZAMADATOK:

Fő forrás	Kisebb forrás	
0,1018	0,0029	m³/sec
6,1063	0,1754	m³/perc
366,38	10,52	m³/óra
8793,05	252,56	m³/nap

2006. szeptember 20-i hozammérés (a két vízlevezés együttes hozama):

Vízlevező árok szélessége: 32 cm

Vízmélység: 20 cm.

Átfolyási felület tehát: 0,064 m²

Mért átlagos vízsebesség: 3 m/sec

HOZAMADATOK:

0,1920	m³/sec
11,5200	m³/perc
691,20	m³/óra
16588,80	m³/nap

2006. október 10-i hozammérés (a két forrás külön-külön):

Nagy vízlevező árok szélessége: 29,6 cm

Vízmélység: 21,7 cm.

Átfolyási felület tehát: 0,064 m²

Mért átlagos vízsebesség: 3,4 m/sec

HOZAMADATOK:

Fő forrás	Kisebb forrás	
0,2208	0,0090	m³/sec
13,2498	0,5400	m³/perc
794,99	32,40	m³/óra
19079,70	777,60	m³/nap

A mérésekkel csak a vízlevezető árokban felfakadó hozamot mértük, a környező területen diszperz módon felfakadó hozam ezen felül további 5% értékűnek becsülhető. A **K-3.** próbakút fúrásakor észlelhető volt mindkét forrásfakadás hozamának a megnövekedése összesen kb. 10%-al; ami arra utal, hogy a mésztufa járatrendszereinek megváltozása a hozamokra közvetlenül kihathat.

2006. nyara és ősze folyamán jól látható intenzív hozamnövekedést észleltünk. Ez az erősen növekvő tendencia, amely szerint a nyár folyamán is a többszörösére nőtt a hozam, az általunk létesített feltárásoktól bizonyosan független!

A mért forrás-hozamok összefoglalása:

június	szeptember	október	2006
627	1152	1378	liter/perc
380	700	830	m³/óra

Geofizikai szelvényezés (KBFI-Triász Kft.)

A területen nagy felbontású, kisebb behatolási mélységű geoelektromos méréseket végeztük. A mérés sűrű sorban elhelyezett szondázási pontokkal történt és a felszín alatti rétegek ellenállás-értékeit mutatja. A mérés lehatolási mélysége a széleken kisebb – de mivel a vezetékek és az aszfaltozott utak a mérést zavarják, nem tudtuk a medencét azonos felbontással körbemérni. Esetünkben a pannon agyag igen-igen kis ellenállású (3-5 Ohmméter) homogén réteget jelent, míg a mészkő értéke ettől markánsan különböző érték.

A egyes szelvények végpontjainak, illetve a forráshoz legközelebbi szelvények esetében a mészkövet jelző mérési pontok (48, 68 1,2,3) geodéta által bemért koordinátái:



Fotók: A medence melletti szelvény mérése
A földbe szúrt elektródák és a mérőkocsi
(A forrás a nádfonású fal mögött található)

Mindegyik szelvény mérési eredményét mellékeljük. A mérési helyszínrajzon láthatóak az utak, a medence és a fenti bemért pontok is. (... ábra) A fehér színű zóna jelöli a mésztufás területeket, a vörös az agyagot, zöld az iszapot és a sárga a homokos rétegeket (pl feltöltés).

Fúrásos és árkolásos feltárások

A területen végzett fúrási tevékenységet három ütemben hajtottuk végre. Az egyes fúrások helyét, fúrási sorrendjét és kitzűzésük szempontjait röviden ismertetjük.

Első nap készült négy darab kisátmérőjű talajmechanikai feltáró furás, amelyeket **F1**, **F2**, **F3**, és **F4** jellel jelöltünk. Az utóbbi kettő elakadt. Az **F3** mellett feltáró árkot létesítettünk és az alsó kemény anyagból légalapáccsal vettünk mintát. Az **F4** a medence széle közelében VIACOLOR bontásával készült, és részben le is lett csövezve 60 mm átmérőjű csővel. A talpi elakadást okozó réteg feletti rétegekben talajvíz volt; a furat alján mésztufa valószínűsíthető.

Ugyanekkor készítettük el a **K-1** fúrást a vízlevezető árok végénél a tó közelében, egy kisebb vízfelfakadás mellett, a 4-es geofizikai szelvény nyomvonalában. A **K2**-es és később a szomszédos **K4**-es fúrások (utóbbi lecsövezve) a medence délkeleti sarkánál létesültek. Az 1-es geofizikai szelvény ezen a ponton – mint utólag kiderült tévesen – mésztufára utaló anomáliát jelzett, ennek a kutatására létesültek ezek a pannon agyagot feltáró fúrások. A fúrások mellett kb. É-D irányú árok is létesült kézi feltárással, az ebből a feltárásból származó meszes-agyag mintán végeztünk ásványtani vizsgálatot.

A kisebbik forrás-felfakadás mögött létesült a **K-3** jelű, artézi kúttá kiépített fúrás. Tőle pár méterre ÉÉK-re, a 2-es geofizikai szelvény negatív anomáliájának a feltáráására létesült a **K6** kút, amely - agyagos rétegsora ellenére - szintén kissé artézi vizet szolgáltatott. A **K5** kút a medence DK-i sarkához a lehető legközelebb létesült a gépház és a medenceperem járóburkolata között, szintén mésztufát is feltárva jelezett magas vízszintet. Az utolsó fúrási ütemben két kiegészítő fúrás készült a területen: A **K7** és **K8** jelű fúrások a medence déli

végén, illetve a medencétől keletre, a korábbi (sekélyebb) **F1** fúrás közelében. Részben ez utóbbiak is a hibásnak bizonyult geofizikai szelvény ellenőrzésére szolgáltak.

A medence forrás felőli oldalán két helyen végeztünk árkolásos feltárást, 7 illetve 4 méter hosszban. Az északabbi területen a feltöltés omladékonynak bizonyult a száraz munkagödörben is. A rövidebb déli árkolásban 1,5 méter mélységben mesterséges burkolatot, és ezt elérve intenzív vízfeltörést észleltünk. Itt a munkagödörben is elhelyeztünk egy alul szűrőzött kútsövet; ezt az ideiglenes kutat **GK** jelöléssel láttuk el. Az itt észlelt (a medence peremével azonos magasságú) vízszint-érték arra utal, hogy ezen a területen a legintenzívebb a fedett forrástevékenység, *itt valószínűsíthető a betemetett forrásüreg is.*

A területen készült fúrások koordinátái (az ideiglenes kutak esetében csőperem is):

Y	X	Z	Jelölés	Mért szint	Vízmélység
594495,9	258467,4	121,09	1F		
594475,9	258502,3	121,89	2F		
594428,3	258470,0	120,75	3F		
594461,2	258455,9	122,08	4F	Terep	
594461,1	258455,9	121,86	4F	Csp	-0,47
594428,6	258440,8	120,24	K-1	Terep	
594428,6	258440,7	120,56	K-2	Csp	-0,38
594494,6	258427,9	121,20	K-2	Terep	
594449,0	258449,7	121,25	K-3	Terep	
594449,0	258449,6	122,43	K-3	Csp	-0,8
594495,0	258425,8	121,24	K-4	Terep	
594494,9	258425,8	121,58	K-4	Csp	-1,29
594450,8	258454,8	121,41	K-5	Terep	
594450,9	258454,9	121,94	K-5	Csp	+0,05
594461,4	258439,4	122,05	K-6	Terep	
594461,4	258439,4	122,36	K-6	Csp	-0,54
594479	258438	121,96	K-7	Terep	
594502,5	258469,5	121,08	K-8	Terep	
594455	258443	121,9	KÁ-9	Terep	-0,02
Egyéb bemért pontok					
594418,0	258437,0	119,59	Sarki-tó	Vízszint	
594512,0	258421,9	120,01	Mikovinyi- árok	Csőtető	
594512,0	258421,9	119,69	Mikovinyi- árok	Vízszint	

A fúrások csövezése a kavicsréteg állandó beomlása miatt minden esetben csak részlegesen sikerült, így az észlelt vízszintek kevert jellegűek (karsztvíz + a kavicsréteg talajvize), a valós karsztvízszintek ezeknél magasabbak lehetnek.

A kisebbik forrásfakadás mellé telepített **K-3** kút magas túlfolyó szintű volt (+80 cm a terepszint felett). *Fúrása során mind a két forrás hozama hirtelen megnőtt, azaz fontos szivárgási pályát hozott létre.* Ehhez is köthető, hogy a kút környéke megsüllyedt, túlfolyása a kútpaláston kívülre tevődött át (többszöri agyagos tömítés ellenére). A forrás-fakadásnak a kút felé tartó elmozdulása azóta is folytatódik.

Talajmechanikai, kőzetmechanikai és ásványtani mérések

A talajmechanikai mérések részben a fúrési rétegsorok ellenőrzésére, pontosítására szolgáltak, részben pedig a medence és a forrás kapcsán lehetséges alakváltozások számszerű jellemzésére. Ennek megfelelően nagyszámú mintát teszteltünk.

Tudomásunk szerint kőzetmechanikai, illetve ásványtani vizsgálatokra a Fényes-fürdő térségében eddig nem került sor (a hatvanas években végzett kőzetmechanikai mérések anyagai nem álltak rendelkezésünkre). Az eredmények így tájékoztató jellegűek is, megfelelnek egyes konkrét lehetőségek elvi szintű tervezésére, sőt egyéb analóg területek vizsgálatához is hasznos információkat adnak. A forrás-fakadás mellett a regolitból, az **F4** pontnál feltárt homokkőből kőzetmintákat vettünk. Az ásvány-lerakódásokat szintén felszíni minták alapján vizsgáltuk. A kőzetek kötőanyagának ásványtani vizsgálatát ugyanazoknál a tömböknél végeztük, amelyeknél töréses vizsgálatok is történtek. A felszíni mintákat begyűjtve szállítottunk be a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszékének Kőzetmechanikai laboratóriumába. A mérési eredményeket az egyes kőzet-egységek részletes ismertetéséről szóló fejezetben ismertetjük.

Vízvizsgálatok

A vizsgált forrásfakadást, a Katona-forrást és a K-34. sz. karsztkútát egyszerre mintáztuk és egyidejűleg vizsgáltattuk be. A mintavétel 2006. június 12-én történt, helyszíni hőmérséklet- és vezetőképesség-méréssel.

Komponens	Katona-forrás	Új forrás	K-34-es karsztkút
<i>Hőfok (C^0)</i>	23,9	22,4	
<i>Vezetőkép. (S/m)</i>	0,0069	0,0069	
<i>PH</i>	7,5	7,3	7,3
<i>Ca⁺⁺ (mg/l)</i>	89	89	86
<i>Mg⁺⁺ (mg/l)</i>	57	54	56
<i>Fe (mg/l)</i>	nyom	nyom	nyom
<i>NO₃⁻ (mg/l)</i>	0	0	0
<i>Cl⁻ (mg/l)</i>	22	24	25
<i>SO₄⁻ (mg/l)</i>	73	64	67
<i>HCO₃⁻ (mg/l)</i>	474	467	482
<i>Párlási maradék</i>	538	526	518

Mint látható, a három víz gyakorlatilag azonos jellegű *karsztvíz*, nagy valószínűséggel az eredetük is azonos.

2. A Fényes-fürdő, illetve a sportmedence környezetének részletes földtani-vízföldtani jellemzése

A vizsgált terület földtani-fejlődéstörténeti leírása

A források környezetének egzakt földtani leírása csak genetikai szemlélettel végezhető el, ezért röviden összefoglaljuk a terület geológiai fejlődéstörténetét is.

Tata térségében a földtörténeti középkor (mezozoikum) dolomitos és mészköves felső-triász – júra és alsókréta kori (alaphegységi) képződményeire – hosszan tartó szárazulati lepusztulás után – késő paleogén – alsó-miocén homokkő (az ún. Csatkai Formáció?) rakódott rá. A neogén időszakban ezeket a 30 millió évesnél idősebb képződményeket ismételt erősen tektonikus hatások érték; a legtöbb helyen a homokköves fedőrétegek teljesen lepusztultak, csak kis blokkokban maradhettek meg a mészkövek felett. Kb. 8-9 millió éve, az alsó-pannon kori újabb (csökkentsósvízi) előtűnéskor egy alapkonglomerátum lerakódása után ezen a területen homogén agyagréteg rakódott le.

A környéken észlelhető forrás-mészkövek és teraszaik mintegy 2 millió éve, a felső-pliocén végétől képződnek a szakaszosan kiemelkedő Gerecse-hegység és a kisebb rögök (pl. a Kálvária-domb) peremén, egyre mélyebb szintekben. A közel sík pannon agyagrétegen áthaladó *Által-ér* meanderező patakként vágott át, sok helyen homokos, kavicsos, kevés iszappal kevert üledéket terítve el egyenlőtlenül ezen a területen. A mindenkori erózióbázis szintjében fakadó karsztforrások biztosították a terület állandó vízellátását, így a folyami üledék-lerakódással szemben a tavi-mocsári jellegű fauna vált uralkodóvá a jégkorszakban ezen a mélyebb fekvésű területen – ezt a pleisztocén reliktum-növényzet is bizonyítja. A domborzat kiegyenlítődségének, az állandó vizesedésnek a hatását tükrözik a legfiatalabb üledékek tőzeges jellegű fekete laza üledékei. (Ez a kb. 5% szervesanyag-tartalmú fekete réteg talajmechanikai elnevezés szerint részben homoklisztes iszap, részben iszapos finom homok.)

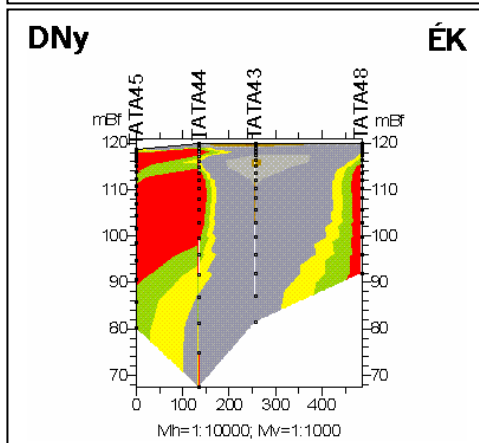
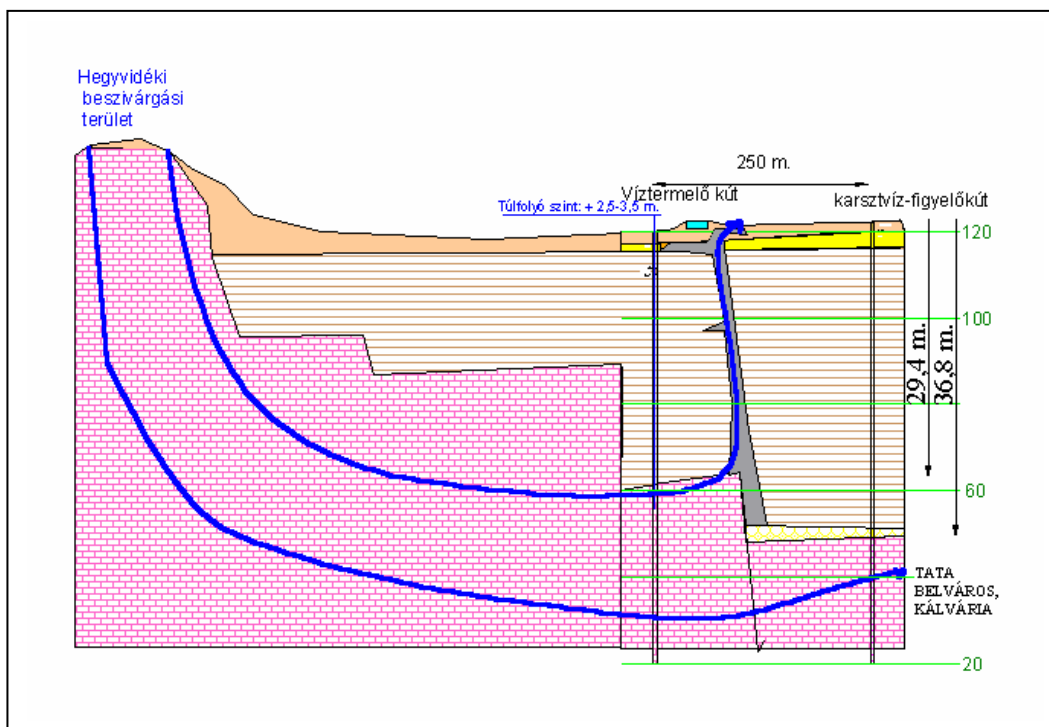
Tata egész területe a Dunántúli-középhegységi főkarsztvíz-rendszer egyik természetes megcsapolási területe. A források felszálló típusúak, azaz alattuk a nagyobb nyomású karsztos tárolóból felfelé szivárog a víz. Ez a szivárgás a pannon agyagon csak kevéssé tud áthatolni, a töréses zónákon viszont intenzíven jelentkezhet. Tata emiatt lett nevezetes az egymás közelében, több (É felé egyre mélyebb) szintben, törésvonalak mentén fakadó forrásairól és a reájuk települt malmokról. Már **Horusitzky Henrik** 1923-ban megjelent tatai monográfiája vetőkhöz köti a forrásfakadásokat, vetőkeresztezéseket jelölve a Fényes területén is - ennek ellenére ezek vonal menti kutatása ezen a területen korábban nem történt meg.

A mai fürdő területén csak a jégkorszak végén kezdődhetett meg a ma is tartó a forrás-tevékenység. Az agyagréteget fiatal vetővonalak szabdalták fel, ezeken át a felszínre szivárgó karsztvíz tavakat, illetve az *Által-ér* felé korlátozott lefolyású mocsaras területet hozott létre. A mocsaras környezetben így a jégkorszak és a jelenkor folyamán a felszínen tőzeg (keves lösszel keverve) rakódott le. A forráskürtöknél és a törésvonalak mentén pedig a karsztvíz mésztartalmából kiváló mésztufa rakódott le. Egyes tavak forráskürtői betömődhetek (pl. az ún. Feneketlen-tóról ezt már Horusitzky H. is feltételezte), míg máshol beszakadás, földrengés révén nyílhatott új út a felszivárgó karsztvíznek. Az összehasonlító vizsgálatok során a Fényes-fürdő területén feltárt mésztufát találták a legfiatalabbnak, a jelenkorban is

képződőnek. Ezt a megállapítást a mi terepi megfigyeléseink és ásványtani méréseink is igazolják. A Tata területén megjelenő mésztufák részletesebb feldolgozására és közetmechanikai vizsgálatára eddig még nem került sor, csak geomorfológiai jellegű vizsgálatokról van tudomásunk.

A Fényes-dűlő lapos és tőzeges területe malom létesítésére és földművelésre nemigen voltalkalmas, így az emberi tevékenység sokáig csak kevésbé érintette. Az intenzív emberi beavatkozások kezdetén a terület vizeit **Mikovinyi Sámuel** a XVIII. században szabályozta, így csökkentek a vizenyős-mocsaras területek, a nedves kaszálók területe viszont megnövekedett. A forráskürtők melletti kerek tavak megmaradtak. A bányászati beavatkozások hatására az 50-es évektől kezdve sorra elapadtak a források, majd ennek a hatásnak az elmúltával fokozatosan újra fakadnak – a megváltozott környezetnek megfelelő helyeken. Az agyagréteg felső része és az agyagos mésztufa korábban a bányászat hatására részben kiszáradt, ennek megfelelően az agyag zsugorodott, a mésztufa-üregek egy része megroskadt, a terület egyenlőtlenül megsüllyedt. Az újabb vízzel való elöntés során az agyag felveszi maximális víztartalmát és ezalatt kitágul, ellentétes felszíni mozgásokat indukálva.

A hidrogeológiai helyzetet egy vázlatos (csak részben méretarányos) földtani szelvényvel szemléltetjük az alábbiakban:



A triász mészkőblokkoktól a felszínig hatoló, részben forrásüledékekkel kitöltött kürtők jelenlétét a forrásfakadástól északra, az amorf-medence mellett elvégzett geofizikai mérési szelvény is igazolta. (oldalsó ábra) A mellékelt szelvény a HYDROSYS Kft. 2002-es anyagában található, világosszürke színnel jelzett (nagy ellenállású) meszes réteg folyamatos települését jelzi a felszíntől –30 méterig, a pirossal jelzett eredeti településű agyagrétegek között.

A sportmedencét is részben egy karsztos hasadékjárat fölé telepíthették. A forrás-fakadás melletti, részben árkolt felszínen (feltöltéssel keverten) jól láthatóak a kisebb-nagyobb travertinó-mészkö darabok, ezekből tudunk pár nagyobb kőzetmintát is venni. A vízelvezető árok kiinduló részénél kisebb szálban álló mésztufa-szint is észlelhető a kavicsréteg felett. Hasonló mésztufa a fürdő más területein a felszínen jelenleg nem látható, régebben is csak a ma legkevésbé feltárható Erdei-forrás kürtőjében észlelték.

A mésztufa megjelenése korábbi törések, repedések jelenlétét jelzi. **A meszes kérgék kiválása nem kötődik szorosan a törések vonalához, hanem oldalirányban akár 12 méter távolságig is történhet mészkiválás (az egykori felszínen).**

A fiatal mésztufa mindenütt igen porózus, inhomogén szerkezetű, a benne feláramló víz mentén könnyen alakulnak benne is kisebb-nagyobb hasadékok és üregek, barlangjáratok. **Hasonló tevékenység jelenlegi analógiája a törökországi Pamukkále (oldalsó fotó) a Szalajka-patak és egyes hazai barlangok mésztufa-gátjai, illetve a mesterséges hatásra kialakult „Egerszalóki só-domb”.**



A fő kőzettípusok elterjedése és részletes jellemzése

A területet geológiailag négy különböző korú réteg építi fel:

- A) *Triász, júra és alsó-középső-kréta időszakban lerakódott mészkövek*
- B) *Homokkő (kis elterjedésű, az új feltárások során feltárt réteg, bizonytalan korú)*
- C) *Pannon agyagos rétegsor*
- D) *Negyedidőszaki rétegek: D/1:többféle mésztufa D/2: kavics, D/3:iszapos, tőzeges homok*
- E) *Legújabb kori mesterséges feltöltés*

Ezek közül az első három időszak üledékei aránylag egységesen, tömören jellemezhetőek. A fiatalabb üledékek települési jellemzőinek bemutatásához azonban a keletkezésük leírását is szükségesnek tartottuk leírni az előző szakaszban.

A rétegek geometriája szempontjából a vizsgált terület három részre tagolható: a medence keleti fele (a Mikovinyi-árokig) aránylag homogén agyagos rétegsorú terület. A medence délkeleti részén a felszínközeli mésztufa és kavics határozza meg a hidrogeológiai helyzetet. Ez a zóna a medence sarkától a medence alá kb. egyharmad mélységig nyúlhat be. Végül pedig a medence ÉNy-i és északi felén az agyagos rétegeket több, mélyebben fekvő homokköves vagy mésztufás zóna tagolja, a földfelszint kiegyenlített feltöltés és/vagy termőtalaj fedi, így a mélyebb szerkezeteknek (forrásfakadás híján) nincs nyoma a felszínen.

A medence közvetlen környékén a felszínen antropogén feltöltés található. Az alacsonyabb terepszinten a felszint 30-80 cm fekete szervesanyag-dús homoklisztes agyag alkotja, ugyanezt a kőzetet a régebbi feltárások tőzegnek nevezték. A régebbi és újabb vezetékek munkaárkaiban szintén kevert anyagú törmelékes, humuszos feltöltés található.

Dél felé, a medence és a Sarki-tó között többnyire változó vastagságú kavicsos homok települ az iszapréteg alatt, helyenként azonban a kavicsszintet a felszín közelében is egy vékonyabb mésztufás szint tagolja (a források környékén). A forrásfakadásos terület alatt mindenhol kimutatható a mésztufa jelenléte 12 méteres mélységen belül. Ezt a zónát egy vagy több vető harántolja. A vetőszerkezet valószínűleg ÉNy-DK irányban halad át a medence alatt, a **K6** és **K7** fúrások között. Ettől északra lehetséges egy különálló paleogén homokkő-blokk megléte is, illetve mellette valószínű több más (mélyebben települt, kevésbé aktív) mésztufás szint megléte. A mésztufás és az agyagos rétegek fedőjét, illetve a tőzeges agyagréteg fekvését képező homokos réteg hidrogeológiai szempontból összekötheti az elkülönült kőzetegységeket is.

A Fényes-fürdő területén a fedett főkarsztvíz-tároló nyomásszintje az üzemelő kút június 11-i nyomásmérése szerint 124,32 mBf (**Fürst Ádám** úr közlése nyomán). A felszín magassága a jelenlegi források környezetében kb. 121 mBf. **Vagyis a terepnél kb. +3 méterrel magasabb a karsztvíz nyomásszintje.** Az alacsonyabb nyomású felső zónába feláramló karsztvíz láthatólag mára kitöltötte a medence környezetében levő töréses zónákat, átítatta a homokos rétegek pórusait; a forrástavakon, illetve a korábbi barlang helyén a természetes állapotnak megfelelően egyre nagyobb intenzitással tör felszínre.

A talajvízhez hozzákeveredő karsztvíz átszivárog a pannon agyag repedésein is, a negyedidőszaki iszapos homok talajvíz-szintjét megemeli, ezáltal a tőzeges agyag, a feltöltés és a mésztufa - egyébként is kedvezőtlen - mechanikai tulajdonságait tovább rontja. A keveredési zónában (vörös színű, valószínűleg vassal színezett) mész válik ki..

Mezozoikumi kőzetek

Az idősebb kőzeteket részletesen vizsgálták a jelenlegi felszíni kibúvásoknál, a Kálváriadomb mellett, a geológiai múzeumnál. Triász korú mészkő és dolomit a fiatal kavicsrétegek egyik fő kőanyaga is. A területen levő mélyebb fúrások és geofizikai mérések tanúsága szerint a strand területén a felszín alatt a triász-júra-kréta rétegek aránylag kis mélységben találhatóak, ezzel a ténnyel kapcsolható össze a langyos források tevékenysége is. A sportmedence közelében két mélyebb kút is létesült.

A medence melletti **Fényes-II-es** számú (**K-34**) túlfolyó termelőkút rétegsora szerint az alsó-kréta időszaki kőzetek (*Tatai Mészkő Formáció*) a felszín alatt 29,4 m-től 40 m-ig találhatóak meg, alattuk a 400 m-es talpig felső-triász Dachsteini Mészkövet harántoltak. Távolabb DDK felé a 70 m-es karsztvízszint-figyelő kút rétegsorában pedig a triász mészkő tetőszintje 36,8 méter mélységben helyezkedik el. Mindkét fúrásban a karsztvíz-tartótól –3 méterig homogén szürke, pannon időszaki agyagot írtak le, de a leírásakor valószínűleg nem is nagyon törődtek az esetleges vékonyabb meszes vagy kavicsos rétegtagokkal (az újabb karotázs kisebb anomáliákat mutatott). A legmélyebb, 1272 m-ig lefúrt **Fényes-I.(K-28a)** jelű vízműkút a medencétől É-ra, a fürdő kerítésén kívül található, ott a negyedkori rétegek vastagsága már 5,8 m volt, alatta 37 m vastag pannon agyaggal és 1 m vastag mészkőtörmelékkel a –43,8 –78,8 m között átfúrt rózsaszínű alsó-júra és a talpi triász Dachsteini mészkő felett.

A mezozoos mészkövek a Fényes-fürdőnél mindenütt fedettek, hidrogeológiai jelentőségük nagy: biztosítják a felfakadó nagy mennyiségű karsztvíz utánpótlását. A medence melletti

Fényes-II-es vízműkút vize jelenleg hasznosítatlan túlfolyással a források mellett ömlik a Sarki-tóba. 250 méterre DDK-re ma FeDuViFe által észlelt „Tata-Fényes” figyelőkút a kútfej meghibásodása miatt kis hozammal szintén túlfolyik a Mikovinyi-árokba. Ugyanide vezették a Fényes-I, jelű vízműkút túlfolyó vizét is. A források és a karsztkutak vize vizsgálatunk szerint kémiai szempontból gyakorlatilag megegyezik.

A medencénél kb. 30 méter mélységben települő alaphegység mechanikai tulajdonságai kitűnőek, pl. egy igen nagy stabilitású cölöpalap aljzatát is alkothatnák.

Homokkő (eocén-oligocén, pannon vagy negyedidőszaki korú is lehet)

„Eocén korú márgás rétegek”-et Tatán néhány belterületi fúrásban említettek csak eddig, pontosabb vizsgálatok nélkül. Ezek az újabb feldolgozások szerint minden bizonnyal idősebb, alsó-kréta kori kőzetek (Berseki Marga F. vagy Tatai Mészke F.) lehetnek. Munkánk során, a 4-es számú geofizikai szelvény 40-54 méterénél észlelt anomália megkutatásakor, a **K-34.** vízműkút védőkerítésének DNy-i sarkánál tártunk fel a felszín alatt 1,3 métertől jelentkező igen kemény homokkővet, illetve kavics-konglomerátumot. A homokkőből készült vékonycsiszolatban jól látható volt egy *Nummulites* ősmaradvány metszete, ennek alapján a kőzet felső-eocén korú is lehet. A kőzet makroszkópos megjelenése és helyzete azonban arra utal, hogy csak áthalmozott kőületet találtunk, és a homokkő (mésztofával cementált homokos-kavicsos üledék) ennél csak fiatalabb, pl. a felső-oligocén – alsó-miocén kori ún. Csatkai Formáció lehet. Ez a képződmény legközelebb a Kálvária-domb Ny-i peremének, illetve Diós-puszta és Mária-puszta, valamint a Laktanya és Szomód, Ferenc-major fúrásaiban települ a mezozoos alaphegységre, a Vértes- és Gerecse-hegységek Ny-i előterétől egészen a Bakonyig általánosan elterjedt. Az árkolás kis mélysége és kiterjedése miatt másodlagos előfordulás (pannon vagy negyedkori rétegek közé került allodapikus tömb) is lehet.

*Oldalsó fotó:
A homokkő-réteg feltárása
az F4 fúrás helyén géppel
készült munkagödörben
légkalapáccsal*



Az itt feltárt a réteg a medence közelében a párhuzamos geofizikai szelvényen már nem volt látható. Éles határral jelentkeznek a közelebbi geofizikai szelvényeken, ez egyértelműen vetőkkel határolt szerkezetre utal. Kiterjedése ezek szerint csak a vízműkút és a forrástó közötti kisebb blokkra korlátozódik, - bár lehetséges, hogy más, mélyebb (fel nem tárt, s így nehezen értelmezhető) anomáliák is ezt a meszes homokkővet és nem mésztufát jelezték. A mélység felé eddig nem volt kutatható. **A rétegtani helyzet pontos meghatározásához ezen a területen további kutatásra lesz szükség a kúttól induló vízvezető árok áthelyezése után.**

Amennyiben a réteg mégis eocén, vagy akár felső-oligocén korú, a területen több idősebb vetőt kell feltételezni. A mélyfúrástól pár méterre ennyire eltérő rétegsor és ilyen éles

szerkezeti vonal feltételezése részletes vizsgálatok nélkül viszont értelmetlen volna. Ha csak mésszel cementál negyedidőszaki kavicsról van szó (ez is valószínű), akkor a kőzet csak a mésztufa egyik szélsőséges kemény, tömör és vízzáró változata. A mellékelt földtani szelvényen mindkét lehetőséget ábrázoltuk.

Vízzáró jellegű, igen kis porozitású homokkő. Kőzetmechanikai mérési eredményei:

Minta száma	Kőzet megnevezése	Sűrűség (g/cm ³)	Nyomó-szilárdság (MPa)	Rugalmassági modulus (MPa)	Húzó-szilárdság (MPa)
5669	Meszes homokkő, pannon vagy paleogén korú	2,301	-	-	2,79

Homokkő cementanyagának ásványtani összetétele

- *Kalcit* CaCO₃, (FŐ ALKOTÓ)
- *Kvarc* SiO₂, (FŐ ALKOTÓ)
- *Klorit, klinoklór* (Mg,Fe)₆(Si₄O₁₀)(OH)₈
- *Muszkovit* KAl₂(AlSi₃O₁₀(OH)₂),
- *Illit* KAl₄(Si₇Al₁O₂₀(OH)₄)xH₂O,
- *Mikroclin* KAlSi₃O₈

A mérés szerint meszes kötőanyagú homokkőről van szó, a benne levő kvarc a kisebb homokszemcsék fő anyaga, a muszkovit szintén a folyami homokokban feldúsuló csillám. Az illit és a klorit mállástermékként értékelhető. A mikroclin egyes homokfélékben és finom üledékekben lehet lényeges összetevő. Az ásványtani mérés alapján ez a kőzet könnyen lehet mésztufa-változat is, de idősebb homokkő-kavicskonglomerátum is.



Homokkő makroszkópos képe



Homokkő-csiszolat mikroszkópi képe

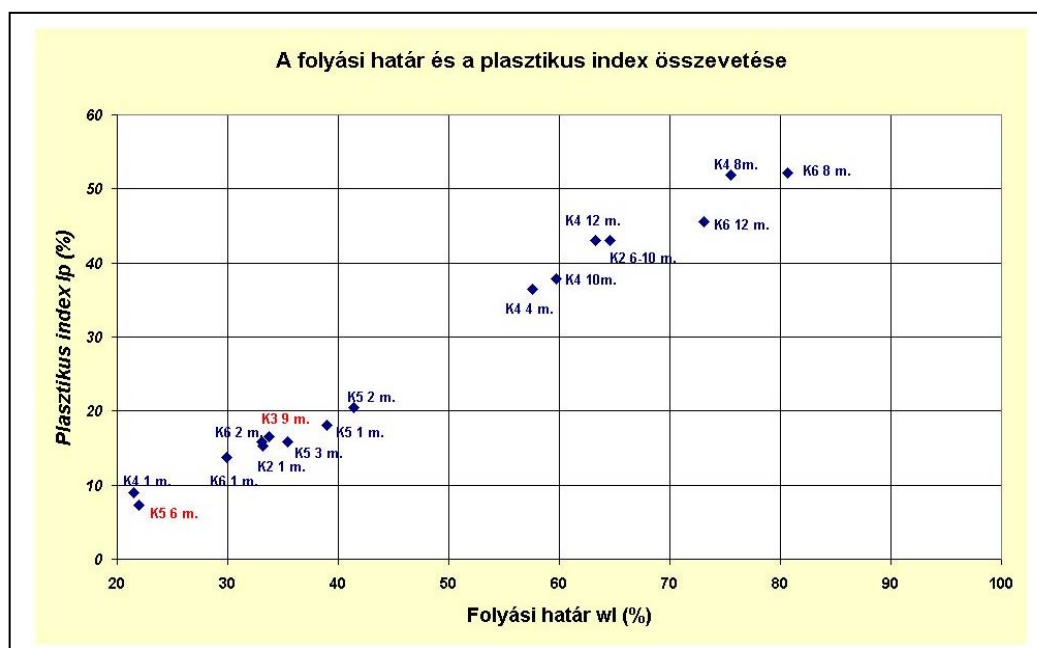
Pannon korú agyag

A medence legnagyobb része alatt (alsó)pannon agyag található, ez veszi körül a mésztufa-szinteket és kürtöket is. A pannon korú agyagos rétegsor csak a kisméretű „paleogén blokk” környezetében hiányozhat. Zavartalan településben kékesszürke kövér agyag anyagú, amely átszivárogtató talajmechanikai mérés szerint vízzáró tulajdonságú. Makroszkóposan homogén agyag, talajmechanikai paramétere is aránylag kis szórásúak. A mért értékeket itt is összefoglaljuk, a teljes táblázatot mellékeljük. A K4 fúrás talpán és a 15 m-nél feltárt homokréteg arra utal, hogy e homogénnek tekintett agyagon belül is lehetségesek homoklencsék (esetleg arra is, hogy az agyag felső része negyedidőszaki korú is lehet).

Ki kell emeljük a pannon agyagoknál mért aránylag nagy, 7-11%, lineáris zsugorodás értékeket, ezek a medence szempontjából meghatározók lehetnek. A mért folyási határértékek 55-80% értéke is jelentős mértékűnek számít ezen a növekvő víztartalmú területen. A **K6** fúrás esetében feltételezhető hogy a mésztufás zónát lehatároló, agyaggal kitöltött 3 m széles vető-szerkezetet tárt fel, amely a medence alatt is ferdén áthatol. A vetődés mentén tehát a talajmechanikai mérés szerint is lehetséges kb. 10% relatív elmozdulás.

Furat/ Kút jele	Mélység	Megnevezés	Víz- tartalom	Folyási határ w_l (%)	Plasztikus index I_p (%)	Lineáris zsugorodás %
K-2	6-10 m.	Szürke sovány agyag szervesanyaggal színezve	26,3	64,6	43,1	7,9%
K-4	4 m.	Szürke szerves szennyeződésű agyag	40,3	57,6	36,4	
K-4	8 m.	Szürke szerves szennyeződésű agyag	29,1	75,5	23,7	10,7%
K-4	10 m.	Szürke szerves szennyeződésű agyag	29,4	59,7	37,9	
K-4	12 m.	Szürke szerves szennyeződésű agyag	28,4	63,3	43,1	
K-6	8 m.	Szürke szerves szennyeződésű agyag	35,4	80,7	52,1	10,7%
K-6	12 m.	Szürke szerves szennyeződésű agyag	37,5	73,1	45,5	

A pannóniai agyag és a felszínközeli (negyedidőszaki) szervesanyag-dús iszap-agyag elválasztható víztartalmuk alapján is. Az alábbi, (SzilvÁgyi Imre professzor publikációi alapján felvett) diagramon látható, hogy a területről származó összes plasztikus jellegű minta egy egyenesre esik, - de ezen belül két csoportba rendeződnek az értékek. A nagyobb mélységből származó pannon agyag mintáinál nagyobb plasztikus index értékek nagyobb víztartalommal párosulnak. A felszínközeli szervesanyag-tartalmú agyagok és a pirossal jelzett agyagos mésztufák alkotják a jól elkülönülő alsóbb csoportot. Mindkét típus azonban ugyanazon kategóriába, az erősen összenyomható, általában tözeges agyagok közé tartozik.



A Pannon agyag ásványos összetétele 12 m. mélyről:

- *Kalcit* CaCO_3 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Kvarc* SiO_2 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Muszkovit* $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH}_2))$,
- *Dolomit* $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$,
- *Anhidrit* CaSO_4
- *Klinoklór, Klorit* $(\text{Mg,Fe})_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$,
- *Muszkovit* $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH}_2))$,
- *Nontronit* $(\text{CaNa})_1\text{Fe}_4(\text{Si}_7\text{Al}_1\text{O}_{20}(\text{OH})_4)\text{xnH}_2\text{O}$,
- *Szaponit* $(\text{CaNa})_1\text{Mg}_6(\text{Si}_7\text{Al}_1\text{O}_{20}(\text{OH})_4)\text{xnH}_2\text{O}$,

A szaponit és a nontronit, - képletükből is látható - változó víztartalmú duzzadó agyagásvány, ezek okozhatják az agyag tágulékenységét. A mérés szerint a feltárt agyag is magas mésztartalmú, tömött szerkezetű. Ezt támasztja alá egy szondázásos vizsgálatunk is a **K4** fúrás helyén. A pannon agyagrétegre tehát elvileg szintén eléggé stabil cölöpalapozás telepíthető kb. 8-12 méterig lefúrva.

Mésztufa

(negyedkori és jelenkori forrásvízből kicsapódó kémiai üledékes kőzet, többféle változattal)

A mésztufás üledékeknek a területen legalább három változata különíthető el:

- **Laza, porózus, könnyen fúrható mésztufa**
- **Agyaggal kevert mésztufa,**
- **Kemény, tömött, kavicsos-homokos mésztufa,** - ennek szinte teljesen pórusmentes változata esetleg megfeleltethető a fentebb leírt bizonytalan korú homokkőnek is.

Fotók: Porózus mésztufa-minták
(porózus-hálós szerkezet, borsókővek)



Méréseink szerint a források hozamnövekedésével párhuzamosan a mésztufa képződése is újra beindult. A tatai forrásvidék, és ezen belül a Fényes-források területe is gázkiválasos karsztvízforrás-terület. A kiváló gáz a Fényes-fürdő területén elsősorban CO₂ lehet, - bár tudomásunk szerint csak a legmélyebb, vízműves karsztkút vizéből készült gázvizsgálat. Tata más területein (pl. Búdös-kút) SH₂-gáz is észlelhető volt. A felszín közelében, a buborékpontot elérő nyomáscsökkenéskor a felszivárgó karsztvízben oldott gáztartalom az atmoszférába távozik. Ugyanekkor kezdődik meg a víz oldott anyag tartalmának gyors átalakulása, és a felszíni források levezető árkainál történő ásvány-kicsapódás. Az új forrás mellett létrejött, vöröses színű bekérgezésekéből is végeztünk minta-elemzést; egyidejűleg megvizsgálva a közeli Katona-forrástó felszínén észlelt kiválást is. Ezeken kívül a mésztufa különböző típusaiból is vettünk mintákat a korábbi és az újabb kiválások összehasonlíthatósága érdekében.

Ásványok röntgendiffraktométeres mérés szerint	Katona-forrástó	Új, sport-medence forrás	Porózus mésztufa	Agyagos mésztufa
<i>Kalcit</i> CaCO ₃ ,	*	*	*	*
<i>Kvarc</i> SiO ₂	*	*		*
<i>Szén, (szerves karbon) C</i>			*	
<i>Muszkovit</i> KAl ₂ (AlSi ₃ O ₁₀ (OH) ₂)	*	*		*
<i>Dolomit</i> CaMg(CO ₃) ₂	*	*		
<i>Klinoklór (klorit)</i> (Mg,Fe) ₆ (Si ₄ O ₁₀)(OH) ₈ ,	*	*		*
<i>Halit (kősó)</i> NaCl	*			
<i>Anhidrit</i> CaCO ₃	*			
<i>Albit</i> NaAlSi ₃ O ₈ ,		*		
<i>Gipsz</i> .CaSO ₄ x2H ₂ O		*		
<i>Huntit</i> MgCa(CO ₃) ₄			*	
<i>Aragonit</i> CaCO ₃ ,			*	
<i>Vasásványok, pl. Goethit,</i>				*
<i>Egyéb ásványok</i>				

Mint a fenti táblázatból látható, az új ásványkiválások fő alkotója ugyanúgy a kalcit, mint a mésztufáé. Az idősebb mésztufa tisztább, - annak ellenére, hogy szenet is tartalmaz (bizonyára a tőzegetes környezet növényzetéből) és - érdekes módon - a dolomit helyett egy sokkal ritkább változat, a *huntit* jelenik meg benne. A mésztufán is látható borsóköves szerkezetek leggyakoribb anyaga, az *aragonit* is megjelenik, a szintén barlangi ásványokat alkotó gipsszel, anhidrittel és dolomittal együtt. A jelenlegi kiválásokban levő kvarc valószínűleg inkább a homokszemcsék hatásának, semmint SiO₂-kiválásnak tudható be. A Katona-forrástó korábbi bentonitos injektálásához lehet esetleg kapcsolni a *kősó* kiválását. A jelenlegi ásványkiválás bekérgezőként jelenik meg a felszínen (lásd alábbi fotók).



A kiváló ásványfázis összetétele még az agyagos környezet és a kevert víz hatását jelzi, gyevasérchez hasonló élénkpiros színűek a kiválások. Ez azonban idővel változhat, a rendszer karsztvíz általi teljes átmosatása, kilúgozása után a vasas színezés mértéke lecsökkenhet.

Az agyaggal kevert mésztufa és a porózus mésztufa is a talajmechanikai-közetmechanikai értékelhetőség határán helyezkedik el. Az előbbi talajmechanikai módszerekkel is értékelhető, meszes agyag vagy meszes iszap megnevezéssel. A közetmechanikai értékelésben rendszeresen alkalmazott készülékek törőerői kissé túl nagyok ezekhez a porózus közetekhez, de ezek a próbatestek közetmechanikailag már értékelhetőek.

Furat/ Kút jele	Mélység	Megnevezés	Víz- tartalom	Folyási határ w_l (%)	Plasztik us index Ip (%)	Szemcse- eloszlás D ₆₀ (mm)	Lineáris zsugorod ás %
K-3	4 m.	Sárgásszürke kissé homokos, aprókavicsos és iszapos forrásvízi mészkő	5,8			1,980	
K-3	9 m.	Sárga homokos aprókavicsos meszes agyag – agyagos mésztufa	26,5	33,7	16,5	1,314	7,1%
K-5	6 m.	Barnássárga homokos iszap – agyagos mésztufa	16,7	22,0	7,3		4,6%

Mint látható, a lazább felső mésztufából vett (zavart) minták talajmechanikailag is értékelhetőek voltak. **Agyagásvány- és gipsz-tartalmuk, illetve nagy porozitásuk miatt ez az agyagos mésztufa is képes zsugorodásra**, - bár ennek a mértéke kisebb, mint a pannon agyag hasonló értékei.

Minta száma	Közet megnevezése	Sűrűség (g/cm ³)	Nyomó- szilárdság (MPa)	Rugalmasági modulus (MPa)	Húzó- szilárdság (MPa)
5663	Üreges mésztufa, kevés homokkal	2,146	13,69	3868	
5664	Mésztufa	1,988	10,4	1987	
5665	Mésztufa	2,046	14,49	3025	
5666	Mésztufa	2,057			1,30
5667	Mésztufa	2,111			1,03
5668	Mésztufa, kisebb pórusokkal	1,093			0,92
5670	Mésztufa	1,118			0,30
5671	Mésztufa, erősen porózus	1,144			3,24

Az 1-es értéket sokszor alig meghaladó sűrűség-értékek is érzékeltetik a közet magas porozitását. A mért közetmechanikai jellemzők a magas porozitáshoz képest nem olyan nagy szórásúak, ha a meszes homokköveket külön közettestnek tekintjük.

A mésztufából csak a megszokottnál kisebb méretű mintahengereket tudunk készíteni. A mérések légszáraz állapotra vonatkoznak; a természetes, túlnyomásos vízzel telített állapotban az összes mechanikai paraméter értéke lecsökken. **Durva mészkőre vonatkozó hasonló adatok szerint a minták paraméter értékei vízzel telített állapotban kb. egyharmad értékre csökkennek.** A mérté értékeket jelentősen lecsökkentve is nagyságrendi különbség marad fenn az agyagos aljaz és a mésztufás aljzat azonos mechanikai paramétere között. (A talajmechanikai és kőzetmechanikai jellemzők összehasonlítása mindig problémás; a vízzel telített mésztufa és a vízzel telített agyag mechanikai jellemzőinek konkrét összevetéséhez is sokkal több kőzetanyag vizsgálatára lesz majd szükség.)

Mivel a mésztufa-bekérgezés akár vízfelszínre hullt faleveleken, ágakon is kialakulhat, a mésztufa-szintek között könnyen nagyobb üregek is kialakulhatnak. Egy ilyen üreget tártak fel a medence alapozásakor **Sashegyi László** és társai. Ezt az üreget feltehetőleg betömték, esetleg beomlasztották a medence készítésekor. Valószínű, hogy medence és a források között haladó geofizikai szelvény ennek az üregnek a helyét jelzi, gyakorlatilag pontosan a nagyobb forrás mögött. A kisebb forrásfakadás mögötti **K3** kútban is két mésztufa-szintet harántoltunk, ami hasonló szerkezetre (kavicsal utólag kitöltött üregre) utalhat.

Kavicsos homok

A mésztufa képződését kissé megelőzve, illetve azzal egyidejűleg a pannon agyagrétegek felett a legtöbb fúrásban kavicsos homok anyagú réteget találunk. Ez a réteg nagy valószínűséggel folytonos a medence alatt is a legtöbb helyen. A medence melletti geofizikai szelvény kisebb ellenállású homokréteget jelző alakja *mederüledék*re emlékeztet, azaz arra utal, hogy az Által-ér haladt át ezen a területen a vető (mint gyengésségi felület) felett és itt is lerakta homokos üledékeit.

A homokos rétegtag jellemző talajmechanikai paramétere:

Furat /Kút jele	Mélység	Megnevezés	Víz-tartalom	Szemcse-eloszlás D ₁₀ (mm)	Szemcse-eloszlás D ₆₀ (mm)
K-2	2 m.	Sárgásszürke aprókavicsos és kissé iszapos durva homok	13,9	0,016	0,018
K-2	4 m.	Sárgásszürke aprókavicsos és kissé iszapos durva homok	12,2	0,123	1,543
K-3	1 m.	Szürkésbarna iszapos finomszemcsés homok	13,2	0,009	0,153
K-3	2 m.	Szürke szerves szennyeződésű finom homok	24,3	0,028	0,169
K-3	3 m.	Barnásszürke aprókavicsos homok	18,2	0,029	0,330
K-3	5 m.	Barnásszürke aprókavicsos homok	11,3	0,088	1,197
K-3	6 m.	Barnásszürke durva homok	12,5	0,101	1,197
K-4	2 m.	Szürke iszapos, aprókavicsos homok	14,2	0,079	2,186
K-5	4 m.	Szürkésárga közepes homok	18,1	0,072	0,271
K-5	5 m.	Szürkésárga közepes homok	21,9	0,074	0,275
árkolás		Barnásszürke finom homok		0,102	0,214

Szervesanyag-tartalmú iszap, vagy tőzeges sovány agyag

A források környékén a felszínt alkotó réteg, amelyet a medence alatti szondázások is feltártak kis vastagságú (átlagosan 40 cm), fekete színű homoklisztes iszap – sovány agyag, elszórta jól látható szenesedett növényi maradványokkal. A réteg K-tényezője a kisebb forrás vízfeltörése mellett vett felszíni minta szerint kisebb, mint 1×10^{-9} cm/sec (átszivárogatásos mérés szerint); a valóságban a feltörő víz ezt a réteget is sok helyen átüti, ezeken a pontokon jelentkeznek legfeltűnőbb forrás-fakadások.

A pannon agyagok ismertetésénél bemutattuk a felszínközeli agyagos réteg mintáinak elhelyezkedését is a víztartalom-plasztikus index diagrammon. Mint látható, a felszínközeli minták csoportja meglehetősen homogén, a jellemzők szórása eléggé kicsi. A tőzeges agyagréteg lerakódása tehát szinte zavartalanul történhetett meg ezen a területen. Ez a réteg így jól le tudta fedni mindenütt a korábbi vegyes üledékeket és szerkezeteket. Ez az agyagos réteg sok helyen kavicsos homokra települ, amit a homokréteg feletti meszes bekérgezés tehetett lehetővé.

Talajmechanikai jellemzők:

Fúrás /kút jele	Mélység	Megnevezés	Víz-tartalom	Folyási határ w_l (%)	Plasztikus index I_p (%)	Szemcse-eloszlás D_{60} (mm)
F-4	2 m.	Szerves agyag , kissé homokos	27,0	35,0	16,7	
(K-3)	0,2 m	Sötétszürke szerves szennyeződésű sovány agyag	34,9		17,4	
K-4	1 m.	Világosszürke meszes, homokos, aprókavicsos agyag	11,9	21,5	9,0	0,741
K-5	1 m.	Barnássárga homoklisztes iszap (agyag)	24,0	39,0	18,1	
K-5	2 m.	Sötétszürke homokos szerves iszap (agyag)	27,9	41,4	20,5	
K-5	3 m.	Sötétszürke homokos szerves iszap (agyag)	27,1	35,4	15,8	
K-6	1 m.	Sötétszürke homokos szerves iszap (agyag)	19,2	29,9	13,7	
K-6	2 m.	Sötétszürke homokos szerves iszap (agyag)	51,1	33,2	15,3	

*Vízfakadás („buzgár”) mellől, a felszínről vett minta

A felszínközeli, szervesanyag-tartalmú agyagban a vasban és báriumban is dús karbonátok dominálnak, illetve az apró homokliszt-szemcséknek köszönhetően sok a kvarc is:

- *Kvarc* SiO_2 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Kalcit* CaCO_3 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Albit* $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$,
- *Dolomit* $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$,
- *Muszkovit* $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH})_2)$,
- *Witherit* BaCO_3 ,
- *Sziderit*. FeCO_3 ,

Antropogén feltöltés

A medence oldalánál, alatta és a medence északi oldalán 1-2 méter vastag homokos feltöltés található. A mesterséges feltöltés anyaga nagyjából barna színű humuszos finom homok, amely a gépi feltárás során talajvíz-mentesen is omladékonynak bizonyult.

Talajmechanikai vizsgálatát pár helyen végeztük csak el; abban a reményben, hogy szemeloszlása megfeleltethető a források által kiszállított hordalék szemeloszlásával. Ez azonban nem sikerült; a forrás a mésztufa feletti vegyes szemeloszlású kavicsos homokrétegben jelentkezik, illetve az e feletti tőzeges, homoklisztes agyagot alámossa és elszállítja. Az elszállított hordalék egy része tehát biztosan a felső homoklisztes agyagréteg, másik része az alsóbb homokréteg, ezektől pedig nem választható el a mesterségesen felhalmozott homokos feltöltés anyaga.

A forrás környezetének vízrendezési lehetőségei

A forrás foglalása ez esetben háromféle céllal végezhető el:

- 1) A langyos vizű forrás, mint védett objektum védelme és a hozzá társuló földtani és biológiai értékek esztétikus védelme, bemutathatóvá tétele
- 2) A sportmedence víztelenítése és használatra alkalmas állapotának a megóvása
- 3) A vízkészlet hasznosítása (víz- és hő-hasznosítás)

Egyértelműen látható, hogy ez a három szempont nagymértékben ellentétes egymással. Ugyanakkor viszont mindhárom célkitűzés megvalósíthatóságát alapvetően meghatározzák az építésföldtani adottságok és műszaki lehetőségek. Elvileg mind a háromféle hasznosítás egymás mellett is megoldható – az anyagi lehetőségek és hosszabb távú tervek függvényében.

A forrásfakadás aránylag részletes vizsgálatát a sportmedence veszélyeztetése tette lehetővé, hiszen az elsődleges cél elvileg a medence megóvása lenne. Gyakorlati szempontból azonban ez a legbizonytalanabb és legkevésbé megvalósítható célkitűzés az eddigi tapasztalatok alapján (indoklást lásd alább). A környezetvédelmi szempontok az egész forrás-területre kell érvényesülnének, és a folyamatosan növekvő hozamok mellett valószínűtlen, hogy ez a forrás különösen kiemelt környezeti védelmet indokolna. A vízkészlet hasznosításáról is írni kívánunk, azonban ez csak megfelelő befektető szándék esetén érvényesülhet.

Praktikusnak tartottuk, hogy e munkánkban részletesen ismertessük a tervezési háttér-információkat is; azaz minél többféle műszaki variáció elvi szintű bemutatását. Tata városában ugyanis még számítani lehet több ilyen vízfeltöréshez kapcsolható mérnökgeológiai-forrásfoglalási problémára, ezek vizsgálatához így jó esettanulmányt szolgáltatathatunk.

A jelenlegi felmérés mellett kiviteli szintű tervet készíteni kifejezetten kockázatos volna, ugyanis a további feltáró és átépítési munkákat megelőzően fontos üzemeltetői-tulajdonosi döntéseket kell meghozni.

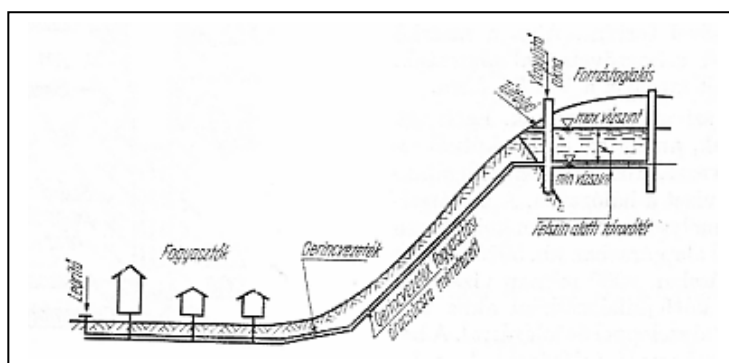
A forrásfoglalás tervezése és a sportmedence mérnökgeológiai stabilizálása kifejezetten problémás feladat. Először az eddig felismert legfontosabb építésföldtani problémákat (alábbi három szakasz), majd a lehetséges beavatkozásokat és műtárgyakat ismertetjük-

A: A forrás és a medence topográfiai helyzete – ideális helyzet elemzése

A legtöbb nagy vízhozamot szolgáltató forrásfoglalás kiemeltebb topográfiai helyzetű területen fakadó vizeket fog egybe és vezet le gravitációsan a felhasználókhöz. Esetünkben azonban a források fakadási szintje nagyjából megfelel a közeli forrástó fakadási szintjének. Csak ott észlelhető 1 m-el is magasabb szintű vízfakadás, ahol a háttérterület is kiemelt, illetve mesterséges hatásra leterhelt. A feláramló vízmennyiség gravitációs levezetésére tehát alig van mód. Szivattyús vízkiemelés és átemelés csak akkor érné meg, ha a vízmennyiség hasznosításra is kerülne.

Amennyiben a medence és a forrás ez esetben is dombon helyezkedne el, a mésztufa réteget fel lehetne tární egy a medence alá is behatólótáróval (megfelelő alátámasztással) és minden víz levezethető lenne. - Viszont ha ezen a területen meredek lenne a domborzat, akkor az itt feltárt talajrétegződés mellett jelentős csuszamlásokra lehetne számítani, ami ugyanígy (vagy még súlyosabban) a medence tönkremenetelét okozná.

A mély szintű források tavat képeznek, azaz vízelárasztást okoznak, vagy esetleg fúrásokkal foglalhatók a felszálló víz artézi jellegét kihasználva. Ez utóbbi megoldással a későbbiekben foglalkozunk.



A klasszikus forrásfoglalás sémáját mutatjuk az alábbi ábrákon a szükséges domborzat érzékeltetésére.

B: A forrás és a medence topográfiai helyzete – konkrét helyzet elemzése

A medencének és a forrásnak a fakadási szintjeit a környező meghatározó tereppontok magasságával összehasonlítva az alábbi táblázatban mutatjuk be:

- Medence kiemelt pereme (121,9-122,3 mBf), átlagosan **122 mBf**
- Feltöltés nélküli terepszint a medence körül: **121-121,3 mBf**
- Sportmedence belső fenékszintje: -150-230 cm azaz **120,5-120,2 mBf**
- Sportmedence alapjának betonszintje (terv sz. felt.-2,5 m): **119,5 mBf**
- A Sarki-tó vízszintje: **119,59 mBf**
- A Mikovínyi árok vízszintje: **119,69 mBf**
- Kisebb forrás fakadási szintje novemberben: **119,83 mBf**
- Nagyobb forrás fő felső fakadási szintje (nov.): **120,8-121,2 mBf**
- Nagyobb forrás alsó felfakadási (fenék) szintje (nov.): **119,55-120 mBf**
- Talajvízszint a KA-8 árkolásnál: **121,9 mBf** (a medence vízszintjénél magasabb!)
- Legmagasabb mért artézi vízszint a K-3 kútban **121.63 mBf**.
- Jellemző vízszint a sarki kútban: **121.82 mBf**.

Megjegyzés: A fenti medence-adatokat a medence terve alapján vettük fel. A 2001 évi talajmechanikában szereplő szintek némileg eltérőek, a Régi medence fenékszintjét 120,13 mBf. szintben, beton alap-szintjét 119,7 mBf szintben adta meg.

Az adatokból a következők állapíthatók meg:

1: A medence 122 mBf szintű pereméhez képest a legközelebbi részben mésztufát csapoló kutunk vízszintje -18 cm volt, azaz a medence egyik részét a víz jelenleg is áztatja.

2: A medence beton alapjának fenékszintje (119,5 mBf) jelenleg 9 cm-el alacsonyabb, mint a sarki tó vízszintje és 19 cm-el alacsonyabb, mint a Mikovinyi-árok vízszintje.

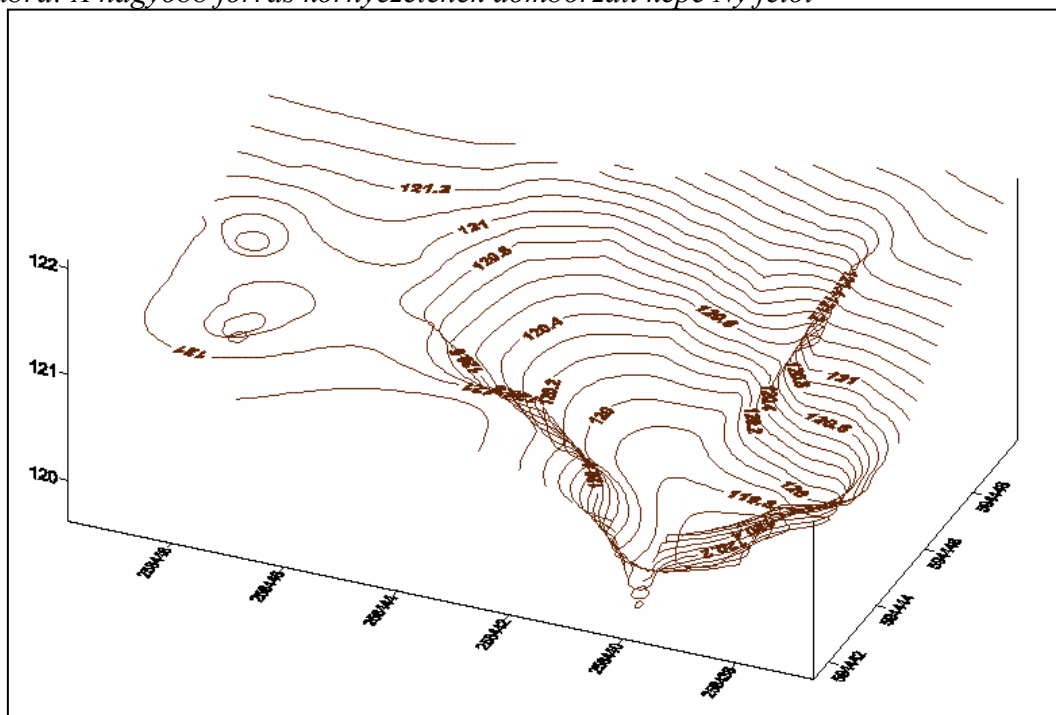
3: A medence fenékszintjére alulról ható víznyomás értéke a jelenlegi mérések szerint is már +2,3 méteres vízoszlopnak felel meg. Mivel a kutak kevert vizet tártak fel, a valós, a karsztos alaphegység tetejénél jelentkező nyomás ennél csak magasabb lehet. A medencére a mésztufán keresztül ható karsztos réteg nyomásszintje a medence pereménél jelenleg is magasabb. Ez azt is jelenti, hogy a medencébe vízbeszivárgás lehetséges (az üzemeltetők észleltek is ilyet.)

Fotó:

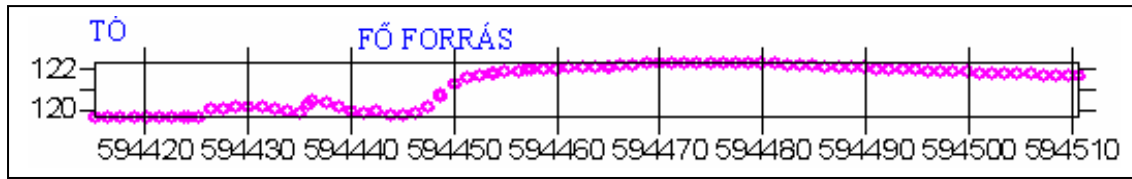
A K-3 kút artézi vízszintje a mögötte levő kisebb forrással együtt, illetve a kút körüli alámosásos beszakadások. A felcsövezett kút környéke az intenzív agyagózás ellenére is több mint 10 cm-t süllyedt, és a forrás felé tartó lefolyás indult meg.



Alsó ábra: A nagyobb forrás környezetének domborzati képe Ny felől



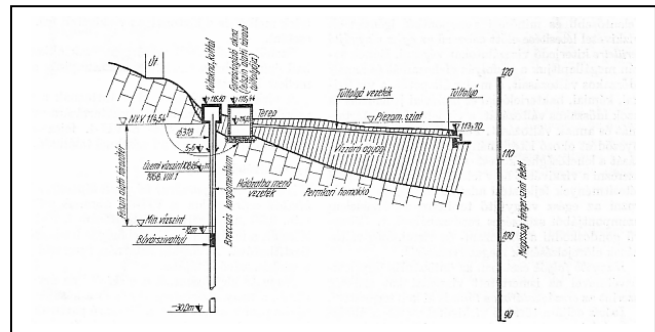
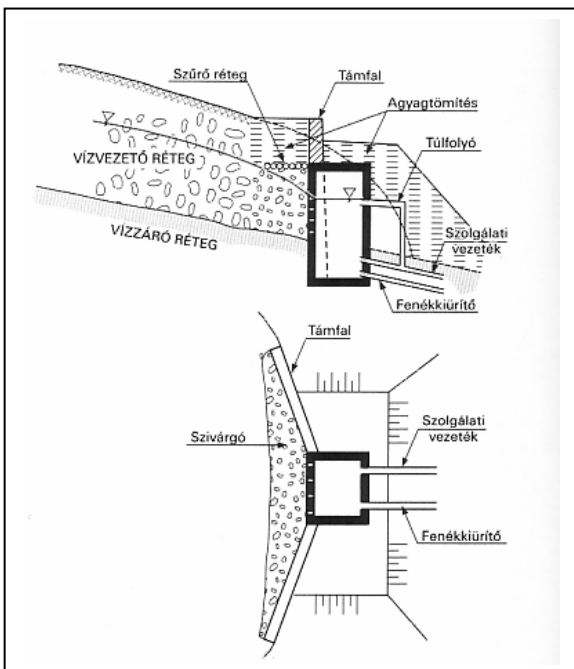
Ábra: A Sarki-tótól a medencéig haladó szelvény menti domborzat



C: A forrásterület közvetlen környezetének geotechnikai jellemzői

A klasszikus forrásfoglalásoknál a közvetlen vízgyűjtő terület támfalal a környezettől elválasztható, vagy a mélyebb fakadási szintű források esetében a vízgyűjtő területen visszaduzzasztásos tárolás valósítható meg (lásd alábbi ábrák). Ez utóbbi megoldás a Fényes fürdő területén kizárható, hiszen ebben az esetben a víztelenítés a cél, hasznosíthatatlan vízkészlet bőségesen található a környéken. Ráadásul a medence alatti földtani felépítés ismeretlen, illetve nehezen (csak közvetve) vizsgálható. Ideális esetben az egyes rétegek mechanikai és hidrogeológiai paraméterei és a rájuk ható terhelés is számítható; itt azonban sem a medence súlyát, sem a rétegek hosszabb távon várható (a vizesedéssel összefüggő) paramétereit sem ismerjük. Földtani alapon sem becsülhetők meg a mésztufa várható kőzetmechanikai paraméterei, a fúrásos feltárás lehetőségei is korlátozottak.

Jobb oldali ábra:
Visszaduzzasztásos tárolást megvalósító karsztforrás foglalási sémája (Lécfalvy nyomán)



Bal oldali ábra:
Támfalas-drénes forrásfoglalás szabványterve (Lécfalvy nyomán)

E) Geotechnikai tervezési problémák felsorolása:

a) A forrás-területen a feltárt rétegsor alján negyedkori mésztufa jelenik meg, míg a medence nagyobb részén az alapkőzet pannon agyag. Mindkét esetben felettük 1-2 méter vastag (valószínűleg patakhordalék eredetű) kavicsos homok vízvezető réteg is található, majd erre szervesanyag-dús homokos iszap következik. A medence építéskor törekedtek a tőzeg kitermelésére (ez sem sikerült teljesen) de az alatta levő kavicsos réteget a legtöbb régebbi feltárás el sem érte. Ez a kavicsréteg tehát a terület nagy részén megtalálható, és a jelek szerint folytonos településű (a medence alatt is). A mésztufás zónában felfelé szivárgó vizeket tehát természetes drénként szétvezeti a medence alatti teljes területre, a víz így kitölti a medence alatt észlelt üregeket is. Ennek a kedvező hatása az, hogy némi vizet természetes úton levezet a tóhoz ez a réteg; illetve az is, hogy a feküretegeket aránylag egyenletesen árasztja el vízzel. A vízelárasztás azonban mindenképpen növeli a rétegek elmozdulásának a veszélyét, különösen a vetődésnél. A leszivárgó víz homokos-iszapos hordalékot is kimoshat, a fedő tőzeges iszapot pedig fellazítja.

b) A területen levő pannon agyagréteg és a feltételezett törésvonalat kitöltő agyag is 7-11% lineáris zsugorodási értéket mutat, azaz nagy térfogatváltozásra képes. A bányászat hatására létrejött kiszáradt állapot után a vízzel teljesen átitatott állapotba való visszatérés eléréséig egyenlőtlen térfogat-növekedés várható.

c) A medence melletti feltöltés finom homok anyagú, és az általunk elvégzett gépi feltárások tanúsága szerint a talajvizes zóna felett is omlékony. A medence forrás felőli sarkán a medence peremét megközelítő vízszint áll be a mélyebb rétegeket feltárva, tehát ezen a részen az omlás még hamarabb és intenzívebben következhet be.

d) A mésztufa eredetileg is inhomogén kőzet, kis területen belül is legalább három típusát tártuk fel, amelyeknek a mechanikai tulajdonságai teljességgel eltérőek.

A forrás mögött, a medence sarkáig terjedően észleltünk egy felső és alsó mésztufa-szintet, illetve a köztük feltételezhető kavicsal kitöltött üreget. Az üreg térbeli kiterjedése alig ismert (É-i oldalát valószínűleg a vetőzóna határolja), a föléje rakott beton- és téglaburkolat állapota és mechanikai jellemzői is ismeretlenek. Ezt a forrás mögötti területet valószínűleg fel kell tární a kivitelezés során nagyobb mélységig hatolva, - de egy ilyen feltárás önmagában is problémás feladat. Archív adatok alapján lehetséges, hogy az eredeti forrásüreg a medence középvonalaiban volt; ez esetben a mélyebb szinten további nagyobb üreg várható.

F. A vízhozamok eddigi és várható növekedése

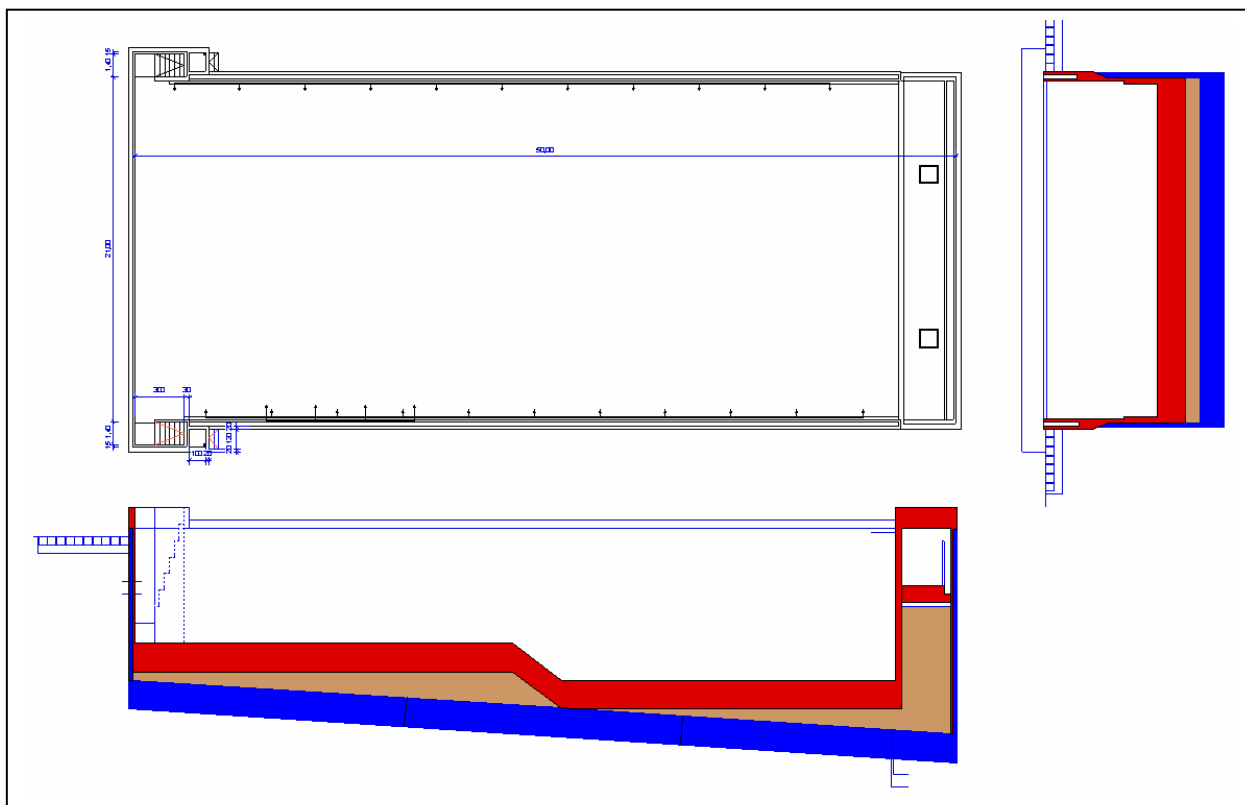
A források tervezésénél korábban lehetőség szerint egy évig tartó hozamméréseket végeztek az évszakos ingadozás hatásainak a kifolyócsövek méretezésénél való figyelembevételéhez. Ebben az esetben azonban a domináns hatás a nyomásemelkedés, amely akár még több éves távlatban is el fogja nyomni a havi vízszintváltozások hatását. A nyári méréseink során is gyorsan növekvő hozam a további feltárások során többszörösére növekedhet. **A tervezői munkák során észlelt hozamnövekedés csökkenésre nem utalt semmi, márpedig a végleges hozam alapján lehet csak megfelelően méretezni a forrásfoglalást is.**

A víz gázossága a tervezésnél nem vehető figyelembe; ez a gáz remélhetőleg az oldott fázisból mind a levegőbe eltávozik, és nem alkot nagyobb gázbuborékot a felszín alatti mésztufás üregekben.

G. Az új medence kialakítása

A régebbi medence vasbeton szerkezet volt két dilatációval. Fenékszintje fokozatosan mélyült dél felé (ha észak felé helyezték volna a mélyebb felét, a forrással kapcsolatosan sokkal kevesebb probléma lenne lehetséges).

A korábbi medence károsodott betonlemezébe a MÉRTÉK stúdió tervei szerint 2001 –ben egy egységes, dilatáció nélküli medencét helyeztek a medence peremét megmagasítva és kiterjedését lecsökkentve. A két medence oldalpereme fixen egybe lett építve adeka vízszigetelő anyaggal. Az újabb medence talpszintje és a régi medence fenékszintje közötti hézag azonban a tervek szerint kavicsos homokkal lett csak feltöltve. Ez a teherelosztó réteg azonban nagy valószínűséggel ma már egy túlnyomós mesterseges vízáadó réteggé funkcionálhat: a sokszor meghibásodott régi, és nem vízázó kivitelő medence talpán átszivárgó karsztvíz felszivárog ebbe a mesterseges rétegbe és közvetlen nyomást gyakorolhat az új medence talpára. Ha igaz hogy a medence talpa nemcsak megrepedezett, de víz és hordalék-beszállítás is történik, az arra utal, hogy az újabb medence sem vízázó betonból készült. Ez esetben a teljes medence folyamatosan megállíthatatlanul károsodni fog a következő években is. A folyamatot lassítaná, ha a két medence közötti homokos réteget vízüveggel szigetelnék; azonban kérdéses hogy ez még megvalósítható-e.



Fenti ábra: A régebbi medence (kék) és az újabb (piros) együttes ábrázolása 5-szörös túlmagasítással. A köztes barna réteg a terv szerinti kavicsos homok teherelosztó kitöltés.

A medence permén észlelt nyírást mechanikai okának elemzésével is foglalkoztunk, véleményünket szóbeli ismertető előadásunkban 2006 október 24-én bemutattuk. A részletesebb hatáselemzés azonban nem e munka keretébe tartozik. A medence statikai állapotának a felmérésére független szakértőt kell felkérni.

A vízrendezés műszaki lehetőségei

Anyagunkban elvi szinten mutatjuk be a számba jöhető lehetőségeket. A jelenlegi szabályozásokkal ellentétes vagy irreális költségigényű megoldásokra nem térünk ki részletesen.

- Irreálisan nagy költségű megoldásnak tartjuk a bányászati módszerekkel történő aknamélyítést a mésztufában, majd a medence színté alá biztosított oldalvágat kihajtását.
- Műszakilag nem kivitelezhető a nagy víznyomással szemben az üregek injektálása; ez már korábban a Katona-forrás lezárásakor sem vált be ezen a területen.
- A medence fenekét kutakkal átütni és a karsztvizet közvetlenül az úszómedencébe vezető vízforgató nélkül egészségügyi szabályozások miatt nem kivitelezhető megoldás.

1) Vertikális műtárgyak

1/a: Víztermelő aknák illetve betongyűrűs kutak építése

1/b: Vízkivétel kútsoporttal

2) Horizontális feltárások és műtárgyak

2/a: Forrásüreg feltárása a medence állapotvédelmével

2/b: Sekély esetleg mélyszintű vízlevezető drén építése

2/c: Forrástó kialakítása a medence mellett

2/d: Forrástó kialakítása a medence helyén

Vertikális műtárgyak

Hordalék-behordódást gátló lemezfal építése

Célszerűnek tartanánk a medence Ny-i és D-i oldala mellett PÁTRIA-lemezes szádfalazást végezni a pannon agyag, illetve a tömör forrásmész-kő tetőszintjéig, azaz a tereptől kb. 110 mBf szintig. Ezzel meg lehet akadályozni a finomabb üledékek kimosódását a medence alatti rétegekből, viszont a víz-kiszivárgást nem akadályozhatja, mivel nem vízzáró jellegű. A lemezeltést közvetlenül a feltöltés lábánál É-D irányban érdemes elvégezni. A szükséges hossz 45 méter a túlfolyó karsztkutak körülvevő kerítés déli sarkától a gépház déli végéig terjedően.

Víztermelő aknák, illetve betongyűrűs kutak építése

A forrás-fakadási területen mélyebbre hatolva a felfakadó vizek hozama törvényszerűen megnövekedik. A legnagyobb fakadás legmélyebb része már jelenleg is mélyebb a levezető árok indulási szintjénél. A problémát a mésztufa fölött települő kavics és homok, illetve a folyamatosan érkező, a fakadó vizekkel együtt kimosódó nagy mennyiségű hordalék jelenti. Ennek kizárásához előre-gyártott aknát vagy beton kútgyűrűket lehet alkalmazni. A „buzgárok” területére beépítve ezeket a műtárgyakat, ásott kútépítési módszerrel a hordalékos anyag kitermelhető, majd pedig intenzív szintsüllyesztés mellett a mésztufában is mélyebbre lehet hatolni kisebb mélységig légkalapáccsal, nagyobb mélységig bányászati technológiával.

Aknákat a medence mellé és a források mögé telepíteni kockázatos, véleményünk szerint a feltárás eredményeként a forrás kiterjed az akna környezetére, és az akna eredeti funkcióját se lesz képes megőrizni a körülötte feláramló vízmennyiség miatt (azaz a K-3 kúthoz hasonló helyzet áll elő). A jelenlegi felfakadások területén azonban akár 5-10 akna is elhelyezhető.

Aknák vízhozama, vízbeáramlási felülete:

Az akna alapvetően alulról kapja a vizet, így közvetlenül megnöveli a forrásba érkező vízhozamot. **Sajnos a jelenlegi „buzgáros” területeken az alulról érkező vízhozam aknás megnövelése nem jelenti automatikusan azt, hogy a medence alatti területeken a feláramlás csökken, sőt kedvezőtlen hatása is lehet a helyi porozítás-növekedésnek.**

Amennyiben aknával le lehet hatolni a mésztufa szintje alá, csápok hajthatók ki belőle a legfelső, legporózusabb mésztufa rétegben. Csápos akna korlátozott oldalsó víztelenítésre is alkalmas lehet, azonban jól látható, hogy mindegyik szintben kockázatos az oldalirányú fejtés ebben az inhomogén üreges anyagban. Leginkább a mésztufa felső porózus szintjében valószínűsíthető meg oldalirányú fúrás vagy vágathajtás. E felett (a korábbi barlangüregnél, a két mésztufás szint között) a törmelékes rétegben is problémásabb az állékonyság és lejjebb a mélyebb tömör mésztufában is nagyobb gondot okozhatnak a fúrás hatására létrejövő repedések.

Akna felső kialakítása

Az elkészült szerkezet a vertikális vízmozgás esősegítése mellett az oldalról jövő hordalékszállítását is gátolja. Felső része a végleges vízvezető árok vagy tó fenékszinje fölé legalább 40 cm-t ki kell álljon, de a tó vízszintjét nem kell elérnie, hiszen a nagy vízhozam így magától kiáramlik a vízbe. Felülről zárt aknák is készíthetők, oldalsó irányított vízkivezetéssel.

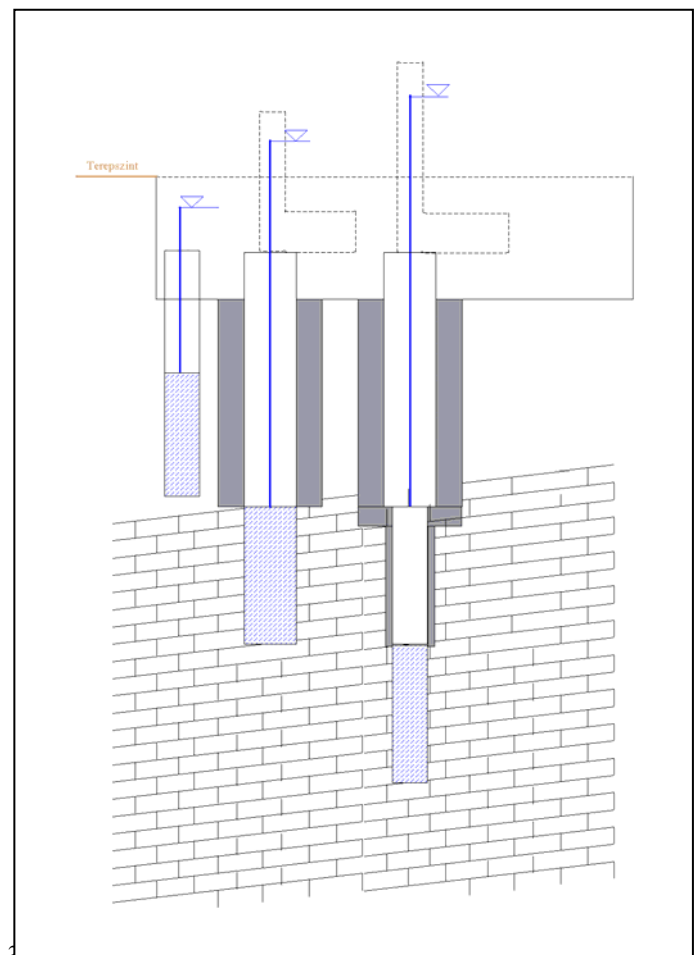
Az alkalmazható aknaméretek: 100 cm sugarú betongyűrű vagy pedig 2,5x2,5 illetve 2,5x5 m. alapterületű előregyártott vasalt akna. Az aknák megfelelő megtámasztása érdekében indokolt inkább a nagyobb méretek alkalmazása.

Víz kivétel kútcsoporttal

Védőcső mellett, - belső cementezéssel és a mésztufa szintjét elérve átmérő-váltással - lehet igazi artézi termelőkutakat létesíteni a mésztufában feláramló víz elvezetésére. Mélyebbre fúrva magasabb vízszintek állnak be, így a felszín közelében kisebb mélységű előregyártott kútaknát kialakítva, a feláramló víz oldalirányban gravitációsan is kivezethető. **Ezzel a módszerrel teljes vízszintsüllyesztés nem érhető el, de a felszivárgó vizek egy jelentős része megfogható és ellenőrizetten elvezethető.**

Oldalsó ábra:

A javasolt kútcsoportos megcsapolás hidraulikai vázlat:



A rendszer hidraulikailag méretezhető: A mésztufát két különböző mélységű kúttal termelve és a felette levő kavicsrétegben ellenőrző piezométert kialakítva, az ideális nyomásszintek beállíthatók.

A módszer a korábbi üregben tározott víz feltárására is alkalmas lehet (bár nagy fúrógéppel kell az üregek fölé felállni), amennyiben az üreg megóvására nem kell törekedni. A kutak és aknáik kis méretük révén a PÁTRIA-lemezes „hordalékfogó fal” és a medence közötti területre is kerülhetnek.

Ezt tartjuk a leginkább költséghatékony megoldásnak, de csak rész megoldást biztosít, nem jelent valódi garanciát a térfogatváltozások megakadályozására. A felszivárgó vízhozam jelentős része ezzel a módszerrel ellenőrzötten és higiénikusan a felszínre juttatható, de más része továbbra is a talajvízhez hozzákeveredve halad felfelé. Sajnos igen nehéz megbecsülni hogy a kutak által keltett lokális nyomáscsökkenés mennyire hat le a medence alá; elvileg ki kell hasson az egész forrásterületre. Valószínű hogy a kutas forrásfoglalás csökkenti a medence DNy-i sarkára ható magas víznyomást, de ez sem vehető biztosra. A fúrás során megnyitott hasadékrendszerek ugyanis szintén okozhatnak kisebb állékonysági problémákat a fúrás mélyítésekor, illetve a növekvő ürgesedés tovább növelheti a felszivárgó hozamot, és az a hatás kedvezőtlen esetben erősebb lehet mint a kutas megcsapolás nyomáscsökkentése.

A fúrási terv készítésekor figyelemmel kell lenni arra, hogy a kavicsréteg omladékonny, a felszín alatt túlnyomásos vizet tartalmazó meszes üreg lehetséges, ennek megfelelően igen intenzív kútpalást menti feláramlás veszélyezteti a fúrás stabilitását. A fúrás első szakaszában nagy átmérőjű 400 mm-es védőcsövet kell lehelyezni kb. 7 méterig, a kemény, tömött mésztufa szintjéig, majd bélésű csövet beépíteni és a gyűrűsteret végigcementezni. Szükség esetén talpelzárás is elhelyezhető, ezt utána a mésztufában lejjebb hatolva ki kell fúrni.

A kútaknak tervezésekor az aljzatbetont felúszás ellen méretezni kell, és figyelembe kell venni azt is hogy a kutakkal kitermelt víz gáztartalmú. A fúrás során a felszökő víz geotechnikai problémákat okozhat, ezért érdemes előre-gyártott aknákat a helyszínrre szállítani (aljzatban a védőcsőnek megfelelő nyílással. Biztonságosabb, bár költségesebb és nagyobb helyigényű megoldásként minden kutat külön aknába is lehet helyezni.

Horizontális feltárások és műtárgyak

Forrásüreg kutatása a medence állapotvédelmével, új forrástó kialakítása

A területen feltárt kisebb forrásüreg mérete **Sashegyi L.** szerint legfeljebb 8x3x5méteres lehetett. A mai adatok két fő forrásfakadási pontra, meszes üregrendszerre utalnak, ezek hozama között nagyságrendi különbség van. Helyüket a tervezési munkák feltárásai során nagy valószínűséggel ki tudtuk mutatni, de megkutatni a várható nagy vízhozamok és állékonysági problémák miatt nem mertük.

- A medence DNy-i sarkánál a nagyobb forrás mögött a geofizikai mérés két szintben jelzett mésztufát. Itt árkoláskor egy nagyobb területet lefedő téglabeton anyagú jelzőréteget észleltünk 1,5 méter mélységben. Ezt megütve gyors vízfeláramlás történt, ami a **K9** jelű, mindössze 1,5 méteres csövet az árkolásba helyezve a terepszíntre állt be. A nagy forrás jelenlegi árkánál több betonlap is volt, ezek közül csak a legnagyobb maradt meg bedőlve

a területen. Ezek a jelek arra utalnak hogy a korábbi üreg a jelenlegi gépház és a forrás között volt, és ezt a zónát már építéskor is külön lefedték a feltöltés alatt, beton és téglá síklapokkal.

- Írásos dokumentumok szerint ez az üreg a medence középvonalához közel, a régi gépház alatt lehetett. Itt az **F1** fúrással a medence mellett valóban elakadtunk, de az észlelt vízszint meglehetősen alacsony volt. A **K3** kúttal két mésztufa-szintet tártunk fel magas artézi vízszintekkel.

A jelenlegi, meglehetősen mély forrástól tehát a medence felé drént vagy feltáró árkot indítva (119 mBf talpszinttel) a forrás területe jelentősen kiterjeszthető, hozama tovább növelhető. Amennyiben feltárással mélyebbre is lehet hatolni (kb. 111 mBf szintig), a korábbi üreg bizonyosan feltárható.

Mélyre hatoló árkolás-feltárás gyakorlatilag egy új forrástót hozna létre ezen a területen. Ez a medence szempontjából mindenképpen komoly üzemeltetői előmunkálatokat igényelne: a jelenlegi gépházat és az összes vezetékét át kellene helyezni a medence túlsó oldalára. A medence közvetlen közelében ez esetben egy kavicsrétegig vagy mésztufáig hatoló mélyedés keletkezne, amely a mésztufában felszivárgó vízhozam nagy részét oldalra lenne képes kivezetni. A medence alá benyúló mésztufa-blokk víztelenítéséhez is hozzájárulna egy ilyen mélyebb forráskürtő kialakítása.

Sajnos a medence **DK-i sarkát nem lehet megfelelően kitámasztani**, azaz a medence mellett létesülő mélyebb üreg (és a benne áramló karsztvíz) lokálisan nagyon kedvezőtlen hatással lehet a műtárgyra, hirtelen kibillenést és repedést, a medence falának bedőlését is könnyen okozhatná. A medence körbejárhatósága is megszűnne, a vizek keveredésének és szennyeződésének esélye pedig megnőne. Igen nagy hozamokkal kellene számolni már a meglévő vezetékek elbontásakor is, majd a végleges forráskürtő kialakításakor ez még tovább növekedne. **Mindezek miatt ezt a megoldást nagyon kockázatosnak tartjuk, ha a medence üzemeltetését nem kívánják felszámolni.**

Sekély drénezés a medence DNy-i sarkánál

A medence sarkánál maximum 1,8 méteres mélységű sekély drén létesíthető vízelvezetési célból a terepszint-közeli talajvízszint levezetésére. A drén csak fedett kialakítású lehet és a gépház és a medence között kell elhaladjon. Az összegyűjtött vizet a Mikovinyi-árok felé kell elvezetni. Mélyebb szintig nem lehet lehatolni a medencefal biztonsága és a szükséges vízszintesítés miatt. *Drén kútcsoporttal együtt nem alkalmazható.* A drén egyébként csak részleges víztelenítést biztosíthat, - viszont jelentős kiüregelődést, hordalék-elszállítást is okozhat a medence közvetlen közelében, illetve hozzájárulhat a gépház felúszásához is. **Ezek miatt létesítését nem tartjuk célravezetőnek.**

Új forrástó-forráskürtő kialakítása a medence közelében vagy a medence helyén

Amennyiben a medence felszámolható, részleges elbontásával és a feltöltés átszállításával egy a Sarki-tótól elkülönülő, új, nagyobb méretű tó lenne kialakítható. Ez volna a természeti viszonyokhoz leginkább igazodó megoldás. Ha új tó létesíthető a medence helyén, javasoljuk, hogy a neve is *Sportmedence-tó* legyen az 1975-2006 közötti használat emlékére.

A végleges tó-partfal kialakításának a kiviteli terve csak akkor készíthető el, ha a medence sorsáról való döntés megszületett és a tónak átadható terület mérete, illetve a végleges kialakításra szánható költségek is ismertek. A tó mérete az esetleges hasznosítástól is nagymértékben függhet. A tópart kialakításakor a felszín alatti viszonyokat is figyelembe kell venni; egyben érdemes törekedni arra is, hogy a felszínen észlelhető ásványkiválás is védett bemutatatható földtani értéként legyen kezelve. A rendszer a Sarki-tóval egybefüggően, nagyobb vízfelületet létesítve is kialakítható.

Forrástó kialakítása a jelenlegi források környezetében a medence meghagyásával

Amennyiben a medence megmaradása elsődleges cél, akkor az a jelenlegi forrás foglalás nélkül is üzemelhet, illetve a diszperz vízfelfakadások területe a Sarki-tó öbleként vagy kisebb új tóként is kialakítható. A tó hozamnövelésére aknák létesítését javasoljuk. A forrásokkal egybefüggő tó kialakítása révén némileg lecsökken a források további vándorlásának a veszélye; de más előnye nincsen, a medencét érintő geotechnikai kockázatok megmaradnak.

Az új forrástó medence felőli oldala magasabb, megtámasztott partfal lehet, lépcsőzetes kialakítással. A forrástó és a medence közé a PÁTRIA-lemezes szigetelés elhelyezése szükséges. A magasabb partfal felől oldalirányú beáramlás történik, ennek meghagyására kisebb közel vízszintes drének is készíthetők háttérirányban. A forrás hátravágásának, alámosásának a kizárása érdekében lépcsőzetes szerkezet, pl. vízáteresztő és teherbíró geotextília (6 mm) és mészkölapok (3-6 cm) váltakozásából álló szerkezet kialakítása javasolható, ez egyben a felszíni ásványkiválás bemutatathóságát is elősegítheti. Amennyiben a forrás vándorlása megáll, beavatkozás sem szükséges.

Forrásvíz hasznosítási lehetőségei

A területen felfakadó forrás vize ivóvíz-minőségű, azaz „forrásvíz”-ként, esetleg asztali ásványvízként is palackozható, illetve a vízhálózatba közvetlenül bevezethető.

A Fényes-fürdő területén és a tágabb környékén felfakadó, illetve feltárható nagy vízmennyiség kedvező lehet egyes vízigényes iparágaknak. A víz közvetlenül felhasználható lehet pl. betongyártásra (a felhasznált víz beépül a beton kristályvázába és nem jut vissza a területre) - amennyiben a közelbe ipari tevékenység települhet. (Ez természetvédelmi és üdülési-idegenforgalmi szempontból kevésbé kívánatos!)

A felfakadó víz 21-23 Celsius fokos hőmérséklete révén lehetőség van a víz hőszivattyús (kis entalpiájú) fűtési hasznosítására is. Amennyiben a közelbe megfelelő felhasználó települ, a jelenlegi vízmennyiséggel is igen nagy terület temperálható. A forrás hasznosítható hőmennyiségének a kiszámítását kérésünkre az egyik hazai piacvezető hőszivattyús cég, a HGD Kft munkatársai végezték el .

800 m³/óra vízhozammal és 5 foknyi hasznosítható hőlépcsővel számolva (a fennmaradó 17 fokos víz is magasabb hőmérsékletű az átlagos talajvizeknél) **a hasznosítható hőteljesítmény 4,7 Megawatt lenne. Átlagos hőmennyiséggel és veszteséggel számolva ezzel akár 190.000 léghőméternyi terület is temperálható.** Összehasonlításként közöljük egy 50x25 méteres sátorral fedett a medence temperálásához szükséges teljesítmény-értéket is, amely mindössze

250-300 kilowatt/óra. (Tatán jelenleg csak a városi kertészet használ langyos karsztvizet az üvegházainak temperálására.)

Mint ismeretes, a hőszivattyús technológia *szorpciós hűtés*re is alkalmazható.

A feltétlenül szükséges üzemeltetői-tulajdonosi feladatok ismertetése

1: Medence statikai vizsgálata

A mérnökgeológiai viszonyok felmérése alapján az a véleményünk alakult ki, hogy az üzemeltetőnek érdemes megfontolni a sportmedence feladását is, mivel nem találtunk olyan műszaki beavatkozást, amely gyorsan és olcsón megszüntetné a medence károsodásának a lehetőségét. A medence felúszás elleni méretezését előírta a 2001-es talajmechanikai szakvélemény (holott akkor még a tó vízszintje és a mért talajvízszint is a medence talpa alatt volt). Ha ez nem történt volna meg, a medence valószínűleg már visszavonhatatlanul károsodott volna. A nyomásszintek növekedésével a medencére ható víznyomás bizonyosan fokozódik. Ezen kívül állékonysági problémák jelentkezhetnek feltáratlan üregek beszakadásakor, új kisebb forráskürtök kialakulásakor. Az agyag kitérülése-esűszása és a medence oldaláról és aljáról a homok kihordódása veszélyforrást jelentenek a következő évek során is.

A medence a tavalyi leeresztéskor deformálódott. Véleményünk szerint szükséges a medence betonszerkezetének statikai felülvizsgálata független statikus bevonásával. Ennek keretén belül lehet érdemes ismét a medence leeresztésekor kialakuló változásokat felmérni. A medencealjzat megemelkedéséről nincs mérési adat, csak üzemeltetői tájékoztatást kaptunk. **Ha pedig a jelenlegi nyomásviszonyokat sem bírja el a medence leürítve deformáció nélkül, akkor később vízzel telt állapotban sem fogja elviselni a megnövekvő nyomás hatását.** A 2006 februári állapothoz képest a forráshozam növekedése alapján kb. háromszor erősebb hatás várható, ezért a tesztelést körültekintően kell elvégezni.

A tesztelés általunk javasolt menete:

- 1: A medence lehetőség szerinti kitakarítása már leeresztés előtt.
- 2: Geodéta kihívása a peremi bemért pontok újramérése, ugyanekkor a figyelőkutakban egyidejű vízszintmérés, illetve a forrásnál hozammérés.
- 3: Statikus jelenlétében a medence leeresztése, és a lehető leggyorsabb kitisztítása
- 4: A medence fenékszintjének gyors geodéziai bemérése, beleértve a meglévő repedések felmérését is.
- 5: A leeresztés során esetlegesen újra fellépő fenékszint-emelkedés geodéziai kimérése (pár óránkénti újraméréssel). A rosszabb minőségű aljzatcsempék felszedése és az alattuk levő beton vizsgálata, esetleg mintázása.
- 6: Károsodás esetén gyors újratöltés és a forráshozam, illetve kút-vízszintek és peremi magassági pontok újramérése.
- 7: Értékelés

Véleményünk szerint csak egy megbízható statikai szakvélemény alapján tud az üzemeltető a medence további sorsáról dönteni. Ezután érdemes a javasolt átalakításokról, pl. a gépház áthelyezéséről is elgondolkozni, ajánlatot kérni.

2: Medence zsomszivattyújának áthelyezése

A forrás védelme érdekében mindenképpen szükséges, hogy a medence gépházából a forrás felé vezető zsomszivattyú-kivezetések áthelyezésre kerüljenek közvetlenül a csatornába, hogy ez a forrást érintő szennyezés-veszély megszűnjön. A zsomszivattyú vízkibocsátása jelenleg is a nagyobb forrásfakadás bevagódását segíti elő, ezért is szükséges minél előbb áthelyezni.

3: Túlfolyó karsztkút vízvezetése

A túlfolyó karsztkút kútfej-kialakítása teljesen szabálytalan, állapotát rendezni szükséges. **A kút gyors lezárása, lefolytása vagy felcsövezése ez esetben semmiképpen sem célszerű! Javasoljuk, hogy a vízügyi-környezetvédelmi hatóság se írja elő a kút lezárását addig, amíg a sportmedencét használják, hiszen akkor ez a vízmennyiség is a források hozamát növelné meg.**



Oldalsó fotó:

Az 1-es karsztkút nyitott aknája és a Sarki-tó felé kialakított vízvezető árka

A túlfolyó (és a Sarki-tó vízszintjét is növelő) karsztvíz mennyisége a forrás hozamának kb. a 2,5-szeresére becsülhető. A kútból túlfolyó vizet mindenképpen érdemes lenne a területről kivezetni, különösen ha a források szintsüllyesztését igénylő beavatkozások mellett döntenek. **A karsztvizet a Mikovinyi-csatornába kell átvezetni a medence északi oldala mögött (vagy elvezethető közvetlenül valamelyik horgásztóba is).** A túlfolyó víz új levezetésénél lehetőleg az elfolyó vízhozam mérési lehetőségéről is gondoskodni kell mérőperemmel vagy bukógáttal.

4: Általános javaslatok

A forráshozam növekedésének további észlelésére lesz szükség, legalább havi rendszerességgel.

Az üzemeltetőnek hosszabb távra tervezve el kellene gondolkodnia a gépház, illetve a teljes sportmedence elköltöztetéséről is, - illetve más területeken hasonló új források felfakadására és általános hozamnövekedésre is fel kell készülniük. Az általános vízszint-süllyesztésre rövid távon a Mikovinyi-árok vízszint-csökkentésével vagy mélyebb szintig történő bevagódásával lehet felkészülni, - ha ezt a felszíni vízrendezési viszonyok lehetővé teszik.

Eredmények összefoglalása

A 2006. évben elvégeztük a sportmedence és a mellette keletkezett forrásfakadások környezetének földtani-geotechnikai felmérését. Munkánkban részletesen ismertettük a forrásfoglalás és a medence-stabilizálás kapcsán felmerülő problémákat, és elemeztük a mentesítés különféle műszaki megoldási lehetőségeit.

Legfontosabb megállapításainkat az alábbiakban három kategóriában foglaljuk össze:

MÓDSZERTANI REDMÉNYEK:

- A forrásfelfakadások környezetében a felszint közel sík településű mocsári agyag és mesterséges feltöltés alkotja. E rétegek elrejtik a 3-20 méteres mélységű rétegek bonyolult földtani felépítését. A mélyebb szerkezetek feltárására volt szükség a terület megfelelő leírásához. A mélyebb rétegek kutatásához igen hasznos, költséghatékony módszernek bizonyult a felszíni geofizikai (geoelektromos) módszerek alkalmazása. (A szeizmikus módszerek is hatékonyak lehetnek, de lényegesen költségesebbek.)
- A területen található kőzettípusok száraz fűrészi technológiával feltárhatóak, de stabil kút kialakítása és zavartalan magminta-vételek csak a költségesebb öblítéses technológiával létesíthető. A geofizikai mérések eredményei csak fűrészes ellenőrzés mellett értelmezhetőek megbízhatóan, sőt a tektonikai elemek kutatásához a megszokottnál nagyobb fűrészsám is szükséges. A mésztufa inhomogén volta, agyaggal való keveredése miatt a dinamikus szonda csak korlátozottan alkalmazható.
- A források vízhozamának a mérése a földtani viszonyok miatt csak úszós módszerrel volt elvégezhető; szerencsésebb esetekben bukógáttal praktikusabb a hozammérés. A területen keletkező ásványkiválások és a vízminőség, laboratóriumban jól vizsgálható. Pontos közetmechanikai és talajmechanikai értékeléshez minél nagyobb mintaszámra és nagyméretű minták vételezésére lesz szükség, illetve lehetőleg több helyszíni értékelésre.
- **A feltárások költsége magasabb vízszintek, nagyobb vízhozamok mellett többszörösére nőhet,** azaz érdemes mindenütt az alacsony nyomásállapotoknál elkezdni a vizsgálatokat. A végleges vízrendezés tervezéséhez azonban a maximális hozamok ismerete/becslése is szükséges, azaz a tervezői munkák a legtöbb esetben nem zárhatóak hamar, hanem monitoring-tevékenységet is kell tartalmazzanak. **A sportmedence melletti forrás kutatása során szerzett tapasztalatok valószínűleg jól hasznosíthatók lesznek a későbbi hasonló forrásfakadások vizsgálatánál is.** A sportmedencénél észlelt károsodások megelőzése érdekében a tatai forrásterületek további sürgős kutatására is szükség lenne.
- **A felfakadó langyos forrásvizek hasznosítására is érdemes felkészülni, a jelentős felszínen túlfolyó vízmennyiségek elsősorban a hőszivattyús fűtési-hűtési rendszerek alkalmazásának biztosítanak igen jó lehetőségeket.**

FÖLDTANI ÉS VÍZFÖLDTANI EREDMÉNYEK

- A sportmedence alatt egy (esetleg kettő) fiatal negyedkori vetődés található, amelyet agyagos üledék tölt ki. Ennek a vetőnek a DNy-i oldalán mésztufás üledékek dominálnak a felszín alatti 4-15 méteres (esetleg még nagyobb) mélységig, míg a másik felén homogén pannon agyag alkotja a holocén patakhordalékok aljzatát. A vetődés ferdén halad át a medence alatt, így a medence DNy-i sarka mésztufára épült, míg a nagyobb rész a pannon agyagra, a felette települő homokrétégre és mesterséges feltöltésre lett ráépítve. A két kőzettípus erősen eltérő mérnökgeológiai és hidrogeológiai jellemzői magyarázhatják az észlelt károsodásokat és a korábbi egyenlőtlen süllyedést.

- A medence közelében a telepítés előtt is létezett egy forrás, a jelenlegi fő fakadási hely jól megfeleltethető a hatvanas évek elején még meglévő forrás helyének. A vizenyős, vízfelfakadásos területeknél a felszín alatt 5-15 méter közötti mélységben mésztufa található, ennek a járatain szivárog felfelé a víz. A felszivárgó víz a környező talajvízszintet is megemeli, az agyagos, homokos aljzatrétegeket is átáztatja, azaz talajmechanikai jellemzőit rontja. A felszivárgó vizek a talajmechanikai szempontból vízzárónak tekintett ($k < 10^{-9}$ cm/sec) agyagos kőzetek repedésein is áthatolnak. A források a felszínközeli rétegeket lassan alámosva (alulról finom üledéket kimosva) jelenleg is átalakítják a környezetük domborzatát.
- A legmagasabb vízszinteket a medence DNy-végénél a forrásfakadás mögött észleltük. Feltárásaink azt valószínűsítették, hogy ezen a területen található a medence építéskor feltárt, majd betemetett kisebb mésztufa-üreg, amely túlnyomásos vizet tartalmaz, és a medencére nézve az egyik legfőbb geotechnikai kockázatot jelenti.
- A források újrafakadásával ismét megkezdődött a felszíni kőzetképződés, a mésztufakiválás folyamata is.
- A területen a felszínen először 2005 tavaszán észlelt vízfelfakadásból **kialakult forrás hozama 2006 őszére már 800 m³/óra értékre növekedett**; ehhez járulnak még a felszín alatt elfolyó, illetve diszperz módon felfakadó hozamok is (ezek értéke még legalább további + 25% és +5% lehet). 2006 tavaszától őszeig nagyobb beavatkozás nélkül nőtt a forrás hozama kb. a háromszorosára.

ÉPÍTÉSFÖLDTANI MEGÁLLAPÍTÁSOK:

- A Fényes-fürdő területén 1974-ben a források elapadásakor bányászati kártérítésből létesült a sportmedence. Ez már az építés során is károsodott, majd a további években is megsüllyedt. **A medence helytelen telepítéséből eredő károsodási lehetőséget véleményünk szerint ma már költség-hatékonyan nem lehet megakadályozni.** Az első, építéskori károsodásnak megfelelő, a medenceperemen hosszanti irányban megjelenő nyírásos repedés ismétlődött meg 2006 tavaszán.
- 2006 őszén a medence melletti feltöltésnél már a medence vízszintjét meghaladó (a perem alatt pár cm-re beálló) vízszinteket mértünk. A medence felúszás-veszélye tehát hosszú távon fennáll. A medence délnyugati részén a medence aljára kb. +3 méternyi vízoszlopnak megfelelő víznyomás hat, amely érték tovább növekedik az eddigi tendenciák szerint. Ezen a területen a medence kitámasztásának a nehézségei miatt kockázatos a vízutánpótlást biztosító karsztos üreg feltárása és vízelvezetése; még a részleges vízszintsüllyesztést biztosító (kútsoportos vagy sekély drénes) műszaki megoldások is kedvezőtlen hatásúak lehetnek a medenceperem állapotára. A korábbi beépített új medence dilatáció nélküli kialakítása, a fenékszintjénél kialakított kavicsos homok, illetve oldalt a régi medence pereméhez való fixálása révén a magas víznyomás nemcsak a mésztufára alapozott területen, hanem valószínűleg a teljes fenékszinten hat valamilyen mértékben.
- Szükségesnek tartjuk a medence statikai állapotának felmérését, ennek alapján dönthető el hogy érdemes-e a továbbiakban a medence fenntartására törekedni, illetve hogy mennyire kockázatos a medence melletti karsztos zóna feltárása. Meg kell vizsgálni, hogy a medencét leeresztve valóban deformálódik-e a jelenlegi nyomásviszonyok mellett a medence fenéke. A medence felúszás elleni méretezése gátolta meg eddig a komolyabb károsodást.
- A fenéklemez alatti homokos réteg szigetelése és a két medence szorosabb összekötése megnövelheti a víznyomással szembeni ellenállást. Ideiglenes víztelenítési megoldásként a medence DNy sarkához kútsoportos megcsapolás vagy sekély drén helyezhető.

- A medence megfelelő mértékű víztelenítésének a megvalósításához a legnagyobb segítséget az jelentené, ha a Mikovinyi-árok vízszintje a medence közelében tartósan legfeljebb 119,3 mBf. szintig lenne süllyeszthető.
- A forrásfoglalás természetbe leginkább illeszkedő megoldása a medence feladását jelenti. Ez esetben lehet nyugodtan feltárni a betemetett mésztufa-üreget és forráskürtöt létrehozni teljes mésztufás területen (részben a jelenlegi medence és gépház helyén).
- Az üzemeltetőnek a gépház zsompszivattyúinak kivezetését át kell helyeznie, és a Sarki-tó vízszintjét növelő túlfolyó karsztkút vizét is célszerű lenne a Mikovinyi-árok felé elvezetni.
-

2. MELLÉKLET: TALAJMECHANIKAI MÉRÉSEK

Fúrás/ Kút jele	Mélység	Megnevezés	Víz- tartalom	Folyási határ w_l (%)	Plasztik us index I_p (%)	Szemcse- eloszlás D_{60} (mm)	Lineáris zsugorod ás %
F-1	2 m.	Sárgásbarna közepes homok				0,562	
F-2	2 m.	Sárgásbarna finom homok				0,209	
F-4	1 m.	Szürkésbarna finom homok				0,207	
	2 m.	Szerves agyag , kissé homokos	27,0	35,0	16,7		
	<i>árkolás</i>	Barnásszürke finom homok				0,214	
K-2	1 m.	Barnásszürke homoklisztes, gyengén homokos szürke kövér agyag	15,2	33,1	15,9		
	2 m.	Sárgásszürke aprókavicsos és kissé iszapos durva homok	13,9			0,018	
	4 m.	Sárgásszürke aprókavicsos és kissé iszapos durva homok	12,2			1,543	
	6-10 m.	Szürke sovány agyag szervesanyaggal színezve	26,3	64,6	43,1		7,9
K-3	1 m.	Szürkésbarna iszapos finomszemcsés homok	13,2			0,153	
	2 m.	Szürke szerves szennyeződésű finom homok	24,3			0,169	
	3 m.	Barnásszürke aprókavicsos homok	18,2			0,330	
	4 m.	Sárgásszürke kissé homokos, aprókavicsos és iszapos forrásvízi mészkő	5,8			1,980	
	5 m.	Barnásszürke aprókavicsos homok	11,3			1,197	
	6 m.	Barnásszürke durva homok	12,5			1,197	
	9 m.	Sárga homokos aprókavicsos meszes agyag – agyagos mésztufa	26,5	33,7	16,5	1,314	7,1%
K-4	1 m.	Világosszürke meszes, homokos aprókavicsos agyag	11,9	21,5	9,0	0,741	
	2 m.	Szürke iszapos, aprókavicsos homok	14,2			2,186	
	4 m.	Szürke szerves szennyeződésű agyag	40,3	57,6	36,4		
	8 m.	Szürke szerves szennyeződésű agyag	29,1	75,5	23,7	1,111	10,7%
	10 m.	Szürke szerves szennyeződésű agyag	29,4	59,7	37,9		
	12 m.	Szürke szerves szennyeződésű agyag	28,4	63,3	43,1		

	14-15 m.	Szürke aprókavicsos durva homok	16,1			1,305	
K-5	1 m.	Barnássárga homoklisztes iszap (agyag)	24,0	39,0	18,1		
	2 m.	Sötétszürke homokos szerves iszap (agyag)	27,9	41,4	20,5		
	3 m.	Sötétszürke homokos szerves iszap (agyag)	27,1	35,4	15,8		
	4 m.	Szürkéssárga közepes homok	18,1			0,271	
	5 m.	Szürkéssárga közepes homok	21,9			0,275	
	6 m.	Barnássárga homokos iszap – agyagos mésztufa	16,7	22,0	7,3		4,6%
K-6	1 m.	Sötétszürke homokos szerves iszap (agyag)	19,2	29,9	13,7		
	2 m.	Sötétszürke homokos szerves iszap (agyag)	51,1	33,2	15,3		
	8 m.	Szürke szerves szennyeződésű agyag	35,4	80,7	52,1		10,7%
	12 m.	Szürke szerves szennyeződésű agyag	37,5	73,1	45,5		

A kisebbik forrásfelfakadás feltörési pontjánál tudunk kézzel is reprezentatív mintákat venni. Egy mintát vettünk a „buzgár” középső, fellazult, a felbugyogó víznél található anyagából, a másikat pedig a mellette levő, stabilan kötött, (ezen a módon nehezebben mintázható) anyagból. Az eredmények:

A „buzgár” közepéből vett laza talajminta:

- Talajmechanikai megnevezése: *Szürke közép-finomszemcsés homok*
- Szemeloszlás: Homokliszt=8%, Finom_homok=38%, Közepes_homok= 53% D60= 0,303mm D10=0,130mm
- Fajsúly: 2,59 g/cm³
- K-tényező: 2×10^{-4} m/sec (Zamarin sz.)

A „buzgár” oldalsó részéről vett kötött talajminta:

- Talajmechanikai megnevezése: *Sötétszürke szerves szennyeződésű sovány agyag*
- Plasztikus Index = 17,4%, Víztartalom=34,9%, porozitás=48,8%
- Fajsúly= 2,71 g/cm³
- K-tényező: kisebb mint 1×10^{-9} cm/sec (átszivárogtatásos mérés szerint)

3. MELLÉKLET: KÖZETMECHANIKAI MÉRÉSEK

Kőzetminták nyomószilárdsági vizsgálati adatai

Minta száma	Mintahenger adatai			Nyomóerő (kN)
	Átmérő (cm)	Magasság (cm)	Tömeg (g)	
5662 *	5,60	6,14	313,07	46,5
5663	5,60	7,05	372,60	32,5
5664	5,57	5,78	279,94	24,5
5665	5,59	7,82	392,71	35,5

Kőzetminták hajlítószilárdsági vizsgálati adatai

Minta száma	Mintahenger adatai			Nyomóerő (kN)
	Átmérő (cm)	Magasság (cm)	Tömeg (g)	
5666	5,60	3,51	177,83	4,0
5667	5,52	3,64	183,85	3,25
5668	5,54	7,46	196,52	6
5670	4,37	5,68	95,26	1,16
5671	4,37	4,31	73,96	9,6
5669 **	4,32	5,45	158,30	10,3

Kőzetmechanikai mérési eredmények :

Minta száma	Kőzet megnevezése	Sűrűség (g/cm ³)	Nyomószilárdság (MPa)	Rugalmassági modulus (MPa)	Húzószilárdság (MPa)
5662 *	Agyagos mésztufa, kissé homokos	2,070	19,19	4125	
5663	Üreges mésztufa, kevés homokkal	2,146	13,69	3868	
5664	Mésztufa	1,988	10,4	1987	
5665	Mésztufa	2,046	14,49	3025	
5666	Mésztufa	2,057			1,30
5667	Mésztufa	2,111			1,03
5668	Mésztufa, kisebb pórusokkal	1,093			0,92
5669 **	Meszes homokkő, eocén, pannon v. negyedkori	2,301			2,79
5670	Mésztufa	1,118			0,30
5671	Mésztufa, erősen porózus	1,144			3,24

*=K-4 fűrés melletti feltáró árokból vett minta

**= a vízműterület kerítése melletti árkolásból légkalapáccsal vett minta

4. MELLÉKLET
Ásványtani vizsgálati eredmények
(Fényes-források, sportmedence melletti forrásterület)

Vasas üledék a Katona-forrástó felszínéről

- *Kalcit* CaCO_3 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Kvarc* SiO_2 (FŐ ALKOTÓ)
- *Muszkovit* $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH}_2))$
- *Dolomit* $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
- *Klinoklór (klorit)* $(\text{Mg,Fe})_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$,
- *Halit* NaCl
- *Anhidrit* CaCO_3

Vasas lerakódás az új forrás mellől:

- *Kalcit* CaCO_3 (FŐ ALKOTÓ)
- *Kvarc* SiO_2 (FŐ ALKOTÓ)
- *Muszkovit-lepidolit* $\text{KLiAl}(\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH}_2))$,
- *Dolomit* $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$
- *Albit* $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$,
- *Klinoklor (klorit)* $(\text{Mg,Fe})_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$
- *Gipsz*. $\text{CaSO}_4 \cdot 2(\text{H}_2\text{O})$

Felszínközeli szervesanyag-tartalmú agyag:

- *Kvarc* SiO_2 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Kalcit* CaCO_3 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Albit* $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$,
- *Dolomit* $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$,
- *Muszkovit* $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH}_2))$,
- *Witherit* BaCO_3 ,
- *Sziderit*. FeCO_3 ,

Porózus mésztufa összetétele (fő alkotók csökkenő arányban felsorolva)

- *Kalcit* CaCO_3 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Szén* (karbon) C ,
- *Kvarc* SiO_2 ,
- *Huntit* $\text{MgCa}(\text{CO}_3)_4$
- *Aragonit* CaCO_3 ,

Homokkő (feltételezés: mésztufával cementált homokkő)

- *Kalcit* CaCO_3 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Kvarc* SiO_2 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Klorit, klinoklór* $(\text{Mg,Fe})_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$
- *Muszkovit* $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH}_2))$,
- *Illit* $\text{KAl}_4(\text{Si}_7\text{Al}_1\text{O}_{20}(\text{OH})_4) \cdot n\text{H}_2\text{O}$,
- *Mikroclin* KAlSi_3O_8

Iszapos mésztufa a K-4 fúrás mellől

- *Kvarc* SiO_2 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Kalcit* CaCO_3 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Kén* S,
- *Klorit, klinoklór* $(\text{Mg,Fe})_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$
- *Muszkovit* $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH}_2))$,
- *Albit*, $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$,
- *Feroxihit* FeOOH
- *Witherit* BaCO_3
- *Mikroclin* KAlSi_3O_8
- *Goethit* FeOOH ,

Pannoniai agyagból vett minta, 12 m. mélyről

- *Kalcit* CaCO_3 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Kvarc* SiO_2 , (FŐ ALKOTÓ)
- *Muszkovit* $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH}_2))$,
- *Dolomit* $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$,
- *Anhidrit* CaSO_4
- *Klinoklór, Klorit* $(\text{Mg,Fe})_6(\text{Si}_4\text{O}_{10})(\text{OH})_8$,
- *Muszkovit* $\text{KAl}_2(\text{AlSi}_3\text{O}_{10}(\text{OH}_2))$,
- *Nontronit* $(\text{CaNa})_1\text{Fe}_4(\text{Si}_7\text{Al}_1\text{O}_{20}(\text{OH})_4)\text{xnH}_2\text{O}$,
- *Szaponit* $(\text{CaNa})_1\text{Mg}_6(\text{Si}_7\text{Al}_1\text{O}_{20}(\text{OH})_4)\text{xnH}_2\text{O}$,