

A Tatán újrafakadt barlang-forrás környezetéből származó kőzetminták mérnökgeológiai értelmezése

Lorberer Árpád Ferenc

Lorberterv Vízföldtani Tervező Kft. info@lorberterv.hu

Vásárhelyi Balázs

PTE, Pollack M. Műszaki és Inf. Kar, Szilárdságtani és Tartószerkezeti Tsz. vasarhelyib@gmail.com

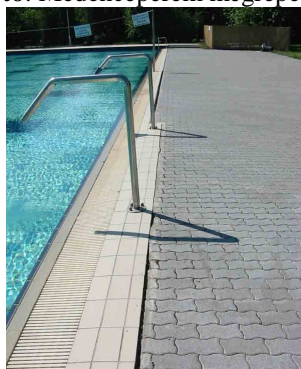
ÖSSZEFOGLALÁS: 2006 évben elvégeztük a Tata északi részén levő Fényes területén a sportmedence környezetében újrafakadt forrás mérnökgeológiai felmérését. A környéken még számos forrás feltörése várható, beépített területen is. A forrás mellett kis távolságon belül is igen változatos kőzetösszetételt tártunk fel. A források újrafakadásával ismét megkezdődött a recens mészkő-képződés is a területen. A mésztufával kevert üledékek nagy változatossága, a tektonizmus és a hidrogeológiai helyzet miatt a feltárás és a mintavizsgálat is multidiszciplinális megközelítést igényelt. A megvizsgált homokkő, édesvízi mészkő, pannon és negyedkori agyag, valamint homok anyagú üledékek talajmechanikai, kőzetmechanikai, ásványtani és vázlatos üledékföldtani vizsgálati eredményeit, és azok rövid értékelését közöljük le cikkünkben, abban a reményben, hogy a mérési eredmények és a feltárás tanulságai a várható többi hazai hasonló forrásfelfakadás vizsgálatát is elősegíti.

Kulcsszavak: Forrásfelfakadás, kőzetmechanika, talajmechanikai kőzet-összetétel, Tata,

1 FORRÁSFELFAKADÁS ÉS A MÉRNÖKGEOLOGIAI VIZSGÁLAT ELŐZMÉNYEI

A tatabányai vízkiemelések hatására a tatai források fokozatosan elapadtak, legutoljára a legészakabbi és legnagyobb hozamú Fényes-forráscsoport 1973 elején. Az ekkor kifizetett bányakárt a helyi vezeték a tavak melletti fürdő fejlesztésére, illetve fenntartására szánta. A legnagyobb pénzüsszeget egy új sportmedence megépítésére került felhasználásra. A medence alapozása során a területen egy kisebb, édesvízi mészkőben kialakult forrásbarlangot tártak fel. A barlangot pártutasításra beomlasztották, és a sportmedence részben a forrásmészkő anyagú barlangüreg törmelékére, részben a környező anyagos üledékekre került elhelyezésre, félig kiemelt szerkezetben. A kezdeti időszakban észlelt egyenetlen süllyedés okozta medencekárosodás beavatkozás nélkül is megszűnt a nyolcvanas években, az intenzív karsztvízszint-süllyedés időszakában. (Konkoly és Cziglina 1975)

1 fotó: Medenceperem megrepedése



A mesterséges hatások elmúltával 2001 után fokozatosan megindult a források újrafakadása. A medence mellett 2005 tavaszán kezdődött kisebb vízfelfakadás, majd ősszel már folyamatosan működő „buzgárok” jelentkeztek a medence kiemelt feltöltés-oldalának alján. 2006 tavaszán a vízleeresztés után az a medence padlózata először csak ideiglenesen deformálódott, majd 2006. május 9-én a medence forrás felőli oldalán egy 0,5-1,5 cm széles nyírással jellegű nyílt repedés futott végig. (1. fotó) A bemutatott laboreredmények mindegyike a Fényes-fürdői sportmedence közvetlen környékének fúrásos és árkolásos kutatásából származik, egy mindössze kb. 70x40 méteres vizsgálati területről.

Elapadt források hasonló újrafakadása a korábbi bányászat által érintett karsztos hegyvidéki területeken 2005 és 2011 év között is egyre gyakoribbá vált. Tata városán belül is észlelhető volt több újabb felfakadás. A hidrogeológiai adatok alapján akár 30 vízfeltörés is várható a belterület sűrűbben beépített régióiban is a közeljövőben, hasonló kőzetkörnyezetben.

Jelen cikkünkben a forrás környezetében vett kőzetminták vizsgálati eredményeit ismertetjük. Remélve, hogy a mérési eredmények analógiaként, közelítő terezi alapadatként, illetve tudományos összehasonlítási célra is jól alkalmazható lesz a várható hasonló helyi mérnökgeológiai veszélyhelyzetek-

nél. A mérési eredmények publikálása azért is fontosnak tűnik, mert a hasonló, jóval nagyobb tömegű korábbi közetmechanikai vizsgálatok eredményei nem lelhetőek fel. Az elapadt források környezeteiben fellelt szálban álló kőzetekből vett nagyszámú mintát vizsgált a *Dorogi Szénbánya Tröszt Közetmechanikai Laboratóriuma* – e mérések eredményeit azonban már nem sikerült fellelnünk.

2 A TERÜLET KUTATHATÓSÁGA, ÉS RÉTEGTANI JELLEMZŐI

A Fényes-források környezete sík mocsaras terület, felszíni földtani térképezési lehetőség nélkül. A felszínközeli kőzetfelépítés ennek ellenére változatos. A forrásterület tektonikus elemek mentén jött létre (Horusitzky 1923). A terület földtani jellemzői ezért csak célzott kutatással tárhatóak fel. A forrásterület jellemzője az is hogy a fúrások vízadó kőzet feltárása esetén gyorsan maguk is felfakadó túlnyomásos forrásjáráttá válhatnak. A források kotrása is általában a vízhozam növekedésével jár, és a víz a lapály alacsony terepszint-különbsége miatt csak nehezen vezethető el egy-egy feltárás közeléből. A már fakadó források környezetének feltárása tehát sokszor problematikus. A felszíni geofizikai módszerek közül viszont a geoelektromos kutatás jól alkalmazhatóan bizonyult a területen. A vizsgált medencével párhuzamosan mért, geofizikai szelvény „*Török Ákos Geológiai Mérnököknek*” (2007) c. kézikönyvének 10.21 ábráján került publikálásra. A korábbi és az újabb fúrások feltárások (Dankó 2001 és Lorberer 2006) összevetése arra utal, hogy a felszínközeli kőzetek dinamikus szondázással nem különíthetők el egymástól megbízhatóan.

A felszínközeli feltárható, cikkünkben bemutatott kőzetek:

- A) Homokkő (bizonytalan korú, lokális elterjedésű)
- B) Pannon agyagos rétegsor (általános elterjedésű)
- C) Negyedidőszaki mésztufa többféle változata, (forrástevékenységhez kapcsolódó inhomogén réteg)
- D) Negyedidőszaki kavics (lokális elterjedésű, az Által-ér régi medrének árvizeinek terméke)
- E) Negyedidőszaki iszap, tőzeg-iszap és homok keveréke (mocsári üledékképződés terméke)
- F) Mesterséges feltöltés, (áthalmazott kevert üledéksor)

3 A FORRÁSFELTÖRÉS KÖRNYEZETÉBEN VIZSGÁLT KŐZETEK JELLEMZÉSE

Homokkő

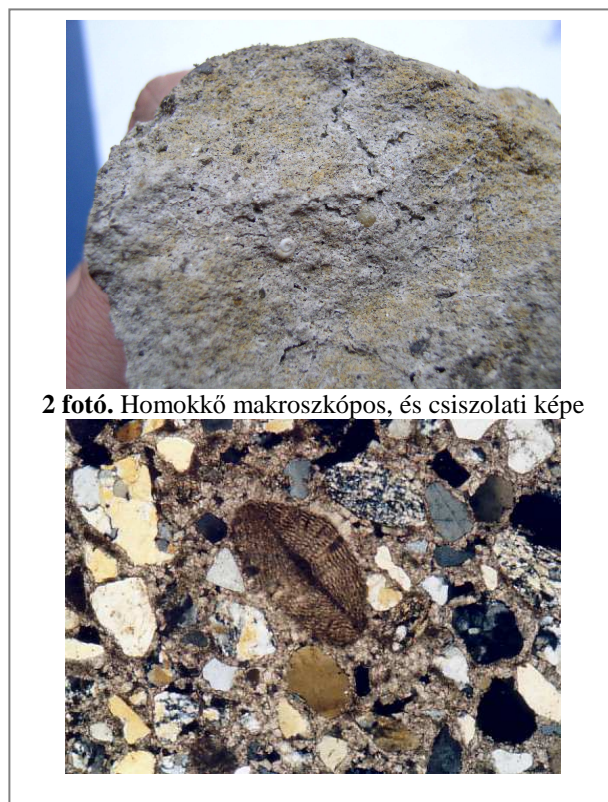
A Barlang-forrástól DNy-ra a helyi karsztvízkút mellett a felszínközeli árkolással tártunk fel egy tömöm meszes kőzetet, amelyből nagy keménysége miatt csak léghalápáccsal tudtunk mintát venni. Világosszürke foltokban sárgás színű tömör meszes kvarchomokkő, némi muszkovit, illit, és klorit-tartalommal. (2. fotók)

1. táblázat: Homokkő vizsgált fizikai jellemzői

Kőzet leírása:	Sűrűség (g/cm ³)	Húzó-szilárdság (MPa)
Vízjáró jellegű, igen kis porozitású meszes cementanyagú kvarchomokkő, pannon vagy paleogén korú	2,301	2,79

A makroszkóposan ősmaradvány-mentes kőzet csiszolati képén jól látható Nummulites eocén korra (esetleg áthalmazott eocén üledék bekeveredésére) utal.

Tata területéről paleogén képződményt eddig egyáltalán nem írtak le. Oligocén Csatkai Formációban vagy pannon homokkőben pedig ilyen jól megőrzött áthalmazott fosszília jelenléte és ilyen erős cementáció nem jellemző. Hasonló kőzet a mintavételi helytől mindössze három méterre levő Fényes-II K-34 jelű fúrás rétegsorában sem jeleztek! A feltárt kőzetblokk kis kiterjedésű, három irányban is igen hirtelen kiékelődik, azaz feltehetőleg egy nagy vetődés mentén jelenik csak meg. Feltárása azt



2 fotó. Homokkő makroszkópos, és csiszolati képe

jelzi hogy *Horustizky Henrik* 1923-ban publikált sejtése helyes volt, a Fényes-források alatt a jelentős vetőszerkezetek jelennek meg és a források feltörése is részben e vetőkhöz kapcsolható.

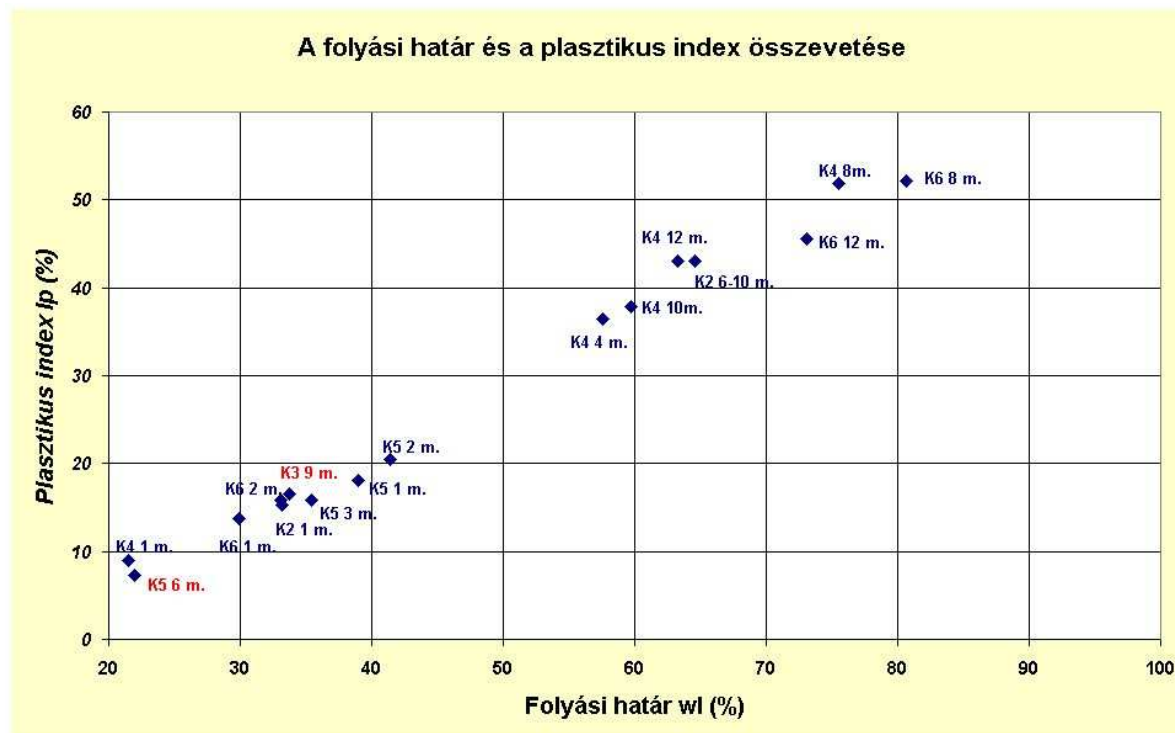
Pannon korú agyag

Tata környezetében az alacsonyabb területeken általános elterjedésű a helyszínen is feltárt (alsó)pannon korú agyag. Ez veszi körül a mésztufa-szinteket és kürtöket is. Zavartalan településben ké-kesszürke kövér homogén agyag. (2. táblázat) Általunk mért talajmechanikai paraméterei is aránylag kis szórásúak. Az agyagrétegen belül a mélyebb fúrások tanúságai alapján elszórtan lehetnek csak vékony homoklencsék.

2. táblázat: Pannon agyag vizsgált talajmechanikai jellemzőinek összegzése

Fúrás 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 fedőjében megjelenő negyedidőszaki szervesanyag-dús iszap-agyag keverék méréseink szerint mérhető víztartalmuk alapján is elkülöníthető. Az alábbi 3. ábra diagramjában 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.



3 ábra: Pannon és negyedkori tatai agyagos üledékek elkülönítése

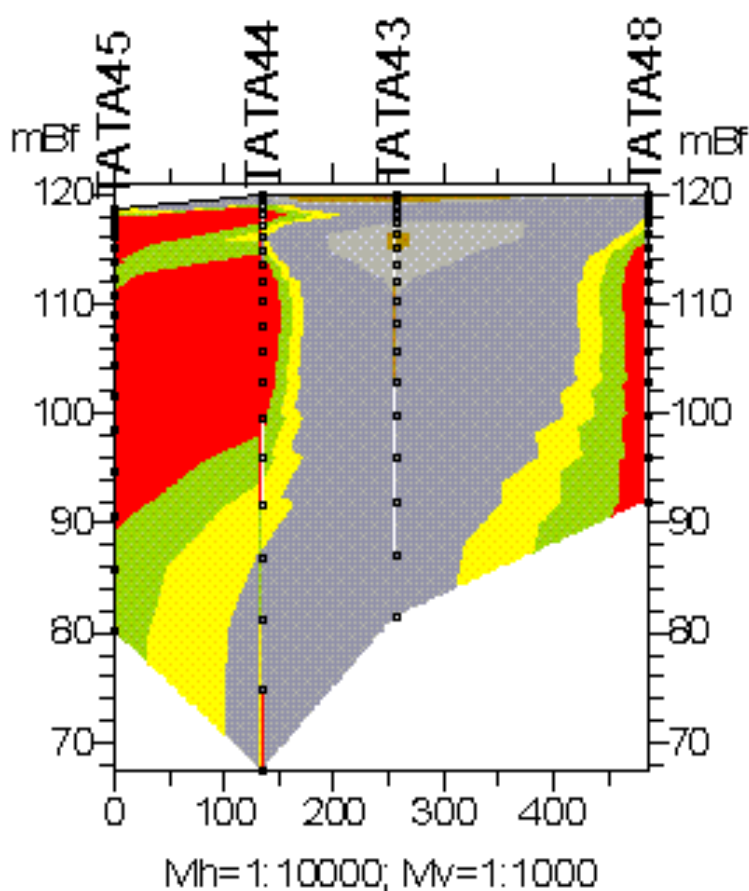
Laboratóriumi k-tényező mérés szerint többnyire vízzáró tulajdonságú. Ásványtani vizsgálatunk szerint a feltárt agyag magas mésztartalmú, tömött szerkezetű. Jellemző agyagásványai a *klorit*, *szaponit* és a *nontrinit*. Ez utóbbi duzzadó agyagásványok okozhatják tömör jellemzői ellenére is mérhető 7-11% tágulékenységét.

Mésztufa

A terület legjellegzetesebb kőzete a forrásokból kicsapódó kémiai üledékes kőzet, az édesvízi mészkő. **A források felfakadásával párhuzamosan a mésztufa képződése is újra beindult, azaz a területen újra recens kőzetképződés volt megfigyelhető.** A jelenlegi ásványkiválás bekérgezősként jelenik meg a felszínen a felfakadt új források mellett. A közeli ún. Katona-tó vizében pedig csomós ásványkiválás észlelhető. A forrásvízből kiváló, esetleg részben a forrásvíz által a mélyből felhozott bekérgezőselek anyaga *Kopecskó Katalin* (2006) röntgen-driffrakométeres mérése szerint alapvetően *kalcit*. *Kvarc*, *muszkovit*, *dolomit*, *klinoklór*, *albit* és *gipsz* és *huntit* is kimutatható volt a frissen kikristályosodott lerakódások anyagában. A felfakadó karsztvíz láthatólag magas gáztartalmú, a CO₂-gáz eltávozásával egy időben mészkiválás történhet. A kiváló ásványfázis összetétele még az agyagos környezet és a kevert víz hatását jelzi, gypvasérchez hasonló élénkpiros színűek a kiválások. (Ez azonban idővel változhat, a rendszer karsztvíz általi teljes átmosatása, kilúgozása után a vasas színezés mértéke lecsökkenhet.) A recens tatai mészképződés egybevégt. *Schauer Gy* 1996 és 2001 évi cikkeiben leírt környező távolabbi területekre vonatkozó eredményeivel.

DNy

ÉK



4. ábra: Geoelektromos szelvény a Fényes-fürdő közepső részéről

A forrásmészkő a források, tektonikai vonalak környezetében részben telér-szerűen részben lencsés szerkezetként jelenik meg, sok helyen megszakítva a pannon agyagréteg folytonosságát. A Fényes-források környezetében egyes területeken akár a felszíntől folyamatosan akár -30-40 méterig is forrásmészkő jelenhet meg (*Csepregi et al 2002*). A vizsgált forrástól kissé északra mért VESZ-mérési szelvényen világosszürke szín jelzi a nagy ellenállású meszes réteg folyamatos települését, akár a mezozoikumi alaphegységig terjedően a pirossal jelzett eredeti településű agyagrétegek között. (4. ábra)



5. fotó. Erősen porózus, hálós algás szerkezetű mésztufa, és tömörebb borsóköves tömör mészkristályokat tartalmazó mésztufa

A mésztufás üledékeknek a területen legalább három változatát különítettük el (5. fotó):

- Laza, porózus, könnyen fűrható mésztufa igen nagy porozitással (5/felső fotó)
- Agyaggal kevert mésztufa, (sötétbarna, ásványtanilag is elkülönülő tömeges mocsári bekérgezés)
- Kemény, tömött, kavicsos-homokos mésztufa, - (5/alsó fotó.)

Az agyaggal kevert mésztufa és a porózus mésztufa is a talajmechanikai és a kőzetmechanikai értékelhetőség határán helyezkedik el. Előbbiek talajmechanikai vizsgálat alapján *meszes agyag* vagy *meszes iszap* megnevezést kaphatnak. **Agyagásvány- és gipsz-tartalmuk, illetve nagy porozitásuk miatt az agyagos mésztufa is képes zsugorodásra,** - bár ennek a mértéke kisebb, mint a pan-non agyag hasonló értékei. (3. táblázat)

3. táblázat: Mésztufa minták - talajmechanikai értékelés alapján vizsgált eredményei

Furat jele	Mélység	Megnevezés	Víz-tartalom	Folyási határ w_l (%)	Plasztikus index I_p (%)	Szemcse-eloszlás D_{60} (mm)	Lineáris zsugorodás (%)
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%

A kőzetmechanikai értékelésben rendszeresen alkalmazott készülékek pedig csak minimális **törőerő** alkalmazása mellett használhatóak a próbatetek kőzetmechanikai vizsgálatára. (4. táblázat)

Az 1-es értéket sokszor alig meghaladó sűrűség-értékek is érzékeltetik a kőzet esetenként 50 %-ot is meghaladó porozitását. A mésztufából csak a megszokottnál kisebb méretű mintahengereket tudunk készíteni. A mérések légszáraz állapotra vonatkoznak. A forrásfeltörést követően a betemetett mésztufa-barlang környezetében újra visszaállt a túlnyomásos karsztvízzel telített állapot, ami a mért mechanikai paraméter-értékek jelentős csökkenésével járhatott.

4. táblázat: Mésztufa kőanyagból vágott henger próbatetek kőzetmechanikai vizsgálati eredményei

Kőzet megnevezése	Sűrűség (g/cm^3)	Nyomószilárdság (MPa)	Rugalmassági modulus (MPa)	Húzó-szilárdság (MPa)
Üreges mésztufa, kevés homokkal	2,146	13,69	3868	
Mésztufa	1,988	10,4	1987	
Mésztufa	2,046	14,49	3025	
Mésztufa	2,057			1,30
Mésztufa	2,111			1,03
Mésztufa, kisebb pórusokkal	1,093			0,92
Mésztufa	1,118			0,30
Mésztufa, erősen porózus	1,144			3,24

Kavicsos homok

A pannon agyagrétegek felett a legtöbb fúrásban kavicsos homok anyagú üledékréteget találunk, amely a fúrások alapján valószínűleg folytonos településű a károsodott sportmedence nagy része alatt is. A medence melletti geofizikai szelvény kisebb ellenállású homokréteget jelző alakja *mederüledék*-re emlékeztet, azaz arra utal, hogy az Által-ér egyik ágai is áthaladt ezen a területen a rétegsort megzavaró vetőszerkezet felett lerakva elkülönülő homokos üledékeit.

5. táblázat: A Fényes-forrásnál 2006-ban vizsgált homokos réteg jellemző mechanikai paramétereit:

Fúr- rat/Kút jele	Mélység	Megnevezés	Víz- tartalom	Szemcse- középméret D ₁₀ (mm)	Szemcse- középméret 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 vagy sovány agyag, sok jól látható szennedett növényi maradvánnyal. A réteg K-tényezője a kisebb forrás vízfeltörése mellett vett felszíni minta szerint kisebb, mint 1×10^{-9} cm/sec (átszivárogatásos mérés szerint). A terepen a valóságban a feltörő víz ezt a réteget is sok helyen átüti, sőt, e pontoknál voltak legfeltűnőbb forrás-fakadások.

A 3. ábrán e felszínközeli agyagos réteg mintáit is szerepeltettük víztartalom-plasztikus index diagrammon. Mint látható, a felszínközeli agyag paramétereit is kifejezetten kis szórásúak, a tőzeges agyagréteg lerakódása tehát szinte zavartalanul történhetett meg ezen a területen. (6. táblázat) A réteg így jól le tudta fedni mindenütt a korábbi vegyes üledékeket és szerkezeteket. Ez az agyagos réteg sok helyen nálánál jóval lazább szerkezetű kavicsos homokrétegre települ - ezt a jelek szerint a homokréteg feletti vékony meszes bekéregzés tette lehetővé.

A felszínközeli, szervesanyag-tartalmú agyagban a kalcit, dolomit, muszkovit mellett fémdús karbonátok - *Witherit* és *Sziderit* - volt kimutatható röntgen-diffraktométerrel (*Kopecskó, 2006*). Az iszapos anyagban levő az apró homokliszt-szemcséknek köszönhetően sok volt a kvarc is:

6. táblázat: Negyedkori mocsári eredetű agyagfedő mért talajmechanikai jellemzői:

Fúr- rás/kút jele	Mélység	Megnevezés	Víz- tartalom	Folyási ha- tár w _l (%)	Plasztikus index Ip (%)	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 <i>Vízfakadás „buzgár” mellől vett minta</i>	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.	Barnásárga 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	

4 A KÖZETJELLEMZŐK ÉS AZ ÉPÍTMÉNY-KÁROSODÁS ÖSSZEFÜGGÉSÉNEK AZ ÉRTÉKELÉSE

A tatai Fényes-fürdő sportmedencéjénél észlelt károsodást több tényező is magyarázhatja részletes területfelmérésünk szerint (Lorberer, 2006 és Horváthy – Lénárt, 2009). A medencének a kivitelezése is problémás lehetett a fennmaradt kevés műszaki terv szerint. A karsztvíz nyomása a medence aljára több méternyi víznyomásnak megfelelő nyomóerővel hat, azaz a műtárgyat évek óta állandóan a felúszás veszélye fenyegeti. A műszaki állapot és a hidrogeológiai helyzet azonban a városon belül is helyről helyre eltérő lesz a hasonló visszatérő források környezetében. Az országban, és különösen Tatán jelentkező újabb forrásfeltörések vizsgálatokor hasznos tervezői adatot, analógiát így elsősorban a feltárt kőzetjellemzők szolgáltathatnak.

A medence környezet az 1974 évi kivitelezéskor még részben szaturált volt, de már karsztos túlnyomás nélkül. A következő években egészen 1992-ig terjedően a karsztvíz süllyedését követve a talajvíz is lesüllyedt, a felszínközeli rétegek időlegesen akár teljesen ki is száradhattak. A bányászat leállítását követően fokozatosan állt vissza az eredeti állapot, 2001 évben a Katona-tóforrás majd 2006-ban a vizsgált Barlang-forrás újrafakadásával. A medencét körülvevő rétegek szaturációjának ilyen mértékű átalakulása szintén megfelelően magyarázhatja az észlelt károsodást. A szaturáció-változás és a víznyomás-változás hatása különösen nagymérvű lehetett a területről vett különböző kőzetek laborvizsgálata alapján az alábbiak miatt:

- A) Kis területen belül volt igen nagy változékonyság tapasztalható. Egymás közelében tártunk fel kifejezetten tömör mészhomokkővet, 50%-ot meghaladó porozitású, és mindössze 0,3-1 MPa húzószilárdságú törékeny édesvízi mészkővet illetve kavicsos pataküledéket is a domináns agyagos üledéksoron belül. A területen megjelennek átmeneti kőzetösszetételek is (pl. agyaggal kevert mésztufa, kavicsos mésztufa, homokos agyagréteg). A feltárások eredményei alapján azonban a lassabb keletkezésű fokozatos üledék-átmenetekkel szemben egyértelműen érzékelhető volt a hirtelen oldalirányú kőzetváltozások, a tektonikus jelleg dominanciája.
- B) Mésztufa-bekérgezések révén nagynyomású karsztvíz-szaturáció segítségével könnyen kialakul barlangüreg is. A fennmaradt adatok szerint egy ilyen üreget tártak fel a medence építésekor is, majd ezt beomlasztva ráalapoztak. Egyik feltárásunkban (a **K3** kútnál) két mésztufaszintet is harántoltunk köztes, kavicsal kitöltött üregre utaló rétegszerkezettel.
- C) A terület fő alapkőzete 7-11 % lineáris zsugorodású tényezőjű, változó víztartalmú agyagásványokat tartalmazó pannon agyag, ezt szakítják meg a forrás eredetű, és patak eredetű lerakódások, illetve fedi le egy fiatalabb mocsári agyagréteg. Az agyag fokozatosabb állapotváltozása nagy területen jelentkező hatása mellett tehát a medencénél még a víznyomás emelkedésére gyorsan reagáló - preferált áramlási pályát képező - porózus mésztufa-kőzetek gyorsabb fizikai állapotváltozásával is kell számolni. Ráadásul a mésztufa környezetében a két eltérő korú agyagréteg között változó vastagságú homokos rétegtan is települ a medence feneké alatt – e természetes drén így a feltörő víznek a medence alatti gyors szétvezetésével a helyi állapotváltozás felgyorsítását eredményezhette.

A forrás-feltárás legfontosabb mérnökgeológiai tanulságainak az alábbiakat tartjuk:

1. A források környezetében lokálisan kifejezetten bonyolult földtani felépítésre kell felkészülni!
2. A mészkő és az agyagos alapkőzet jól elkülöníthető rétegbontás nélküli geoelektromos előkutatással. Az erősen változó keménységű mésztufa-változatok agyagos, homokos keverékeket alkotó forrásüledékek mintázás nélküli dinamikus szondázással viszont nem értékelhetőek jól, szükség van az egyes rétegek lokális üledékföldtani értelmezésére geometriájuk megismeréséhez. Fúrásos mintavételkor nemcsak eltérő mintázási körülményekre hanem nehezen eltömedékelhető feltörő karsztvízre is fel kell készülni, azaz a felvonulás előtt a vízelvezetés lehetőségéről is gondoskodni kell.
3. Az ismert régebbi még fel nem fakadt tatai forráshelyek feltárása jóval egyszerűbb és jóval olcsóbb lenne illetve lett volna még azelőtt hogy elindult a vízfeltörés. (Ezt 2006, 2008, és 2011 években is jeleztük a tatai polgármesteri hivatalnak, sajnos kevés konkrét eredménnyel.) A vízszivárgás beindulását követően pár hónapon belül várható épületkárosodás is – a szivárgások észlelését követően tehát érdemes mielőbb elkezdni a fakadás környezetében a vízelvezetés kiépítését és a felszíni geofizikai felmérését. A mérnökgeológiai problémák hatásainak ellensúlyozása, és a környezetbarát önellátás érdekében érdemes a vízelvezetéssel párhuzamosan a langyos források hőszivattyús fűtési-hűtési hasznosításának a tervezését is elkezdni.

4. A fúrásokból nyerhető mintáknak csak egy része értékelhető talajmechanikai laborvizsgálattal. A mésztufák egy része átmenetet képez a kőzetmechanikai mérések felé, egy részük pedig csak kőzetmechanikai próbatesteket kialakítva vizsgálható. Törekedni kell felszínen mintázható nagyobb forrásméző-tömbök begyűjtésére, és laboratóriumi értékelésére is.
5. A minták ásványtani vizsgálatai jól értékelhetőek voltak. Az ásványos összetétel kis mintamennyiség mellett is elég jól jelezte a minta összetételét, utalva genetikájára és alapozási jellemzőire is.
6. Feltárásaink arra utalnak, hogy Tata Fényes-fürdő térségében korábban nem térképezett szálban álló paleocén (eocén) tömör homokkő is megjelenhet. A tatai negyedidőszaki mocsári agyag és az idősebb pannon agyag talajmechanikai jellemzőik alapján is elkülöníthetőnek tűnik.

IRODALOMJEGYZÉK

- Csepregi A. et al. 2002: *Tata vízbázis biztonságba helyezése* Vízbázisvédelmi tervdokumentáció, kézirat, Tatai Vízmű & ÉduKöTeVizIg.
- Dankó Zs. 2001: *Talajmechanikai szakvélemény a tatai Fényes-fürdő sportmedencéjének talajviszonyairól* kézirat, Tata
- Horusitzky H. 1923: *Tata és Tóváros hévforrásainak hidrogeológiája és közgazdasági jövője* M. Kir. Földtani Intézet Évkönyve **XXV**(3): 39-83.
- Horváthy L. Lénárt L. 2009: *Tata Fényes-fürdő fakadó ásványvizek okozta havária-helyzet megoldása annak gazdasági érdekei mentén* Miskolci Egyetem Közl. A sorozat Bányászat **77**: 47-64
- Konkoly I.; Cziglina V. 1975: Részletes talajmechanikai szakvélemény - *Tata, Fényes-fürdő sportmedence süllyedés vizsgálata*
- Kopecskó K. 2006 *Adatszolgáltatás a tatai minták röntgendiffrakciós ásványtani vizsgálatáról* kézirat BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tszk, Babér 2001 Bt.
- Léczfalvy S. 1966: *Források foglalása* kézikönyv, Műegyetemi Kiadó
- Lorberer Á.F. 2006: *Tata Fényes-fürdő sportmedence A területre vonatkozó talajmechanikai szakvélemények együttes értékelése* kézirat, Tata Önkormányzata
- Lorberer Á. F. et al. 2006: *Tata Fényes-fürdő a sportmedence melletti forrás újrafakadása a forrás környékének állapota és a vízrendezés lehetőségeinek bemutatása* kézirat, Tata Önkormányzata
- Schauer Gy. 1996: *A tatai és a dunaalmási források, valamint üledékképző tevékenységük vizsgálata* Hidrológiai Tájékoztató 1996. április
- Schauer Gy. 2001: *Az Által-ér völgyi édesvízi mészkövek paleo-hidrológiai vizsgálata abszolút koradatok alapján* Hidrológiai Tájékoztató 2001
- Török Á. 2007: *Geológia Mérnököknek* kézikönyv, Műegyetemi Kiadó Bp. 2007. (9.5 p. 232-234 és 10.3.5. p. 258-263 fejezetek)