

Szent István Egyetem
Ybl Miklós Építéstudományi Kar

SZAKDOLGOZAT

Czifrik Ildikó

2015



SZENT ISTVÁN
EGYETEM

Dr. Dombay Gábor PhD, Eur Ing
intézetigazgató, főiskolai tanár



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST
ÉPÍTŐMÉRNÖKI INTÉZET
Cím: 1146 Budapest, Thököly út 74.
Tel.: +36-1-252-1270
e-mail: epitomemoki.intezet@ybl.szie.hu

SZAKDOLGOZAT KIÍRÁS 2015

Czifrik Ildikó

Nappali Építőmérnök szakos
hallgató részére

A feladat címe:	A tatai langyosvízi források múltja, jelene és jövője
Belső konzulens:	Dr. Habil. Major János főiskolai tanár
Külső konzulens:	Oláh András okl. környezetmérnök

A szakdolgozat beadási határideje: 2015. január 16., péntek 12⁰⁰

Budapest, 2014. december 16.

Dr. Dombay Gábor
intézetigazgató



SZENT ISTVÁN
EGYETEM



YBL MIKLÓS ÉPÍTÉSTUDOMÁNYI KAR, BUDAPEST

A TATAI LANGYOSVÍZŰ FORRÁSOK MÚLTJA, JELENE, ÉS JÖVŐJE

SZAKDOLGOZAT

KÉSZÍTETTE: CZIFRIK ILDIKÓ BSC

KONZULENSEK:

DR. HABIL. MAJOR JÁNOS PHD

FŐISKOLAI TANÁR DE-MK

OLÁH ANDRÁS OKL. KÖRNYEZETMÉRNÖK

TATA, 2015.01.13.

Köszönetnyilvánítás:

Köszönettel tartozom mindazoknak, akik munkám létrejöttét segítették:

- Dr. habil. Major János korábban a Szent István Egyetem Ybl Miklós Építéstudományi Kar, jelenleg a Debreceni Egyetem főiskolai tanárának
- Oláh András okl. környezetmérnöknek
- Almády Zoltánnak a tatai források és forrásbarlangok helyi szakértőjének
- Fürst Ádám vízügyi szakértőnek
- Tata Város Önkormányzatának

Tartalomjegyzék

1. A témaválasztás célja	3
2. Bevezetés	3
3. Források csoportosítása	4
4. A város bemutatása.....	11
4.1. A város vízrajza.....	13
4.2. Vízföldtani viszonyok	14
5. Források bemutatása	14
5.1. Források kialakulása.....	14
5.2. Források múltja	16
5.3. Tatai források ismertetése	17
5.4. Források elapadása	26
6. Források által hajtott malmok ismertetése.....	27
7. Források megszólalásának előrejelzései	30
8. Megfigyelő rendszer kialakításának tervezete.....	35
9. Források okozta problémák	36
9.1. Fényes-forrásoknál történt intézkedések.....	40
9.2. Források vízminőségi ismertetés	41
10. A jelenlegi állapot	43
11. A források hasznosítása	45
12. Felszín alatti vizekkel kapcsolatos nemzetközi és hazai szabályozás	47
12.1. Nemzetközi szabályozás	47
12.2. Hazai szabályozás	49
13. A tatai források vízszintingadozásai	51
14. Összefoglalás	56
15. Irodalomjegyzék:	57
16. Melléklet	59
16.1. Tata térképe	59
16.2. Tata törésvonalakat ábrázoló térképe.....	60
16.3.: Tata város térképe az ismertebb forrásokat feltüntetve	61
16.4.: Tata és Tóváros vízföldtani térképvázlata	62
16.5.: Horusitzky Henrik 1919-es térképe a tatai forrásokról, és törésvonalakról.....	63

16.6.: Tatai karszt TÉ- és Tszf jelű észlelőkutak vízszintváltozásai.....	64
16.7. Fényes-fürdő helyszínrajza	65
16.8. Tükör-forrás vízaknája és a forrásbarlang vázlata	66
16.9.: Angyal-forrás barlangja és a barlang belsejében feltörő víz.....	67

1. A témaválasztás célja

Szakdolgozatom célja bemutatni a tatai források múltbéli jelenlétét, ismertetni az egykori langyos vizek felhasználási helyét, és módját korabeli tanulmányokra hagyatkozva. Szeretném feltárni az azóta eltelt közel száz éves időszakban történt változást, ahogy az egykor bővizű források vízhozama csökkent a tatabányai és nagyegyházi bányák egyre mélyebb kitermelésének következtében, egészen addig, míg bekövetkezett a teljes elapadásuk. Kitérek az évek alatt mocsárvidékből szárazzá vált területek helytelen beépítésére, ami napjaink egyik legégetőbb problémája helyi szinten. Célom bemutatni az eocén bányászat megszűnte után készült modelleket, melyek a források visszatérésének várható idejét és intenzitását prognosztizálja. Végül kitérek a jelenlegi helyzetre és ezen állapot lehetséges, és tényszerű megoldásaira, mivel az újrakadó források területén közel 8000 ember él, így egyre sürgősebbé vált az újra fakadó hévizek pontos azonosítása, vízminőség és vízmennyiségi vizsgálata, illetve egy jól működő cselekvési program kialakítása.

2. Bevezetés

A Víz Keretirányelv meghatározása szerint megkülönböztetünk felszíni, és felszín alatti víztesteket. E szerint:

- felszíni víztest: a felszíni víznek egy olyan különálló és jelentős elemét jelenti, amilyen egy tó, egy tározó, egy vízfolyás, folyó vagy csatorna, illetve ezeknek egy része,
- felszín alatti víztest: a felszín alatti víz térben lehatárolt része egy vagy több víztartó képződményen belül.

Dolgozatomban a fő szerepet a felszín alatti víztestek kapják, így a Víz Keretirányelv (továbbiakban: VKI) ezzel, kapcsolatos fogalmaival kezdem a bevezetésem:

- *„felszín alatti víz:* minden olyan víz, ami a föld felszíne alatt a telített zónában helyezkedik el, és közvetlen kapcsolatban van a földfelszínnel vagy az altalajjal
- *felszín alatti víztest:* a felszín alatti víznek egy víztartón vagy víztartón belül lehatárolható részét jelenti.

- *vízartó* (- vagy vízadó) olyan felszín alatti közetréteget vagy közetrétegeket, illetve más földtani képződményeket jelent, amelyek porozitása és áteresztő képessége lehetővé teszi a felszín alatti víz jelentős áramlását, vagy jelentős mennyiségű felszín alatti víz kitermelését.”

A felszín alatti víztestek első lehatárolási szempontja a geológia, amely alapján háromféle vízföldtani főtípust különítünk el:

- Medencebeli, uralkodóan *porózus* vízadók a törmelékes üledékes kőzetben, ezek a víztestek Magyarország legnagyobb kiterjedésű hidraulikailag összefüggő víztest csoportja.
- *Karszt* (csak a főkarsztban, azaz a triász korú dolomit és mészkő közé sorolható) a karbonátos kőzetekben a második legfontosabb regionális jelentőséggel bíró vízadó képződmény hazánkban
- Vízadók a *hegyvidéki* területek vegyes összetételű kőzeteiben (kivéve a főkarszt).

Porózus és karszt víztestek következő lehatárolási csoportjai:

- Hideg vizek (kitermelt vizek hőmérséklete nem haladja meg a 30°C-ot
- Termálvizek (kitermelt vizek hőmérséklete meghaladja a 30°C-ot. (VKI, 2010)

3. Források csoportosítása

Meghatározó volt Léczfalvy Sándor munkássága a források csoportosításáról, szerinte a források 8 típusa különböztethető meg:

1. Talajvízforrások
2. Leszálló források
3. Átbukó források
4. Felszálló források
5. Duzzasztott források
6. Gázos (szénsavas) források

7. Mesterséges források

8. Vegyes források

1. *Talajvízforrások*

Amikor talajvízforrásokról beszélünk, fontos szerepe van a párolgásnak, illetve a talajvízből történő párolgás és a talajvízbe történő beszivárgás a talajvíz terep alatti mélységének a függvénye. A talajvízforrások csoportjába sorolható források víztartói szemcsés üledékes kőzetek, azon belül is finomabb szemcséjűek. Ennél a forrástípusnál a gravitációs erőn kívül kapilláris erők is működnek.

Csoportosításuk a következőképp alakul:

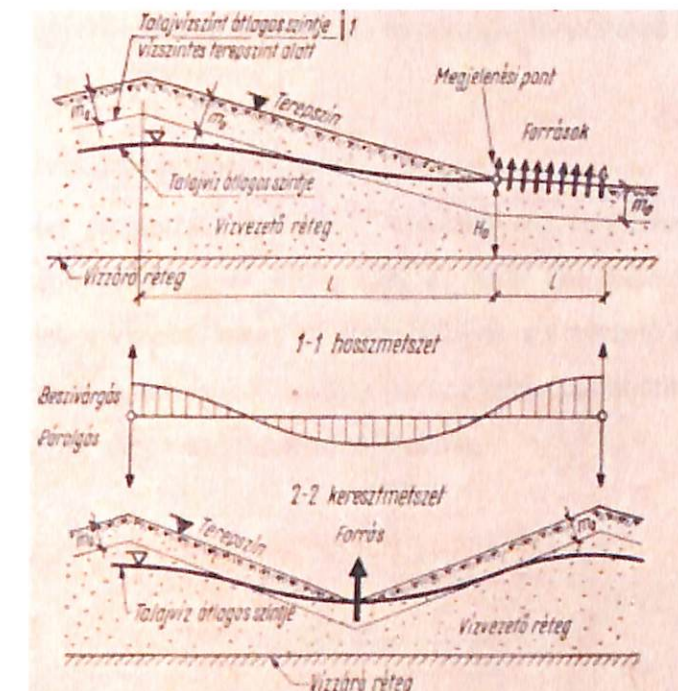
- a) Duzzasztott
- b) Depressziós
- c) Tározó-depressziós talajvízforrások
- d) Minden fent említett forrástípus altípusaként megtalálhatók a rejtett források

a) Duzzasztott talajvízforrások

Ez a víztartó réteg vízszintes, vagy közel vízszintes vízzáró réteg felett helyezkedik el, és a geológiai vízgyűjtő terület megegyezik a felszíni vízgyűjtő területtel.

A leesett csapadék egy része beszivárog a talajba, a párolgás és a beszivárgás különbségének megfelelően terepszint alatt m_0 mélységben kialakulna a talajvíz átlagos szintje. Azonban ez domb esetében nem lehetséges, mivel a vízáramlás megindul a völgy felé. Ez az oka, hogy egy dombtető alatt az átlagos talajvízszint mélyebben, míg a völgyben magasabban található, mint ugyanolyan felépítéstű vízszintes terepszint esetében.

Kimutatható, hogy a dombok alatt lévő talajvízből kevesebb kerül elpárolgásra, így a vízszintes terepszinthez képest többlet beszivárgó vízmennyiséget nyerünk. Így alakulnak ki a talajvízforrások, hisz a völgyben megemelkedett talajvízszint miatti erősebb talajvízpárolgás képtelene elpárologtatni a dombok felől érkező vízmennyiséget, és a talajvíz pozitívvá válva a felszínre bukkan, ezt szemlélteti az 1. ábra.



1. ábra: Duzzasztott talajvízforrások
(Léczfalvy, 1963)

Hasonló jelenség figyelhető meg a vízgyűjtő terület hosszmeteszében. A megjelenési pont felett lévő pont az elsődleges, míg a pont alatt lévő terület az utolsó fakadási helyig a másodlagos vízgyűjtőterületnek tekinthető. A forrás állandó jellegűnek tekinthető, ha a vízgyűjtő terület elég nagy, illetve a vízáró réteg mélyen helyezkedik el, más esetben jellege időszakos. Magyarországon ez a forrástípus a dunántúli löszös, dombos területeken terjedt el.

Ebben a csoportban is megtalálhatók az úgynevezett rejtett források. Ebben az esetben a vízszint nem emelkedik mindig a terepszintig, csak a közelében marad, tehát egy láthatatlan forrásról beszélünk. Ez egy időszakos forrástípus télen forrásként működik, tehát ilyenkor a talajvízből párologás nincs, nyáron azonban nem látható, tehát csak párolog.

Ezek a források főleg szimmetrikus, vagy közel szimmetrikus oldalú völgyekben lelhetők fel, ebben az esetben a talajvíz egymással szemben áramolva megemeli saját szintjét, ezzel duzzasztva önmagát.

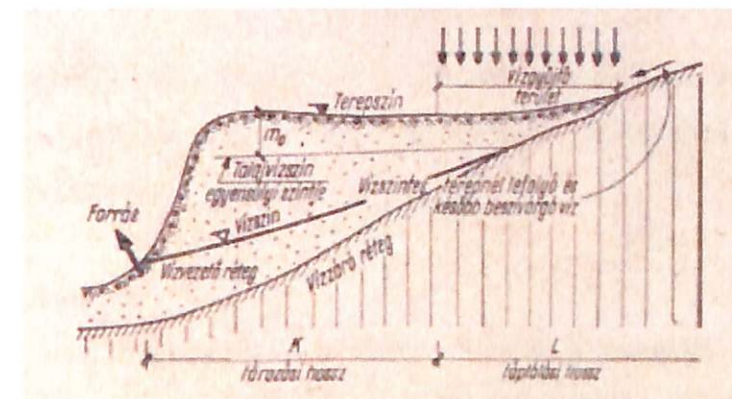
b) A depressziós talajvízforrások

Depressziós talajvízforrások meredek partfallal határolt, vízszinteshez közeli terasz mellett található. A terasz utánpótlása a talajvízből történik, amely úgy jön létre, hogy a forrás környezetében a talajvizet, a sokévi átlagos egyensúlyi szintnél m_0 jobban

leszívja, így a talajvízből történő beszivárgás és párolgás folyamatos utánpótlást biztosít a forrásoknak.

c) *Tározó-depressziós talajvízforrások*

A vízgyűjtő terület elsősorban a forrástól távolabb eső területen, a vízzáró kőzet terepszinthez történő kibúvásának környékén, és azon túl található. Itt a tavasszal beszivárgó csapadék a vízzáró kőzet felszínén lefolyik a vízvezető réteg irányába, így nyáron sem párolog el. A források közelében pedig a talajvízszint már olyan mély, hogy nem történik párolgás, ahogy ez jól látható a 2. ábrán.



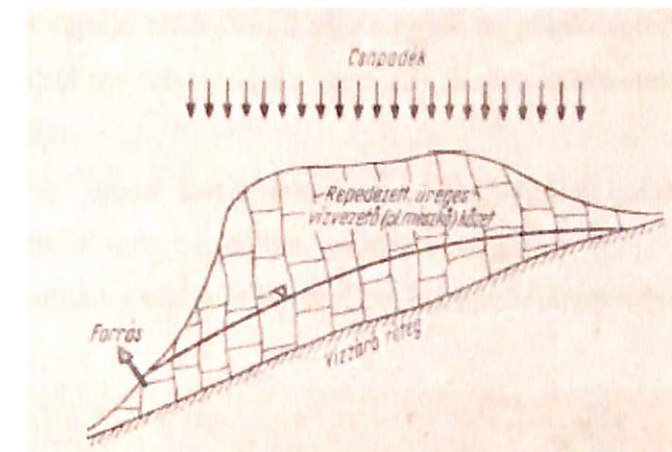
2. ábra: Tározódepressziós talajvízforrások
(Lécsfalvy, 1963)

Ilyen forrástípusok előfordulása főképp a löszös hegyvidékekre jellemző.

Ezen belül is fellelhetők a rejtett forrástípusok, ezek átmenetet jelentenek a leszálló források felé.

2. *Leszálló források*

A 3. ábra mutatja be ezt a forrástípust. Előfordulása nagyobb átmérőjű görgetegekben, vagy összeálló kőzetek (dolomit, mészkő stb.) repedéseiben, üregeiben jellemző, tehát a kőzetekben a gravitációs sűrűlódási erő mellett más erők jelentősen nem befolyásolják.

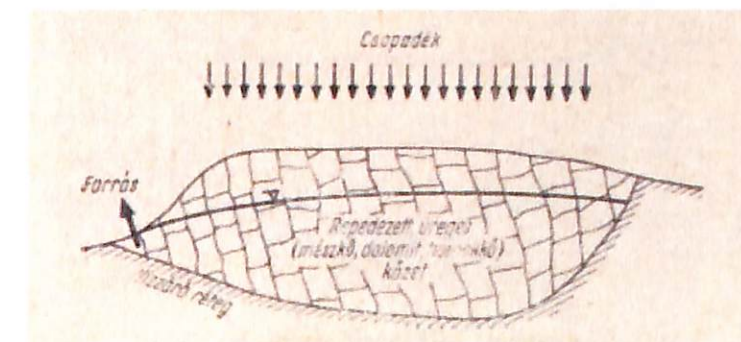


3. ábra: Leszálló források
(Léczfalvy, 1963)

A leszivárgó csapadék beszivárog az üreges kőzetekbe, a meredek vízzáró kőzetréteg felszínén jut le a forráshoz. Ez jellemző Magyarországon a Bükkben és a Mecsekben található karsztforrásokra.

3. Átbukó források

Előfordulása a leszálló források kőzeteiben jellemző. A csapadék a mélyben lévő vízszintig szivárog le, ez a víztükör a beszivárgó vízmennyiség időbeli eloszlása miatt ingadozó, és a víz átbukik a duzzasztó vízzáró réteg felett, ahogy azt a 4. ábra is mutatja.



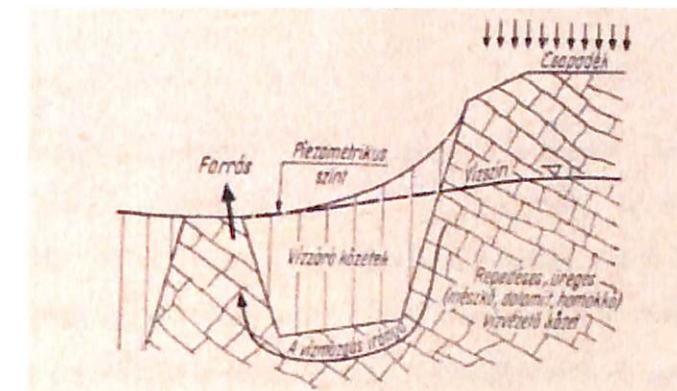
4. ábra: Átbukó források
(Léczfalvy, 1963)

4. Felszálló források

A vízgyűjtő és víztározó területek felépítése összeálló repedéses, hasadékos kőzetekből áll, ilyen a mészkő, és a dolomit, illetve a homokkő. Az 5. ábrán látható felszálló

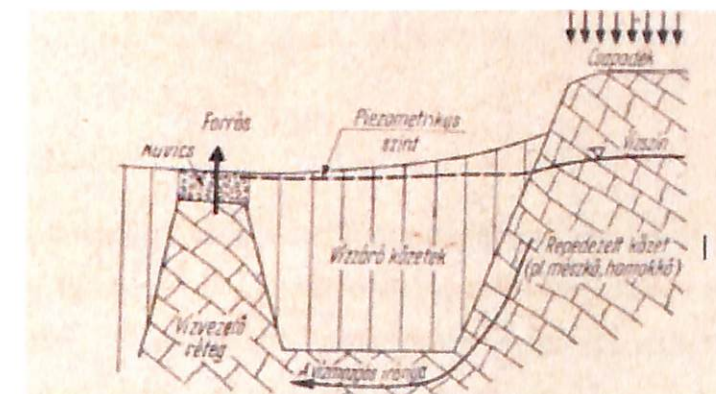
forrástípusoknak két fajtája különíthető el, az egyik az alapkőzetből ered, míg a másik szintén az alapkőzetből tör felszínre, de szemcsés üledékes kőzeteken is keresztülhalad a felszínre bukása előtt.

Az első, alapkőzetből eredő forrás esetében a vízgyűjtőbe beszivárgott csapadék a felszínre törése előtt a mélybe süllyed, ezáltal megnő a megtett út, és magasabb hőmérséklet tapasztalható a vízgyűjtőterület évi középhőmérsékletéhez képest.



5. ábra: Felsőföldi források
(Léczfalvy, 1963)

A másíkfajta felszálló forrásokra is jellemző a magasabb hőmérséklet, és a megnövekedett úthossz (6. ábra).



6. ábra: Felsőföldi források
(Léczfalvy, 1963)

Ebbe a kategóriába tartoznak a tatai Fényes források is, egykori körszerű alakjuk árulkodott a szemcsés üledékes kőzeten át feltörő jellegükről.

5. *Duzzasztott források*

Szilárd, összeálló, de repedésekkel tarkított kőzetekben, dolomit, mészkő, vagy nagyobb átmérőjű görgetegekben jellemző az előfordulása. Önállóan nem, de ezzel a forrástípussal gyakori az előfordulása az úgynevezett depressziós forrásoknak. Ebben az esetben a visszaduzzasztott víz a mélyebb völgyekben csupán az erózióbázis miatt felszínre kerülhet.

6. *Gázos források*

Felépítése hazánkban akármelyik forrástípusra jellemző lehet. Létrejötté, a következőképpen alakul: széndioxid gáz posztvulkáni tevékenység során az alapkőzetből a felette lévő szemcsés/repedezett kőzeteken átdiffundál, és a felszínen már meglévő forrásokat szénsavassá teszi. Elviékben minden forrástípus lehet szénsavas is, Magyarországon leginkább a talajvíz és a felszálló források szénsavasak geológiai okokból.

7. *Mesterséges források*

Ez a forrástípus, amely helyén nem működő, vagy nem állandó jelleggel működő forrás volt, azonban mesterséges beavatkozások hatására állandóvá váltak.

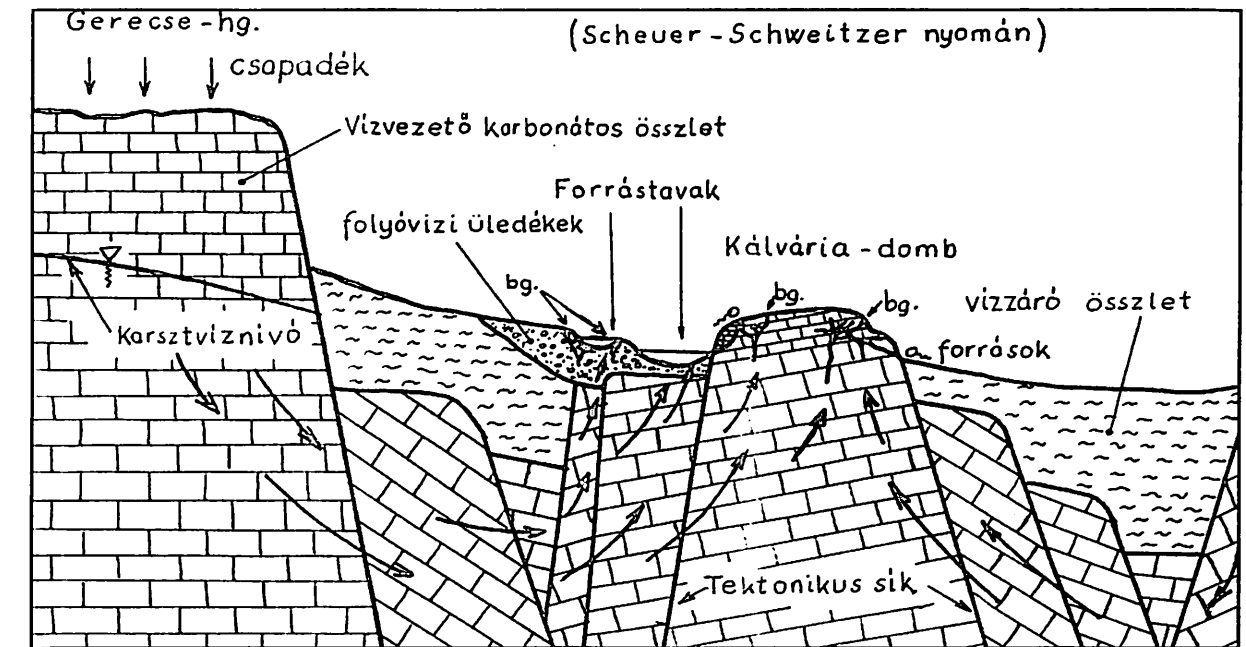
8. *Vegyes források*

Ezek a forrástípusok forráscsoporton belül keveredhetnek. Példaként megemlíthetők az Inotai tározó feletti források, ott a tározótó feletti forráscsoport egy rése felszálló, míg a másik átbukó típusú. A felszállók hőmérséklete magasabb (13-16 C°), az átbukók alacsonyabb (8,5-12 C°) hőmérsékletűek. (Léczfalvy, 1963.)

A tatai karsztra jellemző hidrológiai séma a 7. ábrán látható, elkészítője Almády Zoltán a rajz Scheuer-Schweitzer alapján készült. Jól láthatók az ábrán a Léczfalvy szerint meghatározott típusok, ezek közül a legjellemzőbb a város forrástípusaira a felszálló forrás.

A csapadék a tektonizáltság miatt a nagy áteresztőképességgel rendelkező kőzetekbe beszivárog, majd itt kénytelen a mezozoós mészköveken átszivárogni, mely olyan mélységben helyezkedik el, ami megmagyarázza a víz felmelegedését. A területen több

párhuzamos tektonikai sík, és rá merőleges keresztörés található, melyek lehetővé teszik, hogy a mélyben felmelegedett karsztvíz a felszínre törjön a töréssíkok kereszteződésénél.(Almády,2014)



7. ábra: A tatai karszt hidrológiai sémája Scheuer-Schweitzer nyomán
(Készítette: Almády Zoltán)

4. A város bemutatása

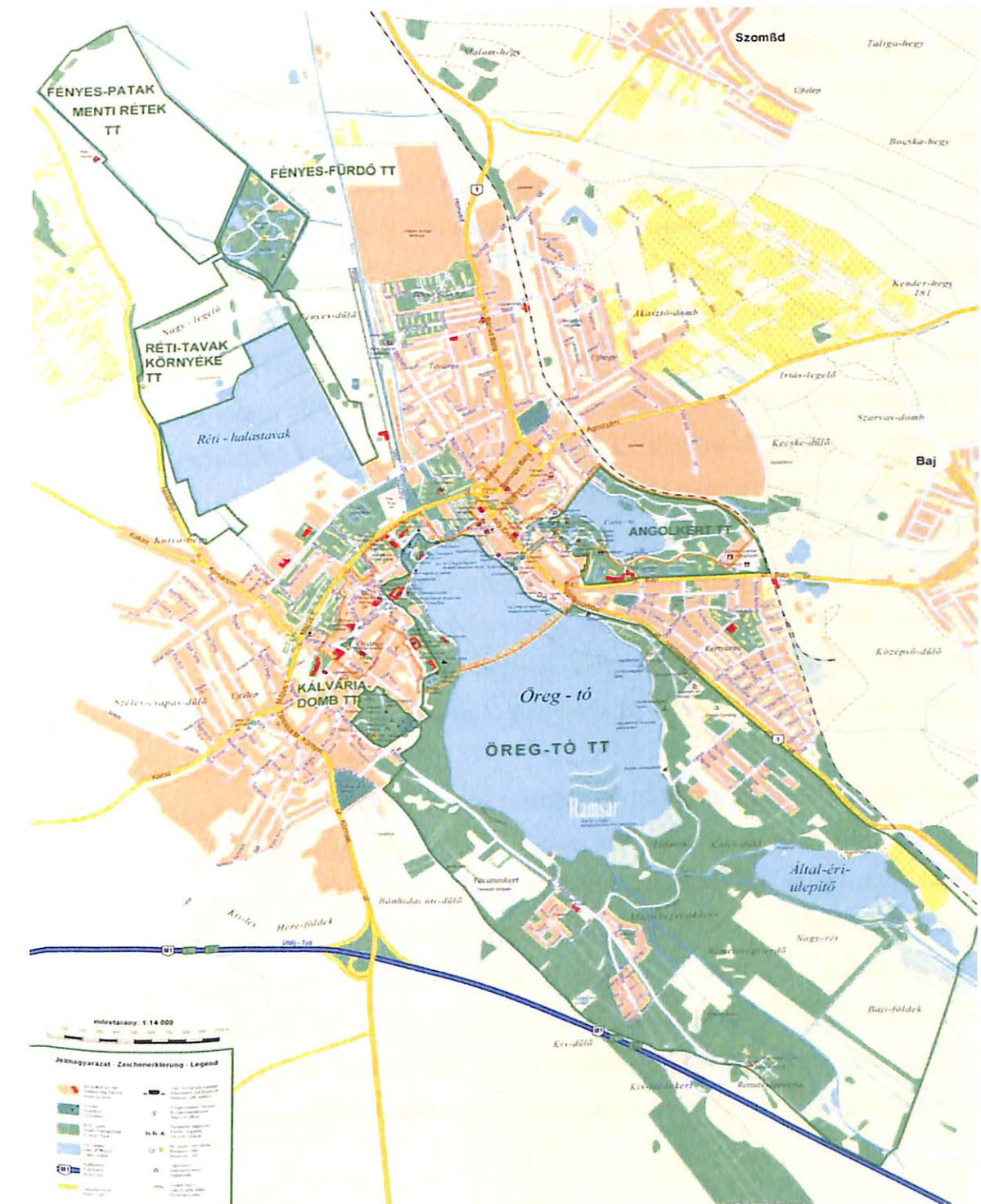
Tata a Dunántúl északi részén található kisváros, lakosainak száma 24000 fő.

Itt szűnik meg a Kisalföld, és itt kezdődik a Dunántúli-középhegység. A város a Gerecsét, és a Vértest egymástól elválasztó tatabányai törésvonal ÉNy-i bejáratánál fekszik.

A várost a 8. ábra mutatja be, legmagasabb pontja a 166 m Balti feletti magasságú Kálvária-domb, a legalacsonyabb terület pedig a Fényes-fürdő területe, és környéke, a maga 120 m Balti feletti magasságú szintjével. A Gerecse hegyvonulatait alkotó kőzet főleg dolomit, és mészkő. A város peremének DNy-i részén ÉNy-DK-i irányban egy dombsor húzódik, melynek első eleme a Látóhegy, a következő a Kutya-hegy. Mögöttük található a Grébics-hegy, melytől a Komárom felé vezető I. számú főút különíti el. Tata városa a két domb közötti völgyben helyezkedik el, ezért is említik gyakran tatai völgynek a területet.

A várost szinte kettészeli a közel 269 hektár (2,69 km²) területen elterülő Öreg-tó (korábbi írásokban Nagy-tó) mely 1747-ben épült Mikovinyi Sámuel vízrendezési

mérnök tervei szerint. Ezen a tavon halad keresztül az Által-ér, mely a tatai völgy legmélyebb területein folyik. (Keller, 1980)



8. ábra: Tata városa
(www.map.hu)

4.1. A város vízrajza

Tata kiérdemelte a vizek városa elnevezést, hisz a terület bővelkedik vizekben, ezek közül is langyos vizű forrásokban. A városban virágzott a halgazdálkodás, mivel a langyos források táplálta tavak halban gazdagabbak voltak, mint a hideg vízzel ellátott társaik. Ezek évszázadokkal ezelőtt védekezésre is szolgáltak ellenségeinkkel szemben. A bő vízellátottság miatt főleg a vízigényesebb iparágak vetették meg a lábukat a városban, ilyen volt a bőrgyártás, és a textilgyártás. Ebből is jól látszik, hogy a város fejlődésének egyik mozzanata sem elvonatkoztatható a víztől.

A tatai völgy, illetve a város tengelyét is az Által-ér képezi, ÉNy-DK-i irányban kettévágva a várost, ezzel elkülönítve egymástól Tóváros és Tata területét. Az Által-ér Pusztavámtól nyugati irányban ered, keresztülfollik a bokodi, környei és tatabányai erőmű tavakon. A tatai völgy területét Tatabányán éri el 145 m Balti feletti magasságon, itt felveszi a legbővizűbb mellékágát a Galla patakot. Ezután halad tovább, hordalékával feltöltve a medrét, majd az Öreg-tavon DNy-i irányban keresztülhaladva annak medrét tölti tovább. Innen az Által-ér öt kifolyáson keresztül halad tovább. A tóból kiömlő már hordalékoktól jelentősen megtisztulva, majd egyesülve a tóból kifolyó egyéb vízfolyásokkal Dunaalmásnál a Dunába torkollik. Áramlása kiegyenlítettnek mondható, mivel több víztározón halad keresztül, melyek kiegyenlítik a vízjárását. Vízét főleg csapadékvízből szerzi, de jelentős a beömlő bányavíz is. Vízhozama a tóba ömléskor 2-4 m³/perc, kiömléskor 1,5 m³/perc.

Az Öreg-tó mondhatni beékelődik a város testébe, kialakulása összefügg a domborzati viszonyokkal. A tó jelenlegi medrében, és a környékén fakadó források nagy mennyiségű vizet hoznak a felszínre, melyek szétfollyva egy kis mélységű tavat hoznak létre. Ennek vízfeleslegét csapolta meg a keresztülfollyó Által-ér, Mikovinyi Sámuel elsősorban az Öreg-tó, és a Cseke-tó vizét szorította a megfelelő mederbe, majd csatornarendszerrel lecsapolta a Tata-Naszály- Almásfüzitő között elterülő mocsarakat, ennek nyomán több ezer m² terület vált a mezőgazdaság által művelhetővé. Az Öreg-tóban közepes vízállás esetén 3,8 millió m³ vízmennyiség van. A tó tározótérfogata 5,8 millió m³.

4.2. Vízföldtani viszonyok

A karsztvíz előfordulási helye a mészkő karsztosodott hasadékaiban, üregeiben található, tehát helyhez kötött. A mezozoós alaphegység képződése után bekövetkezett karsztosodás elsősorban a törésvonalak mentén következett be.

Tata karsztforrásai képezték egykoron a Dunántúli-középhegység főkarsztváltározó rendszerének egyik legnagyobb természetes megcsapolását. A tatai medence vízgyűjtőterülete a felszíni vízgyűjtővel és a mélykarszttal együtt mintegy 1220 km². A langyos források hőmérséklete 12-22°C, vízhozamuk néha elérte a 155 m³/perc vízhozamot. A nagyobb forráscsoportok összesített átlagos vízhozama Sárvár vizsgálata alapján 72,9m³/perc (1265l/s), ez a 600-620m³/perc-es vízhozammal rendelkező tározó rendszer mintegy 12,5 %-át képezte, ami Dunai-részvízgyűjtő 230m³/perces vízhozamára vonatkoztatva pedig 33%-ot jelentett.

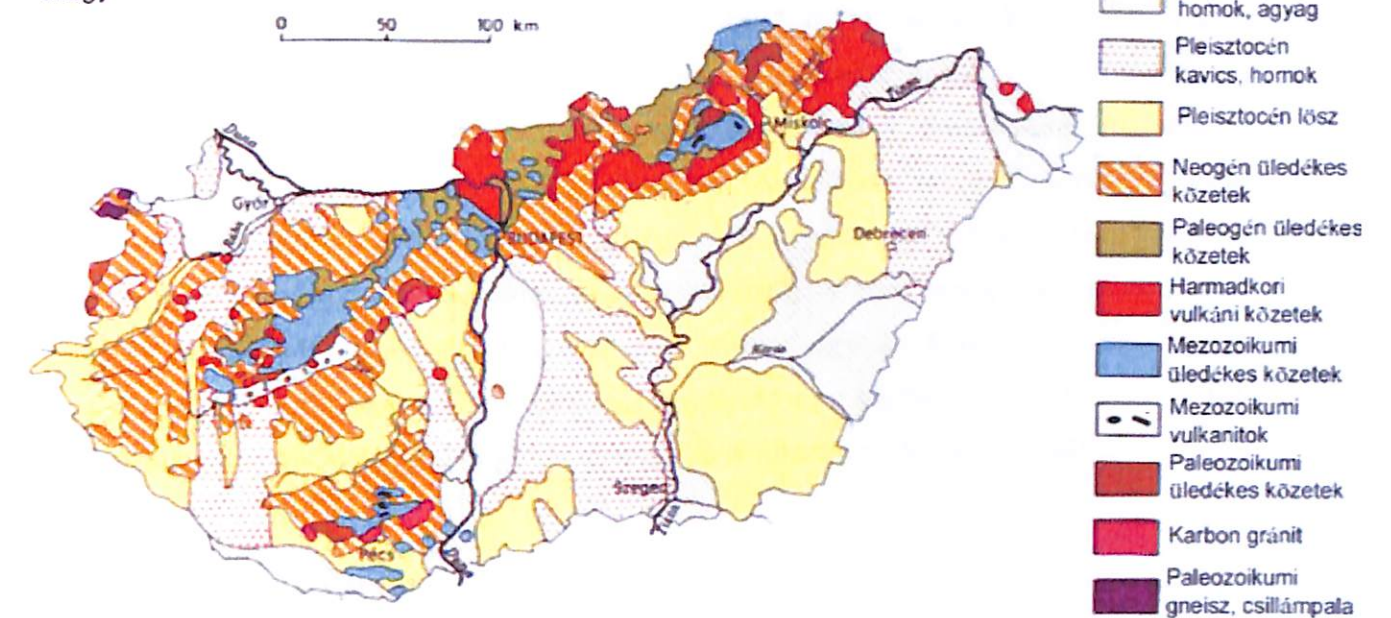
A Fényes-források és a tóvárosi források összefüggése mutatkozik meg a hegységszerkezettel. A Vértes hegységet és a Gerecse hegységet egymástól elválasztó tektonikai árok, az Által-ér völgyével Tata és Tatabánya környékén halad keresztül. Gyakoriak a hosszirányú törések, melyeket az 2. melléklet és az 5. melléklet is szemléltet. Az említett források mind ezen a törésvonalon helyezkednek el. (Léczfalvy, 1956)

5. Források bemutatása

5.1. Források kialakulása

A térség legidősebb alaphegységi képződménye a 208-210 millió évvel ezelőtti felsőtriász időszakban képződött Dachsteini Mészkő Formáció. Ez néhol 1000 m-nél is vastagabb jól karsztosodó mészkő, ez a dachsteini mészkő alkotja a Dunántúli-középhegység ÉK-i részének fő karsztváltározó rendszerét, ez a közet a fő alkotója még a Gerecse főbb hegyvonulatainak, ezen kívül a tatai Kálvária-domb délnyugati részének is. Jól megfigyelhető, hogy a hegység mélyebb tagozatai dolomit betelepüléseket tartalmaznak, a Kálvária felső padjaira azonban vörös színű repedés- és hasadékkittöltés a jellemző.

Magyarország földtani térképe



9. ábra: Magyarország földtani térképe
(www.bme.hu)

A Tata közelében húzódó hegységek, mint a Gerecse, és a Vértes, és az ezeket alkotó kőzetek repedéshálózata elnyeli a felszínre hulló csapadékot. A dolomit és a mészkő különösen hajlamosak karsztosodásra, és a víz elvezetésére (9. ábra).

A város területe hosszanti törésekkel van felszabdaltva, melyeket Tatán keresztirányú törések metszenek, ezek a törésvonalak a különböző mélységben lévő vízáadó réteget is metszik, ezt mutatja be az 2. melléklet. A hegyvidékről a völgybe tartó vizek így elveszítik járataikat, és a felszínre törtek gazdag vízhozamú forrásokat alkotva ezzel. A vízjáratok, mint közlekedő edények kapcsolódnak egymásba, azonban ezek a járatok eltömődhetnek, beomolhatnak, ezért nem szükséges egy területen belül, hogy azonos szinten fakadjanak. Tata az idők folyamán tektonikushatásoknak volt kitéve, így természetes, hogy a törésekkel elválasztott karsztos rögök karsztvizei különböző magasságban jelentkeznek.

A tatai források a pontusi kor végéig nem működtek, ennek a kornak a végétől, a levantei korból azonban már találhatóak voltak forrásképződmények. Ezek a források akkoriban 230 m Balti feletti magasságban fakadtak. A levantei korú források addig képződtek, míg az eróziós völgyek mélyebbek nem lettek, ennek következtében a források szintje alábbszállt. A pleisztocén korban a forrásszint már 130-140 m Balti feletti magasságú volt, amely magasságon jelentős mésztufa lerakódások jöttek létre. A Fényes- források kivételével az összes forrás kialakulása a pleisztocén korra tehető,

valószínűleg a Fényes-források a legfiatalabb forráscsoport, már csak annak okán is, hogy feltörési szintjük Balti feletti magassága 120 m. Schréter besorolása alapján a tatai források a vegyes kategóriába tartoznak, ezt azzal indokolta, hogy a források vize, a juvenilis víz vadózus vízzel keveredik. A juvenilis vizek azok, amelyeknek hőfoka, és vegyi összetétele, vízhozama, és lüktetése állandó. A vadózus források azonban azok, amelyek az előbb említett tulajdonságokban egy év leforgása alatt változást mutatnak.

A tatai források hőfokában alig következett be változás, vízhozamuk viszont nem volt állandó, kisebb ingadozások is tapasztalhatók voltak. Így az állapítható meg, hogy juvenilis vizük azokban a rétegekben, melyekben vadózus vizet vesz fel, összekeveredik, majd vegyes jellegű forrásként tör a felszínre. (Keller, 1980)

5.2. Források múltja

Ezt a forrásokkal teli területet a honfoglalás ideje óta (896) magyarok lakják. A Szent István király uralkodása idején épült Benedek-rendi apátság is a forrásoknak köszönhette helyét. Az apátság körül egyre szaporodó népességnek köszönhetően alakult ki Tata városa, melyről először a XIII. században tesznek említést, mint mezőváros. Az akkori feljegyzések szerint a városban több vízimalom is üzemelt, és a földművelés is virágzott a bő vízellátásnak köszönhetően. Ez az egyedi, vizekben bővelkedő terület arra sarkalta Zsigmond királyt az 1400-as évek környékén, hogy várat építsen magának. Ezt 1465 után Mátyás király tovább bővítette, és halastavat létesített.

A török uralom alatt is nagy figyelem övezte a forrásokat, rövid Tatán tartózkodásuk alatt a források vizét hasznosítva két fürdőt is építettek, egyiket *barátfürdő*, míg a másikat *törökfürdő* néven.

1727-ben gróf Eszterházy József földesúr birtokába került a vár, aki céljául tűzte ki a mocsaras vidék lecsapolását, és a vizek szabályozását. Erre legmegfelelőbb embernek Mikovinyi Sámuel mérnököt találta, kinek tervei alapján 1747-ben a források egy részét 345hektáros (3,45km²) tóba vezette, ez lett a mai Öreg-tó. Az Öreg-tótól és a Fényes forrásoktól elárasztott területből több ezer hektárt művelhetővé tett, ez a terület Tóváros, Füzitő, Naszály és Dunaalmás közt terült el. Az akkoriban épült levezetőcsatorna a maga 4km-es hosszával napjainkban is Mikovinyi-árok néven ismert. Ezután került kialakításra a szintén források táplálta Cseke-tó, partján a párját ritkító Angolkerttel. A Tudományos Akadémia és Természettudományi Társulat 1886-os ülésén, mikor Budapest végleges vízműberendezéséről esett szó felmerült a tatai források, mint

vízbázis felhasználása. Horusitzky Henrik 1927-es tanulmányában tesz említést erről, miszerint „Feszty Adolf építész a mérhetetlen vízbőségű tata tóvárosi forrásoknak fővárosba való vezetését ajánlotta.” (Horusitzky, 1927)

Balló Mátyás 1886-os megállapításai szerint, mintegy 287000m^3 víz tör fel naponta a föld mélyéből, mely víznek 20°C hőmérséklete a 78km-nyi úton természetes hőelvezetés mellett kellemes, élvezhető hőfokra (14°C) hűlne. (Balló, 1886)

Balló állításával szemben áll Stoczek József megállapítása, mely szerint:

„1. hogy a tatai forrásvizekből óránként 5000 köbméternek Budapestre vezetését célzó csatorna azon keresztmetszvénye, és a víz azon lefolyási időtartama mellett, melyek tervezetbe vannak véve, nem várható, hogy a víz- tisztán és egyedül a talaj hűtő hatása következtében 20°C -ról 15°C -ra lehűtessék.

2. Ugyanilyen fokú lehűtés azonban - tisztán és egyedül a talaj hűtő hatása által lehetségesnek mutatkozik – ha a csatorna lejtőssége annyira kisebbítettik, és ehhez képest annak a keresztmetszvénye olyan mértékben nagyobbíttatik, hogy ennek következtében a víz lefolyási időtartama legalább is 5 napra terjedjen. Ez esetben a keresztmetszvény: $s = 7,94\text{m}^2$ annak mérete pedig $a = 2,82\text{ m}$ leendene.” (Stoczek, 1886)

A hosszú tartózkodási idő miatt ez a terv végül nem került megvalósításra, pedig a források vízminősége is megvizsgálásra került, ahol a legfőbb szempont a szerves anyag tartalom minőségi, és mennyiségi megállapítása volt.

Eredményképp megállapítható, hogy a tatai források minden szerves anyagtól és egyéb szennyeződésektől mentesek. Következő megvizsgált érték a víz keménysége volt, eszerint a Főforrás összes keménysége 23,3nkf.

5.3. Tatai források ismertetése

Legelső részletes feltáró tanulmányt 1927-ban Horusitzky Henrik készített az 1919-es évben végzett részletes terepi bejárása alapján, sok megállapítása a mai napig alappillérnek számít annak ellenére, hogy vízhozam méréseit felszíni úszós-sebességmérések alapján végezte. Az I. táblázatban ezek a közel száz éves adatok kerülnek összevetésre egy 1999-es tanulmány által mért értékekkel. Az egyes források számozása szolgál segítségül beazonosítani helyüket a táblázatban.

Horusitzky a következő forrásokról tett említést:

- Az Angolpark forrásai

A Cseke -tó fő táplálói a tó DNy-i oldalán épült kastélytól keletre és nyugatra fakadó források. Keletre található a Nagyforrás (mai nevén *Tükör-forrás*) (1), melynek medencéje 2-3 m mély, alján vékony sugárban tört fel a víz, és szürke finom homokot hozott magával. Innen a víz a park kijárata felé folyt, és hol a Cseke-tóba, hol a tóvárosi uszodába nyert lefolyást. Forrásbarlangja a 8. ábrán látható. Nyugatra a Kisforrás (mai nevén *Angyal (Pokol)-forrás*) (2) medencéje található, mely 1-2 m mély, a medencefenéken a víz lábszárvastagságban tört fel, mintegy 2 m vízréteget áttörve a vízfelszín felett is nyomult. Névadója a 10. ábrán látható, míg a föld alatti kiterjedt forrásbarlangja a 9. mellékletben. A Kisforrás egyik része a Cseke-tavat táplálta, másik ága a Jenő-malmot hajtotta, míg a harmadik ág a római fürdő felé vezetett.



10.ábra:Az Angyal-forrás, mely egy, a forrás közepén található delfinen lévő angyalról kapta a nevét. (Fotó: Fürst Ádám)

- Az Öreg-tó forrásai

Az Öreg-tó, régi elnevezésén Nagy-tó forrásai által lerakott édesvízi mészkő csak a tó leeresztett állapotában figyelhető meg. A vár alatt fakadó legnagyobb forrás vízhozama Horusitzky számításaira alapozva 15-16000 m³/nap (3).

Az Öreg-tó északkeleti partjának kiöblösödésében két forrás fakad a fenékből, mivel ezek távolsága nem éri el a 100 m-t ezez ikerforrásnak tekinthetők. A két forrás vízhozama 1440m³/nap (15l/s) volt, hőfokuk megegyezett 19°C, (4. , 5.).

A 11. ábra 2014-ben készült. Jól látható, hogy a vár alatti Nagyforrás újra aktívvá vált, és meglehetősen nagy vízhozammal tör elő a várfalból. 2012 és 2013 telén

ennek a magas hőfokú forrás előretörésnek köszönhetően egy nagyobb területen nem fagyott be az Öreg-tó sem, mint ahogy az korábban minden évben megtörtént.



11. ábra: A vár alatti Nagyforrás
(Saját készítésű fotó, 2014.november)

A következő kép szintén 2014 novemberében készült, itt jól látható a vár alatti Nagyforrás által lerakott édesvízi mészkő hordalék.



12. ábra: Nagyforrás által lerakott édesvízi mészkő hordalék
(Saját készítésű fotó, 2014. november)

- A Kálvária domb északi peremének langyosvízű forrásai

Itt a *Csorgó-kút* (6) 129,32 m Balti feletti magasságban fakadt, vize az Öreg-tavat táplálta, hőmérséklete 15°C körüli, vízhozama 8-10m³/nap-ra volt becsülhető.

A *kastély vízvezetékének forrása* (7) szintén 15°C , vízhozama elérte a napi $80\text{--}90\text{m}^3$ -t.

A *kastély fürdőforrásának* (8) mind vízhozama, mint hőfoka meghaladta az előbbieket, itt már Horusitzky mérései szerint $300\text{m}^3/\text{nap}$ (35l/s) vízhozam volt jellemző a $20,5^{\circ}\text{C}$ hőmérsékletű, erősen szénsavas vízre.

A *piarista kert forrása* (9), egy gyenge forrás, mely a maga $51\text{ m}^3/\text{nap}$ vízhozamával és 15°C -os hőfokával egy kis fürdőmedencét táplált.

A *Lo Presti forrás* (10) $139,32\text{ m}$ Balti feletti magasságban fakadt, köréje már a rómaiak idejében egy négyszögletű $20*6\text{ m}$ -es medence épült, melyből a mai Szöny mellett lévő Brigetio nevű tábor kapta a vizét. Későbbiekben ezen a helyen egy kolostor épült, ezért kapta a hely a Barátfürdő nevet. Ezen a helyen a napi vízhozam elérte a 864 m^3 -t, hőfoka 20°C volt.

- A Kertalja völgy langyosvízű forrásai

A Kálvária dombot D, illetve DNY irányból határoló törésvonalak irányát jelzi a Kertalja-patak, ami mentén források egész sora fakadt.

A *Kismosó forrás* (11) $139,32\text{ m}$ Balti feletti magasságban fakadt, föléje egy $6*5\text{m}$ -es mosómedence volt építve, amelybe $725\text{m}^3/\text{nap}$ vízhozammal csorgott a $18,5^{\circ}\text{C}$ -os víz.

A *Kocsi utca 19.* (13) számú telken fakadt, kismértékű túlfolyással téli külső hőmérséklet mellett is 15°C -al.

A *Nagykert u 21.* (14) alatt szintén egy is túlfolyású forrás tör fel 16°C -al.

A *Komáromi utca 4.* (15) számú telek szintén egy csekély túlfolyású forrást rejt, melynek hőmérséklete csupán 11°C volt.

A *Komáromi utca 6.* (16) szám alatt egy hasonló, de $13,5^{\circ}\text{C}$ -os forrás fakadt.

A *Kőkút forrása* (17) az előbbiektől a legmélyebben fakadó volt, $137,32\text{ m}$ Bf.-i forrás $43\text{--}46\text{ m}^3/\text{nap}$ vízhozammal, 18°C -os hőmérséklettel.

A *komáromi utca 14.* (18) számú telkén egy $4*4\text{m}$ -es fürdőmedence található, melybe folyamatos volt egykoron a víz túlfolyása, $80\text{m}^3/\text{nap}$ vízhozammal, illetve 15°C hőmérsékleten.

A következő a sorban a Komáromi utca 16. számú telkén fakadó, úgynevezett *Pöce-forrás* (19), mely a korábbiaknál nagyobb, $345\text{ m}^3/\text{nap}$ vízhozammal tört fel $20,5^{\circ}\text{C}$ -on.

Komáromi utca 18. (20) számú telken található, az úgynevezett Mihály-forrás, vízbősége eléri a $777\text{m}^3/\text{nap}$ -ot, hőfokáról nincsenek feljegyzések.

A *Komáromi utca 24.* (21) szám alatt található a Kertalja-völgy legnagyobb forrása, mely inkább forráscsoportként említhető, itt egy 18*10m-es medence fogadta a felszínre törő, 296m³ / nap vízhozamú 20,5°C-os vizet.

Az utóbb említett két forrás kiemelkedő vízhozamának, és magasabb hőmérsékletének oka az elhelyezkedésükben keresendő. E források két törésvonal találkozásánál törnek fel, nagy sebességgel. Útjuk során kevesebb talajvízzel keverednek, ezáltal kevésbé hűlnek le.

- Kálvária domb nyugati peremének langyosvízű forrásai

A *zsidó iskola forrása* (22) 132,32 m Balti feletti magasságban fakadt csekély vízhozammal 18,5°C-al.

A *Minich-kút*,(23) állandó túlfolyással működött napi 21m³ vízhozammal, 17°C-os hőmérséklettel.

Szalay-kert forrása, (24) hőfokánál fogva (12,5°C) szint már a hidegvízűforrásokhoz sorolandó.

- Laposkerti források

A *plébániakert forrása*, (25) két törésvonal kereszteződésénél fakadt, 20,5°C-os hőfokkal, 250 m³/nap vízhozammal egy fürdőmedencébe tört fel.

Herczeg István 17°C-os *forrása* (26) hasznosítatlanul tört a felszínre.

A *Komáromi utca 33.*(27) Szám alatt feltörő 15°C-os forrását akkoriban csupán öntözésre hasznosították.

- Fényes- források

Itt több nevezetes forrás tör fel. Aszerint, hogy Tata, vagy Tóváros határához esnek, közelebb megkülönböztetünk tóvárosi nagyforrást mely a mai *Katona forrás* (28) , és tóvárosi kisforrást (*Vak forrás*) (29), valamint tatai nagyforrást (*Sarki forrás*) (30) , és tatai kisforrást (*Védett forrás*) (31) melyeket együttesen nevezünk Fényes-forrásoknak. Fakadási szintjük 118,82 m Balti feletti magasságban volt, mind egy-egy forrástőlcsérből tör a felszínre. Vízükük mélysége 2-3 m volt, és a víz olyan erővel tört fel, hogy az centiméterekkel a vízfelszín felé emelkedett, fimon kvarchomokot hozva magával. Hőmérsékletük 22°C volt



13. ábra: Katona-forrás 2011.-ben, azóta kitisztításra került
(Szotyella, 2011)

- Feneketlen-tó (32)

A Fényes-forrásoktól 1 km-nyi távolságra található a tó, vize állandó zavarossága miatt kapta a Feneketlen elnevezést, hisz az aljára sosem lehetett lelátni. Mélysége a 10m volt a tó közepén, 4m a part mentén. Hőmérséklete magas, 22°C.

- Hidrosztatikus nyomás alatt álló kútvezetek

1838-ban vésett kút készült a *piarista rendház* (33) udvarára, 20 m mélységig lehatolva hirtelen nagy erősségű forrás tört fel, melynek vízoszlopa 10 m volt, víztükrének szintje 153,32 m Balti feletti magasságban volt, hőfoka 15°C volt.

A *Bartha-kút* (34) hasonlóan vésett technológiával készült Balti feletti magassága 151,32 m, hőmérséklete szintén 15°C volt egykoron.

A főszolgabírói hivatal előtt lévő vésett kútból 12°C-os forrásvíz tört a felszínre.

A Fazekas utca 29. előtt a *Vörös-kút* (35) néven ismert vésett kút volt, mélysége 10 m, hőfoka elérte a 17°C-ot.

Két ásott kút is fellelhető volt, egyik a *Nagykert utca* 53. (38) szám alatt, másik a *tejszövetkezetek házában* (39). Túlfolysuk állandó, vastartalmuk magas volt, vízhozamuk napi 12m³-re becsülhető.

- Kénhidrogénes források

Két ilyen forrás ismert, az egyik *Büdös-kút*, (41), a másik az úgynevezett *Büdös csorgó-kút* (40). (Horusitzky, 1927)

Az alábbi táblázatban kerültek összesítésre a fent említett források, elnevezésük, fakadási szintjük, hőmérsékletük, vízhozamuk, és elapadásuk éve szerint. A vízhozam, és a hőmérséklet még Horusitzky 1919-es megállapításait tükrözik, míg a fakadási szinteket összevettem a Hydrosys Kft. adataival.

Ezek szerint Horusitzky a fakadási szinteket Adria feletti magasságban adta meg. A két tanulmány által mért értékek összevetését a fakadási szintek m Bf. egységesítését követően foglaltam egy táblázatba. Megfigyelhető, hogy Horusitzky a közel száz évvel ezelőtti mérései nem terjedtek ki az összes ismert forrásra, azonban a mért adatai kis eltérésekkel közelítenek az 1999-ben készült mérési adatokhoz. Pontos egyezés a Partmenti kisforrásnál, a Lo Presti forrásnál, a Minnich kútnál, és a Fényes-forrásoknál, illetve a kénhidrogén forrásoknál figyelhető meg. Ezzel szemben több méteres eltérést mutat a vár alatti nagyforrás, a Kis mosó forrás, és a Kertalja völgyi források közül a Kőkút forrás.

Ssz.	Források helye/neve	Fakadási szint		Hőmérséklet	Vízhozam	Elapadás
		Horusitzky Henrik alapján	Hydrosys Kft.		Horusitzky Henrik alapján	
		m B.f.	m B.f.	°C	m3/nap	év
Angolparki források						
1	Tükör forrás	139.3	138.0	20.0	47520.0	1962
2	Angyal(Pokol)-forrás	-	140.8	20.5	38880.0	1957
Nagytavi források						
3	Vár alatti nagyforrás	126.3	123.0	21.0	15837.0	
4	Partmenti kisforrás	127.3	127.3	19.0	717.0	
5	Partmenti kisforrás	-	127.3	19.0	717.0	
Tatai szirt É-i szélén						
6	Csorgó kút	-	135.3	15.0	8.6	
7	Kastély vízv. Forrára	-	135.3	15.0	86.4	
8	Törökfűdő forrása	-	135.3	20.5	302.4	
9	Piarista kert forrása	-	128.0	15.0	51.8	
10	Lo Presti forrás	139.3	139.3	19.0	864.0	1960
Kertalja völgyben						
11	Kis mosó forrása	139.3	136.5	18.5	725.7	1962
12	Kis csorgó kútja	-	139.3	18.0	13.0	
13	Kocsi u. 19.	-	140.0	15.0	17.2	
14	Nagykert u.21.	-	135.0	16.0	17.2	
15	Komáromi u.4.	-	137.0	11.0	13.0	

16	Komáromi u.6.	-	136.5	13.5	13.0	
17	Kőkút forrása	137.3	133.5	18.0	46.6	
18	Komáromi u 14.	-	135.5	15.0	81.2	
19	Komáromi u 16.	-	134.8	20.0	345.6	
20	Komáromi u 18.	-	132.0	20.0	777.6	
21	Komáromi u 24.	-	131.0	20.0	1296.0	
	Tatai szirt Ny-i szélén					
22	Zsidó iskola kútjának forrása	-	133.0	18.5	25.9	
23	Minnich kút forrása	130.3	130.3	17.0	21.6	
24	Szalay kút forrása	-	137.0	12.5	21.6	
	Laposkerti források					
25	Plébánia kert forrása	-	126.8	20.5	259.0	
26	Komáromi út 37.	-	129.0	17.0	52.0	
27	Komáromi út 33.	-	130.0	15.0	43.0	
	Fényes források					
28	Tóvárosi nagy Fényes forrás	118.8	118.8	22.0	116640.0	1973
29	Tóvárosi kis Fényes forrás	-	118.8	22.0		1973
30	Tatai nagy Fényes forrás	118.3	118.3	22.0		1973
31	Tatai kis Fényes forrás	-	118.3	22.0		1973
32	Feneketlen tó forrása	119.3	119.3	22.0		1973
	Hidrosztatikus nyomás alatt álló kutak					
33	Piarista rendház kútja	153.3	150.0	15.0		
34	Barta kút	152.3	149.0	15.0		
35	Vörös kút	150.3	149.0	17.0		
36	Szolgabíróság előtti közkút	-	139.2	12.0		
37	Piactéri kút	141.3	131.0	13.0		
38	Nagykert u 53	137.3	132.5	14.0	8.6	
39	Tejszővetkezet kútja	-	137.3	14.0	12.0	
	Kénhidrogénes források					
40	Büdös csorgó kút	127.3	127.3	18.0	13.0	
41	Büdös kút	125.3	125.3	12.5		

I. Táblázat: Tata langyosvízü forrásai, fakadási szintjük, vízhozamuk, hőmérsékletük (Horusitzky és Hydrosys Kft adatai alapján saját készítésű táblázat)

A langyos vízü források eltérő hőmérsékletének oka, hogy egyes források a törések kereszteződésénél fakadnak, ezáltal gyorsabban kerülnek a felszínre, így nem keverednek az alacsonyabb hőmérsékletű talajvízzel, ezzel megőrizve eredeti hőmérsékletüket. (Horusitzky, 1927)

Lorberer 1997-es tanulmánya szerint a források jellemzői szoros összefüggést mutatnak a szerkezetföldtani adottságokkal. A két legmagasabb hőmérsékletű, és legnagyobb

vízhozammal rendelkező forrás a Fényes-forráscsoport és az Angol kerti források egy-egy önálló üledékkal fedett karbonátos rögből fakadt.

Horusitzky 1919-es megfigyelései nyomán készült tanulmányában 225 000 m³/nap-ra becsülte a források teljes vízhozamát, azonban a VITUKI által végzett kutatások ezt a vízmennyiséget a bányászati vízkitermelés előtt 112 000 m³/napban állapították meg, ami a csapadékosabb években elérhette akár a 200 000 m³/nap vízhozamot. Ez azt bizonyítja, hogy a Dunántúli- középhegység ÉK-i részén lévő tároló rendszer hozamának 1/3 része Tatán és környékén bukkan a felszínre. (Lorberer, 1997)

- Hidegvízű források

A városban nagy számmal fellelhetőek az évi átlagos középhőmérsékletnél alacsonyabb hőmérsékletű, úgynevezett hidegvízű kutak. Alacsonyabb hőmérsékletük magyarázatául szolgálhat, hogy a víz a térségre jellemző talajvizekkel összekeveredve, és ezáltal lehűlve jut a kutakba.

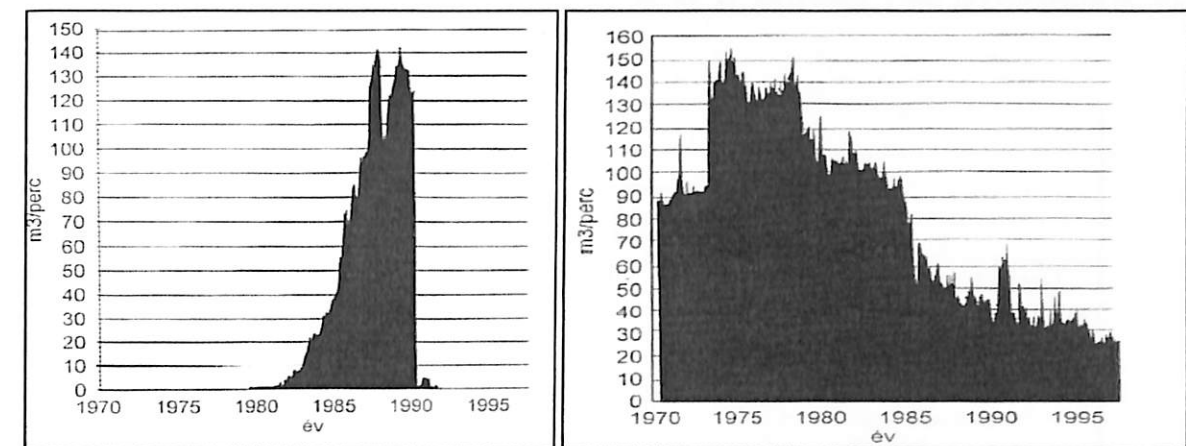
Ssz.	Források helye/neve	Fakadási szint m B.f.	Hőmérséklet °C
	Tatai szirt Ny-i szélén	138.0	8
42/a	Bercsényi u. 1 forrása	138.0	6-8.
42/b	Kossuth tér 1. telek ásott kútja	137.5	6-10.
42/c	Kossuth tér 3. telek ásott kútja	137.4	6-9.
42/d	Kossuth tér 4. telek ásott kútja	137.0	6-9.
42/e	Kossuth tér 8. telek ásott kútja		10
42/f	Kovács J. kertjének vízmedencéje		8
42/g	Bihari kertjének vízmedencéje	130.0	9
42/h	Komáromi u 35 kerti forrás		
	Kertalja völgyben	140.0	
43/a	Kocsi u. 19 kerti kútja	140.0	8.5
43/b	Kocsi u. 21. kerti kútja	19.0	8
43/c	Kocsi u. 23. kerti kútja	136.0	8
43/d	Komáromi u. 2. medencéje		8.5
44/a	Fő tér 9. medencéje		6-8.
43/b	Fő tér 10. medencéje		

Táblázat: Tata hidegvízű forrásai, fakadási szintjük, vízhozamuk, hőmérsékletük (Hydrosys Kft. adatai alapján saját készítésű táblázat)

5.4. Források elapadása

Jól látható, hogy a forrásoknak mindig kiemelt szerepe volt a város fejlődésében, hanyatlásuk a mai Tatabánya és Nagyegyháza területén feltárt szénlelőhelyek kitermelésére létesített bányáknak tudható be. Az 1895. júniusában kezdődő fúrások közel egy év múlva hoztak eredményt, mi szerint 118,3 m mélységben elérték a 6,8 m vastag eocén széntelepet. Ezt követően 1896. augusztus 1-én megkezdtek az I. számú gróf Esterházy Ferencről elnevezett lejtőszakna mélyítését, melyből 1897. februárjában indult meg a kitermelés. (Csics, 1987)

Ekkor azonban még csak a karsztvízszint feletti területen történt a kitermelés, a fordulópont 1930-ban következett be, mikor a Bánhidai Hőerőmű megnyitásra került. Ez megnövelte a kitermelendő szén mennyiségét, ami folyamatos mélyítéseket tett szükségessé, bár a vízemelés ekkor csak a 10-12 m³/percet érte el. A II. Világháborút követően pedig minden korábbinál nagyobbá vált a szén iránti kereslet, az I. számú aknát további 25 akna megnyitása követte Tatabánya és Nagyegyháza területén.

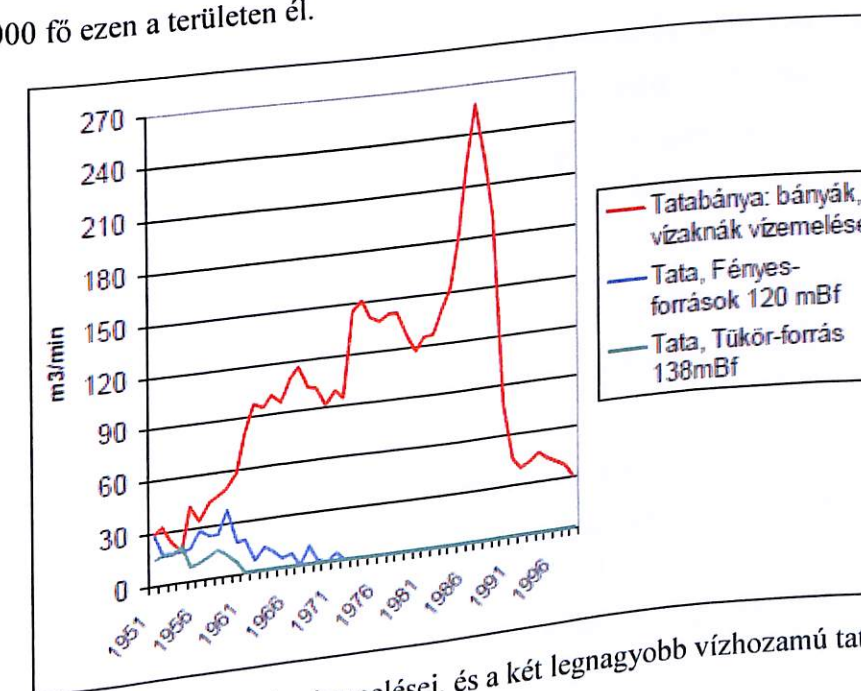


14. ábra: Nagyegyházi és Tatabányai bányák karsztvíz termelése
(Tóth, Dorn, Füst, dr. Lorberer, dr. Sárváry, 1999)

Ez a nyugalmi vízszint alatt lévő szénmezők megnyitását eredményezte, a lehetséges vízbetörés elleni védekezést a vízemelés növelése jelentette, ekkor már elérte a 40-50 m³/perc vízhozamot (14. ábra). Ez a nagyfokú kitermelés már a legmagasabban lévő források, az Angolkerti forráscsoport hozamát is befolyásolta (15. ábra). A folyamatos vízszintsüllyedések hatására az Öreg-tó forrásai víznyelőkké váltak, és további forrásoknál is átszivárgások keletkeztek. Ezek kezdetben nyomáskülönbséggel arányosan növekedtek, majd állandósultak. A felszín közeli vizek folyamatos átszivárgása jelentős minőségbeli problémákat okozott, elsősorban a Cseke-tó

környezetében. 1979-es vizsgálatok megállapították, a Cseke-tó vizének beszivárgását a környező kutakba (Tükör 2-es kút, Tükör 3-as, Pokol-2es kút). (Tóth, 2002)

A folyamatos védekezés ellenére is elkerülhetetlenek voltak az vízbetörések. Az első betörés, 1953-ban történt, a következő 1956-ban, amely a III/a aknát érintette, ekkor már a 134,325 m Balti feletti magasságban fakadó források hozamára is hatott. Ezt követően 1962 júliusában a XV/B aknában bekövetkezett 30m³/perc-es vízbetörés már elapasztotta a Kristály-forrást, és valamennyi 124,325 m Balti feletti magasságban fakadó forrást, és több forrás hozamát is jelentősen, közel felére csökkentette. A források fakadásának vége az 1969-ben megnyitott XV/C akna 1973 évi kapacitásnövelése jelentette. Mérések kimutatták, hogy a bányászathoz köthető vízkimelések 1973-ra az utolsó tatai és dunaalmási források vizét is elapasztották. 1973 első felében bekövetkezett az utolsó forráscsoport a Fényes-források kiapadása. Ezt követően az akkori városvezetés meglátta a már száraz területekben a lehetőséget. A '70-es években 1,5km² - nyi terület került beépítésre főleg panelos építési technológiával, de tucatjával épültek kertes házak is. Jelenleg Tata lakosságának közel ¼-e, 8000 fő ezen a területen él.



15. ábra: tatabányai bányák vízelései, és a két legnagyobb vízhozamú tatai forrás összevetése (Ballabás, 2004)

6. Források által hajtott malmok ismertetése

Már a 13-14. századi írásokban is találunk említést tatai vízimalmokról. A 14. század végén Tata városában 8 működő, és egy romos állapotban lévő malom állt. A 16. század

elejéig 9 malom működött, azonban a török háborúk miatt a Cifra malmot leszámítva mind elpusztult.

Ezekből hat kalló malom¹ volt: Komáromi-, Cseke-, Öreg-, Ferenc-, Hámon-, Új kalló-malom

Kilenc pedig lisztet őrölt: a Burgundia-, a Baumeister-, a Cifra-, a Hencz-, a Jankó-, a Nepomucenus-, az Öreg-, a Pék- és a Szőgyi-malom.

Az említett 15 malom közül 1930-ban már csak négy, a Cifra-, a Miklós-, a Pötörke- és a Wéber malom – működött.

Az 1900-as évek elején az eocén bányák vízkitermelése még nem veszélyeztette a malmok működését, azonban 1950-ben a mezőgazdaság államosítása egyre több vízimalom leállítását eredményezte, míg végül 1961-ben a XV/B aknában történt vízbetörés végleg megpecsételte a malmok sorsát.

A vízimalmok csoportosítása az őket hajtó vízfolyások alapján történik:

- Cseke-tó vize hajtotta a Cseke kallót, ami később a *Kása-malom* nevet viselte. Ugyanígy a Cseke-tó vizén működött a Pacsirta malom.
- A *Pék malmot* hajtott az Angol kertben eredő Pokol-forrás vize.
- Az Angolkertben található műromokon átfolyó Kis-forrás, és Kék-forrás elfolyó vize a Malom patak, ami a Kristály uszoda vízellátásán kívül több vízimalmot is működtetett. A Kristály uszoda alatt állt a *Sándor-malom*, mely a tulajdonosáról, Hartl Sándorról kapta a nevét, napjainkban panzió üzemel az egykori malom épületében.

A Sándor-malom közelében üzemelt egykor az 1760 körül épített *Miklós-malom*. A Miklós-malommal szemben található a *Czégényi-malom*, ez mellett üzemelt egykoron az *Öreg-kalló* malom.

Az Öreg-kalló mögött volt a *Gyári-malom*, jelenleg Halászsárdá.¹

Ezt követi a sorban a legtöbbször megörökített, festők által is kedvelt *Pötörke-malom* (17. ábra).

A bőrgyár mellett található *József-malom*, ma áruház működik benne.

A József-malommal szemben működött Nepomucenus, más néven *Völgyi-malom*, nevét a malom homlokzatának fülkéjében álló Nepomuki Szent János faszobráról kapta, napjainkban a Német Nemzetiségi Múzeumnak ad otthont.

¹ : a gyapjúból készült szövetanyagok nedves állapotban lévő mechanikai tömörítésére szolgáló malom

A Mikovinyi utca és a Gesztenye fasor kereszteződésében található a *Berta-malom*, jelenleg szállóként, és sportcentrumként működik.

Az Öreg-tó középső zsilipjénél épült a *Cifra-malom*, (16. ábra) első említése 1587-re tehető ez volt az egyetlen malom, amely ebben az időben átvészelte a török háborúk idejét. 1753-ban barokk stílusúvá alakították.

A várostól 2km-re, a Fényes-források lefolyó vizén épült meg a *Réti-malom*.

A középkori Tata közepén, ún. Burgundián működött a *Wéber malom* malomfője, melyet a Kismosó és a Kertalja-völgy forrásainak vize hajtott egykoron. (www.tata.hu)



16. ábra: Cifra-malom
(saját készítésű kép)



17. ábra: Pötörke-malom
(saját készítésű kép)

7. Források megszólalásának előrejelzései

A '90-es években a bányák sorozatos bezárását követően megkezdődött a karsztvíztározó nyomásnövekedése. Az eocén bányák bezárását követően a szénbányászat célú vízkitermelés minimálisra csökkent, az ivóvíz célú kitermeléssel együtt is alig érte el a $60\text{--}65\text{m}^3/\text{percet}$. Az ennek hozadékeként szükséges mérések megállapították, hogy a legmélyebben fekvő forráscsoport a Fényes-források vízszintje 1990. májusában 90 m Balti feletti magasságú volt, míg a Pokol (Angyal) - forrás vízszintje 94,7 m Balti feletti magasságban volt.

A közeledő problémára megoldást kellett keresni. Megfelelőnek tűnt egy Tata területére elkészített lokális áramlástan modell, melyet a Hydrosys Kft készített el. Ez 2010-ig képes volt előre jelezni a karsztvízszint emelkedését, és a vízhozamot.

A modell a következő felépítés szerint működött:

Szükséges a modellezett terület lehatárolása, Tatán és környékén a fő vízadó kőzet a felső triász dachsteini mészkő, mely a fő kőzetalkotó képződményeként tekinthető. Ebből egyértelműen következik, hogy a területet nem lehet önmagában vizsgálni, hanem csak az összefüggő főkarszt-víztározó terület egy részterületként.

A források vízszintjének alakulása két tényező függvényeként állapítható meg. Az egyik ilyen tényező a beszivárgási területek, (Bakony, Gerecse, és Vértes) a másik a bányászatból következő leszívás okozta depresszió. A modell elkészítéséhez tehát a beszivárgási területen lehatárolásán kívül ismerni kell a természetes beszivárgás és jelenlegi mesterséges vízkitermelését. Ennek a modellnek az elkészítésére kérte fel a helyi Önkormányzat 1990-ben többek között a Hydrosys Kft.-t, ebből készült a Tatai források visszatérésével kapcsolatos vizsgálat és cselekvési program című tanulmány, mely dolgozatom egyik alappilléreként is szolgált.

A modell vizsgálatához a regionális modell $1\text{km} \times 1\text{km}$ -es változatát használták, ez tartalmazta az 1951-1998 közti csapadékviszonyokat, karsztvíz kivétel, forráshozam és klíma adatokat. A modell 100×100 méteres felbontásban készült, a város 14×14 km-es környezetére. A vizsgálatkor körülbelül 5000 km^2 -i területet vettek figyelembe, mint a beszivárgó vízhozam felülete, és az eocén tevékenységek által keltett depresszióval ez a terület csak nő.

A modell számításba veszi az egyes bányáknál történő kitermelés lecsökkentését/leállítását, ezzel a depresszió csökkenését. 1999-re a tatabányai XV/C és

XIV/A bánya vízaknája már csak ivóvíz kitermelésre szolgáltak, a dorogi és mányi bánya teljes leállításra kerül. A vízaknák ivóvíz célú kitermelése ebben az évben 61920 m³/nap volt, egyéb célra szolgáló kitermelés pedig 2960 m³/nap. Ezeknek jövőbeni alakulását a modell csak becsülni tudta, kivéve a 2002-ben a Fényes I. számú kútjánál történt vízkitermelés leállítást, ami napi 1000 m³-t vett ki a rendszerből, így a modell 2002-től csak 1960 m³/nap adatot vett figyelembe. A lehullott és beszivárgott csapadék értékére az 1970 és 1998 között a területen lehullott mennyiség átlagos értékével számoltak, ami 672480 m³/nap-t adott bemenő adatként.

A modell a következő eredményt hozta:

- 2001 második felében várható a Fényes források megindulása
- A következő évtizedben a város belterületére eső források is pozitívvá válnak (Plébánia kert forrása, Büdös kút) ezzel jelentős problémát okozva a területre épült ingatlanokban
- 2010 után megszólalnak az Öreg-tó parti forrásai
- 2010 végén várható a Komáromi u-i források megindulása
- 2030-ra tehető az Angol parki Tükör forrás ébredése
- A legmagasabb szinten fakadó forrás, a Pokol-forrás fakadása a modell alapján is bizonytalan
- A Fényes-források vízhozama 2030-ra elérheti a 32 000 m³ /napot, ez a szám pedig 2040-re akár 44 000 m³ /nap-ra is nőhet

Figyelembe kellett azonban venni, hogy amennyiben az elsőként meginduló Fényes források hozama a vártnál nagyobb lesz, úgy lassítja a magasabban fekvő források fakadását, vagy megeshet ennek a fordítottja is. Éppen ezért az egyes források fakadási idejének előrelátható időpontjának bizonytalansága miatt a becslés 2010 körül ± 2 évre, míg 2030 körül ± 5 évre tehető. (Tóth, Dorn, Fürst, dr. Lorberer, dr. Sárváry, 1999)

$$h = \frac{Q_{be} - Q_{ki}}{A}$$

ahol:

h = karsztvízszint változás (m)

Q_{be} = vizsgált területre beáramló víz mennyisége (m³)

Q_{ki} = vizsgált területre kiáramló víz mennyisége (m³)

A = a modellezett terület (m²)

Emellett kiemelt szerepet kapott még a tatai források hőgyűjtő területének számítása, mivel a nagy hozamú langyos források jelentős szerepet képviseltek a főkarsztvíztározó természetes hőtéljesítményében. Ez a következő összefüggés alapján 278km^2 -re adódott: A várható vízszint számítására az alábbi képlet szolgál:

$$P = \frac{F}{\phi} = \frac{F}{\lambda \cdot \text{grad}T_2}$$

ahol:

F = hőgyűjtő terület (m^2)

P = források összesített hőtéljesítménye (W) (átlagos hozamnál kb 75 MW)

Φ = földi hőáram (W/m^2) (egységnyi területre eső hőfluxus)

λ = tárolóközet átlagos hővezetőképessége (W/mK) (mészkönnél kb $2,70 \text{ W}/\text{mK}$)

$\text{grad}T_2$ = hőgyűjtő terület átlagos geotermikus gradiense (K/m) (kb $10 \text{ K}/\text{m}$)

2002-ben Tóth Mária az Észak-dunántúli Vízmű Zrt. munkatársa is készített egy modellt a források újrafakadásának várható idejéről. Az Ő modellje 2010-ig vizsgálta a források visszatérését, és a karsztvízszint változást $16 \times 13 \text{ km}$ -es területen. Tóth a Hydrosys Kft. által megadott peremfeltételeket vette át modelljében, ami alapját Csepregi András által felépített regionális Dunántúli-középhegység modellje adta.

A szimuláció időintervalluma 1990. januártól 2010. decemberig tartott havi bontásban, míg az előrejelzési időszak 2001. januártól 2010. decemberig tartott 120 periódusból állva.

Két réteg különítődött el a modellben.

Az alsó réteg a triász fő karsztvíztározó összlet, ennek felső 50-100 m-es rétegében létrejöhet horizontális áramlás, így a triász határ alatt 100 méterrel került a triász határvonalának meghúzása. A felső réteget homogén oligocén, pleisztocén, és miocén anyagnak tekintette, mivel ezek pontos eloszlásáról nincsenek megbízható adatok. A modell szimulációjakor a mért és számolt értékek között 1-1,5 m-es eltérést volt tapasztalható a Pokol-forrásnál, és a Fényes-forrásnál, és a vértesszőlősi kútnál. Ennek oka betudható annak, hogy a forrásokban található kavicsos fedőréteg nagyobb

vertikális szivárgási tényezővel rendelkezik, mint a modellben alkalmazott felső réteg.

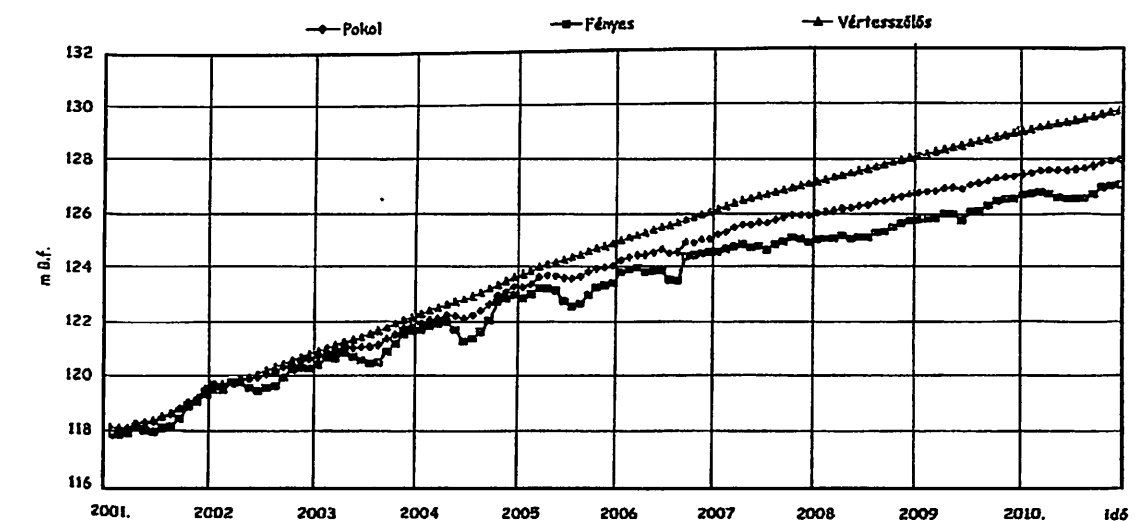
(18. ábra)

A Fényes-források újrakadását, illetve egyre nagyobb mértéket öltő hozamukat követően a görbe ellaposodik.

A modell által számított karsztvízszint változások időbeli sora:

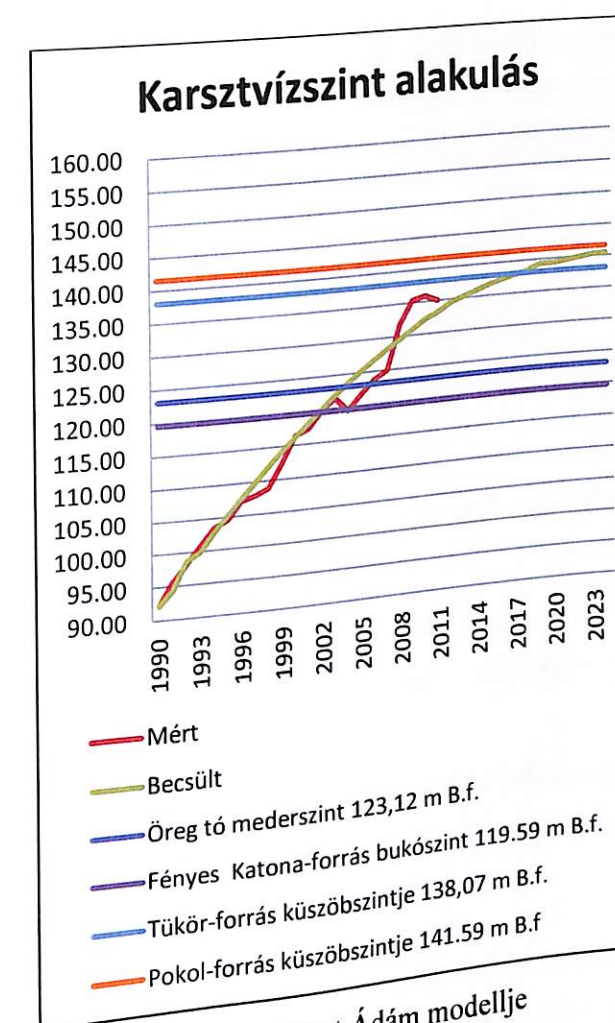
- 2002. januárjában a Fényes-források közül a Katona forrás pozitívvá válik
- 2006. decemberében ismét megjelenik a Büdös kút
- 2008. júliusában újrakad a Plébánia kert forrása
- 2008. szeptemberében az Öreg-tó Nagy-forrása válik újra pozitívvá
- A 2005-ös állapothoz képest a város vízborítottsága 2010-re duplájára növekszik

(Tóth,2002)



18. ábra: Tóth Mária modellje alapján készült diagram
(Tóth, 2002)

A harmadik modellt Fürst Ádám készítette el 1992-ben. Ez a modell annyiban különbözik az előző két említett szimulációtól, hogy itt a képletben megadott beszivárgási adathoz a Vértesben hulló csapadéértéket vette alapul. Éppen ezért Fürst a modelljében a karsztvíz visszatöltődét gyorsabbnak számolja, mivel a hegységi beszivárgás nagyjából 150 mm-el nagyobbra tehető. Ebből a gyorsabb karsztvízszint emelkedésből a források korábbi fakadására lehet következtetni. A zöld görbén a számított adatok láthatók, míg a piros görbe mutatja meg a területen történt mérések eredményét.



19. ábra: Fürst Ádám modellje
(saját készítésű diagram)

A terület kezdő karsztvízszintjét a nagyegyházi bezárását követően (1990) 92,155 m Balti feletti magassági szintnek adta meg (19. ábra). Az első vízszintes vonalat, mely a Katona forrás bukószintjét jelöli, a görbe 2001-ben metszi, ami később igaznak is bizonyult, hisz valóban 2001-ben vált pozitívvá az első forrás ezen a területen. Következő vízszintes vonal az Öreg-tó mederszintjét jelöli 123,125 m Balti feletti magasságban. Ezt a szintet a karsztvíznek 2003-ban kellett volna elérnie, végül ez pár évvel később következett csak be. A harmadik vízszintes vonal a Tükör-forrás küszöbszintjét jelöli, 138,085 m Balti feletti magasságban, amelyet a modell szerint 2018-ban ér el a karsztvízszint. Az utolsó vízszintes vonal a Pokol-forrás 141,595 m Balti feletti magasságát jelöli, melyet Fürst számításai szerint nem ér el a karsztvízszint a jövőben.

Nagyban elősegítette a karsztvízszint emelkedését a '90-es években lehullott nagy mennyiségű csapadék, és az ivóvíz célú vízkivétel csökkentése. Megfigyelhető a diagramon, a 2004-es évben bekövetkezett aszályos időszak, ebben az időben jól

látható, hogy a zöld, számított görbe jócskán meghaladja a piros, mért görbét. Jól látható továbbá, hogy a mért időszakban (1990-2011) a vízszint 41,36 m-t emelkedett, ez igazolja a korábban említett átlagos 2 m-es éves emelkedést (Füst, 2014)

8. Megfigyelő rendszer kialakításának tervezete

Az 1999-ben készült tanulmány kitért egy szükséges megfigyelő hálózat létesítésének lehetőségre is. E szerint a megfigyelő hálózatokat létrejöttét indokoló szempontok a következők voltak:

- A modellvizsgálatok eredményeinek pontosításához elengedhetetlen a vízszintek minél több ponton való mérése.
- A források elapadása után a levezető árkok egy részét megszüntették, ezek helyreállításának megfelelő időzítéséhez szükséges tudni a források újrakadása pontos idejét.
- A források és a kutak elapadását követően sok helyen a korábbi vízfakadások helyre kötötték a házi szennyvizek kifolyását, illetve a keletkezett mélyedéseket szeméttel töltötték fel.

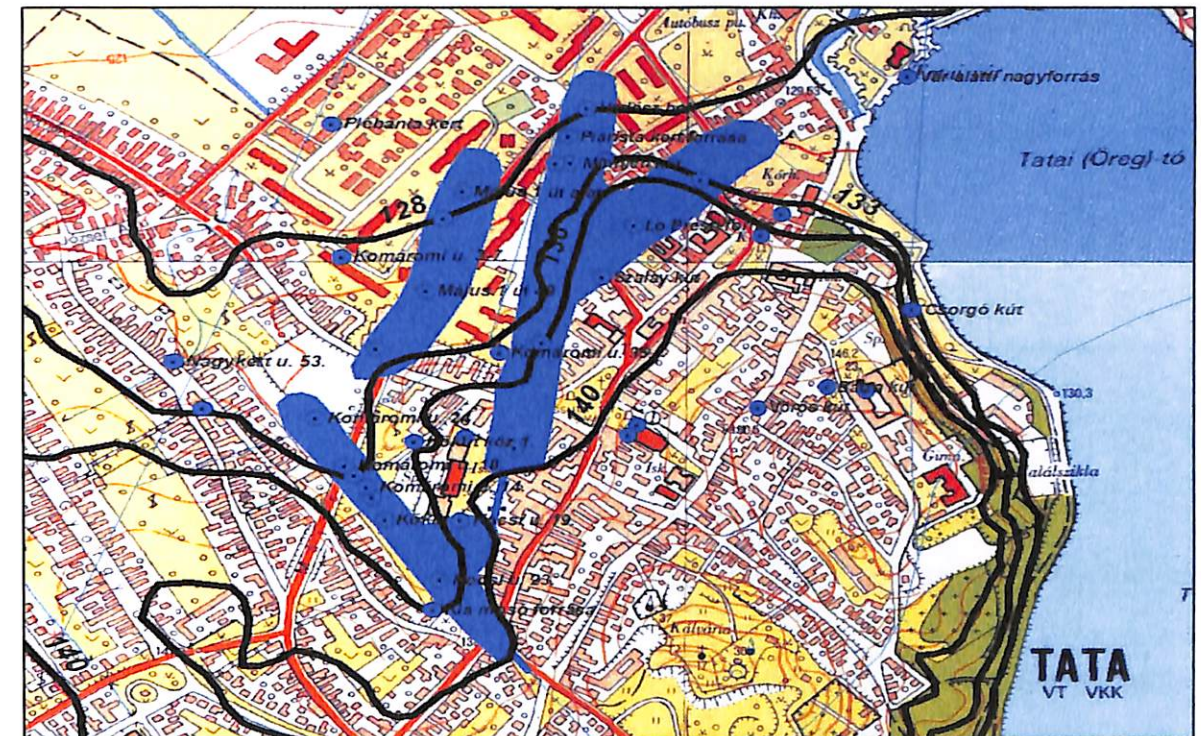
Mindez szükségessé teszi az Öreg-tótól nyugatra, illetve az attól északra és keletre lévő városrészek alatti karsztvízszint változásának különböző kutakkal való megfigyelését. A tervek szerint a legfontosabb az ÉÉNy-DDK irányú szelvény, mely az Által-ér völgyével közel párhuzamosan, az Öreg-tó keleti partján húzódik s meglévő észlelőforrásokból áll. Legészakabbra helyezkedik el a Fényes észlelőkút, ettől délre a Cipőgyári észlelő kút, a Pokol észlelőkút és a Tükörforrás melletti észlelőkút.

Egy másik, az előzővel szinte párhuzamos ÉÉNy-DDK irányú szelvényre van szükség, mivel az akkori modellvizsgálatok azt bizonyították, hogy a jelentős karsztvízszint emelkedést a Bakony felől (NyDNY) érkező utánpótlás biztosítja.

A harmadik, az előző két szelvényt összekötő K-Ny irányú szelvény, melynek közepén a tatai vár található, itt található a legfontosabb észlelőfúrás, ezzel lehetne nyomon követni a legalacsonyabban fekvő, de legnagyobb hozammal rendelkező Öreg-tavi-forráscsoportot, melyek a Fényes forrásokat követően a forráshálózat regenerálódásának következő fázisát fogják képviselni.

9. Források okozta problémák

A források újrafakadása a vizük szabályozott terelését, ezzel csatornahálózatok kialakítását teszi szükségessé. A Fényes-fürdő forrásainak egykori levezető csatornái az eredeti formájukban maradtak meg, így ez nem fog problémát okozni, de a város egyéb területein más a helyzet. A Május 1. út, Új út és a Komáromi út közötti terület beépítetlen volt, a források okozta mocsaras terület miatt. A források elapadásával a területek is kiszáradtak, így több tucat ingatlanra adott ki a hivatal építési engedélyt a források elapadását követő években. Ezek a területek jelenleg veszélyeztetettek, hisz a források visszatéréseivel a folyamatos vizesedés mellett statikai problémák is jelentkeztek. Az alábbi képen, kékkel jelölve láthatók ezek a területek, melyekre jelenleg is kiemelt figyelmet fordít a város.



20. ábra: Tata kritikus lakott területei
(Bencsik János előadása alapján)

Erre a problémára már az 1999-es tanulmány is kitért, mely szerint, ha nem történik meg a helyi depresszió kialakítása, bekövetkezhet épületkárosodás, az alapozást alátámasztó talaj törése, illetve a hidrosztatikai növekedés a mélyépítésű garázsok, és pincék fenéklemezének felszakadását okozhatja.

A kijelölt terület beépítési módja igen vegyes, fellelhető a területen zárt sorú beépítésű földszintes, és magas tetős, alapincézetlen régebbi építésű, és iparosított technológiával épített négyemeletes lapos tetős épület is.

A veszélyeztetett területet a tanulmány két jellemző csoportra osztotta, e szerint:

- primer veszélyeztetett terület
- szekunder veszélyeztetett terület

A primer területen található épületek egy része alapincézett, illetve viszonylag mélyen fekvő részen épült, ez az elsődlegesen veszélyeztetett terület, hisz a karsztvíz újrafakadásával itt jelentkeznek először a problémák.

A szekunder terület mind a szerkezeti kialakításuknál, mind a fekvésüknél fogva kevésbé érzékenyek a forrásszint változásra.

A felmérések alapján, a primer területeken elsősorban az alapincézett területeken jelentkezhet probléma, a legveszélyeztetettebb területek elsősorban azok a területek ahol a pince nincs lebetonozva, így ott fennáll a talajtörés veszélye.

Az alapok alá jutó víz káros hatása a következő jelenségekben nyilvánul meg:

- altalaj konzisztencia romlása
- talaj fokozatos összenyomódása, felszín alatti eróziója, kiüregelődés, és a finom szemcsék kimosódása
- vízben szállított kémiai alkotók hatása
- kötött talajok zsugorodása és duzzadása
- szemcsés talajok roskadása

Ezek alapján a tanulmány a következő műszaki problémákat látta várhatónak:

- Alapincézett épületek esetében szóba jöhet a pince megtartása, illetve megszüntetése.

A pincék megtartása esetén szükséges a teljes vízzárás biztosítása, a felúszás valamint a talajvíznyomásra méretezett szerkezet beépítésével.

A pincék megszüntetése esetén a helyiséget tömedékelni kell, illetve a felmenő falszerkezetek folyamatos és összefüggő vízszigeteléssel kell ellátni a kapilláris nedvesedés megakadályozására, mely a szerkezet szétfagyását, és szilárdságcsökkenését okozhatja.

- A nem alapincézett épületek esetében az áramló talajvíz az alaptestek kisebb süllyedését okozhatja, ezek a felmenő szerkezetben hajszálrepedésként jelentkezhetnek.

- A nagyobb, cölöpalapozással készült épületek esetén fokozott figyelmet kell fordítani a vízminőség vizsgálatainak, mert a forrásvíz agresszivitása esetén a cölöpökben lévő betonacél tönkremenetelét eredményezheti. (Tóth, Dorn, Fürst, dr. Lorberer, dr. Sárvány, 1999)

Az első megjelenő források 2010-ben a Május 1. út 43.-hoz köthetők, majd jelentkeztek a Május 1. út 45.-nél is. (21-22..ábra)

A 21. ábra első képén a Május 1. út 43. előtti csapadéknakna látható, itt a lakók a felvizesedő pincére panaszkodtak. Amikor az Önkormányzat munkatársai feltárás céljából feltörték a pince aljzatát csak vizet találtak alatta, talajt már nem. A második képen jól látható, hogy a ház előtti területen a betonréteg alatt kb. 10 cm-el már minden vízben állt. Ennek megoldására a karsztvíz csapadéksatornába vezetését találták az optimális megoldásnak.

A 22. ábra második képén Május 1. út 45. alatti forrás elvezetése látható, a helyzet teljesen megegyezik a Május 1. út 43.-nál történnel, a karsztvizet ebben az esetben is drén csövekkel belevezeték a csapadéksatornába.

A képen jól látható, hogy a források magas vastartalommal rendelkeznek, ez azonban nem ront minőségükön.





21. ábra: Május 1. út 43 (fotó:Horváthy Lóránt)





22. ábra: Május 1. út 45 (fotó:Geoszféra Kft.)

9.1. Fényes-forrásoknál történt intézkedések

A Fényes-forráscsoport otthonaként szolgáló Fényes-fürdőt a 7. melléklet szemlélteti. A lecsökkent vízszint észlelését követően született meg a döntés, miszerint a Fényes-források pótolhatatlan természeti értékeit, és az ott lévő vizes élőhelyeket meg kell óvni. Ennek érdekében az ÉDUVÍZIG kötelezte az akkori üzemeltetőt (ÉDV Zrt.) , napi 5000m^3 víz betáplálására a rendszerbe. (2008-as adatok szerinti betáplálás már csupán $300\text{ m}^3/\text{nap}$)

Ez a betáplálás azonban azt eredményezte volna, hogy a valamikori forráskürtők víznyelőkként működjenek, ennek elkerülése érdekében az akkori vezetés azt a megoldást látta jónak, hogy az összes valamikori forrástó medrét 40-60 cm vastag összefüggő agyagpaplannal fedjék be.

Ezt követően 1990. május hónaptól folyamatossá vált a vízszintemelkedés. A 2001-ben végzett mérések szerint, 25m szintemelkedés volt megfigyelhető, ami évi átlagos 2 m-nek felel meg.

2001. május elején a nyugalmi vízszint már meghaladta a Katona-forrás mederszintjét. Ekkor már az agyagpaplan elvékonyodásából észlelhető volt az újból előtörő forrástevékenység.

Több opció is felmerült a megoldás keresésekor, végül két verziót találtak megfelelőnek.

Az első verzió alapján a forrásban lévő négy darab forráskürtő helyén geodéziai felmérést követően meg kell bontani az agyagpaplant, és ezzel szabadon engedni az emelkedő vizet.

A második verzió szerint a teljes medret mentesíteni kell az agyagpaplantól. A végső döntés a második megoldást találta megfelelőnek.

Az akkori tervek alapján az eltávolításra kerülő paplan helyét 5-15mm szemcseméretű osztályozott mosott kavicssal kellett volna feltölteni, ám valami hiba folytán az osztályozott mosott kavics helyett osztályozott humuszos talajban dús kavics került a körtők nyílásaiba. Ennek negatív hatása már a következő évben megmutatkozott, zöld alga formájában, ennek helyreállítási költsége nagyon magas lenne, így az egyetlen megoldás az idő, 10-15 évre becsülhető mire a feltörő víz kimossa a növényi tápanyagot. A 13. ábrán jól látható a Katona forrás 2011-es állapota.

9.2. A forráskürtők elszennyezése

A források elapadásával több vízminőséget veszélyeztető momentum is volt.

Egyik a mélyműveléses bányászat által visszahagyott öregségekben tárolt szennyezett vizeknek a vízminőséget károsító hatása, ez azonban nem okozott komolyabb szennyezést. Viszont nagyobb veszélyforrást jelentett a karsztvízre kialakított vésett kutak melyek a legtöbb karsztforrással rendelkező portán megvoltak. A karsztvízszint elapadását, és a közműves ivóvízellátás kiépülését követően, amikor a csatornahálózat megléte még nem volt a legtöbb háztartásban jellemző, sokan ezekbe a kutakkal ellátott forráskürtőbe vezették a szennyvizüket, ezzel emésztőként használva azokat. Ezen kívül több háztartásban előfordult, ezeknek a kürtőknek a törmelékkel való eltömése. Előrelátható volt, hogy amint a karsztvízszint újra eléri ezt a szintet ott a kioldódás hatására minőségbeli problémák fognak jelentkezni. Fontos volt tehát ezeknek a forráskürtőknek a feltérképezése, és a kitisztítása, így nem történt vízminőség romlás.

9.3.Tata forrásainak vízkémiai ismertetése

Már az 1919-es Horusitzky Henrik által készített tanulmány is foglalkozott a források vízkémiai jellemzőinek vizsgálatával, ezek a vizsgálatok a mai napig elengedhetetlenek, mivel ezek is nagyban meghatározzák a jövőbeli hasznosításukat is.

Csepregi tanulmánya alapján összességében kijelenthető, hogy a források keménysége közepes, ami 220-240 CaO mg/l-t jelent, összes oldott anyag tartalmuk 600-800 mg/l, jelentős CO₂ és H₂S tartalommal. (Csepregi , Izápy, Klecskó, 2004)

Az oldott anyag tartalom a pliocén korban akár a jelenlegi mennyiség hatszorosa is lehetett. Valószínűsíthető, hogy az összes oldott só mennyisége elérte a 3000 mg/l-t, a kalcium tartalom pedig a 250-500 mg/l-t, míg a pH-ja 6,3-6,8 között mozgott. (Scheuer, 1999)

Amikor felmerült a források ivóvíz célú felhasználása Balló is vizsgálta ezeket az értékeket, az Ő vizsgálatai a következő eredményt hozták:

- Összes oldott anyag: 474 mg/l
- Kalcium-oxid (CaO): 129 mg/l
- Magnézium-oxid (MgO): 70 mg/l
- Klór (Cl): 10 mg/l
- Kénsav (H₂SO₄) :10 mg/l
- Szénsav (H₂CO₃) :286 mg/l

Az akkori vizsgálatok szerint ammónium, nitrát, nitrit és szerves anyag még nyomokban sem volt található a forrásokban. A viszonylag magas magnézium tartalom tükrözi, hogy a víz dolomitos közetrétegen is átáramlott.

A szabadszénsavban leggazdagabb források a Fényes-források, a Törökfürdő-forrása, és a Kertalja-völgy langyos vizű forrásai voltak. (Horusitzky, 1927)

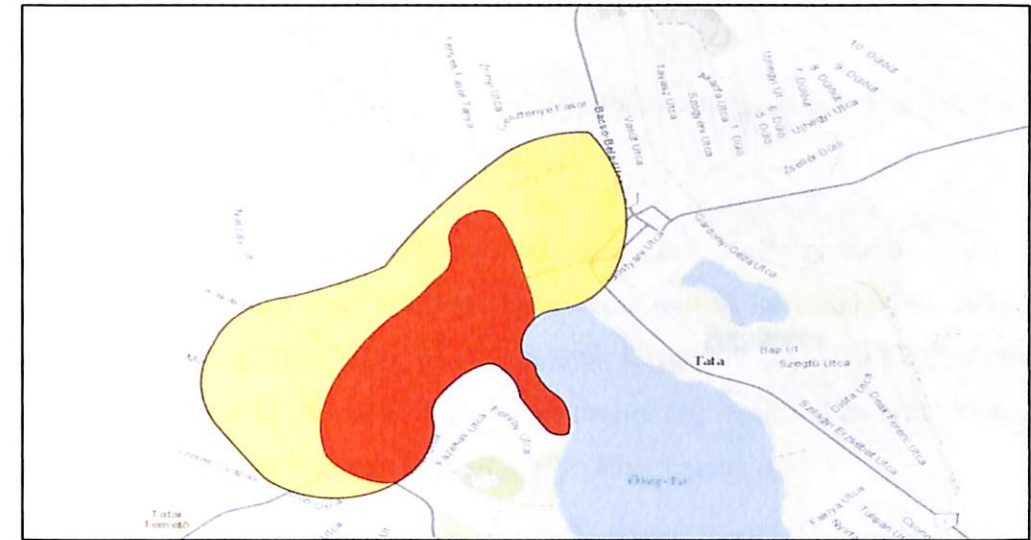
A későbbi években készült mérések is a 20. század elejei eredményeket igazolták, csupán kisebb ingadozás volt megfigyelhető. Mind a források, mind a vízműutak oldott oxigén tartalma nagyon szegény, ez anaerob folyamatokat indíthat el egyes vezetékekben. Ennek a hatása is jelentkezett 1990-1991-ben mikor a Fényes I. számú kútból kellemetlen szagú ivóvizet kaptak a tatai lakosok. Ez a kút 2002-ben újra pozitívvá vált, ezzel megszüntetve az oxigénhiány okozta problémát.

10. A jelenlegi állapot

2014. március 17-én megkötésre került a szerződés Tata Város Önkormányzata és a Magyar Földtani és Geofizikai Intézet között, melynek célja egy hidrológiai modellre, földtani veszélyfelmérésre, valamint településszerkezeti és épületállomány változás felmérésre alapozott, a várható éghajlatváltozásból fakadó hatásokat is figyelembe vevő középtávú intézkedési terv kidolgozása, amely meghatározhatja a jövőbeni beavatkozásokat és fejlesztéseket.

A március óta született legfontosabb megállapítások:

- „Tata város belterületén a bányászati tevékenységet megelőző időszakban a karsztvíz szint átlagos értéke a Balti szint felett 140 méter körül lehetett.
- A bányászati karsztvíz emelés következtében a nyugalmi vízszint mélysége 93 m Balti feletti magasságban volt.
- 2001-ben, a források „ébredése” idején 118 m Balti feletti magasság volt a víz szintje.
- 2014-ben 138 m Balti feletti magasság, mely az egyensúlyi karsztvíz szint várható beálltáig (2018), további 2 méterrel (140 m B.f.-re) emelkedhet.
- A későbbi vízszintingadozás a csapadékviszonyoknak megfelelően alakulhat, melynek intervalluma 1-2 méteren belül marad. Feltételezhetjük, hogy az eredeti forráshozamokhoz hasonló vízhozam fog kialakulni
- A források egy része szennyezett, nagy ammónium és nitrát tartalom jellemzi azokat (antropogén eredetű).
- Földtani veszélyforrások alapján kettő veszélyeztetettség zóna határolható le.
- Az elsőbe (piros) tartozók azonnali további geotechnikai, talajmechanikai vizsgálatokat igényelnek.
- A másodikba (sárga) tartozó területen monitoring rendszer kialakítása szükséges.
- Ennek ki kell terjednie a karsztvízszintre, a forráshozamokra, a vízkémiai jellemzőkre és a védőrétegre kifejtett nyomásra.



23. ábra: Tata területének azonnali beavatkozást igénylő részei (piros), monitoring rendszert igénylő területek (sárga) (Bencsik János előadása alapján)

Források hatása az épített környezetre:

- Hatásuk a vízszint emelkedésével, a hidrológiai nyomás növekedésével, a fakadó vizek minőségével jellemezhető.
- A kúrtók korábbi elzárása/elépítése következtében a nyomás alatt lévő víz a korábbi forrásoktól eltérő helyen is felszínre törhet.
- Veszélyezteteti az épületek stabilitását, a pincék használhatóságát, a nedves falfelületek az egészséget is károsíthatják, az utak és járdák beszakadhatnak, a közművek megsérülhetnek.
- Az ipari technológiával létesült lakóépületek közül több, szinte merőleges a természetes vízvándorlási irányra, így a kitértégük magas.

Legfontosabb intézkedések:

- Átfogó, egységes adatbázis kialakítása.
- Kritikus infrastruktúra állapotának és érintettségének felmérése.
- Lefolyás modellezésre alkalmas digitális terepmodell elkészítése.
- Egységes monitoring rendszer felállítása.
- Részletes geotechnikai és építésföldtani térkép elkészítése.
- A meglévő csapadék- és szennyvízelvezető rendszer tehermentesítése.
- Egyedi épület állapotfelmérések elvégzése.
- Lakossági ügyfélszolgálati pont felállítása a városházán” (Bencsik, 2014)

11.A források hasznosítása

A források okozta problémák megszüntetését követő feladata a város érdekét szolgáló felhasználásuk, megőrizve természeti értéküket.

Tata város képviselőtestülete 2008-ban alkotta meg a Magyary-tervet, mely a Tata fejlődése a XXI. század első felében címet kapta, ennek keretein belül 2014 végén megnyitásra került a tatai Fényes-forrásoknál kialakított ökoturisztikai tanösvény, melyből egy részlet a 24. ábrán látható. A tanösvény segítségével az érdeklődők eddig felfedezetlen területeken barangolhatnak. (Horváthy, Lénárt, 2009)



24. ábra: Fényes tanösvény
(www.tata.hu)

A kisebbek számára vízi játszóteret alakítottak ki, míg a nagyobbak a helyi élővilágot bemutató kiállításban lelhetik örömeiket. A kempingépületből látogatóközponttá alakított térben kerül bemutatásra a Fényes-forrásoknál feltörő karsztvíz. Fellelhető itt egy „torony”, ami a feltörő víznyomás magasságát szimbolizálja és gombnyomásra 14 m magasságig tör fel, majd gombnyomásra eltűnik.

Szintén 2014-ben kezdődött a Zöld Sziget Kör Közhasznú Egyesület által kivitelezett projekt, melyben a régi forráskürtők kitisztítása, és környezetük rendbetétele kapta a fő szerepet. A forráskürtők mellett tájékoztató táblák is elhelyezésre kerülnek. A Bláthy Otto utcában feltárt forráskürtő a 25. ábrán látható.



25. ábra: A Bláthy Otto utcai feltárt forráskürtő
(Zöld Sziget Kör Közhasznú Egyesület fotója)

Tata városa 2015-ben kezdi el a kivitelezési munkákat a Tükör forrás és a Vízimadár tó rehabilitációjára. Az Angolkertben található Vízimadár tavat korábban a Tükör-forrás vize táplálta, a forrásvizet levezető Malom-patak a Cseke-tó partjával párhuzamosan haladt a műromok irányába, azonban a források elapadásával ez a feltöltődés is elmaradt. A források elapadására való tekintettel az 1980-as években a korábbi mederbe a Cseke-tóból szivattyúzott vízzel mesterséges vízképet alakítottak ki. A napjainkban is a Cseke-tóból táplált mederrendszer vízminősége erősen kifogásolható.

A szénbányák bezárását követően a felszínre törő forrás vízszintje 2012-ben még a felszín alatt 2 m-el volt, míg ez a szint 2013 tavaszára már 60 cm-re megközelítette azt ugyanakkor a tómeder alján megjelenő víz is feltételezhetően a Tükör-forrás vize.

2013-ban próbaszivattyúzással meghatározásra került a Tükör-forrás vízhozama. A méréseket a kürtők megtermeltetésével végezték el. A szivattyú vízhozama 750 l/perc volt, a kitermelés során a kürtőben lévő vízszint csökkenése csupán 3-4 cm volt.

A tervezett rekonstrukció során a tómederből eltávolítják a sűrű növényzetet, és az üzemen kívüli vízmű kutakat. A tervezett tó fenékszintjének helyreállítása az eredeti állapotot tükrözi majd, amihez szükséges a mederben lévő föld eltávolítása a forrásmészko felszínéig. Ezzel a helyreállítással a Tükör-forrás és környéke újra a régi pompájában ragyoghat.(Petkovicsné Kiss, 2013)

Az ipari használat is felmerült a lehetséges hasznosítási módok közül, 1962-ben kiépítették a Bokodi hűtővízellátására szolgáló vezeték és szivattyúrendszert,

azonban ez máig nem került használatba, bár a rendszert 2001-ben felújították. (Ballabás, 2004)

Volt idő, mikor az 1940-1950-es években a források Ca-Mg tartalmú vizét csatos üvegbe palackozva árulták Tatai Kristály néven. 2015-ben a város területén elhelyezett közkutakkal, közkifolyókat tehetnék a lakók számára elérhetővé a források ásványi anyagokban gazdag vizét. A korábban források által hajtott malmok rekonstrukciója is további turisztikai látványosságok lehetnének a korábban említetteken felül. (Horváthy, Lénárt, 2009)

Tatán több tó található, ezzel nagy szerephez jut a halgazdálkodás. A tórendszer ellátója az Által-ér, mely egyre kevesebb vizet szállít, csökkentve ezzel a halgazdaságok hatásfokát. Nagyobb mennyiségű, tisztább víz áramolhat ezekre a területekre a források újrakadással. (Ballabás, 2004)

Felvetődik még az energetikai hasznosítás, mely a 18-22°C-os források továbbmelegítésével megoldható lenne, illetve a gazdasági felhasználás is elképzelhető, öntözéses szántóföldi gazdálkodás, zöldség, és gyümölcs termesztés.

12. Felszín alatti vizekkel kapcsolatos nemzetközi és hazai szabályozás

12.1. Nemzetközi szabályozás

A nemzetközi szabályozást az Európai Unió Víz Keretirányelve foglalja magába (2000/60/EK). Az irányelv célja, hogy keretet képezzen a vizek védelmére, mely

- megakadályozza a vízi ökoszisztémák és – tekintettel azok vízszükségletére- a vízi ökoszisztémáktól közvetlenül függő szárazföldi ökoszisztémák és vizes területek további romlását, védi és javítja azok állapotát.
- Előmozdítja a hasznosítható vízkészletek hosszú-távú védelmére alapozott fenntartható vízhasználatot.
- A vízi környezet fokozott védelmét és javítását célozza, többek között az elsődleges veszélyes minőségű anyagok bevezetésének kibocsátásának és veszteségeinek fokozatos csökkentésére, továbbá az elsődlegesen veszélyes minősítéssel rendelkező veszélyes anyagok bevezetések, kibocsátásának és

veszteségeinek megszüntetésére vagy fokozott kiiktatására irányuló sajátok intézkedésekkel.

- Biztosítja a felszín alatti vizek szennyezésének fokozatok csökkenését, és megakadályozza további szennyezésüket,

Az Irányelv környezeti célkitűzések megfogalmazását írja elő a felszín alatti vizekre is. Fő cél a felszín alatti vízkivétel és az utánpótlás egyensúlyának megtartása, illetve a vízminőségi állapotromlás megelőzése, visszafordítása.

- Mennyiséget tekintve jó állapotú a felszín alatti víz, ha az emberi hatásokra bekövetkezett vízszintváltozások nem okozzák a kapcsolódó, a szárazföldi ökoszisztémát befolyásoló felszíni vizek változásait, valamint nem eredményeznek az áramlási irányba olyan változásokat, amelyek káros vízminőségi változásokat okoznak
- Kémiai szempontból jó a víz állapota akkor, ha a szennyezőanyagok koncentrációi nem haladják meg a közösségi joganyagban meghatározott minőségi határértékeket, nem okoznak károsodásokat a felszín alatti vízzel közvetve, vagy közvetlenül a felszíni vízen keresztül összefüggő ökoszisztémákba, továbbá nem mutatható ki bármilyen szennyezés tényérése.

2015-re kell elérni felszíni vizek esetén a „jó” kémiai és ökológiai állapotot, felszín alatti vizek esetében pedig a „jó” mennyiségi és kémiai állapotot. A VIK szabályozza továbbá a felszín alatti vizek minőségi és mennyiségi állapotának monitoringját. Az észleléseknek ki kell terjednie minden felszín alatti vízre, nagyobb sűrűséggel kell végezni ott ahol kérdéses a környezeti célkitűzés, illetve államok határain. Fő cél az információk biztosítása a természetes, vagy antropogén hatásra bekövetkező hosszútávú változások értékeléséhez. Időszakonként vízgyűjtő-gazdálkodási tervet kell készíteni, meghatározva a környezeti célkitűzések elérésének a módját, szükséges intézkedéseket. Ezekről és az eredményekről időszakonként be kell számolni az Európai Uniónak.

A felszín alatti vizek védelme szempontjából további két európai irányelvnek van jelentősége:

- Felszín alatti vízminőség-védelmi irányelv (80/68/EDK),
Magyar megfelelője: 219/2001. (VII. 21) Korm. rendelet
- Nitrát irányelv (91/676/EGK)

12.2. Hazai szabályozás

- Az 1995.évi LIII. törvény a környezet védelmének általános szabályairól
Ez a környezetvédelmi törvény a környezeti elemek, és így felszín alatti vizek védelmének általános szabályait írja elő. Meghatározza a védelem alapelveit (elővigyázatosság, megelőzés, helyreállítás, felelősség, együttműködés, tájékozódás, tájékoztatás, és nyilvánosság). Kimondja a környezeti elemek egységes védelmének általános követelményét, és tartalmazza a vizek védelmének alapvető szabályait.
A felszín alatti vizek esetében az egységes védelem egyrészt a felszíni vizekkel való kölcsönös összefüggés figyelembe vételére vonatkozik, másrészt maga után vonja a felszín alatti vízvédelem és a földtani közeg védelmének összehangolását. A törvény kimondja, hogy a környezeti idénybevétele esetén gondoskodni kell arról, hogy a víz, mint tájalkotó tényező fennmaradjon a víz, és a víz közeli élővilág fennmaradásához szükséges feltételek, valamint a vizek hasznosíthatóságát biztosító minőségi és mennyiségi körülmények ne romoljanak.
A törvény előírja, hogy meg kell határozni a célállapotot. Ez a felszín alatti vizekre vonatkozóan azt jelenti, hogy kiemelt feladat
- A felszín alatti vizek vízszint csökkenésének megakadályozása, regenerálódásának biztosítása, elősegítése, a veszélyeztetett térségek természetes vízháztartási egyensúlyának helyreállítása.
- A vízkivétel és az utánpótlás egyensúlya úgy alakuljon, hogy a felszín közeli (talaj, nyílt karszt) vizek nyugalmi szintje ne csökkenjen emberi beavatkozások miatt tartósan, vagyis a természetes sokéves átlag alá.
- Sehol se következzen be kedvezőtlen irányú vízminőség változás a víztermelés következtében előálló új hidraulikai viszonyok miatt.
- A felszín alatti vizek védelméről szóló 219/2004. (VII. 21.) Kormányrendelet
A felszín alatti víztest jó mennyiségi állapotú, ha abban a hosszabb időszakra – legalább 10 évre – számított átlagos éves vízkivétel nem haladja meg a hasznosítható felszín alatti vízkészletet és a víz-, illetve nyomásszintekben a

víztest egyetlen pontján sem következik be a vízkivételhez kapcsolódó tartós süllyedés, továbbá a kapcsolódó felszíni vizekre a külön jogszabályban megállapított környezeti célkitűzések teljesülnek. Feltétel továbbá, hogy ne következzen be a vízmozgás irányának olyan megváltozása, ami tartós állapotromláshoz vezet és a felszín alatti víztől függő szárazföldi ökoszisztémát sem érheti károsodás. A jó mennyiségi állapotnak biztosítani kell a felszín alatti víztest kémiai és fizikai állapotára vonatkozó környezeti célkitűzések akadálytalan teljesülését. A felszín alatti víztest jó minőségi állapotú, ha a minőségi állapot-jellemzőkben bekövetkező változások nem mutatnak jelentős és tartós romlást, a természetes kémiai és fizikai állapot lényeges változását, valamint a jogszabályban, illetve vízgyűjtő-gazdálkodási tervben meghatározott minőségi határértékektől való eltérést, továbbá nem sérülhetnek a kapcsolódó felszíni vizekre külön jogszabályban megállapított környezeti célkitűzések. A felszín alatti víztest minőségi állapotának változása nem okozhatja a kapcsolódó felszíni vizek ökológiai, vagy kémiai állapotának bármilyen jelentős romlását, valamint a felszín alatti víztesttől közvetlenül függő szárazföldi ökoszisztémában a víz minőségéből adódó károsodást.

- A 30/2004. (XII.30.) KvVM rendelet a felszín alatti vizek vizsgálatának egyes szabályairól hatálya a felszín alatti víztestek kijelölésével, állapotának jellemzésével, értékelésével, monitorozásával, ezek felülvizsgálatával, illetve általában a felszín alatti vizek vizsgálatával és monitorozásával, a feladatok végrehajtásához szükséges adatok gyűjtésével, feldolgozásával, szolgáltatásával összefüggő jogokra és kötelezettségekre terjed ki. A víztest kijelölése magában foglalja annak térbeli lehatárolását, elhelyezkedésének térképi rögzítését, továbbá azonosíthatóvá tételét. A víztestet a földrajzi elhelyezkedésre utaló névvel és azonosító kóddal kell ellátni, síkbeli határait, valamint – ahol ismert – a vertikális elhatárolást jelentő felületeket térinformatikai rendszerben, legalább 1:500 000 méretarányban megfelelő felbontású és tartalmú digitális térképi adatbázisban kell megadni.

A víztest kijelölését a víztartó képződmény típusa és előfordulása alapján

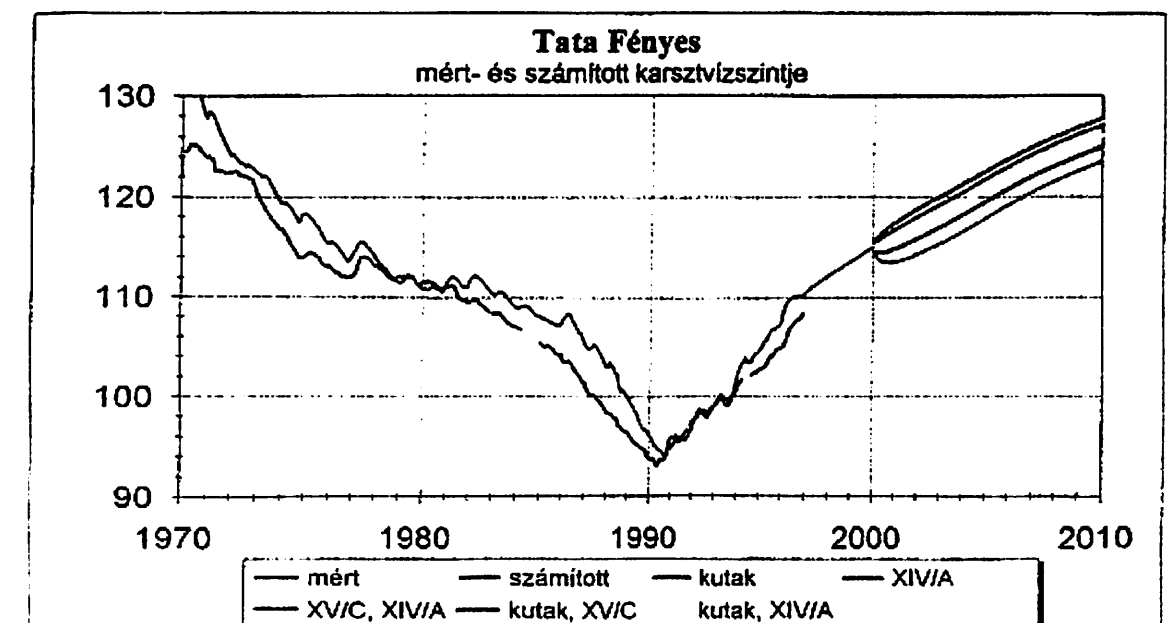
- karsztos,
- medenceterületek porózus.

- és nem karsztos hegyvidéki területek szerinti felosztásban, valamint a felszínre kerülő víz hőmérséklete alapján
- 30°C meg nem haladó hőmérsékletű, hideg,
- 30°C-nál magasabb hőmérsékletű, termálvizekre bontva. (Liebe, 2006)

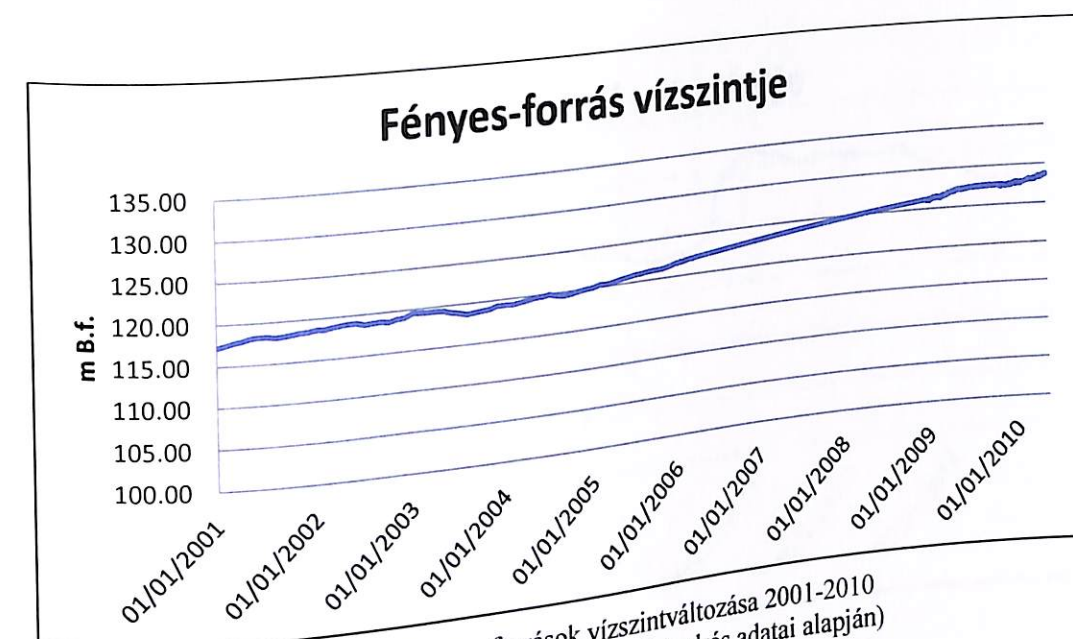
13.A tatai források vízszintingadozásai

A VITUKI által készített 1997-es tanulmány bemutatta a Fényes-források karsztvízszintjének alakulását, mért és számított adatok alapján. A mért adatok feldolgozására 1970-től egészen 1997-ig került sor, míg a számított adatokat tartalmazó görbe 2010-ig nyúlik. (26. ábra) ezt folytatva Csepregi András által több éve gyűjtött adatok alapján készítettem el a diagramokat, melyeken 2001-2010-ig látható a Fényes-forrás és a Pokol-forrás vízszintje, valamint a Lo Presti forrás szintje 2010-től a 2014-es évig.

Jól látható, hogy a Fényes-forrás enyhe emelkedése volt megfigyelhető 2005-ig, attól az évtől azonban vízszintesítés nélkül emelkedett folyamatosan egészen a jelenlegi szintjéig.

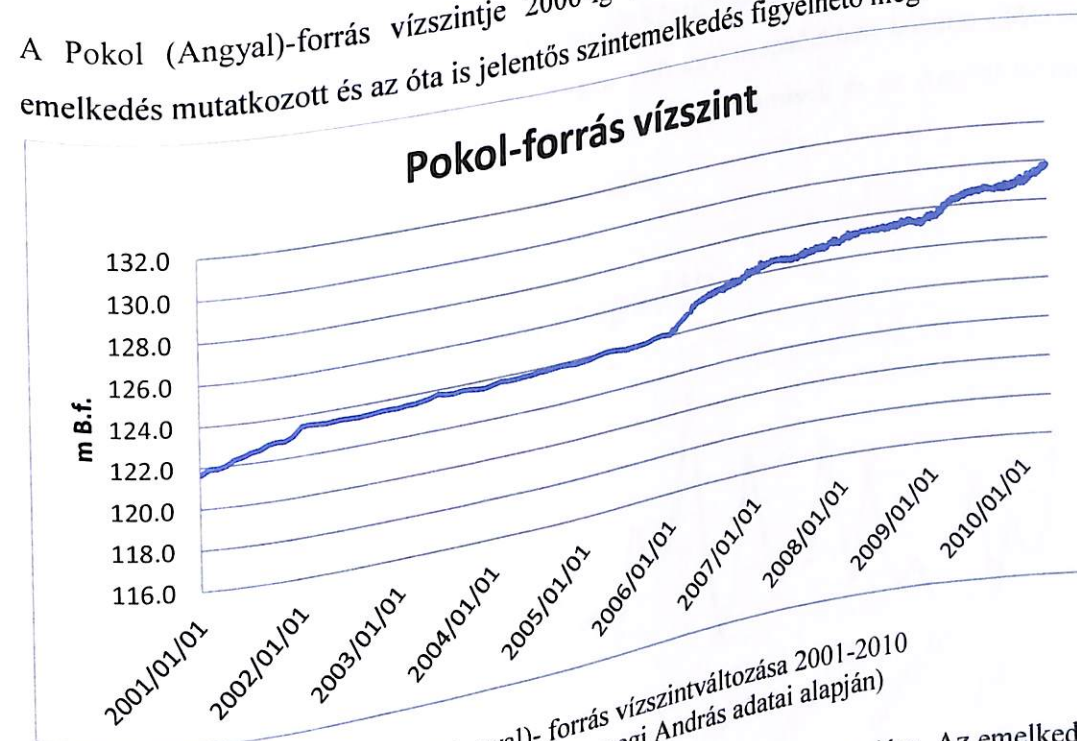


26. ábra: A tatai Fényes forráscsoport mért és számított vízszintje 1970-2010 (VITUKI, 1997)



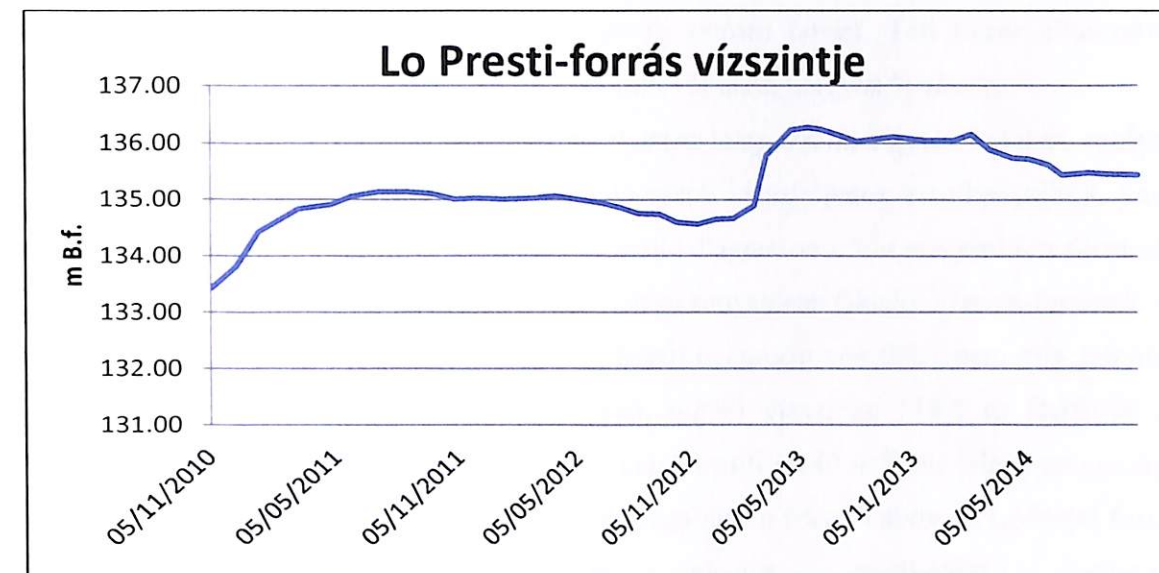
27. ábra: Fényes-források vízszintváltozása 2001-2010
(saját készítésű diagram Csepregi András adatai alapján)

A Pokol (Angyal)-forrás vízszintje 2006-ig szinte stagnált, amikor is ugrásszerű emelkedés mutatkozott és az óta is jelentős szintemelkedés figyelhető meg.



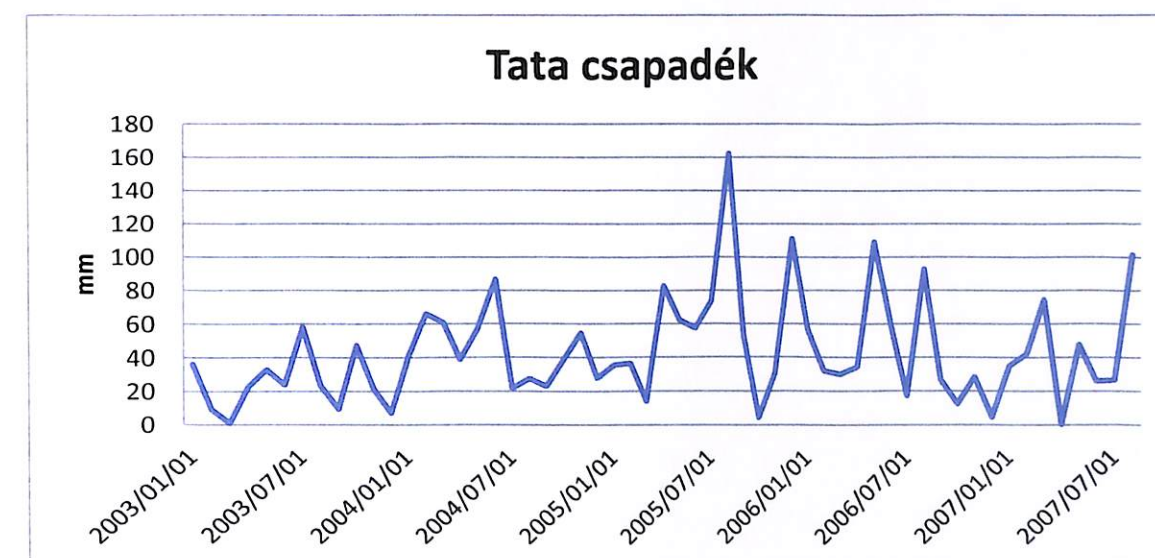
28. ábra: Pokol (Angyal)- forrás vízszintváltozása 2001-2010
(saját készítésű diagram Csepregi András adatai alapján)

A Lo Presti forrásnak már 2010-2011 körül volt egy jelentős emelkedése. Az emelkedés 2012 első felében lecsökkent, majd 2012 decemberében és a 2013 elején ugrásszerű emelkedést mutatott a forrás vízszintje, ami többek között a nagy mennyiségű lehullott csapadéknak volt köszönhető. Ez a szint azóta közel 1 m-t csökkent.



29. ábra: Lo Presti forrás vízszintváltozása 2010-2014
(saját készítésű diagram Csepregi András adatai alapján)

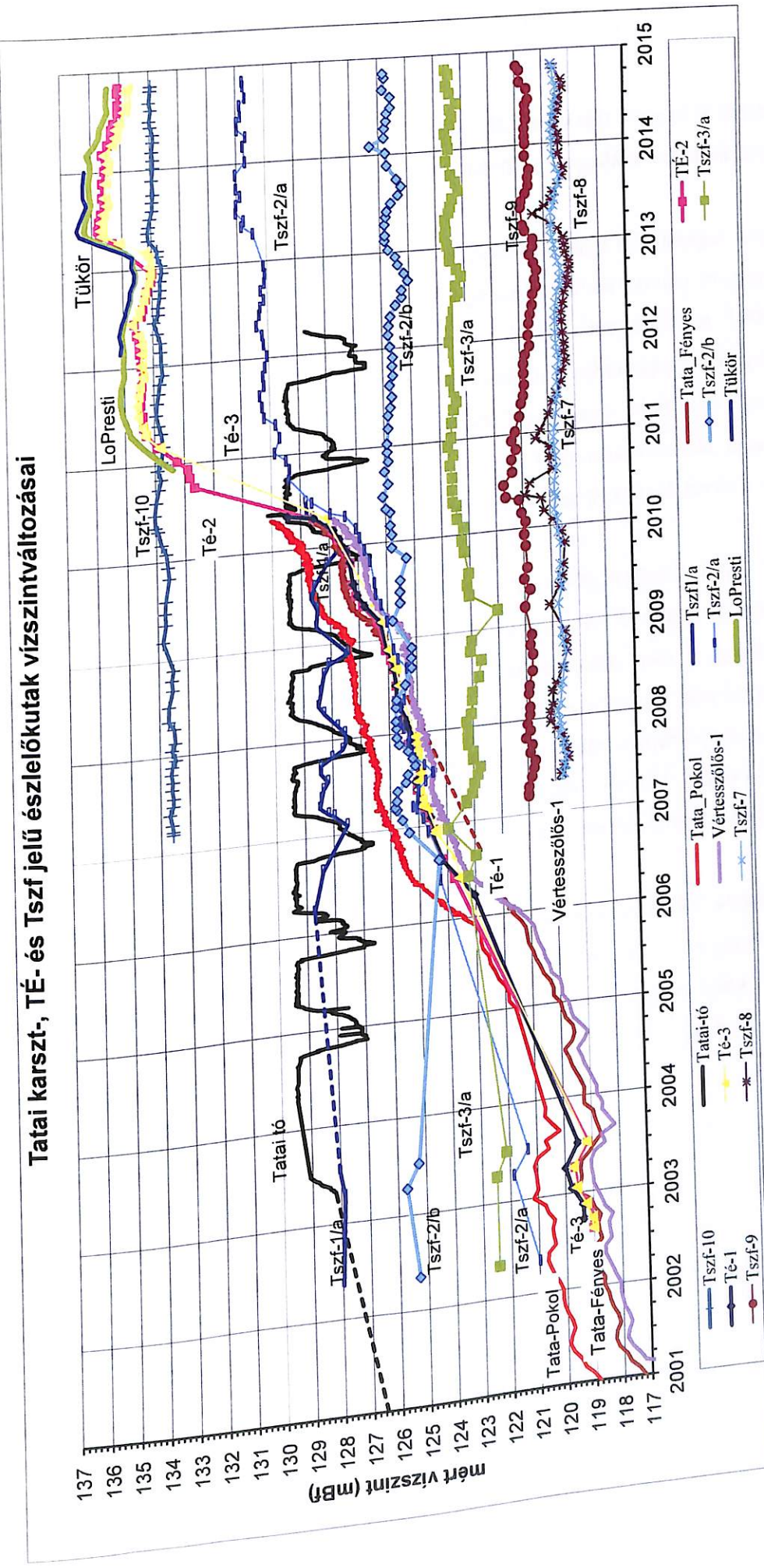
A tatai csapadék viszonyokról 2003-2007 között készült diagramon, jól látható, hogy az évszakos kiugrásokat leszámítva 2005 végén volt egy csapadékban bővebb időszak, nem véletlen tehát, hogy erre az időre tehető a Fényes-források és az Angyal-forrás, illetve több másik forrás megszólalásának kezdete.



30. ábra: Tata csapadékmennyiségének változása 2003-2007
(saját készítésű diagram Csepregi András adatai alapján)

A következő diagram, mely a 31. ábrán látható összefoglalja a tatai Öreg-tó vízjárását, a különböző talajvízfigyelő kutak, és az egyes karsztforrások vízszintváltozását. A diagramon jól látható az Öreg-tó szakaszos üzeme, mely téli, alacsonyabb vízszinttel

történő üzemelést jelent, és nyári, magasabb szinten tartást. Téli üzem alkalmával válnak láthatóvá a vastag sugárban a tóba ömlő vár alatti langyos források. A diagram ábrázolja még a városban elhelyezett talajvízszint figyelő kutakat, melyek vízszintje láthatóan nem köthető a karsztforrások vízszintjének emelkedéséhez, vagy épp csökkenéséhez. Megfigyelhetők az összesítő diagramon a fent megemlített források. Nagyon kelemelkedő szintemelkedést a legalacsonyabban fakadó Fényes-források és Pokol- forrás mutat, előbbi 117,2 m Balti feletti magasság volt 2001-ben, míg jelenleg közel 130 m Balti feletti magasságon van, utóbbi vízszintje 118,8 m Balti feletti magasság volt 2001-ben, míg napjainkban megközelíti a 140 m Balti feletti magasságú szintet. 2010-re, 2011-re megszólalt a jóval magasabban fekvő Tükör- és LoPresti forrás is, utóbbi 2013-ban nagyon jelentős emelkedést mutatott.



31. ábra: Tata felszíni és felszín alatti vízhalózatait felölelő diagramcsoport (készítette :Csépregi András)

14.Összefoglalás

Szakdolgozatom témájául a Tata területén több száz éve fakadó forrásokat választottam, Bemutatva múltbeli felhasználásukat, fakadási helyüket, elapadásuk okát, és jelenlegi állapotukat.

A Tata területén fakadó forrásoknak már az őskorban nagy jelentőséget tulajdonítottak, a védelmet nyújtó területet látták benne. A középkori királyok szintén meglátták a források nyújtotta kiaknázatlan lehetőséget és Zsigmond király várat építtetett 1400-ban, melyek Mátyás király bővített tovább. Később a török hódoltság idején török fürdők épültek. 1727-ben merült fel először a mocsaras vidék lecsapolása, mely 1947-ben történt meg Mikovinyi Sámuel tervei alapján a források vizét az Öreg-tóba vezették, ezzel egy nagyobb földterület került művelhető állapotba, így a mezőgazdaság és a tavak révén a haltenyésztés is virágzott.

A nagy érvágást a város életében a 20. század közepén megnyílt eocén bányákkal járó vízszintsüllyesztés eredményezte, ezt követően Tata összes forrása szép lassan elapadt. A korábbi mocsaras vidék a '70-es években beépítésre került, nem is gondolva a források esetleges visszatérésére. Majd ez a folyamatos bányafelhagyásokkal elkerülhetetlenné vált, és 2001-ben megjelentek az első visszatérő források, és ezeket sorban követték a magasabban fakadó források is, ezzel nagy kihívás elé állítva a városvezetést. Legfőbb feladat most a források okozta problémák megoldása, de szintén fontos feladat ezeket a természeti értékeket megőrizni és megfelelően hasznosítani a jövőben.

Dolgozatomban a rendelkezésemre álló korábbi tanulmányok, modellek alapján ismertettem a hidrogeológiai viszonyokat, kitértem a jelenlegi állapotra, és a megkezdődött, illetve a megkezdés előtt álló projektekre, melyek a tatai források lehetséges hasznosítását tűzték ki célul, így egy átfogó tanulmány készült a múlt, a jelen és a jövő összegzésére.

15.Irodalomjegyzék:

- Alföldi L., Kapolyi L. : *Bányászati karsztvízszint-süllyesztés a Dunántúli-középhegységben*
Almády Z. : *Tata barlangjai és egyéb karsztjelenségei*, 2014
- Ballabás G. : *Visszatérő karsztforrásokkal kapcsolatos településföldrajzi és környezetvédelmi lehetőségek és veszélyek Tata város példáján*-Geográfus Doktoranduszok VIII. Országos Konferenciája, 2004 p. 11.
- Balló M. : *Budapest főváros ivóvíz-kérdése: Matematikai és természettudományi értesítő*, 1886. (4.évf.) 6. Sz. 123-137.old
- Bencsik J. : *A visszatérő tatai források fenntartható kezelése*, 2014
- Csepregi A.(VITUKI) : *A Dunántúli-középhegység karsztvíz kivételi korlátainak felülvizsgálata* 1997
- Csepregi A., Izápy G., Klecskó B.: *A tatai források és vízműutak vizsgálata*, Hidrológiai Tájékoztató, 2004
- Csics Gy. : *A tatabányai szénmedence bányaiüzemei*, 1987
- Fürst Á. : *Tata város forrásvidék keletkezése és a Fényes-források múltja, jelene, jövője* 2008
- Horusitzky H. : *Tata és Tóváros hévforrásainak hidrogeológiája és közigazgatási jövője*, 1927
- Horváthy L.: Lénárt L. 2009, *Tata, Fényes-fürdő, fakadó ásványvizek okozta havariahelyzet megoldása annak gazdasági értékei mentén*- Miskolci Egyetem Közleménye, A sorozat, Bányászat 77.kötet p 47-64
<http://www.tata.hu/4191/vizimalmok>
- Kellner Gy. : *Tata története Őskortól-1727-ig*, 1980
- Léczfalvy S. : *A források osztályozása*, Hidrológiai Közöny, 1963, 1. Sz 43.o
- Léczfalvy S.: *Adatok és eljárások a Tata környékén kialakuló karsztvízszint számításához*, Hidrológiai Közöny 36.évf. 1956. 4.sz.
- Liebe P.: *Felszín alatti vizeink II.*, 2006., Tájékoztató, Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium
- Lorberer Á. : *A Dunántúli-középhegység karsztvízszint térképei 1978-1997*, 1997
- Petkovicsné Kiss Gy. : 2013, *Tata, angolparki vízrendszer rendezésének kiviteli terve*
- Scheuer Gy.: *A gerecsei mészképző hévforrások összehasonlító vizsgálata*, 1999, Hidrológiai Közöny, 79.évf. 3. Sz.

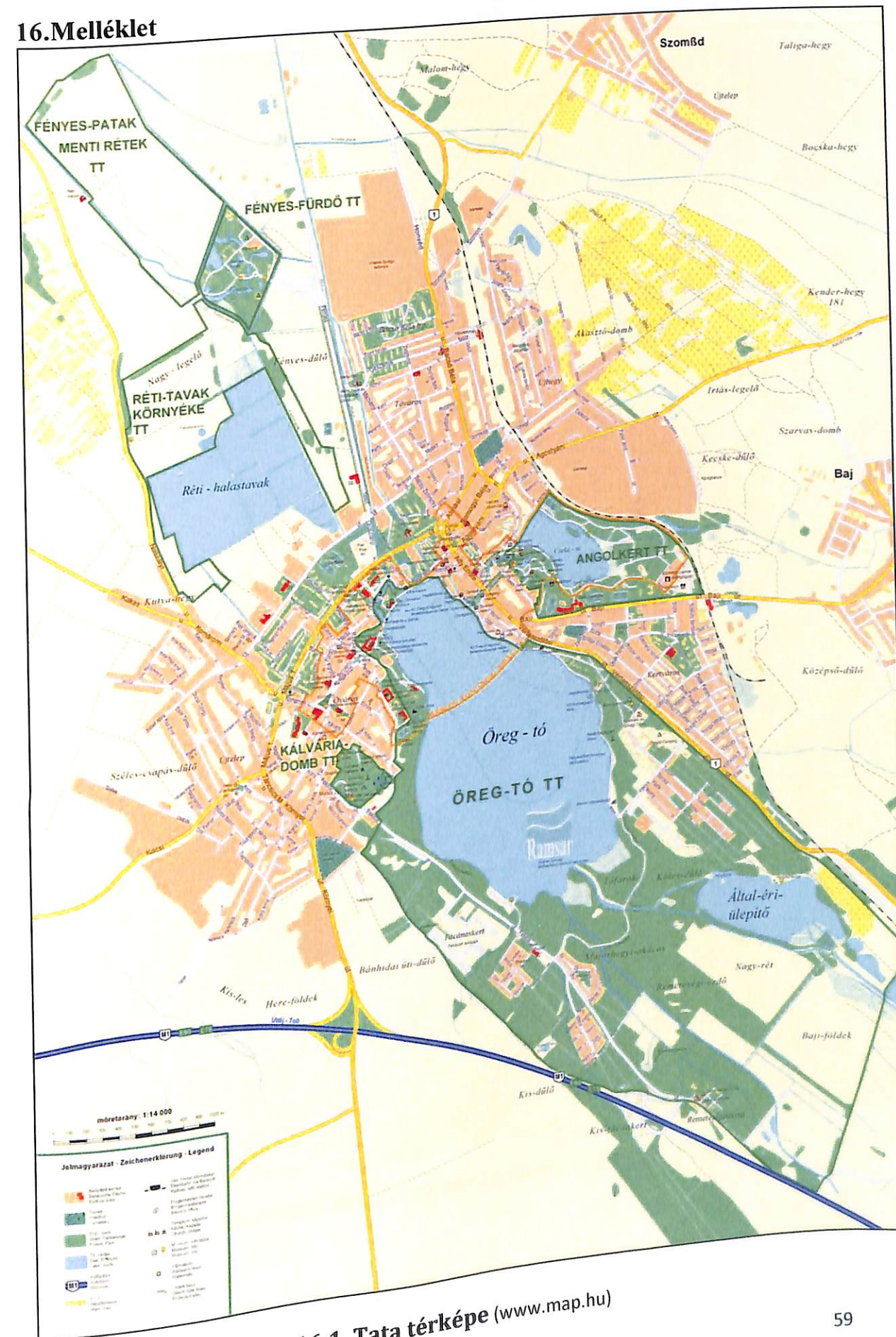
Stoczek J. : *A tatai forrásvizek lehűtéséről a csatorna-falakkal való érintkezés következtében:*
Természettudományi közlöny, 1886. (18.évf.) 200. Sz. 168-172.old.

Tóth M. , Dorn F. , Füst Á. , dr. Lorberer Á. , dr. Sárváry I. : *A tatai források visszatérésével kapcsolatos vizsgálatok és cselekvési program 1999.*

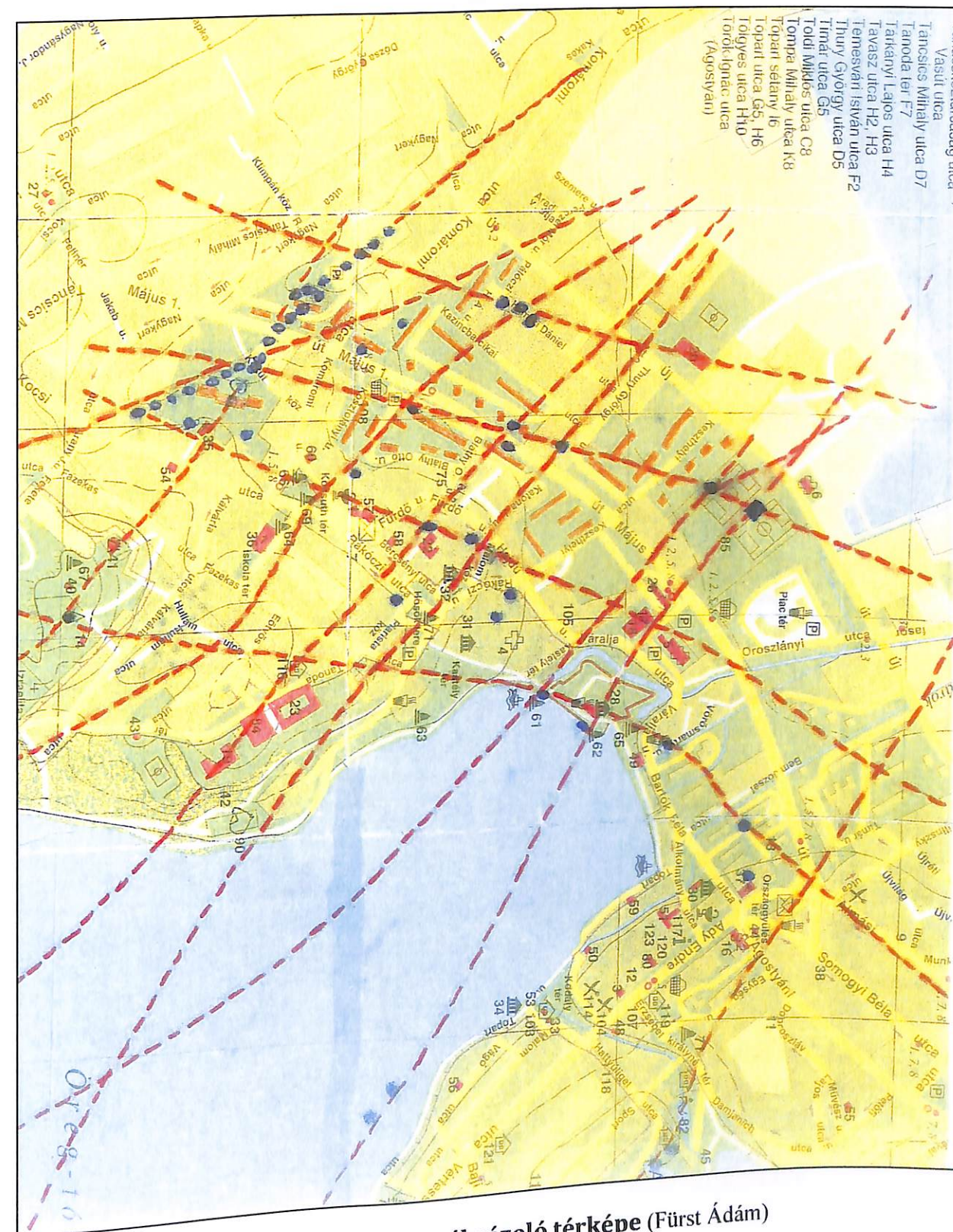
Tóth M. : *Mikor fakadnak újra a tatai források?* ,2002., *Vízügyi Közlemény*
LXXXIV.évfolyam ,2. sz. 194-213 o.

Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság: *A Duna-vízgyűjtő magyarországi része vízgyűjtő-gazdálkodási terv, 2010*

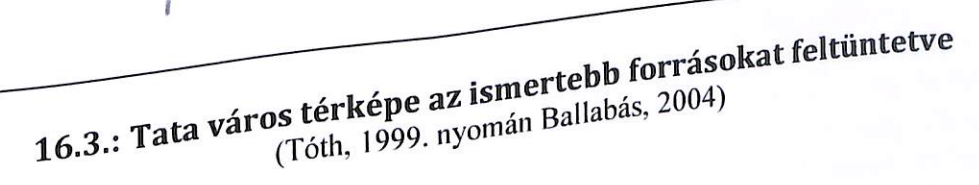
16.Melléklet

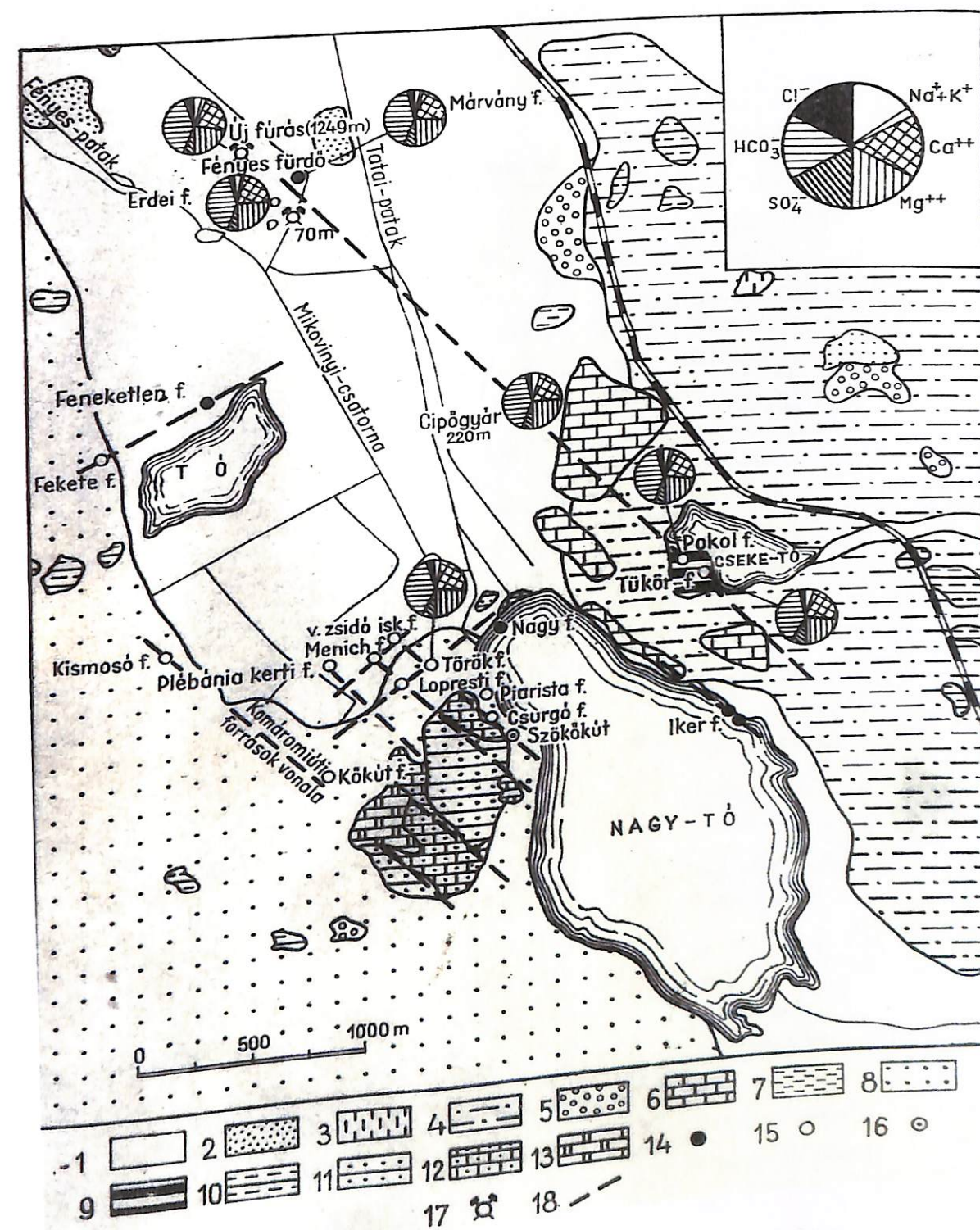


16.1. Tata térképe (www.map.hu)



16.2. Tata törésvonalakat ábrázoló térképe (Fürst Ádám)





16.4.:Tata és Tóváros vízföldtani térképvázlata

1. Öntésiszap, folyami homok, réti agyad (holocén), 2. futóhomok (óholocén), 3. Löss
 4. Futóhomok, 5. Folyami kavics, 6. Édesvízi mészkő (pleisztocén), 7. Kötött folyami
 homok (középleisztocén), 8. Kötött folyami homok (pannóniai), 9. Mésztufa(levantei),
 10. Agyag, márga, homokkő és homok (ópleisztocén), 11. Homokkő, homok, agyag(kréta),
 12. Mészkő(jura), 13. Mészkő(triász), 14. Forrás, 15. Elapadt forrás, 16. Szökőkút, 17.
 Fúrás, 18. Törés (MÁFI térképadatai alapján)

TATA ÉS TÓVÁROS

hidrogeológiai térképe.

Koch N. dr. és Liffa A. dr.
felvételei nyomán
készítette:

HORUSITZKY HENRIK
1919 – ben.

Mérték: 1:25,000

Hydrogeologische Karte
von

TATA UND TÓVÁROS

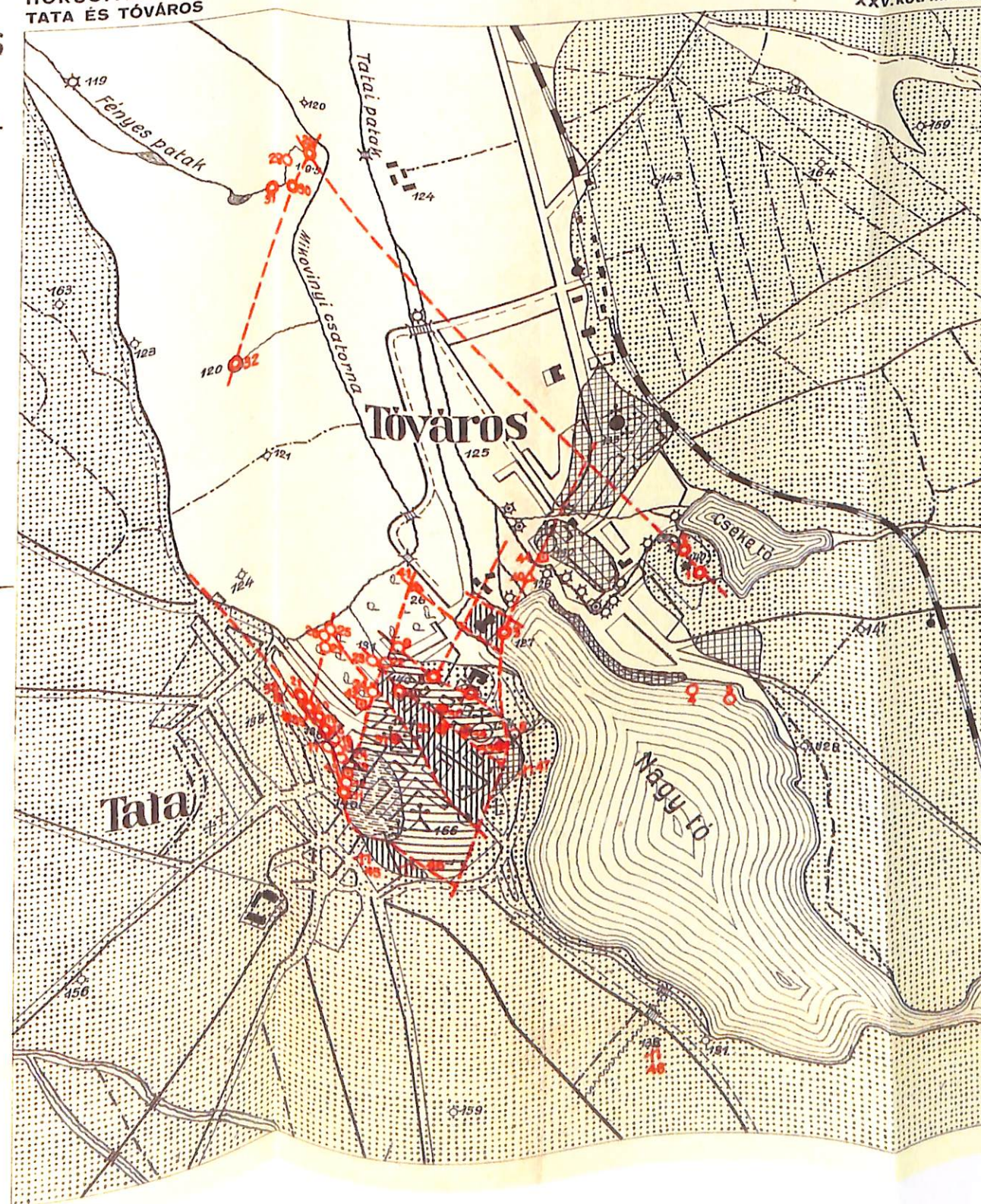
Nach Aufnahmen von
Dr. F. Koch und Dr. A. Liffa
entworfen von:

HEINRICH HORUSITZKY
i. J. 1919.

Massstab: 1:25,000.

HORUSITZKY H.:
TATA ÉS TÓVÁROS

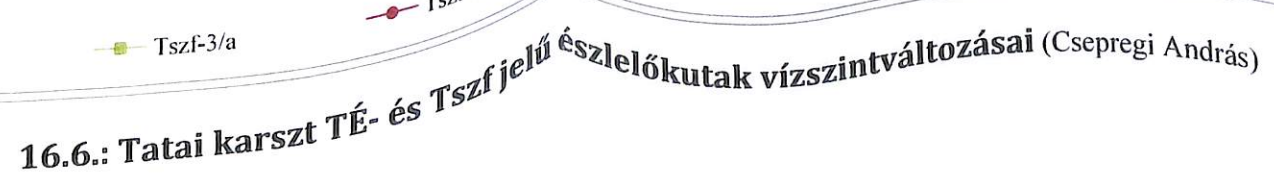
M. Kir. Földt. Int.
XXV. köt. III. tábla



- | | |
|--|--|
| | Holocén
Holozán |
| | Édesvízi mészkő
Süßwasserkalk |
| | Plio-és pleisztocén
takaró
Plio-und pleistozäne
Decke |
| | Kréta mészkő
Kreidekalk |
| | Júra mészkő
Jurakalk |
| | Triasz mészkő
Triaskalk |
| | Vízi malom
Wassermühle |
| | Ipartelep
Fabriksanlage |
| | Törésvonal
Bruchlinie |
| | Nagy hőforrás
Grosse Therme |
| | Kis hőforrás
Kleine Therme |
| | Kénés forrás
Schwefelquelle |
| | Kénés kút
Schwefelbrunnen |
| | Langyosvízű vésőt
kút
Gemeisselte Hemither-
me |
| | Langyosvízű ásott kút
Begrabene Hemitherme |
| | Hidegvízű forrás
Kalte Quelle |
| | Hidegvízű kút
Kalter Brunnen |

16.5.: Horusitzky Henrik 1919-es térképe a tatai forrásokról, és törésvonalakról

16.6.: Tatai karszt TÉ- és Tszf jelű észlelőkutak vízszintváltozásai (Csepregi András)

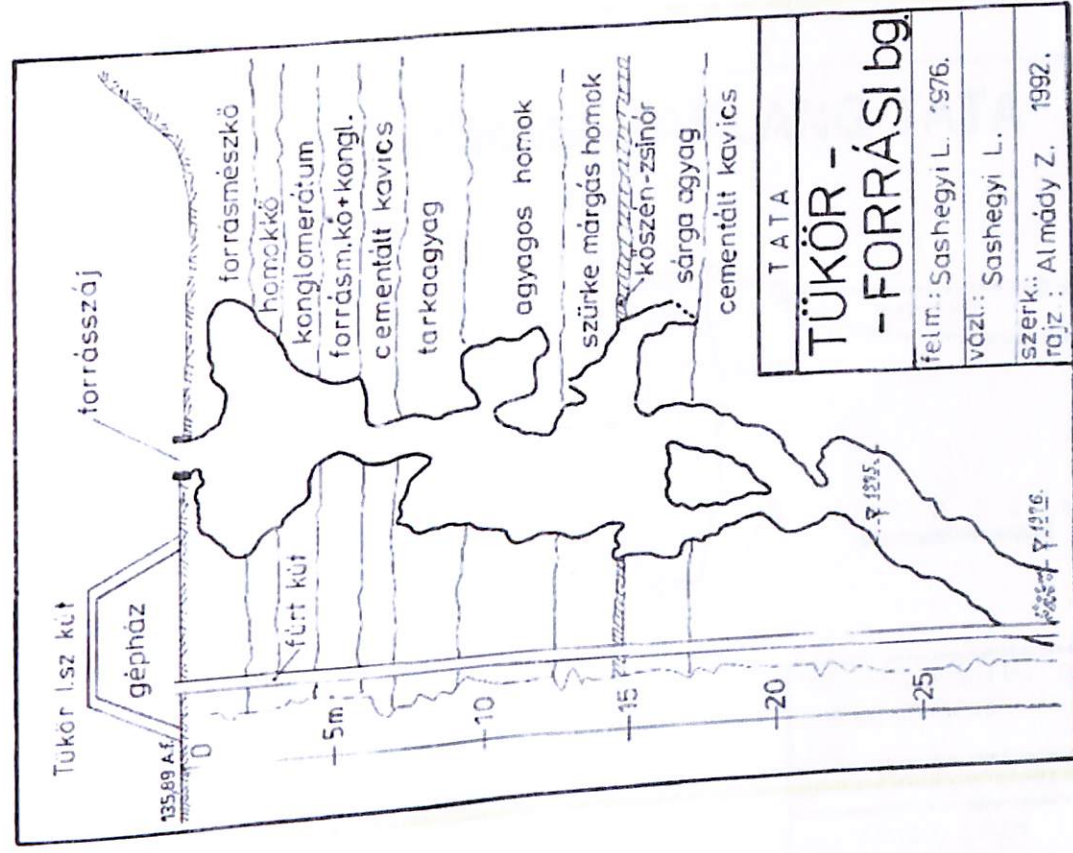




16.7. Fényes-fürdő helyszínrajza (Kerék, 2013)



16.8. Tükör-forrás vizaknája és a forrásbarlang vázlata
(rajz: Almády, 1992, fotó: saját készítés, 2014)



ANGYAL FORRÁSI-BARLANG TATA

FÜGGŐLEGES SZELVÉNY /A-A'/ 40° - 220°



befoglaló kőzet:
mészkrétésű kavics-konglomerátum

felm: Megalodus bg.csop Brautigam Géza 1992.
szerk: Brautigam Géza
rajz: Almády Zoltán



16.9.: Angyal-forrás barlangja és a barlang belsejében feltörő víz
(rajz: Almády 1992., fotó: saját készítésű, 2014)