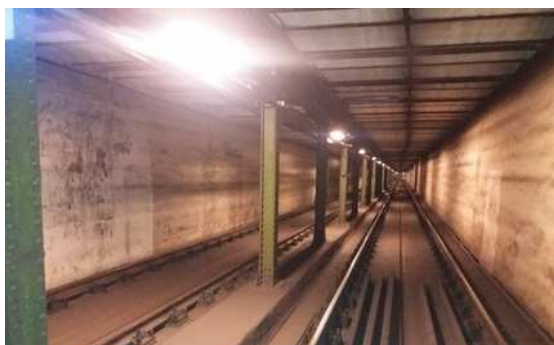


A Millenáris földalatti vasút északi szakaszán tervezett felújítási munkák környezeti hatásainak elemzése

I. kötet:

A Széchenyi-fürdő vízellátó rendszerére gyakorolt hatások vizsgálata, a kölcsönös védettség-biztosítása



Megrendelő:
Budapesti Közlekedési Központ

Fővállalkozó:
Nagy és Társai Bt.

Készítette:



Lorberer Árpád Ferenc

Geológus

A Budapesti Mérnöki Kamara Tagja

Vízügyi, Geotechnikai és Geotermikus tervező

Kamarai szám: 01-10689

E-mail: loare@t-online.hu

2018 ÁPRILIS 7.
javítva 2018 július 19-én

Tartalomjegyzék

I. Feladat bemutatása.....	3
II. Előzmények, történeti áttekintés és szakirodalmak.....	4
II.1. Felhasznált irodalmak és tervdokumentációk.....	4
II.2. A Városligeti-tó kialakulása és üzemeltetése.....	6
II.3. Széchenyi-fürdő kialakulása és üzemeltetése.....	9
II.4. A Földalatti vasút Városligeten történő átvezetésének a kialakulása.....	10
III. Vizsgált műtárgyak.....	12
III.1. Széchenyi-fürdő vízellátó rendszer.....	12
III.2. Földalatti északi szakaszának műszaki jellemzői.....	14
IV. Természeti környezet leírása.....	19
IV.1. Földtani jellemzők.....	19
IV.2. Talajvízszint és vízáramlás bemutatása.....	21
IV.3. Talajvízadó kémiai és hidraulikai jellemzői.....	24
V. A vonalszakasz-felújítás környezetvédelmi vonatkozásai.....	27
V.1. Általános környezetvédelmi előírások.....	27
V.2. Környezeti hatások tételes összegzése.....	28
V.3. Széchenyi-fürdő víztermelése, mint a Földalattit veszélyeztető tényező:.....	29
V.4. A városligeti fejlesztési tervek és a földalatti-felújítás kapcsolódó pontjai.....	29
VI. Összefoglalás.....	31

Mellékelt ábrák jegyzéke:

- I. A Városliget környékének átnézetes térképe a maximális talajvízszintek jelölésével
- II. A Széchenyi-fürdő hévíz-ellátásának és hidegvíz-ellátásának a térképe
- III. A földalatti vízföldtani keresztmetszete a fürdő hidegvíz-átvezetésénél
- IV. A földalattihoz legközelebb eső, 5-ös számú fürdő-talajvíz-kút vízszintjeinek alakulása

I. Feladat bemutatása

A fővárosi közlekedés nemcsak történelmi, de praktikus szempontból is igen lényeges eleme a Milleniumi Földalatti.

Hasonlóképpen meghatározó szerepet játszik a budapesti fürdőélet és a turizmus számára a Széchenyi-fürdő, amelynek a működése a földalatti-vonal közvetlen közelében működő összetett vízellátó rendszeren alapul.

Mindkét városi létesítmény esetében gyakorlatilag folyamatos üzemeltetésre van igény.

A Budapesti Közlekedési Központ 2017 évben döntött arról, hogy a földalatti északi, városligetet érintő szakaszának előkészíti az esedékes felújítását. Ennek első ütemeként a Hősök tere állomástól északra eső szakasz felújításának a tervezési feladatait indította el.

A pályázati kiírásban szereplő környezetvédelmi-vízügyi feltételeknek való megfelelés érdekében a pályamérnöki és gépészmérnöki tervezési feladatok mellett vízügyi, geotechnikai, és környezetvédelmi szaktudás is szükséges.

A tervezői ajánlati felhívás valamint a közös helyszíni bejáráson felvett jegyzőkönyv szerint:

1. A felújítást úgy kell megtervezni, hogy az ne veszélyeztethesse a Széchenyi-fürdő vízkészletét. Előírás szerint a tervezési munka során biztosítani kell, hogy felépítmény-váltás kivitelezése és a felújított pályaszakasz üzemeltetése során nem keletkezzen olyan rezgések, vagy egyéb talajviszony-változások, amelyek a Széchenyi-fürdő vízkészletének, a fürdőt tápláló kutak a megváltozását eredményezheti (beértve mind a minőséget és a mennyiséget). Az erről szóló nyilatkozat érdekében a tervező belátása szerint szükséges hidrológiai és geológiai vizsgálatokat kell végezzen, melyek költségét a tervezői díjnak tartalmaznia kell.
2. A tervező a műszaki leírás(ok) részeként környezetvédelmi fejezetet is át kell adjon (esetleg külön mellékelt környezetvédelmi tervet is készíthet)
3. A keresztező vagy átalakítandó közművek kiváltásának, vagy átalakításának a tervezése, és a tűzivíz-hálózat átalakítása nem része a tervezői feladatnak

A dokumentum célja tehát a Millenáris Földalatti felújítás-terv környezeti szakértői támogatása. Az anyagban a hidrológiai-műszaki szempontból meghatározó elemeket ismertetjük, bemutatva azok eredeti majd átalakult állapotát is, és elemezve a további változások hatásait.

A beruházóval való konzultáció során kiderült, hogy a Földalatti üzemelés során előfordult már a Széchenyi-fürdő termálvíz-vezetékének meghibásodásából eredő beázás, azaz havária esetén a fürdő-létesítmények is veszélyeztethetik az alagút használatát, nemcsak fordítva. A tervezési feladat részeként ezért a létesítmények közötti kölcsönös védettség biztosítására törekszünk.

A jobb összehasonlíthatóság, és optimalizált közös használat érdekében röviden kitérünk a ligetbe tervezett több közeli új létesítmény kapcsolódó környezeti hatásaira is.

A Városliget védettebb, közúti forgalom nélküli területén, azaz a tó és a Széchenyi-fürdő környezetében Millenáris Földalattitól eredő rezgés- és hanghatás a sétálók számára is jól érzékelhető. E hatás számszerű kimutatásáról és elemzéséről szól dokumentációnk különálló második kötete.

II. Előzmények, történeti áttekintés és szakirodalmak

II.1. Felhasznált irodalmak és tervdokumentációk

A területről igen bőséges szakirodalom áll rendelkezésre. A történeti kép- és forrásanyag döntő része a LIGET Budapest Zrt jóvoltából az interneten is hozzáférhető (lásd: <http://ligetbudapest.hu/dokumentumok>) Ezek egy része időközben átalakult, az aktuális helyzetről 2018-04-5-i személyes egyeztetés keretében tudunk tudakozódni.

Aujeszky G. & Sajgó Zs. (FTV) 1973: *A Széchenyi-fürdő hidegvíz-ellátása tekintettel a Milleniumi Földalatti vasút építésére – kiértékelő jelentés* kézirat, Lechner tudásközpont

Bezdán E, Ocskó S, Égerfai G (FTV Zrt.) 2014: *Városliget hidrogeológiai viszonyait bemutató szakvélemény* kézirat, Liget Zrt honlapján

Bezdán E, Ocskó S, Égerfai G (FTV Zrt.) 2014: *Bp. XIV kerület Városliget Vízbázis-védelmi Hatástanulmány Dózsa György út – Ajtósi Dürer sor – Hermina út – Kós Károly sétány – Hungária Krt. - MÁV ceglédi vasútvonal területekre* kézirat, Liget Zrt honlapján

Bezdán E, Ocskó S, Reisinger K, Égerfai G (FTV Zrt.) 2014: *Bp. XIV kerület Városliget Vízbázis-védelmi Hatástanulmány Dózsa György út – Ajtósi Dürer sor – Hermina út – Kós Károly sétány – Hungária Krt. - MÁV ceglédi vasútvonal területekre - kiterjesztés a Biodóm és Parkolóház épületekre* kézirat, Liget Zrt honlapja

Borókay F – Végbíró Gy (1956): *A Városligeti-tó múltja és jelenlegi rendezése* Mélyépítési szemle 1956, VI. évf.

Budapest Közlekedési Központ: *Az M1 metró korszerűsítése és meghosszabbítása* BKK nyílt dokumentum, lásd <http://www.bkk.hu/fejleszteseink/m1/>

FTI (1980): *Széchenyi termálvíz-távvezeték felmérési térképe* M=1:1000 kézirat BgyH Zrt.

Földvári A. (1933) *A tervezett városligeti új artézi kút előkészítő fúrásai* Földtani Közlöny 62. kötet

Horusitzky H. (1924): *Részlet Budapest székesfőváros Duna-balparti területe földtani, talajtani és vízi viszonyainak ismeretéhez.* MÁFI alkalmi kiadvány

Horusitzky H. (1934): *Budapest Duna-balparti részének (Pestnek) a hidrogeológiája* Hidrológiai Közlöny alkalmi kiadványa

Nemzeti Közlekedési Hatóság: *MILLFAV és METRÓ A1 Alagútfenntartási utasítás és műszaki adatok, technológiai előírások* kézirat, BKV

Karácsonyi S. - Horváth L. - Sidó B (FTI Mérnökgeológia) 1964: *Széchenyi gyógyfürdő hidegvíz-ellátása - vízfeltárási, vízbeszerzési szakvélemény* kézirat, Lechner tudásközpont

Karácsony Gy. & Rossmann F. (1972): *A milleniumi földalatti meghosszabbítása* mélyépítés-tudományi szemle XXII évf. 12. szám

- Kisdiné, Raincsákné, Szabóné (1983): *Budapest területének építésföldtani térképe* MÁFI térképsorozat M=1:40.000
- Keszeyné Say E. (2011): *Műtárggyal befolyásolt talajvízáramlás hidrodinamikai modellezése* Doktori PhD értekezés Szent István Egyetem Műszaki Tudományi Iskola
- Kovács B - Kucsora S (Hasle Kft) 2015: *Széchenyi gyógyfürdő és uszoda gépészeti korszerűsítése – vízkutak helyszínrajza és vízvezeték-felújítás hosszmetrete* kézirat BgyH Zrt.
- Kovács É. et al. (Főmterv) 2015: *Döntés-előkészítő megvalósíthatósági tanulmány M1 Milleniumi Földalatti Vasút korszerűsítésére és meghosszabbítására* nyilvános kézirat BKK
- Kőrös Konzult Kft (2014): *Liget Budapest - Energetikai koncepció* kézirat, Liget Zrt honlapján
- Kucsora S. (Hasle Kft) 2015: *Széchenyi gyógyfürdő és uszoda gépészeti korszerűsítése – I-es számú termálvízvezeték cseréje – átadási dokumentáció* kézirat BgyH Zrt.
- Lorberer Á. F. (2016): *Fővárosi településgeológia – Pest belvárosi mélygarázsok hatásvizsgálata* Mérnökgeológia-Közetmechanika könyvsorozat 2016
- Lorberer Á. F (2012): *A Garay téri piachoz tervezett mélygarázs előzetes hidrogeológiai hatástanulmánya* kéziratok, kézirat, Vásárhelyi és társa Kft.
- Magyar Földtani és Geofizikai Intézet, Térinformatikai Osztály (2007): *Budapest Építés-alkalmasság térképe M=1:40.000* webes térképi adatbázis
- Ocskó S & Szilágyi G et al. (FTV Zrt.) 2014: *Budapest Városliget Múzeumi negyed – Beépítési koncepcióhoz figyelembe veendő, környezetvédelmi szempontokat összegző előzetes tanulmány* kézirat, Liget Zrt honlapján
- Radványi L & Vásárhelyi B(2015) *Hidrogeológiai szakvélemény a Városliget körút II. sz alatti Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum munkatér-lehatárolásához* kézirat, Vásárhelyi és Társa Kft.
- Rétháti László (1974): *Talajvíz a mélyépítésben* kézikönyv, Akadémiai Kiadó
- Scheuer Gy, Szentirmai L, Petz L, (FTV) 1988: *Budapest Építéshidrológiai Atlasza* M=1:50.000 FTV alkalmi kiadványa
- Szécsi Zs, Ombódi I, Reneczki R, Fatsar K (2016): *Kerttörténeti tudományos dokumentáció* kézirat, Liget Zrt honlapján
- Paál Tamás (2010): *A Hősök tere – Felvonulás téri mélygarázsok mérnökgeológiai és hidrogeológiai viszonyainak előzetes vizsgálata* Mérnökgeológia-Közetmechanika konferencia 2010 p. 149-156
- Pécsi M, Marosi E, Szilárd J. (1958): *Budapest természeti képe* kézikönyv, Akadémiai Kiadó
- Zalai T. et al (Belemintes Kft) 2015: *A budapesti Városliget élővilág-védelmi felmérése* kézirat, Liget Zrt honlapján
- Zsigmondy V. (1879): *A városligeti artézi kút Budapesten*, Földtani Közlöny, 3-4 szám.

II.2. A Városligeti-tó kialakulása és üzemeltetése

A Városliget 1700-as évekig, illetőleg a Földalatti 1896-ig visszanyúló története önmagában is indokolja a történeti előzmények ismertetését. A terület kialakulásáról rendelkezésre álló adatok időrendi összesítését Szécsi *et al*, és Ocsó *et al* tanulmánya közli részletesen.

Ez esetben az intenzív környezeti átalakulás egyes lépései elég jól rekonstruálhatóak, azaz a potenciális jövőbeni környezeti hatások összevethetőek, keretbe helyezhetőek a városi területhasználat előtti alapállapottal történő összevetés révén.

Feladatunk szempontjából a legfontosabb kérdés a helyi mocsár és tó vízforgalma, vízlevezetésének fokozatos átalakulása, amely a térképek és földtani adatok alapján nagyjából rekonstruálható, bár régebbi magassági és hozam adatok híján a változások számszerűsítésére nemigen van mód.

Az 1755 évi várostérképen még mocsaras, homokos pusztaságként tüntették fel a Pest város határába eső területet, míg a 1799 évi térképen már látható a fásítási munkák eredménye is. E korai térképek -igen bizonytalanul - arra utalnak, hogy a mocsaras területnek dél felé lehetett több kisebb, sekély vízmosás-jellegű lefolyása, és a területen részben áthaladtak, részben felfakadtak vizek. Ez részben ellentmond Horusitzky H. ösvízrajzi rekonstrukciós térképének, ő a KÉK felől beérkező Ős-Rákos patak átfolyását tételezte fel, részben nyugati, részben a körúthoz igazodó lefolyással, és egy nagyobb ÉNy-i vízfelülettel.

1. ábra: A városliget 1810 évi lokális és 1830 évi átnézetes térképe



Az 1810-es évből fennmaradt térképek (kiemelten Dégen Jakab városi mérnök műve) már a Dunához kivezető, NyÉNy felé haladó egyenes mesterséges csatornát jelez egyetlen, egyértelmű, szabályozott lefolyásként, és megadja a tó két szigetének is a körvonalát, amely hosszú ideig változatlan maradt.

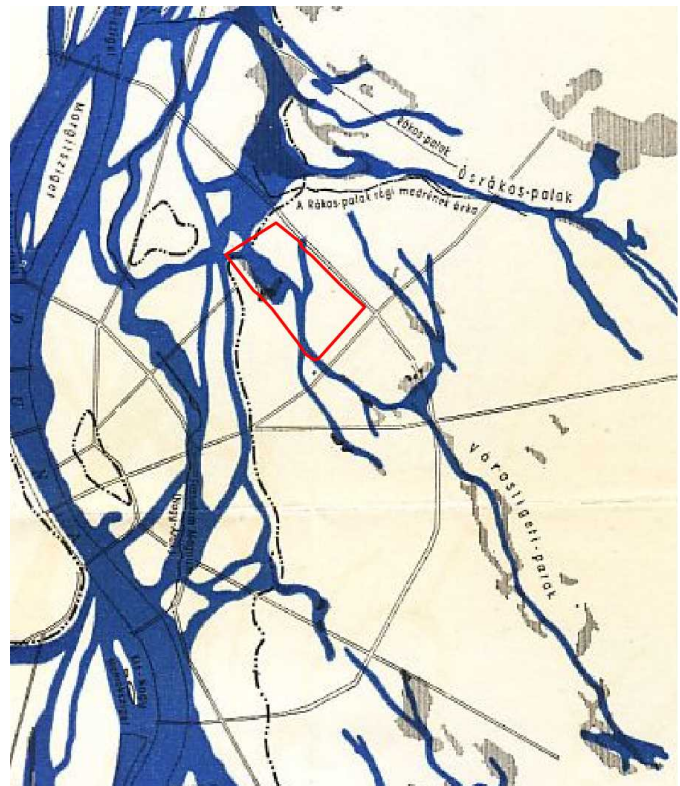
Egyértelmű tény, hogy a Városligeti tó természetes képződmény volt, és a jelenleginél jóval nagyobb területet fedett le. A környező sekély-fúrásokban nagy területen feltárható tőzegréteg hosszabb idejű mocsaras területet jelez (Paál T. és mások alapján).

A Városligeti-tó önálló felszíni lefolyása új, észak felé kitérő, az ekkor alapított Állatkerten áthaladó rendezett mederben került kialakításra az 1800-as évek közepétől. Ez a nyomvonal sokáig megmaradt a beérkező többvágányú vasútvonal 1860-as évektől kezdődő építése után is (a jelek szerint felszínközeli alagúttal hidalták át a patakat, amely folyamatosan működhetett).

Kb. 1830-ra tölthették fel a mocsaras zóna legnagyobb részét, és kialakult egy elkülönülő tómeder. A tavat legalább egy elkülönülő, a Városliget keleti felében fakadó forrás is táplálta, tehát saját kis vízgyűjtője volt. Ez a korlátozott területű saját vízgyűjtő alighanem a mesterséges erdősítés és kertépítés kapcsán keletkezett, amiatt, hogy a Városligettől közvetlenül északra eső kertes zóna is feltöltésre kerülhetett, és így a korábban esetleg itt áthaladó vízmosások megszűntek. A távolabb északra eső felszíni vizeknek és csapadékvizek korábbi helyi összekapcsolódása emiatt megszűnt.

Az 1800-as évek első felében a keletről befolyó mellékágon később egy kisebb külön tavat mélyítettek le, illetőleg a forrását jelentősen meg is hosszabbították, egészen Kőbányaig elnyúló befolyóárokkaal kapcsolták össze, így az átmenő vízforgalom egy időre újra megnőhetett. Ez a hatás azonban pár évtized után már nem volt érezhető, a század végére az átmenő friss vízforgalommal szemben ismét a mocsarasabb lett a tómeder (legalábbis már nem felelt meg a pestiek növekvő elvárásainak).

Ezt a Kőbányaig húzódó, nagyjából természetes, de az medrek között két vagy három szakaszban szakaszokban valószínűleg mesterséges árkolással összekötött patakot jelöli a térképén Városligeti-patak-ként Horusitzky Henrik ősvízrajzi rekonstrukciós térképe.



2. ábra: Budapest ősvízrajzi képe a XIX.-ik. századi szabályozásig Horusitzky szerint

Jelkules: Kék = holocén medrek, Szürke = mocsarak,

Szaggatott vonal = holocén-pleisztocén határ; egykori partvonal

A több ütemben 200 éven keresztül végzett mesterséges erdősítés a talaj vízháztartását is átalakította, a növényzet talajvíz-felszívása (evapotranspiráció) többszörösére nőhetett. A fennmaradt botanikai adatok arra utalnak, hogy a fásítás is igazodott a csökkenő talajvízszinthez pl. a csökkent a szomorúfűz gyakorisága. 1870-es évektől Fusch Emil főkertész már dokumentálta is az általa végzett tudatos talajjavítást, megállapítva hogy az eredeti „gyenge homoktalaj” már igen viaszosult a Városligetben.

A kertészet ugyanakkor öntözte is a kertet, ennek érdekében jelentősen támogatta a 1870-es évektől kiépülő vízvezetékrendszer kialakítását is. Míg a század elején még csak a Ligetből volt kifolyás a Duna felé, 1882-től a kiépült vízvezetéken Duna-vízzel öntözték a kiültetett növényeket.

Az 1896-os világkiállításra való készülés jegyében azonban az akkor még mindig 72.000 m² területű „posványos víz” helyébe mesterséges vízpótlást hoztak létre a Rákospatakából a Szőnyi úttól.

Ugyanakkor megszüntették a tó nyugati, nagyobbik szigetét, amely a mai Széchenyi-fürdő egy részét, és az előtte levő játszótéri részt teljes egészében magába foglalta. Több helyen kimélyítették a tavat, erősen lesabályozták a tó elfolyását, és a medret fehér kavicsal borították be. Több részletben feltöltötték a kelet felől beérkező kis patak vonalát is (Egy darabig még külön hosszúkás tó látszik arra, majd az is megszűnt).

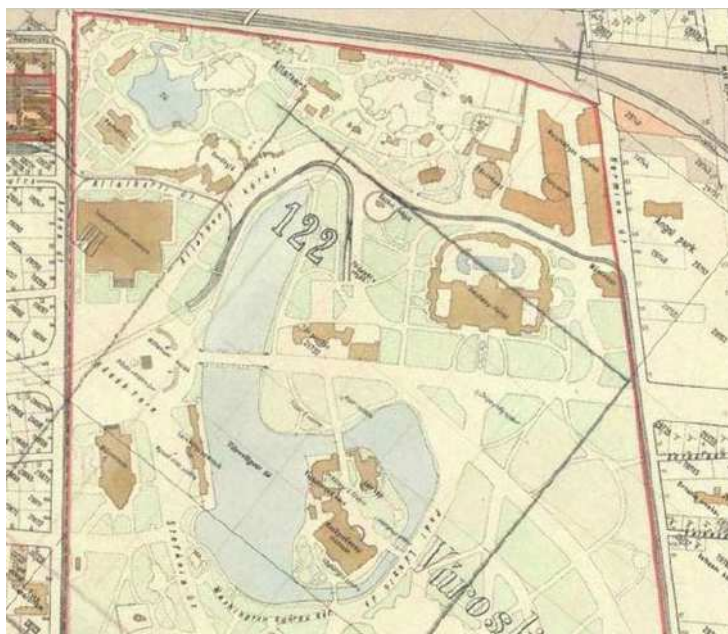
A tó nyugati kifolyása útban volt a Földalatti felszínen vezetett végállomásának, így fokozatosan a vízvezető csatornarendszer részévé alakult, felszíni alakzatként megszűnt.

A világkiállítás alakításai a XX. század elejére véglegesedett, akkora szűnt meg a Városligeti tó természetközeli vízgyűjtő-elemként funkcionálni, és vált a mesterséges környezet részévé.

A folyamatnak ez a lezárása már jelentős mértékben összefügg a Széchenyi-fürdő létesítésével és üzemeltetésével is – már ekkor létesült külön sekély hideg vizű kút is a tó közelében az új fürdő ellátására és a legfőbb igény a fürdő elhasznált termálvizének higiénikus, esztétikus elvezetése volt.

A tó vízminősége átalakult, mesterséges fenntartású és vízvezetésű városi hidrológiai elemmé vált. A keleti oldal övcsatornája kifejezetten a Korcsolyázó Egylet hó-utánpótlásának a tárolása érdekében lett kialakítva, több ütemben lebetonozva, elsősorban az 1911-ben megépült műjégpálya műszaki igényeinek a megfelelően került kialakításra.

3. ábra: Városligeti térképrészlet 1937-ből



A mesterséges tó kiépített vízpótlását csak 1941-ben kellett felújítani, innentől már már elektromos szivattyúzással érkezett nyaranta kb. 6000 m³/nap friss víz, amivel a tó vize kb. tíznaponként cserélődött le. A nyolcvanas évektől kezdődően a Vajdahunyad-várát körülvevő tószakasz és a nyugati szakasz fenntartása egyre inkább elvált, ahogy az év egyre nagyobb részében hagyták szárazon a köztes térséget. A Rákospatakából történő vízpótlással szemben megnőtt az aránya a fürdőből elfolyó víznek amely önállóan látta el a tó földalattitól nyugatra eső kisebb részét.

II.3. Széchenyi-fürdő kialakulása és üzemeltetése

A terület másik meghatározó vízföldtani eleme a Széchenyi-fürdő vízkivétele.

A Városligetben korábban is üzemelt más szolgáltatások mellett fürdőház is, amely saját (ásott) kútból vette a vizét, a stabil fürdőturizmus azonban a hévíz-feltáráshoz kötődik.

Zsigmondy Vilmos, a kor neves bányamérnöke a Harkányi és Margit-szigeti sikeres projektjei után felvetette, hogy a Városligetben nagy eséllyel megvalósítható egy mély artézi kút (termáلكút). Az elképzelést Pest város közgyűlése 1868. március 4-én elfogadta. A kút a későbbi Hősök terén létesült, (az ismeretlen katona emlékművénel) és ma is üzemel. A kút fúrása 1868 novemberében kezdődött el és 1878 januárjában fejeződött be, a vártnál jóval hosszabb ideig tartott ám jóval melegebb gyógyhatású vizet tárt fel. A kút szabad elfolyását (a csövezés felső részének megfelelő szigetelését, és a víznek a Városligeti-tóba történő levezetését) csak 1882-re sikerült megoldani. A kút fenyőfa béléscsővezéssel üzemel ma szabad túlfolyású tartalékkútként.

A Városligeti-tó egyik szigetén 1880-tól ideiglenes termáلفürdőt nyitottak Artézi fürdő néven, amelyet 885-ben és 1894-ben is bővíteni kellett. A növekvő igényekre válaszul új stabil kő fürdő-épület építését kezdték el 1909-ben Czigler Győző tervei alapján. A fürdőt 1913. június 13-án nyitották meg, már Széchenyi gyógyfürdő néven. A fürdőépület ellátására korán valószínűleg már 1919-ben fúrtak sekély hidegvízű kutat is, bár üzemelési adat csak 1928-tól kezdődően található meg.

Az 1885-ös iparkiallítás alkalmával az I-es termáلكút fölé ideiglenes gloriett és szökőkút épült. Az 1896-os Világkiállításra már eltérő kútházat építettek, illetve áthelyezték a kapcsolódó szökőkutat. A Hősök tere ekkori virágágyásos kialakításához a hévízkút is illett. Az 1938-as Eucharisztikus világkongresszus alkalmával alakították ki a tér teljes köburkolását, elfedve és aknába helyezve a hévízkút kútfejét. Ekkor építették át a Városliget-I termáلكutat felszín alatti rejtett aknás kialakításúvá, kialakítva távolabb a tó mellett egy nagyobb szabályozásra alkalmas gépészeti aknát.

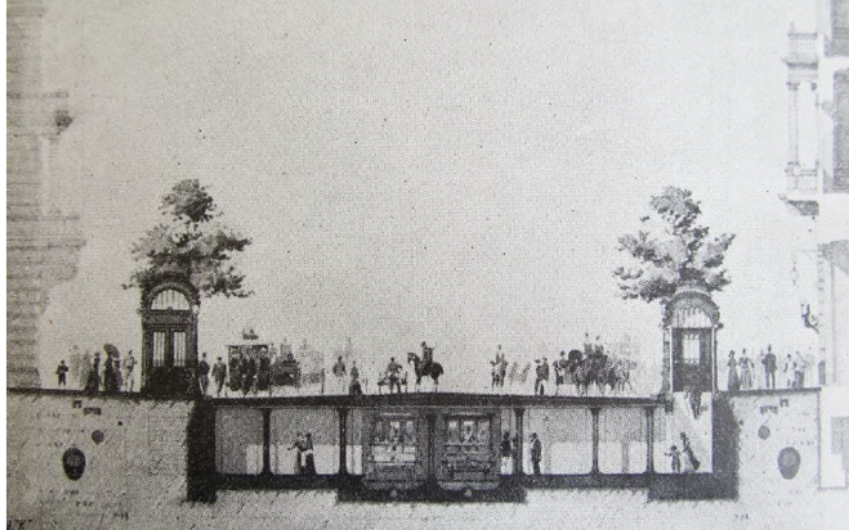
A Széchenyi-fürdő biztonságosabb és korszerűbb ellátása érdekében előbb a Városliget egész tágabb környékére kiterjedő, részletesen feldogozott fúrásos előkutatás történt 1932-ben Földvári Aladár vezetésével. A Városliget-II mélyfúrás végül csak 1936 és 1938 között készült el Pávai Vajna Ferenc tervei alapján a fürdő északi oldalán a mai forrásház közelében. A hévíz-termelés döntő részét ez a ma is korszerű kialakítású kút látja el azóta is. A Széchenyi-fürdő sekély talajvízkútjainak a száma 1973-ban 9 darab volt, összesen 4500 m³/nap vízigénnyel.

A talajvizek szempontjából még megemlíthető lényeges késői természetalkítás 1951-ben a Felvonulástér teljes aszfaltburkolása, a Szánkó-domb mesterséges kialakítása (1983). A Főkert az 1980-as évek végétől két saját talajvíz-termelő öntözőkutat kezdett üzemeltetni a nyári időszakban, de ezek a Liget keleti felére esnek, a földalatti környezetét nem befolyásolják érdemben.

II.4. A Földalatti vasút Városligeten történő átvezetésének a kialakulása

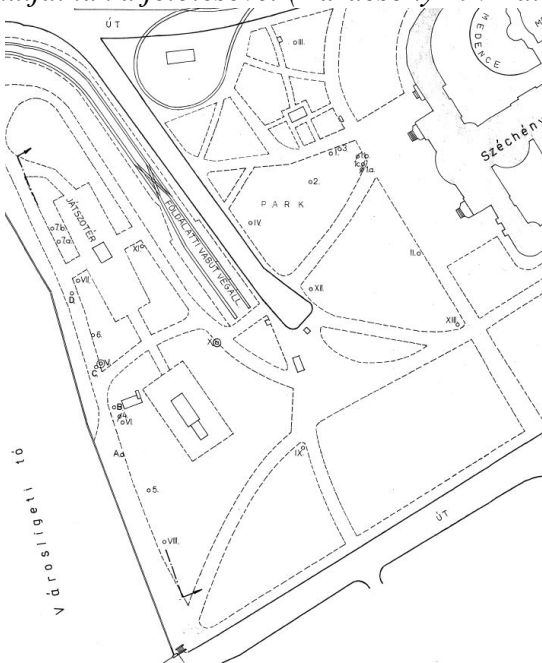
A Földalatti vasút 1894 augusztusa és 1896 márciusa között épült meg a *Siemens és Halske* cég tervei alapján, eredetileg csak a Hősök teréig haladó vonalvezetéssel. A budapesti Millenniumi Földalatti Vasút a világ első villamos hajtású, egyben a kontinens első földalatti vasútként 1896 május 2-án került a nagyközönség használatába, és nagyobb fennakadások nélkül szolgál ma is.

4. ábra: Földalatti vasút keresztmetszete egykori grafikán



1973-ig a vonal hossza 3700 méter volt, 9 földalatti és 2 felszíni megállóval. A vonal nagy része közvetlenül a felszín alatt haladó kéregvasút, amely északon a mai Hősök tere mellett emelkedett fel a felszínre, és a Városligeti-tó mellett elhaladva a Széchenyi-fürdő mellett volt a végállomása. A korábbi ívelt vonalvezetés mentén a Hősök tere után a felszínen Állatkert, Vidámpark és Széchenyi-fürdő nevű megállók üzemeltek, illetőleg a Dózsa György útnál, a MÁV-kórház mellett volt külön fedett felszíni kocsiszín is a járművek részére (3. és 5. ábrák)

5. ábra: Térkép a Földalatti vasút korábbi végállomásáról a fürdő kútjainak a jelölésével (Karácsony 1972 alapján)



A Földalatti vasút vonalának a Mexikói-útig történő meghosszabbítására 1972-73 években került sor, több tervváltozat vizsgálata és alapos tervezői előkészítés során. A teljes felszín alatti rész tervezését a Fömlterv végezte (Karácsonyi et al), a Széchenyi-fürdőt érintő hatások vizsgálatába az FTV mérnökei is bevonták (Aujeszký & Sajgó).

Az előtanulmányok 1970-71-ben készültek, majd 1973-ban tervezői művezetés, és új telepítésű figyelőkutak vízszint-észlelése mellett került sor a Városligeti-tó alatti munkagödör-víztelenítésre, amelynek a folyamatát pontosan dokumentálták, így az ma is rekonstruálható, és hasonló munkagödör-kialakítási munkák esetén nemcsak referenciaként, de vízáramlási modell-kalibrálásra is használható.

A munkagödörben történő mély vízszintű termelés mellett a fürdő (kisebb karbantartási szünetekkel) folyamatosan tudott üzemelni, majd miután 1974-ben a szomszédos területől kiköltözött a BKV, a kutak elérése is egyszerűsödött. A korábbi földalatti-végállomás helyén a ma is meglévő elemek (játszótér és kisméretű focipálya) került kialakításra.

A Városligeten áthaladó 10 méter széles munkagödörben elkészülő 8 m széles nyomvonal mentén összesen 88 darab fa volt. A kisebbek áttelepítették, a nagyobb fákat a FÖMTERV „gyökér-földlabdás módszerrel az alagút tengelyétől 20 m-re húzta”.

A földalatti új átvezetése a Széchenyi-fürdő sekély kutakból történő hidegvíz-kivételét hasonlóképpen befolyásolta – a vonalvezetés miatt megszüntetésre került három nagyobb és három kisebb ideiglenes kút, és ezek helyett 3 új aknakút létesült a fürdő részére. A földalatti-létesítéskor a víztelenítés távolhatásának mérésére létesített figyelőkutak sorsa bizonytalan, feltehetőleg eltömedékeltek őket.

Az új északi pályaszakasz geometriája és ürszelvénye jelentősen különbözik a régebbi vonalszakaszoktól. A földalatti meghosszabbításával egy időben felújították a földalatti korábbi vonalát is „a Hősök terei diszkövezés alatti kb. 150 méter hosszú szakasz kivételével. Ekkor alakult át a járműforgalom a mai jobbos közlekedési rendszerre.

A földalatti vonalán többször történt kisebb átalakítás és felújítás. 1988-ban a vonal középső részén történt nagyobb szabású belső szigetelési és földmegerősítésre sor. Ezt követően nagyszabású felújítási munka 1995-ben történt, amikor is a száz éves alagút földmegerősítésének erősítését, illetve a teljes felső szigetelés újbóli elkészítését is elvégezték az Andrássy-út felújításával egyidejűleg, valamint a Széchenyi-fürdő és a Hősök-tere állomás belső szerkezetét is megújították. Az 1995-ös felújítási tervek jelentős része a Lechner-tudásközpontban is archiválásra került.

Budapest főváros 1974 évi vonatkozó határozata szerint a Földalatti (és a HÉV) vonala mentén nincs szükség külön vasúti védőzóna kijelölésére. Ennek megfelelően a Széchenyi közeli sekély kútjainak melléfúrásos felújításakor nem kellett a Közlekedési Vállalat engedélyét is beszereznie.

III. Vizsgált műtárgyak

III.1. Széchenyi-fürdő vízellátó rendszer

A Széchenyi-fürdő helyben termelt hévízzel és hideg vízzel működik.

A termálvíz közvetlenül alkalmas fürdésre és gyógyterápia, ezzel szemben a helyi hideg víz vízminőség-védelme ebben a beépített városi környezetben nehezen biztosítható.

A két eltérő vízminőség keverése is nehézkes, sókiválást okozhat.

Emiatt a hidegvíz-termelés ipari víz jelleggel történik, hűtővízként kerül felhasználásra, és a hideg víz segítségével adott fokra hűthető gyógyvíz-minőségű hévíz szolgál a vendégek ellátására.

A fő hévíz-kitermelés a fürdő mellett üzemelő 2-es kútból történik, több párhuzamos, szabályozható, kiszellőzésre is alkalmas aknán keresztül ellátható akár közvetlenül a gépház, akár a fürdő előtti 500 m³-es hévíz-tároló medence. E rendszer elemei a földalattal kb. párhuzamosan települnek, a vonal tengelyétől való távolságuk kb. 40. méter (mellékelt II. ábra).

A Városliget-1 kúttól kiinduló termelővezeték a Hősök tere alatt ÉNy felé halad a tó oldalában kialakított gépészeti aknáig. Innen a tó hídjánál, és a Kós Károly sétány északi sétaútja alatt halad tovább északkelet felé, majd ferdén átvágva a Földalatti felett jut el a Széchenyi-fürdőhöz, az oldalsó bejárata melletti becsatlakozással. Míg az újabb 2-es kút jellemző szivattyúzott termelése 3000-5500 m³/nap, az 1-es kút csak túlfolyó termeléssel üzemel 0-30 m³/nap jellemző hozammal.

A Városligetben feltárt hévíz direkt, vagy másodlagos hasznosítása több környező létesítménynél felmerült. A hetvenes években egy ideig a Városliget sarkán levő aknacsatlakozásról lajtos kocsival is szállítottak naponta termálvizet más fővárosi létesítmény kiegészítő ellátására. Észak felé a Szőnyi úti kertészet illetve BVSC sportlétesítmény felé építettek ki hévíz-vezeték, egy másik vonal pedig a Hermina út mentén haladt kelet felé a korábbi MSZMP-pártház ellátására. Egyik rendszer se üzemelt hosszú ideig, a kilencvenes évek óta a hőtáv-vezetékek használata is megszűnt.

A Városliget-2 kúttól ÉK felé induló kiágazó vezeték-rendszernek jelenleg csak a kiinduló szakaszát tartja fenn a BgyH Zrt.. A kiépített hőtáv-vezeték jelenleg vakon elvégződik a Millenáris Földalatti vonalának illetőleg a M3 lehajtó – Hermina és Kós Károly utcai keresztezések utáni első szabályozó/lezáró aknánál. A földalatti vonalát keresztező régi csőszakasz egy alkalommal kb. 2014-ben rövid ideig meghibásodott, a vonat-alagútban beázást okozva, ekkor a keresztező szakasznál csőcserét hajtottak végre.

A Széchenyi-fürdő elhasznált, de még meleg vizének egy kisebb része a Városligeti-tóba engedik ki nagyobb része viszont a közeli kórházba és Állatkertbe kerül átvezetésre, ahol másodlagos fűtési ill. használati melegvíz-célú hőleadás történik. Ezt követően a lehűlt termálvíz kiépített csatornarendszeren át végeredményben a Dunába kerül kiengedésre.

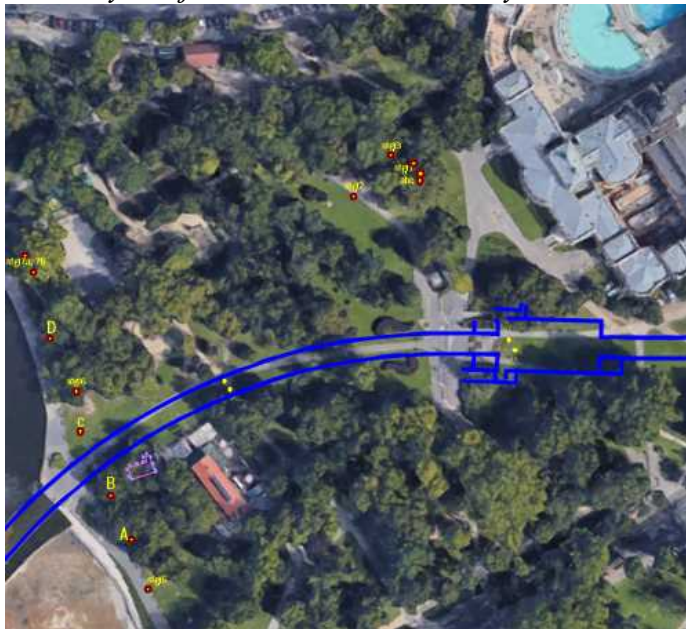
A hidegvíz-termelés sekély talajvíz-kutakból történik, a vastag és nagy kapacitású felszínközeli vízádo rétegből. A kutak többsége a tóval párhuzamos vonalban helyezkedik el (noha a betonozott mesterséges tóból érdemi víz-utánpótlás nincsen). A legtávolabbi a földalattitól délre eső kutak egy

közös 50 m³-es tárolómedencére termelnek, amely szükség esetén leereszthető mind a tó, mind pedig a csatornarendszer irányába.

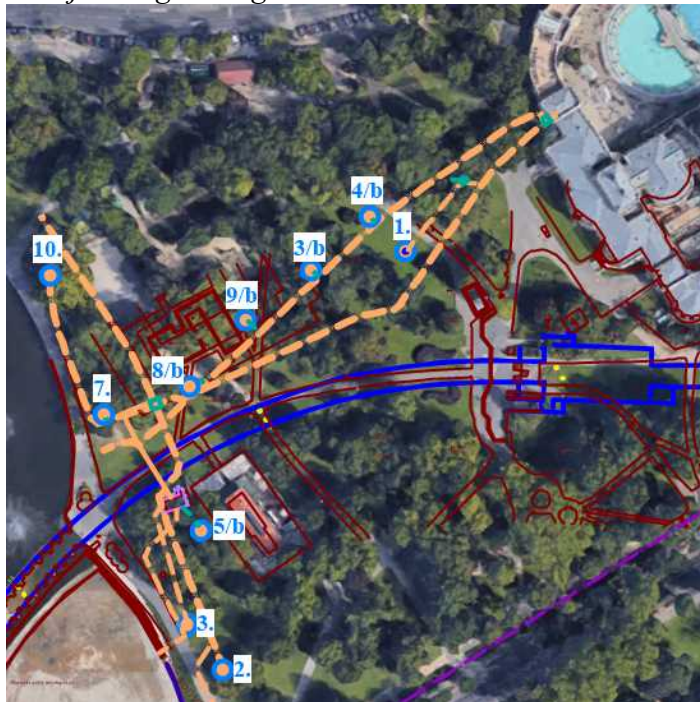
A hidegvizes kutak és kútaknak – a termálvizes rendszertől eltérően - a felszínen jól láthatóak.

A kutak száma nagyjából állandó, de helyük több alkalommal változott. Az összes engedélyezett vízkivétel korábban 4500 m³/nap volt, amelyet az 1990-es évektől lecsökkentettek 4000 m³/nap értékre.

6. ábra: sekély talajvíz-kitermelő kutak elhelyezkedése 1972-ben



7. ábra: jelenlegi hidegvíz-termelő kutak és termelővezetékek



A Széchenyi-fürdő gépészeti rendszerének teljes felújítását 2015-2016 évben végezte el a Kalotherm Zrt. A munka keretében a víztermelő rendszer is megújult

- Több hidegvizes kút felújításra került, melléfűrésos felújítási módszerrel, köztük a Földalatti vonalához legközelebb eső víztermelések
- A termálkutaktól beérkező termelőcső új szigetelést kialakítás kapott
- A használaton kívüli vezeték-ágak hatékonyabb lezárását biztosították
- Az Állatkert nagyobb hévíz-igényének biztosítására három új hévíz-vezeték is létesült, (mindegyik a Földalattival ellentétes irányba halad)

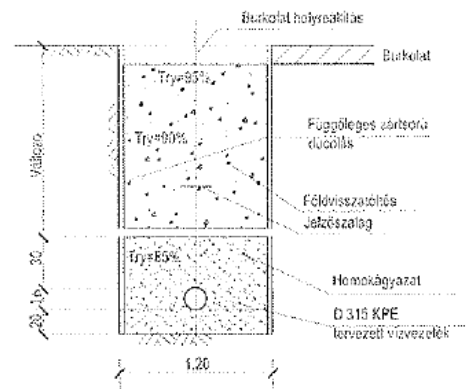
A felújított hévíz-vezeték REHAU német gyártmányú haszoncsőből és INSULOPLEX finn szigetelőhabbal ill. BOREALIS finn gyártású köppenycsőben került kialakításra 2016-ban. A beépített termékek minőség-biztosítással rendelkeznek. A Hősök terétől a Kós Károly sétány mentén végighaladó, majd az oldalbejáratnál a Földalatti vonalát ferdén keresztező termálvíz-vezeték jellemző vízhozama az utóbbi években 0 m³/nap, korábban 30-60 m³/nap volt. A maximális hozam 360 m³/nap volt 1991-ben.

8. ábra: Felújított vízvezeték-rendszer telepítési metszetrajza (Hasle Kft. anyaga szerint)

A Földalattit keresztező 2015-ben felújított hidegvíz-vezeték a déli 50 m³-es tárolót köti össze a Földalattitól északra eső szabályozóaknával. A két végponti elem talpszintje 105,45 ill. 105,55 mBf.

315 mm átmérőjű, PE 100 SDR 17 típusú csőanyag került beépítésre, a Földalatti-födém felett 10 méteres szakaszon külön védőcsőben áthúzva.

MUNKÁÁROK MINTAKERESZTSZELVÉNYE



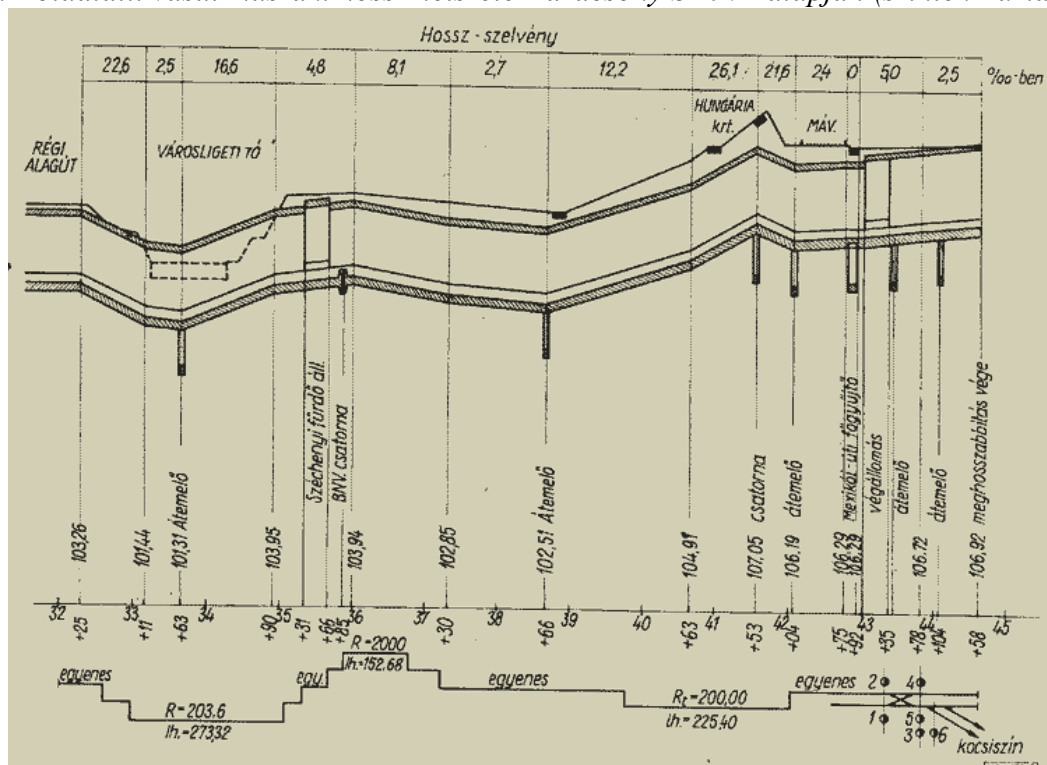
III.2. Földalatti északi szakaszának műszaki jellemzői

1973-ban 1016 méter hosszban épült ki új szerkezet. A metróalagút zárt keresztmetszetű, vasbeton monolit falazású szerkezet, amely nyílt munkagödörben került kialakításra.

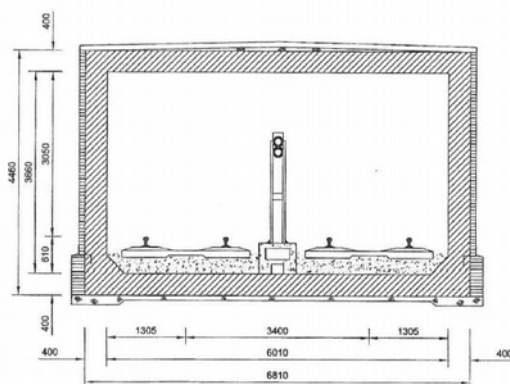
Az alagút betonszerkezetén teljes hosszban négyrétegű felúszás és átszivárgás elleni vízszigetelést alakítottak ki. (10. ábra)

Az általános keresztmetszettől némileg eltérő vasbeton alagútszerkezet készült az új vonal legmélyebb pontján, a Városligeti-tó keresztezésénél. Itt mindkét oldalon konzolosan kinyúló betonlapot készítettek, felső föld-leterheléssel felúszás elleni védelemként

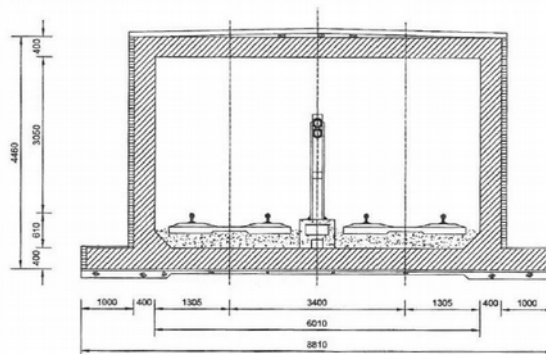
9. ábra: Földalatti vasút műszaki hosszmet szete Karácsony S 1972 alapján (szintek Adria felett!)



10. ábra: Földalatti vasút városligeti szakaszának keresztmet szetei (BKK adatszolgáltatás sz.)



3. ábra. Új típusú vonalalagút általános szerkezeti keresztmet szete



4. ábra. Új típusú vonalalagút szerkezeti keresztmet szete felúszásveszélyes szakaszokon

dalatti déli csatlakozó részének az alagútja a Hősök terétől a Vörösmarty utcáig metsz bele a vízbe magasabb vízállás esetén. A tapasztalatok szerint a Bajza-utcánál a legmagasabb a vízszint. Vizsgált városligeti szakaszt sokkal kevésbé veszélyezteti a talajvízszint. Az alagút legnagyobb mélységben csak az év kis részében jelentkező kiemelten magas vízállások idején metsz bele a közlekedés biztonságát érintett zóna a szaturált zónába. Karácsony Sándor 1972 évi leírása szerint „Egyes szakaszok 2.5 méteres mélységben nyúlnak bele a talajvízbe”. Az új szakasz legmélyebb pontja 101,31 míg a legmagasabb pontja 103,85 méteres Adria feletti magasságba esett. (9. ábra)

2. táblázat: Az üzemeltető adatszolgáltatása szerint a vízgyűjtő zsonpok helyei:

Állomás megnevezése (MEX-SZE)	Elhelyezkedés	Zsomp méret [m ³]	Becsatlakozás	Csurgalék / Fekáliás	Gyűjtött Csurgalék víz
Tóparti akna:	33+28	19,2	Jobb	Csurgalék	31+00- 35+00
Széchenyi állomás térben: Pályáról nem fogad. Eső víz a lépcsők alóli rácsokból + állomás fekáliása a szolgáltatoktól	Állomás tér	11,5		Fekáliás	34+96- 35+30
Hermina akna:	38+34	23	Bal	Csurgalék	35+00- 40+00
Vasúti akna 4-es akna:	41+73	20,1	Jobb	Csurgalék	41+00- 42+00

3/a táblázat

2018 évben végzett geodézia keretében felmért zsompok és a környező talajvízszintek összehasonlítása

1- Hősök tere és Széchenyi-fürdő megállók közötti szakasz

Zsomp és alagút bemért adatai					Talajvíz szintje	Megjegyzés
szám	EOV Y	EOV X	zsomp talp	Talpfá szintje aknában kb.		
1	652317,8	241357	101,617	102,2	100-101 mBf. között,	
2	652328,2	241379,9	101,113	101,6		
3	652338,8	241401,6	101,166	101,2		
	652352,5	241423,2	100,086	101,2		Folyóka végpont,
4	652361,8	241435,1	100,015	100,6		Városligeti-tó alatti szakasz
5	652371,9	241446,5	99,96	100,6		
6	652381,4	241455,2	99,899			
7	652401,8	241471,5	100,39	101,05		Széchenyi hidegvíz- átvezetéstől DNy-ra 4 m
8	652418,8	241482,1	100,73	101,3		Széchenyi hidegvíz- átvezetéstől ÉK-re 10 m
9	652436,3	241490,6	101,07	101,7		
	652450	241496,1	101,39			Folyóka végpont
10	652479,2	241503,8	101,93	102,4		
11	652499,1	241506,5	102,14	102,7		Széché. Fürdő megállótól 35 m Ny-ra
12	652607	241506,3	102,483	103,1		Széché. Fürdő megállótól 37 m K-re

Ezen a szakaszon több rövidebb zsomp is halad, az alagút az átlagos talajvízszintbe benyúlhat akár 3 méter mélységig is.

A Széchenyi-fürdő megállónál már csak a betonszerkezet alja ázik a talajvízszintben.

Ezzel szemben az alábbi 3/b táblázatban bemutatott, Mexikói-út felé eső szakasznak csak a középső részén (a vasúti vágányok alatt) nyúlik be az alagútszerkezet a talajvízszintbe, átlagosan 1 méternyi.

*3/b táblázat: Zsompfelmérés és környező talajvízszintek
2- Hősök tere és Széchenyi-fürdő megálló közötti szakasz*

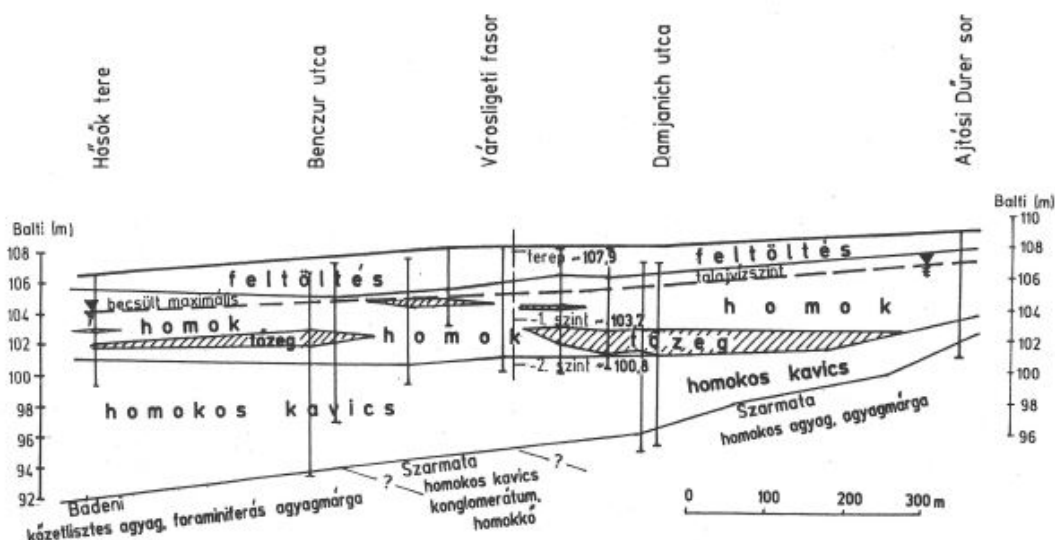
<i>Zsomp és alagút bemért adatai</i>					<i>Talajvíz szinte</i>	<i>megjegyzés</i>
	<i>EOV Y</i>	<i>EOV X</i>	<i>zsomp talp</i>	<i>Talpfa szintje aknában kb.</i>		
13	652626,6	241508,8	102,41	102,9	átlag 101.5	Hévíz-átvezetéstől Ny-ra 4.5 m
14	652645,9	241513,4	102.33	102.85		Hévíz-átvezetéstől K-re 3 m.
15	652666,3	241520,5	102.10	102.7		
16	652686,3	241529,9	101.94	102.5		
17	652703,6	241539,9	101.86	102.4		
18	652720,6	241550,6	101.63	102.3		
19	652737,5	241561,3	100,86			
20	652754,4	241571,9	101,38	102		
21	652771,4	241582,6	101,37	102	átlag 101.75	
22	652788,3	241593,4	101.31	102		
23	652805,2	241604,1	101.27	101,9		
24	652821,8	241614,6	101,23	101,8		Lezárt hévíz-vezeték e két zsomp között halad át
25	652840,6	241626,4	100,97			
26	652852,6	241634,1	101,33	101,9		
27	652864,7	241641,7	101,55	102,1		
28	652879,7	241651,1	101,75			
29	652896	241661,4	102.03		átlag 102	
30	652912,4	241671,8	102.28	102.7		
31	652928	241682,1	102.48	103.0		
32	652943,4	241691,3	102.64	103.25		
33	652962,4	241703	102.86	103.5		
34	652995,6	241721	103.35	104.1		
35	653014	241729,3	103.74	104.3		
36	653036,9	241736,9	104.9	104.8		Innen beton folyóka halad Mexikói úti állomásig

IV. Természeti környezet leírása

IV.1. Földtani jellemzők

A Városliget természetes felszíni talajtakarója részben mocsári tőzeg, részben homoktalaj volt, a mélyebb vízlevezető árkok a vízadó homokba nyúltak le, de a kétszáz év parkosítás révén, ma már a felszínt mindenütt vagy humuszos homoktalaj, vagy feltöltés alkotja. E Antropocén korú réteg vastagsága 0.5 és 3 méter közötti lehet. A talajréteg alatt homok és/vagy tőzegréteg jelenik meg, helyről helyre változó kifejlődéssel és gyakorisággal, de csak 0.2-1 méter vastagsággal. Ez a réteg fokozatosan alakul át lefelé homokos vízadóvá. A tőzeg inkább a Liget keleti és déli részén jellemző, a fürdőépületnél létesült fúrásokban nem írták le.

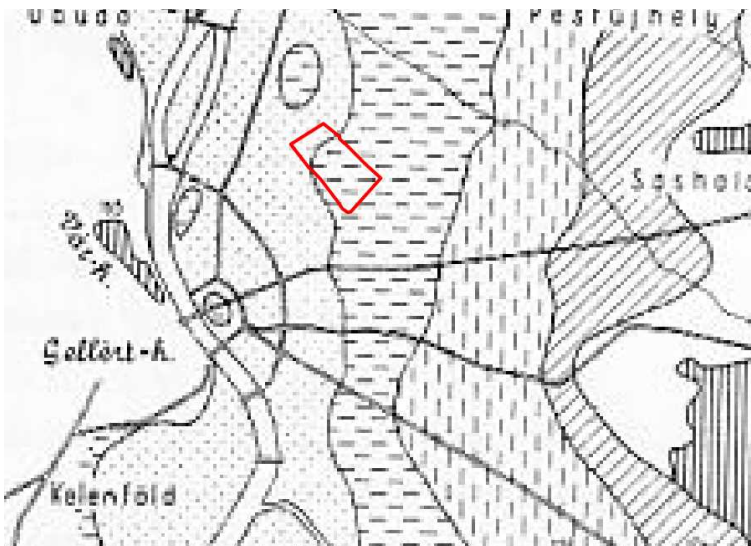
13. ábra: A Városligeti mélygarázs vonalában húzódó talajmechanikai szelvény Paál L. szerint



A terület legjellemzőbb üledéke a Duna **kavicssterasza**, amelyet az összes környező feltáró fúrás leír. A kavicsos homokréteg a Liget egész környékén jelen van 10-17 méter vastagságban, elég egységes kifejlődéssel. A sekélyebb talajmechanikai fúrások ebben a rétegben állnak le, a mélyebbek feltárják az alapkőzetet. (11. ábra) Az egyes teraszüledékek általában felfele folyamatosan finomodó összetételűek, a teraszok közötti átmeneti zónában azonban az üledék kevertebb, és a kavicsos rétegsor is vastagabb. A városligeti kavicssterasz nagy szemcseméretű vegyes szemeloszlású, igen nagy vízadó-képességű üledék.

Pécsi Márton 1954 évi adatfeldolgozása a Városliget területén belül jelezte a legelső és a második kavicssterasz-szint határát. (12. ábra) A V-ös és IV-es terasz-szintek feltételezett határvonala pont kb. a földalatti vonalában húzódik. A regionális értékelés szerint a Széchenyi-fürdő kútjai a legelső, jelenlegi Dunához legjobban kapcsolódó terasz-kavics-rétegből termelnek, bár ennek a zónának a legszélére esnek.

13. ábra: Budapest kavicssterasz-szintjeinek térképe
(részlet a Liget jelölésével, Pécsi Márton nyomán).



A terület mélyföldtani felépítése a városligeti mélyfúrások alapján jól ismert (14. ábra). A két egymástól 600 méterre lemélyített hévízkútban a termálkarszt vízadó réteg 220 méter szintkülönbséggel jelentkezett, ami egyértelműen vetődést jelez a két pont között.

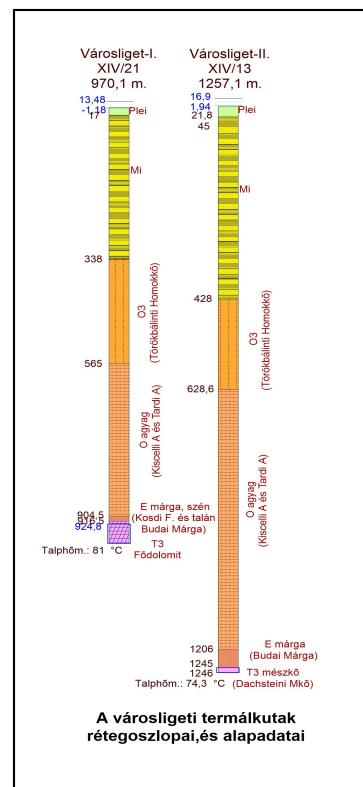
A miocén korú alapkőzet anyaga képlékeny agyag, homokos agyag, és homokos iszap, elsősorban ősmaradványokkal.

A rétegsorban mélyebben feltárt Törökbálinti homok formáció nagyobb része tömör homok és agyag keveréke, de ebben a rétegben lehetnek rétegvízadók is – ezt azonban a közelben még nem tárta fel kút, így nincs információ a jellemzőiről (a BVSC uszoda tervezi e rétegre kialakított kút létesítését).

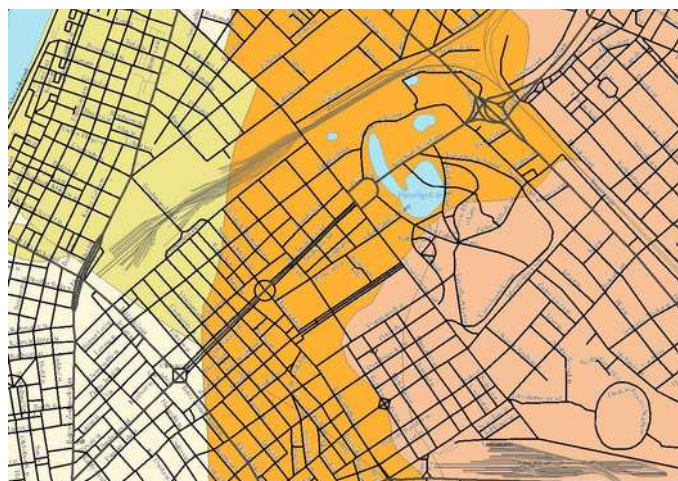
A Városliget legnagyobb része alatt az alaphegység mind Wein György mind Kisdé-Raincsákné fővárosi földtani térképe szerint a miocén időszak szarmata korszakában lerakódott kompakt agyagmárga. E réteg a Közlekedési múzeum és a Petőfi-csarnok korábbi helyének a közelében, a Városliget alatt végződik el (5. ábra).

A múzeumnál az alaphegység szarmata korú homokos agyag és agyagmárga, míg kissé nyugatabbra már csak a kissé idősebb bádeni agyag, kőzetlisztes, foraminifera-maradványos agyagmárga jelenik meg. A két miocén közetréteg elkülönítése földtani-öslénytani alapon történik, talajmechanikai és hidrogeológiai szempontból nem indokolt őket elkülöníteni. A két miocén közetegység közötti átmenet ugyan elvileg üledékes folytonos is lehetne, de a jelenlegi ismeretek szerint kisebb meredek vetődések mentén történik meg a hirtelen rétegváltás. Dr. Földvári Aladár értékelése szerint az alaphegységi rétegek 20-30 fokban ferdén dőlve jelennek meg a területen.

14. ábra. Hévízkutak rétegoszlopai



15. ábra: A tágabb terület fedetlen földtani térképe (MÁFI Budapest építés-alkalmassági térképsorozata alapján, színskála: drapp = Törökbálinti homok, sárga = Kiscelli agyag narancs = Bádeni agyag; barack = szarmata agyagmárga)



IV.2. Talajvízszint és vízáramlás bemutatása

A terület alatt meglévő kőzetrétegek hidrogeológia jellemzése:

1. Talajréteg, és feltöltés - 0.5-2 m. vastag porózus humuszos homok, csak kapilláris vizet tartalmaz, amely nagyrészt öntözésből, kisebbrészt csapadékból ered
2. Kavicsos homok anyagú talajvízadó – jelentős vízforgalmú, szabad tükörü porózus vízadó (Széchenyi-fürdő sekély kútjai által termelt réteg)
3. Miocén korú agyag, homokos iszap, és agyagos homok anyagú formációk – vízrekesztő képződmény, kevésbé duzzadó agyag, magas mésztartalommal
4. Oligocén agyag – erősen vízrekesztő képződmény duzzadó agyag, mélyebben kötött agyagkő
5. Eocén és triász karbonátok – mélységi karbonátos hévíz-tároló, (a két termálkút által termelt réteg)

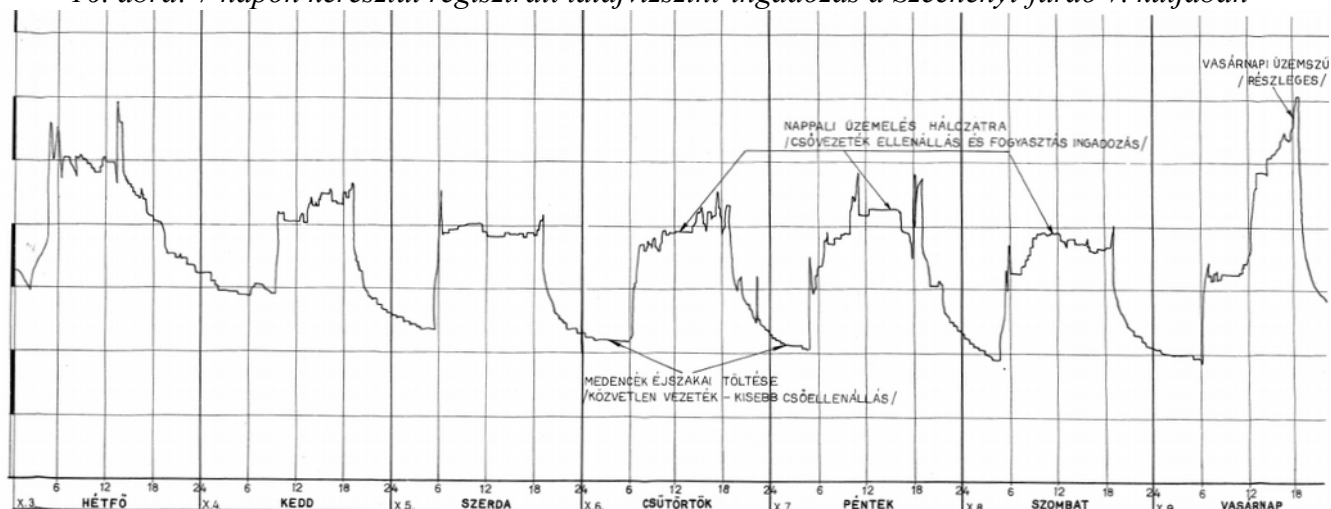
A földalatti kéregvasút lehetséges környezeti hatásai csak a felszínközeli réteget érinthetik, így a hidrogeológiai leírás is a felszínközeli rétegre kell fókuszáljon. A földalatti környezetében a talajvíz szintje és vízkémiai összetétele is jól ismert.

A földalatti-kereszteléshez legközelebb eső talajvízkutak mindegyike felújításra került 2015-ben, rétegsoraik alapján készítettük a mellékelt IV-es ábrán szereplő mellékelt kereszt-szelvényt.

A Széchenyi-fürdő kútjai gyakorlatilag folyamatosan termelnek, így a kutak környékén az éppen esedékes hozamtól függően időben rendszertelenül változó alacsonyabb üzemi vízszintek jelennek meg, és a vízszint-ingadozás mértéke jelentős mértékben megnő. Ez esetben a vízszint-ingadozás leírására is van mód, nemcsak a földalatti és a fürdőépület közötti két korábbi talajvízszint-figyelő kút vízszintjei, de a tó mellett történt műszeres vízszint-mérés alapján is (16. ábra)

Az alagút közelében végzett másfél év terjedelmű adatrögzítés alapján készült vízszinteket mutatjuk be a mellékelt V. ábrán.

16. ábra: 7 napon keresztül regisztrált talajvízszint-ingadozás a Széchenyi-fürdő V. kútjában



A közelben lévő talajvízszint észlelő kút mért szélsőérték adatai:

Kút jele: **XIV/1** (Bp. XIV. Széchenyi fürdő, keleti sarok, megszűnt)

Csőperemszint:	108,14 mBf	Terepszint:	108,14 mBf
Minimális vízszint:	645 cm		(1969.02.01)
Maximális vízszint:	523 cm		(1970.06.23)

Kút jele: **XIV/2** (Bp. XIV. Széchenyi fürdő, nyugati sarok, megszűnt)

Csőperemszint:	106,43 mBf	Terepszint:	106,66 mBf
Minimális vízszint:	586 cm		(1970.03.07)
Maximális vízszint:	450 cm		(1970.05.20)

Kút jele: **XIV/10** (Bp. XIV. Thököly út – Mexikói út)

Csőperemszint:	111,47 mBf	Terepszint:	111,61 mBf
Minimális vízszint:	408 cm		(1990.08.31)
Maximális vízszint:	235 cm		(1984.11.22)

Kút jele: **PXVII** (Bp. XIV. Dózsa György út 25)

Csőperemszint:	107,69 mBf	Terepszint:	107,91 mBf
Minimális vízszint:	460 cm		(1949.06.04)
Maximális vízszint:	232 cm		(1977.05.06)

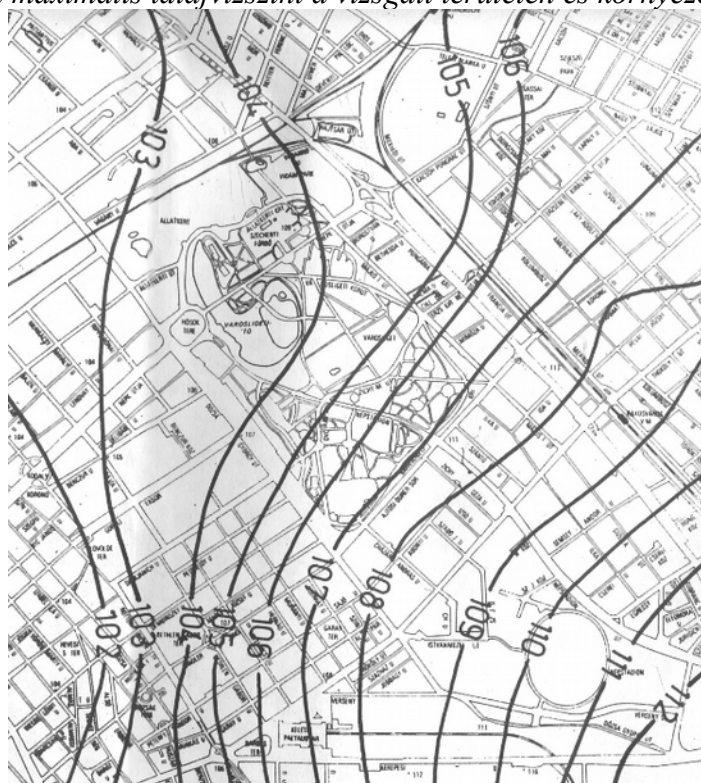
Kút jele: **PXXVIII** (Bp. XIV. Hungária krt. 170.)

Csőperemszint:	112,84 mBf	Terepszint:	113,08 mBf
Minimális vízszint:	891 cm		(1945.05.07)
Maximális vízszint:	706 cm		(1977.04.27)

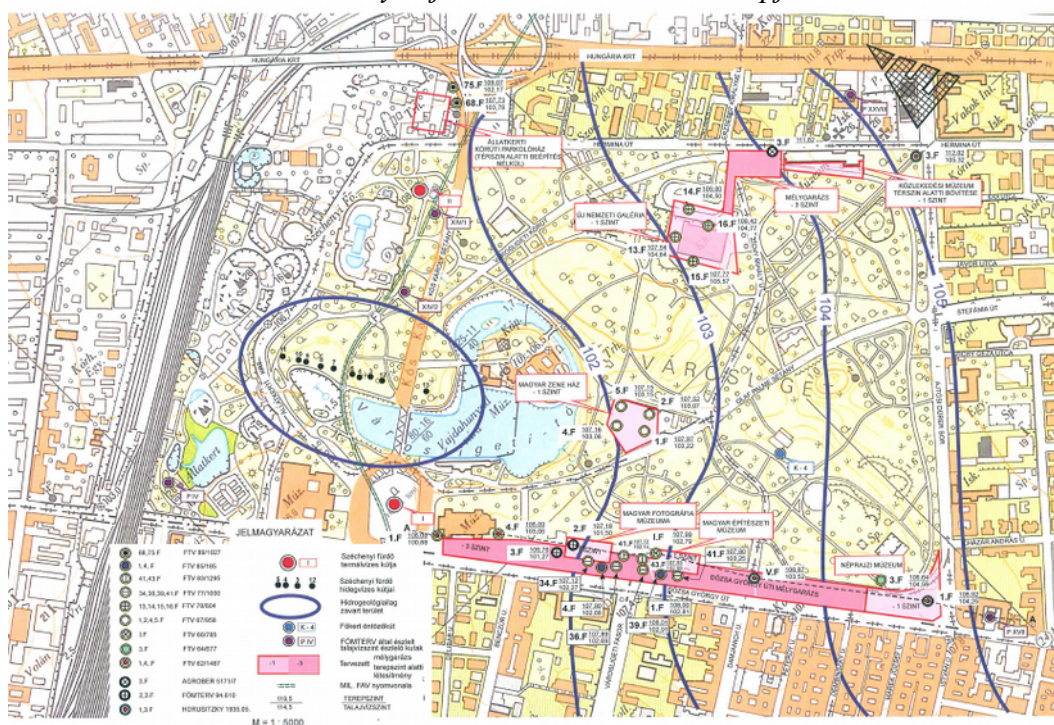
A 18-ik ábrán jelzett, FTV által becsült átlagos talajvízszinteket adtuk meg a főbb szakaszokra megadva a zsompok adatai mellett a 3/a és 3/b táblázatokban.

Az FTV 2015 évi anyagában nemcsak a 1988 évben publikált maximális talajvízszint-eloszlási térképet közli, de ugyanazon kutak vízszint-idősorai alapján szerkesztett átlagos talajvízszint-eloszlást is. A talajvíz a területen egyértelműen nyugat felé áramlik:

17. ábra: Becsült maximális talajvízszint a vizsgált területen és környezetében (FTV 988)



18. ábra: Becsült átlagos talajvízszint a Városligetben, kutak termelése nélkül, a tervezett új létesítmények jelölésével FTV 2015 alapján

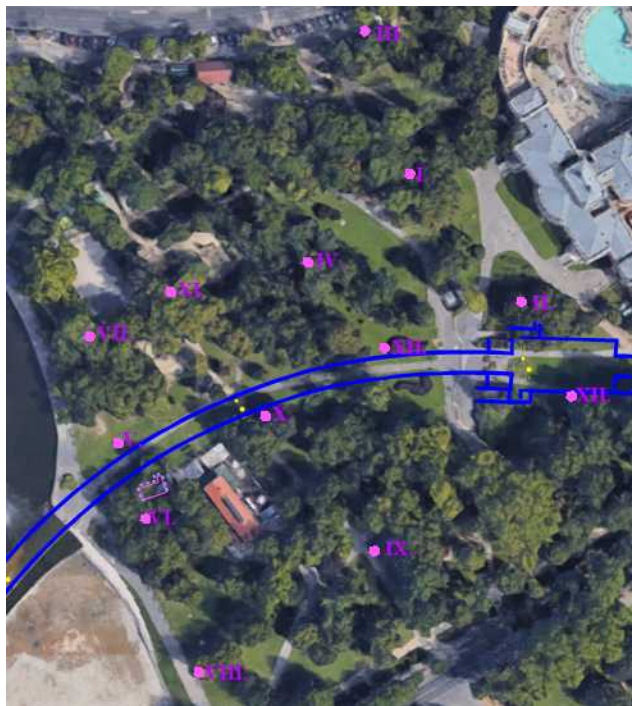


IV.3. Talajvízadó kémiai és hidraulikai jellemzői

A Széchenyi-fürdő és a Földalatti közötti területről származó vízminták mérési eredményeit a következő oldal táblázatában mutatjuk be, a mintavételi helyeket az oldalsó ábrán mutatjuk be.

19. ábra: Talajvíz-mintavételi pontok elhelyezkedése,

A mérések többsége egységesen jó vízminőséget jelzett. A Fürdő melletti részen a víz enyhén nitrátos, a mai Nyereg nevű vendéglő (egykori lakóház) mellett bakterológiai szennyezés volt.



1. 4./A-B-C-D táblázat: Talajvíz-kémiai mérési adatok bemutatása

4/A: Széchenyi-fürdő és a Földalatti körül végzett talajvíz-mintázások alapadatai:

FÚRÁ S száma	EOV Y	EOV X	Hozam (l/p)	Szivattyúzá si idő	Hőmérséklet (°C) talajvíz / levegő	pH
<i>I.</i>	652500	241574	227	6	15,2 / 9,6	7,0
<i>II.</i>	652538	241530	238	9	13, / 8	6,9
<i>III.</i>	652485	241423	261	7	12,0 / -8	6,8
<i>IV.</i>	652463	241544	296	6	12,0 / 4	7,1
<i>V.</i>	652400	241148	327	5	15,3 / -0,2	7,1
<i>VI.</i>	652410	241455	313	8	15,8 / -10,2	7,2
<i>VII.</i>	652390	241518	314	7	14,0 / -2	7,1
<i>VIII.</i>	652428	241403	320	6	13,6 / 8,4	7,0
<i>IX.</i>	652488	241444	241	6	12,9 / 15,7	7,2
<i>X.</i>	652450	241490	282	6	12,6 / -4	7,3
<i>XI.</i>	652418	241533	282	10	12,0 / 5	6,9
<i>XII.</i>	652555	241498	293	7	13,0 / 7,8	7,0
<i>XIII.</i>	652492	241515	174	7	14,3 / 15	6,8

4/B: Talajvíz-minták anion-tartalma (mg/l) és bakterológiai mérési eredményei

FÚRÁS száma	NO₃	NO₂	Cl	PO₄	SO₄	Coli-szám 100 ml-ben
<i>I.</i>	131,0	0	78	0	552,7	<2
<i>II.</i>	155,5	nyom	89	0	628,0	2
<i>III.</i>	157,9	0	65,5	0	583,2	<2
<i>IV.</i>	20,8	gy. nyom	88,5	0	355,6	<2
<i>V.</i>	0	0	115	0	321,0	<2
<i>VI.</i>	3,9	0	121	0	355,2	30
<i>VII.</i>	2,5	0	84	0	391,0	<2
<i>VIII.</i>	6,2	0	101	0	360,1	<2
<i>IX.</i>	0	0	90	0	214,4	4
<i>X.</i>	0	0	99	0	269,6	<2
<i>XI.</i>	63,1	0	97	0	461,8	<2
<i>XII.</i>	20,8	0	90	0	359,6	<2
<i>XIII.</i>	64,7	gy. nyom	96	0	455,2	2

4/C: Talajvíz-minták kation-tartalma (mg/l)

FÚRÁS száma	Na+K	Ca	Mg	Mn	Fe	NH₄
<i>I.</i>	69,0	219,6	99,0	0,50	0	0,22
<i>II.</i>	92,0	200,3	140,9	0,60	0,17	0
<i>III.</i>	64,0	241,0	92,9	0	0,07	0
<i>IV.</i>	64,9	165,7	73,1	0,10	0,16	0,20
<i>V.</i>	83,9	154,4	57,1	0,30	0,10	0,40
<i>VI.</i>	120,5	140,7	56,2	0,30	0,10	0,50
<i>VII.</i>	79,6	165,4	71,9	0,40	0,20	0
<i>VIII.</i>	97,5	139,4	66,6	0	0	0
<i>IX.</i>	107,9	107,4	50,2	0,40	0,75	1,7
<i>X.</i>	104,2	124,6	59,9	0,70	0	1,8
<i>XI.</i>	92,0	193,7	76,0	0,25	0	0
<i>XII.</i>	62,8	153,0	67,8	1,00	0	0,32
<i>XIII.</i>	97,0	080,2	90,2	1,05	0,25	0,38

4/D: Talajvíz-minták további vízkémiai mérési eredményei

FÚRÁS száma	Lúgosság n/10	Össz. Keménység nkf	Karb. Keménység nkf	KOI mg/l	Oldott O₂ mg/l	Szabad CO₂ mg/l
<i>I.</i>	6,27	53,45	17,45	2,54	2,17	75,35
<i>II.</i>	7,49	60,16	26,97	0,42	1,09	138,79
<i>III.</i>	5,91	55,05	16,54	3,93	5,49	143,54
<i>IV.</i>	6,86	39,98	19,21	4,00	1,55	79,09
<i>V.</i>	6,12	34,72	17,14	4,52	5,25	66,74
<i>VI.</i>	6,01	32,59	16,83	2,76	9,39	45,58
<i>VII.</i>	7,07	39,65	19,80	2,21	1,38	83,29
<i>VIII.</i>	6,22	34,80	17,42	3,28	3,76	79,86
<i>IX.</i>	7,17	26,54	20,07	3,36	2,69	60,47
<i>X.</i>	7,28	31,22	20,44	3,14	1,69	51,81
<i>XI.</i>	6,54	44,54	18,31	3,27	2,91	126,80
<i>XII.</i>	6,43	36,96	18,00	2,41	1,78	82,34
<i>XIII.</i>	7,38	45,89	20,66	2,61	1,60	178,59

A terület legfontosabb vízkémiai jellemzői:

- A természetes mocsári környezetnek megfelelő talajvíz szénsavas, hidrogén-karbonátos jellegű
- A talajvíz betonra enyhén, vascsőre erősen agresszív – 60-90 mg/l közötti szabad szénsav-tartalom és 7-7.2 pH mellett időről időre némi oldott oxigént is tartalmazhat
- A vízkémiai jelleg helyről helyre időlegesen jelentősen megváltozhat a városi környezetben, pl. termálvíz-bekeveredés, tóvíz-elszivárgás, esetleg szennyeződés (pl. csatorna-hiba) esetén

A kavicsteraszt szűrőző kutak adatai is a vízáadó egységesen nagy vízvezető-képességét jelzik.

5. táblázat: A Széchenyi-fürdő 2015-ben felújított talajvíz-kútjainak hidraulikai adatai:

<i>Kút jele</i>	<i>Talpmélység (m)</i>	<i>Szűrő helye (m)</i>	<i>Nyugalmi vízszint (m)</i>	<i>Üzemi vízszintek 50, 100, 200, 600 l/p hozamnál</i>	<i>K-tényező m/sec szivattyúteszt</i>
3/B	15	7-14	-5.45	-5,55 -5,80 -6.35 -7,69	
4/B	15	7-14	-5.22	-5,44 -5,63 -6,0 -7,11	3.67x10 ⁻⁴
5/B	15	7-14	-5.72	-5,99 -6,36 -6,95 -8,11	2.71x10 ⁻⁴
8/B	15	7-14	-5.61	-5.82 -6.13 -6.55 -7.88	3.29x10 ⁻⁴
9/B	15	7-14	-5.58	-5.77 -6.01 -6.31 -7.38	3.85x10 ⁻⁴

V. A vonalszakasz-felújítás környezetvédelmi vonatkozásai

V.1. Általános környezetvédelmi előírások

A Földalatti vasút 1973-ban megépült új szakaszán többszörösen szigetelt, stabil kialakítású, korrózióálló betonlagutat létesítettek, amelynek a felújítására nincs szükség a jelen munkálatok keretében. A kéregvasút e szakaszának a felújítása során tehát vonal menti külső földmunkákra vagy víztelenítésre nem lesz szükség. A tervezett munkák a beton falazatot csak a szigetelés javítása és pótlása kapcsán érintik. A keresztező, vagy becsatlakozó közművek feltárása sincs tervbe véve, ilyen munkákra csak az érintett közmű külön kérése esetén kerülhet sor.

A munkatér minden esetben csak az alagút illetve az állomások és a kocsiszín területe. A munkálatok csak a mesterséges környezet elemeit érintik.

Az átmozgatásra és átalakításra kerülő anyagok döntő része: beton, fém, osztályozott ágyazati kőanyag, alárendelten műanyag, és szervesetlen szigetelőanyag.

Csak ÉMI engedéllyel történő anyagok kerülhetnek beépítésre.

A felszínen az üzemeltető tulajdonában álló Mexikói úti felvonulás területen belül történik az anyagok tárolása, gyűjtése és az egyes munkamenetek előkészítése.

Csak speciális esetekben lehet szükség a Széchenyi-fürdő állomásnál is felszíni területen történő ideiglenes anyagtárolásra, és logisztikai rendezésre. A későbbi kivitelezőnek is az az érdeke hogy lehetőség szerint elkerülje ezt a külön egyeztetést és területfoglalási díjfizetést igénylő megoldást.

Az állomások területe is a Közlekedési Vállalt kezelésébe tartozik, azaz a felszínen történő munkálatokra is a Millenáris Földalattin történő szigorú munkavégzési szabályok vonatkoznak. Az esetleges felszíni munkaterületet nemcsak körbekeríteni, de alulról külön szennyeződés-gátló ponyvával védeni is szükséges, és az elvonulás után az üzemeltető és a Főkert Zrt. munkatársaival egyeztetett módon kell a talajtakaró parkhoz illő arculatát visszaállítani.

A Millenáris Földalatti felújítását a forgalom minimális megzavarásával kell kivitelezni, a munkálatok ennek megfelelően fokozatosan, egyes szakaszokat lezárva, felpályás építkezéssel történnek. A munkához szükséges anyagok és gépek vagy a Mexikói úti kocsiszínnél, vagy forgalommentes időszakban az állomásoknál kerülnek le az alagútba. Hasonlóképpen történik a kicserélendő anyagok kiszállítása is. A fel- és levonuláskor kiporzás-mentes anyagszállítást kell alkalmazni.

A kivitelezés során a Közlekedési Vállalat Alagút-üzemeltetési szabályzatát kell betartani, a 2011-2018 évi M3 metróvonal felújításához hasonló módon. A mélyépítési és munkavédelmi szabványok előírásai mellett a helyi és szakági előírásokat illetve a kivitelező saját cégének szabályzatát is be kell tartani (ebben a fontossági sorrendben) A kivitelezés és szerelés során a munkahelyi, munkavédelmi, biztonságtechnikai, egészség- és környezetvédelmi előírásokat a kivitelező vállalatnak kell megadni és azok betartásáról gondoskodni. A víztároló medencék szállítására, szerelésére, próba-feltöltésére vonatkozó balesetvédelmi előírások ismertetéséért és betartásáért a gyártást, szerelést és szállítást végző cég felé.

A területen történő munkálatok környezetvédelmi felelőse elsőfokon a kivitelező munkavédelmi koordinátora, és ő kell feleljen a baleset- és egészség-védelmi előírások betartásáért is.

A területen történő munkavégzés során betartandó előírások:

- A munkavégzés során a minden, a Közlekedési Vállalt területére kiszállított gépnek megfelelő műszaki állapotban kell lennie.
- Biztosítani kell, hogy ezek működtetése során olajszennyezés és kenőanyagok ne kerüljenek a munkaterületen a talajba és ez által a talajvízbe.
- A munkálatok során keletkező elhasznált anyagokat a helyszínen szeparálva kell összegyűjteni, és a munkálatok befejeztével megfelelő ártalmatlanító helyre kell elszállítani. A felújítási munkálatok során keletkező hulladékot, fáradt olajat, egyéb veszélyes hulladékokat külön tárolóedényben kell gyűjteni, majd a berendezés levonulásával el kell szállítani a megfelelő helyre.
- A fel- és levonuláskor kiporzás-mentes anyagszállítást kell alkalmazni.
- A munkavégzés során esetleg jelentkező havária jellegű esemény (felszíni vagy felszín alatti szennyezés) bekövetkeztekor a kivitelezőt bejelentési kötelezettség terheli az illetékes környezetvédelmi-, természetvédelmi-, vízügyi hatóságok felé is.

Amennyiben az ágyazat, vagy bármilyen más alkatrész olajjal vagy más vegyi anyaggal szennyezettnek bizonyul az alagút valamelyik szakaszában, az üzemeltetővel egyeztetve, jegyzőkönyvezett módon kell a kitermelést végrehajtani és a területet külön kitisztítani, és e anyagokat külön zárt helyen kell tárolni, majd hulladéklerakóba elvitetni.

A földalatti nem védett élőhely – amennyiben a közel folyamatos közlekedési zajhatás ellenére a munkák során valahol védett állat (pl. denevér) kerül elő, humánus módon be kell fogni, és a természetvédelmi örök, ill. a közeli állatkert munkatársainak a segítségével lehetőség szerint át kell telepíteni az élőlényt számra megfelelőbb környezetbe.

V.2. Környezeti hatások tételes összegzése

Mivel a munkálatok csak a Közlekedési Vállalat által üzemeltetett mesterséges felszín alatti térrészre terjednek ki, a felújításnak és a további üzemelésnek:

1. Élővilágra és talajra gyakorolt káros, szennyező hatása nincs.
2. A földtani rétegekre és a felszín alatti vizekre gyakorolt káros, szennyező hatása nincs.
3. A területre vonatkozó talajvízszint- adatok elemzése alapján a Földalatti-alagút a talajvízáramlást csak elhanyagolható mértékben, a vízminőséget pedig semmilyen mértékben nem befolyásolja. A tervezett felújítási munkálatok a Széchenyi-fürdő által üzemeltetett kutakat és vízszállító rendszereket tehát nem zavarhatják.
4. A Városligeti-tó jelen formájában nem tekinthető természetes felszíni víznek, csak mesterségesen fenntartott parki elemnek, amely rendszeresen leeresztésre kerül. A csatlakozó szakasz munkálatait az egyszerűség kedvéért érdemes a szomszédos tórész leeresztésének idejére ütemezni, bár nem kötelező. Ezek alapján a munkáknak nem lehet felszíni vízre való hatása.

V.3 Széchenyi-fürdő víztermelése, mint a Földalattit veszélyeztető tényező:

A Széchenyi-fürdőnek egy hidegvíz-termelő vezetéke, egy működő kis hozamú termálvíz-vezetéke, és egy lezárt, aktív vízszállítás nélküli hévíz-vezetéke keresztezi a Földalatti vonalát.

Mindhárom vonal elzárható a keresztezés előtt, azaz meghibásodás esetén az elfolyás a szükséges csere idejéig leállítható.

Mind a termálvíz-kivételnek, mind a hidegvíz-termelésnek a nagyobb része a Földalattitól távolabb, nyugatabbra esik, azaz a keresztező vezetékek akár több hetes lezárása sem okoz a Fürdő számára komolyabb üzemelési fennakadást.

A vezetékrendszer teljes felújítást kapott 2015-ben, a keresztezéseknél a külön védőcső beiktatásával.

A Földalatti vizsgált szakasza felett a fürdő vezetékein kívül áthalad még egy többelemes csatorna- és csapadékvíz osztó-gyűjtő műtárgy és két kisebb Vízművek által üzemeltetett vízvezeték. Ezek hozama erősen ingadozó, időről időre meghaladja a fürdő-vezetékek átfolyó hozamát. Ilyenformán legalább ugyanolyan beázási kockázatot jelentenek, mint a külön vizsgált, fürdő által üzemeltetett műtárgyak.

A műholdas magasság-mérések a fővárosnak ezen a részén nem jeleztek tendenciózus változást, azaz a fürdő intenzív vízkitermelése nem okozott a felszínen érzékelhető talaj-süllyedést. A termelt vízádók és a mesterségesen rendezett felszín jellemzői alapján ilyen térfogatváltozás továbbra sem várható.

V.4. A városligeti fejlesztési tervek és a földalatti-felújítás kapcsolódó pontjai

A Városliget fejlesztése előrehaladott stádiumban van, a tervezett új épületek és felújítások jelentős része mélyépítési munkákkal is jár. A tervezett munkák volumene nemcsak a MILLFAV felújításának nagyságrendjét haladja meg, de az 1973 évi vonal-meghosszabbítás kiépítését is, azaz környezeti hatásuk is jelentősebb kell legyen.

6. táblázat: Városligeti fejlesztések 2015 évi FTV-hatástanulmány szerint (aktualizálandó!)

Tétel	Tervezett létesítmény	Tervezett térszín alatti szintek		Terepszint	Becsült talajvízszint (Bm)		
		Szint	Bm		Minimális	Átlagos	Maximális
1	Állatkerti körüti Parkolóház	-	104,80	~107,5	101,5	102,5	104,5
2	Hermina út Zichy M. út mélygarázs	-3	~101,90	~110,0	103,5	104,3	106,4
3	Városligeti krt. 11. Közlekedési Múzeum térszín alatti bővítése	-1	~108,30	~111,0	104,0	104,8	107,0
4	Zichy M. út 14. Új Nemzeti Galéria	-1	~105,80	~108,5	102,8	103,5	105,8
5	Olof Palme sétány Magyar Zene Ház	-1	~104,80	~107,5	101,7	102,6	104,5
6	Dózsa György út mélygarázs	-3	~97,90 ~98,90	~106,0 ~107,0	100,0 103,5	101,0 104,2	103,0 106,5
7	Magyar Fotográfia Múzeuma	-1	~104,30	~107,0	101,2	102,4	104,0
8	Magyar Építészeti Múzeum	-1	~105,30	~108,0	102,0	103,1	105,0
9	Néprajzi Múzeum	-1	~104,30	~107,0	104,2	104,9	107,3

Amennyiben a Liget fejlesztése során a Hősök-tere burkolat is átalakításra kerül, ezt érdemes felhasználni az itteni régi szerkezetű, feltehetőleg még kátrányos szigeteléssel védett pályaszakasz, és a régi Városliget-1 kút felsőrészének egyidejű felújítására.

A fejlesztésekről és a Városligeti kutak termeléséről egységes előzetes környezeti és hidrogeológiai hatástanulmány készült vízbázis-védelmi tanulmány néven, (a helyi vízbázis védőterületének kijelölése azonban nem történt meg).

A közzétett környezeti és vízbázis-védelmi tanulmányok egyetlen létesítménynél sem állapítanak meg jelentős környezeti kockázatot. A Földalattit veszélyeztető egyetlen mélyépítési műtárgy helye időközben nagymértékben módosult, így már ez sem jelent veszélyt a BKK üzemére.

A Liget Zrt. által közzétett előzetes hidrogeológiai hatástanulmányokban bemutatott 2015 évi számítógépes talajvíz-áramlási modell a MILLFAV tekintetében erősen túlbecsüli a visszaduzzasztás mértékét, és az alagút helyi talajvízáramlásra gyakorolt hatását. Ennek az az oka, hogy a modellben az alagút teljes hosszában a feküregéig bekötött vízzáró gátként vették fel a földalatti vonalát. Valójában a földalatti alapozási színje alig nyúlik be a talajvízszint alá, és sehol se éri el a feküt, azaz sehol sem ékeli ki a vízzadó réteget - amint ez egyébként a szerzők által is közölt sekély földtani szelvényen (11. ábra) is látszik. Kútdatok és termelési adatok alapján a hidrogeológiai modell kalibrálására is van lehetőség.

A Városliget földalattit érintő fejlesztése kapcsán a Liget Zrt-nél történt 2018. ápr. 5-i egyeztetésünkön elhangzottak szerint a Városligeti-tó nagymérvű átalakítása nem várható.

A korábbi sziget-formát egy sekély betonozott medrű nyílt csatorna révén alakítják vissza, amely a Földalatti felett is elhalad. A kis mélység miatt a meder közvetlenül ellenőrizhető, minden meghibásodás időben javítható, így ez a műtárgy a keresztező zárt vízmű- és csatorna-vezetékeknél is csak kisebb eséllyel veszélyezteti a földalatti működését.

VI. Összefoglalás

A Millenáris Földalatti Hősök tere és Mexikói út közötti északi szakaszának a felújítására vonatkozó tervezői munkáinak a keretében részletesen megvizsgáltuk a munkálatok lehetséges hatását a környezetre, kiemelten a Széchenyi-fürdő víztermelő rendszerére.

A Városligetben a Földalatti vasút mindkét oldalán működnek a fürdőt ellátó 16 méter mély talajvízkutak, az ezekhez kiépített vízvezeték áthalad a Földalatti alagút felett. A 150 éve létesített Városliget-1 jelű tartalék termálkúttól induló termálvíz-vezeték és egy tartalék hévíz-vezeték szintén az alagút felett halad át. A kutak védőidoma átnyúlik a Millenáris Földalatti Városligeti szakaszán.

A Földalatti végig a felszín közelében haladó kéregvasútként létesült, és eredetileg csak a Városligeti-tóig járt, a Ligeten keresztül történő meghosszabbítása csak 1973-ban történt meg. Az új szakasz a vasszerkezetekre és betonra is enyhén korrozív talajvíz-kémia ismeretében, négyrétegű vízszigeteléssel ellátott vasbeton falszerkezettel épült ki.

A vonalszakasz keresztezi a Városligeti-tavat. A tó mai formájában nem természetes élővíznek hanem mesterségesen fenntartott, talajvíz-kapcsolat nélküli parki elemnek tekintendő.

A vizsgált alagútszakasz legnagyobb része a talajvízszint felett halad el, a legmélyebb szakaszokon is legfeljebb csak 2.5 méter mélységben nyúlt le az eredeti talajvízszint alá. A talajvíz-tartó kavicsos homokrég a teljes területen jóval vastagabb, 14-18 méter. Ennek megfelelően a Földalatti nem gátolhatja sem a természetes talajvíz-mozgást, sem a szivattyúzott termelőkutak felé történő vízáramlást.

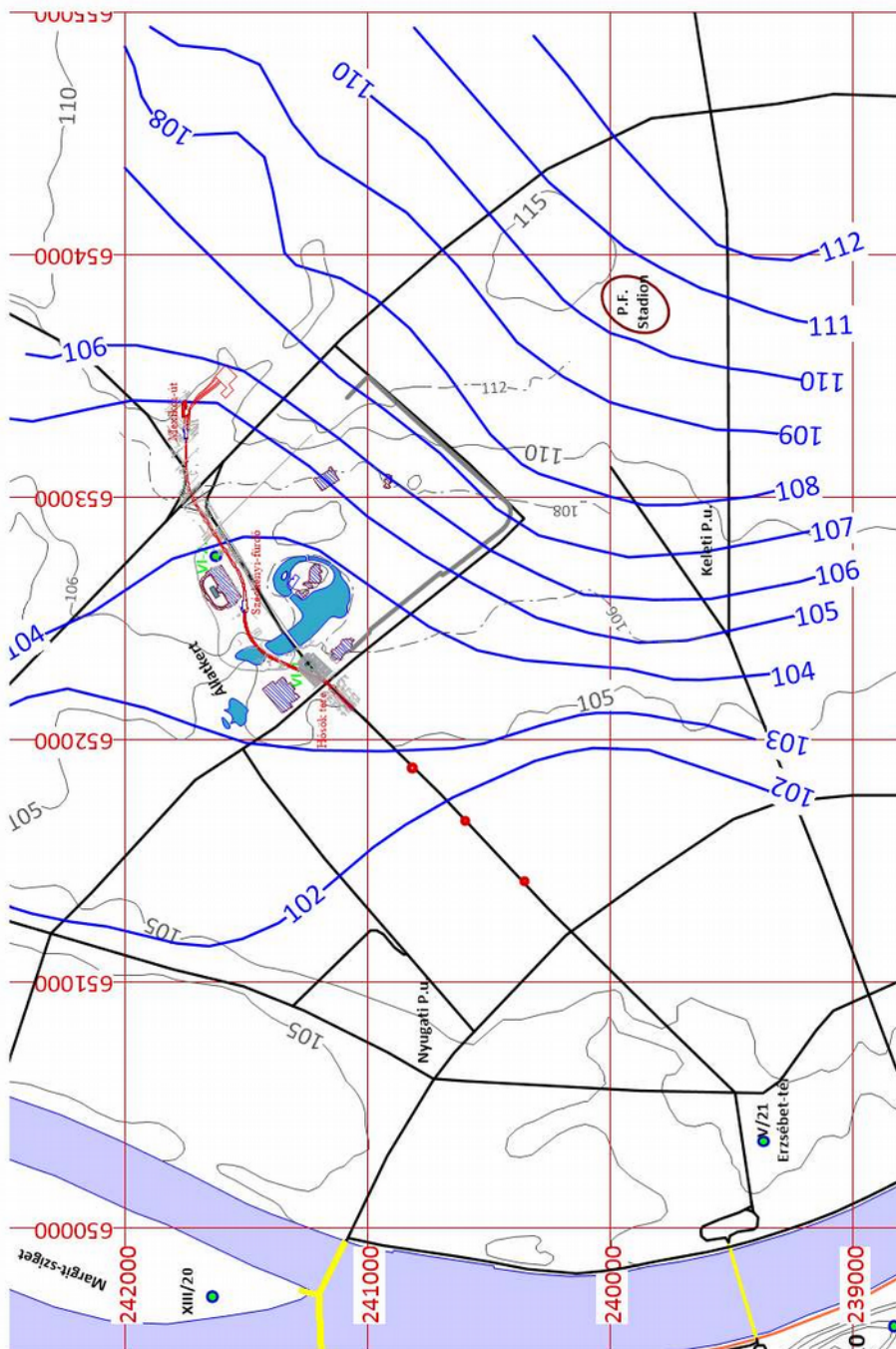
A Széchenyi-fürdő által üzemeltetett, a Millenáris Földalattit keresztező vízvezetékek 2015 évben felújításra kerültek, korszerű műszaki kialakítást kaptak. A felújított rendszer a felújítás alatt is üzemeltethető, de szükség esetén mindegyik vezeték lezárható hosszabb időre is.

A felújítási munkálatok a kiépített vasbeton alagút-szerkezeten belül történnek, ennek megfelelően környezeti hatásuk minimális, csak az adott épített szerkezetre terjed ki. A felújítás logisztikai és előkészítő munkarészei érintik csak a felszínt, konkrétan elsősorban a Mexikói úti kocsisín területét.

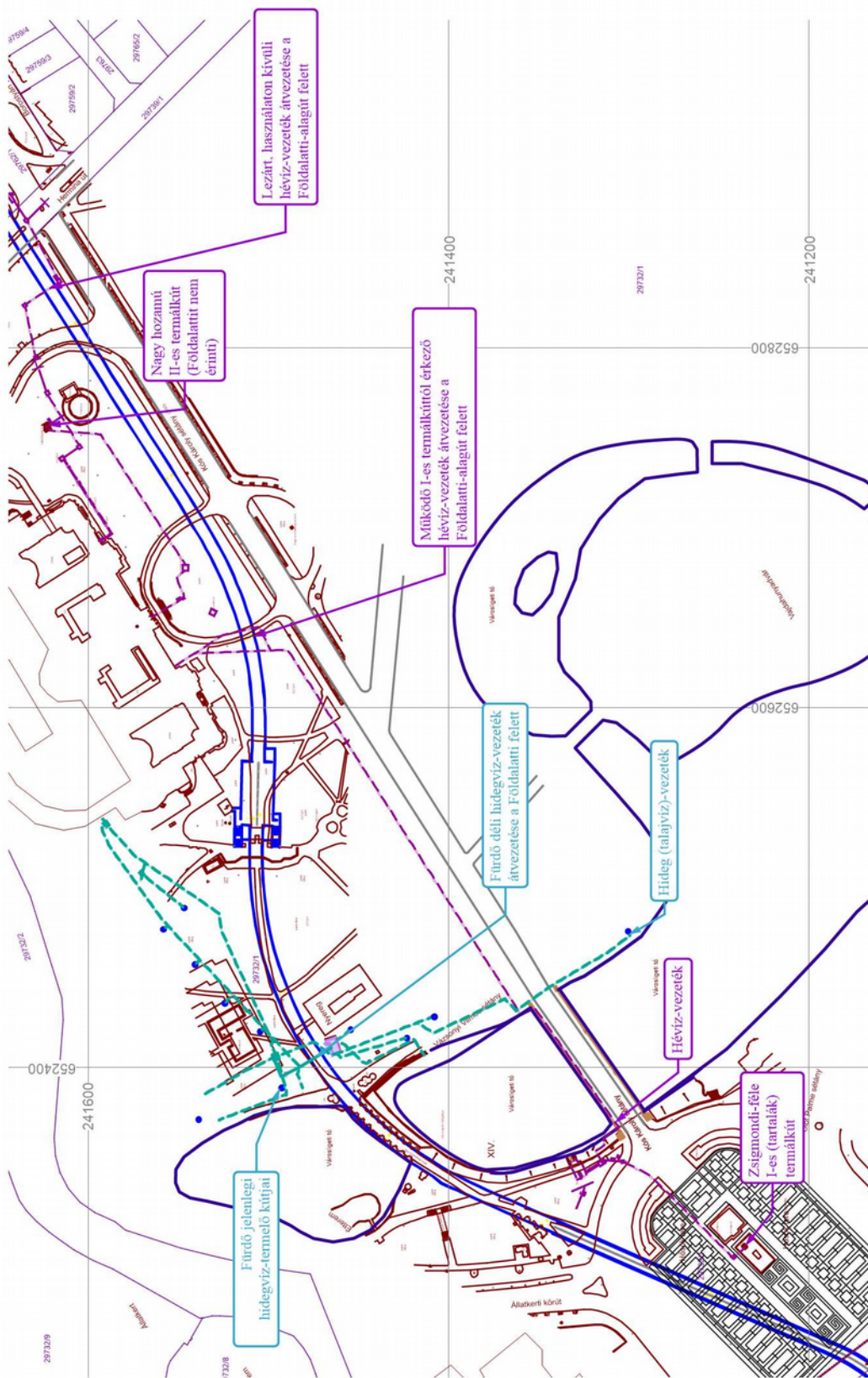
A tervezett felújításnak jelentős környezeti hatása nincs, a környéken hasznosított vízadó rétegekre sem minőségi, se mennyiségi veszélyt nem jelent. További környezeti feltárás a víztermelés kapcsán nem indokolt.

A BKK jelenleg érvényes környezetvédelmi előírásai alkalmazhatóak a felújított vonalra is.

Bár e kérdés vizsgálata nem volt a munkánk témája, de jelezni kívánjuk, hogy a Liget Zrt. jelenlegi kertfejlesztési tervei szerint a Földalatti felett kerül átvezetésre a Városligeti-tó új, csatornaszerű ága. Az előzetes műszaki adatok szerint ez a sekély nyílt árokként kialakított, szigetelt medrű állóvíz nem veszélyezteti a Földalatti működését, bár logisztikai okokból érdemes összehangolni a felújítási munkákat a felszíni kertépítés munkálataival.



I. Ábra: A Városliget környékének talajvízszint-térképe M = 1:25.000		
Dátum:	Készítette:	Projekt:
2018. február	Lorberer Árpád Ferenc iroda: 1068 Bp. Szondi utca 79. fszt. 12.	MILLFAV felújítás



2 A Földalatti-vonal és a Széchenyi-fürdő vízellátó rendszere
Scale: 1:2000

