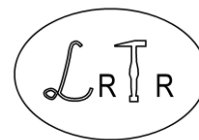


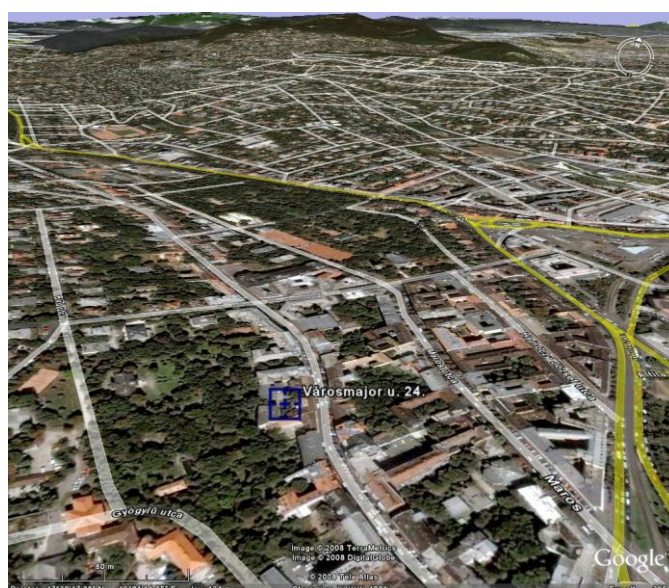


LORBERTERV Vízföldtani Tervező Kft.



Városmajori Önkormányzati telkek vízbeszerzési lehetőségei

Szakvélemény



Megrendelő:

Budapest, XII. Kerület Hegyvidéki Önkormányzat

A szakvéleményt készítették:

Lorberer Árpád Ferenc és Veres Viktória geológusok

LORBERTERV Kft.

Iroda: 1068 Bp. Szondi u 79 fszt. 12

Számlázási cím: 1061 Bp. Király u. 24 fszt 3/a

Tel/fax: 269-1051

2008. február 18.

Városmajori Önkormányzati telkek vízbeszerzési lehetőségei

TARTALOMJEGYZÉK:

1. Feladat tárgya	3
3. Városmajort felépítő közetek bemutatása	5
3.1 A terület tágabb környékének földtana	5
3.2 Szerkezeti viszonyok	6
4. A terület vízföldtani jellemzői	7
5. Vízbeszerzési lehetőségek a Böszörményi úti telken	10
5.1. Földtani vázlat	10
5.2. Vízbeszerzési lehetőségek leírása – Böszörményi út	12
5.3. Környezetvédelmi, vízügyi korlátozások	12
6. Vízbeszerzési lehetőségek a Városmajor u. 71 telken	13
6.1. Földtani vázlat	13
6.2. Vízbeszerzési lehetőségek leírása	16
6.3. Környezetvédelmi, vízügyi korlátozások	16
7. Vízbeszerzési lehetőségek a Városmajor u. 24/b telken	17
7.1. Földtani vázlat	17
A területről bemutatott földtani vázlat az előző városmajori területhez képest lényegesen egyszerűbbnek tűnik – de ennek oka elsősorban csak az, hogy nincsenek a közelben mélyfúrások és a hegység-pázmák közötti ki medence belsőbb részén található a telek. A bemutatott várható rétegsor itt elsősorban extrapoláción alapul.	17
7.2. Vízbeszerzési lehetőségek leírása	17
7.3. Környezetvédelmi, vízügyi korlátozások	18
8. Vízbeszerzési lehetőségek a Virányos úti telken	19
8.1. Földtani vázlat	19
8.2. Vízbeszerzési lehetőségek leírása	19
8.3. Környezetvédelmi, vízügyi korlátozások	21
9. Földhő-hasznosító rendszerek engedélyezése, költségei	21
10. Összefoglalás és javaslatok	23

Szövegközi ábrák listája:

- a. A Budai-hegység karsztvíz áramlási rendszere
- b. Karsztvízszint-térkép
- c. Földtani szelvény a Böszörményi úti helyszínen keresztül
- d. Szelvényvázlat a Városmajor u. 71. telken keresztül
- e. DNy-ÉK irányú földtani szelvény a Városmajor 71. telek közelében
- f. Városmajor u. 29/b telken várható rétegsor
- g. Szelvényvázlat a Virányos út 48. telken keresztül

Mellékelt ábrák listája:

1. A vizsgált helyszínek elhelyezkedése (1:15.000)
2. Fedett földtani térkép (1:15.000) (Wein, Gy. 1974)
3. Fedetlen földtani térkép (1:15.000) (Wein, Gy. 1974)

4. Eocén tetőszint térkép (1:15.000)
5. Triász tetőszint térkép (1:15.000)
6. Talajvízszint-térkép (1:15.000)

1. Feladat tárgya

Kovács Lajos Attila keresett meg minket Budapest XI kerületi Önkormányzat Polgármesteri hivatalától, hogy a városmajor térségébe eső önkormányzati tulajdonú telkekről készítsünk vízbeszerzési szakvéleményt.

A vizsgálatok célja talajvíz hőszivattyú telepítéséhez kútfürési szakvélemény.

Azzal a kéréssel fordultak hozzánk, hogy szakvéleményében a vízáadó réteg várható mélységét, hőfokát, várható vízhozamaik becsült adatait határozza meg.

A megvizsgálni kívánt helyszínek:

- Böszörményi út 23-25.,
- Városmajor u. 29/b.,
- Városmajor u. 71.,
- Virányos út. 48.

A városi beépített területen ma már gyakorlatilag nem végezhető érdemleges terepi műszeres víz kutatás a nagy beépítettség, bekábelezettség miatt. Így szakvéleményünket a rendelkezésre álló archív földtani információk, fúrások, publikált térképek alapján készítettük el. A különböző korú, részletességű, illetve felbontású anyagokat összegyűjtve azokat a feladatnak megfelelően újraértékelve készítettük el a szakvéleményünket.

A szakvélemény vízbeszerzési lehetőségek leírásán túl röviden érinti az engedélyezési nehézségeket és a száraz (vízkitermelés nélküli) hőszivattyús szondák telepítési lehetőségeit is. Anyagunkban az engedélyezés és kivitelezés előzetesen becsült árait is közöljük.

2. Irodalomjegyzék

Alföldi L. et al. (1968): Budapest hévizei. kézikönyv, VITUKI Kiadványa. p. 365.

Bubics, I. (1978): A budapesti metroépítés földtani eredményei, Mérnökgeológiai Szemle, 21. p87.

Fodor et al. (1994): Tercier szerkezetfejlődés és késő paleogén üledéképződés a Budai-hegységben. A Budai-vonal új értelmezése 228-232.

Hajnal. G. (2003): A budai Várhegy hidrogeológiája, kézikönyv, Akadémiai Kiadó

Hajnal. G. (2007): Városi hidrogeológia, kézikönyv, Akadémiai Kiadó

Hajós, M. (1955): A földalatti vasút Déli pu. és Kossuth L. tér közötti szakaszának földtani felépítése, Földtani Int, évi jel. 1953., 447-450.

Korpás L. & Nagy E. (1994): Pre-Tertiary basement map of the Buda Hills, Hungary. MÁFI kiadványa.

Lorberer Á. (1999): Budapest hévizei mérnökgeológiai szemmel. Mérnökgeológiai Vándor-gyűlés. Eger.

Lorberer Á. (2002): A budapesti termálkarszt állapot-értékelése. VITUKI. p. 45.(+mellékletek)

Lorberer Á. (2003): Termálvíz hasznosítási lehetőségek a fővárosi távhő-ellátás fejlesztésénél. VITUKI.p. 30 (+mellékletek)

Lorberer Á. et al. (2003): Hévízföldtani-rezervoármechanikai szakvélemény a DUNA

Sárváry I.(1972): A budapesti hévizek védőterületéről. Vízügyi Közlemények. 53/3: 269-280.

Schaerf és Kühn (1928): Lehet-e hévvizet feltárni a Budai-hegységben mélyfúrással, Bányászati és Kohászati Lapok

Szlabóczky P. (1988): A metrós fúrások földtani eredményeinek átfogó ismertetése. Földtani Közlöny. 118/1: 61-66.

Wein Gy. (1977): A Budai-hegység tektonikája. MÁFI alkalmi kiadványa. p. 76.

3. Városmajort felépítő kőzetek bemutatása

3. 1 A terület tágabb környékének földtana

A triász korú karbonátos kőzetek az ún. főkarsztvíz-tárolót építik fel, melyek nagy vastagságúak, többnyire jól karsztosodó, általában erősen töredezett egységes vízadó. A szoros értelemben vett „főkarsztos”, nagy vastagságú, középső- és felsőtriász kőzetek alatt változatos kifejlődésű, de uralkodóan vízrekesztő vagy perm-alsótriász képződmények települnek, de a főkarsztvíz-tároló mezozoós sorozat regionális vízzáró fekvését nem ismerjük.

A Pesti síkság aljzatában a legidősebb ismert kőzet a 238-235 millió éves (középső-triász) diploporás platform dolomit (Budaörsi Dolomit). Erre helyenként márgásabb, tűzkővesebb rétegek települnek, majd legnagyobb vastagságban (800—1600 m) a főkarszt magját képező, felső-triász (235-208 millió éves) platform-karbonátok következnek: főként az idősebb Fődolomit és a valamivel fiatalabb Dachsteini Mészke. Az említett képződményekkel egy időben a mélyebb medenceterületeken tűzköves mészkő márgabetelepülésekkel és tűzkőgumókkal (Mátyáshegyi Formáció) is keletkezett. Ez a kevésbé karsztosodó kőzet felszínén csak a Rózsadombon, felszín alatt pedig a városmajori (Vm-1) fúrásban jelentkezett. S habár a képződési környezet különbözősége, a szerkezeti mozgások, és a különböző mértékű lepusztulások miatt e kőzetcsoporthoz számos helyi eltérést mutat, és repedezettségük, karsztosodásuk is erősen változik, de összességükben kiemelkedően jó vízvezető-képességű egységes karsztvíz-tárolót alkotnak.

A triász üledéksor lerakódása és kőzetté válása után kibillent helyzetbe került, a felszínre emelkedett és blokkosodott. A kiemelt triász rögök lepusztulást szenvedtek.

Az eocén végén, kb. 40-38 millió évvel ezelőtt öntötte el ismét a tenger ezt a területet. A tenger mocsaras partvidékeit jelzik a néhány fúrásban feltárt homokos-agyagos, breccsás, barnakőszenes szárazföldi összletek (Kosdi Formáció). 44-38,6 millió éves **középső-eocén** képződmények (*Dorogi F., Csolnoki Agyagmárga F., Tokodi F., Szőci Mészke F., Kosdi F.*) csak budapesti fúrásokból ismerjük. A Budai-hegység és a Pilis nagyobb részén, illetve a csatlakozó Duna menti peremi övezetben az alaphegységre közvetlenül, illetve triász anyagú alapkonglomerátummal a **felső-eocén priabóniai emeletébe** sorolt *Szépvolgyi Mészke*, vagy az abból kifejlődött *bryozoás márga*, illetve a legfiatalabb (az alsó-oligocénben is tovább képződött) *Budai Márga F.* települ diszkordánsan. Előbbi jól karsztosodó, helyenként 200 m-nél is vastagabb zátonymészke, utóbbi mélyebb tengeri keletkezésű, változatosabb kifejlődésű (a mélyebb részeken márga, mészmárga, a sekélyebb részeken zömében agyagmárga kőzetekből áll, néhol homokkőves és mészkőves betelepülésekkel).

A környéken a paleogén üledékképződés folyamatos volt. A Budai Márgára csak fácies-diszkordanciával települt a 90-130 m vastagságú, **alsó-oligocén** kori *Tardi Agyag Formáció*, amely a *kiscelli emelet* alsó részének jellegzetes képződménye. A sötétszürke, mikrorétegzett kőzetanyag agyagos aleurit tufit-zsinórokat és homokkő-betelepüléseket is tartalmazó formáció elzárt, oxigénhiányos, elegyes vizű tengeröblökben keletkezett. Tömegében vízzáró jellegű. Utólag erősen összetöredezett előfordulásaiban némi hasadékvíz tárolód-

hat. A Tardi Agyagra a tipikusan mélytengeri kifejlődésű, 36-29 millió éves, világosszürke Kiscelli Agyag Formáció települ. Az agyagos-agyagmárgás aleurolit, illetve agyagmárga kőzetekből álló, mélyebb részein finomszemű homok betelepüléseket is tartalmazó összlet vastagsága a hegység-peremek környékén 100-200 m, de a mélyebb tektonikai árkokban, és pl. a kelet-pesti süllyedékekben az 500-800 m-t is eléri. Így a Budapest környéki triász-eocén főkarsztvíz-tároló legfontosabb vízzáró és hőszigetelő fedőképződményének tekinthető. A **felső-oligocén** (*egri emeletbe* sorolt) uralkodóan durva és finomszemű parti *Törökbálinti Homokkő Formáció* a magasabb településű budai rög-lépcsőknél, így ezen a területen is utólagos lepusztulás következtében hiányzik.

Az oligocén kor után az un. szávai hegységképződési fázis hatására a budai hegyek egy része szigetszerűen kiemelkedett a miocén tengerből, míg a pesti oldal harántvetők mentén lezökkent. Ennek következtében változatos üledékek rakódtak le a főváros területén. A partközeli Budafoki Homok, a mélyebb vízi Garábi Slír, az alsó- és felső- lajtamészkövek és az azokat elválasztó a Bádeni Agyag és a szarmata mészkő (Tinnyi Formáció) következik összefogazódva az agyagosabb Kozárdi Formációval. Budapest nagy részén a pannon beltengerben lerakódott homokos üledékek nagyrészt lepusztultak. **Miocén** képződményeket csak a városligeti, a Nyugati pu. és a Dagályfürdő környéki fúrások harántoltak.

A pliocénre a folyóvízi és tavi üledékképződés jellemző, a felső-pliocén kavicsanyaga pedig már feltehetően az Ős-Duna hordaléka. A hegység részek előterében kifelé vastagodó különféle neogén üledékek a főkarsztvíz-tároló triász kőzetek vízföldtani jellemzőivel nem állnak kapcsolatban, mészköves tagozataik (pl. a felső-bádeni Rákosi Mészkő vagy a szarmata Tinnyi F.) függőkarsztvíz-tárolók.

A levantei végén, a pleisztocén elején a kiemelkedő Budai-hegységben megindult a hévforrások tevékenysége. A kiemelkedés következtében a források a hegység közepétől K felé, az erózióbázis irányába vándoroltak. A hegység kiemelkedése szakaszosan ment végbe, aminek eredményeképpen a különböző patakok (Ős-Dera-, Solymári-, Ördög- és Németvölgyi- patakok) és a Duna alakította teraszokon különböző szintekben képződött a travertínó. Ennek határánforrásmészkövek, illetve a hévforrások által táplált tavak mészszipa lerakódásai jöttek létre. A rétegsort negyedidőszaki holocén lejtőüledékek zárja.

3.2 Szerkezeti viszonyok

A vizsgálati területen jól látható a domborzatban is a tágabb környezetre jellemzői, uralkodóan ÉNy-DK-i csapású árkos-sasbérce szerkezet. Ezt a budai oldal kiemelt kibúvása in sokan tanulmányoztak, nagy vonalakban leírtak, de kisebb részletei még nem mindenhol tisztáztak a bonyolult tektonikai képnek. A pesti oldal eltemetettsége miatt sokkal kevésbé ismert, a fúrási adatsorokból leginkább csak feltételezett vetőkről és törésekről beszélhetünk. Wein Gy. és Korpás L. tektonikai munkái a hegyvidékre koncentrálnak, a területről megfelelő részletességű földtani feldolgozást közölnek. Jelentésünk mélyföldtani leírása elsősorban a legnagyobb felbontású M=1:25.000-es Wein György 1974-es térképsorozatára alapul.

A területet keletről nagyszerkezetileg a budai termális vonal határolja. Ez nem egyértelmű, a Duna alatt húzódó vető, hanem inkább sok kisebb vető összessége. Nem is egyértelműen lépcsős szerkezetű, bár tény, hogy kelet felé általában egyre mélyebb helyzetben jelennek meg a Budai-hegyekben kiemelt vízadó képződmények. A források is harántvetők, nem normál vetők találkozásánál törnek fel. Ennek következtében az általános keletre mélyülő tendencia ellenére is vannak kiemeltebb és mélyebb zónák. A vetők mentén emiatt hidrogeológiai jobban kommunikáló összetöredezettebb zónák alakulhatnak ki, szemben a vetőirányok által elválasztott valamivel jobban elkülönülő karsztos területekkel.

A vizsgált területet északról harántoló legfontosabb szerkezeti vonalak összességéből álló Diós-árok választja el a Margitsziget vonalába eső északi budapesti kiemelt rögszerkeztől. A Diós-árkot létrehozó szerkezeti vonalakat a 70'-es években a K-Ny-i metróvonal által feltárt különböző földtani, mérnökgeológiai és talajmechanikai adatok is kimutattak. A Batthyány tér, Moszkva tér-Krisztina körút, Déli Pu. metróvonal szakaszai közvetlenül harántolták a Diós (Ördög)-árkot kialakító fővetőket. Az árokrendszer az alsó-oligocéntól kezdődően fejlődött ki, süllyedéke alsó-, és főként középső-oligocén üledékekkel kitöltött.

4. A terület vízföldtani jellemzői

4.1. Vízadó rétegek típusai

A vizsgált városmajori területen kis vastagságú, és kis áteresztő-képességű rétegek települnek a felszín közelében. A felszín-közeli talajvízből tehát szintén csak aránylag kis mennyiség termelhető ki. Az első felszín-közeli vízadó réteg alatt lehetséges rétegvízadók többségükben hiányoznak. Azokon a helyeken ahol a felszíni feltöltés alatt közvetlenül harmadidőszaki korú agyagok találhatóak, valódi talajvízadó sincsen. Mind a talajvízadó, mind pedig a rétegvízet tároló rétegek hiányoznak a kiemelt területek kibúvásainál.

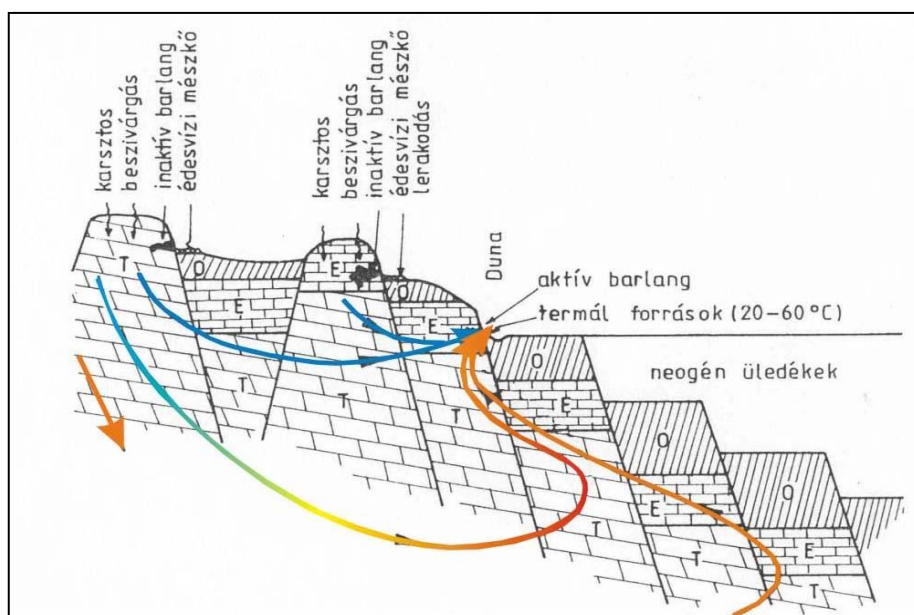
A terület hegyvidéki jellege miatt, a környező leginkább kiemelt területeken, kb. a Kútvölgyi út - Diósárok út - Istenhegyi út - Kissvábhegyi út vonalától délre nem található talajvíz, ott mélyebb helyzetben rétegvíz fordulhat elő.

A dolomit és mészkő kőzetblokkok karsztvíz-tárolók, a kibúvások alatt a vízadó tetőszintje alatt mélyen elhelyezkedő ún. „szabad tükrű” karsztvíz-szint helyezkedik el elég nagy mélységben, a süllyedékek alatt a fedőrétegekkel borított tárolórészben a karbonátos kőzetblokkokból viszont a réteg tetőszintjénél magasabb szinten állhat be az ún. fedett karsztvíz-szint.

4.2. Termálvíz-feltárási lehetőségek a területen

A felső talajvíz és a rétegvizek felszíni eredetűek, azaz kb. állandó hőmérsékletű hideg vizek (12-15 °C fokosak). A karsztvíz hőmérséklete a főváros egész területét tekintve erősen változó.

A Budai Termálkarszt megcsapolódási területe pontosan lehatárolható, erősen koncentrált, mivel tektonikai vonalakhoz illetve a Duna vonalához kötődik. A Budai Termálkarszt esetében az a különleges helyzet áll fenn, hogy a mezozoós alaphegység dolomit tömbjei vetők mentén kelet felé lépcsőzetesen, többszörösen a mélybe zökkentek (a. ábra). Ennek a feltételnek köszönhetően, a nyugat felől és igen mélyen áramló hévizek a Duna bal partján és egyre keletebbre sokkal magasabb hőmérsékletűek. Az említett, koncentrálnak tekinthető természetes megcsapolódási terület a Duna jobb partján található Budai-forrásvonal. Ettől a forrásvonalától nyugatabbra viszont a Budai Termálkarszt beszivárgási területei találhatók. A magasabb rögökön beszivárgó, hosszú idő alatt egyre mélyebbre kerülő, és ezáltal egyre melegebb csapadékvíz a forrásvonalakat megkerülve áramlik vissza a felszínre.



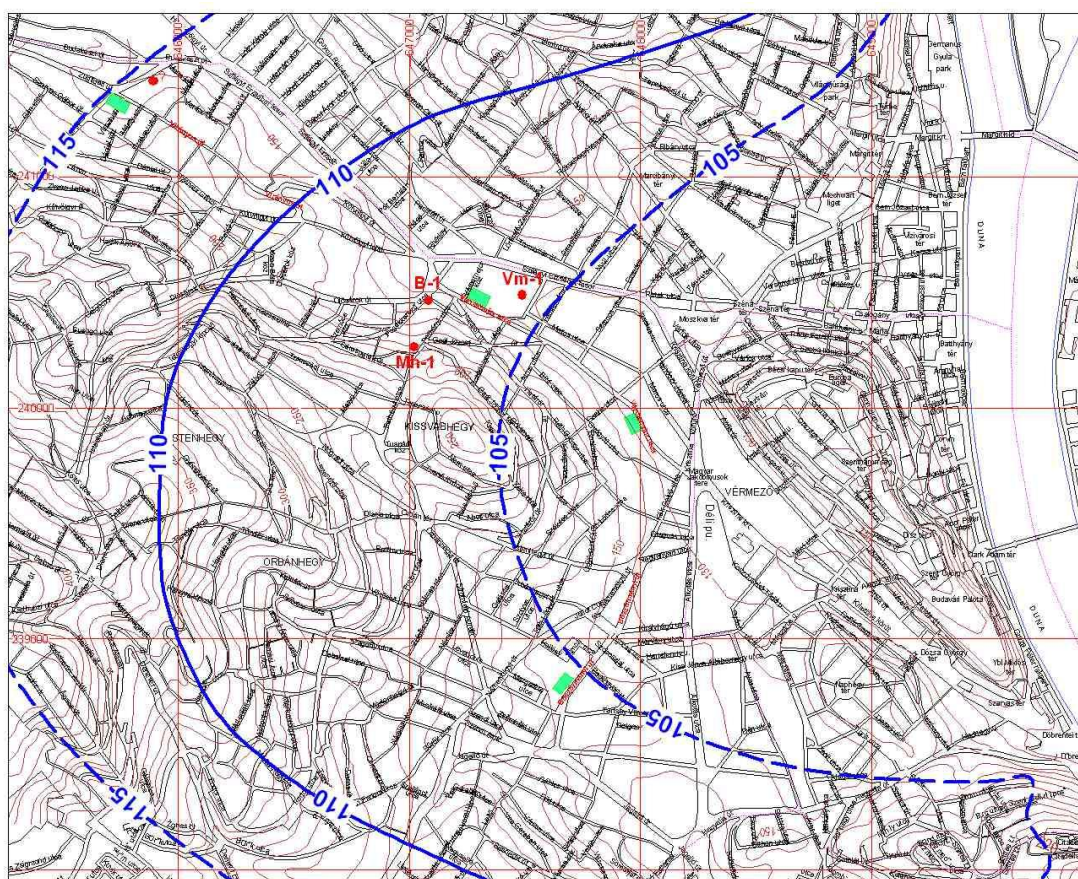
a. ábra A Budai-hegység karsztvíz áramlási rendszere (SCHERF és KÜHN 1928 és Kovács és Müller 1980 után módosította, MÁDL-SZŐNYI, 2005)

A Városmajor területe már hegyvidéki területnek számít, ahol csak hideg karsztvíz tárható fel.

A melegebb komponensek oldalirányban a fővárost nagy ívben megkerülve szivárognak Pest alá, és keletről érkeznek fel a folyó menti forrásokig (az a ábrán sárga és narancs színnel jelezett távolabbi melegedő komponensek).

4.3. Karsztvíz szivárgása a területen

A triász karsztvíztároló kőzetekig fúrás mélyítve a karsztvíz várható magasságát ábrázoltuk az alábbi b. ábrán. A magasabb vízszint felől szivárog a karsztvíz keletre, a Duna irányába. A vízkitermelések hatása az áramlás háttér-iránya felé nagyobb, az ez esetben Ny-ÉNy felé terjedhetne ki messzebbre.

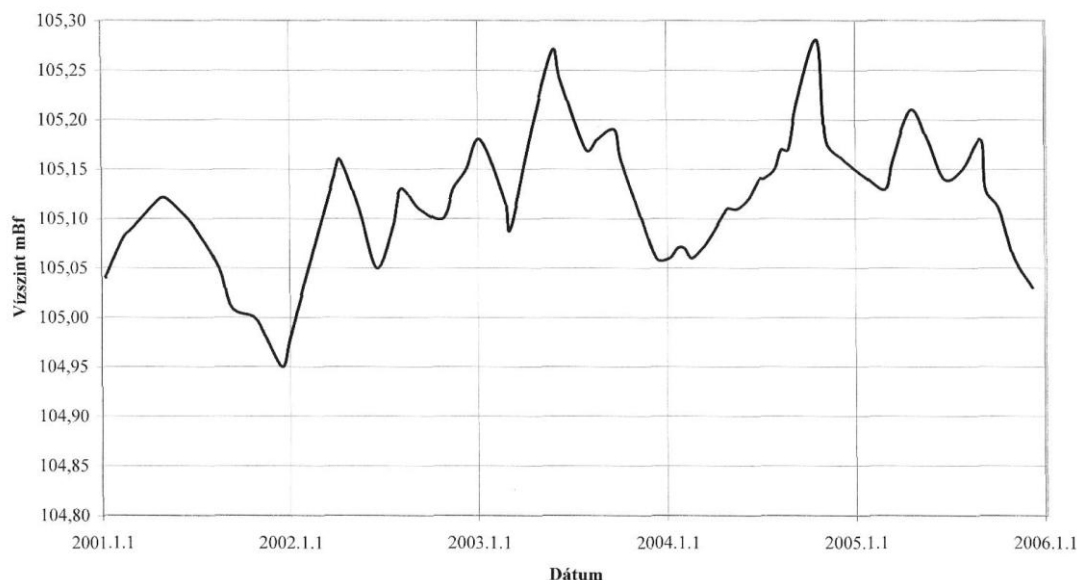


b. ábra Karsztvízszint-térkép a területről
(mBf)

Városmajor térsége a Gellért-hegyi helyi karsztos vízgazdálkodási egységbe esik, ezen belül új karsztkút létesítése minden területen hatástanulmány-köteles.

A karsztvízszint a c. ábrán látható módon ingadozik, a városmajori Vm-1 jelű fúrás esetében ez azonban alig egy métert jelent egy éven belül. A Budai-hegységben a karsztvízszintet elsősorban a csapadék mennyisége befolyásolja, tavasszal megemelkedik, majd csökken. Az 1980-as évek vége óta, mikor beszüntették a Dunántúli-középhegységben folytatott nagyobb bányászati tevékenységeket (Várpalota, Nyírád, Kincses, Dorog, Tatabánya) a karsztvízszint lassan, fokozatosan emelkedik.

c. ábra Városmajor-I vízintdiagram



5. Vízbemosztási lehetőségek a Böszörményi úti telken

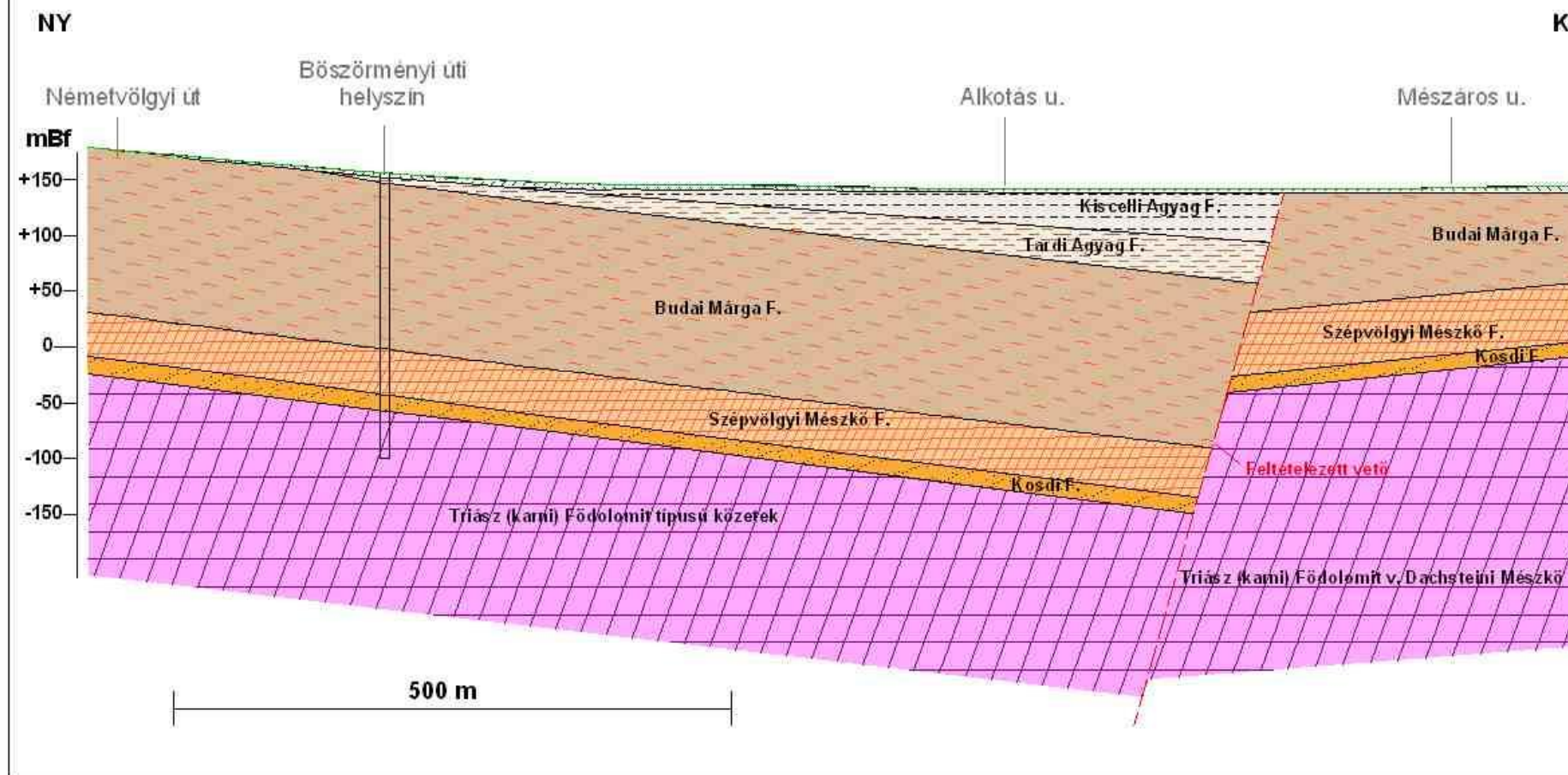
5.1. Földtani vázlat

A telek környezete két kiemeltebb rögszerkezet közötti kisebb, kb. 1 km átmérőjű hosszanti mélyedésben helyezkedik el. A mélyedést oligocén korú Tardi és Kiscelli Aggag Formáció üledékei töltik ki, a kiemeltebb területekről ezek az üledékek már lepusztultak. A mélyedést K-felől valószínűleg vető választja el a 170 mBf-i magasságú Várhegy és Gellért-hegy magaslataitól. A vizsgált helyszín alatti oligocén korú rétegek nyugati irányban fokozatosan a felszínre metszenek és az alattuk települő, mélyebb helyzetű Budai Márga rétegei bukkannak a felszínre. Ezt több talajmechanikai és sekélyebb vízkutató-talajvíz fúrás támasztja alá. A Várhegyen és az Orbán-hegyen előbukkanó Szépvölgyi Mészke Formáció kőzetei nagy valószínűséggel ezen a területen is megtalálhatóak, de nem túl nagy vastagságban. Ez a meszes réteg vízföldtani szempontból triász aljzattal egybefüggő karsztvíz-tároló. A helyszínről készült földtani szelvényt a következő oldalon található **d. ábra** mutatja be.

A várható rétegsor, és a képződmények rövid jellemzése:

1. 156 mBf terepszinttől számolva 2-5 m vastag fiatal holocén feltöltés, törmelékes agyag, humuszos lösz várható
2. kb. 5-8 m vastagságban mikrorétegzett, kompakt agyagos aleurit, vagy márga
3. kb. 100-150 m vastag márga, mészmárga tufit és homokkő zsinórokkal, mészkő be-településekkel
4. kb. 30 m vastag ősmaradványos mészkő, mészmárga
5. pár méternyi vegyes mész- és dolomit-törmelékes, homokkő, kavics, tarka agyag
6. több száz méternyi karsztosodott dolomit, mészkő

d. ábra. Földtani szelvény a Böszörményi úti helyszínen keresztül



5.2. Vízbeszerezési lehetőségek leírása – Böszörményi út

A talajvízszint a helyszín alatt nem túl mélyen, max. 2 méterre a felszín alatt várható a Tardi Agyag Formációban előforduló vékonyabb (alig maximum pár méter) finomszemű homokos rétegbetelepülésekben. E formáció üledékei alapvetően agyagosak, a kevés vékony homokrétegek is magas agyagtartalmú, vízádnak nem megfelelő. A közelben levő BXVI. jelű talajvíz-megfigyelő kútban 5,04 m mélyen van a vízszint, a 163,67 mBf magasságú csőperemtől számítva. A szaturált rétegvastagság jelen adataink szerint legfeljebb pár méter lehet.

Rétegvíz a területen levő márgából kitermelhető mennyiségben nem várható.

A triász aljzatközetekbe lemélyített, (kb. 200 méter mélységű) kútban beállt karsztvíz nyugalmi szintje ezen a helyszínen kb. 106,5 mBf magasságban várható, azaz a felszíntől számítva kb. – 50 m. mélységben. Ezen a területen a Mátyás-hegyi formáció közei várhatóak, amik sajnos a triász rétegeken belül is gyenge vízádnak minősülnek. A kitermelhető vízmennyiség óvatos becsléssel 600 l/p értéknek adható meg, szerencsés esetben elérheti az 1400 l/perc értéket is.

5.3. Környezetvédelmi, vízügyi korlátozások

A Böszörményi út környékén a fedőréteg feltárására kút létesítésére nézve ismereteink szerint nincsen korlátozás.

A triász rétegekre hideg vizes termelőkutak vagy termelő-visszatápláló kútpár létesítése ezen a területen mindenképpen hatástanulmányhoz kötött tevékenység. Ennek oka részben a Gellért-hegyi források viszonylagos közelsége, részben pedig a Déli-pályaudvarnál végződő mélyvezetésű metró-vonal közelsége. A főváros vízkészletek védettsége miatt a teljes vízgazdálkodási egységre várható ez az előírás. A területen tehát karsztkut engedélyes terve csak olyan előzetes hatástanulmánnyal kiegészítve lehet engedélyezni, amely valamilyen számítógépes hidrogeológiai modellezést is magában foglal, és előre bemutatja a kutak várható hatásterületének kiterjedését.

Víz kivétel csak visszasajtolás mellett engedélyezhető, (valószínűleg ez esetben is csak nehezen). A visszatáplálás helyét a kitermeléstől legalább 120 méter távolságban kell elhelyezni, lehetőleg északabbra vagy nyugatabbra.

Száraz (víz kivétel nélküli) hőszivattyús szondák telepítése valószínűleg korlátozás nélkül elvégezhető. Adott esetben a Környezetvédelmi hatóság ez esetben is előírhat hatástanulmányt, de ennek részletessége és területe a vízkitermeléses rendszerekhez képest mindenképpen kisebb.

Kútfúrás során várhatóan a normál fúrási biztonságtechnikai és környezetvédelmi szabályok betartása elegendő.

6. Vízbeszerezési lehetőségek a Városmajor u. 71 telken

6.1. Földtani vázlat

A helyszínhez közel több fúrás (**Vm-1, Mh-1, B-1**) is lemélyült. Sajnos mindegyik rétegsor leírása elég bizonytalan, még a figyelőkúttá kiépített Vm-1 fúrásé is. Részben a régi fúrásleírások bizonytalansága miatt, részben az adatokból egyértelműen látható vetőszerkezetek miatt nehéz a területről pontos földtani modellt készíteni. A helyszín alatti földtani viszonyok minél pontosabb bemutatása érdekében két szelvényvázlatot készítettünk, melyeket a következő oldalakon mutatunk be (**e. és f. ábrák**).

A Szilágyi Erzsébet fasor vonalában, ÉNy-DK irányban húzódik a Diós-árok (és folytatásában az Ördög-árok) tengelye. Ezt az árkot több, egymással többé-kevésbé párhuzamos vető alakította ki. Részben normál vetős, részben oldaleltolódásos jellegű. A tektonikai mozgások során a vizsgált terület alatt több kisebb, a fő vetőket kísérő segéd-vetőket is kialakulhatott. Az így kialakult tektonikai helyzet miatt a helyszín alatt várható rétegek magasabb helyzetben várhatóak, mint a Vm-1 fúrásban, valamint egy jó vízadó törésvonalat is érhet az itteni fúrás, amelynek pontos helyét azonban nem tudhatjuk. (A Vm-1 fúrással is vetőszerkezetet céloztak meg, sikertelenül.)

Jelen adatok szerint a Városmajor utcának e szakasza alatt tehát láthatóan bonyolult a lokális földtani felépítés. Az **f. ábrán** látható szelvény a terület bonyolultságának bemutatására készült, mivel a már említett B-1 jelű fúrás leírásának megbízhatósága igen bizonytalan.

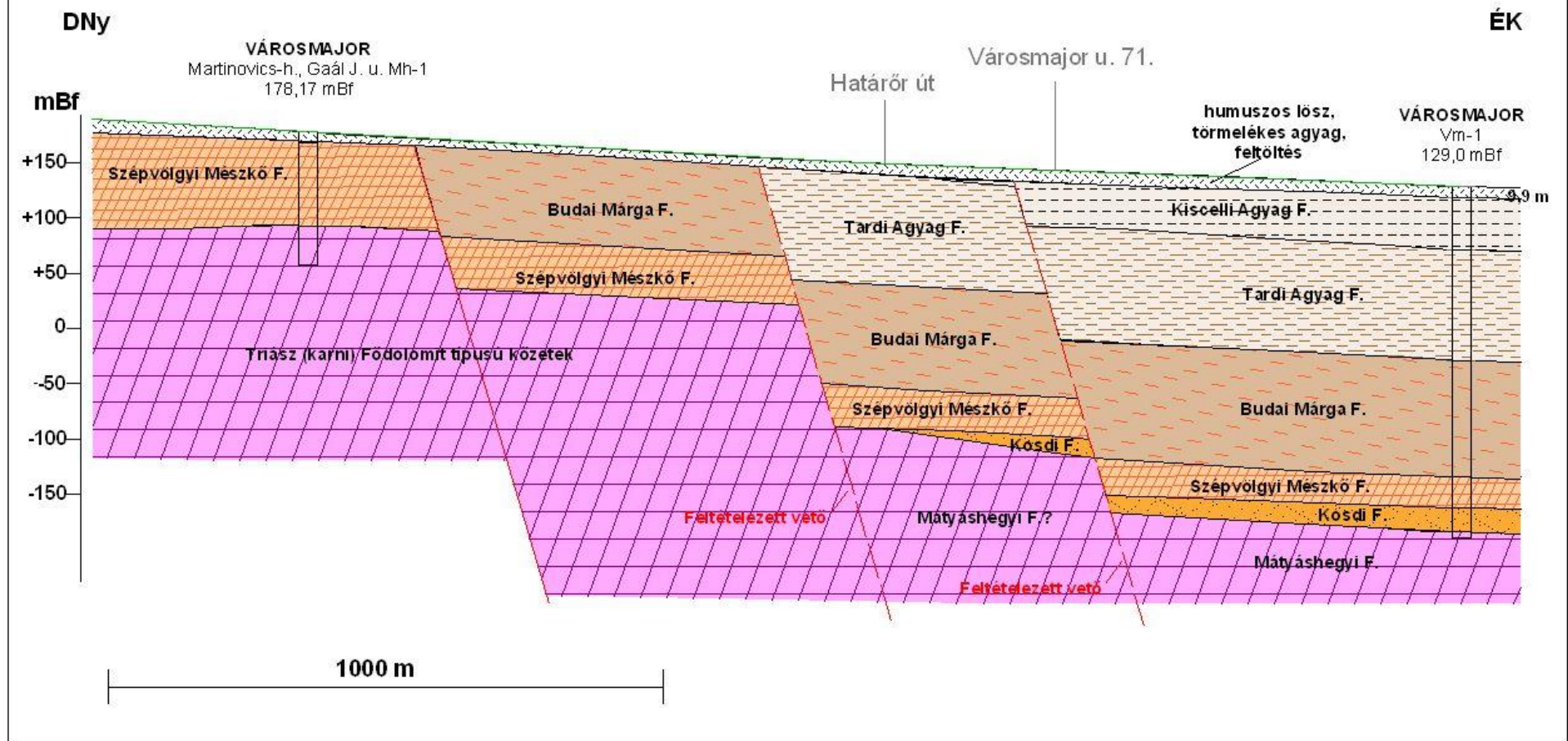
A Martinovics-hegyi (kissvábhegyi) fúrás alapján ezen a kiemelt helyzetű rögön a Szépvölgyi Mészke Formáció vastagabb, mint a Vm-1 jelű fúrásban. Amennyiben a fúrásleírás pontos, valószínűsíthető, hogy a vizsgált helyszín alatt is már vastagabb ez az eocén korú mészke, mint a Vm-1 jelű fúrásban.

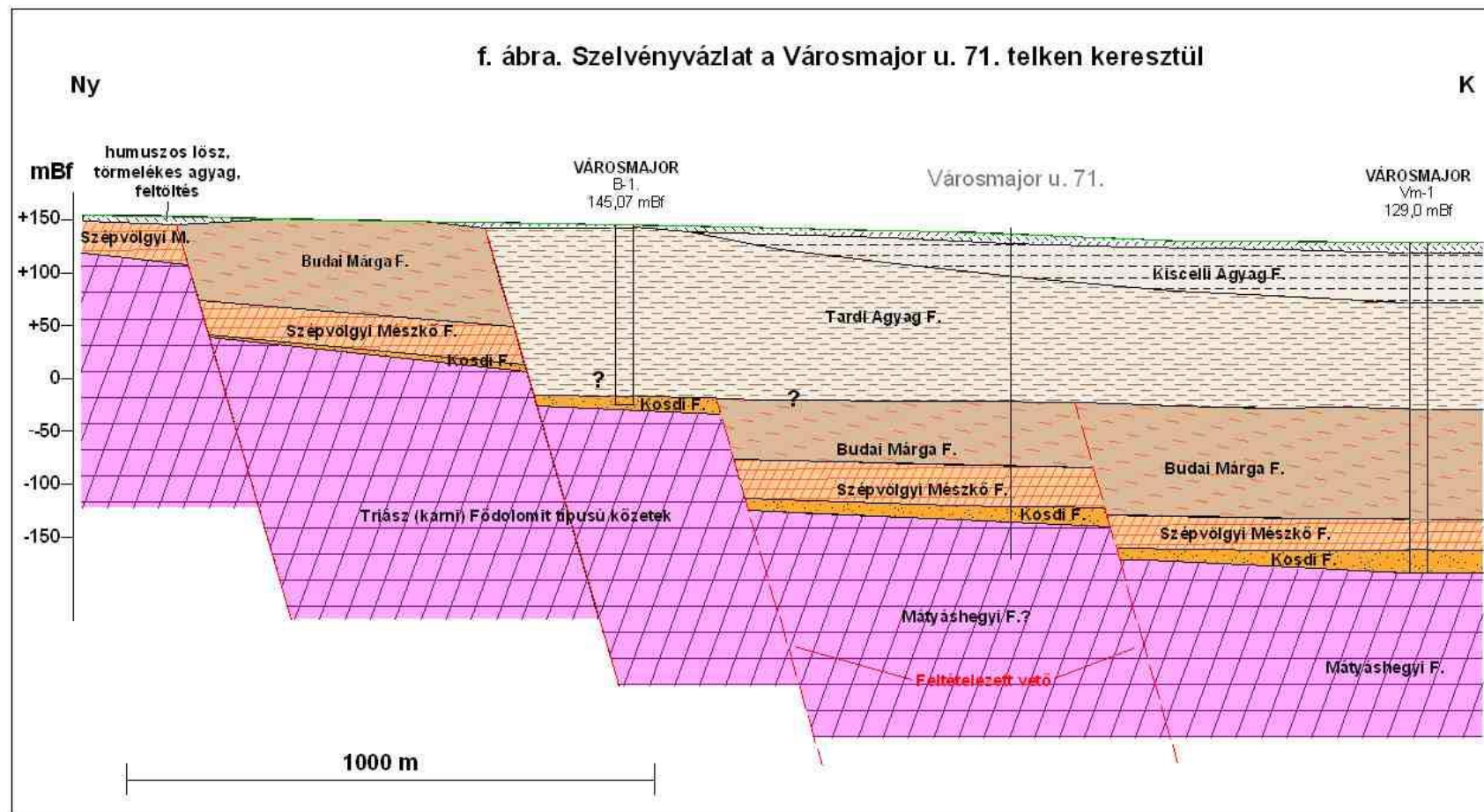
A földtani képet azonban bonyolítja, hogy a közeli, B-1 jelű, 1950-ben mélyült fúrásban a korabeli leírás szerint a vastag Tardi Aggyag alatt közvetlenül már Hárshegyi Homokkőnek minősített homokos rétegek következnek. Azonban a terület tágabb környezetében nem ismerünk Hárshegyi Homokkő előfordulásokat, legközelebb csak a területtől északra található Nagy Hárs-hegyen, illetve a nyugatabbra elhelyezkedő kiemeltebb rögökön. A Budai-hegység földtörténete alapján pedig a Hárshegyi Homokkőnek időben a Tardi Aggyag képződése után kellene következnie, tehát a rétegsorban magasabb helyet kéne betöltenie. Ezért mi a földtani szelvényünkben a triász időszakot követő eocén tengerelöntés bázis rétegeit, vagyis a Kosdi Formáció vegyes törmelékes kifejlődésű üledékeit jelöltük meg. (Meg kell említenünk, hogy a Tardi Aggyag alsóbb szintjeiben előfordulhatnak homokos rétegek, sőt esetleg a Budai Marga Formáció rétegei között is, melyek valamelyikével esetleg összetéveszthették a korabeli fúrásleírók.)

Várható rétegsor a tervezési helyszín alatt:

1. 136,6 mBf terepszinttől számolva 2-5 m vastag fiatal holocén feltöltés, törmelékes agyag, humuszos lösz várható
2. kb. 30 m vastagságban mikrorétegzett, kompakt agyagos aleurit, vagy márga
3. kb. 90-120 m vastag márga, mészmárga tufit és homokkő zsinórokkal, mészke betelepülésekkel
4. kb. 60-100 m várható vastagságban ősmaradványos mészke, mészmárga
5. pár méternyi vegyes mész- és dolomit-törmelékes, homokkő, kavics, tarka agyag
6. több száz méternyi karsztosodott dolomit, mészke

e. ábra. DNy-ÉK irányú földtani szelvény a Városmajor 71. telek közelében





6.2. Vízbeshzerzési lehetőségek leírása

A talajvíz kb. 10 méter mélyen, azaz kb. 165 mBf-i szintben várható. A helyszín közelében a tereprendezés miatt viszonylag nagy vastagságú, akár 10 méternyi feltöltés várható. Tehát a talajvíz szintje ebben a feltöltésben, valamivel a Kiscelli Agyag Formáció felett helyezkedhet el. A fiatal antropogén eredetű feltöltés teljesen vegyes városi törmelék lehet.

A közelben a BXIV. jelű talajvíz megfigyelő kútban 0,14 m mélyen van a vízszint, a 133,83 mBf magasságú csőperemtől számítva.

Rétegvíz a területen kitermelhető mennyiségben nem várható. A Budai márga rétegeiből kisebb mennyiségű víz repedezett zónákból szerencsés esetben tárható fel.

A karsztvízszint ezen a helyszínen kb. 114,8 mBf-i szintben állhat be, amennyiben a triász karsztvíztároló kőzetekbe mélyítünk kutat. A karsztvízszint fúrás előtt közvetlenül ellenőrizhető a Vízügyi Felügyelet engedélyének beszerzésével (felelős: Soproni F.) mind a városmajori Vm-1, mind pedig a Martinovics-hegyi figyelőkútban. E kutakban szivattyúzási teszteket nem végeztek a létesítéskor, csak nehezen kiértékelhető nyeletéses vizsgálatokat, azaz nincsen pontos adat a tűzköves dolomit aljzat vízvezető-képességéről. Új kút létesítése esetén azonban a meglévő figyelőkutak révén a termelés-betáplálás hatása közvetlenül vizsgálható, pontosan leírható.

Mint a mellékelt szelvényeken látható, az aljzat szintje a telek alatt elég bizonytalan, a mélységet jelentősen befolyásoló vető valószínűsíthető a telek közelében is. A szükséges fúrási mélység adataink szerint 150-300 méter között lehetséges, a valószínű közéérték 220 méter. Szerencsés esetben a triász üledékeket fedő Szépvölgyi mészkő a fekövel kommunikáló is karsztos vízadó lehet. Adataink alapján a területen a karsztos rétegből a feltárt vetőszereketek függvényében 400-2000 l/perc hozam tárható fel. A jellemző érték a Vm-1 tapasztalatai szerint sajnos itt is csak kb. 600 l/p.

6.3. Környezetvédelmi, vízügyi korlátozások

A Városmajor környékén a talajvizet feltáró kút létesítésére nézve nem lehet korlátozás.

Száraz (vízkivétel nélküli) hőszivattyús szondák telepítése valószínűleg korlátozás nélkül elvégezhető. Adott esetben a Környezetvédelmi hatóság ez esetben is előírhat hatástanulmányt, de ennek részletessége és területe a vízkitermeléses rendszerekhez képest mindenképpen kisebb.

A triász vagy eocén rétegekre hideg vizes termelőkút vagy termelő-visszatápláló kútpár esetében a létesítési engedély előtt valószínűleg hatástanulmány készítését is előírná az illetékes Környezetvédelmi, Természetvédelmi és Vízügyi Felügyelőség. A főváros vízkészletek védettsége miatt a teljes vízgazdálkodási egységre várható ez az előírás. Ebben az esetben a közeli figyelőkutak állag-megőrzésére esetleg áthelyezésére, kiváltására kell elsősorban kitérnie a tanulmánynak. A tanulmány eredményei a figyelőkutak révén közvetlenül ellenőrizhetőek.

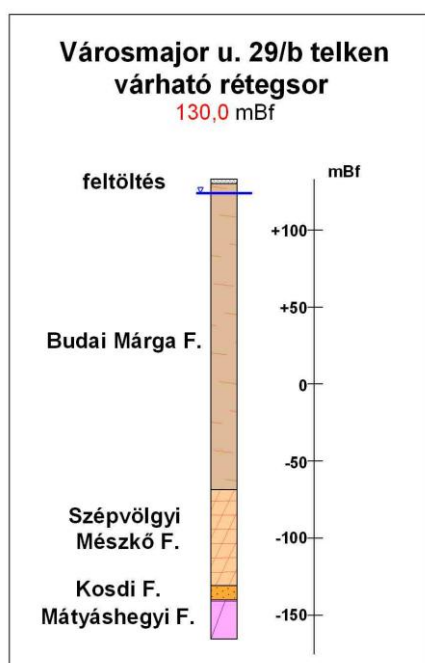
Vízkitermelésre csak visszatáplálás esetén van lehetőség! Helyi vízkitermelő rendszer visszatápláló kútját érdemes lenne a távolabbi Városmajori telekre telepíteni, ha a két pont között megoldható a felszíni vezetékes összeköttetés.

Kútfúrás során várhatóan a normál fúrási biztonságtechnikai és környezetvédelmi szabályok betartását a növényzet fokozott védelmének az előírásával szükséges lehet kiegészíteni.

7. Vízbeszerezési lehetőségek a Városmajor u. 24/b telken

7.1. Földtani vázlat

g. ábra. Várható rétegsor



Valószínűleg vékony fiatal feltöltés alatt a Várhegy fő tömegét alkotó, kb. 200 méter vastag Budai Márga Formáció márga, mészmárga, tufitos homokkő települ. Alatta a Szépvölgyi Mész F. mészmárga, mész F., majd annak bázisán a Kosdi Formáció cikluskezdő vegyes törmelékes üledékei (tarka és szürke agyag, kavics, homok, homokkő, dolomit- és mészkőtörmelék) várhatóak összességében 70 méter körüli vastagságban. A rétegsort feltehetően a Mátyáshegyi Formáció dolomit vagy mészkőrétegei zárják, kb. -136 mBf-i várható mélységben.

A telket ÉK és DK felől vetők határolják, melyek akár 40 métert is elvethetnek, s így a Budai Márga Formáció mellé a Kiscelli Aggyag Formáció alsóbb agyagos, agyagmárgás rétegei kerülnek, alattuk a Tardi Aggyag Formáció gyakori tufit zsinóros agyagos aleurit üledékeivel.

A területről bemutatott földtani vázlat az előző városmajori területhez képest lényegesen egyszerűbbnek tűnik – de ennek oka elsősorban csak az, hogy nincsenek a közelben mélyfúrások és a hegység-pázmák közötti ki medence belsőbb részén található a telek. A bemutatott várható rétegsor itt elsősorban extrapoláción alapul.

7.2. Vízbeszerezési lehetőségek leírása

A legközelebbi BXV. jelű talajvíz megfigyelő kútban 4,36 m mélyen van a vízszint, a 123,61 mBf magasságú csóperemtől számítva. Itt a helyszínen a felszíntől számítva kb. 8 m mélyen várható a talajvízszint.

Az itt található, a vetők közelsége miatt töredezetté- hasadékosabbá, akár karsztosodott Budai Márga Formációban előfordulhat a talajvíznél magasabb hőmérsékletű rétegvíz, akár nagyobb mennyiségben is. E víz mennyisége egyenes arányban áll a kőzet töredezettségével.

A karsztvíz feltehetőleg egységesen jelenik meg az eocén Szépvölgyi mészkőben és a lentebbi triász dolomitokban. Többinél vastagabb mész F.-szinteket itt a környező közeli felszíni előfordulások alapján valószínűsítettük; ez egyben azt is jelentené, hogy a karsztos eocén rétegekből jó vazdó-képességűek lehetnek. (Sajnos azonban itt is lehetséges hogy a me-

dence felső részén a perm-i településű mészkő vastagsága fúrásban jóval kisebbnek bizonyul.) A karsztvíz szintje 103,5 mBf-i magasságban állhat be egy esetleges kút eocén vagy triász aljzatba fúrásának esetében. A biztonságos feltáráshoz ez esetben is 200-300 méteres fúrás lenne szükséges.

7.3. Környezetvédelmi, vízügyi korlátozások

A Városmajor környékén a fedőréteg feltárására kút létesítésére nézve ismereteink szerint nincsen korlátozás.

Karsztvíz-kitermelés itt is csak visszasajtolással létesíthető; a telek visszatápláló kútnak is alkalmas lehet.

A triász rétegekre hidegvizes termelőkutakat vagy termelő-visszatápláló kútpár létesítésekor szerencsés esetben nem ír elő a felügyelőség előzetes hatástanulmányt, de ez nem vehető biztosra. A többi helyszínhez képest ezen a ponton kutak elvileg egyszerűbben létesíthetők, kevésbé zavarják a környező karsztos területek vízrendszereit.

Száraz (vízkivétel nélküli) hőszivattyús szondák telepítése valószínűleg korlátozás nélkül elvégezhető. Adott esetben a Környezetvédelmi hatóság ez esetben is előírhat hatástanulmányt, de ennek részletessége és területe a vízkitermeléses rendszerekhez képest mindenképpen kisebb.

A kútfúrás során a normál fúrási biztonságtechnikai és környezetvédelmi szabályok betartása elegendő.

8. Vízbeszerezési lehetőségek a Virányos úti telken

8.1. Földtani vázlat

A vizsgált helyszín közelében található egy régi, 1952-ben mélyült fúrás a Zugligeti út 16. szám alatt. A fúrásból azonban csak annyi adat maradt fenn, hogy talpmélysége 99,15 m, és a fúrás dolomitban állt meg. Amennyiben ez a hiányos és bizonytalan fúrásleírás megfelelő és pontos, akkor ezen a területen a triász kis mélységben várható a felszín alatt. Azonban a triász tetőszint térképünk, vagyis a környező triász karbonátos kőzetek felszínre bukkanása alapján itt - 60 mBf lenne a várható mélység, a fúrási dokumentáció alapján azonban ez +60 mBf. A legközelebbi felszíni kibúvások kb. 900 méterre találhatóak. Az itt húzódó vázlatos szelvényt a következő oldalon mutatjuk be (**h. ábra**). Az említett bizonytalan fúrás adatát külön jelöltük.

A triász alapkőzet az előző fejezetben már említett Diós-árkot is kialakító vetők hatására lépcsőzetesen egyre mélyebbre került. Wein Gy. térképe alapján pont a terület alatt várható egy vető jelenléte, vagy közeli elvégződése.

Várható rétegsor a területen:

1. 166,9 mBf terepszinttől számolva 5-10 m vastag fiatal holocén feltöltés, törmelékes agyag, humuszos lösz várható
2. kb. 20-30 m vastagságban mikrorétegzett, kompakt agyagos aleurit, vagy márga
3. kb. 60 m vastag márga, mészmárga tufit és homokkő zsinórokkal, mészkő betelepülésekkel
4. kb. 20-30 m várható vastagságban ősmaradványos mészkő, mészmárga
5. pár méternyi vegyes mész- és dolomit-törmelékes, homokkő, kavics, tarka agyag
6. több száz méternyi karsztosodott dolomit, mészkő

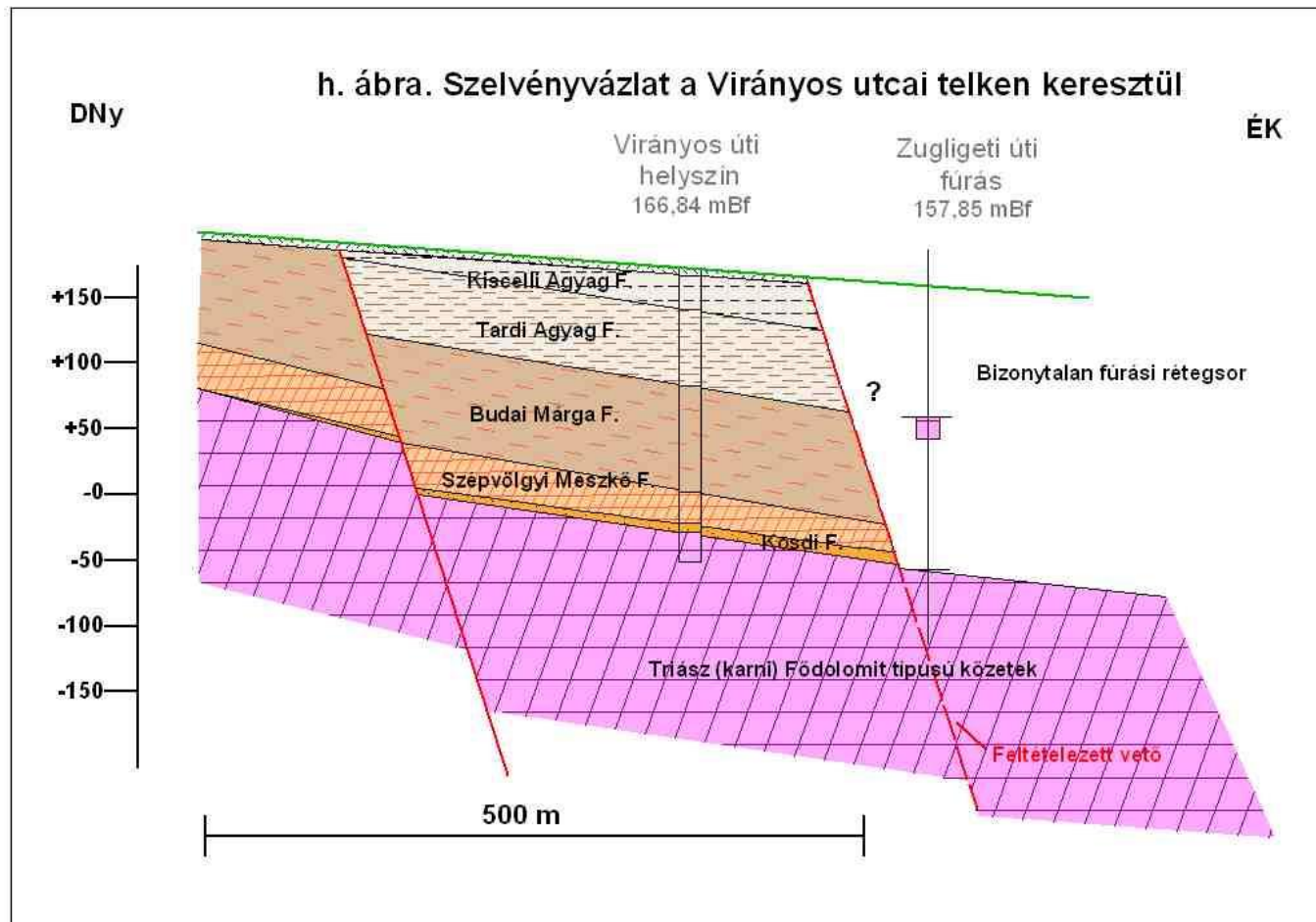
8.2. Vízbeszerezési lehetőségek leírása

A talajvíz a helyszín alatt 160 mBf-i magasságban húzódik, vagyis a felszín alatt kb. 5-, maximum 8 méter mélyen. Ez a szint ezen a területen is a Kiscelli Agyag Formáció agyagmárgás üledékeinek homokosabb rétegbetelepüléseiben állna be, vagy még a fiatal és változatos törmelékanyagú feltöltés alsóbb részén, azaz valódi talajvízadó nincsen.

Rétegvíz a területen kitermelhető mennyiségben nem várható.

A karsztvízszint **114,6 mBf-i** szintre állna be a kútban, amennyiben a triász kőzetekig fúrnánk le (150 méter mély kutat létesítve). A helyszín alatt esetleg előforduló vető jó vízadó repedésrendszer eredményezhet, egyben azt is, hogy a területen folyó vízkitermelés hatása a vetők mentén ÉNy felé terjed, azaz a szabad tükrű beszivárgási területek felé hat ki.

A várható vízhozam ezen a területen a legnagyobb, mivel a felszínen már jobb vízadó-képességű Földolomit jelenik meg a közelben, és mivel vetőszerkezet feltárása is valószínű. Ezek alapján a feltárható vízmennyiség értékét **1100 l/perc** értékűnek becsüljük. (700-1500 l/p intervallumban) Amennyiben a régi fúrás leírása helyes, és a karsztos réteg tetőszintje magasabban van, a szükséges fúrási mélység 100 méterrel kisebb, a de a kitermelhető vízhozam is csökken 100-150 l/p értékkel, mivel ez esetben már nem nyomás alatti a karsztos vízadó a területen.



8.3. Környezetvédelmi, vízügyi korlátozások

A Városmajor környékén a fedőrétegben már nincsen talajvíz.

A triász rétegekre hideg vizes termelőkutak vagy termelő-visszatápláló kútpár létesítése ezen a területen engedélyezhető a legnehezebben. Mindenképpen megelőző hatástanulmányhoz kötött tevékenység. A területen karsztkut engedélyes terve csak olyan előzetes hatástanulmánnyal kiegészítve lehet engedélyezni, amely valamilyen számítógépes hidrogeológiai modellezést is magában foglal, és előre bemutatja a kutak várható hatásterületének kiterjedését. Amennyiben a tágabb környezetben környezeti kárfelmérés vagy kármentesítés folyik, különösen a karsztos területeken, további előírások várhatóak. Természetvédelmi agályokra adott esetben szintén lehet számítani.

Ennek oka az, hogy ezen a területen kutat létesítve a Budai-hegységi háttérutánpótlódást csapolná meg a rendszer. Ez abban az esetben is igaz, ha itt is termelő-visszatápláló kútpár készülne.

Visszatápláló kút a telektől DNy és ÉK irányban is elhelyezhető, ÉNy és DK irányban nem javasolt. A szükséges távolság a hozammal arányos, 1000 l/p esetén lehetőleg már 200 méter.

Száraz (vízkivétel nélküli) hőszivattyús szondák telepítése valószínűleg korlátozás nélkül elvégezhető.

Kútfúrás során várhatóan a normál fúrási biztonságtechnikai és környezetvédelmi szabályok betartása elegendő.

9. Földhő-hasznosító rendszerek engedélyezése, költségei

A területen melegvíz nem várható, csak kis entalpiájú hideg vizes vagy száraz (víztermelés nélküli) hőszivattyús rendszerek létesíthetők, amelyek temperálásra alkalmazhatók.

A nagyobb hatásfokú vizes rendszerek nem feltétlenül költséghatékonyabbak, ha a felszín közelében nincs jó vízáadó réteg. Ez esetben, a hegyvidéki területen egyetlen helyszínen se várható jó talajvízáadó réteg (ez a Duna pesti kavicssteraszán jelenik meg).

A területen karsztkutak létesíthetők, ezek létesítése a fővárosban a fürdők kiemelt védelme és egyéb természetvédelmi okok miatt általában hatástanulmány-köteles.

Karsztkutak a mély vízszint miatt csak búvárszivattyúval termelhetők; elvileg így aknában, pincében is létesíthetők, de ez esetben esetleges felújításuk a későbbiekben nem megoldható. A kútfúráshoz szükséges helyigény legalább 10x25 méter; a későbbiekben 10x10 méteres területet kell a kút körül elkeríteni és belső védőterületként védeni.

Egy megfelelő hozamú termelőkút létesítéséhez a kutak vízjogi létesítési engedélyezési tervét kell elkészíteni. Egy új, 100 m³/nap hozam felett termelőkút létesítési engedélyének a hatósági elbírálási illetéke a 20/2007 (VI.8.) KvVM rendelet szerint 150.000 Ft., kitermelő és besajtoló rendszer létrehozása egy eljárásban e díj 150%-a. A kútlétesítés után üzemelési engedély a létesítési díj 80%-a. A hatósági díj összege tehát egy kútpár esetében összesen 405.000 Ft. A vízjogi engedélyhez eredeti tulajdoni lap, és tulajdonosi igazolás szükséges.

Kúttervet csak szakági tervező készíthet. A kúttervezés díja egy kitermelő-besajtoló kútpár esetében részletesebb hatástanulmány nélkül 400.000-600.000 Ft között lehet; a hidrogeológiai hatástanulmány ára még ezen felül még legalább 250.000 Ft. a létesítés és az engedélyezés előtt is.

Karsztkút létesítésének az ára méterenként kb. 60.000 Ft azaz egy 300 méteres kút ára már 18.000.000 Ft.

Víztermelés nélküli hőszivattyús temperáló rendszerek engedélyezését a Bányakapitányság végzi, az engedélyez díja a létesítés és az üzemelés előtt is 38.500 Ft. A tervezett szondák gépészeti tervének elkészítése után jelen anyagunk alapján az engedélyezéshez szükséges földtani tervrészek gyorsan elkészíthetőek, fúrási tervvé továbbfejleszthetőek. Egy ilyen rendszer vízföldtani tervező díja kb. 50.000 Ft.

Száraz rendszerek esetében általában legfeljebb 150 méteres fúrási mélységgel számolnak, csökkentett árakon (kb. 25.000 Ft/méter)

Az egyes kőzetek hőleadó-képességének előzetes megadása hazánkban még nem terjedt el, és mélyebb hőszivattyús szondákat se létesítettek. Előzetes kezdeményezések és eredmények már vannak, ilyen nagyobb részletességű terv költsége előzetes becslésünk alapján kb. 320.000 Ft lehet. A víztermelés nélküli süllyesztett hőcserélők is nagyobb hatásfokkal működnek a vízáadó rétegekben, mint az agyagokban, (a víztartóban levő pórusvíz igen nagy fajhő- hőátadó- képessége, és gyorsan kialakuló lokális konvektív áramlásai miatt). Részletesebb előmodellezés, a területen levő kőzetek közelből származó felszíni mintáinak megfelelő vizsgálata alapján adott esetben a legideálisabb fúrási mélység is előre megadható lehet.

A kivitelezők versenyeztetése esetén, független tendereztetéssel, és tervezői művezetéssel mind vízkútfúrás, mind hőcserélő szondák telepítése esetén kedvezőbb árak érhetők el.

10. Összefoglalás és javaslatok

A területen melegvíz nem várható, csak kis entalpiájú hidegvizes vagy száraz (vízkitermelés nélküli) hőszivattyús rendszerek létesíthetők, amelyek temperálásra alkalmazhatók

Mindegyik vizsgált terület hegyvidéki jellegű, kis vastagságú, vagy teljesen hiányzó talajvíz-adó rétegekkel, ez alatt érdemi rétegvíz sehol sem tárható fel, csak mélyebbre fúrva hideg karsztvíz. A várható vízhőmérséklet és közet-hőmérséklet 14 0C fok mind a felszínközeli, mind a mélyebb rétegek esetében.

A területek földtani adottságai tehát vízkinyerés céljából egyetlen esetben sem nevezhetők kedvezőnek. Felszíni geofizikai előkutatásra a városi területeken egy esetben sincs mód, a fúrásos feltárás költsége minden esetben gyakorlatilag kockázati tőkét jelent. A karsztvíz a Budai-hegységben kiemelt jelentőségű védett érték, ezen a területen karsztkút létesítése csak visszatáplálás mellett lehetséges. A termelőkutat és a visszatápláló kutat lehetőség szerint egymástól legalább 120 méter távolságban célszerű telepíteni a karsztos rétegekre. A kútpárt együtt lehet engedélyezni, az engedélyezéshez valószínűleg részletes hatástanulmányokat is előírnak.

Nagyobb hozamú kút létesítésére a Virányosi úti telken van a legnagyobb esély, de ez a helyszínen (és a legdélebbi Beszceei úti telken) engedélyezhető a legnehezebben új karsztos rendszer az aránylag közel eső felszíni védett karsztos területek miatt. A Beszerece utca és a Városmajor utca alatt a karsztos rétegek vízáadó-képessége kisebb is az átlagosnál, mivel ezeken a területeken a kevéssé karsztosodott tüzköves dolomit alkotja az aljzatot.

A két városmajori terület közül a délebbi az északabbinnál kedvezőbb adottságú, bár hiányosabb feltártságú is. Ezen a ponton sikeres termelőút hozamának azonban valószínűleg csak a fele táplálható vissza sikeresen a Városmajor u. 71 vonalában. Érdemes lehet félúton is egy másik nyelőkutat tervezni, amely kedvezőbb esetben önmagában is elegendő lehet.

Sajnos mindegyik helyszín esetben nagy a bizonytalanság a feltárható hozam tekintetében, mivel ez elsősorban a attól függ, hogy a fúráspont feltár-e megfelelő mélységben nagyobb tektonikus törést, üreget, és a városmajori tapasztalatok ezidáig kifejezetten kedvezőtlenek voltak. A szükséges fúrási mélységek is csak tág határok között adhatóak meg a területeken a völgyszerkezetek peremén valószínű, de előzetesen nem kimutatható számos tektonikus szerkezet miatt. A Vm-1 állami tulajdonú figyelőkút észlelési adatsorát egy közeli vízkitermelő-betápláló rendszer teljesen elrontaná, azaz adott esetben e kutak kiváltására is fel kell készülni.

Vízföldtani ismereteink alapján mindegyik területen elsősorban száraz, vízkitermelés nélküli hőcserélő szondák telepítését javasoljuk karsztkutak létesítése helyett. Szakvéleményünk e rendszerek engedélyezési dokumentációjához is jól használható.

Lorberer Árpád Ferenc és Veres Viktória geológusok
Budapest 2008. február 20.

