



BUDAPESTI MŰSZAKI ÉS GAZDASÁGTUDOMÁNYI EGYETEM
Geotechnikai Tanszék

TALAJVIZSGÁLATI JELENTÉS

a Budapest, III. Római parton tervezett mobil árvízvédelmi fal
környezetének altalajviszonyairól

A talajvizsgálati jelentés 23 számozott oldalt és az alábbiakban felsorolt 6 mellékletet tartalmazza:

- | | | |
|----|-----------|----------------------------------|
| 1. | MELLÉKLET | FELTÁRÁSOK HELYSZÍNRAJZAI |
| 2. | MELLÉKLET | FÚRÁSSZELVÉNYEK |
| 3. | MELLÉKLET | RÉTEGSZELVÉNYEK |
| 4. | MELLÉKLET | RÉTEGHATÁROK SZINTVONALAS RAJZAI |
| 5. | MELLÉKLET | LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK |
| 6. | MELLÉKLET | TEREPI VIZSGÁLATOK |

Budapest, 2012. november

TARTALOMJEGYZÉK

1.	A MEGBÍZÁS TÁRGYA	2
2.	ELŐZMÉNYEK, TERVEZETT MŰTÁRGYAK.....	4
2.1.	Korábbi feltárások	4
2.2.	Tervezett műtárgyak.....	4
3.	HELYSZÍN LEÍRÁSA	5
3.1.	1. tervezési szakasz (0+000 – 1+300).....	5
3.2.	2. tervezési szakasz (1+300 – 2+125).....	7
3.1.	3. tervezési szakasz (2+125-)	7
4.	FÖLDALATTI LÉTESÍTMÉNYEK, AKADÁLYOK	10
5.	FÖLDTANI VISZONYOK.....	10
5.1.	Domborzati viszonyok	10
5.2.	Földtani felépítés	11
5.3.	Szeizmicitás.....	13
6.	TALAJFELTÁRÁS	13
7.	LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK	14
8.	TALAJRÉTEGZŐDÉS	15
8.1.	Mesterséges feltöltés („A” réteg).....	15
8.2.	Fedőréteg („B” réteg)	16
	Fedőréteg, 1. tervezési szakasz	16
	Fedőréteg, 2. tervezési szakasz	16
	Fedőréteg, 3. tervezési szakasz	17
8.3.	Homokos kavics – kavicsos homok („C” réteg)	17
8.4.	Agyagos alapréteg („D” réteg).....	17
9.	GEOTECHNIKAI PARAMÉTEREK	17
10.	TALAJVÍZVISZONYOK	19
10.1.	Talajvízszint	20
10.2.	Talajvíz vizsgálata	22
11.	ÉRTÉKELÉS	23

TALAJVIZSGÁLATI JELENTÉS

a Budapest, III. Római parton tervezett mobil árvízvédelmi fal
környezetének altalajviszonyairól

1. A MEGBÍZÁS TÁRGYA

Az ERBO-PLAN Mérnöki Szolgáltató Kft. (5700 Gyula, Hold u. 10.) megbízott bennünket (BME Geotechnikai Tanszék, 1111 Budapest, Műgyetem rkp. 3.), a címben említett terület altalajviszonyait bemutató talajvizsgálati jelentés készítésével.

A munkavégzéssel, megbízással és szerződéses kérdésekkel kapcsolatos kérdésekben a következők személyek a kapcsolattartók:

Megbízó részéről:	Erdész Béla
Megbízott részéről:	Dr. Mahler András

Megbízóval kötött szerződés alapján a Megbízott a következőket vállalta:

- A vizsgálandó területen a 5 db 12 m mélységű, nagyátmérőjű talajmechanikai fúrást készít, melyből talajvíz- és talajmintákat vesz. Ezt a T. megbízó 6 db kisátmérőjű fúrás mélyítésével egészíti ki.
- Elvégzi a talajminták laboratóriumi vizsgálatát és a talajvízminták vízkémiai vizsgálatát.
- Két vizsgálati pontban, különböző mélységekben helyszíni vizsgálatokkal (Khafagi szondázással) határozza meg a talaj áteresztőképességi együtthatóját.
- Feldolgozza a T. Megbízó által összegyűjtött korábbi feltárások (rétegsorok, fúrásszelvények, kútadatok) eredményeit.
- Az elvégzett vizsgálatok eredményeit összefoglaló jelentést készít; ennek célja, hogy a vizsgált területen létesítendő mobil árvízvédelmi rendszer környezetének altalajviszonyait bemutassa, és a engedélyezési tervdokumentációhoz (állékonysági és szivárgási vizsgálatokhoz) kiinduló információt nyújtson.

A talajvizsgálati jelentés elkészítéséhez t. Megbízó a következő információkat bocsátotta rendelkezésünkre.

Adatszolgáltatás	File név
A terület alaptérképe a közművek elhelyezkedésével, illetve a tervezett műtárgy nyomvonalával	Kozmuves_alapterkep_nyomvonallal.dwg ACAD_Helyszinrajz_Civil.dwg
A Magyar Állami Földtani Intézet adatbázisában szereplő fúrások rétegsorai a feltárások koordinátaival és a terepszint feletti magasságaival	Fúrásadatok Dunapart_IIIker.xls
A Magyar Állami Földtani Intézet adatbázisában szereplő fúrások elhelyezkedése	Máfifuratokhelyszinrajza.dwg
Az Építési Geotechnikai Adattárban található szakvélemények feltárásainak helyei.	EgyébfuratokHelyszinrajza.dwg
Vízszintészlelő kút kialakításának vázlata	FSZ 03-09.pdf
A területen található talajvízszint észlelő kutak adatsorai	III_1a.xls, III_9.xls
Hidrológiai vizsgálatok eredményei	Római part koronaszint meghatározása 0919.doc, Hidrológiai vizsgálatok.doc
Talajmechanikai szakvélemény a Római parti campingben létesítendő új mosdóépületekhez. Ybl Miklós Építőipari Tervező Szövetkezet, 1982.	1. nyilvántartási csoport.pdf
Részletes talajmechanikai szakvélemény a Budapest III. Nánási út – Rozgonyi Piroska utcai saroktelken építendő lakóház alapozásához. Ybl Miklós Építőipari Tervező Szövetkezet, 1982.	2. nyilvántartási csoport.pdf
Területismertető talajmechanikai szakvélemény a Budapest III. Pók utcai átemelő szivattyútelep tanulmánytervéhez. Viziterv, 1975.	6. nyilvántartási csoport.pdf
Budapest III. Pók utcai átemelő szivattyútelep Műszaki Leírás. Viziterv, 1980.	7. nyilvántartási csoport.pdf
Talajmechanikai szakvélemény a Budapest III. Pók utcai átemelő szivattyútelep tanulmánytervéhez. Viziterv, 1975.	12. nyilvántartási csoport.pdf
Területismertető talajmechanikai szakvélemény a Budapest III. Vöröshadsereg útja 257-259. sz. alatti telken létesítendő külkereskedelmi szálloda-vendégház tanulmánytervéhez.. Ybl Miklós Építőipari Tervező Szövetkezet, 1987.	18. nyilvántartási csoport.pdf

A rendelkezésünkre bocsátott szakvéleményeken felül felhasználtunk két további, a területen lévő telkekről készített szakvéleményt:

- Talajmechanikai szakvélemény a Budapest III. 23744/2 hrsz-ú telken létesítendő épületek tervezéséhez (Készítette: Mahler András, 2005. július)
- Talajmechanikai szakvélemény a Budapest III. 23761/2 hrsz-ú telken épülő Kócsag üdülőkert épületeinek tervezéséhez (Készítette: Mahler András, 2004. november)

2. ELŐZMÉNYEK, TERVEZETT MŰTÁRGYAK

T. Megbízó Budapest III. kerületében a Római parton új árvízvédelmi rendszer kialakítását tervezi. Jelenleg az elsőrendű árvíz védelmi vonal a Pünkösdfürdő utcától északra fekvő részen közvetlenül a Duna parton található. Ettől délre a védvonal távolabb húzódik a kisvízi medertől és a Királyok útja Duna felőli oldalán halad egészen az Aranyhegyi patakig.

A jelenlegi elképzelések szerint az árvízvédelmi rendszer végig közvetlenül a Duna parton kerül kialakításra, így az új nyomvonal biztosítja a Királyok útvonalról a Duna felé fekvő területek védelmét is. A tervezett nyomvonal az északi szakaszon a parti úttól ~ 50-100 m-re a folyam felőli részen kerül kialakításra, a másik két szakaszon pedig a parti sétány közelében halad.

A – rendelkezésünkre bocsátott adatok szerint – az árvízvédelmi rendszert tervező által javasolt kiépítési szintje: MÁSZ+1,0 m = 105,11 mBf.. ilyen vízszint ellen védekezéshez a 2-3 m magasságú, ebből adódóan jelentős alapterületű gát építése lenne szükséges. Ennek nem csak a helyigénye nagy, hanem el is zárja egymástól a Dunát és a parti területeket. Emiatt a „hagyományos” megoldás helyett a védelmet mobil árvízvédelmi fallal tervezik megoldani. Ennek előnye, hogy csak az árvíz idején kell felállítani, így az év nagy részében nem választja el a városrészt a Dunától. Az árvízvédelmi rendszerrel kialakításával kapcsolatos részleteket a 2.2 pontban ismertetjük.

2.1. Korábbi feltárások

A területen korábban számos fúrás készült, ezek elhelyezkedését a feltárások helyszínrajza c. mellékletben található rajzokon mutatjuk be. Az itt tapasztalt rétegződéseket felhasználtuk a rétegszelvények összeállítás során is.

A nagy mennyiségű korábbi feltárás részletes képet adott a területen várható altalaj-rétegződésről, azonban maradt néhány „folt”, ahol nem voltak feltárások, vagy a fúrások mélysége nem volt elégséges. A mélyített kiegészítő nagyátmérőjű fúrások elsősorban ezekre a területekre koncentráltak.

Bár a korábbi feltárások a rétegek elhelyezkedését jól mutatják, kevesebb elérhető információ állt rendelkezésre a talajok tulajdonságaira vonatkozóan. Legtöbb esetben csak a réteg megnevezése volt ismert, és csak kb. 30 fúrás esetén állt rendelkezésre a talajazonosító vizsgálatok eredménye, ennél részletesebb vizsgálatok ezekhez a fúrásokhoz se készültek. A talajtulajdonságok részletesebb megismerése érdekében a T. Megbízó további 6 db. kisátmérőjű fúrást mélyített a tervezett nyomvonal mentén.

2.2. Tervezett műtárgyak

A tervezett árvízvédelmi rendszer több műtárgyból áll. A fő elem a terepszint feletti gátat jelentő mobil árvízvédelmi fal. A szerkezet rögzítéséhez azonban szükség van egy fix alapozásra, ami képes a víznyomás okozta terheket biztonságosan az altalajra hárítani.

A kialakuló szivárgási viszonyok miatt szükséges egy vízzáró fal kialakítása, melynek mélységét részletes számítások alapján lehet meghatározni. Várhatóan szükség lesz a mentett oldalon egy szivárgó kialakítására is, amely a vízzáró fala alatt átszivárgó vizeket szükség esetén összegyűjti és rendezett körülmények között elvezeti. Ennek mélysége és a szivattyúzandó vízmennyiség az árvíz- és talajviszonyoktól valamint a mentett oldali vízszint-kritériumtól függ

3. HELYSZÍN LEÍRÁSA

A környék már a Római korban is lakott volt, sőt a római provincia fővárosa, a védelmi szempontból stratégiai jelentőségű települése helyezkedett el itt. Ennek nyomai a III. kerület számos pontján tapasztalhatóak.

Jelen – a vízi élethez erősen kapcsolódó – funkciója is régre vezethető vissza, már a XIX. századtól voltak itt szabad strandok vendéglők illetve csónakházak, ezek közül van, amelyik még jelenleg is működik. A 70-es években a vízminőség romlása miatt a kijelölt fürdőhelyeket megszüntették, de a terület jelenleg is a vízi sportok egyik közkedvelt helyszíne.

A Római part történetében gyakoriak az árvizek, elöntések. Ezek visszaszorítása érdekében 1953-54-ben épült meg a Királyok útja – Nánási út vonalában a földgát, amely az ettől távolabbi részek elöntését megakadályozta. 1980-81-ben készült el a jelen tervezési területtől északra fekvő szakasz végleges védelme, itt jelenleg is földgát illetve szivárgó biztosítja az árvízvédelmet.

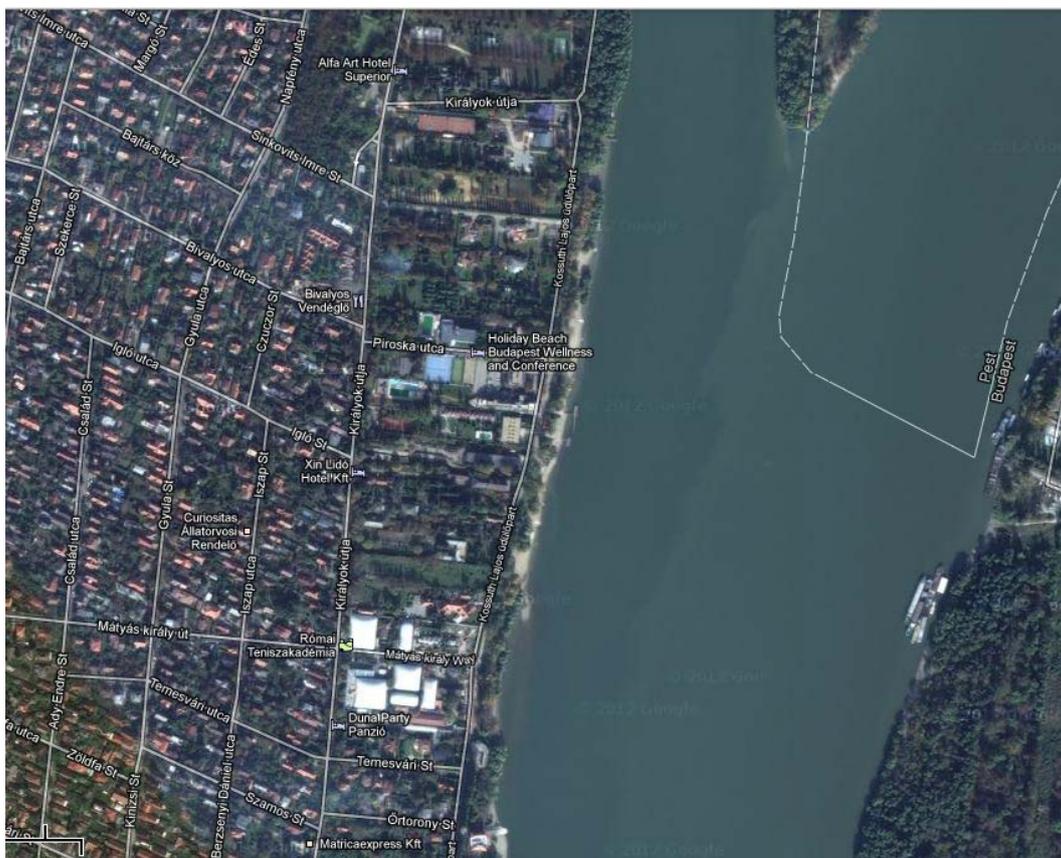
Jelen munka keretében az ettől délre fekvő szakaszok árvízvédelmi rendszerét tervezik, azaz a tervezett árvízvédelmi rendszer északi határa kb. a Szentendrei sziget déli csücskének vonalától indul és egészen az északi összekötő vasúti híd csatlakozó töltése mellett folyó Aranyhegyi patakig tart. A nyomvonal 3 tervezési szakaszra oszlik.

3.1. 1. tervezési szakasz (0+000 – 1+300)

Az 1. tervezési szakasz a Pünkösdfürdő utca közelében, a csatlakozó árvízvédelmi gátnál kezdődik és az Őrtorony utcától ~150 méterre délre, az 1+300 szelvény környékén ér véget. A szakasz műholdfelvétele az 1. ábrán látható. Ezen részen az árvízvédelmi fal nyomvonala a Kossuth Lajos üdülőpart útjával közel párhuzamosan, attól ~50-100 méterre a Duna felé helyezkedik el, így az úttól a Duna felé eső telkek védelme is biztosítható, majd a szakasz végén visszaugrik az út mellé.

Ezen a szakaszon a nyomvonal jellemzően a Duna kavicsos partján halad, a terepszint mélyebb, mint a többi szakaszon. Itt a tervek szerint feltöltés készül az utca és a tervezett gát közötti területet szintbe hozzák. Különösen mély fekvésű a szakasz első ~300 métere itt a terepszint sok helyen 100 mBf. körüli. A Kossuth Lajos üdülőpart közeli részeken a jellemző

terepszint 102-103 mBf. körüli, ettől távolodva pedig enyhén emelkedik a Királyok útja irányába.



1. ábra. Az 1. szakasz műholdfelvétele

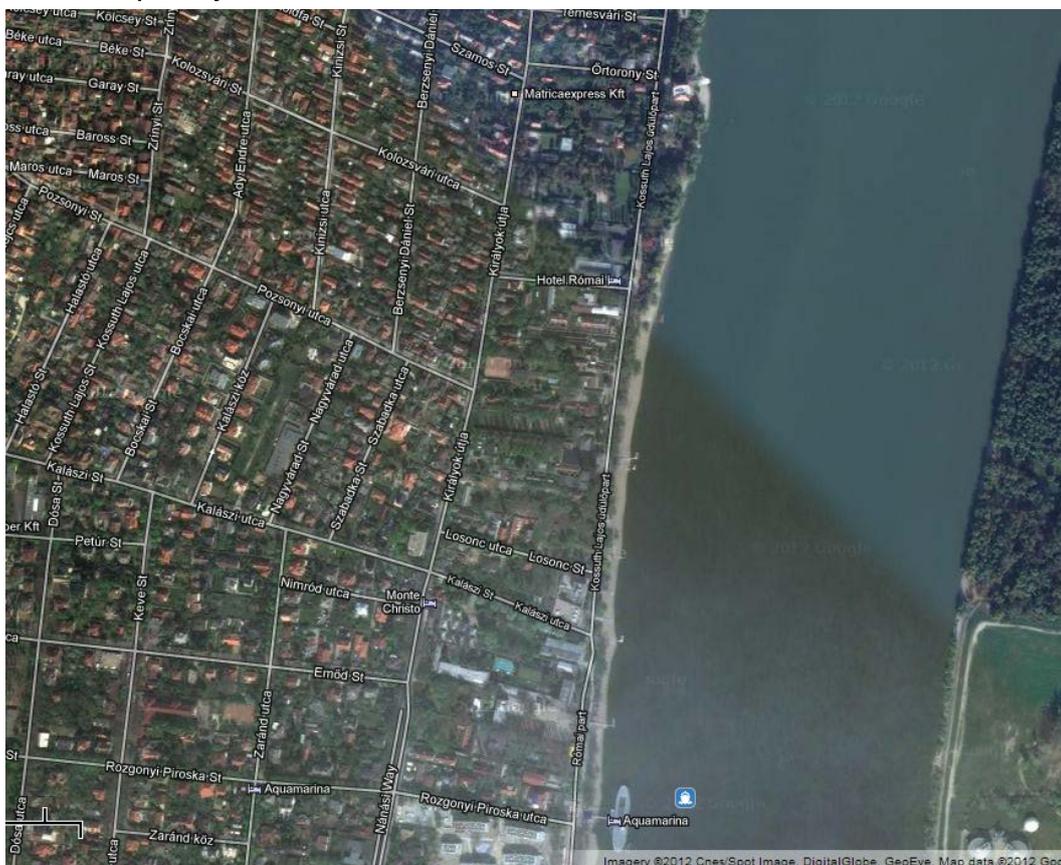


2. ábra. Fénykép az 1. szakasról (Őrtorony utca magssága)

3.2. 2. tervezési szakasz (1+300 – 2+125)

A 2. tervezési szakasz az 1. szakasz előbbieken említett Órtorony utca felőli végétől, az 1+300-as szelvénytől indul, és a Rozgonyi Piroska utcáig (2+125 szelvényig) tart. Ezen a szakaszon a nyomvonal a Kossuth Lajos üdülőpart aszfaltozott útja mentén halad, a környezete jobban kiépített, mint az 1. szakasznál volt. A terepszint ezen a részen jellemzően 103 mBf. körül változik. A tervezett nyomvonal mellett csónakházak, üdülők, illetve büfék találhatóak. Itt a terepszint emelése nem lesz szükséges, a tervezési szakasz teljes hosszán a jelen terepszinttől indulóan készül a mobil árvízvédelmi fal.

A mentett oldali részen az 1. szakasz déli részéhez hasonlóan a terep enyhén emelkedik a Királyok útja felé.



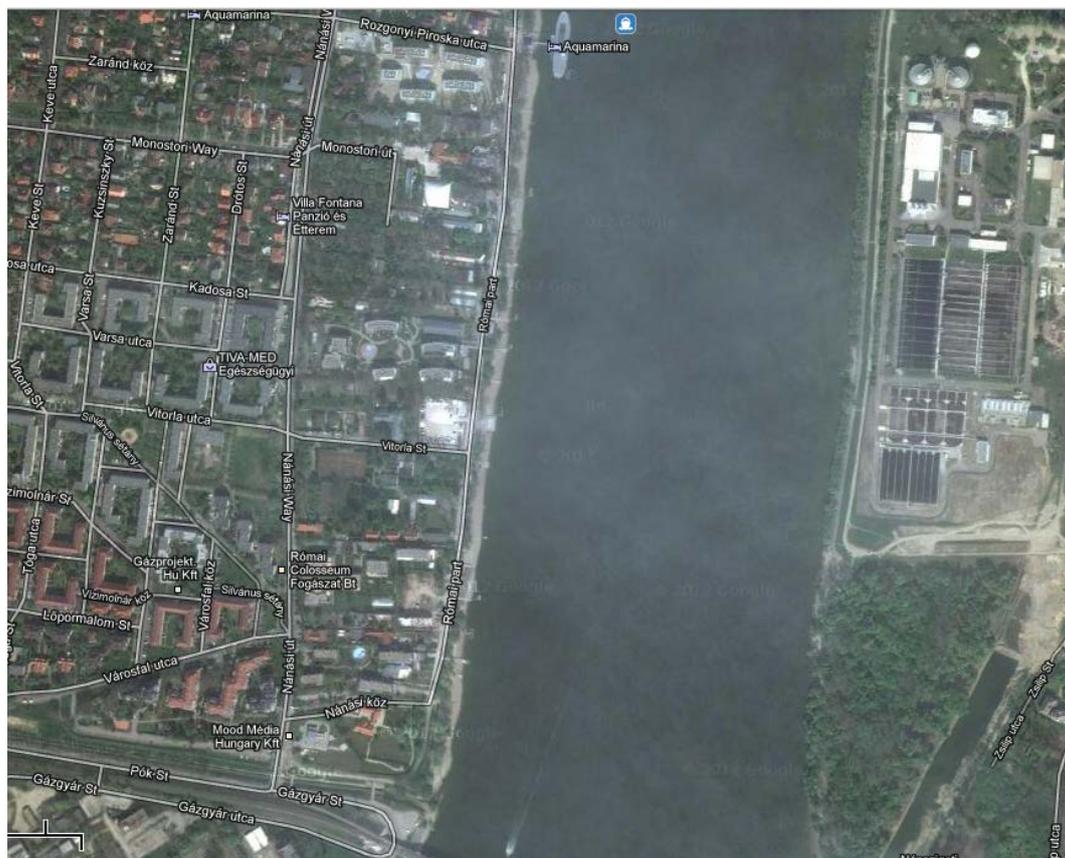
3. ábra. A 2. szakasz műholdfelvétele

3.3. 3. tervezési szakasz (2+125-)

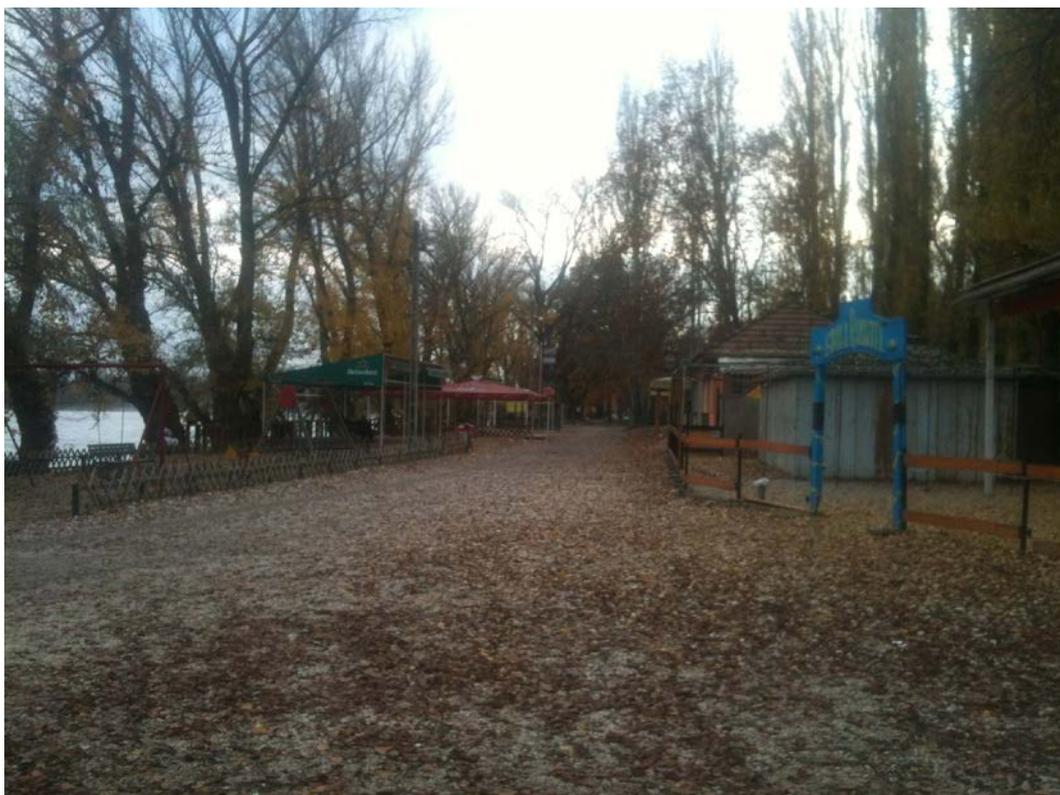
A 3. tervezési szakasz a Rozgonyi Piroska utcától az Aranyhegyi patakig terjed, a tervezési szakasz a nyomvonal környezete az előző szakaszhoz hasonló, sőt ezen a részen még inkább beépített a partszakasz. A területet itt több helyen feltöltötték, így ezeken a részeken a terepszint a mértékadó árvízszintnél magasabbra került, így csak szakaszosan kell az árvízvédekezésről gondoskodni. Ezt várhatóan jórészt földgátakkal, illetve tömör kerítés-kialakításokkal fogják megoldani, csak egy kb. 200 m-es szakaszon készül mobil árvízvédelmi fal a Kadosa utca és a Rozgonyi Piroska utca között.



4. ábra. Fénykép a 2. szakasról (Örtorony utca magssága)



5. ábra. A 3. szakasz műholdfelvétele



6. ábra. A 3. szakasz Rozgonyi Piroska utcai része



7. ábra. A 3. szakasz az Aranyhegyi pataknál

4. FÖLDALATTI LÉTESÍTMÉNYEK, AKADÁLYOK

Geotechnikai szempontból fontos, hogy a tervezett nyomvonal közelében több közmű is található. A tervezett nyomvonal ezeket a 2. és 3. szakaszon többször keresztezi.

A közművek közül is ki kell emelni a az 1200 mm átmérőjű SENTAB vízvezeték, mely a parti részen halad végig egészen az Aranyhegyi patakig, illetve a Duna alatt vezetett közművezeték, melyet a 2+830 szelvénynél keresztez a tervezett nyomvonal, és több helyen megközelíti azt.

A közműtérkép ezen felül főleg a középső szakaszon jelöl közműveket, itt mind elektromos vezeték, mind szennyvízcsatorna, sőt a Rozgonyi Piroska utca magasságában egy rövidebb szakaszon telefonkábel is halad a terepszint alatt. A harmadik tervezési szakaszon a SENTAB vezetéken túlmenően csak a déli részen jelöl szennyvízcsatornát illetve elektromos kábelt a közmű térkép.

5. FÖLDTANI VISZONYOK

A terület építésföldtani jellemzői a döntéselőkészítő tanulmány alapján:

A Római-part – Kossuth Lajos üdülőpart, valamint a Nánási út – Királyok útja térség domborzati jellege, földtani felépítése és építés-hidrológiai adottsága alapján a Duna egykori budai árteréhez, a Békásmegyér – Óbudai öblözet É-i részéhez tartozik.

5.1. Domborzati viszonyok

Az öblözet természetes nyugati határa a Budai-hegység, Arany-hegy, Péter-hegy, Róka-hegy keleti lába. Északról a békásmegyeri Ezüst-hegy és Kálvária-hegy szűkíti le, bár az árterület Pomázon át Szentendrétig folytatódik. Keleti oldalán a tájegység végéig a Dunával érintkezik, ennek hatása alatt áll. Délről az 1916-1921 között mesterséges mederkialakítással az Óbuda vá.-nál az Esztergom – Budapest vasútvonal északi oldalára vezetett Aranyhegyi-patak határolja.

A mintegy 8 km² kiterjedésű öblözet felszíne az eróziós és deflációs hatásra, valamint mesterséges tereprendezés eredményeként meglehetősen egyhangú, 101-106 mBf. magasságú. Ismert mély fekvésű része délnyugaton a Mocsáros-dűlő jórészt parlagterülete, valamint északon a Pünkösdfürdő-patak völgye. Legkiemelkedőbb pontja a Római-fürdő karsztforrás csoportjának térsége.

A parti sávban építendő gát kiépítése szempontjából viszont kiemelt figyelmet érdemel az a körülmény, hogy a látszólagosan sík térségen belül a Római-part – Kossuth Lajos üdülőpart Duna menti része a Pók utca – Csillaghegyi út közötti 3,3 km hosszú szelvényében 101-104 mBf. magasság között változik. A parttól a Duna felé eső, meder menti területek pedig még mélyebb fekvésűek.

5.2. Földtani felépítés

Felszín közeli helyzetben – a dunai kavicsteraszfeküjében – a területen ismert legidősebb képződmény a felső-eocén időszak nummuliteszes mészkő, mészmárga (Szépvölgyi Mészkő Formáció), mely a Római fürdő egyetlen fúrásában jelentkezik. Ugyancsak a szerkezetileg kiemelt helyzetben fakadó karsztforrások térségében jelenik meg az eocén-oligocén átmeneti képződménye a budai márga, vékonypados agyag, márga (Budai Márga Formáció).

A fent nevezett forráscsoportot övező törések mentén gyakori az alsó oligocén mikro-rétegzett pirit és szerves-anyag tartalmú képződménye a tardi agyag (Tardi Agyag Formáció). A térképező fúrások a Pók utca középső szakaszán és az Aranyhegyi-patak völgyének nyugati részén is feltárták. A jelentős pirit tartalom talajvízzel érintkezve a víz szulfát agresszivitását eredményezi.

Az öblözet általános elterjedésű, 100 méter vastagságot meghaladó vízzáró alapközete az építőmérnöki körökben jól ismert oligocén kiscelli agyag (Kiscelli Agyag Formáció). A kőzet eredeti településben világos szürke színű, agyagos kőzetliszt szem nagyságú, de magasabb képlékenységgű ($I_p=20-30\%$), gyakoriak benn az agyagmárga rétegek. Felszíne a rátelepülő dunai hordalék vastagságától függően változó; felszín alatti megjelenése 6-15 mm, tengerszinthez viszonyított helyzete 87-99 mBf. között változó.

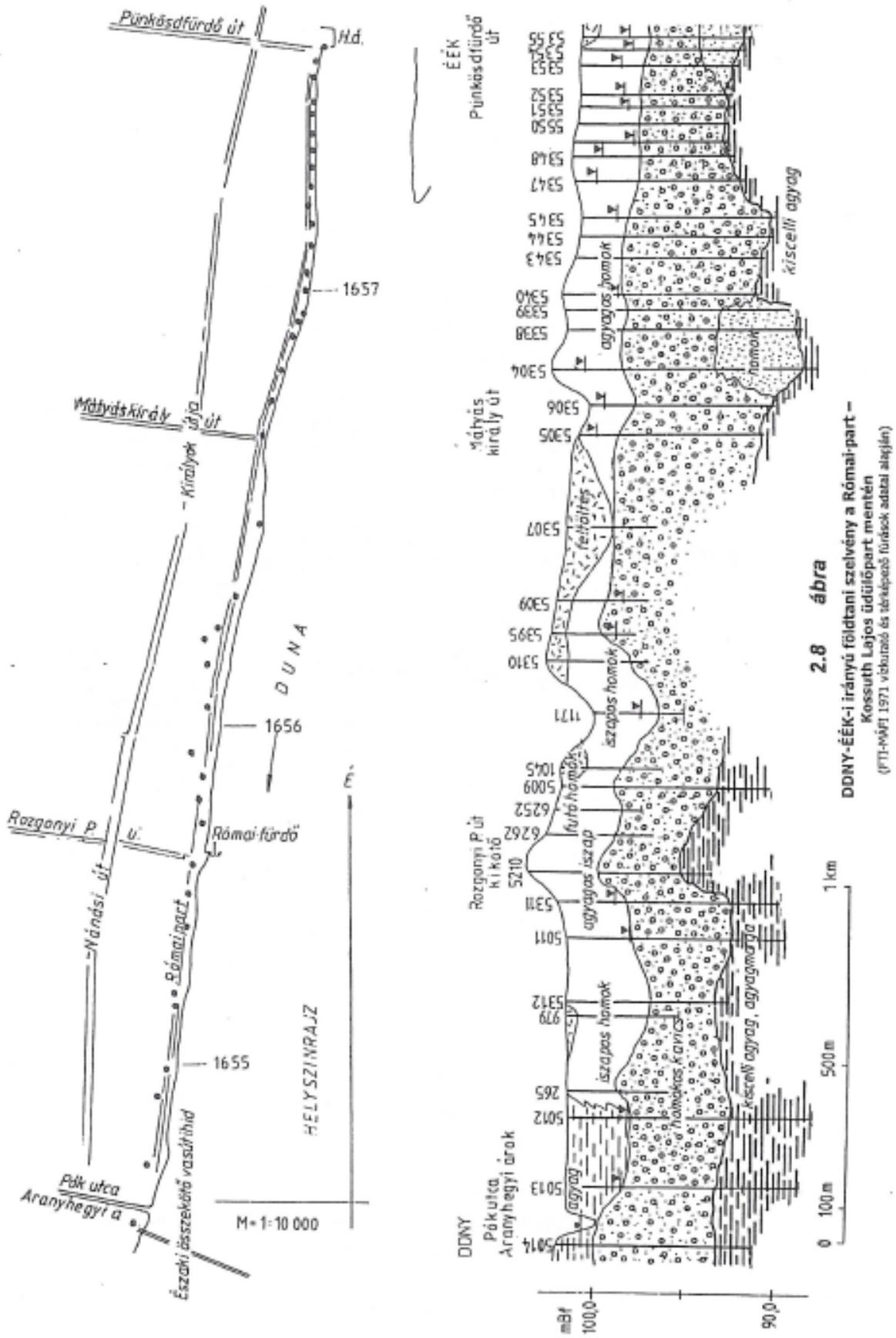
A MÁFI (1984) fedetlen földtani térképe a Nánási út – Római part déli Aranyhegyi-patak térségi területén a dunai hordalék feküjében ÉNY-DK-i lefutású törés mentén miocén bádeni agyag, agyagmárga kifejlődést (Bádeni Agyag Formáció) tüntet fel.

A vízzáró fekü összletre jelentős időhézaggal negyedidőszaki dunai terasz-hordalék települt. A felső-pleisztocén lerakódás uralkodóan durvatörmelékű kifejlődésű homokos kavics, kavicsos homok, alárendelten homok. A kavics közép és aprószemű, jól koptatott kvarc, kvarcit, kevesebb dunakanyari andezit, andezittufa. Vastagsága 4-12 méter között változó. Legvastagabb 10-12 méteres kifejlődése a Pünkösdfürdő úttól a Királyok és a Hunyadi út között délnyugatra a Szentendrei útig húzódik.

A Római-part Kossuth üdülőpart szelvényben a durva törmelék 4-6 m, a Piroska úttól északra eléri a 6-10 métert. A Mátyás király úttól északra és a Pünkösdfürdő úttól délre a rétegsor kezdő tagja 2-4 m homok. A Nánási út – Királyok útja alatt a kavics összlet 6-7 m, az északi részen 8-10 m vastagságú.

A durva hordalék fedőjében holocén ártéri laza, nem konszolidálódott üledék; kőzetliszt, iszap, agyagos iszap, iszapos homok, homok települ. Változatos kifejlődése 0,5-8 m vastagságú. Helyenként jelentős szerves anyag tartalmú szerves iszap, agyag, tőzeg is megjelenik.

A Pünkösdfürdő központi részén 1-3 méter vastagságban holocén futóhomok, lepelhomok rakódott le. Az egykori süllyedék területeket, munkagödröket több helyen mesterséges feltöltéssel egyenlítették ki.

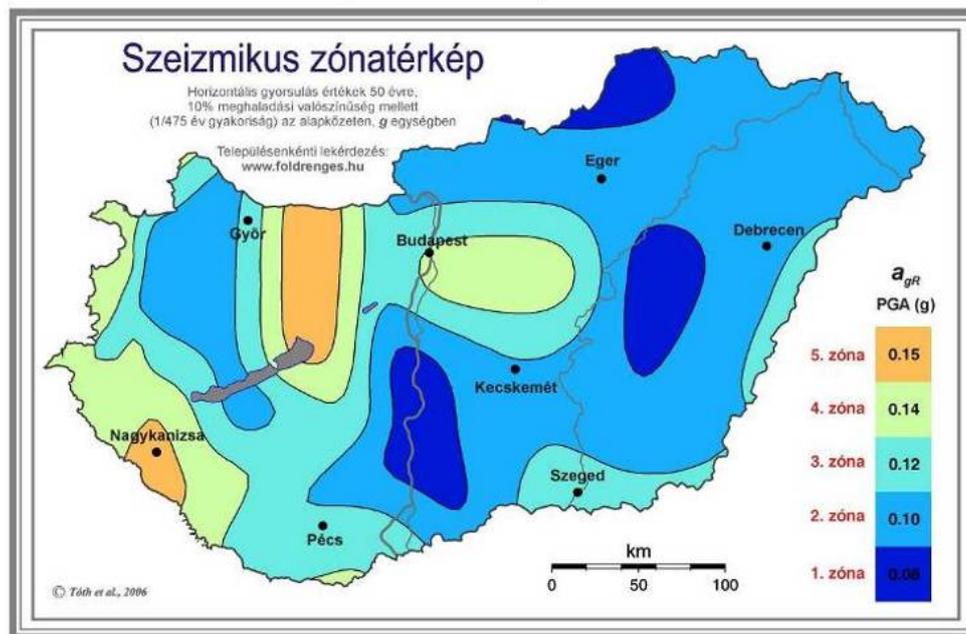


8. ábra Földtani szelvény a Római-part – Kossuth Lajos üdülőpart mentén

5.3. Szeizmicitás

A MSZ 1998-1:2008 szabvány a (TNCR = 475 év visszatérési periódusú és PNCR = 10% túllépési valószínűség értékhez tartozó) szeizmikus zónatérképének értékelése szerint a vizsgált terület a 4. zónába tartozik. A vizsgált településre megadott talajgyorsulási referenciaérték (az A altalajosztályra vonatkozó maximális gyorsulás): $a_{gR}=0,14 \cdot g$.

MSZ EN 1998-1 (EUROCODE 8) NEMZETI MELLÉKLET



9. ábra. Szeizmikus zónatérkép (MSZ EN 1998-1 melléklete)

Az altalaj az MSZ 1998-1:2008 3.1. táblázata szerinti szeizmikus osztályozása szerint „D” osztályúnak minősíthető.

6. TALAJFELTÁRÁS

A vizsgált területeken 5 db., 8-14 m mélységű nagyátmérőjű fúrás készült 2012. szeptember 27-én. A feltárásokat a BME Geotechnikai Tanszék laboratóriumának munkatársai végezték a következő fúróberendezéssel:

- Mercedes UNIMOG hordozójárműre szerelt Copco gyártású dízelhidraulikus fúrógép;

E feltárások kiegészítéseként további 6 db, 2,5-5 m mélységű kisátmérőjű fúrás készült Borro típusú kézi fúróberendezéssel.

A spirálfúróval mélyített fúrásokból méterenként víztartalmi mintákat és helyenként zavartalan magmintákat vettünk laboratóriumi vizsgálatokhoz.

A fúrások pontos helyét és tengerszint feletti magasságát szintezéssel határoztuk meg, ehhez kiindulási adatként a rendelkezésünkre bocsátott geodéziai felmérést használtuk. A fúrások koordinátáit és a terepszint magasságát a 2. táblázatban foglaljuk össze.

2. táblázat A fúrások koordinátái

Fúrás száma	EOV koordináták		Tengerszint feletti magasság, mBf.
1	651 429	248 300	100,12
2	651 492	248 585	99,51
3	651 149	248 079	104,30
4	651 449	248 954	103,01
5	651 331	249 395	104,10
EP.1f.	651 266	247 007	103,00
EP.2f.	651 328	247 495	102,65
EP.3f.	651 367	247 882	102,40
EP.4f.	651 508	248 986	103,25
EP.5f.	651 602	249 385	103,20
EP.6f.	651 658	249 835	101,38

A mélyített fúrásaink helyét és a korábbi feltárások közelítőleges helyét a **helyszínrajzokon (1. melléklet)** mutatjuk be.

A feltárt talajrétegződés a **fúrásszelvényeken (2. melléklet)** és a **rétegszelvényeken (3. melléklet)** látható.

A tapasztalt rétegsorok alapján megszerkesztettük a **vízáró réteg felszínének (kavicsfekű)** valamint a **kavicsréteg felszínének feltételezett szintvonalas ábráit** is, ezek a **4. mellékletben** láthatóak. Szükséges ezzel kapcsolatban megjegyezni, hogy e réteghatár pontos helye csak a fúrási pontokban ismert, az ábra az ezek alapján valószínűsíthető szintvonalakat mutatja be.

7. LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK

A fúrásainkból vett mintákon végzett laboratóriumi kísérletekkel meghatároztuk a tervezéshez szükséges talajfizikai jellemzőket. A vizsgálatok a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Geotechnikai Tanszékének laboratóriumaiban készültek.

A fúrásokban feltárt szemcsés, átmeneti talajok elnevezése, minősítése az MSZE CEN ISO/TS 17892-4:2006 és az MSZ EN ISO 14688-1:2003 szabványok előírásai szerint végzett **szemeloszlási vizsgálatok** eredményei alapján történt. Ezekon a görbéken megadtuk a 60 és 10 tömegszázalék értékekhez tartozó szemcseátmérőket (d_{60} , d_{10}), az egyenlőtlenégi

mutatót (C_u), a görbületi mutató (C_c) továbbá a talajt alkotó szemcsefrakciók (kavics, homok, iszap és agyag) százalékos megoszlását is.

A fúrásainkban feltárt kötött talajok azonosításához, minősítéséhez meghatároztuk a talajok **konzisztencia határait**. A sodrási határ meghatározását az MSZE CEN ISO/TS 17892-12:2006 szabvány és az MSZ 14043/4-80 előírásai szerint, a folyási határ meghatározását az az MSZ 14043/4-80 előírásai szerint (Casagrande módszerrel) végeztük. A vizsgálati jegyzőkönyveken megadtuk a talajok folyási (w_L) és sodrási (w_p) határát, valamint a plasztikus index (I_p) és a relatív konzisztencia index (I_c) értékét.

Az altalaj **vízáteresztő képességének** meghatározásához állandó és változó víznyomás mellett meghatároztuk a kivett minták áteresztőképességi együtthatójának értékét. A vizsgálatok az MSZE CEN ISO/TS 17892-11:2010 szabvány előírásai szerint készültek. A laboratóriumi jegyzőkönyveken az áteresztőképességi együttható (k) értékét tüntettük fel.

A feltárt szemcsés talajok nyírószilárdsági paramétereit **közvetlen** (dobozos) **nyírókísérlettel** határoztuk meg, $v = 1$ mm/perc nyírási alakváltozás mellett. A vizsgálatok az MSZE CEN ISO/TS 17892-10:2010 szabvány előírásai szerint készültek. Az eredményeket bemutató ábránkon megadtuk a belső súrlódási szög csúcs- (Φ_{max}) és végértékét (Φ_{res}), valamint a kohézió csúcs- (K_{0max}) és végértékét (K_{0res}).

Az elvégzett vizsgálatok eredményei a fúrásszelvényeken láthatóak, a vizsgálati jegyzőkönyveket pedig a **„Laboratóriumi vizsgálatok” c. 5. melléklet** tartalmazza.

A talajok áteresztőképességi együtthatójának meghatározásához helyszíni szivárogtatási vizsgálatot végeztünk Khafagi módszerrel.

A mérések eredményeit a **„Terepi vizsgálatok” c. 6. mellékletben** mutatjuk be.

8. TALAJRÉTEGZŐDÉS

A területen korábban készített fúrások, valamint a most mélyített feltárások a földtani felépítésnél leírtaknak megfelelő talajrétegződést tapasztaltunk. A terepszinten sok helyen előforduló feltöltés alatt változatos fedőréteg található ~96-99 mBf mélységig. Ezt követően jelentkezik a Duna terasz kavics rétege, majd a kötött alapréteg, melynek felszíne ~90-95 mBf. szint körül változik.

8.1. Mesterséges feltöltés („A” réteg)

A feldolgozott fúrásokban több helyen jelentkezett mesterséges, változatos összetételű feltöltés. Ennek anyaga jellemzően szemcsés, ennek megfelelően nagy áteresztőképességű. Jelentős változékonysága miatt alapozási célra nem alkalmas. Egy

méert meghaladó feltöltést tapasztaltunk a Pók utcai átemelő szivattyú környezetében, a Római parti camping területén, valamint parti útnál a Kadosa utca vonalában, a Kalászi utcánál, a Hattyú csónakháznál, az Őrtorony utcánál valamint a Pünkösdfürdő utcánál.

Sok esetben – különösen a ~100 éve mélyített furatoknál – feltöltés nem jelentkezett, azonban a feltáráskori terepszint a jelenlegi alatt található. A terepszint emelkedést valószínűsíthetően itt is a területeke mesterséges feltöltésével hozták létre, azaz feltöltés előfordulására itt is számítani kell.

8.2. Fedőréteg („B” réteg)

A Duna holocén ártéri üledéke mind vastagságát mind összetételét tekintve változatos. Összességében megállapítható, hogy a fedőréteg a terasz kavicsnál kisebb vízáteresztőképességű, a teherbírása közepesnek mondható.

A következőkben a fedőréteg tulajdonságait – változékonysága miatt – szakaszonként írjuk le.

Fedőréteg, 1. tervezési szakasz

Az első tervezési szakaszon (a terület északi részén) mélyített fúrásokban a fedőréteget jellemzően barna, sárgásbarna, sárgásszürke színű kötött, gyengén kötött rétegek alkották. A korábbi rétegsorok szerint a fedőréteg megnevezése **agyag, homokos agyag**. A jelen fázisban mélyített fúrások és az elvégzett talajazonosító vizsgálati szerint a talaj megnevezése: **agyagos iszap; homokos, agyagos iszap** illetve **homokos, iszapos agyag**. Az 1. szakaszon mélyített fúrások jellemzően a tervezett nyomvonalnál beljebb a Kossuth Lajos üdülőparton készültek, a terepszint innen a Duna felé lejt, a fedőréteg elvékonyodik, a parton sok helyen felszínre bukkan a terasz kavics durvaszemcsés anyaga.

Fedőréteg, 2. tervezési szakasz

A 2. tervezési szakaszon a fedőréteg nagyobb részarányban tartalmazott homok frakciót. A korábbi feltárások talajmegnevezései jellemzően: iszapos homok, kőzetlisztes homok, kőzetliszt és agyagos homok. Azaz a korábbi feltárásokban tapasztalt rétegeknél a talaj domináns alkotó eleme inkább a homok volt, azonban ez nem elhanyagolható iszap és agyagtartalommal rendelkezett.

Mélyített fúrásainkban a fedőréteg összetétele igen változatos volt. Az 1. és 2. szakasz határán készült 2.F. jelű nagyátmérőjű fúrásunkban feltárt talaj homokos iszapos agyagnak minősül, az innen ~300 m-re található 2.F. jelű fúrásunkban azonban már agyagos homokot tártunk fel. A szakasz déli részén mélyített Ep.3F. jelű fúrásban a felszínközeli ~1,0 m vastagságú agyagos homok réteg alatt iszapos agyag jelentkezett. Az általunk tapasztalat talajtípusok némiképp ellentmondanak a korábbi rétegsorokban leírtaktól, a feltárt rétegek a

vártnál jelentősebb iszap és agyagtartalommal rendelkeztek. Ez a szivárgás szempontjából kedvezőnek minősíthető. A fúrásokban eltérő talajmegnevezések egyúttal arra is felhívják a figyelmet, hogy ezen a szakaszon különösen változatos talajrétegződésre kell számítani, a szemcsésebb és kötöttebb rétegek mind vertikális mind horizontális elrendeződés tekintetében sűrűn váltják egymást.

Fedőréteg, 3. tervezési szakasz

A 3. tervezési szakaszon, hasonló talajrétegeket tapasztaltunk, azonban itt a Rozgonyi Piroska utca felőli 200-300 m-es részen egy agyag betelepülés is megfigyelhető volt, ez a réteg több fúrásban is jelentkezett. A tervezési réteg vége felé fedőréteg elvékonyodik, majd az utolsó fúrásokban teljes mértékben el is tűnik. Ezekben a helyeken az 1-2 méteres feltöltés alatt közvetlenül a homokos kavics réteg jelentkezik.

8.3. Homokos kavics – kavicsos homok („C” réteg)

A fedőrétegek alatt fúrásainkban nagy vastagságú, **sárgásbarna, világosbarna** durvaszemcsés réteget harántoltunk. Az elvégzett talajazonosító vizsgálatok alapján ez jellemzően **kavicsnak, homokos kavicsnak, kavicsos homoknak**, helyenként **iszapos kavicsnak** minősül. Ez a réteg a fúrásokban jellemzően 96-99 mBf.-től jelentkezett, a fekélye pedig 90 és 95 mBf. szintek között változott. A fúrási ellenállás alapján ez a durvaszemcsés öszlet közepesen tömör – tömör állapotúnak minősíthető.

A homokos kavics – kavicsos homok jó vízvezető tulajdonságú, mind szilárdsági mind alakváltozási tulajdonságok szempontjából jónak minősíthető.

8.4. Agyagos alapréteg („D” réteg)

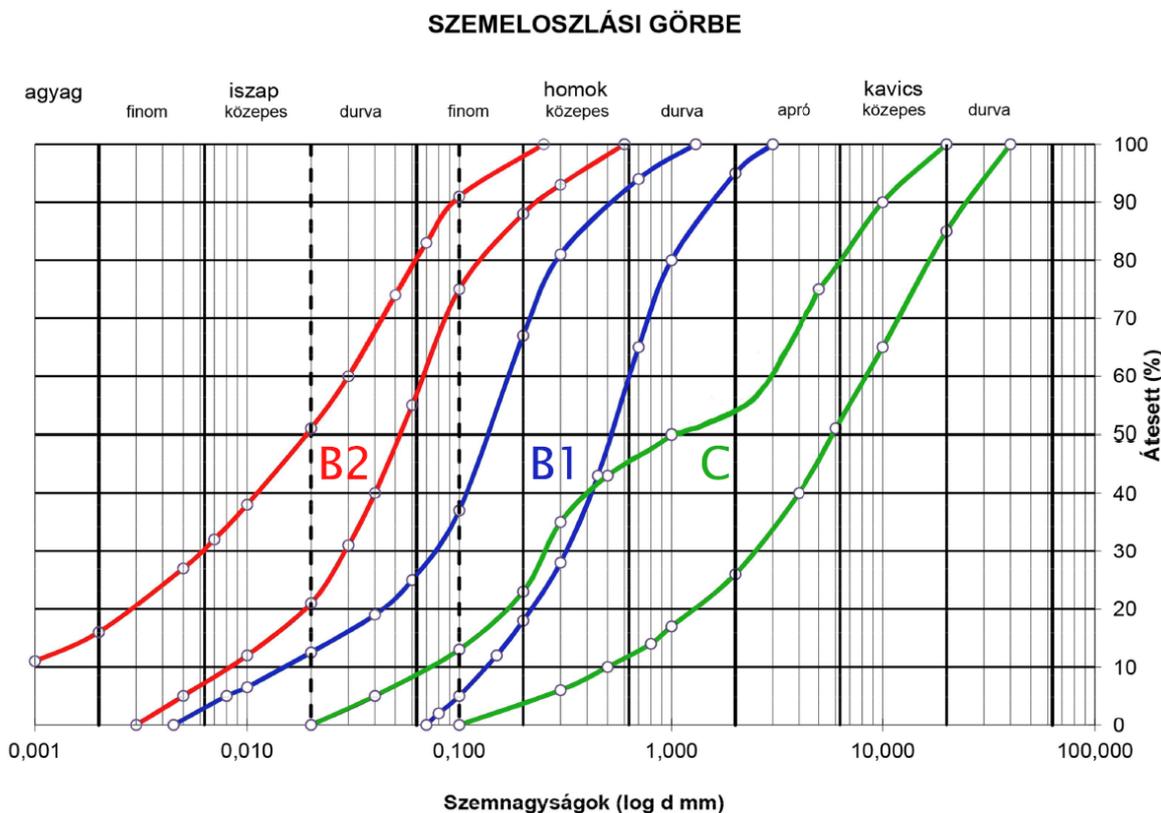
A durvaszemcsés rétegek alatt, 90-95 mBf. szinttől jelentkező szürke agyagréteg az elvégzett talajazonosító vizsgálatok alapján közepes agyagnak minősül. A relatív konzisztencia index értékek jellemzően kemény talajállapotot mutatnak, azonban a felső 1-2 m vastagságú részen a talaj valamivel puhább, itt merev állapot a jellemző.

Ez a réteg kis vízáteresztő képességű, jó teherbírású, és kedvező alakváltozási tulajdonságokkal rendelkezik.

9. GEOTECHNIKAI PARAMÉTEREK

A fent leírt talajokhoz szemeloszlási határgörbék határoztunk meg a döntéselőkészítő tanulmányban szereplő határgörbék és a mi vizsgálataink alapján. A „B”

jelű fedőréteget változékonysága miatt két jellemző alcsoportra választottuk szét. „B/1”-gyel jelöltük az itt előforduló gyengén kötött talajokat (homokos agyagos iszap, homokos iszapos agyag, agyagos iszap) és „B/2”-vel jelöltük a szemcsésebb rétegeket (agyagos homok, iszapos homok)



10. ábra. Szemeloszlási határgörbék

A feltárt talajok víztartalmi és talajazonosító vizsgálatának eredményeit, valamint a térfogatsűrűség értékeket a 3. táblázat tartalmazza. A rétegek jellemző nyírószilárdsági, alakváltozási, és vízáteresztő-képességi értékeket pedig a 4. táblázatban foglaltuk össze.

3. táblázat Víztartalmi és talajazonosító vizsgálatok eredményei

Talaj megnevezése	víz-tartalom w [%]	térfogatsúly γ [kN/m ³]		Plasztikus index I _p [%]	Konzisztencia index I _c [%]	10%-átesett m%-hoz tartozó szemcseátmérő d ₁₀ [mm]	Egyenlőtlenségi mutató C _u [-]
		nedves	teltített				
Feltöltés ("A")		15-19*	16-20*				
Agyagos homok Iszapos homok ("B/1")	6,4-8,4	18-20*	19-21*			0,002-0,01	18,5-93,8
Homokos iszapos agyag Homokos agyagos iszap agyagos iszap ("B/2")	12,5-27,2	17-19*	18-20*			<0,004	15,2-43,6
Homokos kavics ("C")	5,6-11,6	18-20*	20-22*			0,022-0,259	2,5-171,9
Közepes/kövér agyag ("D")	18,4-22,7	19-21*	20-22*	22,2-29,1	0,92-1,13		

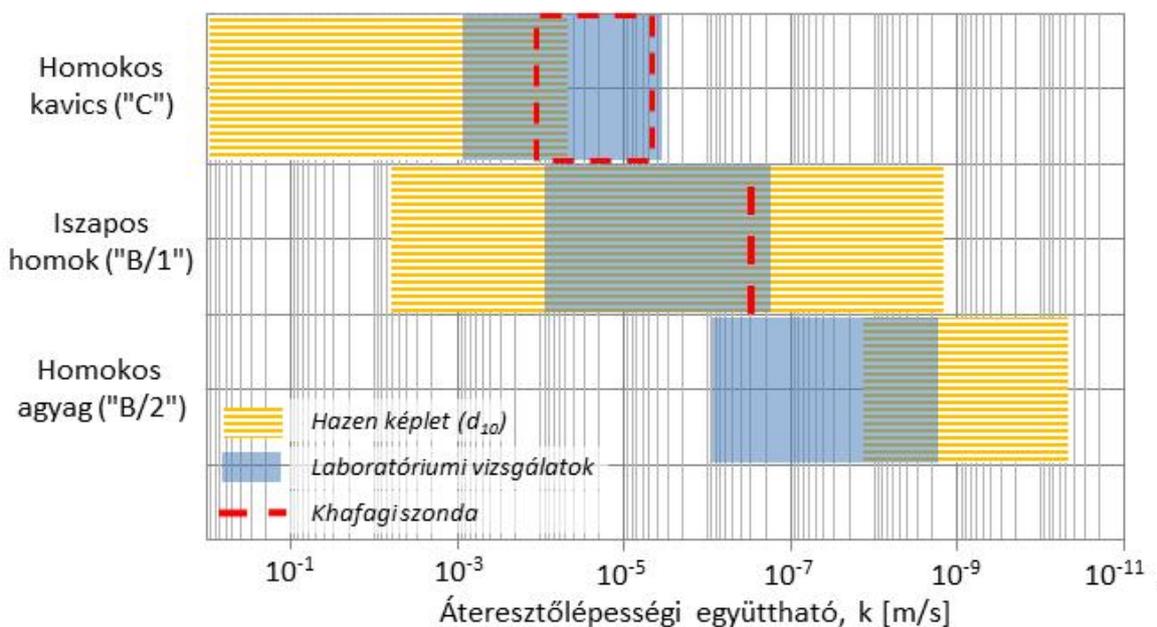
* becslést érték

4. táblázat Talajfizikai jellemzők

Talaj megnevezése	Belső súrlódási szög ϕ [°]	Kohézió c [kPa]	Összenyomódási modulus E_s [MPa]	Áteresztőképességi együttható k [m/s]
Feltöltés ("A")				
Agyagos homok Iszapos homok ("B/1")	26-30*	0-10*	9-12*	$10^{-6} - 5 \times 10^{-5}$
Homokos iszapos agyag Homokos agyagos iszap agyagos iszap ("B/2")	20-23*	14-23*	8-10*	$5 \times 10^{-9} - 10^{-7}$
Homokos kavics ("C")	33-37**	0*	20-35*	$5 \times 10^{-3} - 10^{-1}$
Közepes agyag ("D")	21-26*	100-150*	10-15*	$10^{-10} - 10^{-8}$

* becsült érték

A talajok áteresztőképességi együtthatója nagyon széles határok között változott; a 11. ábra egy áttekintést ad a különböző módszerekkel meghatározott „ k ” értékek tartományairól.



11. ábra. A különböző módszerekkel meghatározott áteresztőképességi együtthatók

10. TALAJVÍZVISZONYOK

A Duna közelségéből és a helyszín altalajviszonyaiból következően a terület jellemző geohidrológiai viszonyok alakulására alapvetően a Duna vízjárása gyakorol hatást. Magas Duna vízállás esetén a folyam visszaduzzasztja a talajvizet, a jó vízvezető kavicsos rétegek gyorsan követik a folyam vízszintváltozásából adódó nyomásingadozást, míg a kevésbé vízáteresztő fedőrétegekben jellemzően függőleges irányú a vízmozgás (vízszint emelkedés). Alacsony Duna vízszint esetén a vízmozgás fordított irányú, a talajvíz a jó vízvezető rétegekben a folyam felé szívárog.

A talajvíz helyzetét a közelben lévő Római-fürdői forráscsoport is befolyásolja. A karsztvizek a vízutánpótlásukat az üreges, erősen repedezett, felszínközeli mészkőre hulló

csapadékvízből nyerik. A vizek a vetők mentén összetört mészkő zónáiban áramlanak felfelé. A feltörő víz aztán részben szétáramlik a térszín alatti folyóüledékben. A talajvízszint a forrásoktól távolodva esést mutat, tehát a talajvíz a vizsgált területünkön bizonyos mennyiségben a „szökevényforrásokból is táplálkozik.

10.1. Talajvízszint

A 2012 szeptemberében mélyített fúrásainkban tapasztalt megütött és nyugalmi vízszinteket az 5. táblázatban mutatjuk be.

A fúrásokban a vízszint jellemzően 97-99 mBf. környékén (97,41-99,65 mBf. között) volt tapasztalható.

5. táblázat Feltáráskori talajvízszintek

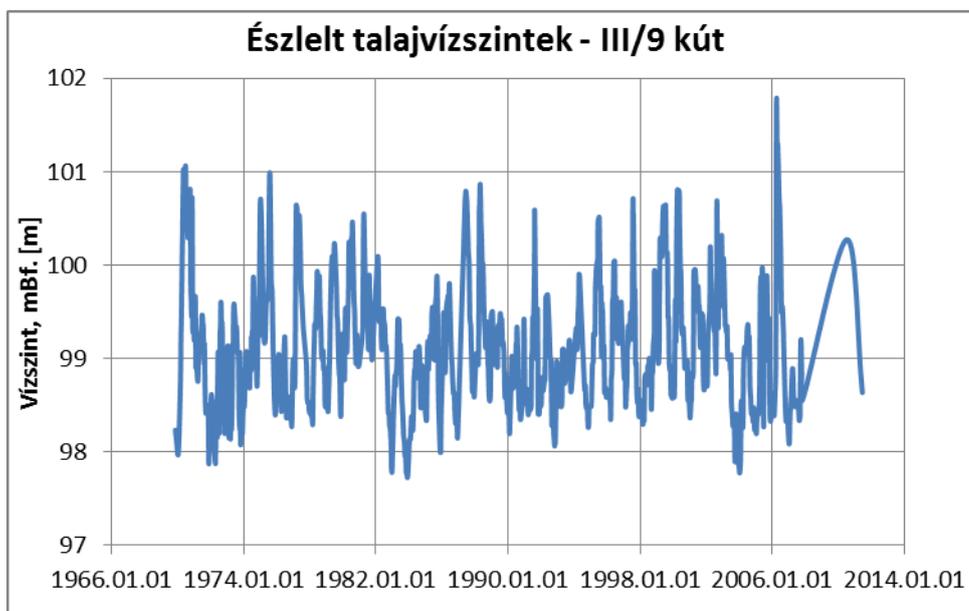
Fúrás	Terep-szint mBf.	Talajvízszint			
		megütött		nyugalmi	
		z (m)	mBf.	z (m)	mBf.
1.F.	100,12	2,3	97,82	2,3	97,82
2.F.	99,51	2,10	97,41	2,10	97,41
3.F.	104,30	5,70	98,60	5,70	98,60
4.F.	103,01	5,30	97,71	5,30	97,71
5.F.	104,10	5,50	98,60	5,50	98,60
EP.1f.	103,00				
EP.2f.	102,65				
EP.3f.	102,40	4,30	98,10	4,30	98,10
EP.4f.	103,25	3,60	99,65	3,60	99,65
EP.5f.	103,20	3,70	99,50	3,70	99,50
EP.6f.	101,38				

A tervezett nyomvonal a Duna jelenlegi hullámterén található, így az itteni vízszinteket a korábbi árvízszintek határozták meg. A Nánási út és Királyok útja vonalában található jelenlegi védmű mentett oldalán kialakuló talajvízszintekről az itt található két talajvízszint észlelő kút adatai valamint alapján kaphatunk információt. A vizsgált helyszínen, a Drótos u. 1. szám alatti ház előtt, a jelenlegi védműtől ~100 méterre található a III/9 észlelő kút, melyben a vízszinteket 1969 óta figyelik meg. A vizsgált területtől északra a védműtől ~400 méterre található III/1a jelű észlelő kút. Innen 1971 óta vannak leolvasások. A kutakban tapasztalt vízszintek a 12-13. ábrákon láthatóak.

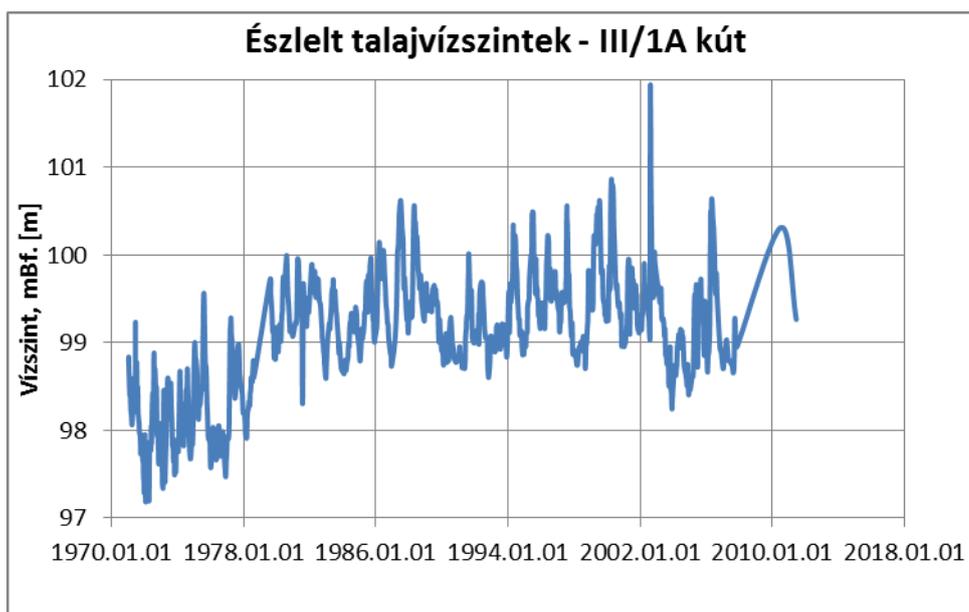
A kutakban a maximális vízszinteket a 2002-es és 2006-os árvizek során tapasztalták, mindkét esetben valamivel 102 mBf. alatt maradt a vízszint. Ezzel kapcsolatban meg kell azonban jegyezni, hogy a geohidrológiai szempontból kedvezőtlenebb területeken az árvizek során tapasztaltak ennél magasabb terepszint közeli vagy azt meghaladó vízszinteket is.

Budapest Építéshidrológiai Atlasza a jelenlegi védmű mentett oldalán található területekre 102-104 mBf. szinten adja meg a becsült maximális vízszintet, úgy, hogy az a Királyok útja – Nánási út vonalától távolodva fokozatos esést mutat. A védmű mentett oldalán a mértékadó vízszint 104 m feletti, ilyen vízszint tartós magas árvíz esetén alakulhat ki. A szivárgási folyamatok jellegéből adódóan a gáttól távolodva a kialakuló vízszint csökken, így a maximális vízszint is csökken.

A tervezett beruházás jelentősen megváltoztatja a geohidrológiai viszonyokat, így külön vizsgálatoknak kell kitérni arra, hogy a tervezett állapotban a mentett oldali vízszintek hogyan alakulhatnak.



12. ábra. Kútadatatsor



13. ábra. Kútadatatsor

A maximális vízzszinttel kapcsolatban szükséges még megjegyezni, hogy a Római fürdő környékén a talajvizet a források is táplálják. Ennek következtében itt a környező területeknél magasabb vízzszint is kialakulhat. Budapest Építéshidrológiai Atlasza a becsült maximális talajvízzszintet itt valamivel 106 mBf. szint felett adja meg.

10.2. Talajvíz vizsgálata

A fúrásaink során a talajvízből mintát vettünk, és azt kémiai vizsgálatnak vetettük alá. A vizsgálatok a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építőanyagok és Mérnökgeológiai Tanszékének laboratóriumában készültek. A vizsgálatok eredményei a 6. táblázatban láthatóak.

6. táblázat Talajvízminták vizsgálati eredményei

Vizsgált jellemző	Vizsgálati módszer	Mért értékek		
		1F	5F	Pók u.*
pH	MSZ 448-22	7,4	7,9	6,8
Kloridion tartalom, mg/dm ³	MSZ 448-15	69	111	
Szulfátion tartalom, mg/dm ³	MSZ EN 196-2	166	190	578
Magnéziumion tartalom, mg/dm ³	MSZ 448-3	50	58	
Ammóniumion, mg/dm ³	IDRIMETER	nyom	0,25	
Párlási maradék, mg/dm ³	MSZ 448-19	956	996	

* Korábbi szakvéleményen megadott érték

A talajvizek agresszivitásának megítélésére vonatkozó korábbi előírások: az MI 17215/2-86, valamint a MÉASZ ME04.19:1995 (Magyar Építőanyagipari Szövetség Műszaki Előírás ME-04.19:1995 Beton és vasbeton készítése) vonatkozó táblázatai alapján a vizsgált talajvízminta beton- és vasbetonszerkezetekre nem agresszív.

A jelenleg hatályos MSZ 4798-1:2004 szabvány 1. táblázata (3. pont: A nem tengervízből származó kloridok által okozott korrózió) nem ír elő határértéket a vasbetonnal érintkező vizek kloridion tartalmára, hanem a kloridion jelenlétében egyéb környezeti hatásokat vesz figyelembe, s ettől függ az elkészítendő beton minősége. Ugyanezen szabvány 2. táblázata az XA1 kitéti (környezeti) osztályú esetre a szulfátion határértékeként 200-600 mg/l-t ír elő; a vizsgált minták szulfátion tartalma ennél kisebb, azonban a korábban vizsgált Pók utcai minta ebbe a tartományba esik. Ez alapján a **talajvíz XA1 kitéti** osztályúnak minősíthető.

A vizsgált minták magnézium és ammóniumion tartalma kisebb, mint az XA1 kitéti (környezeti) osztályra megadott alsó határérték. A minták pH-semlegeshez közeli.

11.ÉRTÉKELÉS

Az elvégzett fúrások és laboratóriumi vizsgálatok eredményei a nyomvonallal kapcsolatos döntések előkészítéséhez, alkalmasak, az engedélyezési tervdokumentáció elkészítéséhez megfelelőek. A korábbi feltárások részletes átnézése és összegzése rámutatott azonban, hogy ugyan a nyomvonalon ugyan számos és kellő mélységű feltárás készült, de ezeknél szinte kizárólag csak a rétegsorok állnak rendelkezésre.

A kivitelezési tervdokumentációhoz szükséges a talajrétegződés és a tervezéshez szükséges talajfizikai jellemzők pontosítása. Ehhez a tervezett nyomvonalon 200 méterenként kell legyen olyan feltárás, ahol a rétegsor mellett a talaj összetétele, átteresztőképessége, szilárdsági és alakváltozási jellemzői is ismertek. Ezeket a paraméterek laboratóriumi vagy helyszíni vizsgálatokkal kell meghatározni.

Szükséges továbbá, hogy a talajrétegződés keresztirányban is ismert legyen, így a nyomvonalnál mélyített feltárásokon kívül keresztirányú metszetek felvételét lehetővé tevő feltárások is szükségesek.

A tervezés során felmerülő esetleges egyéb szakkérdések megválaszolására készséggel állunk a t. Megbízó rendelkezésére.

Budapest, 2012. november

Dr. Mahler András
adjunktus
okleveles építőmérnök
geotechnikai tervező
MMK: 01-9980

1. MELLÉKLET
FELTÁRÁSOK HELYSZÍNRAJZAI

Budapest, III. Római-part

2. MELLÉKLET FÚRÁSSZELVÉNYEK

Budapest, III. Római-part

3. MELLÉKLET RÉTEGSZELVÉNYEK

Budapest, III. Római-part

4. MELLÉKLET
KAVICSFEKŰ - SZINTVONALAS TÉRKÉP

Budapest, III. Római-part

5. MELLÉKLET
LABORATÓRIUMI VIZSGÁLATOK

Budapest, III. Római-part