

**A Budapest XIII. kerületében,
a Dózsa György út 61-63 telekre tervezett mélygarázs
előzetes hidrogeológiai hatástanulmánya**

Tartalomjegyzék:

I. Szakvélemény tárgya, feladatok ütemezése.....	2
II. Műszaki alapadatok, elhelyezkedés.....	3
III. Földtani alapadatok bemutatása.....	5
IV. Földtani felépítés.....	6
V. Hidrogeológiai jellemzők.....	8
VI. Hidrogeológiai modellezés bemutatása.....	10
VII. Összefoglalás.....	14

Készítette:



Lorberer Árpád Ferenc
okl. geológus, a Budapesti Mérnöki Kamara Tagja
Vízügyi, Geotechnikai és Geotermikus tervező
Mobil: 30-4497702 Skype: Lorberterv
E-levél: loare@t-online.hu & loare@freemail.hu

2017 szeptember 16.

I. Szakvélemény tárgya, feladatok ütemezése

A XIII. kerületben, a Váci utca közvetlen közelében található telken meglévő épületek helyén a közeljövőben új többszintes épület létesül. Az épület a felszín alá is lenyúlik, a tervezett -3 szintes mélygarázs létesítése kiékeli a felszín-közeli kőzetrétegeket.

A tervek készítő építésziroda bízott meg bennünket megfelelő hidrogeológiai hatástanulmány elkészítésével. A hatástanulmány az épület alaptestjének a felszín alatti vízáramlásokra gyakorolt hatásának számszerű hatásvizsgálatát mutatja be.

A hidrogeológiai szakvélemény nagymértékben támaszkodik a konkrét telek talajmechanikai szakvéleményére. A konkrét tervezői feladat kapcsán a talajmechanikai tervező d. Vásárhelyi Balázs és jelen szakvéleményt jegyző geológus-hidrogeológus tervező a munka mindkét üteme során folyamatosan együttműködnek.

A tervezett garázs talajvízre gyakorolt hatásának a vizsgálatát legpontosabban ún. hidrogeológiai modellvizsgálattal lehet elvégezni. A felszín-közeli hidegvízű rétegekben történő talajvíz szivárgási egyenletei ismert, véges számú határozatlan elem esetén megoldható differenciál-egyenletek. Az ilyen számítások számítógép használatával gyorsan megoldhatóak, így a természetes és az ember által befolyásolt vízmozgás szimulálhatók.

A hidrogeológiai modellezés Magyarországon elfogadott, és régóta alkalmazott módszer. A terület vizsgálatát a legáltalánosabban használt ilyen programcsomag, a Processing MODFLOW segítségével végeztük el. Ennek a leírása külön kitér geoteknikai problémák modellvizsgálatára is. Kevés input adat esetén a geoteknikában alkalmazott közelítő képletekhez hasonló pontosságú eredményt kaphatunk az elsődleges problémákra (ez esetben a garázs mögötti maximális visszaduzzasztás mértékére), azonban, míg a képletek csak egy a maximális vízszint-változásra vonatkozó értéket adnak meg, amely az épület középvonalára vonatkozik, addig a modell a garázs teljes felülete mentén, illetve az egész modellterületen kiszámítja a nyomásváltozást.

Az általunk is felhasznált véges differencia elven működő numerikus szivárgáshidraulikai modellprogram az interneten bárki számára elérhető.

II. Műszaki alapadatok, elhelyezkedés

A tervezett új irodaház a Dózsa György út – Kassák Lajos utca – Botond utca és az Angyalföldi út által közrezárt területen helyezkedik el. A telek nagy része jelenleg beépített – autószerelő/javító ill. vizsgáztató üzemek találhatók rajta, melyek bontásra fognak kerülni.

A tervezett többszintes épület előzetes metszetrajzát az *oldalsó ábrán* mutatjuk be.

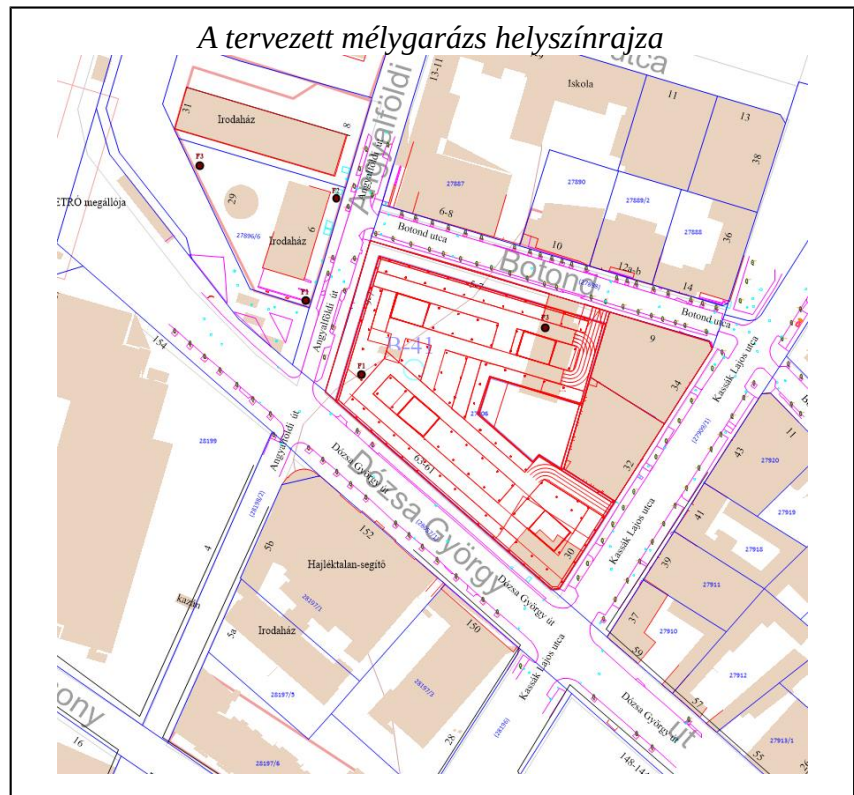
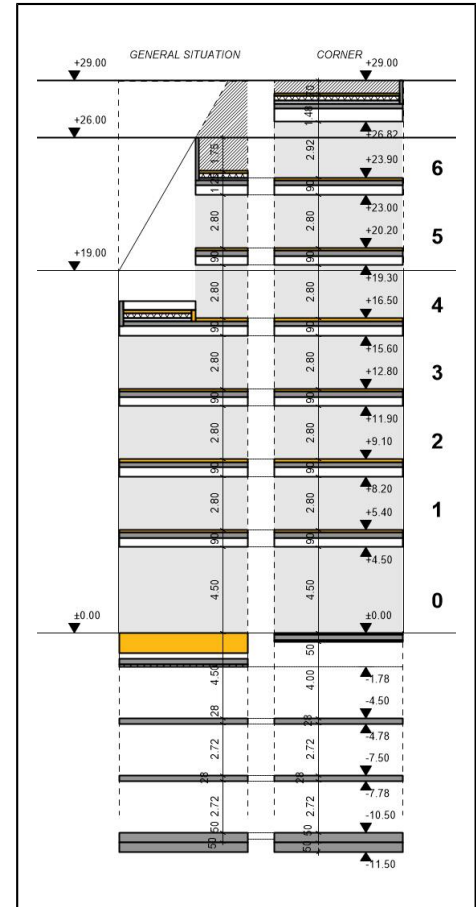
A területről készült pontos geodéziai bemérést és átnézetes helyszínrajzot a saját fővárosi állománnyunkkal illetve készítettük el a terület hidrogeológiai alaptérképét.

A tervezési területet környező utcákat bejárva megállapítottuk, hogy a területen nagyszámú mélygarázs létesült, illetve létesül jelenleg.

Mint a *következő oldal* összesítő ábráján látható, a Váci út mentén számos hasonló mélyépítési műtárgy létesült ill. létesül jelenleg, így ezek együttes hatásával kell majd számolni.

A környező garázsok térképen feltüntetett mérete jelen esetben csak becslésen alapul. A Botond utca északi oldalán egyszintes mélygarázs létesült, és a Kassák Lajos utca mentén is több.

A tervezett garázs szabálytalan alakú. Az építési terület keleti felén középen egy részfallal lehatárolt, de egy garáznak ki nem alakított, a természetes közetréteget megőrző térrész is megmarad. (*oldalsó ábra*).



A környező mélygarázsok és a vizsgálati területek bemutatása.



Az ábra közepén pirossal látható a tervezett létesítmény – ez méretében a Váci utcai hasonló műtárgyakhoz hasonló. A térkép csak a többszintes létesítményeket mutatja – ezek közé sorolva a 3-as metró vonalát is, amely ezen a szakaszon jellemzően -10,5 méterig kiékeli a talajrétegeket. Mindazonáltal feltüntettük a becsült körvonalát néhány kisebb mélységű, egyszintes felszín alatti térnek is, pl. a metróállomásnak, illetve a Botond utca északi oldalán kiépített egyszintes mélygarázsoknak.

A zöld téglalap a nagyobb, kis felbontású első modellvizsgálat területét jelöli. A bordó téglalap az előző modell alapján készített, jóval nagyobb felbontású részletes hidrogeológiai modellvizsgálat területét.

III. Földtani alapadatok bemutatása

A konkrét telek aktuális talajmechanikai feltárásának a keretében az első ütemben két fúrás (1F és 3F) és 4 dinamikus szonda került lemélyítésre a telek jelenleg is megközelíthető részein. A talajvizsgálati szakvélemény elkészítésében földtani alapadat-szolgáltatással vettünk részt. Az anyag címe:

- Vásárhelyi Balázs (2017): *Talajvizsgálati jelentés a Budapest, XIII. Dózsa György út 61-63 tervezett irodaház engedélyezési tervéhez*

A munkához felhasznált egyéb publikációk és tervek:

- FTV: *Budapest Építéshidrológiai Atlasza M=1:20.000* (1988)

- Kisdiné, Raincsákné, Szabóné (1983): *Budapest területének földtani térképe MÁFI térképsorozat M=1:40.000*

- Kovalóczy György (2011) *Budapest XIII. Váci út 31. K4 projekt Talajvizsgálati jelentés* kézirat

- Kovalóczy György (2011) *Budapest XIII. Váci út 31. K4 projekt hidrogeológiai hatástanulmány és szürkevíz-beszerezési tanulmány* kézirat

- Lorberer Á.F.& Erdős A. (2007): *A Bp. XIII. Lehel u. 25. Spirál irodaház hidrogeológiai hatástanulmánya* kézirat

Lorberer Á.F. (2016): *Fővárosi településgeológiai I – Belvárosi mélygarázsok hidrogeológiai hatásvizsgálatai* Mérnökgeológia-Közetmechanika kiskönyvtár 2016

- Pécsi M. Marosi E. Szilárd J. (szerk) (1958): *Budapest természeti képe* kézikönyv, Akadémiai Kiadó

- Rétháti László (1974): *Talajvíz a mélyépítésben* kézikönyv, Akadémiai Kiadó

- Vásárhelyi Balázs (2007): *Kiegészítő talajmechanikai szakvélemény a Budapest XIII, Lehel u. 25. Szabolcs u. 32-34 sz. terület beépítéséhez* kézirat

- Vásárhelyi Balázs (2015): *Talajvizsgálati jelentés a 1134 Budapest, Dózsa György utca 53. Honvéd vívócsarnok alapozásának tervezéséhez* kézirat

A környező talajmechanikai és vízügyi feltárások alapján elég pontosan leírhatónak bizonyult a talajvíz-tartó réteg eredeti természetes állapota. A különböző felmérések során begyűjtött különböző adatok közül az adott feladathoz leghasznosabb elemek:

1. Vízadó réteg vastagsága, ezen belül az alsó kavicsosabb és felső homokos szint elhelyezkedése
2. Mért talajvízszint (nem egyidejű mérések!)
3. Kúttesztekkel megadott vagy becsült vízáteresztő-képesség (K-tényező)
4. Talajmechanikai fúrási (kis)mintákon mért áteresztő-képesség
5. Fúrási (kis)mintákon mintákon mért porozitás (hézagterefogatból átszámítva)

A nyugat felé közvetlenül szomszédos, háromszög alakú irodaház létesítésekor készült talajvizsgálati jelentés és hidrogeológiai hatástanulmány anyaga volt különösen hasznos a munka szempontjából.

A nyugat felé szomszédos irodaház talajmechanikai felmérése alapján megismert földtani adatok:

Feltárás jele	Terep szint	Feltárási mélység		Kavicssterasz felszíne		Talajvíz		Feküfelszín	
	mBf	m	mBf	m	mBf	m	mBf	m	mBf
1F	104,68	17,0	87,7	5,8	98,9	4,4	100,3	11,3	93,4
2F	104,85	17,0	87,9	5,4	99,5	4,6	100,3	11,2	93,7
3F	104,92	17,0	87,9	6,1	98,8	4,3	100,6	11,8	93,1

A konkrét telken az 1F talajmechanikai fúrás közelében korábban létesült egy nagy átmérőjű, stabil kialakítású talajvízkút (BpXIII/ B-41 jelű) is. A környező telkeken is több talajvíz-termelő kút, és két hőszivattyús kitermelő-visszatápláló kútcsoport is létesült. E kutak adatait a vízügyi adatbázis (kútkataszter) révén tudtuk beszerezni.

Környező kutak adatainak az összesítése

Kút száma	Kút helye	terep	Vízadó réteg	Nyugalmi vízszint	k-tényező	megjegyzés
B-41	Vizsgálati telek (Dózsa Gy. 63 autójavító)	104,585	5,6-7,6 homok 7,6-10,7 kavics	-5.1 / 99,48		Munka keretében megszűnik
B-45 és B-46	Dózsa Gy út DK felé (mai Spirál irodaház)	104,5	4-6 m homok 6-12 m kavics	-5 m. / 99,5		Megszűnt kutak
B-32	Révész utca 1.	105,715	4.2-6,3 iszapos homok 6.3-11,2 kavics	-4.4 m / 101,5		Megszűnt kút
B-79 - B-84	Váci út 72-74, Elektromos művek	100,2	4-7, m között változó			6 sekély nyelőkút
B-40	Tüzér u. 18 óvoda	105,625	1,2-5 homok 6,5-13 kavics	-3 m. / 102,6		
B-38	Csángó u. 38	104,13	4-5,5 homok 5,5-12 kavics	-5,6 m. / 98,5		
B-59 és B-60	Nexon Kft	104,65	2-10 homok	-4.1 / 100,5	32,3 m/nap 33,7 m/nap	2 sekély nyelőkút

IV. Földtani felépítés

A tervezési terület a Pesti hordalékkúp-síkságon helyezkedik el. A mesterséges rendezett terepszint kb. 104,7 mBf. A városrendezési munkálatok eredményeként változó vastagságú feltöltés fedi a területet, ennek jellemző vastagsága 1,5 méter, de előfordul 4 métert is meghaladó, épülettörmelékes, salakos feltöltés is.

A telektől keletre, a Tüzér utcától a földtani térkép vastagabb kavicsos réteget, kevesebb feltöltést és homoklisztet jelöl. Környékbeli tapasztalatok alapján a folyóvízi üledékekben helyenként előfordulnak magas szerves anyag tartalmú, tözeges rétegek, de a telken nem tártunk fel ilyet eddig.

A legfelső kőzetréteg - egyben a meghatározó felszínközeli vízadó - a Duna kavicssterasza. A kavicssterasz anyaga gradált, azaz alul nagyobb szemcseméretű. Homokos kavicsra kavicsos homok, majd a folyóvízi durvaszemcsés homok és iszapos homok, végül újholocén kori lepelhomok terült.

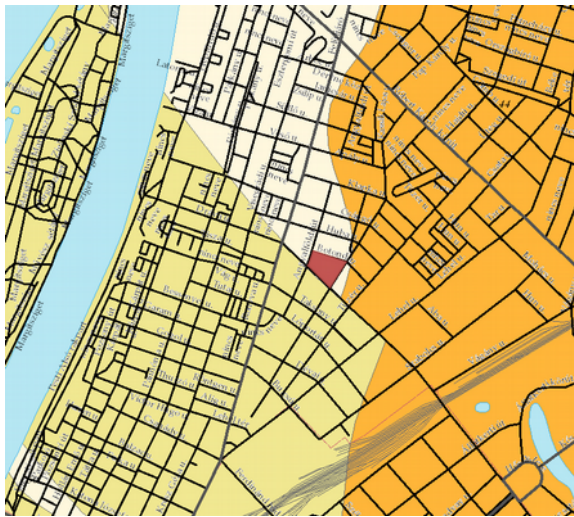
A finom- és durvaszemcsés folyóvízi üledékek határvonala 99 – 100 mBf körüli, maga a kavicssterasz 91-94 mBf szintig nyúlik le az eddigi feltárások eredményei szerint. Az Ős-Duna folyóvízi hordalékai tömör agyagos fekére települtek, ill. részben erodáltak is a kora-pleisztocén során.

A terület alapkőzete a fedetlen földtani térképek szerint felső oligocén korú homok-, homokos agyag- és agyag rétegekből álló földtani képződmény, amely a földtani szempontból a Törökbálinti vagy esetleg a Hárshegyi homok formációba sorolható be (térkép száma 51).

A térkép azonban éppen a Dózsa György út vonalában jelöl egy tektonikus vonalat, amelytől délre a fekü már középső oligocén kori Kiscelli agyag (52). Az említett homokos felső oligocén rétegek alatt mélyebben szintén meg kell jelenjen Kiscelli és Tardi agyag is.

Kelet felé nincs messze a középső miocén kori, finomszemcsés homokos agyag és agyagmárga rétegekből álló összlet már a Garábi/Egyházasgerei formációba sorolható, a Városliget alatti területet alkotó földtani képződmény (44) határa sem.

*A terület digitális építésföldtani fedetlen térképe és nyomtatott 1984 évi fedetlen földtani térképe
lila = vizsgálati terület, Sárga/52 = Oligocén Kiscelli Agyag Drapp/51= Oligocén homok, és homokos agyag ,
Sötét/44 = Egyházasgerei/Garábi Formáció*



Aháromféle alapkőzet jól látható az MFGI által kiadott régebbi és újabb fedetlen földtani térképen is – az újabb térkép láthatólag ugyanazt a réteghatárt mutatja (feltehetőleg nem történt újabb adatértékelés), hátránya ez esetben, hogy már nem jelöl vetődéseket, még itt se, ahol a hirtelen, tektonikus rétegváltás gyakorlatilag biztosra vehető.

A telken végzett feltárások alján kifejezetten tömör (200 feletti ütésszámmal jellemezhető), szürke, tömör száraz agyag jelentkezett, ez a leírás a három határos közetegység közül legkevésbé épp a földtani térkép által javasolt homokköves (Hárshegyi vagy Törökbálinti) összletre illik. Az alaphegység pontos meghatározásához a következő feltárási ütem alaphegységi fúrási anyagának őslénytani vizsgálatra lenne szükség.

A Margit-sziget mellett készült vízi szeizmikus mérés konkrét vetődéseket mutatott ki a folyó alatt – ezek közül egy kifejezetten közel esik a fenti térképen jelölt Duna-keresztesítéshez, de az iránya más, meghosszabbítva a telektől északra, nem pedig délre haladna el.

A néhány ponton feltárt fekümagasság alapján nem jelölhető ki vetődés a konkrét telek alatt. Ennek ellenére lehetséges hogy a réteghatár a telek alatt húzódik, úgy hogy a 4D és/vagy a 3D pontok a vetővonal északi oldalára esnek - ez azonban csak egy igen bizonytalan feltételezés, mindössze kb. 1 méternyi magasság-változáson alapul, egyértelmű rétegtérítés nélkül.

V. Hidrogeológiai jellemzők

Budapest Építésföldtani Atlasza a terület talajvíz-szintjét a felszín alatt kb. -5 m mélységben jelzi. A maximális talajvízszint az FTV térképe alapján 102 mBf, azaz kb. -2,5 méter.

Talajvíz mélységtérképe és maximális vastagsága archív adatfeldolgozások szerint



A telken 2015. október 27-én lemélyített két helyi fúrásban észlelt talajvíz-adatok:

Fúrás száma	Terepszint	talajvíz mélysége	
	(mBf)	(-m)	(mBf)
1F	104,87	3,2	101,67
2F	104,67	3,0	101,67

A terület közelében lévő talajvízfigyelő kutak mért szélsőértékei az alábbiak:

Kút: XIII/10 Bp. XIII. Kassák L. u. – Lőportár u. park
Csőperemszint: 105,05 mBf
Terepszint: 105,12 mBf
Maximális vízszint: 357 cm 101,48 mBf
Minimális vízszint: 521 cm 99,84 mBf

Kút: XIII/12 Bp. XIII. Tisza u. – Váci út
Csőperemszint: 104,76 mBf
Terepszint: 105,05 mBf
Maximális vízszint: 383 cm 100,93 mBf
Minimális vízszint: 534 cm 99,42 mBf

Kút: PII Bp. XIII. Váci út 21
Csőperemszint: 105,31 mBf
Terepszint: 105,52 mBf
Maximális vízszint: 392 cm 101,39 mBf
Minimális vízszint: 599 cm 99,32 mBf

A mérések alapján a talajvízszint ingadozása nem éri el a 2 métert.

Budapest Építés-hidrológiai Atlasza a becsült maximális talajvízszintet 102,0 mBf szinten adja meg, ami a legközelebbi mért talajvíz-kutak adatainál 0.5-1 méterrel, az 1F ponton mért értéknél 0.8 m-el magasabb szintet jelöl ki, és a legújabb -kiemelten magas - árvízi értékek alapján ma már reálisnak is nevezhető. A becsült maximális talajvízszint tehát 102,0 mBf szinten vehető fel.

A holocén Duna völgyben a talajvíz a fiatalkori hordalékban mozog, ahová részint az északi területről szivárog be és a Dunával megegyező irányba mozog, (ezt a vízmozgást a korábbi, betemetett Dunamedrek lefutása is befolyásolja) részint a Duna teraszban folyik le a Duna felé. A fő áramlási irány tehát a Duna, mint erózióbázis felé történő szivárgás. Nagy Duna vízálláskor a folyó vize jut be a talajvízbe, míg kisvízkor a talajvíz táplálja a folyót. A Duna partvonalától 50 m-re a talajvíz ingadozása mintegy 5,7 m; 150 m-re 3,5 m, a partvonalától 450 m-re helyenként már csak 1,5 m.

Az összefüggő és nagy permeabilitású egységes kifejlődésű kavicssterasz vízáadó rétegben a talajvíz felülete aránylag kiegyenlített. Az árvízi mérések és a valós tapasztalatok is azt mutatják, hogy a Duna vízszint-emelkedése a teljes kavicssteraszban egyszerre jelentkezik, északról délre terjedve, így egy épület Duna felé eső oldala és másik oldala között még 100 méteres szélesség esetén se jelentkezne soha méteres különbség.

A természetes talajvíz-áramlás a legmélyebb pontot jelentő folyóvölgy felé tart, azaz KÉK felől NyDny felé. A meghatározó szerepű élővízfolyás a Duna, amelynek helyi alapadatai:

- Vízmérce magassága „0” 94,98 mBf.
- A Duna LKV értéke 1954. 01. 12-én : 94,90 mBf.;
- A 2013 évi legmagasabb mért vízszint : 103.81 mBf.
- A folyó maximális jégmentes vízszint-ingadozása 8,9 m.

A teleknél jellemző kevesebb mint 2 m. vízszint-ingadozással négyszerese jellemző tehát a folyónál. A tágabb vizsgálati területen jellemző 101-103 mBf közötti talajvízszinttel azonos magassága emelkedhet fel a folyó szintje is árvízi időszakban. Ennek megfelelően a természetes vizek áramlása minden évben pár hétre, az árvizek idején alapvetően megváltozik -ilyenkor a Duna erőteljesen rátáplál a talajvízre. Ilyenkor a vízszint maga magasabb, a vízszint-esése, azaz a vízáramlás sebessége viszont jelentősen lecsökken.

A Duna torlasztó hatását ma már a mesterséges műtárgyak is jelentős mértékben befolyásolhatják. A Váci út alatt haladó metróvonal kb. 10,5 m mély zárt szelvényben halad, így maga is mélygaráznak felel meg. A Metró a talajvízáadót nem ékeli ki végig, a keresztben történő talajvíz-átáramlás többnyire biztosított a réteg alján kis vastagságú de nagy porozitású természetes vagy mesterséges kavicsos réteg (drének, csápok) révén. A Váci út mindkét oldalán egymás után létesült mélyépítési műtárgyak esetében már nem ez a helyzet, ezek az alapkőzetbe bekötött valós gátat jelentenek, és kiékelik a vízáadó réteget – viszont nem folytonosak, a blokkok közötti utcáknál nem érnek össze.

A konkrét telken lemélyült fúrásokból hézagterfogató- és k-tényező-meghatározás nem történt, a talajvízszint -4,5 m = 100,36 mBf szinten volt. A vizsgált területtől északra, a B-59 és B-601 kutaknál szivattyúszttal meghatározott vízáteresztő-képesség értéke 32,3 m/nap, illetőleg 33,7 m/nap volt. A területtől keletre, a Honvéd sport-telepen vett fúrási kisminta alapján a vízáadó réteg k-tényezője 1-4 m/nap közötti érték volt – a szintén közelbe eső Tüzér utcai uszoda kútjairól leírt magas, 1000 l/p feletti hozamértékek alapján azonban magasabb érték várható. Két különböző környező hidrogeológiai modellben a kavicsos vízáadó réteg áteresztő-képességét 20 m/nap ill. 40 m/nap átlagértékkel vették fel.

VI. Hidrogeológiai modellezés bemutatása



A vizsgált telektől nyugatra, az Angyalföldi út túloldalán levő KPMG irodaház hasonló hidrogeológiai modellezését jegyző ARGON Geo Kft is már megállapította hogy a területen levő nagyszámú mélyépítési műtárgy csak együtt vizsgálható, ugyanis kulminált hatást eredményeznek. Az ő 2015 évben készült, nyugati irányba történő elég nagy gradiensű, azaz kedvezőtlen vízáramlási esetet feltételező modelleredményeik

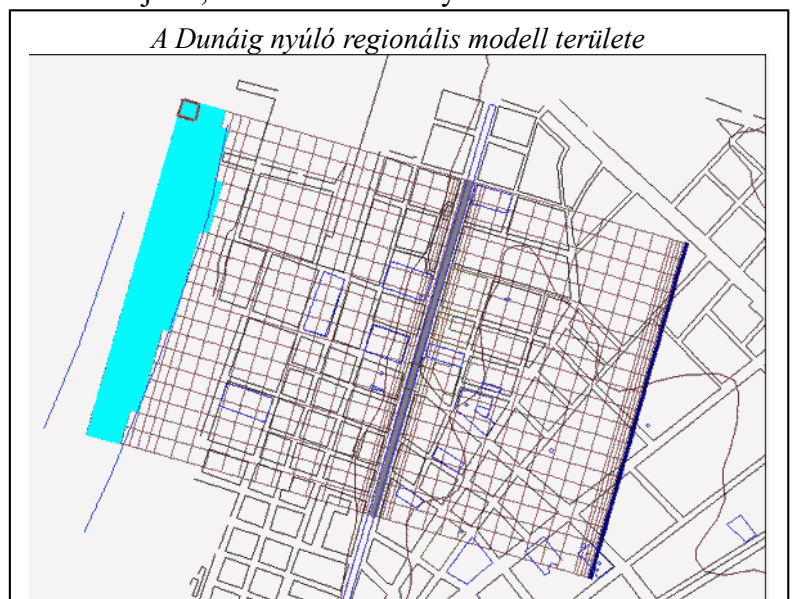
szerint a vizsgált telken már 8-16 cm-nyit emelkedhetett a talajvízszint a megépült négy közeli Váci úti mélygarázs miatt.

A nagyszámú mesterséges elemet látva mi fokozatos megközelítést alkalmaztunk.

A terület természetes vízállásnak a vizsgálata érdekében először egy nagyobb vizsgálati területet vettünk fel, amely nyugaton a Dunáig nyúlik el. A modell célja az volt hogy a több évtizede kialakult, a Metró vonalát már magában foglaló vízáramlást szimuláljunk, fokozatosan elhelyezve a mélygarázsokat mind a téli, mind pedig a nyári vízállás esetén is. (azaz a Duna normál vízi és árvízi állapotában.)

A modellterület 1500x1000 m. (-16 fokos forgatással) Jobb alsó (DK-i) sarokponti EOV koordinátái: 651700 ill. 241700

A nagyobb területre felvett modellben csak a két rétegre osztott kavicssteraszt vettük fel, homogén vízszintes réteggént. A vastagabb felső réteget ékelte ki a Metróvonal, alatta pedig a mesterségesen kialakított csápoknak, és a helyenként 10 méternél



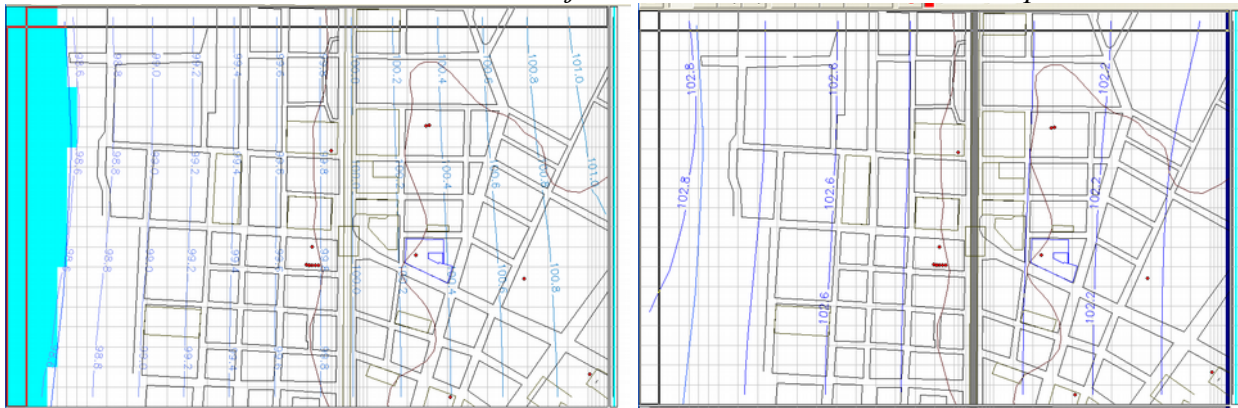
vastagabb vízadónak megfelelően egy 1,5 méter vastag réteget vettünk fel, - így jelenítve meg a talajvízadó folytonosságát.

A keleti háttér-talajvízszint kb. 101 mBf a modell peremén (FTV térképe alapján, korrigálva)

A Duna folyóként felvett határként szerepel, a futtatásokat két verzióban végeztük el árvízi esetben a folyó vízszintje 103,5 méter, normál vízi esetben pedig 97,5 mBf értékű volt.

A nagy modellből kapott talajvíz-szinteket vettük fel azután a konkrét mélygarázst nagyobb felbontással vizsgáló lokális modell kiindulási adataként.

A modellezett kiindulási talajvízszintek normál vízi és árvízi állapotban



Következő lépésként mind az árvízi, mint a normál vízi állapotot szimuláló részletes modellt állítottunk fel. Ezt lefutattuk (a közel természetes, csak a metróvonallal befolyásolt) alapállapotban, majd pedig a meglévő mélygarázsokat is felvettük a modellben. Utolsó lépésként a meglévő garázsok mellé betettük a Dózsa György út 61-63 telkénél tervezett mélygarázst is a modellelemek közé.

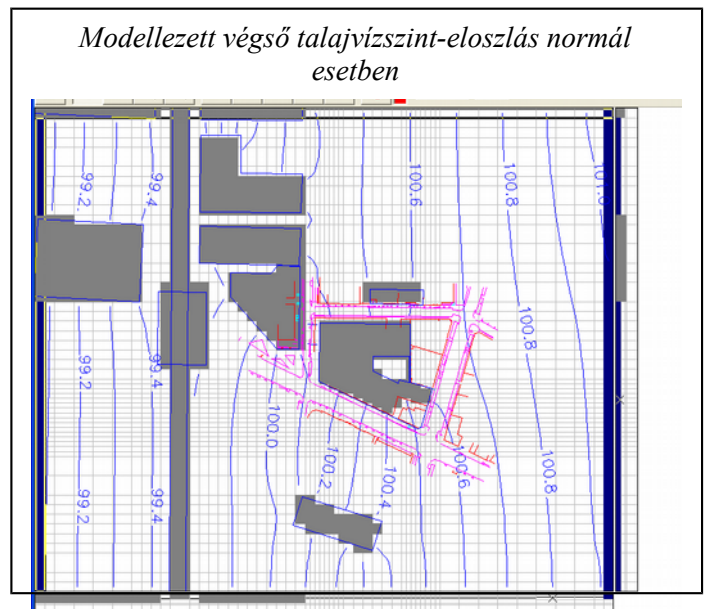
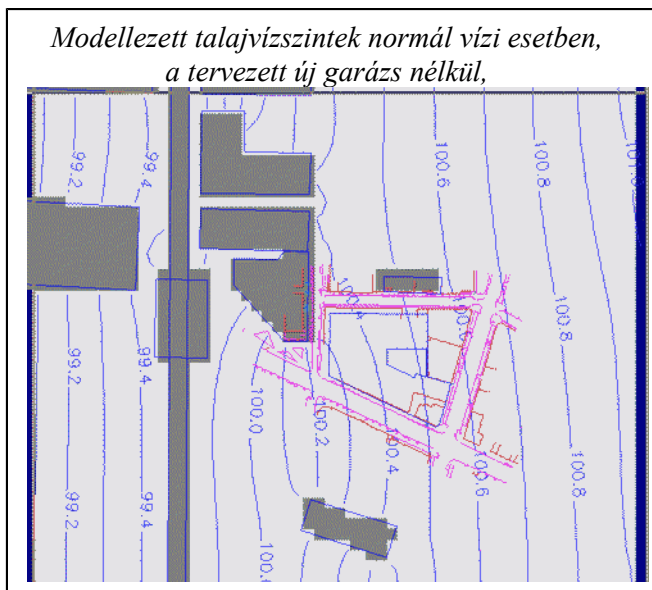
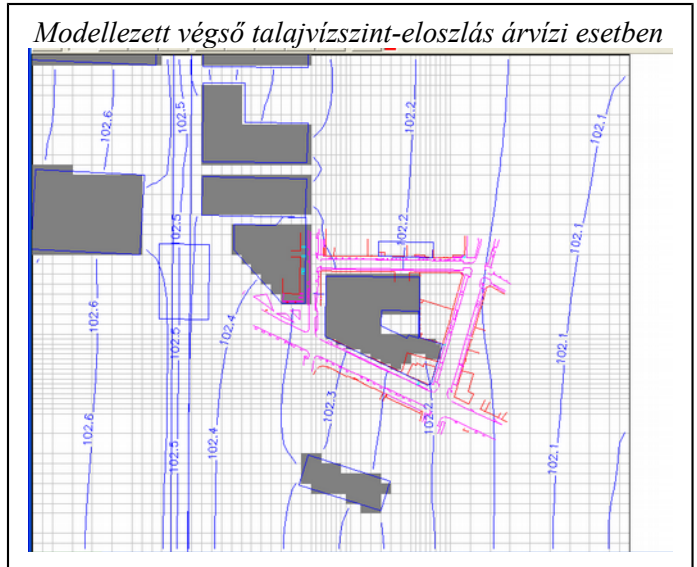
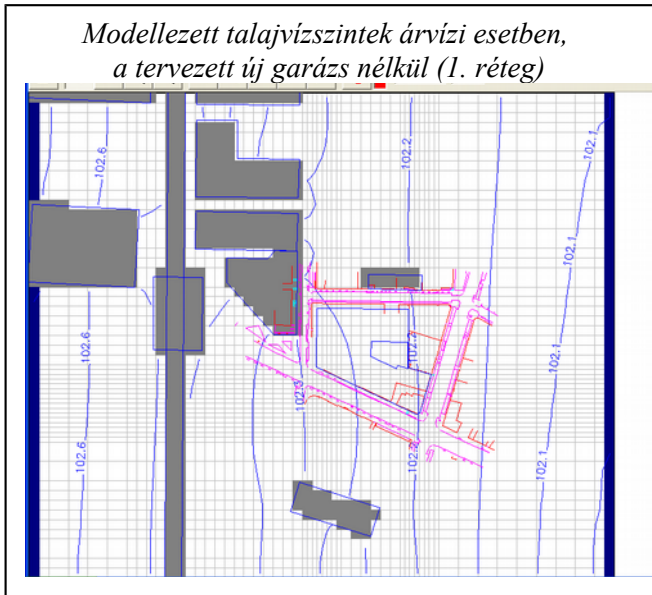
A részletes modellben alaphálójá 20x20 méteres volt, amelyet a garázsoknál 5 illetve 1 méterig sűrítettünk. A modell az előzőhöz hasonlóan -16 fokban elforgatott helyzetű 680x500 m-es téglalap, jobb alsó (DK-i) sarok-ponjának EOV-koordinátái: 651625 & 241870.

A modellrétegek jellemzése:

Réteg száma	1.	2.	3.	4.
Megnevezés	Feltöltés + homok Vízadó felső része	Vízadó kavicsos állandóan szaturált része	Alapkőzet felső része	Zavartalan alapkőzet
Jellemző tetőszint a vizsg. teleknél	104 mBf	99 mBf	94 mBf	92 mBf
Effektív porozitás	25 %	30 %	12,5 %	9 %
Oldalirányú szivárgási tényező	22 m/nap	32 m/nap	3 m/nap	2 m/nap
Függőleges szivárgási tényező	12 m/nap	16 m/nap (Metró vonalában csak 5 m/nap)	1 m/nap	0,5 m/nap
Mesterséges elem	Sekély + mély mélygarázs, Metró	Mélyebb mélygarázsok	Mélygarázs külső résfala	-

A modell eredményei alapján megállapítható, hogy a mesterséges hatások a talajvíz-szinteket igen jelentősen befolyásolják. A Váci út és a Metró vonala mentén egy új hidraulikai határ alakult ki, a kisebb vízvezető-képesség és a réteget kiékelő mélygarázsok mentén ugyanis a vízszintek kis területen belül aránylag gyorsan változnak.

Az egymás melletti mélygarázsok a talajvizet közösen befolyásolják – Az új mélyépítési műtárgy önálló hatást csak a Kassák Lajos utcával határos részen gyakorol, a másik három oldalon mindenképpen több hasonló, szabálytalan alakú műtárgy közös hatása jelenik csak meg, illetve terjed ki az építkezések révén.



Árvízi esetben a modellterületen belül a vízszint változása kevesebb mint egy méter, a kis gradiensnek megfelelően az új garázs okozta vízszint-változás csak alig észrevehető mértékű (mivel a teljes zóna közel azonos nyomást kap a Duna teljes vonala felől) Mindazonáltal a garázs környékén a várható maximális vízszint (102 mBf) közelébe emelkedő vízszintek alakulhatnak ki árvíz idején.

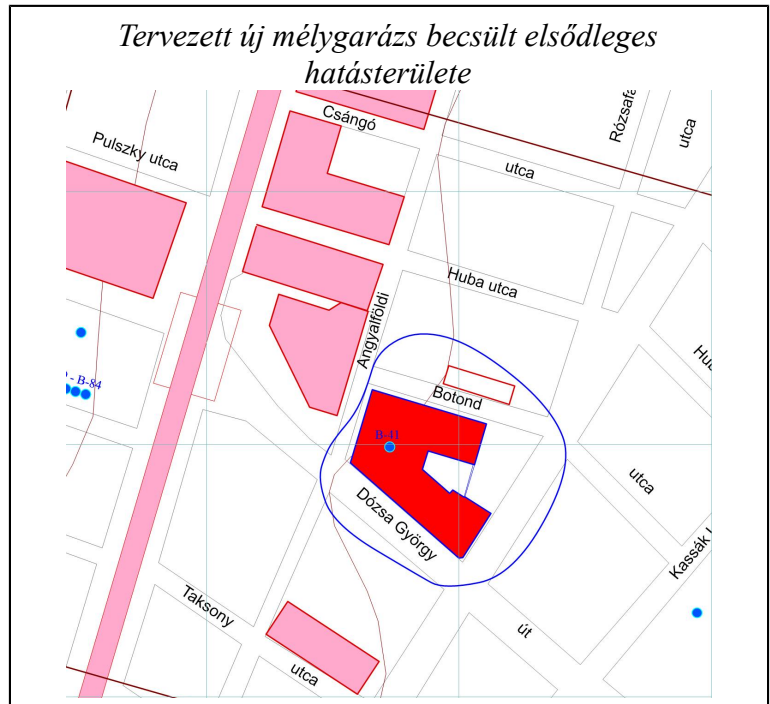
Normál vízi esetben a Váci úti mélygarázsok közös hatásterülete terjeszkedik kelet felé az új műtárgy megépítésével. A vízszintek változása a Dózsa György és Botond utca mellékén is észlelhető. A tervezett létesítmény részala mentén adott esetben akár 50 cm-nyi vízszint-változás is kialakulhat, azaz a talajvíz-áramlás a Dózsa György út menti szakaszon felgyorsul. – Ez a hatás csökkenthető, ha a részal körül kívül a vizek átvezetését segítő drénezés is kialakításra kerül.

A mélygarázsok hatására kialakuló legnagyobb vízszintváltozás azokon a helyeken várható, ahol több építmény együttes árnyékoló / torlasztó hatása érvényesül. A két elsődleges ilyen térrész az Angyalföldi és a Botond utca sarkának, illetve az Angyalföldi és a Dózsa György út sarkának a környéke – itt a részal mellett 30 cm-es talajvízszint-változás is előfordulhat az év egy részén.

A torlasztás jellemző mértéke azonban inkább csak 10-17 cm nagyságrendű normál áramlási állapotban – árvízi esetben viszont alig észrevehető, legfeljebb cm-es nagyságrendű (bár ekkor általánosan magasabbak a vízszintek egy méterrel).

Külön csak az új mélygarázs hatásterülete nem adható meg egyértelműen egy ilyen mértékben beépített területen – mivel azonban ez lenne az elsődleges feladat, az *oldalsó ábrán* bemutatjuk a tervezett új garázs hatásterületének a vázlatát.

A kézzel jelölt térrészen belül az új mélygarázs hatása bizonyosan érzékelhető, e vonal mentén még 2-4 cm-es vízszintváltozást okozhat a mélygarázs megépítése.



A jelenlegi hidrológiai modell továbbfejlesztésének a lehetőségei:

A telken levő jelenlegi épületek kiürítése és bontása után kiegészítő geotechnikai feltárás és hidrológiai adatgyűjtés történik majd egy második feltárási ütemben. Ennek megfelelően szükség esetén jelen szakvélemény is kiegészítésre kerülhet a feltárások után, várhatóan 2018 év első felében. Ekkor több helyi fúrásadat alapján pontosabban lesz majd leírható a terület földtani felépítése, ill. esetleg a mélyépítési paraméterek is módosításra kerülhetnek. A fő fejlesztési lehetőségek:

- Földtani rétegek határfelületének pontosítása
- A második ütemben létesülő fúrások alapján kapott pontosabb paraméterek alapján a szivárgási tényező és a porozitás pontosítása a vízáadó tekintetében. A fúrási minták mellett esetleg a telken létesült talajvízkút szivattyútesztje is megvalósítható lehet – ez elsősorban akkor indokolt, ha igény van a munkagödör-víztelenítés szimulációjára is.
- Az alaphegység esetében a háromféle alapkőzet eltérő paraméterezése
- Adott esetben a közeli talajvíz kitermelő-betápláló rendszerek szimulálása (ez kevésbé indokolható, mivel nem működnek egész évben, és nem is esnek nagyon közel a vizsgált mélygarázshoz. (Továbbá a mélygarázsos beépítés veszélyezteteti inkább a vizes hőszivattyús rendszereket, mint fordítva.)
- A helyi mélygarázsok, drének, és a metróvonal kumulatív hatásának számszerű értékelése, esetleg kritikus területek és határértékek meghatározásával együtt – ez azonban elsődlegesen fejlesztéseket összehangoló szervezetek (pl. önkormányzat), vagy megfelelő kutatóintézetek feladata lenne.

VII. Összefoglalás

A Dózsa György út 61-63 telek a Duna felső kavicssteraszára esik, ez a -10 méterig lenyúló homokos-kavicsos réteg alkotja a talajvízadó réteget. Az alapkőzet kisebb vízvezető-képességű idősebb tömör agyagkő. A talajvízadó réteg teljes mértékben megszűnik, (kitermelésre kerül) a tervezett többszintes mélygarázs helyén. A terület a Duna árvízi hatásterületének a szélére esik. A talajvízszint esése (hidraulikus gradiens, a vízáramlás hatóereje) elég szélsőségesen változik a területen. Árvízi esetben a gradiens igen kicsi, miközben maga a talajvízszint magasabb. Az év nagy részében normál (kisvízi) esetben a talajvíz-szivárgás jóval gyorsabb és egyértelműen NyDNy-ra, a Duna felé irányul.

A mesterségesen befolyásolt talajvíz-állapot vizsgálatát számítógépes szimuláció segítségével végeztük el, fokozatosan a modellbe építve a mesterséges hatásokat az alábbi sorrendben: zavartalan alapállapot, metró-kiépítés utáni állapot, többi mélygarázs létesítése utáni állapot végül a tervezett mélygarázs megépülte utáni állapot. Minden esetben külön vizsgáltuk a normál vízi és árvízi helyzetet. Az elkészült modell a későbbiekben is pontosítható és finomítható. Pontosabb alapadatok beszerzése után új modell-futtatásokat érdemes elvégezni – pl. a konkrét telken várható újabb mérnökgeológiai feltárások eredményeinek, vagy akár a újabb mélyépítési műszaki tervek esetén.

A környéket bejárva megállapítottuk, hogy a tervezett mélygarázs egy olyan területen létesül, ahol a talajvízadót érintő emberi hatások jelentősen megnövekedtek az elmúlt évek során. A talajvízadót érintő egyetlen mélyebb, torlasztó műtárgy régebben a metró vonala volt – ma azonban már számos többszintes, a teljes vízadót kiékelő mélygarázs is létesült a környéken.

A Váci út környezetében létesülő nagyszámú mélygarázs ma már földtani hatótényező, amely a talajvíz-szivárgás intenzitását egyre nagyobb mértékben megváltoztatja. Hosszabb távon a hasonló műtárgyak együttes hatásának a számszerű vizsgálatára kell majd törekedni.

A szomszédos építkezések becsült hatása a vizsgált telken 8-16 cm vízszint-emelkedést eredményezhetett az Argon-Geo Kft becslése szerint.

E mélygarázsok kumulatív hatása növekszik tovább a tervezett új létesítmény megépültével. Ennek következtében a Dózsa György út és a Botond utca nyugati felén a résfal mellett modell-eredményeink alapján 30 cm-es vízszint-változás is előállhat.

Olyan vízszint-emelkedés, amely egyedül csak az új garázshoz köthető, csak a Kassák Lajos utca mellett alakulhat ki, ennek a becsült mértéke azonban nem haladja meg a 12 cm értéket (normál vízi esetben, árvízi esetben ennek a töredéke).