

Budapesten a Dohány és Síp utcák közé tervezett mélygarázs talajvízre gyakorolt hatásainak vizsgálata (hidrogeológiai hatástanulmány)



Generáltervező, Megrendelő:

Sziget-Ma 2004 Kft
Cím: 9231 Máriakálnok, Rozmaring u. 67.

A szakvéleményt készítette:

Handwritten signature of Lorberer Árpád Ferenc in blue ink.

Lorberer Árpád Ferenc e.v.
vízügyi, geotechnikai és geotermikus tervező
A Magyar Mérnöki Kamara Tagja
Cím: 1068 Bp. Szondi u. 79 fsz 12.
Mobil: +36-30-4497702



2021. február 27.

(A 2020.XII.20-i előtanulmány aktualizált, pontosított változata)

Budapesten a Dohány és Síp utcák közé tervezett mélygarázs talajvízre gyakorolt hatásainak vizsgálata (hidrogeológiai hatástanulmány)

Tartalomjegyzék:

I. Szakvélemény tárgya	3
II. Kiindulási adatok	4
III. A zsinagóga környékének felszínközeli földtani felépítése	8
IV. Helyszín hidrogeológiai jellemzése	11
V. Alkalmazott hidrogeológiai modellek bemutatása	15
VI. Összefoglalás és javaslatok	18

Ábrák:

1/A ábra: A vizsgált mélygarázs elhelyezkedése légifotón	3
1/B ábra: Tervezett mélygarázs környezetének építészeti helyszínrajza	4
1/C ábra: Tervezett -4-dik szint építészeti kialakítása	4
1/D ábra: A tervezett mélygarázs hosszmetsete	4
1/E ábra: A tervezett mélygarázs méretei, a környező talajvíz-figyelő kutak, telekhatárok, utcák, épületek és a zsinagóga főépület EOV-helyes elhelyezkedése	5
2/A ábra: A vizsgálati helyszín környezetének topográfiai térképe, a fővárosban feltételezhető maximális talajvíz-szintek jelölésével	7
2/B ábra: Az 1956-os árvíz belvárosi hatásterülete	7
3/A ábra: Környék fedetlen földtani térképe és valószínű vetődései	8
3/B ábra: A Ny-K irányú metróvonal földtani szelvénye	9
3/C ábra: A metró feltáráskori szelvényének helyszín mellett elhaladó részlete	9
3/D ábra: Közeli talajmechanikai fúrások és talajvíz-figyelő kutak rétegsorai	10
4/A. ábra: A tervezett mélygarázs környezetében mért talajvízszintek eloszlása	11
4/B. ábra: Meglévő és tervezett mélyépítésű műtárgyak a modell-területek környezetében	13
5/A ábra: Modellezett vízszintek (mBf) a résfal elkészítése előtti alapesetben	15
5/B ábra: Modellezett vízszint-értékek körbefutó vízzáró résfal megépítése után	15
5/C ábra: Modellterület vízszint-értékei az 1. vízadó rétegben a mélygarázs megépítése után	15
5/D ábra: A mélygarázs hatására megváltozó vízszintű területek kiterjedése	16
5/E ábra: A mélygarázs hatására megváltozó vízszintek a fekvőrétegben	17

Táblázatok:

A környező telkeken létesült talajvízszint-figyelő kutak alapadatai	11
Figyelőkutak egyidejű vízszint-mérési adatsorai	12
Helyi vízszint-ingadozás mért értékei	13
Alkalmazott vízföldtani modell rétegeinek alapadatai	15

I. Szakvélemény tárgya

A vizsgált telek a belvárosi zsinagógával szomszédos, a Dohány u. - Síp u. és Wesselényi utcák által határolt épülettömbben található (lásd az 1/A és 1/D ábrákon).

A jelenleg üres telken tervezett területfejlesztés keretében a jelenlegi tervek szerint gyakorlatilag az egész telek alatt négyszintes, körbevevő részfalal védett mélygarázs fog épülni.

Szakvéleményünkben a pinceszintes épület alaptestjének a felszín alatti vízáramlásokra gyakorolt hatásának számszerűsítését végeztük el. A fővárosban, különösen a belterületi részen igen sok mélygarázs létesült, többségük helyét vázlatosan jeleztük az 5. ábrán. Nagyobb mérvű, kifejezetten a mélygarázs által okozott környezeti vagy épületkár sehol sem volt bizonyítható. (Ezzel szemben szakszerűtlen mélyépítési kivitelezés pl. munkagödör-támasztás vagy hibás résfalazás okozta károokra sok példa akad.)

Vízadó rétegbe lenyúló mélygarázsok elsődleges hidrogeológiai hatása a talajvíz szivárgási rendszerének lokális megváltoztatása mivel az áramlási pályáknak meg kell kerülniük az épület területét. Egy nagyméretű, intenzív talajvíz-áramlásra merőlegesen létesített vízzáró mélyépítési műtárgy két oldalán elvileg eltérő talajvízszint alakulhat ki, az épület mellett (sokszor alatta is) a lokális gradiens megnő, azaz a vízáramlás felgyorsul, míg a középvonalon kisebb holttér alakulhat ki.

Ha a talajvíz-szint megemelkedik és korábban nem teljesen szaturált rétegeket önt el, azok fizikai jellemzői is megváltozhatnak, kötött talajok esetén pl. lecsökken a nyomószilárdságuk. Sekély földalapotknál, vályogházaknál ez a fagymélységre és az alapozásra is közvetlenül kihathat, de ez ma már nem jellemző.

A mesterséges létesítmény kielégíti a vízadó rétegeket, és megszünteti a csapadék talajrétegen át történő természetes beszivárgását, illetve párolgását.

A mélygarázs létesítésének lehetséges hidrogeológiai hatásai legpontosabban, nagy felbontással hidrogeológiai modellszámítással vizsgálható. Több változatban is számítható, hogy a mesterséges műtárgyak hatása mekkora területre terjed ki, milyen mértékű vízszint-és vízáramlás-változást eredményezhet. Előzetesen becsülhető, hogy a duzzasztott vízszint kiterjed-e vertikálisan a szomszéd pincék alapszintjéig. Modellezéssel a munkagödör víztelenítése, ill. a műtárgy alsó és oldalsó drénezésnek a kialakítása is optimalizálható.

1/A ábra: A vizsgált mélygarázs elhelyezkedése légifotón



II. Kiindulási adatok

1/A-B ábrák: Tervezett mélygarázs környezete és a -4-es garázs-szint kialakítása (Sziget-Ma 2004 Kft.)



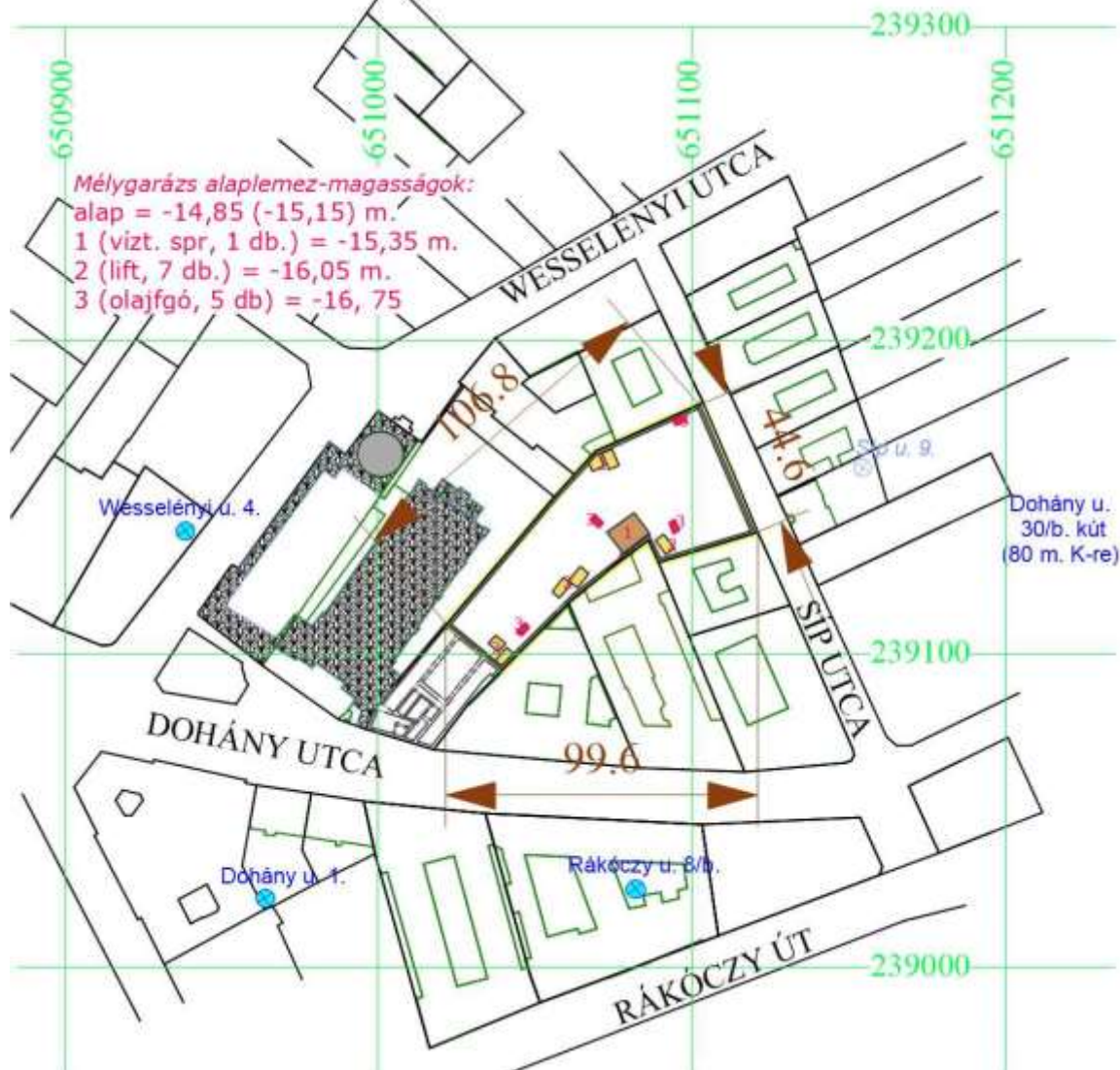
1/C ábra: A tervezett mélygarázs hosszmetsete, a mélységek kiemelésével



A tervezett mélyépítési műtárgy feladat szempontjából lényeges alapadatai:

- Az építési nulla szint = **104,55 mBf**, a környék terepszintje 104,4 és 105 mBf közötti.
- A telek alatti legalsó, negyedik mélygarázs-szint belső padlószintje -13,13 m = 91,42 mBf. **A beton alapsík magassága -14,85 mBf, a legalsó betonszint alja pedig 15,15 méter = 89,4 mBf.** (korábbi előtanulmányban még -14,37 m. = 90,18 mBf szerepelt)
- Az épület fő beton alapja alá lenyúlik egy nagyobb sprinkler, hét darab liftakna és 5 db olajfogó akna E mélyebb beton alapú terület-részek kiterjedését és adatait az *1/E ábrán* mutatjuk be. A legmélyebb aknaszint 87,8 mBf.
- A szomszédos épületek alapozási síkjának a többsége ~104 vagy ~100 mBf. szinttől indul. A legmélyebb feltárt szomszédos alapozási sík 99,30 mBf magasságú volt.

1/D ábra: A tervezett mélygarázs méretei, a környező talajvíz-figyelő kutak, telekhatárok, utcák, épületek és a zsinagóga főépület EOV-helyes elhelyezkedése



A mélygarázst minden oldalról résfal veszi körül. A résfal szabálytalan alakú, a Síp utcára néző be-és kihajtási frontjánál levő (talajvíz-áramlásra közel-merőleges) szélessége 44,635 méter. (lásd az 1/A-D ábrákon)

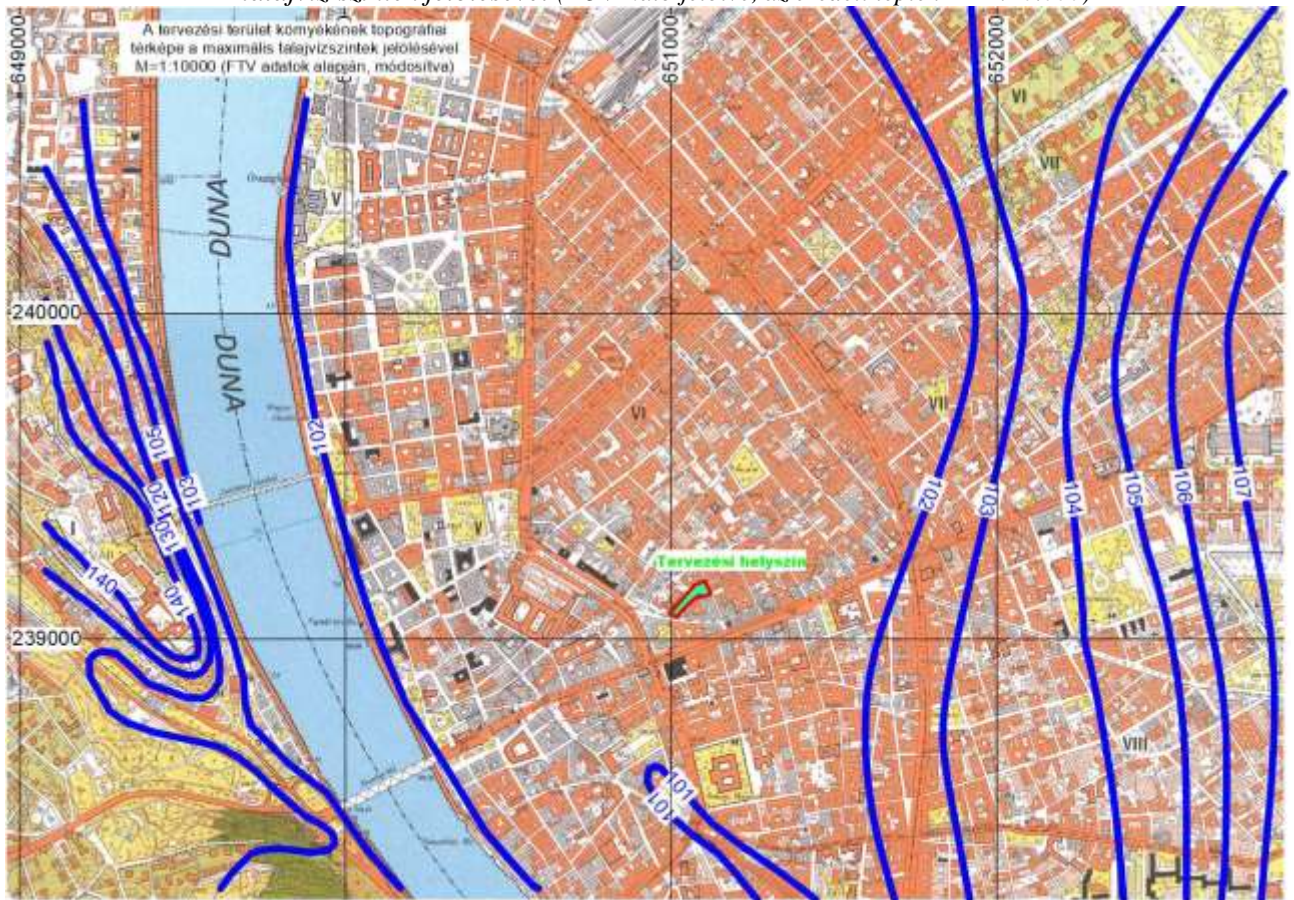
A résfal mélységére a munkatér-lehatárolási terv ad majd előírást, előzetesen a legmélyebb aknaszintek alapján javasoljuk 18 méter (87 mBf) szintig elkészíteni.

A konkrét telekről 2005-ben készült előzetes talajmechanikai szakvélemény, majd 2021 elején pontosító, 25 méteres mélységig hatoló fúrások alapján készült geotechnikai adatfeldolgozás. Jelen hidrogeológiai szakvélemény adatai nagymértékben ez utóbbi EFERTE Kft 2020/205/3 iktatószámú, 2021 febr. 15-i keltezésű, Szendefy J, Rapcsok R, és Hübner J kollégák által jegyzett talajvizsgálati jelentésre támaszkodik.

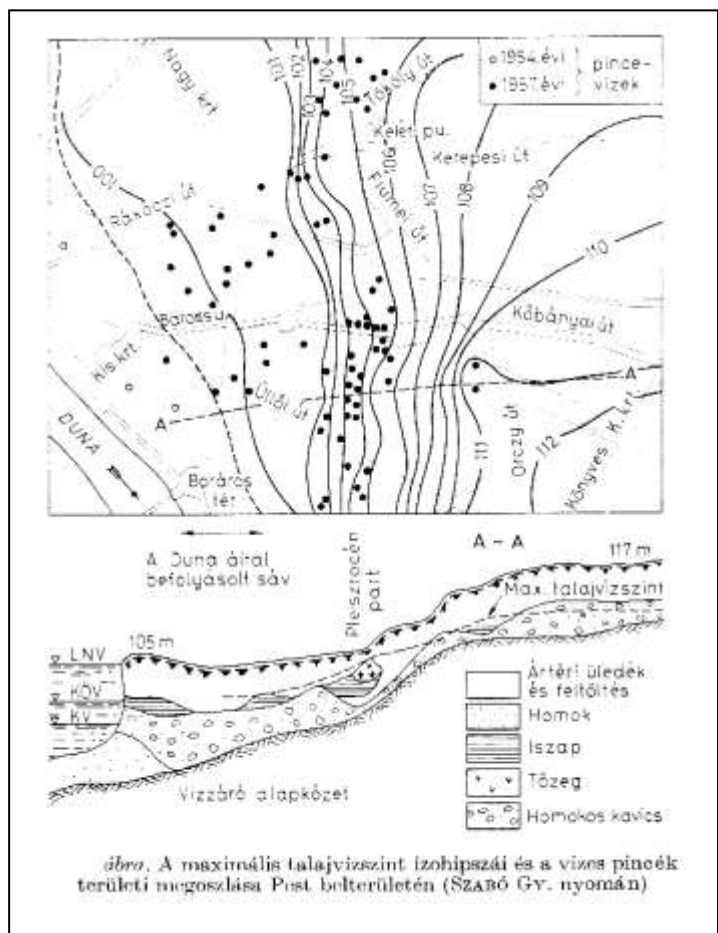
Felhasznált szakirodalmak:

- Anka M. & Somogyi M. (FTV 1990): *Budapest VII ker. A zóna talajvízszint-észlelés* Kézirat Lechner központ
- Bubics I. et al (1978): *A budapesti Metró-építés földtani eredményei* Mérnökgeológiai Szemle 21.sz.
- Hajnal Géza (2008): *Városi hidrogeológia* kézikönyv, Akadémiai Kiadó
- Gyalog L. Maros Gy et al. (MFGI 2019): *Budapest Geokalauz* kézikönyv
- FTV (1988): *Budapest Építéshidrologiai Atlasza M=1:20.000*
- Keszezné Say Emma (2011): *Műtárggyal befolyásolt talajvízáramlás hidrodinamikai modellezése* doktori értekezés, Szent István Egyetem
- Kisdiné, Raincsákné, Szabóné (MÁFI 1983): *Budapest területének építésföldtani térképe* MÁFI térképsorozat M=1:40.000
- Kocsisné Bodnár Nikolett (2016): *A 4-es metró Duna alatti átvezetésének a Kálvin-tér és Rákóczi-út közötti szakasznak a mérnökgeológiai átértelmezése* doktori dolgozat BME Építőmérnöki Kar Mérnökgeológia és Geotechnika Tanszék
- Lorberer Á. F (2016): *Fővárosi településgeológia – Pest belvárosi mélygarázsok hatásvizsgálata* Mérnökgeológia-Közetmechanika könyvsorozat 2016
- Pécsi M. Marosi E. Szilárd J. et al. (1958): *Budapest természeti képe* kézikönyv, Akadémiai Kiadó
- Rétháti László (1974): *Talajvíz a mélyépítésben* kézikönyv, Akadémiai Kiadó
- Szabó Gy. (2006): *Talajmechanikai szakvélemény a Bp. VII. Dohány és Síp utcák közötti terület beépítésének alapozás-tervezéséhez* Hiányos kézirat a Sziget-Ma 2004 Kft-nál
- Szendefi J. et al (EFERTE Kft 2020) *Vizsgálati jelentés a Bp. VII: Dohány u. 10. és Síp u. 8-10. szám alatti területeken készült alapfeltárásokról* kézirat a Sziget-Ma 2004 Kft-nál
- Szendefi J. et al (EFERTE Kft 2021) *Talajvizsgálati jelentés a Bp. VII. kerület, Dohány u. 10. és Síp u. 8-10. szám (hrsz 34514 és 34508)* kézirat a Sziget-Ma 2004 Kft-nál

2/A ábra: A vizsgálati helyszín környezetének topográfiai térképe, a fővárosban feltételezhető maximális talajvíz-szintek jelölésével (EOV-háló jelölve, az eredeti lépték M=1:10.000)



2/B ábra: Az 1956-os árvíz Belvárosi hatásterülete (magasságok Adria feletti szintben!)



III. A zsinagóga környékének felszínközeli földtani felépítése

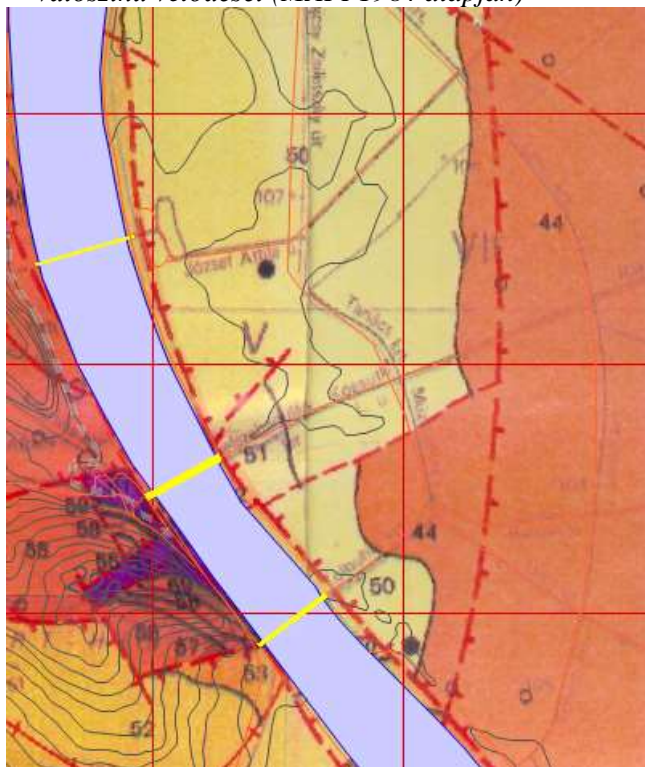
A tervezett mélygarázs csak a felszínközeli rétegeket érinti.

A vizsgálati telken három talajmechanikai fúrás készült 2006-ban, ezek szelvényét, és a közeli figyelőkutak illetve hasonló fúrások rétegsorát a következő oldalon a 3/C ábrán mutatjuk be.

A felszínt több méter törmelékes kevert feltöltés alkotja. Ez alatt fokozatosan homokliszt, majd homok jelenik meg, amely lefelé 99-97 mBf szint alatt már homokos kavicsá alakul át. A telek alatti egységes lefelé növekvő szemcseméretű talajvízadó kavicsréteg a Duna egykori mederüledéke. A belvárosi terület a legfiatalabb, és legmélyebb helyzetű holocén ártéri területre esik. A kavicsos réteg vastagsága a telek alatt 4-5 méter, alsó felülete kb. 12 m mélységben, azaz 92 mBf szinten található.

A tervezett mélygarázs beton-alaplemeze a feltárások szerint a telek nagy részén jelentősen belenyúlik a negyedkori üledékek alatti alaphegységi fekürétegbe.

3/A ábra: Környék fedetlen földtani térképe és valószínű vetődései (MÁFI 1984 alapján)



44= miocén bádendi kőzetlisztes agyag és agyagmárga
50 = oligocén kavicsos, kőzetlisztes homok és homokkő

A földtani adatok szerint az alapkőzet ezen a területen a régebbi földtani térképek felső-oligocén korú, ebben a térségben csatlakozik a keleten települő fiatalabb, vízzáró jellegű bádendi agyaghoz. (Az alaphelységi kőzet átmeneti jellege és inhomogén volta miatt alsó-miocén korú réteggként is hivatkoznak rá, kőzetlisztes agyag vagy „Egerien slír” megnevezéssel.)

Az, alapkőzet maga is sok alrétegre bontható. (3/C ábra) Az agyag mellett homokliszt, homokkő, és kevert anyagú rétegek is alkotják. A rétegsorban előfordul kavics-zsinór és vulkáni tufa is, ezek alkotnak oldalirányban jobban követhető szinteket, de inkább csak a mélyebb fúrásokkal lehet őket feltárni.

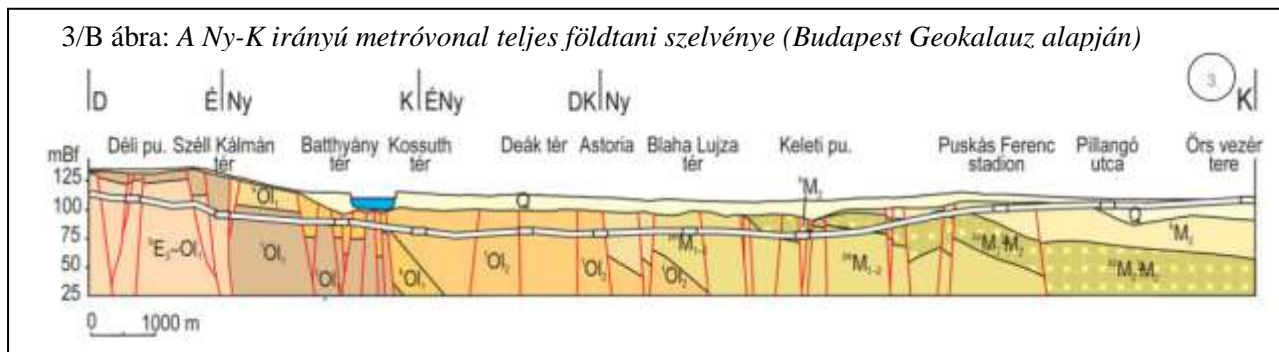
Kőzettanilag a fővárosi Metró-kutatás leírása szerint ez fő alkotó alurit, (homokliszt) kisebb részben iszap anyagú, de tartalmaz jelentős mennyiségű agyagásványt (montmorillonitot), így a valósnál agyagosabb hatást kelt. A rétegek között gyakoriak a 20-35 cm vastag erősen meszes kötött tömör lencseszerű képződmények, és kavics-zsinórok is.

A 2020 évi mélyebb talajmechanikai fúrások alapján a réteg jelentős része kövér agyag, más része pedig az iszap kategóriába esett.

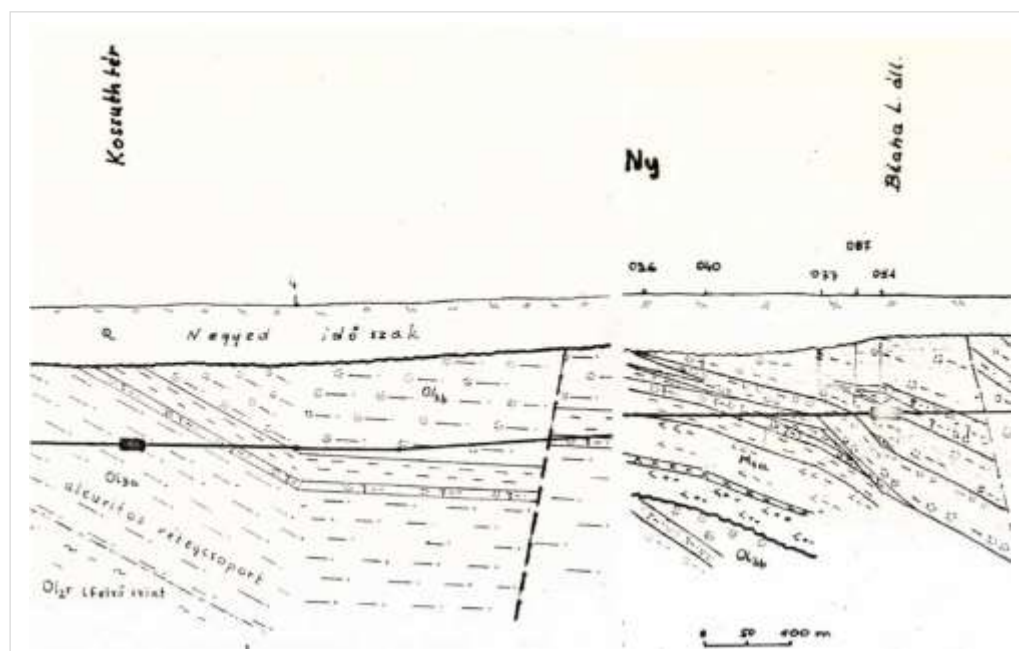
Az alaphegységi rétegek jellemzően kelet felé dőlnek, 10-25 fok közötti dőléssel. Az alaphegységi kőzetréteg egy része tehát a negyedkori kavics alatt is kiékelődhet. A negyedkori Duna-üledék alatti felső szakasz az utólagos eróziós hatás miatt jellemzően cementáltabb, ez is érezhető volt a helyszíni fúrások esetében is.

A helyszíntől keletre, a Kazinczy és Nagydiófa utcák között a 3/B ábrán látható módon a fedetlen földtani térkép vetődést tételez fel – ezt a Metró kivitelezésekor leírt észlelések is alátámasztják. (3/B ábra) A lokális

földtani szelvény a másik irányba is vetőt jelez, feltehetőleg az Astória megállónál észlelt szerkezetet. A 2-es metró vonalában, a felszín alatt kb. 25 méter mélységben tektonikus szerkezet közelében idősebb oligocén Tardi agyag is ismert. A metró fúrásakor vetődések mentén hirtelen megjelenő laza miocén homokot is találtak a Ny-K-i metró építéskor, amely az Astoria térségében földcsuszamlást is okozott.



3/C ábra: A metró feltárás kori szelvényének helyszín mellett elhaladó részlete (Bubics I 1978 sz.)

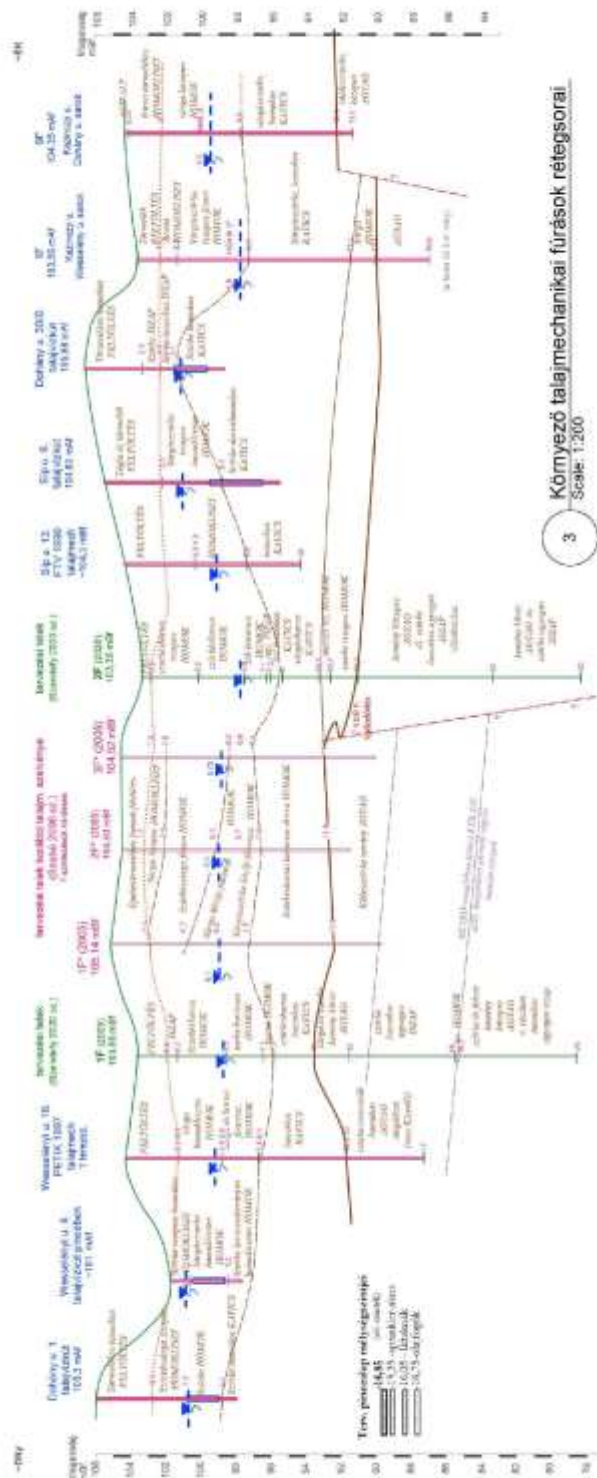


A tervezett épület beton alapja az telek nagyobb felén az alaphegységi tömöröbber közetegységbe esik. Az alapkőzet feltárt talajmechanikai rétegsora is a várnál egységesebb, áteresztő-képessége kifejezetten alacsony, lényegében vízzáró.

A 2020-as F2 fúrás azonban az F1 fúrástól részben eltérő rétegsort tárt fel, a negyedkori kavics alatt mélyebbre nyúló laza homokrétéggel, és az alapkőzet-adatokon belül is kisebb eltérésekkel. Ez azt jelenti, hogy az épület keleti, Síp utca felé eső részénél a beton alap alatt is megmaradhat 20-40 cm-nyi homokos laza vízáadó üledék. (3/D ábra)

A jelenlegi fúrás-adatok alapján nem zárható ki, hogy a telek alatt is keresztülhúzódik egy kisebb alaphegységi törésvonal. Az észlelt réteg-különbség vetődéssel és üledékes átmenettel is magyarázható, mindkét lehetőséget szerepeltettük a következő oldalon bemutatott szelvényvázlaton.

3/D ábra: Közeli talajmechanikai fúrások és talajvíz-figyelő kutak rétegsorai, vázlatos értékeléssel (horizontális lépték nélkül)



IV. Helyszín hidrogeológiai jellemzése

A Duna menti Pesti síkság É és D felé teljesen nyitott, és K felé is csak a vizsgált területtől 8-10 km –re megy át fokozatosan a Kelet –pesti dombországba. A holocén Duna völgyben a talajvíz a fiatalkori hordalékban mozog, ahová részint az északi területről szivárog be és a Dunával megegyező irányba mozog, részint a Duna teraszban áramlik a Duna felé. Nagy Duna vízálláskor a folyó vize jut be a talajvízbe, míg kisvízkor a talajvíz táplálja a sok méter vízszint-ingadozású folyót.

- A Duna legalacsonyabb mért vízszintje 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 nagy permeabilitású egységes kifejlődésű kavicsterasz vízadó rétegben a talajvíz felülete aránylag kiegyenlített. Az árvízi mérések és a valós tapasztalatok is azt mutatják, hogy a Duna vízszint-emelkedése a teljes kavicsteraszban lényegében egyszerre jelentkezik, az árhullámnak megfelelően északról délre terjedve. Ez azt is jelenti, hogy még egy 100 m széles épület Duna felé eső oldala és másik oldala között sem alakulhat ki méteres különbség.

A Szócs Géza által szerkesztett, 1954 és 1957 évi árvizek idején mért adatokból készült **2/B ábráról** is az látszik, a területre a Duna árvízi mozgása már csak igen kis mértékben hat ki. A tervezési helyszíntől keletre emelkedik meg hirtelen a talajvízszint, a Duna felé eső széles sávban viszont a vízszint esése közel nulla. Ugyanez jelenik meg a 2/A. ábrán az FTV maximális talajvízszinteket mutató térképén is.

A talajvíz-felszín esése a zsinagóga környékén láthatólag az év nagy részében kisebb, mint 1 ‰. Ennek megfelelően a talajvíz áramlási sebessége is kicsi, azaz abban az esetben is, ha a talajvíz áramlását résfalalazással megakadályozzák, viszonylag csekély duzzasztást eredményez.

A VI. kerületben nagyszámú talajvíz-figyelő kút létesült 1986-ban, amelyeket 1990-ig külön projekt során észlelt is az FTV. A legközelebbi kutakat a helyszínen is ellenőriztük és vízszintjüket rögzítettük 2020 decemberében. A többszöri egyidejű vízszint-mérések alapján a terület talajvízszint-ingadozása és áramlása is nagy pontossággal leírható. A figyelőkutak helyét az 1/D és 4/A ábrákon is jelöltük, rétegsorukat a 3/C ábrán közöljük, és adataikat az alábbi táblázatokban is összefoglaljuk.

A környező telkeken létesült talajvízszint-figyelő kutak alapadatai (kézi GPS mérés ± 7 m.)

Kút helye	EOV Y	EOV X	terep (m.B.f.)	csőperem (m.B.f.)
Rákóczi út 8/b (K-1)	651082	239025	105.52	106.19
Dohány u. 1/b (K-3)	650964	239016	105.98	106.41
Dohány u. 30/b (K-5)	651293	239149	104.65	104.99
Wesselényi u. 4. (K-7, pince)	~650945	~239133	101.67	102.16
Síp u. 9. (K-28, megszünt)	~651068	~239448	105.51	105.47
Kazinczy u. 18. (megszünt)	~651293	~239149	105.51	105.56



Figyelőkutak egyidejű vízszint-mérési adatsorai:

FTV jel	Mérés dátuma:	1987. 04. 25-27.	2020-12-07
	Kút helye	Vízszint (mBf)	
K-1	Rákóczi út 8/b	100.935	99.76
K-3	Dohány u. 1/b	100.715	99.465
K-5	Dohány u. 30/b	101.015	99.79
K-7	Wesselényi u. 4.	100.87	99.57
K-28	Síp u. 9.	101.04	megszűnt

Az adatokból szerkesztett talajvízszint-térképet a következő oldalon közöljük, az egyes kutaknál mindkét vízszint-adat megadásával. Minthogy a 2020 téli vízszintek minden korábbi értéknél alacsonyabb vízszinteket jeleztek, a 4/A ábra térképén 1987 évi egyidejű észlelés adatait ábrázoltuk.

A Dohány u. 30-as és 1-es számú házaknál mért vízszintek 32 cm-es különbsége alapján hidraulikus gradiens kisebb, mint egy ezrelék (0,0009 m/m).

A tervezett épület Duna felé eső végének a környezetében a vízszintesés nagyobb, de a mérések alapján feltételezhető maximális vízszintesés értéke ezen a területen is csak 0,0004 m/m. – de a tervezett mélygarázs erre a zónára nem terjed ki.

4/A ábra: A tervezett mélygarázs környezetében mért talajvízszintek eloszlása
(A kutaknál felül a 2020 téli, alul a 1989 áprilisi adatok kerültek jelölésre, a vonalsereg az utóbbi adat alapján készült),



A helyi vízszint-ingadozás mért értékei 1985 és 1990 közötti ill. 2020-as mérések szerint:

Kút helye (Bp. VI.)	Legmagasabb vízszint		Régebbi legalacsonyabb vízszint		2020-ban (legalacsonyabb) mért vízszint		vízszint- ingadozás m
	m.B.f.	m.	m.B.f.	m.	m.B.f.	m.	
Rákóczi út 8/b	101.365	-4.82	100.18	-6.01	99.76	-6.18	1.19
Dohány u. 1/b	100.815	-5.59	99.945	-6.46	99.465	-7.07	0.87
Dohány u. 30/b	101.145	-3.85	100.245	-4.78	99.79	-5.18	0.93
Wesselényi u. 4.	101.085	-1.07	100.335	-1.82	99.57	-2.58	0.75
Síp u. 9.	101.115	-4.35	100.295	-5.17			0.82
Kazinczy u. 18.	101.155	-4.40	100.285	-5.27			0.87

Az építési terület:

- **maximális talajvízszint-értéke 101,4 mBf** (ez a 104,55 nulla szint alatt -3,1 m.)
- **mértékadó tervezési talajvízszintje 102,5 mBf** (= -2 m. relatív szintben)
- Az év legnagyobb részében jellemző talajvízszint értéke kb. 100 mBf.

A tervezett új garázs környezetében feltárt épület-alapok kb. fele 101 méternél alacsonyabba nyúlik, azaz belelóg az állandóan talajvízzel borított zónába. A Dohány u. 10 épületnél pince-vizesedést említettek már az 1980-as és 2000-es években is, ami a fenti adatok ismeretében teljesen érthető.

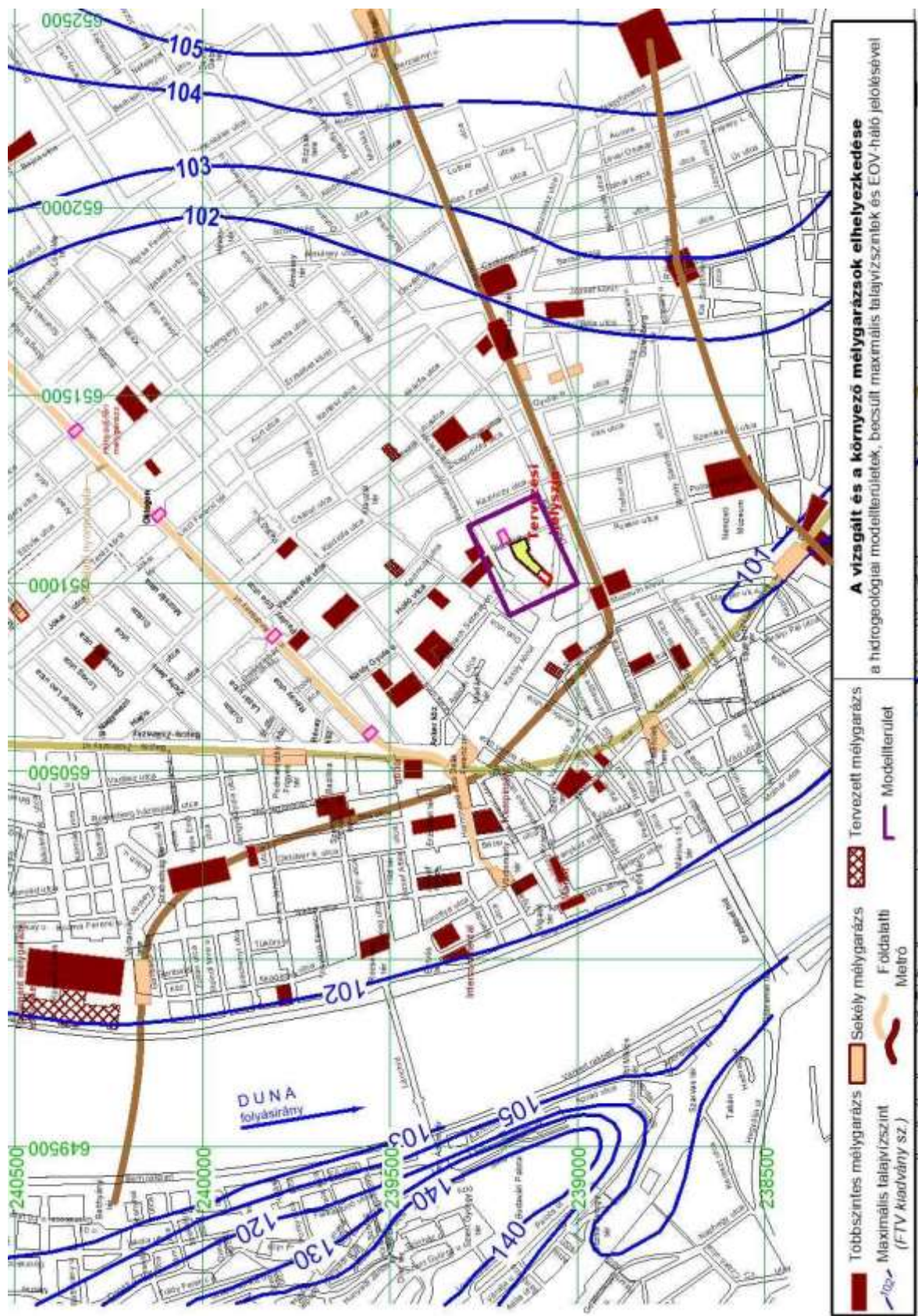
Az alapfeltárások kiegészítéseként szükséges még a helyszínen ellenőrizni a tervezett új mélygarázzsal szemben a Síp utca túloldalán a 10-es számnál épült társasház garázs kialakítását, mélységét és kiterjedését.

A rétegsor alapján a 99,5-101 mBf között már nem kavicsos homok, hanem inkább kevert homokos homokliszt a jellemző, emiatt a kapilláris jelenségek szerepe is nagyobb. A helyi vízszint-ingadozás kisebb, mint egy méter. A 101 méter alatti zónát érdemes állandóan szaturált zónának tekinteni, bár az év nagy részén a valós vízszint csak 100 mBf alatt jelentkezik. A fő vízadó kavicssterasz réteg állandóan szaturált.

A Duna szabályozása utáni, a 2/A és 2/B vízszint-térképeken ábrázolt alapállapotot azóta már igen sok elkészült mélygarázs zavarja meg, elállva a talajvíz útját. A következő oldal 4/B ábráján mutatjuk be a környéken ismert nagyobb létesítményeket.

A egyes anyagú és ferde rétegzéssel települő alaphegységi fekéretekben a 25 méteres feltárások nem mutattak ki vízadó réteget (csak esetenkénti kavics-zsinórokat az 1F fúrásban). A mért áteresztő-képességek alapján rétegvíz-feláramlásnak kicsi az esélye, de nem zárható ki. – A mélyebb rétegeket csak két pontosn tárták fel megfelelően, és ezek adatai alapján akár kisebb alaphegységi vetődés is áthúzódhat telek keleti fele alatt, ami nagyobb vertikális vízforgalmat jelenthet. Ebben az esetben a mélygarázs Síp utca felé eső szélesebb fele és a nyugatabbi keskenyebb része hidrogeológiai szempontból enyhén eltérő, a kevésbé feltárt keletibbi területén vízforgalma kissé nagyobb lehet.

4/B ábra: Meglévő és tervezett mélyépítésű műtárgyak a hidrogeológiai modell-területek környezetében



V. Alkalmazott hidrogeológiai modellek bemutatása

Ebben az esetben a helyi talajvízszintek pontosan ismertek, és a közeli meglévő figyelőkutak révén ellenőrizhetőek is. A helyszín ugyan nem esik messze a Dunától, de a talajvízszint mért ingadozása kifejezetten kismértékű. Emiatt nagyobb területre kiterjedő, Dunáig nyúló előzetes hidrogeológiai modellezésre nincs szükség, rögtön nagy felbontású a vizsgált garázs környékét felmérő modell készíthető el.

A modellezést 1500x800 m-es területű, 25 fokos szögben elfogott területre végeztük el. A modellterület bal alsó, DNy-i sarokpontjának a koordinátái: EOY Y=651000 és EOY X= 239000. (5. ábra)

Ezzel a kialakítással a modellterület a helyszínen mért talajvíz-áramlásra lényegében merőlegesen helyezhető el. A modell alaprácsnálja 5x5 m. volt, amit a mélygarázs környékén 1x1 méteresre sűrítettünk.

A nagyfokú beépítettség miatt a talajvízforgalom függőleges elemei igencsak korlátozottak. Mind a felszín alóli párolgás + növényi párologtatás (evapotranspiráció), mind a beszivárgás első közelítésben nyugodtan elhanyagolható. A vertikális k-tényezőt jellemzően a horizontális érték harmadának vettük fel.

Alkalmazott vízföldtani modell rétegeinek alapadatai

Szám	Földtan	Vízföldtan	Szint (mBf)	Horiz. k-tényező (m/sec)	eff. porozitás	Műtárgy
1./a	Felső homok és feltöltés	részben szaturált	104-97	6×10^{-4}	12%	Mélygarázs 89,4 mBf-ig
1./b	kavicsos talajvízadó	Fő vízadó	97-92	1×10^{-3}	16%	
1./c	Alsó homok K-en	Plusz alréteg	92-89,4	3×10^{-4}	10%	
2	oligocén fekü kőzetréteg	Vízzáró, rétegvízadó	89,4-86,5	$>8 \times 10^{-7}$	6%	résfal és aknák
3	oligocén fekü kőzetréteg	Vízzáró, rétegvízadó	87-80	$>3 \times 10^{-7}$	5%	-

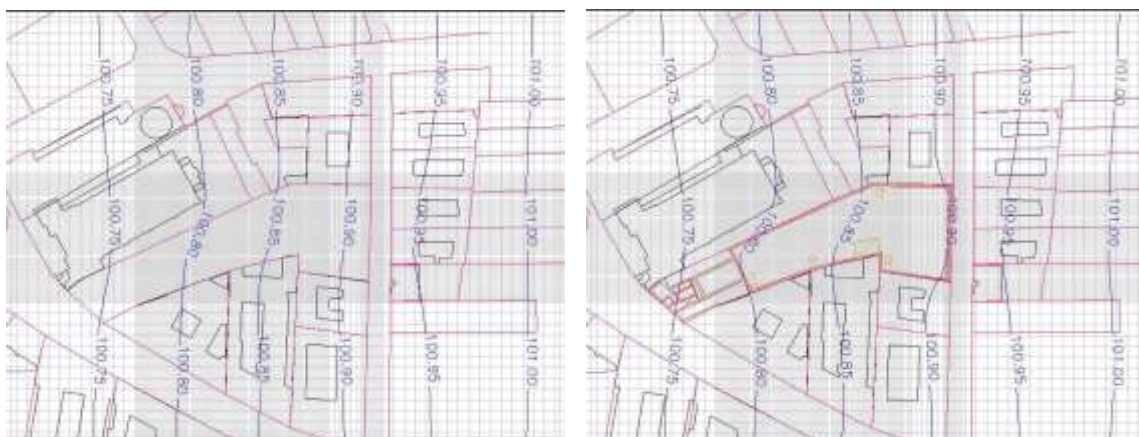
A hidrogeológiai modelleredményeket az építész helyszínrajz EOY-alapú elforgatott telektérképének, és az utcák körvonalainak a jelölésével mutatjuk be az 5/A-E ábrákon.

5/A ábra: Modellezett vízszintek (mBf) a résfal elkészítése előtti állapotban

(modellháló 5x5 ill 1x1 m., a szintvonalakat 5 cm-ként ábrázoltuk)



5/B ábra: *Modellezett vízszint-értékek körbefutó vízáró résfal megépítése után, de a munkagödör-kiemelés előtt a csak résfallal érintett 2. és a zavartalan 3. fekéretegben*

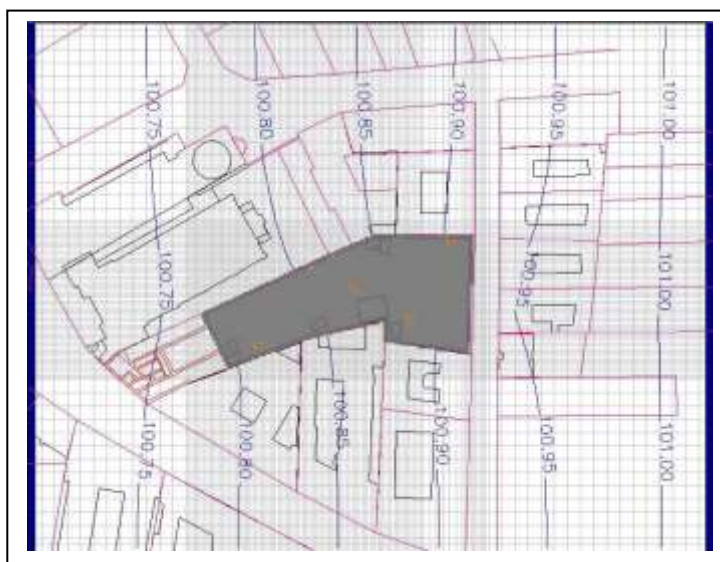


Mint látható, a talajvíz-felszín reprezentáló szintvonalak a garázs környezetében kismértékben megváltoznak, hosszirányban kitolódnak.

Az 5 cm-kénti szintvonalak helyzete 4-9 méternyit változik, a vízszintesítés továbbra is 1% alatt marad.

Oldalsó 5/C ábra: *Modellterület vízszint-értékei az 1. vízadó rétegben a mélygarázs megépítése után*

Alsó 5/D ábra: *A mélygarázs hatására 1 ill. 2 cm értékben változó vízszintű területek kiterjedése*



5/E ábra: *Maximális vízszint-változás (m) mélygarázs alatti, részfalal még érintett alrétegben*

A tervezett műtárgynak a rövidebb oldala merőleges a vízáramlásra, ennek megfelelően a duzzasztó hatás is csak kismértékű.

A kiindulási és a végállapot közötti eltérés 1-6 centiméter, azaz ekkora a garázs maximális elméleti duzzasztó- illetve vízszint-csökkentő hatása.

Nagyobb területre azonban csak 1 illetve 2 cm értékű vízszint-változás terjed ki – a kissé nagyobb több cm-es értékek csak közvetlenül a garázs falánál vagy a mélygarázs alatt jelentkeznek. (az épület keleti fele alatt megmaradó negyedkori homokrétegben)

Az 5/D ábrákon látható, hogy a garázs Síp utca felé eső oldalán ÉK felé 40 méter távolságra terjed ki a +1 cm értékű vízszint-változás, a +2 cm-es épp csak az utca túloldaláig ér el egy ponton, az ennél nagyobb értékek pedig 1,5 méteren belül maradnak.

A Zsinagóga felé eső oldalon a talajvízszintek 1-4 cm-t csökkennek, de itt is csak az 1 cm értékű változás hatol el valamivel messzebbre (10-27 méternyi távolságra).

VI. Összefoglalás és javaslatok

A tervezett műtárgy előzetes hidrogeológiai hatásvizsgálata a begyűjtött földtani adatok alapján megfelelően elvégezhető volt. A környező terület földtani szempontból elég jól ismert.

A közeli udvarokban több környező talajvízszint-figyelőkút létesült, ezek többsége 2020 decemberében is megtalálható volt, azaz a szakvélemény aktualizált konkrét mért adatokra épült. A meglévő kutak adatait anyagunkban közöljük, és ellenőrzésük révén a várható talajvízszint a kivitelezés előtt is ellenőrizhető.

A tervezett mélygarázs nem terjed ki a Dohány utca felé eső telekrészre, azaz ebben az irányban a talajmechanikai feltárások során a későbbi résfal mindkét oldalán létesíthető egy-egy ideiglenes talajvízszint-észlelő piezométer, amikkel a kivitelezés és a víztelenítés közvetlen monitoring-ellenőrzése is megoldható.

A helyi figyelőkutak adatai alapján a talajvízszint ezen a területen közel sík, intenzív vízáramlás nem alakul ki. A talajvízszint mért ingadozása csak ~1 m., azaz árvizek idején se várható jelentősen eltérő helyzet.

Az építési terület:

- maximális mért talajvízszint-értéke 101,4 mBf (nulla szint alatt -3,1 m.)
- mértékadó tervezési talajvízszintje 102,5 mBf (= -2 m. relatív szintben)

A 101 mBf szint alatti zónát állandóan szaturált zónának érdemes tekinteni. A szomszédos meglévő feltárt épület-alapok kb. fele ennél mélyebbre nyúlik, azaz belelőgnak az állandóan talajvízzel borított zónába. A mélyebb pincék az év nagy részében vizesedhetnek. Ilyen korábbi pince-nedvesedésről archív adatok is beszámolnak.

A tervezett mélygarázs rövidebb, Síp utca felé eső oldala merőleges a talajvíz-áramlásra, emiatt a **mélygarázs potenciális vízszint-befolyásoló hatása méretéhez képest kifejezetten kicsi**. A résfal ill. mélygarázs építéséből adódó vízszint-emelkedés, illetve -csökkenés minimális, **cm nagyságrendű, ennek megfelelően a környező pincék vízzel való elöntését, nagy felületen történő nedvesedést, elöntését nem okozhatja**. Előzetes számításaink szerint a talajvízszint 2 cm értéknél nagyobb változása a résfaltól maximum 11 méter távolsáig jelenhet meg. A garázstól távolodva a torlasztó hatás fokozatosan csökken, 10 méteres távolságon túl már 1 cm alá csökken. A Zsinagóga felé eső oldalon a vízszint csökkenése várható.

A talajmechanikai fúrési rétegsorok alapján a tervezett mélygarázs nagy része a talajvízadót helyileg teljes mértékben kiiktatja, a tervezett beton alap az alapkőzeten áll. **A munkagödör-kiemelést megelőzően létesítendő résfal minimális mélységét 18 méterben javasoljuk felvenni.**

A földtani adatok alapján a területen inhomogén, ferde dőlésű, de a mérések szerint zömében agyagos vízzáró aljzat található. Rétegvíz-felszivárgással csak abban az esetben kell számolni, ha a telket keresztező fedett alaphegységi vetődés vagy erősen dőlő homokréteg fordul elő a telek alatt.

Amennyiben a mélygarázs alatt geotermikus szondafúrások is létesülnek, az alaközet magasságát és felső részének anyagát minden ilyen mélyebb fúrásban javasoljuk pontosan rögzíteni, és a talajmechanikai és hidrogeológiai adatokat eszerint pontosítani. A geotermikus fúrások bekötővezetékeinek a homokágyása a terület Síp utca felé eső oldalán áll csak rendelkezésre, ez a terület tehát kedvezőbb mélyebb fúrások létesítésére. A nagyobb nyugati részen az alaphegység felett ugyanis mesterséges homok-aljzatot is kellene létesíteni, így ebben az esetben egy egységes, a résfallal körbezárt alsó vízáadó réteg jön létre a mélygarázs alatt. (A jelenlegi pontszerű adatok arra utalnak hogy e zóna állandó aknakutas víztelenítésére nem lesz szükség, de erről csak nagyobb területre kiterjedő feltárás után több fúrás, vagy a munkagödör-létesítés tapasztalatai alapján lehet dönteni.) Amennyiben vastag homokágy nem szükséges, a tervezett műtárgy keleti felén megfontolandó lehet a beton alap vastagságának megnövelése, vagy kissé munkagödör tömörebb, vízzáróbb keverékkel való visszatöltése, hogy az épület minél nagyobb része kerüljön stabil alapkőzetre.

Az eredmények alapján javasoljuk a mélygarázs létesítésének az engedélyezését a vonatkozó környezetvédelmi és építési előírások betartása mellett.