



BABÉR 2001 Bt.



**A Budapest XIII,
Lehel u. 25-27 számra
tervezett mélygarázs
hidrogeológiai hatástanulmánya**



Budapest, 2007. július 16.

**A Budapest XIII, Lehel út 23-25 számra
tervezett mélygarázs hidrogeológiai hatástanulmánya**

A szakvéleményt készítette:

BABÉR²⁰⁰¹ Bt

www.baber.hu

tel/fax: 269-1051

cím: 1068 Bp. Szondi u. 90.

Lorberer Árpád Ferenc
okl. geológus, ügyvezető
*Vízügyi Vezető Tervező,
Geotechnikai Tervező*

DÁTUM: 2007 július 16.

Tartalomjegyzék:

I. Szakvélemény tárgya	3
II. Feltárások és archív dokumentációk bemutatása	5
III. A terület földtani jellemzése	7
III. Hidrogeológia helyzet és modellezés bemutatása	9
IV. A modellfuttatások és eredményeik ismertetése	13
V. Összefoglalás	19

I. Szakvélemény tárgya

A vizsgált terület a belvárosban, a XIII. kerület K-i oldalán található telek amelynek a helyére irodaház építenek fel. Szakvéleményünkben a mély pinceszintes épület alaptestjének a felszín alatti vízáramlásokra gyakorolt hatásának számszerű hatásvizsgálatát írjuk le.

A munka előzményének tekinthető a közeli Dózsa György út s Szabolcs utca sarkán már épülő Spirál irodaház hidrogeológiai hatástanulmánya, amelyet cégünk 2007 januárjában készített. Ott a korábbi autójavító üzemtől eredő talaj-és talajvíz szennyeződést tártak fel, majd mentesítettek. Emiatt a terepszint alatti többszintes mélygarázs megépítésénél a Környezetvédelmi Felügyelőség írta elő a résfal-építés előzetes hatásvizsgálatát.

Jelen esetben ilyen kötelezés nincsen, a beruházó a hatástanulmányt az építési engedélyes terv maradéktalan teljesítése miatt rendelte meg előre. **A két egymáshoz közeli vízszint-befolyásoló mélygarázs hatása csak együtt vizsgálható. A vízszint-befolyásoló hatások számszerű leírásához ez esetben is modellvizsgálatra van szükség, azaz praktikusán a korábbi modell kiegészítésére.**

A tervező építészirodáktól megkaptuk a két közeli mélygarázs-építkezés alapozásra és alaptestre vonatkozó építészeti terveket. Az épületek alapja körül a kavics fekéjét képező oligocén és miocén korú alapkőzetbe minimum 1 m-re benyúló résfalazás készül.

A két garázs elhelyezkedését az A4 méretű **1-es ábrán** mutatjuk be, alapadataikat pedig az alábbi táblázatban foglaltuk össze:

	I.: Dózsa Gy. Út - Szabolcs u.	II.: Lehel u. 23-27
építési nulla szint, terepszint	104,5 mBf.	104 mBf.
lemezalap szintje (-m. és mBf)	10,4-13,6 m, 94,1-90,9 mBf	-9,6-10,7 m. 94,5-89,5

A feladat a két mélygarázs és az újabb, Lehel úti résfal felszín alatti vizek áramlásra gyakorolt hatásának az előrejelzése.

A feladat alapján a modellezéstől a mértékadó téli és nyári félévek jelenlegi állapotának szimulálását vártuk el, valamint az építkezés közbeni szimuláció, külön a résfalazott (alapozáskori) és pinceszinttel beépített (elkészült) állapotra.

Az előzmények alapján praktikusnak láttuk a kavicsfekü alatti paleogén (oligocén és miocén) "agyagos alapközet" felső szakaszának szivárgáshidraulikai modellezését is. Ez a réteg alkotja a mélygarázs alaptestjét.

A tervezett garázs talajvízre gyakorolt hatásának a vizsgálatát legpontosabban ún. hidrogeológiai modellvizsgálattal lehet elvégezni. A felszínközeli hidegvizű 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 geotechnikai problémák modellvizsgálatára is. Kevés input adat esetén a geotechnikában 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 vízszintváltozásra vonatkozó értéket adnak meg, amely az épület középvonalára vonatkozik, addig a modell a garázs teljes felülete mentén, illetve az egész modellterületen kiszámítja a nyomásváltozást.

Amennyiben figyelőkutak, feltárások, idősorok is rendelkezésre állnak, a helyi inhomogenitások és tranziens, időben változó folyamatok is leírhatóvá válhatnak (ez esetben erre nem volt lehetőség).

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

II. Feltárások és archív dokumentációk bemutatása

A terület fúrásos feltárása több ütemben történt meg. Az új mélygarázs területe alatti két talajmechanikai fúrás szakvéleményünk készítése előtt két héttel fejezték be, 2007 júniusban. A környező fúrások pontos rétegsorát, azok laborvizsgálati eredményeivel együtt, valamint értékelésüket a talajmechanikai szakvélemények tartalmazzák. A beruházó által átadott, illetve általunk beszerzett a területen korábban mélyült geotechnikai - talajmechanikai fúrások adatait és a hozzájuk tartozó jelentések a következők:

- FTV: Budapest Építéshidrológiai Atlasza M=1:20.000 (1988)
- FTV: Részletes talajmechanikai szakvélemény a Hűtőgépgyár 1. sz. gyáregység (Bp. XIII. Lehel u. 23.) irodaépületéhez (1970)
- FTV: Talajmechanikai szakvélemény a Fővárosi Felvonójavító Vállalat (Bp. XIII. Lehel u. 29.) iroda- és műhely épületének emeletráépítéséhez (1970)
- UVATERV: Területismertető talajmechanikai szakvélemény a Bp. XIII. Dózsa Gy. úti gépkocsi karbantartó állomáshoz (1977)
- UVATERV: Kiegészítő területismertető talajmechanikai szakvélemény a Bp. XIII. Dózsa Gy. úti gépkocsi karbantartó állomáshoz {1977}
- UVATERV: Kiegészítő területismertető talajmechanikai szakvélemény a Bp. XIII. Dózsa Gy. úti gépkocsi karbantartó állomáshoz (1978)
- Ybl M. Építőipari Tervező Szövetkezet: Bp. XIII. Lehel u. 29. pincevíz vizsgálat (1981)
- ATLAS Kft: Műszaki beavatkozási terv a Spirál Autó Rt. telephelyén (2004)
- Geoplan Kft.: Geotechnikai szakvélemény Budapest XIII. Lehel út- Szabolcs u. *kézirat*
- Kisdiné, Raincsákné, Szabóné (1983): Budapest területének földtani térképe MÁFI térképsorozat M=1:40.000
- Pécsi M. Marosi E. Szilárd J. (szerk) (1958): *Budapest természeti képe*
- Rétháti László (1974): Talajvíz a mélyépítésben *kézikönyv, Akadémiai Kiadó*
- Vásárhelyi Balázs (2007 január): Kiegészítő talajmechanikai szakvélemény a Budapest XIII, Lehel u. 25. Szabolcs u. 32-34 sz. terület beépítéséhez *kézirat*
- Vásárhelyi Balázs (2007 június): Kiegészítő talajmechanikai szakvélemény a Budapest XIII, Lehel u. 23-25 sz. épület (Spirál II. irodaház) engedélyezési tervéhez *kézirat*
- Wein György (1977): *A Budai-hegység tektonikája*, MÁFI alkalmi kiadvány

III. A terület földtani jellemzése

A konkrét hidrogeológiai tanulmány elkészítéséhez részletes földtani leírásra nincs szükség, elegendő rövid általános jellemzés. A Budai-hegység **mezozoikumi** mészkő és dolomit kibúvásai a pesti oldalon normál törések mentén a mélybe süllyedtek. A vizsgált terület alatt a Gellérthegyet is alkotó **fődolomit** fedője a felszín alatt 1000 méternél. A **triász** kőzetekkel lithológiailag, tektonikailag, és így hidrogeológiai szempontból is szervesen összekapcsolódnak az eocén korban keletkezett kőzetek a kettő alkot repedezett karsztos hévíz-tárolót.

Az **oligocén** korú rétegeket a vizsgált terület alatt kiscelli agyag és törökbálinti homokkő képviseli. A *Kiscelli Agyag* a belváros alatt csak kb. 200-300 m. vastag, tetőszintje fúrások alapján 500 méteres mélységbe becsülhető. Folyamatos átmenettel települ rá a felső-oligocén korú partvidéki deltaüledékként képződő Törökbálinti formáció. Az oligocén rétegek vastagsága nagy, ezek alkotják a Duna terasz-üledékeinek jól elkülöníthető és valóban hatékony feküjét, meglehetősen jól elválasztva a mélyebb és a felsőbb vízrétegeket. (Valójában persze a Duna vízszintváltozásinak a késleltetett hatása a mélyebb víztartókban is kimutatható.) Mind Budapest Építésföldtani Atlasza mind pedig Wein György földtani térképe szerint a tervezési területen az antropogén feltöltés és legalsó, holocén kavicssterasz alatt az alapkőzetet az oligocén Kiscelli Agyag alkotja. Körülbelül a Dózsa György út vonalában húzódik egy képződményhatárt alkotó vetőszerkezet, ennek a déli oldalára esik a vizsgálati terület.

2. ábra: A terület fedetlen földtani térképe (a kavicssterasz alatti rétegek kifejlődése)

Kisdiné-Raincsákné-Szabóné 1982 alapján

39, 40, 41= Felső-Miocén, Szarmata mészkő-rétegek

43= Középső-Miocén, Lajtamészkő

44= Középső-Miocén, Bádeni és Egri Formációk, kőzetliszes agyag

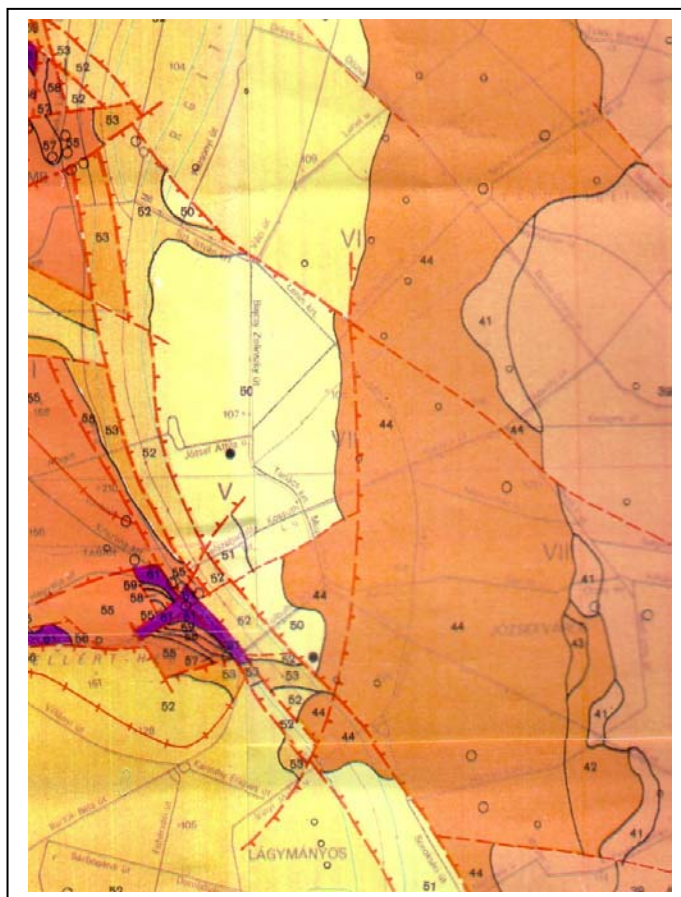
50, 51= Felső-Oligocén Törökbálinti homok, homokkő, iszapos homok

52= Középső-Oligocén Kiscelli agyag

53= Alsó-Oligocén Tardi agyag

61= Triász Fődolomit (Gellérthegy)

Vörös szaggatott vonalak = főbb

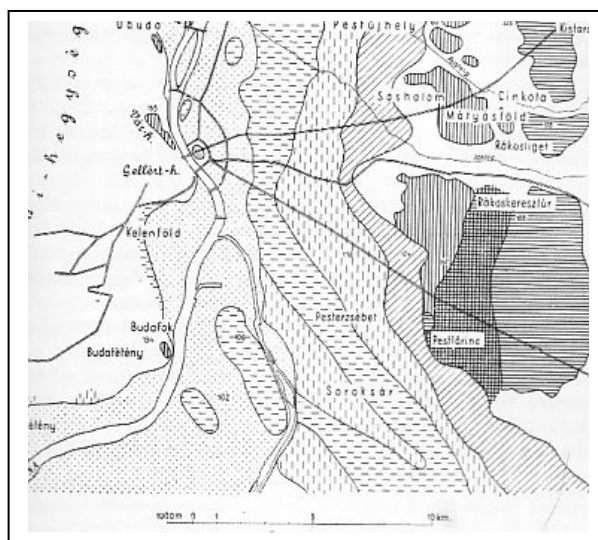


tektonikus törések

Miocén és Pannon kori üledékek ezen a területen nem maradtak meg. A terület legjellemzőbb üledéke a Duna alsó **kavicsterasza**, amelyet az összes környező feltáró fúrás leír, a legtöbb korábbi talajmechanikai furat ebben a rétegben akadt el. A feltételezett közeli tektonikus szerkezet a jelenlegi adatok alapján nem befolyásolja a pleisztocén teraszüledékek kifejlődését (azaz nem érnek ki a felszínig).

A belvárosi terület a pontozással jelölt legfiatalabb, és legmélyebb helyzetű holocén ártéri területre esik. Ebben a teraszszintben inkább a finomabb homokos üledékek dominálnak, a valódi kavicsos rétegek vastagsága csak kb. 5 m. körüli. A teraszüledékek általában felfele folyamatosan finomodó összetételűek, a kavicsszintek közé elszórtan az árvízi időszakoknak megfelelően iszapleplek települhetnek.

3. ábra: Budapest kavicsterasz-szintjeinek térképe (Pécsi Márton 1956 nyomán).



Mind a Nagykörút mind a Dózsa György út térségében a múlt század közepéig élővízfolyások voltak. A múlt század második felének nagyarányú városrendezése során ezeket elvágták a Dunától és feltöltötték. A belvárosban már a középkortól kezdődően a beépítést intenzív tereprendezés, elsősorban feltöltés előzte meg. A feltöltés átlagos vastagsága 2-3 m, de azokon a területeken, ahol vastagabb ártéri üledék elsősorban szerves iszap, tőzeg rakódott le.

A feltöltés előtt a belváros terepszintje sehol sem emelkedett 100-103 Adriai tengerszint feletti magasság fölé. A vizsgálati terület is teljesen elöntötte a pusztítása révén igen emlékezetes 1838-as jeges árvíz (keleten a mai Keleti-pályaudvar területéig hatolt). A belváros feltöltése elsősorban ezt az árvizet követő időszakra esik.

III. Hidrogeológia helyzet és modellezés bemutatása

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 dombságba. A meghatározó szerepű élővízfolyást ezen a területen is a Duna folyam jelenti.

- o Vízmérce magassága „0” 94,98 mBf.
- o A Duna **LKV** értéke 1954. 01. 12-én : **94,90** mBf.;
- o A folyó jégmentes vízszintjének Budapestnél eddig megfigyelt legnagyobb ingadozása meghaladta a 8 m-t. (VITUKI 1990)

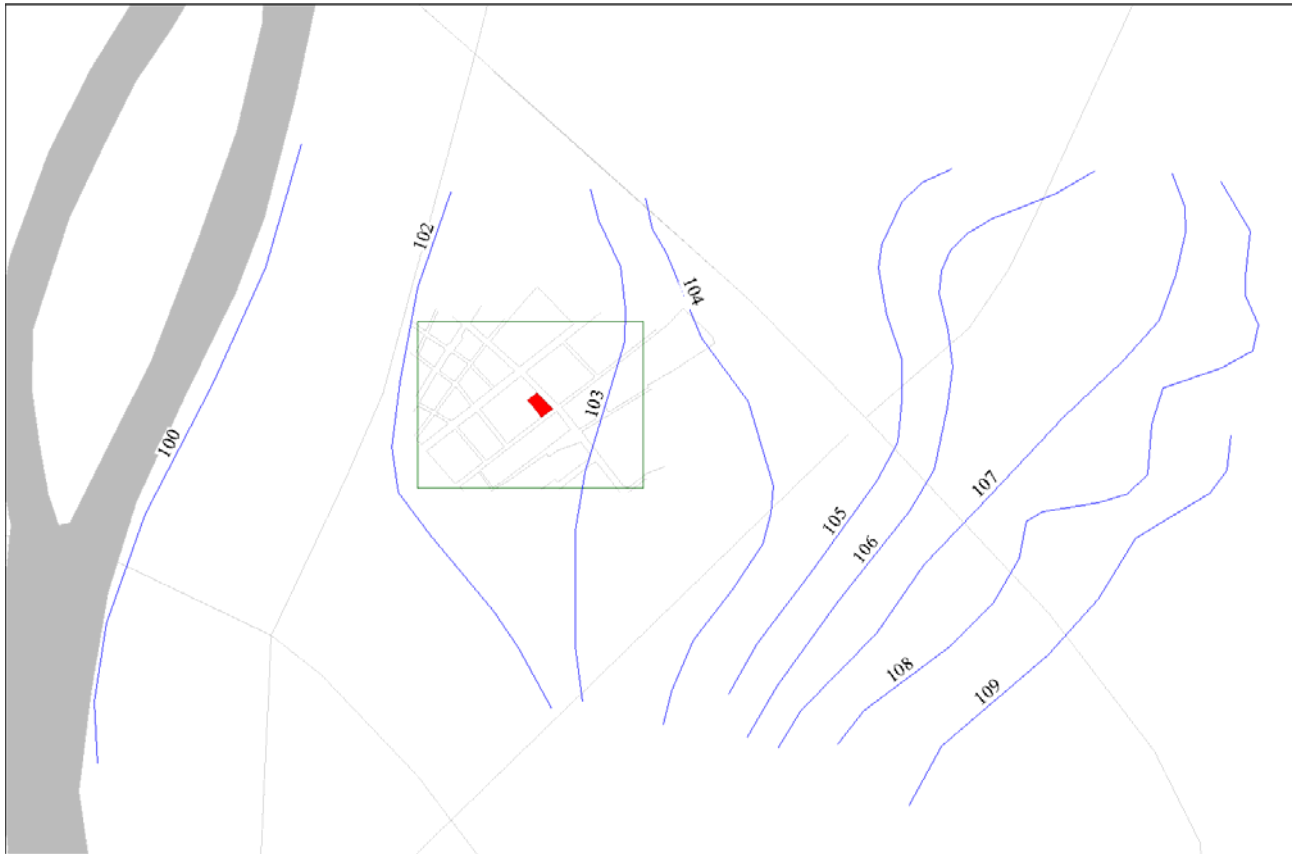
Budapest belvárosi területén az effektív, talajvizet tápláló beszivárgás értéke alig becsülhető, ugyanis a túlnyomó térségében beépített és leaszfaltozott területen a leeső csapadékot a csatornahálózat vezeti el, másrésztől viszont igen jelentős a párolgáscsökkenés a beépítettség miatt. A csatorna- és víz-hálózat üzemi veszteségei a vízmérleg bevételi oldalának akár 60%-át is képviselhetik nagyobb területekre vetítve (Dr. Hajnal Géza vizsgálatai nyomán), viszont lokálisan nagyon jelentősen befolyásolhatják a talajvíz szintjét is, és utánpótlódását is.

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 Duna-medrek 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. A Dunától 950 m-re a *Kiskörút vonalán túl* talajvíz ingadozása már csak mintegy $\Delta h_v = 0,20$ m.

Az összefüggő és nagy permeabilitású egységes kifejlődésű kavicssterasz vízadó rétegben a talajvíz felülete aránylag kiegyenlített. Az árvízi mérések és a valós tapasztalatok is azt mutatják, hogy a Duna vízszintemelkedése 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 vízszintekben a vizsgált terület környékén nincsen hirtelen változás. Budapest Építéshidrologiai Atlasza (FTV, 1988) megadott becsült maximális talajvíz térképe (M=1:10.000) alapján megállapítható, hogy a Duna folyam vonala és a Lehel tér - Kodály körönd - Lövölde tér - Hevesi Sándor tér - Almási tér - Blaha Lujza tér - Gutenberg tér között húzható meg a talajvíz becsült maximális szintjének a 102,00 mBf értékű izovonala. Tehát a Duna tartósan magas vízállásai esetén a talajvíz felszín esése ezen a területen kisebb, mint 1 %. Ennek megfelelően magas talajvíz-állás esetén a talajvíz áramlási sebessége is kisebb, és a vizsgált

terület alatt időegység alatt átáramló vízmennyiség is lecsökken. Abban az esetben, ha a talajvíz áramlását résfalas lezárással megakadályozzák, viszonylag csekély duzzasztást eredményez.



**4. ábra: A vizsgálati és modellterület áttekintő térképe
(M=1:33.000)**

A modellvizsgálat alá vont 950x700 m-es terület vízföldtanilag a feladathoz szükséges részletességgel ismert. A modellterületet úgy adtuk meg, hogy a mértékadó maximális talajvíz áramlás iránya K-Ny-i lett, illetve a modellperemek kellően nagy távolságban találhatóak.

A **4. ábrán** a modellezett terület (szürke téglalap), a mélyalapozású építési területek (pirosan kitöltött poligonok) a környező utcák (szürke vonalak) és az FTV által szerkesztett maximális talajvízszint izovonalai (kék) láthatók.

A mértékadó - maximális talajvízszinthez középvízi Duna vízszintet véve alapul állt elő a bemutatott **4. ábra** szerinti vízszinteloszlás. A minimális talajvízszintű helyzetet a K-i perem 2,2 m-el csökkentett vízszintjével állítottuk elő, a Duna kisvízi vízállásának szimulálásához. (lásd **6.-7. ábrák**)

A Duna árvízi, magas vízállású időszakában a talajvíztartóba visszaduzzaszt, így abban a hidraulikus esés csökken, azaz a talajvíz duzzasztása szempontjából a Duna árvízi helyzete nem mértékadó. A hidraulikus esés még ekkor is kb. kétszerese a minimális talajvízállású helyzetnek!

A modell 3 réteges, rétegenként 180 x 140 db, 5x5 méteres modell cellával, északra tájolva, egyenosztású cellakiosztással. Ez összesen 75000 db modell cellát jelent.

A modell bal alsó sarokpontja EOY: 651200, EOYX: 241400.

A hidrogeológiai modell rétegei:

- 1) A holocén ill. pleisztocén korú két felső réteg (Feltöltés és Iszap) összevonva, közel azonos szivárgáshidraulikai tulajdonságaik miatt alkotja az 1. modell réteget.
- 2) A fő vízvezető aprókavicsos durva homok, homokos aprókavics (Hkav) a modell második rétege
- 3) Paleogén korú agyagmárgás "alaphegység" felső 50 m vastag szelete képezi a modell 3. rétegét.

Az egyes rétegek horizontális szivárgási tényezői;

- o az 1. modellrétegben 0,5 - 2,0 m/d
- o a 2. modell rétegben (kavicsos homok - homokos kavics) 40 m/d,
- o a 3. modellrétegben (aleuritos agyag, illetve tarkaagyag) 0,05 - 0,005 m/d.

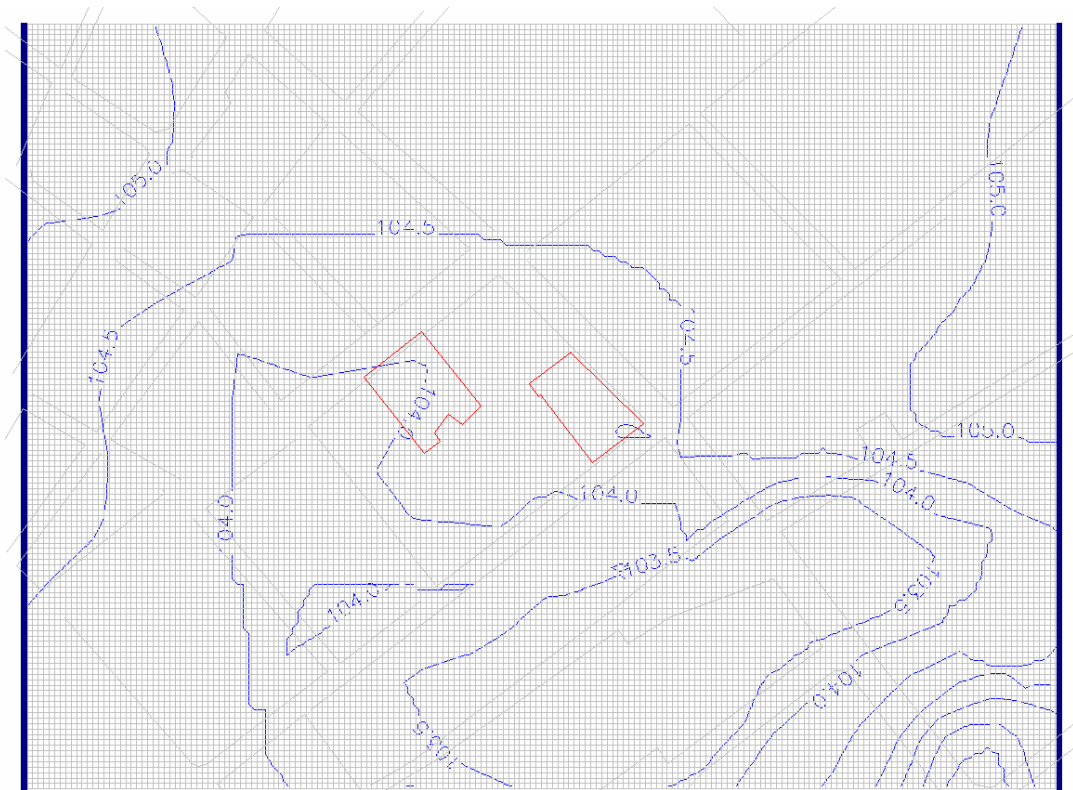
A modell időben állandósult áramlási teret (permanens futtatás) számol. Az anizotropia tényező 10, mindegyik rétegben. A kavicssterasz gravitációs hézagterefogata 25%.

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 modell K-i és Ny-i peremei a fix nyomású - szintű peremek. Az 1. modellréteg nyílttükrű, a vízszint függvényében változó transzmisszibilitással, a 2. 3. modell rétegek nyomás alattiak.

A modellrétegek vastagságait a korábbi modellezéskor már megszerkesztettük. Az új fúrások adatai alapján szükséges módosítások: A terepszintet 104,2 mBf-ről 104 mBf értékre csökkentettük. Az 1. modellréteg vastagsága a feltárások szerint a feltételezettnél valamivel kisebb, 4-5 méterről lecsökkentettük a feltárt 3,2 ill. 3,1 méter értékre. A 2. modellréteg vastagsága 7,7 méter ez esetben a korábban feltételezett vastagsághoz hozzáadtunk 0,2-0,5 métert. A 2. réteg feküszintjének jellemző értéke 92 mBf lett (91,3-92,6). A két új fúrás magmintáinak eredményei csak a második réteg szivárgási tényezőjét módosította

kismértékben.



5. ábra: Terepszintek (mBf) a vizsgált területen

Jelmagyarázat:

A szövegtáblák fekete vonalai az utcákat, a piros a mélyalpozások helyszíneit jelölik.

A modellezés során a két mértékadó állapotot állítottunk elő, azaz a magas talajvízállású, jelenlegi időszakot és az alacsony talajvízállású időszakot.

A modellezés menete: a két mai mértékadó állapotot állítottunk elő (6. - 7. ábra, majd ezekre „ültettük” a résfalazásos szimulációkat (8. ábra) illetve a beépített pinceszintes szimulációkat (9 - 13. ábrák).

A hidrogeológiai modell kiindulási alapadatait a korábbi, Dózsa György úti mélygarázs hatástanulmánya részletesebben ismerteti, az abban foglaltakat ebben a dokumentumban csak lerövidítve ismételtük meg.

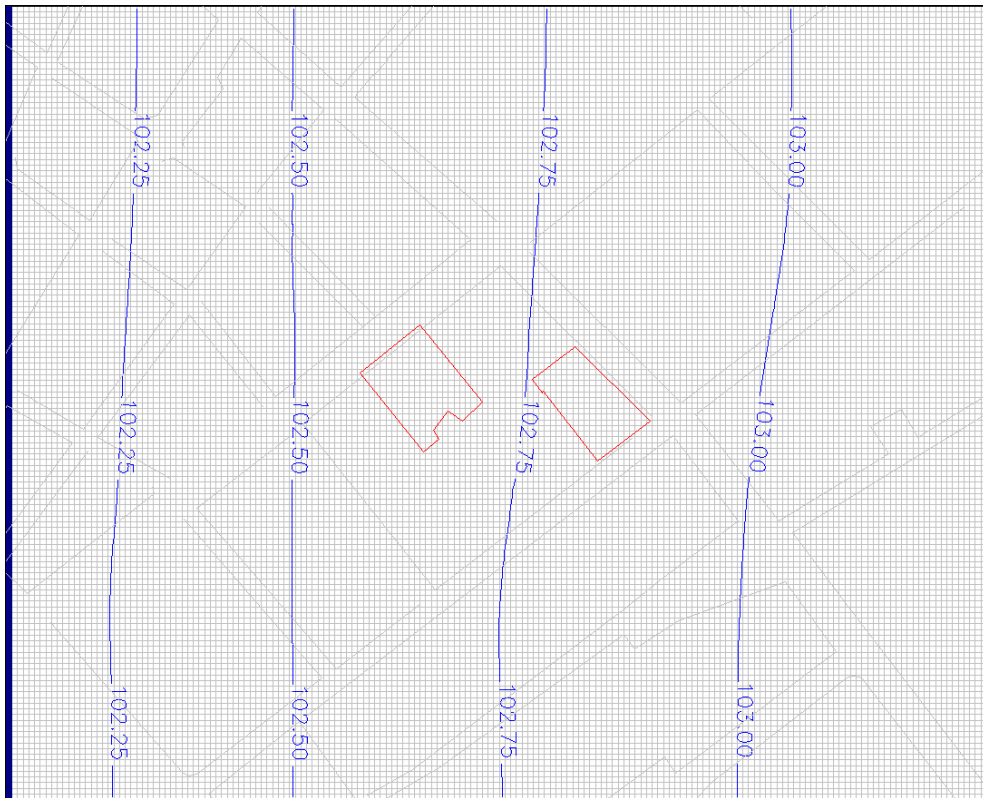
IV. A modellfuttatások és eredményeik ismertetése

A kiindulási vízszintekhez képest a modellezett nyugalmi vízszintek eltérése 4-20 cm. A Lehel úti építkezés területén 14 cm az eltérés. Ez csekély érték a magasabb modellezett vízszint és a nagyobb duzzasztás miatt is már biztonsági tényezőt tartalmaz! A 14 cm-es számított vízszint hibája az áramlási tér átlagosan 10 m-es, fektől számított vízszintjeihez képest 1,5%, ami a modellezési gyakorlatban tökéletesen elfogadható eredmény.

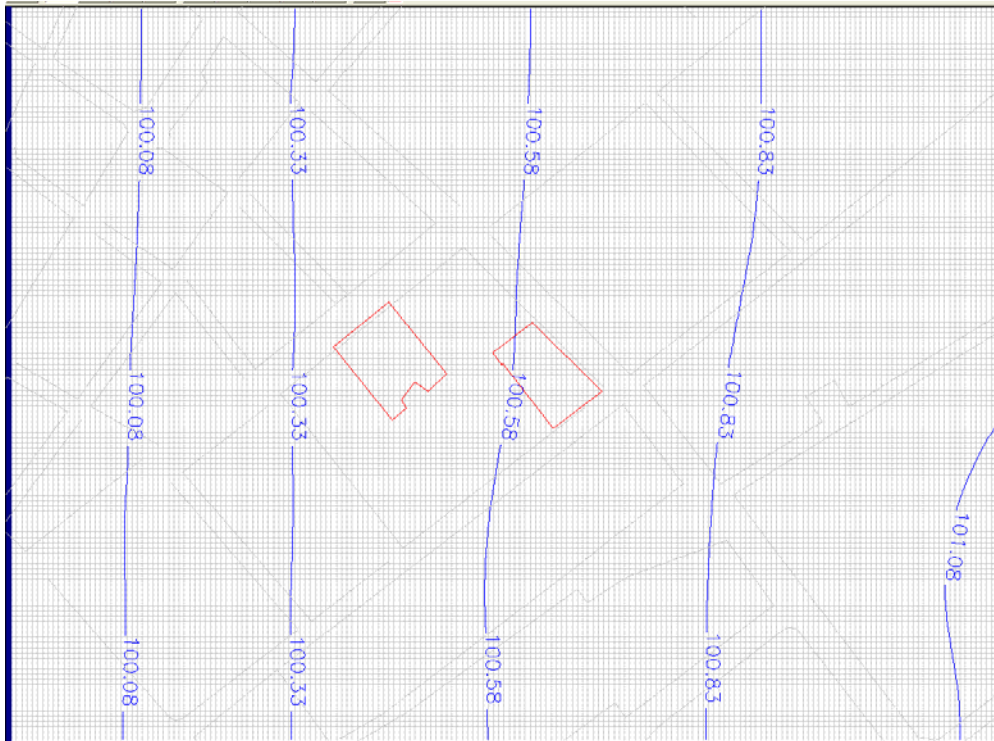
A **szövegközi ábrákon** a függőleges - vízszintes szürke vonalsereg a modell 5x5 méteres hálókiosztását jelöli, a korábbi tematikus információkkal (utca - szürke vonalak, piros - mélyalap). A K-i és Ny-i perem sötétkék cellái a fix nyomású peremeket jelzik. A **8. ábrán** megjelenő új rajzi elem, a vastag fekete vonalak a szádfalat jelzik, ez utóbbinak a szivárgási tényezője 0, azaz zérus. A **9-10. ábrák** új rajzi jele a sötét modellcella az áramlás számára inaktívvá tett, vagyis beépített terület szivárgási tényezője 0, azaz zérus.

A szimulációk a vízszinteket Balti tenger feletti szintben, illetve a vízszint eltéréseket méterben adják meg, minden esetben a 2. modell rétegben. (Az első réteg vízszint-eloszlása a másodikkal azonos)

A vízszint változások esetében a negatív előjel vízszint emelkedést, a pozitív előjel vízszint csökkenést jelent (mivel a Modflow program számára az alapértelmezett vízszint változás a termelőkútbeli leszívás !!).



6. ábra: A 2. modellréteg modellezett vízszintjei, mai téli állapot

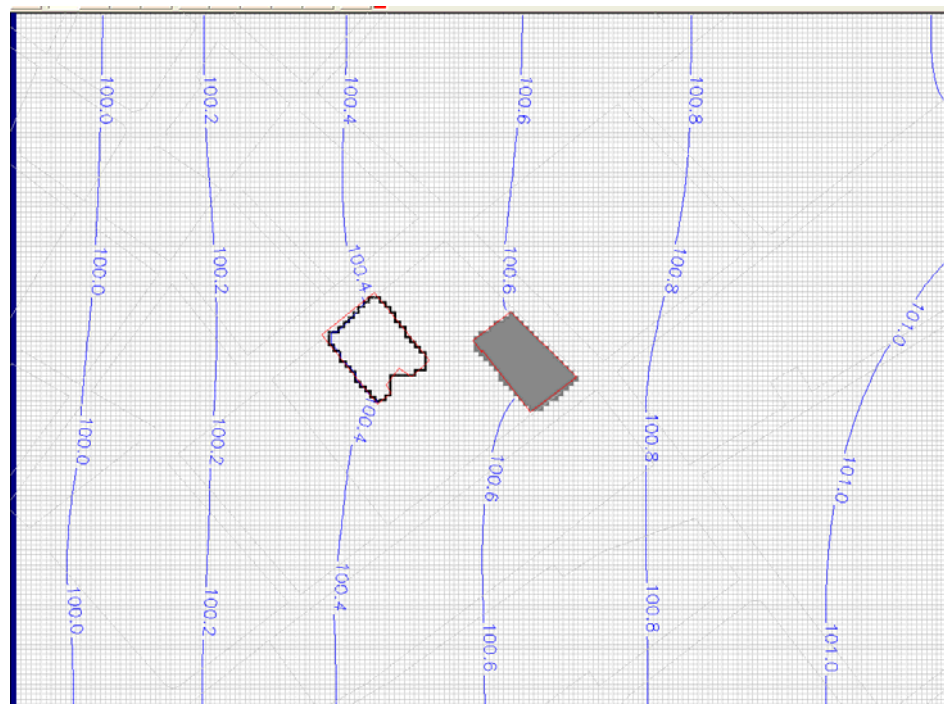


7. ábra: A 2. modellréteg modellezett vízszintjei, mai nyári állapot

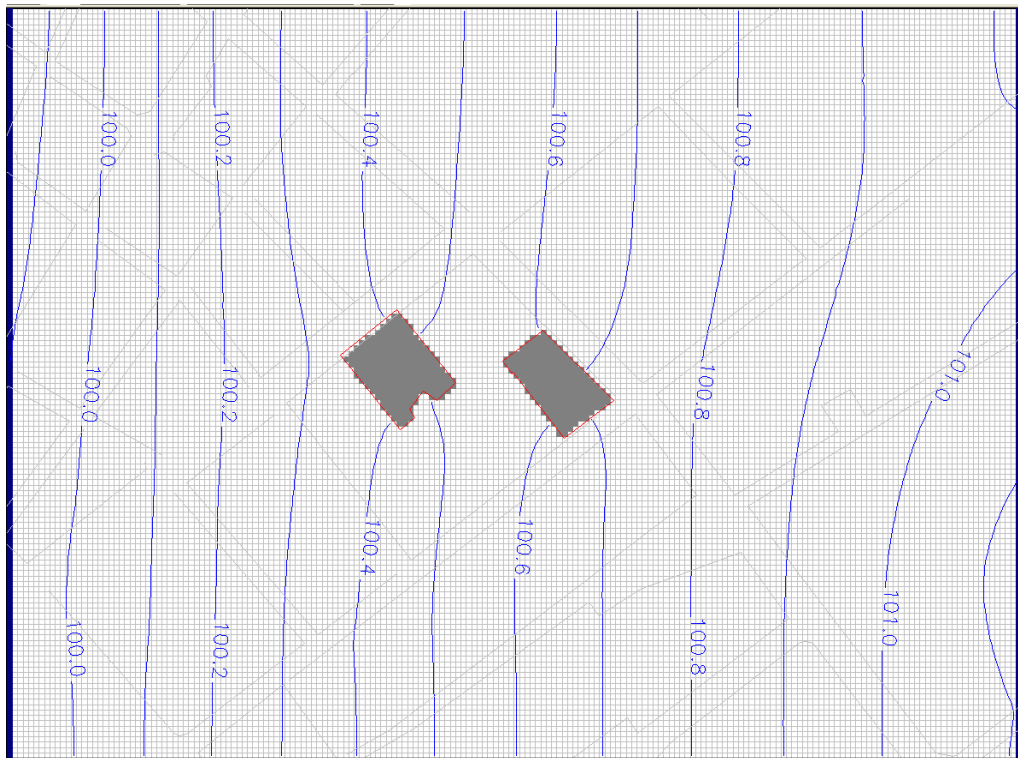
A mélyépítésű műtárgyak környezetében a nyomszintek a gyakorlatilag a szádfal készítésekor már megváltoznak. A szádfal, illetve az azon belüli vízkitermelés melletti kőzetkitermelés lokálisan jelentős változást okoz. A mélyépítés során kitermelendő vízmennyiség és az ideális termelőkút-elhelyezés is számítható a modellel, de ebben az esetben ez nem volt a feladatunk.

Jelen esetben a Lehel úti mélygarázs építéskor már a Dózsa György úti mélygarázs hidrogeológiai szempontból készen van, azaz az újabb szádfal egy már meglévő impermeábilis zóna mellett létesül. Emiatt a szádfal építési hatása nem is különíthető el a szomszéd létesítménytől. Praktikus a Dózsa György úti mélygarázst minél teljesebben kiépíteni az újabb szádfalazás elkezdése előtt. Ha ugyanis a merülőfal keleti oldalának építése során hiba történik, a szivattyúzaskor a fedőrétegben szerencsétlen esetben üledékrogyás történhet, ami akár egy másik közeli szádfalat is tönkretelhet (mélygarázst már nem).

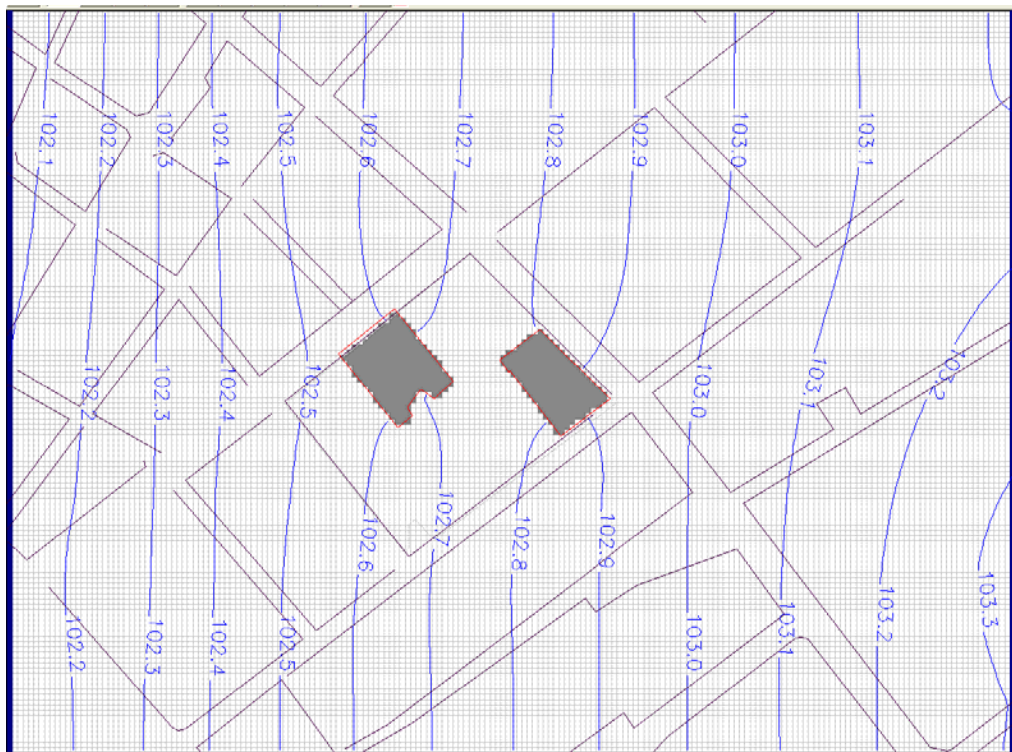
Az alábbi ábrákon látható, hogy az új szádfal hatása teljesen megegyezik az új impermeábilis mélygarázs hatásával (belső vízkitermelés nélkül). Mindenképpen szükséges a merülőfalat a vízzáró feküig kiépíteni! A modell is ezt az állapotot szimulálja. Az új mélygarázs alapja nem nyúlik éle a fekü agyag rétegig a talajmechanika szerint, de az építés során praktikus lenne a garázsalapot a fekűszint és a beton alap között is kiépíteni ill. a köztes anyag vízzáróságát és tömörségét megnövelni.



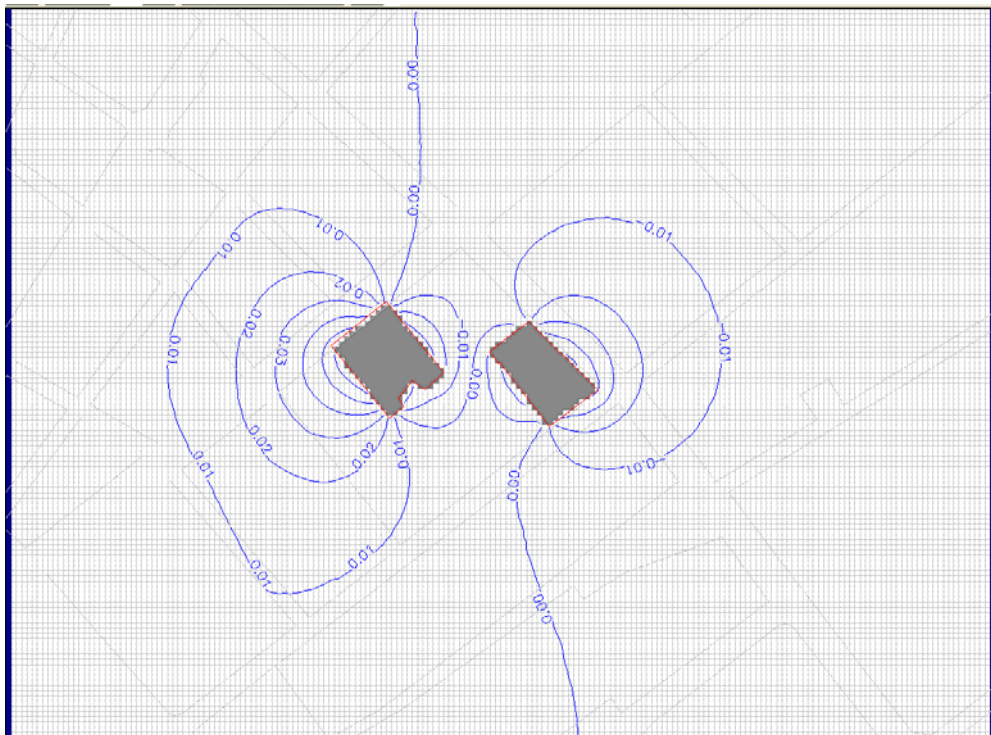
8. ábra: szimulált vízszintek (mBf), nyár csak szádfal mellett
(a Dózsa György úti mélygarázs már kiépült)



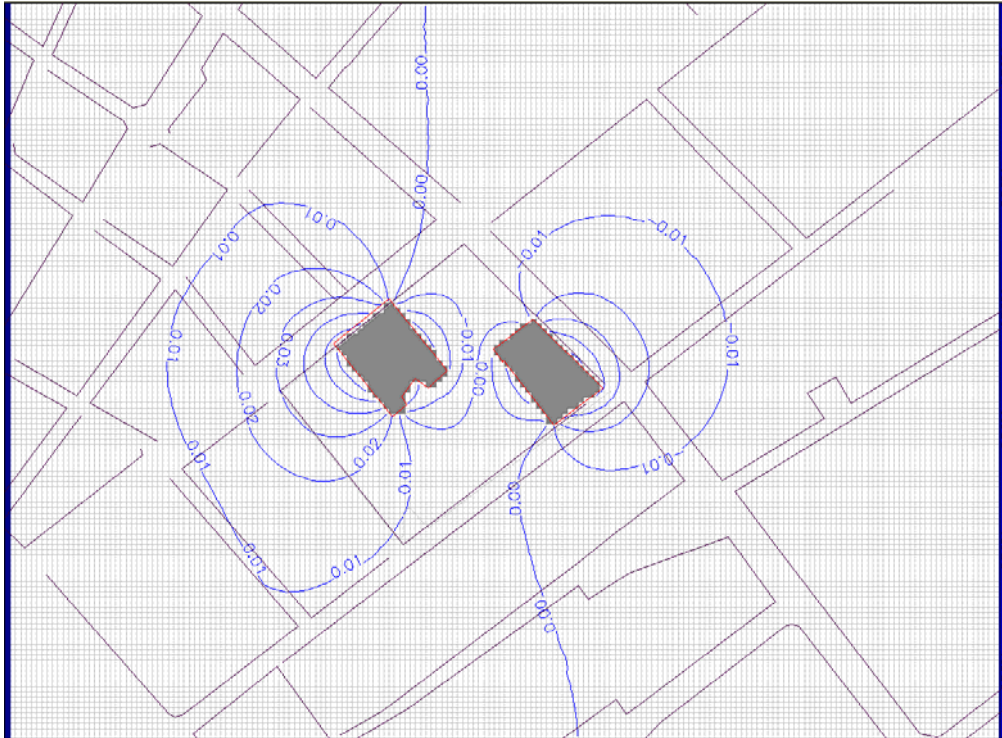
9. ábra: Szimulált vízszintek (mBf), nyár, mindkét mélygarázs elkészült
(Egy modellcella 5x5 m.)



10. ábra: Szimulált vízszintek (mBf), tél, mindkét mélygarázs elkészült
(Egy modellcella 5x5 m.)



11. ábra: szimulált vízszintváltozás (m) a végső állapotban, nyár
(Víz záró alaptest kész. 1 cella 5x5 m.)



12. ábra: szimulált vízszintváltozás (m) a végső állapotban, tél
(Víz záró alaptest kész. 1 cella 5x5 m.)

V. Összefoglalás

A szimulációk eredménye alapján a maximális vízszintváltozások az egyes modellrétegekben a maximális talajvízállású - téli (tél végi) időszakban, csak részfalazásos (építkezés közbeni) áramlási térben a következők:

1. modellréteg: +6/-12 cm
2. modellréteg: +6/-13 cm
3. modellréteg: mm léptékű változások

Ugyanezen értékek az építkezés (pince alaptest) elkészülte utáni időszakra:

1. modellréteg: +6/-9 cm
2. modellréteg: +6/-10 cm
3. modellréteg: max. 1,5 cm-nyi változás

Az eredmények alapján a két mélygarázs hatása a talajvízáramlásra gyakorlatilag elhanyagolható, minden víztermelő vagy besajtoló kút ill. hőszivattyús rendszer nagyobb hatást keltetne ugyanezen a területen. A vízáramlás sebességének megnövekedése is elenyésző mértékű.

A garázs hatásának mesterséges befolyásolására (kutas vízszint-termelésre és visszatáplálásra) véleményünk szerint nincsen szükség. A várható hatás pontos mértéke egy-két évig üzemeltetett talajvízszint-figyelő kutakkal lenne ellenőrizhető, ezek lefúrását és észlelését azonban az építés megkezdése előtt legalább fél évvel meg kellene kezdeni.

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