
**A miskolci Szent István térre tervezett AVALON
BUSINESS CENTER várható hatásának hidraulikai
modellezése**

Készítette:

Balassa Géza

Fillit Kft.

2028 Pilismarót, Kölcsey u. 1.

2018. január

Tartalomjegyzék

Bevezetés.....	4
Földrajzi elhelyezkedés, domborzati és éghajlat viszonyok	5
Földtani környezet.....	6
Vízföldtani viszonyok	9
A modell paramétereinek ismertetése	12
A modell kalibrációja	15
A szimuláció adatai és eredményei	17
Összefoglalás.....	18

Mellékletjegyzék

1. melléklet: KEM Mérnöki Kamara igazolása
2. melléklet: Áttekintői térkép (M=1:10 000)
3. melléklet: Fedett földtani térkép (M=1:10 000)
4. melléklet: Az átlagos talajvízszint szerkesztett térképe (M=1:10 000)
5. melléklet: A modellező programmal számított talajvízszint térkép (M=1:10 000)
6. melléklet: A talajvízszint változásának mértéke a mélygarázs megépültét követően (M=1:10 000)

Irodalomjegyzék

- [1] Mérnökiroda Radványi Kft.: Talajvizsgálati jelentés, Miskolc, Szent István tér 2413 hrsz., AVALON BUSINESS CENTER, munkatér-határolásához és alapozásához (Budapest, 2017)
- [2] Marosi Sándor, Somogyi Sándor: Magyarország kistájainak katasztere I-II. (MTA Földrajztudományi Kutatóintézet Budapest, 1990)
- [3] Magyarország M=1:100 000 méretarányú földtani térképsorozata és magyarázója (MÁFI, 2005)
- [4] Webes térképek: Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat, <https://map.mbfisz.gov.hu>

-
- [5] Hajdúné Molnár Katalin: Az Avas geológiai felépítése (A miskolci Avas, Miskolc, 1993, 53-68)
- [6] Vámos Mariann, Hajnal Géza: A miskolci északi Avas lejtő mérnökgeológiai és hidrogeológiai vizsgálata (Mélyépítés, 2009. március, 12-19)
- [7] Török Á., Görög P., Vásárhelyi B.: A miskolci Avas domb északi lejtőjéről származó kőzetminták mérnökgeológiai értékelése (Mérnökgeológia-Kőzetmechanika, 2013, 289-298)
- [8] Kovács Balázs: Hidrodinamikai és transzportmodellezés I. (Miskolc, 2004)
- Filep Gy.-Kovács B.-Lakatos J.-Madarász T.-Szabó I.: Szennyezett területek kármentesítése (Miskolci Egyetemi Kiadó, 2002)
- Kovács Balázs – Szanyi János: Hidrodinamikai és transzportmodellezés II. — Processing Modflow és Surfer for Windows környezetben (Miskolc, 2005)
- Halász Béla: Rétegzett hidrológiai rendszerek sajátosságai (Hidrológiai Közlöny, Budapest, 1975/11. szám)
- Juhász József: Hidrogeológia (Akadémiai Kiadó, Budapest, 1987)

Bevezetés

Miskolcon, a Szent István tér 2413 hrsz.-ú területére egy irodaházat terveznek, mely alatt 3 szinten mélygarázst kívánnak kialakítani. A felszín alatti térrész alapozási mélységét nagyjából -12 méterre a térszín alá tervezik, ezért az építmény befolyásolhatja a talajvíz áramlási irányát. Ezen okok miatt, számításokkal kell meghatározni, hogy a talajvíz milyen mértékben emelkedik meg és süllyed le a mélygarázs oldalfalainál. A munkatér lehatárolását vízzáró résfallal tervezik megoldani.

A várható hatások előrejelzéséhez hidraulikai modellezésre van szükség, ezért a Józsa és társai 2000 Kft. (6720 Szeged, Somogyi u. 6. II. 2.) megbízta társaságunkat, a Fillit Kft.-t (2028 Pilismarót, Kölcsey u. 1.), hogy végezze el a modellezési munkát, és az eredményeket jelen tanulmányban foglalja össze. A dokumentáció elkészítéséhez szükséges tervezői engedélyt az *I. melléklet* tartalmazza.

Munkánk során, a szakirodalmon kívül a mélygarázs helyszínén mélyült talajmechanikai fúrásokat feldolgozó Mérnökiroda Radványi Kft. által készített [1] talajvizsgálati jelentésre támaszkodtunk, továbbá beszereztük és feldolgoztuk a vizsgált helyszínt ábrázoló, a Magyar Bányászati és Földtani Szolgálat által kiadott (vagy online elérhetővé tett) földtani és vízföldtani térképeket [3, 4].

Földrajzi elhelyezkedés, domborzati és éghajlat viszonyok

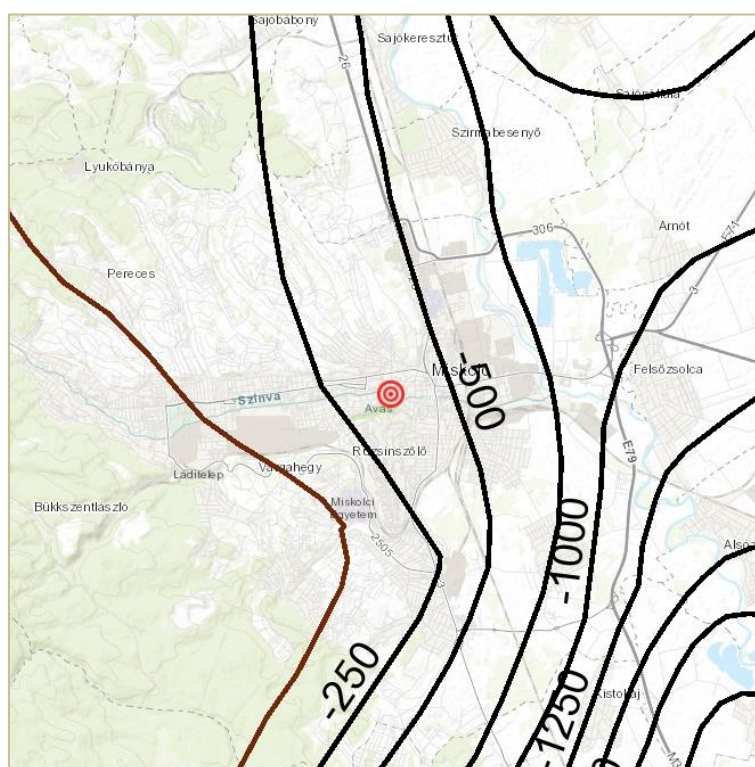
A tervezés alatt álló terület Miskolc belvárosában, a Szent István téren, a Széchenyi István út, Erzsébet tér, Kálvin János utca és a Szent István téri park által határolt területen belül található (2. melléklet). A munkaterület éghajlatát, domborzatát és talajtani adottságait a városi beépítés nagymértékben befolyásolja. A terepszint a tereprendezések miatt nem túl változatos, a geodéziai bemérések szerint 128-129 mBf az átlagos tengerszint feletti magasság. A tervezett mélygarázs mellett, tőle délre húzódik a Szinva-patak elfedett, mesterséges kialakítású medre. A patak túl oldalán, pár tíz méteren belül kezd el emelkedni az Avas domboldala, melynek legnagyobb magassága 234 mBf. A vizsgált terület morfológiailag már a Sajó–Hernád-síkhöz tartozik, ezért eredeti domborzati formái fluviális és deráziós úton képződtek [2]. A hordalékkúpsíkság itt a Szinva-patak hordalékából épül fel.

A kistáj mérsékelten meleg, száraz éghajlatú, nyáron 730, télen 170 órán át süt a nap. Az évi középhőmérséklet 9,3-9,6°C, a fagymentes időszakok hossza 175 nap (április 20-25. és október 15. között). Az évi legmagasabb hőmérsékletek sokévi átlaga 33,5°C, a legalacsonyabb pedig –16,0 és –16,5°C között változik. Az évi csapadékösszeg ~580 mm, a nyári félévben 330-350 mm várható [2].

Földtani környezet

A vizsgált terület és környékének földtani felépítését az alaphegységet is elérő Erzsébet Fürdő mélyfúrású kútja, valamint a kisebb mélységű talajmechanikai feltárások rétegleírásából ismerjük. A beépítendő területtől pár tíz méterre kezdődő Avas domb északi lejtőjének állékonysági problémái miatt sok kutatást végeztek e helyszínen az elmúlt években, melyek közül többet felhasználtunk [5, 6, 7] a földtani környezet ismertetéséhez.

Az építési területtől keletre kb. 33 méterre található Erzsébet Fürdő (2. melléklet, B-72/a kataszteri számú) 1989-ben felújított kútjának földtani leírása szerint a terepszint alatt 458,8 méterben (-329 mBf) **középső–felső-triász** korú világosszürke, anchimetamorf mészkő húzódik (*Bükkfennsík Mészkő Formáció*). A mészkő fedőjének mélységbeli változását láthatjuk az alábbi ábrán.



1. ábra: A triász mészkő aljzat felszínének mélysége (mBf) [4]

A mészkőre a harmadidőszak **miocén** üledékes és vulkáni képződményei települtek, melyek többsége az Avas területén felszíni előfordulásban is ismert. A legidősebb a **középső-miocén** barnakőszenes homokos, iszapos, agyagos rétegsorozat, melyre **felső-miocén** riolit és andezit piroklasztikumok, riolit- és andezittufás üledékek, valamint piroklasztikus anyagtól többé-kevésbé mentes üledékek (iszapos agyag, agyagos homokliszt, homokos agyag), végül **alsó-**

pannóniai üledékek települtek. Ezen alsó-pannóniai összletek a *Sajóvölgyi Formáció*hoz tartoznak, mely vulkanomikt kavics, homok, agyagmárgás aleurit, diatomit és limnoopalit váltakozásából áll. A miocén végén kovasavas hőforrások működtek a vizsgált terület környezetében, melyek cementálták az általuk átjárt kőzeteket. A miocén üledékek vastagsága kb. 455 méter a vizsgált helyszínen, tágabb környezetében pedig az alábbi ábra szerint alakul.



2. ábra: A miocén rétegek vastagsága

A talajmechanikai fúrások elérték a miocén rétegeket a felszín alatt 6,4-8,1 méterben, vagyis 121,24-122,56 mBf magasságban. A harántolt rétegsorok

- meszes kövér agyagok;
- agyagos homokok;
- cementálódott agyagos, homokok;
- cementálódott homokos, agyagos kavicsok;
- meszes közepes agyagok;
- sovány agyagok;
- iszapos homokok váltakozásából áll.

A talajvizsgálati jelentés szerint az egyes képződmények fizikai paraméterei a következők:

1. táblázat: A fúrások során feltárt kőzetek talajfizikai jellemzői [1]

Talaj megnevezése	w-víz-tartalom [%]	W _p -sodrási határ [%]	W _L -folyási határ [%]	I _p -plasztikus index [%]	I _c - konzisztencia index [-]	A-agyag-tartalom [m%]	I-iszap-tartalom [m%]	H-homok-tartalom [m%]	K-kavics-tartalom [m%]	C _u -egyenlőtlenségi mutató [-]
építési törmelékes, agyagos (tufás), homokos kavicsos FELTÖLTÉS	9,6-32	16,4-23,5	37,0-48,1	20,6-26,3	0,57-0,90	0-6,95	10,43-14,21	20,32-29,04	50,1-69,2	236,47-1116,27
görgeteges, tufás, agyagos homokos kavics lejtőtörmelék	5,32-15,16					0-75,2	1,69-23,87	10,73-32,46	36,15-87,59	27,96-1263,14
meszes kővér agyag (márga) , néhol kisebb plaszticitással	18,82-30,46	16,2-29,9	36,8-87,8	19,9-62,0	0,8-1,32					
sovány agyag , néhol homokosabb beékelődéssel	24,96-27,26	15,2-21,1	34,9-41,0	16,5-24,3	0,49-0,72	7,15	31,14	61,03	0,68	76,72
cementálódott agyagos homok , agyag beékelődésekkel (riolitufa)	12,75-24,09	20,1-24,4	45,3-74,4	24,3-50,0	1-1,03	4,49-18,91	13,1-43,91	29,55-63,11	0,0-52,87	71,01-278,11

A miocén összletek felett **negyedidőszaki**, a Szinva-patak által lerakott hordalékos kőzetek települtek. A talajmechanikai fúrások leírása szerint ezeket

- barnásszürke, helyenként enyhén iszapos, tufás, lejtőtörmelékes, homokos kavicsok;
- homokos, agyagos kavicsok;
- homokos kavicsok építik fel.

Talajfizikai jellemzőiket az *1. táblázat* tartalmazza.

A felszínen megjelenő holocén rétegek általában vegyes feltöltésű anyaggal keveredve fordulnak elő. A földtani térkép [3] szerint a felszínen **újholocén** aleuritos homok fordul elő (*3. melléklet*). Az aleurit a vízfolyások alluviális üledékeinek alacsony ártéri képződményei, kőzetanyaga általában finomszemű, durvább szemszerkezet ritkán fordul elő.

A talajmechanikai fúrások adatai szerint a holocén összletek agyagos, homokos, kavicsos kőzeteknek minősíthetők, vastagságuk 2,2-3,1 méter, ami 125,95-126,76 mBf közötti talpmélységet jelent. Talajfizikai jellemzőiket az *1. táblázat* tartalmazza.

Vízföldtani viszonyok

A terület vízföldtani viszonyait alapjaiban határozza meg a völgyet kitöltő hordalékkúp, és az aljzatát képező tufás, vízrekesztő miocén összletek egymáshoz viszonyított helyzete (3. melléklet). A talajvíz a hordalékkúpban szivárog, az oldalsó dombok felől ráfolyó víz, a csapadék, a Szinva-patak és a párolgás határozza meg nagyvonalakban a vízháztartását. Az oldalsó dombok valamint a fekvő miocén összletei vízkészletének mennyisége és a kavicsteraszhoz kapcsolódó vízforgalma elhanyagolható jelen esetben.

Miskolc belvárosában a beépítés, az utak burkolata, a csatornázás és az ivóvízvezetékek megzavarják a természetes, függőleges irányú vízforgalmat. A jelentős mértékben burkolt területeken a csapadék beszivárgása lényegében megszűnik, helyébe a csatornák és vízvezetékek szivárgó vize lép. A beszivárgás mellett természetesen a párolgás is jelentősen csökken, hiszen nagyon kicsi a növényzettel borított felület nagysága. Erre vonatkozóan az Ávas északi oldalán számításokat is végeztek [6]. Az eredmények rámutattak arra is, hogy az Ávas oldalában a beszivárgás alárendelt szerepű, a lefolyás a döntő. A város belterületén a felszíni vízelvezetés jelentősen csökkentheti a hordalékkúpra ráfolyó csapadékvíz mennyiségét, mivel legnagyobb része a csatornahálózatba kerül. A vizsgált terület közvetlen környezetében, ez az elvezető rendszer a Szinva-patak medrét jelenti. A patak medrét a belváros elég hosszú szakaszán teljesen mesterségesen alakították ki, az oldalait és a medret is kibetonozták. A betonozás biztosan nem teljesen vízzáró, de a közvetlen kapcsolatot megszünteti a felszín alatti tér és a felszíni víz között. **A patak átlagos vízhozama** $KÖQ = 0,37 \text{ m}^3/\text{s}$, **kisvízi hozama** $KQ = 0,18 \text{ m}^3/\text{s}$, a nagyvízi pedig $45 \text{ m}^3/\text{s}$. A Miskolci vízmércénél az eddig mért legkisebb vízállása 1 cm (LKV), míg a legnagyobb 150 cm (LNV) [2].

Magyarország átlagos éves felszíni eredetű beszivárgás térképe szerint a vizsgált területen 20 mm körül **a talajvizet elérő beszivárgás** nagysága.

A talajvízszint terep alatti átlagos mélységét a MÁFI földtani térképsorozata [4] alapján mutatjuk be a 4. mellékleten. A térkép szerint a vizsgált terület környezetében -2,0 méter körül húzódik a nyugalmi vízszint átlagos mélysége a felszín alatt. A talajmechanikai fúrásokban ennél valamivel mélyebben -3,5 – -4,5 méter (124,65-125,46 mBf) között jelentkezett a talajvíz szintje. Mivel mint már említettük a Szinva-patak nincs kapcsolatban a felszín alatti térrel (a meder mélysége 3-4 méter közötti a vizsgált terület környezetében), ezért a patak gyakorlati értelemben nem befolyásolhatja a talajvíz szintjét sem. Jelen

helyzetben nem emelheti meg azt, ezért elképzelhetőnek tartjuk, hogy a patak közelsége ellenére a talajvíz szintje jóval a patakmeder alatt húzódik. Véleményünk szerint az átlagos talajvízszint a 2 méteres terep alatti mélységnél mélyebben húzódik, valószínűbbnek tartjuk a -4,0 – -5,0 méteres mélységet.

Mivel a vizsgált terület közelében nincs talajvízszintmérő állomás, ezért az átlagos mellett a maximális és a minimális talajvíz szintjét sem tudjuk pontosan megmondani. Becslés szinten egyetértünk a talajvizsgálati jelentésben [1] írt **-1,5 méteres becsült maximális talajvízszinttel**, ami nagyjából **127 mBf** szintnek felelhet meg.

A talajvíz áramlási irányát – mérési adatok hiányában – csak térképek [4] alapján ismerjük. A vízföldtani térkép azonban csak relatív értékeket tartalmaz, ezért ezen adatok felhasználásával megszerkesztettük a talajvíz izohipszás térképét. Amint az a *4. mellékleten* is látható, az eredmény alapján is elég nehéz pontosan megmondani, hogy a mélygarázs környezetében merre áramlik a talajvíz. Nagy valószínűséggel a talajvizet itt az Avas domb északi irányú benyomulása eltéríti, ezért **a völgy nyugati részében uralkodó K-Ny-i irányú áramlás KDK–NyÉNy-i irányba fordul el** (majd újra K–Ny-i irányba fordul). A talajvíztükör esése elég jelentős, 7‰.

A talajvíz kémiai jellegében a **kalcium-magnézium-hidrogénkarbonátos** típus az uralkodó [2]. Keménysége 25-35 nk° közötti, szulfáttartalma 125 mg/L körüli [1].

A 7/2005. (III. 1.) KvVM rendelete értelmében **a tervezési terület a felszín alatti víz állapota szempontjából fokozottan érzékeny besorolású, mert vízbázisvédelmi védőterületre esik (1a kategória).**

Az egyes földtani rétegek horizontális szivárgási tényezőjét a talajvizsgálati jelentésben leírtak és saját tapasztalataink alapján adjuk meg. A vizsgált terület közelében nincs olyan kút, melynek adatait felhasználhattuk volna az egyes földtani képződmények hidraulikai paramétereinek megadásához. A miocén korú összletek szemcseméret-eloszlásból számított szivárgási tényezője 10^{-6} - 10^{-3} m/d nagyságrendű, vagyis gyakorlati szempontból vízzárónak tekinthető. A hatékony porozitást a becsült horizontális szivárgási tényezőből számítottuk ki több képlet segítségével (Kovács B., Olejnyik A., Lebegyev A. [8]). Az eredmények szerint a tufás rétegek hatékony porozitása $n_0=0,03$ - $0,02$. A hordalékkúp kőzetanyagának szemcseméret-eloszlásból számított szivárgási tényezője $10,0$ - $0,1$ m/d nagyságrend között változott. Véleményünk szerint azonban nagyobb területre a 10 m/d-os érték érvényessége lehet valószínűbb. Számításaink szerint a hatékony porozitása pedig $0,19$. A legfelső

áthalmozott, kevert réteg szemcseméret-eloszlásból számított szivárgási tényezője 1,0-0,001 m/d nagyságrend között változott. Véleményünk szerint azonban e rétegnél is, nagyobb területre az 1 m/d-os érték érvényessége a valószínűbb. A réteg hatékony porozitás 0,12-0,14 közötti a számítási eredmények alapján.

A modell paramétereinek ismertetése

A szivárgáshidraulikai feladat megoldásához a PROCESSING MODFLOW 8 szoftvert használtuk. A program alkalmas háromdimenziós, véges differencia módszerrel történő, permanens és nem permanens, a telített zónára vonatkozó szivárgási modell futtatására, kezelésére, a nyomásszintek rétegenkénti meghatározására, valamint a vízfészecskék áramlási útjának megjelenítésére a PMPATH modul segítségével.

A következőkben részletesen ismertetjük a fölépített földtani és szivárgáshidraulikai modellt, valamint bemutatjuk a számításokhoz alkalmazott paramétereket, és az eredményeket szemléltető ábrákat.

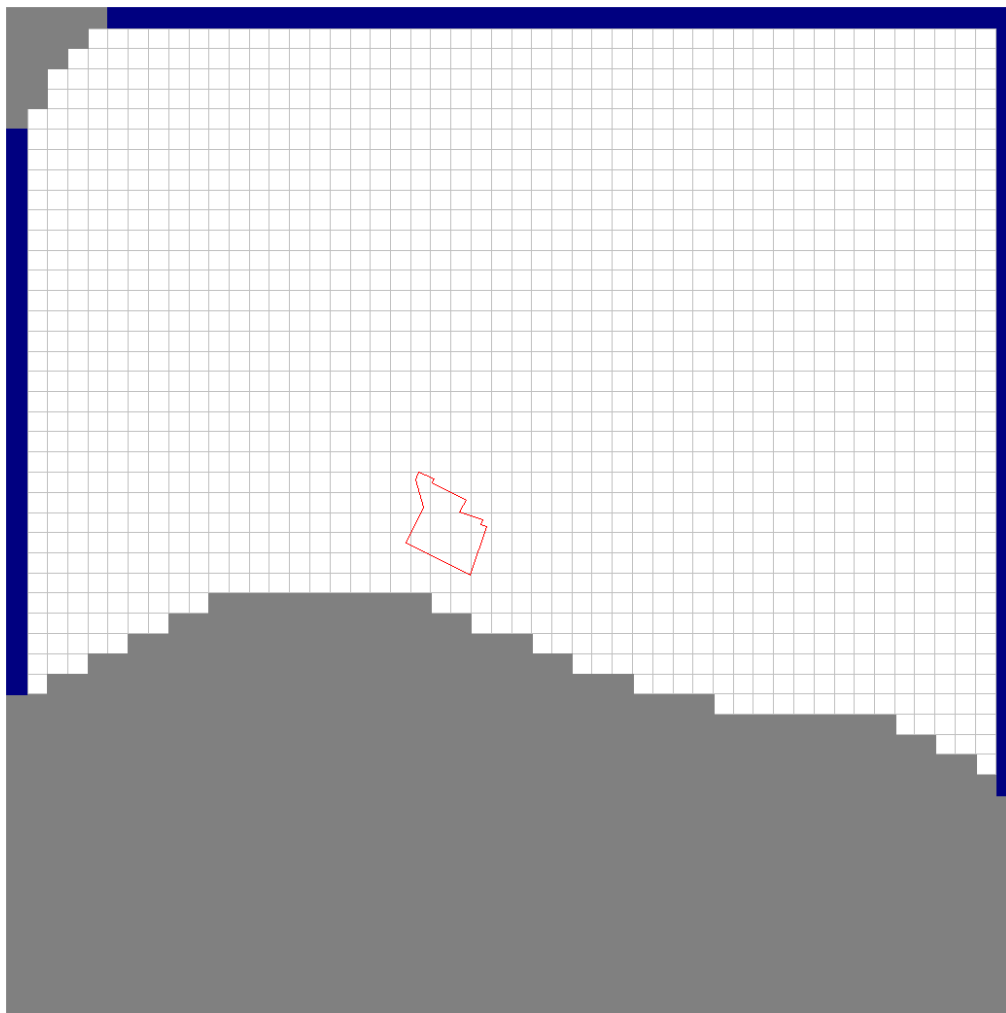
A modellezett terület 1000×1000 méteres négyzet (2. melléklet). A modellterület sarkainak EOY koordinátái a következők:

	EOV X	EOVY
ÉNy-i csúcs	778 500	308 500
ÉK-i csúcs	779 500	308 500
DNy-i csúcs	778 500	307 500
DK-i csúcs	779 500	307 500

A modellháló cellái 20×20 métereseek (3. ábra), a modellezett térfogat felszínét a 10 000-es topográfiai térkép szintvonalainak digitalizálásával adtuk meg, 125 és 250 mBf között.

A **földtani modell** felépítéséhez a földtani térképeket és a talajmechanikai fúrások adatait használtuk föl. A feltárt rétegsorok három jól elkülöníthető rétegre oszthatók:

- a feküre, a miocén sok agyagot tartalmazó összleteire,
- a hordalékkúp homokos kavics, kavicsos homok vízáradójára,
- és a kevert anyagú fedőrétegre.



3. ábra: a modell hálókiosztása és peremei

(— állandó nyomású perem, — inaktív zóna, — a tervezett mélygarázs)

Mivel az agyagos fekü kvázi vízzárónak tekinthető a homokos kavics, kavicsos homok réteghez viszonyítva, ezért ezt a réteget nem vettük fel a modellbe, ennek fedője alkotja a modell alját. A legfelső két réteget összevontuk, mert a felső hidraulikai tulajdonságai nem térnek el jelentősen az alatta lévőől, és a talajvíz horizontális áramlásában egyébként sem vesz részt. Az összevonást az is indokolta, hogy a fedőréteg vastagságát a tágabb területen nem ismerjük, azonban a felszín változása jól megadható.

Az így kialakított egy réteges modell felső határát a terepfelszín, alsó határát pedig a miocén rétegek fedője adja meg. A modellezett térrészen belülrre eső, de vízvezető réteggel nem fedett területeket kivettük a hidraulikai számításból, ezért ezek inaktív cellák lettek (3. ábra).

Az egyes földtani rétegek **hidraulikai paramétereinek** számszerűsítésekor a hordalékkúpot felépítő kőzetanyag szemcseméret-eloszlásból számított szivárgási tényező nagyságára támaszkodtunk, illetve a Vízföldtani fejezetben már ismertetett hatékony porozitást (effektív porozitás, jele: n_0 [m^3/m^3]) a horizontális szivárgási tényezőjéből számítottuk ki.

A hidraulikai paramétereket az alábbi táblázatba foglaltuk össze (vertikális szivárgási tényezőt 1 réteges modellnél nem kell megadni):

Modell-réteg száma	Földtani képződmény	$k_{x,y}$ (m/nap)	k_z (m/nap)	n_0 (–)
1.	a kevert fedőréteg és a hordalékkúp együtt	10,0	–	0,19

A talajvíztartó réteg nyomásszintjének és a megfelelő vízforgalom eléréséhez a modellezett térrész keleti, északi és nyugati határán (3. ábra) **Constant Head típusú peremfeltételt** alkalmaztunk. A déli oldalon, Avas domboldal felől, az inaktív területnél nincs vízforgalom, ezért itt nem engedélyeztünk oldal irányú vízforgalmat.

A Szinva-patakot, mint vízfolyást nem építettük be a modellbe, mivel nincs kapcsolata a talajvízzel a kibetonozott meder miatt.

A modellterületre jellemző **függőleges vízforgalmat** a Vízföldtani fejezetben ismertetett térkép alapján 20 mm/év beszivárgással adtuk meg, azonban a vízvezetékekből és csatornákból elszivárgó vizeket még 80 mm/év nagyságrendűre becsüljük, itt a város belső részében. Ezért összesen 100 mm/év talajvizet elérő beszivárgást adtunk meg a modellben.

A szivárgási alapegyenletek matematikai megoldásához az előre meghatározott konjugált gradiens (PCG2) módszert alkalmaztuk úgy, hogy a vízszintváltozás konvergencia határa 0,001 méter, a reziduális konvergencia határ pedig 100 m^3/nap . A számításokhoz a modellréteget nyílt tükrűként definiáltuk.

A modell kalibrációja

A modellek kalibrációja — magyarul: bearányosítása — az a tevékenység, amellyel azt érjük el, hogy a modell és a valóságos rendszer azonos külső hatásokra egymáshoz legjobban közelítő válaszokat szolgáltatson. A kalibráció során arra törekszünk, hogy a modellparamétereknek és peremfeltételeknek egy olyan együttesét alakítsuk ki, melyben az adott jelenség a legnagyobb valószínűséggel fog megfelelni a valóságban lezajló folyamatoknak [8]. A modell kalibrációját magunk a trial-and-error módszerrel a valóságban észlelt nyomásszintekre vonatkozóan hajtottuk végre, melynek során az eredeti szivárgáshidraulikai egyenletekbe történt az ismeretlen paraméter behelyettesítése mindaddig, amíg a paraméter fokozatos változtatásával a kapott nyomásérték elfogadható mértékben meg nem közelítette a valóságban észlelt adatot.

Alapfeltevésünk szerint, ha egy kalibrált modell a valóságban mért fizikai jellemzőket elfogadható közelítéssel képes visszaadni, akkor várhatóan más, egyéb körülmények megváltozására is megfelelő eredményeket szolgáltat majd. A következő szempontból vizsgáltuk ezért a modell eredményeit:

1. talajvízszint adatok és áramlási irány megfeleltetése;
2. vízmérleg elemeinek elfogadhatósága.

A kalibráció első részében a talajmechanikai fúrások során mért talajvízszintet próbáltuk megközelíteni, mivel a valóságban mért értékeket elfogadhatóbbnak tartottuk, mint a vízföldtan térképen ábrázoltat. Az *5. melléklet* a modellel számított talajvízszintet ábrázolja. Az térképen látható, hogy a számított értékek kis mértékben alacsonyabbak (kb. 0,5 méterrel), mint a valóságban mértek, azonban ezt elfogadhatónak tartottuk. Ha az *5. mellékletet* összevetjük az áramlási irányok miatt a *4. melléklet* térképével, akkor látható, hogy azok nem teljesen egyeznek meg. A különbség, hogy a modell számítása szerint jobban megmarad a K–Ny-ir irányú áramlási irány. Mivel pontos mérési adataink nincsenek, ezért véleményünk szerint elfogadható a hidraulikai modell számított áramlási iránya is. Összefoglalva megállapíthatjuk, hogy a **talajvíz szintjét és az áramlási irányt véleményünk szerint a modell a valóságot megfelelő mértékben megközelítette, ezért az eredmény elfogadható.**

A kalibráció második lépése a **vízmérleg elemeinek vizsgálata**, aminek során a programmal kiszámoltattuk a teljes modellterület vízmerlegét. Az eredmények megfeleltek az elvárásoknak, az állandó nyomású peremeken 511 m³/nap belépő és kilépő vízmennyiség

jelentkezik. A ki- és belépő vízmennyiségek között mindössze 10^{-4} m/nap nagyságrendű a különbség. **E csekély eltérés jól mutatja a számítások megfelelőségét.**

Miután a modell az átlagos nyugalmi vízszinteket megfelelően adja vissza, ezért az egyéb külső hatásokhoz tartozó vízszintek is helytállóak kell legyenek. Így a kalibráció segítségével pontosított modellbe beraktuk a munkagödör vízzárónak tekinthető lehatárolásait, majd kiszámoltattuk a várható vízszinteket.

A szimuláció adatai és eredményei

A mélygarázs megépítése után a természetes talajvízáramlás megváltozik, mert a vízáadó rétegben, az áramlási irányra szinte merőlegesen, kb. 72 méteres szakaszon teljes vastagságában részfallal zárják el az áramló víz útját. Ennek hatására a mélygarázs áramlási irányra merőleges oldalánál a visszaduzzasztás miatt megemelkedik a talajvízszint, a másik oldalon pedig lecsökken. A vízszint emelkedésének és csökkenésének mértéke függ az áramló víz mennyiségétől, amit a vizsgált terület környezetében a hidraulikus gradiens (a talajvízszint „lejtésének”) határoz meg. Mivel a hatások elég csekélyek, ezért a jobb érzékelhetőség érdekében **előállítottuk a modellezett nyugalmi vízszint és a mélygarázs hatására megváltozott talajvízszint különbségét**, mely jól szemlélteti a változás nagyságát és távolságát (7. melléklet).

A Ny–K-i irányú áramlási miatt a visszaduzzasztás a mélygarázs nyugati oldalán jelentkezik (7. melléklet), legnagyobb értéke 74 cm (a mélygarázs DK-i sarkánál), a 10 cm-es változás hatástávolsága pedig 120 méter. A mélygarázs keleti oldalán jelentkező depresszió legnagyobb értéke -0,56 méter, a 10 cm-es változás hatástávolsága 250 méter. A vízszintemelkedés hatására létrejövő talajvízszint továbbra is alacsonyabb, mint a becsült maximális talajvízszint. Ezek alapján kijelenthetjük, hogy a **mélygarázs nyugati oldalán várható vízszintemelkedés lényegesen nem befolyásolja az eredeti áramlási viszonyokat. Ehhez hasonlóan a mélygarázs keleti oldalán jelentkező depresszió hatása sem mondható jelentősnek.**

Mivel a mélygarázs nyugati és DNy-i oldala beépítetlen, ezért nincs olyan épület a közelben, mely pinceszintjének mélységében megváltozhatna a talajvíz szintje. A tervezett épület keleti oldala az Erzsébet Fürdőhöz csatlakozik, ahol a talajvízszint süllyedésére kell számítani. E süllyedés mértéke azonban olyan kismértékű, hogy az nem befolyásolhatja károsan az épület állékonyságát.

Összességében megállapíthatjuk, hogy a mélygarázs hatására létrejövő vízszintemelkedés és csökkenés elhanyagolható mértékben befolyásolja az eredeti áramlási viszonyokat, káros hatások nem alakulnak ki.

Összefoglalás

Miskolc belvárosában, a Szent István tér 2413 hrsz.-ú területére (2. melléklet) mélygarázst kívánnak építeni résfalas védelem mellett. A tervezett felszín alatti építmény teljes keresztmetszetében elzárja a talajvíztartó homokos kavics, kavicsos homok réteget, vagyis lokálisan megváltoztatja a talajvíz áramlási irányát. A mélygarázs falainál ezért a nyugati oldal felől felduzzad a talajvíz, az átellenes oldalon pedig lecsökken. Ennek mértékét és a hatástávolságot hidraulikai modellel vizsgáltuk meg. A modell földtani geometriájának felállításához felhasználtuk a rendelkezésre álló talajmechanikai fúrások adatait, valamint a MBFSz földtani, vízföldtani térképeit. A hidraulikai modell elkészítéséhez a talajmechanikai fúrások idevágó laboratóriumi mérési adatait használtuk fel.

Az elkészült modell eredményeit a valóságban mért talajvízszint adatokkal és a vízmérleg elfogadhatóságával ellenőriztük le. Minden tulajdonság alapján a modellt elfogadhatónak tartottuk, ezért elvégeztük a szimulációt úgy, hogy beépítettük a modellbe a mélygarázs vízzáró falait, az áramlási tér teljes keresztmetszetben történő elzárásával.

Az eredmények szerint az építmény nyugati oldalán 0,74 méterrel emelkedik meg a talajvíz szintje, a 0,1 méteres változás hatástávolsága 120 méter. A keleti oldalon jelentkező depresszió legnagyobb értéke -0,56 méter, a 0,1 méteres változáshoz tartozó hatástávolság 250 méter. Az eredmények alapján kijelenthető, hogy a mélygarázs megépítése nem befolyásolja érdemben a talajvíz jelenlegi áramlási viszonyait, káros hatások nem alakulnak ki.

Pilismarót, 2018. január 15.

Balassa Géza
okl. geológus mérnök
MMK nyilv. szám: 11-0695
Tervező (VZ-TEL, -TER, -VKG)
Szakértő (SZKV-1.3, SZVV-3.9-3.10)



Komárom-Esztergom Megyei Mérnöki Kamara

Telefon: (34) 311-950

Fax: (34) 311-950

Cím: Tatabánya 2800 Kossuth L. utca 106.

Honlap: <http://kemm.k.hu>

Ügyszám: 11-105/2017

Kelt: 2017. április 21.

Ügyintéző neve: Steiner-Lang Zsuzsanna

Tárgy: igazolás kiállítása a névjegyzék adataiból

IGAZOLÁS

Név: **Balassa Géza**

Lakcím: **2028 Pilismarót Kölcsey utca 1.**

Kamarai nyilvántartási szám: **(11-0695)**

Hatósági, szakhatósági, engedélyeztetési, egyeztetési, közbeszerzési, stb. eljárásokhoz igazolom, hogy Ön a 2017. évi kamarai tagdíjat vagy nyilvántartási díjat megfizette, és a fenti nyilvántartási számon a KEM Mérnöki Kamara által vezetett névjegyzékben az alábbi szakterületeken szerepel:

SZKV-1.3. - Víz- és földtani közeg védelem szakértő

VZ-TEL - Települési víziközmű tervezése

VZ-TER - Területi vízgazdálkodási építmények tervezése

VZ-VKG - Vízkészlet gazdálkodási építmények tervezése

SZVV-3.9. - Vízfeltárás, kútfúrás, vízföldtani, vízbázis-védelem

SZVV-3.10. - Vízanalitika, vízminőség-védelem, vízminőségi kárelhárítás

Jelen igazolást kérelemre állítottuk ki, amely a benne foglalt adatokat **2018.04.30-ig** igazolja.



Takács Zsuzsanna
titkár

Kapják:

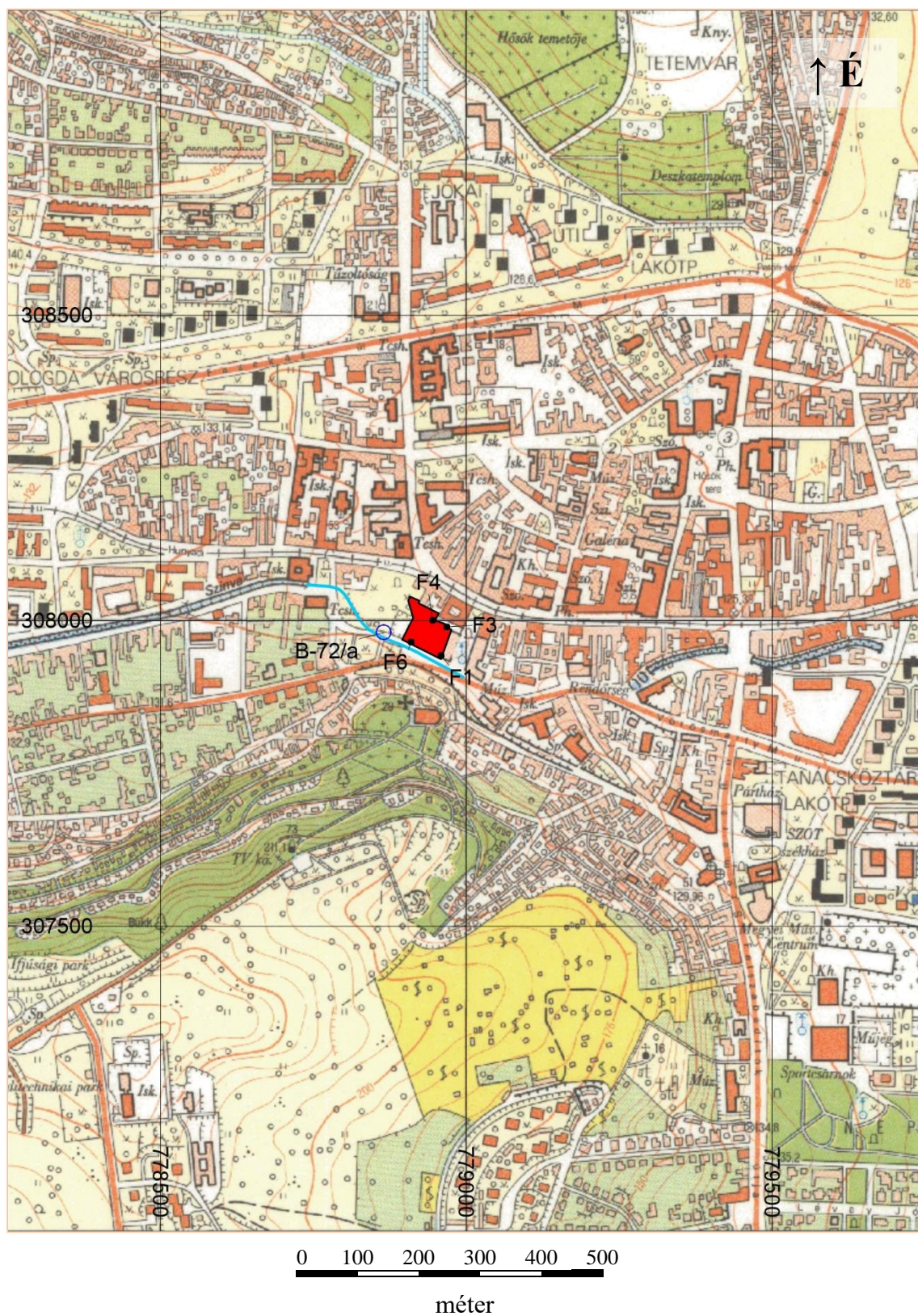
1. Balassa Géza

2. Irattár

1. melléklet


Áttekintő térkép

M = 1 : 10 000



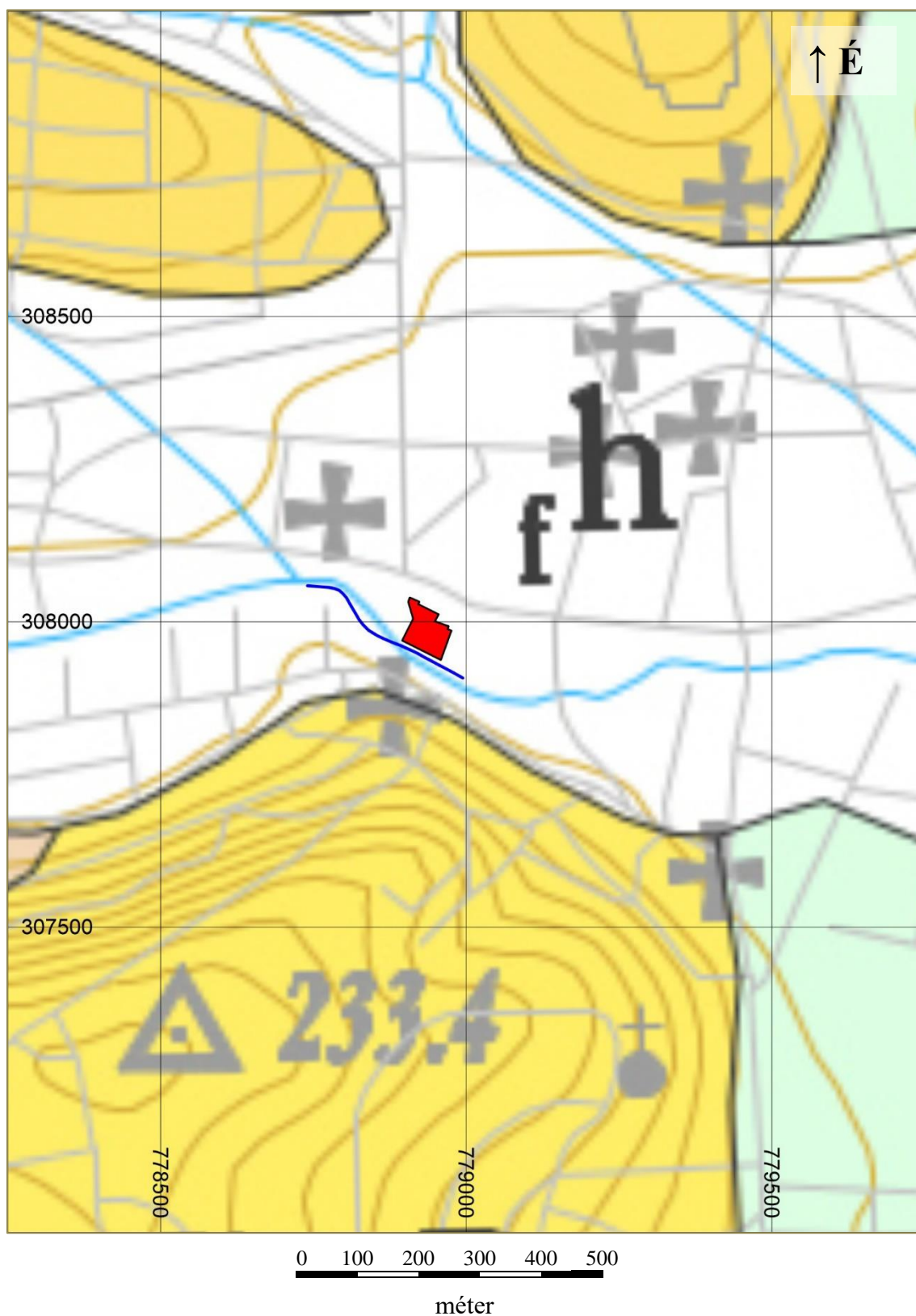
(Készült a Földmérési és Távérzékelési Intézettől beszerzett M=1:10 000 méretarányú topográfiai térkép felhasználásával.)

Jelmagyarázat:

- B-72/a Mélyfúrású kút helye, kataszteri száma
- F6 Talajmechanikai fúrás
-  Tervezett mélygarázs kontúrja

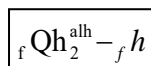
Fedett földtani térkép

M = 1 : 10 000

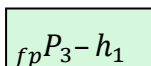


(Készült a Magyar Állami Földtani Intézettől beszerzett M=1:100 000 méretarányú földtani térkép felhasználásával.)

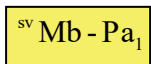
Jelmagyarázat:



Újholocén aleuritos homok



Felső-pleisztocén–óholocén folyóvízi-proluviális üledék



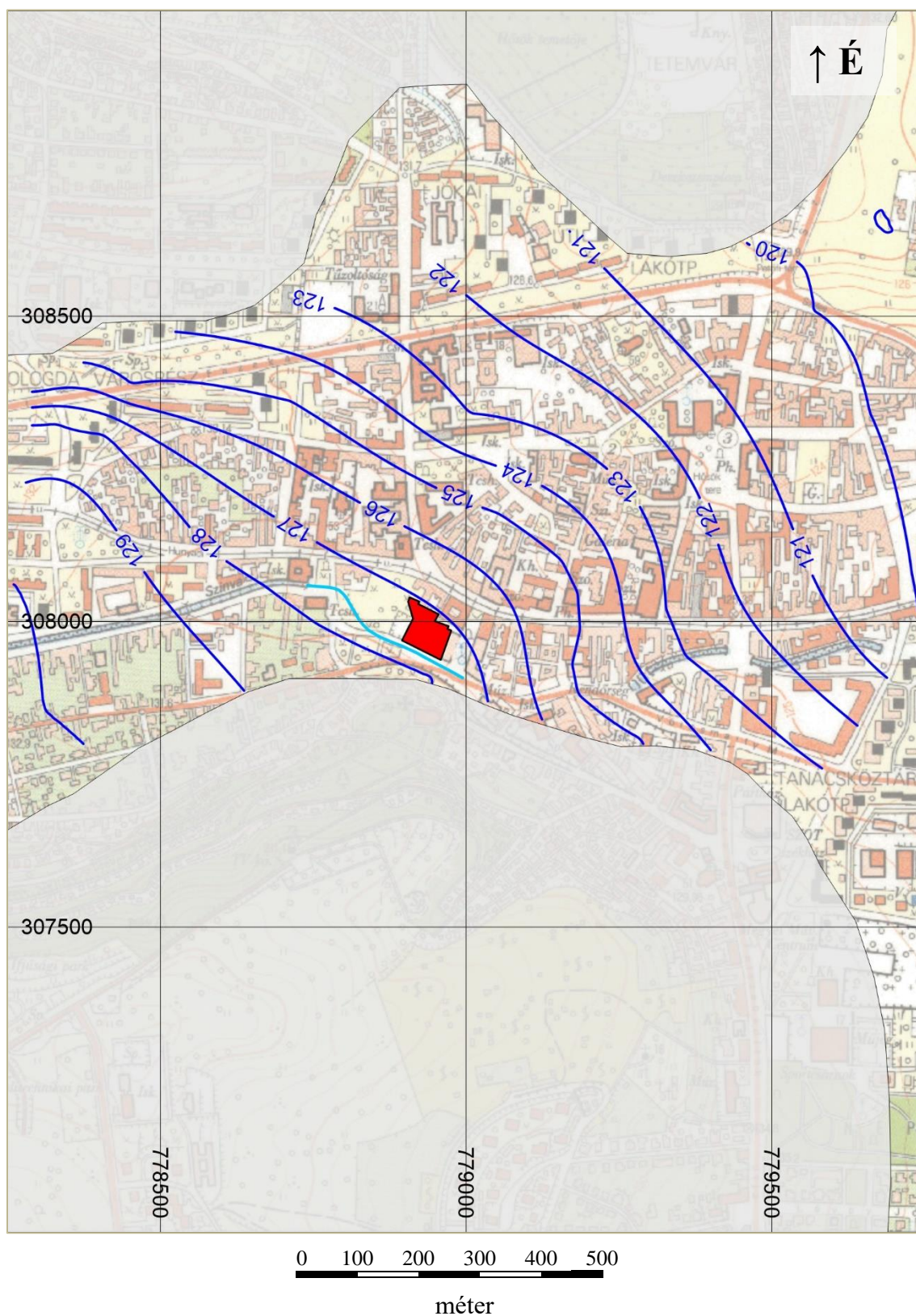
Miocén, Alsó-pannóniai Sajóvölgyi Formáció



Tervezett mélygarázs helye

Szerkesztett átlagos talajvízszint

M = 1 : 10 000



(Készült a Magyar Állami Földtani Intézetől beszerezett vízföldtani térkép felhasználásával [5].)

Jelmagyarázat:



A tervezett mélygarázs helye



Nincs talajvíz a területen



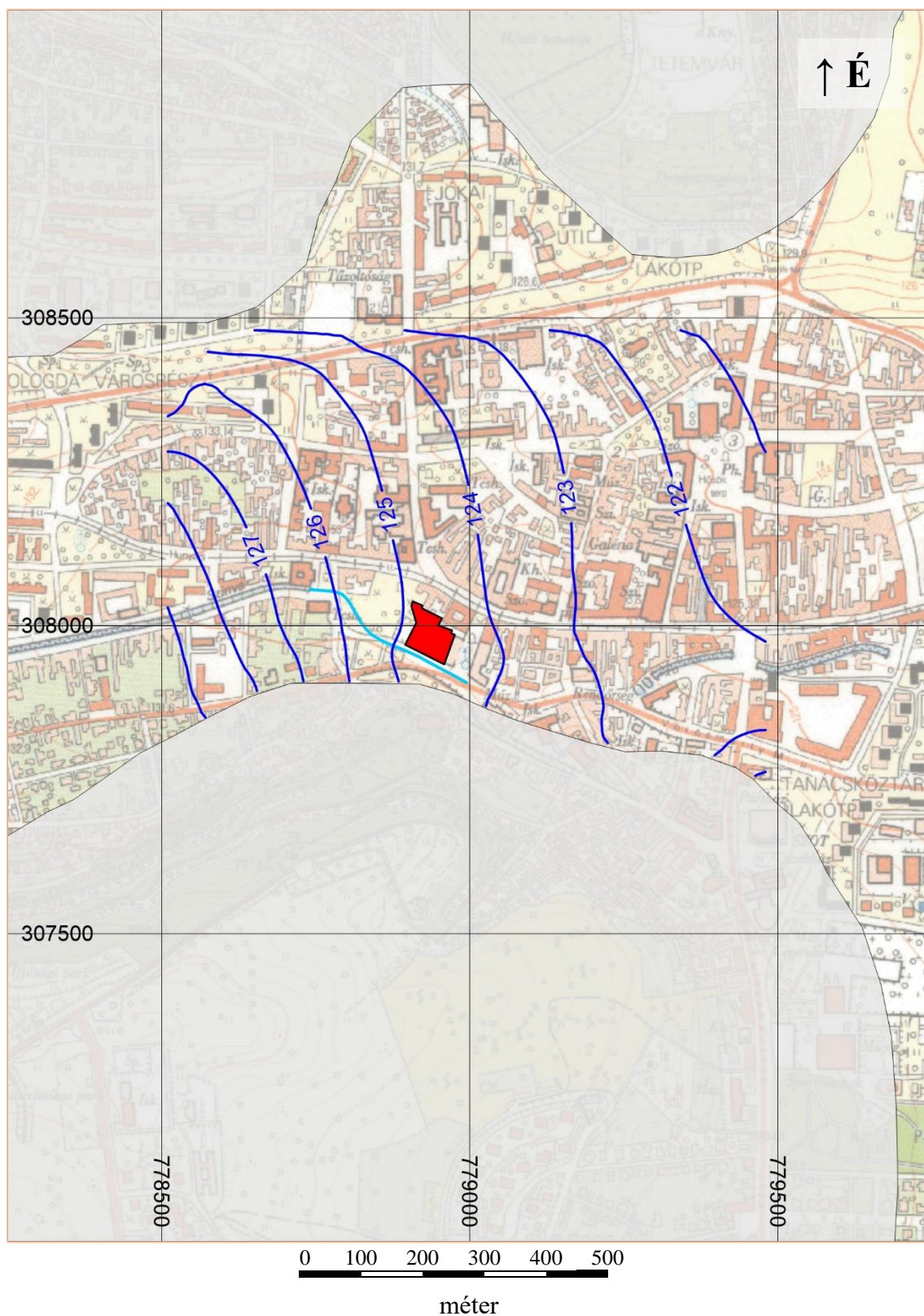
Talajvíz izohipsza (mBf)



Mesterségesen kialakított patakmeder

A modellezett talajvízszint

M = 1 : 10 000



Jelmagyarázat:




- Talajvízszint izohipsza (mBf)
- A tervezett mélygarázs helye

A talajvíz szintjének változása a mélygarázs hatására

M = 1 : 10 000



Jelmagyarázat:

	Vízszint emelkedés (m)
	Vízszint csökkenés (m)
	Tervezett mélygarázs helye