

A Duna vízjárásának hatása a talajvízviszonyokra az Infopark-Budapest térségében

Csoma Rózsa

BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, e-mail: csoma@vit.bme.hu

Gálos Miklós

BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék, e-mail: mgalos@freemail.hu

Kulcsszavak: talajvíz, talajvíz megfigyelés, Duna vízjárása, hidrogeológia

1 ELŐZMÉNYEK, CÉLKITŰZÉS

Dél-Buda kiemelt adottságú területén, a Lágymányosi-öblözlet Petőfi-híd és Lágymányos-híd közötti szakaszán – a korábbi sokféle beépítési elképzelés után – épül ki az egyetemi kampuszokhoz csatlakozó információs központ, az INFOPARK-Budapest északi terület.

A Lágymányosi-öblözletnek mai állapotban ez a része több ütemben létesített feltöltéssel alakult ki. A feltöltés vegyes anyagú, nagyrészt különböző erőművi salakokból készült. A salakok nehézfém-tartalma több helyen az egészségügyi határértéket meghaladó. A salakokból történő kioldódás ellenőrzésére a környezetvédelmi hatóságok az egyes létesítményekhez talajvízmegfigyelő kutak létesítését írta elő.

Így létesült egy kút az IBM székháznál, három az INFOPARK épületei között, amelyeket egy alkalommal az építési munkák miatt át kellett helyezni, valamint három az ELTE déli épülettömbje körül. Bár az egyes kutak - kútcsoportok első sorban vízminőségi megfigyelésre létesültek, havonta a szinteket is észlelik. A kapott értékeket külön-külön elemzik, kapcsolatuk, egymásra hatásuk feltárása, a térség talajvízjárásának elemzése nem történt meg. Jelen tanulmányban csak a talajvízviszonyokkal foglalkozunk.

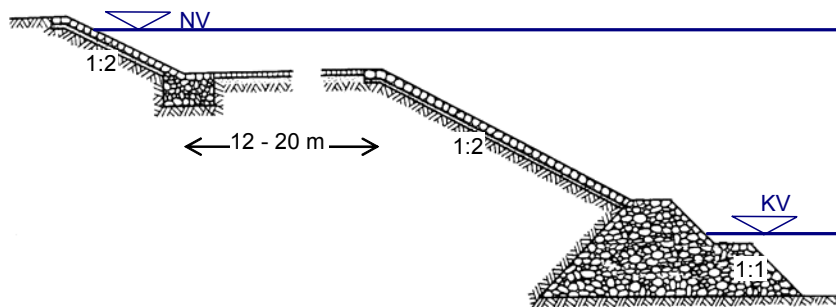
A vizsgált terület kialakulásában a folyó jelentősége alapvető. A XIX. század elején a Duna a Gellért-hegy környékén alig 300 m széles volt. A szűkület alatt - a mai Műgyetem területén - kiszélesedve a Petőfi-híd és a Lágymányosi-híd között a szélesség már meghaladta az 1 km-t is. Ezzel azonban a mélység erősen lecsökkent, kialakítva a hírhedt Kopaszi-zátonyt, ahol 1838-ban a mederfenékhez fagyott jég katasztrofális árvízhez vezetett. Bár a szabályozás igénye már korábban is felmerült, ez a jeges árvíz indította el - összhangban a város teljes árvízvédelmi rendszerének felülvizsgálatával - a szakasz rendezését. Ennek fő célja jégtorlaszok keletkezésének megakadályozása volt (Ihrig, 1973.).

A terveknek megfelelően 1914-ben megépült a Kvassay-zsilip első nagyműtárgya, a hajózsilip, majd az első világháború után a vízbeeresztő zsilip, végül 1962-re az erőtelep készült el (Kertai, 1963.).

A jobb parti párhuzammú – a vizsgált terület mentén - ennél hamarabb, az 1880-as években épült ki, így észak felől a térség feltöltése is elkezdődött. A kőburkolatú, rézsús alsó és felső rakpart a szakaszt lezáró hidakkal összhangban, szakaszosan épült meg. A rakpart mintakeresztszelvényét Kertai (1973.) nyomán az 1. ábra mutatja.

A terület feltöltése az 1950-es évekre fejeződött be. Anyaga változó, a háztartási hulladéktól az építési törmeléken át a kohósalakig bármi előfordulhat. Hasznosításáról többféle elképzelés született, amíg végül az északabbra elhelyezkedő ELTE és BME egyetemi épületek mellett a Lágymányosi-híd hídfőjének közelében kialakult az Informatikai Innovációs Park, röviden az INFOPARK (2. ábra).

Az 1999 - 2000-ben elsőként elkészült a „G”, majd a „B” és „I” (2002.), „C” (2005.), és „D” (2007.) jelű épületek, melyek egy teret fognak közre. Jelenleg a teret a Duna felőli oldalon lezáró „E” épület kivitelezése folyik (www.infopark.hu). (Az ábrán levő „A” jelű épület nem épült meg.)



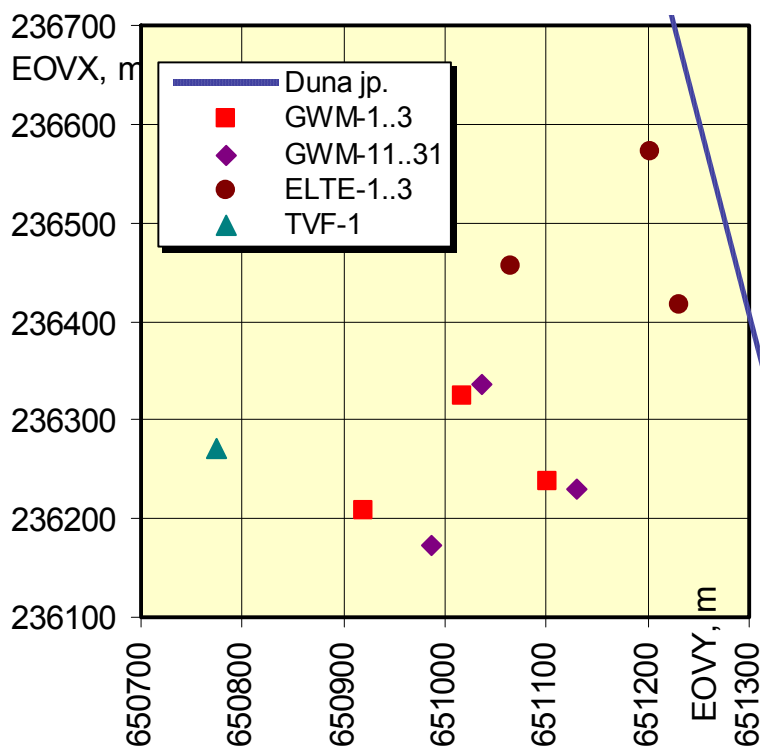
1. ábra: A rakpart mintakeresztmetszelve



2. ábra: Az INFOPARK (www.infopark.hu nyomán)

2 A TERÜLET MÉRNÖKGEOLOGIAI ÉS VÍZRAJZI ISMERTETÉSE

2.1 A talajvízmegfigyelő kutak telepítése, kialakítása



A Petőfi-híd és a Lágymányosi híd körüli terület déli részén 3 csoportban összesen 7 talajvízszint észlelő kút működik. Elsőként 1999-ben a GWM jelű kutak létesültek, keletről nyugatra haladva 1..3 sorszámmal, majd 2001-ben a TVF-1 kút. A GWM jelű kutak 2003-as áttelepítése során a 11..31 sorszámmal kapták (*GREENTECH, 2000, GEOHIDRO, 2003/a.*). Az áttelepítéssel gyakorlatilag egyidőben létesült ELTE-kútcsoport, nyugatról keletre 1..3 sorszámmal (*GEOHIDRO, 2003/b.*) épült ki. A megfigyelő kutak EOY koordináta szerinti helyzetét a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** mutatja.

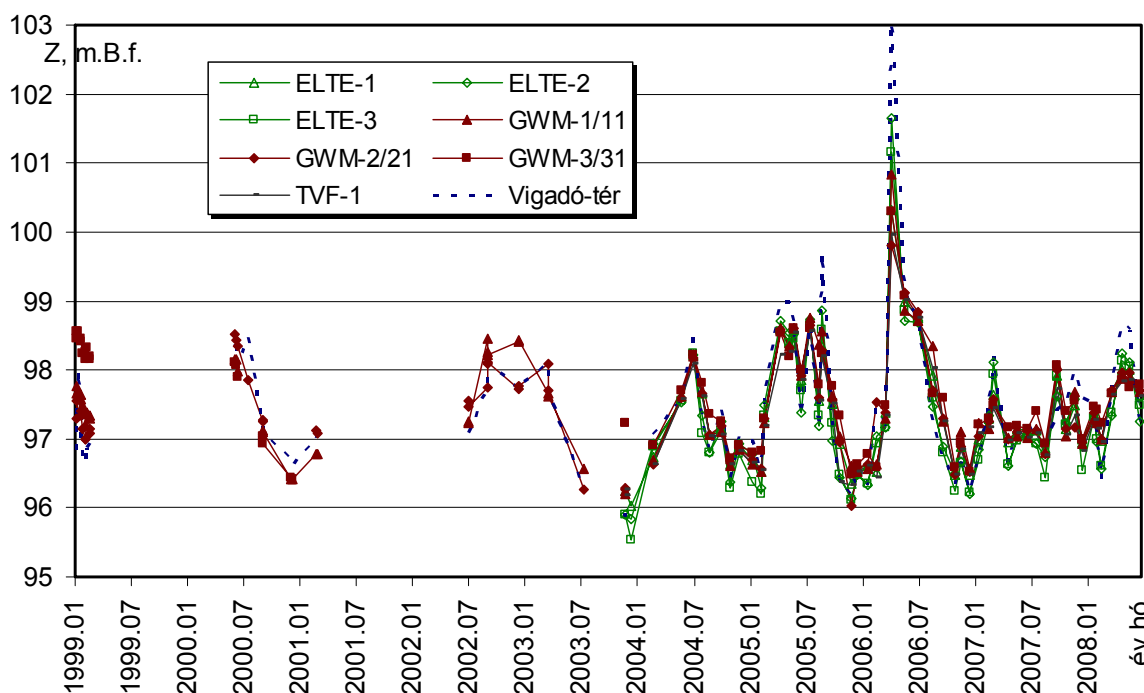
3. ábra: A kutak elhelyezkedése

Valamennyi kút acél béléscső védelme mellett készült 125 mm (a TVF-1 esetén 110 mm) átmérőjű PVC cső, szűrőkavicszal ellátva. Mélységük meghaladja a 10 m-t, a szűrőzött hossz a régebbi kutak esetén 3 m, a későbbi telepítésüeknél pedig 5 m. A kutakat a terep közelében acél védőcső és betongalér, valamint és kútsapka védi. További adataikat az 1. táblázat tartalmazza. A kutak telepítése során a fúrásminták széles körű talajmechanikai elemzésére is sor került (*GEOHIDRO, 2003/a és 2003/b*).

1. táblázat: Kutak adatai				
kút	EOVX, m	EOVY, m	perem, m B.f.	terep, m B.f.
GWM-1	236238	651101	104.70	104.31
GWM-2	235324	651017	104.56	104.65
GWM-3	236208	650919	104.15	103.70
GWM-11	236230	651130	105.37	104.88
GWM-21	236336	651037	105.11	104.70
GWM-3	236172	650986	104.80	104.39
ELTE-1	236456	651065	105.04	104.65
ELTE-2	236572	651203	105.04	104.62
ELTE-3	236416	651232	104.79	104.38
TVF-1	236272	650775	104.52	104.22

A fent megadott kutak vízszintjeit a környezetvédelmi előírásoknak megfelelően havonta észlelik. A mért adatokat a 4. ábra mutatja. Az ábrán a Duna adott napi Vigadó-téri vízszintjeit is feltüntettük. Jól követhető az egyes kutak üzemelési időszaka, a telepítésekkel illetve áttelepítésekkel. Bár az ábrán tájékoztató jelleggel a teljes, 1999-től kezdődő időszakot megadjuk, a továbbiakban azonban csak a 2004. utáni értékeket vesszük figyelembe, amikor már mind a hét kút jelenlegi helyére került.

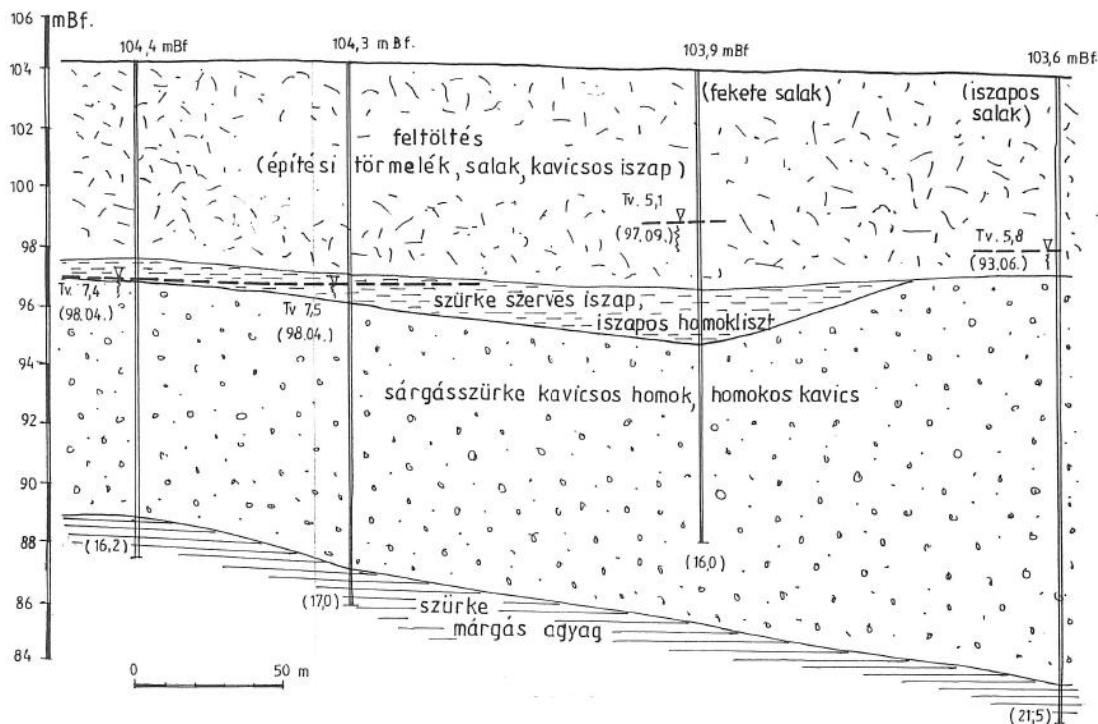
Az egyes kutak szintjei egy-egy rövidebb periódustól eltekintve gyakorlatilag együtt járnak, alig térve el a Duna szintjétől. Általában az ELTE-kutak szintje némileg alacsonyabb, mint a GWM kutaké. Szembetűnő, hogy a legalacsonyabb szinte a kút teljes üzemidejében az ELTE-3 szintje, mely a leginkább keleti kút.



4. ábra: Észlelt talajvízszintek

2.2 A terület mérnökgeológiai adottságai

A vízvezető réteg fekéje a Duna fenékszintje alatt agyag, agyagos márga, ami vízzárónak tekinthető. Fölötte mintegy 10 - 12 m vastagságban kavicsos – homokos folyami hordalék található, viszonylag magas ($k = 10 - 10^{-3}$ m/s) vízvezető képességgel. A mintegy 1 – 2 m vastag iszapos öntéstalaj a szabályozás előtti időszak elfajult mederfenekét alkotta. Vízvezető képessége csekélyebb. Ezt fedi a felszínig mintegy 6 – 8 m vastagságban a korábban említett, bizonytalan anyagú feltöltés. Az átlagos terepszint 104 m B.f. A vízvezető réteg szelvényét az 5. ábra mutatja.



5. ábra: A vízvezető réteg szelvénye

Míg a vízvezető réteg szivárgási együtthatójára valamennyi szakirodalmi forrás (DHV, 1998, GREENTECH, 1998, GEOHIDRO, 2003/a és 2003/b) hasonló értékeket ad, addig a feltöltés jellemzői lényegesen változatosabb képet mutatnak. A talajvízmegfigyelő kutak létesítése során a feltöltés anyagát részletesen elemezve egyértelművé vált, hogy – lokális eltérésektől eltekintve – vízvezető képessége legalább egy, de gyakran több nagyságrenddel alacsonyabb a homokos – kavicsos vízvezető rétegnél. Így a feltöltést a vízvezető réteghöz képest gyengébben vízvezetőnek tekinthető.

2.3 A Duna vízszintje

A vizsgált terület közelében a *Vízrajzi Szolgálat* két felszíni vízrajzi törzsállomást üzemeltet. A vízmércék közül a jelenleg Vigadó-téren található budapesti mérce az egyik leghosszabb észlelési idejű, míg a Kvassay-zsilip felvízi mércéje az elsőként megépült hajózsilippel nagyjából egyidős. A vízmércék főbb adatait az 2. táblázat, elhelyezkedését a *Dunai Hajózási Térkép* (www.kdvvizig.hu) nyomán az 6. ábra tartalmazza.

2. táblázat: A dunai vízmércék főbb adatai		
	Budapest (Vigadó tér)	Kvassay- zsilip, felső
Helye, fkm	1646.5	1642.2
EOV X, m	239000	235200
EOV Y, m	650000	651800
"0" pont, m B.f.	94.97	94.76
Vízgyűjtő ter., km ²	184893.0	185006.0
Észlelés kezdete	1817.	1910.
LKV, cm és ideje	51 1947.11.06	48 2003.08.30
LNV, cm és ideje	860 2006.04.04	808 2006.04.04

Az ábrán jól látszik, hogy a vizsgált területhez legközelebb a Kvassay-zsilipnél levő mérce van, azonban a kutak rendszeres észleléséhez a vigadó-téri értékek megadását írták elő. Míg ez valóban a meder szintjét adja meg – igaz mintegy 3 km távolságban, addig a Kvassay-zsilip felvízi mércéje – noha hagyományosan dunai mércének tekintjük – valójában már a Ráckeve- (Soroksári-) Dunaágon van.

A két mérce vízszintjeit a *Vízrajzi Évkönyvek*, valamint a *Hydroinfo* és a *Vízügyi Adatbank* adatbázisai alapján állítottuk össze. A vizsgált időszak összhangban a kutak észlelésével az 1999. január – 2008.

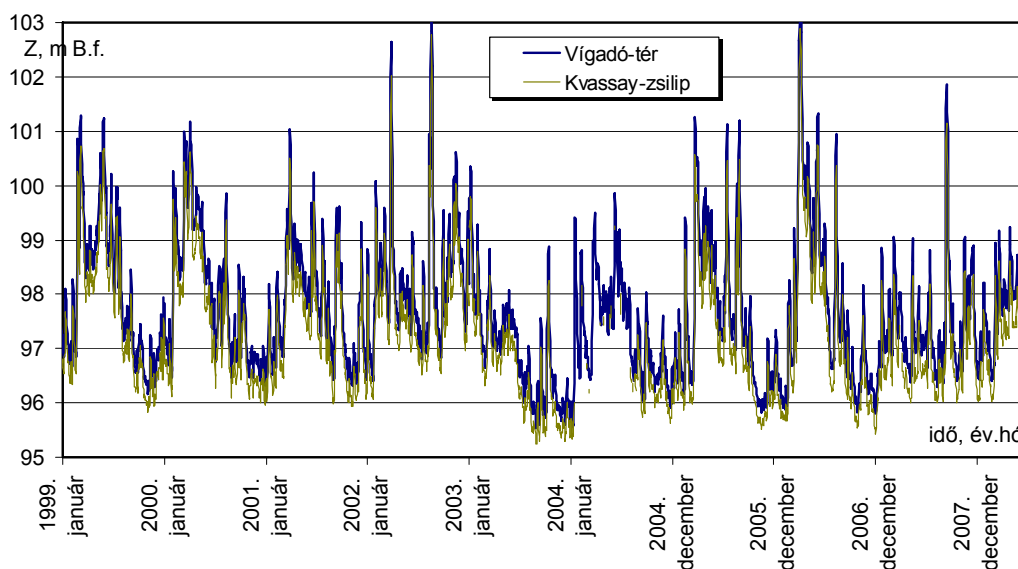
június, melyet a 7. ábra mutat. A vizsgált időszak gyakorlatilag a teljes vízszíningadozás tartományát átfogja, hiszen a 2006. évi, mindkét mércén LNV-t kialakító árvíztől a 2003. augusztusi, egyik mércén LKV-t adó, a másokon LKV-közeli vízállásig terjed.

Ezen két mérce segítségével a két híd közötti vizsgált szakasz bármely szelvényére a Duna szintjei interpolálhatók. Vizsgálataink szempontjából az 1643.3 fkm szelvényt tekintettük mértékadónak. Ezt az idősort külön nem adjuk meg, hiszen a 7. ábra két görbéje között kell haladjon. A 7. ábra is mutatja, hogy a Kvassay-zsilip adatsora hiányos. Ennek kiegészítésére egy hosszabb, az 1996 – 2008. időszak meglevő adatai alapján mércekapcsolati görbét szerkesztettünk (8. ábra).

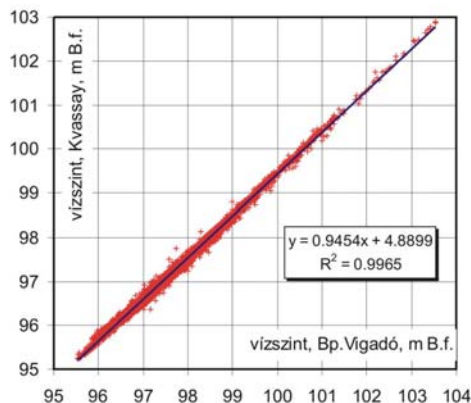
Mindezekkel lehetőség nyílt a két állomás vízszíntartóssági görbéinek elkészítésére is, melyet a 9. ábra mutat.



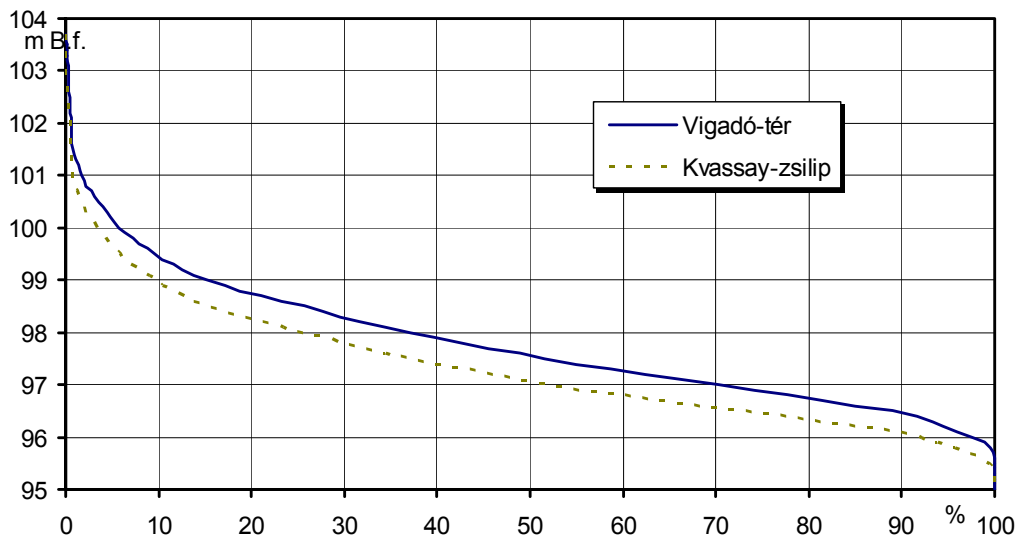
6. ábra: A vízmércék helye



7. ábra: A Duna szintje Budapestnél



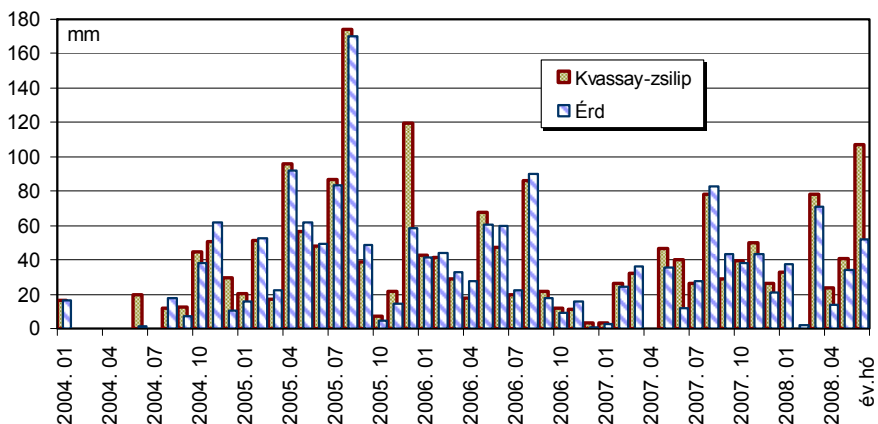
8. ábra: Mércekapcsolat, Vigadó tér - Kvassay-zsilip



9. ábra: Vízszintek tartóssága

2.4 A térség csapadékviszonyai

A talajvízszinteket esetlegesen jelentősen befolyásoló csapadékviszonyokat a *Vízügyi Adatbank* alapján két állomás, az érdi és a Kvassay-zsilipen levő havi összegeivel jellemeztük. Tekintettel arra, hogy az itt fellelhető adatsorok hiányosok voltak, csak azon időszakot vizsgáltuk, amikor mind a 7 észlelőkút üzemel, azaz a 2004. január – 2008. június időszakot. Ebből további adathiány miatt az első néhány hónap értékei szintén tájékoztató jellegűek. A havi csapadékösszegeket a 10. ábra mutatja. A két állomás értékei egy-egy lokális nagy csapadéktól eltekintve (pl. 2005. XII. hó vagy 2008. VI. hó) együtt mozognak. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy mindkét kiugróan nagy értéket a Kvassay-zsilip csapadékösszegei adták. A vizsgált időszak havi csapadékösszegeinek maximuma mindkét állomáson 170 mm-t meghaladó értékkel 2005. augusztusában, minimuma pedig 1 mm-t el nem érő értékkel 2007. áprilisában volt.



10. ábra: Havi csapadékösszegek

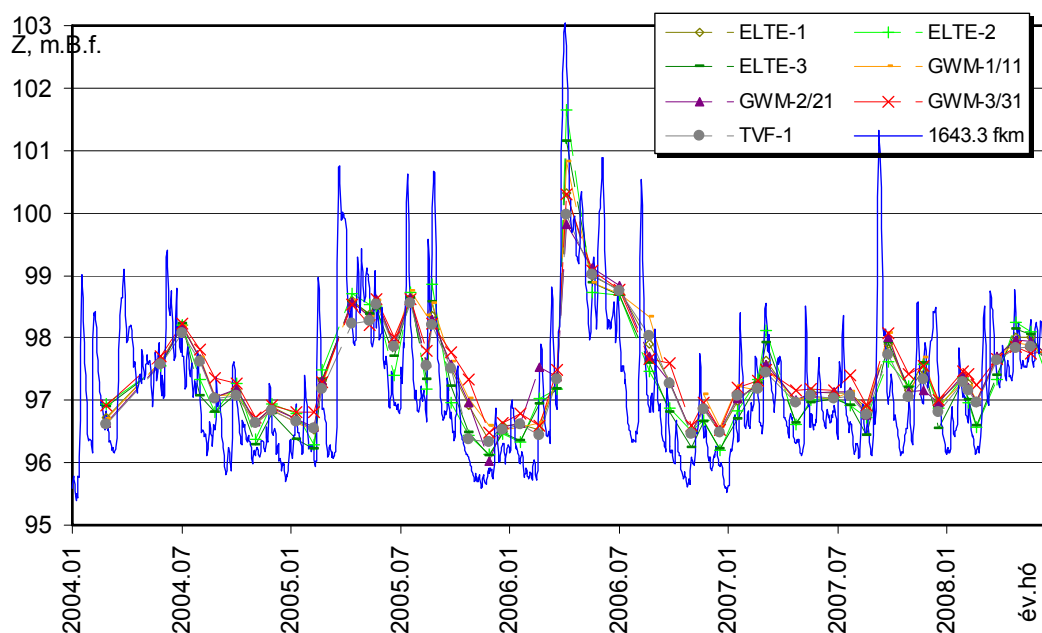
2.5 Az egyes vízrajzi jellemzők egymásra hatása

2.5.1. Duna - talajvíz

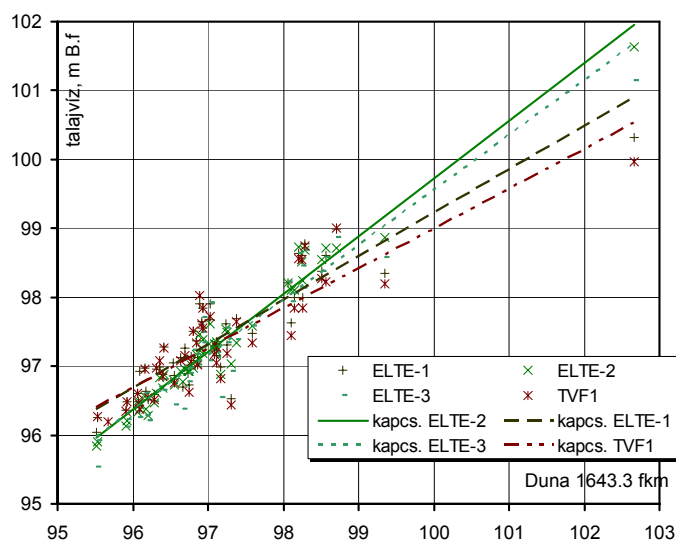
A térség talajvízszintjeit a Duna szintje egyértelműen befolyásolja. A 2004 – 2008. időszakra a kutak szintjeit és a 3.3. pontban említett 1643.3. fkm szelvénybe transzformált idősort a 11. ábra mutatja. Látható, hogy tartósan alacsony talajvízszinthez alacsony folyó-szint tartozik, azonban a folyó szintje kevésbé kiegyenlített. Egy-egy nagyobb árhullámot általában a talajvíz is követ, de különösen az alacsony tartósságú, hirtelen áradásokat (pl. 2007. ősz) késleltetve és tompítottan. És előfordulhat olyan eset is, amikor a folyó és a **talajvíz szintje ellentétesen változik (pl. 2005. február-március)**.

A 12. ábra a folyó és az ELTE kutak, valamint a TVF kút kapcsolatát mutatja. Az ábrán az észlelt értékeket jelek, a legkisebb négyzetek módszerével kapott kapcsolati görbét egyenesek mutatják. Jól látszik, hogy a két rakpart közelében levő kút (ELTE-2 és 3) szintjei vannak leginkább kapcsolatban a Dunával. Mindkettő illeszkedése magas fokú, a regressziós együttható (R^2) értéke 0.9 fölötti.

Hasonlóan magas illeszkedés egyetlen további kútnál sem tapasztalható. Ugyanakkor ezen erős kapcsolat sem elegendő arra, hogy ebből a rakpart „mederellenállása” sem egy állandó értéként, sem valamely vízszint függvényében becsülhető lenne. Nem teszi egyértelműbbé a kapcsolatot az sem, ha a Duna napi vízállásai helyett egy hosszabb időszak (5 - 10 nap) súlyozott átlagait vesszük figyelembe. Tehát a folyó-talajvíz kapcsolatot egyéb tényezők is befolyásolják.

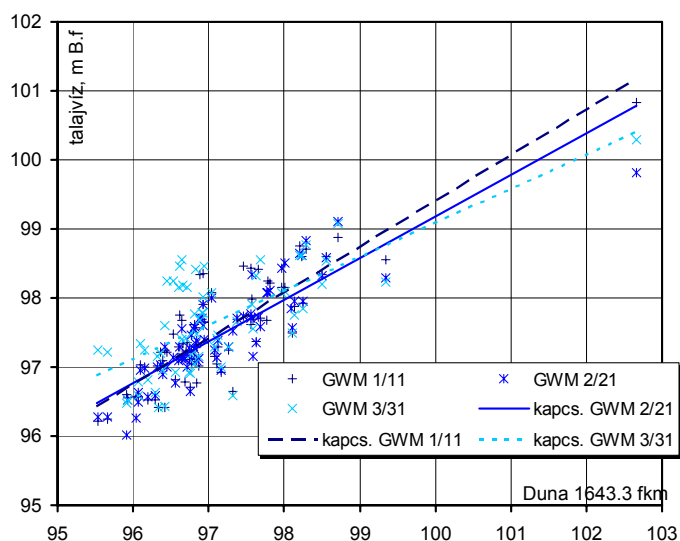


11. ábra: A kutak és a Duna szintje



12. ábra: A Duna és az ELTE-kutak kapcsolata

A 13. ábra a Duna és a GWM-kutak kapcsolatát mutatja. Jól látszik az ábrán, hogy a kutak vízjátéka kisebb, a mért értékek jobban szórnak, lényegesen kevésbé befolyásolja a talajvizet folyó. Az illeszkedés alacsony, a GWM-3 kút esetén az R^2 értéke nem éri el a 0.5-t.



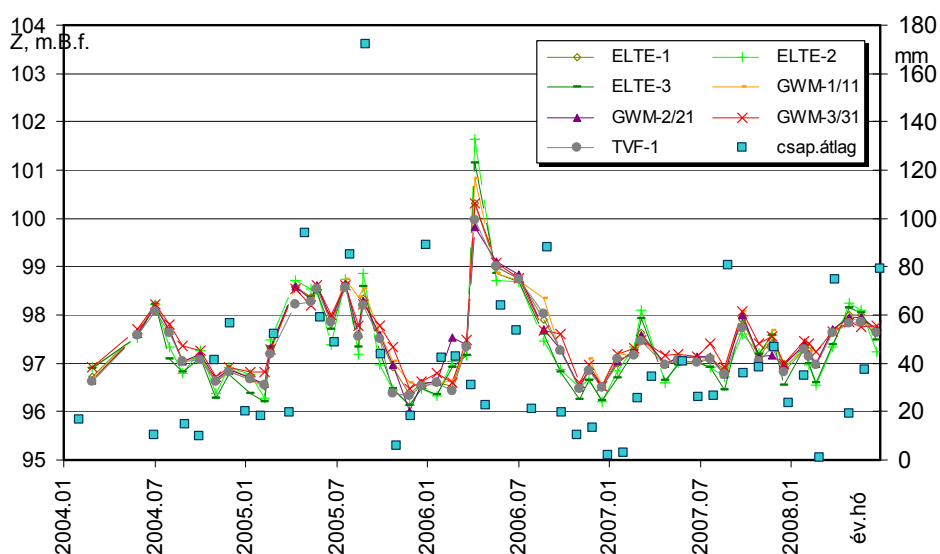
13. ábra: A Duna és a GWM-kutak kapcsolata

A két ábrán közöltek alapján megállapítható, hogy mintegy 97.5 – 98.0 m B.f. szintig a talajvíz a Duna felé áramlik, míg ezen szint fölött az áramlás megfordul. Ezen szint a 9. ábra tartóssági görbéje alapján 30 százalék körüli, azaz a térség talajvízszintjét a Duna legfeljebb évi 3 -4 hónapon keresztül táplálja. a további időszakban egyéb hatások, pl. csapadék, felszín alatti lefolyás dominálnak.

2.5.2. Csapadék – talajvíz

Az előzőek bizonyították, hogy a vizsgált terület talajvízjárását a csapadékviszonyok is erőteljesen befolyásolhatják. A 14. ábra a kutak szintje mellett a havi csapadékösszegeket mutatja. Itt a 2.4. pont két állomásának havi csapadékösszegei helyett a kettő átlagát adjuk meg.

Látható, hogy az alacsony talajvízszintű időszak általában csapadékmentes, vagy kis csapadéku időszakokkal párosul, mint 2005-2006 vagy 2006-2007 telén. Ennek fordítottja, azaz a magas csapadék – magas talajvíz kombináció azonban már nem ennyire egyértelmű. Például 2006. áprilisában a magas talajvízhez csekély csapadék párosul, ekkor a magas vízszint oka egyértelműen a dunai árvíz volt. Ugyanakkor a 2005. augusztusi nagy csapadék a talajvízszintekben gyakorlatilag jelenik meg. Ez a magas havi összeg valójában néhány nap kiemelkedően magas (20 mm fölötti) csapadékból adódik, mely szélsőséget a talajvíz követni nem tud.



14. ábra: A kutak szintje és talajvízszint

3 A TALAJVÍZ ÉS A BEÉPÍTETTSÉG VIZSGÁLATA

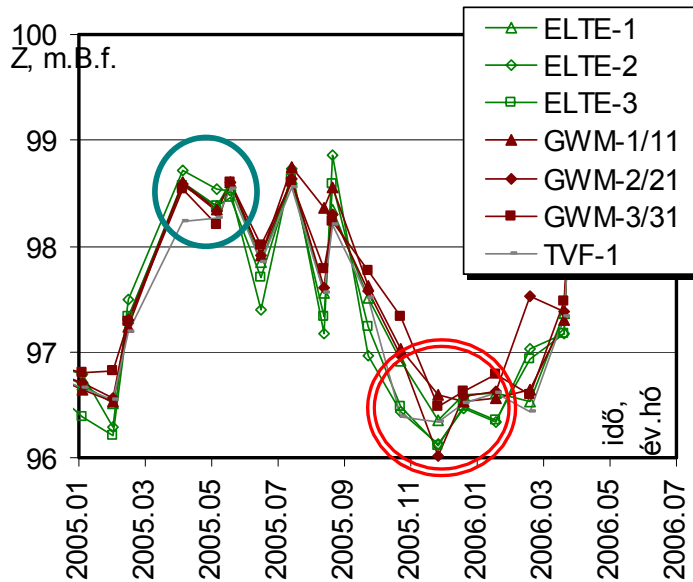
3.1 A számítások célja és módszere

A korábbiakban részletes elemeztük az INFOPARK és környezete talajvízjárását. Ennek alapján tisztázódtak a talajvízmozgást befolyásoló főbb természetes hatások. A terület beépítése azonban további befolyásoló tényezőt jelenthet. Jelen fejezet célja ennek feltárása.

Ehhez alapvető az egyes épületek mélysége, illetve alapozási síkja. Amennyiben az épület alapozási síkja nem éri el a 6 – 8 m vastag feltöltés alját, a talajvíz szempontjából áramlási akadályt gyakorlatilag nem okoz. Ilyen épületek az INFOPARK A, B, C, G és I jelű épületei, melyek legmélyebb pontja a terep alatt legfeljebb 5 m-re található.

Ezzel szemben az ELTE déli épülete, a tavaly átadott D jelű, valamint a jelenleg épülő E épület mélygarázsai 11 m-ig leérnek, így befolyásolhatják az áramlást.

Ennek vizsgálatához először olyan, hosszabb ideig tartó, állandósult állapotnak tekinthető időszakokat kerestünk, melyek szélsőséges ingadozásoktól mentes. Egyik ilyen időszak a 2005. április-május, melyet a **15. ábra** körrel jelöl. Ezen időszak hosszabb ideig tartó telt medrű, mely a **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** ábra tartóssága alapján közepesen magasabb dunai vízállást jelent. A másik szakasz a 2005. november – 2006. január periódus (15. ábra, kettős körrel jelölve), mely tartós kisvízes időszak.



15. ábra: A vizsgált időszakok

A kiválasztott időszakok azért is kedvezőek, mint összehasonlítási alap, mert az ELTE épületén kívül csak áramlási akadályt nem jelentő épületek alkották az INFOPARK együttesét.

Az egyes állapotok leírásához vízszintes síkú talajvíz-áramlási modell alkalmazandó. Ezzel az egyes kutak pontszerű információi helyett a teljes vizsgált terület leírható, akár valamely múltbeli vagy jelenlegi állapotában, akár valamely tervezett létesítmény hatását, vagy egyéb fiktív állapot vizsgálva. A fent említett két múltbeli eset a célok között említett állapotfelvétel kialakítására alkalmas, jelenlegi állapotnak a D jelű épület figyelembe vétele, jövőbeli állapotnak pedig az épülő E épület hatása tekinthető.

Az utóbbi évtizedekben többféle talajvíz-áramlási modellt dolgoztak ki különféle problémák megoldására. A vizsgálatokhoz ezek közül a potenciáleméleten alapuló analitikus elemek módszerét alkalmaztuk (AEM). Mivel a módszer a hazai gyakorlatban ritkán alkalmazott, főbb jellemzőit a következőkben foglaljuk össze.

Az AEM lényege abban áll, hogy a talajvíztérben a vízmozgást befolyásoló természetes képződmények, mesterséges létesítmények hatását külön-külön, a talajvízmozgás alapegyenletét egyenként kielégítő összefüggésekkel vizsgáljuk. Ezek az elemek a teljes talajvíztér egy-egy lokális jellemzőjét adják, a hozzájuk tartozó összefüggés a teljes áramlási tér leírásának egy-egy analitikus eleme. Az egyes elemek elkülönített leírása után a hatások az alapegyenlet linearitása illetve linearizálhatósága alapján egymásra halmozhatók. Így alakul ki a teljes áramlási tér átfogó leírása, mely kielégíti az időben állandó talajvízmozgás alapegyenletét.

A fenti, egyedi összefüggések az áramlási tér egy-egy elemét írják le az elem helye, valamint geometriai és hidraulikai jellemzői függvényében. Számos elem esetén ezen jellemzők adóttak, azonban különösen a hidraulikai jellemzők esetén ezek gyakran nem ismertek. Meghatározásukhoz esetükben szükséges egy-egy ellenőrző pont, ahol vagy a talajvízszint, vagy az áramlás iránya, vagy egyéb feltétel ismert. Ezen feltételek segítségével minden egyes ellenőrző pontra felírható a teljes áramlási terület jellemző összegzett hatása. Az így kapott egyenletek valamennyi pont figyelembe vételével olyan lineáris egyenletrendszer alakul ki, melynek megoldása után a vizsgált tér bármely pontjában megadható a talajvízszint.

Az egyes elemek leírásához a hidromechanika jól ismert áramképeit (NÉMETH, 1963.) vagy azok továbbfejlesztett változatait (STRACK, 1989, HAITJEMA, 1995, CSOMA, 2007.) alkalmazzuk. Így a Duna vonal menti források láncolatával vagy felületi források sorozatával vehető figyelembe. A vízvezető réteget teljesen le nem záró épületek vizsgálatára a réteg hidraulikai jellemzőinek lokális megváltozását leíró „inhomogenitások” egyik változata alkalmazható, mely csak a rétegvastagság megváltozását veszi figyelembe.

A fenti modell egyik alapvető feltételezése a végtelen kiterjedésű talajvíztér. Az egyes vizsgálatok azonban konkrét területeket érintenek, melyet olyan külsőnek tekinthető terület vesz körül, ahol a lejátszó jelenségek hatása nem minden esetben elhanyagolható. Ennek megfelelően a számítások során kétféle területet kell figyelembe venni. A vizsgálandó területet maga a feladat szabja meg. Az ott jelenlevő valamennyi elemet a lehető legjobb közelítéssel kell figyelembe venni, hiszen ezek adják a feladat megoldását. A számításokba bevont vett terület mindazon térség, ahol olyan elemek találhatóak, melyek a vizsgálandó területre még hatással vannak. A terület lehatárolása, a figyelembe vett elemek kiválasztása csak többszöri próbálkozással, bearányosítással lehetséges. A vizsgálandó területből kiindulva addig kell újabb külső elemeket bevonni, amíg azok a vizsgálandó térség talajvízszintjeire elhanyagolhatóan kicsiny hatást nem gyakorolnak. Így a terület fokozatos bővítéssel alakul ki. A külső részen olyan elemek is alkalmazhatók, melyek lokálisan közelítőek, nagyobb térségre gyakorolt hatásuk azonban megfelelő. A módszer ezen túl nem igényli sem diszkretizálási háló kialakítását, sem pedig a háló határa mentén peremfeltételek megadását, mely egyéb numerikus módszerek gyakori jellemzője.

A számításokhoz alkalmazott AEM program a Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék fejlesztése. További adatigénye az egyéb talajvíz-áramlási modellekéhez hasonló.

3.2 A számításokhoz felhasznált adatok

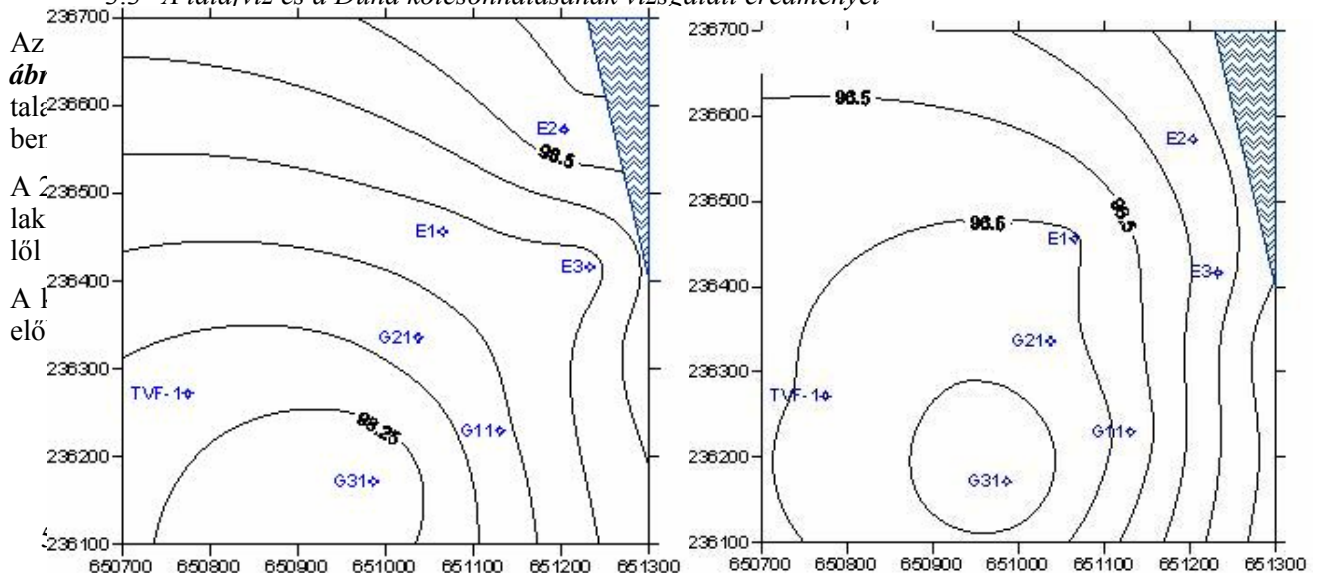
Az AEM modell alkalmazásához szükséges adatokat az alábbiak szerint állítottuk össze:

- Vízvezető réteg jellemzőit a 2.2. pont alapján vettük fel.
- A Duna helyszínrajzi elhelyezkedését és szintjeit a 2.3. pont alapján vettük figyelembe.
- Az egyes épületek elhelyezkedését és felszín alatti mélységét a kutak, kútcsoportok telepítési dokumentáció nyomán adtuk meg.
- Az egyes épületeket határoló sokszögekkel írtuk le.
- Az előző pontban említett vizsgálandó területet a Duna, Lágymányosi-híd és csatlakozó töltése, egyetemi sporttelepek valamint az ELTE északi és déli területeit elválasztó sáv által határolt négyszög alkotja.
- A számításokba bevont terület ennél tágabb, különösen a Duna északi és déli irányú kiterjesztése a Lágymányosi-öböllel tűnt indokoltnak.
- A modell bearányosításához a 2.2. pontbeli kutak szintjeit alkalmaztuk.

A számításokat először a megadott két időszak figyelembe vételével, az akkor meglévő épületekkel végeztük el. Ez valójában csak az ELTE déli épülete volt, hiszen az INFOPARK akkori épületei nem érnek mélyebbre a feltöltésnél.

Ezután a 11 mélyre leérő D épület hatását vizsgáltuk. Mivel az épületet csak 2007-ben adták át, újabb vizsgálandó időszak kiválasztására lett volna szükség. Ehelyett azonban az összehasonlíthatóság érdekében továbbra is a 2005. májusi illetve 2006. januári talajvízszintekkel vizsgáltuk az épület hatását. Hasonlóan jártunk el a jelenleg épülő E épület esetén is.

3.3 A talajvíz és a Duna kölcsönhatásának vizsgálati eredményei



16. ábra: Talajvízszintek 2005. májusban

17. ábra: Talajvízszintek 2006. januárban

Az E épület egymagában az alacsony talajvízszintű 2006. januári állapot esetén a szintekben a modell pontossági határát alig elérő, vagy csak kismértékben meghaladó eltéréseket okozott. Ebben az esetben a D épület hatása is elhanyagolható. Ennek az az oka, hogy az épületek alsó síkja a viszonylag alacsony talajvízszint fölött csak néhány méterrel található, így a telített rétegvastagság viszonylag kevésbé csökken.

A 2005. májusi állapotban, mindkét épület figyelembe vétele esetén a változások már észrevehetőek, azonban még mindig nem tekinthetők számottevőnek. Ennek az az oka, hogy az épületek helyszínrajzilag egymástól függetlenek, valamint a vízvezető réteget teljesen nem zárják le. Amennyiben ezen épületek összefüggő akadályt alkotnának, vagy a vízvezető réteget teljesen harántolnák, a hatás lényegesen magasabb lenne. Mivel az épületek hatása csekély, a megépítésük előtti és utáni állapot talajvízszintjeinek különbségét nem szemléltetjük.

4 ÖSSZEFOGLALÁS

Az INFOPARK térségében működő talajvízszint észlelő kutak adatsorainak elemzése nyomán az alábbi megállapítások tehetők:

- A térségben a talajvíz áramlási iránya körülbelül 30 – 35 %-os tartóssággal a Duna felől a vizsgált terület felé, míg 65 – 70 %-os tartóssággal fordított.
- A talajvízszintek kialakításában, különösen a hosszan tartó állandósult állapotokban a csapadék szerepe jelentős, a rövid idejű szélsőségeket azonban a vízszint követni nem, vagy alig tudja.
- Az áramlási irány megváltozása a 97.5 – 98.0 m B.f. dunai szint környezetében várható.
- Pontszerűen elhelyezkedő, a fektet el nem érő épületek csekély áramlási akadályt okoznak.

Jelen munka nem tekinthető lezártnak, hiszen mind a térség jövőjével kapcsolatban, mind általánosabb vonatkozásban további megválaszolandó kérdések merülhetnek fel. Ezek közül néhány:

- Az épülő BME Q épület hatása,
- A jelen szakaszon befejezés előtt álló, az alsó rakparton húzódó főgyűjtő csatorna hatása, mely a Duna – talajvíz kapcsolatot módosíthatja,
- A főgyűjtő csatorna esetleges meghibásodása esetén a térséget érő hatás, mely azonban már a mennyiségi mellett vízminőségi kérdéseket is felvet.
- A teljes Lágymányosi-öblözet átfogó vizsgálata.
- Javaslatétel beépítettségi határok megfogalmazására a talajvíz áramlás szempontjából.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Az INFOPARK területén létesített talajvízfigyelő kutakban a vízszintméréseket a GREENTECH Kft. és a GREENAREA Bt. megbízásából a BME Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék munkatársai végezték. A Szerzők a tanulmány elkészítéséhez nyújtott segítségért köszönettel tartoznak a közelmúltban elhunyt Tóth István ügyvezető igazgatónak (GREENTECH Kft.), továbbá a méréseket nagy szorgalommal végző tanszéki munkatársaknak, Árpás Endrének és Emszt Gyulának.

IRODALOMJEGYZÉK

- Csoma, R.: Szabályos és szabálytalan alakú analitikus elemek a talajvízmozgás modellezésére Ph.D. doktori értekezés, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapest, 2007.
- Haitjema, H. M.: Analytic Element Modelling of Groundwater Flow. Academic Press. San Diego, 1995.
- Ihrig, D. (szerk.): A magyar vízszabályozás története. VIZDOK, Budapest, 1973.
- Kertai, E. – Kozák, M. – Kővári, L.: Magyarország nagyobb vízépítési műtárgyai. Folyami kikötők. Országos Vízügyi Hivatal, Budapest, 1971.
- Kertai, E. – Kozák, M. – Sárosi, L.: Magyarország nagyobb vízépítési műtárgyai. Vízlépcsők. Országos Vízügyi Főigazgatóság, Budapest, 1963.
- Németh, E.: Hidromechanika. Egyetemi segédkönyv. Tankönyvkiadó, Budapest, 1963.
- Strack, O. D. L.: Groundwater Mechanics. Prentice-Hall, Englewood Cliffs, New Jersey, 1989.

- Tóry, K.: A Duna és szabályozása. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1952.
- A SZOB-DUNAFÖLDVÁR KÖZÖTTI DUNAI HAJÓÚT KITŰZÉSI TERVE. Közép-Duna-völgyi Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság www.kdvkövizig.hu
- DHV Ingenieur-Consulting Deutschland GmbH: Umwelttechnische und Baugrunduntersuchung auf dem Gelände Infopark Nord in Budapest. Bonn, 1998.
- GEOHIDRO Kft.: Budapest XI. kerületi Infopark 4082/81 HRSZ. Alatti talajvízfigyelő kutak telepítése. Budapest, 2003/a.
- GEOHIDRO Kft.: Budapest ELTE TTK épületek déli tömb területén talajvízfigyelő kutak telepítése. Budapest, 2003/b.
- GREENTECH Kft.: Informatikai Innovációs Park. InfoPark Budapest Északi terület. Földmunkák környezetvédelmi értékelése. Budapest, 1998.
- GREENTECH Kft.: Informatikai Innovációs Park. InfoPark Budapest Északi terület. Talajvízminőségi figyelőkutak fennmaradási és üzemelési engedélyezési tervdokumentáció. Budapest, 2000.
- HYDROINFO. Országos Vízelvezető Szolgálat. www.hydroinfo.hu
- Infopark Budapest. www.infopark.hu
- Vízrajzi évkönyv 1996 - 2003. CI. - CVIII. kötetek. Vízgazdálkodási Tudományos Kutató Központ. Budapest.
- Vízügyi Adatbank. Vízügyi Honlap. www.vizugy.hu