



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építőmérnöki kar

Tdk dolgozat (2016)

A felszín alatti lefolyás meghatározása a  
Lágymányosi-öblözeten

Készítette:

Wagner Flóra

Konzulens:

Dr. Csoma Rózsa

## Tartalom

1.	Bevezetés .....	3
2.	Terület bemutatása.....	6
3.	Kitűzött célok .....	8
4.	Az idei mérések.....	9
5.	A kutak napi adatsorainak felállítása .....	12
6.	A fajlagos talajvízhozam meghatározása.....	15
6.1.	Síkok meghatározása.....	15
6.2.	Talajmechanika .....	18
6.3.	A vízmozgás meghatározása .....	19
7.	Az eredmények értékelése .....	21
8.	Konklúzió.....	23
9.	Köszönetnyilvánítás .....	24
10.	Függelék.....	25
10.1.	A kapcsolati egyenesek a GWM-31-es kút alapján.....	25
10.2.	A kapcsolati egyenesek a Duna (Vigadó tér) alapján .....	28
10.3.	A számított vízszintek .....	31
10.4.	A vízmozgás irányának változásai .....	34
10.5.	A fajlagos vízhozamok alakulása síkonként .....	38
11.	Ábrajegyzék.....	39
12.	Irodalomjegyzék.....	41

## 1. Bevezetés

Vízfolyások mentén a talajvízszintre a folyó mindenkori vízszintje számottevő hatást gyakorolhat. Belterületeken azonban, a talajvíz mozgását a természetes viszonyokon túl a vízvezető réteget elérő épületek is befolyásolhatják. A talajvíz-épület kölcsönhatás vizsgálata a fővárosban is régóta ismert probléma. Míg azonban, korábban a felszín alatti épületrészek, alapok biztonságos kialakítása, a pincevizek elkerülése volt a cél (*Szabó, 1967*) addig napjainkban a gyakran többszintes földalatti létesítmények állékonyságán túl (*Mecsi, 2007*) környezetvédelmi kérdések sem hagyhatók figyelmen kívül.

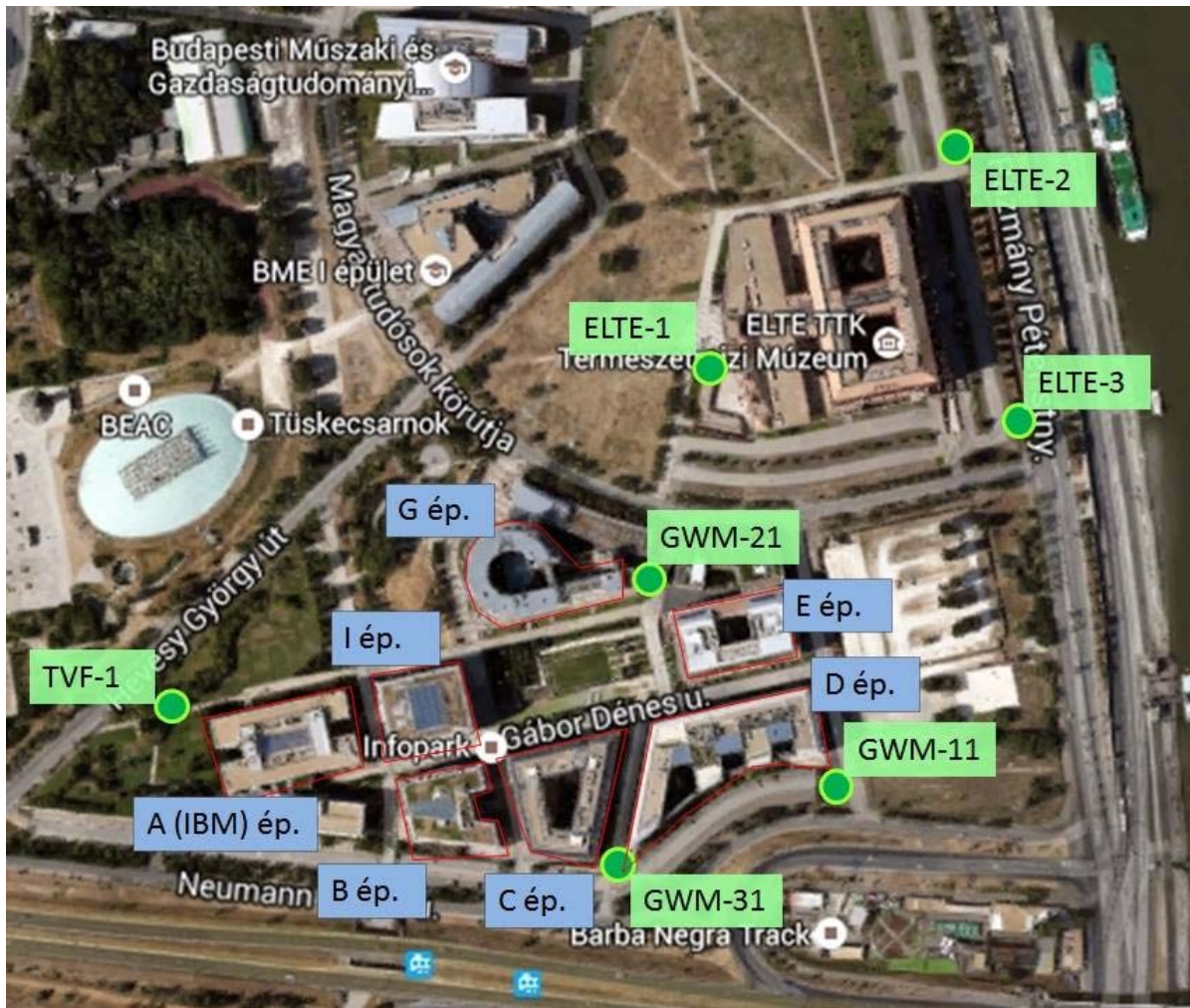
Egy ilyen folyóparti térségben, Dél-Buda kiemelt adottságú területén, a Lágymányosi-öblözet Petőfi- híd és Lágymányosi- híd közötti szakaszán- a korábbi sokféle beépítési elképzelés után- épül ki az egyetemekhez csatlakozó információs központ, az *Infopark-Budapest* északi területe.

A XIX. század elején a Duna elfajult, túl széles, igen sekély szakaszán alakult ki a hírhedt Kopaszi-zátony, ahol 1838-ban a medret eltorlaszoló jég katasztrofális árvízhez vezetett. Ez indította el- összhangban a város árvízvédelmi rendszerének felülvizsgálatával- a szakasz rendezését is. Ennek egyik fontos eleme a jobb parti párhuzammű, mely az 1880-as években épült ki (*Ihrig, 1973*). Ennek védelme mellett észak felől, a *Szent Gellért tér* irányából, elkezdődött a térség feltöltése is. A Petőfi-híd és Lágymányosi- híd közötti terület mai állapotában több ütemben létesített feltöltéssel, az 1950-es évekre alakult ki. A hasznosításról többféle elképzelés született, amíg végül az északabbra elhelyezkedő *ELTE* és *BME* egyetemi épületek mellett a Lágymányosi- híd hídfőjének közelében indult meg az Informatikai Innovációs Park, röviden *Infopark* (1. ábra) beruházása.

Az 1999-ben elsőként elkészült *A (IBM)* épület után sorra épültek a *G* (korábbi *MATÁV, 2000*) a *B* és *I* (2002) *C* (2005) s a *D* (2007) épületek melyek parkosított teret fognak közre. 2009-re a teret a Duna felőli oldalon lezáró *E* épület is átadásra került.

A terület feltöltése vegyes anyagú, nagyrészt különböző erőművi salakok alkalmazásával készült. Ezek nehézfém tartalma több helyen az egészségügyi határértéket meghaladó. A salakokból történő kioldódás ellenőrzésére a környezetvédelmi hatóság az egyes létesítményekhez talajvíz- megfigyelő kutak telepítését írta elő.

Így létesült egy kút az IBM székháznál (TVF-1 kút), három az *Infopark* épületei között (GWM kutak), amelyeket egy alkalommal az építési munkák miatt át kellett helyezni, valamint három az *ELTE* déli épülettömbje körül (ELTE kutak).



1. ábra A vizsgált terület





1. kép A TVF jelű kút helye a betemetés után

Sajnálatos módon az idei nyáron hatósági döntés alapján az IBM betemettette TVF-1 jelű kutat, így ebben a dolgozatomban a megmaradt hat kút által határolt terület talajvízmozgásával tudtam foglalkozni. Azonban egyes vizsgálatokhoz – még ha csonka adatsorral is – de a kutat bevonom.

## 2. Terület bemutatása

A 19. századi fővárosi Duna-szakasz képe jóval különbözött a maiétól. A történelmi források számos Pestet és Budát érintő árvízről számolnak be. Az 1838. évi jeges árvízvet követően a fővárosi Duna- szakasz szabályozása egyre jobban előtérbe került (Ihrig, 1973). Az 1870. évi XC. t.c. megteremtette a fővárosi Duna-szakasz szabályozásának alapját. A munkálatok során a Gellért-hegy alatti Duna medret párhuzamművel leszűkítették, majd a hírhedt Kopaszi-zátony elkotort anyagát a párhuzammű mögé töltötték vissza. (Töry, 1952.)

1873-ban a Déli Összekötő Vasúti híd építésével elkezdődött a párhuzammű által kihalászott Lágymányosi Duna-szakasz feltöltése. Az 1900-as évek elején megkezdtek a József Műegyetem (mai nevén: Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem) építését, melynek során kb. 72.000 m<sup>2</sup>-nyi területet töltöttek fel a Lágymányosi-tó területéből. A XX. századtól napjainkig a Műegyetem fokozatosan terjeszkedik a területen, hiszen a Szent Gellért tértől (CH) a Magyar tudósok körútjáig (Q) épültek oktatási épületeink.

1896-ban átadták a Ferenc József hidat (mai nevén: Szabadsághíd), majd 1933-1937 között folyt a Horthy Miklós (mai nevén: Petőfi híd) híd építése, melynek során megkezdtek a Lágymányosi-tó Déli Vasúti Összekötő-hídtól északra lévő részének feltöltését. A terület feltöltése az 1960-as években fejeződött be.

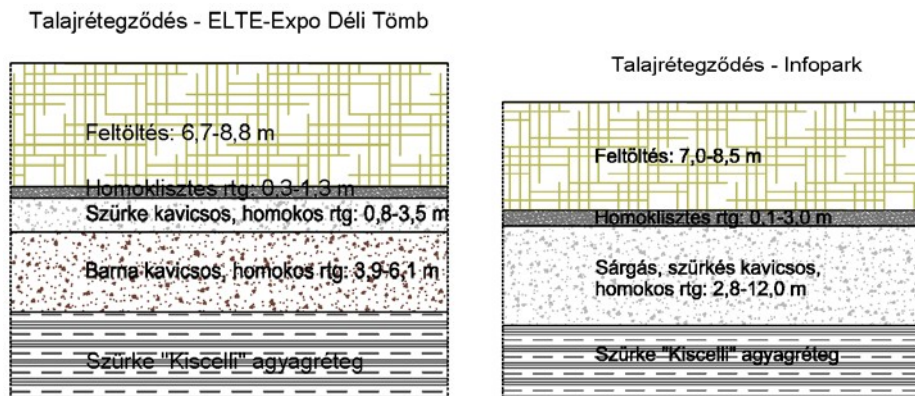
Az 1992-ben elkezdett Lágymányosi-hidat (mai nevén: Rákóczi-híd) 1995-ben adták át a forgalomnak.

Az 1990-as években megindult az Informatikai Innovációs Park (Infopark) beruházása, 2009-ig 7 épület készült el (lásd 1. fejezet). Az Infopark építésével párhuzamosan elkezdtek az ELTE-Expo Északi- és Déli Tömb építését is. Az épületeket 2001-ben adták át.

A területen a Közép-Duna-völgyi Környezetvédelmi Felügyelőség a feltöltésben található nehézfémek határértéket meghaladó értékei miatt talajvíz-figyelő kutak telepítését írta elő. Jelenleg a BME Építőmérnöki Kar két tanszéke (Vízéptési és Vízgazdálkodási, valamint a korábbi Építőanyagok és Mérnökgeológia, most Építőanyagok és Magasépítési Tanszékek) üzemeltetik a kutakat kutatási célra. (Csoma, Gálos, 2009.)

Egy korábbi vizsgálat során, a mérési terület talajrétegződését már meghatározták (Szívós et al, 2013), mi az elkövetkezőkben kerül bemutatásra. Itt két területet határoztak meg,

ahol vizsgálták a talaj összetételét. E két terület az ELTE-Expo déli része és az Infopark területe.  
(2. ábra)



2. ábra: Talajrétegződés – a vizsgált területeken

A feltöltés anyaga mindkét területen rendkívül változatos. Általában barna színű salakos, építési törmelékes, néhol agyagos iszapos feltöltés.

A DVG Ingenieur-Consulting Deutschland GmbH az Infopark építését megelőzően 4 m mélységig talajfúrásokat, ill. talajvizsgálatot végzett. A feltöltés ezen mintákban nagy eltéréseket mutat. Színét tekintve barna-, szürke- és fekete feltöltés is megtalálható a területen, ami a különböző színű erőműi salakokkal magyarázható. A feltöltés szemeloszlása rendkívül változatos, különböző szemnagyságú frakciók vannak jelen benne (iszap, homok, kavics), az egyenlőtlenségi mutató ált. kiugróan nagy ( $C_u=50-300$ ). A feltöltésben jelen lévő építési törmelék rendkívül változatos: betondarabok, műanyag, kő, huzaldarabok és egyéb fémek, téglák, papír, fa.

A feltöltés alatt mindkét vizsgált területen homoklisztes (MSZ 140043-3:1979 szerinti frakciók), iszapos, néhol kavicsos féligáteresztő réteg található. A réteg vastagsága 0,1-3,0 m között változik. A homoklisztes réteg alatt mindkét területen kavicsos-, homokos- rétegek találhatóak.

Az ELTE-Expo Déli Tömb területén szürke kavicsos réteg 0,8-3,5 m vastagságban, majd alatta barna kavicsos réteg található 3,9-6,1 m vastagságban. Ez a réteg az Infopark területén már nem található meg. Az Infopark területén a homoklisztes réteg alatt szürkés-sárgás kavicsos homokos réteg található 2,8-12,0 m vastagságban. A kavicsos réteg alatt mindkét vizsgált területen szürke vízzáró Kiscelli Agyag található. (Szivos et al, 2013.)

### 3. Kitűzött célok

Jelen munka alapját több, korábbi mérés és azok részletes elemzése adja. Így az egyes kutak előírt észlelési idején az akkori Építőanyagok és Mérnökgeológia Tanszék végezte a méréseket. Szívós Balázs ezen mérések és egyéb feltárások alapján egyebek mellett a szivárgási együtthatót határozta meg (Szívós et al, 2013.), Kukucska Péter a 2013. évi árvíz hatásait vizsgálta (Kukucska et al, 2015.), Kubik Anita diplomatervében (Kubik, 2016.) valamint Megyesi Tiborral és Lükő Gabriellával tavalyi TDK dolgozatunkban (Megyesi et al, 2015.) kisvizes időszakokat vizsgáltunk. Ez a dolgozat az akkori méréssorozat folytatása és az annak nyomán kapott eredmények összefoglalása.

Munkám során a terület vízmozgásának minél bővebb megismerését tűztem ki célul. Ezen belül is a talajvíz Dunával való kapcsolatán felül pontosabb képet szeretnék kapni a területen található épületek hatásairól.

Az idej, kisvizes időszakban, fontosnak tartom a Duna rövid idejű árhullámai miatti változások elemzését, ehhez elengedhetetlen egy minél pontosabb napi idősor meghatározása.

Végeredményképp, tervem egy olyan összefüggés felállítása, mellyel egyetlen kút és a Duna mért vízszintjei alapján a terület bármely részén meghatározható a talajvízszint, valamint ennek alapján a talajvíz áramlási iránya és a hozam nagysága. Szeretném, hogy kutatásom eredményei a későbbi beépítések, fejlesztések alkalmával segítséget nyújthasson a tervezők számára.



## 4. Az ideai mérések

A terület eleinte hét, majd hat kútjában az elmúlt évben kéthetente végeztem méréseket, egy fényjelzős talajvízszintmérő műszerrel, mely a 2. képen látható.



2. kép A fényjelzős talajvízszintmérő műszer

Idén tavasszal sikerült egy Dataqua gyártmányú folyadékszint rögzítő berendezést telepíteni a GWM-31 kútba (3. kép). A választás az alábbi megfontolások alapján esett erre a kútra:

- a partmenti kutakat kizártam, mivel ott csak a Duna befolyásoló hatását láthattuk volna,
- így inkább a parttól távolabbi kutak közül választottam
- a TVF kút azért nem volt megfelelő, mivel megmaradásának kétségességéről egy éve tájékoztattak minket,
- az ELTE-1 egy nagyobb épület mögött, a GWM-21 épületek között van,
- így a Dunától második legtávolabbi kutat, a GWM-31-et találtam a legmegfelelőbbnek.



3. kép A folyadékszint rögzítő berendezés a GWM-31-es kútban

A folyadékszint rögzítő berendezés óránként tárolta el a mért vízszinteket, a számításokhoz ezeket szűrtem le 24 óránkénti adatokra. Mivel a kétheti méréseket főként a nap közepén tudtam végezni, ezért a déli adatokat tartottam meg.

A Duna Vigadó térnél mért napi idősorát az Országos Vízelző Szolgálat honlapjáról ([www.hydroinfo.hu](http://www.hydroinfo.hu)) szereztem be.

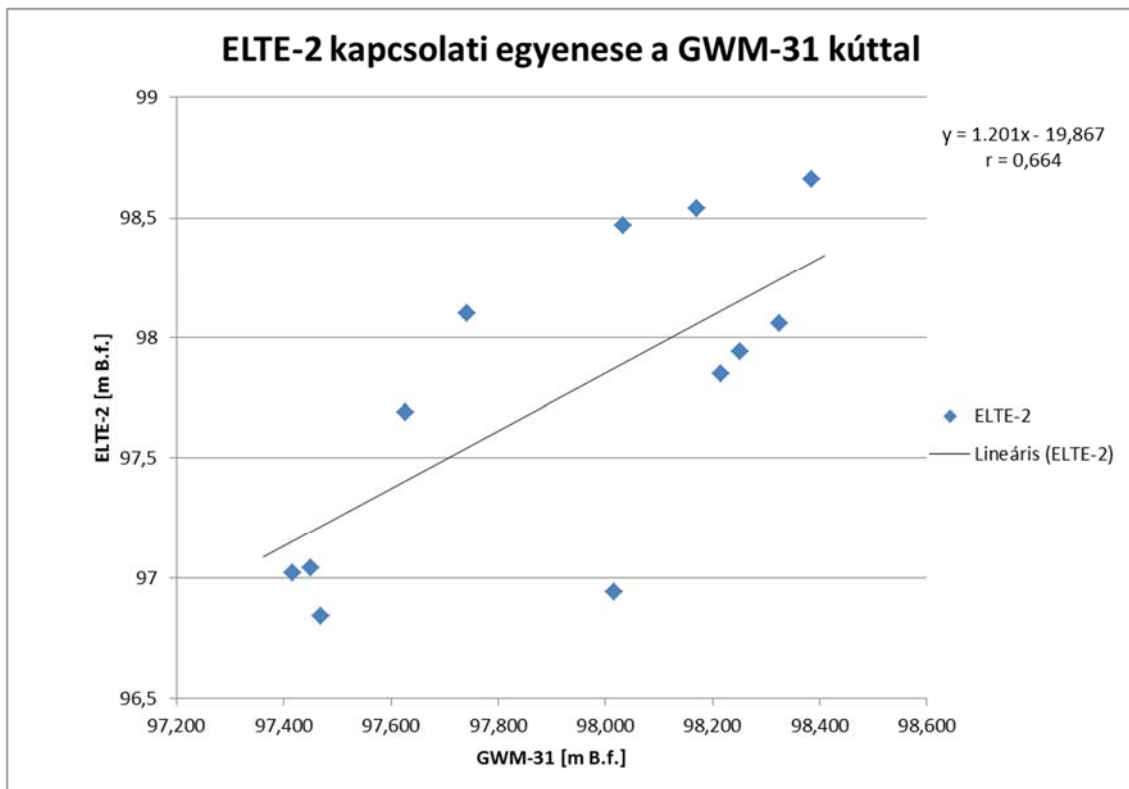
Az alábbi táblázat tartalmazza a saját méréseket és a hozzájuk tartozó GWM-31-ben mért és Duna vízszinteket, az összehasonlíthatóság érdekében más nem a mért vízállásokkal, hanem a peremmagasságokból levonva, illetve a vízmérce 0 pontjához hozzáadva, abszolút magassággal. Az értékeket az 1. táblázat mutatja.

Dátum	GWM-31 [m B.f]	Duna (Vigadó tér) [m B.f]	ELTE-1 [m B.f]	ELTE-2 [m B.f]	ELTE-3 [m B.f]	GWM-11 [m B.f]	GWM-21 [m B.f]
2016.02.29	97,74	98,17	97,88	98,10	98,02	97,93	97,91
2016.03.17	97,63	97,05	97,52	97,69	97,35	97,68	97,64
2016.03.31	97,47	96,70	97,21	96,84	96,89	97,27	97,25
2016.04.13	97,42	96,98	97,22	97,02	97,04	97,20	97,28
2016.04.28	97,45	97,12	97,23	97,04	97,09	97,21	97,26
2016.06.09	98,03	98,83	98,15	98,47	98,41	98,17	98,13
2016.06.17	98,17	98,94	98,27	98,54	98,51	98,31	98,31
2016.07.04	98,33	98,17	98,23	98,06	98,18	98,33	98,26
2016.07.20	98,38	98,85	98,44	98,66	98,60	98,51	98,41
2016.08.03	98,22	97,95	98,06	97,85	97,99	98,08	98,22
2016.08.17	98,25	97,86	98,17	97,94	98,09	98,24	98,25
2016.08.30	98,02	96,81	97,58	96,94	97,21	97,71	97,81

1. táblázat Saját mérések

## 5. A kutak napi adatsorainak felállítása

A mérések alapján a GWM-31 kút napi, a többi hat (illetve később öt) kút kéthetenkénti adatsora állt rendelkezésemre. Elsőként a hat (öt) kút napi adatainak előállításához egyváltozós korrelációs számítás elvei alapján lineáris kapcsolatokat határoztam meg a GWM-31 és a többi kút között. A 3. ábra az ELTE-2 kút kapcsolati egyenesét mutatja, az összes kút hasonló ábrái a 10.1. Függelékben láthatók, az egyes kutak így számított vízszint-idősorát a 10.3. Függelékben a 22. ábra mutatja. A mért és a számított értékek között néhol jelentősek az eltérések.



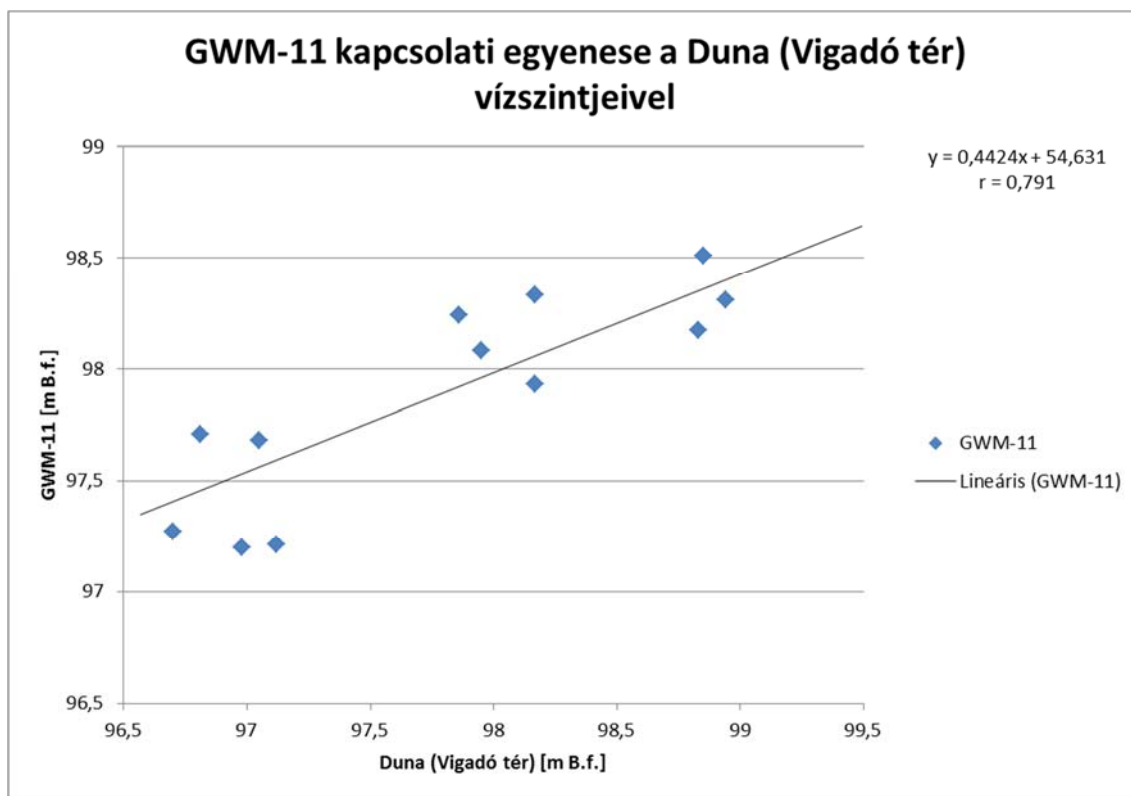
3. ábra Az ELTE-2 és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese

Fenti ábra – mint ahogy a függelék ábrái is, feltüntetik a korrelációs együtthatót is, melyet az összes kútra az 2. táblázatban foglaltam össze.

A korrelációs együttható 0,8 feletti volt a legtöbb kútnál, kivéve a két partmenti kútnál, ahol sokkal alacsonyabb értékeket kaptam. Ez arra utal, hogy a kutaknak erős kapcsolata kell legyen a Duna vízszintjével, esetlegesen erősebb, mint a GWM-31 kúttal.

Emiatt szintén felállítottam a Duna Vigadó téri vízmércéjével való lineáris kapcsolatokat. Példaként itt az GWM-11 kutat adom meg, melyet a 4. ábra mutat, az összes kút hasonló ábrái a 10.2. Függelékben láthatók.





4. ábra A GWM-11 kapcsolati egyenese a Duna (Vigadó tér) vízszintjeivel

A korrelációs tényezőket az előző esethez hasonlóan a 2. táblázat tartalmazza. Látható, hogy a partmenti kutaknál ez esetben nagy korrelációs tényezőt kaptam, illetve a többi kútnál is 0,7 felettieket. Az egyes kutak Duna-vízszint alapján számított vízszintjeit a 10.3. Függelék 23. ábrája mutatja. A mért és számított értékek itt már jobban igazodnak egymáshoz.

	ELTE-1	ELTE-2	ELTE-3	GWM-11	GWM-21	TVF
GWM-31	0,86	0,66	0,77	0,86	0,88	0,93
Duna (Vigadó tér)	0,83	0,88	0,89	0,79	0,77	0,88
Többváltozós korrelációs számítás	0,93	0,89	0,92	0,91	0,92	-

2. táblázat A korrelációs számítások r korrelációs tényezői

Hogy minél kisebb hibahatáron belül tudjam végezni a számításaimat, kétváltozós korrelációs számítás mellett döntöttem, melyben a két független változó a GWM-31-ben mért napi vízszintek (x), illetve a Duna vízszintjei (z), a függő változó pedig a vizsgált kút (y). Ezzel mindenütt magasabb korrelációs együtthatót kaptam, 0,9 körüli értékeket, és így



pontosabban tudtam felállítani a kutak napi idősorát. Az idősor a 10.3. függelék 24. ábráján látható. Itt már egyezést mutatnak a mért és számított értékek.

A három korrelációs számítás  $r$  korrelációs tényezőinek szórását a 3. táblázat tartalmazza. Az értékek igazolják azt, hogy a Duna figyelembe vételére szükség van.

	ELTE-1	ELTE-2	ELTE-3	GWM-11	GWM-21	TVF
GWM-31	0,08	0,17	0,12	0,08	0,07	0,05
Duna (Vigadó tér)	0,10	0,07	0,06	0,11	0,12	0,08
Többváltozós korrelációs számítás	0,04	0,06	0,04	0,05	0,05	-

3. táblázat Az  $r$  korrelációs tényezők szórása

## 6. A fajlagos talajvízhozam meghatározása

### 6.1. Síkok meghatározása

Az áramlási irány meghatározásához a hat kút által megadott felületet síkokkal közelítettem. A hetedik, időközben felszámolt TVF jelű kutat ebből a vizsgálatból már ki kellett hagynom. A kutak által határolt területen felvettem négy síkot az 5. ábra szerinti elrendezésben.



5. ábra A vizsgált síkok

A négy síkon különböző építmények találhatóak, és más a zöldterületek aránya is. A 4., 5., 6. és 7. képen mindegyik területet egy jellemző képpel mutatom be.



4. kép Az ELTE-TTK épülete az 1. síkon



5. kép Útszakasz a 2. síkon



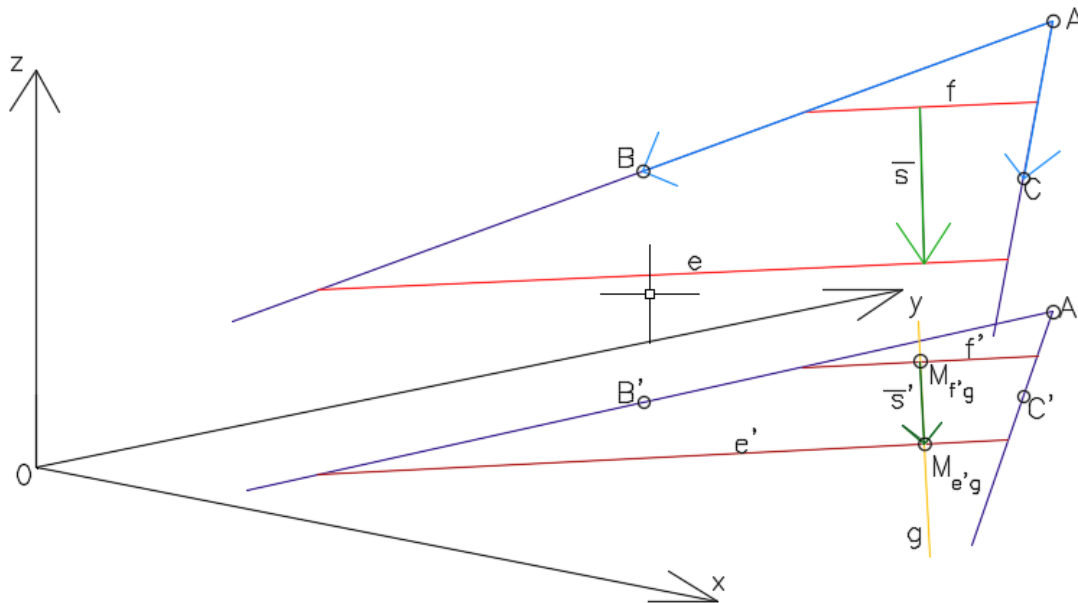
6. kép Építkezés a 3. síkon



7. kép Az Infopark D épülete a 4. síkon

A térbeli koordinátarendszeren  $x$  és  $y$  tengelyek az EOV koordinátarendszer  $Y$  és  $X$  tengelyeinek felelnek meg. A  $z$  tengelyen a háromváltozós korrelációs számítással kapott vízszinteket vettem fel.

A használt vektorgeometriai lépéseket a 6. ábra segítségével az alábbiakban mutatom be.



6. ábra Az esés számításának menete (példa)

Elsőként közös kiindulópontból meghatároztam két vektort a másik két kúthoz, így megkaptam a síkot határoló két vektor egyenletét. Ezekon megkerestem azokat a pontokat, amelyeknek  $z$  értéke 90 m B.f illetve 100 m B.f. Ezeket az értékeket behelyettesítve mind a két vektoron kaptam két-két pontot, melyek meghatározzák a 90 m B.f-hez és a 100 m B.f-hez tartozó szintvonalak egyenleteit ( $e$  és  $f$ ), melyek bizonyíthatóan párhuzamosak.

Ezután csak  $x$  és  $y$  koordinátákat figyelembe véve, felvettem egy egyenest ( $g$ ), amely merőleges mind a két szintvonalam vetületére, ennek meghatároztam a metszéspontjait ( $M_{e'g}$  és  $M_{f'g}$ ).

Az esés irányát a két metszéspont segítségével számítottam. A 100 m B.f szintvonal vetületén felvett metszéspontból ( $M_{f'g}$ ) indított vektor ( $s'$ ) iránya a másik metszéspont ( $M_{e'g}$ ) felé megegyezik az esés irányával ( $s$ ).

Az esés nagyságának meghatározásához a két szintvonal közötti magasságkülönbség ismert,  $d_z = 10$  méter. A vízszintes távolságot a két metszéspont távolsága adja. A kettő hányadosa megegyezik az esés nagyságával.

A számított eséseket 20 naponta ábrázoltam. Látható, hogy amikor a Duna vízszintje alacsonyabb a kutak vízszintjeihez képest, talajvíz jellemzően észak-keleti irányban mozog a Duna felé. Azonban ellenkező esetben, amikor a Duna vízszintje magasabban van, dél-nyugati irányba mozdul el a talajvíz.

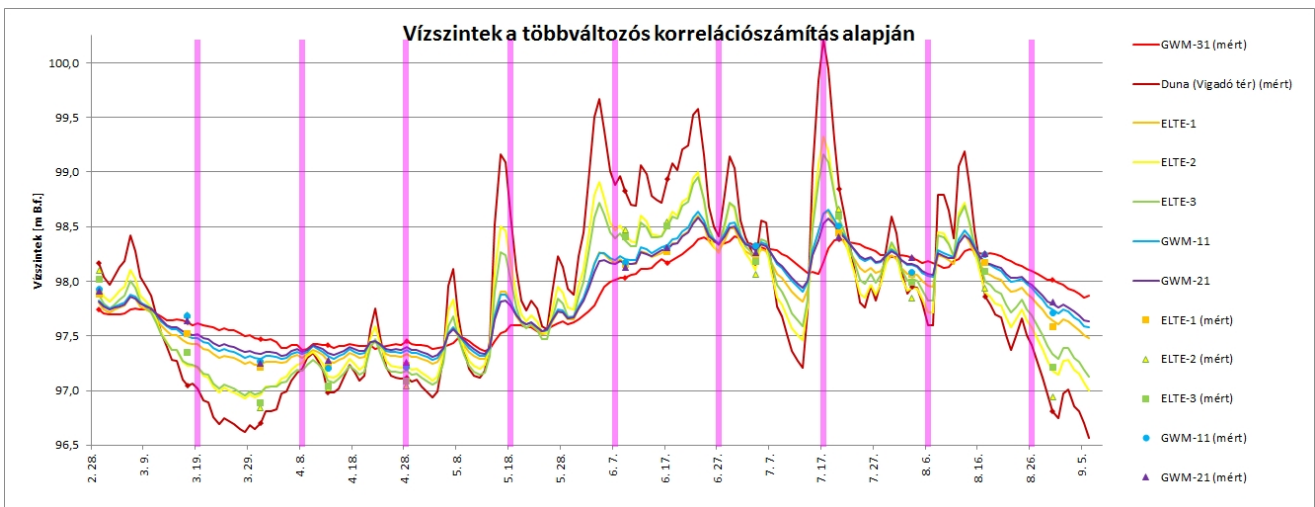




7. ábra A talajvíz mozgása 03.19-én



8. ábra A talajvíz mozgása 06.07-én



9. ábra Az ábrázolt vízmozgás irányok időpontjai

## 6.2. Talajmechanika

A területről készült előzetes talajvizsgálat során meghatározott rétegezethez segítségével felvettem, hogy az egyes kutak mellett milyen a talaj összetétele. Ez és a napi talajvízszintek alapján megismerhető, hogy mikor melyik réteget, mekkora mértékben érte el a talajvíz. Az eredményeket átlagolva a síkok súlypontjára jellemző vízszintek napi idősorát kaptam meg.



Korábbi vizsgálatokban (Szívos et al, 2013) a talaj rétegeinek vízáteresztő képességének  $k$  tényezőivel is foglalkoztak. Az ebből készült izovonalas térképek alapján mind a négy síkra és a háromféle talajrétegre meghatároztam egy átlagos  $k$  tényezőt, amit a területekkel való súlyozás alapján becsültem, az értékeket a 4. táblázat tartalmazza.

	1. sík [m/s]	2. sík [m/s]	3. sík [m/s]	4. sík [m/s]
Feltöltés	$4,8 \cdot 10^{-5}$	$3,5 \cdot 10^{-5}$	$3,1 \cdot 10^{-5}$	$8,9 \cdot 10^{-6}$
Szürke kavics	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$3,6 \cdot 10^{-2}$	$1,6 \cdot 10^{-2}$	$1,5 \cdot 10^{-3}$
Barna kavics	$1,1 \cdot 10^{-2}$	-	-	-

4. táblázat Becsült  $k$  tényezők területenként

A területi  $k$  tényezők és a talajvíz által elért rétegek vastagsága alapján az 1. egyenlettel a vastagságokkal súlyozva számítható az átlagos  $k$  tényezők napi idősora.

$$k_{\text{átlag},i} = \frac{k_{\text{feltöltés},i} \cdot h_{\text{feltöltés},i} + k_{\text{szürke},i} \cdot h_{\text{szürke},i} + k_{\text{barna},i} \cdot h_{\text{barna},i}}{h_{\text{feltöltés},i} + h_{\text{szürke},i} + h_{\text{barna},i}} \quad (1)$$

A  $k$  átlagos számítása

### 6.3. A vízmozgás meghatározása

Az előbbi lépések azért voltak szükségesek, hogy további képleteket használva minden egyes sík jellemző vízmozgásának napi idősorát meghatározzam.

A Darcy-törvényt (2. egyenlet) használva meghatározható a terület súlypontjára jellemző sebesség iránya és nagysága.

$$v = k \cdot S \quad (2)$$

Darcy-törvény

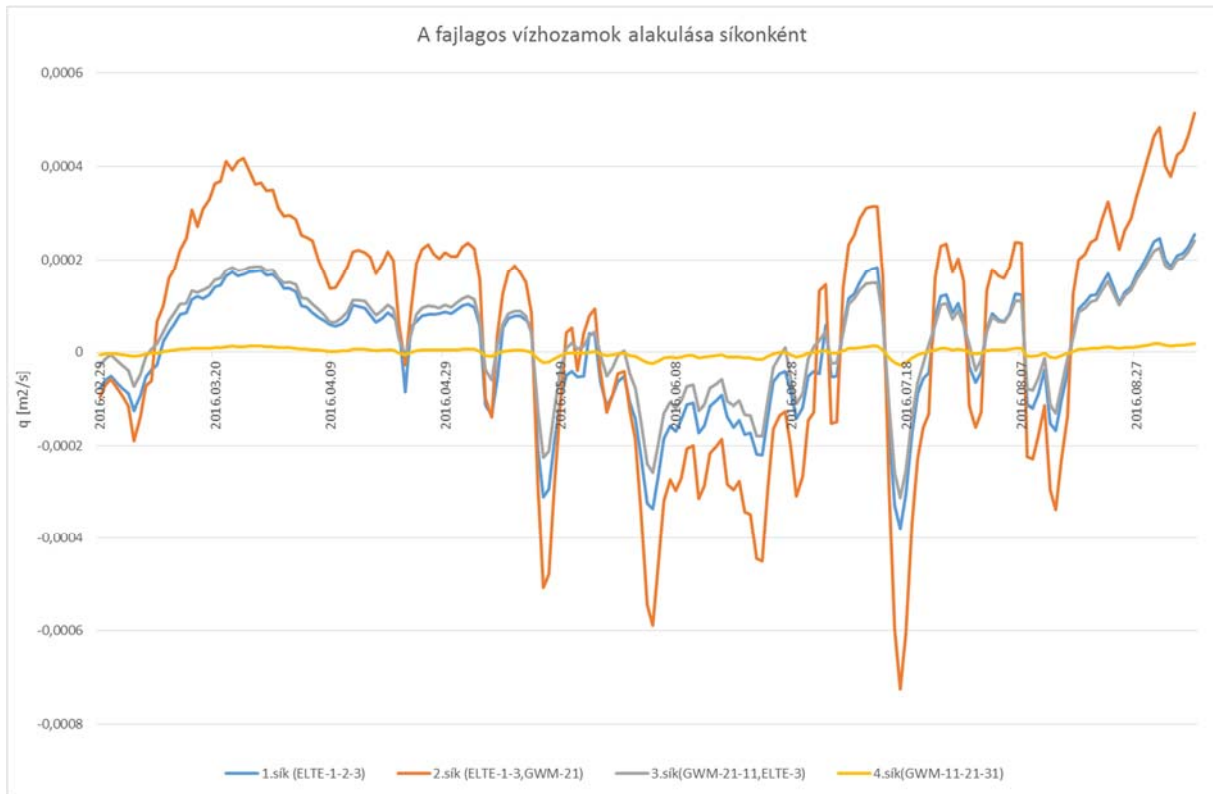
Ismerve, hogy a talajvíz milyen magasságban mozog a vízzáró réteg felett, a folytonosság használatával számítható a fajlagos vízhozam nagysága (3. egyenlet).

$$q = v \cdot h \quad (3)$$

A fajlagos hozam számítása

Ezzel megkaptuk az egyes síkokon végbemenő vízmozgások nagyságát. Ahhoz, hogy irányukat szemléltetni tudjam, negatív előjelet kaptam az az adat, amely esésének vízszintes

irányú komponense negatív volt, tehát az esés nyugat fele mutat, míg a Duna kelet felé található. Így a negatív előjelű fajlagos vízhozamok a Dunából kilépő vízmennyiségekhez tartoznak, míg a pozitív előjelűek a Duna felé áramlanak. Ezt a 9. ábra mutatja.



10. ábra A fajlagos vízhozamok alakulása síkonként

## 7. Az eredmények értékelése

Az előző pontban ismertetett számítások alapján látható, hogy a negyedik síkon minimális a vízhozam. Itt az Infopark D épülete található, ami alatt háromszintes mélygarázs van, így ezen a területen a legnagyobb a beépítettség aránya. Ez alapján elmondható, hogy itt a legnagyobb talajvíz akadályoztatottsága is.

Szintén háromszintes mélygarázs található az Infopark E épülete alatt, amely a harmas síkon helyezkedik el. A szomszédos, még szabad parcellán folyó építkezés is akadályozhatja a talajvíz áramlását. Azonban itt több a zöldfelület, illetve a Duna is közelebb fekszik, ami hozzájárul ahhoz, hogy itt már nagyobb fajlagos vízhozamokkal kell számolni.

Az első síkon közel azonos eredményeket kaptam. A terület Dunától való elhelyezkedése hasonló a harmadik síkkal, két partmenti kút határozza meg. Ugyanúgy található az épület alatt egy kisebb mélygarázs, illetve a zöldfelületek aránya is hasonló.

Szembetűnő, hogy a legnagyobb vízhozamok a 2. síkhoz tartoznak. Valószínűleg ezen a területen a legkisebb a felszín alatti lefolyás mozgásának akadályoztatottsága. Ezenfelül, itt egy kisebb esőzést követően a felszínen megjelenő vizek másnap is megfigyelhetőek. Míg a többi területet nagyrészt száraznak mondhatjuk, a vizsgált útszakaszon az alábbihoz hasonló részek alakulnak ki:



8. kép Útszakasz a 2. síkon

Lehetséges, hogy az itt található útszakasz mentén gyűlik össze minden felszínen megjelenő csapadék, ezért ezen a területen lehet a legnagyobb a beszivárgás. A vízvezető csatorna állapotát nézve nem ekkora mennyiségű összegyűlt vizek elvezetésére tervezték, illetve a karbantartás gyakoriságának meghatározásánál ezt nem veszik figyelembe.



9. kép Vízvezető rács

## 8. Konklúzió

Dolgozatom során sikeresen létrehoztam a célkitűzésemben szereplő rendszert, ami képes az egykori Lágymányosi-tó egy részének vizsgált területén bármely pontban meghatározni a talajvíz magasságát, és amellyel előrejelzések is készíthetők.

A talajvíz mozgásának és az épített környezet hatásait bizonyítani tudom eredményeimmel. A terület épületeinek állékonysági problémáinak megmagyarázásához a vízmozgás hatásainak vizsgálatával közelebb kerülhetek a jövőben. A további beépítések alkalmával ez alapján segítséget nyújthatok a tervezőknek.

A jövőben szükségesnek tartom csapadékmérő műszerek telepítését, hogy a területre érkező csapadékkal is kapcsolatba állíthassam a felszín alatti lefolyás mozgását. A kapcsolat fontosságát a csapadékos időben készült fényképek is alátámasztják.



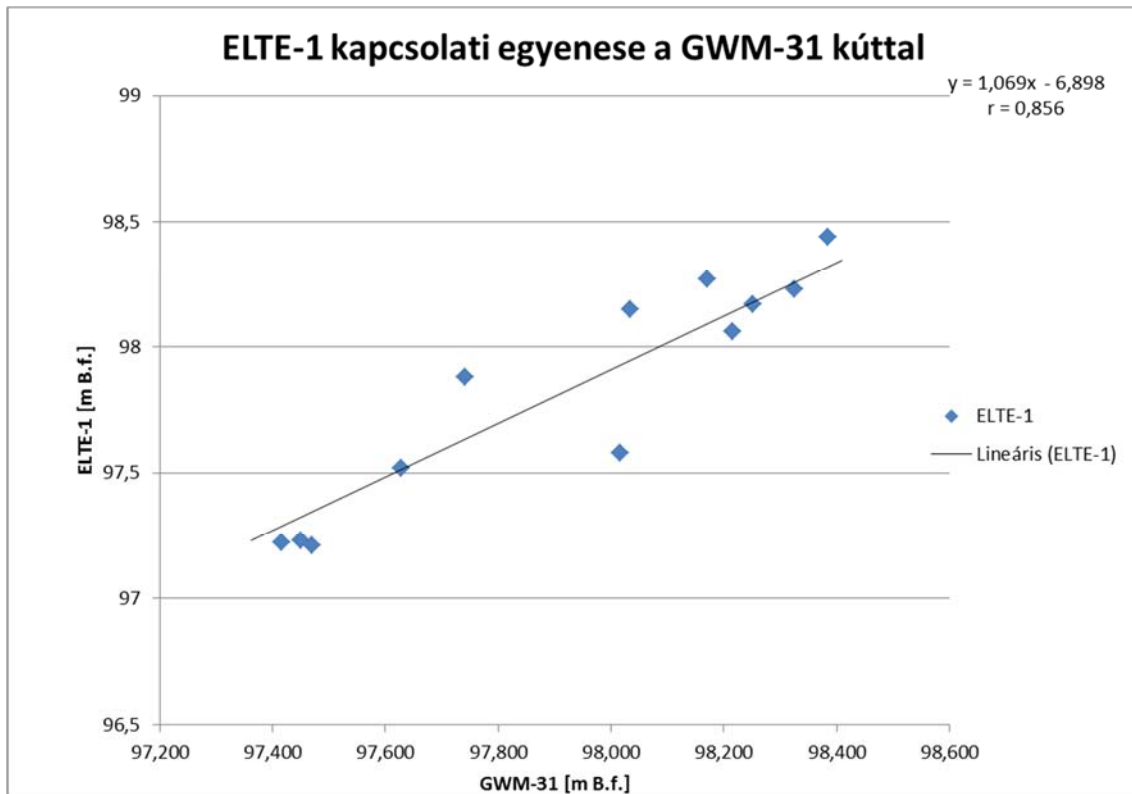
## 9. Köszönetnyilvánítás

Ezúton szeretném köszönetemet kifejezni konzulensemnek, Dr. Csoma Rózsának (egyetemi docens, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék) a téma kiválasztásában, és a munka során nyújtott óriási segítségéért, illetve a felmerülő kérdések megválaszolásában való közreműködéséért.

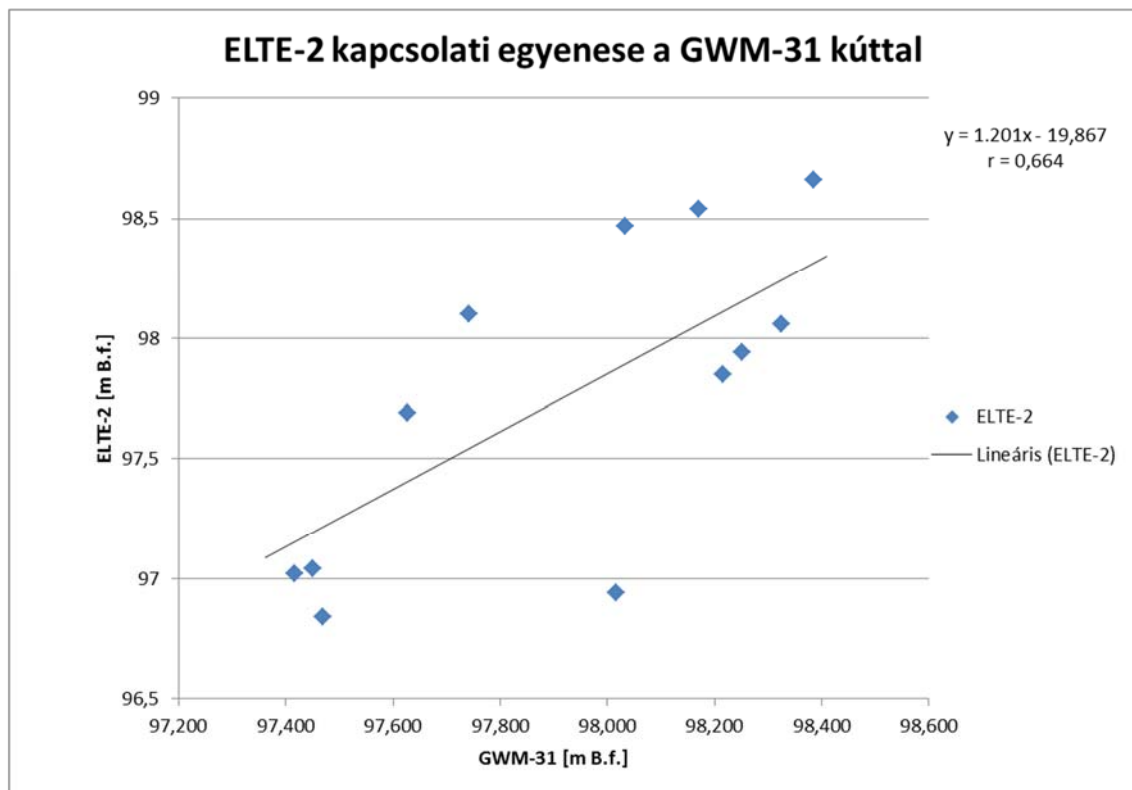
Szintén szeretném megköszönni Rehák Andrásnak (tanszéki mérnök, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék) a folyadékszint rögzítő berendezés leolvasásában nyújtott segítségét.

## 10. Függelék

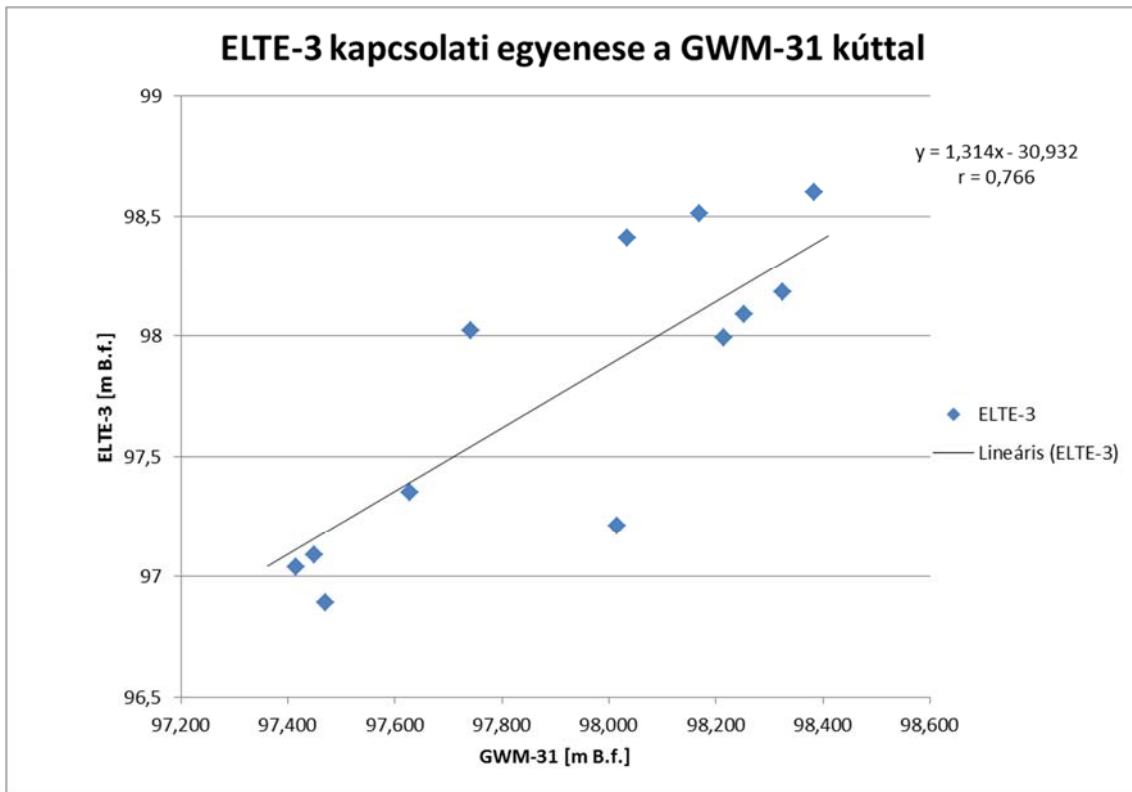
## 10.1. A kapcsolati egyenesek a GWM-31-es kút alapján



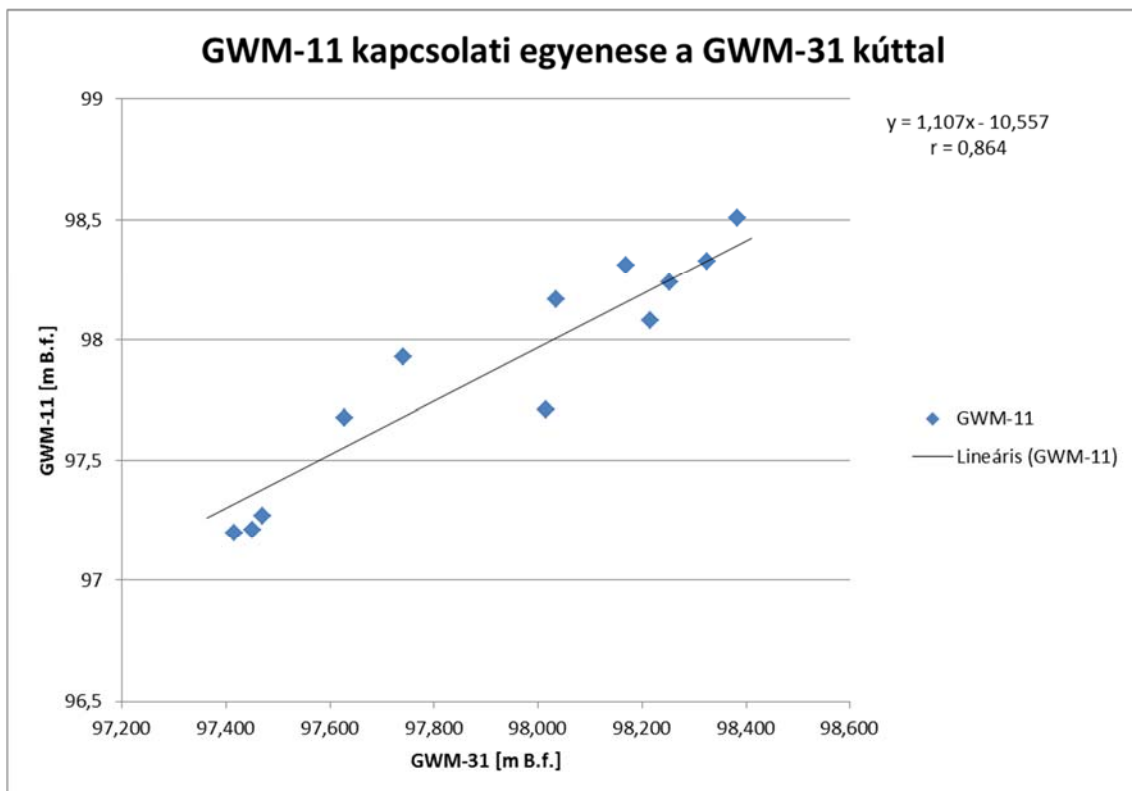
11. ábra Az ELTE-1 és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese



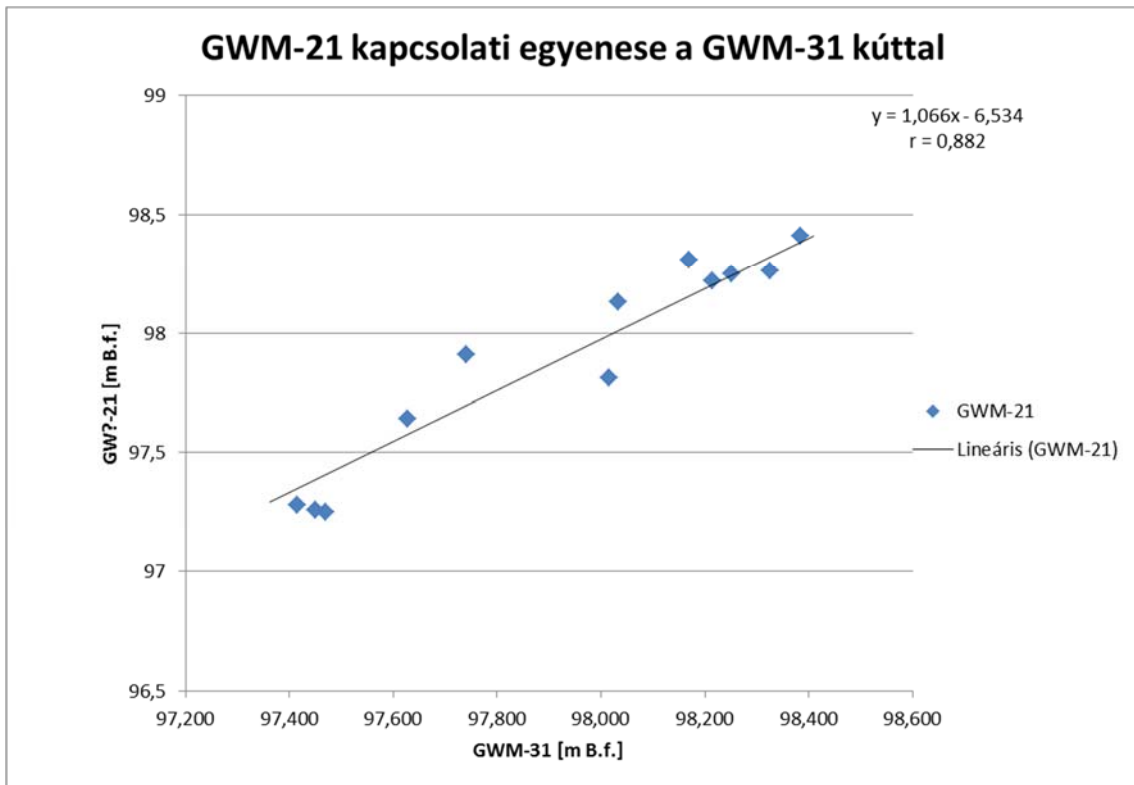
12. ábra Az ELTE-2 és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese



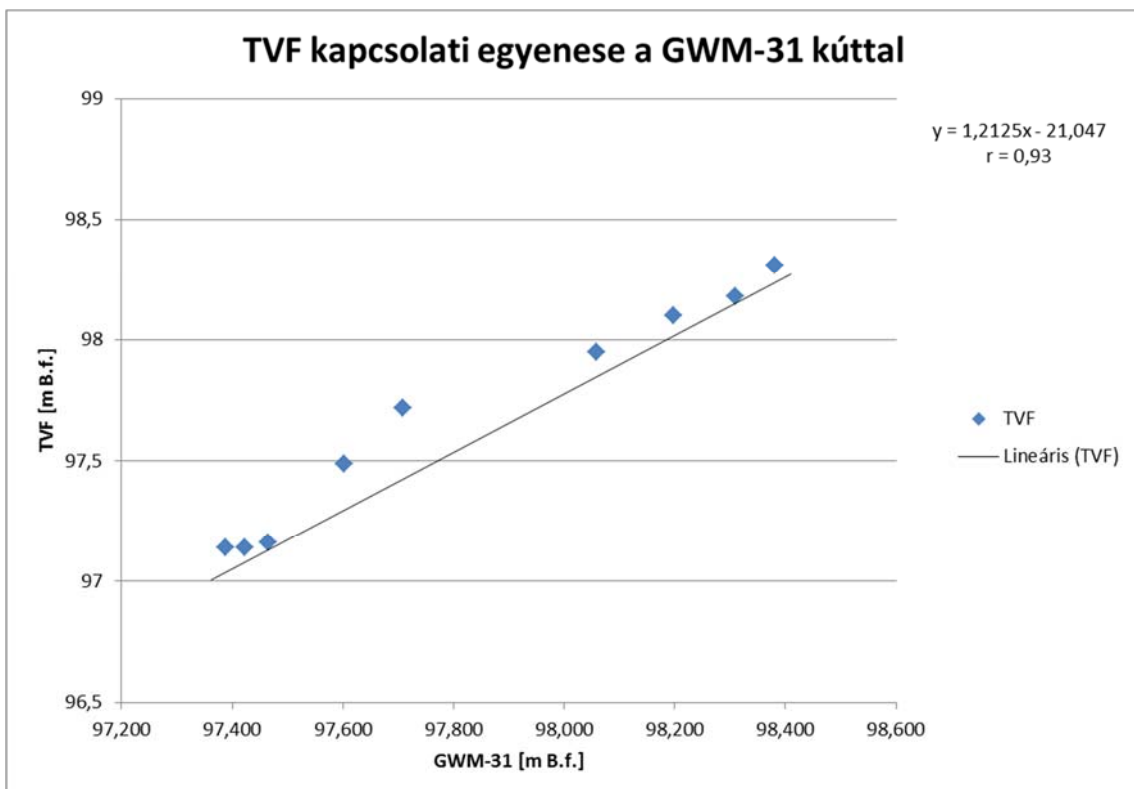
13. ábra Az ELTE-3 és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese



14. ábra A GWM-11 és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese

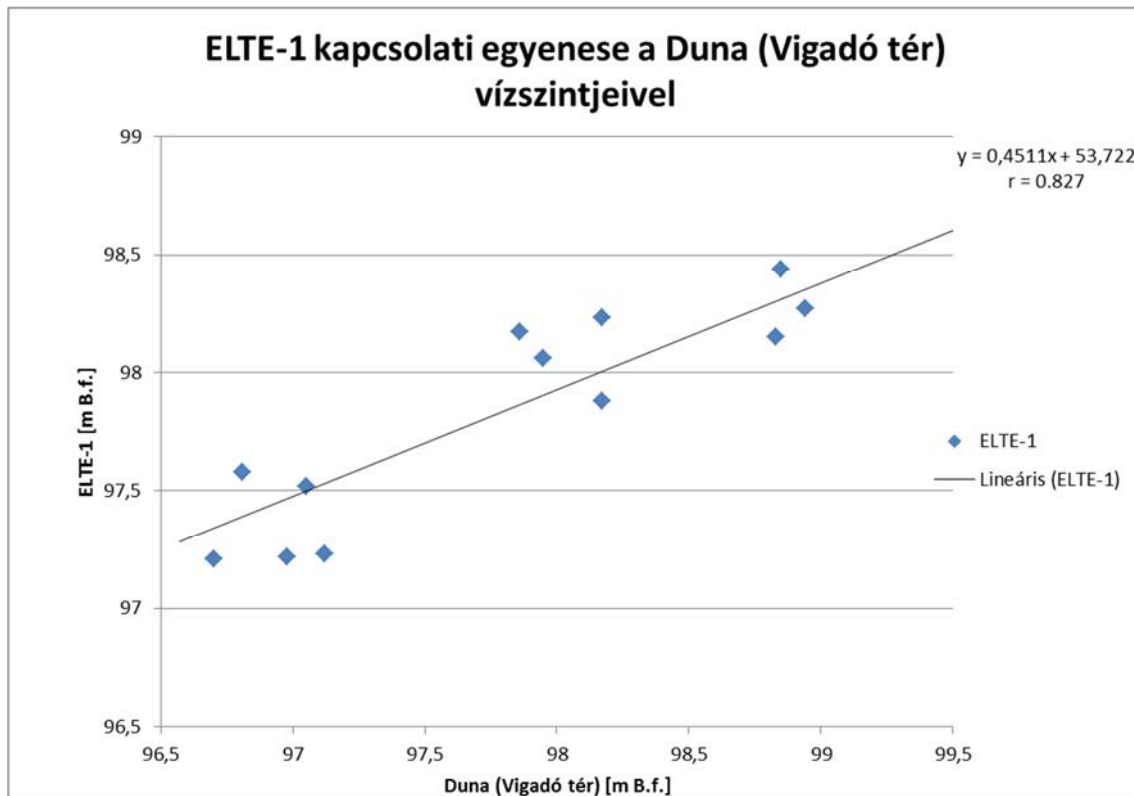


15. ábra A GWM-21 és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese

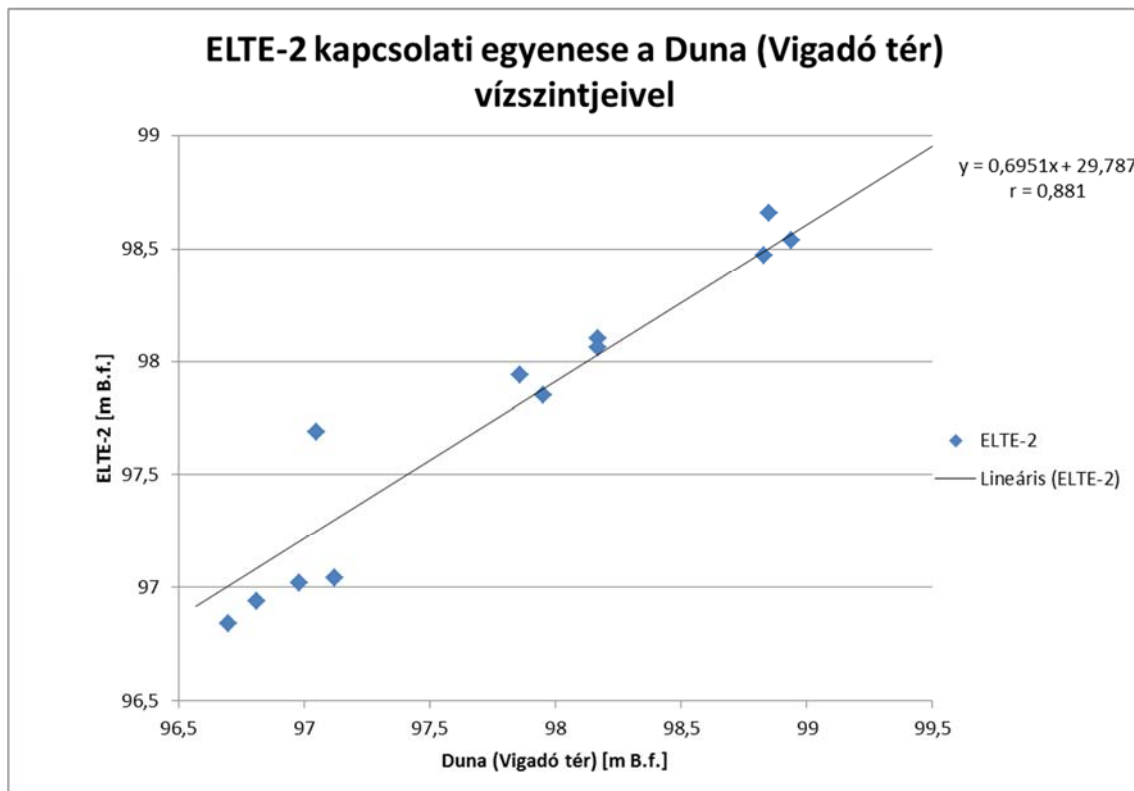


16. ábra A TVF és a és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese

## 10.2. A kapcsolati egyenesek a Duna (Vigadó tér) alapján

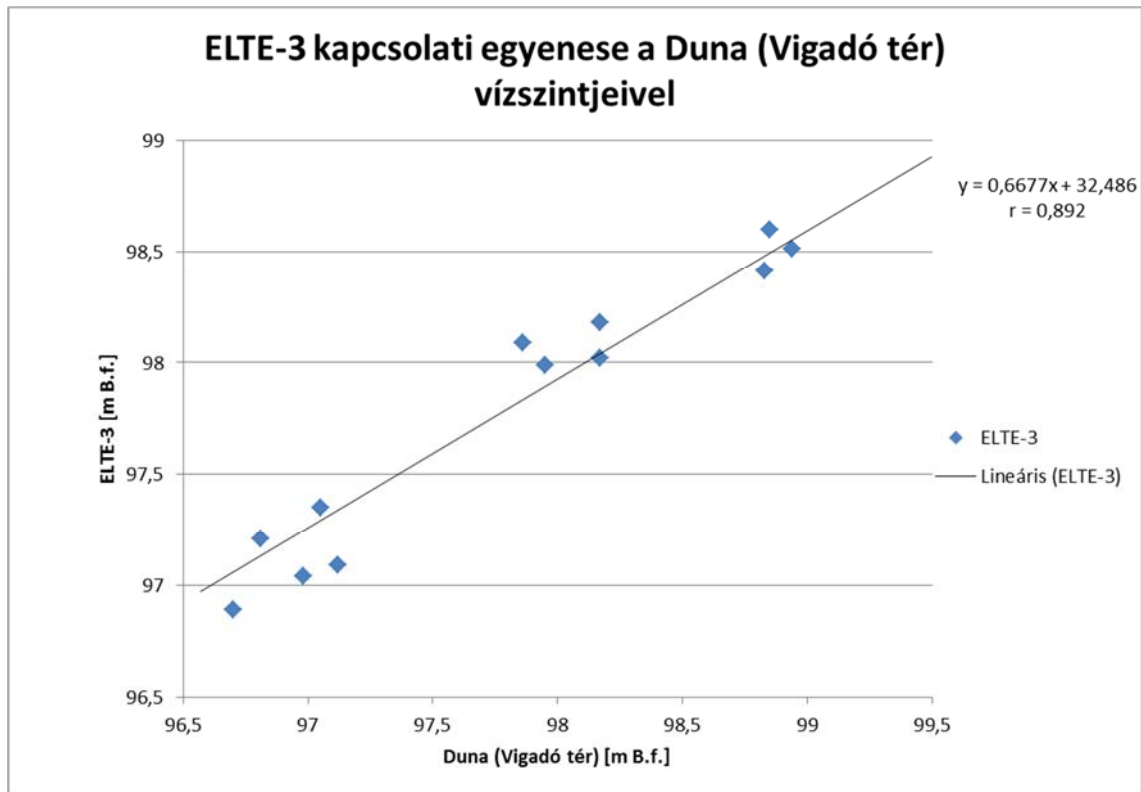


17. ábra Az ELTE-1 és a Duna (Vigadó tér) kapcsolati egyenese

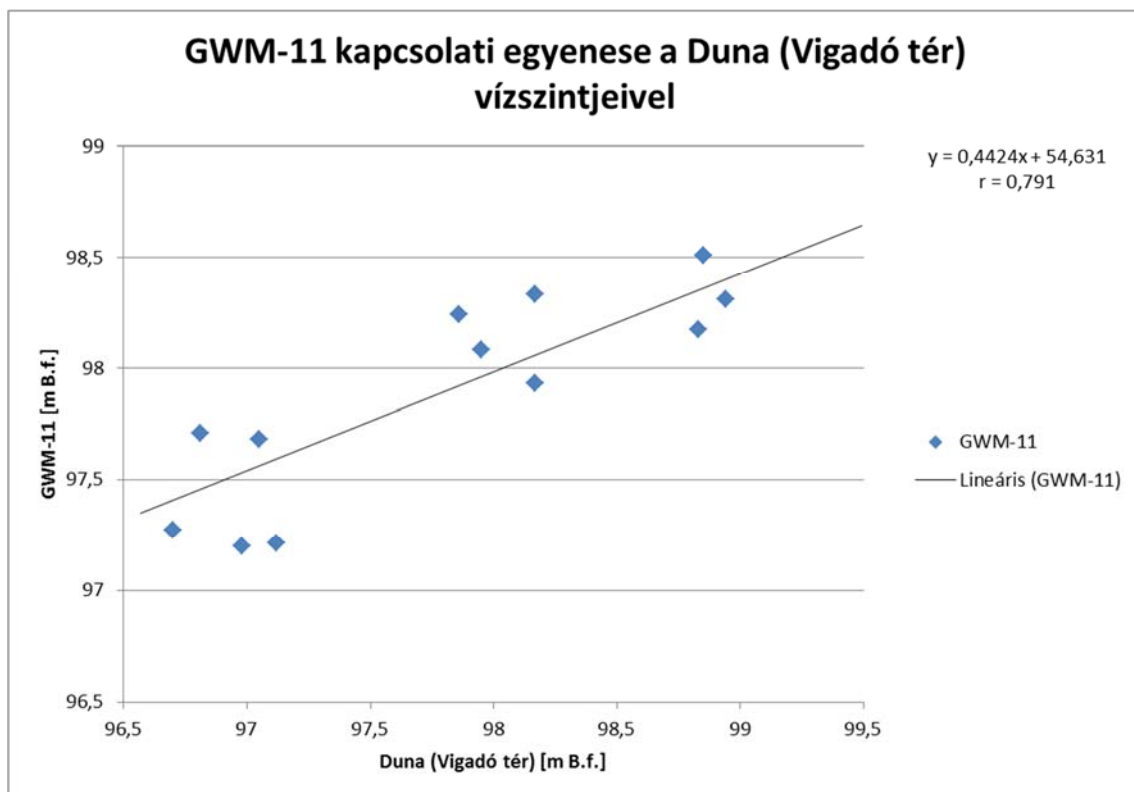


18. ábra Az ELTE-2 és a Duna (Vigadó tér) kapcsolati egyenese

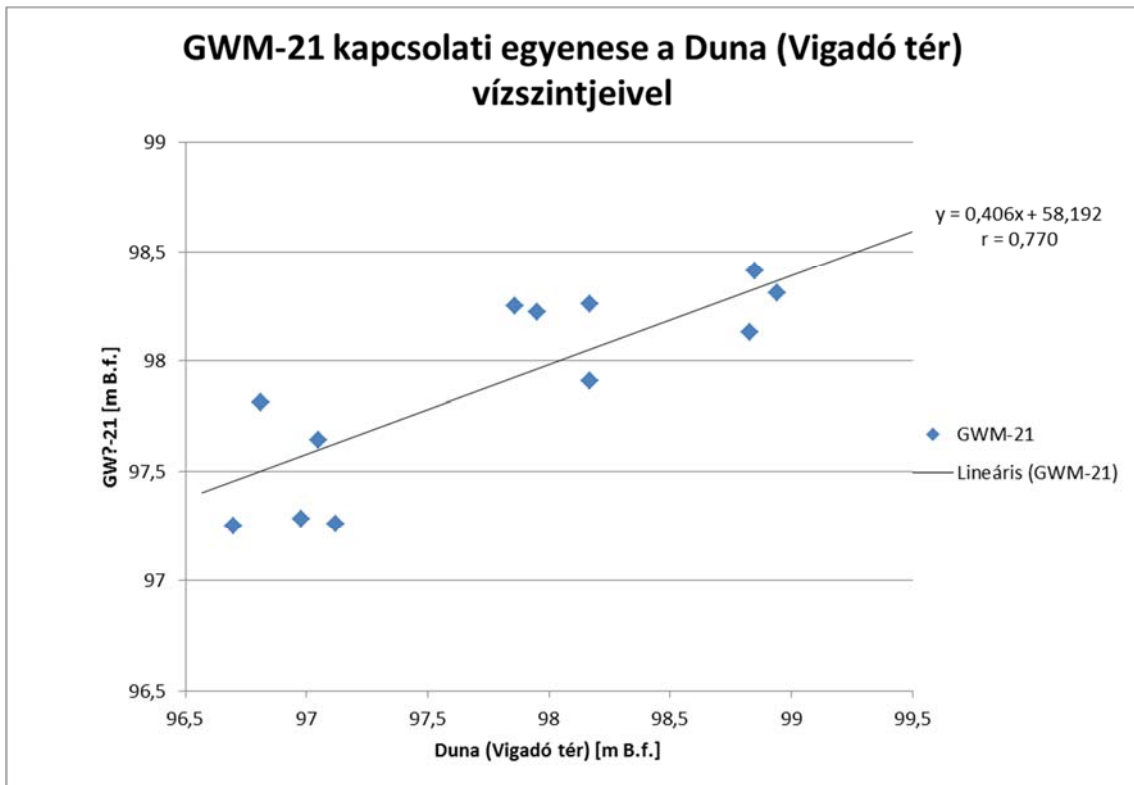




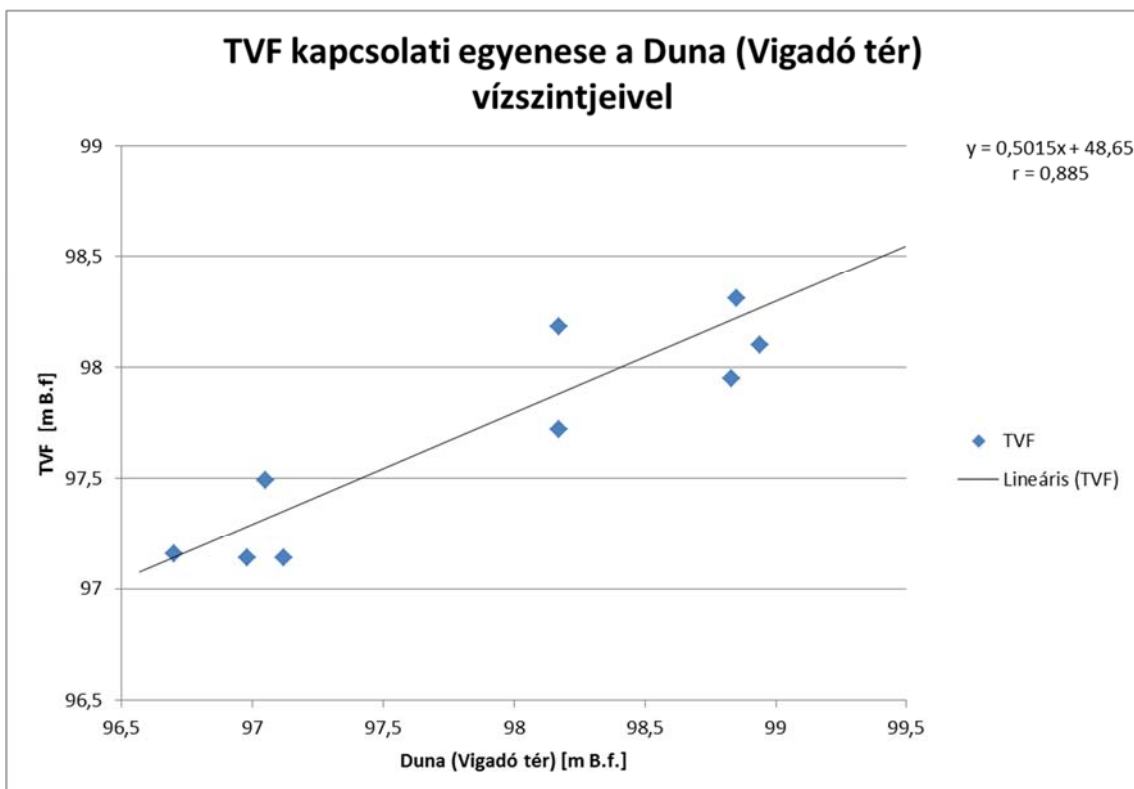
19. ábra Az ELTE-3 és a Duna (Vigadó tér) kapcsolati egyenese



20. ábra A GWM-11 és a Duna (Vigadó tér) kapcsolati egyenese

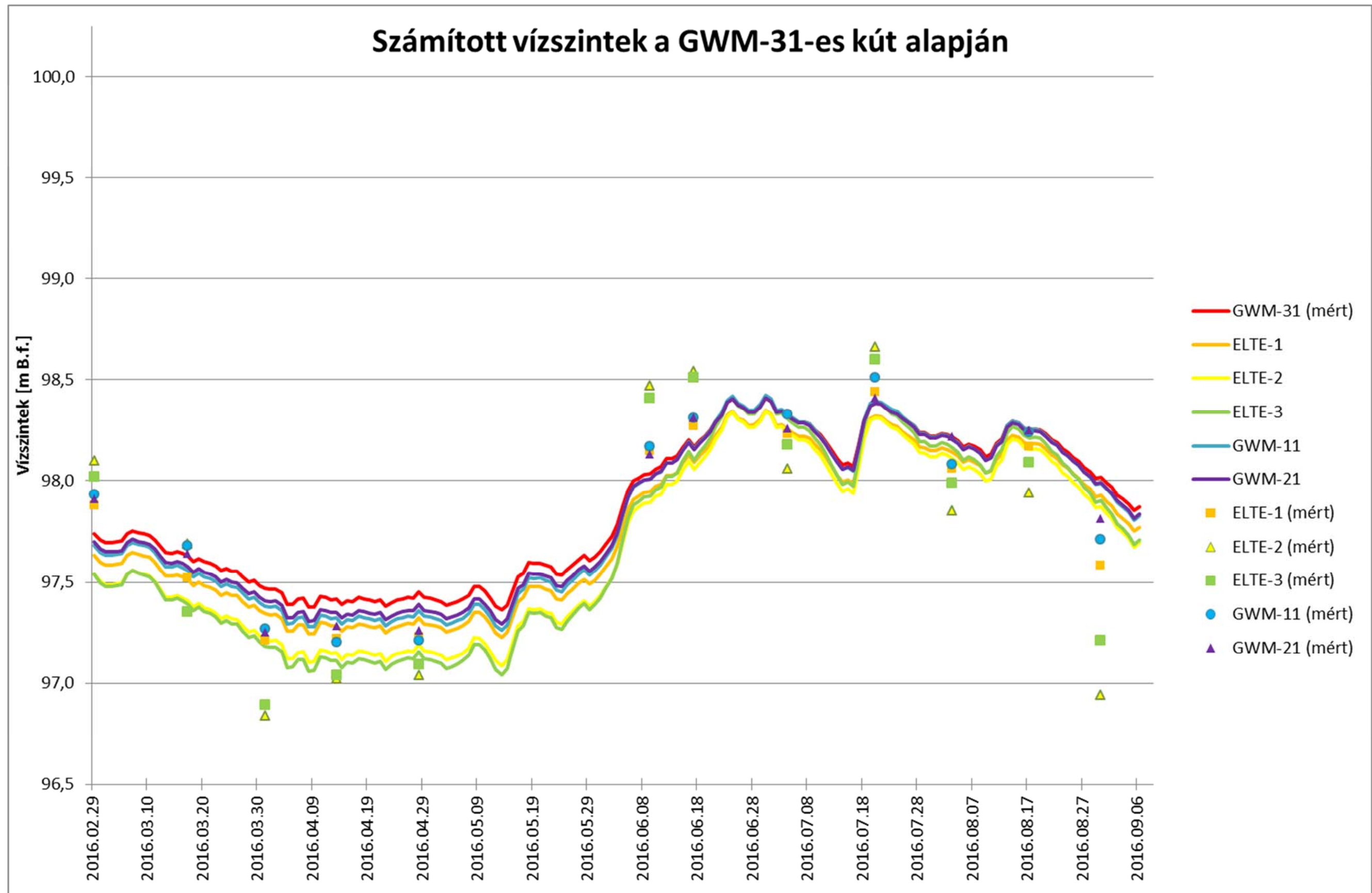


21. ábra A GWM-21 és a Duna (Vigadó tér) kapcsolati egyenese

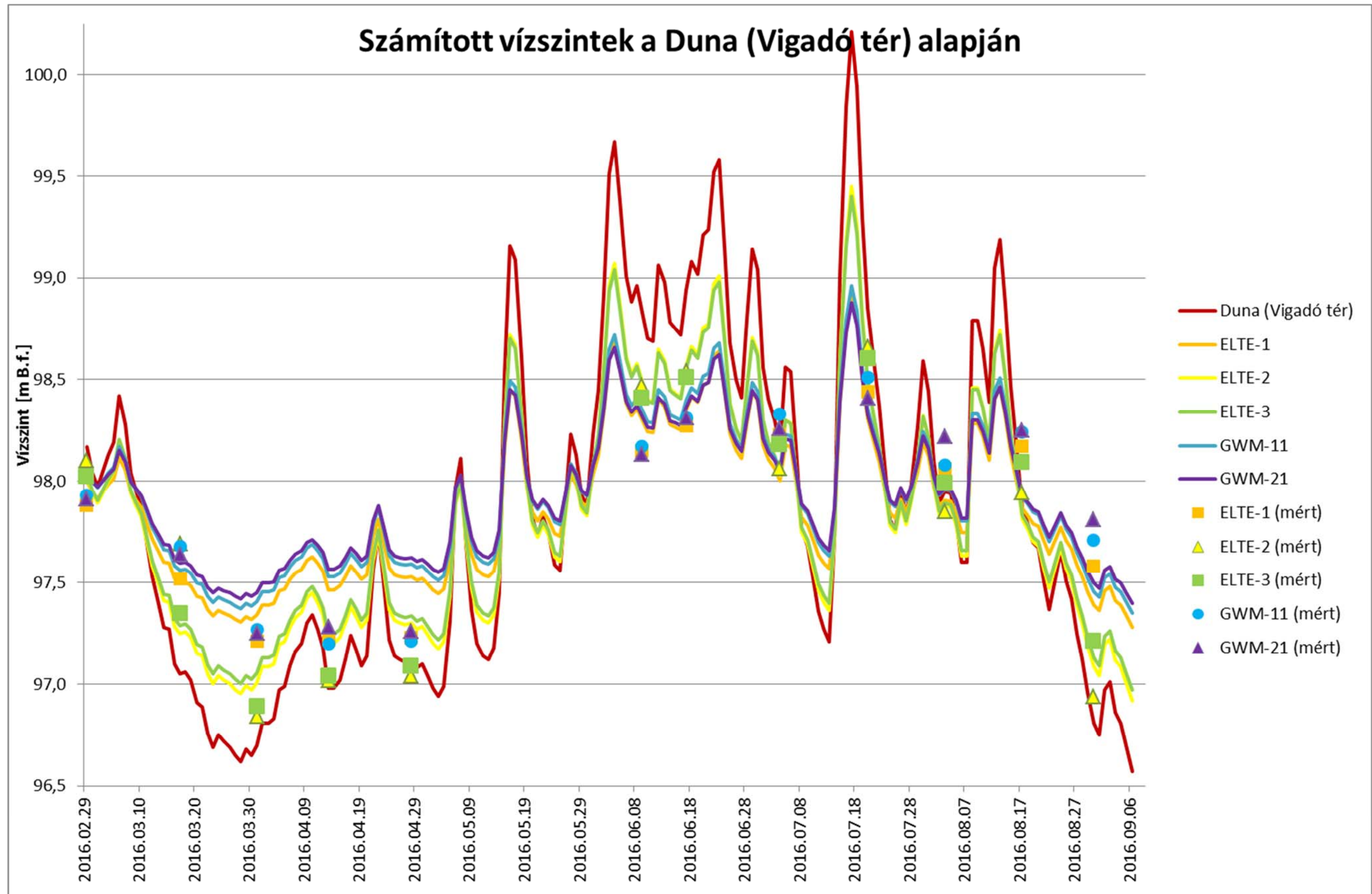


22. ábra A TVF és a Duna (Vigadó tér) kapcsolati egyenese

## 10.3. A számított vízszintek

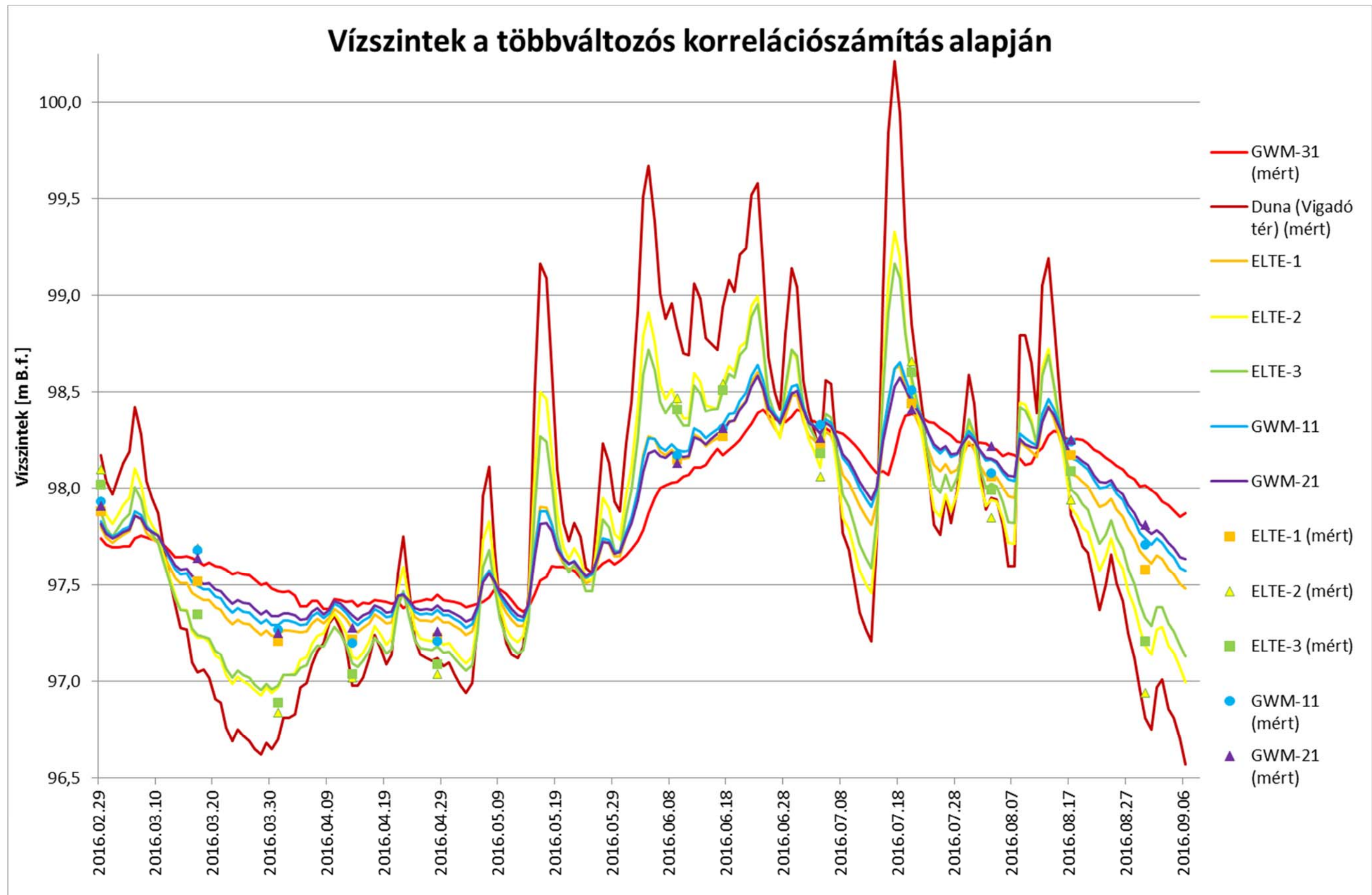


23. ábra Számított vízszintek a GWM-31 kút alapján



24. ábra Számított vízszintek a Duna (Vigadó tér) alapján





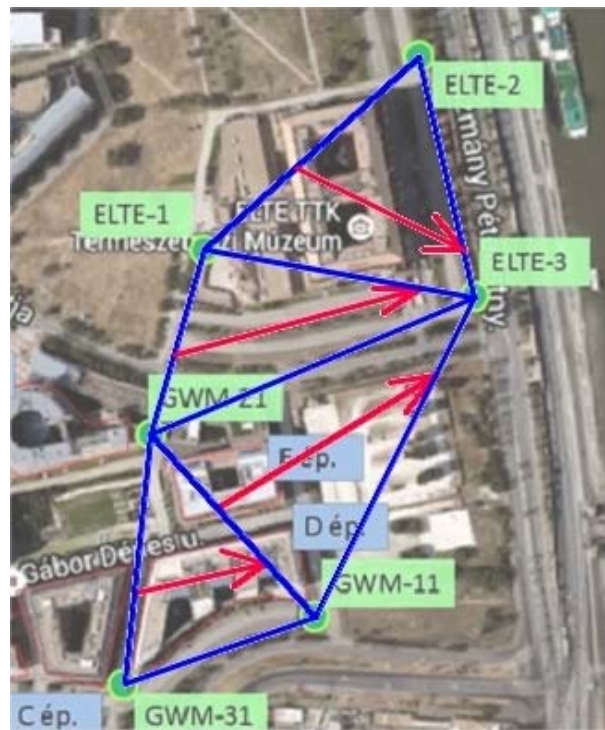
25. ábra Vízszintek a többváltozós korrelációs számítás alapján



10.4. A vízmozgás irányának változásai



26. ábra 03.19.



27. ábra 04.08.



28. ábra 04.28.



29. ábra 05.18.



30. ábra 06.07.



31. ábra 06.27.

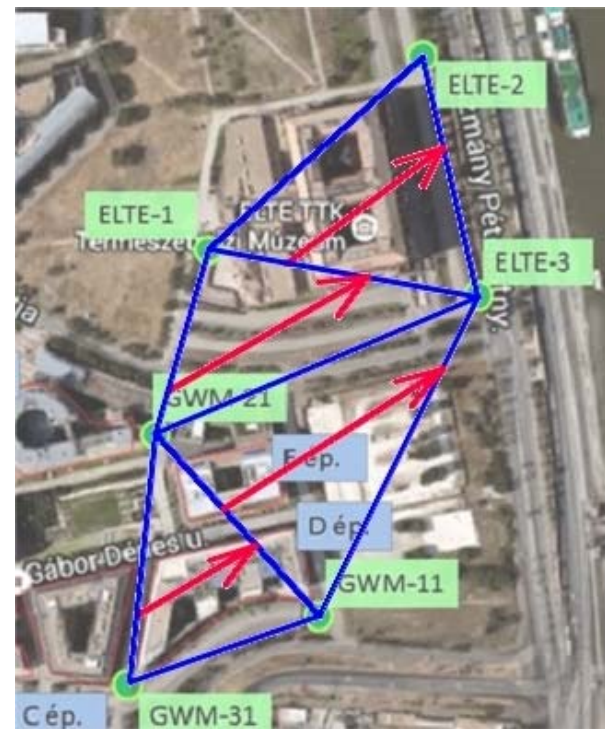




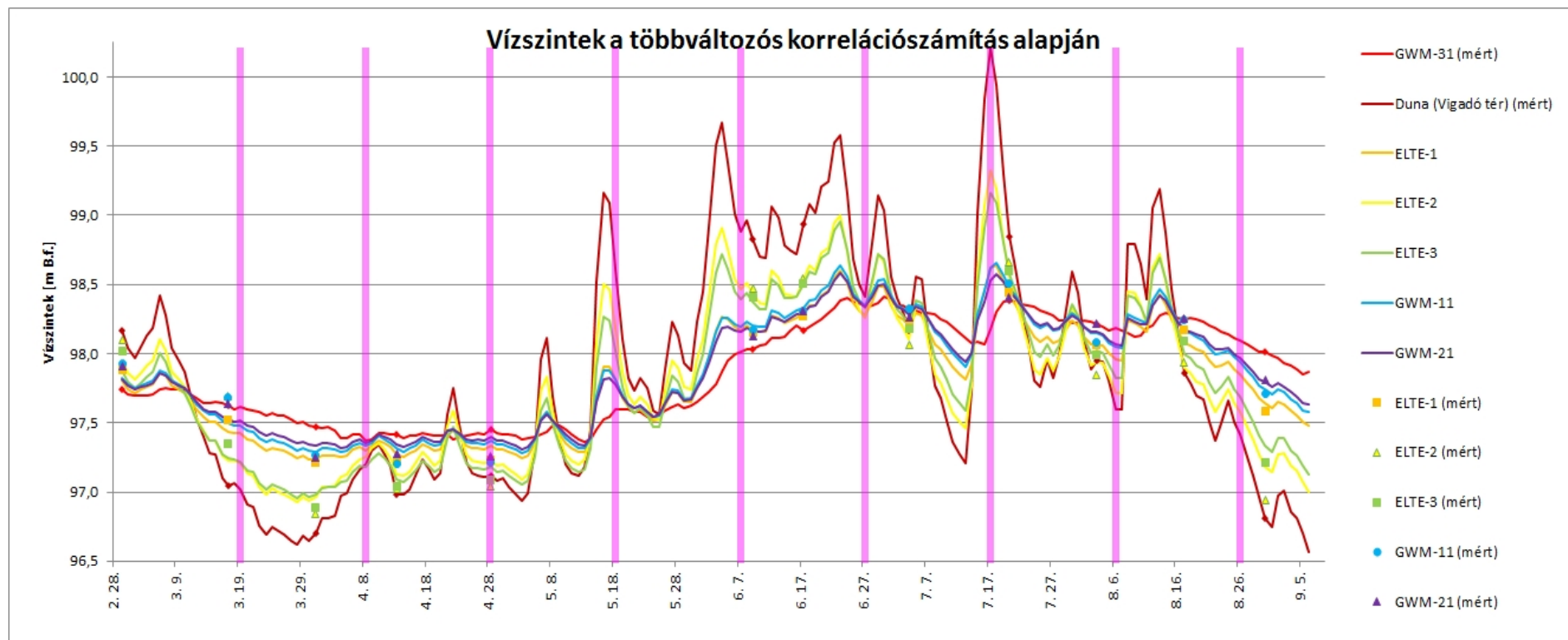
32. ábra 07.17.



33. ábra 08.06.

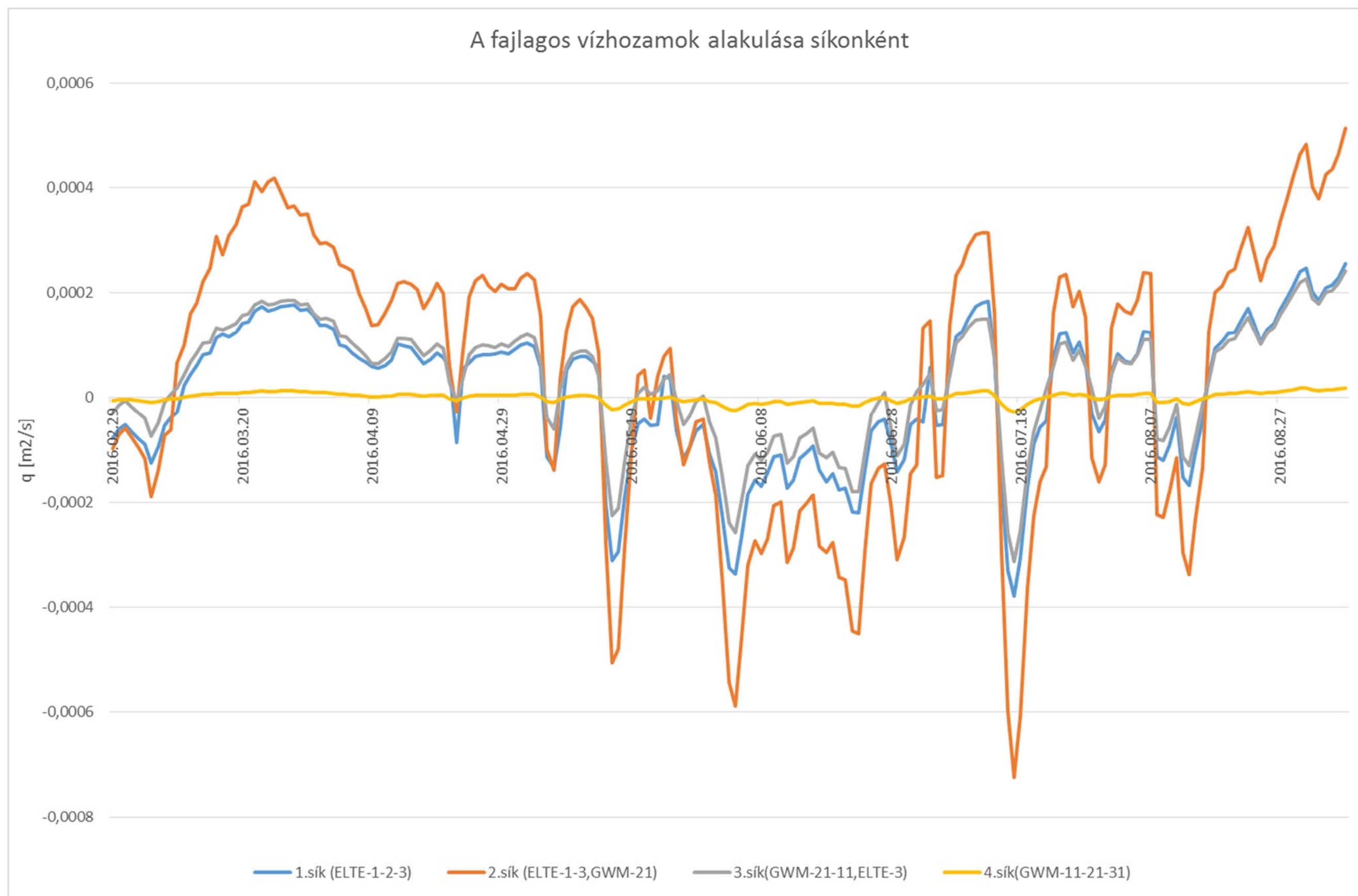


34. ábra 08.26.



35. ábra Az ábrázolt vízmozgás irányok időpontjai

## 10.5. A fajlagos vízhozamok alakulása síkonként



36. ábra A fajlagos vízhozamok alakulása síkonként



## 11. Ábrajegyzék

1. ábra A vizsgált terület .....	4
2. ábra: Talajrétegződés – a vizsgált területeken.....	7
3. ábra Az ELTE-2 és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese.....	12
4. ábra A GWM-11 kapcsolati egyenese a Duna (Vigadó tér) vízszintjeivel .....	13
5. ábra A vizsgált síkok .....	15
6. ábra Az esés számításának menete (példa) .....	17
7. ábra A talajvíz mozgása 03.19-én .....	18
8. ábra A talajvíz mozgása 06.07-én .....	18
9. ábra Az ábrázolt vízmozgás irányok időpontjai .....	18
10. ábra A fajlagos vízhozamok alakulása síkonként .....	20
11. ábra Az ELTE-1 és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese.....	25
12. ábra Az ELTE-2 és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese.....	25
13. ábra Az ELTE-3 és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese.....	26
14. ábra A GWM-11 és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese.....	26
15. ábra A GWM-21 és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese.....	27
16. ábra A TVF és a és a GWM-31 kút kapcsolati egyenese.....	27
17. ábra Az ELTE-1 és a Duna (Vigadó tér) kapcsolati egyenese.....	28
18. ábra Az ELTE-2 és a Duna (Vigadó tér) kapcsolati egyenese.....	28
19. ábra Az ELTE-3 és a Duna (Vigadó tér) kapcsolati egyenese.....	29
20. ábra A GWM-11 és a Duna (Vigadó tér) kapcsolati egyenese .....	29
21. ábra A GWM-21 és a Duna (Vigadó tér) kapcsolati egyenese .....	30
22. ábra A TVF és a Duna (Vigadó tér) kapcsolati egyenese .....	30
23. ábra Számított vízszintek a GWM-31 kút alapján .....	31
24. ábra Számított vízszintek a Duna (Vigadó tér) alapján.....	32
25. ábra Vízszintek a többváltozós korrelációs számítás alapján .....	33
26. ábra 03.19. ....	34
27. ábra 04.08. ....	34
28. ábra 04.28. ....	34
29. ábra 05.18. ....	35
30. ábra 06.07. ....	35
31. ábra 06.27. ....	35
32. ábra 07.17. ....	36
33. ábra 08.06. ....	36
34. ábra 08.26. ....	36
35. ábra Az ábrázolt vízmozgás irányok időpontjai .....	37
36. ábra A fajlagos vízhozamok alakulása síkonként .....	38
1. egyenlet A k átlagos számítása.....	19
2. egyenlet Darcy-törvény .....	19
3. egyenlet A fajlagos hozam számítása.....	19
1. kép A TVF jelű kút helye a betemetés után .....	5
2. kép A fényjelzős talajvízszintmérő műszer.....	9
3. kép A folyadékszint rögzítő berendezés a GWM-31-es kútban.....	10

4. kép Az ELTE-TTK épülete az 1. síkon.....	16
5. kép Útszakasz a 2. síkon .....	16
6. kép Építkezés a 3. síkon .....	16
7. kép Az Infopark D épülete a 4. síkon.....	16
8. kép Útszakasz a 2. síkon .....	21
9. kép Vízvezető rács.....	22

## 12. Irodalomjegyzék

Csoma, R. - Gálos, M.: A Duna vízjárásának hatása a talajvízviszonyokra az *INFOPARK-Budapest* térségében. Hidrológiai Közlöny 89.évf. 4. szám. 2009.

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.  
Talajvízminőségi figyelőkutak fennmaradási és üzemelési engedélyezési tervdokumentáció. Budapest, 2000.

HYDROINFO. Országos Vízelző Szolgálat honlapja. [www.hydroinfo.hu](http://www.hydroinfo.hu)

Ihrig, D. (szerk.): A magyar vízszabályozás története. VIZDOK, Budapest, 1973.

Kubik, A.: A felszín alatti lefolyás vizsgálata a Lágymányosi-öblözlet területén. M.Sc  
Diplomamunka, BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, Budapest, 2016.

Kukucska, P. – Gálos, M. – Csoma, R.: Tározódás talajban dunai árhullámok esetén.  
Mérnökgeológia – Kőzetmechanika, 2015. konferencia kiadványa, Hantken Kiadó, Budapest, 2015.

Mecsi, J.: A Duna vízszintjének és a környező területek talajvízszintjeinek kapcsolata.  
Mérnökgeológia - Kőzetmechanika Kiskönyvtár 4. Műegyetemi Kiadó, 2007.

Megyesi, T. – Wagner, F. – Lükő, G.: Talajvízjárás folyóparti területen kisvízes időszakban.  
Tudományos Diákköri Dolgozat. BME Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, Budapest, 2015.

Szívos, B. – Csoma, R. – Gálos, M.: A Darcy-féle áteresztőképességi együttható eloszlásának vizsgálata a Lágymányosi-öblözlet területén. Mérnökgeológia – Kőzetmechanika, 2013.  
konferencia kiadványa, Hantken Kiadó, Budapest, 2013.

Szabó, Gy.: Az 1965. évi dunai árvíz hatása a talajvízre a fővárosban. Hidrológiai Közlöny 47.évf. 12.sz., 1967.

Tőry, K.: A Duna és szabályozása. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1952.