

M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építőmérnöki kar

TDK dolgozat (2017)

Háttéráramlás bearányosítása a légymányosi mintaterületen

Készítette:

Wagner Flóra

Konzulens:

Dr. Csoma Rózsa

Tartalom

1.	Bevezetés.....	3
2.	Terület bemutatása	6
3.	Kitűzött célok	8
4.	A mérések menete	9
5.	A modellezés módszere.....	11
6.	A kutak napi idősora	13
7.	A szelvények kijelölése	16
8.	A szelvények rétegződése.	18
9.	A szelvényben szállított vízhozam meghatározása	20
10.	A modellezés menete	22
11.	Az eredmények bemutatása.....	24
12.	Konklúzió	32
13.	Köszönetnyilvánítás	33
14.	Függelék.....	34
14.1	A kutak vízszintének napi idősorai, a tavalyi és az idei mérések alapján készített korrelációs számítás alapján	34
14.2	A kétféle többváltozós korrelációs számítás eltérései a mért értékektől, és a kettő különbsége	36
14.3	Az előzetes rétegzettség.....	38
14.4	A szállított vízhozamok meghatározása a szelvényben	39
14.5	A modellezett vízfelszínek	40
14.6	A kettős szelvény szivárgási együtthatói.....	45
14.7	A szelvények szivárgási együtthatói táblázatos formában	45
14.8	2. szelvény fedő aljának előzetesen felvett és modellezéssel kapott szintje	46
14.9	A fekvő szintje	47
14.	Ábrajegyzék	48
15.	Irodalomjegyzék.....	50

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 pincevezek 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 terület részén, a Lágymányosi-öblözet Petőfi- híd és Rákóczi- 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 katasztrófális 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 Rákóczi- 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 Rákóczi- híd hídfőjének közelében indult meg az Informatikai Innovációs Park, röviden *Infopark* (Hiba! A hivatkozási forrás nem található.) 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. Jelenleg egy új épület kivitelezése folyik az *E* épülettől keletre.

A terület feltöltése vegyes anyagú, nagyrészt különböző eróművi 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 tavaly nyáron hatósági döntés alapján az IBM betemettette TVF-1 jelű kutat, ahogy az az 1. képen látható, így ennek archív értékeiből tudtam dolgozni.

2. Terület bemutatása

A 19. századi fővárosi Duna-szakasz képe jóval különbözött a maitól. A történelmi források számos Pestet és Budát érintő árvízről számolnak be. Az 1838. évi jeges árvizet 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 Kopasz-zátony elkotort anyagát a párhuzammű mögé töltötték vissza. (Töry, 1952.)

1873-ban a Déli Összekötő Vasúti híd építésével elkezdődött a párhuzammű által kihalált 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 m²-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.

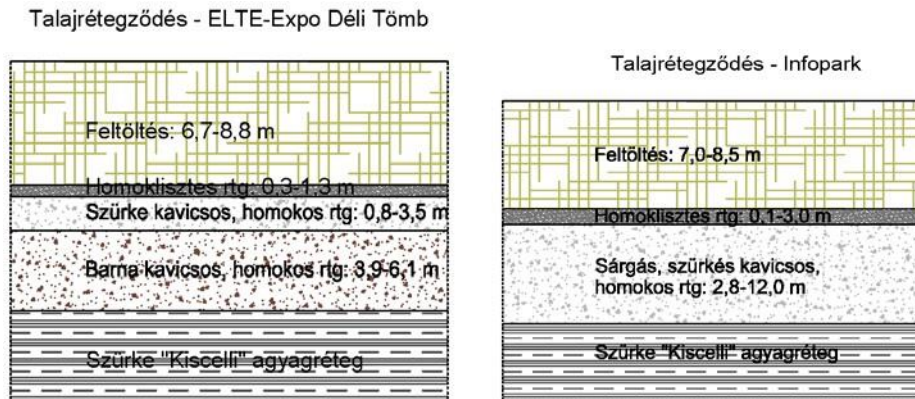
1896-ban átadták a Ferenc József hidat (mai nevén: Szabadsághíd), majd 1933-1937 között folyt a Horthy Miklós (mai nevén: Petőfi híd) híd építése, melynek során megkezdtek a Lágymányosi-tó Déli Vasúti Összekötő-hídtól északra lévő részének feltöltését. A terület feltöltése az 1960-as években fejeződött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

Az 1992-ben elkezdett Lágymányosi-híd (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 az akkori hatóság, 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 (Szivos et al, 2013), ami 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 általában kiugróan nagy ($C_u=50-300$). A feltöltésben jelen lévő építési törmelék is 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. (Szívós et al, 2013.)

3. Kitűzött célok

Eddigi munkáimban megismertem a talajvíz és a Duna kapcsolati összefüggéseit, sikeresen állítottam fel havi mérésekből napi idősorokat, és állapítottam meg háromszög alapú síkok által szállított hozam nagyságát. Ezek a dolgozatok alapozták meg azt a tudást, amivel a a talajvíz 1D modellezésének végrehajtásához szükséges peremfeltételek számítását tudtam elvégezni.

Idei munkám célja 1D modellezés elkészítése a 2016 decemberétől 2017 szeptemberéig tartó időszak jellemzően kisvizes permanens állapotaira. Ezzel több ismeretet szerezhetek a terület részeinek szivárgási együtthatójáról, illetve pontosabban elhelyezhetem a vízzáró fedőréteg, a kiscelli agyag szintjét, amiről nincsenek pontos feljegyzéseink.

Távlati célom, hogy a munka során gyűjtött tapasztalataimat 2D modellezés elkészítéséhez használjam fel, így az ebben a dolgozatban összefoglalt ismeretek már ennek az előkészítése.

4. A mérések menete

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



2. kép A fényjelzős talajvízszintmérő műszer

Múlt tavasszal sikerült egy Dataqua gyártmányú folyadékszint rögzítő berendezést telepíteni a GWM-31 kútba (3. kép), ami a Dunától második legtávolabbi kút.



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 havi 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) szereztem be.

5. A modellezés módszere

Az felszín alatti vizek 1D modellezése az alábbi alapfeltevésekkel, egyszerűsítésekkel alkalmazható permanens állapot során, kisvizes időszakban:

- a szivárgási tér homogén és izotróp,
- mind a szivárgó folyadék, mind a szilárd váz (talaj) összenyomhatatlan;
- a vizsgált térben a Darcy törvény érvényes
- a vízmozgás permanens,
- a rétegek szakaszonként vízszintesek
- a vízmozgás jellemzően vízszintes, a függőleges sebességkomponensek elhanyagolhatók
- a Dunából/Dunába a teljes telített réteg mentén be/kiléphet a víz
- a talajvízfelszín kilépési pontja megegyezik a vízfolyás vízszintjével
- a réteg véges hosszúságú; mindkét végén adott nyomásszintű határral
- a talajvíz jellemzően a homokos kavics rétegben mozog, az esetleges iszapréteg illetve a feltöltés továbbra is vízzárónak tekinthető;

Szabadszintű talajvíztér esetén az alapvető összefüggések a következők:

A Darcy-törvény és a folytonosság képlete alapján az összefüggés:

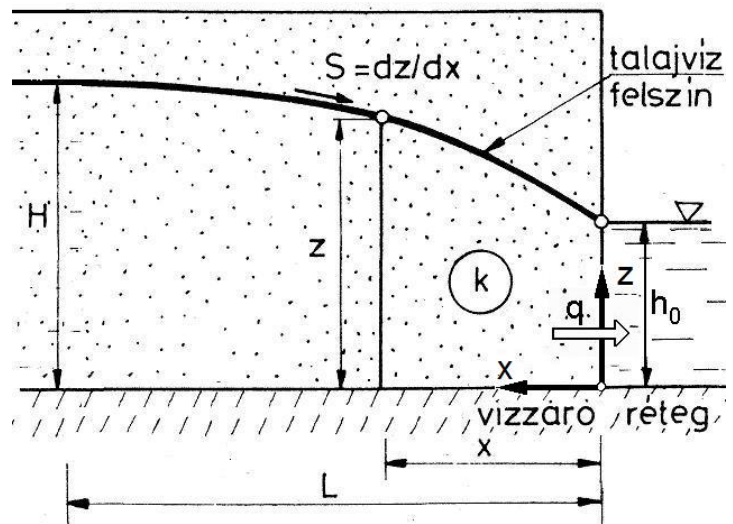
$$q = -k \cdot z \cdot \frac{dz}{dx}$$

A fenti differenciálegyenlet megoldásához szükséges peremfeltételek:

1. ha $x=0$, $z=h_0$
2. ha $x=L$, $z=H$

Így a szállított hozam:

$$q = -\frac{k}{2L}(H^2 - h_0^2)$$



3. ábra Talajvízfelszín szabadfelszínű talajvíztér esetén

Felszín a vízfolyástól x távolságra:

$$z(x) = \sqrt{H^2 + \frac{q}{2k}(L-x)} = \sqrt{h_0^2 + \frac{x}{L}(H^2 - h_0^2)}, \text{ a talajvízfelszín alakja parabola, ahogy az a 3.}$$

ábrán is látszik.

Nyomás alatti talajvíztér esetén az alapvető összefüggések a következők::

A Darcy-törvény és a folytonosság képlete alapján az összefüggés:

$$q = -k \cdot m \cdot \frac{dz}{dx}$$

A peremfeltételek:

1. ha $x=0$, $z=h_0$
2. ha $x=L$, $z=H$

Így a szállított hozam:

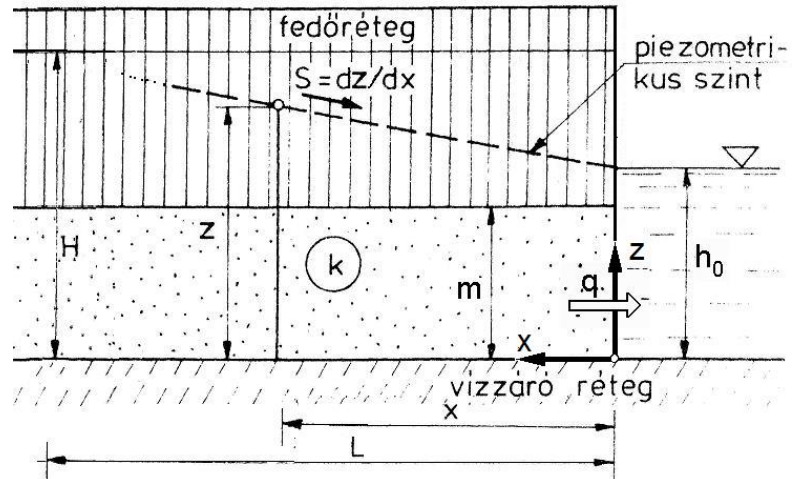
$$q = -\frac{k \cdot m}{L}(H - h_0)$$

Felszín a vízfolyástól x távolságra:

$$z(x) = H + \frac{q}{k \cdot m}(L-x) = h_0 + \frac{x}{L}(H - h_0), \text{ ennek alakja egyenes.}$$

A fentiek alapján a modellezés elvégzéséhez szükséges a vizsgált szelvények kijelölése, az általuk szállított hozam meghatározása, és a szélső kutak vízszintje. Ezenfelül a közbenső kutak vízszintjét ellenőrzésre fogom használni.

Fenti összefüggések az alapfeltevéseknek megfelelően vízszintes rétegeket és homogén vízvezető réteget alkalmaznak. Azonban mind a rétegek határoló szintjei, mind pedig a szivárgási tényező adott helyen, lokálisan változhat. Ezenfelül az adott szelvény két olyan szakaszból áll, melyre egyenként a fenti összefüggések valamelyike alkalmazható. A szakaszhatáron mind a felszínnek, mind pedig a hozamnak folytonosnak kell lennie. Az ilyen határt nevezem a továbbiakban hidraulikai határnak. Hidraulikai határ lehet továbbá a szabad felszínű is nyomás alatti vízmozgás határa is. Ilyenkor a felszín folytonosságának feltétele az, hogy a határon a nyomásszint/talajvízszint magassága éppen a nyomás alatti réteg felső síkjának magasságával egyezik meg.



4. ábra Talajvízfelszín nyomás alatti talajvíztér esetén

6. A kutak napi idősora

Az idei évben az előző évi dolgozatom alapján elkészítettem minden kút napi vízszint idősorát többváltozós korrelációs számítással. Ehhez, annak érdekében, hogy TVF kút is be tudjam vonni a számításokba, annak az időszaknak az értékeit használtam, amikor a TVF kút és a Dataqua is működött. Ezek a vízszintek az 1. táblázatban találhatók.

	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.]	TVF [m B.f.]
2016.02.29.	97.74	98.17	97.88	98.10	98.02	97.93	97.91	97.72
2016.03.17.	97.63	97.05	97.52	97.69	97.35	97.68	97.64	97.49
2016.03.31.	97.47	96.7	97.21	96.84	96.89	97.27	97.25	97.16
2016.04.16.	97.42	96.98	97.22	97.02	97.04	97.20	97.28	97.14
2016.04.28.	97.45	97.12	97.23	97.04	97.09	97.21	97.26	97.14
2016.06.09.	98.03	98.83	98.15	98.47	98.41	98.17	98.13	97.95
2016.06.17.	98.17	98.94	98.27	98.54	98.51	98.31	98.31	98.10
2016.07.04.	98.33	98.17	98.23	98.06	98.18	98.33	98.26	98.18
2016.07.20.	98.38	98.85	98.44	98.66	98.6	98.51	98.41	98.31

1. táblázat Tavaly mért talajvízszintek

A többváltozós korrelációs számítás elvégzése után a kapott egyenleteket alkalmaztam az idén vizsgált időintervallum adataira. Az eredményekből azt tapasztaltam, hogy néhol 20 cm-es eltérések is kijöttek.

Mivel a területen építkezés folyik, és így az idősor homogenitása megkérdőjelezhető. Ezért a többváltozós korrelációs számítást elvégeztem az ELTE és GWM kutak idén együtt mért vízszintjeire is. Ezek a vízszintek a 2. táblázatban láthatóak.

	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. 12. 12.	96.80	96.18	96.72	96.27	96.29	96.81	97.12
2017. 01. 30.	96.27	95.84	96.28	95.91	95.93	96.56	96.33
2017. 02.22.	96.40	96.56	96.46	96.38	96.34	96.6	96.48
2017. 03. 22.	97.44	99.38	97.66	98.54	98.31	97.4	97.57
2017. 04. 26.	97.22	97.17	97.12	97.01	97.02	97.11	97.17
2017. 05. 25.	97.79	97.54	97.74	97.52	97.65	97.84	97.8
2017. 06. 28.	97.32	96.62	96.94	96.58	96.48	97.04	97.01
2017. 07. 28.	97.13	97.77	97.05	97.39	97.38	96.91	97.04
2017. 08. 21.	97.44	97.25	97.47	97.2	97.03	97.31	97.3

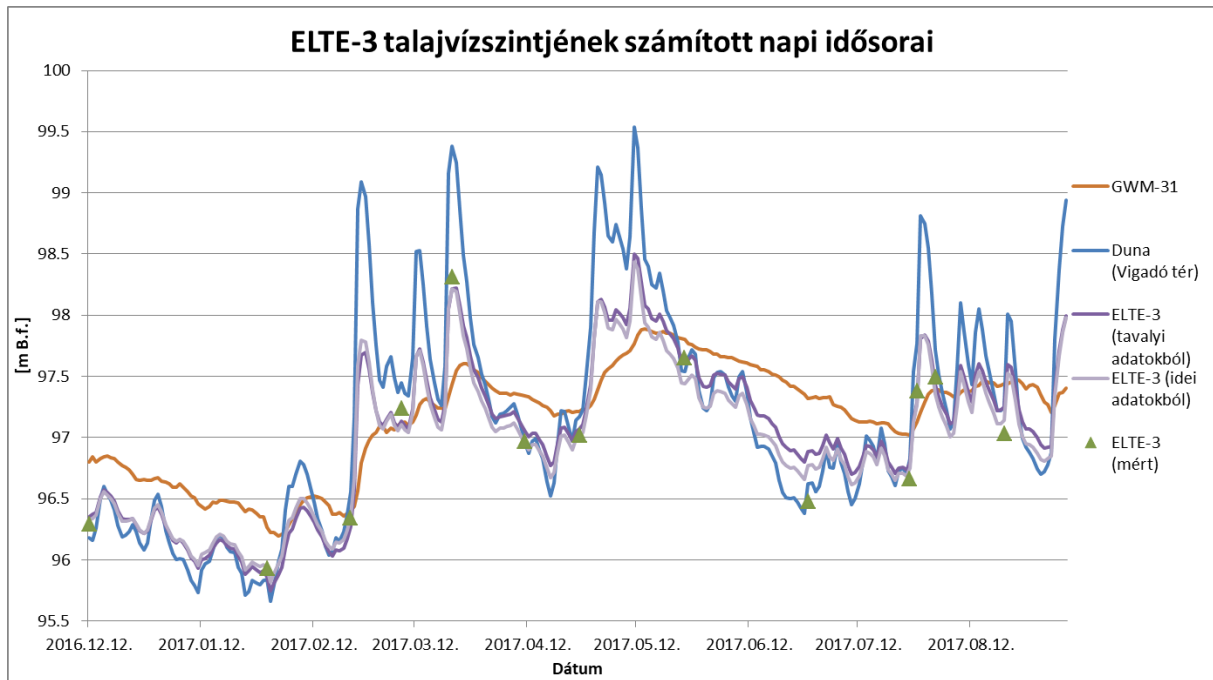
2. táblázat Idén mért talajvízszintek

Mindkét esetben 0.85-0.90 körüli korrelációs tényezőket kaptam (3. táblázat), így elmondható, hogy a rendelkezésre álló adatokra a többváltozós korrelációs számítással hasonlóan pontosan tudtam felállítani a kapcsolatot.

	ELTE-1	ELTE-2	ELTE-3	GWM-11	GWM-21	TVF
Tavalyi mérések alapján	0.91	0.87	0.90	0.89	0.83	0.90
Idei mérések alapján	0.89	0.90	0.89	0.84	0.85	-

3. táblázat A kétféle számítás korrelációs tényezői

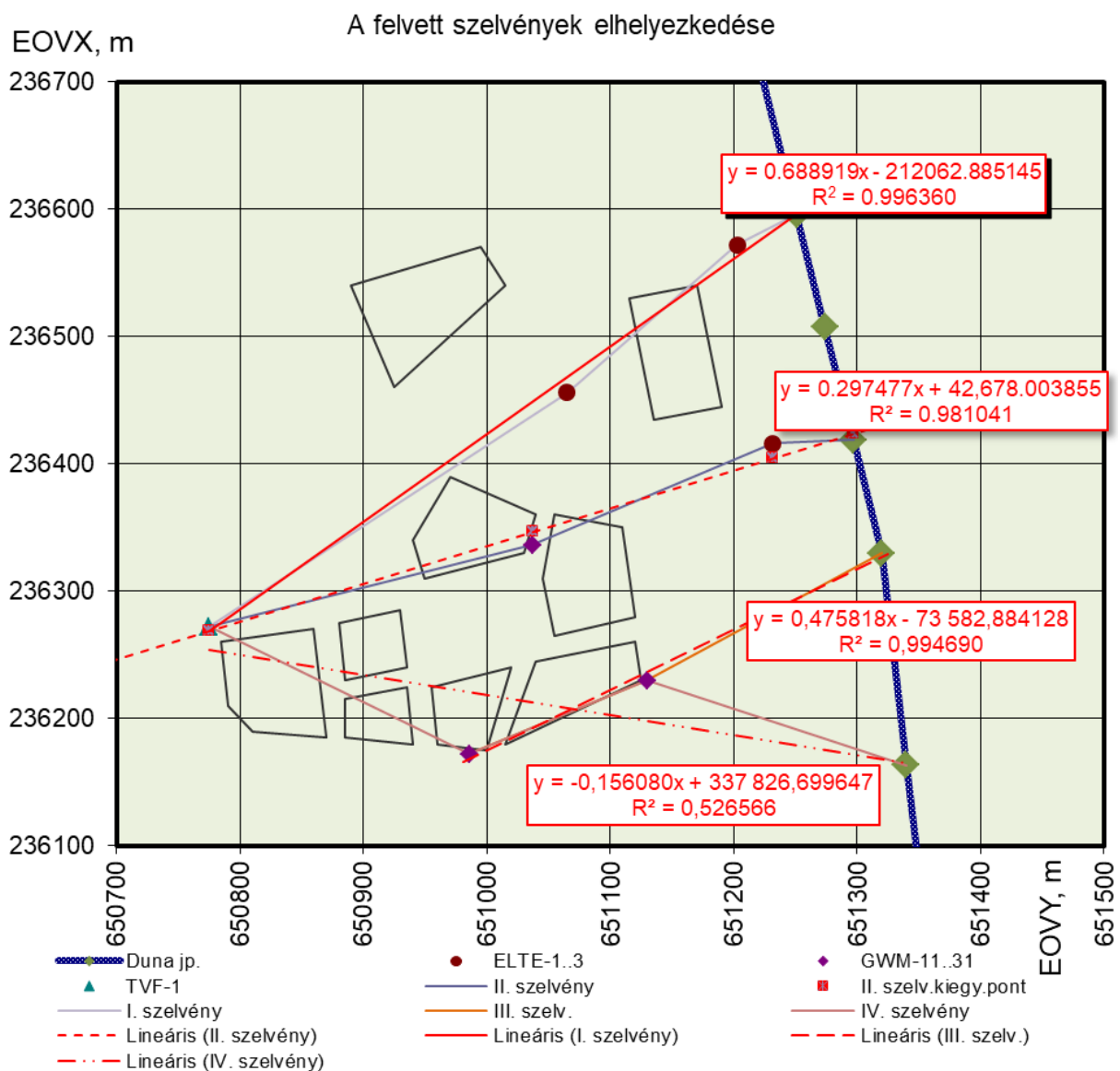
Mivel ezekre az eredményekre is gyakran 20 cm-es eltérések jöttek ki, és a tavalyi és ideai adatokból készült számítások alapján kapott vízszintek eltérése között is legtöbb alkalommal 10 cm különbség volt, a régebbi vízszintekből számolt többváltozós korrelációs számítást is érvényesnek tekintettem, és a továbbiakban tudtam ebből dolgozni. A kétféle számítással kapott talajvízszintek közti összefüggések ábrái a függelék 14.1 pontjában találhatóak, táblázatos formában a 14.2 pontban jelenítettem meg. A legkisebb eltéréseket az ELTE-3 kútnál tapasztaltam (5. ábra)



5. ábra ELTE-3 talajvízszintjének számított napi idősorai

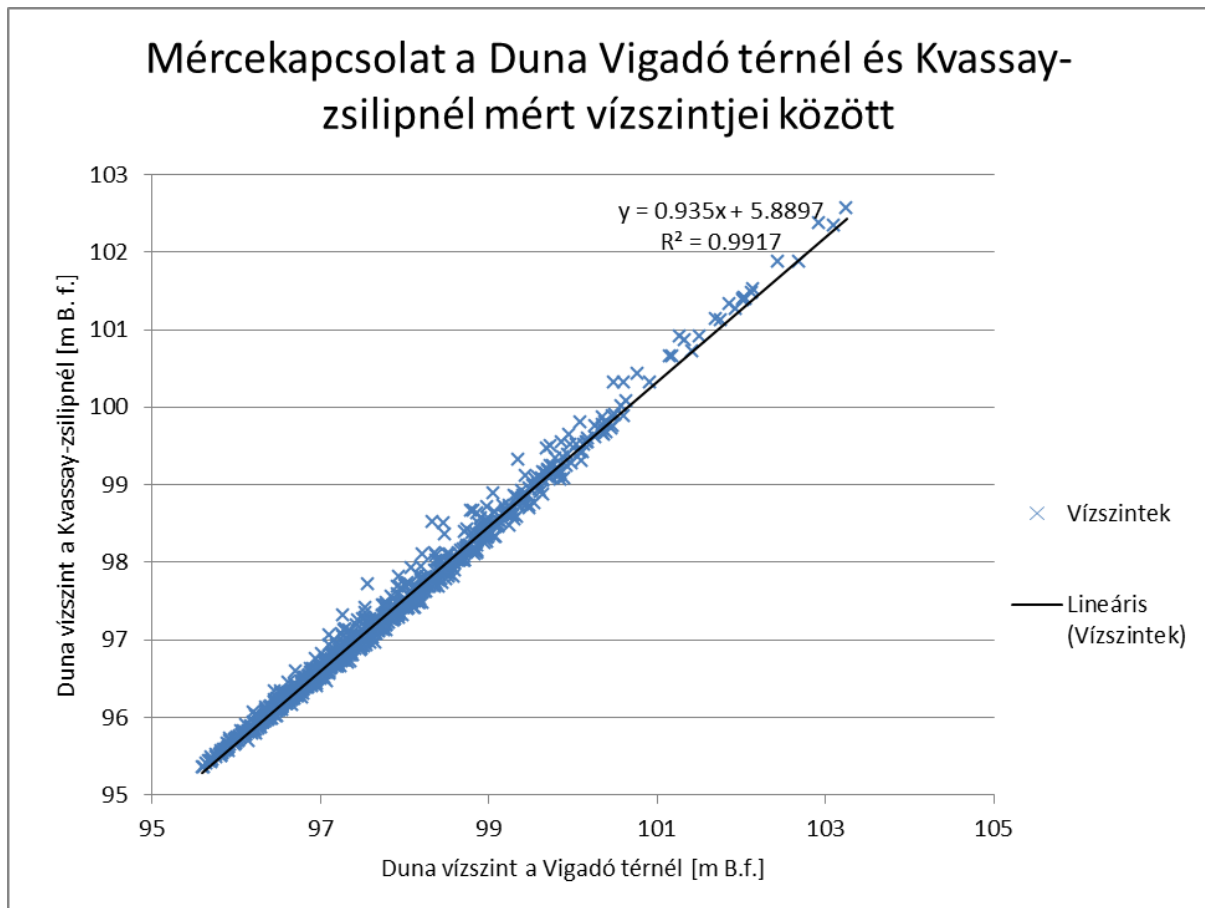
7. A szelvények kijelölése

A vonalmenti modellezés elvégzéséhez szelvények kijelölésére volt szükség. Három szelvény kijelölése történt meg, aminél szempont volt, az általuk meghatározott egyenesre jól illeszkedjenek a kutak, illetve a Duna áramlására nagyjából merőlegesek legyenek. Északtól dél felé az első három felvett szelvény igen jól közelíthető volt egy egyenessel. Ezek rendre az 1 – 3. sorszámot kapták. Azonban a GWM-31 és GWM-11 kutakkal nem tudtam a TVF kúttal közös szelvényt létrehozni, mert nem illeszkedtek volna megfelelően az egyenesre. A szelvények elhelyezkedését a 6. ábrán mutatom be.



6. ábra A felvett szelvények elhelyezkedése

A Duna egyes folyamkilométereiben a vízszintet a Duna Vigadó téri vízszintje és a Kvassay zsilip felső vízmércéjénél mért vízszintek közötti kapcsolati mérce készítésével kaptam meg, ami a 7. ábrán látható, ezután a keresett szelvényekbe a vízszintet lineáris interpolációval határoztam meg.



7. ábra Mércekapcsolat a Duna Vigadó térnél és Kvassay-zsilipnél mért vízszintjei között

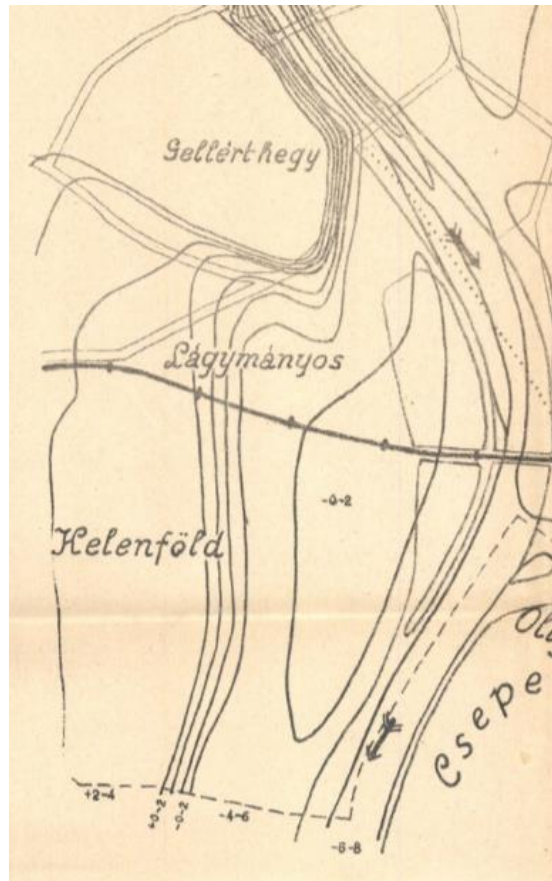
Ezzel a három szelvény elején, végén, és köztes pontokban elhelyezkedő kutakban fel tudtam állítani a vízszintek napi idősorát a vizsgált időszakban, az 1. egyenlet segítségével:

$$H_{fkm} = \frac{H_{Duna_Vigadó} - (0,935 * H_{Duna_Vigadó} + 5,8897)}{4,3} * (1646,5 - fkm) + (0,935 * H_{Duna_Vigadó} + 5,8897)$$

1. egyenlet Vízszint számítására használt egyenlet a Vigadó tér és a Kvassay-zsilip közötti folyamkilométerekre

8. A szelvények rétegződése

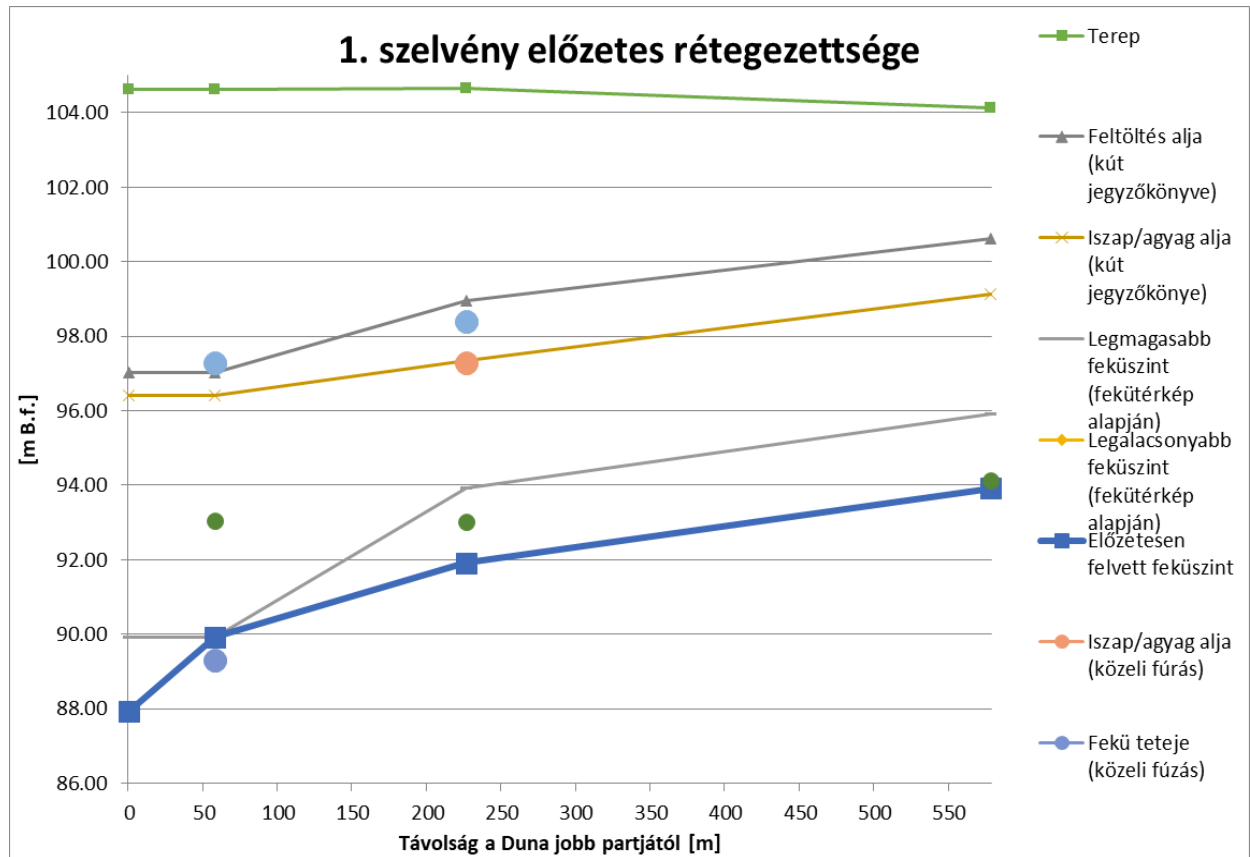
A szelvények rétegződésének előzetes felvételéhez különböző források által készített talajvizsgálati eredményeket veszek alapul, így a kutak telepítési dokumentációit (GEEHYDRO, 2003/a és b, GREENTECH, 2000), illetve bizonyos épületek építése előtt a helyi fúrásokat vizsgáltam. A kutak fúrási eredményeit összevettem a környezetükben található fúrások eredményeivel, és csak ezután fogadtam el a fedőréteg alsó élének szintjét. Sajnos ezek legtöbbször nem érte el a feküt, így a fekü szintjéről nincsenek eredményeink fúrások alapján. Ehhez egy 1932-ben készített, egész Budapestre meghatározott fekü térképet használtam. (Horusitzky, 1932.). Ez sajnos csak intervallumokat ad meg egyes területekre, és érdekesség, hogy az Adriai-tengerszint feletti magassággal dolgozik, és a Duna lánchídi 0 pontjára vonatkozik. A területre vonatkozó részlete a 4. képen látható.



4. kép Részlet Horusitzky Henrik 1932-ben készült fekü térképéből

A kapott Balti-tengerszint feletti magasságintervallumokat összevettem a fúrási eredményekkel, és ez alapján meghatároztam egy előzetes fekü szintet. Az egyes szelvénynél a térkép alapján jelzett legalacsonyabb szintet fogadtam el (8. ábra), míg a kettes és hármas

szelvényben a fúrési eredmények alapján néhány pontban indokoltnak láttam, hogy 2 méterrel mélyebben vegyem fel a feküszintet. Ezeket a Függelék 14.3 pontjában ábrázolom.



8. ábra 1. szelvény előzetes rétegezetsége

9. A szelvényben szállított vízhozam meghatározása

A 2016-ban készített TDK dolgozatomban a kutak által határolt háromszögek szállította vízhozamokat határoztam meg, ez alapján indultam el a szelvények vízhozamának meghatározásánál is.

Mivel mindegyik szelvény minimum három kútból áll, akár új háromszögek felvétele is lehetőség lehetne, azonban ebben az esetben a sík szélessége miatt, a teljes háromszögre felvett átlagos szivárgási együttható gyakran nem feleltethető meg a szelvényre jellemző szivárgási együtthatóval, és nagyságrendekkel nagyobb vízhozamokat kapnánk. Ez a terület változatos összetételét jelzi, így a bearányosítás során a rövidebb szakaszok vizsgálata helyénvaló döntés, hogy bizonyos részek jellegzetességeit komolyabban megismerjük. Ezért megpróbáltam csak a szelvény két szélső kútját összekötő egyenesre egyszerűsíteni a képleteket. Ezzel azonban túl kicsi vízhozamokat kaptam, amiket szinten nem tudtam a későbbiekben megfelelően bearányosítani. Ez az egyszerűsítés azért nem lehetett megfelelő, mert a szelvény belső kútjainak vízszintjeit nem vette figyelembe, így ezt elvettem.

Helyette az alap Darcy-egyenletet alkalmaztam úgy, hogy a belső kutakkal két részre osztottam a szelvényt, így az egyes és kettes szelvélynél négyféle, a hármas szelvélynél kétféle fajlagos vízhozamból számított átlagát fogadtam el érvényes vízhozamnak. Az eredmények a Függelék 14.4-es pontjában láthatóak

A számítás során alkalmazott szivárgási együtthatókat (4. táblázat) és a rétegződést Szívós Balázs munkájából becsültem, (Szívós et al, 2013.)

	1. szelvény [m/s]	2. szelvény [m/s]	3. szelvény [m/s]
Feltöltés	0.000030	0.000032	0.000015
Szürke kavics	0.0112	0.0130	0.0029
Barna kavics	0.0100	0.008	-

4. táblázat Becsült szivárgási együtthatók

A permanens állapotok modellezésére a vizsgált időszakon belül kiválasztottam azokat az időszakokat a vizsgált időszakból, amelyeken nem történt számottevő vízszintváltozás. Az egyhetes időszakok során a kutak átlagos vízállását használtam a továbbiakban.

Dátum	Duna 1643.6 fkm	ELTE-2	ELTE-1	TVF-1	Vízhozam
2017.01.23-29.	95.57	96.01	96.30	96.23	0.000189
2017.04.03-09.	96.92	97.23	97.30	97.21	0.000134
2017.05.04-10.	98.25	98.05	97.83	97.66	-0.000117
2017.07.20-26.	96.45	96.82	96.97	96.89	0.000166

5. táblázat Az 1. szelvény peremfeltételei

Dátum	Duna 1643.4 fkm	ELTE-3	GWM-21	TVF-1	Vízhozam
2017.01.23-29.	95.56	95.92	96.40	96.23	0.000140
2017.04.03-09.	96.90	97.18	97.36	97.21	0.000093
2017.05.04-10.	98.22	97.99	97.85	97.66	-0.000097
2017.07.20-26.	96.43	96.76	97.04	96.89	0.000115

6. táblázat A 2. szelvény peremfeltételei

Dátum	Duna 1643.3 fkm	GWM-11	GWM-31	Vízhozam
2017.01.23-29.	95.55	96.27	96.39	0.000203
2017.04.03-09.	96.89	97.33	97.36	0.000123
2017.05.04-10.	98.21	97.84	97.64	-0.000114
2017.07.20-26.	96.42	96.98	97.05	0.000157

7. táblázat A 3. táblázat peremfeltételei

Az eddigiek alapján megkaptam a modellezéshez szükséges peremfeltételeket (5-7. táblázat), és áttérhettem a modellezés lebonyolítására.

10. A modellezés menete

A bearányosítás első lépéseként meghatároztam, hogy az egyes permanens állapotokban a szelvényeknek mikor, melyik szakaszán szükséges nyomás alatti, illetve szabadfelszínű számításokat végezni. Ezt a vízszintmérések és a talajrétegződés alapján vettem fel. A szabadfelszínű és a nyomás alatti vízmozgás közötti átmenet helye – ha ilyen a szelvényben kialakul – a korábban megadott hidraulikai határnak tekinthető.

A számításokat egy szelvényen belül több szakaszra bontva végeztem el. Az egyes permanens állapotok hidraulikai határait minden állapotban felvettem szakaszhatárnak, illetve a szelvények belső kútjait is, így összehasonlítható szakaszokat kaptam, ezeken csak nyomás alatti vagy csak szabadfelszínre vonatkozó képleteket használtam. Ezekben a pontokban számolok a modellel vízszintet, így tudunk a mért vízszintekhez ellenőrizni.

Egy ilyen szakaszon belül a feküt és a fedőréteget vízszintesnek tekintjük, így a modellben ezeket lépcsőzetesen változónak látjuk. Így a szakaszok fekü és a fedő réteg szintjei különböznek, ezzel a vízáteresztő réteg vastagsága is más. Ezen felül a bearányosítás során más szivárgási együttható lesz érvényes az egyes szakaszokra. Azonban az egyes szakaszokon szállított vízhozamoknak egyezniük kell, és a szakasz határokon a vízszinteknek is egyenlőnek kell lenniük, a talajvízszintet folytonosnak tekintjük.

A modellezés során felvettem a szélső kutak vízszintjeit, és elsőként az aktuális hidraulikai határ vízszintjét számoltam ki, arra alapozva, hogy a nyomás alatti és a szabad felszínű szakaszok vízszállítása megegyezik. A fedő és a fekü szintjeit az előzetesen felvett rétegződés alapján állítottam be. Ezután a szivárgási együttható értékeit addig változtattam, amíg az előbbiekben bemutatott módon kiszámított vízhozam értéket meg nem közelítettem mind a két szelvényben. Ha az eredmények alapján szükségesnek tűnt, a fedő és fekü szintjén is állítottam. Ezután a további szakaszokban már csak nyomás alatti vagy csak szabadfelszínű állapotot feltételeztem, és a bearányosítást ugyanígy végeztem.

Az első bearányosítás után, bár a vízszintek és a vízhozamok megfelelték, a fekü és a fedő réteg szintje időben változott, amit semmi nem indokolt. Ezért a beállított szintek átlagát véve másodszor is bearányosítottam a szelvények szakaszait.

A második bearányosítás után világossá vált, hogy a fedőréteg szintjeinek átlagát véve az egyes szelvények nyomás alatti részén néhol a vízszint nem érte volna el a fedőt, azonban a szabad felszínű szakaszokon előfordult, hogy a talajvízszint belépett a vízzáró rétegbe.

Hogy a hibát elkerüljem, ezeken a szakaszokon a vízzáró réteg alját kijavítottam a talajvízszint legkisebb értékére. Ezek után újra bearányosítottam a modellt. A megfelelő fajlagos vízhozam eléréshez a szivárgási együttható apró változtatására volt szükség, és a folyamat szinte egyáltalán nem befolyásolta a modellezett vízfelszín szintjeit. Maga a folyamat így többszöri próbaszámítást, a talaj és a vízvezető réteg jellemzőinek többszöri módosítását igényelte.

Fentieket mind a három kijelölt szelvényre elvégeztem.

11. Az eredmények bemutatása

A modellezés befejeztével megkaptam a szakaszokra jellemző fekü és fedő szinteket, illetve a szakaszokra az egyes állapotokban megfelelő szivárgási együtthatókat.

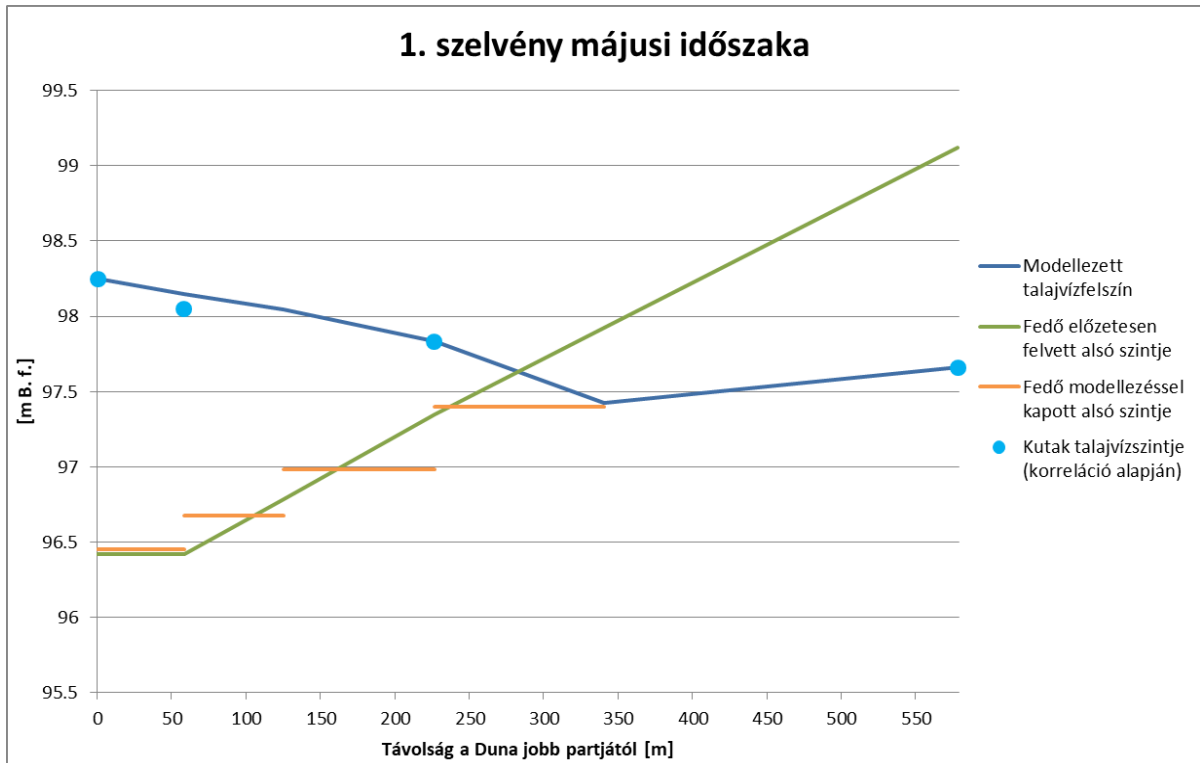
Ahhoz, hogy ezeket el tudjam fogadni, ellenőriznem kellett a korrelációval számított és modellezett vízszinteket az egyes kutakban. Ezeknek a különbségeit a 8. táblázatban foglaltam össze.

	ELTE-1 [m]	ELTE-2 [m]	ELTE-3 [m]	GWM-11 [m]	GWM-21 [m]
január	0.42	0.36	0.21	0.30	0.28
április	0.25	0.28	0.21	0.20	0.34
május	0.00	-0.10	-0.17	0.01	0.09
július	-0.24	0.15	0.22	0.24	0.29

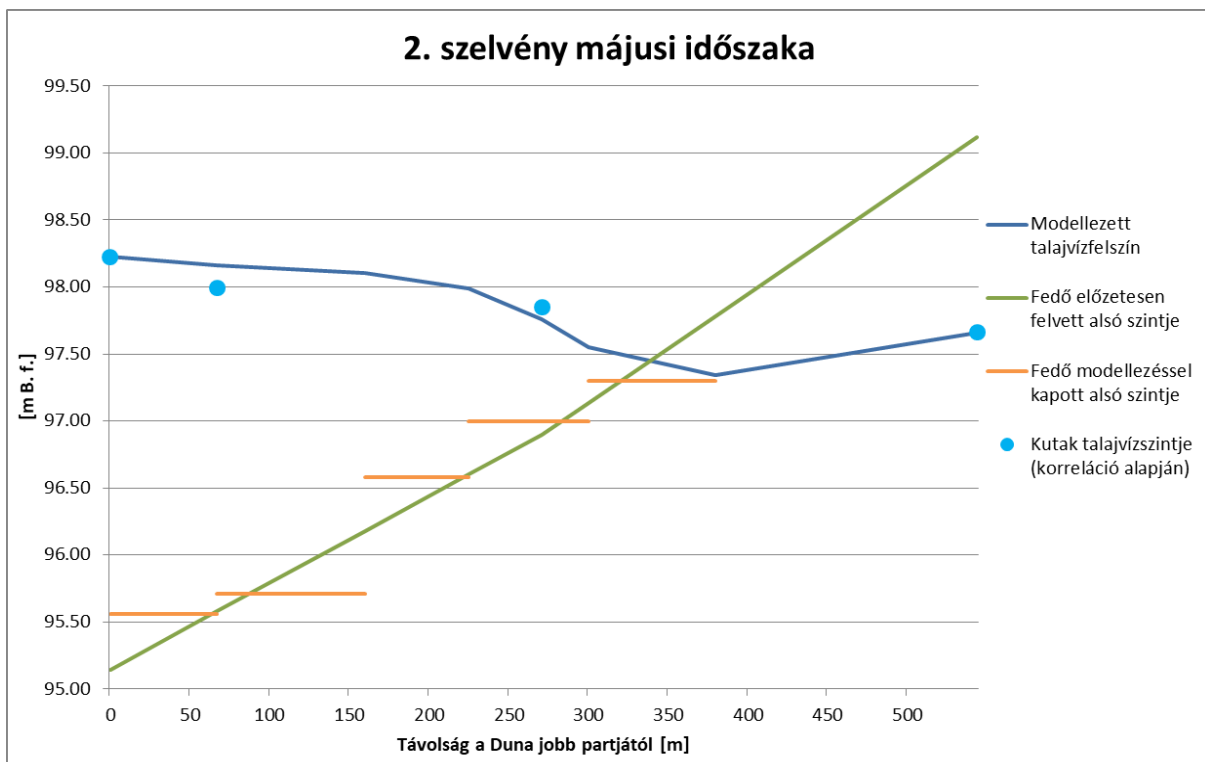
8. táblázat A korrelációval számított és modellezett vízszintek különbsége

A modellezett talajvízfelszíneket a Függelék 14.5 pontjában ábrázoltam. Látható, hogy néhány állapotban akár 10 cm-en belül sikerült megközelítenie a korrelációval számított vízszinteket a modellnek, de többnyire 20-30 cm-es eltéréseket produkál. Az azonos időszakot modellezett talajvízfelszínnek között az összefüggés megjelenik, ahogy az a 9.-11. ábrákon is látszik a májusi időszakban.

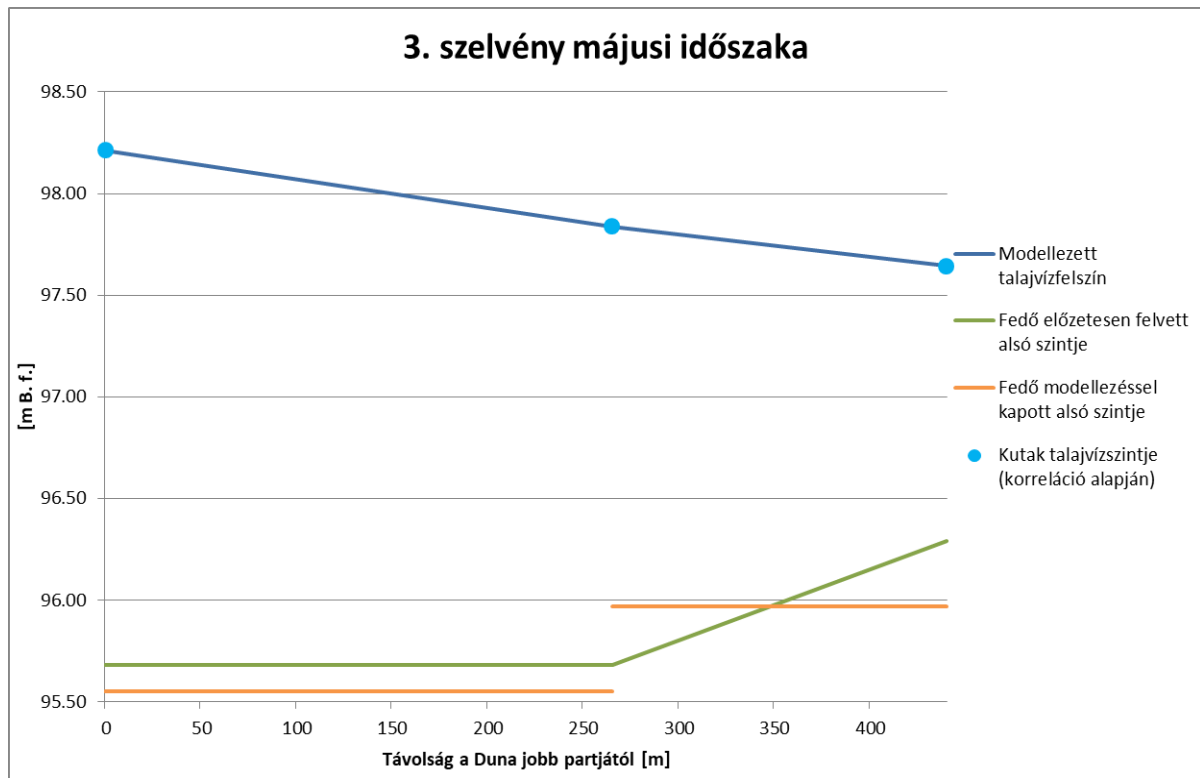
Megfigyelhető, hogy a legtöbb esetben alacsonyabb vízszinteket kaptunk a modellezés során. Ennek oka további vizsgálatokat igényel, lehetséges, hogy a peremfeltételek felvételekor itt alulbecsültük a szállított vízhozamokat, ami a valóságban nagyobb vízszintekkel áramolhatott.



9. ábra 1. szelvény májusi időszakának számított és modellezett talajvízszintjei

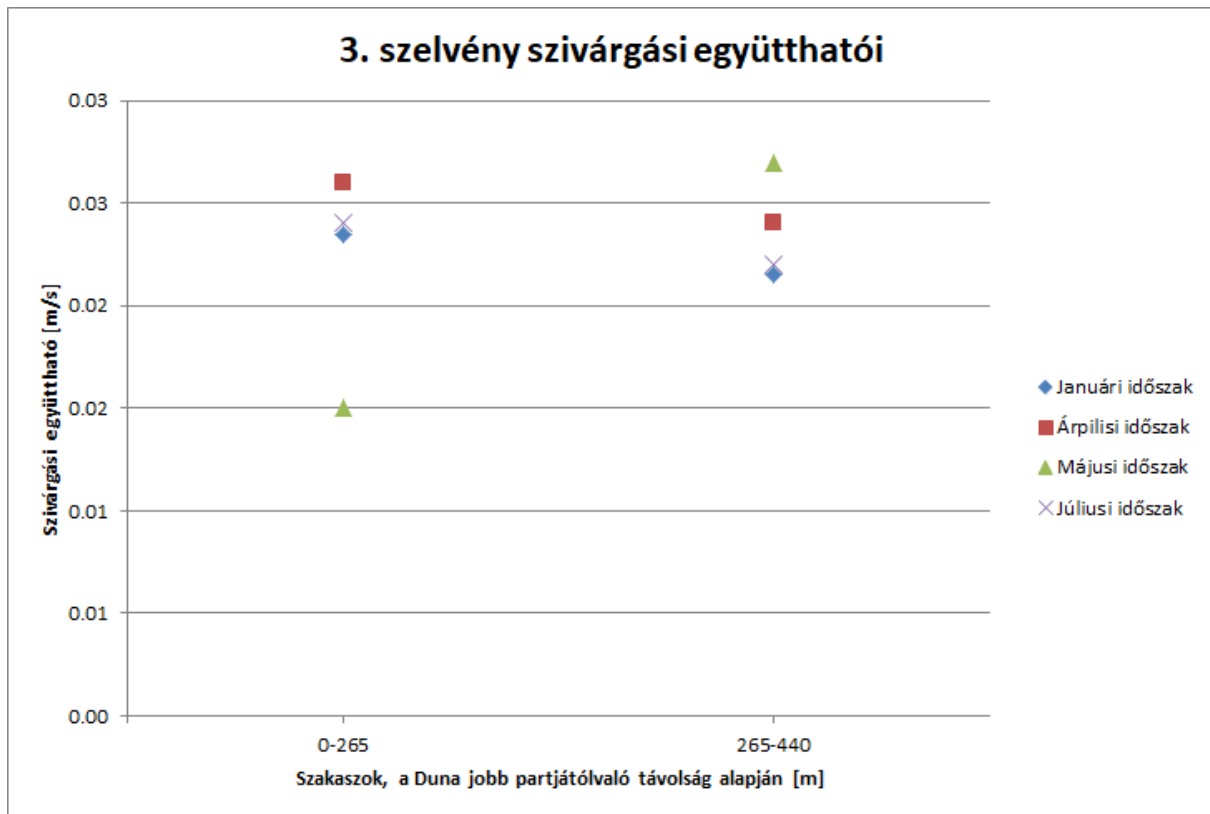


10. ábra 2. szelvény májusi időszakának számított és modellezett talajvízszintjei



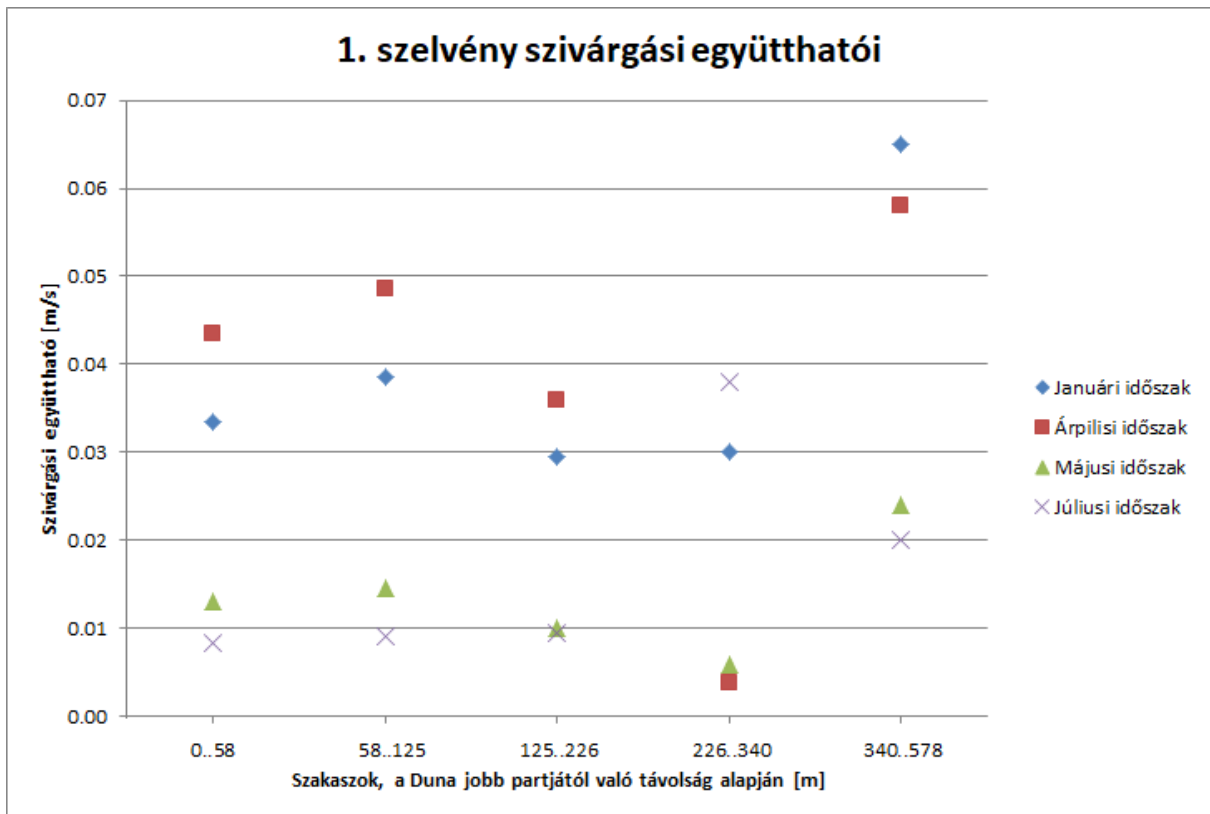
11. ábra 3. szelvény májusi időszakának számított és modellezett talajvízszintjei

A szivárgási együttható értéke időben változik, ami lehetséges. Utalhat a vízvezető réteg további rétegződésére, hiszen a teljes telített réteg vastagsága változik, így víz alá kerülhet bizonyos esetekben akár olyan agyaglencse is, vagy hasonló beékelődő inhomogenitás, melyet a korábbi vizsgálatok nem észleltek. A folyamatot a területen folyó építkezés is megzavarhatta.



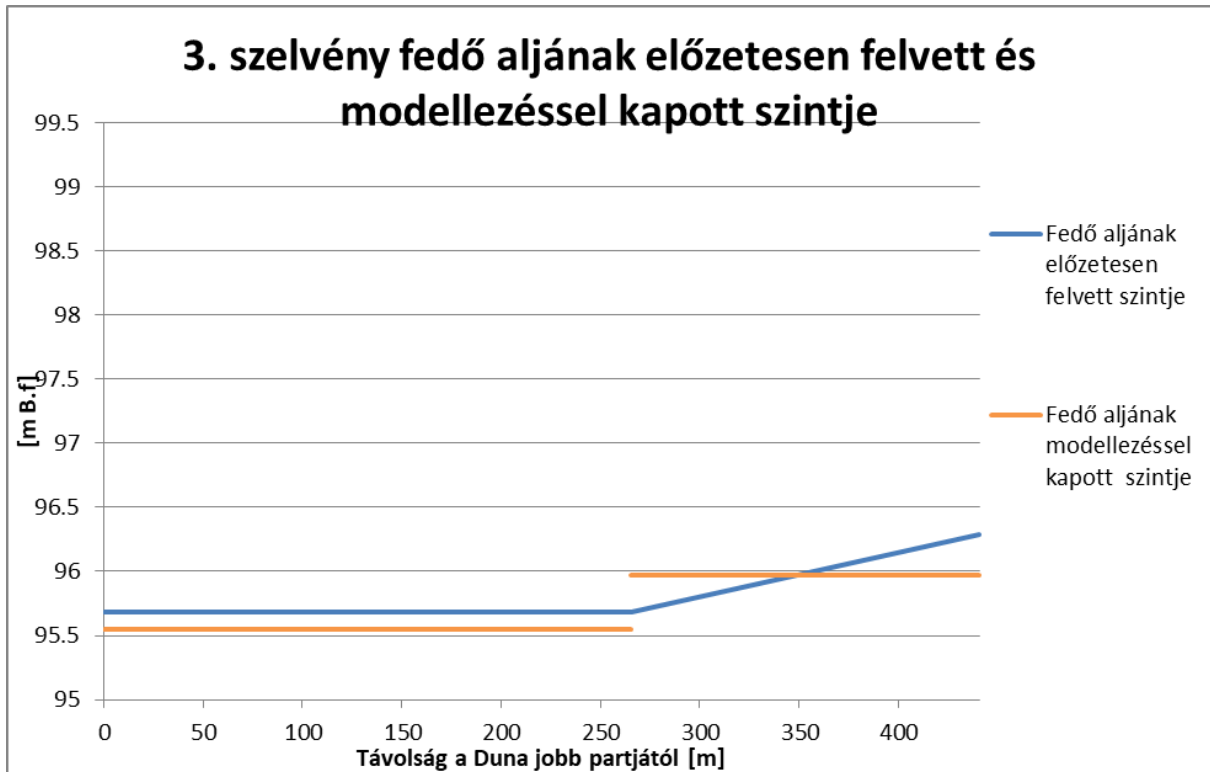
12. ábra 3. szelvény szivárgási együtthatói

A hármasszelvénynél (12. ábra) a szivárgási együttható értéke alig változik, ellentétben az egyes és kettősszelvényekkel, ahol mindkettőnél magasan kiemelkednek a januári és áprilisi értékek (13. ábra és Függelék 14. 6. pontja). Az összes, bearányosítás során kapott szivárgási együtthatót a Függelék 14.7. pontja tartalmazza táblázatos formában.

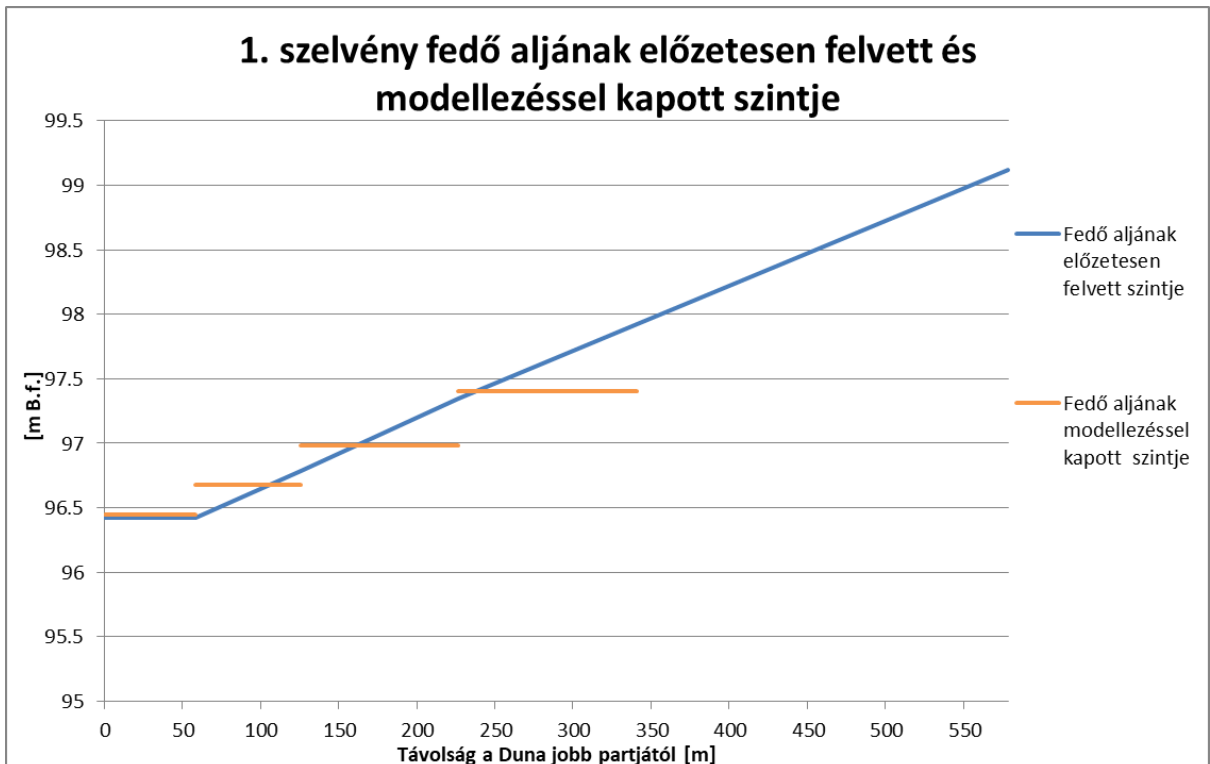


13. ábra 1. szelvény szivárgási együtthatói

A vízzáró réteg elhelyezkedéséről csak azokon a szakaszokon kaptam eredményt, ahol előfordult nyomás alatti állapot a vizsgált időszakban. A fedő alsó szintjeit a fúrások eredményeivel összehasonlítva látható, hogy a vízvezető és a vízzáró réteg határát sikeresen közelítette meg a modell mind a három szelvényben. A szakaszok részletessége miatt a fedőréteg alja becsülhető olyan pontokban is, ahol nincsenek fúrási adataink. A fedőréteg aljának előzetesen felvett elhelyezkedését a 14. és 15. ábrán, illetve a Függelék 14.8 pontjában lehet megtalálni.

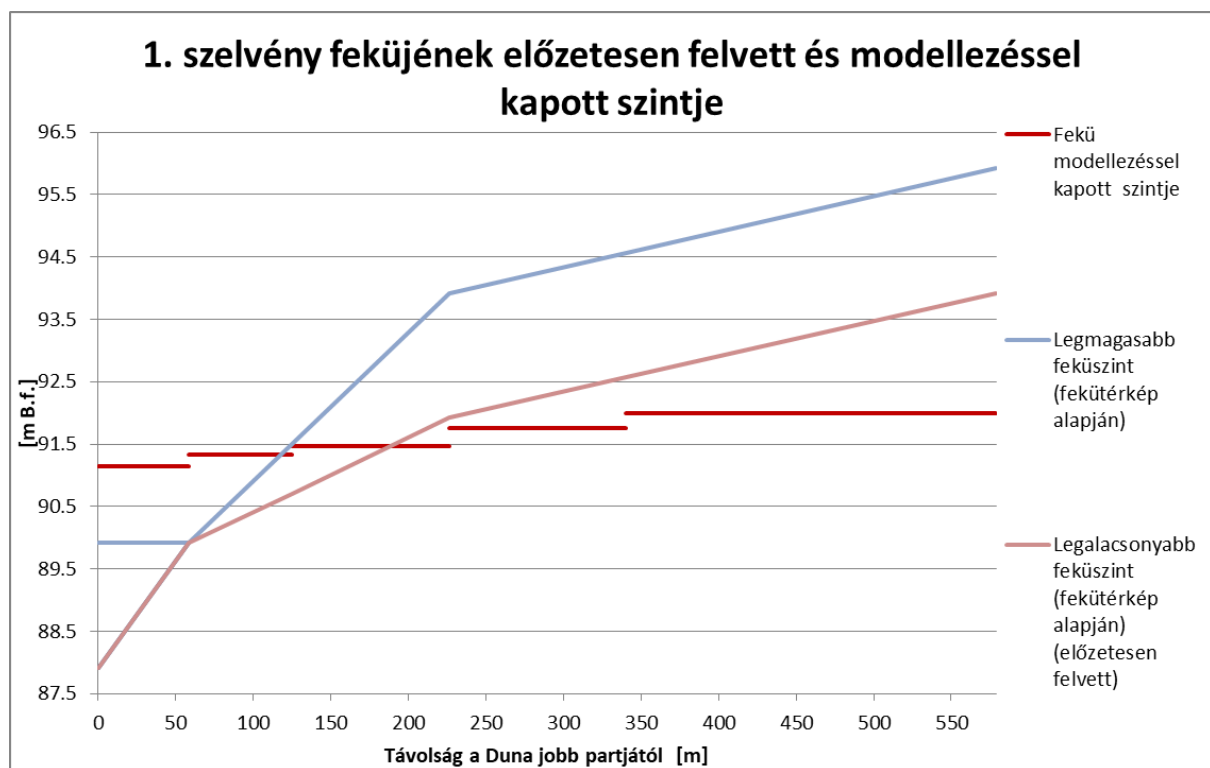


14. ábra 3. szelvény fedő aljának előzetesen felvett és modellezéssel kapott szintje

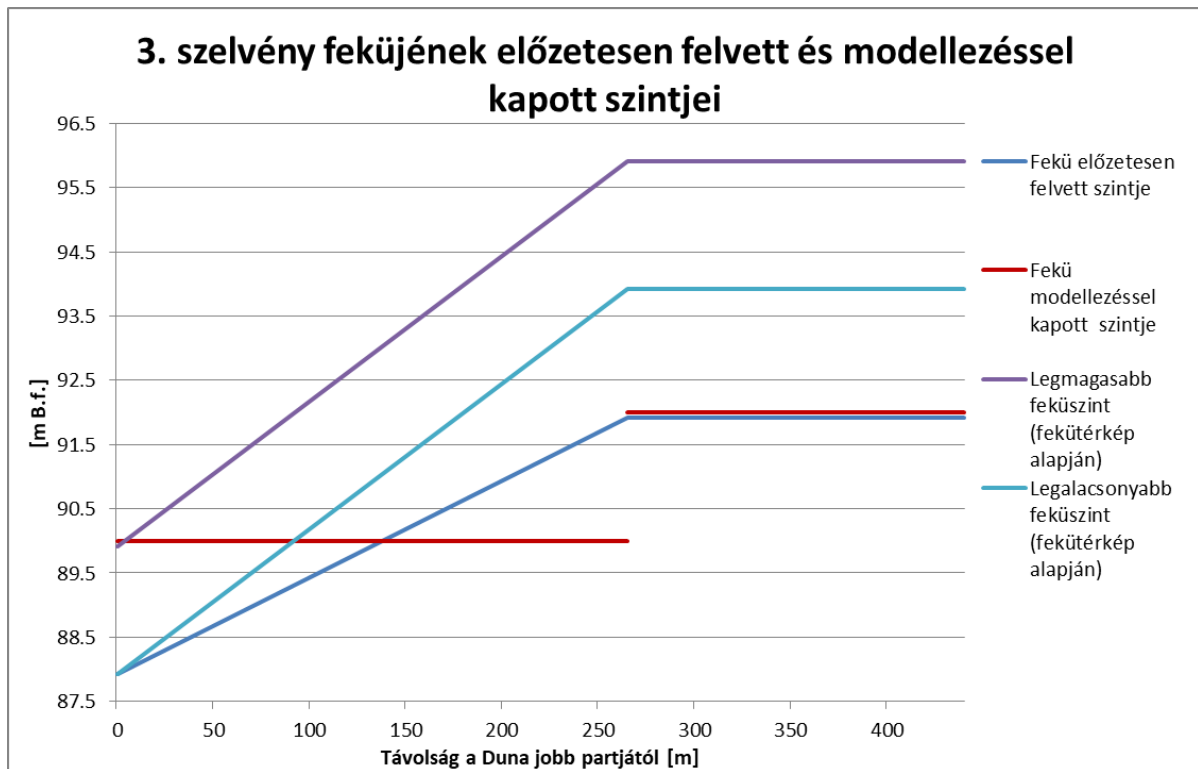


15. ábra 1. szelvény fedő aljának előzetesen felvett és modellezéssel kapott szintje

A feküt vizsgálva feltételezett és modellezett eredmények egyezése eltérő. Az egyes szelvény esetében az első 130 méteren az 1932-es fekü térkép alapján jelzett legmagasabb fekü szintet közelítik, míg a továbbiakban a jelzett legalacsonyabbat. Ebben a szelvényben a modell a feküt kisebb eséssel adta meg az előzetesen felvett eséshez képest. Az eredmények a 16. ábrán láthatóak. A kettes szelvénynél is hasonló tapasztalható, a Függelék 14.9 pontjában tekinthető meg. Azonban az előzetes fekü szint felvétel során azt a pontot, ahol két méterrel lejjebb vittem a fekü térkép alapján kapott értéket a fúrások alapján, jól visszakaptam eredményül. A hármas szelvénynél is bebizonyosodott, hogy a fekü térképből leolvasott szinteket szükséges volt két méterrel lejjebb vinni, így egyezést mutatnak a modellezett fekü szinttel, ahogy az a 17. ábrán látható.



16. ábra 1. szelvény feküjének előzetesen felvett és modellezéssel kapott szintje



17. ábra 3. szelvény feküjének előzetesen felvett és modellezéssel kapott szintjei

12. Konklúzió

A mérési időszak kisvizes állapotának vizsgálata a különböző partmenti létesítmények alapozási szintjének fektől való távolságának meghatározásában segíthet. Ha ezt a távolságot rosszul választja meg a tervező, az kisvizes időszakban felduzzaszthatja a talajvizet, ezzel a partmenti területek belvizesedését okozva.

A dolgozatom rámutat arra, hogy ilyen feladat megoldásánál a számítások során mire érdemes figyelni, hogy az eredmények minél jobban közelítsék a valóságot, illetve az adatgyűjtés problémáit is bemutatja.

A munka során a modellezéshez szükséges peremfeltételek meghatározása sikeresen megtörtént, és rétegződés beállítása is megfelel. Mindezek alapján a három vizsgált szelvényre összeállítottam egy-egy olyan rétegszelvényt, mely további egy- vagy kétdimenziós modellek alapja is lehet, ezek az 1., 2. és 3. mellékletben láthatóak.

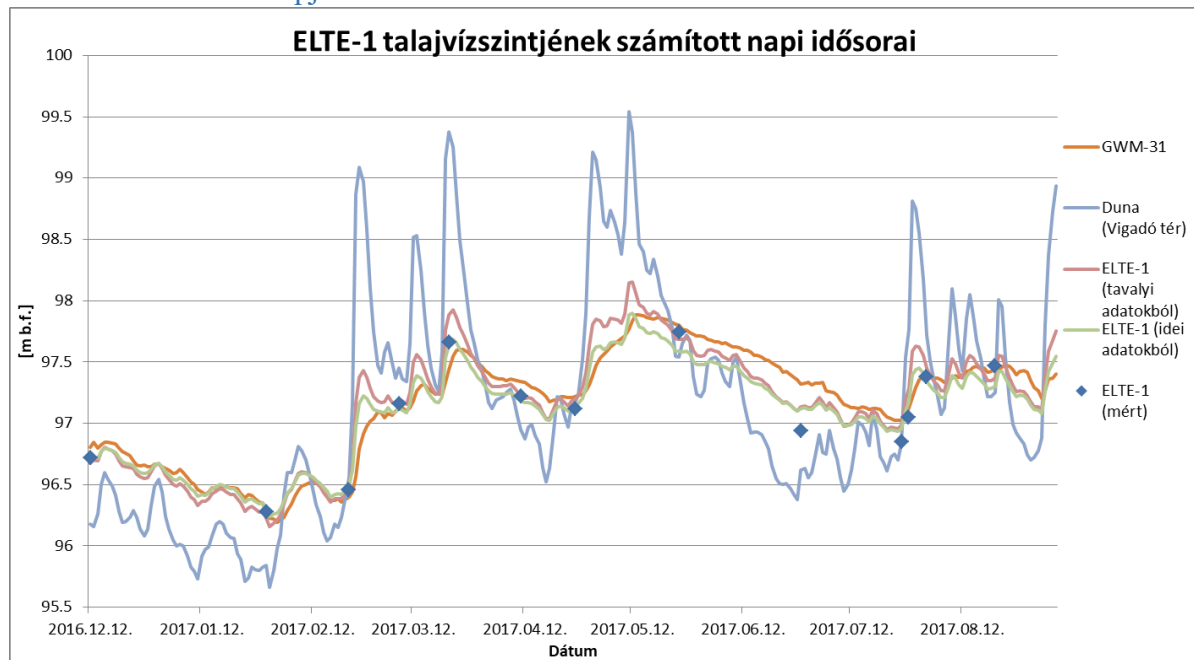
13. Köszönetnyilvánítás

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-

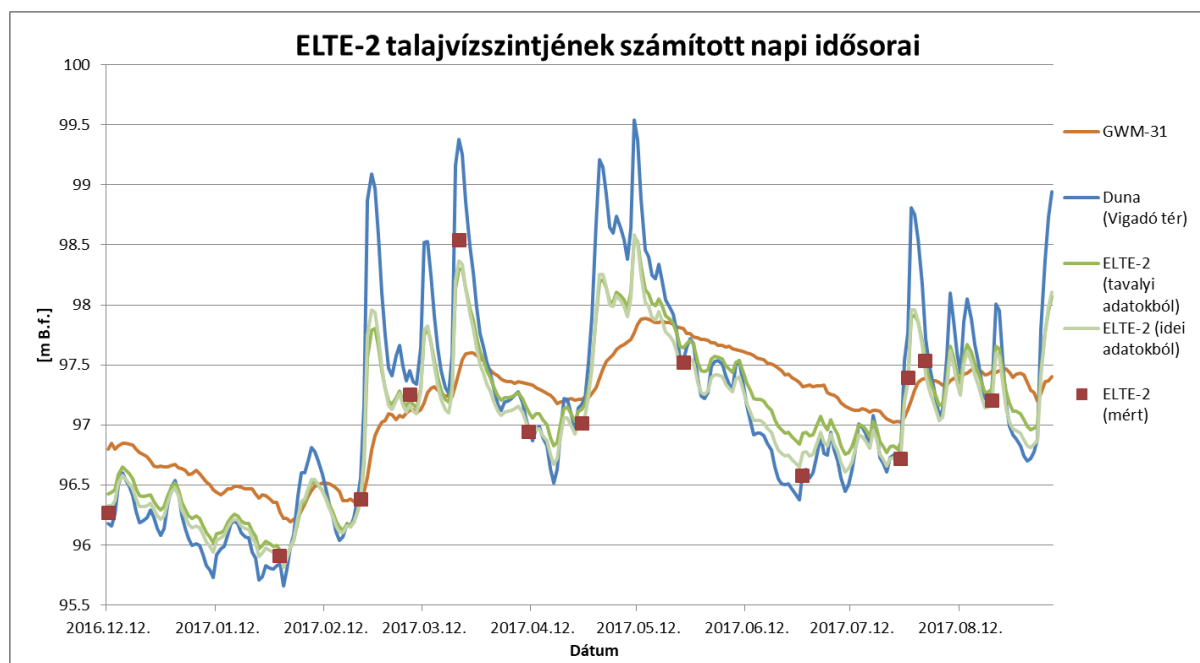
Szintén szeretném megköszönni Rehák Andrásnak (tanszéki mérnök, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék) a folyadékszint rögzítő berendezés leolvasásában nyújtott segítségét.

14. Függelék

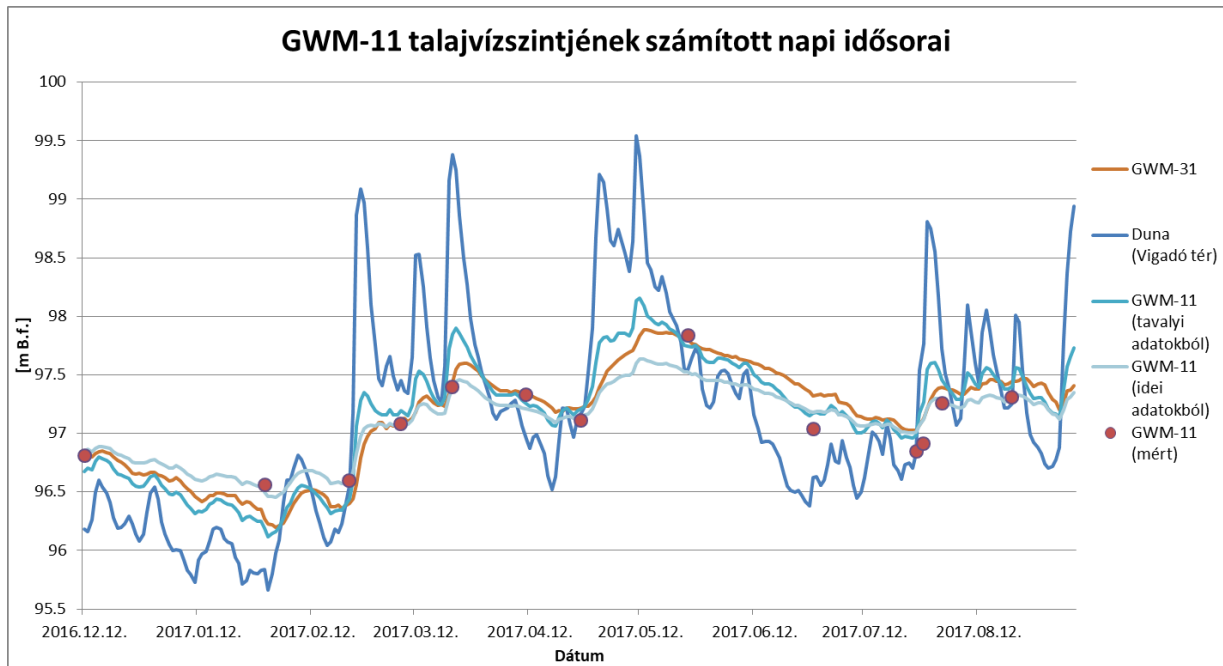
14.1 A kutak vízszintének napi idősorai, a tavalyi és az idei mérések alapján készített korrelációs számítás alapján



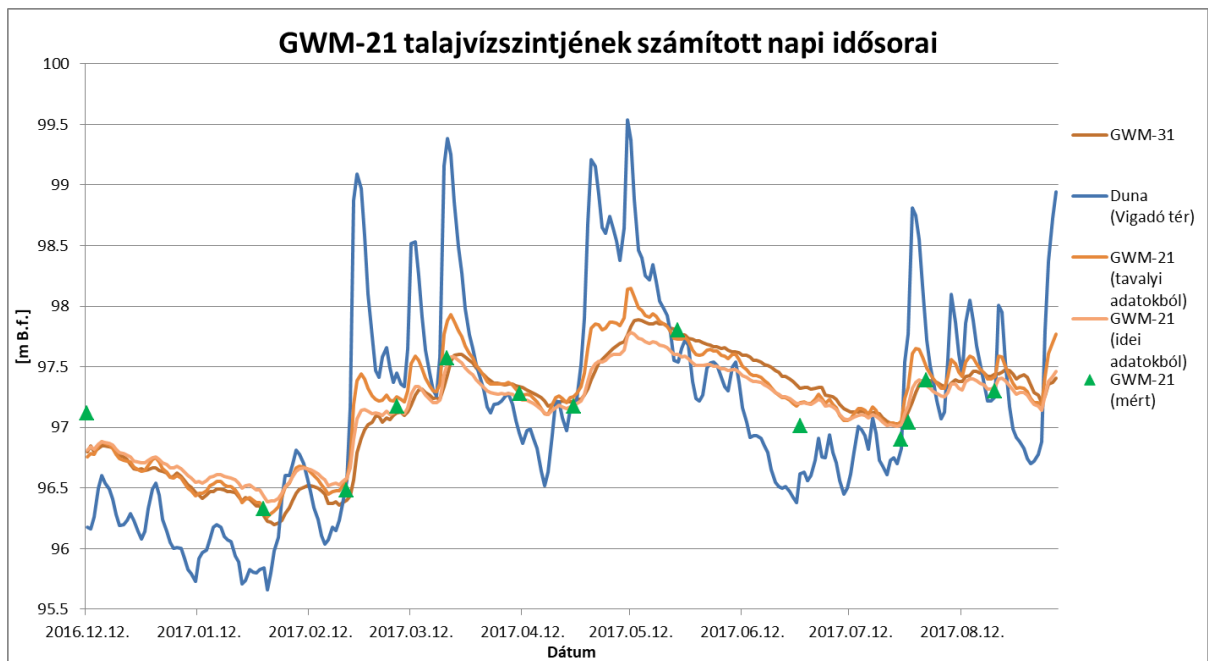
18. ábra ELTE-1 talajvízszintjének számított napi idősorai



19. ábra ELTE-2 talajvízszintjének számított napi idősorai



20. ábra GWM-11 talajvízszintjének számított napi idősorai



21. ábra GWM-21 talajvízszintjének számított napi idősorai

14.2 A kétféle többváltozós korrelációs számítás eltérései a mért értékektől, és a kettő különbsége

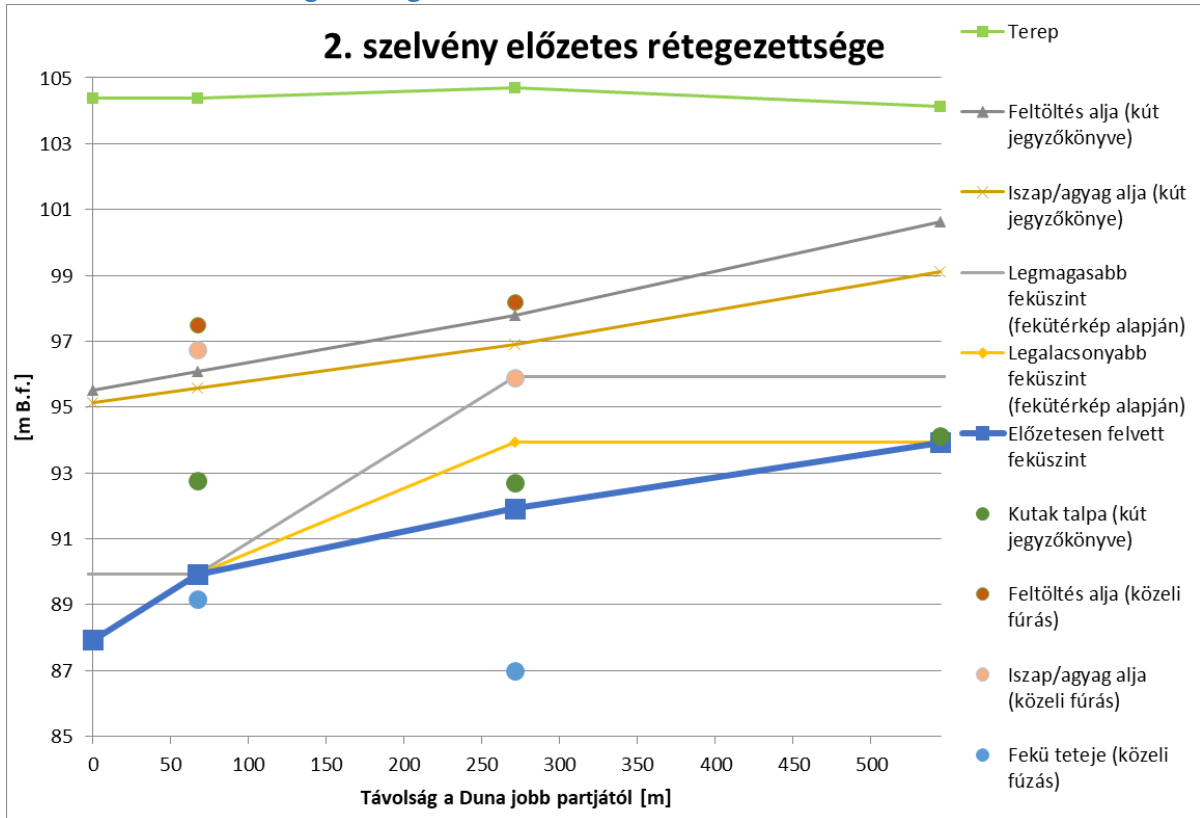
Eltérések	ELTE-1			ELTE-2			ELTE-3		
	tavalyi	idei	különbség	tavalyi	idei	különbség	tavalyi	idei	különbség
12-12-16	0.05	0.02	0.03	-0.15	-0.05	-0.10	-0.06	-0.04	-0.03
30-01-17	0.05	-0.02	0.07	-0.05	-0.02	-0.03	0.07	0.00	0.07
22-02-17	-0.03	-0.04	0.01	0.01	0.00	0.01	0.07	-0.01	0.08
08-03-17	-0.04	0.04	-0.08	0.04	0.09	-0.05	0.10	0.14	-0.03
22-03-17	-0.22	0.02	-0.25	0.24	0.17	0.07	0.09	0.10	0.00
11-04-17	-0.01	0.04	-0.04	-0.16	-0.02	-0.14	-0.08	0.03	-0.10
26-04-17	-0.08	-0.02	-0.06	-0.12	-0.03	-0.09	-0.05	0.02	-0.07
25-05-17	0.05	0.17	-0.11	-0.13	0.05	-0.18	0.04	0.22	-0.18
28-06-17	-0.19	-0.18	-0.01	-0.35	-0.19	-0.16	-0.41	-0.29	-0.12
26-07-17	-0.13	-0.10	-0.03	-0.14	-0.06	-0.08	-0.13	-0.09	-0.04
28-07-17	-0.23	-0.13	-0.11	0.03	0.05	-0.02	0.09	0.11	-0.02
02-08-17	-0.07	0.04	-0.11	0.04	0.11	-0.07	0.06	0.14	-0.08
21-08-17	0.10	0.17	-0.07	-0.10	0.03	-0.13	-0.22	-0.11	-0.11
		min:	-0.25		min:	-0.18		min:	-0.18
		max:	0.07		max:	0.07		max:	0.08

9. táblázat A kétféle többváltozós korrelációs számítás eltérései a mért értékektől, és a kettő különbsége az ELTE kutaknál

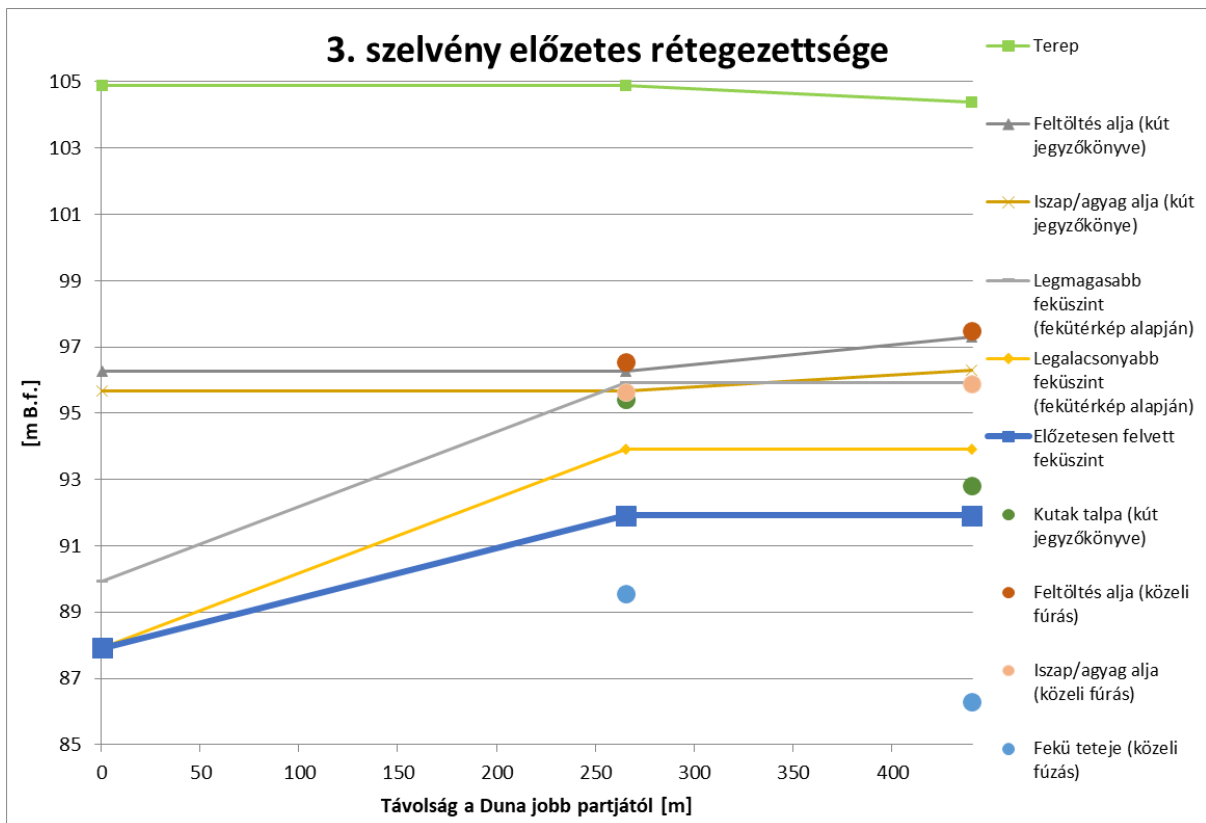
Eltérések	GWM-11			GWM-21		
	tavalyi	idei	különbség	tavalyi	idei	különbség
12-12-16	0.14	-0.03	0.17	0.36	0.31	0.05
30-01-17	0.37	0.06	0.31	0.00	-0.10	0.10
22-02-17	0.16	-0.01	0.17	-0.09	-0.10	0.01
08-03-17	-0.11	-0.02	-0.09	-0.08	0.03	-0.11
22-03-17	-0.44	0.01	-0.46	-0.31	0.05	-0.36
11-04-17	0.07	0.12	-0.05	-0.01	0.04	-0.05
26-04-17	-0.10	-0.03	-0.06	-0.08	-0.01	-0.08
25-05-17	0.10	0.33	-0.23	0.07	0.21	-0.14
28-06-17	-0.13	-0.14	0.01	-0.19	-0.19	-0.01
26-07-17	-0.13	-0.16	0.02	-0.15	-0.12	-0.03
28-07-17	-0.36	-0.21	-0.15	-0.29	-0.13	-0.15
02-08-17	-0.20	-0.02	-0.18	-0.10	0.05	-0.15
21-08-17	-0.09	0.02	-0.11	-0.12	-0.03	-0.09
		min:	-0.46		min:	-0.36
		max:	0.31		max:	0.10

10. táblázat A kétféle többváltozós korrelációs számítás eltérései a mért értékektől, és a kettő különbsége a GWM kutaknál

14.3 Az előzetes rétegezetsége

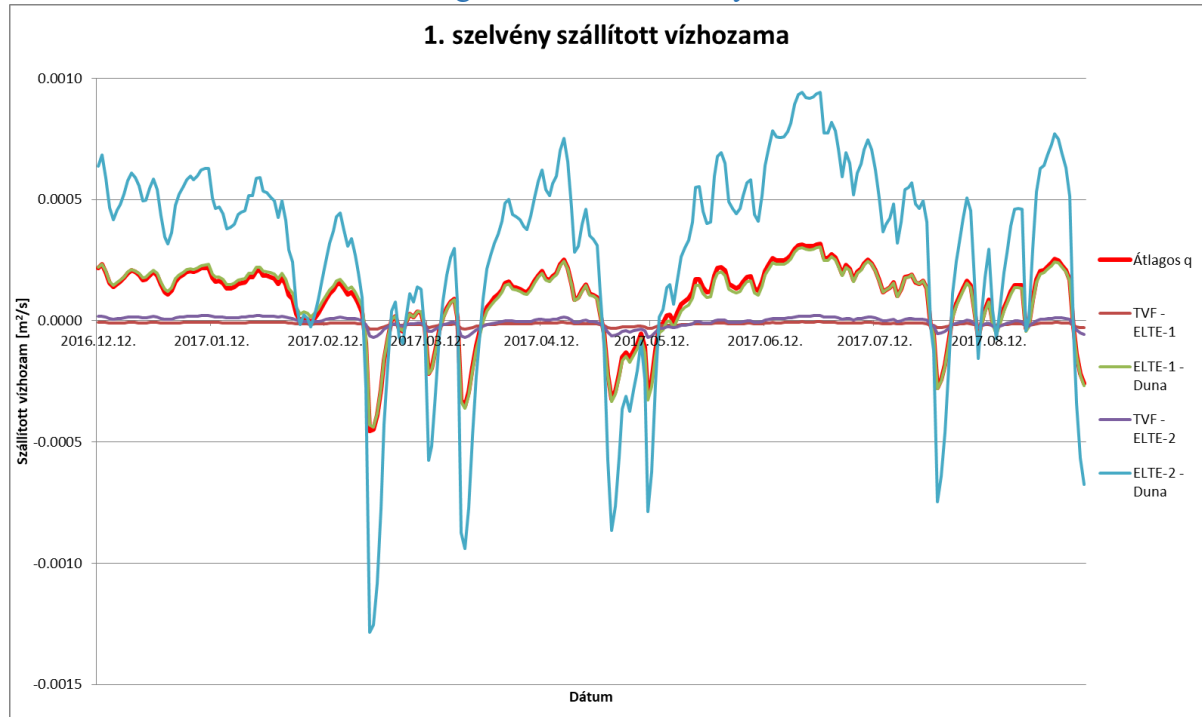


22. ábra A 2. szelvény előzetes rétegezetsége

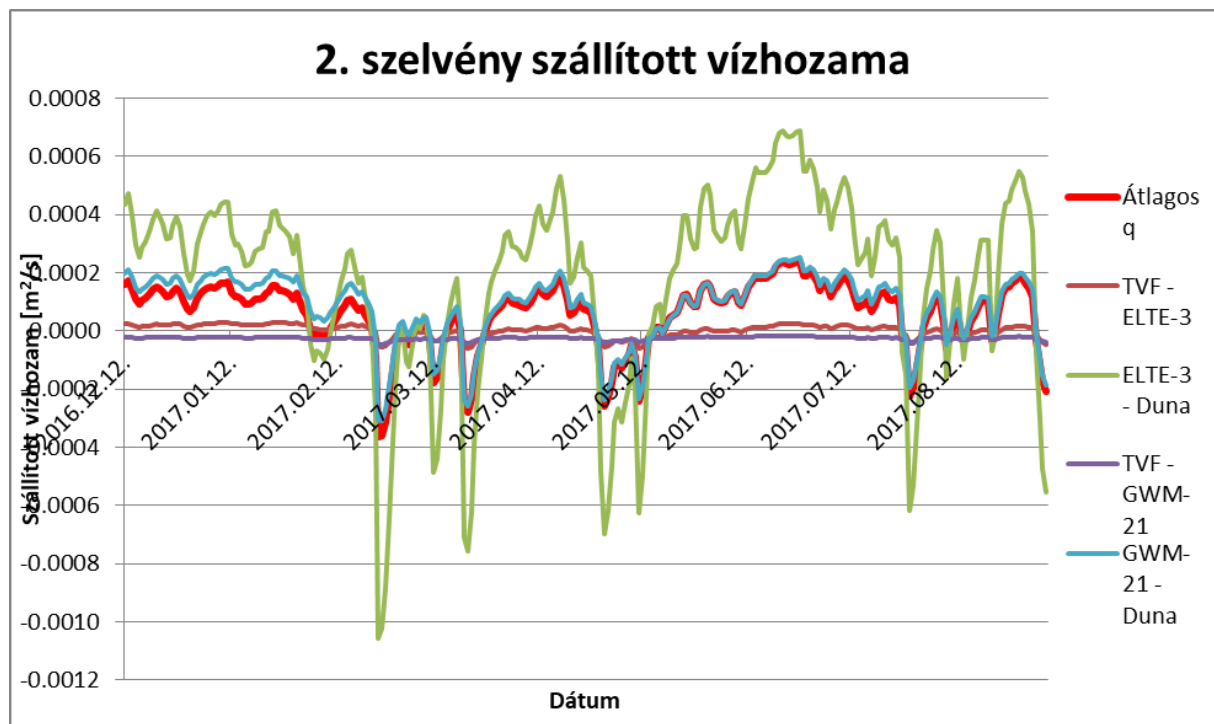


23. ábra A 3. szelvény előzetes rétegezetsége

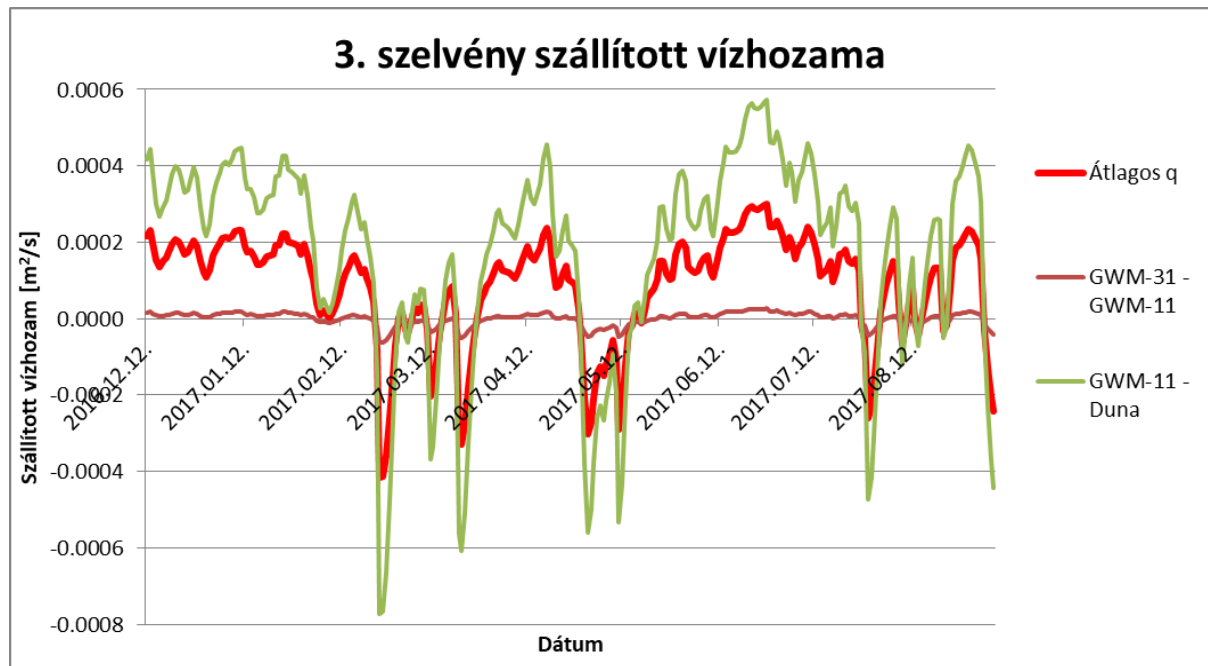
14.4 A szállított vízhozamok meghatározása a szelvényben



24. ábra 1. szelvény átlagos szállított vízhozamának meghatározása

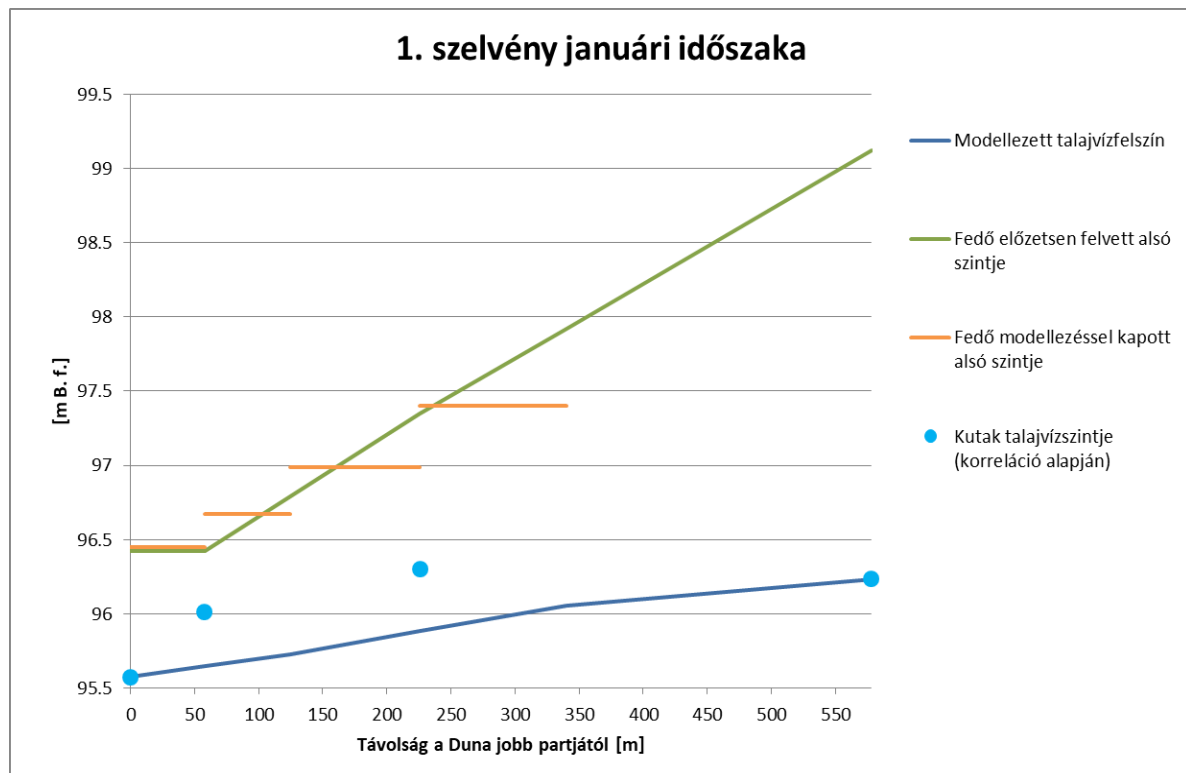


25. ábra 2. szelvény átlagos szállított vízhozamának meghatározása

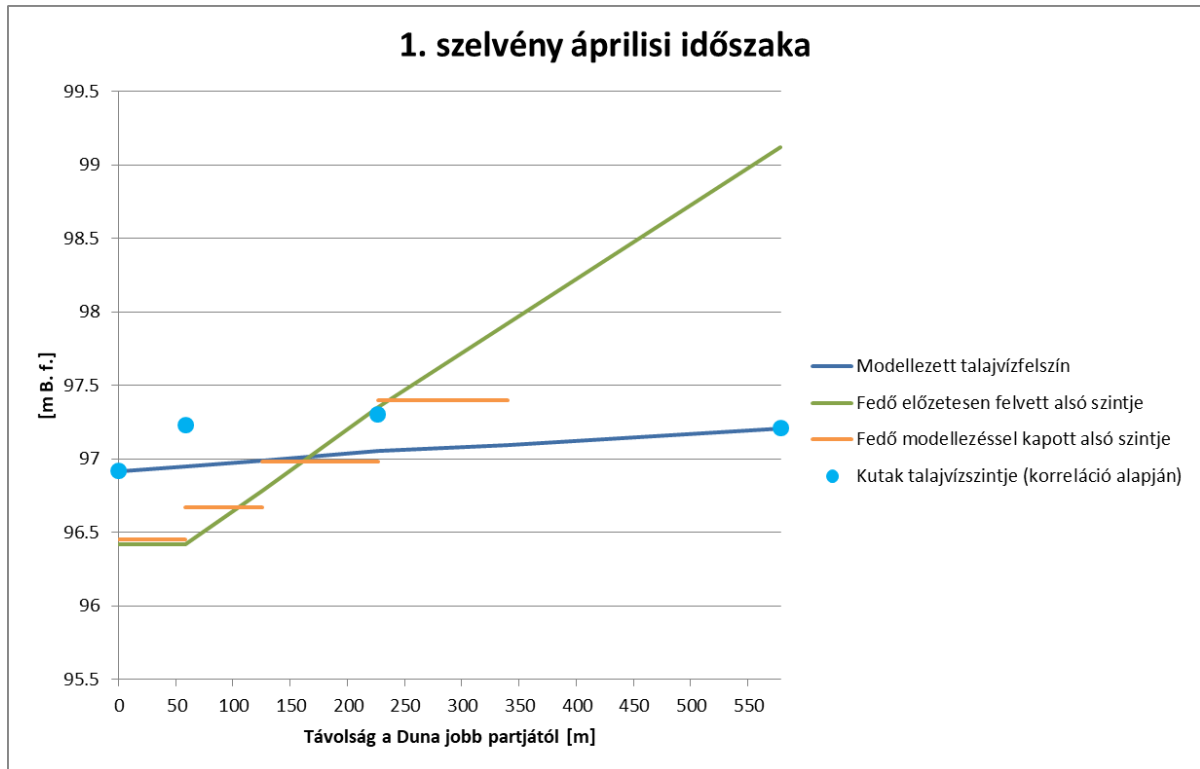


26. ábra 3. szelvény átlagos szállított vízhozamának meghatározása

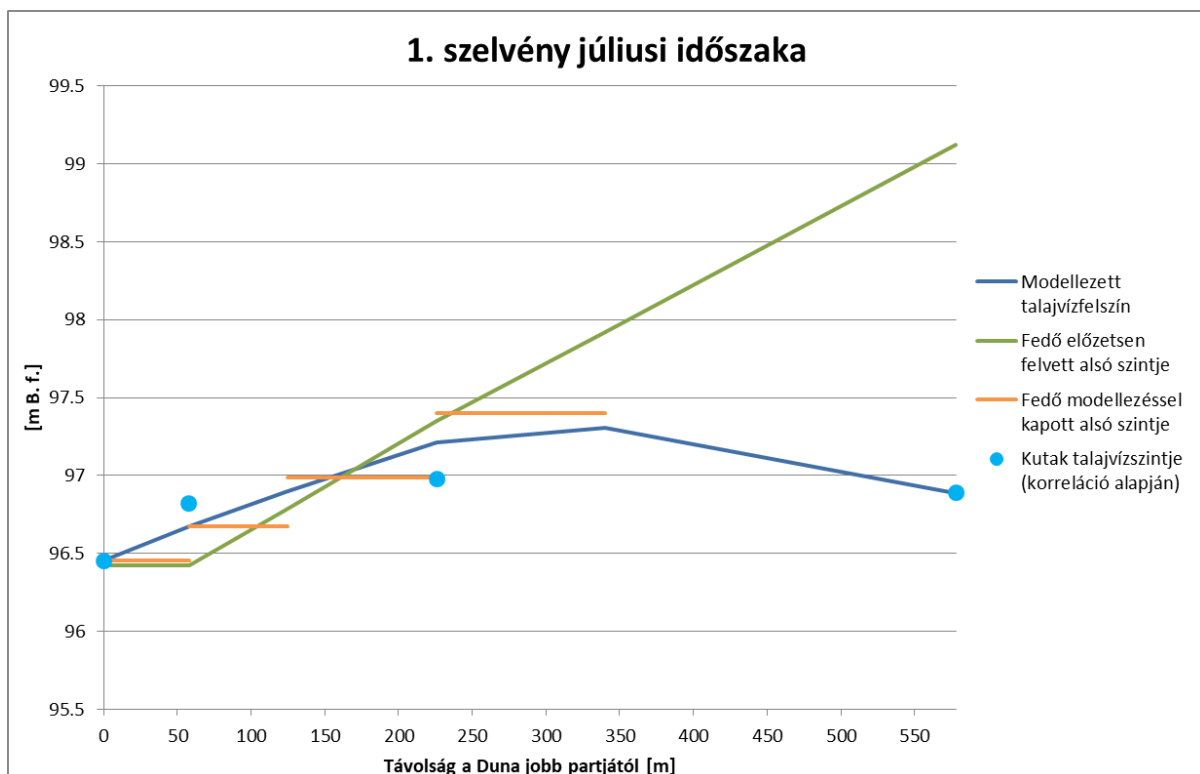
14.5 A modellezett vízfelszínek



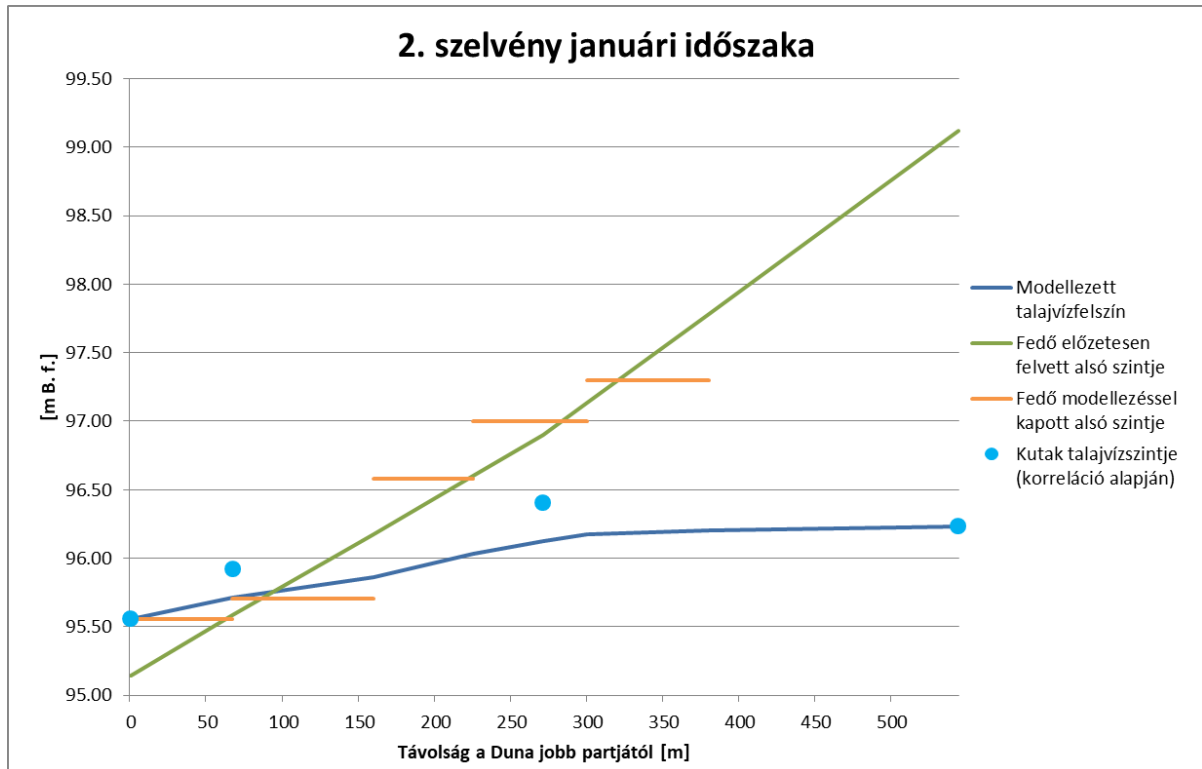
27. ábra 1. szelvény januári időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása



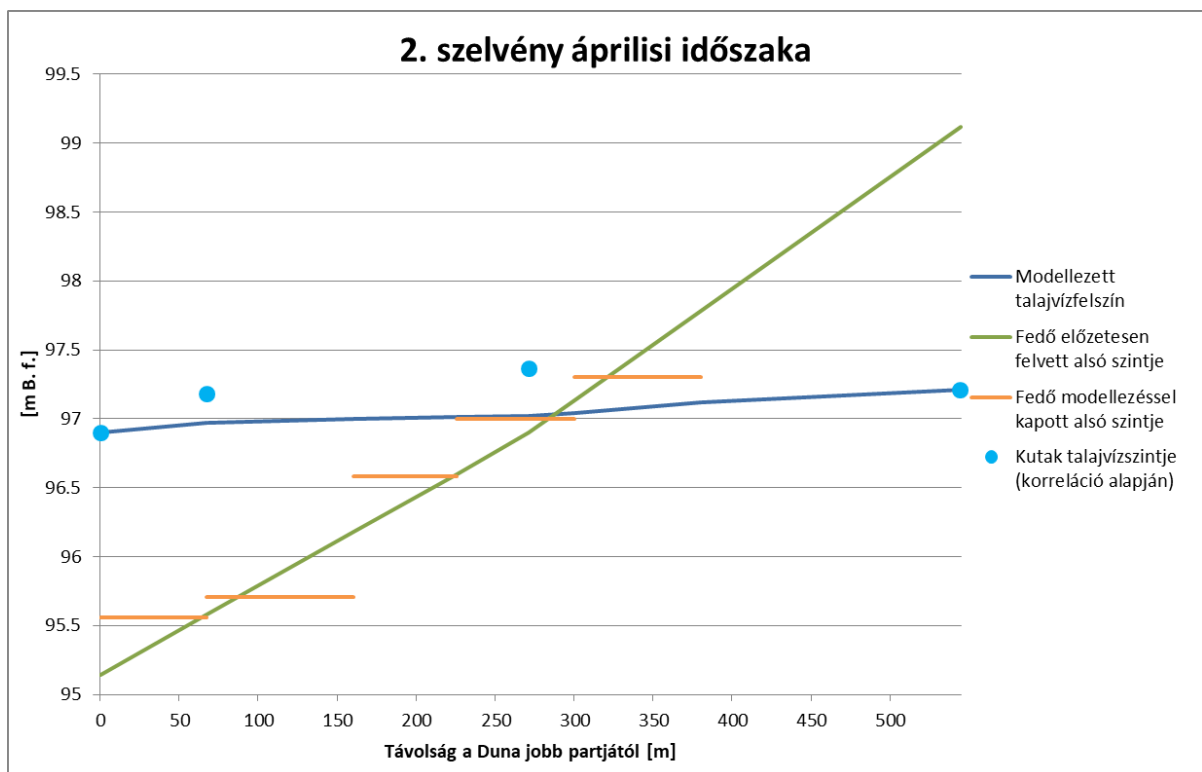
28. ábra 1. szelvény áprilisi időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása



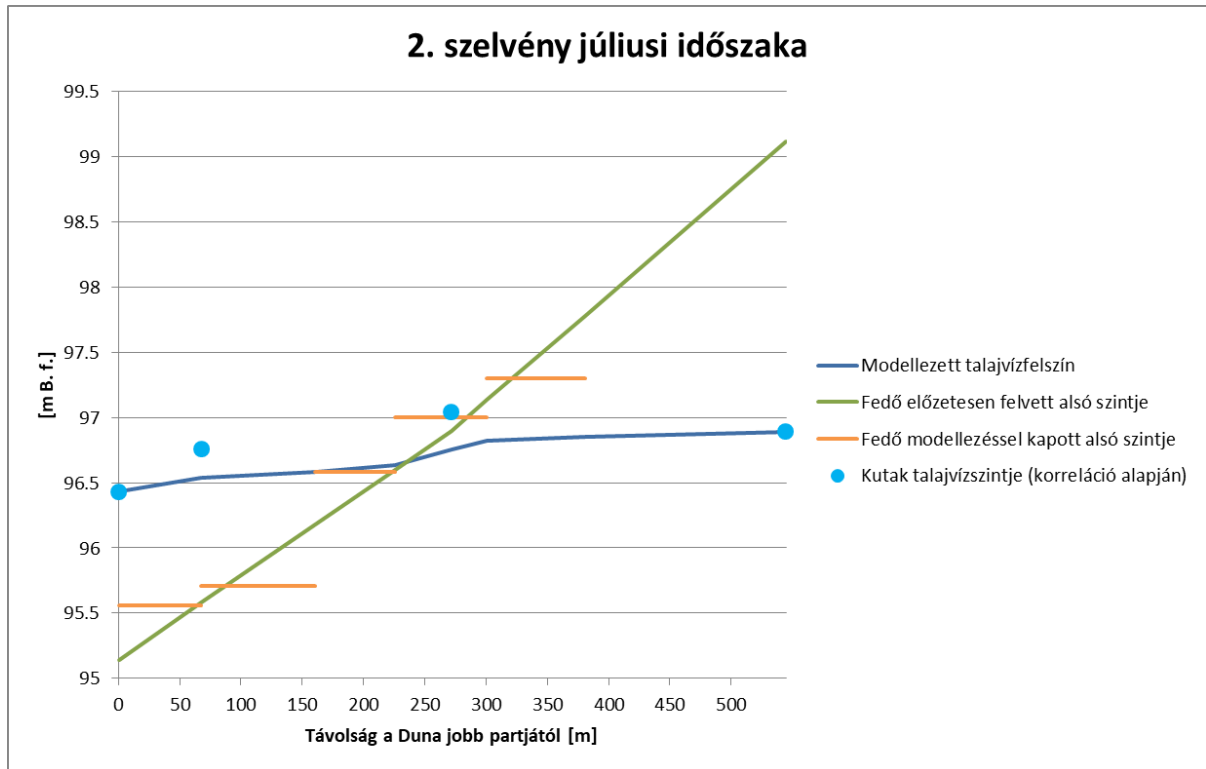
29. ábra 1. szelvény júliusi időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása



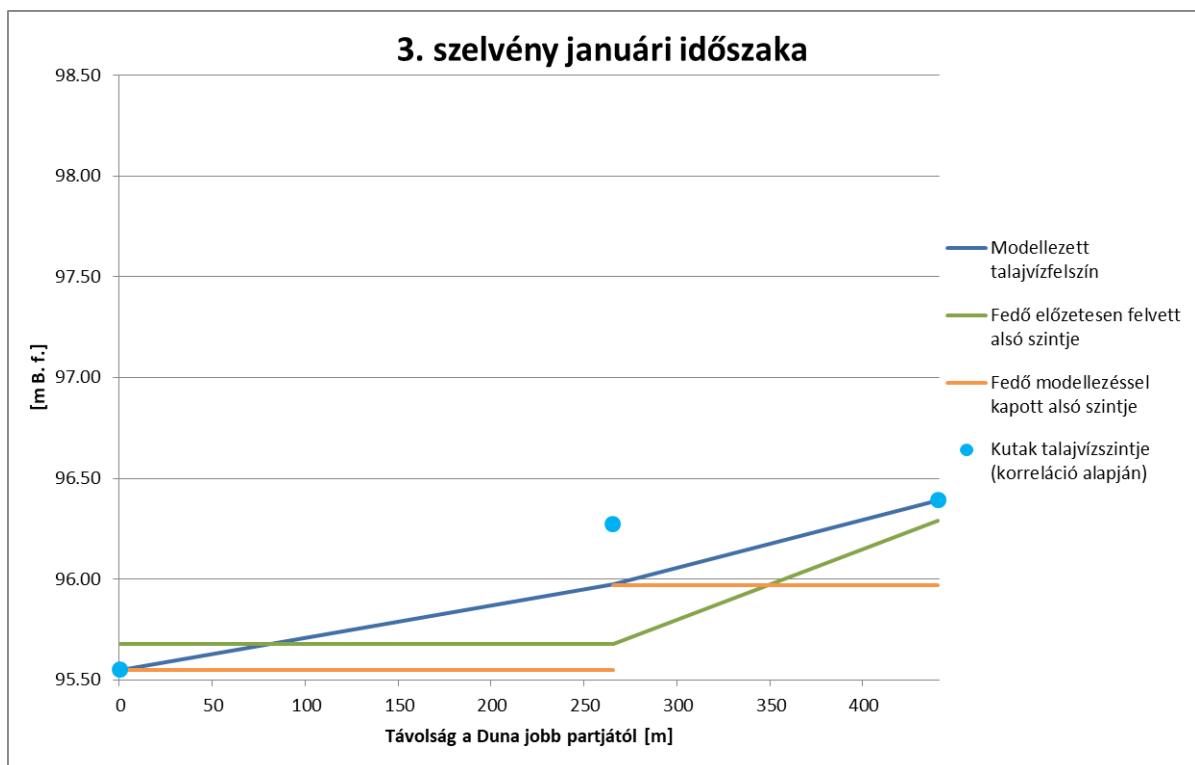
30. ábra 2. szelvény januári időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása



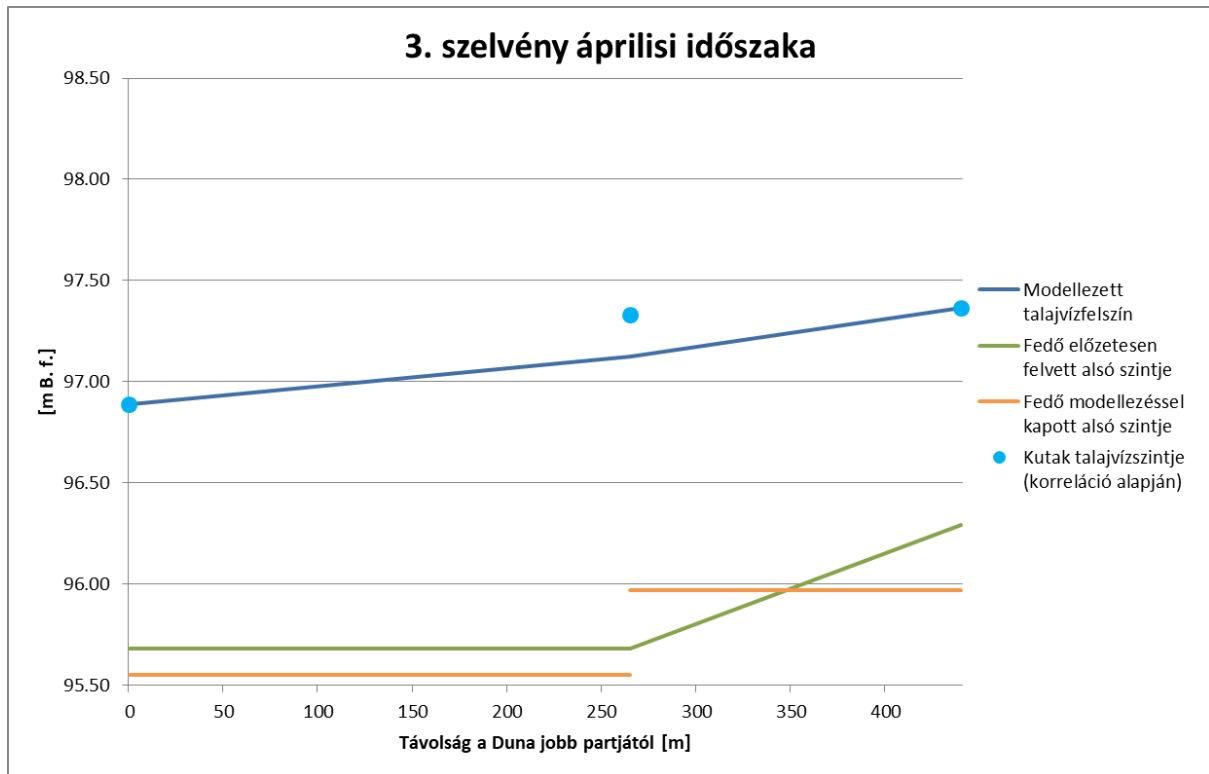
31. ábra 2. szelvény áprilisi időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása



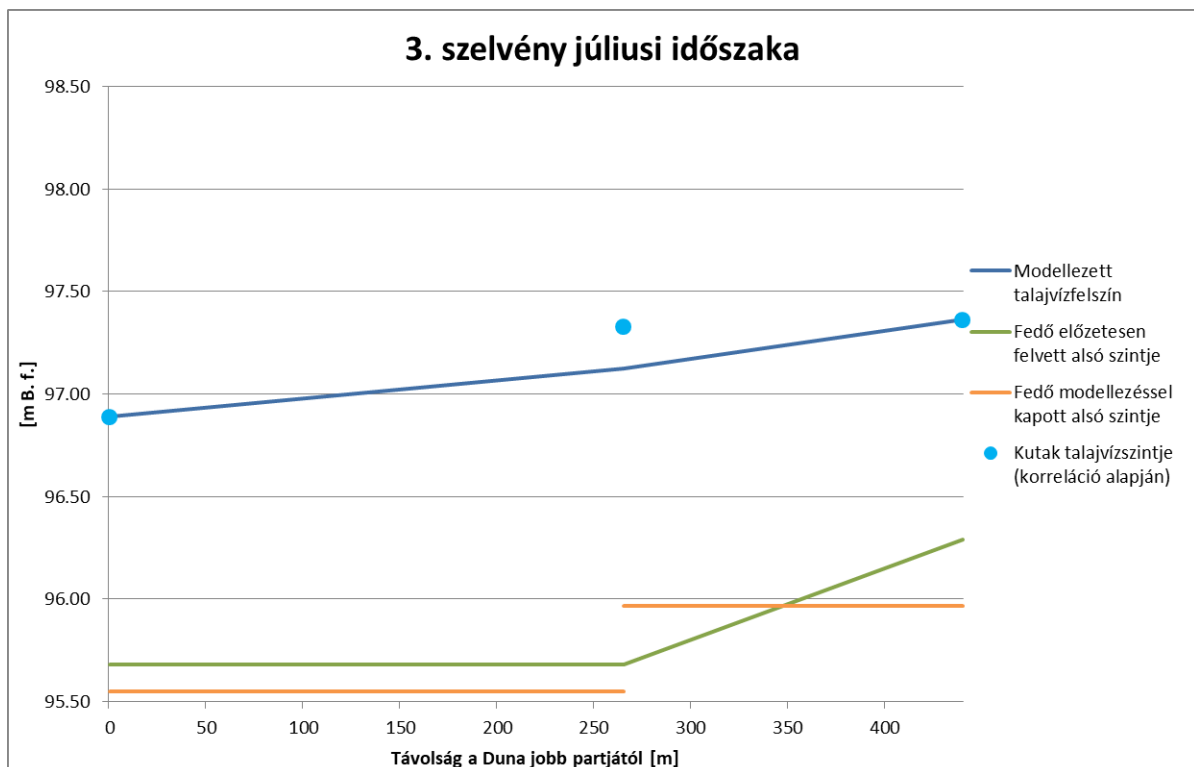
32. ábra 2. szelvény júliusi időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása



33. ábra 3. szelvény januári időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása

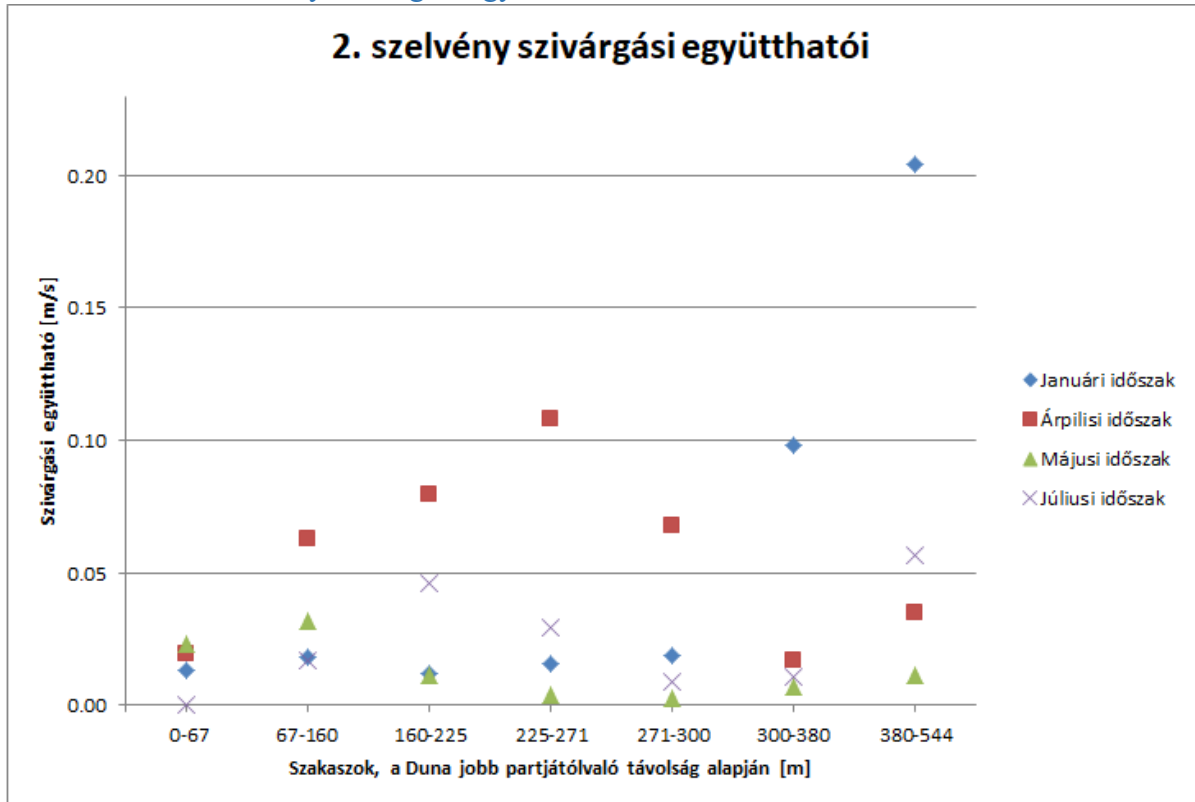


34. ábra 3. szelvény áprilisi időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása



35. ábra 3. szelvény júliusi időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása

14.6 A kettes szelvény szivárgási együtthatói



36. ábra A 2. szelvény szivárgási együtthatói

14.7 A szelvények szivárgási együtthatói táblázatos formában

1. szelvény	Szakaszok (a Duna jobb partjától való távolság alapján [m])				
	0-58 [m/s]	58-125 [m/s]	125-226 [m/s]	226-340 [m/s]	340-578 [m/s]
Januári időszak	0.0335	0.0385	0.0295	0.0300	0.0650
Árpilisi időszak	0.0435	0.0485	0.0360	0.0037	0.0580
Májusi időszak	0.0130	0.0145	0.0100	0.0059	0.0240
Júliusi időszak	0.0083	0.0090	0.0095	0.0380	0.0200

11. táblázat 1. szelvény szivárgási együtthatói

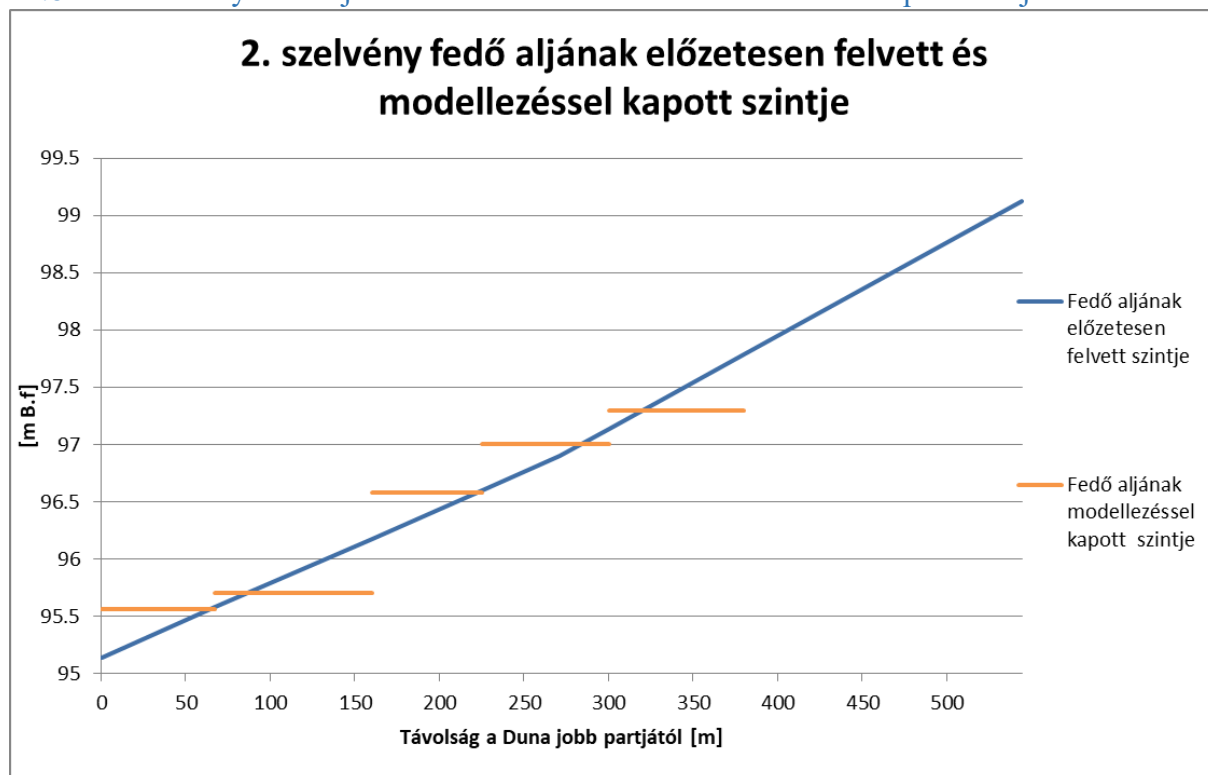
2. szelvény	Szakaszok (a Duna jobb partjától való távolság alapján [m])						
	0-67 [m/s]	67-160 [m/s]	160-225 [m/s]	225-271 [m/s]	271-300 [m/s]	300-380 [m/s]	380-544 [m/s]
Januári időszak	0.0130	0.0180	0.0116	0.0158	0.0189	0.0980	0.2040
Árpilisi időszak	0.0195	0.0627	0.0794	0.1080	0.0680	0.0168	0.0350
Májusi időszak	0.0230	0.0315	0.0110	0.0035	0.0025	0.0070	0.0112
Júliusi időszak	0.0165	0.0460	0.0290	0.0088	0.0106	0.0565	0.1175

12. táblázat 2. szelvény szivárgási együtthatói

3. szelvény	Szakaszok (a Duna jobb partjától való távolság alapján [m])	
	0-265 [m/s]	265-440 [m/s]
Januári időszak	0.0235	0.0215
Árpilisi időszak	0.0260	0.0240
Májusi időszak	0.0150	0.0270
Júliusi időszak	0.0240	0.0220

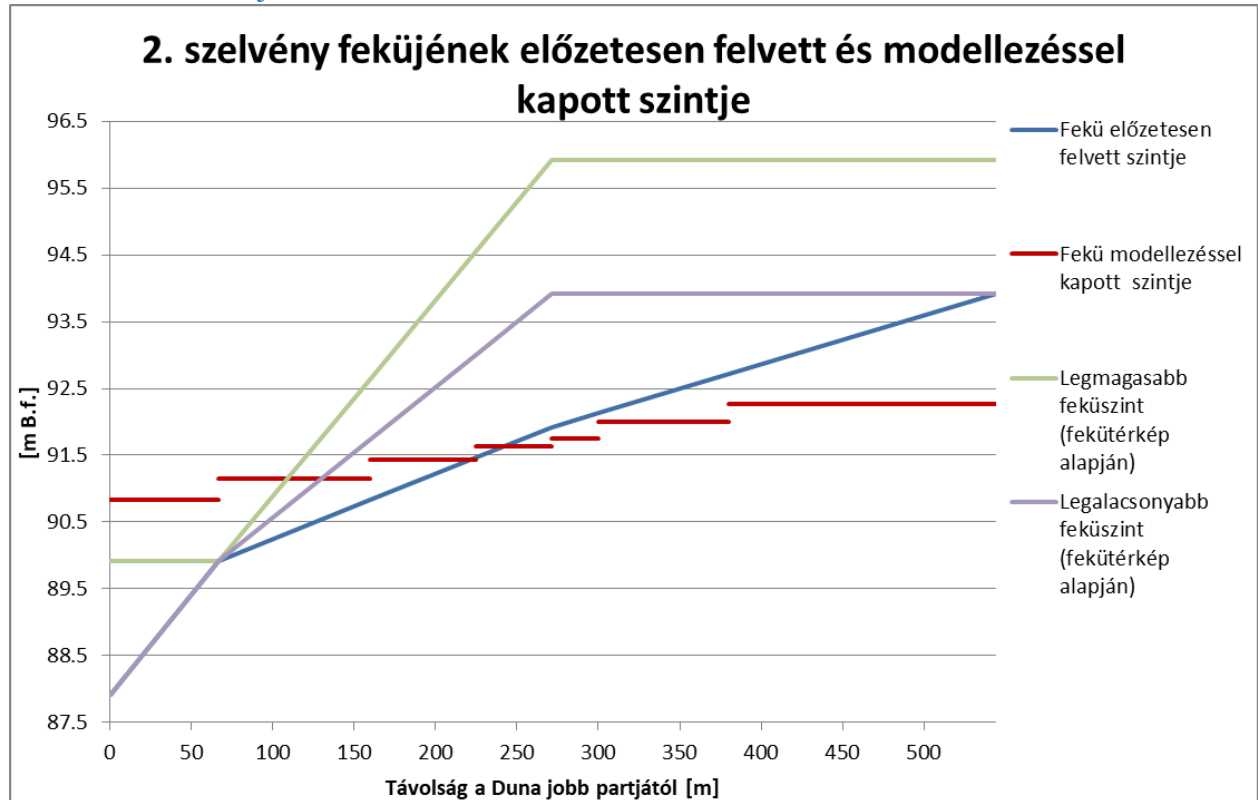
13. táblázat 3. szelvény szivárgási együtthatói

14.8 2. szelvény fedő aljának előzetesen felvett és modellezéssel kapott szintje



37. ábra 2. szelvény fedő aljának előzetesen felvett és modellezéssel kapott szintjeinek összehasonlítása

14.9 A fekü szintje



38. ábra 2. szelvény feküjének előzetesen felvett és modellezéssel kapott feküszintjeinek összehasonlítása

14. Ábrajegyzék

1. ábra A vizsgált terület	4
2. ábra: Talajrétegződés – a vizsgált területeken.....	7
3. ábra Talajvízfelszín szabadfelszínű talajvíztér esetén.....	11
4. ábra Talajvízfelszín nyomás alatti talajvíztér esetén.....	12
5. ábra ELTE-3 talajvízszintének számított napi idősorai.....	15
6. ábra A felvett szelvények elhelyezkedése	16
7. ábra Mércekapcsolat a Duna Vigadó térnél és Kvassay-zsilipnél mért vízszintjei között...	17
8. ábra 1. szelvény előzetes rétegezettsége	19
9. ábra 1. szelvény májusi időszakának számított és modellezett talajvízszintjei.....	25
10. ábra 2. szelvény májusi időszakának számított és modellezett talajvízszintjei.....	25
11. ábra 3. szelvény májusi időszakának számított és modellezett talajvízszintjei.....	26
12. ábra 3. szelvény szivárgási együtthatói	27
13. ábra 1. szelvény szivárgási együtthatói	28
14. ábra 3. szelvény fedő aljának előzetesen felvett és modellezéssel kapott szintje	29
15. ábra 1. szelvény fedő aljának előzetesen felvett és modellezéssel kapott szintje	29
16. ábra 1. szelvény feküjének előzetesen felvett és modellezéssel kapott szintje	30
17. ábra 3. szelvény feküjének előzetesen felvett és modellezéssel kapott szintjei	31
18. ábra ELTE-1 talajvízszintjének számított napi idősorai	34
19. ábra ELTE-2 talajvízszintjének számított napi idősorai	34
20. ábra GWM-11 talajvízszintjének számított napi idősorai	35
21. ábra GWM-21 talajvízszintjének számított napi idősorai	35
22. ábra A 2. szelvény előzetes rétegezettsége.....	38
23. ábra A 3. szelvény előzetes rétegezettsége.....	38
24. ábra 1. szelvény átlagos szállított vízhozamának meghatározása	39
25. ábra 2. szelvény átlagos szállított vízhozamának meghatározása	39
26. ábra 3. szelvény átlagos szállított vízhozamának meghatározása	40
27. ábra 1. szelvény januári időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása	40
28. ábra 1. szelvény áprilisi időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása	41
29. ábra 1. szelvény júliusi időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása	41
30. ábra 2. szelvény januári időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása	42
31. ábra 2. szelvény áprilisi időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása	42
32. ábra 2. szelvény júliusi időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása	43
33. ábra 3. szelvény januári időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása	43
34. ábra 3. szelvény áprilisi időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása	44
35. ábra 3. szelvény júliusi időszakának modellezett és számított talajvízfelszínének összehasonlítása	44
36. ábra A 2. szelvény szivárgási együtthatói	45

37. ábra 2. szelvény fedő aljának előzetesen felvett és modellezéssel kapott szintjeinek összehasonlítása	46
38. ábra 2. szelvény feküjének előzetesen felvett és modellezéssel kapott feküszintjeinek összehasonlítása	47
1. egyenlet Vízsint számítására használt egyenlet a Vigadó tér és a Kvassay-zsilip közötti folyamkilométerekre	17
1. táblázat Tavalý mért talajvízszintek	13
2. táblázat Idén mért talajvízszintek	14
3. táblázat A kétféle számítás korrelációs tényezői.....	14
4. táblázat Becsült szivárgási együtthatók.....	20
5. táblázat Az 1. szelvény peremfeltételei.....	21
6. táblázat A 2. szelvény peremfeltételei.....	21
7. táblázat A 3. táblázat peremfeltételei	21
8. táblázat A korrelációval számított és modellezett vízszintek különbsége	24
9. táblázat A kétféle többváltozós korrelációs számítás eltérései a mért értékektől, és a kettő különbsége az ELTE kutaknál.....	36
10. táblázat A kétféle többváltozós korrelációs számítás eltérései a mért értékektől, és a kettő különbsége a GWM kutaknál	37
11. táblázat 1. szelvény szivárgási együtthatói	45
12. táblázat 2. szelvény szivárgási együtthatói	46
13. táblázat 3. szelvény szivárgási együtthatói	46
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 Részlet Horusitzky Henrik 1932-ben készült feküterképéből	18
1. melléklet	1. szelvény
2. melléklet	2. szelvény
3. melléklet	3. szelvény

15. 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.

Horusitzky, H.: Budapest Székesfőváros hidrogeológiai viszonyai. Hidrológiai Közlöny, XII. évf. 1. füzet, 1932.

HYDROINFO. Országos Vízelző Szolgálat honlapja. www.hydroinfo.hu

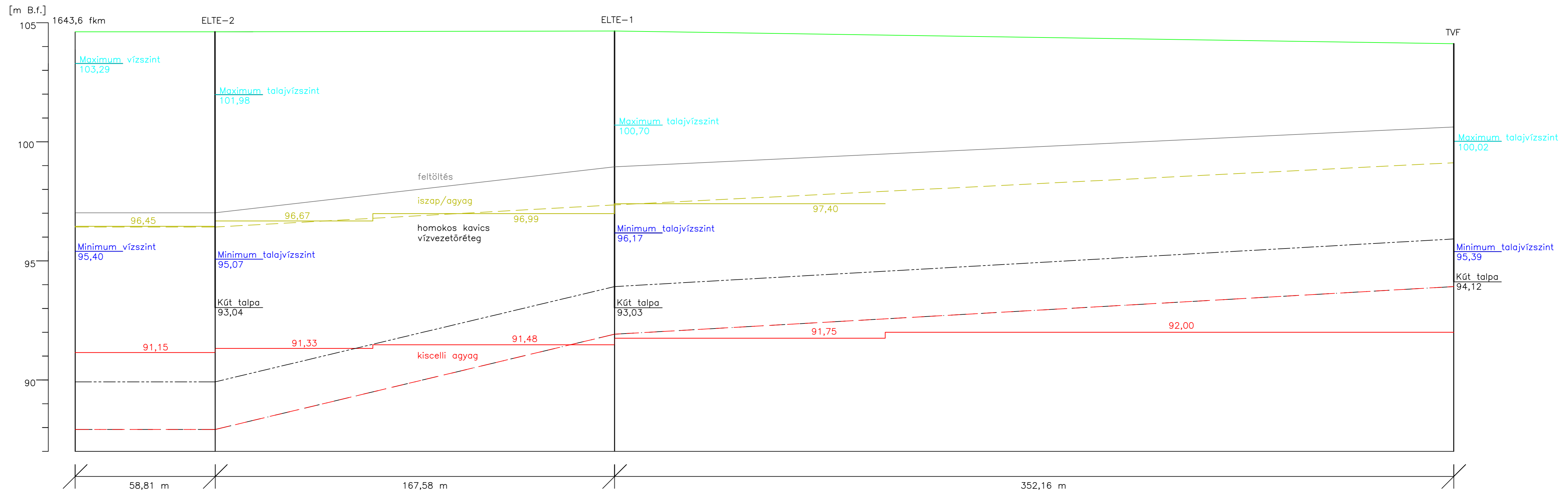
Ihrig, D. (szerk.): A magyar vízszabályozás története. VIZDOK, Budapest, 1973.

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

Szivos, B. – Csoma, R. – Gálos, M.: A Darcy-féle áteresztőképességi együttható eloszlásának vizsgálata a Lágymányosi-öblözet 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.



Jelmagyarázat:

Terep

Feltöltés/iszap határa

Iszap/vízvezető réteg határa a modellezés alapján

Iszap/vízvezetőrétteg előzetesen felvett határa

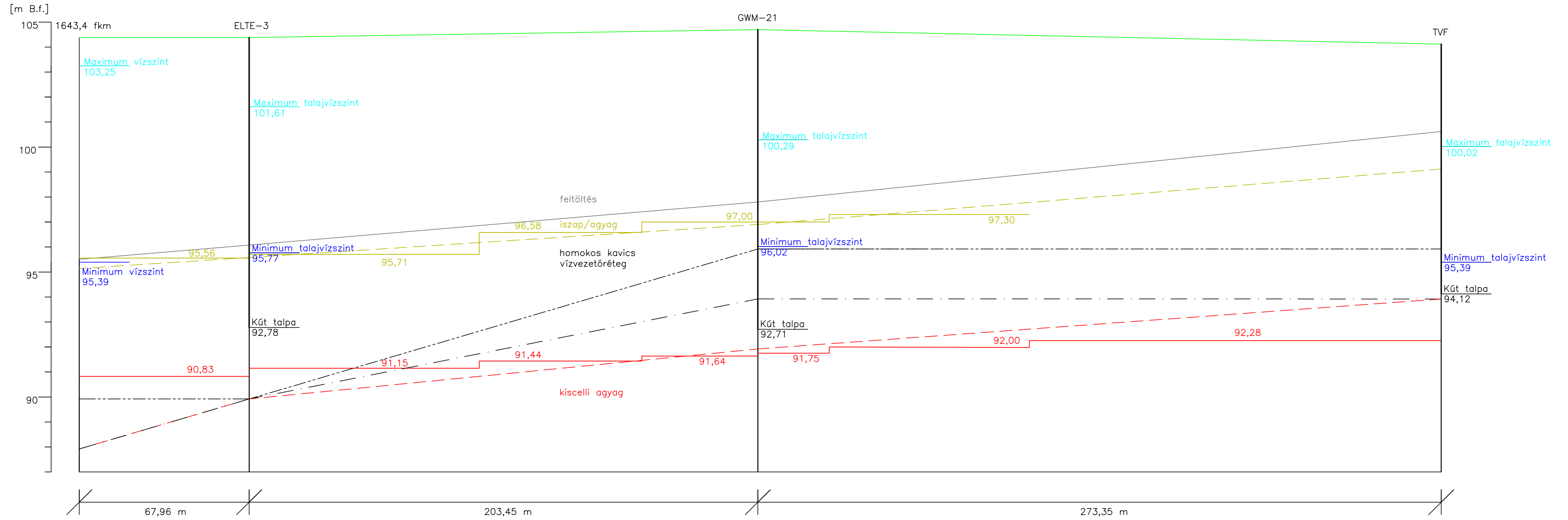
Fekü legalacsonyabbszintje a feküterkép alapján

Fekü legmagasabb szintje a feküterkép alapján

Fekü szintje a modellezés alapján

Fekü előzetesen felvett határa

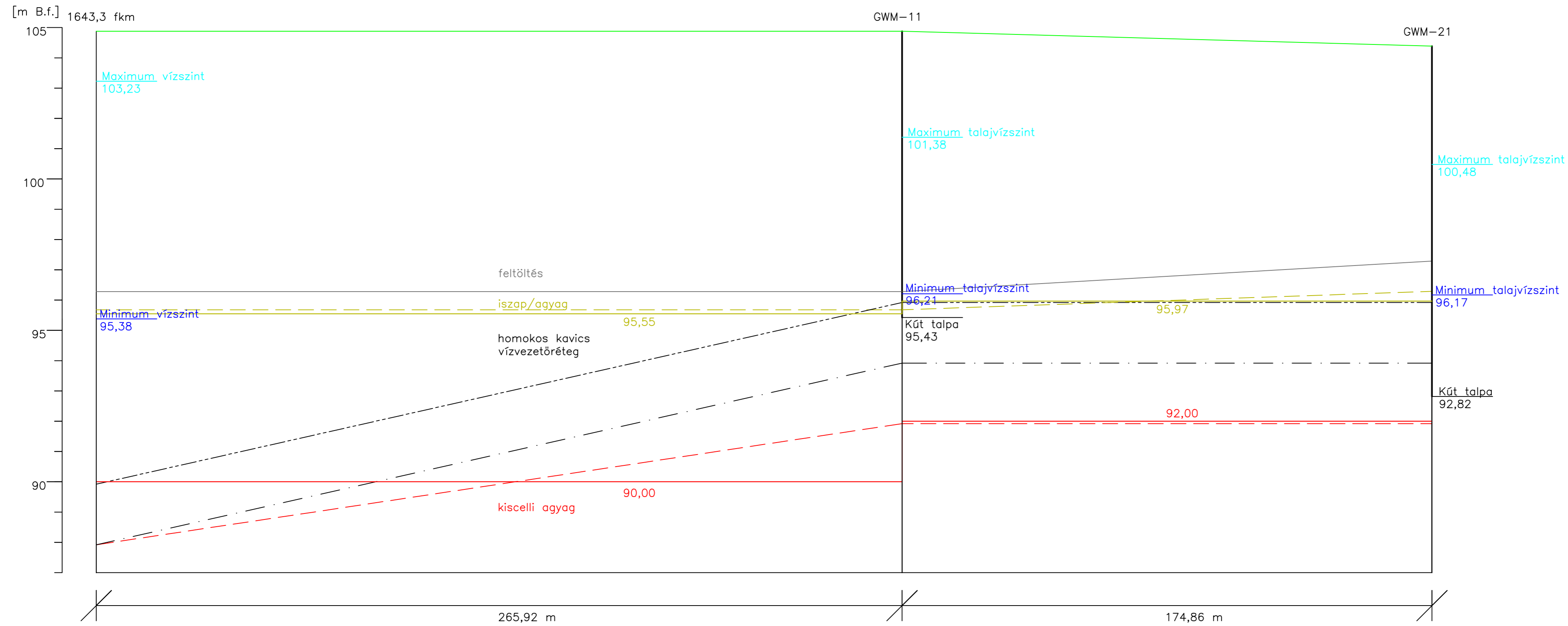
Tudományos Diákköri Konferencia		2017
Mh=1:1000, Mv=1:100	Háttéráramlás bearányosítása a lágymányosi mintaterületen	Wagner Flóra
1. melléklet	1. szelvény	Dr. Csoma Rózsa



Jelmagyarázat:

Terep	Fekü legalacsonyabbszintje a fekütérkép alapján
Feltöltés/iszap határa	Fekü legmagasabb szintje a fekütérkép alapján
Iszap/vízvezető réteg határa a modellezés alapján	Fekü szintje a modellezés alapján
Iszap/vízvezetőréteg előzetesen felvett határa	Fekü előzetesen felvett határa

Tudományos Diákköri Konferencia		2017
Mh=1:1000, Mv=1:100	Háttéráramlás bearányosítása a légymányosi mintaterületen	Wagner Flóra
2. melléklet	2. szelvény	Dr. Csoma Rózsa



Jelmagyarázat:

- Terep
- Feltöltés/iszap határa
- Iszap/vízvezető réteg határa a modellezés alapján
- Iszap/vízvezetőréteg előzetesen felvett határa
- Fekü legalacsonyabb szintje a fekü térkép alapján
- Fekü legmagasabb szintje a fekü térkép alapján
- Fekü szintje a modellezés alapján
- Fekü előzetesen felvett határa

Tudományos Diákköri Konferencia		2017
Mh=1:1000, Mv=1:100	Háttéráramlás bearányosítása a légmányosi mintaterületen	Wagner Flóra
3. melléklet	3. szelvény	Dr. Csoma Rózsa