



M Ű E G Y E T E M 1 7 8 2

## Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

Építőmérnöki kar  
Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék

Dobos Balázs  
NGV427  
*másodéves hallgató*

### A Kvassay zsilip beeresztő műtárgyának vízszállítása

Konzulens:  
Dr. Csoma Rózsa  
*Egyetemi docens*



TDK dolgozat  
Budapest 2020

# Tartalomjegyzék

1.	Bevezetés.....	3
1.1	Miért pont a Kvassay-zsilip? .....	3
1.2	A cél .....	4
2.	A Kvassay-zsilip építésének előzménye .....	4
2.1	Kiváltó ok: A pesti nagy árvíz.....	4
2.2	Mi a megoldás .....	6
2.3	A munkálatok megkezdődtek.....	7
3.	A Ráckevei-Soroksári Dunaág története és műtárgyai.....	8
3.1	Az első szabályozás alatt és után.....	8
3.2	A kis-Duna életre kel.....	9
3.3	Munkálatok a sziget felső végénél .....	10
3.4	Munkálatok az alsó részénél .....	11
4.	A Kvassay zsilip bemutatása.....	13
4.1	A fő műtárgyrészek .....	13
4.2	A beeresztő zsilip fontosabb jellemzői:.....	14
4.3	A Kvassay zsilip üzemrendje .....	15
5.	A Duna jellemző vízszintjei .....	16
6.	A beeresztő műtárgy gravitációs működésének hidraulikai jellemzése. ....	17
6.1	Lehetséges hidraulikai állapotok .....	17
6.2	A számításhoz szükséges adatok:.....	18
6.3	A számítás menete.....	19
6.3.1	Bukó üzem.....	19
6.3.2	Zsilip üzem .....	22
6.4	Összehasonlítás .....	25
6.4.1	Az összehasonlítás módja.....	25
6.5	Összefoglaló értékelés .....	31
7.	További teendők.....	32
8.	Köszönetnyilvánítás: .....	32
9.	Irodalomjegyzék:.....	33
	Mellékletek.....	34

# 1. Bevezetés

## 1.1 Miért pont a Kvassay-zsilip?

Hidraulika 1 tárgyból voltak műtárgyszámítások, amiket érdekesnek és izgalmasnak találtam, megfogalmazódott a gondolat, hogy esetleg a valóságban, egy példán keresztül még közelebb kerüljek a témához.

A Műegyetemi Evezős Club tagjaként sokszor nyílt lehetőségem a Soroksári-Dunaágot testközelből megfigyelni, ugyanis ennek a partján található a club csónakháza. Edzéseken szinte mindig „57-ig” kell „felmenni”. Innen láttam meg először a Kvassay-zsilipet. Az „57”, az 57-es folyamkilométert jelölte, ami a kis ág legészakibb kilométere, közvetlen a Kvassay zsilip alatt.

Ez a hely kicsit futurisztikusan néz ki a vízből ugyanis, a balparton egy 4 m magas, 500 m hosszú betonfal van, az alján fél méteres, mesterséges abráziós fülkékkel. Ha letről felnéz az ember, kishíján a Rotterdami kikötőben, az Europoortban érzi magát, jóllehet, eredetileg kikötőnek tervezték ezt a helyet a boldog békeidőkben, óriási átrakodókkal. Jelenleg az óriási szót a betonfal tetejéről fenekezők horgászdamljainak belógásai képviselik, amiket a menetiránynak háttal ülő evezősök nem mindig látnak... Mitöbb a víz meglehetősen gyorsan folyik itt, és északkelet felé kitekintve a roppant 3-as műtárgy(hajózsilip, erőmű, beeresztőizsilip) sziluettje körvonalazódik. Adottá vált az gyakorlati háttér, az elméleti után.

További érdekesség volt az az észrevétel, hogy a balparton a Gubacsi-híd után az épített környezet mennyire alacsonyan volt a vízfelszínhez képest, ideértve a csónakházat is. Ugyanis az eddigi viszonyítási alapjaim a Tungsram csónakházból valók voltak, amikor ott kajakoztam (nagy Duna-ág balpart, Szentendrei-sziget déli csúcsával átellenben). Ott ugyanis a normál vízszinthez képest 6 méterrel feljebb volt a hangár, ami azt jelentette, hogy kiszállás után kellett 2 emeletnyit lépcsőzni. Ezek után a vízszabályozást még jobban kezdtem értékelni.

A helyszíni bejárás során meggyőződtem róla, hogy fontos problémáról van szó a Ráckevei-(soroksári-) Dunaág (röviden RSD) szabályozásában.

## 1.2 A cél

A dolgozat célja a műtárgy gravitációs működésének hidraulikai modellezése, és környezete kialakulásának bemutatása.

# 2. A Kvassay-zsilip építésének előzménye

## 2.1 Kiváltó ok: A pesti nagy árvíz

A Kvassay zsilip építése a Duna szabályozásával hozható szoros összefüggésbe. A dunai árvizek elég komoly károkat okoztak a lakosságnak. A leghírhedtebb közülük az 1838 március 15.-én 929 cm-rel tetőző jeges árvíz volt, amely szükségessé tette a folyó budapesti szakaszának szabályozását.

Fontos megemlíteni, hogy a jeges árvizek előfordulása a kis eséssel, a tartós hideggel és a mellékfolyók hiányának voltak köszönhetőek elsősorban. Míg Bécs, vagy Pozsony esetében a gyors folyón kevesebb ideig volt jégár, az akkori Pest-Budán ez nem volt elmondható. A folyó szabályozatlansága miatt éles kanyarok követték egymást. Emellett sok sziget, zátony alakult ki a Dunán, amik csak még jobban fékeztek a jégtáblák úszását.

1838-ban a szokásosnál több ideig volt fagypont alatt a hőmérséklet, és az akkori Csepel-sziget fölött levő Kopaszi-zátonyon meg is állt egy nagy jégtömeg. Ahogy ütköztek hozzá a többi jégtáblák, a torlasz csak nőttön-nőtt, az új táblák a régiek alá préselődtek, mintegy természetes gátat képezve ezzel.

Az építési főigazgatóság 1838 február 29.-én készített felvételének áttekintésével pontos képet kaphatunk a helyzetről (melléklet 1. ábra). A sekély részen a jég hozzáfagyott a mederhez, ezért nem is szakadt el akkor sem, amikor érkeztek a későbbi, szintén jeges árhullámok. Hozzá kell tenni, hogy a Duna Lágymányosnál sokkal szélesebb és sekélyebb volt akkoriban, a Műszaki Egyetem területe és a jelenlegi Pesti rakpart is a meder részét képezte(1. ábra).

Az 1838-as árvíz a Bécs környékén megindult jégárral vette kezdetét. Még egy pár helyen megakadt útközben(Pozsony, Esztergom, Kisoroszi-Vác), de amikor ezek a torlaszok is átszakadtak, Pest és Víziváros menthetetlenül az időközben folyammá változott Duna pusztításának lett áldozata. Pesten 3 helyen szakadt át a gát a “vízügyi közlemények” jelentése szerint. Először a vígadónál lépte át a gátat a víz március 13.-án este 9 órakor, majd a “Váczi”

gát átszakadása következett éjféلكor, aminek következtében Terézváros felső része került víz alá.

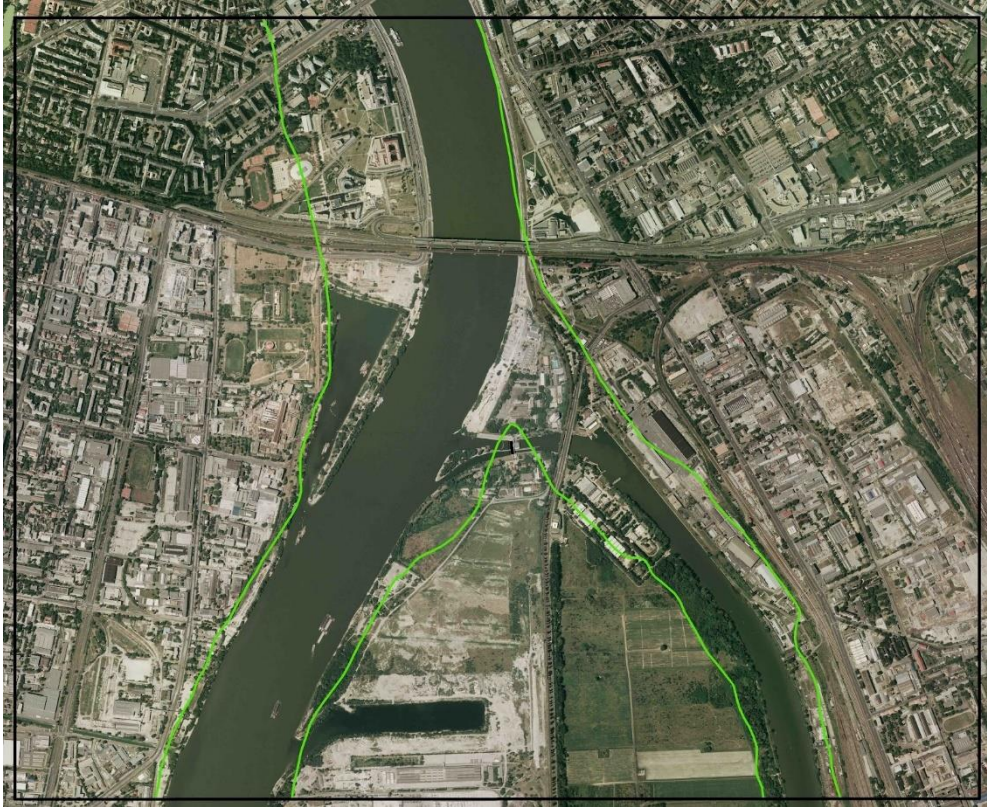
Március 14.-én reggel öt órakor a Soroksári gát is átszakadt a mai vasúti teherpályaudvar területén, így a víz három helyen ömlött be a fővárosba. Ferencvárosban a házak nagyrésze vályogból épült, így ott az árvíz különösen nagy probléma volt.

Wesselényi Miklós az árvízi hajós ebben a haváriában nagyjából 600 emberéletet mentett meg. Az áradás üteme valamelyest mérséklődött ezután, mert Pest, „*mint valami óriás tartály nyelte el a roppant víztömegeket.*” Március 15.-én 8 órakor Terézvárosban egyesült a 2 árhullám, majd este 11 órakor az 1838-as mérce szerint 929 cm-el tetőzött a Duna.

A kármentesítés azonnal elkezdődött. Pest 6 napig volt víz alatt, Óbudán voltak olyan részek, amelyek hetekig, mert az ottani gát nem volt erős. A vízben lévő házak 56.5%-a vagy nagyon megrongálódott, vagy összedőlt. A katasztrófa 153 emberéletet követelt. A víz által okozott pusztítást talán még jobban érzékelhetővé teszik azok az adatok, amelyek a víz alá jutott kerületek átlagos vízmélységét mutatják (Lászlóffy, 1938):

Belváros:	203cm
Ferencváros:	260cm
Józsefváros:	216cm
Terézváros:	208cm
Lipótváros:	150cm





1.ábra A Duna 1838-as és jelenlegi medre

## 2.2 Mi a megoldás

Hogy ilyen hasonlóan egetrengető pusztítások a továbbiakban ne következzenek be, égetően fontos volt intézkedéseket tenni a jeges árvizek kialakulásának lehetőségei ellen. Az akkori városvezetés több megoldási tervvel állt elő, miszerint:

1. A töltéseket Pest és Buda területén 9 m-re fel kell emelni
2. Fokozatosan fel kell tölteni a várost, hogy a házak padlósintje a legmagasabb vízállástól 16 cm-el magasabban legyen. (Októberben bekerült az építési szabályrendeletbe)
3. “A Duna szabályozandó, hogy ezzel a további jégtorlódásoknak eleje vétessék.”

Az 1. pontnak hamar eleget tettek, a másodikról kiderült, hogy nem teljesíthető, valahol 4(!)m-el alacsonyabban volt az utcaszint. A leghelytállóbb javaslat egyértelműen az volt, hogy a

jégtorlaszt kiváltó okokat kell megszüntetni. Kiírtak egy pályázatot a probléma megszüntetésére.

A legkiemelkedőbb pályaművek Gáty Istvántól és Győri Sándortól származtak. Gáty rámutatott arra, hogy “a szabályozás feleslegessé teszi a város feltöltését és a rendkívül magas árvédelmi gátak emelését”, mert, ha nincsenek torlaszok, nincs, ami felduzzassza a vízszint. Emellett megemlítésre került az is, hogy *zárják le a Soroksári Dunaágot* és a főmedret mélyítsék ki. [A melléklet 2. ábrája egy korabeli Duna szabályozási tervet mutat.]

Már csak a pénz előteremtése volt hátra. Négy érdekelt volt, Pest, Buda, a megye és az ország, akik egyéenként megpróbálták az anyagiakat a többiekre kenni, emiatt eléggé vontatottan haladt az ügy. Ráadásul az akkori építési főigazgatón kívül mindenki ellenezte a Soroksári Dunaág elzárását.

A hosszas huzavona után az 1860-as évek derekán újra szőnyegre került a Duna Fővárosi szakaszának szabályozása. Ritter Ferenc Volt az építésvezető, aki szintén lényegretörően a jégtorlasz okát a Kopaszi-zátonyt és a Csepel-sziget csúcsát akarta eltüntetni. Erre kézenfekvő volt az, hogy ha nincs sziget, szigetspicc sincs, az elzárt ágba pedig a vizet nagyjából a jelenlegi Nagykörút helyén haladó csatornával szeretne volna bevezetni.(melléklet 3. ábra). Szándékának komoly hangot adott, írt róla könyvet, amelyet magyar és német nyelven egyaránt megjelentetett.

Végül az 1870-es évekre elkészültek a tervek. Az egyetlen probléma az volt, hogy a kormány a Soroksári Dunaág teljes ezárása mellett döntött, Ritter pedig nem szeretne volna, hogy eliszaposodjon az ág, emiatt 3 külföldi szakértőt kiküldtek a terepre, akik ezután jóváhagyták a terveket. Felmerült a kiság csatornázása is, ám a befektetett munka több lett volna, mint a megtérülő haszon.

## 2.3 A munkálatok megkezdődtek.

1871 Szeptember 11.én megtörtént az első kapavágás, ezzel kezdetét vette a szabályozás. 1875-re megépült a Gubacsi gát, ezzel megpecsételődött a Ráckevei Dunaág sorsa. Ugyanebben az évben lett kész a rakpart, a Gellérthegynél a párhuzamműveket felhúzták, a Margitsziget két ágát egyenlő szélessé alakították és kikotorták a Kopaszi-zátonyt. (melléklet 4. ábra)

A következő, 1876-os év szintén jeges árvize komoly próbára tette az elkészült műveket. Ugyan nem keletkezett torlasz ugyanott, mint 1838-ban, viszont Ercsinél nem szabályozták be a Dunát, ezért ott torlódott fel a jég. Az egy ágban folyó Duna pedig nem nagyon volt elegendő az árvíz szállításához.

Ekkor a közvélemény köpönyege hirtelen átfordult, és elkezdtek szidni az illetékeseket az eltorlasztott kis-Duna ügyében. Erre a problémára születtek meg azok a javaslatok, hogy a Gubacsi gát szintjét le kellene vinni addig, hogy egy magas árhullám átlépje azt, ezzel egy víznyelővé válna az 57 km hosszú holtág. Végül 5.37m-re leszállították a gát szintjét, illetve meggyengítették, hogy egy nagy árvíz esetén robbantással árapasztóvá váljon.

Később a mérnökök és a szakértők megvizsgálták a helyzetet, és kiderítették, hogy a Budafoki Dudaág kellően kibővíthető, nincs szükség a Ráckevei Dunaágra, mint árapasztó.

Volt még egy hatalmas árvíz 1895-ben, ami annyira magas volt, hogy utána a város kiadta a következő rendeleteket:

1. A rakpartok szintjét mindenhol emeljék fel 9m-re.
2. A Soroksári Dunaágot semmi esetre se nyissák meg.

Ezek után 1898-ra befejeződtek véglegesen az építkezési munkák, és Budapest árvízvédelmi szempontból fontos Dunaszakasz szabályozása kész lett, pont 60 évre az okot kiváltó árvíz után. Végül 1904-ben mégis beeresztették a Dunát a kis ágba. Elkezdődött a Kvassay zsilip építése, a meder kikotrása 1927-re lett kész.

## 3. A Ráckevei-Soroksári Dunaág története és műtárgyai

### 3.1 Az első szabályozás alatt és után

Árvízvédelmi szempontból a legfontosabb intézkedés a Csepel-sziget bal oldali ágának elzárása volt. Ugyanis, ha egy mederbe terelnék a Dunát, akkor a jégtáblákat könnyedén magával ragadta volna a főágban levő víz, ezzel elejét vették volna a jeges áraknak.

Ehhez érdekes módon a Soroksári-ágot nem a torkolatnál zárták le, hanem 3,5 km-el lejjebb, a mai Gubacsi híd helyén, mert ott egyrészt nem volt annyira mély a folyó, másrészt kemény, sziklás volt a mederfenék. A munkálatok kiegészítő részeként elkezdték a Soroksári Duna felső végében kiépíteni a +8,00m magas vezérgátat. Teljes elzárás mégsem történt, nyitva hagytak egy akkora nyílást, amelyen 50-70m<sup>3</sup>/s víz folyt le.



Az eredetileg 300-400 m széles baloldali Dunaág hihetetlenül összébb zsugorodott, az új vízhozam csak egy nagyjából 30-40m széles szakaszt tudott fenntartani. Emiatt azok a részek, amely a régi folyómederhez tartoztak, viszont már nem jutott el víz oda, kezdtek eliszaposodni. Mindezek tetejébe az árvizek még természetesen betörték lenről, lerakva a szintén iszapos hordalékukat az ártéri részekre. Önmagában tehát ez a megoldás nem volt teljes mértékben kielégítő. Magával a mederszűküléssel nem lett volna baj, viszont az évenkénti 1-2 kiöntés miatt nem lehetett hasznosítani az amúgy is veszélyes, szúnyogokkal teli és fertőzésveszélyes területet.

Erre született egy minisztériumi javaslat, miszerint a mocsaras zónát le kell csapolni. Viszont az érdekeltek ellenezték a lecsapoló-társulat megalakulását, félve attól, hogy a termőföldek nagyrésztét kiszikesítenék a lecsapoló-csatornákkal száraz időben . Ekkor merült fel a gondolat, hogy egy öntözőcsatorna segítene a problémán. A vizet az öntözéshez minél magasabban kellett volna kivenni, ideális lett volna a Budapesti vízszint magassága. Viszont A főváros területéről a csatornaág kivezetése sajnos nem volt megoldható.

Majd megszületett a szeniális ötlet, hogy tulajdonképpen lehetne a soroksári Dunaágot öntözőcsatornának használni. Ha a alulról visszaduzzasztanák elég magas szintre, hogy gyakorlatilag alig legyen esése(csupán néhány deciméter), az ideális körülményeket teremtené egy leendő öntöző kanálishoz. A nagy-Duna az ezzel párhuzamos részén, a jobb parti szakaszon 4, árvíz esetén 4,5m-es eséssel rendelkezett.

### 3.2 A kis-Duna életre kel

Ezek folyományaként az 1904 XIV.-i törvénycikk már előírta a kis-Dunaág csatornázással hajózhatóvá tételét, ami 2m-es fenékmélységet jelentett. Viszont volt ezzel egy kis probléma. Ahhoz, hogy előálljon a megfelelő vízmélység, 1000m<sup>3</sup>-es vízhozam beeresztésére lett volna szükség. Ha pedig a meglévő vízhozammal szerették volna megoldani a helyzetet, szűk, nagyon hosszú töltések építésére lett volna szükség. Az ezek mögött kialakuló mocsaras lagúnák pedig közegészségügyi szempontból csak rontottak volna a helyzeten. Az alapgondolat ugyanis az volt, hogy a ág fenti végébe beépítenek egy hajózó csegét (zsilipet), valamint egy tápszilipet. A tápszilipen nagyobb vízhozamot engednének be (100-120m<sup>3</sup>), és azt hagynák szabadon lefolyni. Az eredeti meder olyan széles volt, hogy ez a vízhozam a célul kitűzött 2m-es mélységet nem tudta volna fenntartani. Jött az ötlet, hogy szűkítsék össze gátakkal a Dunát 120-150m-re. Viszont még ez sem volt kellően szűk, de a medret 120m-nél összébb már nem lehetett húzni, mert akkor nagyon mély vízben lettek volna a gátak,

csillagászati költségekkel természetesen. Ezért a munkálatok kiegészítő részeként egy 30-40m széles sávban kikotorták volna a hajóútvonalat.

Volt is erre egy 10km-es kísérleti rész Ráckevenél, ahol kipróbálták a szűk gátas rendszert, viszont elsődlegesen árvízvédelmi szempontokból nem volt megfelelő a megoldás. Más módszerhez kellett folyamodni.

Az első, forradalmian új ötlet a Dunaág rendezésére, egy Ráckeve környékén beépítendő vízlépcső létrehozása volt, amely tóként duzzasztotta volna vissza a Soroksári ágat. Figyelembe véve azt, hogy felülről gáttal el lett volna zárva ez a szakasz, a vízszint nem követte volna a nagy-Duna vízszintjét árvíz esetén. Elérvén ezzel azt, hogy a Ráckevei visszaduzzasztott vízszint és az alvíz felől betóduló árvíz szintje közel azonos. Viszont a visszaduzzasztás miatt komoly összegeket kellett volna fizetni kártalanítás miatt, ugyanis helyenként +3m lett volna a víztükör síkja.

Az akkori Földművelésügyi minisztérium ezért elhatározta, hogy 2 vízlépcsővel oldják meg a helyzetet, egyet a felső végében, közvetlen a torkolatnál, egyet pedig az alsó végében. Ekkor a kis esés miatt magas nagy-dunai vízállás esetén az alsó vízlépcsőből, kis vízállás esetén a felső vízlépcsőből, közepes vízállás esetén mindkét vízlépcsőből lehetne energiát nyerni a gravitációs esés okán. Habár az alsó részen magasabb lett így a vízszint a partoknál, a káros szivárgásoknak elejét lehetett venni párhuzamos lecsapoló árkok használatával. Másrészt ez elég magas volt ahhoz, hogy az öntözési céloknak megfeleljen, valamint és, hogy a közegészségügyi érdekeket kielégítse. A földtömegek ilyen szintű átcsoportosítása miatt kontrást csak a felső, 15 km-es szakaszon kellett végezni.

### 3.3 Munkálatok a sziget felső végénél

A sziget felső végénél az volt az alapötlet, hogy vigyék a gubacsi-gátat 3,5 km el feljebb. Ennek több oka is volt. Egyrészt a budapesti záporosók általi  $81\text{ m}^3/\text{s}$ -os legnagyobb feltételezett vízhozamot levezető csatorna fő vészkiömlőjét közvetlen a torkolat alatt lehetett volna beereszteni a Dunába, komoly költségeket megspórolva ezzel. Másrészt a Csepel sziget felső része mentesült volna az árvizektől, gazdaságilag hasznosítható állapotba avanszálván elő. (A munkák befejeztével 800 kataszteri hold területet tett ki ez a rész, amit az állam egyből ki is sajátított.) Új árvízvédelmi vonalat is beépítettek, ami a Déli összekötő vasúti hídtól egészen Csepel községig tartott. A szigetcsúcsnál a nagy-Dunából a 2 átömlő nyílást meg is építették.

A terveknek megfelelően az első műtárgy a hajózó csege (zsilip) volt, amely a főág magasabb vízszintjéről a Soroksári, alacsonyabb ágba való behajózás lehetőségét teremtette meg, valamint a tápszilip, mely szolgálta az ág friss, 70m<sup>3</sup>/s-os vízzel való ellátottságát. Feladat volt még a kikötő kialakítása, ehhez a felső 3,5km-es szakaszon 50m szélesre és 2 m mélységűre ki kellett kotorni a medret, valamint a kikötői létesítményeket fel kellett húzni. A régi elzárást átvágták, helyette híd épült, ma közúti, valamint HÉV forgalom egyaránt áthalad ezen a folyosón. A szigetbe vágtak egy kikötőmedencét is, jelenleg a francia-öböl nevet viseli.

1910-re a Kvassay zsilip építésével végleg leválasztották ezt a részt a főágtól, 1924-26 között a már beeresztő tápszilip is fogadta a víztömeget a hajózó csege mellett, 1954-61 között a turbinatelepet is megépítették.

Manapság a hajózásnak nincsen sok nyoma, egy-két nagyobb hajó (Gyöngyös) méltóságtelesen terpeszkedik a víztükör nyugodt felületén. A teherhajók a nagy ágba sűrögnek-forognak, a francia-öböl, mint egy rejtelmes útvesztő, pillant ki a Gubacsi-híddal párhuzamosan a folyócskára. Vízi áruszállítás nem is nagyon lehetséges a folyó szélességéből adódóan, ráadásul a zsilipezés rengeteg időt venne el, az alatt az idő alatt ki lehetne kötni a Szabadkikötőben a teherhajóknak. A Kvassay zsilip alatt, az 57-es folyamkilométernél látszik az 500m hosszú, nagyjából 3-4m magas egykori kikötőnek épült betonpart, hullámtörő fülkékkel az alján. Jelenleg a horgászok használják előszeretettel ezt a partrészt, mert a nagy magasságkülönbség miatt a fenekezőt hihetetlenül messzire be lehet dobni.

Az egykori hajózási tervek mementóit mára a különböző vízisportok edzőinek, valamint a halfogás szerelmeseinek motorcsónakjai őrzik és képviselik, jóllehet, a hajózhatatlanság miatt ez a rész az emberi hajtású vízi járműveknek a paradicsoma. Hajnaltól alkonyatog evezősök, kenusok, kajakosok, sárkányhajósok, SUP(stand up paddle)-s kenulapátos szörfösök árasztják el a Duna viszkózus zöld szőnyegét, már-már Polinéziai hangulatot árasztva. Itt van a csónakháza is a híres Műegyetemi Evezős Clubnak is, amely felnőtt váltott 8-as csapatával a 2019-es és 20-as Országos Bajnokságon megszerezte a bajnoki címet, illetve az előkelő 2. helyet.

### 3.4 Munkálatok az alsó résznél

Tassnál közvetlenül a mellékág alsó torkolatánál épültek ki a művek. Ide is 3 műtárgyat terveztek: Egy hajózó csegét, egy duzzasztó és árapasztó zsilipet, valamint egy turbinatelepet. Hiába építettek párhuzamos lecsapoló árkokat, számolni kellett a talajvíz emelkedésével a vízszint emelkedés miatt.

A gazdaságossági számítások után megkezdődtek a munkálatok, amelyek be is fejeződtek 1930-ra. Sajnos az 1956-os tavaszi árvíz felnyomta a talajvizet is és egy hidraulikus talajtörés következtében alapostul belefordult az árvízbe a kiszolgáló épület. A legnagyobb dőlésszög  $17^\circ$  volt.

## 4. A Kvassay zsilip bemutatása

### 4.1 A fő műtárgyrészek



2. ábra (A műtárgy a felvíz felől)

A Kvassay zsilip 3 műtárgyrészből áll. Az első maga a hajózsilip, (akkori nevén csege), amit az 1904-es vízszabályozási törvény után kezdtek megépíteni. Célja volt, hogy az akkor a mai Gubacsi híd helyén levő gáttal elzárt folyószakaszt kiváltsák egy olyan műtárggyal, ami a vizet átengedi, valamint a hajók közlekedni tudjanak a 2 különböző vízszint között. A mélyépítési munkálatok 1910-ben kezdődtek, a munkagödör légnymásos, faszekrényes körülzárásával.

Maga a zsilip 1914 és 1918 között épült meg a Fischer Henrik és fia cég kivitelezésében.

A második rész a beeresztőzsilip, amely egy háromnyílású síktáblás gát. Ez a két világháború között készült el. A melléklet 39 és 40.-ik oldalán láthatóak a képek a zsilipet mozgató gépekről.

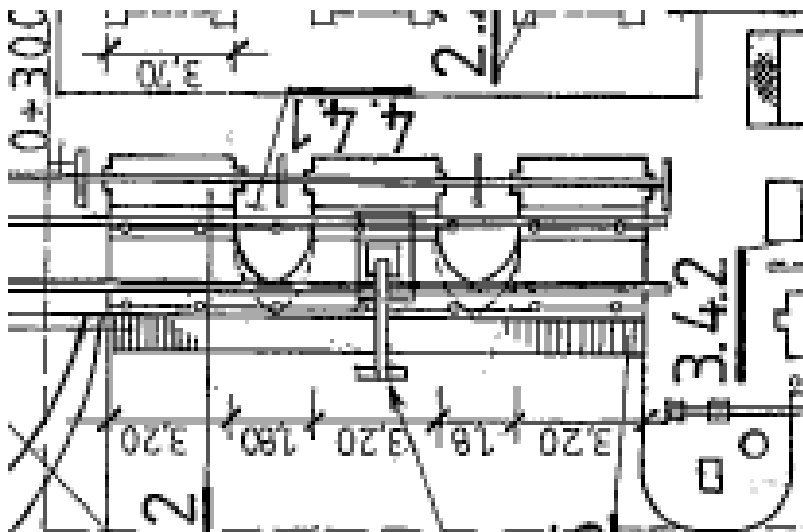
A harmadik rész a vízerőtelep, amely a '60-as évekre készült el. 2 Ganz gyártmányú turbina található itt, amely egyaránt üzemel generátorként, és szivattyúként is.

A 3. ábrán a Generátor áramfejlesztő tekercse látható.



3. ábra

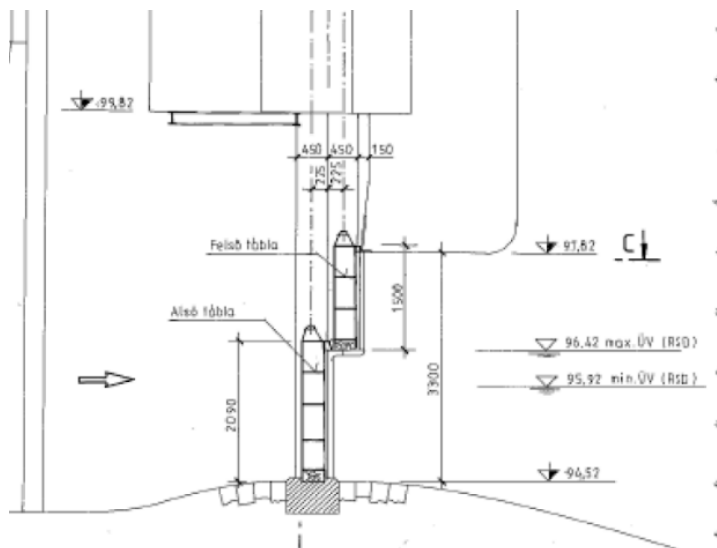
#### 4.2 A beeresztő zsilip fontosabb jellemzői:



4. ábra

A 4. ábrán jól látszódik, hogy a műtárgy beeresztő nyílása 3,2m, illetve, hogy a tápszilip 3 nyílásból áll.





5.ábra

A 5. ábrán pedig a beeresztőzsilip hosszanti metszete látható.

## 4.3 A Kvassay zsilip üzemrendje

### 4.2.1 Üzemi vízszintek a vegetációs időszakban

A vegetációs időszak április 1-től szeptember 30-ig tart, csapadékszegény időszakban azonban idényen kívül is jelentkezhetnek többlet vízigények. Az öntözővíz igények biztosítása szempontjából a szükséges üzemi vízszintek az alábbiak:

Kvassay-zsilip	Tassi-zsilip
96,53 mBf	96,23 mBf
171 cm - Kvassay RSD vízmérce	696 cm - Tassi RSD vízmérce

### 4.2.2 Üzemi vízszintek a vegetáción kívüli időszakon kívül

A vegetáción kívüli – belvízmentes – időszak október 1-től március 31-ig tart. Az ősztől-tavaszig tartó időszak állandó, ingadozásmentes üzemi vízszint biztosítása fontos, hiszen a minimális ökológiai vízforgalom, tisztított szennyvíz elkeveredtetés (1,0 m<sup>3</sup>/s a Dél-Pesti Szennyvíztisztító Telep kibocsátása), valamint bár csökkentett volumennel, de az öntöző- és ökológiai vízigényeket szintén, folyamatosan biztosítani kell.

A szükséges téli üzemi vízszintek így az alábbiak:

Kvassay-zsilip	Tassi-zsilip
96,33 mBf	96,13 mBf
151 cm - Kvassay RSD vízmérce	686 cm - Tassi RSD vízmérce

Jégborítottság esetén különösen fontos a víz aktuális szintjének megtartása, hiszen a közel 8 ezer darabot számláló víziállás (stég) állományban a legcsekélyebb vízszintváltozás is károkat tud okozni.

A kedvezően enyhe őszi időjárás esetén a vegetáción kívüli üzemi vízszintnél – az RDHSZ írásbeli kérésére a haltelepítés végéig – némileg magasabb üzemi vízszint tartható, amennyiben a Dunai vízállás a gravitációs vízbetáplálást lehetővé teszi.

### 6.ábra(Üzemelési szabályzat, a feltüntetett üzemi vízszintekkel)

A 6. ábrán láthatóak a kivonatok az üzemszintre vonatkozóan, az üzemeltetési szabályzatból, a feltüntetett vízszintekkel.

### 3. A Duna jellemző vízszintjei

Fontos kitérnünk röviden a Duna vízszintjének ingadozására. Ehhez a szükséges adatok a Vízügyi Hivatal honlapján állnak rendelkezésre. A Kvassay-zsilipnél található vízmérce az 1642,2 folyamkilométernél helyezkedik el, a felvízi oldalon.

A vízmérce nullpont 94,82m.B.f. A felvízi oldalon a legnagyobb vízszint (LNV) 841cm, a legkisebb vízszint (LKV) 28 cm. Így a vízszintingadozás 813 cm. Figyelembe véve, hogy az alvízi üzemvízszint télen 96,33m.B.f., és nyáron 96,53m.B.f., a gravitációs beeresztés télen 123cm-től, nyári időszakban 143cm-től nagyobb felvív esetén lehetséges. (Vízmérce 0-hoz viszonyítva.)



7. Ábra: a Kvassay zsilip vízmércéje

# 6. A beeresztő műtárgy gravitációs működésének hidraulikai jellemzése.

## 6.1 Lehetséges hidraulikai állapotok

A dolgozat elsődleges célja a Kvassay zsilip üzemállapotának leírása. Több kihívás is felmerül ezzel kapcsolatban. Az egyik, joggal felmerülő kérdés az, hogy ezt mégis, hogyan tegyük meg. Ugyanis elsöre kicsit megfoghatatlannak tűnhet a feladat. A felvív és az alvív össze-vissza ingadozik, ha az ember kimegy a helyszínre, első ránézésre csak annyit tud megállapítani, hogy igen, tényleg folyik a víz. Viszont a Ráckevei-(Soroksári-) Dunaág nagyon fontos szerepet játszik a Duna-Tisza köze mezőgazdaságában. Elsősorban ezért is, az üzemelés szempontjából fontos tudni, mennyi víz folyik be az ágba. Nem is említve a vízszintszabályozást.

Munkánk során az üzemállapot leírásához úgy kezdtünk hozzá, hogy a vízügyi igazgatóságtól kértünk ide vonatkozó adatokat, azokat áttanulmányoztuk. Meg kell említeni, hogy nagyon készségesek voltak, rengeteg, ide vonatkozó adatot felhasználtunk belőlük.

Következő lépésként leegyszerűsítettük a különböző üzemállapotokat, a következő alfejezetben részletezve, hogyan. Ezeket 2 részre szedtük, a következő módon:

1. A műtárgy bukóként üzemel
2. A műtárgy zsilipként üzemel.
  - 2.1. Kifolyás kis nyíláson
  - 2.2 Kifolyás nagy nyíláson
    - 2.a. szabad átfolyás
    - 2.b. Befolyásolt átfolyás

A zsilipes és a bukós esetre is felállítottunk külön-külön egy hidraulikai modellt, aminél arra törekedtünk, hogy az eredeti üzemet minél jobban megközelítsük a paraméterek felállítása során.

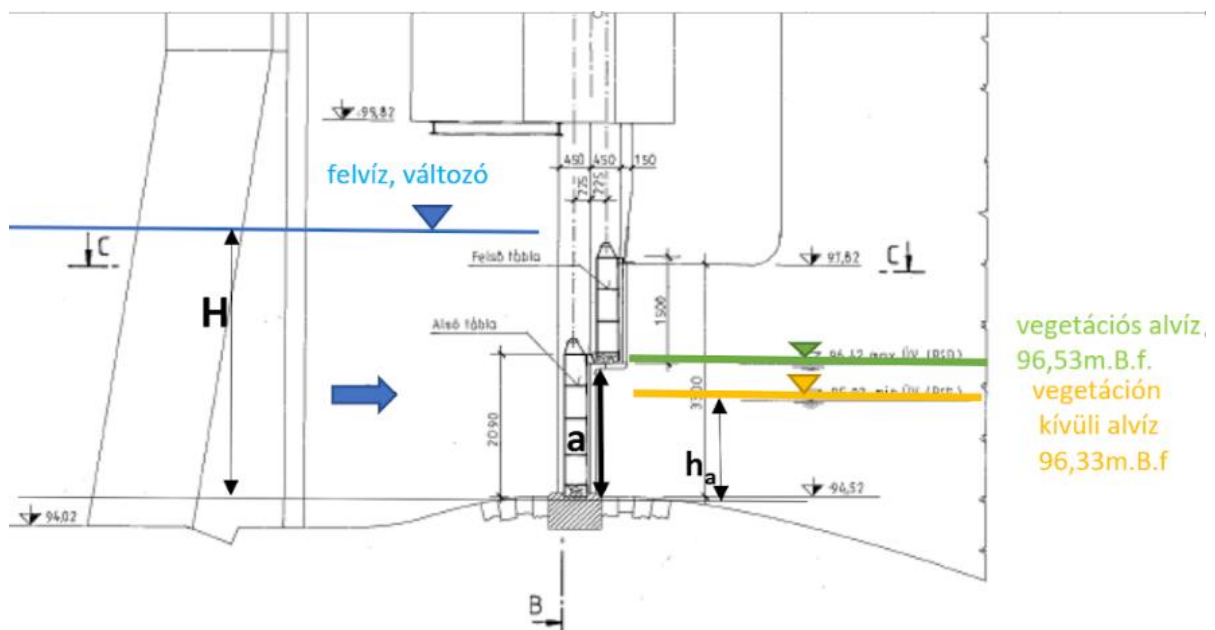
Ezzel párhuzamosan megvizsgáltuk a vízügyi igazgatóság által nyilvántartott méréseket, a használhatókat pedig kigyűjtöttük és rendszereztük. Az így kapott adatokat pedig összehasonlítottuk a modellben kapott értékekkel, mindezeket táblázatok és grafikonok segítségével.

Ezek után a feladatunk az volt, hogy a mért értékeket a számított értékekkel összehasonlítsuk, bevetve a statisztika eszközeit is. Majd a kiértékelésből levontuk a tanulságokat, észrevételeket.

## 6.2 A számításhoz szükséges adatok:

A műtárgy gravitációs működésének lehetséges hidraulikai állapotainál az üzemrendben feltüntetett 2 alvízszintet állandónak vettük a nagyobb átláthatóság és a könnyebb elemezhetőség kedvéért. Megjegyzendő, hogy ideális esetben az üzemrend is állandó szintet ír elő, ezt igyeksenek tartani az illetékes dolgozók a lehetőségekhez és körülményekhez képest.

Ezek a vegetációs és vegetáción kívüli időszakban tartandó szintek voltak, (96,53 m.B.f. illetve 95, 93 m.B.f.). A küszöbszinttől mért magasságaik 201 és 181 cm, ugyanebben a sorrendben. A 8. ábra a beeresztőszilip vízfolyásra merőleges metszete oldalnézetből, a feltüntetett vízszintekkel



8. ábra (a számításokat változó magasságú felvízzel és a 2 üzemvízszinttel végeztük.)

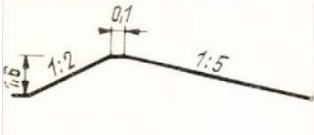

Fontos megjegyezni, hogy a vízügyi igazgatóság adatai a vízmérce 0-ra vonatkoztak( a Kvassay zsilip esetén ez 94,82m.B.f.), ami a hidraulikai számításoknál nem használható, ugyanis ott a vízszinteket a küszöbszinttől kell mérni. A küszöbszint 30 cm-el lejjebb van a vízmérce 0-tól(94,52m.B.f.), így a magassági adatokat e-szerint kellett átváltani.

## 6.3 A számítás menete

### 6.3.1 Bukó üzem

Először a műtárgy bukó üzemét vizsgáltuk. Ekkor a zsiliptáblák nem érnek bele a felvízbe. A számításhoz szükséges adatokat a vízügyi igazgatóságtól kértük el. Szükséges adat volt a műtárgy szélessége, illetve a küszöb geometriája.

A számításhoz Starosolszky Ödön vízépítési hidraulika c. könyvéből néztünk mintákat, és olyan alakú bukóprprofilokat kerestünk, amelyek hasonlóan viselkedhetnek a Kvassay-zsilipéhez. Két olyan mintát is kiválasztottunk, amivel végeztük később a számításokat. Ezek a 9. Ábrán láthatóak.

Bukó szelvény	Átbukási magasság							
	0,15	0,30	0,45	0,60	0,75	0,90	1,20	1,50
				1,94	1,92	1,89	1,92	1,97
		1,56	1,60	1,65	1,70	1,74	1,84	1,92

9. Ábra. (A kiválasztott ábrák a Starosolszky könyvből, a sorokban az M-értékek.)

Az átbukási magasság függvényében meg vannak adva az együtthatók, amit a könyvben M-nek jelöltek. Továbbá a 287. oldalon erre vonatkozva meg van adva a bukóképlet is:

$$Q=M*b*H^{(3/2)}$$

ahol b a bukó szélessége, H pedig a felvíz magassága. A bukóképlet eredetileg a következő szabad átbukás esetén:

$$Q=(2/3)*\mu*b*\sqrt{2g}*H^{(3/2)}$$

Ebből következik, hogy:

$$M = \frac{2}{3} * \mu * \sqrt{2g}$$

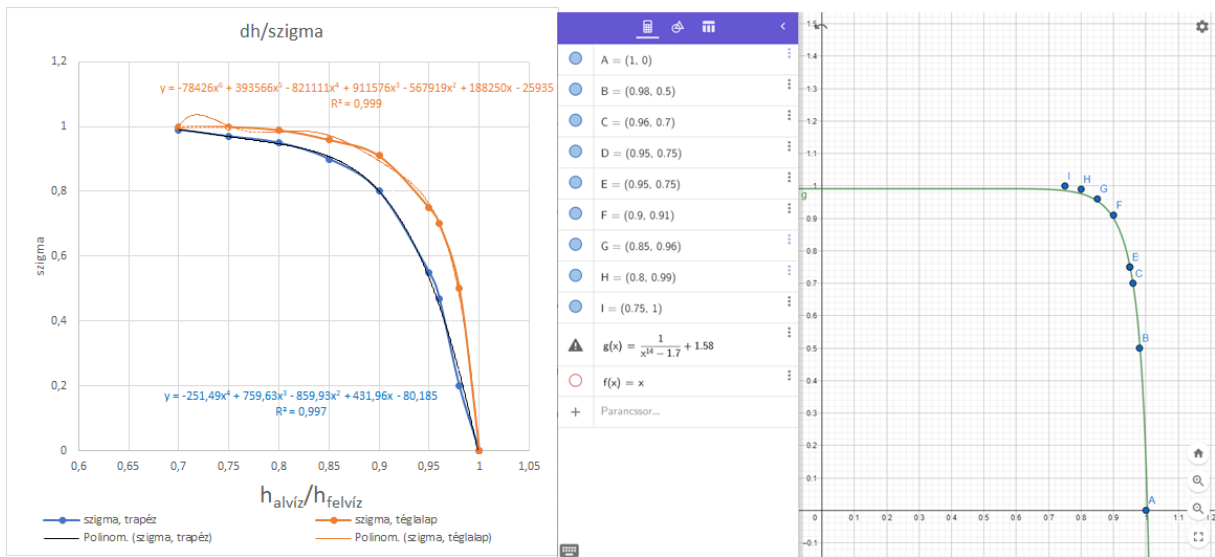
A 9. ábra adatait Excel táblázatba foglaltuk. Majd a trapéz bukó M-jét kiátlagoltuk, ugyanis a különböző értékekre nehezen lehetett volna egyszerűbb függvényt illeszteni. A téglalapéra pedig illesztettünk egy egyenest. (Ezek a mellékletben megtalálhatók.)

Következő lépés volt megvizsgálni a bukóképletet alulról befolyásolt átfolyás esetén, ugyanis ennél a műtárgynál kizárólag ez az üzemelési forma áll fenn (A kis-Duna nem száradhat ki, tehát nem lehet kicsi az alvíze. Ebben lényeges szerepet kap az, hogy a soroksári szennyvíztisztító vizét higítani kell. Ha ez megtörténne, a ráckevei Vadkacsa szabadstrandon fürdőzők nem biztos, hogy eredetileg szennyvízben szerettek volna fürdeni, továbbá fellépnek más közegészségügyi problémák is). A szabad átbukáshoz képest annyi a különbség, hogy a vízhozamot egy tényezővel be kell szorozni, ami azt mondja meg, hogy a vízszintkülönbségekhez képest mennyire csökken a vízhozam, a szabad átbukáshoz viszonyítva.

Ehhez a szükséges táblázatokat Preißler-Bolrich. Technische Hidromechanik című könyvéből néztük ki, hasonlóan, mint az előző esetben. Itt is kutattunk hasonló geometriájú bukók után, és megkerestük a hozzájuk tartozó grafikonokat.

Következő lépés pedig egy függvény keresése volt, ami a lehető legjobban megközelítette a Preißler-Bolrich könyvben talált grafikonok görbáját. Leolvastunk néhány pontot ezekről a függvényekről, majd Excelben illesztettünk rá görbét. A trapéz bukó esetén a 9 pontra illesztett 4. fokú polinom kellően jól közelítette a görbét, viszont a téglalap bukó esetén már merültek fel anomáliák, ugyanis a hatodfokú polinom bizonyos helyeken már az elfogadhatónak mondható közelítéstől is finoman fogalmazva eltávolodott. Ezekre viszont csak a számítások során derült fény. Ekkor a 6. fokú polinomot leellenőriztem a Geogebra nevű online programon, és kiderült, hogy az Excel máshol ábrázolta a szóban forgó függvényt. Tehát kellett keresni egy függvényt, ami hasonlóan illeszkedett a kijelölt pontokra, mint az eredeti grafikon. Próbákozások után egy  $1/x$  alapú függvény sikeresen eleget tett a feltételnek. (5. ábra) Az ábrán az x tengely az alvíz és a felvíz hányadosát jelöli, az y tengely a szigma értékeket jeleníti meg.



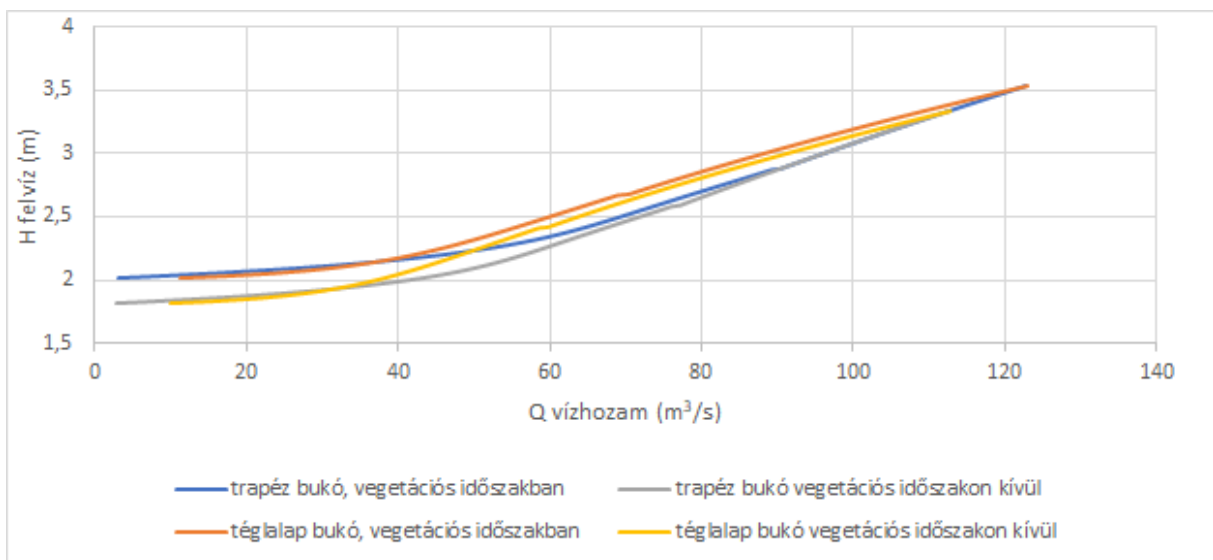


10. Ábra: a szóban forgó  $\sigma$  függvényre illesztett polinomok és a megtalált közelítő függvény.

Ezt követően az aluról befolyásolt bukóképlettel kiszámoltuk mindkét bukóra a vízhozamot:

$$Q = \sigma \cdot M \cdot b \cdot H^{(3/2)}$$

Az alvizeket állandónak vettük, a felvizet pedig 5 cm-enként növeltük. Kaptunk két-két görbesereget, vegetációs (nyári), illetve vegetáción kívüli (téli) alvizekre, amit grafikonon ábrázoltuk.



11. Ábra. X tengelyen a vízhozam, y tengelyen pedig a felvíz.

### 6.3.2 Zsilip üzem

Ezt követően a zsilip üzem modelljének meghatározása következett:

A zsilipüzemben átfolyt víz lehet kis, vagy nagy nyíláson való kifolyás.

A zsilipen történő átfolyás kis nyíláson való átfolyásnak minősül, ha

$$\frac{a}{H} \leq 0,1$$

Ekkor az átfolyt vízmennyiséget megadó képlet:

$$Q = \varphi \cdot \psi \cdot a \cdot n \cdot b \cdot \sqrt{2g \cdot (H - h_c)}$$

ahol  $\varphi$  a sebességtényező,  $\psi$  a kontrakciós tényező  $h_c$  a kontrakciós magasság.

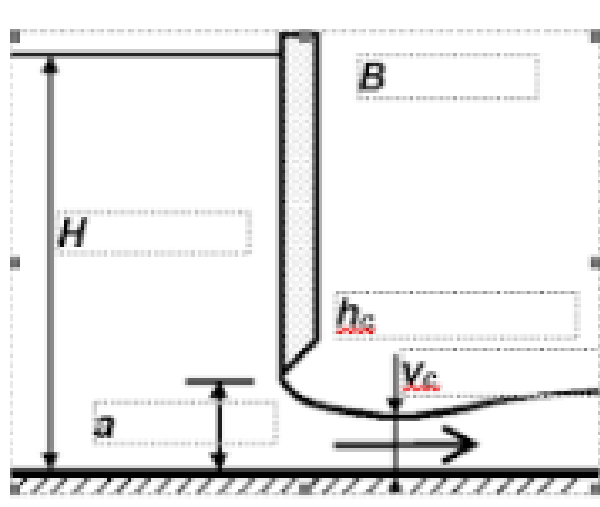
Viszont, az üzemeltetési adatokból kiderült, hogy a legkisebb részleges elzárás is, 1 m-nél kezdődött, ezért nyugodtan kijelenthetjük, hogy ezzel az esettel nem kell foglalkoznunk.

Ha  $(a/H) \geq 0,1$ , akkor nagy nyíláson való kifolyással van dolgunk. Az ekkor átfolyt vízmennyiséget megadó képlet szabad átfolyás esetén:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot \mu \cdot n \cdot b \cdot \sqrt{2g} \cdot [(H^{3/2}) - (H-a)^{3/2}]$$

Ahol  $\mu$  a nyílás vízhozamtényezője. Ez laborvizsgálatok alapján 0,6.

A 12. ábra egy ugyanilyen jelenséget mutat leegyszerűsítve, a megfelelő betűkkel jelölve.



12. Ábra

A másik eset pedig az lehet, amikor van alsó visszahatás.

A vízhozam kiszámolására szolgáló képlet ekkor a vízszín alatti átfolyás összefüggése:

$$Q = \mu * A * \sqrt{2g\Delta h}$$

ahol:

$$\mu = \frac{\psi}{\sqrt{1 + \frac{\psi a}{H}}}$$

$\psi$  a kontrakciós tényező,  $\psi = 0,9679 * (a/H)^2 - 0,457 * (a/H) + 0,7079$

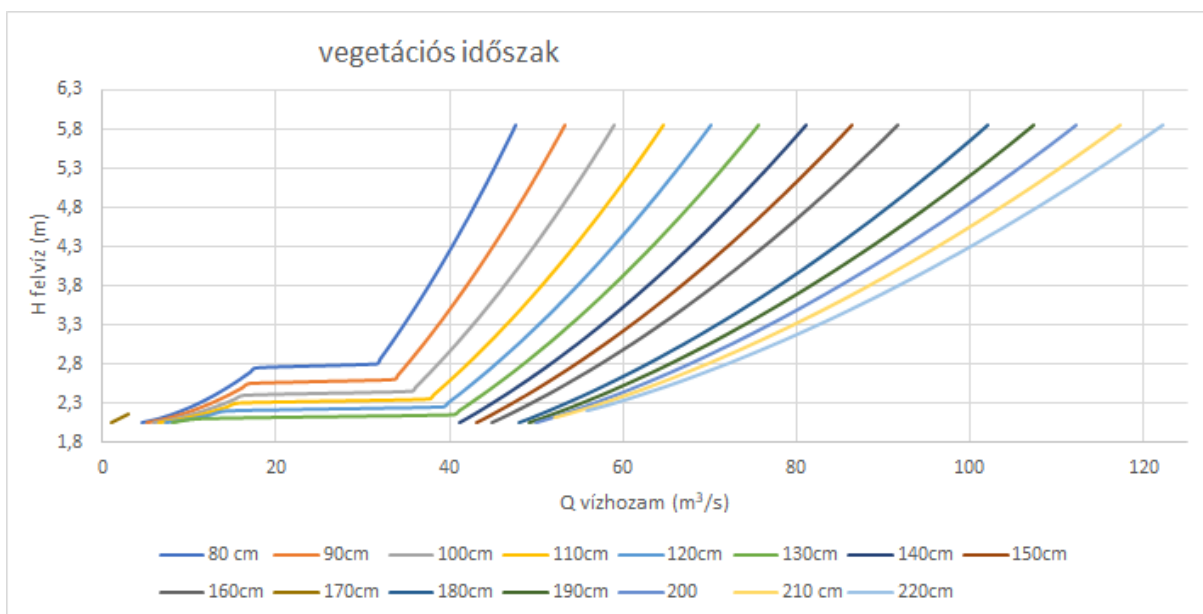
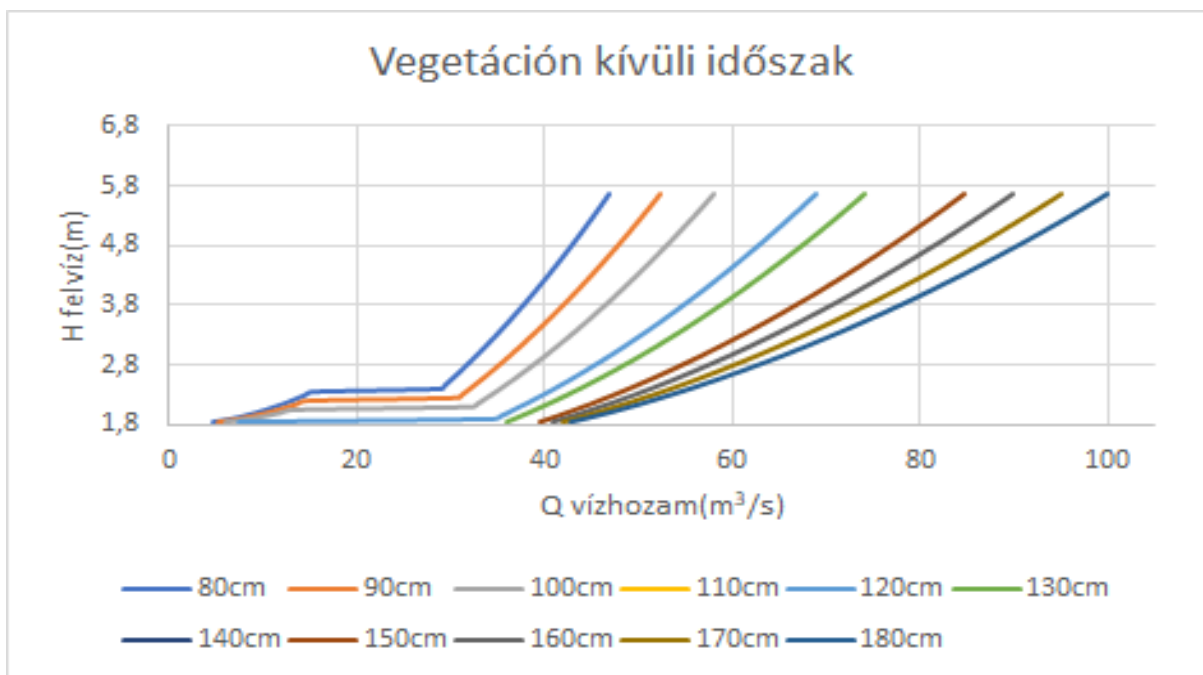
$A = n * a * b$ , a nyílás területe

Azt, hogy alulról befolyásolt-e vagy sem az átfolyás arra a következő közelítő képlet alkalmazható:

$$(h/a) = 1,1251 * (H/a)^{0,6452}$$

Ez a határhelyzetet jelöli. Ha az egyenlet bal oldala nagyobb, mint a jobb, az átfolyás befolyásolt, ha kisebb, akkor szabad. A képletben az „a” a zsilipnyitás nagysága a „ha” az alvízszint a küszöbszinttől mérve.

Kiindulási adatoknak ugyanazokkal az értékekkel számoltunk, mint a bukó esetén. Vegetációs és vegetáción kívüli alvizekre, a nyitáslépcsők és a felvív függvényében meghatároztuk a vízhozamot. Ezt ábrázoltuk grafikonon. A számítások során a zsilipnyitást 10 cm-ként emeltük, minden zsilipnyításra a felvív pedig 5 cm-ként. (13, 14. ábrák)



13, 14. Ábrák. (A zsilip üzemmód számított értékei)

A 13, 14 ábrákon az X tengelyen a vízhozam, az y tengelyen a felvív értékei szerepelnek. A különböző vonalak a különböző zsilipnyitási méretekhez tartoznak. A zsilipnyitás nagysága cm-ekben látható, az x tengely jelmagyarázata alatt. Fontos megjegyezni, hogy a kis magasságoknál a vízszintes vonal abból fakad, hogy pont ott vált a befolyásolt átfolyás szabad átfolyásra. A valóságban ilyenkor átmenettel megy a víz az egyik áramlásból a másikba, viszont a számítás átláthatósága és az indokolatlanul és feleslegesen sok számítás elkerülése érdekében most ugrásszerűen vettük figyelembe ezt a változást. A vegetációs időszak 2,01m-es, a vegetációon kívüli 1,81m-es alvízet jelent.

## 6.4 Összehasonlítás

### 6.4.1 Az összehasonlítás módja

Ahhoz, hogy kiderüljön, hogy az üzemrendi állapotokat mennyire közelítik meg a számítások, legelőször mindenféleképpen szükség van az üzemrendi adatok feldolgozására. Ezzel szeretnénk ellenőrizni, hogy a képletek mennyire használhatóak.

Az üzemrendi adatokat a VIZIG-től kértük el. A tőlük küldött adatok között szerepelt az üzemeltetési szabályzat, illetve a 2019.-es teljes, valamint a 2020-as év első 8 hónapjának üzemi adatai. Az üzemi adatok tartalmazták minden napra lebontva a felvízszintet, az alvízszintet, a zsilipállások nagyságát, ha egy napon belül állítottak a zsilipen akkor odaírták, hogy hány órákor, és mekkora szintre (mindent természetesen a vízmérce 0-hoz viszonyítva, amiket át kellett váltani a küszöbszinthez), illetve az adott napon átfolyt vízmennyiséget.

Mivel a számításainkban  $\text{m}^3/\text{s}$ -al számoltuk a vízhozamokat, ezért le kellett osztani a napi vízhozamot 86400-al, ugyanis ennyi másodperc van 24 órában. Ily módon megkaptuk a vízhozamot  $\text{m}^3/\text{s}$ -ban.

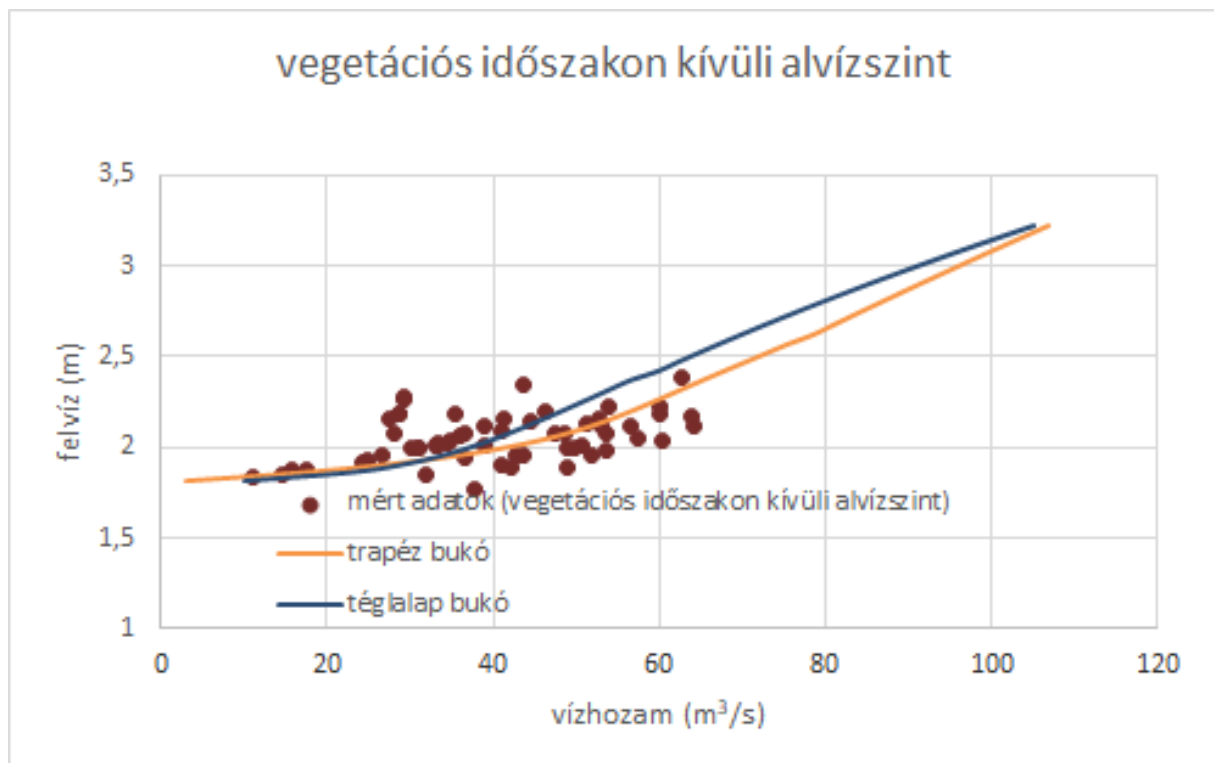
Ezt követően külön táblázatba foglaltuk az átváltott alvíz, felvíz és vízhozam értékeket. Következhetett a megfelelő adatok kiválogatása.

Fontos megjegyezni, hogy alacsony nagy-dunai vízállásnál a Kvassay zsilip szivattyúként üzemel, ugyanis a Ráckevei-(Soroksári-) Dunaágot nagyon pontos szinten kell tartani. Cm-es pontossággal ugyanis, a kis-Duna teljes vízszintingadozása kevesebb, mint 1m. Például véve a 2019-es évet, a legkisebb alvíz 1,49m, Október 3.-án, a legnagyobb alvíz 2,01m, május 23-án volt. A kettő különbsége 62 cm, tehát ennyi volt a tavalyi évben a vízjáték. Ami, figyelembe véve azt, hogy ugyanaz a víz a Csepel-sziget túloldalán 8m-eket is ingadozhat, már-már elhanyagolhatónak tűnhet. További gondolatok levonására is következtethet az, hogy a legmagasabb alvízszint nem haladta meg a nyári időszakban tartandó üzemvízszintet. A nyári üzemvízszint tehát egyfajta határszintként van jelen a bal-oldali ág életében, ezt semmi esetre sem lépték túl. Valószínűleg ennek az az oka, ha tovább emelnék a vízszintet, az jelentős károkat okozna a partok mentén. De, mivel az ágból sok öntözővizet is emelnek ki, előnyös, ha minél magasabb a vízszint. Emiatt a vegetációs vízszint tényleg határszint.

Azokat a napokat tudtuk felhasználni, amelyeknél a víz átfolyása graviációs volt, nem pedig szivattyús, és a zsilipet az adott napon nem mozgatták, valamint a zsilipállást közölték(voltak olyan napok is, ahol nem volt ilyen adat). További szempont volt az is, hogy az alvízszint az üzemrendi értéktől ne térjen jobban el, mint 10cm.

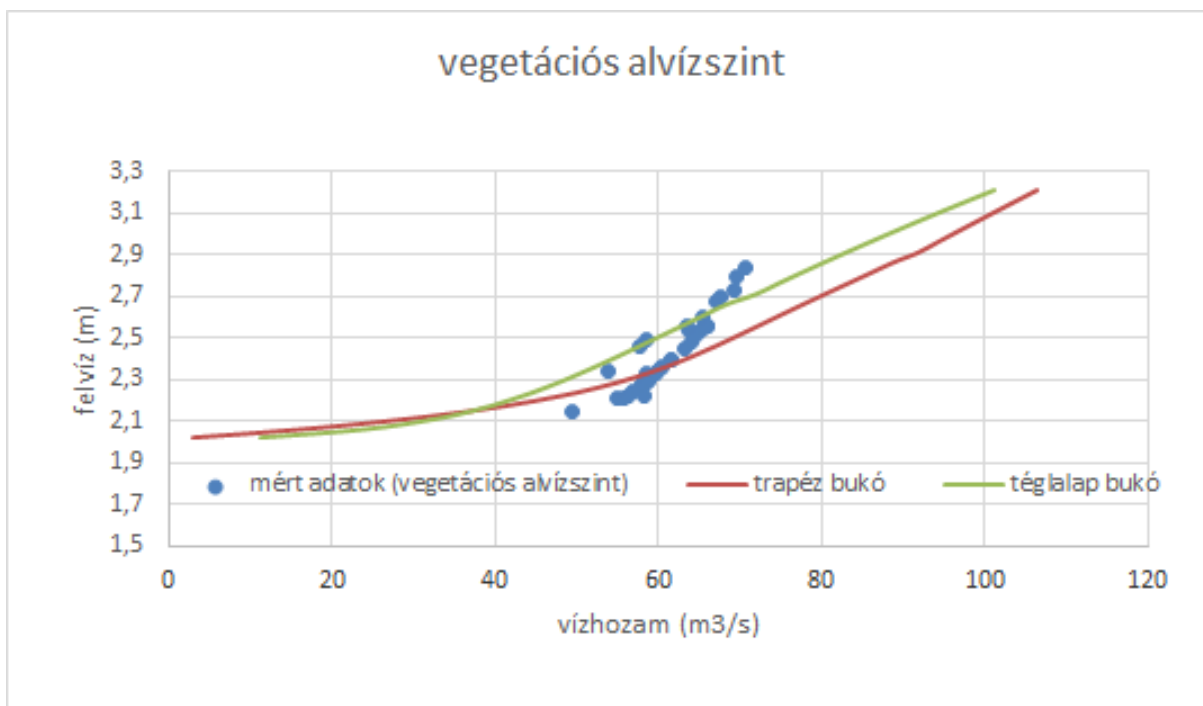
#### 6.4.1.1 Összehasonlítás bukó üzem esetén.

Ezt követően összehasonlítottam a bukó üzemben a mért adatokat a számítottakkal, és a mért értékeket megjelenítettem azon a grafikonon, amin a kiszámolt görbék voltak(15, 16. ábrák):



15. Ábra A Vegetáción kívüli alvízszint mért és számított adatai





16. ábra. (A vegetációs alvízszint mért és számított adatai)

Említést kell tennünk róla, hogy azokat a vízállásokat választottuk bukóüzemnek, amelyeknél a zsilipállás nagyobb volt, mint a felvív. Vegetációs alvíznél voltak viszont olyan anomáliák, hogy, noha a zsiliptábla valóban feljebb helyezkedett el az alvíznél, a felvív sokkal magasabb volt, mint a zsiliptábla alsó éle. Ebben az esetben a tiszta átbukás mégsem az, így a zsilipes görbéken is ábrázoltuk azokat a pontokat, amely egyenesre a pontsereg már sokkal jobban illeszkedett.

Ezt követően a mért és a számított értékek összehasonlítása következett táblázatokkal (1. táblázat).

	hiba, m <sup>3</sup> /s vegetáción kívüli alvív		hiba, m <sup>3</sup> /s vegetációs alvív	
	trapéz bukó	téglalap bukó	trapéz bukó	téglalap bukó
átlag	0,11	-1,35	2,16	-7,81
szórás	16,08	11,62	7,52	2,12
medián	0,47	0,16	1,47	-8,47

1.táblázat. Hibakiértékelés bukó üzem esetén.

A táblázaton látszódik, hogy habár a téglalap bukó hibaátlaga jobban eltért a trapézétól, szórása mindkét esetben, a mediánja a gyakoribb, a vegetáción kívüli esetben kisebb. Érdekes megfigyelni, hogy a vegetáción kívüli időszakban a 10 és 40 m<sup>3</sup>/s-os vízhozamok közötti értékek esetén a mért adatok egész jól megközelítik a téglalap bukó elméleti görbáját.

A számítások és az adatok eltéréseinek oka az is lehet, hogy, habár naponta 1 üzemvízszintet írnak ki az üzemnaplóban, ez változhat a vízjárással, módosítva ezzel a vízhozamot. Továbbá a bukók alakjai csak megközelítik az eredetiét, a vízhozamtényező ez esetben szintén más. Illetve elsöre lehet, hogy nem tűnhet számottevőnek, viszont az műtárgybejárásnál az üzemeltetők említették, hogy a turbina és a zsilip vizei visszahatnak egymásra, komolyan módosítva ezzel egymás vízhozamait. Magas felvíz esetén ugyanis rákapcsolják a turbinákat a hálózatra, a géptérben pedig a Ganz-gyártmányú Kaplan turbina serényen termeli az áramot, a magyar ipar bölcsőjének kapujában, a pesti -síkság Hoover-gátjaként. Ekkor ugyan a beeresztő műtárgy adott al- és felvízszintjei és a vízhozam között elméletben kölcsönösen egyértelmű a megfeleltetés, a valóságban viszont csak a víz fele megy át a zsiliptáblák alatt, mert a másik fele a turbinákon keresztül ömlik be a kiságba. Az üzemrendben csak a gravitációs és a szivattyús módon átfolyt vízmennyiséget tüntették fel napra lebontva. Azt, hogy a gravitációs beeresztésből mennyi folyt át a turbinalapátok között, vagy éppen a beeresztő műtárgyon, azt már csak a víz tudná megmondani. Ezért is lehet az, hogy a számított és a mért értékek nem pont ugyanakkorák.

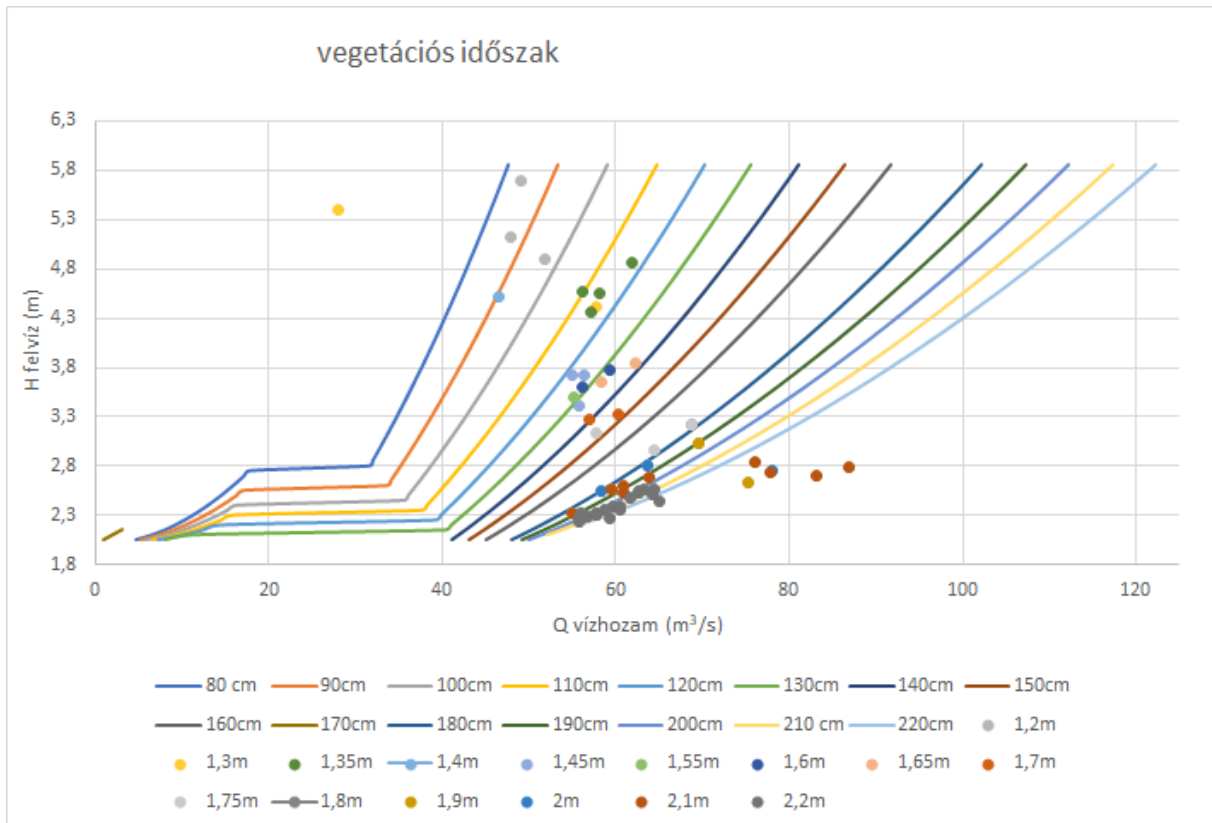
#### *6.4.1.2 Összehasonlítás zsilipes üzem esetén*

Következhetett tehát a zsilipes üzem esetén az összehasonlítás. Ez a feladat komplexebb volt már, a tekintetben, hogy a különböző felvizeknél a különböző zsiliphelyzeteket is meg kellett vizsgálni (17. ábra). Az ábrán a jelmagyarázatban a cm-es szám a kiszámolt görbéhez vonatkozik, a m-es szám pedig a mért értékekhez. Az ordinátatengelyen a felvíz van megadva m-ben, az abszcisszán pedig a vízhozam szerepel.

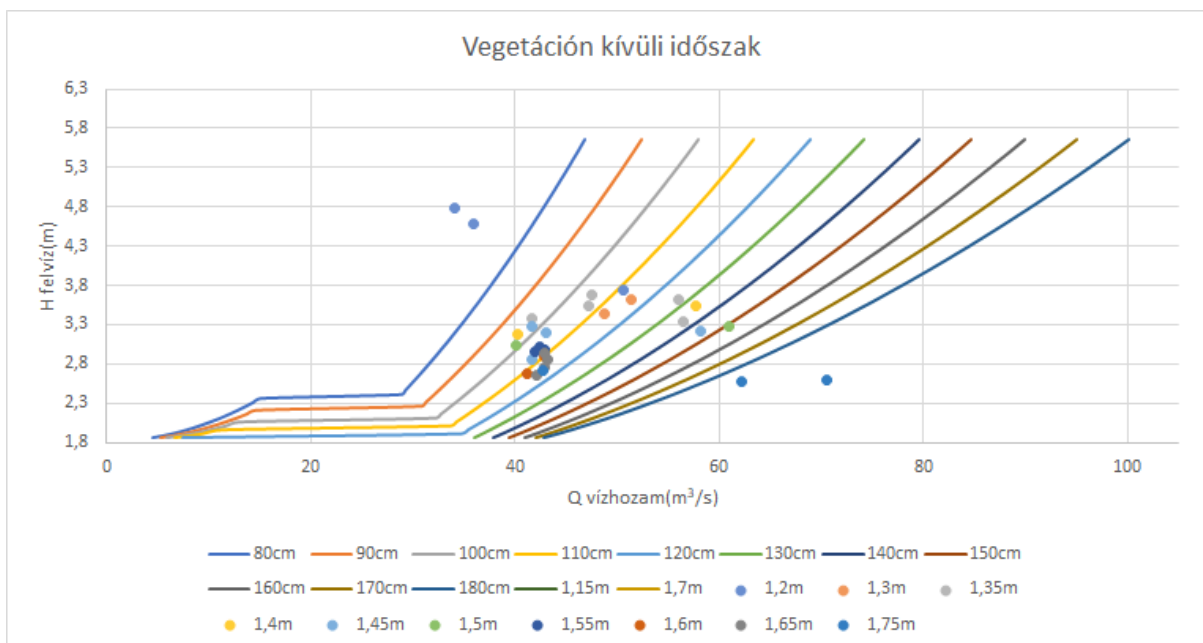
Érdeemes megvizsgálni, a grafikonon, hogy mennyire passzolnak a mért értékek a számítottakkal. Észre lehet venni, hogy kis nyitás esetén, egészen 170cm-ig felhúzott tábláig a pontok és az elméletben hozzá tartozó görbék között van egy 20 cm- es eltolódás, ami a turbina működésére enged következtetni. Viszont 170 cm után, mintha helyre ugranának a pontok, amik és a hozzájuk tartozó vonalak között az eltérés jóval kisebb, mint kis nyitás esetén.

A bukóüzemben is felhasznált 2,2m-es nyitású pontok (a hozzájuk tartozó 2 m-es alvízzel) pedig megnyugtatóan hasonló alakot vesznek fel, mint a kiszámolt görbék.

A 18-as ábrán hasonló problémák sejlének fel, azzal a különbséggel, hogy még kevesebb az adat, ami még bizonytalanabbá teszi az összehasonlításból levonható következtetéseket. Egy nyitási szinthez nagyjából egy- vagy két adat tartozik. Ezeknek az alakjáról, jellegéről viszont önmagában nem tudunk sok mindent mondani. Ami feltűnő, az a ( $Q=42\text{m}^3/\text{s}$ ;  $H=2,8\text{m}$ ) pont körüli góc.



17. ábra. A vegetációs alvízszint mért és számított adatai.



18. ábra. A vegetáción kívüli alvízszint mért és számított adatai.

Az alábbi táblázatban láthatjuk a számított és mért értékek eltérését zsilip üzemben, azok átlagát, szórását és mediánját. A vegetáción kívüli alvíz hibaátlaga  $11,26 \text{ m}^3/\text{s}$ , szórása  $8,8 \text{ m}^3/\text{s}$ , mediánja  $14,84 \text{ m}^3/\text{s}$ , míg a vegetációs alvíznél ugyanez a hibaátlag  $3,93 \text{ m}^3/\text{s}$ , a szórás  $9,45 \text{ m}^3/\text{s}$ , a medián  $3,62 \text{ m}^3/\text{s}$ . Vizsgálva ezeket a számokat, arra a következtetésre juthatunk, hogy számításaink viszonylag elfogadhatóan közelítik meg a mért adatokat, továbbá, hogy a zsilip üzem leírása sokkal kényesebb feladat, hiszen több tényezőt is figyelembe kell venni, mint a bukónál.

	Hiba $\text{m}^3/\text{s}$	
	vegetáción kívüli alvíz	vegetációs alvíz
átlag	11,26	3,93
szórás	8,80	9,45
medián	14,84	3,62

2.táblázat. Hibakiértékelés zsilip üzem esetén

## 6.5 Összefoglaló értékelés

A bukó üzemben a számított hozam, és a tényleges értékek között, noha van egy kis eltérés, azért meg kell állapítani, hogy a görbék egészen jól közelítik a pontokat. Hozzáteesszük, hogy mindezeket úgy, hogy amikor még a számítás fázisában volt a munka, nem is tudtuk, milyen értékeket kellene kapnunk, ugyanis a VIZIG-től az adatok még nem álltak rendelkezésünkre. Továbbá figyelembe véve a szórásokat, és azt, hogy régi tapasztalatok alapján a nagyobb vízfolyások hozamát  $\pm 5 \text{ m}^3/\text{s}$  pontossággal lehet meghatározni, az eredmények kielégítőbbek.

A téli, és a nyári időszakot egyszerre vizsgálva, elmondható, hogy a vegetáción kívüli időszak adatait közelítették meg jobban a számításaink.

Ebben az időszakban vizsgálva a két bukót a hibaátlag alapján, a trapéz bukó tűnhet pontosabbnak, ugyanis egy nagyságrenddel kisebb a hibaátlaga. Viszont a szórást, a mediánt és a grafikonokat figyelembe véve a téglalap bukó függvénye precízebben illeszkedik a pontokra.

A vegetációs időszaknál az 5.4.2- es fejezetben említett anomália kicsit módosítja az eredményeket. Itt is, hasonlóan az előzőhöz, habár a trapéz bukónak kisebb a mediánja és a hibaátlaga, a szórása 3,5- szöröse a téglalap alakúéhoz képest. Azonban a grafikont vizsgálva, mindkét görbe azonosan pontosnak tűnik, nehezen lehet megmondani egyértelműen, melyik a jobb.

Ha tehát ki kéne választani a kettő bukó közül, egyet, ami a Kvassay-zsilip beeresztő műtárgyát a legjobban jellemzi, a fenti következtetéseket figyelembe véve, a téglalap bukót ajánljuk.

A zsilip-üzemet vizsgálva elmondható, hogy a számított hozam észrevehetően nagyobb, mint a tényleges, ezt a tényt támasztják alá a hibaátlag és a medián értékei. A pontokat és a hozzájuk tartozó grafikonokat megfigyelve levonható a következtetés, hogy a vegetációs alvíznél jobb a közelítés. Még, ha a szórása nem is kisebb a vegetációs alvíznek, mivel másfélszer annyi adatunk volt itt, ez lényegében nem változtat sokat a levont következtetéseken.

Az bukó üzemhez hasonlóan, összehasonlítva a szórást, és a  $\pm 5 \text{ m}^3/\text{s}$ -os mérési játékot, kijelenthető, hogy egész jó a közelítés. Egyik esetben sem foglalkoztunk az alvízi meder

hosszmetszeti viselkedésével mind a műtárgy közvetlen közelében (utófenék), mind pedig az ág teljes hosszában, Tassig.

## 7. További teendők

A számításokat az üzemrendben megadott alvizekkel végeztük, de nem vettük figyelembe, hogy az ág a beérkező hozamot mennyire tudja elvezetni. Ezt az alvízi meder vízhozamgörbéjével ( $Q(H)$  görbe) lehet majd figyelembe venni. A tassi-zsilip ugyanis visszaduzzaszt, emiatt kevesebb lehet az átömlő víz mennyisége. Valamilyen szinten így is van visszaduzzasztás, ne felejtsük el, hogy Tassnál a kis-Duna vízszintje 4 m-el magasabban van a nagy-Dunáénál. Ami szintén visszaduzzasztás következménye. Így a vízhozamgörbe helyett a későbbiekben célszerű lesz az egész ág működésének modellezése is. Ebben az esetben már figyelembe vehetők lesznek az öntözővíz-készletek, és belvízelvezetések is, melyek a fenti folyamatot nagymértékben befolyásolhatják.

Ezért a következő cél az, hogy együtt a mederrel és a tassi-zsilippel felállítsunk egy olyan modellt, amely megbízhatóan megadja, hogy adott hidrológiai helyzetben mit kell tenni.

## 8. Köszönetnyilvánítás:

Szeretném kifejezni köszönetemet azoknak, akik lehetővé tették, hogy ez a dolgozat létrejöhetett. Külön köszönet a VIZIG-nak, és a Kvassay zsilip személyzetének, hogy lehetővé tették a zsilip bejárását. Továbbá Borbély Istvánnak, hogy rendelkezésünkre bocsájtotta a dolgozat elkészítéséhez a nélkülözhetetlen adatokat. Ezenkívül a konzulensemnek, Csoma Rózsának a segítségért, a konzultációkért, a tanácsokért és az útmutatásért.

## 9. Irodalomjegyzék:

1. Lászlóffy Woldemár, 1938, 1838-i árvíz és a Duna szabályozása., Vízügyi közlemények, 20. évfolyam 1. szám
2. Ihrig Dénes, 1973, A magyarországi vízszabályozás története, Az országos vízügyi hivatal kiadványa.
3. A Ráckevei(Soroksári) Duna üzemeltetési szabályzata. VITUKI kft. Budapest, 2019.
4. Preißler-Bolrich Technische Hidromechanik/1 Veb verlag für Bauwesen. Berlin 1980
5. Kertai Ede: Magyarország nagyobb vízépítési műtárgyai. Vízlépcsők OVH, Budapest, 1963
6. KDVVIZIG: Történelmi áttekintés, és a Ráckevei (Soroksári)-Duna kialakulása (készült a Vízügyi Közleményekben megjelent korabeli archív leírások felhasználásával). Kézirat
7. Sajó Elemér: A RSD szabályozása. 1913
8. Starosolszky Ödön: Vízépítési hidraulika (Műszaki Könyvkiadó, Budapest, 1970
9. Műtárgyhidraulikai paraméterek numerikus megközelítése TDK 2012 Fürst Renáta 2012.11.06., Budapest
10. Tóry Kálmán: A Duna szabályozása
11. A felszín alatti lefolyás meghatározása a Lágymányosi-öblözeten Tdk dolgozat (2016) Wagner Flóra, Budapest
12. A Siófoki zsilip műtárgyhidraulikai értekezése. Csoma R. 2020 Budapest
13. Csoma R.- Török G. Hidraulikai feladatgyűjtemény, 2017 Budapest .



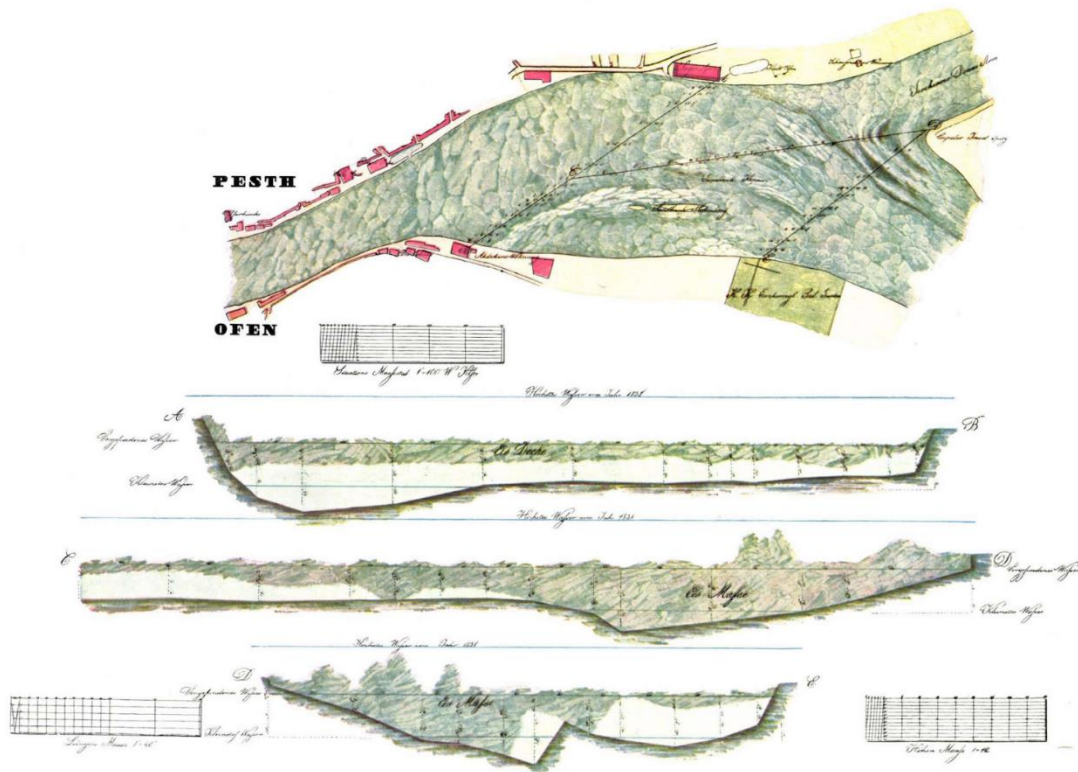
# Mellékletek

- 1.térkép mellékletek a 2. fejezethez
- 2.fényképek a helyszíni bejárásról.

## Mellékletek a 2.sz fejezethez

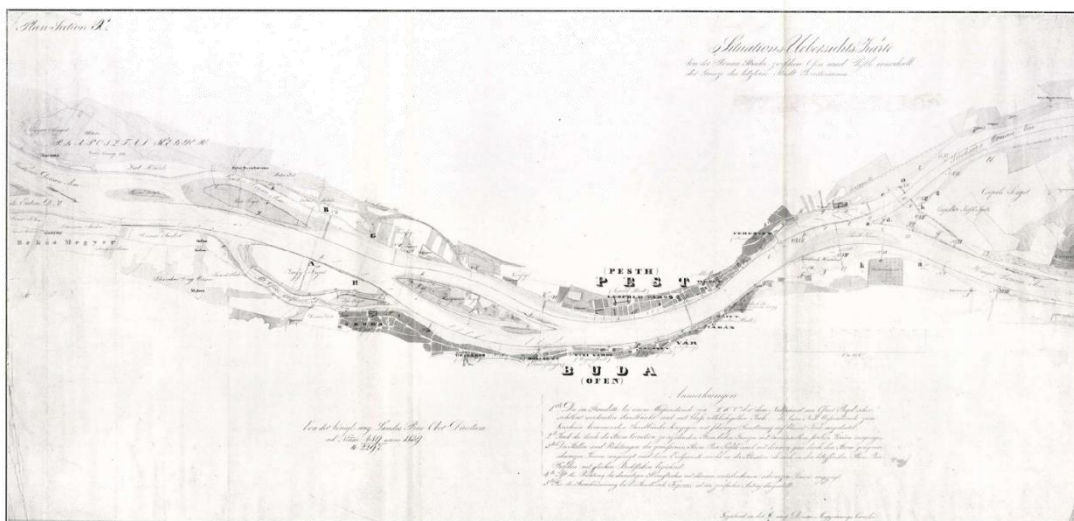
- 1. Az építési főigazgatóság 1838 február 29-én készített felvétele a jégtorlaszról.**
- 2. Egy korabeli terv a Duna szabályozásáról**
- 3. Ritter Ferenc szabályozási terve. Jól látszik a Nagykörút helyén futó tervezett csatorna**
- 4. Budapest árvízvédelmi térképe a szabályozás után.**

Fent az 1-es, lent a 2-es számú melléklet.

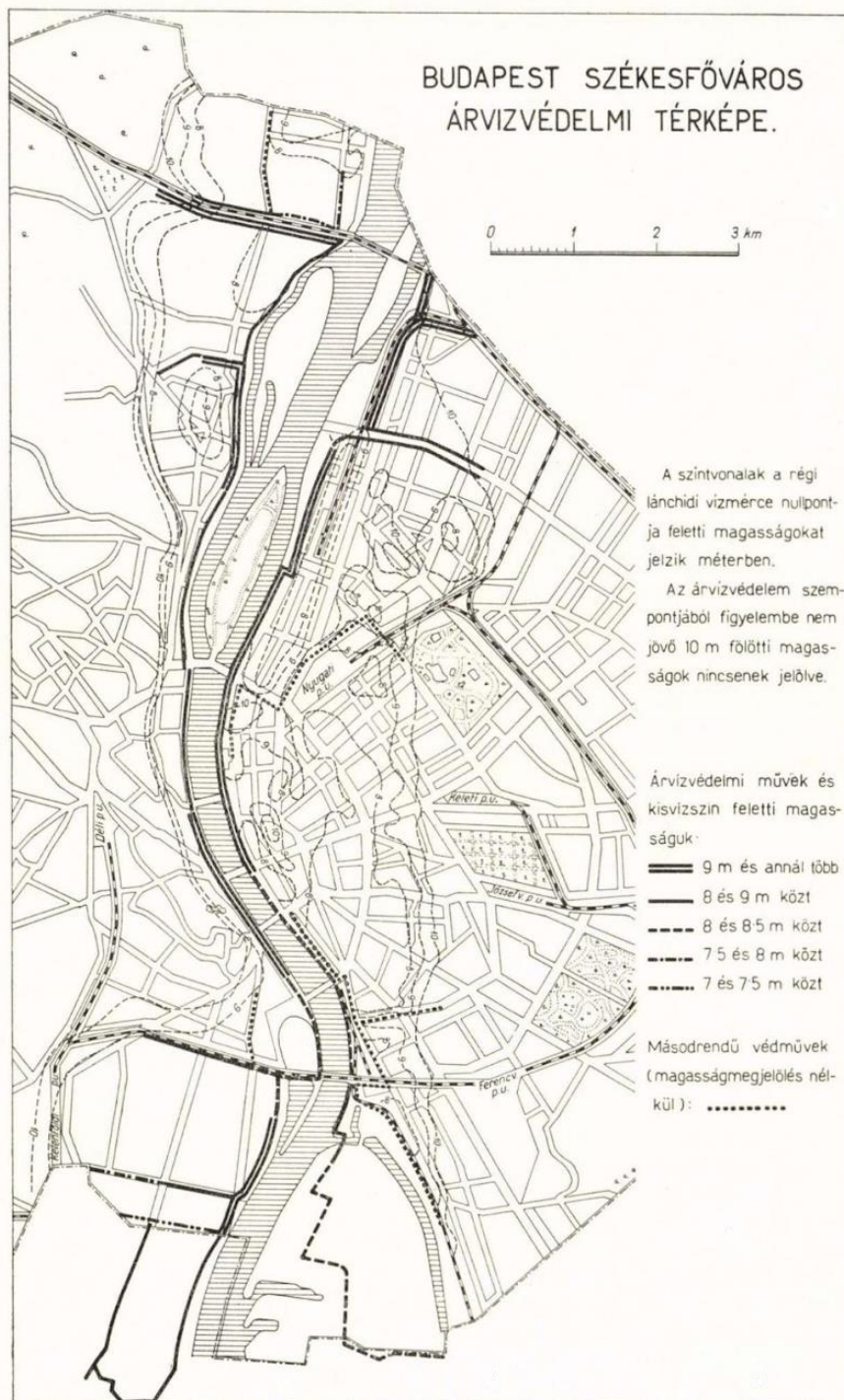


5. ábra. A CSEPELSZIGET CSÚCSÁNÁL KELETKEZETT JÉGTORLASZ, AMELY A FŐVÁROS PUSZTULÁSÁT OKOZTA.

Az Országos Építési Főigazgatóság által 1838. február 29-én készített felvétel. A soroksári Dunaágot fenéig eldugaszolta a jég és a jobb ágon is csak a keresztcszelvény esekély részén folyhatott szabadon le a víz. A boirt számok lábáiban és hüvelyekben adják meg a víz mélységét és a jég vastagságát. (1"=31,6 cm, 1"=2,6 cm). Az eredeti rajtot a Vizrajzi Intézet múzeuma őrzi. (A Budapest székesfőváros kiadásában megjelent „A Pest-budai árvíz 1838-ban” című műből.)

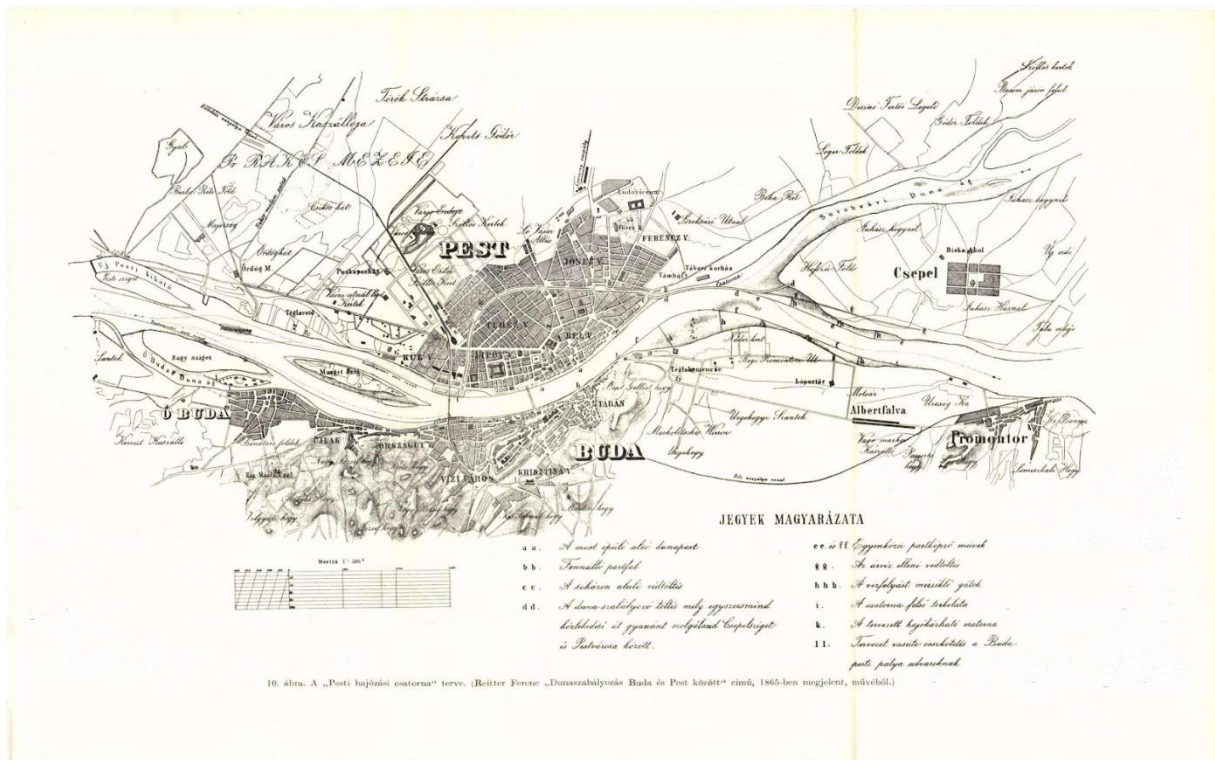


3. ábra. A fővárosi Dunaágot az elvezetési terve 1820-beli. (Ésolvítja a Vizrajzi Intézet múzeuma.)



13. ábra.

4-es számú melléklet



10. ábra. A „Pesti hajózási esztornas” terve. (Reitter Ferenc „Dunaszabályozás Buda és Pest között” című, 1865-ben megjelent, műveiből.)



2.fényképek a helyszíni bejárásról.











