

Alsó-gödi sarkantyúpár Duna folyamra gyakorolt hatásainak hidrodinamikai vizsgálata és a jelenlegi káros folyamatok kiváltó okainak megszüntetése

Monori Attila - árvízvédelmi referens Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság

KIVONAT

A Duna folyam 1669+500 és 1669+200 fkm szelvényeiben lévő sarkantyúk káros hatást fejtenek ki a 02.07.01 Surányi gátórjárás 5+500 tkm szelvényének közelében, annak mintegy 100 méter hosszú sávjában. A eróziós hatás következtében az egykori 10 méteres védősáv, mára 6 méteresre csökkent, mely tendencia a terület geotechnikai tulajdonságait figyelembe véve tovább folytatódhat. A Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság a tárgyi terület helyreállítását, valamint a káros eróziós hatások okainak megszüntetését tervezi. A dolgozatom a sarkantyúpár hatásainak hidrodinamikai vizsgálatára, valamint a visszabontással elérhető legideálisabb geometria elérését hivatalosan bemutatni.

KULCSSZAVAK

folyam, folyamszabályozás, árvízvédelem, töltés, előtér, erózió, sarkantyú, havária, káresemény, helyreállítás, modell, HEC-RAS, vízügy, vízmű

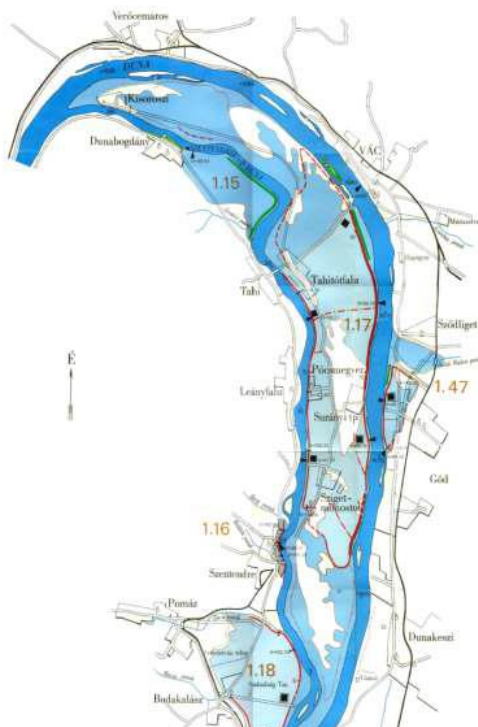
I. BEVEZETÉS:

Terület általános ismertetése

A Duna folyam a Fekete-erdőben ered, két forrás táplálja, ezek a Brege és a Brigach, melyek egymástól 10-15 km-re helyezkednek el 1010 és 1125 mBf terepszintű magasságban. A két forrás patakka duzzadt vízfolyása Donauschingennél egyesül, 678 mBf terepszinten, ez képezi a Duna folyót, melynek teljes hossza 2860 km, hazánkban található szakasza pedig 417 km, melyből 142 km határvízi terület, melynek kezelése Szlovákiával közös. Ezzel hazánk leghosszabb folyója, melynek legnagyobb mellékfolyója a Tisza.

A folyam teljes vízgyűjtő területe 816 000 km², mely terület Németország, Ausztria, Szlovákia, Magyarország, Horvátország, Szerbia, Románia, Bulgária, Ukrajna és Moldova területeit érinti.

Kárpát-medencében lévő folyamszakasz 3 részre osztható, ezek a felső, középső és alsó szakaszok. A felső Dévény-Gönyű (1880-1791 fkm), a középső Gönyű-Ómoldva 1791-1040 fkm) az alsó pedig Ómoldva-Vaskapu (1040-946 fkm) között



1. ábra: 02.07.Szentenrei-szigeti árvízvédelmi szakasz (Sztojczsev, Szilágyi 2015)

B U D A P E S T

helyezkedik el. Jelen esetben a középső szakasszal foglalkozunk. Ezen a részen a kis esés (4-10 cm/km) és az egységes meder a jellemző.

A folyamnak sok mellékága van, melyek közül hazánkban a következők a legjelentősebbek: Kis-Duna, Mosoni Duna, Ráckevei-Duna, Szentendrei-Duna. A dolgozatomban az utóbbi mellékág és a Duna folyam közötti területtel foglalkozok a Szentendrei-szigeten található 02.07. árvízvédelmi szakasszal, azon belül az érintett, 02.07.01. Surányi, 02.07.02. Surány-felsői, 02.07.03. Szigetmonostori, valamint a 02.07.04. Tahitótfalui gátörjárások területi sajátosságaival. (Sztójcsev, Szilágyi 2015)

Terület ismertetése

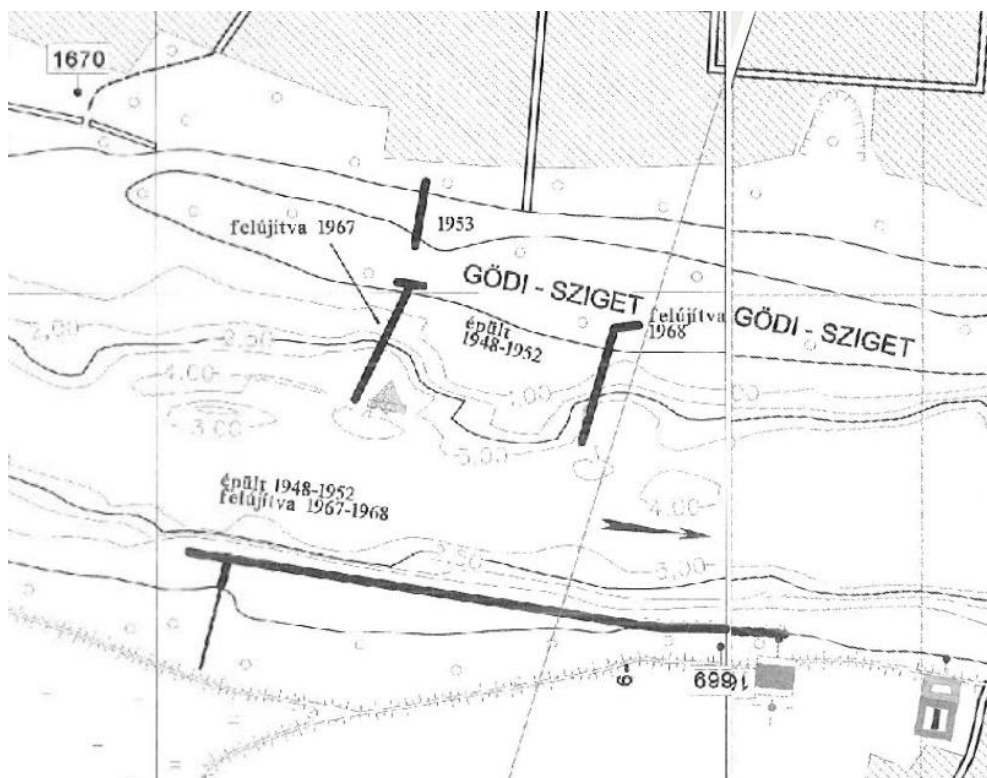
A 02.07.01 Surányi gátörjárás I. rendű árvízvédelmi töltése a Szentendrei-sziget déli területeit védi az esetleges árvízi jelenségek ellen. A közvetlen település, mely ezen a területen fekszik, az Szigetmonostor, annak is Horány településrésze. A sziget többi települése is veszélyben van, ha egy esetleges havária következtében a töltés eróziós hatásnak kitett része károsul. Az érintett töltésszakasz kvázi nem rendelkezik hullámtérrel, mivel a középvízi vízállások is elérhetik akár a töltéslábat is. A vízfelöli oldalon lévő előtér és a meder között is változatos a terepszint, ezen a részen meredek, szinte függőleges partfal alakult ki. A talajösszetétel szemcsés, homokos kavics jellegű, így a laza szerkezet következtében az eróziós folyamatok még intenzívebben tudják hatásukat kifejteni.



2. ábra: Előtér és partfal alsó éle középvízi vízállás alatti vízállás tartományban (saját fotó)

Az árvízvédelmi töltés ezen szakasza továbbá a Fővárosi Vízművek Zrt. által üzemeltetett parti szűrésű ivóvízkutak és a hozzájuk tartozó vízbázis védőterületek, védőidomok határán fekszik, így ez hatással van a helyreállítás során választható technológia alkalmazásának meghatározására.

A sarkantyúpár a Göd település területéhez tartozik, melyet a 02.05 Gödi árvízvédelmi szakasz véd az árvízi jelenségek ellen. A Duna folyam 1669+500 és 1669+200 fkm szelvényében található sarkantyú 1948 és '52 között létesül. Célja a kedvezőbb hajózási viszonyok biztosítása mellett a bal parti szakasz bevédése. 1967-ben az északi, majd 1968-ban a déli sarkantyút újíították fel. 1991-ben a sarkantyúpár meghosszabbításra került.



3. ábra: A folyamszabályozási művek kiépítése Göd térségében (Ráp, Monori 2022)

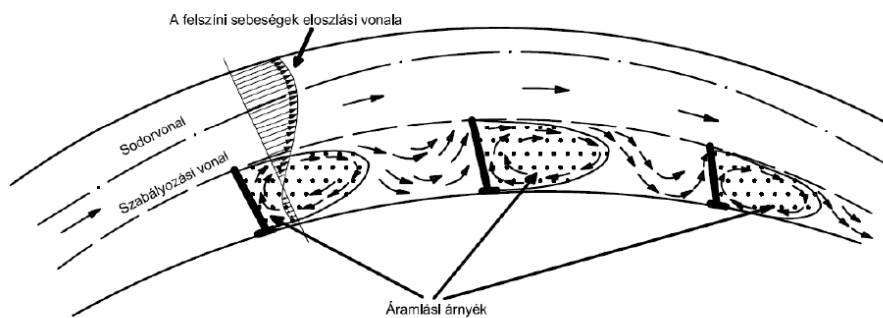
II. FOLYAMSZABÁLYOZÁSI MŰVEK:

Sarkantyúk

A sarkantyúk alapvető célja, hogy a meder morfológiájára kedvező hatást gyakoroljon, ahol kell, ott feltölti és ahol kell, ott kimélyíti a medret. Továbbá az áramlás irányát és sebességét képes megváltoztatni, hatást gyakorol a vízmélységre, partvédőműként is funkcionál, a kisvízi vízhozamokat pedig a kisvízi mederbe képes szorítani. Ezekon felül a különféle halfajok számára képes új élőhelyeket létrehozni. A sarkantyúk kialakításának módja függ a terület jellegetől és a kívánt hatással elérni kívánt eredménytől. A sarkantyúk iránya (szöge), hossza és az elhelyezésük sűrűsége határozza meg, hogy milyen hatást képes kifejteni a megépítésük. A sarkantyúk geodéziai méreteinek megválasztását és kialakításának módját számításokkal és modellezéssel tudjuk meghatározni. A hidrodinamikai modellezés egyik lehetséges módja a

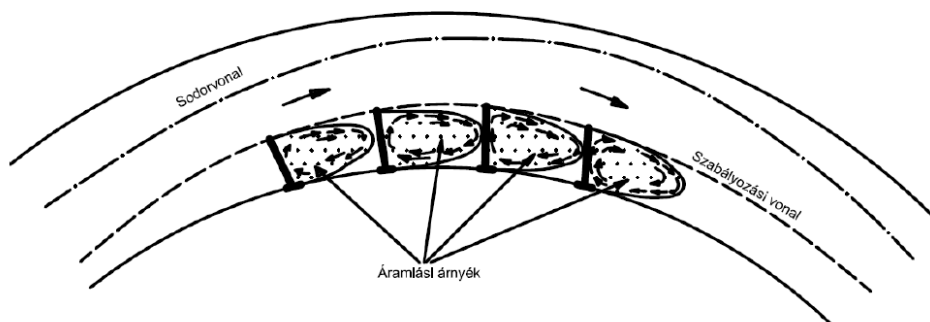
kisminta modell, mely esetén modellező homokból kerül kialakításra a méretarányban kezelhető kialakítással a vizsgált mederszakasz morfológiája, melyre meghatározott és a méretarányhoz arányosított mesterséges vízhozam bocsátását követően nyílik lehetőség empirikus vizsgálat lefolytatására. A másik modellezési lehetőség a szoftveres módszer, mely történhet 2D-s, vagy 3D-s hidrodinamikai modell segítségével. Több modellező szoftver is elérhető (pl.: Mike, HEC-RAS, Baseflow, stb.), amik képesek jól illeszkedő, valósághű modell elkészítésére, futtatására. A legelterjedtebb modellező program jelenleg a HEC-RAS, mely egy, az amerikai hadsereg által fejlesztett, hazánkban is ingyenesen elérhető mérnöki modellezésre használható alkalmazás.

Ha távolabb kerülnek elhelyezésre a sarkantyúk (4. ábra), akkor kevesebb építőanyagra van szükség, valamint a túlpárt eróziós hatásoknak való kitettsége is csökken. Hátránya viszont, hogy csak részben töltődik a mögöttes mederrész, valamint, hogy a szabályozási vonalnak a másik oldalán lévő mélységek csak mérsékelt számban jönnek létre.



4. ábra: Távolabb történő elhelyezés (Dr. Ivicsics, 1976)

Közelebb történő elhelyezés esetén (5. ábra) a sarkantyúk mögötti részek feltöltődése hatékonyabb, a szabályozási vonalak közti mederrész kimélyülése felgyorsul, a mélységek állandósulnak. Hátránya viszont, hogy a megépítéséhez sok építőanyagra van szükség.

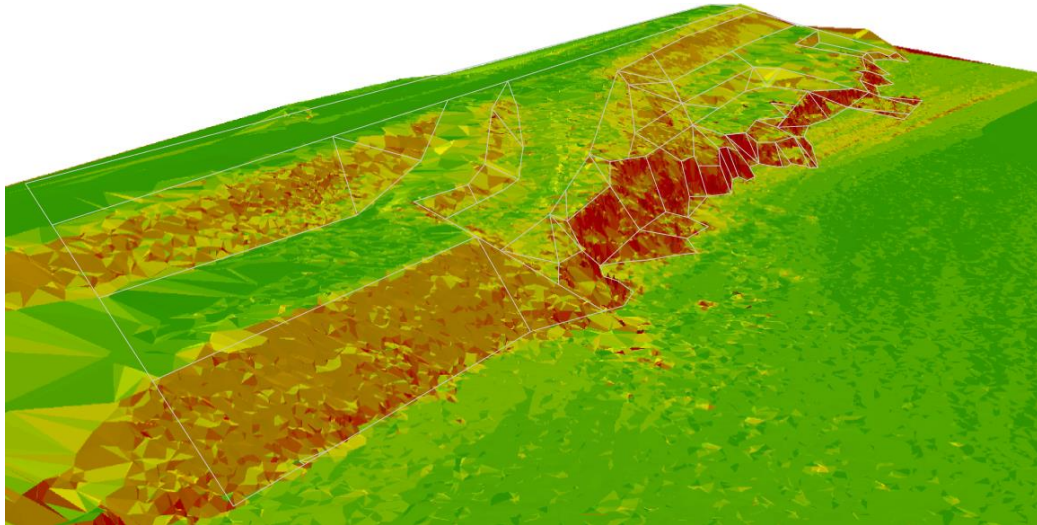


5. ábra: Közelebb történő elhelyezés (Dr. Ivicsics, 1976)

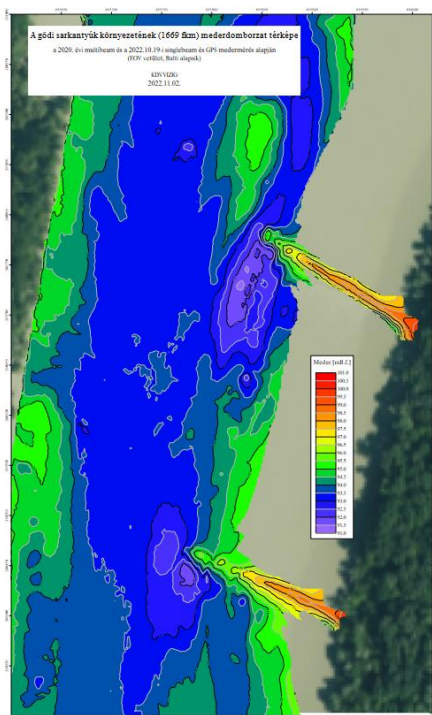
III. EDDIGI FELMÉRÉSEK, BEAVATKOZÁSOK

Igazgatóságunk a tárgyi területen 2022 év elején geodéziai mérést végzett, melyet az előző évek méréseivel összehasonlítva is látható, az előtér drasztikus csökkenése. A mérés kézi GNSS

műszerrel és mérőállomással történt. Ezt követően a vegetációs időszak végén, ősszel is méréseket végeztünk, ekkor már nem csak GNSS műszerrel és mérőállomással, hanem lézershakkeneres méréssel is felvettük a leszakadt partfal területét, mely sokkal részletesebb és a jövőbeli beavatkozások tervezésére is alkalmas adatot volt képes szolgáltatni.



6. ábra: A Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság Vízirajzi Osztálya által végzett lézershakkeneres felmérés eredménye



7. ábra: A Vízirajzi Osztály által készített mederfelmérés, 2022 (KDVVIZIG)

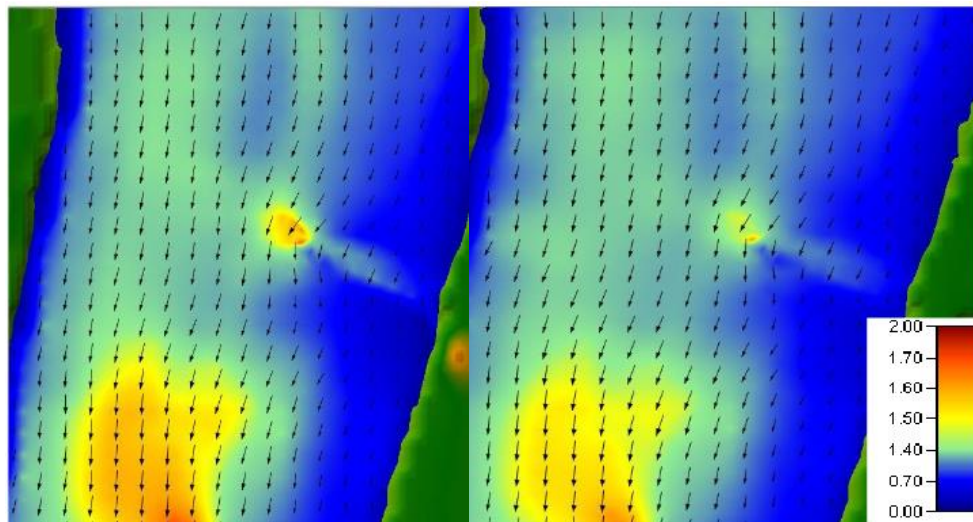
A felvételen a sötétebb területek a nagyobb lejtést hivatottak ábrázolni. A 6. ábrán is jól látszik, hogy az érintett töltésszakasz előtere nagymértékben csökkent és a partfal egyre inkább függőleges jelleget mutat.

A 7. ábra a meder jelenlegi domborzatát szemlélteti, piros színnel a magasabb terepszinteket, valamint lilával a mélyebbeket.

Ugyanebben az időszakban készült egy friss mederfelvétel a sarkantyúk térségéről, valamint egy teljes geodéziai felmérés magukról a sarkantyúkról is. A folyamatszabályozási művek geometriája érdeemben nem változott az utóbbi évek részletes méréseiben találhatóéhoz képest. Hosszuk láthatóan jelentős. A körülötte kialakult vízmélységet a kék szín lilába történő átváltása hivatott bemutatni.

A terület kapcsán 2D-s hidrodinamikai modell készült a HEC-RAS szoftver segítségével, melyet Németh Attila készített a „SARKANYTÚK HATÁSÁNAK VIZSGÁLATA A DUNA FOLYAM GÖD KÖRNYÉKI SZAKASZÁN, HEC-RAS 2D MO-

DELLEZÉS SEGÍTSÉGÉVEL” című szakdolgozatában. A modell felépítése 2016-ban valósult meg, a hozzá szükséges adatokat pedig a Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság szolgáltatta. Németh Attila célja is hasonló volt, meghatározni, a már 2016-ban is látszó káros folyamatokat előidéző sarkantyúpár átalakítása.



8. ábra: Bal oldal - meglévő állapot, jobb oldal - átépített állapot (Németh, 2016)

A 8. ábra a sebességek értékét mutatja m/s mértékegységben, továbbá a sebesség vektorok fekete nyíllal kerültek feltüntetésre. A meglévő állapot modellvizsgálata jól szemlélteti az áramlásra gyakorolt hatásának mértékét. A sarkantyú közelében 1,5-2 m/s-os tartományban alakulnak a sebességviszonyok és a sodorvonal a jobb part felé terelődik. Az átépített állapot esetében a felső sarkantyú 10 m-rel történő rövidítésének vizsgálatára került sor (8. ábra jobb oldalán lévő modelleredmény), mely kimutatta, hogy a sarkantyú felett és a mederben, valamint a jobb part mentén jelentős mértékben csökkentek a sebességi értékek.

A területen a fás vegetáció kivágásra került a vonatkozó szabályozások betartása mellett. Így a veszélyes növényzet eltávolításra került. A fás vegetáció gyökérzete egy esetleges vihartól és/vagy kimosódásból származó kidőlés következtében az előtér, valamint a töltés jelentős részét lett volna képes károsítani.

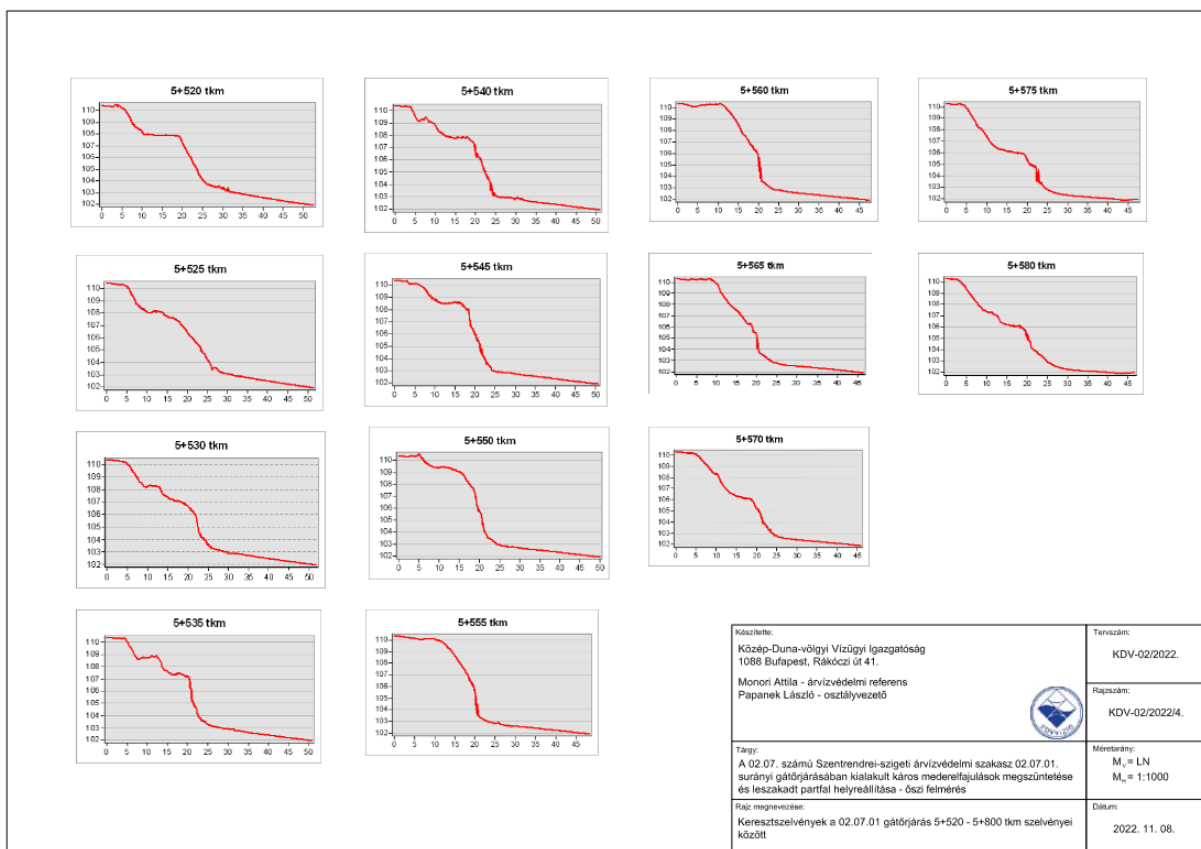


9. ábra: A fás vegetáció gyérítését követő állapot (fotó: Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság)

IV. JÖVŐBELI BEAVATKOZÁS

A probléma megoldására igazgatóságunk az Országos Vízügyi Főigazgatósággal közösen próbál megoldást találni. Több technológiai elképzelés is felmerült, viszont az anyagi forrás hiányában vélhetően a legolcsóbb és ennek ellenére elégséges védelmet nyújtó megoldás fog megvalósulni. A legfontosabb, hogy a jelenlegi káros folyamatok következtében károsult partszakasz helyreállítása megtörténjen, valamint ezzel egyidőben a kiváltó ok megszüntetésére is szükség van, azaz meg kell határozni a sarkantyúk visszabontásának mértékét.

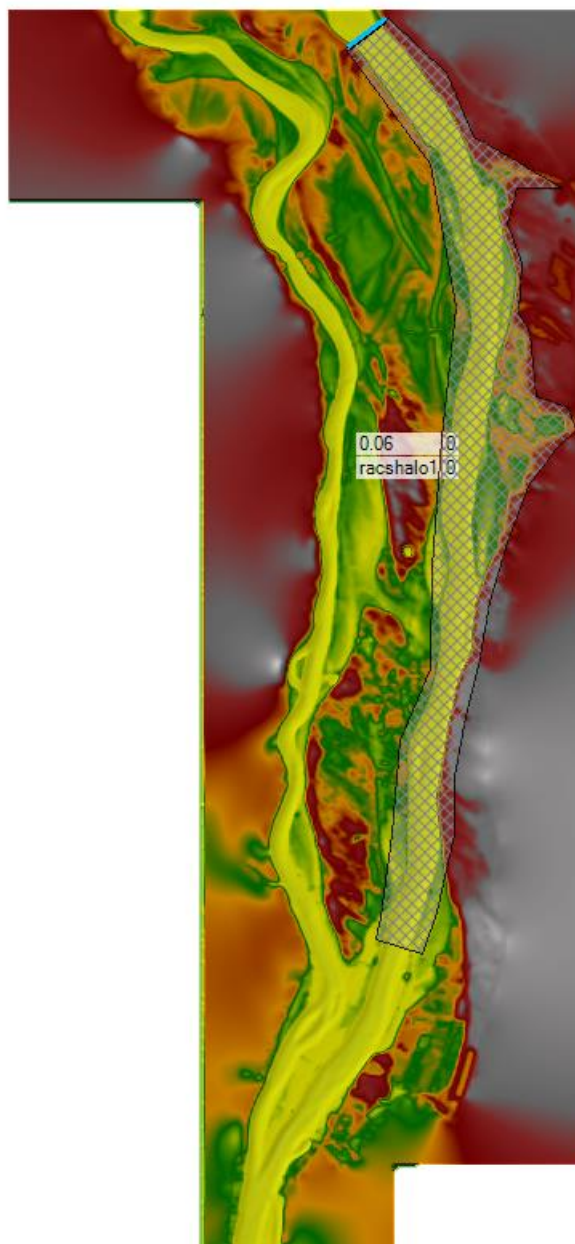
A helyreállításhoz tervezői segítséget fogunk igénybe venni, hogy a legideálisabb technológia kerüljön kiválasztásra. Nehezítő körülmény, hogy a terület határában vízbázis védőterületek találhatóak, ezért a mentett oldali kutak vízellátásának biztosítása érdekében a résfalazás és a szádfal verés nem jó megoldás. Ehelyett a cölöpalapra helyezett fejgerendás megtámasztással ellátott, a töltés irányába enyhe lejtéssel rendelkező gabionfal, vagy a kritikus szakaszok helyreállítását követően a rézsú betonlap burkolattal történő ellátása jöhet szóba, mint ideális beavatkozás. A lenti ábrán látható a legutóbbi felmérés szerinti keresztmetszeti állapot, ami szerint a leghatékonyabb megoldás a gabionfal kialakítása lenne, de ez a másikhoz képest magasabb bekerülési összegű.



10. ábra: A legutóbbi (lézerszkenneres) felmérés eredményei

Igazgatóságunk a sarkantyú visszabontására 2D-s hidrodinamikai modell készítését is tervezi, mellyel a jelenség esetleges mérséklésére lehet választ kapni a sarkantyúpár visszabontása

révén. A hidrodinamikai vizsgálat én készítem, mely jelenleg is folyamatban van. A szükséges adatok beszerzésre kerültek. Felső peremfeltételként a Váci vízhozam adatokat használom, alsó peremfeltételként pedig a Megyeri-híd feletti szelvényben történt vízszintrögzítést. A vizsgálati rácshálót 5*5 méteresre tervezem, viszont a futtatás eredményét nem befolyásoló és a vizsgált területen kívül levő részek rácsháló felbontását szükség szerint módosítani fogom. A kalibrálást 2018-as kisvízszint rögzítés alapján végzem és ha szükséges a 2015-ös kisvízszint rögzítést is felhasználom. A modell validáláshoz a 2019-es nagyvízi méréseket használom fel. A modellhez hordaléktranszport adatokat is szeretnék felhasználni, mellyel sajnos a Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság nem rendelkezik, viszont a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Sződliget térségében végzett ilyesfajta méréseket. Amennyiben mégsem áll rendelkezésre hordaléktranszport adat, úgy az ide vonatkozó részek érdességi együtthatóját (Manning's) fogom a területre jellemző hordalékmozgásnak megfelelő értékkel felvenni.



11. ábra: A készülő modell geometriája

A modellhez szükséges geometriai adatokat a jelenleg is érvényben lévő nagyvízi mederkezelési tervben felhasznált mérések adják, melyeket alapesetben is vizsgálni fogok, majd az követően a sarkantyúk visszabontásának mértékét fogom vizsgálni. Jó eséllyel hasonló eredményt fogok kapni, mint a korábbi modellek, melyek a területre vonatkoztak. Jelenleg a Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóságnál több 10 éves tapasztalattal dolgozó kollégák a visszabontás mértékét 10-15 méterre becsülik, ezt remélhetőleg majd a modellem is alá fogja tudni támasztani, de mindenesetre egy pontos képet adhat a legideálisabb beavatkozás megválasztására.

A modell elkészítéséhez Papanek László, a Közép-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság, Árvízvédelmi és Folyógazdálkodási Osztályának osztályvezetője, Ámon Gergely a Széchenyi István Egyetem egyetemi tanársegédje és számos kollégám segítséget nyújt és nyújtott eddig is, melyet ezúton is köszönök.

V. ÖSSZEFOGLALÁS

A Szentendrei-sziget iszonyatosan sokrétű terület. Az ott lakók és az árvízvédelmi létesítmények szoros kapcsolata a sziget jellegből adódóan fontos és sokan élnek még, akik nem egy, igazán jelentős árvízi jelenséget megélték és éppen ezért tartják tiszteletben a Duna erejét. Az igazgatóságunkkal történő együttműködés általában gördülékenyen zajlik és gyorsan sikerül az ott élőkkel megértetni az adott intézkedések okát és fontosságát. Jelen esetben mind a helyreállítás, mind a kiváltó ok megszüntetése halaszthatatlan feladat, melyet a Közép-Duna-völgyi Igazgatóság még ebben az évben szeretne elvégezni. A folyamatos őrszolgálat és időben történő észlelés rendkívül fontos, mert időben megkezdett elhárítása és helyreállítás jelentős anyagi és természeti kártól óvja meg a sziget lakóit és a térség ivóvíz-szolgáltatása révén érintetteket.



12. ábra: A horányi parfal geodéziai felmérése 2022 őszén (KDVVIZIG által készített fotó)

VI. FORRÁS:

- Vízügyi Honlap, Duna (<https://www.vizugy.hu/print.php?webdokumentumid=33>), 2009
- Sztojcssev Zsolt, Szilágyi Attila; Műszaki leírás a Duna folyam mentén húzóó, 02.07. számú Szentendrei-szigeti árvízvédelmi szakasz árvízvédelmi tervéhez; KDVVIZIG, 2015
- Dr. Ivicsics Lajos; Vízépítési létesítmények áramlástanai hiányosságai; Vízügyi Dokumentációs és Továbbképző Intézet; Budapest, 1976
- Ráp Reghina Henrietta, Monori Attila; Az Alsó-gödi sarkantyúpár visszabontásának szükségessége és a horányi partfal helyreállítása; MHT - XXVII. Ifjúsági Napok, Baja, 2022
- Németh Attila; Sarkantyúk hatásának vizsgálata a Duna folyam Göd környéki szakaszán, HEC-RAS 2D modellezés segítségével; Baja, 2016