

ASSESSMENT OF REHABILITATION OPTIONS OF THE BÉDA BACKWATER AREA

Project background

This project was commissioned by the Duna-Dráva National Park Directorate within the framework of the Danube Transnational Program (Danube Region to Connect, D2C) within the European Commission's Interreg program for the interconnection of ecological corridors, which develops connections between Natura 2000 sites in the Danube Basin. Our task was to prepare the concept plan of the measures aimed at bringing the Béda backwater system's water bodies into a better ecological condition. To this end, we participated in a conciliation meeting with stakeholders, and then developed possible technical solutions for backwater revitalization through literature review, data collection, on-site survey and consultations. Based on these, we examined the possibilities of water replenishment on the leveed area, the suitability of the current excess water drainage system and the water quality consequences of its operation, the possible flooding effect of raising the water level.

Drafting technical alternatives

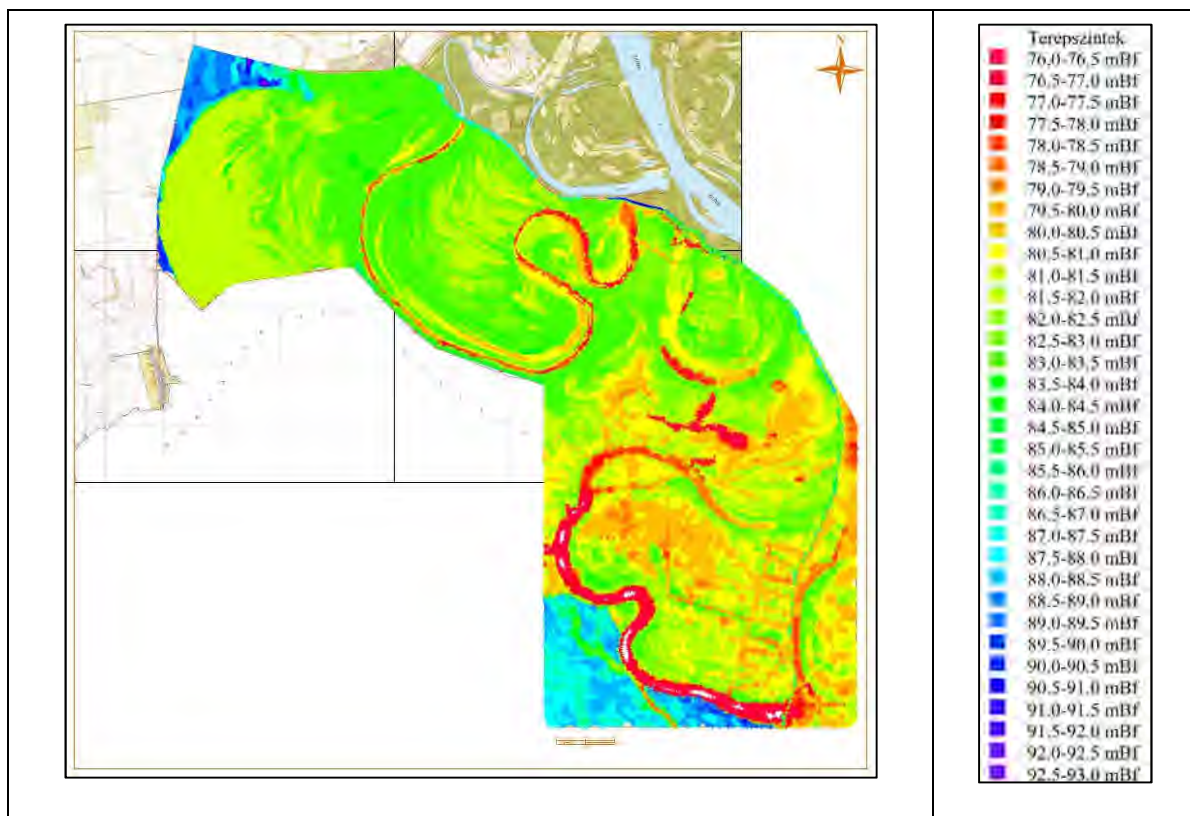
At the concept design level, we developed a set of 5 modules with the abovementioned goals in mind. During the detailed design and implementation of these, stakeholders can individually assess the risks and benefits of each option. When developing the technical solutions, we tried to make the individual alternatives expedient and feasible on their own, however the individual implementation alternatives should be able to strengthen the effect of each other in a modular way.

Among these, the modules for water replenishment are based on the fact that a fresh water source poor in plant nutrients is easily accessible from the main reach of the Danube. However, due to its high suspended solid content, appropriate care should be taken, as it can cause filling under the slow flow conditions of backwaters. Based on the data available to us, the Gabriella inner reach can be used for this purpose as it acts as a natural settling basin. Due to the rockfill between Gabriella Island and Mosquito Island, water entry was blocked, so at small and medium water levels, this Danube branch receives water supply only from below, from which a significant part of the suspended matter content settles due to deceleration and change of direction. Experience has shown, however, that this does not result in the recharge of this tributary, as higher-velocity water falling over the rockfill during floods can wash away the settled sludge. Based on this, the Gabriella inner reach is considered a suitable source of water replenishment.

In a previous project with a similar objective, it was suggested that water retention in the Outer Beda be facilitated by a groyne to be established in the inlet section of the Outer Beda. Based on our study, we do not consider this to be recommended, as it would not play its intended role for most of the year, but at the same time it would impede the inflow of settled Danube water.

The concepts:

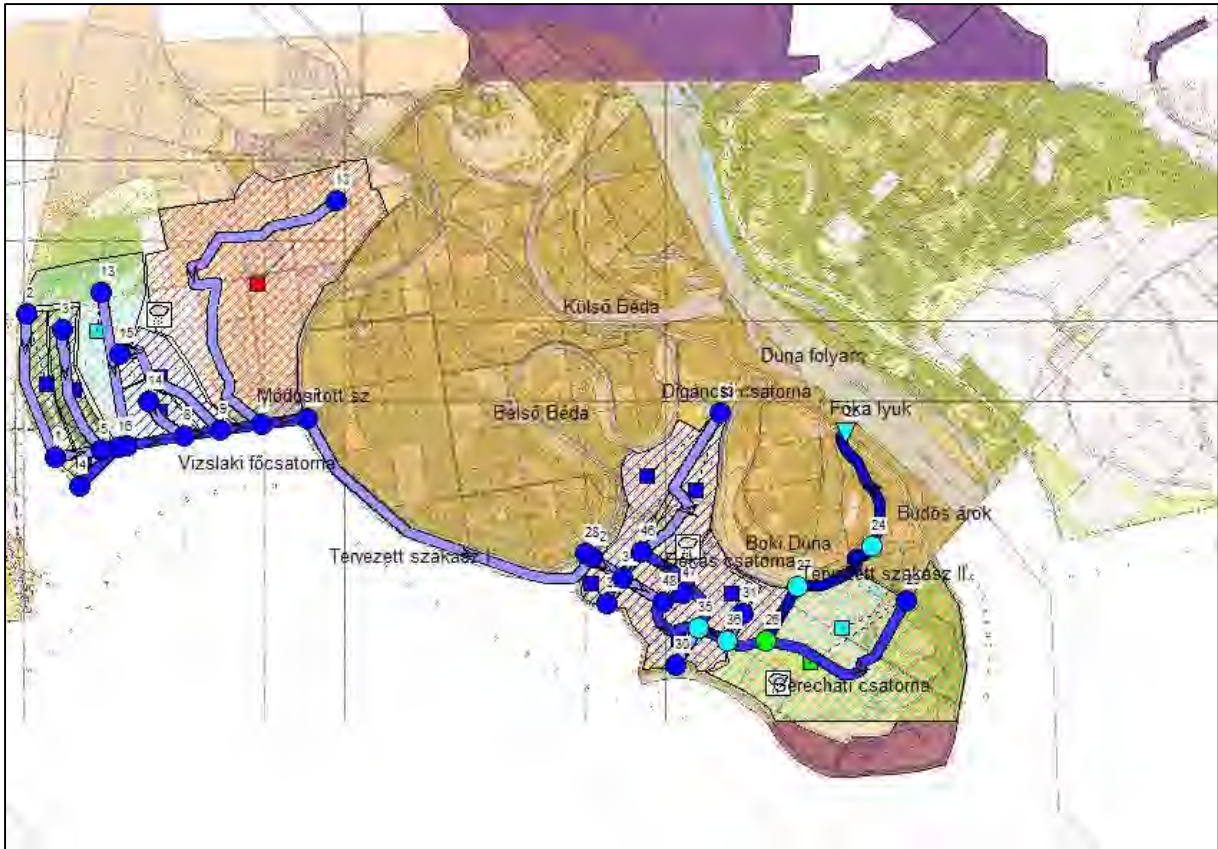
- Concept 1: Replenishment of Boki-Danube from the Gabriella inner reach
- Concept 2: Sectioning of the Boki-Danube and Inner Béda
- Concept 3: Operation time extension of water replenishment into Inner Béda
- Concept 4: Decoupling of excess water drainage from backwater replenishment
- Concept 5: Inland water flow through Gerechát



*The terrain model in the project area
(using 0,5 m steps in Baltic Sea level, mBf standing for "metres a.s.l.")*

The distribution of altitude proportions extracted from the prepared terrain model is shown. Most of the project area is located at an average altitude of 83.0-85.5 mBf, and the proportion of deep areas below 81.0 mBf outside the water bodies is relatively low. The study area is bounded by higher areas to the west and south.

Altitude	Area		territorial share	summerized territorial share
	[a.s.l.]	[m ²]		
76,0 - 76,5	0,00	0,00	0,00	0,00
76,5 - 77,0	6 375,76	0,01	0,01	0,01
77,0 - 77,5	6 221,47	0,01	0,01	0,02
77,5 - 78,0	8 685,24	0,01	0,01	0,03
78,0 - 78,5	19 236,41	0,02	0,03	0,06
78,5 - 79,0	52 434,95	0,05	0,08	0,14
79,0 - 79,5	103 489,51	0,10	0,15	0,29
79,5 - 80,0	323 702,78	0,32	0,47	0,76
80,0 - 80,5	485 671,19	0,49	0,71	1,46
80,5 - 81,0	540 116,70	0,54	0,79	2,25
81,0 - 81,5	497 716,70	0,50	0,72	2,98
81,5 - 82,0	789 138,88	0,79	1,15	4,12
82,0 - 82,5	1 167 316,67	1,17	1,70	5,82
82,5 - 83,0	2 022 232,81	2,02	2,94	8,77
83,0 - 83,5	4 450 659,58	4,45	6,48	15,25
83,5 - 84,0	7 499 467,53	7,50	10,92	26,17
84,0 - 84,5	15 445 191,56	15,45	22,49	48,66
84,5 - 85,0	12 359 001,29	12,36	17,99	66,65
85,0 - 85,5	10 983 384,49	10,98	15,99	82,64
85,5 - 86,0	5 109 798,12	5,11	7,44	90,08
86,0 - 86,5	857 666,28	0,86	1,25	91,33
86,5 - 87,0	310 726,17	0,31	0,45	91,78
87,0 - 87,5	274 414,76	0,27	0,40	92,18
87,5 - 88,0	303 138,75	0,30	0,44	92,62
88,0 - 88,5	717 146,37	0,72	1,04	93,67
88,5 - 89,0	1 430 258,02	1,43	2,08	95,75
89,0 - 89,5	1 651 498,48	1,65	2,40	98,15
89,5 - 90,0	842 128,27	0,84	1,23	99,38
90,0 - 90,5	241 187,17	0,24	0,35	99,73
90,5 - 91,0	93 507,71	0,09	0,14	99,87
91,0 - 91,5	67 343,70	0,07	0,10	99,97
91,5 - 92,0	15 576,49	0,02	0,02	99,99
92,0 - 92,5	5 134,57	0,01	0,01	100,00
92,5 - 93,0	2 577,93	0,00	0,00	100,00
Total:	68 682 146.31	68.68	100	



The planned chanel-system

Interreg Danube Transnational Programme
DTP2-007-2.3
„DaRe to Connect”

Supporting Danube Region’s ecological Connectivity
by linking Natura 2000 areas along the Green Belt

**Az ökológiai konnektivitás vizsgálata, lehetséges mentett oldali
vízpótlás természetvédelmi hatásának vizsgálata a
Duna-Dráva Nemzeti Park bédai területi egységében**



2. ütem
Megvalósíthatósági tanulmány

Siposs Viktória
2020. április

Tartalom

1.	Az élőhelyrehabilitáció célja.....	5
2.	A projektgazda bemutatása, további szereplők.....	7
3.	A terület ismertetése.....	13
3.1	Történeti áttekintés.....	13
3.2	A projekt hatásterületén található Natura 2000 fajok és élőhelyek felsorolása, kiterjedésük és arányuk jellemzése.....	16
3.3	A hatásterületen található Natura 2000 élőhelyek részletes leírása.....	17
	3130 Oligo-mezotróf állóvizek Littorelletea uniflorae és/vagy Isoeto-Nanojuncetea vegetációval.....	17
	3150 Természetes eutróf tavak Magnopotamion vagy Hydrocharition növényzettel.....	20
	91E0 Enyves éger (Alnus glutinosa) és magas kőris (Fraxinus excelsior) alkotta ligeterdők (Alno-Pandion, Alnion incanae, Salicion albae).....	23
	91F0 Nagy folyókat kísérő keményfás ligeterdők Quercus robur, Ulmus laevis és Ulmus minor, Fraxinus excelsior vagy Fraxinus angustifolia fajokkal (Ulmenion minoris).....	29
4.	A területen fellépő, Natura 2000 élőhelyeket (fajokat) veszélyeztető tényezők felsorolása, prioritizálása és értékelése, kockázat-megelőzés és -kezelés.....	34
4.1	Vízellátottság romlása a vízfüggő élőhelyeken (szárazodás és kevés vízutánpótlás egyszerre).....	34
4.2	Vízminőség (a területen lefolyó, átfolyó és összegyülekező csapadékvizek, azaz a belvizek által szállított szerves és szervetlen terhelés).....	34
4.3	Az áradások során és a vízpótlásnál lebegő hordalékkal való dúsulás, a terület és a holtágak feliszapolódása, feltöltődése, a magassági szintek eltérése.....	35
4.4	Tulajdonviszonyok és tájhasználat.....	35
4.5	Invazív fajok térhódítása miatt visszaszorul az őshonos élővilág.....	35
4.6	Holtágak ökológiájának romlása.....	36
4.7	Emberi tevékenység és viselkedés fokozódása.....	36
4.8	Összegzés – kockázatok és a megoldási lehetőségek.....	36
4.9	A Natura 2000 fenntartási terv 2019-es verziója szerinti veszélyeztető tényezők, amik a projekttel összefüggésben relevánsak lehetnek:.....	37
4.10	További kockázatok:.....	41
5.	Javaslatok a fenti veszélyeztető tényezők elhárítására vagy hatásuk csökkentésére különböző beavatkozások révén.....	41
5.1	Vízpótlás a holtágakba a Duna főágból.....	41
5.2	Vízpótlás a holtágakba a Duna mellékágából (Gabriella-zátony mellékága).....	42
5.3	Vízpótlás vezetéken keresztül.....	42
5.4	Vízpótlás a holtágakba egy másik holtágból, azaz a holtágak vízpótlása egymásból – műtárgyak.....	42

5.5	Vízvisszatartás a belvizekből, terhelt vizek használata a vízpótlás során	43
5.6	Csapadék- és áradások vizének visszatartása a területen	43
5.7	Hordalékterhelés csökkentése.....	44
5.8	Invazív fajok populációinak visszaszorítása.....	44
5.9	Haltelepítés	44
5.10	Tájhasználati arányok változtatása: több legeltetés pl. invazív ellen, beerdősítés, belvizes szántók rétté vagy erdővé alakítása.....	45
5.11	Emberek bevonása: horgászok, kirándulók, helyi lakosság.....	45
6.	A tervezett fejlesztés/beavatkozás szükségességének indoklása	46
6.1	A jelenleg fennálló probléma a projektterület természetvédelmi állapotát illetően ..	46
7.	Megoldási lehetőségek, változatelemzés.....	48
7.1	A megoldási lehetőségek alapvető tényezői, az elvárt eredmény és annak fenntarthatósága	48
7.2	A vízpótlás hatása a projektterületen előforduló élőhelyekre	49
	3130 Törpekákás iszapnövényzet.....	49
	3150 Természetes jellegű eutróf tavak és hínárnövényzetük.....	50
	91E0 Enyves éger (<i>Alnus glutinosa</i>) és magas kőris (<i>Fraxinus excelsior</i>) alkotta ligeterdők (<i>Alno-Pandion</i> , <i>Alnion incanae</i> , <i>Salicion albae</i>).....	50
	91F0 Nagy folyókat kísérő keményfás ligeterdők <i>Quercus robur</i> , <i>Ulmus laevis</i> és <i>Ulmus minor</i> , <i>Fraxinus excelsior</i> vagy <i>Fraxinus angustifolia</i> fajokkal (<i>Ulmion minoris</i>)	51
7.3	A lehetséges vízpótlási verziók természetvédelmi hatásai – változatelemzés.....	51
	1. koncepció	51
	2. koncepció	52
	3. koncepció	53
	4. és 5. koncepció	54
	Lehetséges módszerek a holtágakat jelenleg terhelő belvizek megtisztítására, a szennyezés kiküszöbölésére	56
8.	A tervezett élőhelyrevitalizáció társadalmi-gazdasági hatásai, javaslat a nyilvánosság tájékoztatásának módjaira, kommunikációs tevékenységekre. Élőhelyrevitalizációs alternatívák vizsgálata társadalmi-gazdasági szempontból.....	57
9.	Nyilvánosság, kommunikáció	59

Bevezető, feladatmeghatározás, ütemezés, határidők

A Duna és a hozzá kötődő természeti értékek megőrzése szoros összefüggésben van a térség vízellátottságával, területhasználatával, az emberi tevékenység különböző hatásaival. A folyó szabályozásának évszázados következményei és a technikai fejlődés mára már nem csak a természeti értékeket veszélyeztetik, hanem a beavatkozások eredeti céljukat is csak részben teljesítik. Itt az ideje az emberi tudás többsíkú, komplex alkalmazására oly módon, hogy a természeti értékek fennmaradása, gyarapodása az ember gazdasági tevékenységeinek következménye legyen. Ehhez a világhírű színvonalú vízépítő mérnöki tudást, az ősi tájhasználati formákat és a mai gazdasági igényeket kell egybegyúrni és az összességében legjobb megoldást megvalósítani.

Ez a tanulmány az érintett szakmák és érdekcsoportok véleményének felhasználásával a bédai térség vízpótlásának megvalósíthatóságát hivatott megvizsgálni a természetvédelmi célkitűzés érdekében a különböző területhasználatok és érdekek egyeztetésével, a területet felmérő szakági tanulmányok felhasználásával.

A munka során megvizsgálásra került a terület jelenlegi vízellátottsága, az érintett holtágak mederformája és állapota, a szárazföldi részek állapota, az élőhelyek állapota, a vízpótlás műszaki lehetőségei a magassági szintek és a morfológia (átjárhatóság) tekintetében, a vízpótlásra használható vizek vízminősége és hordaléktartalma, a potenciálisan érintett földtulajdonosok és földhasználók igényei és szándékai, az érintett közösségek területhez való viszonya és érdekei, valamint a lehetséges megoldások pénzügyi értelemben is megvizsgálásra kerültek. A lehetséges megoldásokat változatelemzés formájában tartalmazza e tanulmány.

A bédai terület vízpótlásának megtervezésében az Inno-Water Kutató és Környezetvédelmi Szolgáltató Zrt. a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatósággal együttműködésben műszaki alternatívákat dolgozott ki, majd a szükséges méréseket és modellezéseket is elvégezve vizsgált meg és jellemezte, felhívva a figyelmet azok műszaki sajátosságaira, előnyeire és hátrányaira. A témán dolgozó munkacsoport egyeztetéseket és közös területbejárásokat tartott, melyeket követően az egyes szakterületek képviselői különálló tanulmányban foglalták össze eredményeiket, javaslataikat. Jelen tanulmány a természetvédelmi okokat és összefüggéseket hivatott ismertetni a vízpótlásos revitalizáció oka- és hatásaként, egyúttal kitér a védett és Natura 2000 területek állapotának javulására, a veszélyeztető tényezőkre és azok projektbéli kezelésére, a társadalmi hatásokra.

Dinnyés, 2020. április

1. Az élőhelyrehabilitáció célja

A projekt átfogó célja

A DDNPI elkötelezett a kezelésére bízott területek állapotának javítása, helyreállítása mellett. A Bédai Tájegységben a holtágak, rétek és erdők életében múltjuknál fogva meghatározó a víz jelenléte, mértéke, szerepe a fajösszetétel, az élőhelyek kialakításában. Az elmúlt évszázadok, és főleg az utóbbi néhány évtized emberi beavatkozásai jelentős változásokat okoztak a vízellátottság és a vízmozgás terén, csakúgy, mint a területre érkező víz kémiai minősége és hordaléktartalma terén. Ezek a változások, hozzávéve a területhasználati változásokat, az élőhelyek jellegén jelentős átalakulásokat indítottak be, a folyamatok a szárazodás, az inváziós fajok térnyerése által a fajösszetétel megváltozásában, egyes fajok eltűnésében, összességében táji-tájképi és ökológiai veszteségekben testesülnek meg.

A projektterület része annak a zöldfolyosó (és kékfolyosó)-rendszernek, mely az egykori Vasfüggöny mentén helyezkedik el, ökológiai területek olyan láncolatát képezve, melyen a vízhez, a vizesélőhelyekhez kötődő fajok megtalálják életfeltételeiket, táplálkozó- és szaporodóhelyeiket. Maga a víztömeg, a vízfelület az ökológiai értékein túl hozzájárul az emberek, a térség lakosságának a gazdálkodásához, az életkörülményeinek javulásához, a táji értékén keresztül helyben élők életminőségét is javítja, azon túl, hogy a táj szépsége, a táji értékek javítása közvetlenül is szolgál turisztikai bevételszerzési lehetőséget.

A projekt átfogó célja a területen az ökológiai állapot javítása, a védett és jelölő fajok és élőhelyek romlásának megállítása, visszafordítása, az inváziós fajok visszaszorítása, a kedvezőbb állapot stabilitásának elérése.

A projekt specifikus célja

A terület természeti értékeinek érdekében a szükséges fizikai paraméterek közül a vízellátottság javítása.

A célok elérésére tervezett tevékenységek, lehetőségek, melyek a tervezés során megvizsgálásra kerültek

- vízpótlás lehetősége domborzat, elérhető távolság, vízmennyiség, vízpótlásra használható napok számát illetően
- a vízpótlásra lehetséges helyek szelektálása tápanyagterhelés alapján
- a vízpótlásra lehetséges helyek szelektálása szállított hordalék alapján
- a lehetséges vízpótlási változatok értékelése a projektterületen jelen lévő tulajdonosi viszonyok és a tulajdonosok érdekeinek tükrében

Elvárt eredmények

- a holtágakban a jelenlegi vízszinthez képest legalább 30 cm-rel magasabb vízszint tartása, egyeztetve az érintett érdekeltekkel
- vízpótlásra alkalmas időszak hosszának megnövelése, vízkormányzási lehetőségek javítása
- a természetvédelmi szempontból célzott vízszint megfelel a horgászstégek jelenlegi elhelyezkedésének
- a természetvédelmi oltalom alatt álló mocsárréteken, magassásosokban, nádasokban júliusig felszíni víz jelenléte
- a természetvédelmi szempontból célzott vízszint megfelel a többi területhasználó érdekeinek is
- a vízpótlás által érintett élőhelyeken az invazív növényfajok visszaszorulnak a megváltozott vízviszonyoknak köszönhetően (bálványfa, selyemkóró, aranyvessző)

Az eredmények fenntarthatósága

- a holtágak vízpótlása következtében megemelkedett vízszint várhatóan 30 év múlva is biztosítható és ekkor is meglesz a víztestekben az ökológiailag kívánatos minimum vízszint (a feltöltődést is figyelembe véve)
- a vízpótlás által érintett élőhelyeken a fennmaradó vízviszonyok gátolják az invazív növényfajok újabb térnyerését (bálványfa, nebáncsvirág, aranyvessző)
- a műszaki létesítmények üzemelési, fenntartási költségei figyelembevételre kerülnek a tervezési szakaszban

vízpótlásának, az élőhelyrehabilitációnak a módját és a megvalósítás gyakorlati megoldását.

A revitalizációval esetlegesen érintett területkezelők felsorolása, az érintettségük jellemzése, a projektben betöltött (potenciális) szerepük:

Vízügyi szereplők

A projektterület két Vízügyi Igazgatóság területét érinti. A Duna hullámtér az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság, a mentett oldal a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság intézkedési területéhez tartozik. Mind a vízpótlás módját, annak mennyiségét és időszakosságát, a műtárgyakat és a majdani üzemeltetés mikéntjét egyeztetni szükséges, így ez a két szerv a projektbe bevonásra került.

Árvízi fővédvonalon a víz átvezetése vízpótlási céllal: Mivel a fővédvonal elsődlegesen a folyam vízének a hullámtérben tartására létesült, a gát épsége kardinális fontosságú az árvizek megelőzéséért felelős szervek számára. A mentett oldali vízpótlásra a vizet át kell vezetni a gáton, aminek több megbízható és biztonságos módja létezik, melyek közül azt kell kiválasztani, amely 100%-osan megfelel az árvízvédelmi kívánalmaknak, és emellett a természetvédelmi célt is tudja teljesíteni. A messze földön híres vízépítő mérnöki tudás a garancia a legjobb megoldás megtalálására és az első osztályú kivitelezés és üzemeltetés a megbízható működésre.

Erdőgazdálkodó

A terület erdőgazdálkodója a Gemenc Zrt. Az erdőművelés erdőtervezés szerint zajlik. Az erdőtervek készítésekor a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság bevonásra kerül. A területen a vadgazdálkodást a Bóly Zrt. végzi, ld. alább.

A projektterületen Natura 2000 és országos szintű védett területek is vannak. Ezek erdőművelése is erdőterv szerint zajlik, de a védet területre vonatkozó szabályokkal összhangban. Az erdőgazdálkodó a természetvédelmi szempontú gazdálkodást korlátozásnak érzi, pedig a tartamos erdőgazdálkodás hosszú távon pénzügyileg is kedvező. A védett erdőkben az ökológiai értékek megőrzése és fejlesztése (helyreállítása) a fő cél, ami szerencsésen egybeesik a pénzügyi érdekekkel, de csak hosszú távon (rövid távon a környezetet kizsákmányoló gazdálkodás folyhat, ami védett területen különösen nem megengedhető).

Az erdőgazdálkodó együttműködésre kész egyes erdőrészekben, ez már a projektelőkészítést megelőző egyeztetéseken is megállapítható volt. Az együttműködést segítő érdemes lenne jógyakorlattal és esettanulmányokkal bővíteni az erdőgazdálkodó ismereteit, az elérhető támogatásokat figyelmébe ajánlani, népszerűsítő megjelenéseket helyezni kilátásba. A kísérletezés és az új vagy régi-új megoldások bevezetése szakmabéli hírnevet is hozhat.

A projektben mint területhasználó érintett a Gemenc Zrt. A Bédai Tájegységben való széleskörű jelenlétük miatt a talajvízszint megemelkedése révén érintettek, de ez a gazdálkodást nem befolyásolja negatívan, hiszen ártéri területen eleve olyan erdők, fafajok vannak, amiknek a jó vízellátottságú talajok a termőhelyük. Ezen túl viszont a

Vizslaki-öblözet erdeiben fordulhat elő a vízviszatartás következtében olyan talajvízszint az év egyes időszakában, amikor az erdészeti munkálatokkal igazodni kell a talajviszonyokhoz. Ez a holtágak vízpótlásának elkerülhetetlen következménye, ezért már a projekt kezdete előtti időszakban az érintett felek erről egyeztettek.

Fentiekre való tekintettel a projektbe a Gemenc Zrt. bevonásra került.

Fatolvajok

A fatolvajlás visszaszorítása minden szempontból feladat, a projekt szempontjából különösen a védett erdőállományokra és pufferterületeikre kell figyelmet fordítani.

Mezőgazdasági területhasználók

A területen található mezőgazdaságilag művelt területek a Bóly Zrt. művelésében állnak. Az érintett szántóterületeken kizárólag takarmány szemeskukorica a vetett növény, nagy kiterjedésű monokultúrában, vetésváltás nélkül.

A nagy kiterjedésű táblák egyrészt területfoglalásukkal jelentenek érdekellentétet a természetes élővilág szempontjából, másrészt a vadkár miatt épített vadkizáró kerítések, villanypásztorok az élővilág szabad mozgását gátolják, sérüléseket, elhullásokat is okozva.

További negatív hatás a természetvédelmi területekre és a holtágakra, vizesélőhelyekre vonatkozóan a mezőgazdasági kultúrákban használt műtrágyák, növényvédőszeres talajvízbe mosódása és élővizekbe kerülése.

Kitörési lehetőség lenne a szántóterületeken olyan technológia alkalmazása, mely eltekint az öntözővíz igénytől. A talaj természetes víztartalmának megőrzése és hasznosítása érdekében folyamatos talajtakarást kellene alkalmazni őszi-téli takarónövényekkel, amiket vetés előtt közvetlenül tárcsáznak be. Ez nem csak a talajt védi a kiszáradástól, hanem megőrzi a talajéletet, a talajszerkezetet is javítja, és a felszín feletti részek az élővilág téli életét segítik.

Öntözővíz kivétel a Cigány-zátony mögötti mellékágból történik, ennek számottevő káros természetvédelmi hatása nincs, de folyamatos fenntartást igényel a mellékág feltöltődése miatt.

További érdekellentét fordulhat elő a Vizslaki-öblözet alacsonyabban fekvő szántóterületein a megemelkedő talajvízszint miatt a holtágak vízpótlásának következményeként. A projekt tervezésének időszakában erről egyeztetések történtek az érintett felek között.

Fentiekre való tekintettel a projektbe a Bóly Zrt. bevonásra került.

Horgászok és orvhorgászok, orvhalászok

Horgászati szempontból kedvelt a terület.

Jelenleg is fennálló kockázat az invazív halfajok jelenléte.

Csak a holtágakban honos halfajokkal szabad telepíteni, de hosszú távon cél lehet, hogy ne kelljen ilyen módon ráerősíteni ezeknek a vizeknek a halállományára.

A természetes halszaporulatot ívóhelyek kialakításával kell elősegíteni. A projekt során ilyenek létesítése az árasztás megtervezésekor szempont kell legyen.

A horgászok által használt stégek egy korábbi projektből finanszírozva egységes, tájbaillő, funkciójukat jól ellátó stégekre lettek cserélve a Belső-Béda holtág DDNPI által hasznosított szakaszán. Ezt lehetne folytatni más víztesteken is.

A horgászhelyek közelében a kommunális hulladék okoz problémát, melyet a megfelelő kapcsolattal lehet megelőzni. A közös hulladékszedő akciók is az érdekcsoport együttműködő-készségét javítják.

A területen érintett horgászegyesületek: Pest József Horgászegyesület, Kölkedi Botond Horgászegyesület (a Boki bemutatóhelynél), Horgász Egyesületek Baranya Megyei Szövetsége.

A területen előfordul orvhalászat kishalász eszközökkel, pl. tapogatóval, varsával, emelőhálóval. Ezek megszüntetése a terület gyakoribb ellenőrzésével és a helyi lakossággal való jó kapcsolattartással oldható meg. A területen hátrahagyott eszközöket be kell gyűjteni és lefoglalni.

A projektben érdekközösség áll fenn a holtágak vízpótlására vonatkozóan, és közeli az érdek a vizek fizikai és ökológiai paramétereit illetően, bár különbség, hogy a horgászok érdeke a vizek horgászhatósága. A természeti értékek bizonyos esetekben a horgászat kizárását igénylik. A projekt előkészítése során konszenzus alakult ki arra vonatkozóan, melyik víztesten engedhető meg horgászat és milyen mértékben.

Fentiekre való tekintettel a projektbe a horgászegyesületek bevonásra kerültek.

Vadászok

A terület vadállománya erősen túltartott. A jellemző vadfajok: őz, szarvas, vaddisznó, róka.

Az okozott természetvédelmi problémák az erdőben az újulat felnövéseinek ellehetetlenülésében és a gyepek mechanikai bolygatásában (feltúrásában) testesülnek meg. Mindkét jelenség az élőhelyek degradációjához, fajkészletének elszegényedésének és a nemkívánatos fajok előretörésének, adventív gyomfajok elszaporodásának kedvez.

A vadgazdálkodó és a mezőgazdászok közti érdekellentét szintén a túltartott vadállomány és az okozott vadkár ill. a megelőzésére telepített villanypásztor- ill. kerítésrendszerek. Mindkettő, de főleg az utóbbi a terület fragmentációját okozza, mely a vadállomány egyedein túl a többi vadon élő faj egyedeinek szabad mozgását is gátolja, sérüléseket is okozhat.

Lehetőség szerint úgy kell az árasztást tervezni, hogy az élővilág által használt útvonalakra tekintettel legyen, ne okozzon károkat.

A területen a vadászati jog tulajdonosa a Bóly Zrt. A vízvisszatartás figyelemmel van a vadállomány mozgására, valamint a vadászati infrastruktúrára, szükség szerinti egyeztetések történnek.

Természetvédők, fajok és élőhelyek

A természeti értékek megőrzését és helyreállítását tűzte ki célul az ágazat. Vannak esetek, amikor az adott természeti érték csak kompromisszumok nélkül őrizhető meg, és vannak esetek, amikor több ágazat érdekeit egyeztetve lehet a közösen legjobb eredményt elérni.

Jelen esetben a projektterület élőhelyei lehetővé teszik a többi érdekekkel való egyeztetés szerint az érdekek egyeztetését és a win-win megoldások alkalmazását.

A hivatásos, állami természetvédelmi érdek képviselői mellett illetve velük együttműködésben terepi madarászok járnak a területet adatfelvétel céljából, odúkihelyezéseket és karbantartásokat végezve, részt vesznek az önkéntesek egyes természetvédelmi kezelési munkálataiban, valamint időnként ivadékmentés és őshonos halfajokkal történő haltelepítés is történik.

A természetvédelmi célkitűzést segítő civil természetvédők projektbe történő bevonása hasznos és javasolt. Ennek formája az akciónapok, túrák szervezése lehet.

Rekreálódó lakosság: kirándulók, sétálgatók

A helyi lakosságnak, közösségeknek igen nagy szerepük van egy élőhelyrehabilitációban még akkor is, ha a rehabilitált élőhely maga nem érdekli vagy nem érinti őket. Jelen esetben a holtágak rekreációs helyül szolgálnak, egyes részeiken horgászat folyik, van, ahol tanösvényeken látogathatók, és vannak fokozottan védett részek is. A helyi lakosság elsősorban kirándulási helyszínnek vagy horgászhelynek használja őket.

Ez az érdekcsoport megfelelő tájékozottság esetén nem jelent kockázatot. A kijelölt sétaútvonalak, tanösvények, pihenőhelyek segítenek a rekreálódni vágyókat „mederben” tartva a terület természeti értékeit megőrizni, miközben a rekreálódók is jól érzik magukat. Az ismeretterjesztő táblák és egyéb (modern) módon közzétett információk a rekreálódók ismereteit bővítik, egyúttal elkötelezettségük növekedésével az értékek megőrzésében is együttműködőbbekké válnak.

Konfliktusforrás lehet a tüzrakás bográcsozás vagy egyéb turisztikai céllal. A szabályok betartatása megfelelő ismeretátadással és ellenőrzéssel érhető el.

Ezt a csoportot a projektbe alkalomszerű programokkal lehet a legjobban bevonni, valamint a tájékoztatásukon keresztül lehet az érdeklődésüket kiváltani és a felelős viselkedést kialakítani bennük, mellyel a projekt eredményeinek fenntartását tudják elősegíteni.

A projektnek külön célcsoportja azon horgászok köre, akik a horgászatban elsősorban a természet szépségében való gyönyörködést látják, ezt érzik elsősleges értéknek, és akár a horgászszákmány erősen másodlagos jelentőségű. Természetvédelmi területen ilyen beállítottságú horgászat a cél, amikor a horgászvíz és a természetvédelmi státusz egybeesik, természetesen a területhez igazodó (korlátozott) létszámmal és esetleg időbeni egyeztetéssel a minimális területi zavarás érdekében. A projekt keretében vizsgáljuk azon eszközöket, lehetőségeket, melyek az ilyen horgászatot tudják népszerűsíteni, aminek eredményeként az igazán értékes és védett helyeken az ilyen állapotokat megbecsülő és megőrző horgászok ülnek le.

Strandolók

A projektben érintett víztesteken engedéllyel rendelkező strand vagy fürdőhely nem található. Ennek ellenére előfordulhat, hogy a horgászstégekéről vagy a holtágakat keresztező utak műtárgyairól valakinek fürdőzni támad kedve, de ezzel a természeti értékekben vélhetően nem tenne kárt. Azzal a kockázattal, hogy strandolási/fürdőzési céllal egy partszakasz növényzetében és/vagy morfológiájában változtatást tesz valaki, vélhetően nem kell számolni.

Vízitúrázó

A projektterületen a Duna főág alkalmas vízitúrázásra, és a holtágak is érdeklődésre tarthatnak számot. A főágból való vízpótlás tervezésekor figyelemmel kell lenni a főágban vízitúrázók esetleges azon igényére/ötletére, hogy valamilyen módon átjussanak a műtárgyakon, ami sem a holtágak élővilága, sem a baleseti biztonság szempontjából nem lenne szerencsés.

Hasonlóan a kirándulókhoz, ezt a csoportot is tájékoztatással lehet elkötelezetté tenni a projekt eredményeinek megőrzésében.

Legeltetők

A holtágakat övező rétek részben legeltetett területek, részben kaszálják őket. A rétek időszakos árasztásakor figyelembe kell venni, hogy a jószág mindig megfelelő kiterjedésű száraz területet használhasson, a gazdálkodóval történő egyeztetés szerint. Havária esetére menekülési utat és menekítő dombo(ka)t kell biztosítani. Az állattartásra szolgáló építmények és létesítmények ne kerüljenek árasztásra, esetleges áthelyezésükről a projektben kell gondoskodni.

A legeltetés fontos élőhelykezelési forma a természeti értékek megőrzése érdekében, megfelelő módon végezve azt. Jelenleg a területen szürkemarha legeltetést végez élőhelyrehabilitációs céllal a projekt vezetője, a DDNPI, valamint egy juhászat működik még.

Gombaszedők

A területen járva zavarásukkal okozhatnak természetvédelmi problémát. Ezen túlmenően érdekellentét nem várható, hacsak nem az idős puhafákon megjelenő gombák, pl. gévagomba leszedéséhez ezen idős fa egyedek kivágása fordulhat elő.

Méhészek

A vándorló méhészek kaptárjainak elhelyezését és az árasztást össze kell hangolni. Érdekkonfliktus fordulhat még elő a méhészeti szempontból értékes inváziós vegetáció (pl. aranyvessző, Solidago) visszaszorítása esetén.

A méhészek a vándorlás során a földutakban tehetnek kárt.

A méhészeknek kedvez, ha az őszi időszakra a szántókat borító zöldítés növényfajai nem virágzó fajokból állnak, mert az őszi hordásból a méheknek már nincs ideje a mézet besűríteni, ami a téli élelem fogyasztásakor hasmenést okozva gyengíti a méhcsaládot.

Határvédelem

A zöldhatár védelmére központiilag telepített, már meglévő védőkerítés a terület fragmentálódását, a vadon élő fajok mozgási útvonalainak átalakulását, egyes esetekben az állatok fizikai sérülését és halálát okozza.

A kerítés nyomvonalában a felnövő növényzet részben invazív fajokból áll (pl. bálványfa), melyek magszórással e fajok előretörését okozhatja, fokozott irtást tesz szükségessé. Megelőzés az előírt gyomirtás megfelelő elvégzésével lenne elérhető.

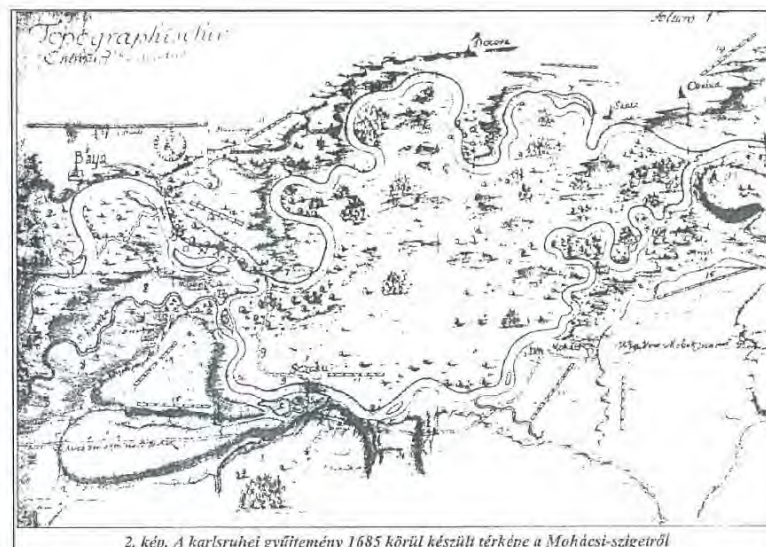
3. A terület ismertetése

3.1 Történeti áttekintés

A projekterület és környéke a Duna áradásai által formálódott és élővilága is ebből adódóan alakult ki. A víz a Duna folyamatosan jelentkező kisebb-nagyobb árhullámainak köszönhetően, és a táj morfológiájából adódóan, ezen a széles szakaszon bebarangolta a tájat, feltöltötte a természetes mélyületeket, feltöltötte a talaj vízkészleteit, ami mellett a talajfelszín felett csak sekély vízmélység volt tapasztalható a széles ártérnek köszönhetően. A folyó természetes mozgásának, életének velejárói a korai térképeken látható morfológiai változások.

A folyószabályozás után a megrövidített folyó víztömegének jelentős része a főágban folyik, a holtággá tett mellékágai nem vesznek részt a vízszállításban. Alapvetően más lett nem csak a morfológiájuk, hanem az élőviláguk is, csakúgy, mint az üledékképződés és -lerakódás. A holtágak megőrzéséhez elengedhetetlen a vízpótlás megoldása mesterséges beavatkozásokkal, valamint a természetes vízpótlás elősegítése műszaki megoldásokkal.

1685



2. kép. A karlsruhei gyűjtemény 1685 körül készült térképe a Mohácsi-szigetről

1784



1869



1887



1941



3.2 A projekt hatásterületén található Natura 2000 fajok és élőhelyek felsorolása, kiterjedésük és arányuk jellemzése.

	SDF	Nat 1	neve	kiterjedésének aránya
3130	X	X	Törpekákás iszapnövényzet - Oligotrophic to mesotrophic standing waters with vegetation of the Littorelletea uniflorae and/or Isoeto-Nanojuncetea	28%
3150	X	X	Eutróf sekély tavak és holtmedrek hínárja - Natural eutrophic lakes with Magnopotamion or Hydrocharition - type vegetation	20%
3270	X		Ártéri ruderalis magaskórós folyómedernövényzet - Rivers with muddy banks with Chenopodion rubri p.p. and Bidention p.p. vegetation	
6430		X	Üde, tápanyaggazdag magaskórósok - Hydrophilous tall herb fringe communities of plains and of the montane to alpine levels	2%
6440	X		Ártéri mocsárrétek - Alluvial meadows of river valleys of the Cnidion dubii	
91E0	X	X	Puhafás ligeterdők, éger- és kőrisligetek, illetve láperdők - Alluvial forests with Alnus glutinosa and Fraxinus excelsior (Alno-Pandion, Alnion incanae, Salicion albae)	20%
91F0	X	X	Keményfás ligeterdők - Riparian mixed forests of Quercus robur, Ulmus laevis and minor, Fraxinus excelsior or angustifolia, along the great rivers	30%

3.3 A hatásterületen található Natura 2000 élőhelyek részletes leírása

Forrás: Natura 2000 fajok és élőhelyek Magyarországon – szerkesztette Haraszthy László, kiadta a Pro Vértes Természetvédelmi Közalapítvány 2014-ben

3130 Oligo-mezotróf állóvizek *Littorelletea uniflorae* és/vagy *Isoeto-Nanojuncetea* vegetációval

Rövid név: törpekákás iszapnövényzet

Az élőhely értelmezése: Síkságon és dombvidéken előforduló élőhelyek, melyek általában lapos felszíneken (medencékben, fennsíkokon, ártereken), édesvízi élőhelyekhez kötődve alakulnak ki. Termőhelyük elég változatos lehet, kialakulhatnak folyók zátonyain, partjain, valamint azok árterületén lévő mocsarak szegélyében is. Gyakran található dombvidéki fennsíkok időszakos mocsaraiban, de a legnagyobb kiterjedésben szántók belvizeiben jelennek meg. Száraz időszakokban előfordulásuk a folyók, illetve tavak partjaihoz köthető, míg csapadékos évben nagy kiterjedésben található meg a nedves szántókon. Termőhelyük általában időszakosan vízborítású, de gyakran jelennek meg talajvíz által befolyásolt nedves felszíneken is, ahol ugyan a víz nem borítja a talajfelszín, de az év nagy részében átítatja. Kialakulásuk alapfeltétele, hogy a termőhely vízborítása időszakosan fluktuáljon. Folyóártereken leginkább az ártéri ruderaliákkal (OF) érintkeznek, míg a mocsarak szegélyén kialakuló iszapvegetáció a nyílt víz felől az állóvízi hínarasokkal (Ac), míg a part felől a gyékényes, zsiókás (B1a) vagy a csetkákás, vízi hídörös, virágkákás mocsarakkal érintkeznek (B3). A talajvíz által befolyásolt típusaik gyakran mészkedvelő üde láprétekkel (D1) alkotnak komplexet. A folyók partjain kialakuló állományok a víz visszahúzódását követően szinte azonnal megjelennek. Utóbbi helyen jellegzetes fajaik az apró csetkáká (*Eleocharis acicularis*), az iszaprojt (*Limosella aquatica*), a varangyszittyó (*Juncus bufonius*), a parti iszappalka (*Dichostylis micheliana*) és az iszapgyopár (*Gnaphalium uliginosum*). Ezeken a termőhelyeken később a ruderalis fajok kerülnek túlsúlyba. A szélesebb folyóártereken időszakosan megjelenő belvizek többnyire szántóföldeken található. Itt az állandó bolygatás mellett az iszapnövényzet konkurenciamentes környezetet talál, és így a borításuk néha jelentős nagyságot érhet el. Állományalkotók lehetnek az egyéves szittyófajok – pl. varangyszittyó (*Juncus bufonius*), gömböstermésű szittyó (*J. sphaerocarpus*) –

vagy egyes törpekákák – henye káka (*Schoenoplectus supinus*), tojásdad csetkáka (*Eleocharis ovata*) –, míg a kétszikűek közül jellemzőek a látonyák – háromporzós látonya (*Elatine triandra*), magyar látonya (*E. hungarica*), pocsolyalátonya (*E. alsinastrum*) –, a heverő iszapfű (*Lindernia procumbens*), az iszaplakó veronika (*Veronica anagalloides*) és a törpe iszaprojt (*Limosella aquatica*). A talajvíz vagy felszíni víz által befolyásolt nedves felszínnek pionír fajainak többsége ma már hazánkban és Európában is nagyon megritkult, termőhelyük általában csak kis kiterjedésben alakul ki. Jellemző fajok a varangyszittyó, a kasikakáka (*Schoenoplectus setaceus*), az iszapszittyó (*Juncus tenageia*), a kései gyíkpohár (*Blackstonia acuminata*), a kis forrásfű (*Montia fontana* subsp. *chondrosperma*), az egérfarkfű (*Myosurus minimus*), a csinos ezerjófű (*Centaureum pulchellum*), a sárga palka (*Pycneus flavescens*) és a halvány gyopár (*Gnaphalium luteoalbum*). A közösségi jelentőségű fajként számon tartott kúszó zeller (*Apium repens*) ritkán ezeken az élőhelyeken is megjelenik. A döntően egyéves fajokból álló iszapnövény-vegetáció gyakran másodlagos élőhelyeken is kialakul (rizsföldek, anyagyerőhelyek, keréknyomok, pocsolyák), ezek azonban nem sorolhatók a szóban forgó élőhelyhez. Szintén nem ide tartoznak a szikes vagy szikesedő időszakos vízállások iszapvegetáció-típusai. Európai és hazai elterjedés: Egész Európában elterjedt élőhely, amely a fajkészlet és a termőhelyi differenciáltság alapján több típusra osztható. Ezek közül leginkább a belvizek törpekákásai nevezhetők a pannon régió jellegzetességének. Nagyobb folyóink (Duna, Tisza, Dráva, Mura, Rába) mentén általánosan elterjedt élőhely az Alföldön és a Kisalföldön. Dombvidékeinken viszont már csak szórványosan jelenik meg, főleg a csapadékosabb nyugat- és délnyugat-dunántúli területeken. Kiterjedése nagymértékben függ az éves csapadékmennyiségtől, ezért nehezen becsülhető, évente nagyon tág határok között mozog. A potenciális élőhelyek kiterjedése 100 ezer hektár körül van. Dinamika, használat történet és veszélyeztetettség: Időszakos zavarásnak kitett termőhelyeken jelennek meg, ahol a bolygatást a vízviszonyok ingadozása, állati vagy emberi eredetű zavarás okozza. Utóbbi esetben leggyakrabban a rendszeres talajművelés következtében az évelő fajok dominanciájával jellemezhető vegetáció visszaszorul, és az így kialakított, nyílt, nedves felszíneket később az iszaplakó fajok kolonizálják. Az egyéves iszapvegetáció a víz visszahúzódása után nyár elejétől ősziig fejlődik ki, a nedvességkedvelő gyomnövények már ősszel jelentős borítást érhetnek el. Zavarás hiányában a megjelenést követő évben évelő fajokból álló mocsári vagy lápréti vegetáció alakul ki. Kiterjedésük évről évre változó, és a vízparti zonáció fluktuációját követve előfordulási helyük is folyamatosan változik. Az itt található fajok magjai általában több évtizedig megőrzik csíráképességüket, így a kedvezőtlen állapotokat hosszú ideig képesek elviselni. Termőhelyüket leginkább a

vízrendezések veszélyeztetik: a folyószabályozások és a partbiztosítások a part mentén létrejövő típusokat, míg a meliorációs tevékenységek az árterület belvizeiben kialakulókat. A vízlevezetések, vízrendezések leginkább a víz általi zavarást küszöbölik ki, így a termőhely már alkalmatlanná válik az iszapvegetáció kifejlődésére. A meliorációs munkák nemcsak a felszíni víz elvezetésével, hanem a talajvíz csökkentésével is nagymértékben tönkreteszik az élőhely számára alkalmas területeket. A szántóföldi belvizek iszapvegetációja a folyamatos mesterséges tápanyagbevitel miatt gyakran eutrofizálódik, és a közönséges kakaslábfű (*Echinochloa crus-galli*) vagy a barna palka (*Cyperus fuscus*) dominanciájával jellemezhető állományokká degradálódik. Az iszapnövényzet legveszélyeztetettebb típusa a nedves felszíneken kialakuló pionír növényzet. Ezeknek a – jellemzően kis kiterjedésű – típusoknak a bolygatást leginkább az állatok legelése vagy taposása jelenti, így nemcsak a fent említett veszélyeztető tényezőknek kitettek, hanem a legelő állatok számának az utóbbi évtizedekben bekövetkezett csökkenése is negatívan hat rájuk. Mivel tápanyagszegény termőhelyen alakulnak ki, korábban ezeket a területeket első-sorban legeltetésre, ritkábban szántóföldi művelésre használták. Mindkét kezelési forma megteremtette a pionír vegetáció kialakulásához elengedhetetlen nyílt felszíneket. Napjainkban ezek az élőhelyek gyakran erdősítésre kerülnek, ezzel párhuzamosan a talajfelszín bolygatása ritkábbá válik. Az említett – a termőhelyet általában drasztikusan átalakító – hatások miatt az iszapnövény-vegetáció több faja hazánkban, illetve egész Európában veszélyeztetetté vált. A kezelés alapelvei: Folyókhoz kötődő állományok esetén fontos, hogy lehetőleg a természetes folyódinamikai folyamatok tudjanak érvényesülni. Ennek jelentősége túlmutat az iszapnövényzet megőrzésén, hiszen az egész árterülethez kötődő ökoszisztéma megőrzéséhez elengedhetetlen a teljes vízrendszer minél természetesebb állapotba hozása. A belvizekben időszakosan megjelenő iszapnövényzet nagy borítását a szántóföldi művelés által kialakított konkurenciamentes környezetnek köszönheti, így ezen a termőhelyen célszerű fenntartani ezt a gazdálkodási formát. Emellett át kellene gondolni a belvizekkel kapcsolatos gyakorlatot is. Az eddig döntően a vízlevezetésre törekvő, nagy költségű meliorációs beavatkozások ellenére a belvízzel veszélyeztetett területek kiterjedése nem csökkent számottevően. Egyszerűbb és költséghatékonyabb lenne az emberi igényeket és a gazdálkodást a belvízjárta területekhez igazítani, szakítva a jelenlegi gyakorlattal. Belvizes szántóterületeken kerülni kell a túlzott műtrágyázást, ugyanis a talaj nitrogén túlkínálata a termőhely eutrofizálódását okozza. A nedves felszíneken lévő állományok fenntartása érdekében a korábbi kezelési formák (legeltetés, szántóföldi művelés) helyreállítása és működtetése jelenthet megoldást. Ezekkel még az évtizedekkel korábban erdősített termőhelyeken is érdemes próbálkozni, mivel a talaj magbank-készletéből az

élőhely még hosszú idő után is képes regenerálódni. Természetvédelmi szempontból általánosságban a belvizes szántók felhagyása és mocsárrá alakítása javasolt, de az ilyen jellegű élőhely-rekonstrukciós beavatkozások nem kedveznek az iszapnövényzetnek, hisz azok zárt növényzetű mocsárban már nem tudnak kialakulni. A rekonstruált mocsarak legeltetése során viszont – ha a korábbinál kisebb területen is – lehetséges az iszapvegetáció további fenntartása.

Mesterházy Attila – Király Gergely

3150 Természetes eutróf tavak Magnopotamion vagy Hydrocharition növényzettel

Rövid név: **természetes jellegű eutróf tavak és hínárnövényzetük**

Az élőhely értelmezése: Leggyakrabban sík vidéken, de néha domb- és hegyvidéken (Balaton-felvidék, Aggteleki-Karszt) lévő természetes eutrofizálódó vízfelületek hínárnövényeinek állományai tartoznak ide. Termőhelyük lehet lefűződött holtág, fennsíkokon vagy medencékben lévő mélyedésekben kialakult olyan természetes vízfelületek, amelyek vízutánpótlásában meghatározó a tápanyagban gazdag felszíni víz. Ezek az élőhelyek csak ritkán száradnak ki, így vizük nitrogénben és foszforban folyamatosan dúsul. Az aljzaton a folyamatosan bomló vízinövényzet miatt az évek folyamán szerves anyagban gazdag iszap képződik. Termőhelyük nem szikesedik, és a láposodásuk sem jellemző. Az élőhelyet az álló- és lassan áramló vizek hínárnövényzete (Ac) teljes mértékben lefedi. Leginkább a vízparti nádas, gyékényes (B1a) vagy a harmatkásás (B2), ritkábban a zombéksásos (B4) vegetációval mozaikolnak, de a nyár végén szárazra került felszíneken iszapnövényzet is kifejlődhet (I1). Az állóvizek nyugodt (lentikus), viszonylag sekély (30–150 cm mély) vizeiben a változatos medermorfológiának köszönhetően általában fajgazdag hínár-vegetáció alakul ki, mely vertikálisan három szintre tagozódik. A legfelső, víz felszínén lebegő és le nem gyökerező szintet általában a békalencsefajok – apró békalencse (*Lemna minor*), bojtos békalencse (*Spirodela polyrhiza*) – vagy a békatutaj (*Hydrocharis morsus-ranae*) alkotják, melyek az árnyékolt víz-felületen jelentős borítást is elérhetnek. Az alattuk lévő alámerült, lebegő (szubmerz) szintben jellemző az érdes tócsagaz (*Ceratophyllum demersum*) előfordulása, de gyakran megtalálható a pongyola rence (*Utricularia australis*) is. A leggyökerező szintet a békaszőlőfajok – úszó békaszőlő (*Potamogeton natans*), bodros békaszőlő (*P. crispus*), üveglevelű békaszőlő (*P. lucens*), sertelevelű békaszőlő (*P. trichoides*), Berchtold-békaszőlő

(*P. berchtoldii*) – alkotják, de az állományokban gyakran előfordul a füzérés süllőhínár (*Myriophyllum spicatum*), a vidrakeserűfű (*Persicaria amphibia*) és a sárga vízitök (*Nuphar lutea*) is. Mivel a víz jelenléte viszonylag állandó, a termőhely általában csak kismértékű természetes bolygatásnak kitett, így az időszakos vizekhez kötődő fajoknak csekély a szerepe. Viszonylag alacsony a védett vagy veszélyeztetett fajok száma, de ezek – sulyom (*Trapa natans*), tündérfátyol (*Nymphoides peltata*), hegyeslevelű békaszőlő (*Potamogeton acutifolius*) – megjelenésük esetén gyakran nagy egyedszámban lépnek fel. Az itt található fajok leginkább az álló vagy lassan áramló vizekhez kötődnek, és a víz tápanyagtartalmával szemben tágtűrésűek. Hasonló fajkompozíciók alakulhatnak ki bányászat vagy melioráció során keletkezett élőhelyeken is (bányatavak, csatornák, víztározók), ezek azonban a termőhely jelentősen eltérő tulajdonságai miatt nem sorolhatók a természetes eutróf tavak közé. Európai és hazai elterjedés: Európa jelentős részén előforduló élőhely, mely főként nagyobb folyók széles árterületein jelenik meg. Nyugat-, Közép- és Kelet-Európában elterjedtnek számít, míg a Mediterráneumban viszonylag kevés az állandó vízű víztest, így kialakulásának termőhelyi feltételei korlátozottak. Észak-Európában jelentősebb kiterjedésű állóvizek vannak, de ezek döntően oligotrófok vagy mezotrófok, itt napjainkban a tavak fokozódó eutrofizációja okoz természetvédelmi problémákat. Hazánkban nagyobb folyóink mentén elterjedtnek számít, a legnagyobb állományok a Tisza, a Duna, a Dráva, a Hármas-Körös és a Bodrog holtágaiban található. Nem ehhez az élőhely-kategóriához tartoznak a víztározókban, csatornában, mesterséges tavakban található állományok, mindazonáltal a nem természetes eredetű víztestekben kifejlődő hasonló fajösszetételű állományok természetvédelmi szempontból is nagy jelentőségűek, mivel „ugródeszkaként” szolgálnak az egyre ritkábban kialakuló természetes állományok fajai számára. Ezen kívül a vonuló madarak pihenő- és táplálkozóhelyeiként is fontos szerepet játszanak. Összességében azonban a természetes eutróf tavak kiterjedése hazánkban csak 5000–10 000 hektárra tehető. Dinamika, használatstörténet és veszélyeztetettség: Az élőhely vegetációjának dinamikája zonalitás és mintázat tekintetében évről évre jelentős különbséget mutathat, míg a fajkészlet viszonylag állandó. Az időszakos vizekhez kötődő fajok leginkább a vízszintingadozásnak legjobban kitett part menti részeken jelennek meg, míg a mélyebb részeken lévő néhány faj vegetatívan szaporodó, kiterjedt monodomináns állományokban fordul elő. Árnyékolás esetén a felszínen lebegő fajok elszaporodhatnak, míg ezzel párhuzamosan az alámerült növények ritkává válnak. A legfajgazdagabb állományok a változatos aljzatú, mélységű és fényviszonyú víztestekben alakulnak ki. Az élőhelyet alkotó hínárfajok az állóvíz feltöltődéséig fennmaradnak, ami egy nagyobb kiterjedésű holtág esetében több évtizedes folyamat. A termőhely szukcessziójával a part menti

mocsári vegetáció behatol a nyílt vízi élőhelyekre, és folyamatosan elfoglalja azokat. A hínárfajok legtovább a gyékényes állományokban maradnak fenn, míg a nádasokból, a magassásosokból vagy a harmatkásásokból hamar kiszorulnak. A mocsári növényzet terjedését a víztest feltöltődése, sekélyé válása vagy időszakos kiszáradása teszi lehetővé, melynek során a nyílt vizek jelenléte is egyre időszakosabbá válik. A legtöbb állomány a lefűződött folyóágakban található meg, előfordulási helyeik azok folyamatos keletkezésével és feltöltődésével állandóan változnak. A folyószabályozások következtében ez a dinamikus egyensúly teljes mértékben felbomlott, ugyanis napjainkban a holtágaknak már csak a feltöltődéséről beszélhetünk, a keletkezéséről kevésbé. A folyóágak lefűződésének feltétele a völgyben vagy a síkságokon szabadon meanderező középszakasz jellegű folyó megléte. A vízfolyások alsó szakaszán, ahol annak romboló munkája már kisebb mértékű, a holtágak kialakulása is hosszabb időt vesz igénybe. A gátak közötti szűk hullámtéren a folyóágak lefűződésének már kevés az esélye, amit még tovább ront, hogy a vízfolyások „elfajulását” a legtöbb helyen még partbiztosításokkal is megakadályozták. A gátépítések során a holtágak jelentős része a mentett oldalra került, ahol legtöbbször már nincs kapcsolatuk a folyóval, és mezőgazdasági területek közé szorítottan a feltöltődésük is felgyorsult. A természetes eutróf tavak hínárnövényzete szoros kapcsolatban áll a part menti vegetációval, és annak sérülése, túlhasználata általában a hínárvegetáció degradálódásával is jár. A természetesség romlása ebben az esetben az őshonos fajok számának csökkenésével, valamint az özönfajok – átokhínárfajok (*Elodea spp.*), nagylevelű moszatpáfrány (*Azolla filiculoides*) – megjelenésével és terjedésével jár együtt. Ezeket a vizeket leggyakrabban horgászati célra hasznosítják, ami kis aktivitás mellett nem veszélyezteti az élőhelyet, sőt egyes pionír fajok a horgászállások bolygatott környezetében kiváló életfeltételeket találnak. A túlzott horgászati használat azonban általában az eutrofizáció fokozódásával járhat. Gyakran előfordul, hogy ezekbe a horgászvizekbe növényevő, idegenhonos halfajokat – pl. amurt (*Ctenopharyngodon idella*) – telepítenek, ami hozzájárul a hínárvegetáció borításának csökkenéséhez. Néhány holtág esetében szennyvízbevezetés is történik, így ott gyakran hipertróf állapot és az ezzel járó erőteljes algásodás lép fel. Az ilyen jellegű szennyezések mellett a hínárfajok rendszerint eltűnnek. A kezelés alapelvei: Az élőhely közvetlen kezelést általában nem igényel. Az eddigi természetvédelmi célú kezelések az egyes holtágak feltöltődésnek megakadályozására történtek, de ezek a jelentős földmunkával járó beavatkozások túl költségesek, és a kedvezőtlen folyamatokat csak ideig-óráig képesek késleltetni. Hatékonyabb beavatkozást jelentene, ha bizonyos folyószakaszok rehabilitációjával lehetővé tennék a holtágak kialakulásának feltételeit. Az állományok jelentős része természetvédelmi oltalom

alatt álló területen található, és vagy „szentély holtágként”, vagy „ex lege” lápként törvényi oltalomban részesül. Aktív beavatkozást az intenzív szán-tófüldi művelés alatt lévő területek szorításában található állományok igényelnek. Ezeknél pufferzóna létrehozásával csökkenthetjük a szerves anyag bejutását, ezáltal lassíthatjuk az élőhely szukcesszióját. Szennyezéseknek a települések közelében lévő állóvizek vannak a legjobban kitéve, ezért ezekre az élőhelyekre kiemelt figyelmet kell fordítani. Fontos az esetleges szennyezőforrások felmérése és megszüntetése. Törekedni kell arra, hogy az élőhely környezetét, természetes vízforgalmát minél kisebb mesterséges beavatkozás érintse, mivel a termőhely jelentősebb zavarása teret adhat az özönnövények megtelepedésének és elterjedésének. Az inváziós hínárfajok visszaszorítására hazánkban leginkább mechanikai védekezéssel történtek próbálkozások, de ezek általában kevés sikerrel jártak.

Mesterházy Attila – Csiky János

**91E0 Enyves éger (*Alnus glutinosa*) és magas kőris (*Fraxinus excelsior*)
alkotta ligeterdők (*Alno-Pandion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)**

Rövid név: éger- és kőrisligetek, puhafás ligeterdők, láperdők

Az élőhely értelmezése: Az élőhelytípus a mozgó- vagy pangóvíz által meghatározott termőhelyek többé-kevésbé zárt lombkoronaszintű, fűz, nyír, éger, kőris és nyár fafajok alkotta, higrofil karakterű erdeit és cserjéseit foglalja magában. Teljes egészében idesorolhatók a fűzlápok (J1a), a nyírlápok, nyíres tőzegmohalápok (J1b), az égeres-kőrises láp- és mocsárerdők (J2), a folyó menti bokorfüzesek (J3), a fűz-nyár ártéri erdők (J4), valamint az éger- és kőrisligetek (J5). Nem tartoznak ehhez az élőhelytípushoz a nedves rétek és másodlagos felszínek fűzcserjései, a nem lápi közegben felnőtt pionír nyíresek, a jellegtelen gyepszintű telepített égerek és a nemesített fűz- és nyárfajtákból álló telepített erdők. A fűzlápok a lefolyástalan, pangóvízes-tőzeges mélyedések, lápteknők és feltöltődő holtágak főként rekettyefűz (*Salix cinerea*) által uralt cserjései.

Megjelenésüket a 3–5 m magas, jellegzetesen félgömb alakú fűzbokrok határozzák meg. Aljnövényzetük a vízborítottság és a fényszegény állománybelső miatt hézagos, bennük főleg lápi (részben reliktum jellegű) lágyszárúak és mohák fordulnak elő: pl. zombéksás (*Carex elata*), nyúlánk sás (*Carex elongata*), vidrafű (*Menyanthes trifoliata*), tőzegmohák (*Sphagnum spp.*). A nyírlápok és nyíres tőzegmohalápok a lefolyástalan, tőzeges mélyedések és morotvák molyhos nyír

(*Betula pubescens*) és bibircses nyír (*Betula pendula*) alkotta láperdei. Cserjeszintjükben előfordulhat a babérfűz (*Salix pentandra*), a reketyefűz (*S. cinerea*) és a kutyabenge (*Frangula alnus*). A gyepszintet mocsári és lápi növények (néhol összefüggő sásos vagy zsombék-semlyék mozaik) alkotják, jelentős a tőzegmohák (*Sphagnum spp.*) szerepe is, s tőzeglápi maradványfajok – pl. gyapjasmagvú sás (*Carex lasiocarpa*), tőzegeper (*Comarum palustre*) – is előfordulnak benne. A láp- és mocsárerdők pangóvízes vagy gyengén áramló vizekkel jellemezhető, részben tőzeges talajú, 10–20 m magas, mézgás éger (*Alnus glutinosa*) vagy magyar kőris (*Fraxinus angustifolia ssp. danubialis*) által meghatározott, közepes záródású erdők. Cserjeszintjük változó borítású, jellemző fajaik a kutyabenge (*Frangula alnus*) és a kányabangita (*Viburnum opulus*). Gyepszintjükben lápi és mocsári elemek uralkodnak, s különösen a kiszáradó állományok jellegzetessége a sásfajokkal, tőzegmohával benőtt ún. lábasfák jelenléte. Sok ritka, unikális növényfajnak – pl. tőzegráfrány (*Thelypteris palustris*), lápi csalán (*Urtica kioviensis*) – adnak otthont. A folyó menti bokorfüzesek az élő és holt medrek partján és zátonyain, évente kettő-négy hónapra elöntött kavicsos, homokos vagy iszapos aljzaton (nyers öntéstalajon) felnőtt, fűzfajok (*Salix spp.*) alkotta 2–5 m magas cserjések. Lágyszárúik mocsári zavarástűrő fajok és ruderalis elemek. A fűznyár (puhafás) ártéri erdők a folyók alacsony fekvésű, évente egy-két hónapra elöntött árterén, jellemzően humuszos öntéstalajon kialakult, fehér fűz (*Salix alba*), fehér nyár (*Populus alba*) és fekete nyár (*Populus nigra*) által uralt, 20–30 m magasra növő, gazdag cserjeszinttel – pl. veresgyűrűsom (*Cornus sanguinea*) – rendelkező erdei. A felsőbb szintekben jellemzőek a liánok – pl. komló (*Humulus lupulus*), ligeti szőlő (*Vitis sylvestris*) –, a gyepszintben pedig mocsári elemek, ligeterdei és nitrofil fajok jelennek meg. A patak menti ligeterdők völgytalpi hordalékon (öntés vagy lejtőhordalék barna erdőtalajon) kialakult, zárt lombkoronaszintű, 20–30 m magas, mézgás éger (*Alnus glutinosa*), ritkábban magas kőris (*Fraxinus excelsior*) alkotta, mérsékelten elegyes, mezohigrofil erdők. Számottevő cserjeszinttel rendelkezhetnek, benne fekete bodzával (*Sambucus nigra*), csíkos kecskerágóval (*Euonymus europaeus*). Gyepszintjüket ligeterdei és gyertyános-tölgyesekkel, bükkösökkel közös üde lombos erdei fajok, nitrofil elemek, illetve a kora tavaszi időszakban geofitonok alkotják. Növényzeti ritkaságai – pl. erdei zsurló (*Equisetum sylvaticum*), struccpáfrány (*Matteuccia struthiopteris*), fehér acesalapú (*Petasites albus*) – szórványosak. Európai és hazai elterjedés: Európa-szerte elterjedt, vízhez kötött termőhelyeken a kontinens minden részén megtalálható élőhelytípusról van szó, egyes altípusai ugyanakkor ritkábbak. A hazai állományok összkiterjedése mintegy 45 000 hektárra tehető, a folyóktól távolabb eső alföldi területeket leszámítva sokfelé megjelennek. Közülük a nyírlápok nálunk csak nagyon szórványosak (pl. Északi-középhegység, Nyírség),

területfoglalásuk mindössze 20 hektár körüli. A fűzlápok (1700 ha) már viszonylag egyenletes elterjedést mutatnak (a jelentősebb állományok a Duna–Tisza közén és a Nyírségben található), a láp- és mocsárerdők (3600 ha) ugyanakkor részben a homokvidékek mélyedéseihöz, részben a dombvidéki patakok kiszélesedő szakaszaihoz kötődnek, állományaik nagy része Somogy megyére koncentrálódik. A folyó menti bokorfüzesek (1400 ha) főként a nagyobb alföldi folyók (Duna, Tisza, Dráva, Rába) mentén jelentkeznek, csakúgy, mint a fűz-nyár ligeterdők állományainak zöme (21 000 ha). A domb- és hegyvidéki patakok mentén húzódó égerligetek (16 000 ha) az Északi- és a Dunántúli-középhegység, az Alpokalja és a Dél-Dunántúl területén fordulnak elő. Az élőhelytípushoz sorolt állományok természetességi állapota változó, a 4-es és 5-ös természetességi besorolású erdők aránya 50% körül alakul. Dinamika, használatstörténet és veszélyeztetettség: A régóta lakott folyó menti területeken a vízhez kötött élőhelytípusok évszázadok, évezredek óta emberi hatás alatt állnak.

Síkvidéki állományaik már a középkorban is erősen fogyatkoztak (helyükön legelőket, kaszálókat alakítottak ki), majd további jelentősebb csökkenésre a 19. századi folyószabályozásokat követően került sor. A higrofil erdők egy része a domb- és hegyvidékekről is „eltűnt”, a patak menti ligeterdők szélesebb állományai helyén sokfelé hoztak létre üde, nedves réteket. A folyó menti bokorfüzeseket alig hasznosították, bennük jóformán csak fűzveszőgyűjtés zajlott. Állományaik ugyanakkor részben el-tűntek a folyószabályozások miatt (a zátonyok, homokpadok és egyéb természetes felszínek megfogyatkozása miatt), részben kiterjedtek az ártéri legeltetés visszaszorulásával. A 20. század során jelentős hatással volt rájuk az árvízvédelmi célzatú műszaki létesítmények (pl. sarkantyúk, kőszórásos partélek) kialakítása. A fűz- és nyírlápok állományai érdemi faanyagot nem adtak, ezért azokra évszázadokon keresztül csak mint lecsapolandó erdőkre tekintettek. Sok helyütt ténylegesen is megvalósították a víztelenítést, az így hozzáférhetővé vált területeken pedig tőzegbányászatot folytattak, vagy gyepekké és szántókká alakították azokat. A megmaradt állományok egy részében a 20. század második feléig rendszertelen fűz- és nyírvesző-gyűjtés is folyt. A természetes vegetációban egykor jóval gyakoribb éger- és kőrslápokat szintén a lecsapolás, illetve termőhelyeik átalakítása szorította vissza. Komolyabb mennyiségű és minőségű faanyaguk miatt legtöbb állományukban gazdálkodtak, illetve ma is gazdálkodnak. Kitermelésük tarvágással, felújulásuk nagyobb részt tuskósarjakkal, kisebb hányadban természetes magszórás révén történt. A 20. században sásrétek befásításával vagy visszaerdősülésével új állományok is képződtek. Az égerligetek és a síkvidéki puhafás ligeterdők faanyagának

hasznosítása hasonlóképpen zajlott, a tarvágás pedig szinte kizárólagos véghasználati móddá vált. Az égerligetek felújítása rendszerint sarjaztatással történt, míg a puhafás ligeterdőkben a mesterséges felújítás vált általánossá. Utóbbiaknál a 20. század második felében elterjedt a teljes talajelőkészítés (tuskó kitolása, gyökérfésülés, szántás és tárcsázás, majd erdősítés). Mind az égerligetek, mind a síkvidéki puhafás ligeterdők termőhelyére idegenhonos fafajokat, illetve nemesített fajtákat (nemesnyárok, nemesített fűzek) telepítettek be. Égerligeteket gyakran telepítettek rétek helyére, a puhafás erdők pedig az ártéri legeltetés felhagyásával a hullámtér számos pontján regenerálódtak. A higrofil fás élőhelyek dinamikai folyamatai meglehetősen gyorsak, a felújulás, növekedés, differenciálódás, holtfaképződés és elhalás elemi ciklusa akár kettő-öt évtized alatt lezajlik. Az állományalkotó fafajok zöme apró magvú, magoncaik ásványi talajfelszínen, hordalékon, fekvő holtfán vagy éppen zsombékokon jelennek meg. Zavarás esetén az állományok gyorsan regenerálódnak, ennek előfeltétele azonban a megfelelő vízellátottság és az inváziós növényfajok távolmaradása, sőt a puhafás erdők állományai saját állományaik helyén nem, csupán friss, nyers talajfelszínen regenerálódnak. Pionír jellemzőik miatt az állományalkotó fafajok a megfelelő vízháztartású másodlagos felszíneken is „megtelepsznek”, a patak völgyek egy részében így fordulnak elő például másodlagos égeresek. A vízhez kötött fás élőhelytípusok természetességi állapotát elsősorban a vízrendezés-vízkezelés, az erdőgazdálkodás és az inváziós fajok befolyásolják. A vízgazdálkodási vonatkozású veszélyeztető tényezők, illetve tevékenységek sorából ki kell emelnünk a talajvízszint-csökkenést, a felszíni vizek elvezetését és a lápos területek lecsapolását, a partvédelmi művek kiépítése és a vizek levezetése érdekében végzett cserjeirtást, továbbá az idegenhonos fafajokból (nemesnyárok) álló ültetvények telepítését. Az erdőgazdálkodás terén az elegyesség és a holtfa megtartása kevésbé problémás (az ártereken rengeteg holtfa keletkezik és marad benn az állományokban), a gondok elsősorban a tarvágásokból, a faanyagmozgatás miatt jelentkező talajkárokból, a puhafás ligeterdők termőhelyén alkalmazott teljes talajelőkészítésből, valamint az idegenhonos fafajok ültetéséből adódnak. Az élőhelytípushoz sorolt állományokban nagyon komoly természetvédelmi probléma az özönfajok terjedése. A zöld juhar (*Acer negundo*), a gyalogakác (*Amorpha fruticosa*), az őszirózsák (*Aster spp.*), a süntök (*Echinocystis lobata*), az amerikai kőris (*Fraxinus pennsylvanica*) és a magas aranyvessző (*Solidago gigantea*) előfordulása különösen a síkvidéki, puhafás ligeterdők állományait érinti, de más altípusok esetében is számottevő lehet. Végül a felsoroltakon kívül itt is megemlítendő a túltartott nagyvadállomány károkozása, különösen a fűz- és nyírlápok, valamint az égeres-kőrises patak menti ligeterdők tekintetében. A kezelés alapelvei: A higrofil erdők kezelési alapelvei altípusok szerint

részletezhető, ugyanakkor fel kell hívni a figyelmet arra, hogy ezek az erdőtípusok már kisebb területen belül is mozaikosan vagy övezetesen jelenhetnek meg. A kezelést ennek megfelelően kombinálni szükséges, s arra is tekintettel kell lenni, hogy az élőhelytípushoz sorolt állományok részben (fűz-, nyír-, kőris- és égerlápok, esetenként az égerligetek is) reliktumőrző szereppel is rendelkeznek.

Az állományok kedvező természetességi állapotban való fenntartásának kulcseleme a megfelelő vízellátottság biztosítása. A hegyvidéki láperdők és az égerligetek esetében ez általában könnyebben meg-oldható, sík vidéki területeken azonban a nagyobb térségeket is érintő talajvízszint-csökkenés és a folyók árvízvédelmi szempontoknak alárendelt kezelése, partrendezése jelentősen megnehezíti a kezelési feladatok ellátását. A lokálisan megoldható problémákra mindenesetre érdemes figyelmet fordítani (például lecsapolóárkok megszüntetése, szennyezőforrások felszámolása), de emellett a térségi szintű vízgazdálkodás újragondolása során is érvényesíteni kell a természetvédelmi szempontokat. A másik fontos kezelési feladat az inváziós fajok távoltartása. A folyó menti bokorfüzesek és puhafás ligeterdők esetében ez ma már gyakorlatilag kivitelezhetetlen, mivel az özönnövények óriási tömegben jelenhetnek meg, illetve a folyók propagulumközvetítő tevékenysége miatt még egy sikeres kezelés esetén is azonnal visszatelepednének a nemkívánatos fajok. A folyó menti állományoknál esetleg a fásszárú özönfajok időnkénti visszavágása javasolható, mert ezzel az egyébként jelen levő őshonos fafajú egyedeket is megsegíthetjük, másrészt a magtermő korú fák kivágásával a további terjeszkedést is mérsékelhetjük. A ligetesebb (nem erdőként nyilvántartott) állományokban tartamos megoldást az ártéri legeltetés újbóli meghonosítása jelenthet. A láperdők és a zárt erdőtömbökön belüli égerligetek esetében – ezek élőhelyvédelmi szempontból értékesebbek, s e helyszíneken az özönfajok propagulumforrása alapvetően más jellegű (például az alföldi láperdőknel a szomszédos szántóföldek felől érkezik) – a lágyszárú és fásszárú özönfajok „kigyomlálásával” egyaránt aktívan kell foglalkozni. A folyó menti bokorfüzeseknek nincs erdőgazdálkodási jelentősége, megmaradásukat elsősorban a mederfenntartási és vízépítési munkák befolyásolják. Az árvízvédelmi okok miatt végzett kezelések következtében állományaik egy része rendszeresen megsemmisül, viszont mindig keletkeznek újabbak is. A természetes folyó menti dinamikára alapozva esetükben közvetett kezelési megoldás javasolható: olyan vízépítési-műszaki konstrukciókat kell alkalmazni, amelyek a meglévő, bokorfüzesek számára alkalmas partszakaszokat megtartják, s a folyók partromboló és -építő tevékenysége révén új felszínek kialakulását teszik lehetővé.

A kiemelkedő biogeográfiai jelentőségű, reliktum jellegű élőhelyeknek és fajoknak otthont adó fűz- és nyírlápok jó természetességű állományai érintetlenül, a

természetes vegetációdinamikai folyamatokra alapozva tartandók fenn. Folyamatosan nyomon kell azonban követni a vízellátottságot, a vízminőséget, az özönfajok esetleges megjelenését és a vadállomány létszámát, s ezek függvényében kell a szükséges kezeléseket elvégezni. Az éger- és kőrislápok kezelésében érvényesíteni kell a hazai jogi szabályozás azon kitételét, miszerint minden láp „ex lege” védett. Ennek megfelelően az állományok zömét (a kedvező természetességi állapotú, értékes erdőket) faanyagtermelést nem szolgáló üzemmódba kell besorolni, s területüket mindennemű erdőgazdálkodás alól mentesíteni kell. A korábbi véghasználatok után felnőtt sűrű, fiatal erdőkben óvatos beavatkozásokkal (télen, hó- és jégborítás mellett) a tisztítások és gyérítések elvégezhetők, azonban az elegyfák és a keletkezett holtfa (5–20 m³/ha) visszahagyására figyelemmel kell lenni, a fásszárú özönfajokat pedig mindig ki kell termelni. Utóbbiak sikeres kiszorításának módja lehet a vízkormányzással egybekötött fahasználat: a nevelővágásokat csökkentett vízállás mellett kell elvégezni, hogy a szokásos vízszint visszaállításával a tuskók víz alá kerüljenek és elpusztuljanak. A gazdálkodással érinthető állományokban a tarvágásos véghasználatokat meg kell szüntetni, azokban csak téli jégtakaró melletti (törzsenkénti és csoportos) szálalás végezhető, a felújítást pedig tuskósarjról, illetve a mag eredetű természetes újulat felkarolásával kell biztosítani. A ledöntött faanyag egy része – felújulást segítő szubsztrátként – a helyszínen hagyandó. A megfelelő vízellátottság és a vadkármegelőzés ennél az altípusnál is alapvető jelentőségű, s a fragmentált, sokszor szántók közötti megjelenés miatt – az állományklíma biztosításához – külön kell foglalkozni az erdőszegélyek védelmével is. Puhafás ligeterdők esetében legfontosabb kezelési irányelvként a tarvágások területének csökkentését, a keletkező vágásterületek hagyásfa-csoportokkal való mozaikos kiegészítését, a teljes talajelőkészítés mellőzését, továbbá a fásszárú özönfajok és a nemesített fajták alkalmazásának mellőzését lehet kiemelni. A nevelővágásokat az elegyfák és az álló-fekvő holtfa állományon belüli visszahagyásával (5–20 m³/ha) kell elvégezni. Törekedni kell a természetes felújítási módok (magról való felújítás, nyárák gyökérsarjról való megújítása) minél szélesebb körű alkalmazására. Tarvágásos véghasználatot követően a füzesek helyi génkészletének megőrzése érdekében minden esetben megvizsgálandó, hogy a letermelt füzes állomány tuskósarjról való – legalább részterületes (pl. szegélyeket érintő) – alkalmazásának milyen lehetőségei vannak. A mesterséges erdőszítésekhez csak pásztás talajelőkészítést szabad végezni, de a kisebb foltokban, állománykiegészítés jelleggel végzett erdőszítés során tányéros talajelőkészítés és nagyméretű csemeték ültetése is lehetséges. A patak menti égerligetek jobb természetességi állapotú állományai erdőgazdálkodás alól mentesítendőek, azokat érintetlenül, a természetes dinamikai folyamatokra bízva kell fenntartani. A gazdálkodással érintett erdőkben

lényeges szempont az elegyesség és az állományszerkezeti változatosság megtartása, bővítése, az idegenhonos fafajok kitermelése, illetve megfelelő mennyiségű (5–20 m³/ha) holtfa visszahagyása. A nevelővágások során az erdőbelsőket kevésbé árnyaló magas kőris arányát célszerű 30% alá szorítani. A tarvágásos véghasználatot mindenhol meg kell szüntetni, a keskeny égerligetsávokat szálalóvágással vagy szálalással kell kezelni. A törzsenként vagy kisebb foltonként kitermelt éger tuskóról jól sarjad és a felújulásban az elegyfák magoncai, valamint az éger ásványi talajfelszínen megjelenő újulata is részt vesz. A fakitermelések során az égerligetek süppedős talaján nehézgépekkel átjárni nem szabad!

91F0 Nagy folyókat kísérő keményfás ligeterdők *Quercus robur*, *Ulmus laevis* és *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* vagy *Fraxinus angustifolia* fajokkal (*Ulmion minoris*)

Rövid név: keményfás ligeterdők

Az élőhely értelmezése: Síkságokon és dombságok szélesebb völgyeiben, vízfolyások magas árterein elhelyezkedő, jó vagy kiváló növekedésű erdők. A lombszint az idősebb, természetyszerű állományokban többszintes, a felső szintben (melynek magassága meghaladhatja a 40 m-t is) jellemzően kocsányos tölgy (*Quercus robur*), magyar kőris (*Fraxinus angustifolia subsp. danubialis*) fordul elő, utóbbit a Kisalföld egyes részein a magas kőris (*F. excelsior*) helyettesíti. Az árnyaló szintet mezei juhar (*Acer campestre*), gyertyán (*Carpinus betulus*), madárcseresznye (*Prunus avium*), hársak (*Tilia spp.*) és szilek (*Ulmus spp.*) – különösen vénicszil (*U. laevis*) – alkotják, ezek a fák kedvező termőhelyeken a felső szint-be is felnőhetnek. A puhafás ligeterdők felé átmenetet mutató állományokban nem ritka a fehér nyár (*Populus alba*), a fekete nyár (*P. nigra*) és fehér fűz (*Salix alba*) megjelenése sem. A cserjeszint gazdag, benne az általános erdei fajok mellett inkább ligeterdei kötődésű fajok, pl. veresgyűrűsom (*Cornus sanguinea*), kányabangita (*Viburnum opulus*) jellemzők. A gyepszintet (amelynek borítása elsősorban a fényviszonyok függvénye) szintén az üde lomberdei és a ligeterdei elemek – pl. a ritkás sás (*Carex remota*), az erdei varázslófű (*Circaea lutetiana*), a szegfűbogyó (*Cucubalus baccifer*), a tavaszi csillagvirág (*Scillabifolia* agg.) és az erdei tisztessű (*Stachys sylvatica*) – együttes előfordulása jellemzi. A tavaszi aszpektus általában nagy borítással rendelkezik. A nitrofil fajok kis

arányban a társulások természetes kísérői, elszaporodásuk kedvezőtlen folyamatokra utal. Biogeográfiai jelentőségük nagy, mivel az Alföld korábbi, hűvösebb-csapadékosabb klímakorszakából származó, hegyvidéki elemeket őriznek. Ezek között számos védett növényfaj fordul elő, pl. a szálkás pajzsika (*Dryopteris carthusiana*), a fiókás tyúktaraj (*Gagea spathacea*), a tavaszi tőzike (*Leucjum vernum*), az erdei békaszem (*Omphalodes scorpioides*) és a kígyónyelv (*Ophioglossum vulgatum*). A keményfás ligeterdők és az alföldi gyertyános-kocsányos tölgyesek elválasztása nem könnyű (utóbbiak, előfordulásuktól függően a pannon gyertyános-tölgyesek vagy az illír gyertyános-tölgyesek közé sorolandók). A megítélést segíti a fajösszetétel és az állományszerkezet, de egy-egy faj kiragadása önmagában kevés a megalapozott döntéshez (pl. a gyertyán – bár általában eltérő súllyal – mindkét élőhelyen jelen lehet). A ligeterdei és mocsári elemek hangsúlyos jelenléte a gyp- és a cserjeszintben, továbbá a fajgazdag, a lombszinttel gyakran összefolyó cserjeszint a keményfás ligeterdők felé mutat. A fajszegény vagy jellegtelen állományok értékelése során figyelembe kell venni az élőhelyfolt elhelyezkedését, termőhelyét (pl. jelentős többletvízhatás meglétét), élőhelyi környezetét is, amelyek közvetve utalhatnak a potenciális erdőtársulásra. Európai és hazai elterjedés: A keményfás ligeterdők Európa nagy részén (a hegyvidékek kivételével) előforduló, a természetes vegetációt meghatározó, nagy kiterjedésű élőhelyek, de térfoglalásukat az emberi tevékenység erősen lecsökkentette. Magyarországon a széles árterekkel rendelkező síkságokon, valamint a dombvidékek nagyobb völgyeiben elterjedtek, a keskenyebb hegyvidéki völgyekben az éger dominanciájú ligeterdők veszik át a helyüket. Előfordulásuknak öt jelentős tömbje van az országban, ezekben a térségekben a táj képét meghatározó, összefüggő, jó természetességi állapotú állományokat találunk: Bereg–Szatmári-síkság, Körös-vidék, Alsó-Duna-ártér, Drávamenti-síkság, valamint Szigetköz. A számos kisebb ligeterdő-előfordulás közül különösen értékesek és fajgazdagok a nyírségi és az Ócsa környéki állományok, valamint a Rába-völgy és Belső-Somogy erdei. A keményfás ligeterdők egykor Magyarország mintegy 20%-át (2 millió ha) borították, mai kiterjedésük valamivel több, mint 15 ezer hektár. Ez a becslés a legalább közepes természetességű foltokra vonatkozik, amennyiben a jellegtelen alföldi állományokat is figyelembe vesszük, 20–25 ezer hektár közötti értéket kapunk, tehát az eredeti kiterjedésnek csak kb. 1%-a maradt meg.

Dinamika, használatstörténet és veszélyeztetettség: A keményfás ligeterdők az ártéri vegetációfejlődési (szukcessziós) sor zárótársulását jelentik, az ártér legmagasabb szintjeit foglalják el. Természetes körülmények között az ártéri vegetációmozaik részét jelentették, melyben érintkeztek a puhafás ligeterdőkkel, a bokorfüzesekkel

és a mocsarakkal, az ismételt elöntések révén pedig új fajok telepedhettek meg bennük. Fajgazdagságukat, jó regenerációs képességüket az ártéri termőhely nyújtotta előnyök (jó tápanyag- és vízellátottság) mellett az erdők hatalmas kiterjedése, a kedvezőtlen hatások „kizárása” is fokozta. Termőhelyük régen átlagosan néhány hetes, egy hónapos elöntést kapott évente, ez ma – kevés kivétellel – már nem jellemző az állományokra, azaz fokozatos szárazodással kell számolni. A szárazodás révén elméletileg gyertyános-kocsányos tölgyesekké alakulhatnak át, de ez a folyamat a vízrendezésekkel érintett, felszabdalt erdőtakarójú kultúrtájban az erdei fajok korlátozott terjedőképessége miatt ma már alig mehet végbe. A keményfás ligeterdők a történelem során a szántó- és legelőkialakítás egyértelmű akadályai voltak, emiatt folyamatosan irtották őket. Az erdők felszámolódása több ezer éve zajlik, a folyamat a 18–19. századi vízrendezések után új lendületet kapott, s még a 20. században is több jelentős ligeterdei tömb szűnt meg. A megmaradt állományokat számos (közvetett és közvetlen) kedvezőtlen hatás éri. A talajok szárazodása jelenleg is zajlik, és ez lassú, folyamatos átalakulást eredményez: a ligeterdei fajok száma csökken, az állományok ligeterdei jellege gyengül. Az elszigetelt erdőfoltok propagulum-utánpótlása akadozik vagy megszűnik, az eltűnő fajok helyére legfeljebb gyomok érkehetnek. A keményfás ligeterdőkben folytatott gazdálkodás ezt az amúgy is változó rend-szert érinti, legtöbbször kedvezőtlenül. Az erdőgazdálkodás mindig a számára fontos fafaj(oka)t támogatta, a kocsányos tölgy dominanciája általában erre (s nem természetes okokra) vezethető vissza. Számos olyan egykori vagy jelenleg is használt gazdálkodási elem van, amely egyértelműen negatív következményekkel járt, jár: a mezőgazdasági köztes művelés, a nagy kiterjedésű vágások alkalmazása, a teljes talaj-előkészítés végzése, az idegenhonos fafajok betelepítése, a vegyszerezés. Sok állományt ismerünk, amelyek lomb szintje az ősi állapotokat tükrözi vissza, a cserje- és gyepszint szerkezete és fajkészlete azonban jelentős leromlásra utal. Gyakori a nitrofil fajok – pl. a nagy csalán (*Urtica dioica*), a fekete bodza (*Sambucus nigra*) – előretörése, a tavaszi aszpektus megszűnése. A fentiekben túl helyenként komoly problémát okoz a nagyvad – főleg a dámszarvas (*Dama dama*) és a vaddisznó (*Sus scrofa*) – kártétele (túrások, gyep- és cserjeszint visszarágása), valamint az özönnövények terjedése. Utóbbi intenzitása általában nem éri el a puhafás ligeterdőben tapasztalt mértéket. A keményfás ligeterdők megfelelő termőhelyen jól regenerálódnak (például az erdőkkel szomszédos mocsárrétek kaszálás hiányában néhány évtized alatt visszaerdősülnek). A regenerációban a gyorsan terjedő, gyors növekedésű fafajok (pl. magyar kőris, mezei juhar) játsszák a főszerepet.

Az élőhelytípus természetvédelmi szerepének, illetve veszélyeztetettségének megítélése során nem szabad azt sem elfelejteni, hogy jelentős számú xilofág rovarfaj – pl. szarvasbogár (*Lucanus cervus*), nagy hőscincér (*Cerambyx cerdo*) –, sok madárfaj – pl. fekete harkály (*Dryocopos martius*), fekete gólya (*Ciconia nigra*), rétisas (*Haliaeetus albicilla*) – és emlősfaj – pl. odúlakó denevérek – állományának fennmaradása szorosan kötődik hozzá. A kezelés alapelvei: A keményfás ligeterdők természetvédelmi problémáinak egy része nem az egyes állományok, hanem tájak szintjén oldható meg. Idetartozik a vízrendezés káros hatása-inak mérséklése (például a vízvisszapótlás biztosítása, a talajvízszint emelése), illetve az erdők fragmentációjából származó hatások kivédése (például zöldfolyosók létrehozása új erdőtelepítésekkel, fásításokkal, vízfolyások rehabilitációjával). A jó vízellátottság a keményfás ligeterdők fenntartásának kulcskérdése: amennyiben a megfelelő vízviszonyok biztosítottak, az állományok viszonylag ellenállóak, s akár még erőteljesebb erdészeti beavatkozásokat is tolerálnak. Amennyiben a szárazodás előrehaladott, még óvatos kezelések vagy teljes érintetlenség esetén is jelentős leromlás tapasztalható. Az egyes állományok erdészeti kezelése során bizonyos beavatkozások egészében kerülendők. Ide sorolható a teljes talajelőkészítés, amely oly mértékben alakítja át a lágyszárúsíntet, hogy a visszaalakulásra általában egy teljes vágásforduló sem elegendő. Ma már csak helyenként fordul elő a több éves mezőgazdasági köztes művelés, ami a talajelőkészítés romboló hatását tovább fokozhatja. Ezek helyett egyértelműen a talaj-előkészítés nélküli, vagy a pásztás, esetleg a foltos talaj-előkészítést alkalmazó erdőművelést kell folytatni. A szárazodó klímájú sík vidékeken a többhektáros egybefüggő vágások minden szempontból károsak, a vágásterületek méretét minimális kiterjedésre – egy hektár alá – kell leszorítani. A vegyszerezést mellőzni kell, az legfeljebb fásszárú özönfajok – pl. gyalogakác (*Amorpha fruticosa*), akác (*Robinia pseudoacacia*), zöld juhar (*Acer negundo*) – visszaszorítása kapcsán, különös körültekintéssel alkalmazható. A lágyszárú fajok elleni vegyszerezés mögött gyakran valamilyen erdőművelési hiba korrigálása van. Természetszerű keményfás ligeterdőkben még szórt elegyben sem javasoljuk idegenhonos vagy tájidegen fajok behozatalát. Az erdőnevelések során, ha már a fontos fafajok, például a kocsányos tölgy és a magyar kőris megfelelő aránya biztosított, az elegyesség fenntartását vagy fokozását kell megcélozni, az elegyfa-fajokat maximálisan kímélni kell. A felújítások sikeressége érdekében fontos a nagyvadállománynak a terület eltartóképességének megfelelő szinten tartása. A keményfás ligeterdők hosszabb felújítási ciklus alkalmazására (például szálalóvágásra) kevésbé alkalmasak, a különleges kísérleteket és egyedi eseteket leszámítva az állományok egy részét valószínűleg a jövőben is csak vágásos üzemmódban lehet majd kezelni. A tölgy dominanciájú erdőkben a tölgyújulat

létfeltételeinek biztosításához legalább 1,5-2 famagasság átmérőjű lécek szükségesek, ezért továbbra is el kell fogadni a kisebb vágásokat. A természetes felújítás csak ritka és szerencsés körülmények között valósítható meg, emiatt nem szabad elutasítani a mesterséges kiegészítés (például makkvetés) körültekintő alkalmazását. A keményfás ligeterdők egy része a védett természeti területek különböző besorolású területein érintetlenséget élvez, de emellett a gazdálkodás alatt álló, középkorú-idős (növedékfokozó gyérítéssel, felújítással érintett) állományokban is szükséges, hogy 5-10%-nyi területen maradjanak fahasználattal nem érintett, erdei mikroélőhelyek fenntartását is segítő, háborítatlan állományrészek, illetve hagyásfa-csoportok.

Király Gergely – Szmorad Ferenc

4. A területen fellépő, Natura 2000 élőhelyeket (fajokat) veszélyeztető tényezők felsorolása, prioritizálása és értékelése, kockázat-megelőzés és -kezelés

A projektterületen védett természeti értékeket veszélyeztető tényezők fontossági sorrendben:

4.1 Vízellátottság romlása a vízfüggő élőhelyeken (szárazodás és kevés vízutánpótlás egyszerre)

Okai:

Duna főág medermélyülés

hullámtér, holtágak feliszapolódása az a) vízbevezetés és a b) tápanyagterhelés következtében

hullámtér és mentett oldal talajvízszint csökkenése, a terület száradása

csökkenő mennyiségű és hektikus eloszlású csapadék

megváltozott dinamikájú áradás (rövidebb idő áll rendelkezésre a főágból történő vízpótlásra)

az árvízvédelmi fővédvonalon való víz kivezetés a mentett oldalra sokáig szóba sem jöhetett éppen az ármentesítés miatt; mára változott a szemlélet, valamint a messze földön híres vízépítő mérnöki tudás a garancia arra, hogy biztonságosan megoldható – ez a történeti oka annak, hogy a mentett oldali vízpótlás eddigi váratott magára

Megelőzés, megoldás:

a főág megfelelően magas vízállása idején vízpótlás a holtágakba

vízvisszatartás a holtágakban

tavaszi áradás vizének megtartása a holtágakban

4.2 vízminőség (a területen lefolyó, átfolyó és összegyülekező csapadékvizek, azaz a belvizek által szállított szerves és szervesetlen terhelés)

Okai:

szántóterületekről kimosott tápanyagok (N, P)

szántóterületekről kimosott növényvédőszer-maradványok

Megelőzés, megoldás:

a terhelt vizek használatának mellőzése a vízpótláshoz

a terhelt vizek elvezetések kikerülni a természeti értékeket tartalmazó területeket, holtágakat

a terhelt vizek megtisztítása baktériumos vagy növényzet segítségével gyökérszűrés módszerrel – ehhez tározóterület kijelölése

hígító hatásán keresztül a holtágban jelenleg meglévő magas N és P tartalmat javítja a vízpótlásra használt alacsony N és P tartalmú víz, így a Duna vize

4.3 Az áradások során és a vízpótlásnál lebegő hordalékkal való dúsulás, a terület és a holtágak feliszapolódása, feltöltődése, a magassági szintek eltérése

Okai:

az egykori ártér (jelenlegi hullámtér és mentett oldal is) a folyamszabályozások előtti sinthez képest magasabban helyezkedik el, míg a Duna középvízszintje alacsonyabban, ezáltal a természetes áradás vizei meglassulva a hullámtérben lerakják hordalékukat és visszafolynak a főmederbe
vastagabb fedő iszapréteg áradások után
iszappal bekerülő gyommagvak, invazív növények magjai
iszappal bekerülő tápanyagtöbblet

Megelőzés, megoldás:

minimalizálni a bekerülő hordalékot a vízpótlási mód megválasztásával
minimalizálni a bekerülő hordalékot hordalékcsapda kiépítésével
a bekerült hordalékot időnként eltávolítani

4.4 Tulajdonviszonyok és tájhasználat

Okai:

a természetvédelmi szempontból kívánatos vízszintek tartása, a vízvisszatartó beavatkozások megtervezése során figyelemmel kell lenni a további területhasználók (erdőgazdálkodó, szántóföldi gazdálkodó) érdekeire, igényeire

Megelőzés, megoldás:

együtműködés a területhasználókkal
kifizetések realizálása a területhasználóknak a tájhasználat átalakításáért
új, szakmai újdonságot jelentő területhasználati mód ösztönzése és bevezetése (pl. téli zöldnövényes talajtakarás és forgatás nélküli művelés a szántón TMMG Kökény Attila módszere, FAO módszerei, CA azaz Conservation Agriculture)

4.5 Invazív fajok térhódítása miatt visszaszorul az őshonos élővilág

Okai:

gyalogakác, bálványfa, aranyvessző, nebáncsvirág, amerikai kőris, zöld juhar, parti szőlő, süntök
halfajok: törpeharcsa, géb-fajok

Megelőzés, megoldás:

invazívok irtása, visszaszorítása közvetlen módszerekkel
területhasználat átalakítása, melynek egyik hatása az invazívok visszaszorulása

4.6 Holtágak ökológiájának romlása

Okai:

haltelepítés
szelektív horgászat

Megelőzés, megoldás:

invazív halfajok állományainak gyérítése
hazai halfajok szaporodásához szükséges körülmények biztosítása (lankás rézsú, parti növényzet, ivadékfaló invazívok kiiktatása)

4.7 Emberi tevékenység és viselkedés fokozódása

Okai:

több kiránduló
több horgász
művelés alá vont területek terjeszkedése
növekvő vadállomány és vadászat

Megelőzés, megoldás:

A kirándulók kiépített túraútvonalakon és tanösvényeken közlekednek, a terület jellegéből adódóan más nem várható. A növekvő létszám is a már meglévő ösvényeken tartható, de szükség szerint további tanösvények létesíthető megfelelő pihenőhelyekkel.

A horgászok létszámát jól szabályozzák a horgászegyesületek és a megfelelő ellenőrzést is biztosítja.

A művelés alá vont területek terjeszkedése kizárható.

A vadállomány a projektre nincs elsődleges veszélyeztető hatással.

4.8 Összegzés – kockázatok és a megoldási lehetőségek

A felsorolt kockázati tényezők vizsgálata és értékelése után az alábbiakban lehet összefoglalni a projektcél teljesítésének lehetséges módjait:

- újabb vízpótlási hely kialakítása a főágból: elvetve a víz magas hordaléktartalma miatt, de a már meglévő, Külső-Béda vízpótlását, és ezen keresztül a Belső-Béda esetleges vízpótlását biztosító átvezetés nem zárható ki a meglévő műtárgy megfelelő átépítése esetén (üledék- és lebegőanyag tartalom csökkentésével, pl. küszöb kialakításával)
- értékes holtágak vízpótlása a másik holtágakból vagy másik holtág felhasználása útvonalként, például vízkormányzási lehetőség a Belső-Béda és a Boki-Holt-Duna között
- vízpótlás a belvizek megfogásával és megtartásával: a szántók belvizét használni nem célszerű

- a Vizslaki-öblözet erdejének belvizét elkülönítetten kezelve fel lehet használni vízpótlásra, célszerűen megtartva azt a Vizslaki-erdő területén
- a Duna-mellékág kiülepedett vize alkalmas lehet a holtágak vízpótlására (a Gabriella-zátony mellékága) – felülvizsgálva a tervezésnél a Natura 2000 kezelési tervben foglalt rekonstrukciós lehetőséget, azaz a Gabriella-zátony kövezéseinek elbontását elvetni a mellékág vizének alacsony hordaléktartalmának megőrzése érdekében

A természeti értékeket veszélyeztető kockázati tényezők közül a legfontosabb a vízmennyiség és vízminőség. Ha ezt a két tényezőt megfelelően javítjuk, a területeken a kívánatos abiotikus adottságok helyreállítása az ezeknek megfelelő élővilág fennmaradását, helyreállítását, térnyerését fogja eredményezni. Természetesen a folyamat során kisebb kísérő beavatkozásokra is szükség van a számos megváltozott tényező miatt, például az invazív növényfajok irtására.

A projekt a fenti fenyegető tényezőket vízpótlással és az ökológiai egyensúly helyreállításával tervezi kezelni.

- vízpótlás a főágból
- vízvisszatartó műszaki megoldások alkalmazása a holtágakon
- felgyülemlett lágyiszap mennyiségi csökkentése (pl. biológiai lebontó módszerekkel), figyelembe véve a kotrás nagy költségigényét és az iszap elhelyezésének nehézségeit
- holtágakban tápanyagcsökkentés (baktériumos módszer, élőgépes módszer, egyéb)

4.9 A Natura 2000 fenntartási terv 2019-es verziója szerinti veszélyeztető tényezők, amik a projekttel összefüggésben relevánsak lehetnek:

Jelenleg ható hatások

kód	veszélyeztető tényező neve	érintet fajok és élőhelyek	a hatás leírása
B02	Más típusú erdővé alakítás, beleértve a monokultúrát is	91E0 Puhafás ligeterdők 91F0 Keményfás ligeterdők nyugati piszedenevér (<i>Barbastella barbastellus</i>) tavi denevér (<i>Myotis dasivneme</i>) nagy szarvasbogár (<i>Lucanus cervus</i>) nagy hőscincér (<i>Cerambyx cerdo</i>) skarlátbogár (<i>Cucujus</i>)	Az erdők kedvezőtlen fafaj-összetételének és szerkezetének kialakítása és fenntartása, az erdők homogenizálása, a fajkészlet további szegényítése kedvezőtlen a közösségi jelentőségű fajok és élőhelyek

		<i>cinnaberinus</i>) kerekvállú állasbogár (<i>Rhysodes sulcatus</i>)	szempontjából.
B03	erdőfelújítás idegenhonos vagy tájidegen fajokkal vagy azok betelepítése (beleértve az új fajokat és GMO-kat)		
B09	Tarvágás	91E0 Puhafás ligeterdők 91F0 Keményfás ligeterdők nyugati piszedenevér (<i>Barbastella barbastellus</i>) tavi denevér (<i>Myotis dasivneme</i>) nagy szarvasbogár (<i>Lucanus cervus</i>) nagy hőscincér (<i>Cerambyx cerdo</i>) skarlátbogár (<i>Cucujus cinnaberinus</i>) kerekvállú állasbogár (<i>Rhysodes sulcatus</i>)	
F07	Sport, turisztikai és szabadidős tevékenységek (horgászat)	leánykoncér, balin, selymes durbincs és magyar bucó	rendszeres zsákmány, visszadobás esetén is károsodik a példány
G08	Hal- és vadállomány kezelése	91E0 Puhafás ligeterdők 91F0 Keményfás ligeterdők 3130 Törpekákás iszapnövényzet 6440 Ártéri mocsárrétek 6430 Üde, tápanyaggazdag magaskórósok tompafolyamkagyló (<i>Unio crassus</i>)	rágás, tiprás (túltartott állomány méret miatt) lágyszárú növényzet diverzitáscsökkenése erdőfelújulás gátlása vaddisznótúrások a gyepet károsítják hal: fajösszetétel változása miatt a tompafolyamkagyló lárváinak gazdafajai eltűnnek
I01 I02	Az Unió számára veszélyt jelentő idegenhonos inváziós fajok és egyéb idegenhonos inváziós fajok	Magas aranyvessző, selymkóró, tájidegen őszirózsa-fajok Halfajok: pontokaszpikus gébfajok, fekete törpeharcsa.	Az inváziós fajok kiszorítják élőhelyükről az őshonos fajokat.
K01	Víz kivétel felszíni, felszín alatti vagy kevert vizekből	<i>Rhodeus sericeus amarus</i> <i>Umbra krameri</i> <i>Misgurnus fossilis</i>	A projektterületen lévő öntözési célú vízkivétel a nyári csapadékmentes

			időszakokban lehet jelentős, ami főként a csatornában és holtmedrekben lehet negatív hatással a jelölő fajok élőhelyeire, állományaira.
K04	Hidrológiai áramlás módosítása	<i>Misgurnus fossilis</i>	folyószabályozás, kotrások, mederberágódás, vízszintcsökkenés, talajvízszint-csökkenés
K05	Víztestek fizikai változása		folyószabályozás, kotrások, mederberágódás, vízszintcsökkenés, talajvízszint-csökkenés következtében ritkább elárasztások, vizesélőhelyek visszaszorulása, szárazodás (és gyomosodás), holtágak és mellékágak átöblítése ritkább
L01	Természetes abiotikus folyamatok (pl. erózió, feliszapolódás, kiszáradás, elsüllyedés, szikesedés)	mocsári élőhelyek <i>Rhodeus sericeus amarus</i> <i>Umbra krameri</i> <i>Misgurnus fossilis</i>	A medermélyülés, a mellékágak elzáródása, a holtágak feltöltődése, a meder morfológiai változásai részben természetes, részben mesterséges folyamat. A még meglévő, értékes élővilággal rendelkező mellékágak megőrzése fontos feladat.
L04	Természetes eutrofizáció vagy savasodás	<i>Rhodeus sericeus amarus</i> <i>Umbra krameri</i> <i>Misgurnus fossilis</i>	Elsősorban állóvízi élőhelyeket és a mocsári élőhelyek faunaelemeit veszélyezteti az eutrofizáció.
N01	Hőmérsékletváltozás	<i>Aspius aspius</i>	A

	(pl. hőmérséklet növekedés és szélsőséges hőmérsékleti értékek) a klímaváltozás következtében	<i>Gobio albipinnatus</i> <i>Gymnocephalus baloni</i> <i>Gymnocephalus schaetser</i> <i>Rutilus pigus</i> <i>Zingel zingel</i>	hőmérsékletnövekedés hatására a víz hőmérséklete is növekedik, mellyel avíz oldott oxigéntartalma csökken, ezért a reofil fajok igényei egyre kevésbé biztosítottak.
--	---	--	--

Kívülről érkező hatások

A21	Növényvédő szerek használata a mezőgazdaságban
J01	Felszíni és felszín alatti vizeket érintő kevert forrású szennyezés (édesvízi és szárazföldi)

Jövőbeli potenciális hatások

N02	Aszály és csapadékmennyiség csökkenés a klímaváltozás következtében
-----	---

4.10 További kockázatok:

Agrártámogatás változása esetén

Öntözés fokozódó népszerűsödése esetén – öntözési igény csökkentése talajnedvesség megtartó agrotechnikán keresztül (TMMG)

Határsávós lezárások a szukcesszióknak és az invazív növényzetnek kedveznek

5. Javaslatok a fenti veszélyeztető tényezők elhárítására vagy hatásuk csökkentésére különböző beavatkozások révén

Az 5. fejezetben felsorolásra kerültek a beazonosított veszélyeztető tényezők és az azok megelőzésére alkalmas megoldások és a már kialakult rossz állapot javítására megtehető lépések. Ebben a fejezetben a megszokott rehabilitációs megoldások kerülten vizsgálatra, olyan szemmel, hogy a projektben fennálló tényezőkre, az élőhelyek állapotára milyen hatással lehetnek.

5.1 Vízpótlás a holtágakba a Duna főágból

A Duna vízminősége és elérhető mennyisége alapján ez a vízpótlási megoldás nagyon kedvező, de vannak hátrányai is.

A medermélyülés következtében a Duna vízszintje csak kevés számú napon van olyan magasságban, hogy a magasabb térszínen (hullámtér feltöltődés) fekvő mentett oldali holtágakba vízpótlás gravitációs úton egyáltalán lehetséges legyen. A vízpótlásra alkalmas napok számát becsülni lehet a múltbeli adatok alapján, ebből kiszámolható, a kívánt víztömeg átvezetéséhez mekkora átfolyási átmérőre van szükség mennyi időn

keresztül. Az év során több alkalommal is lehetséges egy több napos intervallumban tölteni a holtágakat.

A bédai területen a vízpótlásra szoruló hullámtéri és mentett oldali holtágak Duna főágból történő vízpótlása csak egymáson keresztül lenne megoldható. Ebben az esetben figyelemmel kell lenni a holtágak vízminőségének, élővilágának „keveredésére” is.

A főágból történő vízpótlás, a magassági tényezőket ismerve, csak áradás időszakában lehetséges gravitációs úton, ami automatikusan együtt jár a víz által szállított hordalék nagyobb mennyiségével. Ezt figyelembe véve kell a vízpótlás tervezésekor eljárni, számításokat és becsléseket végezve. Ez a hátrány hordalékfogó, ülepítő beépítésével lenne orvosolható, aminek komoly hátránya egyrészt a várhatóan nagy hordalékmennyiség miatti nagy ülepítő szükségessége, másrészt a rendszeres ürítés karbantartás munka- és költségigénye.

Fentieket tekintve ezt a vízpótlási megoldást a jelen projektben sajnos nem érdemes alkalmazni, mert van hordalék szempontból jobb megoldás: a Gabriella-zátony mellékágának relatíve hordalékszegény vize, ld. következő pont.

5.2 Vízpótlás a holtágakba a Duna mellékágából (Gabriella-zátony mellékága)

A Duna főághoz képest a mellékágából történő vízpótlás jóval kedvezőbb hordalék szempontjából, és nem rosszabb vízmennyiség és vízminőség szempontból. Egyetlen hátránya, hogy csak egy adott helyen lehetséges, ahol van mellékág, és ez a Gabriella-zátony mellékága.

Ebben a mellékágban a felső végének elzárása miatt relatíve leülepedett víz van, alacsony hordaléktartalommal, am még áradáskor is jellemző. Ennek köszönhetően a vízkivétel igen javasolt innen. Jelenleg nincs vízkivétel innen, de ha lenne is, a mennyiségi utánpótlást a Duna főága biztosítja.

Értékelve a fentieket, ez a vízkivételi mód, vízpótlás a holtágakba, megfelelő vízmennyiségi, vízminőségi, hordaléktartalom szempontjából. A lehetséges vízkivételi hely földrajzi elhelyezkedése is elfogadható.

5.3 Vízpótlás vezetéken keresztül

Előnye, hogy a vízmennyiség veszteség nélkül jut a célba. Hátránya a karbantartási igény, tisztítási szükség. Érdemes megfontolni az előnye miatt.

5.4 Vízpótlás a holtágakba egy másik holtágból, azaz a holtágak vízpótlása egymásból – műtárgyak

Ez a módszer nem önálló vízpótlási lehetőség, inkább csak a fentiek velejárója. Azért kerül külön pontba, hogy lehetőség legyen a holtágak közti kapcsolat tárgyalására.

A holtágak jelenleg egymás láncolatában helyezkednek el a kiépített mesterséges átkötéseknek köszönhetően. A Külső- és a Belső-Béda között a szivattyútelep teremti meg a kapcsolatot, egyúttal, mint a nevük is sugallja, a fővédvonal határolja el őket egymástól, azaz a jelenleg is meglévő műtárgy a vízpótlás kulcsa lehet, megfelelő átalakítással. Ezzel nem csak a két holtág között, hanem a hullámtér és a mentett oldal között is létrejön a kétirányú kapcsolat. A jelenlegi műtárgy elsősorban a mentett oldalon keletkező és levezetésre váró belvizek átemelése érdekében került kiépítésre.

A Boki-Duna elkülönül e két holtágtól, de a Digáncsi-csatorna összeköti őket. Ezt az összeköttetést fel lehet használni a vízpótlásnál, lehetőség szerint olyan módon, hogy mindkét irányba lehessen mozgatni a vizet.

A vízpótlás e formája a mélyebb fekvésű területeken víz megjelenését okozhatja, ami a tulajdonosi/földhasználói érdekek figyelembe vételét indokolja. A projekt előkészítése során az érintettek bevonásra kerültek, egyeztetések történtek, a projekt során az egyeztetések folytatódni fognak.

5.5 Vízvisszatartás a belvizekből, terhelt vizek használata a vízpótlás során

A projektterület egy része mezőgazdasági művelés alatt áll. A szántóföldeken felhasznált műtrágyák és növényvédőszerke vegyi maradványai a talajba szivároghva a talajvizeken keresztül terhelik az élővizeket. A gazdálkodók részéről elvárás a területeikről a belvíz levezetése, amit a jelenlegi gyakorlat szerint lefolyással rendelkező végső befogadóba kell vezetnie a belvízmentesítésért felelős Vízügyi Igazgatóságnak. Ennek megfelelően a Külső- és a Belső-Béda a Vizslaki-öblözet terhelt belvizeiből, a Boki-Duna a Gerechát terhelt belvizei miatt kap tápanyagterhelést és vegyszermaradványokat a jelenlegi gyakorlat miatt.

A projektben tervezett vízpótlás egyúttal ezt a problémát is javítani fogja, mert a jelenleg a holtágakba vezetett belvizek, illetve azok minél nagyobb része a projektben olyan megoldással fognak elkerülő úton levezetődni, hogy a holtágak vizeit ne terheljék. A bevezetett N- és P-szegény Duna-víz egyben hígításul is szolgál a holtágak vizei számára.

A tápanyagterhelt vizek holtágakba vezetése azok növényzetének burjánzását, a holtág gyorsuló feltöltődését, a víz oldott oxigéntartalmának drasztikus csökkenését, a fajösszetétel átalakulását okozná, ezért mindenképp kerülendő.

5.6 Csapadék- és áradások vizének visszatartása a területen

A csapadékvizek jelenleg szabadon áramlanak a területen, csakúgy, mint a felszínre jutó belvizek. Elvezetődésük is hasonló, mint a belvizek levezetése.

A Duna áradásának vize a hullámtéri részen szabadon áramlik, majd a folyó vízszintjének csökkenésével visszaáramlik a mederbe. A holtágak vizét feltölti, átmossa, felfrissíti, bár

a holtág két vége elzáródott, tehát átfolyással tisztítani nem tudja. A projekt esetében a Külső-Béda van ilyen szerencsés helyzetben.

A mentett oldalon az áradás jótékony hatásai nem tudnak érvényesülni, a meglévő kapcsolat a hullámtér és a mentett oldal között a belvizek levezetésére, tehát ellenkező irányú vízátengedésre létesült. Igaz, hogy rövid ideig szokott vízpótlás történni a Külső-Béda medrébe, de az erre alkalmas vízállású napok száma kevés, és ehhez képest a szivornya áteresztőképessége kicsi, valamint a Belső-Béda nagy kiterjedése miatt ez a vízpótlás jóval kevesebb a kívánatosnál. A meglévő műtárgy átalakításával ez a helyzet javítható lenne, ezért a projekt tervezése során ez a megoldás megvizsgálásra került.

5.7 Hordalékterhelés csökkentése

A vízpótlás során nagyon fontos a bevezetett víz minimális hordaléktartalma, hiszen a holtágakat (és a hullámteret is) fenyegető veszélyek legnagyobb gyökér-oka a feltöltődés miatti szárazodás. Tehát a vízpótlás csak néhány évre adhat átmeneti javulást az élővilág számára, ha jelentős mennyiségű iszap bekerülésével jár együtt.

A vízpótláskor bevezetendő víz hordaléktartalmának minimalizálása egyrészt a víz forrásának megválasztásával, másrészt hordalékfogóval érhető el.

5.8 Invazív fajok populációinak visszaszorítása

A területen található inváziós fajok irtása szükséges az eredeti élővilág megőrzése szempontjából. Az inváziós növényfajok visszaszorítása mechanikai irtással (vágás, legeltetés, kaszálás) történhet elsősorban az élővizekkel való érintettség miatt.

A mechanikai irtás negatív következményei közt szerepelhet a non-szelektivitás pl. kaszálás vagy legeltetés esetén, vagy a fafajok esetében az egyedek kivágása következtében fellépő drasztikus számú magonc. Ezeket a kedvezőtlen hatásokat figyelembe véve kell a beavatkozást megtervezni és a projekt időszakában, valamint az azt követő időszakban az utókezelést megtenni.

A vízviszonyok helyreállításával, azaz a vízellátottság növelésével az élőhelyek természetes növényzete előnyhöz jut, jelen esetben elsősorban a Vizslaki-öblözet rétjein az aranyvessző visszaszorulása várható, hiszen nem bírja a tartós vízborítást, így a természetes vegetáció, azaz a nádas erőre kaphat.

Az inváziós állatfajok közül a halfajokat szükséges megemlíteni. A visszaszorításuk az életkörülmények változtatásán keresztül is lehetséges, tehát a természetes állapotok helyreállításával a más körülményeket kedvelő inváziós halfajok populációi visszaszorulnak.

Az inváziós halfajok populációinak irtása, gyérítése az ivadékmentéskor végezhető leginkább, de egyéb alkalmakat is javasolt megragadni.

5.9 Haltelepítés

A Belső-Bédán horgászati és ökológiai célú szelektív halászati tevékenység végezhető. Ennek keretében idén (és az elmúlt években évente) 30 q pikkelyes, dunai nyurgaponty telepítésére kerül sor, elosztva április, május, július és szeptember hónapokra.

A 2019. évben ökológiai halászat során kifogott tájidegen fajok példányai elszállításra kerültek. A fogott fajok és mennyiségük:

fekete törpeharcsa (*Ameiurus melas*) 4845 kg

amerikai cifrarák (*Orconectes limosus*) 19,45 kg

ezüstkárász (*Carassius gibelio*) 371,5 kg

naphal (*Lepomis gibbosus*) 45,5 kg

Célszerű fejlődési irány a természetes ívóhelyek helyreállítása és védelme, így a hazai és a holtágakban őshonos halfajok szaporodási lehetőségeinek elősegítése, ami mellett az invazívok szelektív lehalászása, eltávolítása is indokolt.

5.10 Tájhasználati arányok változtatása: több legeltetés pl. invazív ellen, beerdősítés, belvizes szántók rétté vagy erdővé alakítása

Jelenlegi tudásunkkal a jelenlegi tájhasználati arányok változása nem várható. Egyetlen szempont, ami előfordulhat, hogy a klímaváltozás miatt klímavédelmi céllal erdősítés indul a jelenleg nem erdős területeken, de ezzel a tényezővel jelenleg nem tervezünk, mert nem jelentene kockázatot a projektre nézve, valamint jelenleg még nincs koncepció szintű tervezése sem.

5.11 Emberek bevonása: horgászok, kirándulók, helyi lakosság

A közvetlen kapcsolaton (kirándulás, rekreálódás, horgászat) túl a helyi lakosság részesül a vizesélőhelyek pozitív hatásaiból a klímaváltozás negatív hatásainak mérséklésén keresztül. A levegő magasabb páratartalma segít elviselhetőbbé tenni a forró nyarakat, a jobb talajvízellátottságnak köszönhetően dúsabb a növényzet, gazdagabb az erdő, ami fontos hűtési szerepet játszik.

6. A tervezett fejlesztés/beavatkozás szükségességének indoklása

6.1 A jelenleg fennálló probléma a projektterület természetvédelmi állapotát illetően

A hullámterek teljes területén általános probléma a feltöltődés, csakúgy a szárazföldi részekben, mint a holtágak medrében. A feltöltődési folyamat ugyan természetesnek mondható, de az üteme rendkívül felgyorsult a folyamszabályozás óta. Ennek negatív hatását, azaz a vizek kifolyását a hullámtérből, egyúttal a holtágakból, tovább fokozza a feltöltődéssel egyidejűleg zajló Duna főág medermélyülése, együttesen okozva a holtágak (és a mellékágak) szárazodását, élőviláguk degradálódását. Egyetlen esélyt adó faktor a megmentésükre a talajbani lassú vízmozgás, aminek köszönhetően mederbelti vízpótlás megmarad a mederben, csak lassú szivárgás áll fenn, nem okozva így jelentős vízvesztést.

A terület természeti értékeinek megőrzésében kulcsfontosságú a terület vízellátottsága mennyiségi és minőségi értelemben. Az elmúlt évtizedek tájtalakító beavatkozásai, valamint a változó csapadékmintázat együttesen a terület, az élőhelyek szárazodásához vezetett, ami másodlagos folyamatként az élővilág megváltozását vonta maga után. Ez a folyamat jelenlegi is zajlik, szabad szemel is jól látható jelei vannak, melyek annak ellenére is érzékelhetőek, hogy vízbővebb években a holtágak vízszintje és a területeken a talajvízszint közelebb van az ideálishoz. A növényzet és az állatfajok egyértelmű jelzést adnak a terület fizikai adottságainak alakulásáról mind tendenciózusan, mint a pillanatnyi helyzetben.

Fontos megjegyezni, hogy a vízellátottság nem pusztán természetvédelmi kérdés. A jelenleg ezen a területen más közvetlen érdeket kimondó ágazatok, így a mezőgazdaság és az erdészet szerényebb vízmennyiséget nevez számára ideálisnak, különösen a (csapadék- ill. befolyó) vizek természetes érkezéséhez képest (a tavaszi vízbő időszakban túl sok, a nyári vízszegény időszakban túl kevés). Érdekes, hogy ezek az ágazatok is a természeti erőforrásokat használják, és a természetvédelem is a természettel dolgozik, mégis ellentétesek az érdekek víz terén (mennyiség, minőség, időbeni eloszlás).

A természetvédelmi szempontból fennálló problémák az alábbi két kiemelt szempontban összegezhetők:

- vízmennyiség (a területek és holtágak vízellátottsága, a víz mennyisége, vízszintek és tartósságuk, a víz térbeli és időbeli eloszlása, valamint a területre érkező illetve elfolyó/elpárolgó vizek aránya azaz a terület vízmérlege)
- vízminőség (a befolyó és a környező területekről ide összegyülekező, a területen keresztül elfolyó vizek vízminősége, különös tekintettel a tápanyagtartalomra (N, P) és a vegyszermaradványokra)

A problémára a megfelelő vízpótlás a megoldás.

A tájhasználat, a tulajdonviszonyok, a gazdasági tényezők és a pénzügyi lehetőségek figyelembe vételével a reális, megszervezhető és fizikailag kivitelezhető megoldás az alábbi gondolatsor és lépések során valósítható meg:

Adottságként kell tekinteni, hogy a holtágak végei az idők során elzáródtak, feliszapolódtak, ezáltal távol kerültek az élő folyótól és a növényzet is elburjánzott, így a vízpótlás megtervezésekor erre figyelemmel kell lenni. A vízpótlás megtervezésekor az alábbi tényezőket kell figyelembe venni:

- a domborzatból és a kiüledett hordalékból adódó fizikai lehetőségeket, ide értve a Duna és a talajvíz mindenkori szintjét és Dunából történő vízpótlás esetén a vízpótlásra alkalmas vízszint tartósságát is
- a bevezetendő víz lebegő hordalékkal való terheltségét, ezzel feliszapoló hatását
- a bevezetendő víz tápanyagokkal és vegyszermaradványokkal való terheltségét

A holtágak és a szárazföldi területek vízellátottságának javítására vízpótlás szükséges. Vízpótlásra azon víztestek alkalmasak mint vízadó víztest, melyek a szükséges időszakban, a szükséges időtartamig, és a szükséges helyen/magasságú térszínen vizet tudnak szolgáltatni amellet, hogy saját vízigényük kielégítve marad. Gyakorlati szinten erre a Duna főág és a Duna Gabriella-zátony melletti mellékág alkalmas. Átvezetési funkcióra ide sorolhatjuk a Bédai tájegység holtágait és csatornáit, melyek maguk is vízpótlásra szorulnak, tehát ellátó szerepet nem tölthetnek be.

A projektterületen (Bédai tájegység) és a környező területeken összegyülekező csapadékvíz a domborzat által meghatározva folyik le és szivárog el a talajfelszín alatt vagy akár a felszínen is megjelenve. Az erdészet és a szántóföldi gazdálkodás belvízlevezetésként ezeket a vizeket jelenleg a holtágakban tárolja illetve a holtágakon keresztül vezet a Dunába mint végső befogadóba. Ennek káros hatása egyrészt a felsőbb fekvésű területek (rétek) talajvizeinek elvesztése, valamint a levezetési útvonalként szolgáló holtágak vizének szennyezőanyagokkal (tápanyagok és vegyszermaradványok) való terhelése.

A természetvédelmi célú vízpótlás megtervezésekor figyelemmel kell lenni a területen aktív érdekeltekre, egyeztetésekkel a természetvédelmileg „már elég jó” és a gazdasági érdekeltek által „még elfogadható” megoldást kell megtalálni, melyre minden érintettnek törekednie kell.

A tulajdonviszonyok miatt a holtágak vízszintje nem emelhető a műszakilag lehetséges magasságig, azaz alacsonyabb szintet kell tartani a beékelődött tulajdonok miatt, mint az a természetvédelmi érdekből kívánatos, bár műszaki megoldásokkal lehetséges lenne a jelenlegi helyzetben is.

A területen is megjelentek az invazív növényfajok, melyek a vízpótlás és ökológiai helyreállítás során akadályt jelentenek vagy kontrollálásukra a vízpótlás megtervezésekor is figyelemmel kell lenni. Ezek a fajok és hatásaik az alábbiak:

- Bálványfa – Elsősorban szárazföldi területek növénye. A projektterületen elsősorban a kerítések nyomvonalában terjed, a vizesélőhelyekre nem okoz közvetlen veszélyt.

- Gyalogakác – A vízjárta és az időszakos vízborítású területek agresszíven terjeszkedő idegenföldi cserjefaja, mely az őshonos növényzet kiszorításával okoz problémát. A gondozott területeken jól kordában tartható, visszaszorítása pedig legelő állatállománnyal valósítható meg.
- Aranyvessző (*Solidago spp.*) – A réteken hódít, visszaszorítása elsősorban a területek használatával, a rétek kaszálásával érhető el.
- Nebáncsvirág – Az ártéri erdők lágyszárú szintjének óriásnövénye. Kárt elsősorban a területfoglalással és más fajok kiszorításával okoz.
- Amerikai kőris, zöld juhar – Az erdők fajösszetételének módosításán, őshonos fafajok kiszorításán keresztül okoz kárt. Magszórással messzire képes terjedni a vizekkel.
- Parti szőlő, süntök – Az ártéri erdőben a cserjeszintben és a lombkoronában okoz kárt a fény felfogásával, a befutott növények lefojtásával, valamint zöldtömegével az árvízi lefolyás lassításával.

7. Megoldási lehetőségek, változatelemzés

7.1 A megoldási lehetőségek alapvető tényezői, az elvárt eredmény és annak fenntarthatósága

Az alábbi tényezőket szükséges a vízpótlás megtervezésekor figyelembe venni:

- cél a többletvíz biztosítása az érintett élőhelyeken (holtágak, csatornák, rétek, erdők)
- a vízveszteségek minimalizálása – a párolgás és az elfolyás korlátozása lehetőségek szerint
- fontos a szennyezett (terhelt) vizek megtisztítása, mielőtt az élőhelyekre vezetjük, ha ez lehetséges
- a szennyezett (terhelt) vizek elkülönített elhelyezése (kivezetése a területről vagy tárolása), ha a tisztítás nem lehetséges
- a szennyezett (terhelt) vizek felhasználása a vízigényes gazdasági ágazatokban (erdőgazdálkodás, szántóföldi termelés)
- az invazív növényfajok visszaszorítása irtással és fenntartó területkezeléssel, különösen a vízpótlás szempontjából kulcsszerepű területrészekben, holtágvégekben, műtárgyak környezetében

Elvárt eredmények

- a vízpótlás hatására a holtágak vízszintje kihasználja a mederben és a pl. horgászstégekben jelenleg benne lévő lehetőséget, azaz minimum 30 cm-rel magasabb lesz

- a vízpótlás hatására az ökológiai minimális vízszint az év egészében biztosított lesz
- a vízpótlás hatására a holtágak vízminősége javul, azaz a nagyobb víztömeg nyáron kevésbé melegszik fel, átlátszósága javul, a nyílt vízfelület kiterjedése nő
- a parti növényzetben a madárfészkelő helyek gyarapodnak, az élőhelyek állapota és a jó állapot stabilitása javul
- a projektterületen az időszakos vízborítású, vízfüggő szárazföldi élőhelyek vízellátottsága javul, az élőhelyek állapota és a jó állapot stabilitása javul
- a területen idegen fajok az eredeti vízellátottságú állapot helyreállítását követően visszaszorulnak (pl. réteken az aranyvessző)
- a vízpótlás a projektterületen érintett további tulajdonosokkal és földhasználókkal egyetértésben valósul meg és a fenntartása is biztosított
- talajvízszint stabilizálódása/emelkedése a bédai erdőtömbbe, ami egyben természetvédelmi és a Zrt részére gazdasági haszon is.

Az eredmények fenntarthatósága

- Természetvédelmi szempontból: a vízpótlásban részesült holtágak és rétek morfológiájának a változása (feltöltődés) természetes folyamat, ami lehet gyorsabb vagy lassabb, számos tényezőtől függően. A holtágak feltöltődésének lassítása kiemelten fontos vizes élőhelyként betöltött szerepük miatt, valamint azért, mert új holtágak már nem keletkeznek. A feltöltődés lassításának egyik „best practice” módszere a vízpótlás megoldása, mely gyakran kiegészül kotrással, azaz üledékeltávolítással.
- A vízpótlás, amennyiben hordalékot nem szállít számottevő mennyiségben, nem járul hozzá a holtágak öregedéséhez.
- Amennyiben szükséges, kotrással lehet lassítani a nemkívánatos folyamatot.
- A feltöltődés lassítása inaktív időszakban végzett növényzet eltávolítással is elérhető.
- Az elvégzett vízpótlási beavatkozás után a műtárgyak megfelelő üzemeltetésével lehet gondoskodni a feliszapolódás minimalizálásáról
- a növényzet szükség szerint történő kaszálása, a vízinnövényzet kiemelése is lassítja a holtág feltöltődését, öregedését

7.2 A vízpótlás hatása a projektterületen előforduló élőhelyekre

3130 Törpekákás iszapnövényzet

Európa-szerte megritkult ennek az élőhelynek az előfordulása, aminek oka a természetesen fluktuáló vízszintű iszapos folyómenti élőhelyeink fizikai feltételeinek romlása. A pionír talajfelszínen pionír fajok együttese tehát ott tud megjelenni, ahol a víz mozgása csupasz iszapfelszín alakít ki. Jelentős ívóhelyek és kiszáradás közeli állapotban madártáplálkozóhelyek.

A Boki-Holt-Duna partvonala mentén jelenleg is megtalálható ez az élőhely, mely a vízszint növelésére, ha az több részletben történne csak, a szakaszos változására is jól fog reagálni,

részben ez is a vízpótlás célja. A nagyobb víztömeg tartalékot is képez egyúttal a vízhez kötődő élőhely fennmaradásához, kiterjedésének növekedéséhez, stabilizálódásához. Mentett oldali holtágként a vízpótlás szabályozott lesz, vízszint csökkenés a nyári párolgás miatt várható.

Az emberi zavarás negatív hatásai miatt a horgászat korlátozása, esetleg beszüntetése javasolt.

3150 Természetes jellegű eutróf tavak és hínárnövényzetük

eutróf sekély tavak és holtmedrek hínárja

Ennek az élőhelynek a jellemzője a magas tápanyagtartalom, amit a nitrogénban és foszforban gazdag befolyó vizek okoznak. Ez az élőhelytípus leggyakrabban lefolyástalan víztestekben jelenik meg, amik közé a holtágak is tartoznak, annak ellenére, hogy a folyó áradásakor hígulhat és átmosással tisztulhat is a vizük. A tápanyagban gazdag víz burjánzó növényzetet táplál, ami az őszi-téli időszakban a mederfenékre süllyedve bomlásnak indul, vastag iszapréteget, egyben jelentős eutrofizációt okozva.

Jelen esetben az ármentes oldalra szorult holtágak feltöltődése felgyorsult, a magas tápanyagtartalom a holtágak lefolyástalanságából, a növényzet miatti szervesanyag bomlásából adódik, amit jelentősen fokoz a mezőgazdasági területekről bemosódó tápanyagtartalom. Az élővilág összetételét a túlzott tápanyagterhelés, a vízszint csökkenése miatt szárazra kerülő sáv gyomosodása, a part menti fás társulás szárazodás miatti degradációja negatívan befolyásolhatja. A vízpótlás mindezekre egyúttal ad pozitív választ, megelőző megoldás a degradációs folyamat visszafordítására. A rehabilitáció, azaz a vízpótlás megtervezésekor figyelembe kell venni a terhelt vizek kiküszöbölésének szempontját. A tápanyagcsökkentés „tüneti kezelése” a vízinövényzet eltávolítása a vegetációs időszak végén az országos és nemzetközi tapasztalatok szerint csak csekély eredményt hoz. Volt a területen erre példa a Bába II. tóegységben, csekély eredményt hozott. Vitatott kérdés, hogy természetvédelmi haszna is van-e vagy a horgászatot mint használati módot érinti csak.

91E0 Enyves éger (*Alnus glutinosa*) és magas kőris (*Fraxinus excelsior*) alkotta ligeterdők (*Alno-Pandion*, *Alnion incanae*, *Salicion albae*)

Rövid név: éger- és kőrisligetek, puhafás ligeterdők, láperdők

A folyókat és egykori folyószakaszokat (mai holtágakat) kísérő puhafás ligeterdők jelentősen függenek a vízellátottságtól, ami lehet mozgó vagy pangóvíz. A többé-kevésbé zárt lombkoronaszintű, fűz, nyír, éger, kőris és nyár fafajok alkotta erdők a szárazodás miatt degradált állapotúak, az inváziós fajok pedig fokozatosan kiszorítják az őshonos fajokat, ha nem történik célirányos beavatkozás. Általános erősítő hatás ennek az élőhelynek a rehabilitációjára és az őshonos fajösszetétel visszaállítására a fizikai tényezők közül a vízellátottság javítása, helyreállítása. Másodlagos jelentősége van a víz minőségének. A megfelelő vízellátás helyreállítása jó körülményeket teremt az élőhely fajai számára, ami nehezíti az invazív fajok betelepülését, segíti a természetes szukcessziót és az erdő természetes színteztségének fennmaradását. Természetes úton elsősorban pionír, nyers talajfelszínen telepsznek meg, ezért fontos a helyén történő megőrzésük, aminek kulcsa a vízháztartás és az inváziós fajok távoltartása.

91F0 Nagy folyókat kísérő keményfás ligeterdők *Quercus robur*, *Ulmus laevis* és *Ulmus minor*, *Fraxinus excelsior* vagy *Fraxinus angustifolia* fajokkal (*Ulmion minoris*)

Rövid név: keményfás ligeterdők

A folyómentertéri területek magasabb térszínein, bár kevésbé intenzív vízellátottságú talajokon fordulnak elő, ám fennmaradásukhoz elengedhetetlen a talajvíz megfelelő szintje, különösen az újulat felnövekedése szempontjából. Természetes körülmények között, a folyószabályozások előtt évente néhány hetes-hónapos elöntést volt jellemző, mely ma sokszor eltűnt, vagy felszíni vízborítás nélküli talajvízmozgásra enyhült. A szárazodás a gyertyános-kocsányos tölgyesek felé való átalakulást segíti elő, ami kedvezőtlen ezen élőhely visszaszorulása miatt. A könnyen meglepedő inváziós fafajok mesterséges visszaszorítása elengedhetetlen. Az élőhely szempontjából meghatározó vízpótlás megvalósítása segíti az élőhely fennmaradását, és kulcsa és feltétele a természetes megújulásának.

7.3 A lehetséges vízpótlási verziók természetvédelmi hatásai – változatelemzés

A természetes élőhelyek a térségben a vízbőség, a részleges vagy teljes, időszakos vagy állandó vízborítás körülményeitől meghatározva alakultak ki, így megőrzésük is a víz jelenlétével valósítható meg. Az elmúlt évtizedek, évszázadok során az ember a saját gazdasági igényei szerint átalakította, formálta a területet, melynek közvetlen vagy közvetett oka lett az élőhelyek rosszabb vízellátottsága.

A holtágak vízpótlása kihat a szárazföldi területek talajvíz szintjére is, ezzel nem csak a holtágak élővilága, hanem a környező területeké is profitál belőle.

Az alábbiakban az Inno-Water Kutató és Környezetvédelmi Szolgáltató Zrt. tanulmányában szereplő műszaki megoldások természetvédelmi, élővilágra gyakorolt hatásai olvashatók.

1. koncepció

A Boki-Holt-Duna vízellátásának javítása a saját vízmércéje szerinti 130 cm-es szintre szivornyával vagy szivattyúval, a Gabriella-zátony mellékágából a hullámtéri szakaszon zárt vezetékekkel, a mentett oldali szakaszon nyílt árokban.

Ez a megoldás ökológiai szempontból kedvező, mert megfelelő minőségű, azaz jó vízkémiai és a mellékágnak köszönhetően ülepített, kis lebegőanyag tartalmú Duna-vizet vinne a holtágba.

Itt kell megemlíteni, hogy felmerült a Boki-Holt-Duna vízpótlásának megoldása közvetlenül a Duna főágból a FOKA-lyukon keresztül. Ez elvi szinten lehetséges volna, mert a Duna vize mennyiségi és minőségi szempontból alkalmas a vízpótlásra, egyedül a lebegőanyag tartalom magas, ezért kiülepítés után lenne alkalmazható. A főmederből történő közvetlen kivezetés éppen a kiülepítés nehezen való megoldhatósága miatt el lett vetve. Így viszont alkalom nyílik ugyanezen nyomvonal felhasználására ellenkező irányban, azaz a terhelt belvizek holtágat elkerülő levezetésére, ami a fejezet végén került részletezésre.



Forrás: Inno-Water Kutató és Környezetvédelmi Szolgáltató Zrt. tanulmánya, 2020. április

2. koncepció

A Digáncsi-csatorna medrébe egy zsilip építésével a Boki-Holt-Duna és a Belső-Béda egymástól függetlenül tud vízpótlásban részesülni. Ennek megfelelően az eleve vízpótlásra szoruló Boki-Holt-Duna vizét nem veszi át a Belső-Béda, a zsilippel lezárható, azaz a kívánt vízszint megtartható a Boki-Holt-Dunában. Amennyiben a gerecháti terület belvízmentesítése továbbra is a Boki-Holt-Dunán keresztül történne, ezt a levezetést a zsilip lehetővé teszi.

Az élővilágot illetően a zsilip megépítésével a két holtág eltérő vízminőségű vízteste elkülöníthetővé válik, ezért javasolt a megépítése.



Forrás: Inno-Water Kutató és Környezetvédelmi Szolgáltató Zrt. tanulmánya, 2020. április

3. koncepció

A Belső-Béda vízpótlása elvi szinten három módon oldható meg, amiből kettő kizárandó: A Vizslaki-szivattyútelepen keresztül jelenleg is belvíz érkezik, mely tápanyagoktól terhelt, ezért nem javasolt. A Digáncsi-csatornán keresztül a Boki-Holt-Dunával van kapcsolat, mely önmaga is vízpótlásra szorul, tehát elvetendő ötlet, még azzal a lehetőséggel is, hogy a Boki-Holt-Duna vízpótlásának megoldása teljesíti a Belső-Béda vízigényét is, és innen kerül átvezetésre, hiszen a Gerechát belvize ebben az esetben a visszaduzzasztás miatt a területen maradna, ami mindkét holtág számára veszélyforrás, ezért kerülendő.

Fennmaradó lehetőség a Bédai szivattyútelepen keresztül a Külső-Béda medrének a felhasználásával megvalósítani a vízpótlást. Ez feltételezi a Külső-Béda vízpótlására megfelelő mennyiség rendelkezésre állását, ami a Duna ágból rendelkezésre áll, egyúttal kedvező a két holtág (Külső- és Belső-Béda) hasonló vízminősége, ökológiája szempontjából is. Ehhez a megoldáshoz a Külső-Béda és a Duna között megfelelő ülepítővel ellátott vízkivételt kell megoldani, ami küszöbvel megoldható lenne, de az ülepítés olyan méretű medencét feltételez, ami miatt, és a rendszeresen fellépő tisztítási, karbantartási szükség miatt ez a megoldás meggondolandó.



Forrás: Inno-Water Kutató és Környezetvédelmi Szolgáltató Zrt. tanulmánya, 2020. április

A Belső-Béda vízminőségének védelme érdekében megoldást kell találni a Vizslaki-öblözet belvizeinek levezetésére úgy, hogy az ne terhelje a Belső-Bédát.

Ezt a következő (4-5.) koncepció tárgyalja.

4. és 5. koncepció

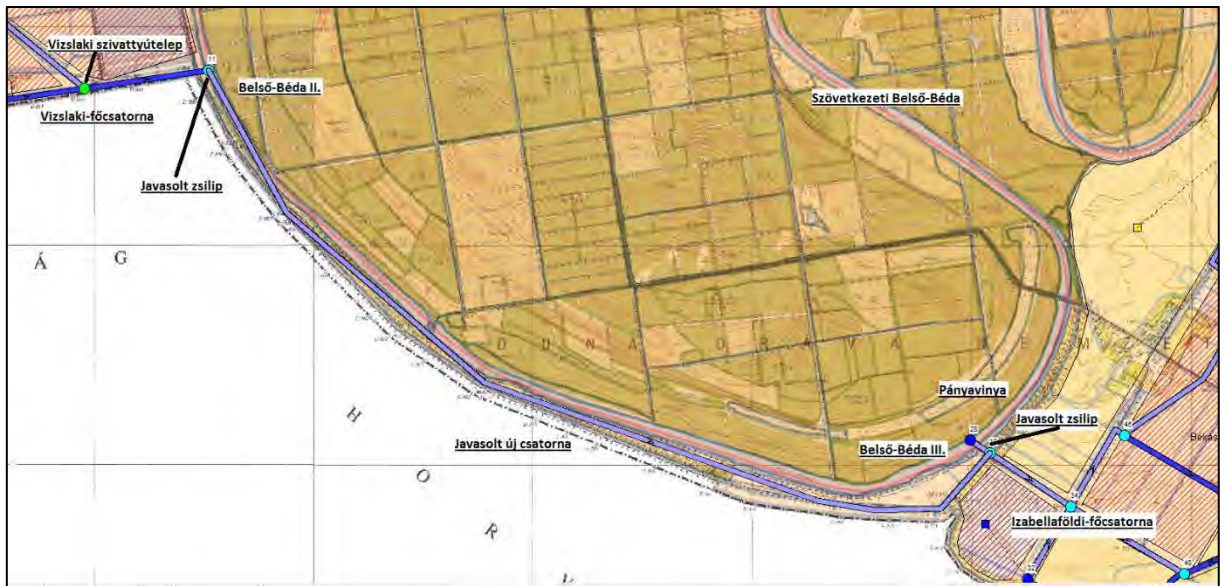
Az e két koncepció arra keres műszaki megoldást, hogy a Vizslaki-öblözet terhelt belvize hogyan helyezhető el a negatív hatásainak minimalizálásával.

A Vizslaki-öblözet területéről szintén van belvíz levezetés. Az erdős sávban ez megtartható lenne, ehhez egy zsilipre van szükség a Vizslaki-főcsatorna medrében az erdő és a szántó határán, ezzel elkülönítendő a területen tartható erdei belvizet a szántók belvizétől.

Érdemes lenne megvizsgálni a területen a holtmedrekben több helyen kisebb földtorlasz építését a vízvisszatartás érdekében.

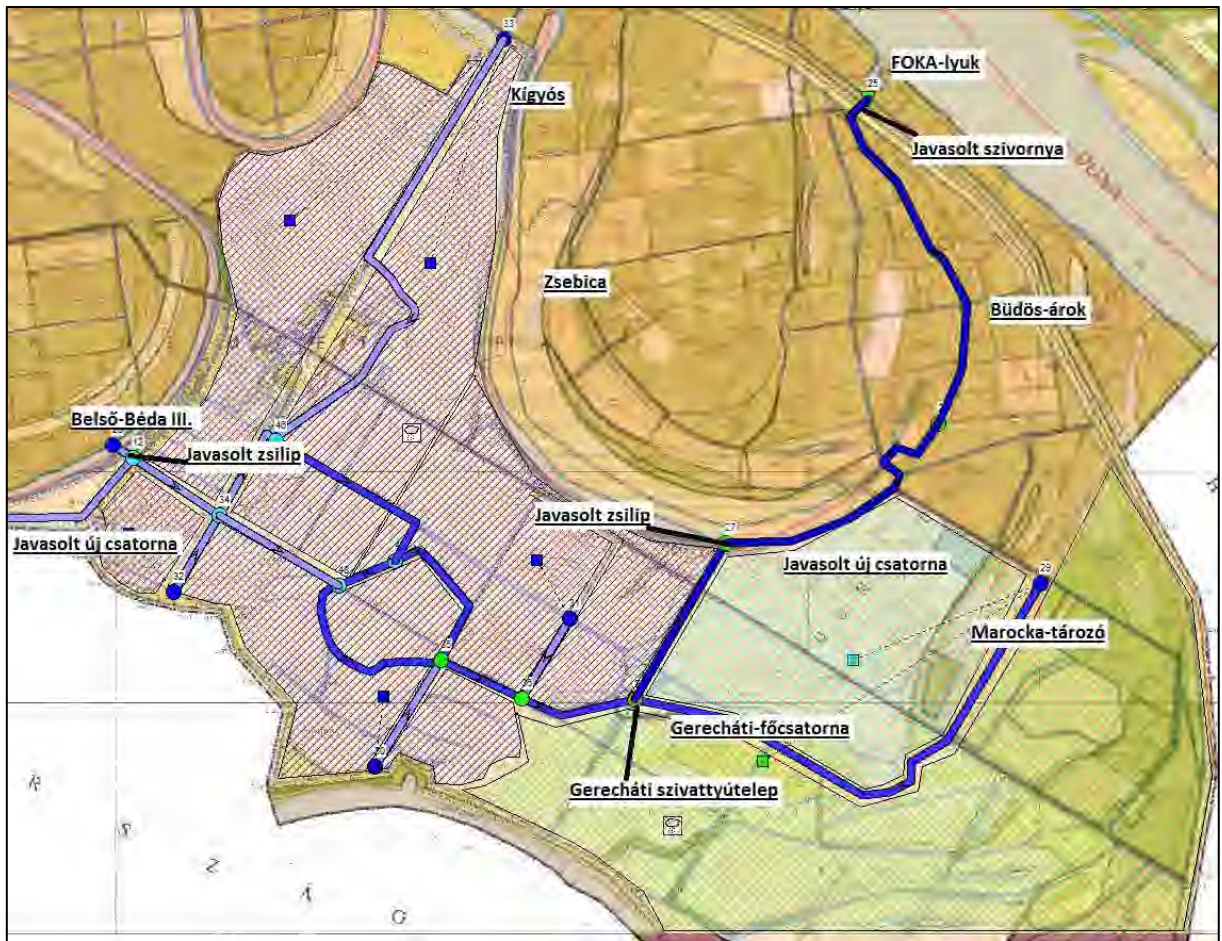
A Vizslaki-öblözet szántóinak belvize a Vizslaki-főcsatornán át folyik, majd a Vizslaki-szivattyútelep emeli azt a Belső-Bédába. Ez a terhelt víz ad ugyan mennyiségi előnyt a holtágnak, de a vízminőség miatt kerülendő a bevezetése.

A 4. koncepció szerint egy Belső-Bédát elkerülő nyílt árkos új csatorna épül a Belső-Béda és a határ között, majd az Izabella-nyomócsatornán és a Gerechát szántóin keresztül a Főhercegi-tározón és a Boki-Holt-Duna egykori medrének egy szakaszát felélesztve jut a Dunába.



Forrás: Inno-Water Kutató és Környezetvédelmi Szolgáltató Zrt. tanulmánya, 2020. április

Az 5. koncepció ettől annyiban tér el, hogy a Belső-Béda menti szakaszon új árok nem épül, hanem ott a Belső-Béda szállítja a belvizet, ennek a szakasznak a vízminőségének javítása tehát nem valósul meg, de az alatta és felette lévő holtág-szakasz vízminősége javítható, amennyiben mőtárgyakkal elválasztásra kerülnek.



Forrás: Inno-Water Kutató és Környezetvédelmi Szolgáltató Zrt. tanulmánya, 2020. április

Lehetséges módszerek a holtágakat jelenleg terhelő belvizek megtisztítására, a szennyezés kiküszöbölésére

A legjobb megoldás a mezőgazdasági területek kivonása lenne, átalakítva a bővebb vízellátást toleráló gazdasági hasznosítású területté, például erdővé vagy legelővé, kaszálóvá, vagy a szántó fenntartása esetén annak egy részén tápanyagcsökkentő gyökérszónás tározó kialakításával.

Többféle módszer is van állóvizek tápanyagtartalmának csökkentésére, a lágyiszap csökkentésére biológiai módszerekkel baktériumkészítmény hozzáadásával vagy az élőgépes módszerrel. Javasolt ezeknek a módszereknek a vizsgálata és értékelése a terület egyedi problémáira vonatkozóan.

A projekterületen az alábbiak merültek fel:

A Vizslaki-öblözet terhelt belvizeinek elvezetésére a Belső-Béda és az államhatár közti keskeny sáv alkalmas lenne, ökológiai értelemben kárt nem okoz a területvesztéssel, és a

holtág is a talaj szűrőhatásán keresztül mentesül a szennyezőanyag tartalomtól. Ennek ellenére ez a megoldás a karbantartási igényével, területigényével nem tartozik a legkézenfekvőbbek közé, ám nagy előnye a tápanyagterhelés elvezetése.

A Gerechát területén belvizek képződnek, amiknek a levezetése jelenleg a védett Boki-Holt-Dunába történik, jelentős állapotromlást okozva ott. Ennek megszüntetésére a Boki-Holt-Duna mára feltöltődött mederszakaszának felélesztésével a holtág alsó végének közelében kapcsolható a Duna főághoz, így a terhelt belvizet el lehetne szállítani. Ezzel a Főhercegi-tározó is mentesülne a terhelt belvizek tárolása alól, csökkentve a területen a növényzet tápanyaggal való túlzott ellátását és ezzel a rétek növényzetének átalakulását megelőzve.

Üdvös volna, ha a belvizek vízmennyisége a területen maradhatna, de a tápanyag- és vegyszermaradványoktól mentesen. A jelenlegi területhasználati módok mellett tisztítóterület kialakítására nincs esély, így ezt a megoldást sajnos el kell vetni, és a belvizeket a területről el kell vezetni.

8. A tervezett élőhelyrevitalizáció társadalmi-gazdasági hatásai, javaslat a nyilvánosság tájékoztatásának módjaira, kommunikációs tevékenységekre. Élőhelyrevitalizációs alternatívák vizsgálata társadalmi-gazdasági szempontból

A projekterület a Mohácsi Kistérség részeként a Duna jelenlegi hullámterében és az egykori hullámtér gátakkal védett részén, a mai mentett oldalon helyezkedik el a Duna bal partján. A települések közül Kölked fekszik a peremén, természetes magas térszínen, valamint Erdőfű található a déli határ és a vizek birodalma közti területen.

A vizek szerepe meghatározó volt a térség életében. A folyamszabályozások előtt a vízjárta területek, a Duna kanyarulatai az ártéri gazdálkodás számos válfaján keresztül látták el az embereket élelemmel, építőanyaggal, tüzelővel. A folyamszabályozás után a Duna kanyarulatai holtággá váltak, a gát, fővédvonal töltésének megépítésével ezek részben a mentett oldalra kerültek. Az idők során az emberek élete más okból is jelentősen átalakult, megváltoztak a társadalmi elvárások az életminőségre, az életmódra vonatkozóan; a jövedelemszerzés került előtérbe a sok lábon álló ártéri gazdálkodás helyett.

A mezőgazdaság a szántóterületeket részesítette előnyben, így a magas tápanyagtartalmú öntésterületek szántóvá váltak, az erdőkből pedig a fatermeléses gazdálkodás, összességében a jövedelemszerzés és a piaci igények határozzák meg a tájhasználat módját. Mindkét területhasználati ágazatban jelentős szerepe van a vízellátottságnak, a talajvízszint magasságának és a vízmennyiség szezonális változásának. A természetvédelemmel nem azonos az ideális vízmennyiség, vízszint e két ágazatban, de összhang érhető el lehatárolt területi egységeken, amik a projektben szerepet játszanak.

Erre alapozva lehetséges a konszenzuson alapuló megállapodás a DDNPI és partnerei között. Ennek részletei a partnerséget bemutató fejezetben (3. A projektgazda bemutatása, további szereplők) olvashatóak.

Az átalakult birtokszerkezet, tulajdonviszonyok miatt a legnagyobb kiterjedésű területek kezelője a Gemenc Zrt. A természetvédelmileg speciális kezelést igénylő területek a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság kezelésében vannak, és elsődlegesen természetvédelmi érdeket szolgálnak. Mind a Gemenc Zrt., mind a DDNPI nagy kiterjedésű állami földterületet (azaz vagyont) kezel, és a harmadik legnagyobb területkezelő, a Bóly Zrt. is jelentős részben állami földet bérel, így a Magyar Állam szerepe és érintettsége jelentős. Minthogy állami feladat a védett természeti értékek megőrzése, e három állami szerv tárgyalások során konszenzusra jutva állapodik meg a rehabilitáció részleteiről.

A tágabb értelemben vett térség természetvédelmi kezelője is a DDNPI, azaz a természetvédelmi értékek megőrzéséről a nem védett területeken is gondoskodni hivatott. Tájgazdálkodási tevékenységet is végez, mely elsősorban a gyepek karbantartására, azaz legeltetésére és kaszálására koncentrálnak szürkemarha gulyával.

A projekt szempontjából a térség gazdasági szereplői egy erdőgazdálkodó zrt., egy mezőgazdasági vállalkozás és néhány kisebb gazdálkodó, melyek itt dolgoznak. A lakosság jelentős része alkalmazotti jogviszonyban keresi kenyerét ezeken a vállalkozásoknál és az egyéb munkahelyeken, amivel összefüggésben a tájhoz kötődő viszonyuk megváltozott.

Szabadidős tevékenységként fennmaradt és nagy népszerűségnek örvend a horgászat és a vadászat.

A turizmus az egyetlen fennmaradt szektor, ami a természethez, a természeti értékek megőrzéséhez érdek szintjén kötődik. A turizmusból élő emberek, családok az alábbi táji értékeket közvetítik vendégeik felé:

- táj szépsége, csend, nyugalom
- tanösvények megléte, kiránduló útvonalak
- vízi turizmus: kenuzás, kajakozás
- horgászturizmus
- vadászturizmus, szarvasbögés hallgatása
- gasztroturizmus
- a tágabb környék bejárására, programokra érkező vendégek kiszolgálása

A térség turisztikai értékének fontos része a holtágak, vizesélőhelyek létezése, szép és jó állapota. A tapasztalatok szerint a táji értékek megőrzésére alapozott turizmus elősegíti ezen táji értékek fennmaradását, jó állapotát, hiszen a „használók” érdeke is ezt kívánja. Ekkor találkozunk a természetvédelem és a gazdasági szektor érdeke, és az érdekazonosság a jó állapot fenntarthatóságát, azaz hosszú távol való fennállását eredményezi.

A természetvédelmi állapotot mint értéket pénzben kifejezve jeleníti meg az ÖSZ, azaz az ökoszisztéma szolgáltatások beárazása. Ennek módszertana azt veszi alapul, hogy az ökoszisztéma része az ember, ezáltal használja a természeti környezetét, ami szolgáltatásokat nyújt az ember számára. A beárazásnál közgazdasági módszerekkel ezeket a szolgáltatásokat beárazzák, a hasznukat illetve nem-létük esetén az elmaradó

hasznot, valamint a szükségletek más módon való megoldásának a költségeit veszik alapul.

Fentiekre alapozva kijelenthető, hogy a holtágak vízpótlása, a stabilan megfelelő magasságú vízszint és a természetes vizekhez mérten jó vízminőség elérése, fenntartása pénzben is kifejezhető haszonnal jár, túl a mezőgazdasági termelés bevételein és profitján. Az ÖSZ legtöbbször társadalmi csoportok, közösségek számára jelent hasznot, nem az egyéneknek, és nem konkrét bevételekben vagy profitban testesül meg, hanem közvetett módon, más tényezőkre gyakorolt pozitív hatásán keresztül.

Az ÖSZ rendszerében a holtágak vízpótlása, rehabilitációja az alábbi ÖSZ-at nyújtja:

- táji szépség, ezen keresztül turisztikai vonzerő
- stabil talajvízszint, ami a talajon keresztül a vetett kultúra és a gazdasági célú erdők vízellátását is segíti
- természetes ívóhelyek gyarapodása, ami a horgászvizek esetében természetes szaporulatot jelent a fogható halfajokra vonatkozóan
- mozaikos élőhelyek stabil jelenléte a területen, ami a vadászati értéket is növeli
- a nagyobb vízfelületek, a jobb vízellátottság a térség mikroklimatikus viszonyait javítja, ami a klímaváltozás elleni védelemben játszik szerepet
- a holtágak vízbefogadó képessége a főágból történő közvetlen vízpótlás esetében árvízi csúcs-csökkentésben játszhat szerepet, közvetett vízpótlás esetén is, és talajon keresztül is, számottevő lehet

Összességében, a holtágak vízpótlása a konszenzuson alapuló módszer-megválasztással és a mértékének is az érintettek összhangjával történő meghatározásával pozitív hatású a társadalomra, csakúgy, mint a projekt elindítójának, a természetvédelmi értékek megőrzésére hivatott Nemzeti Park Igazgatóság szempontjai szerint.

9. Nyilvánosság, kommunikáció

A projekt közvetlenül csak néhány érdekcsoportot, céget érint, aki a Bédai Tájegység területén dolgozik. A térség lakosságát kell is és érdemes is tájékoztatni a projekt céljáról, a rájuk vonatkozó előnyeiről, és arról is, mik a kérések feléjük. Ha oda-vissza kapcsolat van a lakossággal, könnyebben válik közös céllá a rehabilitációval elért állapot fenntartása, és egyfajta önszabályozó hatása is lesz a lakossági kontrollon keresztül.

A tájékoztatás csatornáit a helyi média csatornáit elsősorban, de az országos média érdeklődésére is számot tarthat a projekt.

A turisztikai érdeklődés miatt az alábbi lehetőségek kínálkoznak:

- tanösvények létesítése, mely segít adott helyen tartani a turistákat, pihenőhellyel, tájékoztató táblák kihelyezése, akár csak QR-kóddal
- a népszerű geocaching segít megismerni a táj jellegzetességeit, kialakítja a résztvevőkben a felelős viselkedést, és adott helyen tartja a résztvevőket
- a meglévő stégeket az engedélyezett helyeken használhatják a horgászok, de a kirándulóknak is segíti a kellemes időtöltést
- leskunyhó építésével különleges élményt kaphatnak a kirándulók
- a DDNPI vezetett túrái méltán népszerűek
- akciónapok szervezésével nem csak az elvégzett munka, hanem a résztvevők elköteleződése és ismereteinek gazdagítása is megvalósul (szemétszedés, odúkészítés és kihelyezés és karbantartás, invazív irtás)
- a helyi rendezvényekbe történő bevonódás is segíti a lakosság, a kirándulók ismereteinek bővítését és az elköteleződésük fokozását
- webkamera kihelyezéssel és weboldalon való közvetítéssel különleges élményben lehet részük, ami segíti az érdeklődők ismereteinek bővítését és az elköteleződésük fokozását
- célszerű a meglévő intézmények, pl. a kölkedi Fehér Gólya Múzeum, iskolák, óvodák bevonása különböző programokba vetélkedőkbe, terei akciónapokba



A projekt a Duna Transznacionális Programból, az Európai Regionális Fejlesztési Alap támogatásával, az Európai Unió és a Magyar Állam társfinanszírozásával valósul meg.

A magyar partner részvétele a projektben a Magyar Állam társfinanszírozásával valósul meg.

HOLTÁGREHABILITÁCIÓS LEHETŐSÉGEK VIZSGÁLATA A BÉDA TERÜLETÉN

2. MUNKASZAKASZ



MEGBÍZÓ:

Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság



MEGBÍZOTT:

Inno-Water Kutató és Környezetvédelmi Szolgáltató Zrt.



BUDAPEST, 2020. ÁPRILIS

Tartalom

1	Bevezetés.....	6
1.1	Előzmények, a DTP2-007-2.3-D2C „Dare to Connect” projekt bemutatása	6
1.1	Feladatok	8
2	A projekttel összefüggésben gyűjtött információk.....	10
2.1	Megismert érdekelt szervezetek	10
2.1.1	Kölkedi Önkormányzat	10
2.1.2	Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság.....	10
2.1.3	Alsó-Duna-völgyi Vízügyi igazgatóság	10
2.1.4	Kölkedi Botond Horgászegyesület.....	11
2.1.5	Pest József Horgászegyesület.....	11
2.1.6	Horgász Egyesületek Baranya Megyei Szövetsége.....	11
2.1.7	Gemenc Zrt.....	11
2.1.8	Bóly Zrt.	12
2.2	Terület bemutatása.....	12
2.2.1	A tervezési terület elhelyezkedése	12
2.2.2	Domborzati, földtani és talajszerkezeti jellemzők	12
2.2.3	A területre jellemző éghajlat	13
2.2.4	Árvízvédelem és folyószabályozás a Dunán	14
2.2.5	Belvízvédelem.....	14
2.2.6	Vízhasználat és védett területek	16
2.2.7	Élővilág	19
2.2.8	A területen található főbb víztestek bemutatása.....	20
2.3	Szakirodalmi kutatással gyűjtött információk	33
2.3.1	A talajvízszint és a Duna közötti kapcsolat vizsgálata.....	33
2.3.2	Belvíz bevezetés hatása a holtágakra	36
2.4	Terepbejárás során gyűjtött információk.....	38
2.5	Az előzetesen szerzett információk projekt szempontú értékelése	39
2.6	Adatigényléssel gyűjtött információk.....	40
2.6.1	DDNPI-től kapott terepmodell, térképek	40
2.6.2	DDNPI által küldött működés leírása.....	40
2.6.3	VIZIG-től kapott adatok: belvíz elvezetés, vízállások, vízmércék	41
3	Helyszíni mederfelmérés bemutatása.....	42

3.1	Mérési eljárás, mérési eszközök	42
3.1.1	A szonáros mederfelmérés elméleti alapjai.....	42
3.1.2	Az NMEA 2000 protokoll.....	44
3.1.3	A mérés során használt eszköz.....	45
3.2	A mérés bemutatása.....	46
3.3	A mért adatok feldolgozása	48
4	Az egyes koncepciók vizsgálatának módszertana.....	52
4.1	A terület belvízelvezetésének vizsgálata modell segítségével.....	52
4.1.1	Modellező szoftver bemutatása.....	52
4.1.2	Modell felépítésének bemutatása	55
4.2	Elöntési vizsgálatok.....	58
4.3	A holtágrendszer vizsgálata komplex modell segítségével	63
4.3.1	Az alkalmazott szoftverek bemutatása.....	63
4.3.2	Meder modellek felépítésének bemutatása	64
4.4	A mederszivárgási viszonyok vizsgálata.....	65
5	Műszaki alternatívák az azonosított problémák megoldására.....	68
5.1	A koncepciók kidolgozásának általános szempontjai.....	68
5.2	1. koncepció.....	69
5.3	2. koncepció.....	73
5.4	3. koncepció.....	75
5.5	4. koncepció.....	79
5.6	5. koncepció.....	82
6	Költségbecslés.....	84
6.1	1. koncepció: vízpótlás szivornyával.....	84
6.1.1	Zárt vezeték kiépítése a Dunától az árvízvédelmi töltésen létesítendő szivornyához.....	84
6.1.2	Szivornya telepítése.....	84
6.1.3	Nyílt csatornameder a töltés és a Boki-Duna között	84
6.1.4	Töltés tövében az oldalirányú elfolyás megakadályozására gátak építése.....	85
6.1.5	Vízjogi engedélyeztetés, kiviteli tervezés	85
6.1.6	A koncepció egészére vonatkozó költség becslése	85
6.2	1. koncepció: vízpótlás szivattyúval.....	85
6.2.1	Zárt vezeték kiépítése a Dunától az árvízvédelmi töltésen létesítendő szivornyához.....	85

6.2.2	Szivattyú és osztóműtárgy telepítése.....	86
6.2.3	Akna	86
6.2.4	Nyílt csatornameder a töltés és a Boki-Duna között	86
6.2.5	Töltés tövében az oldalirányú elfolyás megakadályozására gátak építése.....	87
6.2.6	Vízjogi engedélyeztetés, kiviteli tervezés	87
6.2.7	A koncepció egészére vonatkozó költség becslése	87
6.3	2. koncepció: Digáncsi árok zárhatóvá tétele	87
6.3.1	Digáncsi árok profil kiigazítása.....	87
6.3.2	Digáncsi árok zárhatóvá tétele	88
6.3.3	A koncepció egészére vonatkozó költség becslése	88
6.4	3. koncepció: Belső-Béda vízellátásának javítása a szivornya átépítésével	88
6.4.1	Bontási munkák.....	88
6.4.2	Szivattyú átépítése.....	88
6.4.3	Akna átépítése	88
6.4.4	A koncepció egészére vonatkozó költség becslése	88
6.5	4. koncepció: holtágak kizárása a belvízelvezető rendszerből	88
6.5.1	Nyílt csatornameder a Vizslaki öblözet és a Gerecháti öblözet között.....	88
6.5.2	Nyílt csatornameder a Gerecháti öblözet és a Duna között.....	89
6.5.3	Zsilipes átereszek kialakítása	89
6.5.4	Szivattyús összeköttetés Büdös-árok és a Duna között.....	90
6.5.5	Vízjogi engedélyeztetés, kiviteli tervezés	90
6.5.6	A koncepció egészére vonatkozó költség becslése	90
6.6	5 koncepció: holtágak kizárása a Boki-Dunából rendszerből	90
6.6.1	Nyílt csatornameder a Gerecháti öblözet és a Duna között.....	90
6.6.2	Zsilipes átereszek kialakítása	91
6.6.3	Szivattyús összeköttetés Büdös-árok és a Duna között.....	91
6.6.4	Vízjogi engedélyeztetés, kiviteli tervezés	91
6.6.5	A koncepció egészére vonatkozó költség becslése	92
7	Összefoglalás.....	93
8	Irodalomjegyzék.....	95

1 BEVEZETÉS

1.1 Előzmények, a DTP2-007-2.3-D2C „Dare to Connect” projekt bemutatása

A Duna Európa második leghosszabb folyója. A főmedre (2850 fkm) napjainkban 10 országot szel át, a vízgyűjtő területe (817 ezer km²) pedig további 8 országot ölel fel. A dunai nemzetek közötti együttműködés több száz évre tekint vissza. Békeidőben nemzetközi egyezmények segítettek elő az itt élő népek jólétének a fejlődését. A XX. század végére ez a folyamat kiteljesedett, több dunamenti ország EU-csatlakozása (1995, 2004 és 2007) után lehetővé vált közösségi finanszírozású projektek megvalósítása.

A Duna-menti természetvédelmi területek szervezetei – korábban fennálló partnerségek alapján – 2007-től a Danubeparks nemzetközi hálózat (*Danube River Network of Protected Areas* = Duna-menti Védett Területek Hálózata) keretében együttműködnek a Duna-medence és közvetlen környezete élővilágának a védelme érdekében. Az együttműködés keretében több szakmai szervezettel együtt dolgozva javaslatot tettek az Európai Bizottságnak az EU Duna-régióra vonatkozó stratégiájára. Ezt a stratégiát az Európai Bizottság 2009-ben más makrorégiós és transznacionális együttműködésekkel – többek között a Balti-tengeri régiós, a Jón-Adriai régiós és az Alpesi térségi – stratégiákkal együtt indította. A Duna-régiós stratégiában a vízminőség és a kockázatsökkentés terén további környezetvédelmi célokat fogalmaztak meg, valamint infrastrukturális (összekapcsolási / mobilitási), jóléti és biztonsági célokat tűztek ki. A stratégia egyes projektjeit a 2020-ig terjedő költségvetési ciklusban az EU területén az Európai Regionális Fejlesztési Alap (ERDF), az EU-n kívüli, társult országokhoz tartozó területeken pedig az előcsatlakozási támogatási eszközök (IPA) segítségével társfinanszírozza a Bizottság. Ezek az alapok az európai kohéziót szolgáló „Interreg” programsorozat részét képezik. Ezekben belül a Duna-régiós stratégia végrehajtása az Interreg Dunai Nemzetközi Együttműködési program (Danube Transnational Program, Interreg DTP) keretében pályázatok útján történik. A program a fent felsorolt célok elérése érdekében az alábbi négy prioritást helyezi előtérbe a Duna-medence térségében [*interreg-danube.eu*]:

- innovatív és társadalmi felelősségvállalás,
- környezeti és kulturális tudatosság,
- környezetbarát mobilitás és energiaellátás,
- intézményi és társadalmi kapcsolatok javítása.

Ezekre összesen 54-féle alprogramot hozott létre a Bizottság a gazdaságfejlesztés, kutatás-fejlesztés, természetvédelem, árvízvédelem, klímavédelem, térségfejlesztés, multimodális és interoperábilis szállítmányozás és közlekedés, energetika, fenntarthatóság és munkaerő-fejlesztés területein [*Interreg DTP brochure*].

Ezek közül az „Európai Zöld Öv” (*European Green Belt*) az ökológiai folyosók összekapcsolását a Duna-medencében a „Duna-régió ökológiai csatlakozásának támogatása a Natura 2000-es területek összekapcsolása révén” („*Supporting Danube Region’s ecological connectivity by linking Natura 2000 areas along the Green Belt*”) DTP2-007-2.3-D2C

azonosító alatt támogatja a Bizottság [*Interreg DTP brochure*]. Az alprogram rövid neve „*DaRe to Connect (D2C)*”. A célként kialakuló Zöld Infrastruktúrát (*Green Infrastructure*) a bizottsági dokumentumokban EU-GI vagy a transzeurópai hálózatok (TEN) mintájára TEN-G néven említik [*interreg-danube.eu*]. Ennek a „Zöld Öv” hálózatnak a nemzetközi szintű összekapcsolása révén megvalósulhatnak a Duna-régióra vonatkozó stratégia kitűzött céljai, továbbá biztosított marad az ökológiai rendszerek és az ökoszisztéma-szolgáltatások fenntarthatósága.

A D2C projekt egy eszköze a Natura 2000-es területek között jelenleg működőképes ökológiai folyosók beazonosítása térinformatikai és távérzékelési (Sentinel műholdas) adatok segítségével. Ezek a projektpartnerekkel együttműködve makrorégiós és transznacionális léptékben is vizsgálhatók. A projekt megvalósulásához útmutatók és javaslatok készülnek ökológiai folyosók helyi és régiós szintű megtervezésére és létesítésére.

A D2C projekt keretein belül a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatósága (DDNPI) részt vesz a fent bemutatott nemzetközi együttműködésben, és Kölked Község Önkormányzatával együttműködésben megtervezeti a Béda holtágrendszerhez tartozó dunai holtágak jobb ökológiai állapotba hozását célzó vízügyi intézkedéseket. A lehetséges vízpótlási megoldások vizsgálatával a tervezés előkészítésével a DDNPI az Inno-Water Zrt.-t bízta meg.

A DDNPI bédai területi egységében megvalósítani tervezett komplex élőhely revitalizációs lehetőségek vizsgálata tárgyában az Igazgatóság egyeztető megbeszélést szervezett 2019.09.27-én a revitalizációban érintett érdekelt felek képviselőinek részvételével. A Mohácsi Történelmi Emlékhelyen tartott megbeszélésen a DDNPI képviselői ismertették a tervezett revitalizáció célját, hatásterületét. Tekintettel arra, hogy a területen sok területhasználó van, az Igazgatóság már az előkészítés során tisztázni kívánta a szerepeket, érdekeket, ötleteket, nehézségeket, amelyek felmerülnek az egyes érintetteknel. A megbeszélésen a meghívott érdekelteknek lehetőségük volt ismertetni álláspontjukat a tervezett revitalizációs projekttel kapcsolatban.

A megbeszélést követően egyeztetést folytattunk a DDNPI szakembereivel a jelenlegi munka pontosabb műszaki tartalmát és ütemezését illetően, melynek eredményeként 2019. októberére elkészítettük a vizsgálandó terület áttekintő tanulmányát. Ennek tartalmát az alábbi pontok foglalják össze:

- Elvégeztük a feladat szempontrendszer alapján releváns szakirodalom feltárását, rendszereztük és összefoglaltuk a szerzett információkat.
- Utánajártunk, hogy történt-e a közelmúltban lényeges beavatkozás, végeztek-e kiterjedt vizsgálati programot a tervezési területen.
- Felvettük a kapcsolatot azokkal a szakemberekkel, akik a területet és különösen a terület hidrológiai viszonyait ismerik. A tőlük kapott adatok alapján igyekeztünk rögzíteni a terület jelenlegi jellemző állapotát.
- Feltérképeztük a tervezési terület használattal összefüggő borítottságát, megkerestük a területen folyó gazdálkodó vagy kezelő tevékenység miatt érdekelt feleket.

- A Duna-Dráva Nemzeti Park szakembereivel egyeztetve helyszíni bejárásom igyekeztünk átfogó képet alkotni a vizsgálat tárgyát adó holtágrendszer működéséről, jelenlegi állapotáról.
- A rendelkezésre álló adatok, egyéb információk és saját tapasztalatok alapján megfogalmaztuk a jövőbeni koncepciók megalkotásánál figyelembe veendő szempontokat.
- Összegeztük a rendelkezésünkre álló adatokat, majd a lehetséges műszaki megoldások tervezési logikáját követve összegyűjtöttük, hogy milyen további információkra lesz szükségünk.

1.1 Feladatok

A mostani tanulmány fő célja a rendelkezésre álló adatok alapján műszaki megoldások koncepcióinak kidolgozása a Béda holtágrendszert érintő problémák megoldására. Ennek lényeges eleme az eddigiekben rendelkezésünkre álló adatok, ismeretek bővítése további adatigénylések, valamint a helyszínen végzett mérések segítségével. A koncepciótervek kidolgozásához szükség van a vízpótlási lehetőségek feltárására és bemutatására is. Ehhez a terület hidraulikai modellje is felépítésre kerül.

A projekt részeként feladatunk, hogy:

- Megvizsgáljuk, hogy a jelenlegi külső-bédai vízpótlás mellett lehetséges-e a mentett oldal – különösen a Boki-Duna – közvetlen dunai táplálása. Ennek során a vízigények és a hordalékviszonyok számításával együtt figyelembe veendők a gravitációs és a szivornyás vízpótlások lehetőségei. Vizsgálandó továbbá a Külső-Bédán megvalósítható vízviisszatartás lehetősége és hatásai a tervezési területen található vízrendszerekre.
- Megvizsgáljuk, hogy a jelenlegi vízelvezető rendszerek méretükben és szintjükben alkalmasak-e a Belső-Béda, a Boki-Duna és az Osztraváci-Duna vízellátásának javítására a gerecháti vízi élőhelyek rendszerében. Amennyiben szükséges, javaslatot teszünk a vízrendszer átalakítására, új műtárgyak és árkok kialakítására.
- Megvizsgáljuk, milyen lehetőség adódik a Belső-Béda holtág üzemvízszintjének emelésére, és hogy ez gyakorolna-e hatást a környező területek elöntésére.
- Megvizsgáljuk továbbá, hogy vízminőségi, főként tápanyagterhelési szempontból előnyösebb-e a Dunából történő vízpótlást növelni, mint belvízre alapozni a vízpótlást.

A fentiek alapján ebben a munkaszakaszban az alábbi feladatokat valósítottuk meg:

- Az előző munkaszakaszban elvégzett alapállapot felmérés alapján koncepciókat alkotunk a projekt céljai megvalósítására leginkább alkalmas megoldások elemzésével.
- A rendelkezésünkre álló adatokat további adatigénylések segítségével, valamint terepbejárásokkal és saját mérésekkel úgy egészítjük ki, hogy azok alapján megfelelő pontossággal tudjuk előre jelezni a jelenlegi vízrendszeren végrehajtott változások hatásait.
- A terület megismert hidrológiai viszonyai alapján arra alkalmas szoftverek segítségével felépítjük és alkalmazzuk a vizsgálati terület komplex modelljét annak érdekében, hogy a vizsgálati terület feltárt problémáira megoldást nyújtó, műszakilag megalapozott koncepciókat alkothassunk.

2 A PROJEKTTTEL ÖSSZEFÜGGÉSBEN GYŰJTÖTT INFORMÁCIÓK

A terület alapállapotát korábbi, 2019. októberben átadott jelentésünkben (*Inno-Water Zrt.: Holtágrehabilitációs lehetőségek vizsgálata a Béda területén – 1. munkaszakasz*) megvizsgáltuk és leírtuk. Ezt mostani jelentésünkben a projekt céljainak megvalósítására kidolgozott műszaki alternatívákhoz szükséges további információkkal egészítjük ki, melyeket különböző forrásokból szereztünk be. Az alábbiakban az így összegyűjtött és a tanulmány során valamilyen formában alkalmazott ismereteket foglaljuk össze.

2.1 Megismert érdekelt szervezetek

2.1.1 Kölkedi Önkormányzat

Kölked község Baranya megyében, Mohácstól délre 4-5 km-re, a horvát határ mellett fekszik. A Duna-Dráva Nemzeti Park egyik centruma. A Béda-holtágrendszer közigazgatásilag Kölked községhez tartozik. A falu mellett a Duna holtágaiból létrejött számos tó található. Az öt részre tagolt tórendszer összesen 20 km² területű.

2.1.2 Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság

A Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság közel 10 000 km² kiterjedésű működési területének nagy része Somogy és Baranya megyében terül el, kisebb területrészt Tolna megyébe esik. Az Igazgatóság kezelésében lévő vízfolyások hossza közel 3 290 km. A sűrű vízfolyáshálózat és a dombvidéki jelleg miatt a területre a tavak nagy száma (több mint 600 tó) jellemző. Az Igazgatóság főbb feladatai közé tartoznak a vagyongazdálkodási, szakigazgatási feladatok, kárelhárítási feladatok, vízrajzi feladatok, közfoglalkoztatás, valamint vállalkozás, projektmenedzselés.

A Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság felügylete alá tartozik a 05.02 számú Duna menti (Kölked-Bédai) belvízvédelmi szakasz, melyen az elmúlt évek során többször I. fokú belvízvédelmi készültséget volt szükséges elrendelni a Duna áradása okán. Ugyanakkor 2019 márciusában a Belső-Béda csatorna vízállása igen alacsony (170 cm) volt, így a Külső-Bédából történő a DDVIZIG vízpótlást valósított meg a vizsgált terület vízellátásának javítása céljából.

2.1.3 Alsó-Duna-völgyi Vízügyi igazgatóság

Az Igazgatóság Dunától keletre húzódó működési területe alföldi táj, a Duna-völgy, a Kiskunsági hátság és az Észak-Bácskai hátság tájegységek jelentős részeit foglalja magában. A terület mélyebben fekvő részein a káros belvizek elvezetése és a vízigények (elsősorban öntözés) kielégítése a legfontosabb feladat, amely alapvetően összehangolt vízkormányzással biztosítható. A hátság magasabb részein a terület szárazodása, a vízhiányból adódó növekvő problémák adnak megoldandó feladatokat.

Az Alsó-Duna-völgyi Vízügyi Igazgatóság jelenleg a társadalmi igényekhez igazodó vízgazdálkodást segíti, az állami tulajdonban lévő vízügyi területek kezelőjeként ár- és belvízvédelmi, vízminőségi kárelhárítási, vízrendezési, vízhasznosítási, folyógazdálkodási,

hajóút kitzúzési, -fenntartási, üzemelési és fejlesztési tevékenységet lát el. Az általunk vizsgált területen általuk végzett tevékenységről nincs tudomásunk.

2.1.4 Kölkedi Botond Horgászegyesület

Kölkednek sokáig nem volt önálló horgászegyesülete, a falu lakói a Mohácsi Egyesülethez tartoztak, majd 1958-ban megalakult a Kölkedi Botond Horgászegyesület 30-40 taggal. Munkájuk az engedélyek kiadása volt, valamint a kapcsolattartás a vízkezelőkkel, a halászokkal, a Mohácsi Horgászegyesülettel. Jelenleg 100 fős az egyesület.

A Kölkedi Horgászegyesületnél az állami horgászjegyen kívül a Duna folyó 1433-1465 fkm közötti szakaszára, annak mellékvizeire és a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság kezelésében lévő Belső-Béda I-II-III. vizekre váltható ki engedély. Az ide tartozó vizek: Duna, Külső-Béda, Belső-Béda, Kölkedi Duna.

2.1.5 Pest József Horgászegyesület

A Mohács város székhelyű egyesület eredeti nevén (Mohácsi Dolgozók Horgász Egyesülete) 1945-ben alakult, azonban jelen formájában 2010 óta működik. Az egyesület új névválasztása a korábbi egyesület elnökének emlékére történt. Taglétszáma 2019-ben elérte a 2500 főt. Az egyesület saját vízterülettel rendelkezik, ez az úgynevezett Szövetkezeti Béda. Az Országos MOHOSZ-tól kijelölés útján kapta meg a Belső-bédai vízszakaszt, az erdőfüi hídtól az árvízvédelmi töltésig 2030.12.31-ig.

2.1.6 Horgász Egyesületek Baranya Megyei Szövetsége

1964-ben alakult a megyehatárra épülő MOHOSZ Baranya Megyei Intéző Bizottság. A Barcsi Halászati Szövetkezet felszámolása után a Dráva és holtágai az Intéző Bizottság kezelésébe kerültek. A MOHOSZ Baranya Megyei Intéző Bizottsága 1993-ban Horgász Egyesületek Baranya Megyei Szövetsége néven társadalmi non-profit szervezetként önálló jogi személlyé vált. A Szövetség székhelye Pécsen van, működéséről az elnökségnek és a tagesegyesületek küldötteinek tartozik beszámolni, tevékenységének ellenőrzését a Felügyelő Bizottság végzi. A Szövetség alapvető feladata az egyesületek érdekképviselete és koordinálása, szaktanácsadás, valamint a kezelésében lévő horgászvizeken (Dráva folyó, Duna folyó, Pécsi tó, Kovácsszénájai tó) a szakszerű horgász célú halgazdálkodás megvalósítása.

2.1.7 Gemenc Zrt.

A Gemenci Erdő- és Vadgazdaság Zártkörűen Működő Részvénytársaság 1993. július 1-től 37 839 hektár állami tulajdonú erdőterületen és 55 700 hektár üzemi vadászterületen gazdálkodik. Az ártéri területek a Duna-Dráva Nemzeti Park dunai szakaszát alkotják (megközelítően 20 000 hektár).

A Gemenc Zrt. alapvető feladata, hogy a rábízott emberi-, természeti- és gazdasági értékekkel eredményesen gazdálkodva, folyamatosan megújuló képességekkel, korszerű erdőművelést, fakitermelést, fafeldolgozást és vadgazdálkodást végezzen a rendelkezésére álló szellemi- és anyagi erőforrások hatékony felhasználásával a tulajdonos – a Magyar Állam – célkitűzéseinek teljesítése érdekében és a természet szolgálatában.

A társaság kiemelt feladata a társadalmilag elvárt közcélú, közjóléti tevékenységek végzése, az ezzel kapcsolatos infrastruktúra fenntartása, üzemeltetése és fejlesztése. A társaság állami feladatként kiemelt árvízvédelmi feladatokat lát el az Alsó-Duna-völgyben, külső források rendelkezésre állásától függetlenül.

2.1.8 Bóly Zrt.

A Bólyi Mezőgazdasági Termelő és Kereskedelmi Zrt. a Bonafarm Csoporthoz tartozó agrárvállalkozás, amely Közép-Kelet-Európa egyik legnagyobb, vertikálisan integrált élelmiszerüzemi vállalatcsoportja. Tevékenysége a növénytermesztéstől a takarmánygyártáson és állattenyésztésen át az élelmiszer-feldolgozásig és a borászatig terjed.

2.2 Terület bemutatása

2.2.1 A tervezési terület elhelyezkedése

A tervezési terület több holtágat magába foglal a Duna-Dráva Nemzeti Park (DDNP) Béda-Karapanca tájegységén. Ez a terület a Drávaközhez tartozik, ami Horvátországban további holtágakat és gazdag élővilággal rendelkező erdőségeket foglal magában. A felszínt agyagos-iszapos üledékrétegek borítják, amelyek magukon viselik a Duna felszínformáló hatását. Az országhatármenti fekvés egy olyan szintű elzártságot nyújtott a területnek, ami segítette az egyedülálló élővilág fennmaradását.

2.2.2 Domborzati, földtani és talajszerkezeti jellemzők

A tervezési terület alapvetően alluviális síkság. Délről a Dráva hordalékából létrejött Pélmonostori-dombság (Bansko brdo), északról pedig a vegyes képződményekkel tagolt és a Mecsekkel összefüggésben levő Geresdi-dombság határolja. A Belső-Béda legnyugatibb pontjától kb. 10 km-rel nyugatabbra emelkedik ki a Villányi-hegység, ami azonban nem nőtt össze az előbbieken említett dombságokkal, így az ökológiai folyosók szempontjából nem befolyásolja lényegesen a Béda-Karapanca tájegységet. A szárazföldi társulások számára további fizikai akadályt jelent észak felé Mohács város területe, továbbá közúthálózati elemek (M6-os autópálya, 56-os és 57-es főutak). Ökológiai folyosóként így főként madarak, rovarok és a vízi élővilág számára a Duna főmedre tekinthető, ami kapcsolatot teremt a balparton – a Mohácsi-szigeten – található Karpancsával, valamint az északabbra elterülő Gemenci-erdővel és a Horvátországban elhelyezkedő Kopácsi-réttel (Kopački rit) [Faludi és Nebojszki, 2008].

A Béda-Karapanca tájegység jobbparti része a Mohácsi teraszos síkság nevű kistájhoz tartozik. A kistáj nyugati és keleti részei eltérnek egymástól. Míg nyugaton löszformákkal tagolt, ármentes síkság található, keleten artéri szintű tökéletes síkság fekszik dunai morotvákkal. A tervezési terület teljes egészében a keleti részre esik.

Az öntéstalajok áradások során alakultak ki, így az egyes áradás nyomai rétegzettség formájában fedezhetők fel. Ezek humusztartalma elmarad a többi réti talajtól. Váltakozóan, vízborítás után szárazra kerülve alkalmassá válnak növényborításra, majd ismételt elöntés és hordaléküledés következik. Ezért nem történik mélyreható humuszosodás, a

szervesanyag tartalma meglehetősen alacsony. A vízforgalom és ezzel a tápanyag-gazdálkodás függ a mechanikai összetételtől.

A területre jellemző szelvényfelépítéseket a **2.1. ábrán** mutatjuk be. Ezen az egyes talajképződési szintek a [FAO, 2006 cit. in Fülek, 2008] talajforrások világ-referenciaalapja (WRB) szerint kerültek megjelölésre [Solymosi, 2010]:

- A – magas szervesanyag tartalmú fedő réteg vagy közvetlenül szerves takaró (pl. avar) alatt található szint
- B – csökkenő humusztartalommal jellemezhető átmeneti szint, aminek az ásványianyag tartalmát meghatározza az alapkőzet, illetve itt halmozódnak fel az A- szintből kilúgozott sók.
- C – tömör talajképző összlet vagy mállott kőzet.
- D – ágyazati kemény kőzet.
- sz – szántás vagy más művelés
- k – karbonátfelhalmozódás
- l – kapilláriscsomós foltosodás (glejesedés)



2.1. ábra – Duna-menti síkság jellemző talajszelvény-felépítései a FAO-féle világreferencia-alap (WRB) szerint [Solymosi, 2010]

2.2.3 A területre jellemző éghajlat

A Gemenc a kontinentális éghajlat erdős sztyepp klímaövébe tartozik, szubmediterán jelleggel. Az évi napfénytartam 2050-2060 óra körül alakul, amely magasabb az országos átlagnál. Az évi átlaghőmérséklet 10,2-10,7 °C közt mozog, az átlagos csapadékmennyiség 610-650 mm. Telente sokévi átlagban 30 napig borítja hó a talajt, a hótakaró 20 cm-nél nagyon ritkán vastagabb (az utóbbi években azonban a havas napok átlagai alapján a 20 cm-t sem érte el). Az uralkodó szélirány az északnyugati, utána leggyakoribb a déli szél [NÉBIH, 2013].

Gemenci térség Magyarország egyik legmelegebb nyarú területe, ugyanakkor ebben a téréségben, Baján mérték a legnagyobb hideget is, így az abszolút hőingás maximumában országos rekorder 75,1 °C-kal (-34,1 °C és 41,0 °C 1942. január 24. és 2007. július 20). Továbbá a havi és a napi hőingások is itt a legnagyobbak. Így ebben a zónában jelentkeznek legnagyobb valószínűséggel a késő tavaszi és a kora őszi fagyok. Fontos megemlíteni azonban, hogy a

Duna-völgynek jellegzetes mezoklimája van. Ezt elsősorban a terület mély fekvésű, vizes élőhely jellege, az időszakos és állandó elöntések, valamint a sajátos növénytakaró hatásai eredményezik. Ez a szomszédos területekhez viszonyítva a magasabb páratartalomban, illetve a nagyobb víztömegeknek a közvetlen környezetük hőmérsékletét befolyásoló, temperáló hatásában mutatkozik meg [berek.hu].

2.2.4 Árvízvédelem és folyószabályozás a Dunán

A holtágakkal tarkított északi terület első árvízvédelmi töltéseit a Kalocsai Érsekség határán jelölték ki, így a hullámtér igen széles maradt, ahol Európa legnagyobb összefüggő hullámtere, a Gemenci-erdő maradhatott meg. A déli országhatár közelében és a Drávaközben a lefűződések mesterséges gyorsítása és az árvízvédelmi töltések kiépítése közel párhuzamosan történt, így szintén viszonylag széles árterületek alakultak ki. Bizonyos holtágakat azonban átvágtak a töltésekkel, bizonyosak pedig teljesen a mentett oldalra kerültek, így ezeknek teljesen megszűnt a kapcsolatuk a fokokkal, a talajvízszintsüllyedés következtében pedig megkezdődött a kiszáradásuk, feltöltődésük. A Nemzeti Park őrzi ezeken a területeken az ártéri jellegű erdőket és a vizes élőhelyeket [ddnp.hu].

A Mohácstól délre elterülő jobb parti ártér mentesítésére 1825 és 1835 között került sor. A töltésbe később a Belső-Béda keresztezéséhez és még két pontra zsilipeket építettek. A teljes fővédvonal megépült az 1870-es évekre. Az 1897-es árvíz után a töltéseket megmagasították és Mohács belterületén ekkor épült a töltés helyébe a több, mint egy km hosszú betonfal.

A XIX. sz. közepétől kezdve a folyószabályozás során végrehajtott kanyarulat-átvágásokkal megrövidített meder esése megnőtt, a szabályozási művek beépítésével szélessége korlátozottá vált, ennek következtében a medermélyülés megindult és ma is tart. 1901-ben ugyanahhoz a vízhozamhoz több mint egy méterrel magasabb vízállás tartozott, mint 1954-ben. 1954 óta is jelentősen csökken az azonos vízhozamokhoz tartozó vízállások értéke. A matematikai statisztikai elemzések eredményei egyértelműen mutatják a folyamatos vízszintsüllyedést.

A Duna-Dráva Nemzeti Park területén így a legnagyobb természetvédelmi probléma az árvízvédelmi szabályozásból fakad. 100 év alatt a Duna főmedre 1,5 m-t mélyült, aminek megfelelően az átlagos vízszintje is csökkent. A Duna medrének süllyedése nagymértékben hozzájárult ahhoz, hogy a mellékágak és a főmeder közötti kapcsolat csak egyre magasabb vízállásoknál, következésképpen egyre ritkábban válhat élővé, a hullámtér vízellátása az év jelentős részében nem biztosított.

A hullámtéren található holtágak és mellékágak feliszapolódása folyamatosan zajlik. Így a terület szárad, és a vízi élővilág területei szűkülnek [VITUKI, 2007].

2.2.5 Belvízvédelem

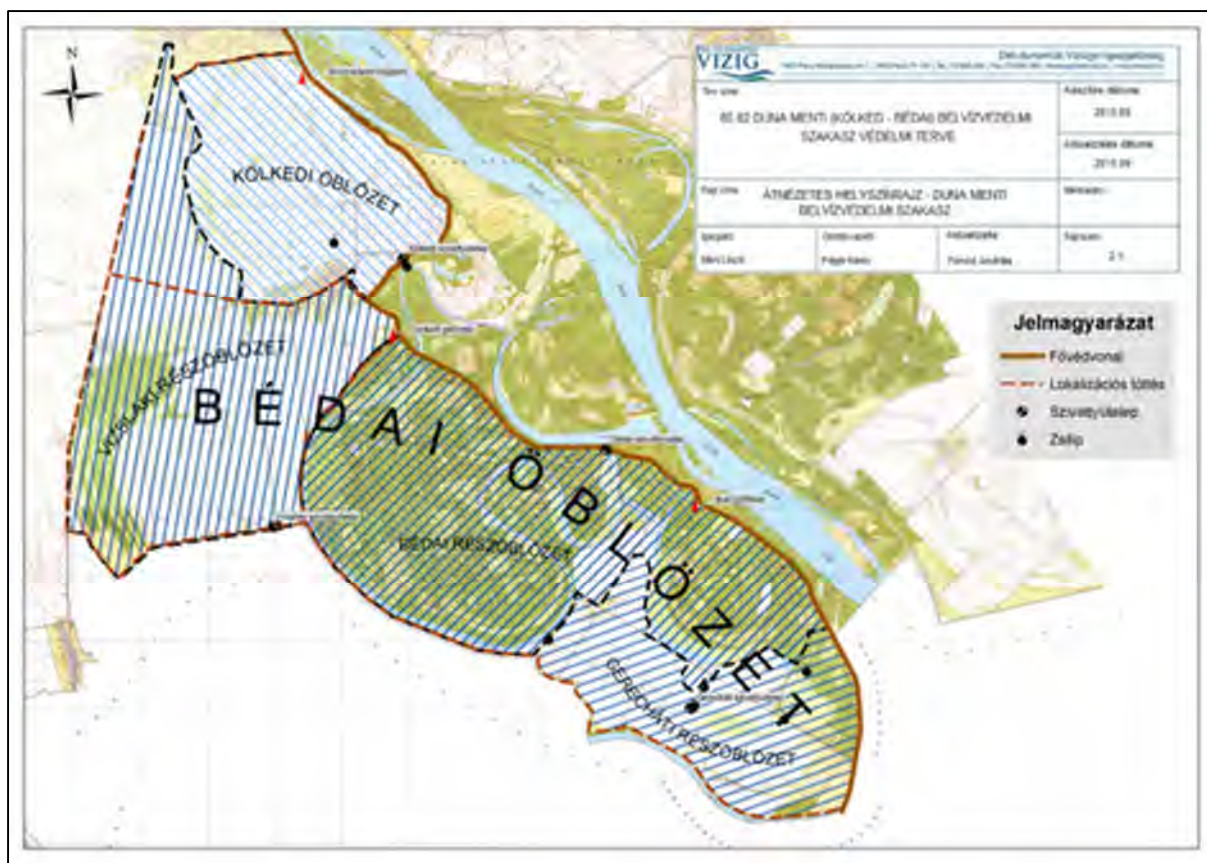
A tervezési terület része a DDVIZIG által üzemeltetett 05.02. sz. Kölked-bédai belvízvédelmi szakasznak [ddvizig.hu].

A belvízvédelmi rendszer részeként még 1906-ban Kölkednél szivattyútelep épült, melyhez 35 km belvízlevezető csatorna szállította a vizet. 1909-ben a belvízlevezető hálózat bővítésére új

terv készült, amit 1911-ig meg is valósítottak. 1916-ban a Bédai-Holt-Duna torkolatához megépítették a vizslaki szivattyútelepet, illetve szivattyútelep épült a Gerecháti főcsatornához. A bédai szivattyútelep 1942 után épült.

A Kölkedi öblözetet északon és nyugaton a Duna ártéri öblözetének természetes határa, délen a Bédai öblözettel közös vízvásztó, míg keleten a Duna árvízvédelmi töltése határolja. Az öblözet északi csücske Mohács város mélyebben fekvő és a Duna árterére eső részét is magában foglalja. Az öblözet nagy része mezőgazdaságilag művelt szántó és rétterület. Főbefogadó a Kölkedi-főcsatorna, amely gravitációsan és szivattyúsán is képes a belvizeket a Dunába vezetni (befogadói vízállástól függően).

A Bédai öblözet határai keleten a Duna árvízvédelmi töltése, északon a Kölkedi öblözettel közös vízvásztó, nyugaton a Duna ártéri öblözetének határa, délen pedig az országhatár, illetve a mellette húzódó terepmagaslat. Az öblözet nagy részét erdő borítja, de mezőgazdaság által művelt területek is találhatóak (többnyire szántó és rétterület). Ez utóbbi területen sűrű csatornahálózat biztosítja a belvizek levezetését. A terület fő befogadója a Belső-bédai holtág, amelynek gravitációs becsatlakozása nincs a befogadóba, a belvizek átemelését szivattyútelep biztosítja. Lehetőség van továbbá szivornyás üzemben a természetes állapotú Belső-bédai-holtág vízpótlására megfelelően magas Duna vízállás esetén. Két közbenső átemelő szivattyútelep is működik a területen: a Vizslaki- és a Gerecháti-szivattyútelep az öblözet nyugati részéről továbbítják a Belső-Béda felé a vizeket. Az erdőterület a Béda-Karapancsa tájvédelmi körzet része. A két öblözet együttes területe, mintegy 59 km² [ddvizig.hu].



2.2. ábra - Belvízvédelem a tervezési területen [ddvizig.hu]

2.2.6 Vízhatszárítás és védett területek

A hatályos Natura 2000 Kormányrendelet az európai közösségi jelentőségű természetvédelmi rendeltetésű területekről szóló 275/2004. (X. 8.) rendelet. A rendelet célja az európai közösségi jelentőségű természetvédelmi rendeltetésű területek hálózatába tartozó, a rendelet hatálya alá eső Natura 2000 területeken előforduló, közösségi jelentőségű, valamint kiemelt közösségi jelentőségű élőhelytípusok, illetőleg fajok megőrzéséhez szükséges előírások megállapítása. Ezen előírások térben kijelölt hatálya alkotja a Natura 2000 területeket, melyek összességében a Natura 2000 területek hálózatát alkotja.

A gemenci térség 1997-ben Ramsari Egyezmény védelme alá került, valamint a Natura 2000 ökológiai hálózat része is lett, így hivatalosan is kiemelt jelentőségű természetmegőrzési területté vált *hudd10003* terület kód alatt.

A Duna Dráva Nemzeti Park Béda tájegységének nagy része Natura 2000 terület. Natura 2000 területek közé tartozik a Külső-Béda övezet, a Kölkedi övezet, a Belső-Béda övezet, az Izsépi övezet magyarországi része, a Boki övezet, valamint a Vizslaki övezet. A Vizslaki és Belső-Béda övezet közötti terület és a Bok-Gerechádi övezet nem tartoznak a Natura 2000 területek közé. A Béda tájegységtől északra a Duna mentén, valamint a Duna keleti oldalán található területek is nagyrészt Natura 2000 területek, de ezek nem tartoznak az általunk vizsgált területek közé.

A Béda-Karapanca tájegység tájvédelmi körzetként 1989 óta védett. Ennek a teljes területe akkor 6797,3 ha, ebből fokozottan védett 1092,4 ha volt. A Duna jobb partján ezek Kőlked és Mohács külterületeire estek [Uherkovich, 1992].

A helyszín jelenleg is ártéri és mentett területekre osztható. Különböző típusú erdők borítják: az alsóbb területeket lágyfás ligeterdők, a magasabban fekvő, szárazabb talajjal rendelkező területeket keményfás ligeterdők. Az árterületen számos holtág, vízi és vizes élőhelyek találhatóak. Az ezeket övező erdőkben gémfélék (*Ardeidae*), valamint több védett és fokozottan védett madár fészkel (pl. kócsagok, gólyák). A dunai mellékágak récefélék (*Anatidae*) és súlyosan veszélyeztetett kategóriába tartozó bukó (*Mergus*) fajok számára is ideális telelő helyek.

A nemzeti parki védettségű területen több fokozottan védett ragadozó madárfaj (vágómadárfélék) költőhelye található, pl.: a rétisasé (*Haliaeetus albicilla*) és a barnakányáié (*Milvus migrans*). A Gemenci-erdő és a Béda-Karapanca tájegység különlegessége a feketególya (*Ciconia nigra*) nyári megjelenése. Kiemelt fontosságú cél a fokozottan védett kiskócsag (*Egretta garzetta*), fehérgólya (*Ciconia ciconia*) és a cigányréce (*Aythya nyroca*) természetvédelmi helyzetének a helyreállítása. További természetvédelmi célok a védett nagy kócsag (*Egretta alba*), bakcsó (*Nycticorax nycticorax*), partifecske (*Riparia riparia*), középfakopács (*Dendrocopus medius*), balkáni fakopács (*Dendrocopus syriacus*) és feketeharkály (*Dryocopus martius*) élőhelyeinek a megőrzése.

Mivel ezek a fajok érzékeny ökológiai rendszerként működő erdőtársulásokban képesek költeni, a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatósága a védett terület körül olyan pufferzónát jelölt ki, ami az EU-csatlakozásunkkor az eddigi védett területekkel együtt összesen 8722,01 ha-on részévé vált a Natura 2000-hálózatnak. A megfelelő életfeltételek biztosításának eszközei a Duna-menti területeken [natura2000.eea.europa.eu]:

2009 és 2012 között több Duna-medencei védett terület részvételével monitoringrendszer készült élőhelyekről, mederállapotokról, zászlóshajóknak tekinthető fajokról és természet-turizmusról. Ennek keretében a védett területek vezetőségei összehangolták a koncepcióikat, és kezdeti, közös stratégiai célokat valósítottak meg. Ezek során a résztvevők a meglévő együttműködések alapján létrehozták a DANUBEPARKS (Duna-folyami Védett Területek) hálózatot, amivel az EU délkelet-európai (SEE) területi kooperációs (ETC) alapjának a „zászlóshajós projektjeként” a Duna-régiós Stratégiát. A résztvevők elhelyezkedését a **2.3. ábrán** mutatjuk be [www.danubeparks.org, 2012].

A Duna-Dráva Nemzeti Parkhoz tartozó tervezési terület közvetlenül határos a horvátországi Kopácsi Rét Természeti Park (Park prirode Kopački rit) és a szerbiai Felső-Dunamelléki Természetvédelmi Rezervátum (Specijalni rezervat prirode Gornje Podunavlje / Специјални резерват природе Горње Подунавље).



2.3. ábra – DANUBEPARKS résztvevői [WWF, 2013]

A vízhasználattal kapcsolatban fontos megemlíteni a horgászati célú használatot. A halgazdálkodási hasznosítású vizek víztérkóddal rendelkeznek, melyek a megyekódból, halgazdálkodási vízterület kódból és a halgazdálkodási vízterület rendeltetésének jelöléséből áll. A tervezési területen a Magyar Országos Horgász Szövetség az alábbi, a **2.1. táblázatban** bemutatott víztereket különbözteti meg.

Megyekód	Halgazdálkodási vízterület kód	Halgazdálkodási vízterület rendeltetése
Baranya	02-010-1-1	Duna folyam 1433,5-1455,7 fkm-ig Baranya M.
Baranya	02-011-1-1	Külső-Bédai Holtág
Baranya	02-012-1-1	Izsépi Duna
Baranya	02-013-1-1	Kölkedi Holt Duna
Baranya	02-015-1-1	Boki-Duna
Baranya	02-016-1-1	Belső-Bédai Holtág (Erdőfüi Hídtól az Árvédelmi Töltésig – IV v. Szövetkezeti Béda)
Baranya	02-017-1-1	Belső-Bédai Holtág (Kölkedi töltéstől az Erdőfüi hídig – I-II-III Béda)

2.1. táblázat – A tervezési terület halgazdálkodási részterületei

A Horgász Egyesületek Baranya Megyei Szövetsége illetékességi területe a Duna folyó 1433-1465 fkm közötti szakaszára és annak mellékvízeire vizekre terjed ki. Az ide tartozó vizek: Duna, Külső-Béda, Kölkedi-Duna. A Belső-Béda I-II-III. halgazdasági hasznosítója a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság. A IV. vagy Szövetkezeti-Béda hasznosítója a Pest József Horgászegyesület.

A területen működik még a Kölkedi Botond Horgászegyesület és a Mohácsi Dolgozók Horgász Egyesülete.

2.2.7 Élővilág

A területen számos védett és fokozottan védett faj él. Ezekből szárazföldi állatfajok: vadmacska, eurázsiai hód és európai vidra; növényfajok pedig a mocsári nőszirm, a nyári tőzike, az erdei szőlő és a fekete galagonya. A területen összesen 64 db fészkelőhely köthető védett és fokozottan védett marakhoz: feketególya, rétisas, barnakánya és holló.

Jelenleg a hullámtér viszonylag szűk. A zátonyait alkotó homokos-sóderos talajokon csigolyafűzből (*Salix pupurea*), a lassabb folyású részeket szegélyező iszapos-agyagos talajokon mandulalevelű fűzből (*Salix triandra*), a magasabban fekvő területeket főként fehér fűzből (*Salix alba*) és fekete nyárból (*Populus nigra*) álló ligetek jellemzők. Néhány magasabban fekvő ártéri területen alakultak ki az Alsó-Duna-völgy legértékesebb társulásai: gyertyános-tölgyesek, fehér nyár és tölgy-kőris-szil ligetek [Faludi és Nebojszki, 2009].

Az ártéri erdő középmagasan fekvő területein jellemző állandó cserjeszint veresgyűrűjú sommal (*Comus sanguinea*). Itt a gypeszint jellemző virágos növényei a nyári tőzike (*Leucoium aestivum*) és a fürtös gyűrűvirág (*Carpesium abrotanoides*). A magasban fekvő területek cserjeszintjében megtalálható az egybibés galagonya (*Crataegus monogyna*), kányabangita (*Viburnum opulum*) és a tájegység védett ritkaságaiként a fekete galagonya (*Crataegus nigra*) és a Degen-galagonya (*Crataegus degenii*). A gypszintre jellemző a dunai csillagvirág (*Scilla vindobonensis*), a bíboros kosbor (*Orchis purpurea*) és a kockásliliom (*Fritillaria melegris*) [Faludi és Nebojszki, 2009].

A Béda-Karapancsi tájegység holtágai mentén hasonló flórát találhatunk, mint északabbra a Gemenci-erdőben, de élnek itt olyan szubmediterrán fajok is, amelyek a Dráva-torkolat térségére jellemzők. Ilyenekre példa a jerikói lonc (*Lonicera caprifolium*), a rozsdás gyűszűvirág (*Digitalis ferruginea*) és a magas csukóka (*Scutellaria altissima*) [Kevey, 2002 cit. in Faludi és Nebojszki, 2009].

Az erdőszerkezet a mentett területek kialakulásával nyerte el a mai alakját. A Duna medermélyülése és ennek során a jellemző vízszintek csökkenése következtében a vízigenyesebb növények a partélhez egyre közelebb figyelhetők meg.

2.2.8 A területen található főbb víztestek bemutatása

Az alábbiakban bemutatjuk a vizsgálati területen a projekt célkitűzései szempontjából releváns víztesteket. A bemutatás során elsősorban a műszaki alternatívák koncepcióinak kidolgozásához összegyűjtött ismereteket összegezzük.

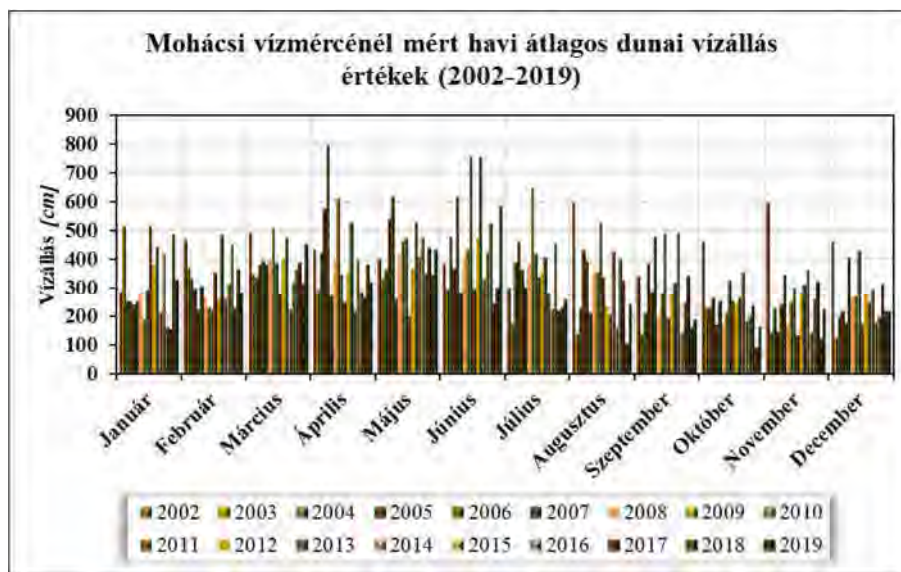
2.2.8.1 Duna

A Béda-Karapanca tájegység által érintett Duna-szakasz 1465-1434 fkm között húzódik (2.4. ábra). A tájegység a Duna parti ármentesített területen található, így a térség hidrológiai viszonyait alapvetően a Duna határozza meg.



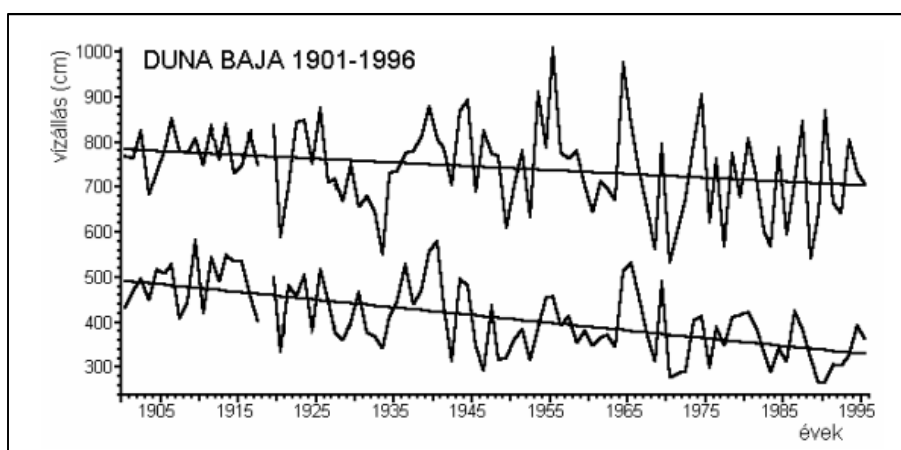
2.4. ábra - Béda-Karapanca tájegység által érintett Duna-szakasz [protectedplanet.net/]

A Duna vízjárására jellemző, hogy nem követ szabályos éves menetet, árvizek és kisvízi időszakok bármikor előfordulhatnak. Vízjárására főként nagy éves ingadozás jellemző, általánosságban megállapítható, hogy a Duna őszi és téli vízhozamai lényegesen kisebbek, mint a tavaszi és nyári hozamok (2.5. ábra).



2.5. ábra – Mohácsi vízmércénél mért havi átlagos vízállás adatok (2002-2019) [hydroinfo.hu]

A folyószabályozási és árvízvédelmi munkálatok komoly hatással voltak a Duna vízjárására. A folyószabályozás következtében a folyó hossza jelentősen lerövidült, az árvízi meder nagymértékben összeszűkült. Mindez a vízsebességek megnövekedéséhez vezetett, ami a folyómeder beágyazódását vonta maga után. A beágyazódás következtében a Duna éves közepes és maximális vízállásai Bajánál 1,6 és 0,8 méterrel lesüllyedtek az elmúlt száz évben [vituki.hu].



2.6. ábra - A Duna bajai éves közepes és maximális vízállásainak lineáris trendjei [vituki.hu/]

Az éves minimális és maximális vízhozamok sokéves átlaga 1170 és 5000 m³/s. Szélsőséesebb kis és nagyvizek valamivel nagyobb intervallumot adnak: a 10%-os meg-nem-haladási valószínűségű éves minimális vízhozam 840 m³/s, míg a 10%-os meghaladási valószínűségű éves maximális vízhozam 6500 m³/s. Az eddig észlelt legkisebb és legnagyobb vízhozamok 234 és 7790 m³/s voltak [vituki.hu/].

A folyam szabályozás következtében a Duna hossza a Baja alatti szakaszon rövidült, esése növekedett. A középvízi meder szélessége 400-600 m, a kisvízi mederé 300-400 m, a mederesés 5-6 cm/km. Az árvízi meder szélessége Dunaszekcsőnél mindössze 450 m, ugyanakkor a Béda- Karapanca és a Gemenci Tájegységek területén eléri a 3-5 kilométert. A meder hínár- és mocsárinövényzet mentes, az üledék vastagsága 60-80 cm [Mátrai, 2013].

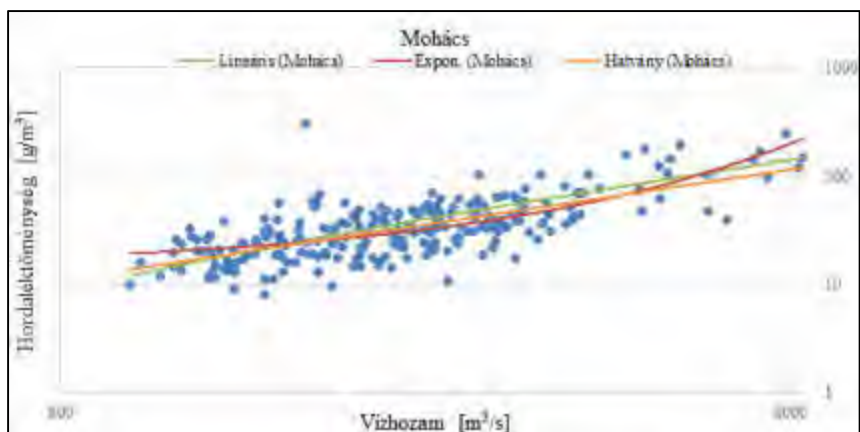
A Duna morfológiájának alakulásában a hordalékszállítás jelentős szerepet tölt be. A Dunán a lebegtetett hordalék átlagos mennyisége, részben a mellékfolyók hatására, erősen ingadozik (2.7. ábra). A Duna a hegyekből, az Alpokból sok hordalékkal érkezik hazánk területére. A Kisalföldre érve folyása lelassul, s a lerakott hordalékból már több százezer éve építi a Szigetközt és a Csallóközt. A Kisalföldet elhagyva a Dunakanyarban a medre összeszűkül, és a Visegrádi-hegység és a Börzsöny közötti szakaszt a szűk, mély völgyben, a Visegrádi-szorosban töri át. A Duna az alföldre érve veszít eséséből és energiájából s a lerakott hordalékokból építette ki szigeteit (pl. Mohácsi-sziget).

Látható tehát, hogy hazánkban a Duna a hordalék- és esésviszonyok miatt döntő többségükben középszakasz-jellegű. A középszakaszra többféle mederformáció jellemző: a nagyobb esés, vízsebesség, durvább hordalék esetén „fonatos” meder alakul ki, majd a hordalék aprózódásával, a sebesség lassulásával szigetképződésre hajlamos, enyhén kanyargó mederformáció lesz jellemző a vízfolyásra, amelyet kanyarulatokat és ellenkanyarulatokat leíró, „meanderező” mederformáció követ. Ez a mederformáció különösen a Duna Dunaföldvár alatti szakaszára jellemző.



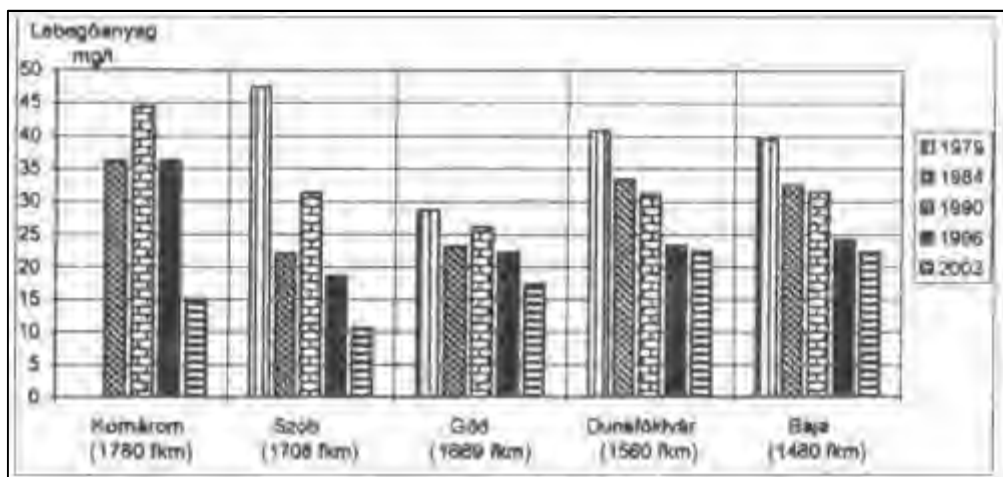
2.7. ábra - A mederanyag hossz-menti változása a Duna magyarországi szakaszán [Abonyi, 2016]

A Duna hullámterei vízfolyásától, az elöntési gyakoriságtól, szinttől és tartósságtól függően esetenként jelentős mennyiségű lebegtetett és görgetett hordalék jut, mely a lokális áramlási viszonyoktól és az apadás ütemétől is befolyásolt módon rakódik le a hullámtéren, vagy jut vissza a főmederbe. A nagy mennyiségű lebegtetett hordalékokat szállító árhullámok a hullámtéri lassabb lefolyás miatt annak feliszapolódásához vezetnek. Általánosságban elmondható, hogy a lebegőanyag magasabb vízállásnál nagyobb, alacsonyabb vízállásnál kisebb koncentrációban van jelen a Duna vizében (2.8. ábra) [Dvihally, 1962 cit. in Tóth, 2015].



2.8. ábra – Lebegtetett hordalék és a vízhozam összefüggése Mohács mintavételi ponton [Szombati, 2016]

Az utóbbi évtizedekben a Duna magyarországi szakaszán megfigyelhető a lebegőanyag folyamatos csökkenése, a Duna lebegőanyag-koncentrációja az elmúlt 30 évben szelvényenként 43-77%-kal csökkent [Mátrai, 2013]. Ugyanakkor a torkolathoz évi átlagosan még így is 80 millió tonna/év lebegtetett hordalék érkezik [Tamás, 1999].

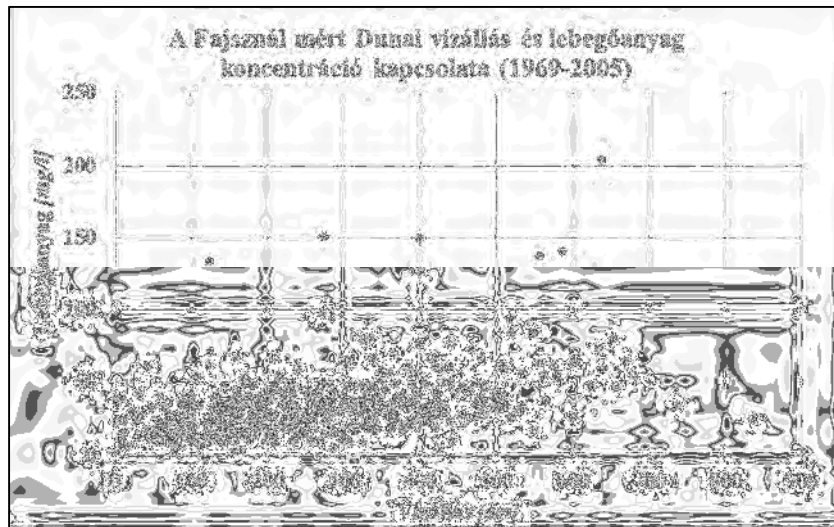


2.9. ábra – A lebegőanyag-koncentráció éves átlagértékeinek alakulása 1979-2003 között Duna öt különböző szakaszán [Tóth et al. 2005]

Az *Inno Water Kft.* 2013-ban a Duna lebegőanyag tartalmának hosszú távú vízminőségi változási trendjeinek elemzését végezte el a fajszi törzshálózati mintavételi ponton mért vízminőségi értékek (1969-2005) alapján. Az értékek lehetőséget biztosítottak, hogy a Duna Magyarországi szakaszára vonatkozó általános következtetéseket vonjunk le a lebegőanyag koncentrációk előfordulási valószínűségéről, a lebegőanyag és a vízállás közötti kapcsolattól, valamint a lebegőanyag koncentráció időszakos változásainak összefüggéseiről [Inno Water Kft., 2013].

Az egyes vízminőségi paraméterek elemzése alapján megállapítható, hogy a Dunában mért lebegőanyag koncentrációk és a dunai vízállás között egyértelmű kapcsolatot állt fent, amely

alján a Duna lebegőanyag koncentrációja a vízállással emelkedik. Az összefüggést a **2.10. ábra** mutatja be [Inno Water Kft., 2013].



2.10. ábra – A Dunában mért lebegőanyag és az adott időszakban mért vízállások kapcsolata [Inno Water Kft., 2013]

Az elemzések alapján a Duna lebegőanyag koncentrációjának alakulásában megfigyelhető egy bizonyos szeszonalitás, miszerint a téli, kisvízes időszakokban a Duna lebegőanyag koncentrációja jellemzően alacsony (**2.11-2.12. ábrák**). Az eredmények hosszú távon - egy-két kiugró értéket leszámítva - nem mutattak jelentős változást, vagyis a jellemző ciklikus változásoktól eltekintve nem figyelhetőek meg hosszú távú trendek. Ez alapján a Duna jellemző lebegőanyag koncentráció értékei várhatóan a jövőben sem mutatnak majd jelentős változásokat [Inno Water Kft., 2013].

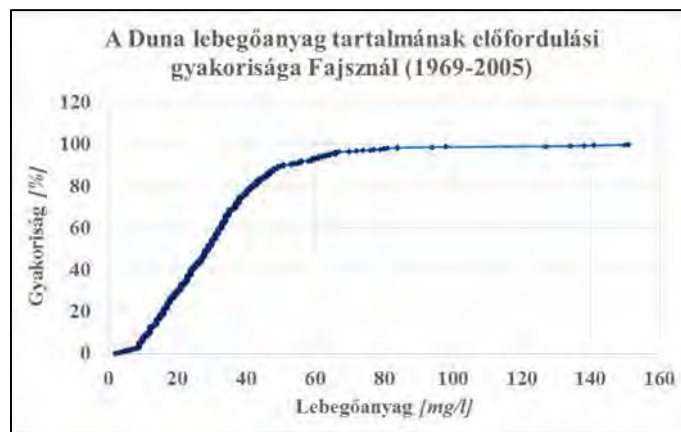


2.11. ábra – A Duna lebegőanyag koncentrációjának alakulása (1969-1984) [Inno Water Kft., 2013]



2.12. ábra – A Duna lebegőanyag koncentrációjának alakulása (1985-2005)
[Inno Water Kft., 2013]

Fenti korábbi elemzéseink során több éves adatsorokat felhasználva megvizsgáltuk a Dunában mért lebegőanyag koncentrációk előfordulási valószínűségét. Az egyes lebegőanyag koncentrációk előfordulási valószínűségét a **2.13. ábra** szemlélteti. Az ábra alapján látható, hogy a vizsgált napok (több éves adatsor) 80%-ában fordult elő 40 mg/l vagy annál alacsonyabb érték [Inno Water Kft., 2013].



2.13. ábra – A Dunában mért lebegőanyag koncentrációk előfordulási gyakorisága Fajsz térségében [Inno Water Kft., 2013]

2.2.8.2 Gabriella-belsőág

A Gabriella-belsőág (másnéven Digáncsi-Duna) 1438 fkm-nél fűződik le a Dunáról. Itt található a Külső-Béda bejárat, ahonnan egy alig két méter széles csatornán áramlik a víz a Külső-Béda holtág rendszerbe. A belsőág lefűződésénél továbbá egy 1 km hosszú kőszórás található, amely a Gabriella-szigethez (HU047) kapcsolódik. A Gabriella-belsőág ~1 km hosszan húzódik a Gabriella-sziget mentén, majd a 1436 fkm-nél ömlik vissza a Duna főmedrébe (**2.14. ábra**).



2.14. ábra – A Gabriella-belsőág elhelyezkedése

A Gabriella-sziget jellegzetes alakját a sziget északi részén húzódó egy kilométer hosszú kőszórás adja. Ez a hosszú kőszórás zárja le a levágott Béda holtágat, majd a kőszórás folytatódik rövid távon a sziget külső és belső oldalán, megvédve a sziget északi részét az áramlás okozta eróziótól. A keleti partoldal igen meredek és süppedős iszapos, helyenként alámosott, miközben a sziget déli csúcsán kiüledik a finomszemcsés hordalék.



2.1. kép – Kőszórással megerősített Gabriella-sziget [dunaiszigetek.blogspot.com]

A Gabriella-sziget és mellékág természetvédelmi szempontból védendő terület, mivel a sziget homokos részein megtalálható a csigolyafűz (*Salix purpurea*), a kisebb vízsebességű részek iszapos-agyagos talaján a mandulalevelű fűz (*Salix triandra*), a kissé magasabb részeken a fehér fűz (*Salix alba*) és fekete nyár (*Populus nigra*) ligetek a jellemzők [termesztvilaga.hu].



2.2. kép – Digáncsi-Duna (Gabriella-belsőág) átvágott párhuzamműve a Duna főmedre felé a Külső-Béda-fok torkolatánál [dunaiszigetek.blogspot.hu]

A Duna és Gabriella-belsőág összefolyásánál összetett áramlási- és hordalékvándorlási folyamatok alakulnak ki, melyek hatására a találkozó folyómedrek morfológiai viszonyai lokálisan megváltoznak. A mellékág intenzív kapcsolatban áll a főmederrel, de benne a vízmozgás (a nagyobb hossz miatt) lényegesen alacsonyabb, mint a főmederben, ezért a hordalék (különösen a bevezető szakaszon) folyamatosan lerakódik. Magasabb vízállás esetén (pl. árvíz) a beérkező víz átrohan a mellékág felett, amelynek feliszapolódása ezáltal fokozódik. A főmederrel való intenzív kapcsolat így rosszabb lesz, de nem szűnik meg, mert a mellékágot időről időre leürítő vízáramlás fenntartja a medret.

2.2.8.3 Külső-Béda

Ez a holtág Kölked községtől DK-i irányban a Duna jobb partján, de annak az ártéri területén húzódik. A Duna 1435+836 fkm szelvényében kiágazó jobbparti mellékág, a Gabriella-sziget felső végének párhuzamművel történő lezárása eredményeként keletkezett. Alsó végén mintegy 145 méter hosszon fok jellegű mederszakasszal kapcsolódik a Gabriella-sziget mögötti mellékághoz, átfolyási küszöbe 80,30 mBf szintű. Medre félkörív alakú, mintegy 3700 m hosszúságú. A holtág kapcsolatát a Duna főmedrével az 1437+530 fkm-ben betorkolló fok biztosítja. Felső szakaszán elkeskenyedek, szélessége 70-180 m között változik. Mélysége a fokmedertől felfelé fokozatosan csökkenő.

Az alábbi **2.15. ábrán** látható a holtág helyszínrajza.

Főbb adatai:

- Hosszúság: 7,1 km
- Átlagos szélesség: 100 m
- Terület: 71 ha
- Átlagos vízmélység: 2,5 m
- Átlagos víztérfogat: 1,8 millió m³
- Vagyonkezelő: Dél-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság
- Vízügyi kezelő: Dél-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság
- Halgazdálkodás: Horgász Egyesületek Baranya megyei Szövetsége



2.15. ábra – A Külső-Béda, a Kölkedi-Duna és a Belső-Béda holtágak helyszínrajza
[Pálfai et al., 2001]

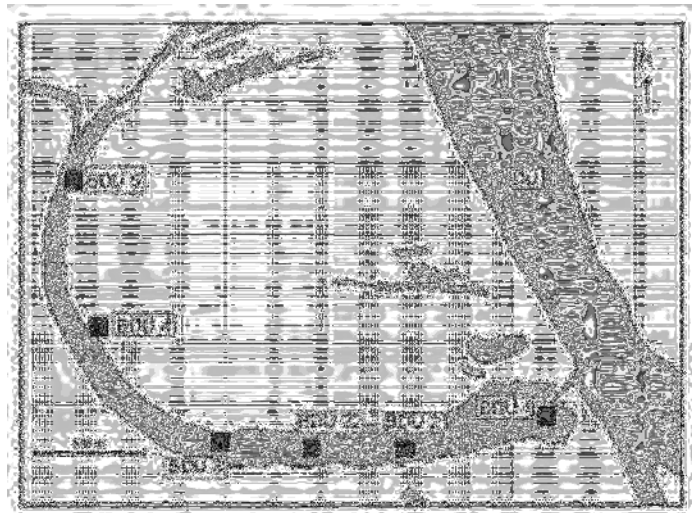
Nagyvíz idején a Duna vize közvetlenül biztosít frissvíz-utánpótlást, ugyanakkor a Külső-Béda kapcsolata a Dunával az elmúlt néhány évtized során folyamatosan csökkent a folyó medrének mélyülése miatt.

A Külső-Béda vízminőségét nem ellenőrzik rendszeresen. Medrének a feliszapolódottsága jelentős, növényzettel való benőtsége közepes. Hasznosítása: horgászat. Természetvédelmi szerepe igen jelentős [Pálfai et al., 2001].

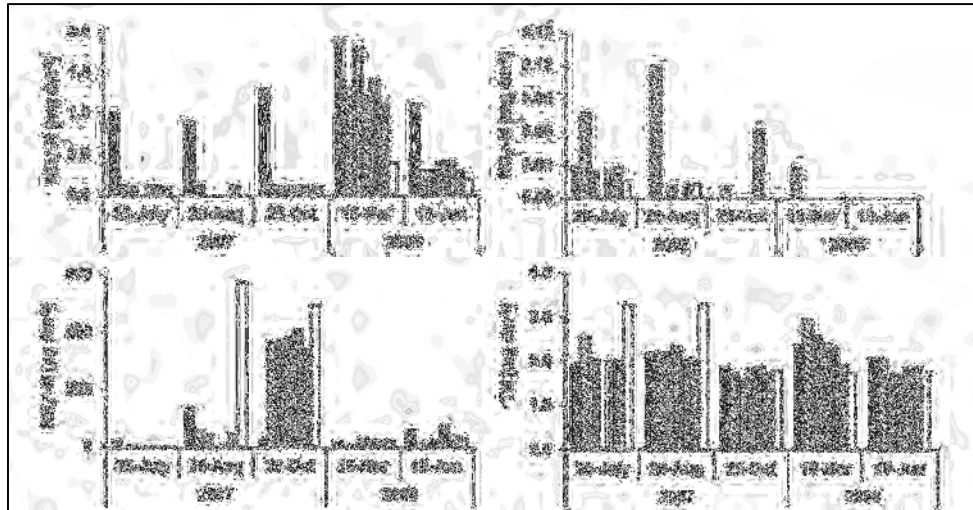


2.3. kép – Külső-Béda befagyva [Pálfai et al., 2001]

Egy korábbi tanulmány vizsgálta a holtágakban található növényi tápanyag típusú szennyezettséget. Ennek mintavételi helyeit az **2.16. ábrán**, eredményeit pedig az **2.17-2.18** ábrákon mutatjuk be [Ágoston-Szabó et al., 2013].



2.16. ábra - Mintavételi pontok [Ágoston-Szabó et al., 2013]



2.17. ábra – A holtágon végzett mérések eredményei (nitrogénformák)
[Ágoston-Szabó et al., 2013]



2.18. ábra – A holtágon végzett mérések eredményei (foszforformák)
[Ágoston-Szabó et al., 2013]

2.2.8.4 Belső-Béda

Ez a holtág szintén a Duna jobb partján, az árvízvédelmi töltés védett oldalán található. Létrejöttének a pontos ideje nem ismert. A XVIII. században a Külső-Bédával együtt egy közös főmeder húzódott át a területén, a ma ismert Belső-Béda mellékágként a folyamszabályozás során jött létre. A XX. század elején épült árvízvédelmi töltés az alsó torkolatánál választotta el a Külső-Bédától, a felső szakaszt azonban elvágta. Így a Belső-Béda eredeti, felső 1,5 km-es szakasza az ártérre került, ezt Kölkedi-Dunának nevezzük.

A mentett oldalra került Belső-Béda holtág főbb adatai:

- Hosszúság: 15 km
- Átlagos szélesség: 50 m
- Terület: 75 ha
- Átlagos vízmélység: 2 m
- Átlagos víztérfogat: 1,5 millió m³
- Saját vízgyűjtője: 42 km²
- Vagyonkezelő: Dél-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság
- Vízügyi kezelő: Dél-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság
- Halgazdálkodás: Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság
- Halgazdálkodás a Szövetkezeti Bédán: Pest József Horgászegyesület

A Belső-Béda vízgyűjtő területe 42 km², melynek lefolyását kisebb patakok és a felszín alatti beszivárgás együttesen biztosítják. A friss vízellátás történhet a Külső-Bédából természetes úton, valamint átszivattyúzással. Ürítése szivornyázással a Külső-Béda irányába lehetséges. A területen egy vízmérce található, aminek segítségével rögzítik a területen a vízszint változását (2.4. kép). A területen nem található telepített vízminőségi monitoring rendszer. A folyó medre erősen hordalékos és magas a makrofiták sűrűsége a meder teljes területén. Ez a terület rendkívül változatos természeti értékekkel rendelkezik. A Belső-Béda (Kölkedi-Duna) néven szerepel Magyarország fokozottan védett holtágainak listáján. Az időszakosan leromló vízminőség miatt időnként elfogy a vízben az oldott oxigén, ami jelentős halpusztulást eredményez az adott területen, ugyanakkor a vízminőségét nem vizsgálják rendszeresen.

Medre erősen feliszapolódott, növényzettel való benőtttsége közepes mértékű, ebből a szempontból elsősorban a nád, gyékény, illetve a víz körüli ártéri erdő jellemzi. Tájformáló és természetvédelmi szerepe jelentős. Az elsődleges vízhasználati engedély szerint a terület belvíztározóként és horgászterületként szerepel [Pálfai et al., 2001].



2.4. kép – Vízmérce a Belső-Bédán [DDNPI, 2019]

A Belső-Béda a Duna holtága és a mentett zónában helyezkedik el. Felszíni feltöltődése természetes folyamat. A terület kívül esik a Duna árvízi eseményeinek hatásterületén.

A Belső-Béda olyan funkcionális lefűződött folyószakasz, amely nem a hullámtéren helyezkedik el. A különbség jól megállapítható az árvízvédelemmel ellátott és az árvízvédelemmel nem ellátott (Külső-Béda) területek között.

2.2.8.5 Boki-Duna

Az élő Dunáról természetes úton lefűződött holtág a Duna jobb parti ármentesített területen helyezkedik el, közigazgatásilag a Baranya megyei Kölked községhez tartozik. Kialakulásának pontos ideje nem ismert.

A holtág helyszínrajzát az alábbi **2.19. ábra** mutatja.



2.19. ábra – Boki holtág helyszínrajza [holtagak.hu]

Főbb adatai:

- Hosszúság: 2,8 km
- Átlagos szélesség: 100 m
- Terület: 28 ha
- Átlagos vízmélység: 1 m
- Átlagos víztérfogat: 28 ezer m³
- Vagyonkezelő: Dél-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság
- Vízügyi kezelő: Dél-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság
- Halgazdálkodás: Horgász Egyesületek Baranya megyei Szövetsége

Vízpótlása belvizekből és szivárgásból, valamint a Duna megfelelően magas vízállása esetén a Belső-Bédából származik. A vízgyűjtő területéről a Gerecháti-szivattyútelep emeli be a befolyó vizét. A vízfeleslegét a Digáncsi-csatorna juttatja a Belső-Béda holtágba [Pálfai et al., 2001].

Medrének feliszapoltsága és növényzettel való benőttsége előrehaladott, tájformáló és természetvédelmi szerepe jelentős. Hasznosítása vízjogi engedély alapján: belvíz tározás és horgászat [Sulinet, 2019].



2.5. kép – Boki holtág [aquadocinter.hu]

2.3 Szakirodalmi kutatással gyűjtött információk

2.3.1 A talajvízszint és a Duna közötti kapcsolat vizsgálata

A GEF Tápanyagcsökkentési Projekt részeként 12 figyelő kútból álló talajvíz monitoring hálózat került telepítésre a tervezési területen. A monitoring rendszer a Duna-Dráva Nemzeti Park területén a Duna folyó mentén került kialakításra. Célja az volt, hogy egy nagyobb területen elhelyezett további kutak eredményeivel együtt a Gemenc környéki felszíni és talajvizek összefüggéseiről adjon információkat [BME 2011, Kirisics, 2012].

2.3.1.1 A talajvíz monitoring rendszer bemutatása

A Bédai területen a következő kutak működtek:

- Északi kútsor: B8 - B12 jelű monitoring kutak
- Déli kútsor: B1 - B7 jelű monitoring kutak

A területre telepített észlelési pontok automata (DATAQUA) jeladóval felszerelt egységek, melyek a vízszint és hőmérsékleti adatokat meghatározott időközönként, naponta több alkalommal rögzítik.

A Bédai területen elhelyezkedő mintázott talajvíz megfigyelő kutak koordinátáit a **2.2. táblázat** foglalja össze, elhelyezkedésüket a **2.19. ábra** tartalmazza [Kirisics, 2012].

Monitoring kutaknál használt jelölések		WSG8		EOV X	EOV Y
		É	K		
B1	Béda - 1	45,9143°	18,7104°	63345	623843
B2	Béda - 2	45,9153°	18,7196°	63455	624557
B3	Béda - 3	45,9164°	18,7295°	63572	625328
B4	Béda - 4	45,9175°	18,7394°	63691	626095
B5	Béda - 5	45,9186°	18,7493°	63810	626864
B6	Béda - 6	45,9197°	18,7593°	63933	627643
B7	Béda - 7	45,9205°	18,7737°	64018	628760
B8	Béda - 8	45,9325°	18,7260°	65365	625061
B9	Béda - 9	45,9341°	18,7355°	65540	625800
B10	Béda - 10	45,9339°	18,7494°	65510	626881
B11	Béda - 11	45,9320°	18,7158°	65306	624269
B12	Béda - 12	45,9307°	18,7072°	65167	623602

2.2. táblázat: Talajvíz monitoring kutak koordinátái.

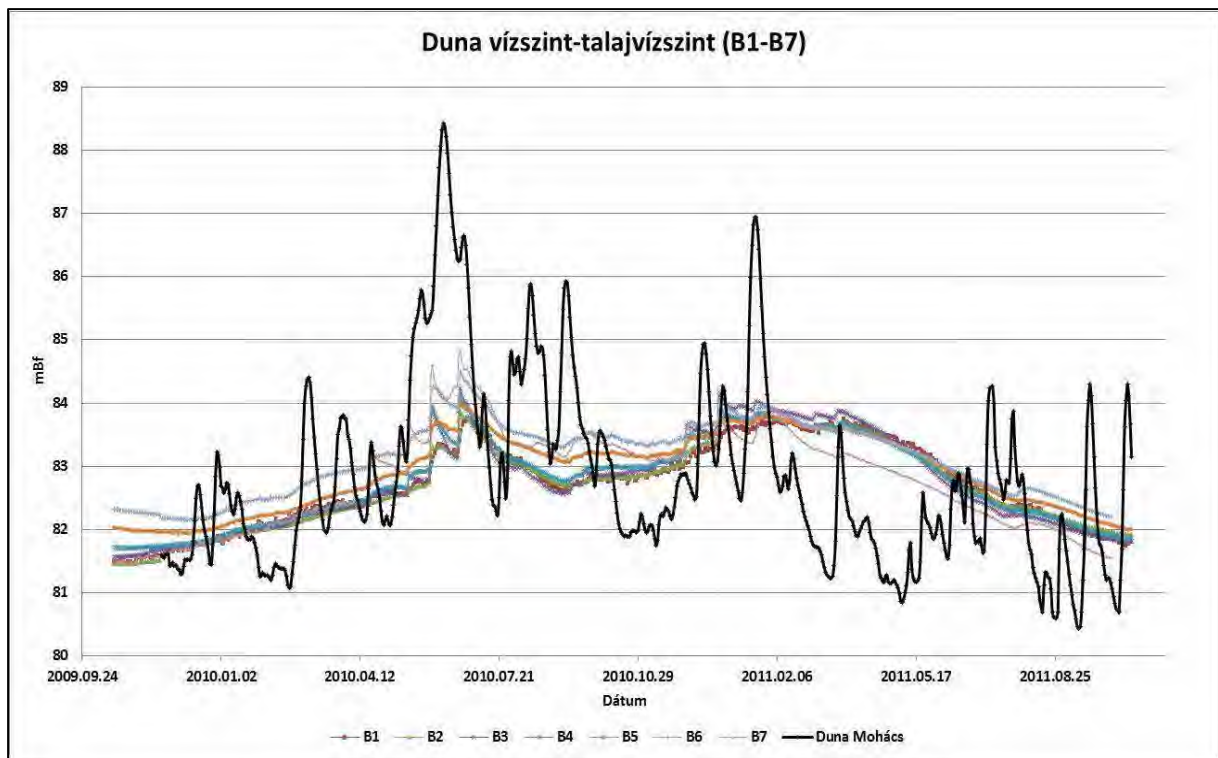


2.20. ábra: A bédai területen található, B1-B12 talajvíz monitoring kutak elhelyezkedése.

A talajvíz monitoring kutak mintázása évente több alkalommal történt. A mintavételek időpontja és gyakorisága a kisvízes és áradásos időszakokhoz igazodik [Kirisics, 2012].

2.3.1.2 A monitoring eredményeinek értékelése

A bédai területre megközelítően két évre vonatkozóan, 2009 októberétől 2011 októberéig folyamatos talajvízszint adatsor áll rendelkezésre (kivéve B10 jelű figyelőkutat, ahonnan nem rendelkezőnk adatokkal). Ezeket az adatokat a Duna vízállásával együtt, az idő függvényében ábrázolva az alábbi 2.21. ábrán mutatjuk be.



2.21. ábra A Duna aktuális vízállása és a talajvíz monitoring kutakban mérhető nyugalmi talajvízszint (Balti-tenger feletti magassága méterben mérve) a bédai terület déli kútsora

A talajvíz monitoring kutak egy vonalban eső egységeinek nyugalmi talajvízszint adatai és a Duna mohácsi, illetve bajai vízmércén mért vízállás értékeinek alapján a Béda holtágrendszer területének talajvízszint változásai és a dunai vízállás közötti kapcsolatra az alábbi megállapítások tehetők:

- A Duna vízállása jelentősen befolyásolja a terület talajvízszint viszonyait. Közös diagramon ábrázolva a vizsgált kútsorokban mért nyugalmi talajvízszinteket, valamint a dunai vízállás Balti-tenger feletti magasságát, jól szemléltethető a kettő között fennálló kapcsolat **(2.21.ábra)**. Amennyiben a Duna vízállásának abszolút magassága meghaladja a talajvíz szintjének abszolút magasságát, a vízállás növekedése a talajvízszint emelkedését fogja eredményezni, ellenkező esetben a dunai vízállás befolyásoló hatása nem érvényesül.
- A diagramokon Balti tenger feletti magasságban ábrázolt dunai vízállás görbék pozitív csúcsait időben eltolva követik az egyes kutak abszolút talajvízszintjét ábrázoló görbéken jelentkező csúcsértékek. Az összetartozó csúcsok azonosíthatók a diagramokon, így egyúttal az a következtetés is levonható, hogy a Dunától távolodva annak befolyásoló hatása egyre nagyobb késleltetéssel érzékelhető.
- A bédai területen a talajvízszint emelkedésének karakterisztikájában különbségek figyelhetők meg. A mélyebben fekvő rétegek esetén a feltöltődés lassabb, kiegyenlítettebb folyamatként játszódik le. Nem tapasztalhatók markáns csúcsok a talajvíz magasságában a Dunai vízszint hirtelen megemelkedését követően. Bizonyos magasság felett, feltételezhetően a talaj összetételének változása miatt, a talajvízállás időben eltolódva elkezd követni a dunai vízállás ingadozását.

- Azokban az esetekben, amikor a Duna abszolút vízállása meghaladta a monitoring kutak csőperemének abszolút magasságát, az emiatt jelentkező kiugró, torzított mérési adatok nem lettek vizsgálva, átlagértékekkel lettek pótolva. Ennek hatására alakultak ki a diagramokon a nagy dunai vízálláscsúcsokhoz tartozó talajvízszinteknél tapasztalható ellaposodások.
- A tervezési területre jellemző, hogy a Dunától való távolság jól érzékelhető befolyásoló hatással bír a monitoring kutakban tapasztalható talajvízszint változásra. A dunai vízállás fokozatos, de tartós emelkedése, illetve a hirtelen érkező és levonuló árhullámok megemelik a talajvíz szintjét (amennyiben a folyó vízszintjének abszolút magassága meghaladja a talajvíz abszolút magasságát). Ez a talajvízszint emelő hatás időben eltolódva jelentkezik a monitoring kúthálózat elemeinél. Ezt az időkésést az egy egyenesre illeszthető monitoring kutak csoportjain keresztül vizsgálva levonható a következtetés, miszerint minél messzebb helyezkedik el az adott kút a Dunától, vízállás befolyásoló hatása annál később érezteti a hatását a nyugalmi talajvízszintben. Ezzel ellentétben a Belső-Béda közvetlen környezetében (a B1 és B12 jelű kutaknál) az előzőekben leírtak nem teljesülnek, melynek oka az, hogy a nevezett két monitoring kút közvetlenül egy olyan mellékág partján (Belső-Béda) található, amelynek vízszintje a Dunai vízállástól függetlenül, mesterséges úton, szivattyúkkal szabályozott, így ebben az esetben ennek a befolyásoló hatása érvényesül a két monitoring kút vízszintjére vonatkozóan [Kirisics, 2012].

2.3.2 Belvíz bevezetés hatása a holtágakra

A magyarországi felszíni (folyó- és álló) víztestekből – belvízvédelmi főcsatornákból is – már több évtizede folyamatosan történnek vízminőségre irányuló vizsgálatok, a határértékeket pedig rendelet szabályozza (10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet), amely a felszíni víz vízszennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól rendelkezik.

Nem kérdés, hogy a mezőgazdaság környezetre gyakorolt hatása nagymértékű, amelyből a vizekre gyakorolt hatása jelentős. A vizek diffúz terhelésének szempontjából a mezőgazdasági területek a legelterjedtebb tápanyagforrások, mivel az ország döntő többsége termőterület. Az OVGT 2010-es értékelése szerint a dombvidéki kisvízfolyásaink legfőbb diffúz szennyező forrása a szántóterületekről bemosódó talaj, mely főként növényi tápanyagokat, de növényvédőszer maradványokat is szállít a vizekbe. Ugyanakkor a síkvidéki területeken található kisvízfolyások mezőgazdasági eredetű diffúz szennyezése elsősorban a bevezetett belvizekkel érkezik. Kisvízfolyásaink medrének közvetlen közelében szántóföldek találhatók, ahonnan a természetes védőzónák hiányában a tápanyagok gyakorlatilag visszatartás nélkül közvetlenül a mederbe jutnak. A vízfolyások gyakran túl szűk hullámterei sem teszik lehetővé a mederbe bejutó tápanyagok visszatartását, asszimilálását. Ugyanez az állítás megállja a helyét a belvízcsatornák esetében is, melyek az időjárási viszonyoktól való erős függésben, de tulajdonképpen szennyezést szállító kisvízfolyásnak tekinthetők. Elmondható tehát, hogy a belvízcsatornák a víztérbe szivárgó növényi tápanyagokat és egyéb, mezőgazdasági eredetű szennyezőanyagot tovább szállítják. Fontos kiemelni, hogy a mezőgazdasági területekről származó belvizek nem csak az élő szervezetek által felhasználható anyagokkal

szennyeződhetnek, hanem többnyire a mezőgazdasági termelésből származó mesterséges eredetű anyagokkal, kemikáliákkal, peszticidekkel és herbicidekkel is.

Itt tartjuk fontosnak megvizsgálni az állóvizek növényi tápanyagokkal szennyeződésének lehetséges hatásait. Ezek az állóvizek az úgynevezett eutróf tavak kategóriájába tartoznak. Az eutróf tavak növényi tápanyagokban gazdag állóvizek. Sekélyek, zavarosak, viszonylag magasabb hőmérsékletűek, amelyekben a fito-, zooplankton és egyéb élőlények mennyisége jelentős. Jellemzői:

- enyhe lejtésű part;
- széles litorális zóna;
- fenékanyagára jellemző az iszap, homok és az agyag.

Az eutrofizáció a tavak feltöltődése felé mutató folyamat, gyakorlatilag a tavak „elnövényesedését” jelenti. A természetes eutrofizálódás a tavak korával és feltöltődéssel együtt járó tápanyagdúsulásra, a trofitás emelkedésére adott lassú biológiai reakció, ami ezer, akár több tízezer évig alakulhat és rendszerint visszafordíthatatlan, a tó eltűnésével, feltöltődésével ér véget. A vízbe jutó növényi tápanyagok révén egyre több a tavak tápanyag tartalma, így egyre több növény tud megtelepedni a vizekben. A tó egyre inkább zöldes színű lesz, túlbujánzik a vízi növényzet, ami egy idő után tápanyag hiányában elhal és a tó alján, üledékként halmozódik fel. A felhalmozódás következtében egyre kevesebb hely, a bomlási folyamatok miatt pedig egyre kevesebb oldott oxigén jut a halaknak, amik így kipusztulnak. Végül a felhalmozódott, elhalt növényzet feltölti a medret. A hazai tavakat sekély vízmélység jellemzi, ami kedvez ezeknek a folyamatoknak.

A feltöltődést a külső hatások, terhelések nagymértékben felgyorsítják. A holtág tápanyagszintje, vízhasználata és a környező területek hasznosítási módja között szoros az összefüggés. Emellett a holtágak szukcessziós dinamikának ütemét a vízutánpótlásuk mértéke és minősége, a tápanyagterhelésük, a vízteret érő szervesetlen üledék és tápanyagterhelés mértéke, illetve a holtág vízmélysége, a nyílt vízfelszín befolyásolja leginkább. A holtágban a bekerült, biológiailag hozzáférhető szerves anyagok bomlásának eredményeként létrejött, valamint a felszíni és a felszín alatti vizek közvetítésével érkező hozzáférhető növényi tápanyagok fokozzák az eutrofizáció ütemét. A meder feltöltődésével és az átlagos vízmélység csökkenésével párhuzamosan a víztér egyre nagyobb felületét képes benépesíteni hínár, mocsári növényzet, amivel a nyílt vízfelületek aránya csökken.

A holtágak stabilitása az érzékenységtől és a regenerálódó-, öntisztuló-képességétől függ. A holtág hidrológiai adottságai (vízjárás jellemzők, vízmélység, víztérfogat, mederforma-, partvonal kialakítások), az optimális vízellátás, az ökológiai vízviszonyok és különböző holtágot érő fő tevékenységi formák stabilitás kiemelt tényezői. A holtágak érzékeny tájelemek, a kedvezőtlen hatásokkal szembeni ellenállóképességük alacsony. Regenerálódó képességük csekély, mivel jellegükből adódóan vízterükben nincs vagy minimális a vízmozgás, alacsony a vízmélységük és a legtöbb esetben károsodott, pusztuló parti sávval rendelkeznek. A holtágak alacsony öntisztulóképessége miatt a partmenti élőhely sáv elválasztó, szűrő funkciója kiemelkedő szerepet tölt be. A holtágak érzékenységre a legnagyobb hatással a vízmennyiség

és vízminőség változása van. A holtágak sekélyebb vízmélységük miatt érzékenyek a száraz időszakokra, ugyanakkor a síkvidéki területeken elhelyezkedő holtágak vízháztartása nagymértékben függ a lokális lefolyási viszonyoktól, illetőleg a talajvízviszonyoktól. Az ezekben bekövetkező kismértékű változások is felboríthatják a holtágak és az azokat kísérő vizes élőhelyek vízháztartását. A vízháztartásban bekövetkező változások a holtágak vízminőségét, a holtágakhoz kapcsolódó területek vízellátását is befolyásolják.

A holtágak tápanyag és szervesanyag problémáinak legfőbb okai a felszíni vízbevezetéseken keresztül érkező pontszerű tápanyagterhelések, illetve védősávok hiányában a mezőgazdasági, települési diffúz szennyezések. A holtágba történő, pontszerű vízbeeresztések megfelelő vízminőség esetén javítják a holtág vízháztartását, ugyanakkor irányukból növényi tápanyagok, mérgező anyagok, nehézfémek, permetezőszer-maradványok kerülhetnek be, amelyek jelentősen rontják a holtág vízminőségét. A holtág vízterét érő terhelések a vízminőségi problémákon túl a holtág magasabb rendű élővilágát is károsítják, ily módon a víz eutrofizációját gyorsítják. A vízminőség befolyásolja a vízi élettérhez kötött élőlények életfeltételeit. A holtág öntisztuló képességét meghaladó terhelések hatására a vízminőség leromolhat, a mederben az iszapréteg instabil, magas szerves anyag tartalmú lesz. A tápanyag terhelés hatására megnövekedett vegetáció gyorsítja a holtág feltöltődését. A víztérben a nitrogén és foszfor felhalmozódik. Az anaerob folyamatok jellemzővé válhatnak az üledékben és az alsó vízrétegekben, a nehézfémek feldúsulhatnak, beépülhetnek a vízi szervezetekbe. Az eredeti halfauna összetétele, a növényzet természetes szukcessziója, annak dinamikája megváltozik, a holtág stabilitása szempontjából kedvezőtlen irányba [Molnár Zsófia, 2013]

2.4 Terepbejárás során gyűjtött információk

Két alkalommal, 2020.01.21-én és 2020.02.11-12-én volt alkalmunk személyesen is megtekinteni a tervezési területet. Mindkét alkalommal a DDNPI által delegált szakemberek vezetésével tartózkodtunk a területen. Alkalmunk volt megtekinteni a projekt célkitűzései szempontjából releváns víztesteket, valamint az ezeken található műtárgyak egy részét.

Az általunk látottak, valamint a környéket jól ismerő szakemberek által elmondottak alapján az alábbiakat tudtuk meg:

- A holtágrendszer vízpótlását elsősorban a Külső-Bédán keresztül a Duna vize biztosítja. Ez azonban nem elégséges sem a területet jól ismerős szakemberek által kívánatosnak tartott, sem pedig a jelenlegi állapotok fenntartására. Az elmúlt évek tapasztalatai alapján a Duna vízjárása nem teszi lehetővé a kellően hosszú időn keresztül történő vízpótlást, a Külső-Bédát és Belső-Bédát összekötő szivornya szívó oldali csonkja jellemzően túl magasban van ahhoz, hogy a Duna vize befolyjon.
- A holtágak és különösen a Belső-Béda medre számos természetes hulladékot, valamint felhagyott és megsemmisült vízparti és mederbe telepített létesítmény tartalmaz. Számos alkalommal láttunk vízbe dőlt fákat, fahíd maradványait, a medrek szélén víz alá került vagy oda beborult stégeket. Ezek akadályozzák az áramlást és nehezítik a csónakkal közlekedést.

- A Boki-Dunát és a Belső-Bédát összekötő Digáncsi-árok medre nagyjából tiszta, a vízáramlás akadálytalanul folyhat, azonban néhány helyen itt is problémát jelenthetnek a mederbe dőlő fák.
- A Belső-Béda egyes szakaszai mentén, valamint a Boki-Duna medre mentén kiterjedt, csónakkal nem hajózható nádasokat találtunk. A szemrevételezés, valamint a csónakkal történő megközelítés alapján úgy véljük, ezek a csekély vízellátás miatt folyamatosan feltöltődő területek.
- A terület vízhiányos állapotának következményeként a nagy vízigényű, természetvédelmi védelemmel rendelkező erdők visszaszorulóban vannak. Amennyiben a jelenlegi állapotok maradnak, számítani kell eltűnésükre, átalakulásukra.

2.5 Az előzetesen szerzett információk projekt szempontú értékelése

A tervezési területtel kapcsolatban összegyűjtött információkat rendszereztük és értékeltük. A rendszerezés elsődleges célja az egyes információk közti összefüggések megtalálása volt és a jelenleg elérhető információk alapján meghatározható trendek azonosítása volt, míg az értékelés legfőbb szempontja a megoldható problémák azonosítása volt.

Az összegyűjtött információk alapján a Béda holtágrendszerrel kapcsolatban az alábbiakat állapíthatjuk meg:

- A Belső-Béda, valamint a Boki-Duna elégséges vízellátása nem megoldott ahhoz, hogy ezeket a medreket stabil állapotúnak lehessen tekinteni. A vízellátás forrásaként csak a Duna merülhet fel, azonban ez a szállított lebegőanyag lerakódásának veszélyét és a holtágak felgyorsuló töltődésének kockázatát hordozza magában. Azonban a Gabriella-holtág a Duna fő medréhez való különleges kapcsolódása miatt természetes ülepitőtérként működik. Eddigi ismereteink alapján arra következtetünk, hogy innen lehetséges olyan vízpótlás megvalósítása, amely nem fenyeget a lebegőanyag medrekbe ülepedése miatt gyorsuló feltöltődéssel.
- A terület talajvíz viszonyai elsősorban a Duna vízállásától függenek. Azonban a medrek megfelelő feltöltöttsége esetén számítani lehet arra, hogy a medrek a folyótól távolabb eső vizes területek szempontjából pufferként képesek működni. A területről rendelkezésünkre álló talajvíz vizsgálatok alapján a Belső-Béda környéki talajvíz elsősorban a holtág vízszintjétől függ.
- A holtágak belvízelvezető csatornaként való használata a holtágak eutrofizálódásának kockázatát hordozza magában a mezőgazdasági területekről a belvízbe mosódó növényi tápanyagok miatt. Szakirodalmi áttekintésünk alapján megállapítható, hogy a holtágak nagyon érzékenyek a külső behatásokkal szemben. Feltöltődésüket, vagyis megszűnésüket felgyorsíthatja növényi tápanyagokban gazdag víz bevezetése. A Vizslaki és Gerecháti övezet mezőgazdasági területeinek belvize, amelyet a növények azon a területen már nem tudnak hasznosítani, szakirodalmi adatok alapján nem csupán növényi tápanyagokban lehetnek gazdagok, de tartalmazhatnak különböző kemikáliákat, peszticideket, herbicideket is. A jelenlegi csatornarendszer szorosan

kapcsolódik a holtágakhoz, az általunk ismert csatornák segítségével nem megoldható a holtágak kizárása a belvízelvezetésből.

2.6 Adatigényléssel gyűjtött információk

A projekt előző szakaszában az adatgyűjtés részeként a Duna - Dráva Nemzeti Park Igazgatóságától, valamint a Dél - Dunántúli Vízügyi Igazgatóságtól adatokat igényeltük. Ezek feldolgozását követően összegeztük, hogy a projekt céljának megvalósításához milyen további adatokra lesz szükségünk. A hiányzó adatokat a Duna - Dráva Nemzeti Park és a Dél - Dunántúli Vízügyi Igazgatóságtól kértük be.

A megfelelő modell megalkotásához az eddig rendelkezésünkre bocsátott adatokhoz még a következőkre volt szükségünk:

- a Nemzeti Park Igazgatóságától kapott terepmodell kiegészítéséhez a nem lefedett releváns területek geodéziai felmérésének, vagy a számítások szempontjából kritikus tereppontok magassága;
- a tervezési terület víztesteinek medergeometriai jellemzői, vagy a medergeometriai felmérésből származó meder modellek;
- a területre érkező víz tartózkodási idejét az egyes medrekben, víztestekben;
- a belvizek rendszerbe befolyó áramát, vagyis a belvizes időszakok gyakoriságát, a belvizes területek jellemző kiterjedését, az elvezetendő vizek becsült mennyiségét;
- minden releváns műtárgy pontos helyét és üzemeltetési rendjét, ideértve a felhagyott műtárgyak elhelyezkedését és jellegét.

2.6.1 DDNPI-től kapott terepmodell, térképek

A Nemzeti Park igazgatóságától az előzőleg megkapott terepmodell lefedi a jelenleg vizsgált célterület jelentős részét, különös tekintettel a Boki - Duna, a Gerechát területére és a Belső - Béda keleti szakaszára. A készítők a terepmodellen külön kiemelték a vizsgált területen épült csatornákat, szivattyúállomásokat (mesterséges beavatkozásokat). A komplex modell elkészítéséhez azonban a vízpótlásokkal érintett teljes terület terepmodelljére szükségünk volt. Az ehhez szükséges adatokat egy szintvonalas, 0,5 m sűrűségű vonalas térképen bocsátották rendelkezésünkre. Amelyik területre nem állt rendelkezésünkre digitális terepmodell, oda erről a térképről rajzoltuk be a terepvonalakat, melyet a határ menti töltésnél szintén a kapott térkép alapján magassági pontokkal egészítettünk ki. Ennek a térképnek a meder nem képezte részét, csak, mint a szárazföldi terület folytatása szerepelt benne. A hiányzó meder adatokat mederfelmérésünk során rögzített adatokkal pótoltuk.

2.6.2 DDNPI által küldött működés leírása

A vízpótlásokkal érintett teljes területen történő tervezéshez, kivitelezéshez szükséges ismernünk a területen lévő vízrendszerek kapcsolódó, üzemén kívüli és üzemelő műtárgyait, ezek jelenlegi üzemeltetési rendjét, valamint a medrekhez kapcsolódó árkokat, fokokat és ezek pontos helyét. A természetvédelmi, Natura 2000, valamint a mezőgazdasági területek

kiterjedését az egyes, vízrajzilag egységnek tekinthető vízgyűjtő területeken. Ismernünk kell továbbá a víztestek vízellátásának forrásait, valamint az ezzel kapcsolatos, a működés ellenőrzése közben tapasztalati úton azonosított problémákat.

A Nemzeti Park Igazgatóságától a területre vonatkozó műszaki leírásban a Mohács – Udvar – Duna háromszögben található, vízrajzilag egységesnek tekinthető vízgyűjtő területek (belvízi öblözetekre) felosztásáról kaptunk térképet. Ez mellett a következő adatokat bocsátották rendelkezésünkre:

- A különböző egységeken a védett, Natura 2000, valamint a szántóterületek eloszlásáról százalékos adatokat, a területek nagyságát.
- A holtágrendszer működésének tapasztalati leírását.
- A mőtárgyak jelenlegi üzemeltetési rendjének tapasztalati leírását.
- A Nemzeti Park által feltárt problémákat, ezek megoldására irányuló javaslatokat.

2.6.3 VIZIG-től kapott adatok: belvív elvezetés, vízállások, vízmércék

A komplex modell megalkotásához további részletes adatokra volt szükségünk. A vizsgált területre érkező vizek tartózkodási idejére vonatkozóan az egyes medrekben, víztestekben. Az állandó vízborítottsággal rendelkező holtágak vízszint adatsoraira a vízmérce leolvasások alapján, valamint a vízmércék 0 pontjának tengerszint feletti magasságának adataira is a vízállásokkal végzett számításokhoz.

Adatigénylésünkre válaszolva a Vízügyi Igazgatóságtól a következő adatokat kaptuk:

- A Külső - Bédából szivornyán a Belső – Bédába átemelt vízmennyiségeket.
- A vizsgált területen található Béda, Gerechát és Vizslak öblözeteken a szivattyúsan átemelt napi belvízmennyiségeket több évre visszamenőleg.
- A víztestek vízállásait mind a Belső - Béda, mind a Duna mohácsi szakaszára vonatkozóan.
- A Bédai szivattyútelep vízmércéjének 0 pontját.

3 HELYSZÍNI MEDERFELMÉRÉS BEMUTATÁSA

2020.02.11-12-én helyszíni mérést végeztünk a holtágrendszeren. A mérés célja a medrek pontos geometriájának meghatározása volt. Erre azért volt szükség, mivel a mederkeresztmetszetek geometriájáról semmilyen adat nem állt rendelkezésünkre, ezek nélkül pedig nem lehetséges sem a medrek feltöltődésének, sem az áramlási, szivárgási viszonyok vizsgálata. A mérés eredményeként olyan adathalmazt kaptunk, melyből fel tudtuk építeni a Belső-Béda és a Boki-Duna csónakkal bejárható részeinek medermodelljét, továbbá képesek voltunk a medreket a terepmodellbe integrálni, így megalkotva a holtágrendszer komplex modelljét.

A mérést a helyi szakemberekkel egyeztetve, a DDNPI által biztosított kísérő által felügyelve végeztük. A helyszínen végzett tevékenységünk során végig betartottuk a DDNPI a mérés engedélyezéséről szóló **DDNPI/150-32/2019.** nyilatkozatban foglaltakat.

3.1 Mérési eljárás, mérési eszközök

3.1.1 A szonáros mederfelmérés elméleti alapjai

A szonáros mérések célja általában a tengerek, óceánok vízmélységének térképezése. A víz alatti domborzat – a tengerfenék vagy a tavak és folyó medrének – ábrázolása a szárazföldi topográfiai térképekhez hasonlóan történik. Kis méretarányban az azonos mélységű pontokat mélységvonalakkal (izobát) összekötve ábrázolják, amit rétegszínezés és kiemelt pontok ábrázolása is kiegészíthet. Nagyobb méretarányokban a mélységvonalak szerepe a legfontosabb, sűrűbb adathalmazzal. A szonárral nyert digitális adathalmazokból előállíthatunk bármely méretarányú térképet, és digitális domborzatmodellt is készíthetünk [Galli, 2017].

Azok az adatok, amelyekből a mai medertérképek készülnek, általában egy visszhangot mérő szondától, a szonártól származnak, amit egy hajó alá vagy mellé rögzítenek. A szonár hanghullámokat gerjeszt, amelyek visszaverődnek a fenékről. A LIDAR (Light Detection And Ranging) a fény tengerfenékről (illetve más visszaverő felületekről) való visszaverődését méri, általában valamilyen repülő eszközről.

A mederfelmérésre alkalmas szonárok – fizikai működési elvük alapján – három fő családra oszthatók:

- Egycsatornás (single-beam) mélységmérő rendszerekre,
- Többcsatornás (multibeam) szonárokra,
- Interferometrikus, oldalpásztázó (PDBS – Phase Differencing Bathymetric Sonar) batimetriai megoldásokra.

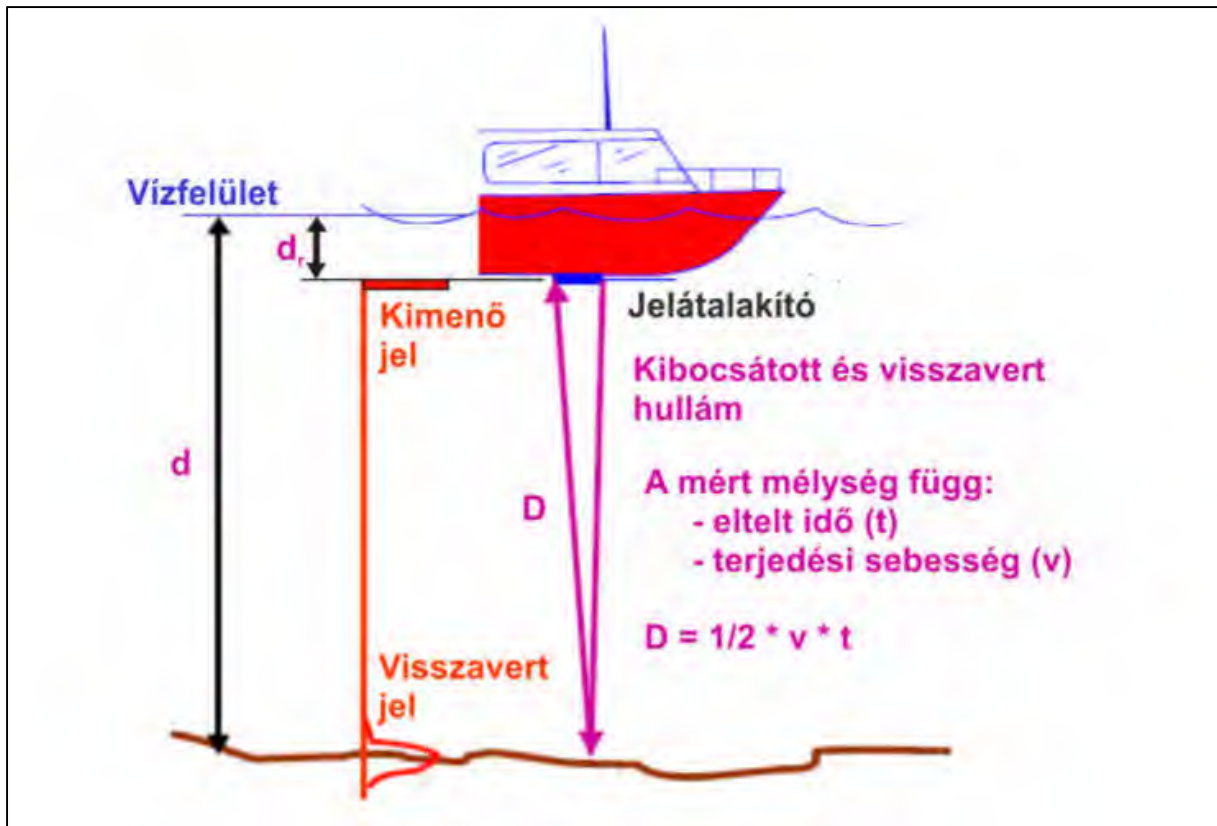
Az egycsatornás rendszerek működési elve, hogy egy vízbe merülő hangsugárzó a mederfenék irányába egy rövid ideig tartó, kúp alakban terjedő nyalábot bocsát ki. A kibocsátott hangenergia áthalad a vízoszlopon (melyben részben elnyelődik, megtörik és szóródik), kismértékben behatol, de nagyobb részben visszaverődik a mederfenékről, ismét végighalad a

vízoszlopon, majd a hangsugárzó közelében (vagy azzal integráltan) elhelyezett hidrofonon regisztrálódik. A vízben mérhető aktuális hangsebesség ismeretében, a visszaérkezés idejét mérve meghatározható a mederfenék hangsugárzótól mért távolsága.

A nagy nyílásszögű egycsatornás szonárok térképészeti használatra nem ideálisak, mivel a szolgáltatott mélységinformáció egy nagyobb vizsgálati terület legsekélyebb mélységét adja. Ezen probléma kezelésére jelentek meg az egycsatornás szonárok keskeny nyílásszögű kúppal operáló változatai, amelyek jelentősen kisebb kiterjedésű területről szolgáltatnak mélységinformációkat. Ez a megoldás már alkalmas fenékdomborzat térképezésre; ennek megfelelően a magyar vízügyi gyakorlatban is elterjedtek az 1960-as évektől kezdve.

Ez a térképezési eljárás azonban – a vizsgálati terület kiterjedtsége miatt – tengeri környezetekben nem hatékony. Erre az igényre született válaszként a többcsatornás pásztázó szonártechnológia [*U.S.A. Patent No. US3296579A, 1967; L-3 Communications SeaBeam Instruments, 2000*], amely a konstruktív- és dekonstruktív interferencia elvén egy széles, de a menetirányba eső komponensénél mérve igen keskeny pásztában ad sűrű mérési láncot. Az eljárás úgy is felfogható, mintha a keresztzelvényeket egymás után sűrűn vennénk fel, anélkül, hogy keresztbe kellene haladnunk.

Időközben a mélységmérésre megjelent egy másik technológiai irányvonal is: a fáziskülönbség mérés elvén működő szonároké. Fizikai felépítésük igen egyszerű: jobbra, és balra egy-egy menetirányban keskeny, de arra merőlegesen messze elnyúló, legyező alakú pásztát bocsátanak ki egy hagyományos vízalatti hangforrásból. A visszaverődő hangot azonban oldalanként legalább kettő időmérésre és fázismérésre egyaránt alkalmas hidrofon regisztrálja. A hang kibocsátása és visszaérkezése közt eltelt időből, valamint a visszaérkezett longitudinális hullám fáziskülönbségéből meghatározható a reflektáló objektumok (a mederfenék elemei) iránya és távolsága, mely végül valódi koordinátákká alakíthatók [*Halmai et al., 2018*].



3.1. ábra – Szonár mérés elméleti ábrája [Galli, 2017]

3.1.2 Az NMEA 2000 protokoll

Az NMEA 2000 az Egyesült-Államokban működő National Marine Electronics Association (Nemzeti Hajózási Elektronikai Egyesület) által definiált szabvány, ami egy „plug-and-play” típusú kommunikációs szabvány, amelyet tengerészeti érzékelők és kijelzőegységek hajón belüli összekapcsolására használnak. Az adatátvitel 250 kbit/s sebességgel zajlik, és lehetővé teszi, hogy az érzékelők bármilyen kijelzővel vagy más eszközzel kommunikáljanak, amely kompatibilis az NMEA 2000 protokollokkal.

A protokollt az elektronikus eszközök, elsősorban hajózási eszközök hálózatának létrehozására használják a hajókon. Az NMEA 2000 szabványnak megfelelő különféle műszereket egy központi kábelhez csatlakoztatják, amelyet gerincnek hívnak. A gerinc minden eszközt működtet és továbbítja az adatokat a hálózat összes eszközén. Ez lehetővé teszi, hogy egy kijelző egység különféle típusú információkat jelenítsen meg. Azt is lehetővé teszi, hogy az eszközök együtt működjenek a megosztott adatok által. Az NMEA 2000 "plug and play" rendszerűnek tervezték, annak érdekében, hogy a különböző gyártók által készített eszközök kommunikációja is megoldható legyen.

A hálózatba beépíthető tengeri elektronikai eszközök példái a GPS-vevők. A hálózat műszerei közötti összekapcsolhatóság lehetővé teszi például, hogy a GPS-vevő korrigálja a robotpilóta által felvett útvonalat [nmea.org].

A szabvány alkalmazása lehetővé teszi a szonár által mért mélységi adatok és a rögzítés pillanatában érvényes GPS adat összerendelését, mely alapján a mért adatok könnyedén

illeszthetővé válnak georeferált térképekre, vagy akár terepszintmodellekkel is kompatibilisek lesznek. Ennek eredményeképpen a mederfelmérésből és a terepszintezésből kapott adatok is együtt kezelhetők lesznek, mely lehetővé teszi egy integrált domborzati modell létrehozását és alkalmazását a lefolyási modellezés során.

Az általunk alkalmazott mérőberendezés is ezt a szabványt használja, így alkalmas a felvett mélységek és GPS koordináták összerendelésére.

3.1.3 A mérés során használt eszköz

A Belső-Béda és Boki-Duna holtágak medrének feltérképezése egy saját fejlesztésű szoftver és mérőrendszer (hardver) segítségével történt.

A szoftver egy összetett mérő- és adatfeldolgozó program, mely álló- és folyóvizek gyors válaszidővel mérhető vízminőségi paramétereinek mérésére és különböző statisztikai kiértékelésre, valamint a tó- illetve folyómeder feltérképezésére alkalmas. A mérőrendszer hardver tekintetében áll egy Windows operációs rendszerrel rendelkező vezérlő számítógépből, a hozzá kapcsolódó GPS egységből, valamint a csatlakoztatott szondákból (mederfelmérés esetén ultrahangos szonár egység). A vezérlőszámítógépen fut a mérést irányító és adatkiértékelést lehetővé tevő szoftver, valamint egy ehhez kapcsolt adatbázis.

A mérőmodul soros porton keresztül képes kommunikálni különböző szondákkal: GPS egységgel, ultrahangos szonárral, több mélységben rögzített hőmérő szondákkal. Mind a GPS egységtől, mind a szondáktól másodperces gyakorisággal fogad jelet, az adatokat összerendeli, egy adatbázisban folyamatosan rögzíti. A szoftver a felületén valós időben megjeleníti a mért értéket, a hozzá tartozó koordinátát és térképen jelöli az aktuális pozíciót, mely lehetővé teszi a megfelelő lefedettséggel elvégzett felmérést.

A szoftver adatfeldolgozó modulja hozzáférést biztosít minden korábban rögzített méréshez, a mért értékek - azaz mederfelmérés esetén a másodpercenként rögzített vízmélység adatok időbélyeggel, valamint koordinátával ellátva – exportálhatók.

A méréshez használt Garmin EchoMAP Plus 72SV egy kombinált berendezés, mely szonárt és GPS navigációt egyesít magában. Az eszköz kiváló minőségű 7" WQVGA kijelzővel és alacsony 15 W fogyasztással rendelkezik. Kompatibilis az NMEA 2000 protokollal, amely lehetővé teszi az echoMAP™ Plus szériai berendezések csatlakoztatását számos kompatibilis érzékelőhöz, készülékhez és kiegészítő berendezésekhez. Így az összes rögzített adat megtekinthető egyetlen kijelzőn. Az eszköz legfontosabb jellemzői közé tartozik a nagy felbontású kijelző az adatok pontos megjelenítéséhez, valamint a beépített világtérkép (műholdképekből). Elérhető teljesítménye 500 Watt (RMS) beépített CHIRP szonárral. A készülék a mélység meghatározásához GT52HW-TM típusú ultrahangos szondát használ. Az EchoMAP™ Plus 72SV gumírozott felülettel rendelkezik, így teljesen víz- és ütésálló.

A mérés során saját Zodiac típusú csónakunkat használtuk.

3.2 A mérés bemutatása

A mérés megkezdése előtt a telephelyünkön megterveztük a mérés folyamatait, leltároztuk és ellenőriztük a mérési terv végrehajtásához szükséges eszközöket. A laptopokra feltöltöttük a terepi méréshez szükséges szoftvereket, térképeket, kommunikációs programokat.

A helyszínre való megérkezésünk után terepbejárás során felmértük, hogy a mérendő víztestek hogyan közelíthetők meg. Erre azért volt szükség, mivel a mérések elvégzéséhez használt csónak vízre tétele a part menti sűrű növényzetben a legtöbb helyen nem volt kivitelezhető. A mérés során a szonárt karosállvánnyal rögzítettük a csónakhoz, amely biztosította, hogy a műszer tényleges mérést végző része a vízszinthez képest folyamatosan ugyanolyan pozícióban maradjon. Ennek érdekében figyeltünk arra is, hogy a csónakban egyenletes súlyelosztást biztosítsunk, így az a sebességváltozások során sem billent meg jelentősen, ezért a szonártest a vízfelszínhez képest párhuzamos helyzetben maradt. A szonár elhelyezésénél figyelembe kellett venni azt is, hogy minél kevésbé érhessek örvények, mivel azok csökkentik a pontosságot vagy akár teljesen hibás mérést okozhatnak. A szonár pozíciójánál a precízebb beállítását a karos állvány beállításával végeztük el, a szonárt a vízfelszín alatt 6 cm-es mélységben rögzítettük.

A víztesteket az alábbi 3.2. *ábrán* látható mintát követve, a víztest hosszmenti tengelyén végig haladva jártuk be, így kapva megközelítőleg teljes képet a mederfenékről.



3.2. ábra – A mederfelmérés során alkalmazott felmérési mintázat

A mérést nehezítette a kezdetben mostoha időjárás, emiatt az elektromos eszközök védelmében a mérést rövid időre fel kellett függeszteni. Problémát jelentett még, hogy a holtágak partjáról számos fa dőlt a mederbe, ezzel néhol jelentősen lassítva, egyes szakaszokon lehetetlenné téve a mérést. Ez elsősorban a partok közelében volt jellemző, de több alkalommal a meder teljes szélességében farönköket találtunk, amik fokozott óvatosságot tettek szükségessé. Meg kell még említeni, hogy a part mentén stégek romjai, az ezekből visszamaradt cölöpök találhatóak, továbbá egy, a Belső-Béda fölött valamikor áthaladást biztosító híd fapillérei is megtalálhatók a mederben. A parton elterülő nádasok szintén több helyen megakadályozták a teljes

keresztmetszetben végzett mérést. Ezeken a területeken tehát nem, vagy csak korlátozottan történt mérés, azonban az alkalmazott mérési sűrűség, valamint a gyakori adatrögzítés miatt nem volt szükség további, más módon kivitelezett mérésekre, a rögzített adatok a meder feltérképezéséhez elégnek bizonyultak.



3.1. kép – A mérés során használt eszközök



3.2. kép – A szonárt rögzítő karosállvány



3.3. kép – Nádas vízbe mederbe dőlt fával



3.4. kép – Mederbe dőlő fa



3.5. kép – Mederbe dőlt fa



3.6. kép – Fahid maradványai a mederben

3.3 A mért adatok feldolgozása

Az előző 3.2 *fejezetben* részletezett módon 2020. február 11-12-én végzett szonáros mederfelmérés során rögzítettük az aktuális vízszinthez viszonyított vízmélységet és annak földrajzi pozícióját. A méréseket nem kijelölt keresztmetszvények mentén végeztük, hanem a partvonalak között, az 3.3. *ábrán* látható módon hajózva.



3.3. *ábra* – A 2020. február 11-12-én végzett mederfelmérés során rögzített mérési pontok (műholdkép forrása: Bing)

A mérések során rögzített mélység adatokból, az aktuális vízállás adatok és a kapcsolódó vízmércék 0-pontjainak magasságának ismeretében kiszámítottuk, hogy a felmért meder milyen abszolút tengerszint feletti magassággal (mBf) jellemezhető, hogy a későbbiekben a rendelkezésre álló terepmodellel egyesítve lehessen vizsgálni a teljes projektterületet. Az alábbi 3.4. *ábrán* a mederfelmérés pontjait, az abszolút magasságuk szerint tüntettük fel.



3.4. ábra – A 2020. február 11-12-én végzett mederfelmérés során rögzített mérési pontok Balti feletti magassága (műholdkép forrása: Bing)

A mérés során rögzített mederadatokat alapján létrehozhattuk a teljes meder felületi modelljét, ehhez a földrajzi koordináták (EOV-X és EOV-Y) és a mederfenék tengerszint feletti magasságából álló adathármasokat alapul véve $1\text{ m} \times 1\text{ m}$ élhosszúságú gridet (rácshálót) hoztunk létre, amiből Surfer 13 program segítségével „Kriging” interpolációs eljárást alkalmazva kiszámítottuk minden egyes csomópontot jellemző magasság értéket és izovonalas térképet készítettünk a Boki-Duna és a Belső-Béda felmért szakaszaira vonatkozóan.

Interpolációs eljárásról beszélhetünk abban az esetben, amikor ismert a vizsgált terület több pontján egy adott paraméter értéke (pl. a mederfenékszint jelen esetben), és ezekre a pontokra matematikai eljárások felhasználásával folytonos térfüggvényeket fektetünk, amelyek a módszertől és az adatok térbeli eloszlásától függő mértékben közelítik a keresett paraméter térbeli eloszlását. Azaz a pontszerűen elhelyezkedő mérési adatokból a folytonos terület jellemzőit közelítjük.

A földtudományok területén az elszórtan rendelkezésre álló adatoknak egy egész mezőre történő interpolációjára leggyakrabban a „Kriging” interpoláció valamely típusát szokás alkalmazni [Fekete, 2014]. A krigelés mint matematikai eljárás lehetővé teszi egy olyan becslést érték számítását, amely a vizsgált paraméter tetszőleges helyen lévő ismeretlen értékét a legjobban közelíti [Füst és Zergi, 1984]. A vizsgált pontok és a környezetükben lévő pontok bizonyos távolságon belül korrelálnak egymással [Fekete, 2014].

A krigelésnek számos változata létezik, amelyek közül a legelterjedtebbnek a pont és a blokk krigelés tekinthető. A Surfer 13 szoftver is ezt a két formáját használja [Surfer, 2015]. A pont

krigelés esetén a térbeli becslés alapja a pont értéke a vizsgálati rácsponiban, míg a blokk krigelés a vizsgálatba vont rács cellák méretét és alakját veszi figyelembe, ennek megfelelően a blokkon belül átlagol és nem vizsgálja a pontok értékeit. Így simító jellegű interpolátornak tekinthető [Tamás és Nagy, 2016].

Ilyen módon a meglévő mért adatok alapján az előre meghatározott adatsűrűséggel kiszámolhatók a teljes felmért mederszakasz mélységi viszonyai.

A medrek kiszámításához az aktuális vízálláshoz tartozó mélységeket is alapul lehet venni, azonban a két felmért víztest összehasonlítása és a vízállástól való függetlenítés érdekében az adatok feldolgozásához mindenképpen a kiszámított tényleges Balti feletti magasságok használata indokolt.

A két víztest jellemzésére ugyanazt a színskálát alkalmaztuk a jobb összehasonlíthatóság érdekében, azonban fontos megjegyezni, hogy a skála terjedelme nem esik egybe mindkét meder mélységének szélsőértékeivel.

A Belső-Béda felmért szakasza változékony mederképet mutat, több helyen lokális kimélyedéseket figyelhetünk meg, a kanyarulatokban (kékkel jelölt szakaszok). Ezeken a szakaszokon a meder 77-78 mBf mélységet is elérhet, jellemzően azonban 80,0-82,0 mBf között változik a legtöbb szakaszon. Ennél azonban sekélyebb részek is megfigyelhetők. A horvát határral párhuzamosan futó szakaszon, valamint a Belső-Béda északi szakaszán 82,0 mBf feletti medermélységek is találhatóak.



3.5. ábra – Belső-Béda mederfenék Balti tenger feletti magassága

A Boki-Duna vízzel borított és felmérhető szakasza már kisebb változékonyságot mutat. A parthoz közelebb eső részekben jellemzően hosszán elnyúló sekélyebb szakaszokat mértünk, 81,0 mBf-et is meghaladó mederszintekkel. Nagyobb mélységeket egy középső szűkebb sávban tudtunk rögzíteni, itt a meder mélysége helyenként elérte a 79,0 mBf-et is.



3.6. ábra – Boki-Duna mederfenék Balti tenger feletti magassága

4 AZ EGYES KONCEPCIÓK VIZSGÁLATÁNAK MÓDSZERTANA

A holtágrendszer azonosított problémáinak megoldására úgy tudunk megalapozott javaslatot tenni, ha a lehetséges legnagyobb pontossággal képesek vagyunk becsülni egy-egy tervezett intézkedés hatását. Ezért fel kell tárnunk azokat az összefüggéseket, amelyeken keresztül más tényezők a most ismert állapotokra hatást gyakorolhatnak. A területről különböző módokon szerzett információk, valamint több, erre alkalmas szoftver segítségével megalkottuk a vizsgált terület komplex modelljét, amellyel jól közelíthetjük a terület egyes alrendszereinek működését és az egész területre vonatkozóan is elfogadható pontossággal tudunk előrejelzést adni a beavatkozások várható hatásait illetően.

4.1 A terület belvízelvezetésének vizsgálata modell segítségével

A Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság szakembereivel egyeztetés alapján a projekt célkitűzései között szerepel a holtágak vízminőségének óvása oly módon, hogy amennyiben ez megvalósítható, a védendő víztestek minél kisebb mértékben legyenek belvízelvezető csatornáként használva. Szempont továbbá az is, hogy a Natura 2000 védelem alatt álló erdők vízkészlete lehetőleg ne kerüljön kiszivattyúzásra. Ezért szükségessé vált a belvízelvezető csatornarendszer vizsgálata. A területről rendelkezésünkre álló terepadatok, valamint a Dél-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság által a rendelkezésünkre bocsátott adatok alapján megalkottuk a terület belvízelvezetési modelljét, majd ennek segítségével vizsgáltuk

4.1.1 Modellező szoftver bemutatása

A Stormwater Management Model (továbbiakban SWMM) elnevezésű szoftver, magyarul Csapadék lefolyás modellező program az Amerikai Egyesült Államok (USA) Környezetvédelmi Hivatala (EPA – Environmental Protection Agency) által került kifejlesztésre. Windows alapú, nyílt forráskódú program, mely az egész világon szabadon letölthető és használható.

A szoftver elsődleges alkalmazási területe matematikai modell építése, amely alkalmas a vízgyűjtő területeken összegyűlt csapadékvíz nyílt árkokban, nyílt és zárt csatornában történő elvezetésének, valamint szennyvíz zárt csatornában és egyesített rendszerű csatornában való levezetésének megtervezésére, a szükséges elemzések elvégzésére, az eredményeknek és magának a modellnek a grafikus megjelenítésére, kirajzolására. A program elsősorban városi területeken való alkalmazásra készült, de bármilyen vízelvezető rendszer méretezésére felhasználható. Továbbá a hidrológiai, hidraulikai szimulációk futtatásán kívül képes a víz kémiai és fizikai paramétereit is figyelembe venni, így vízminőségi vizsgálatok elvégzésére is alkalmas.

Az egyes modellek építése során a teljes vízgyűjtő területet fel kell bontani több kisebb, homogén tulajdonságokkal rendelkező részvízgyűjtő területre annak érdekében, hogy a szoftver számolni tudja az egyes szakaszokra és így az egész rendszerre a hidraulikai viszonyokat. A

részvízgyűjtők között kapcsolat definiálható, ezeken a pontokon tudjuk irányítani, szabályozni az áramlást a felső és alsó vízrendszerek között.

A szoftver az alábbi hidraulikai folyamatokat veszi figyelembe a számolások során:

- zöldterületen való elszivárgás,
- időben változó intenzitású csapadék és a leesett csapadék felületről való párolgása,
- hó felhalmozódása és olvadása,
- betározott csapadék területről való lefolyása,
- telítetlen talajrétegekbe való beszivárgással (infiltráció),
- telített talajrétegekből való tovább szivárgással a talajvízbe, vízelvezető rendszer és a talajvíz között áramlási kapcsolattal,
- teljes vízgyűjtőből a víz nem lineáris áramlásának figyelembevétele.

Az SWMM rugalmas hidraulikai modellezési képességekkel rendelkezik, melyekkel a különböző csatornák, csövek, valamint tároló, szabályzó, irányító szerkezetek tervezhetők a befolyás és elfolyás áramlásának figyelembevételével. Az épített vízrendszerek tekintetében a szoftverrel az alábbi lehetőségek érhetők el:

- meghatározatlan számú egységekből álló vízelvezető rendszer kezelése;
- széles választékú szabványos nyitható és zárható szerelvények, műtárgyak használata vezetékekhez és csatornákhöz;
- felhasználó által elkészített egyedi elemek bevitele a modellbe, úgymint tároló és szabályzó műtárgyak, áramlás elosztók, szivattyúk, duzzasztók, kitorkolló műtárgyak, kifolyások;
- rendszerhez külső hozzáfolyások és felületről történő vízminőség változások kezelése, továbbá talajvízből történő infiltráció (idegenvíz) és hozzá keveredés, a csapadék beáramlása, valamint száraz idej szennyvíz és egyéb felhasználó által megadott paraméterű beáramlás kezelése;
- kinematikus vagy teljesen dinamikus árhullám levonulásának számítása;
- különböző áramlási rendszerek modellezése, mint például holtágak, feláramlás, visszaáramlás és duzzasztás.
- a felhasználó által definiált dinamikus vezérlési szabályok használata a szivattyúk indítására-leállítására, a zsilipek, egyéb nyílások nyitására és a változtatható átfolyási magasságú bukók működésének szimulálása;
- az elvezetendő víz perkolációjának és csatornából a talajvíz rétegekbe infiltrációjának figyelembevétele.

Az SWMM olyan beépített modul is tartalmaz, amely lehetővé teszi a jövőbeni időjárás változással kapcsolatos modellezést, így alkalmas kiegészítő eszköz időjárási előrejelzésekhez. Az SWMM Klíma Beállítási Eszköz (Climate Adjustment Tool – SWMM-CAT) klímaváltozási kutatási program globális klímaváltozási modelljeiből származó helyspecifikus kiigazításokat kínál. Az SWMM-CAT-be bevihetők az éghajlattal kapcsolatos változók havi kiigazítási tényezői, amelyek a jövőbeli éghajlatváltozás lehetséges hatásait képviselhetik.

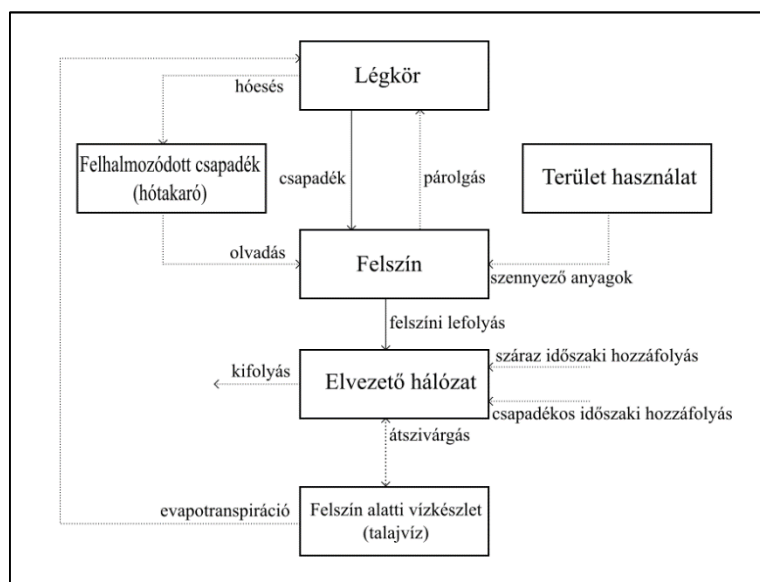
A SWMM működéséhez szükséges bemenő adatok:

- $V = A \cdot d =$ a részvízgyűjtőn lévő vízmennyiség $[m^3]$
- $A =$ a részvízgyűjtő nagysága $[m^2]$
- $d =$ a részvízgyűjtőn lévő víz mélysége $[m]$
- $t =$ idő $[s]$
- $I_e =$ többletszapadék intenzitás $[m/s]$
- $A_c = B \cdot (d - d_p) =$ áramlási keresztmetszet $[m^2]$
- $B =$ az áramlási keresztmetszet szélessége $[m]$
- $d_p =$ felszíni tározókapacitás $[m]$
- $n =$ Manning-tényező $[-]$
- $R =$ hidraulikai sugár $[m]$
- $S_0 =$ a részvízgyűjtő esése $[-]$
- $g =$ nehézségi gyorsulás $[m/s^2]$
- $H =$ vízszint magassága $[m]$
- $x =$ csatornahossz menti távolság $[m]$
- $t =$ idő $[s]$
- $S_f =$ súrlódási veszteség $[-]$

A szoftver által számolt adatok:

- $Q =$ a részvízgyűjtőről kifolyó víz térfogatárama $[m^3/s]$
- $Q =$ egyéb térfogatáramok $[m^3/s]$

A modellező szoftver által figyelembe vett környezeti paraméterek és transzportok sematikus összefoglalását az alábbi **4.1. ábra** mutatja be.



4.1. ábra - A modellező szoftver által figyelembe vett környezeti paraméterek és transzportok

4.1.2 Modell felépítésének bemutatása

A terület természetes vízrendszerének működését több forrásból származó, több szoftverrel feldolgozott adatok segítségével igyekeztünk megismerni. Az így feltárt összefüggések alapján kerülhetett sor műszakilag megalapozott javaslatok megalkotására. A **2.6. fejezetben** ismertetett terepmodell, valamint a **3.2. fejezetben** ismertetett helyszíni mérések képezték az alapját annak a komplex modellnek, amelynek segítségével ki tudtuk dolgozni az egyes javasolt beavatkozások részleteit. Ennek a komplex modellnek a felépítését, valamint az adatok feldolgozására és a szükséges számítások elvégzésére használt szoftvereket és eljárásokat az alábbiakban mutatjuk be.

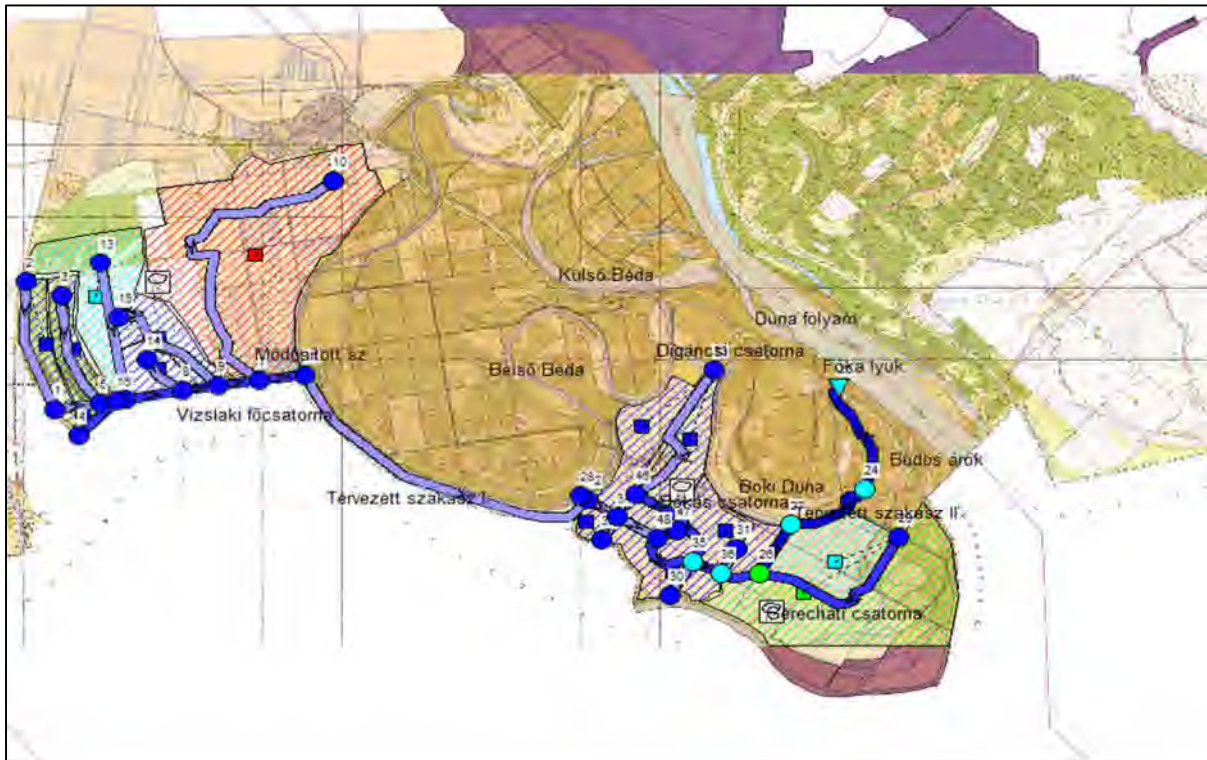
A modelltervezés első lépéseként egy georeferált térképmetszetet illesztettünk a programba. A térképfedvényen ábrázoltuk a már létező csatornahálózatot, ezzel pontosabb képet kapva a terület vízvezetési rendszeréről, valamint a már jelen lévő csatornák hosszáról is értékes információt gyűjthettünk. Ez azért volt lehetséges, mert a program egyik almodulja lehetővé teszi, hogy kiszámoljuk a térképre helyezett csatornák hosszát. Ennek segítségével a modellben meg tudtuk határozni a tervezett csatornaszakaszok hosszát is, így az összes fő- és mellékcsatornát magába foglaló ábrázolás a valósággal méretarányos maradt. A vízgyűjtő területek meghatározásában az **2.6. fejezetben** bemutatott, a DDNPI által szolgáltatott adatok voltak segítségünkre.



4.2. ábra - A térképmetszet áttekintő nézete a programban

A belvízelvezető csatornák és a vízgyűjtők megismerése után az elérni kívánt vízhozam, a súrlódási veszteség (melyhez tartozó értékeket a terepviszonyoknak megfelelően választottuk ki) és az adott csatornaszakasz hossza közti összefüggés alapján lehetséges az áramláshoz minimálisan szükséges keresztmetszetet számolni. A modell különféle matematikai képletek alapján végzi el a szükséges számításokat, ezeket a képleteket modulok segítségével lehet módosítani. Ilyen képletekkel írható le az elszivárgás, a különböző csapadékok, a felszíni és felszín alatti áramlás kinetikai viszonyai, valamint a tervezett működéstől eltérő helyzetekben történő folyamatok is. Fontos lépés a tervezés megkezdése előtt a helyes mértékegységrendszer kiválasztása, ugyanis minden adatot abban fog számolni a program, illetve a beállítási felületen kívül máshol nem áll módunkban módosítani.

A programban a könnyebb értelmezhetőség érdekében lehetőség van színskálával ellátni a csatlakozásokat, csatornákat, valamint a vízgyűjtő területeket is. A lefolyás iránya is megjeleníthető benne. Néhány elnevezést, illetve a csatlakozások számozását is feltehetünk az áttekintő nézetre a jobb tájékozódás végett, ahogy ez az **4.4. ábrán** is látható.

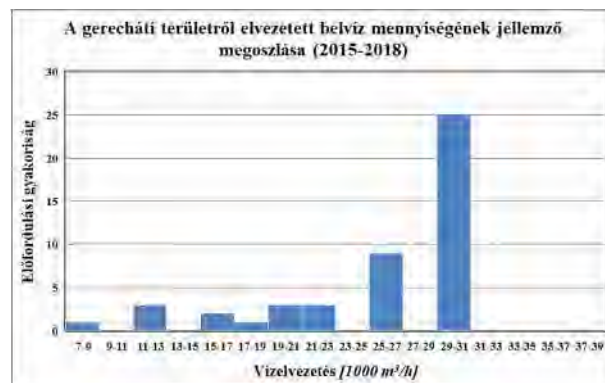


4.4. ábra - Áttekintő nézetben a színskálák alkalmazásával a tervezett csatornarendszer

A rendszerbe beáramló vízmennyiség meghatározására az **2.6. fejezetben** bemutatott, a VIZIG által szolgáltatott adatokat használtuk. A kapott adatsorokra gyakoriság elemzést végeztünk, hogy meghatározzuk azokat a belvíz térfogatokat, amelyek az adott területre jellemzőnek tekinthetők. Ehhez a rendelkezésünkre álló adatsor teljes adattartományát egyenlő nagyságú szakaszokra osztottuk, melyek mindegyike egy elszivattyúzott mennyiség-tartományt reprezentált. Ezt követően vizsgáltuk, hogy az adatsor elemei ezekre a csoportokra milyen megoszlást mutatnak. Ennek eredményét az alábbi **4.5 – 4.6. ábrákon** mutatjuk be. Ezeken az ábrákon látható, hogy a Vizslaki öblözetre a jellemző szivattyúzott belvíz mennyiség 19 000 – 21 000 m³/nap, a Gerecháti öblözetre pedig 29 000 – 31 000 m³/nap.



4.5. ábra – A Vizslaki öblözetről elvezetett belvíz megoszlása a vizsgált adatsoron

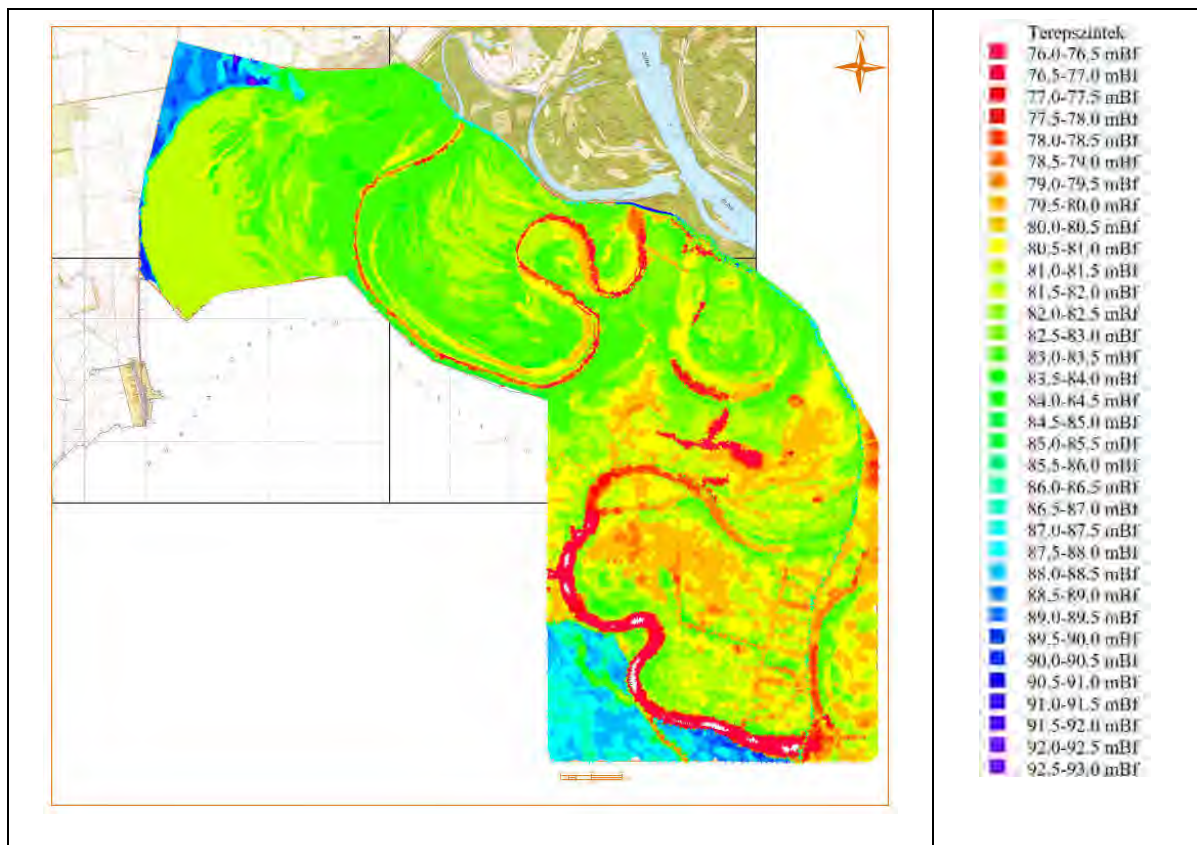


4.6. ábra – A Gerechāti öblözetről elvezetett belvíz megoszlása a vizsgált adatsoron

A befolyó vízárak a csatornahálózat kiterjedése alapján arányosan (a vízgyűjtő területek méretéhez képest) szétszórásra kerültek a mellékcsatornák között, majd az így meghatározott áramlás alapján az újonnan megvalósítandó csatornák méreteinek meghatározása következett. Különböző keresztmetszetek mellett addig futtattunk szimulációkat, amíg az új csatornák kiöntés nélkül alkalmassá váltak arra, hogy mindkét terület belvízmennyiségét maradéktanul elvezessék a koncepciók által kijelölt végpontokra.

4.2 Elöntési vizsgálatok

A teljes projekt terület vizsgálata keretében elemeztük a Boki-Duna és Belső-Béda környezetére jellemző terepviszonyokat. A kiegészített terepmodell alapján szintvonalas térképet készítettünk, amely 0,5 méteres tagolásban mutatja a terület magassági változékonyságát. Az **4.7. ábrán** látható térkép jól szemlélteti, hogy mélyebben fekvő területek jellemzően a Boki-Dunától délre található szakaszon helyezkednek el.



4.7. ábra – A domborzati viszonyok alakulása a projektterületen
(0,5 mBf-magassági osztályok alkalmazásával)

Az **4.1. táblázatban** az elkészített terepmodellből kinyert magassági részarányok eloszlását tüntettük fel. A projekt terület legnagyobb része közepes, 83,0-85,5 mBf közötti magasságban fekszik, a víztesteken kívül a mélyen fekvő, 81,0 mBf alatti területek aránya viszonylag alacsony. A vizsgált területet nyugatról és délről magasabban fekvő területek határolják.

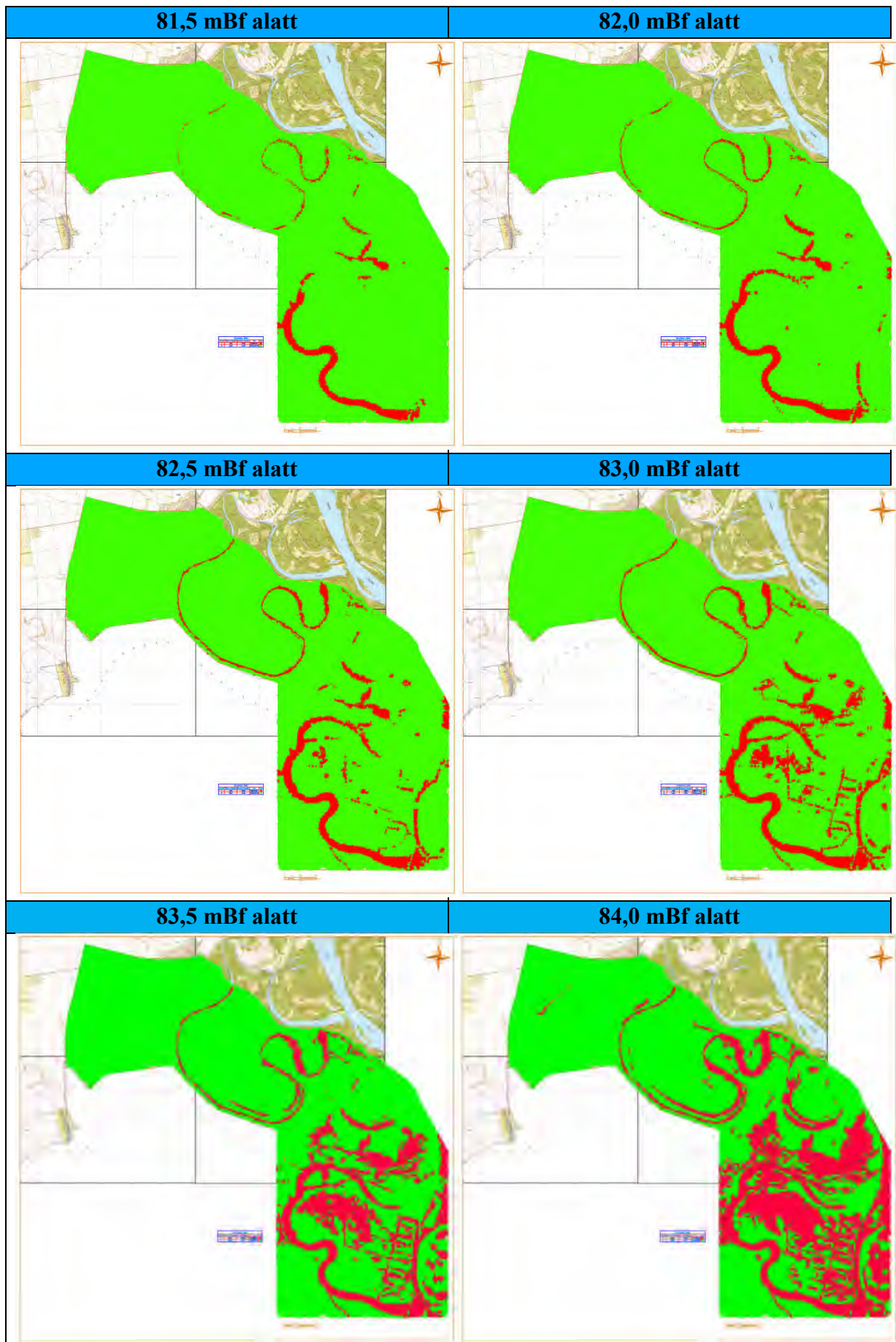
Magassági tartomány	Terület		Területi Részarány	Összegzett területi részarány
	[mBf]	[m ²]	[km ²]	[%]
76,0 - 76,5	0,00	0,00	0,00	0,00
76,5 - 77,0	6 375,76	0,01	0,01	0,01
77,0 - 77,5	6 221,47	0,01	0,01	0,02
77,5 - 78,0	8 685,24	0,01	0,01	0,03
78,0 - 78,5	19 236,41	0,02	0,03	0,06
78,5 - 79,0	52 434,95	0,05	0,08	0,14
79,0 - 79,5	103 489,51	0,10	0,15	0,29
79,5 - 80,0	323 702,78	0,32	0,47	0,76
80,0 - 80,5	485 671,19	0,49	0,71	1,46
80,5 - 81,0	540 116,70	0,54	0,79	2,25
81,0 - 81,5	497 716,70	0,50	0,72	2,98
81,5 - 82,0	789 138,88	0,79	1,15	4,12
82,0 - 82,5	1 167 316,67	1,17	1,70	5,82
82,5 - 83,0	2 022 232,81	2,02	2,94	8,77
83,0 - 83,5	4 450 659,58	4,45	6,48	15,25
83,5 - 84,0	7 499 467,53	7,50	10,92	26,17
84,0 - 84,5	15 445 191,56	15,45	22,49	48,66
84,5 - 85,0	12 359 001,29	12,36	17,99	66,65
85,0 - 85,5	10 983 384,49	10,98	15,99	82,64
85,5 - 86,0	5 109 798,12	5,11	7,44	90,08
86,0 - 86,5	857 666,28	0,86	1,25	91,33
86,5 - 87,0	310 726,17	0,31	0,45	91,78
87,0 - 87,5	274 414,76	0,27	0,40	92,18
87,5 - 88,0	303 138,75	0,30	0,44	92,62
88,0 - 88,5	717 146,37	0,72	1,04	93,67
88,5 - 89,0	1 430 258,02	1,43	2,08	95,75
89,0 - 89,5	1 651 498,48	1,65	2,40	98,15
89,5 - 90,0	842 128,27	0,84	1,23	99,38
90,0 - 90,5	241 187,17	0,24	0,35	99,73
90,5 - 91,0	93 507,71	0,09	0,14	99,87
91,0 - 91,5	67 343,70	0,07	0,10	99,97
91,5 - 92,0	15 576,49	0,02	0,02	99,99
92,0 - 92,5	5 134,57	0,01	0,01	100,00
92,5 - 93,0	2 577,93	0,00	0,00	100,00
ÖSSZESEN	68 682 146,31	68,68	100	

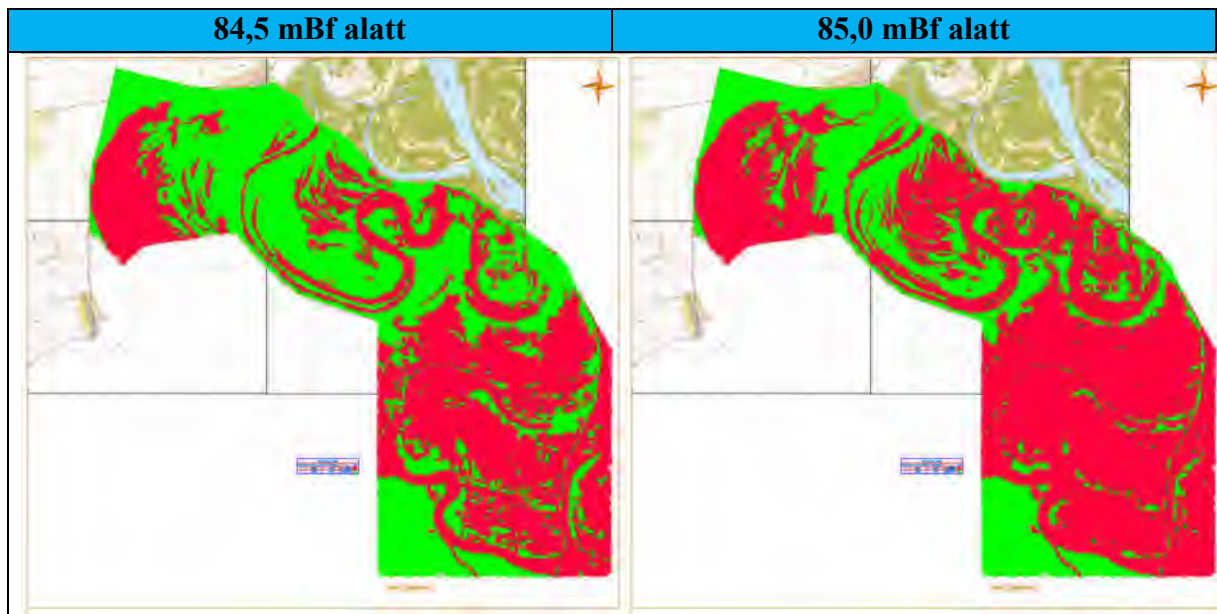
4.1. táblázat – A vizsgált terület magassági viszonyainak megoszlása

A terület vízellátottságának javításával együttesen felmerülhet az a kérdés is, hogy a környező területeken a talajvíz milyen mértékben követi a Belső-Béda, illetve a Boki-Duna vízjárásának változását. Ha a terület talajmechanikai adottságai azt mutatják, hogy a környező területek nagy vízáteresztő képességű talajrétegekből állnak, akkor a talajvízszint viszonylag nagy rugalmassággal tudja lekövetni a vízszintek változását. Erre vonatkozóan nem rendelkezünk adatokkal, azonban a **2.3.1. fejezetben** leírtak alapján arra következtethetünk, hogy erre lehet számítani. Ez azt eredményezheti, hogy megemelkedett vízszintek esetében a talajvízszint is nő, ami a környező, úgynevezett természetvédelmi jelölő erdők vízellátottsága szempontjából előnyös lehet. Ezért megvizsgáltuk, hogy a projektterület környezetében milyen mélyebben fekvő területek találhatóak.

A feltüntetett **4.8. ábrákon** pirossal kiemelve jelenítettük meg, hogy mely területek esnek a kijelölt küszöbmagasságok alá. Jól látható, hogy magukon a víztestek területén kívül viszonylag kevés terület esik 81,5 mBf alá, azonban 83,0 mBf alá már viszonylag nagyobb területek tartoznak. Látható az is, hogy a 83,0 mBf fölé emelt vízszint a terület kiterjedt nedvesedését, a vízszint tartásával belvizesedését okozhatja. A vízpótlási megoldások kiválasztásánál és a belvízelvezető csatornarendszer karbantartása, átalakítása során érdemes lehet figyelembe venni, hogy a Boki-Dunától jellemzően délre helyezkednek el a mélyen fekvő területek. Ez egybeesik a **2.6.3. fejezetben** bemutatott és a **4.1. fejezetben** leírt módon felhasznált belvíz adatokkal, melyek szerint a Boki - Dunától délre, délkeletre elhelyezkedő területeken másfélszer nagyobb az elszivattyúzott belvíz jellemző mennyisége, mint a vizsgálati terület másik mezőgazdasági művelés alatt álló területén.

Fontos azonban kiemelni, hogy az esetleges belvíz-kockázatok meghatározásához elengedhetetlenül szükséges a terület talajvíz-járásának ismerete, valamint a jellemző talajok áteresztő képességének beható vizsgálata, hiszen az elemében meghatározza a felszíni és felszín alatti vízjárások egymásra hatását.





4.8. ábra – A vizsgált terület különböző szintekre feltételezett elöntési viszonyai

4.3 A holtágrendszer vizsgálata komplex modell segítségével

A terület természetes vízrendszerének működését több forrásból származó, több szoftverrel feldolgozott adatok segítségével igyekeztünk megismerni. Az így feltárt összefüggések alapján kerülhetett sor műszakilag megalapozott javaslatok megalkotására. A **2. fejezetben** ismertetett terepmodell, valamint a **3. fejezetben** ismertetett helyszíni mérések képezték az alapját annak a komplex modellnek, amelynek segítségével meg tudtuk határozni az egyes beavatkozások részleteit. Ennek a komplex modellnek a felépítését, valamint az adatok feldolgozására és a szükséges számítások elvégzésére használt szoftvereket és eljárásokat az alábbiakban mutatjuk be.

4.3.1 Az alkalmazott szoftverek bemutatása

A Surfer a Golden Software által gyártott vizualizációs és elemző szoftver. A koordináta-adatokat rajzos formában lehet megjeleníteni, majd az így kapott térbeli modellen vizsgálatokat lehet végezni. A felmérési adatokat rendszerezni lehet, a felmérési hibák kiszűrésére is lehetőség van. A program alkalmas arra, hogy a mért adatok alapján grideket, interpolálással egybefüggő adatfelületeket alkosson. A projekt keretében ezzel a programmal készültek el az elöntési vizsgálatok.

A tervezés folyamán az egyik legtöbbet használt szoftver az Autodesk terméke, az AutoCAD/Civil 3D. Ez a program az alap AutoCAD termék rajzoló funkcióin túl terepmodellek, vonalas létesítmények létrehozására, a modellekhez kapcsolódó számítások, és egyéb kultúrmérnöki feladatok elvégzésére alkalmas. Az infrastruktúra tervezéshez szükséges, sok hasznos kiegészítő funkciót tartalmazó program, nagyban megkönnyíti a felszín alatti közműhálózatok, utak, vasúthálózatok, csatornák tervezését. A programba betáplálhatóak a tervezési területre vonatkozó érvényes szabványok és előírások, ezzel segítve a tervezés menetét. A felmérési pontokból felépített terepmodellből adott nyomvonal mentén kereszt-,

illetve hosszszelvényeket lehet készíteni. A program nagy előnye, hogy sok dinamikus eszközt használ. Vízgazdálkodási tervekhez egyszerűen lehet lefolyásvizsgálatokat készíteni, vízgyűjtő területeket meghatározni.

A programmal képesek vagyunk továbbá különböző térképek koordináta helyes beillesztésére, helyes ábrázolására, további felhasználására. A program képes térfogatot számolni egy megadott nyomvonal mentén, illetve különböző felületeket képes kimetszeni egymásból, így szinte bármilyen alakzatú földmű meghatározható úgymint árkok, tavak, töltések, gátak, de a vízepítés mellett út, vasúti létesítmények is jól definiálhatóak benne, valamint területfejlesztési célokra is jól alkalmazható.

A program továbbá könnyen együttműködik más Autodesk fejlesztésű programokkal, mint Autocad Plant 3D háromdimenziós rajzoló-, Autocad Map 3D térképészeti-, Autocad Architecture építészeti-, SSA hidrológiai-hidraulikai modellező program, továbbá különböző szakirányok beépülő csomagjaival lehet bővíteni az alap programokat, valamint egyéb cégek által fejlesztett programokkal. Ezek a teljesség igénye nélkül:

- EPANET: nyomás alatti közműrendszerek modellező programja;
- SWMM: gravitációs hidrológiai-hidraulikai modellező program;
- HEC-RAS: vízfolyás hidrológiai-hidraulikai modellező program;
- C+I települési közmű tervező program.

4.3.2 Meder modellek felépítésének bemutatása

A Civil 3D programban egyesítettük a Duna Dráva Nemzeti Park Igazgatóságától kapott, valós magasságon ábrázolt szintvonalas helyszínrajzot és az általunk végzett mederfelmérések eredményeit. Ennek feldolgozása az alábbiakban bemutatott módon történt.

Az GPS-szel is felszerelt szonár által előállított adatbázist exportáltuk Excel adatbázis kezelő programba, majd a szonár által mért egyes EOV koordinátához tartozó mélység adatokat átszámítottuk Balti tengerszint feletti magasságba (mBf). Ez úgy történt, hogy a mérés napján az aktuális vízállást ismertük a vízmérce '0' pontjához képest, ami a Belső-Béda esetében 130 cm, Boki-Duna esetében 63 cm. A vízállásból kivontuk azt a 6 cm-t, ami a szonár vízbe merülési mélysége, majd a szonár által mért távolságot is, így megkaptuk az egyes pontok vízmércétől való távolságát. A vízmércék '0' pontjának mBf-ben kifejezett magasságát a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóságtól adatigénylés keretein belül kaptuk meg. Tehát kaptunk egy adatbázist, amiben EOV és mBf adatokkal szerepel a meder minden egyes mért pontja, amelyek így a térben három dimenzióban ábrázolható mederré állíthatók össze.

A szintvonalas alaptérképből kimetsztük a felmérési pontok által lefedett területeket, majd beillesztettük a terepi felmérési pontokat. A két adathalmaz közötti területek, valamint a mért lefedetlen területek kitöltése a program általi interpolálással történt, amely eredménye egy egységes felületi modell lett. Az így kapott felületen lévő partvonalakat leellenőriztük a rendelkezésre álló topográfiai térképek alapján és amennyiben szükséges volt, kézi módszerrel módosítottunk rajta. Erre azért volt szükség, mivel a terepről készített modell néhány helyen hibákat tartalmazott. Ezek a hibás adatok, szintvonalak jellemzően a víztestek közvetlen

közelében fordultak elő. További bővítést végeztünk el a felület modellben a térképi adatszolgáltatás által nem érintett területeken, a hiányzó területeket a kapott topográfiai térképek alapján digitalizáltuk be. Erre a holtágból elszivárgó vizek meghatározása miatt volt feltétlenül szükség.

Az egyesített terepmodellről Civil3D szoftver használatával előállítottuk a víztestek teljes szakaszaira vonatkozóan a keresztzelvények adatait, ezek az adatok tehát valós földrajzi és vetületi koordinátákkal állnak rendelkezésünkre. Ahhoz, hogy az adatokat fel tudjuk használni a hidraulikai számításokhoz, három alapréteget kellett alkalmaznunk:

- Az első egy vetületi réteg, amely Magyarországra vonatkozó vetületi adatokat tartalmazza, és segíti a második réteg pontos elhelyezését.
- Erre helyeztük a területi réteget, amely az általunk vizsgált terület magassági és topográfiai adatait tartalmazza ezzel segítve a georeferált adatok pontos beillesztését.
- Ezekre ráhelyeztünk egy online térkép réteget a könnyebb átláthatóság érdekében.

A modell elkészítésének célja, hogy a medrek feltöltődési, valamint lefolyásai viszonyait vizsgálni tudjuk. Ehhez tudnunk kell, hogy a meder feltöltéséhez és bizonyos vízállások eléréséhez milyen térfogatáram mellett mennyi idő szükséges.

A programban felület metszési eljárásokkal különböző vízállásokhoz különböző térfogatokat számítottunk ki. Ezt úgy állítottuk elő, hogy az adott vízállásokat a vízmércé '0' pontját ismerve átszámítottuk Balti tengerszint feletti magasságba (mBf), majd az így kapott szintekhez számítottuk az adott térfogatokat. A térfogatok a meghatározott szintekből kapott síklap és az alatta fekvő mederfenék (terepszint) különbsége.

A kapott adatokat exportáltuk és az Excel program segítségével feldolgoztuk.

A vízállásokhoz tartozó térfogatok ismeretében már kiszámíthatjuk, hogy az adott vízállás eléréséhez, tehát a meder adott mértékű feltöltéséhez milyen térfogatáram mellett mennyi idő szükséges.

4.4 A mederszivárgási viszonyok vizsgálata

A területet ismerő szakemberek felhívták a figyelmünket arra, hogy a holtágak töltése során a tapasztalatok szerint a tényleges töltődés késleltetve indul meg, mivel a víz a mederből elszivárogva először a környező területek kis kiterjedésű mélyedéseit, gödröket, árkokat és az úgynevezett erdei fokokat tölti fel. Ahhoz, hogy az egyes medrek feltöltéséhez szükséges időket megfelelően meghatározhassuk, közelítően becsülnünk kell, hogy ez a jelenség mennyivel késlelteti a medrek feltöltését.

A szivárgás vizsgálata során feltételeztük, hogy a két vizsgált meder, a Belső-Béda és a Boki- Duna medre a szivárgás szempontjából hasonlóan tekinthető. Feltételeztük továbbá, hogy mivel elsősorban oldalirányú vízmozgásról van szó, ezért a mederfenék sajátosságait nem

kell vizsgálnunk. Ezt figyelembe véve a szivárgást a medrek hosszának arányában határoztuk meg.

A Külső-Bédából történő feltöltés során a vízelszivárgás mértékét a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság által nyilvántartott és rendelkezésünkre bocsátott betáplálási térfogat adatok, valamint az összevont terepmodellből nyert, adott vízállásmagassághoz tartozó víztérfogatok alapján számoltuk ki. A kapott adatokból tudjuk, hogy 2020.02.01-02.14. közötti időszakban a Külső-Bédából szivornyán keresztül a Belső-Bédába történő vízpótlás mennyisége 731 700 m³ volt.

A mederfelmérés adataival kiegészített terepmodellben a Belső-Béda medrét magasság mentén 10 cm-es távolságokban síkokkal metsztük, így kaptuk meg a mederben található víztérfogatot különböző vízállások mellett.

A 2020.02.01. és 02.14. közötti időszakra a DDVIZIG-től kapott vízállás adatok, valamint a vízállásokhoz tartozó számolt víztérfogatok alapján meg tudtuk állapítani, hogy ez alatt az időszak alatt a Külső-Bédából szivornyán bevezetett vízmennyiséggel együtt mennyi víznek, azaz milyen vízállásnak kellene lennie a mederben.

A 2020.02.01. és 2020.02.14. napokra vonatkozó vízállás adatok, valamint a terepmodellből kinyert, az adott vízálláshoz tartozó térfogat adatokat az **4.2. táblázatban** mutatjuk be.

Dátum	Vízállás	Vízállás	Víztérfogat a mederben
	[cm]	[mBf]	[m ³]
2020.02.01	180	82,95	1 028 537
2020.02.14	235	83,50	1 635 303

4.2. táblázat – 2020.02.01. és 02.14. napokra vonatkozó vízállás és a hozzá tartozó víztérfogat adatok

Az **4.2. táblázat** adatai alapján 02.01-02.14. közötti időszakban 606 766 m³-el növekedett a Belső-Béda medrében található víz térfogata. A Külső-Bédából átemelt víz mennyisége és az adott időszak tényleges vízmennyiség növekedése alapján megállapíthatjuk, hogy mennyi víz szivárgott el az átemelt vízmennyiségből.

Az elszivárgott víz mennyiségét arányosítottuk a víztest hosszára, hogy meg tudjuk határozni a hosszarányos elszivárgás nagyságát. Ez az érték 14 598 m mederhosszal számolva 8,56 m³/fm. Az elszivárgás mértékének ismeretében, a medrek hasonlóságát feltételezve kiszámoltuk, hogy a Boki-Duna feltöltése során összeségében mennyi víz elszivárgására lehet számítani, mielőtt a tényleges feltöltődés megkezdődik. A számítás elvégzéséhez szükséges ismerni a Boki-Duna tölteni tervezett medrének hosszát. Ez a hosszúság 1 518 méternek adódott. Ezzel a mederhosszal számolva a Boki-Duna medréről a feltöltés során elszivárgó víz nagysága várhatóan mintegy 13000 m³. Tehát a Boki-Duna feltöltésekor figyelembe kell vennünk, hogy a mederbe vezetett összes vízmennyiségből az „első” 13 000 m³ elszivárog a mederből a meder környezetében található különböző gödrökbe, fokokba és a talajba. Az elszivárgott

vízmennyiség nagyságának pontosnak tekinthető becslése után már számolható az adott térfogatáram mellett a meder feltöltéséhez szükséges idő.

5 MŰSZAKI ALTERNATÍVÁK AZ AZONOSÍTOTT PROBLÉMÁK MEGOLDÁSÁRA

A terület alapállapotának felmérése (*Inno-Water Zrt: Holtágrehabilitációs lehetőségek vizsgálata a Béda területén – 1. munkaszakasz*), valamint a Megbízó Duna-Dráva Nemzeti Park szakembereivel történt egyeztetések alapján kidolgoztuk azokat a műszaki megvalósítási koncepciókat, amelyek a projekt céljainak megvalósítására alkalmasak lehetnek.

5.1 A koncepciók kidolgozásának általános szempontjai

A projekt célkitűzései alapján a beavatkozási koncepciókat az alábbi két cél kielégítését szem előtt tartva dolgoztuk ki:

- Szabályozható frissvíz-utánpótlás biztosítása a Boki-holt Dunában.
- Vizslaki- és Gerecháti-öblözet növényi tápanyagban gazdag belvízének elvezetése a holtágak megkerülésével.

Jelen koncepciótervi projekt *1. munkaszakaszában* bemutattuk, hogy a Boki-Holtduna jelenlegi vízpótlása Gerechát és Izabellamajor mezőgazdasági területeinek a valószínűsíthetően műtrágyával szennyezett belvízelvezetéséből, valamint a Dunából a Belső-Bédán keresztül, közvetlenül a Digáncsi-csatornán át történik. A Belső-Béda egyben a Vizslaki-öblözet és a Gerecháti-öblözet mezőgazdasági területeiről és Kölked község belterületének a déli részéről származó belvíz elvezetését szolgáló csatorna is, így mindkét jelenlegi vízpótlási útvonalon növényi tápanyagokkal szennyezett víz érkezik a Boki-Holtdunába (*lásd 2.3.2. fejezet*). Ez a szennyezettség okozhat eutróf állapotot, ami algavirágzást és hosszútávon megnövekedett lebegőanyag tartalmat, valamint iszapfeltöltődést okoz. Célunk tehát olyan koncepciók kidolgozása, melyek segítségével csökkenthető elsősorban a Boki-Duna, másodsorban a Belső-Béda tápanyag terhelése.

Növényi tápanyagokban szegény és könnyen hozzáférhető frissvízforrás a Duna főmedre. Az onnan történő közvetlen vízpótlás azonban szintén okozhat iszapfeltöltődést, mivel annak, ahogy azt a *2.2.8 fejezetben* bemutattuk, természetes módon magas a lebegőanyag tartalma. A holtágba vezetés után a víz áramlási sebessége lelassul, illetve a holtág, mint állóvízi élőhely jellegzetességei miatt nem is szabad engedni a folyamatos, intenzív átáramlást. A lassuló víz elveszti képességét a szilárd szemcsék szállítására. Emiatt számolni kell azzal, hogy a holtágba vezetett víz lebegőanyag tartalma leülepszik, így hozzájárulva a meder feltöltődéséhez. A friss vízellátás Dunára alapozott javítása tehát fokozott körültekintést igényel.

Korábbi, hasonló célkitűzésű projekt kapcsán felmerült, hogy a Külső-Béda vízvisszatartását fenékküszöb kialakításával segítség elő. Az elképzelés szerint ilyen módon akadályozható lenne, hogy a magas dunai vízállás mellett a befolyó víz megmaradjon a mederben. A koncepciót megvizsgálva azonban úgy találtuk, hogy ugyan magas vízállás esetén a fenékküszöb valóban segíti a Külső-Béda víztartását, viszont kisebb vízállások esetén a friss

víz befolyását korlátozza. A terület vizsgálatának részeként megállapítást nyert, hogy a Duna vízjárására kevésbé jellemzőek azok az időszakok, amikor a fenékküszöb a vízpótlást segítené, inkább kell arra számítani, hogy akadályozni fogja. Mivel az alább bemutatott koncepciók egyikében a Külső-Bédából való vízkivétel megkönnyítése a célunk (**3. koncepció**) és a számításaink alapján ez a megoldás kevés bizonytalansággal működőképes, ezért a fenékküszöb elvetését javasoljuk. Emellett megfontolásra érdemesnek tartjuk a Külső-Bédát és a Dunát összekötő csatorna kotrását a friss víz beáramlásához rendelkezésre álló keresztmetszet növelésére.

A műszaki megoldások kidolgozásánál arra törekedtünk, hogy az egyes alternatívák önmagukban is célszerűek és megvalósíthatók legyenek, ugyanakkor az egyes megvalósulási alternatívák modulszerűen legyenek képesek egymás hatását erősíteni. Ennek előnye, hogy amennyiben a Megbízó úgy dönt, az elérhető források függvényében időben elhúzható a teljes rendszert érintő, minden modult alkalmazó megvalósítás.

Az alábbi alfejezetekben bemutatjuk az **5.1. fejezetben** leírt módon kidolgozott műszaki alternatívákat.

5.2 1. koncepció

Az 1. koncepció szerinti beavatkozás célja a Boki-holt Duna ág vízellátásának javítása. A vízellátás elsődleges forrásának a Duna tünik kézenfekvőnek. Azonban a **2.2.8.1 fejezetben** leírtak alapján a közvetlenül a Dunából történő víztáplálás nem javasolt a folyó lebegőanyag tartalmának várható kiülepedése miatt. Ezért a vízpótlásra olyan megoldást igyekeztünk találni, amelynél a Boki-Dunába már ülepített víz vezethető. Azért, hogy a koncepció várható költségvonzatait csökkentjük, olyan lehetőséget kerestünk, hogy ne legyen szükséges sem a természetes vizek bolygatása, sem új műtárgy építése a bevezetni kívánt víz lebegőanyag tartalmának ülepítésére.

A **2.2.8.2 fejezetben** ismertetett Gabriella-belsőág a rendelkezésünkre álló adatok alapján megfelelőnek bizonyulhat a vízpótlás forrásának. Mivel a Gabriella-sziget felső sarkánál a víz áramlása akadályoztatott, az ágba jellemzően a sziget déli sarka felől folyik be a Duna vize. Itt a lelassuló, visszakanyarodó áramlás miatt feltételezhető, hogy dunai lebegőanyag jelentős hányada kiülekszik. Abból, hogy az ág a megfigyelések szerint mégsem töltődik fel, arra következtethetünk, hogy magas dunai vízállások esetén a folyó vize képes az ágba felülről behatolni és átmosni azt. Mindezeket figyelembe véve a Gabriella-belsőágot alkalmasnak véljük a Boki-Duna vízpótlásához szükséges vízkivétel kialakítására. A vízpótlás lehetséges nyomvonalát a Duna 1435 fkm-e (a Gabriella-sziget déli csúcsa) fölé létesítendő torkolattal egy, az ártéri területen építendő csatornán (csővezetéken vagy mesterséges fokon) át javasoljuk kijelölni. A Duna és az árvízvédelmi töltésre telepítendő szivornya között a vizet zárt vezetéken javasoljuk vezetni, hogy a töltés folyó felől eső oldalának esetleges elhordását megelőzzük. Az árvízvédelmi töltésen a víz szivornyával emelhető át.

A szivornya tervezéséhez elsősorban az átemelni szándékozott térfogatáramot, valamint a szivócsonk magasságát kell ismerni. Ehhez meg kellett határozni, hogy mi az a célérték, amit a Boki-Dunában tartani szeretnénk. A **4.2 fejezetben** leírt elöntési vizsgálatok, valamint a helyszíni bejárások során tapasztaltak alapján a célértéket az elsődleges **Boki-Duna vízmérce szerinti 130 cm**-ben állapítottuk meg.

A szivornya megfelelő működéséhez a kivitelezési és üzemeltetési tapasztalatok, valamint szakmai ajánlások alapján a szivó oldalon a kifolyó szinthez képest legalább 1 m-rel magasabb vízszint szükséges a befolyó oldalon. Emiatt nem lehet tetszőlegesen alacsony szintre telepíteni a szivócsonkot. Mivel a szivornya kifolyó pontjától egy állandó lejtésű csatorna kerülne kiépítésre, ezért a szivócsonk minimálisan szükséges magasságát az határozza meg, hogy a Boki-Dunában milyen vízszintet kívánunk tartani. A szivornya működését tehát a Duna esetlegesen túl alacsony vízszintje limitálhatja. Ezért megvizsgáltuk, hogy a Boki-Holtdunában tartandó adott célérték esetén, figyelembe véve a Duna elmúlt 18 évben rögzített vízjárását, évente hány olyan napot találunk, amikor a javasolt szivornyás vízátervezés lehetséges.

A Vízügyi Igazgatóságtól kapott vízállás adatokon gyakoriság elemzést végeztünk. A 2002 - 2019 évi vízállás adatoknál elemeztük, hogy az egyes években egyes vízállások milyen gyakorisággal fordultak elő. A Duna bajai és mohácsi szakaszáról kapott vízállásadatokból extrapolálással kiszámítottuk a Külső-Béda befolyásánál a vízszint adatokat. A vízállás adatokhoz hozzáadtunk 1 métert és így számoltuk, hogy hány olyan nap volt az adott évben, amikor a Duna vízállása ennél a szintnél magasabb volt. A vizsgált időszakra vonatkozóan azon napok számát, mikor a Duna vízállása megfelelő volt a Boki-Duna vízmérce szerinti 130 cm-es magasságra szivornyával töltéséhez, az alábbi **5.1. táblázatban** foglaltuk össze.

Évszám	Víztöltésre alkalmas napok száma [db]
2002	107
2003	19
2004	28
2005	94
2006	111
2007	26
2008	15
2009	88
2010	99
2011	18
2012	23
2013	116
2014	49
2015	25
2016	51
2017	11
2018	16
2019	35
Átlag	51,7

5.1. táblázat - Boki-Duna vízmérce szerint 130 cm-re töltésére alkalmas dunai vízállással jellemezhető napok száma az elmúlt évekből

Ezt követően kiszámoltuk, hogy a rendelkezésre álló időszakok számát tekintve milyen kapacitású szivornyára lenne szükség ahhoz, hogy a Boki-Duna vízmércéje szerinti 0 pontról 130 cm vízállásra töltsük föl a medret. A számolás során a kapott értékeket korrigáltuk a Boki-Duna medrére számolt szivárgással.

A számításaink alapján kapott térfogat adatokhoz kiszámoltuk a feltöltéshez szükséges időt különböző térfogatáramok mellett. A feltöltés során a területet jól ismerő szakemberek tájékoztatása alapján vízmérce szerinti 30 cm-es vízállást feltételeztünk a mederben, mivel a tapasztalatok szerint ez alá jellemzően nem csökken a vízszint. A különböző térfogatáramokkal töltés esetén a feltöltési idők az alábbi **5.2. táblázat** szerint alakulnak.

Szivornya térfogatárama	Feltöltéshez szükséges idő	
	[m³/s]	[h]
0,1	278	11,6
0,2	139	5,8
0,5	56	2,3
1	28	1,2
2	14	0,6

5.2. táblázat – Boki-Duna vízimérce szerint 30 szintről 130 cm szintre töltéséhez szükséges idő különböző befolyó térfogatáramok mellett

A fenti adatok alapján a Boki-Duna a koncepció alapján tervezett szivornyas töltésénél a Duna vízjárása várhatóan nem lesz limitáló tényező.

A szivornyával a töltésen átemelt vizet a Boki-Dunába nyílt felszínű csatornával javasoljuk bevezetni. A töltés mentett oldalán a csatorna nyomvonalának kijelölésekor a terepmodell alapján megállapítható természetes mélyedéseket célszerű követni. A fővédműnek ez a szakasza egy korábbi belvízlevonulás során túlzott ellennyomás révén kapta meg a ma is látható, öblösödő alakját. Emiatt a védett oldalon a töltés árhullámok elleni megtámasztására ellennyomó tavat létesítettek. Ennek a tónak a medre a csatorna kiépítését segíti. Ugyanakkor a terület terepmodelljére tekintve látható, hogy a töltéssel párhuzamosan hosszanti mélyedés található, mely már 83 mBf magasságú elöntésnél szintén víz alá kerülne.

Ahhoz, hogy az újonnan építendő tápcsatorna a mederbe bevezethető legyen, a csatorna lejtését 0,2%-nak számolva a csatorna fenékszíntje a Duna felé eső végén 82,01 mBf magasságon kell, hogy álljon.

A csatorna építése kapcsán meg kell említeni, hogy az terepmodell alapján az árvízvédelmi töltéssel párhuzamos mélyedéseket azonosítottunk. A csatorna kiépítése során számolni kell azzal, hogy ezeket a hosszanti mélyedéseket el kell zárni, hogy a víz megfelelő áramlási iránya biztosított legyen.

A koncepcióval kapcsolatos egyeztetés során felmerült, hogy a szivornya helyett szivattyú épüljön a pótlásra szánt víz kiemelésére. Ennek előnye lenne a dunai vízállástól való nagyobb mértékű függetlenedés, valamint megfelelő osztóműtárgy esetén az esetleg később felmerülő öntözési igény kielégítésének lehetősége. Mivel ezek az esetleges igények jelenleg számunkra nem ismertek, továbbá a projekt céljait szem előtt tartva a költséghatékony megoldások kidolgozására törekedtünk, ezért ilyen irányú vizsgálatokat, számításokat nem végeztünk. Azonban a jelenleg rendelkezésünkre álló adatok alapján úgy találtuk, hogy a szivornya kiépítése során lehetséges olyan kialakítást alkalmazni, ami megkönnyíti a jövőbeni esetleges szivattyú telepítést. Ez azonban már tervezési kérdés, ezért ennek a megoldásnak a műszaki jellegű részleteivel nem foglalkoztunk.



5.1. ábra – Boki-Holtuna javasolt vízpótlása szivornyával (1. koncepció)



5.1. kép – A mentett oldali vízvezetésre mélyítendő természetes meder I.



5.2. kép – A mentett oldali vízvezetésre mélyítendő természetes meder II.

5.3 2. koncepció

Jelenleg a Boki-Holtuna és a Digáncsi-csatorna a gerecháti részöblözet belvízelvezetésének a részei, így a Digáncsi-csatornában a jellemző folyásirány a Belső-Béda, ahonnan a Bédai-szivattyútelep emeli át az összegyűlt belvizet a fővédművön. A Digáncsi-csatornában a Belső-Béda felé az **1. munkaszakaszban** leírt hidraulikai viszonyok tanulságai szerint akkor indul meg áramlás, ha a Boki-Dunában vízmerce szerint legalább 150 cm magas víz található, és ez magasabb a Belső-Béda vízállásánál. Ez a lefolyás belvízkészültség esetén kívánatos, az ártéri erdő vízpótlása, valamint a mezőgazdasági területek öntözővíz-biztosítása érdekében azonban

korlátozandó. A Boki-Holtdunában található víz mennyiségét csökkenthetik még az alábbi folyamatok:

- a talajszerkezet függvényében az elszivárgás;
- az időjárás függvényében a párolgás és lecsapódás;
- elfolyás a Bok-Gerecháti övezet víztározói, illetve vizes élőhelyei felé (Brukner-gödör és Marocka-nádas);
- elfolyás a Digáncsi-csatornán át a Belső-Béda és az azt övező vizes élőhelyek felé.

A talajszerkezeti elszivárgás és a párolgás szabályozhatatlan kimenetek, így fentiek közül elsősorban a Belső-Béda felé történő elfolyást lehetséges közvetlenül befolyásolni. Emiatt szükségesnek véljük a **Boki-Holtduna leszakaszolását** annak érdekében, hogy a mederben lévő víz Duna felé elvezetése akadályozható, a holtág vízszintje hosszabb távon tartható legyen.

A Belső-Béda és a Boki-Duna külön szakaszolásához **egy zsilipet javaslunk létesíteni** a Digáncsi-csatornán. Ezáltal a meglévő Bédai-szivattyútelep és amennyiben megvalósul, az **1. koncepció** szerint javasolt szivornya üzemei egymástól teljesen függetleníthetők, ugyanakkor hozzáfolyásoktól, belvízkészültségtől, dunai vízállástól és vízminőségtől függően adódik lehetőség a kapcsolat megnyitására. Javasolt helyszín a gátórházhoz vezető földút alatti áteresz, mert jelenleg ez a Digáncsi-csatorna legszűkebb keresztmetszete, és építési munkálatokhoz viszonylag könnyen megközelíthető (**5.3. kép**).



5.3. kép – Digáncsi-csatornára létesítendő zsilip javasolt helyszíne



5.2. ábra – Belső-Béda és Boki-Holtduna függetlenítése (2. koncepció)

5.4 3. koncepció

A Belső-Béda vízpótlása az **1. munkaszakaszban** elvégzett adatgyűjtés alapján jelenleg három irányból biztosított:

- a bédai szivattyútelepen keresztül a Külső-Bédából;
- a vizslaki szivattyútelepen keresztül a Vizslaki-főcsatornából;
- a Digáncsi-csatornán keresztül a Boki-Holtdunából.

A belvízzel történő vízpótlás a mezőgazdasági művelésből következő tápanyagszennyezés miatt kerülendő, a Boki-Holtduna pedig szintén vízpótlásra szorul, ezért a Belső-Béda jobb vízellátottsága érdekében a Külső-Béda felől javasolt növelni a vízhozamot. A Külső-Bédába közepes és magas dunai vízállásoknál a Külső-Béda-fokon keresztül jut ülepített Duna-víz a Gabriella-belsőág felől. A szivornya szívócsonkja jelenleg 83,995 mBf magasan helyezkedik el. A 2020. január 21-i terepbejárásunkkor azt tapasztaltuk, hogy a Külső-Béda befagyott vízszintje a vízmérce szerint közepesnek volt mondható (**5.4. kép**), a szivattyútelep beszívó aknája azonban szárazon állt. Az elmúlt 5 évet felölelő megfigyelések alapján a szívócsonk és a beömlőnyílás jelenlegi kialakítása mellett évente kettő-négy hét időtartamig lehetséges a szivornyan keresztül történő vízpótlás. Ezt nagyrészt az **1. koncepcióban** már bemutatott vízállás gyakoriság elemzés is megerősíti. Ez nagymértékben hozzájárult a jelenlegi, vízhiányosnak nevezhető állapot kialakulásához.



5.4. kép – Bédai szivattyútelep Külső-Béda felé eső beömlő nyílása

Emiatt szükséges a műtárgy átalakítása oly módon, hogy a szívócsonk mélyebbre kerüljön, így növelve azoknak a napoknak a számát, amikor a vízszint elégségesen magas az átemeléshez.

A koncepció kidolgozásának első lépéseként tájékozódunk a szivattyúház jelenlegi kapacitásáról. A Vízügyi Igazgatóság adatai alapján a 2020.02.01-14. időszakban a vízpótlás $0,6 \text{ m}^3/\text{s}$ térfogatárammal történt, ezért számításaink során ezt tekintettük kiinduló értéknek. Célértéknek a helyszínen tapasztaltak, az előtési modellek, valamint a területet jól ismerő szakemberek által átadott információk alapján a **Belső-Béda vízmércéje szerinti 230 cm-es vízállásban határoztuk meg**, mivel ilyen vízállásnál végeztük a mederfelmérést, így tapasztaltuk, hogy ekkor a part menti szabadidős létesítmények még használhatók, ugyanakkor a rendelkezésünkre álló információk szerint ilyen vízállásnál már megindul a környékbeli gödrök, kubikok feltöltődése, valamint a Digáncsi-csatornán keresztül a Boki-Duna töltődése. A számításaink során kiindulási vízállásnak a vízmérce szerinti 180 cm-es vízállást vettük alapul.

A szivornya megfelelő működéséhez a kivitelezési és üzemeltetési tapasztalatok, valamint szakmai ajánlások alapján a szívó oldalon a kifolyó szinthez képest legalább 1 m-rel magasabb vízszint szükséges a befolyó oldalon. Ugyanakkor a kapott adatok szerint a Külső- és Belső-Béda közti szivornya már 50 cm szintkülönbségnél is használható vízpótlásra. Ennél az értéknél kisebb szintkülönbség mellett azonban feltételezhető, hogy nem működne a szivornyás üzem, ezért nem lehet tetszőlegesen alacsony szintre telepíteni a szívócsonkot, figyelembe kell venni a táplált víztest célként meghatározott vízszintjét. A rendelkezésünkre álló információk, valamint a vízjárás vizsgálatok alapján úgy találtuk, hogy ilyen vízszint fenntartása szivornyával már nem oldható meg, ezért a továbbiakban csak szivattyús vízellátást feltételeztünk.

A Vízügyi Igazgatóságtól kapott vízállás adatokon gyakoriság elemzést végeztünk. A 2002 - 2019 évi vízállás adatoknál elemeztük, hogy az egyes években egyes vízállások milyen gyakorisággal fordultak elő. A Duna bajai és mohácsi szakaszáról kapott vízállásadatokról extrapolálással kiszámítottuk a Külső-Béda befolyásánál a vízszint adatokat. A vízállás adatok

alapján vizsgáltuk, hogy a szivattyú szívócsonkját mennyivel kell mélyebbre telepíteni ahhoz, hogy a Belső-Béda vízellátása a megfelelő szinten nagy biztonsággal megoldható legyen. Az alábbi **5.3. táblázatban** foglaltuk össze, hogy a szívócsonk lejjebb helyezésének függvényében hogyan változik a szivattyúzásra alkalmas napok száma.

Évszám	Vízfeltöltésre alkalmas napok száma [db]			
	Szívócsonk jelenlegi pozícióban marad	50 cm-rel lejjebb helyezett szívócsonk	100 cm-rel lejjebb helyezett szívócsonk	150 cm-rel lejjebb helyezett szívócsonk
2002	83	119	164	234
2003	15	21	38	65
2004	17	37	66	112
2005	76	100	118	135
2006	93	113	124	144
2007	13	29	54	83
2008	4	23	60	106
2009	69	96	130	152
2010	81	107	140	188
2011	13	22	37	57
2012	11	30	51	103
2013	99	126	163	191
2014	34	53	67	88
2015	16	30	52	99
2016	29	59	93	125
2017	2	18	39	64
2018	8	21	40	83
2019	33	38	61	82
Átlag	38,67	57,89	83,17	117,28

5.3. táblázat – Töltésre alkalmas napok száma a Külső-Bédát és Belső-Bédát összekötő szivattyú szívócsonkjának különböző elhelyezései esetén

A mederre vonatkozó számításaink alapján kapott térfogat adatokhoz kiszámoltuk a feltöltéshez szükséges időt különböző térfogatáramok mellett. A feltöltés során az összehasonlíthatóságot szem előtt tartva, a Belső-Bédára vonatkozó egész éves adatosorok hiányában a vízmérce szerinti 0 cm-es vízállást feltételeztünk a mederben, mint kiindulási szintet. A különböző térfogatáramokkal töltés esetén a feltöltési idők az alábbi **5.4. táblázat** szerint alakulnak.

Szivornya térfogatárama	Feltöltéshez szükséges idő	
	[m ³ /s]	[h]
0,6	645	26,9
1,0	387	16,1
1,5	258	10,8
2,0	194	8,1
3,0	129	5,4

5.4. táblázat – A Belső-Béda feltöltéséhez szükséges idő különböző szivattyúzott térfogatáramok mellett

A Belső-Béda medrének mérete miatt szükségesnek tartottuk megvizsgálni, hogy a töltésre alkalmas időszakok milyen elrendezésben jelentkeznek. A szivattyús kialakításnál két 1,5 m³/s kapacitású szivattyút tartunk gazdaságos és hatékony megoldásnak, ezért azt vizsgáltuk, hogy milyen gyakran fordul elő olyan időszak, amelynél az 1,5 m-rel lejjebb telepített szívócsonk segítségével legalább 6 napon keresztül lehetőség van a vízpótlásra.

A különböző térfogatáramokkal töltés esetén a feltöltési idők az alábbi 5.5. táblázat szerint alakulnak.

Évszámok	6 napnál hosszabb, megfelelő vízzinttel jellemezhető időszakok száma [db]
2002	8
2003	2
2004	6
2005	4
2006	3
2007	6
2008	6
2009	3
2010	6
2011	4
2012	6
2013	4
2014	5
2015	5
2016	5
2017	4
2018	3
2019	4

5.5. táblázat – A 6 napnál hosszabb töltési idők száma évente

A fenti megoldás alkalmazásával biztosított lesz a Belső-Bédához csatlakozó vizes élőhelyek (Agyen, Pányavina, Béda-nádas és Digancsi-gödör) vízpótlása és a Natura 2000 védettség alá tartozó erdők kiszáradás elleni védelme.



5.3. ábra – Belső-Béda javasolt vízpótlása szivattyútelep bővítésével (3. koncepció)

5.5 4. koncepció

A Boki-Duna és a Belső-Béda vízellátásának javításakor nem csak mennyiségi, de minőségi javításra is törekedni kell. A belvizek mezőgazdasági termeléstől függően növényi tápanyagokkal szennyezettek, amik a holtágakban és a vizes élőhelyeken nem kívánt algavirágzást, majd iszapfeltöltődést képesek okozni. Ezért amennyiben meg kívánjuk előzni a mezőgazdasági művelés alatt álló területekről a növényi tápanyagokkal terhelt vizek bejutását a holtágakba, olyan vízrendszert kell kialakítani, amelyben a belvízelvezetés és a vízpótlás egymástól független rendszereken is megvalósíthatók.

A Vizslaki-főcsatorna mind a Vizslaki-öblözet vízzel borított területeiről, mind a Kölked községtől délnyugatra eső mezőgazdasági területekről származó belvizek (2. és 3. sz. Vizslaki-csatorna) elvezetésére szolgál. Ennek a Belső-Bédába vezetése vízminőségi és iszapolttsági szempontból sem előnyös. Emellett a Gerecháti-szivattyútelep a Gerecháti-gyűjtőcsatornán át jelenleg a Boki-Holtdunába továbbítja a belvizet. Tehát a Belső-Bédát a vizslaki, a Boki-Holtdunát pedig a gerecháti részöblözetek belvizei terhelik, mielőtt a bédai szivattyútelephez kerülnének bevezetésre. A projekt fókuszában lévő két holtág így jelenleg belvízelvezető főcsatornaként üzemel. Az üzembiztonság érdekében ezt a funkciót legalább lökészerű csapadékeseményekre érdemes megtartani, ugyanakkor a projektcélok értelmében meg kell vizsgálni annak a lehetőségét, hogy csökkenthető-e a holtágak növényi tápanyag terhelése a belvizek kizárása által.

A Belső-Béda terheléscsökkentése úgy lehetséges, ha épül egy szabályozható megkerülő ág a Belső-Béda mellett. A Belső-Béda III. víztest 2+700 fkm szelvényénél csatlakozik a Gerecháti-főcsatorna (a 0+000 fkm szelvény Pányavina vizes élőhely felé vezető, Jélics-nyiladékhöz

telepített keresztfeltöltés és halrácsos áteresztés, egyben a Belső-Béda II. víztest 2+673 fkm végszelvénye). Innen a Vizslaki-főcsatorna torkolatáig, azaz a Belső-Béda II. víztest 1+128 fkm szelvényéig a Belső-Béda kb. 3,8 fkm hosszúságban kb. 50 méternyire húzódik a Horvátországgal közös államhatárral. Ennek a partmenti sávnak a közepén húzódik az egykori gazdasági vasút töltése, ami napjainkban az államhatár horvát oldalán található szántóföldeket védi a Belső-Béda esetleges kiáradásától.

A határmenti sávban egy olyan csatorna építését javasoljuk, ami összeköti a Vizslaki-főcsatornát és a gerecháti részöblözet árokrendszerét. Ezt a csatornát zsilip műtárggyal kell elválasztani a Belső-Bédától. Ez a csatorna kiviteli megfontolásoknak megfelelően lehet nyílt árok vagy tisztítóaknákkal ellátott, zárt csővezeték is. Olyan csapadékeseményre, amikor az ilyen módon védett új belvízcsatorna nem lenne képes átvezetni a vizslaki részöblözetben keletkező összes belvízmennyiséget a Gerecháti-főcsatornába – esetlegesen onnan az ottani belvíz miatt visszatorlódás várható –, a meglévő belvízelvezetési útvonal fenntartandó. Eszerint a Vizslaki-szivattyútelep tartalékként szolgálna, segítségével a belvizet továbbra is át kell tudni emelni a Belső-Bédába, ami így, amennyiben szükséges, a továbbiakban is belvízcsatornaként lenne üzemeltethető. A Belső-Béda ekkor a lökésszerű csapadékesemények belvízelvezető csatornájává válna, amelyek során a belvíz növényitápanyag-tartalma jelentősen hígul. Ez a forgatókönyv megvalósulása esetén a teljes eutróf terhelés töredéke érné a Belső-Bédát és az ahhoz kapcsolódó vízi élőhelyeket.

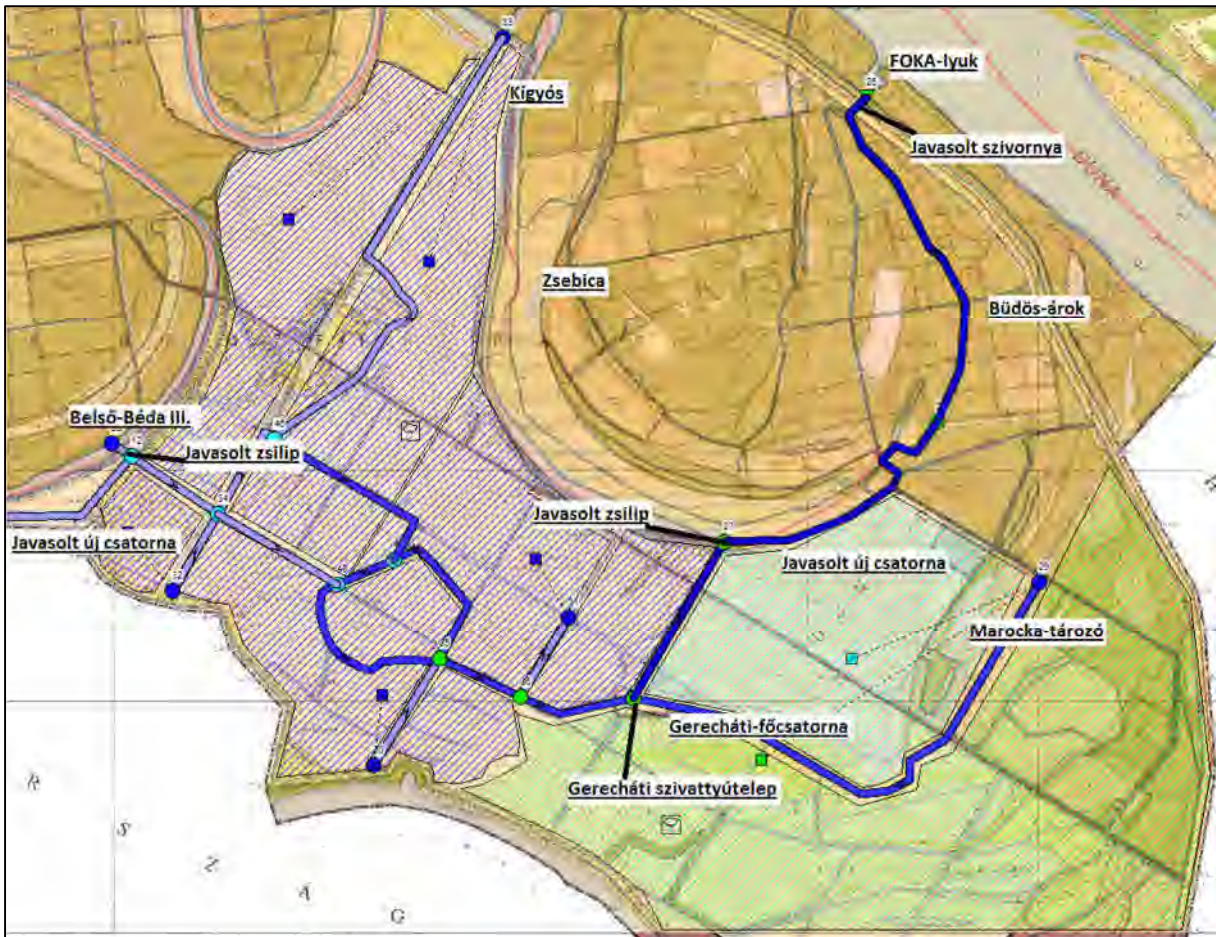
A Boki-Holtduna nyílt vízfelszínének keleti végétől északi irányban egy fok (Büdös-árok) vezet a fővédmű FOKA-lyuk fölé eső részéig. A Büdös-árok az I. katonai felmérés tanúsága szerint többé-kevésbé egykori dunai főmedret jelöl ki, ami a mai Boki-Holtduna felől a gerecháti részöblözet délkeleti felén (Brukner-gödrön és Marocka-tározón) át az államhatár horvátországi oldalán ma található Šarkanjski Dunavac (Sárkány-Duna) és Lorencov Dunavac (Lőrinci-Duna) irányába húzódott. A Büdös-árok tehát a Boki-Holtduna keleti végét és a FOKA-lyukat összekötő fok, így alkalmas belvízcsatornává való fejlesztésre, és megfelelő elválasztás esetén képes megóvni a Boki-Holtdunát az eutrofizációt okozó terheléstől.

Eszerint a koncepció szerint tehát kb. 10 km hosszan új, valamint megújítandó belvízelvezető csatorna létesítését javasoljuk a Vizslaki-szivattyútelep és a FOKA-lyuk között. Ezáltal a holtágak és a kapcsolódó élőhelyek mentesülnének a belvízterhelés nagy részétől.

A belvízelvezető rendszert érinti a Vizslaki öblözetben található Natura 2000-es védelem alatt álló erdők problémája. Mint azt megtudtuk, ezeknek az erdőknek kifejezetten káros, hogy belvízelvezetés idején az ezen a területen keresztülfutó csatornán keresztül az erdősáv környezetéből a talajvíz elszívásra kerül. Ennek megakadályozására javasoljuk a kérdéses csatorna elzáró műtárggyal leválasztását a belvízelvezető rendszer további részeiről.



5.4. ábra – Belső-Bédát megkerülő belvízcsatorna (4.koncepció)



5.5. ábra – Gerecháti belvízelvezetés javasolt nyomvonala a holtágak megkerülésével (4.koncepció)

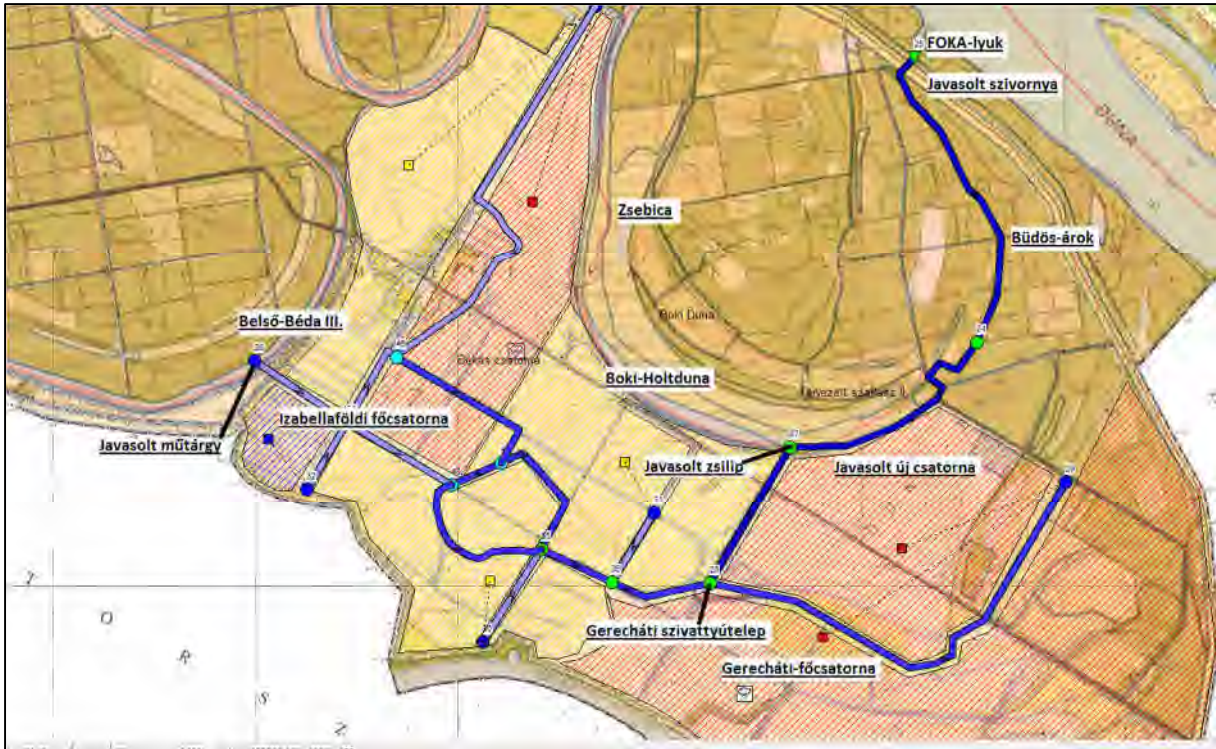
5.6 5. koncepció

Mivel a vízépítési műveletek meglehetősen költségesek, és a kockázati, illetve környezetvédelmi hasznok olykor nem nyilvánvalóak, a kiviteli tervezés megkezdéséhez szükséges döntéseket érdemes kockázat- és haszon-költség elemzésekkel előkészíteni. Arra az eshetőségre, ha egy ilyen elemzés a **4. koncepcióban** javasolt új belvízcsatorna létesítését és fenntartását a Belső-Béda és az államhatár közötti sávban nem mutatná rentábilisnak, kidolgoztunk egy olyan változatot is, amely csak részben mentesíti a Belső-Bédát a növényi tápanyagoktól. Ahhoz, hogy a **4. koncepció** legdrágább eleme, a határmenti sávba telepítendő megkerülő ág kihagyható legyen, a Belső-Béda azon tulajdonságát lehet kihasználni, hogy átereszekkel tagolva alvíztestekre szakaszolható.

Határmenti csatorna híján a Belső-Béda II. és Belső-Béda III. víztestek továbbra is a teljes belvízmennyiséget szállíthatnák a vizslaki részöblözetből. Ekkor a Belső-Béda III. és a Szövetkezeti Belső-Béda víztestek közötti áteresznek, valamint az Izabellaföldi-főcsatorna torkolati műtárgyának a keresztmetszeteit úgy kell kialakítani, hogy belvízelvezető üzemmódban a Gerechát felé legalább akkora vízmennyiség kivezethető legyen a Belső-Bédából, mint amennyi Vizslak felől oda belép. Ekkor a Szövetkezeti Belső-Béda víztest és az azt övező vizes élőhelyek (Béda-nádas és Digáncsi-gödör) megóvhatók az eutrofizációtól. Részleges megóvásról beszélhetünk a Belső-Béda III. víztesttel párhuzamosan, annak a belső íve mentén elterülő Pányavina vizes élőhely esetén is, ha azt a Szövetkezeti Belső-Béda felől fogják feltölteni a Külső-Béda ülepített Duna-vizével. Ehhez belvízelvezetés idejére a Pányavina Belső-Béda II-III. áteresznél levő bejáratát el kell tudni zárni.

Ez a változat szerint a napjainkban erősen feliszapolódott a Belső-Béda I. víztestig és Agyen vizes élőhelyig csak vízpótlási időszakban juthatna föl ülepített Duna-víz a Digáncsi-Dunából (Gabriella-belsőágból) a Külső-Bédán és a Belső-Béda alsó szakaszain keresztül. Ezt a területet ekkor nem lehet megóvni az eutrofizációtól. A belvízelvezető rendszer gerecháti szakasza eszerint a koncepció szerint megegyezne a **4. koncepcióban** leírtakkal, azaz az Izabella-főcsatorna, a Gerecháti-gyűjtőcsatorna és a Büdös-árok kimélyítése, a Büdös-árok és a Boki-Holtduna elválasztása és a FOKA-lyuk fölött a védművön szivornya telepítése ennek is a része.

A Vizslaki öblözetben található, Natura 2000 besorolású erdősáv talajvi



5.6. ábra – Gerecháti belvízelvezetés javasolt nyomvonala a Belső-Béda felhasználásával és a Boki-Holtduna megkerülésével (5. koncepció)

6 KÖLTSÉGBECSLÉS

Az alábbi fejezetben az 5. fejezetben ismertetett koncepciókra adunk költség becslést. Az árakat a jelenleg piaci trendek és mérnöki, tervezői gyakorlat alapján igyekeztünk meghatározni. A becslések során csak a beruházás nettó költségeit vettük figyelembe, a feltüntetett összegek az üzemeltetés költségeit nem tartalmazzák.

6.1 1. koncepció: vízpótlás szivornyával

6.1.1 Zárt vezeték kiépítése a Dunától az árvízvédelmi töltésen létesítendő szivornyához.

Hosszúság: cca. 150 m

Csőátmérő: 1200 mm

Csőanyag: vasbeton.

Fajlagos költség: 135 000 Ft/m.

Összes becsült költség: 20 250 000 Ft

6.1.2 Szivornya telepítése

Hosszúság: cca. 40 m

Csőátmérő: 1200 mm

Csőfal vastagsága: 8 mm

Csőanyag: acél.

Fajlagos költség: 235 000 Ft/m

Csővezés összes költsége: 9 400 000 Ft

Zsilipablák nyitó-záró szerkezettel, 2 db: 5 200 000 Ft

Szivornya mobil gépi berendezése, feltöltő szivattyú, légtelenítő berendezés, minden mobil kivitelben (utánfutóra szerelve): 5 600 000 Ft

Összes becsült költség: 20 200 000 Ft

6.1.3 Nyílt csatornameder a töltés és a Boki-Duna között

Hosszúság: 1890 m

Mélység: 1,5 m

Rézsű: 1:2

Anyaga: Füvesített földárok.

Munka jellege: Bevágás.

Földmunka térfogat: 35 300 m³.

Fajlagos költség: 5 600 Ft/m³.

Összes becsült költség: 197 680 000 Ft.

6.1.4 Töltés tövében az oldalirányú elfolyás megakadályozására gátak építése

Koronaszint: 2,0 m

Rézsű: 1:2

Anyaga: Füvesített töltés.

Munka jellege: feltöltés.

Földmunka térfogat: 1 045 m³.

Fajlagos költség: 6 500 Ft/m³.

Összes becsült költség: 6 792 500 Ft.

6.1.5 Vízügyi engedélyeztetés, kiviteli tervezés

A vízügyi engedélyeztetéssel kapcsolatban felmerülő össze költségek: 14 500 000 FT.

Az engedélyeztetési eljárás részeként a területre hatásvizsgálatot kell készíttetni. Ennek költsége várhatóan: 20 000 000 Ft.

Próbaüzem 1 évad hosszúságban: 15 000 000 Ft.

6.1.6 A koncepció egészére vonatkozó költség becslése

Az 1. koncepció (szivornya) becsült beruházási költsége: 294 422 500 Ft.

6.2 1. koncepció: vízpótlás szivattyúval

6.2.1 Zárt vezeték kiépítése a Dunától az árvízvédelmi töltésen létesítendő szivornyához.

Hosszúság: cca. 150 m

Csőátmérő: 1200 mm

Csőanyag: vasbeton.

Fajlagos költség: 135 000 Ft/m.

Összes becsült költség: 20 250 000 Ft

6.2.2 Szivattyú és osztóműtárgy telepítése

Hosszúság: cca. 40 m

Csőátmérő: 1200 mm

Csőfal vastagsága: 8 mm

Csőanyag: acél.

Fajlagos költség: 235 000 Ft/m

Csővezés összes költsége: 9 400 000 Ft

Szivattyú, min. 1,5 m³/s kapacitású, propeller, 2 db: 48 000 000 Ft

Szivornya mobil gépi berendezése, feltöltő szivattyú, légtelenítő berendezés, 100 kW teljesítmény leadására képes aggregátor, mindez mobil kivitelben (utánfutóra szerelve): 5 600 000 Ft

Összes becsült költség: 63 000 000 Ft

6.2.3 Akna

Falátvezetésekkel, fedlapokkal, megközelítő úttal.

Méret: 4 x 6 x 4 m

Költség: 1 200 000 Ft

6.2.4 Nyílt csatornameder a töltés és a Boki-Duna között

Hosszúság: 1890 m

Mélység: 1,5 m

Rézsű: 1:2

Anyaga: Füvesített földárok.

Munka jellege: Bevágás.

Földmunka térfogat: 35 300 m³.

Fajlagos költség: 5 600 Ft/m³.

Összes becsült költség: 197 680 000 Ft.

6.2.5 Töltés tövében az oldalirányú elfolyás megakadályozására gátak építése

Koronaszint: 2,0 m

Rézsú: 1:2

Anyaga: Füvesített töltés.

Munka jellege: feltöltés.

Földmunka térfogat: 1 045 m³.

Fajlagos költség: 6 500 Ft/m³.

Összes becsült költség: 6 792 500 Ft.

6.2.6 Vízjogi engedélyeztetés, kiviteli tervezés

A vízjogi engedélyeztetéssel kapcsolatban felmerülő össze költségek: 14 500 000 FT.

Az engedélyeztetési eljárás részeként a területre hatásvizsgálatot kell készíttetni. Ennek költsége várhatóan: 20 000 000 Ft.

Próbaüzem 1 évad hosszúságban: 15 000 000 Ft.

6.2.7 A koncepció egészére vonatkozó költség becslése

Az 1. koncepció (szivattyú) becsült beruházási költsége: 353 422 500 Ft.

6.3 2. koncepció: Digáncsi árok zárhatóvá tétele

6.3.1 Digáncsi árok profil kiigazítása

Árok hossza: 375 m

Mélysége: 6,0 m

Fenékszelvény: 6,0 m

Anyaga: füvesített földárok

Munka jellege: bevágás.

Föld térfogat: 40 500 m³

Fajlagos költség: 6 500 Ft/m³

Profil kiigazítás költsége: 263 250 000

6.3.2 Digáncsi árok zárhatóvá tétele

Zsilipablák nyitó-záró szerkezettel, 2 db: 5 200 000 Ft

6.3.3 A koncepció egészére vonatkozó költség becslése

Az 2. koncepció becsült beruházási költsége: 268 450 000 Ft.

6.4 3. koncepció: Belső-Béda vízellátásának javítása a szivornya átépítésével

6.4.1 Bontási munkák

Összesen: 2 000 000 Ft.

6.4.2 Szivattyú átépítése

Hosszúság: cca. 40 m

Csőátmérő: 1200 mm

Csőfal vastagsága: 8 mm

Csőanyag: acél.

Fajlagos költség: 235 000 Ft/m

Csővezés összes költsége: 9 400 000 Ft

6.4.3 Akna átépítése

Falátvezetésekkel, fedlapokkal, megközelítő úttal.

Méret: 4 x 6 x 4 m

Költség: 1 200 000 Ft

6.4.4 A koncepció egészére vonatkozó költség becslése

Az 3. koncepció becsült beruházási költsége: 12 600 000 Ft.

6.5 4. koncepció: holtágak kizárása a belvízelvezető rendszerből

6.5.1 Nyílt csatornameder a Vizslaki öblözet és a Gerecháti öblözet között

A csatorna a Belső-Béda és az államhatár közti sávon épül.

Hosszúság: 4 439 m

Mélység: 1,5 m

Fenékszelvény: 1,0 m

Rézsű: 1:2

Anyaga: Füvesített földárok.

Munka jellege: Bevágás.

Földmunka térfogat: 43 280 m³.

Fajlagos költség: 6 500 Ft/m³.

Összes becsült költség: 281 320 000 Ft.

6.5.2 Nyílt csatornameder a Gerecháti öblözet és a Duna között

A csatorna a Büdös-árok domborzatát kihasználva épül.

Hosszúság: 1 283 m

Mélység: 3,0 m

Fenékszelvény: 1,5 m

Rézsű: 1:2

Anyaga: Füvesített földárok.

Munka jellege: Bevágás.

Földmunka térfogat: 46 188 m³.

Fajlagos költség: 6 500 Ft/m³.

Összes becsült költség: 300 222 000 Ft.

6.5.3 Zsilipes átereszek kialakítása

Három zsilipes áteresz kialakítására van szükség a koncepció keretein belül. Ezek:

a Vizslaki főcsatorna és a Belső-Béda között;

az Izabella főcsatorna és a Belső-Béda között;

a Boki-Duna és a Gerecháti főcsatorna között

szabályozható áteresztőképességű kapcsolatot biztosító műtárgyak.

Zsiliptáblák nyitó-záró szerkezettel, 3 db: 7 800 000 Ft

6.5.4 Szivattyús összeköttetés Büdös-árok és a Duna között

A belvíz Dunába emelését az árvízvédelmi töltés fölött szivattyúval kell biztosítani.

Hosszúság: cca. 40 m

Csőátmérő: 1200 mm

Csőfal vastagsága: 8 mm

Csőanyag: acél.

Fajlagos költség: 235 000 Ft/m

Csővezés összes költsége: 9 400 000 Ft

Szivattyú, min. 1,5 m³/s kapacitású, propeller, 2 db: 48 000 000 Ft

Szivornya mobil gépi berendezése, feltöltő szivattyú, légtelenítő berendezés, 100 kW teljesítmény leadására képes aggregátor, mindez mobil kivitelben (utánfutóra szerelve): 5 600 000 Ft

Összes becsült költség: 63 000 000 Ft

6.5.5 Vízjogi engedélyeztetés, kiviteli tervezés

A vízjogi engedélyeztetéssel kapcsolatban felmerülő össze költségek: 14 500 000 FT.

Az engedélyeztetési eljárás részeként a területre hatásvizsgálatot kell készíttetni. Ennek költsége várhatóan: 20 000 000 Ft.

Próbaüzem 1 évad hosszúságban: 15 000 000 Ft.

6.5.6 A koncepció egészére vonatkozó költség becslése

Az 4. koncepció becsült beruházási költsége: 701 842 000 Ft.

6.6 5 koncepció: holtágak kizárása a Boki-Dunából rendszerből

6.6.1 Nyílt csatornameder a Gerechádi öblözet és a Duna között

A csatorna a Büdös-árok domborzatát kihasználva épül.

Hosszúság: 1 283 m

Mélység: 3,0 m

Fenékszelvény: 1,5 m

Rézsű: 1:2

Anyaga: Füvesített földárok.

Munka jellege: Bevágás.

Földmunka térfogat: 46 188 m³.

Fajlagos költség: 6 500 Ft/m³.

Összes becsült költség: 300 222 000 Ft.

6.6.2 Zsilipes átereszek kialakítása

Három zsilipes átereszt kialakítására van szükség a koncepció keretein belül. Ezek:

a Vizslaki főcsatorna és a Belső-Béda között;

az Izabella főcsatorna és a Belső-Béda között;

a Boki-Duna és a Gerecháti főcsatorna között

szabályozható áteresztőképességű kapcsolatot biztosító műtárgyak.

Zsiliptáblák nyitó-záró szerkezettel, 3 db: 7 800 000 Ft

6.6.3 Szivattyús összeköttetés Büdös-árok és a Duna között

A belvíz Dunába emelését az árvízvédelmi töltés fölött szivattyúval kell biztosítani.

Hosszúság: cca. 40 m

Csőátmérő: 1200 mm

Csőfal vastagsága: 8 mm

Csőanyag: acél.

Fajlagos költség: 235 000 Ft/m

Csővezés összes költsége: 9 400 000 Ft

Szivattyú, min. 1,5 m³/s kapacitású, propeller, 2 db: 48 000 000 Ft

Szivornyia mobil gépi berendezése, feltöltő szivattyú, légtelenítő berendezés, 100 kW teljesítmény leadására képes aggregátor, mindez mobil kivitelben (utánfutóra szerelve): 5 600 000 Ft

Összes becsült költség: 63 000 000 Ft

6.6.4 Vízijogi engedélyeztetés, kiviteli tervezés

A vízijogi engedélyeztetéssel kapcsolatban felmerülő össze költségek: 14 500 000 FT.

Az engedélyeztetési eljárás részeként a területre hatásvizsgálatot kell készíttetni. Ennek költsége várhatóan: 20 000 000 Ft.

Próbaüzem 1 évad hosszúságban: 15 000 000 Ft.

6.6.5 A koncepció egészére vonatkozó költség becslése

Az 4. koncepció becsült beruházási költsége: 420 522 000 Ft.

7 ÖSSZEFOGLALÁS

A Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság megbízásából a DTP2-007-2.3-D2C projekt **2. munkaszakaszának** keretein belül további adatgyűjtést végeztünk a Béda-holtágrendszer jelenlegi állapotával kapcsolatban, szem előtt tartva a projekt célkitűzéseit. Az adatgyűjtés során:

- az **1. munkaszakasz** alapján alkotott prekonceptiók segítségével szakirodalmi kutatást végeztünk;
- több alkalommal konzultáltunk a területet jól ismerő DDNPI-s szakemberekkel;
- adatigényléssel fordultunk a Dél-Dunántúli Vízügyi Igazgatósághoz;
- elvégeztük a Belső-Béda és a Boki-Duna csónakkal hajózható szakaszainak szonáros mederfelmérését.

Az összegyűjtött információk alapján felépítettük a vizsgálati terület komplex modelljét, amely tartalmazza a domborzati viszonyokat és a mederviszonyokat, a belvízelvezető rendszert a valamint az vizsgált medrekre vonatkozó szivárgás becsléseket és az ezzel korrigált táplálástöltési idő összefüggéseket. Segítségével megállapíthatók az egyes feltöltöttségi állapotokhoz tartozó előntési szintek, az ezek eléréséhez szükséges térfogatáramok, valamint a tápláláshoz szükséges műtárgyak szivócsonkjainak magassága.

A komplex modell segítségével kidolgoztuk azokat a koncepciókat, melyek megoldásul szolgálhatnak az azonosított problémákra, így kielégítve a projekt céljait. A koncepciók kidolgozásakor fontos szempont volt, hogy azok akár egymástól függetlenül, modulszerűen megvalósíthatók legyenek. Ezen koncepciók:

1. koncepció: A Boki-Duna saját vízellátásának kiépítése a Duna Gabriella-mellékága felől.
2. A Digáncsi-árokra elzáró műtárgy telepítése a Boki-Duna vízszintjének stabilabb megtartására.
3. A Külső- és Belső-Bédát összekötő szivattyú Külső-Béda oldalán található szivócsonjának lejjebb telepítése a Belső-Béda vízellátásának javítására.
4. A Vizslaki és Gerecháti öblözetek belvizének elvezetése a holtágak kizárásával, a Vizslaki öblözetben található Natura 2000 besorolású erdők talajvizének védelme elzáró műtárggyal.
5. A Vizslaki és Gerecháti öblözetek belvizének elvezetése a Boki-Duna és a Belső-Béda egyes szakaszainak kizárásával, a Vizslaki öblözetben található Natura 2000 besorolású erdők talajvizének védelme elzáró műtárggyal.

A fenti koncepciók tervezési és kivitelezési költségeit összegezve úgy találtuk, hogy **1 336 314 500 Ft** szükséges a holtágrendszer állapotának átfogó javításának kivitelezésére. Ez az összeg a belvízrendszer **4. koncepció** szerinti átalakítását foglalja magában, a Boki-Duna vízellátására pedig szivattyú kerül telepítésre. Amennyiben a belvízrendszer átalakítása az **5. koncepció** szerint történik, a szükséges összeg **1 054 994 500 Ft**. Kiemelésre érdemes még,

hogy a Boki-Duna vízpótlásának **1. koncepció** szerinti megoldásának költségei **59.000.000 Ft** nagyságúak a szivornyás kialakítás javára.

Munkánk során megállapítást nyert, hogy megfelelő műszaki megoldásokkal lehetséges a Béda holtágrendszer ökológiai állapotának javítása a holtágak vízellátásának javításával, valamint a szennyezett belvizek kizárásával.

8 IRODALOMJEGYÉK

Abonyi Csaba (2016): A Duna bal part 1489.050 – 1491 fkm közötti szakaszán megvalósult élőhelyrevitalizációs beavatkozás morfológiai hatásának vizsgálata

Ágoston-Szabó E., Schöll K., Dinka M. (2013): Limnological characteristics of a Danube oxbow-lake (Danube-Dráva National Park, Hungary).

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Vízi Közmű és Környezetmérnöki Tanszék (2011): Monitoring rendszer tervezése és kialakítása, fenntartása és működtetése, hatásbecslés módszertanának kifejlesztése a teljes GEF projekt területére (Gemenc-Béda-Karapanca)

Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság (DDNPI), Deme T. és Kövesi S. (2019): Vízutánpótlás a Belső-Bédán

Faludi G. és Nebojszki L. (2008): A Mohácsi-sziget kialakulása és vizeinek történelmi változásai. Hidrológiai Közlöny, 2008. 88. évf. 4. szám

Fekete D. ZS. (2014): A földfelszíni csapadékmérő hálózat adataiból származtatott és a radaros csapadékbecslés által készített csapadékmezők összehasonlító elemzése; Diplomamunka; Eötvös Loránd Tudományegyetem Természettudományi Kar Földrajz- és Földtudományi Intézet Meteorológiai Tanszék

Fülek Gy. (2008): Talajvédelem, talajtan / Domonkos Endre: Környezetmérnöki Tudástár 3. kötet, Pannon Egyetem ISBN: 978-615-5044-28-1

Fülek Gy. (2008) felhasznált hivatkozása:

FAO: Food and Agriculture Organization of The United Nations (2006): Guidelines for Soil Description. 4th Edition Rome.

Füst A., Zergi I. (1984): A krigelés alkalmazási lehetőségei a bányászati gyakorlatban; NME Közleményei, Miskolc I. sorozat, Bányászat 32(1984) kötet, 1-4 füzet, 47-58.

Galli, Cs. (2017): Vízmélység térképezése modern eszközökkel – szakdolgozat, ELTE Térképtudományi és Geoinformatikai Tanszék, Budapest

Gerencsér Zs. és Angelus B. (2009): Hajóút-paraméterek javítása a Duna 1811-1708 folyamkilométer szakaszán a folyamszabályozási munkák minimalizálására törekedve. A Környezetvédelmi és Vízügyi Minisztérium megbízásából készítette az Enviroconsulting Bt.

Halmai Á., Balatonyi L., Valkay A. I., Czigány Sz., Liptay Z. Á., Pirkhoffer E. (2018): Új megközelítésű mederfelmérési technikák alkalmazása kisvízfolyásokon- Védelem Tudomány, III. évf. 4. sz., 2018.12.

- <http://www.aquadocinter.hu/themes/Holtagak/htmls/kep.htm> (letöltés: 2019.09.11.)
- <http://berek.hu/2019/01/01/gemenc/> (letöltés: 2019.10.08.)
- http://www.danubeparks.org/files/798_LRP_SM_brochure_final.pdf (letöltés: 2019.09.11.)
- <http://www.ddnp.hu/nemzeti-park-duna-menti-teruletak> (letöltés: 2019.09.06.)
- <http://www.ddvizig.hu/hu/sajtokozlomenyek/0d374769-1e3e-4b09-bb6c-67080d1f4d5d>
(letöltés: 2019.10.01.)
- <https://dunaiszigetek.blogspot.com/2019/04/narval-dunan.html> (letöltés: 2020.02.11.)
- <http://www.holtagak.hu/htg/prev.php?pic=maps/AD01t.jpg&htg=Boki+holt%E1g>
(letöltés: 2019.09.11.)
- http://www.hydroinfo.hu/Html/archivum/archiv_tabla.html (letöltés: 2020.02.03.)
- <http://www.interreg-danube.eu/> (letöltés: 2019.09.11.)
- <http://natura2000.eea.europa.eu/Natura2000/SDF.aspx?site=HUDD10004>
(letöltés: 2019.09.09.)
- <https://www.nmea.org/> (letöltés: 2020.03.27)
- <https://www.protectedplanet.net/> (letöltés: 2020.02.04.)
- <http://www.termesztvilaga.hu/szamok/tv2003/tv0309/nebojszki.html> (letöltés: 2020.02.11.)
- <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/termesztudomanyok/termeszetismeret/ember-a-termeszetben-5-osztaly/a-folyok-pusztito-es-epito-hatasa/duna> (letöltés: 2020.03.16.)
- <https://tudasbazis.sulinet.hu/hu/szakkepzes/kornyezetvedelem-es-vizgazdalkodas/tajekozodas-es-meres-a-terepen/szintezesi-jegyzokonyv/a-szintezes-gyakorlati-vegrehajtas>
(letöltés: 2019.10.15)
- http://www.vituki.hu/files/reportgemencmagyar_1.pdf (letöltés: 2020.02.03.)
- Inno Water Kft. (2013): A DDS Szűrők Működésének Vizsgálata, Kutatási Zárójelentés. Budapest.
- Kirisics Ákos (2012): Gemenc-Béda-Karapancsa területek vízminőségi monitoring rendszerének eredményei
- Környezetvédelmi és Vízgazdálkodási Kutató Intézet (VITUKI) (2007): A Duna hajózhatóságának javítása tárgyú projektet megalapozó tanulmány.
- L-3 Communications SeaBeam Instruments (2000): Multibeam Sonar, Theory of operation; SeaBeam Instruments, USA

Mátrai I. (2013): Baja környéki vizes élőhelyek helyreállításának tájökölógiai vizsgálata. Pécsi Tudományegyetem, Természettudományi Kar, Földtudományok Doktori Iskola, Pécs.

Molnár Zsófia (2013): Az Alsó-Tisza-völgyi holtágak tájvizsgálata és tájrehabilitációs elvei

Nemzeti Élelmiszerlátn-biztonsági Hivatal (NÉBIH) (2013): Gemenci erdőtervezési körzet körzeti erdőterve. Ügy szám: 7035/2010.

Pálfai I., Boga T. L., Fekete E., Takács I., Békési I., Csiszár L., Czakóné Czédli J., Horváth Cs. Hajós B., Klingl B., Nagy G., Papanek L., Pálfai I., Pecze J., Sajben A., Sólymos K., Vörös B., Király I., Porkoláb T., Simon M., Varga F. (2001): Magyarország holtágai. Víz-Inter Mérnökiroda Kft., Alsó-Tisza vidéki Vízügyi Igazgatóság, Közlekedési és Vízügyi Minisztérium

Solymosi B. (2010): Magyarország talajai – Dunamenti-síkság

Surfer - User's Guide: Contouring and 3D Surface Mapping for Scientists and Engineers (2015)

Szombati D. Cs. (2016): A Duna magyarországi szakaszának lebegtetett hordalékvizsgálata. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Vízépítési és Vízgazdálkodási Tanszék, Tudományos Diákköri Konferencia, Budapest.

Tamás E. (1999): A Dunaújváros-Mohács közötti Duna-szakasz lebegtetett hordalék járásának vizsgálata, Hidrológiai Közlöny 1999. 79. Évf. 1. sz.

Tamás János, Nagy Attila: Talajremediáció diáisor, HEFOP 3.3.1., Debreceni Egyetem, Természetvédelmi Állattani és Vadgazdálkodási Tanszék (letöltés dátuma: 2016.04.18.)

Tóth B. (2015): A lebegőanyag és a mederanyag anyagforgalmi szempontú elemzése a Dunában Kismaros és Paks között, valamint az Ipolyban és két borszönyi patakban. Debreceni Egyetem, Természettudományi Doktori Tanács, Juhász-Nagy Pál Doktori Iskola.

Tóth B. (2015) felhasznált hivatkozása:

Dvihally S. T. (1962): Der gelöste Sauerstoff, die Schwebstoffmenge und die Trübung im Oberflächenwasser der Donau ahrend des Jahre 1959. Arch. Hydrobiol. Suppl. Donauforschung 27/2:72-84.

Tóth B., Nosek J., Oertel N. (2005): A szervesanyag és lebegőanyag koncentrációk hosszú távú változása a Dunában. In. Hidrológiai Közlöny, 85. évfolyam, 6 szám, pp. 152-153.

Uherkovich Á. (1992): A Béda-Karapancsa Tájvédelmi Körzet Élővilága. A Béda-Karapancsa Tájvédelmi Körzet és kutatása. Dunántúli Dolgozatok (A) Természettudományi Sorozata. Pécs.

US3296579A szabvány (1967): Farr H.K., Frelich P. D., Curtis R.P., Contour map generator

WWF Magyarország, Kerepy K. és Siposs V. (2013): Mellékágak és ártéri élőhelyek nagyfolyók mentén. Konferencia-összefoglaló a „Közösségi jelentőségű ártéri élőhelyek védelme a Béda-Karapanca különleges természetvédelmi területen található Szabadság-szigeten és mellékágánál” című LIFE+ projekt keretében, 2013. november 18-19., Mohács



A projekt a Duna Transznacionális Programból, az Európai Regionális Fejlesztési Alap támogatásával, az Európai Unió és a Magyar Állam társfinanszírozásával valósul meg.

A magyar partner részvétele a projektben a Magyar Állam társfinanszírozásával valósul meg.