



Műszaki leírás

Vízviisszatartómű és halátjáró létesítése a barcsi Ó-Dráva holtágon

Vízjogi létesítési engedélyes terv



EXPERT d. o. o.
za projektiranje i geodetske usluge

Našice, Trg dr. Franje Tuđmana 15/I/1
Poslovnice:
D. Miholjac, Trg A. Starčevića 4, tel (031) 638-270,
Darda, Osječka 9, tel (031) 283-428
OIB: 89249500835

Megbízó:

Pitomača önkormányzata, Ljudevita Gaja 26/1, 33405 Pitomača

Megbízott:

Expert d.o.o. za projektiranje i geodetske usluge

A dokumentáció készítéséért felelősök:

Projektvezető:

Valdimir Mačak, mag.ing.aedif.

Expert d.o.o.

Tervező:

Vladimir Mačak, mag.ing.aedif.

Expert d.o.o.

Ügyvezető igazgató:

Andrija Mikičić, mag.ing.aedif.

Expert d.o.o.

A dokumentáció magyar nyelvre fordítását az Inno-Water Zrt. munkatársai végezték:

Farkas Dávid tervező

Horváth Adrienn tervező

Zajzon Gergő tervező

Tartalom

1. Előzmények	7
2. Tervezési feladat ismertetése	8
2.1 Tervezésben résztvevők	8
2.2 Tervezési irányelvek	8
3. Meglévő állapot, tervezési terület bemutatása	10
3.1 Terület jellemzése	10
3.2 Meglévő műtárgyak az Ó-Dráván	12
3.3 Az építési terület talajmechanikai vizsgálata	12
3.3.2 Az építési területen jellemző talaj geotechnikai jellemzői	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
4. Tervezett létesítmények ismertetése	16
4.1 A vízviSSzatartás műszaki megoldása	16
4.1.1 Duzzasztómű műszaki jellemzői	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
4.1.2 A duzzasztómű központi része	17
4.1.3 A duzzasztómű alvíz felőli kialakítása	17
4.1.4 A duzzasztómű, töltéstest felvíz felőli kialakítása	17
4.1.5 Áteresz	17
4.1.6 Fa üzemi híd	18
4.1.7 Szárnyfalak	18
4.1.8 Földanyagú töltés	18
4.1.9 Elterelő csatorna	18
4.1.10 Ideiglenes töltés a duzzasztómű munkagödrének lehatárolására	19
4.1.11 Ideiglenes töltés a halátjáró létesítéséhez	19
4.1.12 Halátjáró	19
5. Építkezés menete	20
6. Műtárgy tervezéséhez végzett számítások	21
6.1 Hidrológiai számítások	21

6.1.2 Dráva és a barcsi Ó-Dráva holt-ág ismertetése.....	Hiba! A könyvjelző nem létezik.
6.1.3 A Dráva hidrológiai jellemzése	21
6.1.4 Az Ó-Dráva hidrológiai jellemzése	22
6.1.5 A HEC-RAS modell felépítése	23
6.2 Duzzasztó műtárgy hidraulikai méretezés	26
6.2.1 Átbukó hozam számítása, Q-H görbe	26
6.2.2. Utófenék ellenőrzése, vízugrás paramétereinek számítása	29
6.3. Ideiglenes elvezető csatorna hidraulikai méretezése	31
6.4. Halátjáró hidrológiai és hidraulikai méretezése	31
7. A tervezett létesítményeket használó jellemző adatai, közművek, megközelíthetőség	35
7.1 Működtető személyzet.....	35
7.2 Közművek.....	35
7.3 Megközelíthetőség.....	35
8. KÖRNYEZET-, ÉS TERMÉSZETVÉDELEM.....	36
8.1 Hatásvizsgálat.....	36
8.2 NATURA 2000 hatásbecslés	36
Anyagkimutatás.....	37

Terv- és iratjegyzék

Rajzszám	Megnevezése	Méretarány
	Műszaki leírás	
1	Átnézetes helyszínrajz	M= 1: 25 000
2	Áttekintő helyszínrajz	M= 1: 10 000
3	Helyszínrajz	M= 1: 1000
4	Részletes helyszínrajz I.	M= 1: 100
5	Részletes helyszínrajz II.	M= 1: 100
6	Organizációs helyszínrajz	M= 1: 100
7	Duzzasztómű és utófenék oldalirányú metszet	M= 1: 100
8	Duzzasztómű oldalirányú metszet	M= 1: 100
9	Ideiglenes elzárás kialakítása	M= 1: 200
10	Bevezető út keresztmetszeti kialakítása	M= 1: 200
11	Bevezető út keresztmetszeti kialakítása II	M= 1: 200
12	Halátjáró hossz-szelvény	M= 1: 200
13	Halátjáró keresztmetszeti kialakítása I.	M= 1: 200
14	Halátjáró keresztmetszeti kialakítása II.	M= 1: 200
15	Holtágmeder keresztmetszeti kialakítása	M= 1: 100

1. Előzmények

A Dráván a 20. században végrehajtott folyószabályozás következtében számos folyókanyarulatot (meander) „levágtak a főmederről”. Ezek a kanyarulatok egy része napjainkban mellékágakként funkcionál, amelyek csak igen magas Dráva vízszintek esetén kapnak friss vízpótlást. Másik részük holtággá vált, mivel a folyóval való kapcsolat teljes egészében megszűnt. A leghosszabb ilyen holtág a Dráva bal partján, Barcstól északra húzódó Ó-Dráva.

Az ingadozó, alacsony vízjárás kedvez a mocsári növényzet elszaporodásának. Az elburjánzott növényzet növeli a meder érdességét, ez tovább lassítja a víz áramlását a Barcsi Ó-Drávában, melynek hatására több hordalék rakódik le, így a terület feliszapolódása fokozódik. Amennyiben folytatódnak ezek a folyamatok, hosszútávon az ártér fokozatos átalakulását, szukcesszióját eredményezik.

Magyar és horvát intézmények és elkötelezett civil szervezetek indítottak együttműködést, hogy megoldást találjanak a káros folyamatra, és pályázatot állítottak össze az Ó-Dráva holtág helyreállítása érdekében. A projekt célja a holtág vízcseréjének fokozása, valamint a kisvizes időszakok jelentette ökológiai kockázatok csökkentése megfelelő vízviasszatartást szolgáló műtárgy létesítésével.

Az EU LIFE+ Nature programjának támogatását nyerte el ez a pályázat (LIFE13NAT/HU/00388), és 2014-ben négy éves munka kezdődött. A projekt vezetője a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság, a partnerek a horvátországi Pitomaca önkormányzata, Virovitica-Podravina Megye Területfejlesztési Ügynöksége, valamint természetvédelemért felelős intézménye, a WWF Magyarország és a Somogy Megyei Horgászegyesület.

2. Tervezési feladat ismertetése

2.1 Tervezésben résztvevők

A vízviszatarató műtárgy tervezése és kivitelezése a „LIFE - Old-Drava“ (LIFE13NAT/HU/00388) projekt keretében valósul meg, az Európai Unió, valamint magyar és horvát partnerek társfinanszírozásában. A projekt vezetője a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság, a partnerek a horvátországi Pitomaca önkormányzata, Virovitica-Podravina Megye Területfejlesztési Ügynöksége, valamint természetvédelemért felelős intézménye, a WWF Magyarország és a Somogy Megyei Horgászegyesület.

A projekt keretében, Pitomača Önkormányzat (továbbiakban: Megrendelő) megbízásából készítette el a horvát Expert d.o.o. tervező cég a barcsi Ó-Dráva holtágon létesítendő vízviszatarató műtárgy és halátjáró tervdokumentációját.

A tervezésben részt vevő szakértők:

- IRES d.o.o, Velika Gorica, feladata a Környezetvédelmi Tanulmány elkészítése;
- Inno-Water Zrt., Budapest, feladata a műszaki tervek elkészítésében való részvétel és a dokumentáció fordítása magyar nyelvre
- Patricia Kovač, geodéta, feladata a geodéziai felmérések elkészítése.

A tervezett létesítményt megalapozó tanulmányok:

- Előzetes tanulmány készítése a projekt ökológiai hálózatra gyakorolt hatásáról, IRES d.o.o., 2012. november;
- Kriznice régió revitalizációjának és infrastruktúra fejlesztésének környezeti hatástanulmánya, I-1298/12, Hidroing d.o.o., Tadge Smiciklasa 1, Osejk, 2012. december (magában foglalja a HEC-RAS szoftverrel készített hidrológiai modellt);
- A Barcsi Ó-Dráva ökológiai állapotjavítását célzó lehetséges műszaki beavatkozások koncepcióterve, Inno-Water Kft., 2015. június;
- „Ó-Dráva holtág vízellátása“ hatásvizsgálatának értékelése, IRES Ekologija d.o.o., Baruna Filipovica 21, Zágráb, 2016. április;
- Geotechnikai vizsgálat – tanulmány, tervszám: 73220-5872-2016, IGH Intézet d.d, Drinska 18, Eszék, 2016. március.

2.2 Tervezési irányelvek

A projekt résztvevők által megállapított tervezési irányelvek a projekt szerves részét képezik; ezek a következők:

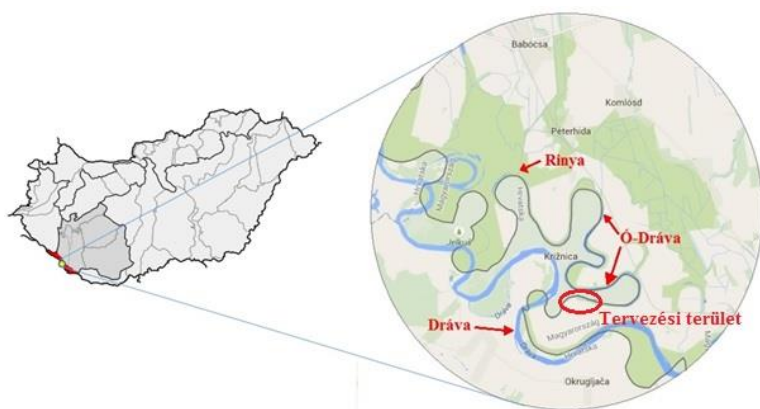
- A vízviszatarató műtárgy tájba illeszkedő legyen, természetes anyagok felhasználásával készüljön (fa, terméskő és/vagy ún. gabion építő elemek).

- A gátat passzív műtárgyként kell megtervezni, ami karbantartásmentesen üzemeltethető, a környezet minél kisebb mértékű zavarásának érdekében.
- A műtárgy lehetőség szerint a kisebb keresztmetszetű mederszelvényben kerüljön megtervezésre, illetve kiépítésre, ahol viszonylag keskeny és alacsony műtárgy építésére van szükség.

3. Meglévő állapot, tervezési terület bemutatása

3.1 Terület jellemzése

A tervezési területet képező Barcsi Ó-Dráva holtág a Dráva menti síkságon, a Közép-Dráva völgyben helyezkedik el Križnica településen (**3.1. ábra**). Az érintett terület helyrajzi száma Pitomaca II. önkormányzat kataszteri rendszerében 7844/20.



3.1. ábra – A tervezési terület elhelyezkedése

Križnica település Horvátország északkeleti részén, Verőce-Drávamente Megyében, Pitomača község északkeleti területén helyezkedik el. Pitomača irányából, ami a DC 2-es számú állami út mentén található, a helyi, LC 40003 számú úton haladva juthatunk el a Dráván való átjutást biztosító kompig. Az átkelést követően a helyi LC 40004 jelű út vezet Križnica település központjába, ahol az nem minősített utakban folytatódik. A jelöletlen utak részben aszfaltozottak, részben földutak.

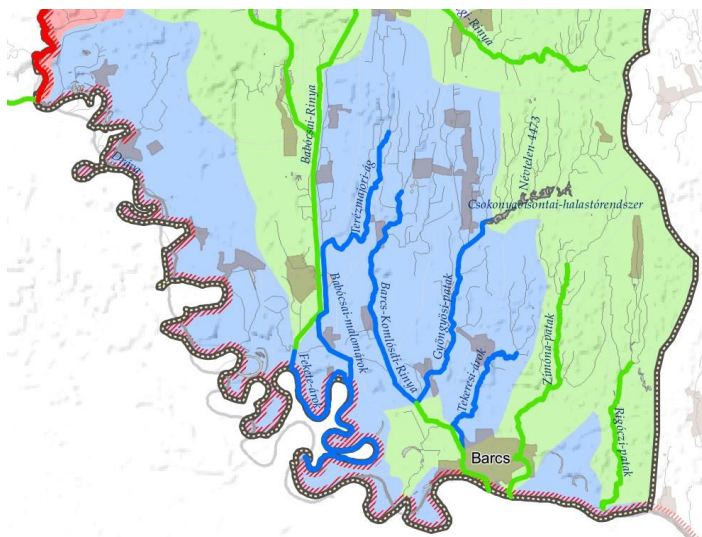
Magyarország irányából a holtág legkönnyebben a barcsi vasútállomás felől közelíthető meg: az innen nyugatra induló betonúton egy gáz-szivattyú állomásig (kb. 4 km) kell haladni. Itt át kell hajtani a vasúti síneken és a dűlőutat kell követni jobb kéz felé. Nagyjából 200 métert haladva már látható a Fekete-nyár tanösvény induló állomása.

A tervezési területet jelentő Barcsi Ó-Dráva (Fekete-árok) egy hozzávetőlegesen 20,5 kilométer hosszú, balparti holtág, amelyet a magyar-horvát államhatár hosszában metsz ketté Barcstól Péterhidáig. A Dráva jelentős medereróziója miatt a holtág jelenleg a Drávánál magasabb térszínen helyezkedik el, tehát felső részén már nincs hidraulikai összeköttetésben a Drávával. A Barcsi Ó-Dráva holtágat a Babócsai-Rinya (Rinya patak) táplálja, amely a Dráva folyó bal oldali mellékveze, Böhönye és Segesd közelében ered több ágban, majd Nagyatád és Babócsa érintésével délnek tartva ömlik a holtágon keresztül a Drávába. Hossza mintegy 60 km.

A tervezési terület a felülvizsgált, 2015. évi Országos Vízügyi-gazdálkodási Terv szerint a Dráva részvízgyűjtőhöz, azon belül a 3-2 Rinya-mente vízgyűjtő-gazdálkodási alegységhez

tartozik [VKKI, 2010a,b; VKKI-DDKÖVIZIG, 2010]. A teljes Barcsi Ó-Dráva holtágat a felülvizsgált, 2015. évi Országos Vízügytő-gazdálkodási Terv egyetlen, önálló víztestként jelöli, Fekete-árok (AEP474) néven (**3.2. ábra**). A 20,5 km hosszú Barcsi Ó-Dráva az EU VKI (Víz Keretirányelv) szerinti természetes vízfolyás kategóriába és a 6-os típusba (Síkvidéki, kis esésű, meszes, közepes-finom mederanyagú, közepes vízgyűjtőjű) sorolható, melynek befogadója a Dráva (166+400). A víztest vízgyűjtő területe 939 km². Alakja a Péterhidai Malom-árkot kivéve rendkívül tagolt - a vízfolyás holtág jellegéből adódóan. Jellemző magassági tartománya 101,0-113,0 mB.f. közötti. A vízgyűjtő talaja kötött, középkötött öntéstalaj (iszapos, agyagos homok). Az altalaj finom kavics, folyami homok.

A közvetlen projektterület jellemzően 103-108 mB.f. magasságú, a mélyebb fekvésű területek a Dráva tervezési területtel szemközti oldalán találhatók (103-105 mB.f.). A Dráva jobb partján kiépített töltés védi az alacsonyabb horvát területeket, az Ó-Dráva egyes partszakaszain pedig 107-108 mB.f. magasságú rézsű található.



3.2. ábra - A Barcsi Ó-Dráva (Fekete-árok) elhelyezkedése

A holtág vizét annak ellenére, hogy friss és rendszeresen cserélődik, magas tápanyagtartalom jellemzi a vízgyűjtő területén lévő mezőgazdasági területek intenzív trágyázása miatt. A 2015. évi Országos Vízügytő-gazdálkodási Terv szerint a Fekete-árok víztest állapota rossz. A víztest részletesebb minősítését az **3.1. táblázatban** ismertetjük.

Biológiai elemek	rossz	Víztest ökológiai állapota	rossz	Víztest állapota	rossz
Fizikai kémiai elemek	kiváló				
Hidromorfológiai elemek	jó				
Egyéb specifikus szennyezőanyagok	jó	Víztest kémiai állapota	jó		
Veszélyes anyagok					

3.1. táblázat - A Fekete-árok víztest minősítése a VGT2-ben

3.2 Meglévő műtárgyak az Ó-Dráván

A Fekete-árok mentén több, korábban épült műtárggyal is találkozhatunk. Ezen létesítmények duzzasztási céllal épültek, mely hatására a mellékág teljes hosszában megnőtt a vízmélység. A műtárgyakról általános érvényességgel kijelenthető, hogy jelenlegi leromlott, rossz állapotuk mellett a tervezésről és kivitelezésről dokumentációk nem állnak rendelkezésünkre. Helyszíni bejárások során kiderült, hogy a gáttestek döntő többségben talajból készültek, melyet terméskövekkel és helyenként betonnal burkoltak. Azonban a víz eróziós munkájának köszönhetően a műtárgyak többségéből csak néhány nagyobb terméskő, valamint – a kivitelezésből hátramaradt törmelék mellett – összetört betonelemek maradtak. Néhány križncai lakos elmondása alapján arra is fény derült, hogy egyes műtárgyak testét homokzsákokból készült nyúlgátak alkották, viszont ezek nem bizonyultak hosszú életűnek. Jelenleg három gát azonosítható a Fekete-árokban. A műtárgyak eséscsökkentő, duzzasztó hatása folytán a felvízi szakaszokon kis mértékben megnőtt a vízmélység. Karbantartó munkák hiányában a létesítmények állapota tovább romolhat az erózió hatására.

3.3 Az építési terület geológiája

Az építési terület geotechnikai jellemzőinek felmérése terepi- és laborvizsgálatokat végzett, majd eredményeiket összefoglalva geotechnikai tanulmányt készített az IGH Intézmény d.d.. A tanulmány címe „A halak vándorlásának biztosítása az Ó-Dráva mentén” a „LIFE - Old-Drava” (LIFE13NAT/HU/00388) projekt keretében valósult meg, kódja 73220-5872-2016.

3.4 Az építési területen jellemző talaj geotechnikai jellemzői

3.4.1 Általános ismertetés

A Megrendelő útmutatásai alapján elvégeztük a helyszíni geotechnikai vizsgálatokat, melynek célja talajmechanikai alapadatok biztosítása a gát és halátjáró számára létesítendő műtárgyak tervezéséhez a Dráva folyó Ó-Dráva holtágán (Barcsi Ó-Dráva). Ennek érdekében 7,0 méter mély feltáró fúrás készült a helyszínrajz B-1 jelű pontján.

A megbízás további részében elemeztük a kapott fúrásszelvényt, besoroltuk a különböző rétegeket, számításokat végeztünk a talaj teherbírásával kapcsolatban, illetve ajánlásokat tettünk az alapozás összetételére és a műtárgyak megépítésére vonatkozóan.

3.4.2 Helyszíni vizsgálatok

A geotechnikai tanulmányban rögzített program szerint az alábbiak valósultak meg:

- 2016. április 19. - Fúrógéppel történő folyamatos talajkiemelés és szondázás
- A relatív talajtömörtség tesztelése szabványos behatolási teszttel (SPT). A talaj jellemzése az előrehaladáshoz (15 cm) szükséges ütések száma alapján történik.
- A helyszíni munkák az alábbiak voltak:
 - A fúrás magjának elhelyezése gyűjtőládákban.
 - AC szerinti talaj osztályozás a helyszínen.
 - Talajvízszint mérése a fúrt szelvény kivételével párhuzamosan: A megütött talajvízszint 0,69 m mélységben volt, a mintavétel után beállt nyugalmi talajvízszintet 0,5 m mélységben mértük a fúrás peremétől számítva. Az átlagos talajvízszint függ a csapadék mennyiségétől, a vízgyűjtőterület nagyságától és egyéb adottságaitól (talajviszonyok, vízkivétel, felszíni vizek hatása). A talajvíz szintjének ingadozását pontosan úgy lehet meghatározni, hogy egész évben folyamatosan regisztráljuk az ingadozásokat talajvízfigyelő kutakkal.

3.4.3 Laboratóriumi tesztek

A laboratóriumi tesztek során meghatározásra kerültek a talajminták egyes rétegeinek mechanikai tulajdonságai. A zavart és zavartalan minták talajmechanikai tulajdonságait az alábbi szabványos vizsgálatok alapján határoztuk meg:

- Feltáráskori víztartalom (w_0): ASTM S 2216-98
- Plaszticitás Atterberg-féle határai (W_L , W_P) BS 1377: 1990 Part 2, 4.5. pont és 5. pont
- Szemeloszlás meghatározása: ASTM D 422-63 (1998)

Mélység	Kezdeti víztartalom	Folyási határ víztartalma	Sodrési határ víztartalma	Plasztikus index	Konzisztencia index	Víztartalom
[m]	W_0 [%]	W_L [%]	W_P [%]	I_P [%]	I_K [%]	W [%]
0,7-0,9	46,2	61,26	36,08	25,18	0,60	46,20
1,3-1,5	-	60,77	36,00	24,77	-	63,50

3.2. táblázat - Talajmechanikai jellemzők

3.4.4 A talajmintás összetétele és tulajdonságai

A talajmechanikai vizsgálatok, az AC szerinti osztályzás, valamint a zavart minták laboratóriumi vizsgálatainak eredményei alapján meghatározásra kerültek a következő rétegek:

- A humuszréteg a terepszinttől -0,2 m mélyséig húzódik. Ez alatt -1,7 méterig szervesen, jól alakítható barnás-szürke, szürke színű, szerves szagot árasztó iszapréteg található, melyben helyenként színes vas-oxid rétegek figyelhetők meg.
- Az iszapréteg alatt a fűræsszelvény talpszintjéig szürke színű, enyhén iszapos, finom szemcséjű homokréteg húzódik.

3.4.5 Talajmechanikai vizsgálatok eredményei

A zavart talajmintákon végzett talajmechanikai vizsgálatok és laboratóriumi tesztek alapján - amelyek célja megfelelő alapadatok biztosítása a Barcsi Ó-Dráván létesítendő duzzasztó és halátjáró megépítéséhez – az alábbi megállapítások tehetők:

- A Megrendelő által igényelt talajmechanikai feltáráshoz kapcsolódó vizsgálatokat a terepszinttől mért -7,0 m mélyséig terjedő szondázással végezték. A vizsgálatok fő célja az volt, hogy elegendő információ álljon rendelkezésre a talaj összetételéről és talajmechanikai tulajdonságairól, mely alapján a tervezett műtárgyak alapozásának tervei pontosan elkészíthetők.
- A tervezett projekt Magyarország határán, természetvédelmi területen a Duna-Dráva Nemzeti Park területén helyezkedik el. A Križnica település mellett elhelyezkedő Barcsi Ó-Dráva revitalizációja során biztosítani kell a megfelelő vízszintet a területen élő védett állatok életterének védelme érdekében, illetve a műtárgy ökológiai átjárhatóságát egy halátjáró létesítésével. A talajmintavételi helyszínen, a felső humusz réteg alatt, -0,20 m mélységtől -1,70 m mélyséig enyhén iszapos, finom szemcséjű homokréteg található. Barna-szürkétől szürke színig változik a talaj a szondázott -7 m mélyséig.
- A szondázási vizsgálatok során a terepszinttől a megütött talajvízszint -1,50 m mélységben helyezkedett el. A nyugalmi talajvízszint -1,40 m mélységben állt be. A talajvíz mélysége és karakterisztikus értékei függenek a csapadék mennyiségétől, a vízgyűjtőterületről, a vizsgált periódus hosszától és évszakától. A talajvíz szintjének ingadozását pontosan úgy lehet meghatározni, hogy talajvízfigyelő kutakkal egész évben folyamatosan mérjük az ingadozásokat.

A fenti információk alapján megállapítható, hogy a projekt előkészítése során figyelembe kell venni a talajrétegek vastagságát, talajmechanikai tulajdonságait és a rétegek áteresztőképességeinek értékeit. Emellett szintén figyelembe kell majd venni a vízviszattartás hatásra kialakuló beduzzasztott talajvízszintet is.

A holtág medrének védelmében ajánlott a rézsű és a holtág fenekének vízálló anyaggal való bevonása (pl.: BENTOFIX - geotextília+ bentonit+homok kombinációja, gyártó: NAUE GmbH&Co.KG), amire természetes anyagot lehet teríteni (kavicságyat vagy zúzott kő keveréket a referenciák alapján).

A geotechnikai vizsgálat során kapott eredmények és következtetések csak erre a projektre és a vizsgált területre alkalmazhatóak és nem használhatók fel más építkezés során.

formázott: Betűtípus: Nem Félkövér, Betűszín: Automatikus, horvát (horvátországi)

4. Tervezett létesítmények ismertetése

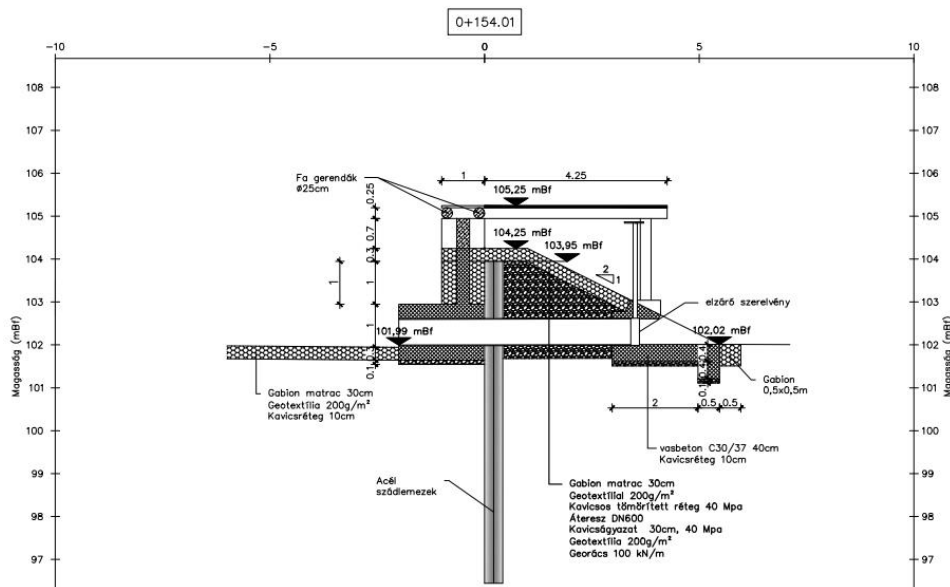
4.1 A vízviszatarítás műszaki megoldása

A tervezett műszaki létesítmény egy duzzasztóműből és egy halátjáróból áll. A duzzasztómű lehetővé teszi a szabályozott vízátervezetést egy mozgatható, zsiliptáblás elzárással rendelkező áteresz, illetve magasabb vízszintek esetén a gát felett történő átbukás segítségével. A műtárgy része egy utófenék, amely megakadályozza az alvízi mederfenék erózióját. A halátjáró egy elkülönített, új nyomvonalon létesített csatorna, mely tervezése során fő szempont volt, hogy lehetőleg a teljes hossz-szelvénye mentén a természetes vízfolyásokra jellemző áramlási viszonyok uralkodjanak. Ezen mesterséges csatorna lehetővé teszi alacsonyabb vízállások esetén is a különböző halfajok számára a hosszmenti átjárhatóságot.

A tervben szereplő szintek át lettek számítva a Magyarországon járatos Balti szintre, ennek következtében minden korábbi szint 0,675 méterrel alacsonyabb lett az eredeti horvát nyelvű tervek szintjeihez képest.

4.1.1 Duzzasztómű műszaki jellemzői

A duzzasztómű az adott kereszt-szelvényt teljes hosszában elzárja. A műtárgy 12 m szélességben tudja biztosítani a víz átbukását. A folyásirányt tekintve a műtárgy bal oldalán egy 4 méter, jobb oldalán egy 5 m szélességű oldalsó szárnyfalakba kapcsolódik a bukóél.



4.1. ábra - Duzzasztómű keresztmetszeti kialakítása

4.1.2 A duzzasztómű központi része

A műtárgy magját acél szádfal alkotja, amely gondoskodik a felépítmény teljes vízzáróságáról, valamint a műtárgy alatti szivárgási hosszt növelve biztosítja a műtárgy állékonyságát is. A Larssen 605 típusú szádfal lemezei szabványos, S240 minőségű acél anyagból készülnek. A szádfal szerkezeti vastagsága 21 cm, teljes magassága 7,5 m. A terepszint alá 5,5 méter mélységbe hatol, a terepszint felé 2 méterrel magasodik. A legfelső élének szintje 102,60 mB.f.. A vízzáróság biztosítása érdekében a szádelemeket gyártó cég útmutatója alapján az összeszerelés előtt szükséges az elemek közötti kapcsolatok tömítése. Amennyiben a kivitelezés során ezen feltétel teljesül, úgy a műtárgy alatti megnövekedett szivárgási hosszúnak köszönhetően a felszín alatt áramló víz sebessége $6,1 \times 10^{-8}$ m/s-ra csökken.

4.1.3 A duzzasztómű alvíz felőli kialakítása

A műtárgy alvízi oldalán gabion elemek kerülnek elhelyezésre, melyek keresztmetszeti területe 1x1 méter, hosszuk 1,0, 1,5 és 2,0 méter. Az elemek a 30 cm vastagságú alvízi mederburkolatra, úgynevezett „gabion matracra” kerülnek elhelyezésre. A mederstabilizáló gabion réteg alá geotextília borítás kerül, minimum 200 g / m² mennyiségben. A gabionhálós elemeket és a gabion matracot 12 cm-es minimális szemcseátmérőjű kőanyaggal kell feltölteni.

4.1.4 A duzzasztómű, töltéstest felvíz felőli kialakítása

A 2 m széles töltéskorona, a felvízi 1:2 lejtésű részsű, valamint a töltéskorona éle és az áteresz csőfeje felett lévő megtámasztó fog között húzódó részsű gabionréteg borítást kap. A gabionréteg alatt geotextília fedés alkalmazandó (–minimum 200 g/m²). Ez alatt található a töltéstestet alkotó jól osztályozott, 0,4-0,63 mm közötti szemcseátmérőjű feltöltés, melyet 30 cm vastagságú rétegekben kell tömöríteni legalább 40 MPa teherrel. A töltéstestet alkotó kavicsréteg felső szintje megegyezik a szádfal felső élének magasságával. A feltöltés alatt geotextília réteg és 100 kN/m teherbírású georács kerül alkalmazásra. Közvetlenül az áteresz felvízi csőfeje előtt a felvízi meder 0,5x0,5 méter gabion réteggel van borítva. A duzzasztómű teljes szerkezeti magassága 2,3 méter.

4.1.5 Áteresz

Az áteresz öntöttvasból készült karimás kialakítású cső, aminek a külső átmérője 600 mm (DN600). A karimás kialakítás azért szükséges, hogy a felvízi oldalon könnyen lehessen csatlakoztatni az elzáró szerelvényhez. Az áteresz hossza 6,05 m, amiből a cső hossza 5,41 m. A cső lejtése 2,68 ‰ az alvíz irányába. Az áteresz felvízi oldalán egy zsilip táblás elzárás kerül kialakításra.

A szádfalon való átvezetés a fal vízzáróságának biztosítása mellett a következő módon kerül kialakításra.

A szádfalat alkotó lemezeket a csatlakozásoknál össze kell hegeszteni, majd egy kör alakú rést kell bele vágni. Ebbe a kialakított részbe kerül beépítésre egy 3 mm falvastagságú, 0,5 méter hosszú acélcső. Ez az acélcső 4 cm-rel nagyobb belső átmérővel rendelkezik, mint az átereszben alkalmazott öntöttvascső. A 0,5 méter hosszú acélcsövet a szádfalba vágott részbe

helyezés után a szádfalhoz kell hegeszteni. Ezt követően az átereszt öntöttvas csövét beillesztik az acélcsőbe, majd a közöttük elhelyezkedő rést elasztikus tömítőanyaggal kitöltik.

Közepes vízállásnál a víz az átereszen keresztül halad át, viszont áradások esetén a duzzasztómű felett át is bukhat. Normál állapotban az átereszt zárva van.

4.1.6 Fa üzemi híd

A műtárgy felett egy fából készült üzemi híd helyezkedik el a jobb parttól egészen az átereszt csőfejéig, annak érdekében, hogy megközelíthető legyen az átereszt elzárószerkezetének irányítóegysége. Az irányítóegység 20 cm-rel mélyebben helyezkedik el, mint a fölötté áthaladó híd pályaszintje. A hídon egy nyílás helyezkedik el, amin keresztül elérhető az irányítóegység. Az üzemi híd a jobb parton fekvő első gabionelemnél kezdődik és a bukó közepe felé nyúlik. Kezdeti szakasza egy vasbeton pillérre támaszkodik, amely a gabion rétegbe van beágyazva. A híd vonalvezetése „L”- alakot követ. A töréspont alatti támasz a bukó közepén kerül kialakításra, amit egy fa pillér vasbeton oszlophoz rögzített eleme alkot. A törést követően a felvíz irányába a híd 4,25 méter távolsáig nyúlik be. A híd végét fa oszlopok támasztják meg, melyek acél hornyokkal csatlakoznak a csőfejnél lévő vasbeton elembe.

A híd keresztmetszeti kialakítását tekintve két darab 25 cm átmérőjű gerendából áll, melyekhez keresztirányban 5 cm vastag léceket erősítettek. Járófelülete 1 méter széles.

4.1.7 Szárnyfalak

A szárnyfalak a bukóél és a töltések között húzódnak. A szárnyfalak 103.60 mB.f. szinten vannak. A szárnyfalakat követő töltések földanyagból készültek, amire geotextiliát és 30 cm vastag gabionréteget helyeztek el. A töltések koronaszélessége 6 m, a rézsűk lejtése 1:1 arányú.

4.1.8 Földanyagú töltés

A bal töltés hosszirányú vonalvezetését megszakítja a halátjáró, viszont a csatorna másik partján a töltés tovább folytatódik 104.10 mB.f. koronaszinttel. A töltés dél felé nyúlik, egészen a partig. A töltés koronaszélessége 6 m, a rézsűk hajlása 1:2 arányú. A töltés olyan talajból készül, amelynek jellemzői megfelelnek a projekt részét képező Ellenőrzési és Minőségbiztosítási programnak. A minimális összenyomhatósági modulus $M_s = 25 \text{ MPa}$.

4.1.9 Elterelő csatorna

Az elterelő csatorna egy ideiglenes műtárgy a víz elterelésére annak érdekében, hogy az építkezést szárazon lehessen elvégezni. A csatorna a Barcsi Ó-Dráva bal partján helyezkedik el, hossza 147,00 m. A csatorna ki- és befolyási szelvényének fenékszintje megegyezik a Barcsi Ó-Dráva adott szelvényében mért természetes fenékszintjével. A csatorna fenékesése 0,11%. A meder trapéz profilú keresztmetszettel rendelkezik, amelynek fenékszélessége 1,0 m, a rézsűhajlás 1:1,5. A csatorna létesítése a 0+000.00 szelvényben, az alvízi oldalon kezdődik. A csatorna építésekor a kitermelt talaj egy részét a csatorna jobb partján deponálják, ezzel is védművet kialakítva. A megmaradó talajmennyiséget ideiglenesen az acél szádfal megtámasztására és a víz távoltartására használják fel. A halátjáró készítésénél a

kitermelt talaj egy részét visszaépítik a csatornába, hogy kialakításra kerüljön az oda tervezett rézsűhajlás mértéke.

4.1.10 Ideiglenes töltés a duzzasztómű munkagödreinek lehatárolására

Az építési terület vízzel szembeni védelmének érdekében a felvízen és az alvízen is ideiglenes gátakat kell létesíteni. Elsőként a felvíz oldali gátat kell elkészíteni, mely az elterelő csatorna kezdeti szelvényéig fog tartani. Az ideiglenes gátak Larssen 605 típusú acél szádlemezekből állnak, amelyeknek a felső éle 103,33 mB.f.. A felvízi gát esetében a lemezek vertikális mérete 7,5_m, az alvízen 7,0_m.

4.1.11 Ideiglenes töltés a halátjáró létesítéséhez

Az építési terület vízzel szembeni védelmének érdekében a felvízen és az alvízen is ideiglenes gátakat kell létesíteni. Elsőként a felvíz oldali gátat kell elkészíteni, mely az elterelő csatorna kezdeti szelvényéig fog tartani. Az ideiglenes gátak Larssen 605 típusú acél szádlemezekből állnak, amelyeknek a felső éle 103,33 mB.f.. A felvízi gát esetében a lemezek vertikális mérete 7,5m, az alvízen 7,0m.

4.1.12 Halátjáró

A halátjáró az elterelő csatorna tengelyében helyezkedik el, 0+000,00 - 0+110,00 szelvények között. A halátjáró trapéz keresztzelvényű, fenékszélessége 1,5 m, rézsűhajlása 1:1,5. A csatorna fenékesése a 0+000,00 m és a 0+075,49 m szelvények között 1,35%, míg a 0+075,49 m és 0+083,05 m szelvények között 0,5%. A torkolati szelvényig a csatorna esése 0,10%. A csatorna 0+000,00 m és 0+075,49 m közötti szakasza mentén 4 fenéklépcső lett kialakítva termésköböl. A fenéklépcső vastagsága 5 cm, szélessége 90 cm és magassága 35 cm. A fenéklépcsők alkalmazásának célja, hogy a csatorna feltöltésekor maximális vízhozammal érkező víz energiája 150 W/m^3 alá csökkenjen. A halátjáró teljes hosszában a keresztzelvények mentén 12 cm vastag zúzottkőréteggel kell borítani. A zúzottkőréteg alá geotextília kerül.

5. Építkezés menete

Az építkezés az elterelő csatorna megépítésével kezdődik. A csatorna építése a 0+000,00 m szelvényénél kezdődik és a torkolati szelvényig folytatódik. A csatorna építésekor a kitermelt talaj egy részét a csatorna jobb partján deponálják, ezzel is védművet kialakítva. A megmaradó talajmennyiséget ideiglenesen az acél szádfal megtámasztására és a víz távoltartására használják fel.

Az elterelőcsatorna elkészítése után a duzzasztómű munkaterének lehatárolását kell megépíteni, mely acél szádfalakból áll. A lehatárolást a felvízi oldalon kell kezdeni, majd ezt követően az alvízi oldal következik. A munkatér lehatárolás elkészülte után szivattyúkkal kell eltávolítani vizet a körbezárt területről. Ezt követően nyílt víztartással, zsompok kialakításával teljesen vízteleníthetjük a munkagödört, így megkezdhető az alapozási síkig történő talajkitermelés. A talajt az előírtaknak megfelelően tömöríteni kell a végleges szádlemezek behelyezése előtt, valamint a szárnyfalak és töltések építése előtt.

Amíg az elterelő csatorna üzemben van, addig kell teljesíteni a következő lépéseket:

- állandó acél szádfalak telepítése,
- gabion falak beépítése,
- földtöltés elkészítése,
- üzemi híd megépítése az elzáró szerkezethez,
- jobb oldali szárnyfal és töltés megépítése,
- bal szárnyfal elkészítése a töltés egy részével,
- földtöltés készítése a bal parttól az elterelő csatornáig.

Az építkezés befejezése után el kell távolítani az ideiglenes töltéseket, valamint a munkatér lehatárolás alvízi részét, majd az átereszen keresztül biztosítani kell a szabad átáramlást. Ezt követően a felvízi oldal ideiglenes védműveit is el kell bontani. Az előző lépések teljesítése után a víz az átereszen, valamint az elterelő csatornán is át tud folyni. Ezt követően az elterelőcsatornát halátjáróvá kell alakítani. Az építés során védeni kell a területet a víz pusztító hatásával szemben. A halátjáró építése során szükséges befejezni a bal parton lévő töltés építését is. A vízszintemelést a halátjáróban és a mederben egyszerre kell teljesíteni.

A halátjáró megépítése után a felvízi akadályt el kell bontani, hogy a szabad átfolyás biztosítva legyen. Mindeközben az áteresznek zárva kell lennie.

A munkarészek leírása alapján a teljes építés elvégezhető egy szezon alatt. Az építés hosszabbítása miatt további védelmet kellene építeni a téli időszakban, ami további költségekhez vezethet. Ajánlott, hogy a munkálatok a Dráva folyó és a Babočaj-Rinja-csatorna alacsony vízállásában kezdődjenek.

6. Műtárgy tervezéséhez végzett számítások

6.1 Hidrológiai számítások

6.1.1 Dráva és a barcsi Ó-Dráva holt-ág ismertetése

Az Ó-Dráva alvízi szakasza közvetlen kapcsolatban áll a Drávával, viszont a felvízi szakaszon csak nagyvizes időszakban jellemző a vízcseré. Általában a Fekete-árkot a Magyarországról eredő Babócsai-Rinya vize táplálja. A töltéseknek köszönhetően a Dráva csak nagyon ritkán és rövid időre önt ki.

A számítások elvégzéséhez szükséges hidrológiai adatokat a projektben résztvevő partnerek szolgáltatták. A Drávára vonatkozó vízhozam és vízszint értékeket Terezino Polje településnél regisztrálta az Ires d.o.o.. A Babócsai-Rinya csatornára vonatkozó méréseket az Inno-Water Kft. (az Inno-Water Zrt. jogelődje) végezte el.

6.1.2 A Dráva hidrológiai jellemzése

A Dráva vízgyűjtőjére vonatkozóan vízszint és vízhozam adatok a terezinoi mérőállomáson rögzítettek 1925-2014 közötti időszakban. Az adatokat a projekt egyik partnere, az Iris d.o.o. bocsátotta rendelkezésünkre.

A Dráva éves vízjárását tekintve a kisebb vízhozamok januárban, míg a nagyobb hozamok júniusban jellemzők (általában árvizekre is június hónapban kell számítani). A terezinoi mérőállomásról származó adatok, valamint a Dráva vízszínesése alapján kiszámítottuk a nagyvizes időszakok jellemző visszatérési idejét az Ó-Dráva és a Dráva torkolati szelvényére vonatkozóan.

A nagyvizek visszatérési idejét a terezinoi mérőállomás 1925-2014 közötti időszakban előállított adataiban fellelhető évi maximális hozamok alapján állapítottuk meg. A hozamok visszatérési idejének meghatározásához öt feltételnek kellett teljesülnie (az adathalmaz homogén, tagjai véletlen számok, egymástól függetlenek, stacionáriusok és elemszámuk megfelelő). A visszatérési időket hat eloszlásfajttával határoztuk meg (Čagodajev, Gauss, Gumbel, Pearson 3, Log-Pearson 3 és Galton). Az egyes eloszlásokhoz szükséges paramétereket statisztikai táblázatokból nyertük ki. Végül Kolmogorov-Szmirnov-próbával ellenőriztük a tapasztalati és az elméleti eloszlásfüggvény eltérésének mértékét.

Visszatérési idő [év]	Előfordulási valószínűség [%]	Čagodajev	Gauss	Gumbel	Pearson 3	Log-Pearson 3	Galton
2	50	1325,91	1429,65	1355,53	1337,84	1326,42	1366,13
5	20	1674,10	1816,14	1760,11	1760,23	1737,17	1751,23
10	10	2153,75	2017,65	2028,64	2043,61	2017,97	1993,32
25	4	2546,70	2233,85	2368,77	2395,75	2384,62	2290,38
50	2	2697,70	2372,47	2622,98	2645,79	2679,54	2503,75
100	1	-	2497,33	2870,02	2895,82	2985,02	2712,89

6.1 táblázat - Adott visszatérési időhöz tartozó hozamértékek hat elméleti eloszlás alapján [m³/s]

A Kolmogorov-Szmirnov-próba eredményeként megállapítottuk, hogy a mért értékekkel a legjobb egyezést a Log-Person 3 elméleti eloszlás adta.

Log-Pearson 3 eloszlással meghatározott visszatérési idők (1925-2014 adatai alapján)		
Visszatérési idő [év]	Foster-tényező (ϕ)	Vízhozam [m^3/s]
2	-0,10	1326,42
5	0,81	1737,17
10	1,32	2017,97
25	1,89	2384,62
50	2,28	2679,54
100	2,65	2985,02

6.2 táblázat - Adott visszatérési időhöz tartozó hozamértékek Log-Pearson 3 eloszlás alapján

Az Ó-Dráva torkolati szelvénye a Dráva 166+035 fkm-nél található. A további számításoknál, modellezésnél feltételeztük, hogy a terezinoi mérőállomás és a torkolati szelvény közötti szakaszon nem található vízkivétel, illetve hozzáfolyás sem. A megfigyelt adatokat peremfeltételként használtuk fel a HEC-RAS szoftverben felépített modellünkben, majd elvégeztük a modellt kalibrálását.

6.1.3 Az Ó-Dráva hidrológiai jellemzése

Az Ó-Dráva vízutánpótlását két helyről kaphatja. Nagyvizes időszakban a Dráva, kis- és középvizes időszakban a Babócsai-Rinya csatorna táplálja. A Dráva nagyvizes időszakában vízzel látja el a Fekete-árkot, az ág teljes hosszában vízcserét tud végezni. Ebben az esetben a víz dél felől áramlik az északi irányba. Kis- és középvizes időszakban a Babócsai-Rinya csatornából (Magyarországról), észak-nyugat felől érkezik víz a Fekete-árokba, mely végül a Drávába jut. Ebben az esetben az áramlást állandónak tekinthetjük, iránya északról dél felé mutat. A Dráva medermélyülési folyamatának következtében a Drávából származó vízcsera évről-évre egyre ritkábban fordul elő.

A nagyvizek visszatérési idejét a 1969-2015 közötti időszakban előállított adatokban fellelhető éves maximum hozamok alapján állapítottuk meg. A vízhozamok mérését a Babócsai-Rinya csatorna mentén végezték. A hozamok visszatérési idejének meghatározásához öt feltételnek kellett teljesülnie (az adathalmaz homogén, tagjai véletlen számok, egymástól függetlenek, stacionáriusok és elemszámuk megfelelő). A visszatérési időket öt eloszlásfajttával határoztuk meg (Čagodajev, Gauss, Gumbel, Pearson 3 és Log-Pearson 3). Az egyes eloszlásokhoz szükséges paramétereket statisztikai táblázatokból nyertük ki. Végül Kolmogorov-Szmirnov-próbával ellenőriztük a tapasztalati és az elméleti eloszlásfüggvény eltérésének mértékét.

Visszatérési idő [év]	Előfordulási valószínűség [%]	Čagodajev	Gauss	Gumbel	Pearson 3	Log-Pearson 3
2	50	11,54	13,29	11,74	11,37	10,48
5	20	20,51	21,40	20,22	20,04	18,38
10	10	32,59	25,62	25,85	26,12	25,20
25	4	36,61	30,15	32,98	33,82	35,52
50	2	40,12	33,06	38,31	39,34	45,03
100	1	-	35,68	43,49	44,86	55,58

6.3 táblázat - Adott visszatérési időhöz tartozó hozamértékek öt elméleti eloszlás alapján [m³/s]

A Kolmogorov-Szmirnov-próba eredményeként megállapítottuk, hogy a mért értékekkel a legjobb egyezést a Log-Pearson 3 elméleti eloszlás adta.

Log-Pearson 3 eloszlással meghatározott visszatérési idők (1969-2015 adatai alapján)		
Visszatérési idő [év]	Foster-tényező (φ)	Vízhozam [m³/s]
2	-0,20	11,37
5	0,70	20,04
10	1,33	26,12
25	2,13	33,82
50	2,71	39,34
100	3,28	44,86

6.4 táblázat - Adott visszatérési időhöz tartozó hozamértékek Log-Pearson 3 eloszlás alapján

6.1.4 A HEC-RAS modell felépítése

A HEC-RAS modell felépítéséhez szükség volt a Dráva és a Barcsi Ó-Dráva digitális terepmodelljeire, melyeket a Megbízó biztosított számunkra. Az Ó-Dráva 0+000,00 – 3+160,00 szelvényei közötti mederfelmérést Patricija Kovač, geodéta végezte. A digitális terepmodellt AutoCAD Civil 3D szoftverrel dolgozták fel.

A HEC RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System) lehetővé tesz permanens és nempermanens futtatásokat is. A kapott eredményeket grafikus és táblázatos formában is megkaphatjuk. A modell futtatások segítségével határozhatók meg a szükséges duzzasztási szintek és azok hatásai a holtág vízszintjére.

Az 1D-s áramlási modell peremfeltételét alkotó Q-H görbét a Dráva 159+060,00 számú szelvényéhez rendeltük, mely az Ó-Dráva torkolata alatt található.

A Q-H görbéhez tartozó vízszinteket a Terezino Polje településen található mérőállomás adatai, valamint a Dráva vízszínesése alapján számítottuk ki. A Drávára vonatkozó vízszínesés értékeit a Križnica terület revitalizációs intézkedéseire készített Környezeti Hatástanulmányból nyertük ki (Hidroing doo, Osijek, 2012 december). A dokumentumot a Megrendelő bocsátotta rendelkezésünkre, mely eredetileg a „*Studije plovnosti i uređenosti*

rijeke Drave km 0,0-72,2” („A Dráva 0,0-72 fkm közötti szakaszának vízminőségével és vízgazdálkodásával kapcsolatos kutatások”) 1. kötetében jelent meg (Osijek, 1993, Vízgazdálkodási Társaság, „Horvátország Vízgazdálkodása”, Zágráb).

A modellezés során feltételeztük, hogy a kezdeti és végszelvény között nincsen vízkivétel vagy hozzáfolyás a Dráván.

Az Ó-Drávára vonatkozó adatokat a Babócsai-Rinya csatornán regisztrálták. A mérési pont és a Fekete-árok között nincsen jelentős vízkivétel vagy hozzáfolyás a csatornán. A csatornába jutó víz többnyire csapadékból származik, melyet a vízfolyás a Drávába vezet.

A HEC-RAS modellben kalibrálni kellett a Dráva, Ó-Dráva és a Fekete-árok medrének Strickler-Manning—féle mederérdességi tényezőjét. Az Ó-Dráva és a Fekete-árok kezdeti szakaszát iszapos mederfenék jellemzi, melyben cserjék és vízkedvelő fák is megtelepedtek. A Fekete-árok a kezdeti szakaszt leszámítva olyan csatornaként írható le, melynek hidrológiai jellemzői kedvezőbbek. Ennek legfőbb jele, hogy az áramlási sebességek is nagyobbak ezen a szakaszon.

Vízfolyás	Főmeder mederérdességi tényezők	Hullámtér mederérdességi tényezők
Dráva	0,025	0,150
Ó-Dráva (2+437,14 és a torkolati szelvények között)	0,100	0,120
Fekete-árok (0+00 0,00 - 2+437,14 szelvények között)	0,050	0,120

6.5 táblázat - HEC-RAS modellben alkalmazott mederérdességi tényezők

	Mért adatok			Dráva atlasz		Becsült vízszintek				HEC-RAS	
	Vízhozam	Folyam-kilométer	Vízszint	Vízszínesés		Alvízi Dráva	Folyam-kilométer	Ó-Dráva	Folyam-kilométer	Ó-Dráva	
	[m³/s]	[fkm]	[mB.f.]	[%]	[fkm]	[mB.f.]	[fkm]	[mB.f.]	[fkm]	[mB.f.]	Eltérés [m]
LNV	2882,00	152,30	104,02	0,0154	168+140-ig	105,15	159,60	106,18	166,35	106,12	0,06
				0,0210	168+140-től						
KÖV	837,00		99,72	0,0144	168+140-ig	100,77		101,74		101,88	-0,14
				0,0210	168+140-től						
KV	518,79		98,93	0,0144	168+140-ig	99,99		100,96		100,95	0,01
				0,0210	168+140-től						
LKV	269,00		97,59	0,0147	168+140-ig	98,66		99,66		99,88	-0,22
				0,0210	168+140-től						
	Terezino Polje					Alvízi Dráva			Dráva és Ó-Dráva torkolata		Dráva és Ó-Dráva torkolata

2.6 táblázat - A HEC-RAS modell pontossága

A **6.6 táblázat** alapján látható, hogy az Ó-Dráva Drávába torkollásának szelvényét jelző 166+350,00 fkm-nél becsült, valamint a HEC-RAS modellel számított vízszintek között az LNV és KV közötti tartományon 1-14 cm eltérések adódtak. Ezen hibaértékek elfogadhatók, tehát a modellünket validálnak tekintjük.

A HEC-RAS modell segítségével meghatározhatjuk a létesítendő duzzasztómű szelvényében kialakuló vízszinteket. A maximális vízszínesés nagyvizes időszakban állt elő a szimulációk során, amikor a Dráva táplálja, visszaduzzasztja az Ó-Drávát. A számított nagyvízi vízszintértékek a közeli település lakosainak elmondásával is összhangban vannak.

6.2 Duzzasztó műtárgy hidraulikai méretezés

Az átbukó vízhozam számításakor a Dráva folyó extrém vízállásai és az 50 %-os előfordulási valószínűségű hozam lett figyelembe véve. Az Ó-Dráva holtág esetében az 50 éves visszatérési idejű hozam lett figyelembe véve. A hidrológiai elemzés alapján az 50 éves visszatérési idejű hozam 39,3 m³/s-ra adódott.

6.2.1 Átbukó hozam számítása, Q-H görbe

A létesítmény négy olyan elemet tartalmaz, ahol a víz képes az átbukásra, egy központi részt ahol a vízfolyás átbukik, két szárnyfalat, ahol szintén átbukás történhet és egy halátjárót.

A központi rész gabion falakból készül, a korona szélessége 12 m, a szárnyfalak magassága 0,7 m. A bukó szintje 102,89 mB.f., a bukót egy 30 cm vastagságú gabion matracból álló utófenék követ.

A szárnyfalokon a bukási szint 0,7 méterrel magasabb, mint a központi átbukás esetén, 103,60 mB.f.. A bal oldali szárnyfal szélessége 12,51 m, jobb oldalié 14,83 m. A jobb parton a szárnyfal a meder partán, a bal oldali szárnyfal egy földtöltésben végződik, mely koronaszintje 0,5 méterrel magasabb, mint a szárnyfal felső élének szintje.

Az átbukó vízhozam meghatározásához kiszámításra került az egyes elemeken történő átbukás nagysága. Az eredmények összegzésre kerültek az **6.7 táblázatban**.

Paraméter	Jelentése	Mértékegység
H₀	Átbukó víz mélysége	m
W_c	Bukóél szélessége	m
L_s	Bukóél hossza	m
C_d	Vízhozam tényező	-
P	Bukóél magassága	m

6.7 táblázat – [1]-[5] egyenletekben szereplő paraméterek jelentései

Az alábbi összefüggések alapján történt a számítás.

Ha

$$0,1 \leq \frac{H_0}{W_c} < 0,4 \quad [1]$$

akkor az átbukó hozam az alábbi módon számítható

$$Q = \frac{2}{3} \cdot H_0 \sqrt{\frac{2}{3} g H_0} \cdot L_s = 1,705 \cdot L_s \cdot H_0^{\frac{3}{2}} \quad [2]$$

Ha

$$0,1 \geq \frac{H_0}{w_c} \quad [3]$$

akkor

$$C_d = 0,611 + 0,075 \left(\frac{H_0}{P} \right) \quad [4]$$

$$Q = 1,705 \cdot L_s \cdot H_0^{3/2} \cdot C_d \quad [5]$$

A halátjárón átmenő vízhozam számítása:

Paraméter	Jelentése	Mértékegység
H₀	Átbukó víz mélysége	m
P	Bukóél magassága	m
H	Felvízi vízmélység	m
A	Bukóél felett átbukó víz területe	m ²
m₀	Átbukási tényező	-
σ_P	Visszahatási tényező	-
z	Felvízi és álvízi vízmélység különbsége	m

6.8 táblázat - [6]-[11] egyenletekben szereplő paraméterek jelentései

A vízhozam számítása éles szélű bukóél feletti átbukás esetén:

$$Q = m_0 \sqrt{2gH_0} \cdot A \quad [6]$$

$$m_0 = \left(0,405 + \frac{0,003}{H_0} \right) \cdot \left[1 + 0,55 \cdot \left(\frac{H_0}{H_0 + P} \right)^2 \right] \quad [7]$$

A [6] képlet módosítása a bukóprofil módosításával:

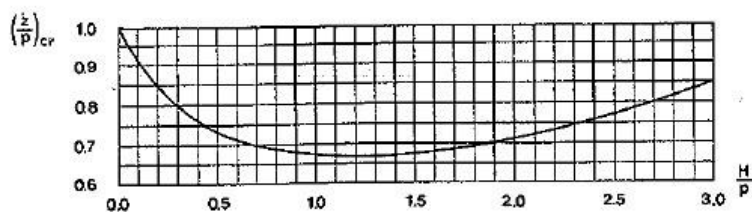
$$Q = \sigma_P m_0 \sqrt{2gH_0} \cdot A \quad [8]$$

$$\sigma_P = 1,05 \cdot \left(1 + 0,2 \frac{H_0}{P} \right) \cdot \sqrt[3]{\frac{z}{H}} \quad [9]$$

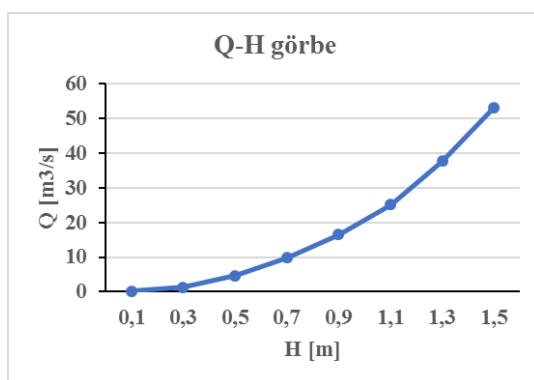
A [9] képlet alkalmazható, amennyiben

$$H > P \quad [10]$$

$$\frac{z}{P} < \left(\frac{z}{P} \right)_{cr} \quad [11]$$



6.1 ábra - $(z/p)_{cr}$ értéke a H/P függvényében



6.2 ábra – Q-H görbe

Vízmélység	Vízszint	Bukóél	Halátjáró	Bal szárnyfal	Jobb szárnyfal	Teljes hozam
H	H	QCNT	QFL	QLW	QRW	ΣQ
[m]	[mB.f.]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]	[m³/s]
0,1	102,70	0,00	0,23	0,00	0,00	0,23
0,3	102,90	0,00	1,35	0,00	0,00	1,35
0,5	103,10	1,84	2,82	0,00	0,00	4,66
0,7	103,30	5,17	4,71	0,00	0,00	9,88
0,9	103,50	9,52	6,97	0,00	0,00	16,49
1,1	103,70	14,64	9,59	0,42	0,49	25,14
1,3	103,90	20,46	12,46	2,25	2,63	37,80
1,5	104,10	26,90	15,58	4,95	5,77	53,20

6.9 táblázat – A duzzasztó bukóélén, a szárnyfalakon és a halátjárón átbukó hozamok

A holtág 50 éves visszatérési idejű hozama $39,3 \text{ m}^3/\text{s}$, a Q-H görbe alapján ekkor a vízmélység 1,32 m, ami 103,92 mB.f.-nek felel meg. Ekkor a duzzasztó feletti átbukó hozam értéke $21,10 \text{ m}^3/\text{s}$.

6.2.2 Utófenék ellenőrzése, vízgrás paramétereinek számítása

Az átbukó vízhozam számításához használt összefüggések „R. M. Khatsuria Hydraulic of Spilings and Energy Dissipators” című könyvéből valók. Ezen számítások nem terjedtek ki az átbukó hozamok energiatartalmára, valamint a műtárgy ily szempontú ellenőrzésére. Előzetes számítások alapján kiderült, hogy az átbukás során kevesebb energia disszipálódik, mint kis nyíláson való kifolyás esetén.

A számítás során alkalmazott alapfeltevések:

- 50 éves visszatérési idejű hozam feltételezése
- Dráva folyón figyelembe vett vízhozam az 50 %-os tartósság alapján lett figyelembe véve
- Az átereszt zárt állapotban van
- A halátjáró kiömlő nyílása 102,60 mB.f. szinten van

A műtárgy és az alvízi mederfenék stabilitását az átbukás után kialakuló vízgrás esetében is ellenőrizni kell. Három különböző szelvényen kellett a műtárgy ellenőrzésére vonatkozó hidraulikai számításokat elvégezni:

- 0-0 szelvény: közvetlenül az átbukás előtt
- 1-1 szelvény: közvetlenül az átbukás után
- 2-2 szelvény: utófenék végszelvényében

0-0 szelvény ellenőrzéséhez szükséges egyenletek:

$$Q = m \cdot B_0 \sqrt{2g} \cdot y_0^{\frac{3}{2}} \quad [12]$$

$$Q = v_0 \cdot A \quad [13]$$

$$E_0 = y_0 + \frac{v_0^2}{2g} + H_s \quad [14]$$

Paraméter	Jel	Érték	Mértékegység
Bukóél hossza	B_0	12,00	m
Bukóélen átbukó fajlagos hozam	q	1,76	m ³ /s/m
Bukó tényező	m	0,385	-
Átbukó víz mélysége	y_0	1,02	m
Áramlási sebesség a vizsgált szelvényben	v_0	1,72	m/s
Felvízszint	H_s	2,37	m
Kezdeti energiaszint	E_0	3,54	m

6.10 táblázat – 0-0 szelvény ellenőrzéséhez szükséges adatok

1-1 szelvény ellenőrzéséhez szükséges egyenletek:

$$E_0 = E_1 = y_1 + \frac{v_1^2}{2g} \quad [15]$$

$$v_1 = \sqrt{2g(H_0 - y_1)} \quad [16]$$

$$Fr_1 = \frac{v_1}{y_1 \cdot g} \quad [17]$$

Paraméter	Jel	Érték	Mértékegység
Utófenék szélessége	B ₁	12,00	m
Alvízi trapézszelvény mélysége	m	3,20	m
1-1 szelvényben kialakuló vízmélység	y ₁	0,57	m
1-1 szelvényben kialakuló sebesség	v ₁	7,64	m/s
1-1 szelvényre számított Froude- szám	Fr ₁	3,23	-

6.11 táblázat - 1-1 szelvény ellenőrzéséhez szükséges adatok

2-2 szelvény ellenőrzéséhez szükséges egyenletek:

$$y_2 = \frac{y_1}{2} (\sqrt{8Fr_1^2 + 1} + 1) \quad [18]$$

$$L_s = 6(h_2 - h_1) \quad [19]$$

Paraméter	Jel	Érték	Mértékegység
2-2 szelvényben kialakuló vízmélység	y ₂	2,33	m
Vízugrás hossza közelítő számítással	L _s	10,58	m
Tervezéshez felhasznált vízugráshossz	L _s	3,23	m

6.12. táblázat - 2-2 szelvény ellenőrzéséhez szükséges adatok

Az Ó-Dráva alvázára vonatkozó 50 éves visszatérési idejű hozamhoz tartozó vízmélységet (y₃) a kezdeti állapotot képviselő HEC-RAS modell futtatási eredménye alapján kaptuk meg.

Jel	Érték	Mértékegység
y ₂	100,53	mB.f.
y ₂	2,09	m
y ₃	103,55	mB.f.
y ₃	3,12	m

6.13 táblázat – Vízu grás szintjei a HEC-RAS modell alapján

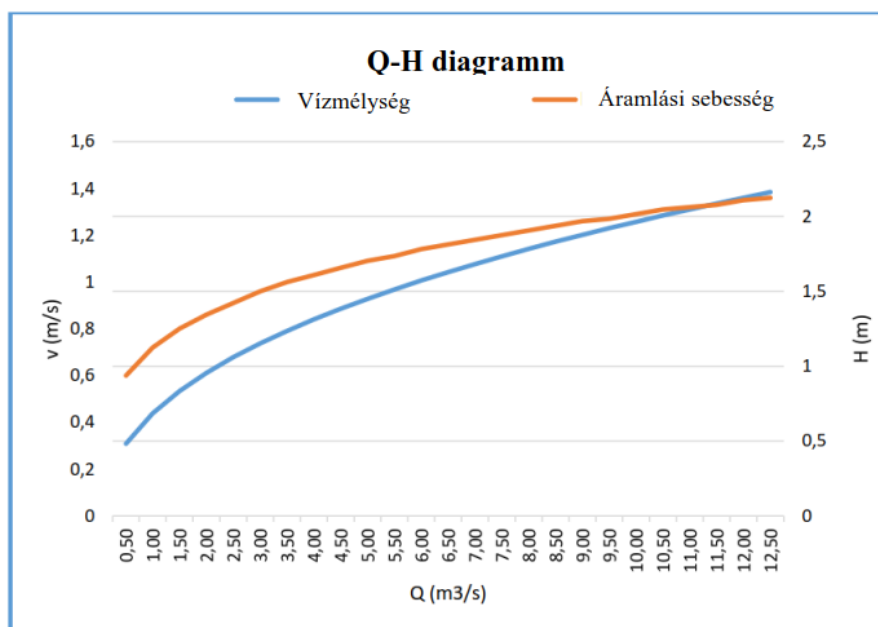
6.3 Ideiglenes elvezető csatorna hidraulikai méretezése

Az alábbi képlet segítségével határoztuk meg a kialakuló vízhozamokat a vízszint függvényében.

$$Q = \frac{1}{n} \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad [20]$$

$$h_{novi} = h_{pretp} \cdot \left(\frac{Q}{Q'}\right)^{0,5} \quad [21]$$

Q' -t a h_{pretp} alapján határoztuk meg.



6.3 ábra: Q-H diagram a vízmélység, vízhozam és a sebesség viszonya az ideiglenes csatornában

6.4 Halátjáró hidrológiai és hidraulikai méretezése

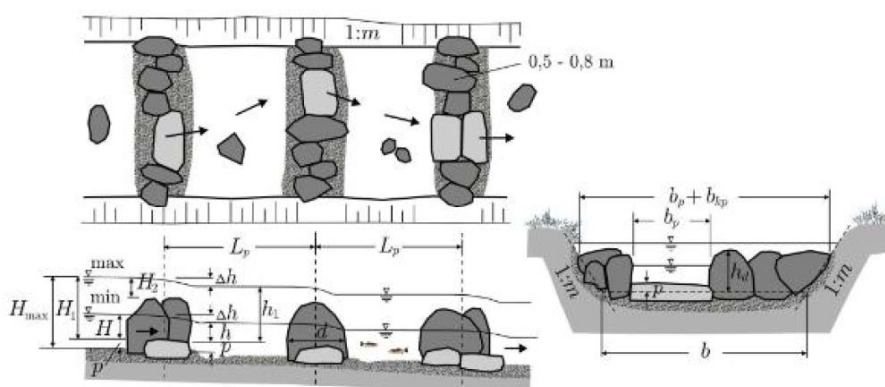
A halátjáró az ideiglenes vízátfutató csatorna medrében lesz kialakítva.

A felvízi, kezdeti szelvényénél a mederfenék szintje 102,30 mB.f., a kifolyási szelvényben 101,30 mB.f.. A kezdeti állapot HEC-RAS modellje szerint a legkisebb hozam az Ó-Dráva mentén a Babócsai-Rinya csatornán alakult ki, értéke 0,12 m^3/s . Ezen hozam mellett a halátjáró és az eredeti meder torkolatánál a kialakuló vízszint 101,40 mB.f., mely 10 cm vízmélységet biztosít az adott szelvényben.

Szakasz kezdete	Szakasz vége	Esés (%)
0+000,00	0+075,49	1,35
0+075,49	0+083,05	0,50
0+083,05	0+118,27	0,10

6.14 táblázat - A halátjáró esésviszonyai

A halátjáró kialakítása a FAO (Food and agriculture Organization) által ajánlott német szabvány a DVWK „Fish passes, design, dimensions and monitoring”, (Rim, 2002) alapján történt.



6.4 ábra – Halátjáró kialakítási módja (Rim, 2002)

A számításhoz az alábbi formulákat vettük alapul:

$$Q = \frac{2}{3} \cdot C_Q \cdot \sigma \cdot b_p \cdot \sqrt{2 \cdot g} \cdot H^{\frac{3}{2}} \quad [22]$$

$$\sigma \approx 1 - \left(\frac{h}{H}\right)^{15} \quad [23]$$

$$v_p = \sqrt{2g \cdot \Delta h} \quad [24]$$

$$\Delta E = \frac{\rho \cdot g \cdot Q \cdot \Delta h}{A_{sr} \cdot L_g} \quad [25]$$

Paraméter	Érték	Mértékegység	Paraméter jelentése
$Q_{\max}$	2,00	m ³ /s	Számított maximális hozam
$Q_{\min}$	0,20	m ³ /s	Minimális hozam (élővíz igény)
L_p	14,80	m	Küszöbök közötti távolság
Δh	0,20	m	Maximális küszöbök közötti szintkülönbség
I_p	0,0135	m/m	Esés
d	0,45	m	Köblokkok átmérője
h_d	0,35	m	Köblokkok magassága
p	0,05	m	Köblokkok minimális magassága
H	0,30	m	Átbukó vízsugarhoz szükséges minimális vízmélység
$p+h$	0,30	m	Megkívánt minimális vízmélység
$Q_{\max}$	2,00	m ³ /s	Számított maximális hozam

6.15 táblázat – Halátjáró tervezett paramétereit

Paraméter	Érték	Mértékegység	Paraméter jelentése
v_p	1,98	m/s	Átbukó víz sebessége
h	0,25	m	Vízmélység
h/H	0,83		Átbukás előtti és utáni vízmélység aránya
σ	0,94		Visszahatási tényező
b_p	0,88	m	Bukóél számított szélessége
$b_{p,alk}$	0,90	m	Bukóél alkalmazott szélessége
b	2,25	m	Halátjáró számított szélessége
b_{alk}	2,00	m	Halátjáró alkalmazott szélessége
S_{1m}	2,00	m	Csatornarészű lejtése 1 m hosszon
b_p+b_{kp}	3,40	m	Adott szelvényben a köblokkok és a két rézsű metszése között kiszámított mederszélesség
$(b_p+b_{kp})_{alk}$	3,40	m	Adott szelvényben a köblokkok és a két rézsű metszése között alkalmazott mederszélesség

6.16 táblázat – A halátjáró paramétereinek tervezett minimális értékei

Paraméter	Érték	Mértékegység	Paraméter jelentése
$H_{\max}$	0,884	m	Maximális hozamhoz tartozó vízmélység
H_1	0,834	m	Maximális hozamhoz tartozó átbukás előtti vízmélység
h_1	0,634	m	Maximális hozamhoz tartozó átbukás utáni vízmélység
h_1/H_1	0,76	-	Maximális hozamhoz tartozó átbukás előtti és utáni vízmélység aránya
σ	0,98	-	Visszahatási tényező
Q_1	1,00	m ³ /s	Max. közszőbön átbukó hozam
H_2	0,534	m	Maximális hozamhoz tartozó, köblokkok feletti átbukás előtti vízmélység
h_2	0,334	m	Maximális hozamhoz tartozó, köblokkok feletti átbukás utáni vízmélység
h_2/H_2	0,63	-	Maximális hozamhoz tartozó, köblokkok feletti átbukás előtti és utáni vízmélység aránya
σ	1,00	-	Visszahatási tényező
Q_2	1,44	m ³ /s	Maximális köblokkok felett átbukó hozam
Q_{uk}	2,43	m ³ /s	Teljes hozam
A_{sr}	2,30	m ²	Teljes hasznos szelvényterület $Q_{\max}$ esetén
ΔE	144,50	W/m ³	1 m³-re vetített mozgási energia $Q_{\max}$ esetén

6.17 táblázat – A halátjáró paramétereinek tervezett maximális értékei

Főbb geometriai méretek:

- Fenékszélesség 2 m
- Rézsűhajlás 1:2
- Közszőb szélessége 0,9 m

4 db közszőb kialakítására fog sor kerülni, melyek szélessége 90 cm, szerkezeti vastagsága 5 cm. Az adott szelvény fennmaradó szélességében termésköveket kell elhelyezni, melyek a mederfenék szintjétől számítva 35 cm magasak.

7. A tervezett létesítményeket használó jellemző adatai, közművek, megközelíthetőség

7.1 Működtető személyzet

A létesítményt csak a kezelő személyzet használhatja. Idegeneknek tilos a duzzasztóművön tartozkodni, ill. működtetni.

7.2 Közművek

A létesítmény nem lesz közművesítve.

7.3 Megközelíthetőség

Az úszó létesítmény megközelíthető gépkocsival, murvás úton melynek tervei jelen tervdokumentáció részét képezik.

8. Környezet- és természetvédelem

A létesítés során be kell tartani a szakhatóságok állásfoglalásaiban előírtakat. A megvalósítás szárazföldi beruházást – pl. parti fogadó épület – nem igényel. A kivitelezés, továbbá az üzemeltetés nem befolyásolja az alapkőzet, altalaj és felszín környezeti elemet, továbbá a felszín alatti vizekre befolyással nem lesz. A levegő minőségére a hatások nem növekednek mérhető mértékben. Zaj vonatkozásában védendő épület a közeli térségben nincs.

8.1 Hatásvizsgálat

A 315/2005 (XII. 25.) Kormányrendelet értelmében a tervezett létesítmény előzetes környezeti hatásvizsgálatát el kell végezni.

8.2 NATURA 2000 hatásbecslés

Az érintett ingatlanok fokozott természetvédelmi besorolás alatt állnak, NATURA 2000 területek, a Duna-Dráva Nemzeti Park területén találhatók. A vonatkozó természetvédelmi előírások szerint az tervezett létesítményre hatásvizsgálat készül, mely mellékletét képezi jelen tervnek.

Anyagkimutatás

Gabion	m³
Utófenék gabionmennyiség	13,50
Alvízi töltéstest gabionmennyiség	24,00
Korona és szárnyfal gabionborítás	11,22
Felvízi töltésrézsű gabionmennyiség	28,59
Felvízi mederstabilizáló gabion	0,75
Alvízi rézsű gabionborítás	57,96
Duzzasztó jobb parti töltés gabionborítása	36,87
Duzzasztó bal parti töltés gabionborítása	17,37
Halátjáró bal parti töltés gabionborítása	4,32
Szárnyfalak gabionmennyisége	27,00
Összesen	221,58

Fa	db
Gerenda az üzemi hídhoz (25 cm átmérő, 6 m hosszú)	2
Gerenda az üzemi hídhoz (25 cm átmérő, 4,25 m hosszú)	2
Oszlop (30 cm átmérő, 70 cm hosszú)	1
Oszlop (30 cm átmérő, 1,9 m hosszú)	2

Vasbeton	m³
Áteresz alvíz csőfej és oszlop	2,14
Áteresz felvízi csőfej	1,48
Halátjáró és töltés	42,92
Összesen:	46,54

Zúzottkő, kavics	m³
Gabion (minimum d=12 cm)	221,58
Összesen:	221,58
Duzzasztómű töltéstest 0,4-0,63 mm	173,11
Összesen:	173,11
Halátjáró (d=32-64 mm) 0-10 m	7,68
Halátjáró (d=32-64 mm) 10-20 m	8,94
Halátjáró (d=32-64 mm) 20-30 m	10,08
Halátjáró (d=32-64 mm) 30-40 m	9,69
Halátjáró (d=32-64 mm) 40-50 m	8,97
Halátjáró (d=32-64 mm) 50-60 m	8,10
Halátjáró (d=32-64 mm) 60-70 m	7,23
Halátjáró (d=32-64 mm) 70-80 m	11,60
Halátjáró (d=32-64 mm) 80-90 m	10,43

Halátjáró (d=32-64 mm) 90-100 m	5,28
Halátjáró (d=32-64 mm) 100-110 m	5,31
Halátjáró (d=32-64 mm) 110-120 m	5,40
Összesen (d=32-64 mm)	98,72

Száfal	m²
Állandó a duzzasztóműben (7,0 m)	147,00
Munkagödör lehatárolása (7,5 m)	442,50
Ideiglenes töltés a felvízi mederben (7,5 m)	5250,00
Ideiglenes töltés az alvízi mederben (7,0 m)	4900,00
Ideiglenes töltés a halátjáróhoz a felvízen (7,5 m)	3765,00
Ideiglenes töltés a halátjáróhoz az alvízen (7,0 m)	4312,00
Összesen (7,0 m)	9359,00
Összesen (7,5 m)	9457,50

Áteresz csővezeték	m
Acélcső, 3mm falvastagság, DN640, áteresz	0,50
Öntöttvascső DN600, áteresz	5,41

Geotextília (200g/m²)	m²
Utófenék gabionmennyiség	45,00
Korona és szárnyfal gabionborítás	37,40
Felvízi töltésrézsű gabionmennyiség	47,46
Felvízi mederstabilizáló gabion	1,50
Felvízi töltéstartó alatt	33,26
Alvízi rézsű gabionborítás	193,21
Duzzasztó jobb parti töltés gabionborítása	122,90
Duzzasztó bal parti töltés gabionborítása	57,91
Halátjáró bal parti töltés gabionborítása	14,39
Szárnyfalak gabionmennyisége	9,00
Halátjáró 0-10 m	67,00
Halátjáró 10-20 m	88,00
Halátjáró 20-30 m	86,00
Halátjáró 30-40 m	82,00
Halátjáró 40-50 m	75,00
Halátjáró 50-60 m	67,00
Halátjáró 60-70 m	59,00
Halátjáró 70-80 m	67,00
Halátjáró 80-90 m	107,00
Halátjáró 90-100 m	47,00
Halátjáró 100-110 m	46,00
Halátjáró 110-120 m	48,00
Összesen:	1401,02