A BARCSI Ó-DRÁVA ÖKOLÓGIAI ÁLLAPOTJAVÍTÁSÁT CÉLZÓ LEHETSÉGES MŰSZAKI BEAVATKOZÁSOK EGYEZTETETT KONCEPCIÓTERVE

MEGBÍZÓ:

Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság

MEGBÍZOTT:

Inno-Water Kutató és Környezetvédelmi Szolgáltató Kft.

BUDAPEST, 2015. OKTÓBER

Tartalomjegyzék

1 Bevezetés 5
1.1 „A LIFE Old-Drava (LIFE13 NAT/HU/000388)" projekt bemutatása 5
1.2 Elvégzendő feladatok 6
1.3 Módszertan 7
2 A terület bemutatása 10
2.1 A tervezési terület elhelyezkedése 10
2.2 Domborzati, földtani és talajtani jellemzők 10
2.3 Éghajlat 12
2.4 A hazai Dráva szakasz jellemzése 12
2.4.1 Vízrajz 12
2.4.2 Árvízvédelem 17
2.4.3 Vízi közlekedés a Dráván és holtágain 19
2.4.4 Természetvédelem 20
2.5 A közvetlen projekt terület bemutatása 21
2.5.1 A Barcsi Ó-Dráva holtág 21
2.5.2 A Dráva-alsó és a Babócsai-Rinya víztestek bemutatása 24
3 A jelenlegi projekt előzményeinek bemutatása 27
3.1 A 2008. évi előzetes vizsgálatok során figyelembe vett koncepció 27
3.2 A 2008-ban felépített HEC-RAS modell 30
3.3 A 2008. évi előkészítő vizsgálatok eredményei 33
4 Lehetséges vízvisszatartási és vízpótlási alternatívák bemutatása 36
4.1 Gátak, fenékgátak, fenékküszöbök 36
4.1.1 Fenékküszöb 38
5 A Barcsi Ó-Dráva és a környezetében található vízfolyások hidrológiai és vízminőségi jellemzése 46
5.1 A víztestek vízminőségi értékelése 47
5.1.1 Babócsai-Rinya 49
5.1.2 Dráva 65
5.1.3 Barcsi Ó-Dráva 80

5.2 Az érintett vízfolyások vízjárásának statisztikai elemzése 87
5.2.1 Babócsai-Rinya, Babócsai közúti híd alatt megfigyelt vízjárásának statisztikai elemzése 87
5.2.2 A Dráva Barcsnál megfigyelt vízjárásának statisztikai elemzése 91
5.3 A Dráva vízszintjének elemzése a tervezett átvezetési pont környezetében 95
6 A Barcsi Ó-Dráva vízszintjének elemzése 98
6.1 Várható vízminőségi változások 107
7 Vízutánpótlódási tartósságok vizsgálata a 2009-2015. közötti időszakra vonatkozóan 109
7.1 1. vízátvezetési alternatíva vizsgálata 110
7.2 2. vízátvezetési alternatíva vizsgálata 113
8 A vízvisszatartási alternatívák bemutatása 118
9 Lehetséges vízvisszatartási és vízpótlási alternatívák összefoglaló értékelése 126
10 Következtetések, javaslatok a koncepcióterv eredményei alapján 131
11 Alapadatok a részletes tervezéshez 133
12 Irodalomjegyzék 134

1 Bevezetés

1.1 „A LIFE Old-Drava (LIFE13 NAT/HU/000388)" projekt bemutatása

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.

A „LIFE Old-Drava" projekt keretein belül **az illetékes magyar és horvát hatóságok, valamint civil szervezetek a Barcsi Ó-Dráva természeti értékeinek degradációját kívánják megakadályozni**. A Duna Dráva Nemzeti Park Igazgatóság (DDNPI) által vezetett projekt elsődleges célja, hogy a Barcsi Ó-Dráva holtág vízháztartásának javításával és a part menti erdősávok biodiverzitásának növelésével hozzájáruljon a vízi és part menti élőhelyek megőrzéséhez. Ennek keretein belül célként fogalmazható meg **a holtág vízcseréjének fokozása**, valamint a kisvizes időszakok jelentette ökológiai kockázatok csökkentése **megfelelő vízvisszatartást szolgáló műtárgy** létesítésével.

A Dráva medrének folyamatos süllyedése következtében a Barcsi Ó-Dráva vízszintje és a talajvízszint egyaránt csökkent az elmúlt évtizedben, mivel a holtág átlagos vízszintje követi a Dráva vízszintváltozásának trendjét. Az előzetes elképzelések szerint az Ó-Dráva vízszintjének javítása érdekében **egy vagy két fenékküszöb** (vagy más alkalmas műtárgy) létesítése szükséges, **ami biztosítaná a holtág kisvízi vízszintjének emelését**.

Jelenleg az Ó-Dráva vízpótlásának elsődleges forrása a Babócsai-Rinya, ami azonban a száraz időszakok egy részében korlátozott mennyiségű vizet szállít a holtágba. A folyamatos medersüllyedés következtében a Dráva csak jelentős áradások alakalmával képes a holtág medrének feltöltésére, ennek gyakorisága ugyanakkor igen alacsony. Ennek következtében a Dráva már sem képes biztosít számottevő vízpótlást a holtág számára.

Mivel sem a Babócsai-Rinya, sem Dráva nem képes folyamatos és kielégítő mennyiségű vízpótlás biztosítására, előfordulhatnak olyan csapadékhiányos időszakok, amelyek jelentős ökológiai problémát okozhatnak, a vízi élőhelyeket és fajokat veszélyeztetve ezzel. A megfelelő ökológiai vízigény kielégítése érdekében a vízvisszatartáson túl ezért egy, **a Dráva és a Barcsi Ó-Dráva felső szakasza között létesítendő új csatorna kialakításának lehetőségét is vizsgálja projekt**.

A vízkicserélődés elősegítése és a vízvisszatartás szabályozása következtében a holtág átlagos vízszintje 0,5-1,0 m-rel növekedhet, ami minimalizálja az extrém kisvizes időszakok kockázatát. A tartósan megnövelt vízszint várhatóan kedvező hatással lesz a kiemelt jelentőségű part menti élőhelyekre és a vízi élőhelyekre egyaránt. A megfelelő talajnedvesség biztosítása elősegíti a galériaerdők őshonos fajainak megújulását (különös tekintettel a

következő fajokra: *Populus nigra, Populus alba, Salix alba*) és az invazív fajok visszaszorítását. A holtág megnövelt vízszintje kedvezőbb feltételek nyújt majd számos Natura 2000 halfaj (*Rhodeus serriceus amarus, Cobitis taenia, Misgurnus fossilis*) számára.

1.2 Elvégzendő feladatok

A „LIFE Old-Drava" projekt keretében a DDNPI az Ó-Drávába tervezett vízvisszatartó műtárgy vonatkozásában az alábbi feladatok elvégzésével bízta meg az Inno-Water Kft.-t:

- „A terv elkészítését megelőzően és a tervezés időszaka alatt terepbejárás és egyeztetés a horvát tervezőkkel a tervezett műtárgy dimenziókról, elhelyezéséről, továbbá a megvalósítás módjáról. Megvalósíthatósági tanulmány szintű koncepcióterv készítése."
- „A horvát fél által készítendő vízjogi létesítési engedélyes terv lefordítása, a magyar jogszabályoknak megfelelő formára alakítása oly módon, hogy az a magyar vízjogi engedélyezési eljárás elvárásainak megfeleljen."
- „A műtárgy kivitelezési költségeire vonatkozó költségbecslés elkészítése."

Az Inno-Water Kft. feladata jelen tanulmány keretében a Barcsi Ó-Dráva ökológiai állapotának javítását célzó **beavatkozások koncepciótervének elkészítése** volt. Ennek során alapvető cél volt a tervezést végző horvát fél számára alapinformációkat szolgáltatni, amelyek felhasználhatók a döntéshozatal és a tervezési folyamat során.

A koncepcióterv elkészítése során elvégzett vizsgálatok a fentiek tükrében a következő fő kérdések köré csoportosíthatók:

- **Milyen vízszintet szükséges tartani a Barcsi Ó-Dráva medrében annak érdekében, hogy érvényesülhessenek a kívánt kedvező ökológiai hatások?**
- **Milyen frissvíz utánpótlásra lehet alapozni a vízszint-növelő intézkedéseket?**
- **Milyen lehetséges alternatívák jöhetnek számításba a holtág vízszintjének tartós megemelésére?**
- **A holtág mely pontján javasolt a vízvisszatartást megvalósító műtárgyak létesítése?**
- **Mekkora az a legkisebb műtárgymagasság, ami képes a célként kitűzött vízszint tartós visszatartására a holtág medrében?**
- **Milyen hatással lehetnek a tervezett beavatkozások a holtág vízminőségére vonatkozóan?**
- **Milyen hatással lehetnek a tervezett beavatkozások a mederviszonyokra vonatkozóan?**
- **Milyen hatással lehetnek a tervezett beavatkozások a környező területek vízháztartására vonatkozóan?**

A fentiekben összefoglalt kérésekre a tanulmány vonatkozó alfejezetei tartalmazzák a részletes válaszokat.

1.3 Módszertan

Az alábbiakban röviden összefoglaljuk a tanulmány elkészítése során elvégzett munka lényeges lépéseinek módszertanát, kitérve az egyes munkaszakaszok szükségességére.

A munka első szakaszában összegyűjtöttük a horvát és magyar partnereknél, valamint a nyilvánosan hozzáférhető forrásokban **elérhető adatokat** és információkat.

A koncepcióterv kidolgozása során ennek köszönhetően rendelkezésünkre álltak **a tervezési területet jellemző általános információk**. Rendelkezésünkre állt továbbá **a terület digitális terepmodellje** és a Dráva - Barcsi Ó-Dráva - Babócsai-Rinya rendszer érintett szakaszának **felépített HEC-RAS modellje**, amit a horvát Hidroing d.o.o. készített, „A Križnice területére tervezett revitalizációs beavatkozás és infrastruktúra kiépítése" c. IPA projekt keretében, 2008-ban *[Hidroing, 2008]*. A Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság (DDNPI) és a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (DDVIZIG) ezen túlmenően rendelkezésünkre bocsátotta a 2005-ben elkészült **Vízrajzi Dráva Atlaszt**, illetve **az érintett vízfolyások vízrajzi adatait**.

A holtág és **az érintett vízfolyások vízminőségére vonatkozóan** az **Országos Vízgyűjtő-Gazdálkodási Terv** (OVGT) és kapcsolódó dokumentumai *[www.vizeink.hu]*, valamint az **Országos Környezetvédelmi Információs Rendszer** (OKIR) felszíni vizekre vonatkozó adatbázisai *[http://web.okir.hu/hu/fevisz]* szolgáltattak információkat.

A projektterület közös bejárását követő konzultációk során a Nemzeti Park munkatársai szakmai javaslatot tettek az elérendő célállapothoz szükséges vízszintekre vonatkozóan. A DDNPI szakembereinek javaslata szerint **a holtágban tartandó ideális vízszint megközelítőleg a Barcsi Ó-Dráva 50 cm-es vízállásával (102,72 mBf) jellemezhető**. **Tervezési alapadatként ezért a 102,75 mBf elérendő vízszintet tekintettük.**

Fentiek alapján először összefoglaltuk a tervezési területre vonatkozó alapadatokat (*2. fejezet*), a projekt előzményeit (*3. fejezet*), illetve a fenékküszöbök létesítésével kapcsolatos legfontosabb információkat (*4. fejezet*).

A tanulmány készítésének második lépéseként elvégeztük a rendelkezésünkre bocsátott **műszaki alapadatok ellenőrzését, különös tekintettel a holtág HEC-RAS modellben felépített medergeometriájára vonatkozóan**. Ehhez 2015. májusában **vízmélység ellenőrző méréseket végeztünk** a Barcsi Ó-Dráva Rinya torkolattól délre eső szakaszán. **A digitális terepmodell adatainak keresztellenőrzését** a Vízrajzi Dráva Atlasz adataival történő összevetés útján végeztük el. Az ellenőrző vizsgálatok alapján elfogadtuk az alapadatok és alapmodellek megfelelőségét.

A munka harmadik szakaszában az ellenőrzött adatokra és információkra alapozva **elvégeztük a következőkben összefoglalt vizsgálatokat**, melyeket részletesen az *5-8. fejezetekben* mutatunk be.

A Barcsi Ó-Dráva vízpótlása szempontjából releváns vízfolyások számba vétele:

A Barcsi Ó-Dráva vízpótlása szempontjából három vízfolyást vizsgáltunk az előzetes felmérések tükrében: a Drávát, a Babócsai-Rinyát, és a Babócsai Malom-árkot. Az időszakos

jellege és a jelentős mértékben ingadozó vízhozama miatt a Malom-árkot a vizsgálatok kezdeti szakaszában kizártuk a potenciális alternatívák közül.

A Drávából történő vízpótlás lehetősége már felmerült a Hidroing d.o.o. 2008-ban készített tanulmányában *[Hidroing, 2008]* is. Az alternatíva jelenlegi vizsgálata során a Dráva (Barcsi-vízmércénél mért) sokéves vízállás adatai alapján és a Vízrajzi Dráva Atlasz szerint meghatározott vízszínesés tükrében **kiszámoltuk a Dráva jellemző vízállását a 2008-as tanulmányban javasolt vízbevezetési pontra vonatkozóan**. Ezeket az értékeket vetettük össze a Barcsi Ó-Drávára tervezett 102,75 mBf vízszint értékkel és **vizsgáltuk a két víztest között kialakuló hidraulikai kapcsolat lehetőségét**.

Mivel a Babócsai-Rinya jelenti a vízpótlás jelenlegi forrását, az alternatívák értékelése során külön hangsúlyt fektettünk e vízfolyás vizsgálatára. A digitális terepmodell alapján **meghatároztuk a holtág jellemző vízszintjeihez tartozó nyílt vízfelület és tározott víztérfogat nagyságát**. Ezt felhasználva a Babócsai-Rinya Babócsánál mért sokéves vízhozam adatsora alapján **kiszámítottuk a holtág tározott térfogatának és az utánpótlódás mértékének kapcsolatát** (figyelembe véve a párolgási veszteséget is) annak érdekében, hogy értékelhető legyen a Babócsai-Rinya alkalmassága a vízpótlásra, megnövelt vízszint esetén is.

Vízszint emelés hatása a Barcsi Ó-Dráva vízminőségére:

Mivel a tartósan megemelt vízszint esetén a tartózkodási idő is jelentősen növekedhet, az előzetes értékelések keretein belül **kitértünk a vízminőség lehetséges változásainak vizsgálatára** is. Ehhez a Babócsai-Rinya Nagyatád és Babócsa alatti szakaszaira vonatkozó általános vízkémiai paraméterek értékelésével megvizsgáltuk a holtágat érő lehetséges szennyezőanyag terhelések mértékét. A Babócsai-Rinya vízhozamának és az Ó-Dráva tározási térfogatának ismeretében **meghatároztuk a holtágra jellemző tartózkodási időt**, eltérő vízállások és Rinya vízhozamok esetén. A vízminőségi adatok és a tartózkodási idő ismeretében **következtetéseket vontunk le a holtág eutrofizációs hajlamának változásával kapcsolatban**.

Vízszint emelés hatása a Barcsi Ó-Dráva környezetére:

A holtágban található víz mennyisége és a környező talajvíz szintje között alapvető kapcsolat (egyensúly) áll fenn. Ennek értelmében a Barcsi Ó-Dráva vízszintjének tartós megemelése esetén a környező területeken megemelkedhet a talajvíztükör szintje. A megemelkedő talajvízszint hatásait figyelembe kell venni és meg kell vizsgálni, hogy az esetlegesen felszínre kerülő talajvíz következtében megjelenő belvizes területek érinthetnek-e emberi használatban lévő, vagy más, víztől óvandó területet. Ennek előrejelzéséhez a digitális terepmodell adatait használtuk fel. A terepmodell és a holtágra jellemző vízszintek által meghatározott sík metszeteként **meghatároztuk azokat a területeket, amelyek adott Ó-Dráva vízszint tartós fennállása esetén víz alá kerülhetek**.

Alternatívák meghatározása a vízszint emelést biztosító műtárgy(ak) elhelyezésére és méretére vonatkozóan:

Az elérendő célként meghatározott 102,75 mBf Ó-Dráva vízszint tartós biztosításához emberi beavatkozás szükséges. A DDNPI szakembereivel folyatott egyeztetések értelmében a vízvisszatartást passzív (rendszeres karbantartást, üzemeltetést nem igénylő) műtárgy létesítésével célszerű megvalósítani. Ennek értelmében a holtág felépített HEC-RAS modelljének felhasználásával **különböző méretű és elhelyezkedésű fenékküszöbök hatását vizsgáltuk a Barcsi Ó-Dráva vízháztartására vonatkozóan**. A helyszíni bejárások tapasztalatai és a DDNPI munkatársainak javaslata alapján kijelöltünk három, jellegében eltérő létesítési helyet és a modell segítségével **meghatároztuk azt a legkisebb fenékküszöb magasságot, ami képes a tervezett 102,75 mBf vízszint tartós biztosítására**. A modellvizsgálatok során **kitértünk az áramlási viszonyok megváltozásának értékelésére** is, különös tekintettel a megváltozó vízsebességek meghatározására. Ennek jelentősége a műtárgy alvízi szakaszának mederstabilizációja szempontjából (várható-e kimélyülés, medersüllyedés az alvízi szakaszon megnövekedő vízsebesség miatt), a holtág vízminősége szempontjából (mennyire lassul le az áramlás a duzzasztott szakaszon és válik ezáltal állóvíz-jellegűvé a holtág), és a műtárgy állékonyságának tervezése szempontjából (milyen sebességek alakulnak ki a fenékküszöb koronájánál) egyaránt fontos.

A lehetséges vízvisszatartási és vízpótlási alternatívák összefoglaló értékelését a *9. fejezetben* mutatjuk be.

A fenti módszertan alapján a koncepcióterv munkaközi változatában (2015. június) bemutatott eredményeket az érdekeltekkel (magyar és horvát projektpartnerek, a tervezésbe és az ökológiai felmérésbe bevont szakemberek, a holtág kezelését végző Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság) egyeztetve alternatív vízbevezetési helyszín merült fel a Drávából történő esetleges vízpótlásra, melyet – a korábbi vizsgálatok kiegészítéseként, azonos módszertan alapján – szintén elemeztünk (lásd *7. fejezet*).

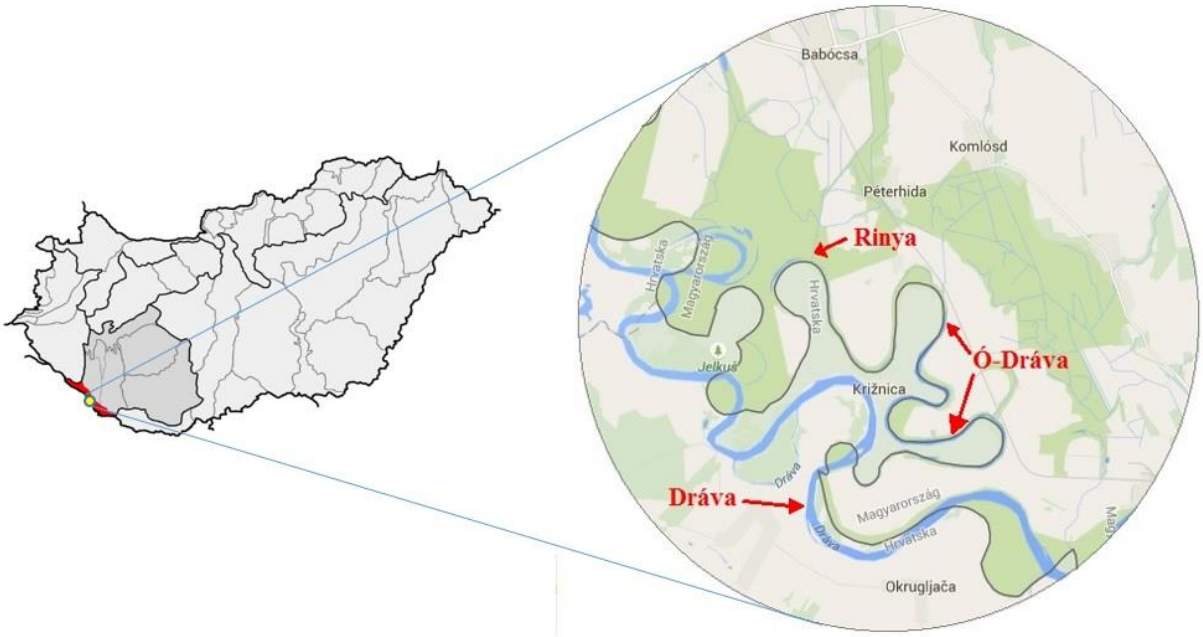
A koncepcióterv készítése során végrehajtott vizsgálatok és a több-lépcsős egyeztetések eredményeként a projekt partnerek rögzítették a részletes tervezés alapadatait, melyet a *7. fejezetben* foglaltunk össze.

A projekt keretein belül elvégzett munka határon átnyúló jellegét szem előtt tartva itt is felhívjuk a figyelmet horvát és a magyar magasságadatok között fennálló (az eltérő viszonyítási alapszint okozta) különbségre. A jelen tanulmányban szereplő tengerszint feletti magasság adatok egységesen (Balti-tenger feletti magasságban (mBf)) vannak megadva (ez 67,47 cm-rel alacsonyabb értékeket jelent, mint a Horvátországban alkalmazott, Adriai-tengerhez viszonyított magasság).

2 A terület bemutatása

2.1 A tervezési terület elhelyezkedése

A tervezési területet képező Barcsi Ó-Dráva holtág a Dráva menti síkságon, a Közép-Dráva völgyben helyezkedik el. Az Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv szerint a Dráva részvízgyűjtőhöz, azon belül a 3-2 Rinya-mente vízgyűjtő-gazdálkodási alegységhez tartozik *[VKKI, 2010a,b; VKKI-DDKÖVIZIG, 2010]*. Az alegység a Dráva magyarországi szakaszának bal partján a Dombó-csatorna, a Rinya, a Zimóna- és a Rigóc-patakok vízgyűjtőjét, valamint a Dráva ezen szakaszának közvetlen vízgyűjtőjét foglalja magában. **A tervezési terület a Drávának a Dráva-alsó (AEP438) víztest részét képező 166-169 fkm közötti szakaszát érinti**, a Dráva jelenlegi főmedrétől a Pécs-Nagykanizsa vasútvonalig terjedő sávban. A terület **egy része Magyarországhoz, másik része Horvátországhoz tartozik. A Barcsi Ó-Dráva holtágat a Babócsai-Rinya (Rinya patak) táplálja**, amely a Dráva folyó bal oldali mellékvize, Böhönye és Segesd közelében ered több ágban, majd Nagyatád és Babócsa érintésével délnek tartva ömlik a holtágon keresztül a Drávába. Hossza mintegy 60 km.



2.1. ábra - A tervezési terület elhelyezkedése

2.2 Domborzati, földtani és talajtani jellemzők

A Dráva mentén található Közép-Dráva-völgy 1–4 km szélességű, 60–70 km hosszúságú **alluviális felszín**, mely alacsony és magasártéri szintekre, morotvákra, elhagyott medrekre tagolódik *[Dövényi, 2010]*. A középszakasz jellegű Dráva folyón számos meander-görbület, vizenyős lápok, meander teraszok sorakoznak. A sík területen csak néhány méteres szintkülönbségek adódnak *[Dövényi, 2010; DDKÖVIZIG, 2007]*.

A Rinya-mente vízgyűjtő-gazdálkodási alegység teljes egészében feltöltött süllyedék, mely egykor az ős-Duna medre volt. A hordalék kavicsanyaga általában 5-10 m mélyen található. A folyóvízi összlet feküjében a pannóniai korú, homokos-agyagos üledéksszlet található. A Duna elvándorlása után a felszín morfológiája a futóhomokos területekre jellemzően alakult ki. A buckasorok közötti mélyedésekben a holocén időszakban mocsári képződmények (lápi mész, tőzeg, kotus láptalaj) alakultak ki. A mélyfekvésű területrészek ma is mocsarasak, ezeken a területeken a felszíni víz és a talajvíz közvetlen kapcsolatban van *[DDKÖVIZIG, 2007]*.

A Közép-Dráva-völgy magasabb térszínű periglaciális homokos üledékein **agyagbemosódásos barna erdőtalajok**, Ny-i részen pszeudoglejes barna erdőtalajok találhatók. A Közép-Dráva-völgy uralkodó talajtípusa az öntés réti talaj, de a Dráva nyers öntéstalajainak területi részaránya is jelentős *[Dövényi, 2010]*. A Dráva mentén **nyers öntések** (1%-nál kevesebb szervesanyagot tartalmaznak) és **réti öntéstalajok** alakultak ki, melyek alig valamivel magasabb szervesanyag tartalmúak. Vályog fizikai féleségűek és kalcium-hidrogénkarbonátot nem tartalmaznak, gyengén savanyú kémhatásúak *[Horváth és Gyuricza, 2012]*.

A Kárpát-medence szerkezetfejlődésének meghatározó időszaka volt a miocén. Ekkor kezdődött a hegységi területek emelkedése és a medencerészek lesüllyedése, mint ahogy a Dráva-ároké is. A Dráva-árokban az alaphegység ma már 3500-4000 m mélységben található; az árok jelentős részét pannon és pleisztocén korú agyagos, iszapos, homokköves, homokos üledékek töltik ki. Mindez annak köszönhető, hogy a pannon korszakot követően a Dráva–Száva közötti területen a Pannon-beltó maradványaként a Szlavóniai-beltó volt a legnagyobb üledékgyűjtő medence, melynek vízgyűjtőjéhez tartozott a Mura, a Dráva és a Száva is. A tó feltöltődésével és a kőzetrétegek többszöri süllyedésével jelent meg a területen a Dráva, mely meghatározta a későbbi felszínfejlődési folyamatokat. A Dráva-árok és a Drávamenti-síkság így nem egységes szerkezetű árok, hanem kisebb medencék együttese. A terület a pleisztocén elején és közepén az északról érkező vízfolyások akkumulációs területe volt. A Dráva-árok és részmedencéi süllyedésének utolsó bizonyítható időszaka a késő-pleisztocén Würm korszakbeli glaciálisa volt, amikor a vastag folyóvízi pleisztocén rétegsorra futóhomok, folyóvízi iszap, homok és infúziós lösz települt. A süllyedés következtében újra üledékgyűjtővé váló, korábban lösszel és futóhomokkal takart ormánsági felszínek és formák nagy részét a helyét északi irányba változtató Dráva elrombolta. A Dráva a mai helyéhez képest tehát északabbra folyt, míg a holocén szerkezeti mozgások hatására bekövetkező újabb mederváltozások következtében végül déli irányba, mai helyére vándorolt *[Horváth és Gyuricza, 2012]*.

2.3 Éghajlat

A tervezési terület **mérsékelten meleg, mérsékelten nedves** éghajlatú. Az évi napsütés 1950 óra körüli, nyáron 780 óra körüli, télen 190 óra körüli a napfénytartam *[Dövényi, 2010]*.

Az évi középhőmérséklet a Közép-Dráva-völgy DK-i részén (Barcs-Drávatamási térségében) 10,0-10,2 °C, ÉNy-on (Zákány-Őrtilos térségében) 9,7-9,9 °C. A vegetációs időszak átlaga 16,5 °C, de ÉNy-on kevéssel alatta van. A nyári legmelegebb napok sokévi átlaghőmérséklete 32,5-33,0 °C, a téli leghidegebb napoké -17,0-17,5 °C közötti *[Dövényi, 2010]*. Az utolsó tavaszi fagyok ideje április közepére esik, szemben az ország északi részével, ahol akár még májusban is fagyhat. Az éghajlatváltozás ezt a területet is érinti. Vízvár térségében az elmúlt 30 évben közel 3 °C fokkal nőttek a nyári maximumhőmérsékletek értékei, és az előrejelzések szerint a nyári átlaghőmérséklet a jövőben akár 5 °C fokkal is emelkedhet *[http://esotanc.hu]*.

Barcs-Drávatamási térségében a csapadék éves mennyisége 780-800 mm, ezen belül a nyári félévé 450 mm körüli. A kistáj többi része csapadékosabb, az évi csapadék mennyisége 800-840 mm, a vegetációs időszakban 460-490 mm körüli. A legtöbb 24 órás csapadék (118 mm) Vízváron volt. A hótakarós napok száma 40 körüli, a hótakaró átlagos maximális vastagsága 30-32 cm.

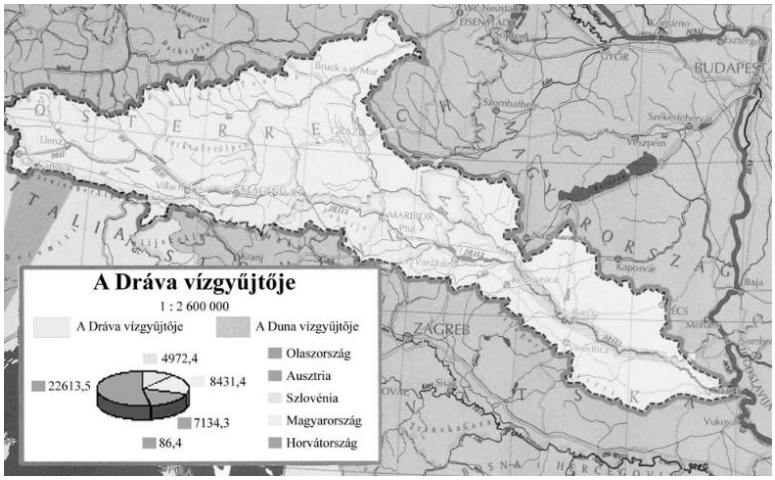
Az uralkodó szélirány ÉNY-i, É-i, de gyakori még a DNy-i és K-i szél is. Az átlagos szélsebesség 2,5-3,0 m/s közötti *[Dövényi, 2010]*.

2.4 A hazai Dráva szakasz jellemzése

2.4.1 Vízrajz

A Dráva a Duna egyik legnagyobb és leghosszabb jobb oldali mellékfolyója. Dél-Tirolban ered, 1192 méteres magasságban és Ausztriát, Szlovéniát, Horvátországot és Magyarországot érintve ömlik a Dunába a horvátországi Aljmaš (Almás) település közelében. Ezt az utat megtéve a teljes hossza 733 km, vízgyűjtő területének nagysága pedig 43238 km^2 (*2.2. ábra) [György-Burián, 2005]*.

A Dráva magyarországi vízgyűjtője 8431 km^2, ami a teljes vízgyűjtő 19,5%-a *[György-Burián, 2005]*. A Dráva magyarországi szakasza, amelyre már a középső-alsó szakaszjelleg a meghatározó, a 236,0 fkm-től (Őrtilos térségétől) a 70,2 fkm-ig (Matty térségéig) tart.



2.2. ábra - A Dráva vízgyűjtője (DDVIZIG) [forrás: György-Burián, 2005]

A folyó Magyarországra lépve, Őrtilos alatt 5-6 km-rel eltávolodik a határtól és horvát területen halad tovább, mintegy 29 km-en keresztül. Őrtilos térségében a közös érdekeltségű szakasz domborzati viszonyaira a 125 mBf szint a jellemző. Ezt követően a Dráva Vízvár felett lép be ismét hazánkba, onnantól a közös érdekeltségű (magyar-horvát) további 137 kilométernyi Dráva szakasz olyan határvíz, ahol a határ az egyik, illetve a másik partra váltakozva esik *[Dolgosné, 2008]*.

A Dráva hazai részvízgyűjtőjének területén a Dráva bal oldali mellékvízfolyásai a Mura, a Dombó-csatorna, a Babócsai-Rinya, a Barcs-Komlósdi-Rinya, a Korcsina-csatorna és a Fekete-víz, valamint néhány kisebb vízfolyás.

Az Őrtilos-Drávaszabolcs közötti közel 168 km-es szakasz jellegében két részre: **az Őrtilos-Barcs** szakaszra és a Barcs alatti szakaszra osztható. A **felső szakaszon a folyópartot csak lokális beavatkozásokkal szabályozták** *[VKKI, 2010b]*. A Dráva a Zákányi-rög D-i lejtője mentén enyhén kanyarogva, határozott főmederben folyik. A völgytalp széles, 5–7 km szélességben sok morotva tagolja a területet *[Lovász, 1964 – idézve: Dolgosné, 2008]*. Zákány után a folyó a Gyékényes-Golai medencében kanyarog. Ezt a területet a Zákányi rög DDK-i pereme és a Csurgó-Bélavár közötti törésvonal mentén eróziósan kialakult magaspart egyértelműen lehatárolja. Óholocén morotvái ÉK felől széles sávban övezik, hajdani fattyúága - a Zdála - Gyékényestől Bélavárig követhető *[Dolgosné, 2008]*. Bélavár és Heresznye között ismét a magaspart közelében folyik. A Dráva, miután eléri a Babócsa-Bolhói medencét, a magaspartot újra elhagyja és ahhoz csak Barcsnál tér vissza *[DDVIZIG, 1986; – idézve: Dolgosné, 2008]*.

Az enyhén süllyedő medence a folyót az irányváltoztatás mellett a hordalék intenzív lerakására is késztette, ennek is köszönhető, hogy a magaspart fiatal szerkezeti vonala mellett a Babócsai-Rinya torkolata eltolódott. Az ugyanis már Babócsánál megérkezik a medencébe, azonban csak Barcsnál torkollik a Drávába. A fenti szakaszon számtalan kisebb-nagyobb kavicssziget található, amelyeket gyakran már növényzet borít *[Dolgosné, 2008]*.

A Dráva tipikus alluviális folyónak számít, azaz saját hordalékán folyik. Vízhozama és medrének kis lejtése miatt meanderező típusú folyó, ami azt jelenti, hogy erőteljesen

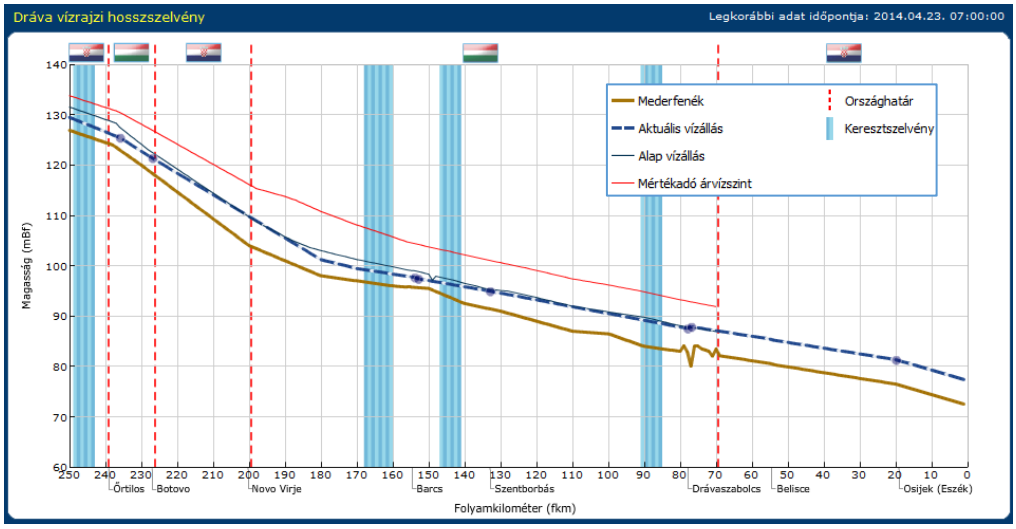
kanyarog, miközben a külső homorú ívében romboló, a belső domború ívében építő munkát fejt ki. Ennek hatására a mederben homokpadok, zátonyok, szigetek jönnek létre *[Purger, 2013]*.

A meder alakját, formáját kialakító erők hatása a Dráva medrét gyakran változtatja. Az eséscsökkenés helyén a folyó veszít energiájából és a szállított hordalékának egy részét zátonyok formájában lerakja. Az energia elvesztése azonban nemcsak hosszirányban hat a mederre, hanem keresztirányban is. A keresztirányú energia alakítja, változtatja a meder szelvényét, növeli, vagy éppen bontja a zátonyokat. Ennek hatására jelentős zátonyok alakultak ki, és napjainkban is alakulnak Őrtilos és Barcs között. A Barcs alatti szakaszon a lerakódott hordalékok, zátonyok elsősorban a kanyarok domború ívét, valamint a keresztirányú szabályozási művek alatti rövid szakaszokat jellemzik *[DDNPI, 2014]*.

A Barcs alatti szakaszon az elmúlt évtizedekben végzett, közös magyar-horvát folyószabályozási tevékenység eredményeképpen **gyakorlatilag szabályozott lett a folyó**. A meder ezen a szakaszon egységesnek tekinthető. A Dráva Barcs és Drávatamási között egyenesebb futásúvá válik, széles alluviumának É-i peremén. Az Ormánsági medencébe érve szintén kéregmozgásokra visszavezethetően átvág az alluvium D-i peremére. A Dráva itt csaknem 30 km széles síkságon kanyarog, a jellegzetes „drávai magaspart" ellaposodik. A folyó DK-i irányba haladva egyre veszít a magasságából: Drávaszabolcsnál a tengerszint feletti magassága csak 80 mBf értékű. A morotvák ezen a területen is behálózzák az alluviumot *[DDVIZIG, 1986; – idézve: Dolgosné, 2008]*. A mai mederviszonyok a beágyazódott főmeder és a lefűződőben lévő kisebb leágazások és holtágak rendszerében a főmeder határozott dominanciáját mutatják *[Varga, 2002; – idézve: Dolgosné, 2008]*.

A hossz-szelvény mentén a Dráva esése jelentős különbségeket mutat. A Dráva a felső szakaszán Olaszország, Ausztria, Szlovénia területén nagy esésű, átlagos értéke 2,0-2,5 m/km. A hegyek közül történő kilépését követően a folyó vízszínesése kb. a felére csökken. Őrtilosnál **a folyó esése** mintegy 45-55 cm/km, a magyar-horvát szakaszon, Vízvár (191 fkm) térségében található jelentős eséstörést követően **Barcsig 15-20 cm/km**, Drávaszabolcsnál pedig mindössze 10-15 cm/km. **A jellemző középsebességek Őrtilos és Drávaszabolcs között az eséssel összhangban 1,5-1,8 m/s-ról 0,8-1,0 m/s értékre csökkennek** *[VKKI, 2010b; VKKI-DDKÖVIZIG, 2010]*.

A Dráva egy példaként kiemelt vízrajzi hossz-szelvényét mutatja a *2.3. ábra*.



2.3. ábra - A Dráva aktuális vízrajzi hossz-szelvénye
[forrás: http://www.dravamonitoring.eu/?module=szelvenyvizrajz]

A Dráva közepes **vízhozam**a Maribornál 300 m^3/s, míg a torkolatnál 650 m^3/s. A Dráva jellemző vízhozamai **Barcsnál** a következők *[VKKI-DDKÖVIZIG, 2010]*:

Max.: 3190 m^3/s
Min.: 114 m^3/s
Átlag: 512 m^3/s

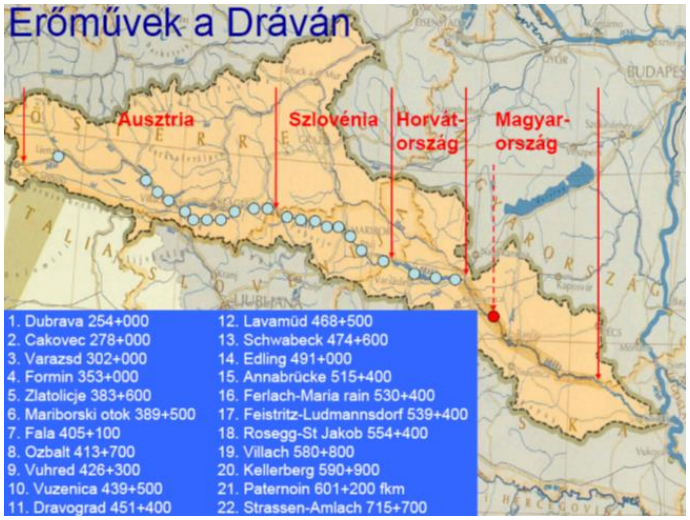
A szlovén szakaszon korábban a rekord árvizet 1965-ben regisztrálták 2600 m^3/s vízhozammal, 2012 novemberében azonban az osztrák és a szlovén vízgyűjtőkön lehullott jelentős mennyiségű csapadék következtében Ausztriában ezt a rekordot is meghaladó, 2900 m^3/s vízhozamot mértek. **Magyarországon 1900 óta a legnagyobb árhullám 1972 nyarán jelentkezett, amikor a Dráva vízhozama Barcsnál 3000 m^3/s értéket meghaladó volt** *[DDVIZIG-Inno-Water Kft., 2014]*.

Ekkor mérték a magyar-horvát szakaszon az addigi **legnagyobb vízszinteket** is, **Őrtiloson 476 cm-t, Barcson 618 cm-t**, Drávaszabolcson pedig 596 cm-t. Az 1972-es áradást követően a legjelentősebb, de a korábbiakat meg nem haladó vízszinteket 1975-ben regisztráltak, amikor a tetőző érték Őrtiloson 436 cm, Barcson 579 cm volt *[DDVIZIG-Inno-Water Kft., 2014]*. Az elmúlt években Magyarországon a legnagyobb, az 1975. évit meghaladó vízállás **2014 szeptemberben** fordult elő, amikor **Őrtiloson 439 cm, Barcson pedig 507 cm tetőző vízállást jegyeztek fel.**

A folyó vízjárását a horvát vízi erőművek csúcsra járatásának üzemrendje nagymértékben befolyásolja. Az Őrtilos felett 18 km-rel található dubravai erőmű (a legalsó erőmű) áteresztő kapacitása 500 m^3/s. Ez a hozam a Dráva középvízhozama körüli érték. Ha a természetes hozam ennél az értéknél kevesebb, az erőmű duzzasztással állítja elő a kívánt mennyiséget a tárolótérben és a napi csúcsigény ekkor ezt a hozamot ereszti át. A naponta kialakuló árhullámok a dubravai erőmű szelvényétől a folyó hossza mentén ellapuló tendenciával haladnak. **Az őrtilosi szelvényben (236 fkm) ez 80-130 cm-es vízjátékot jelent a kisvizes időszakban, Barcson (154 fkm) 40-70 cm, Drávaszabolcsnál pedig 10-20 cm**

vízszint-ingadozás alakulhat ki egy napon, vagy akár néhány órán belül *[VKKI, 2010b; VKKI-DDKÖVIZIG, 2010]*.

A Dráva vízenergetikai szempontból az Őrtilosi szelvénytől felfelé gyakorlatilag teljesen kiaknázott, hiszen három ország területén összesen 22 vízerőmű létesült (lásd *2.4. ábra*). Ezek **az erőművek jelentősen befolyásolják a görgetett és lebegtetett hordalék szállítási folyamatait**.



2.4. ábra - Vízierőművek elhelyezkedése a Dráván [forrás: VKKI, 2010b]

A Dráva Vízvár fölötti medre vándorló és sekély. A folyó nagy esésű, a sok gázló, és azok gyors változása akadályozza a hajózást. **Közepes vízállásnál a folyóra 2-3 méteres vízmélységek a jellemzők, bár az állandóan vándorló zátonyok miatt a meder évente átrendeződik.** Babócsa és Vízvár között előfordulnak kritikusan sekély szakaszok is, **a folyó 198 fkm felett nem hajózható** *[VKKI-DDKÖVIZIG, 2010]*, alatta azonban nagyhajózásra alkalmas és másodosztályú víziútként nyilvántartott.

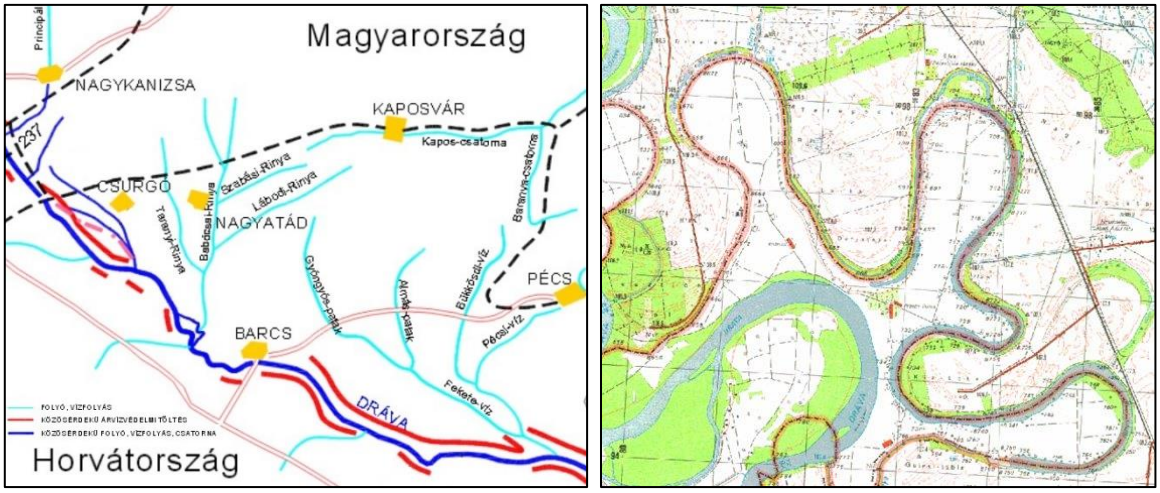
A meanderező folyó gyakran váltja a medrét, ilyenkor a korábbi mederszakaszok sokáig mellékágként működnek. Azok a vízszállításban időszakosan részt vevő folyómedrek, amelyek a folyásirányban alsó végükön nyitottak, mellékágaknak tekinthetők. A mellékágakban a kisvízszintnél is van állandó víz, azonban nagyobb vízállások esetén a vízszállításban is szerepet játszanak. Amennyiben a mellékág a befolyásnál vagy kifolyásnál elzáródik, azaz megszűnik az átfolyás, sokáig egy megnyúlt öbölre hasonlít, melyben a feltöltődési és a szukcessziós folyamatok is felgyorsulnak. Amikor a mellékág ki- és befolyó részénél is megszűnik a kapcsolata a folyóval, már holtágról beszélhetünk, mivel ezek a víztestek már nem vesznek részt a folyó vízmozgásában. A holtágak a szukcessziós folyamatok miatt rövid idő alatt elmocsarasodnak, majd beerdősülnek *[Purger, 2013]*.

A Dráva mederanyagának szemszerkezet összetétele Vízvárig jellemzően kavicsos (szemcseátmérő 16-52 mm), **Barcsig homokos kavics (szemcseátmérő 0,5-20 mm)**, majd innen továbbhaladva lefelé Drávaszabolcsig, illetve a torkolatig homok a domináns frakció *[DDNPI, 2014]*.

A kavicskitermelés a Dráva Barcs fölötti szakaszának a körzetében volt jellemző. Ezen a szakaszon korábban közvetlenül a folyómederből is történt kitermelés. A nagyobb tömegű kavicsbányászat Vízvár – Bélavár – Gyékényes térségében volt. Itt a kavics minimális vastagságú fedőréteg alatt helyezkedik el. A kisebb bányák művelése csak a talajvízig volt lehetséges a rendelkezésre álló gépparkkal, a nagyobb kavicsbányák víz alatti kotrással alakították ki a területre jellemző bányatavakat *[VKKI-DDKÖVIZIG, 2010]*, jelenleg nem folyik kavicskitermelés.

2.4.2 Árvízvédelem

Magyar oldalon (baloldalon) az Őrtilos-Barcs közötti szakaszon (tehát a tervezési területet érintő Dráva-szakaszon) nincs árvízvédelmi töltés, a part természetes képződményként magasodik a folyó fölé. Itt az árvizek a horvát területeket veszélyeztetik inkább, ezért **csak a jobb oldalon van kiépítve töltés** (lásd *2.5. ábra*).



2.5. ábra - Árvízvédelmi töltés elhelyezkedése az érintett területen a Dráva jobb partján

A bal parton Barcs alatt, Tótújfalúnál (142 fkm) kezdődik a magyar töltésrendszer és tart Matty térségéig, ahol kilép a folyó az országunkból *[VKKI-DDKÖVIZIG, 2010]*.

Ma a Dráva bal parti, országhatár –Tótújfalu közti elsőrendű árvízvédelmi töltés két védelmi szakaszra tagozódik.

Az alsó (05.02. sorszámú, lásd *2.6. ábra*) szakasz központja Drávaszabolcs, az országhatártól (Matty térsége, 64,5 fkm) Kelemenligetig (Vejti térsége, 96,2 fkm) tart, ahol a drávasztárai fővédvonalhoz csatlakozik *[DDNPI, 2014]*. A gátszakasz teljes hossza 45,005 km, melyből 31,709 km a Dráva bal partján, míg a fennmaradó 13,296 km hossz (ún. visszatöltésezett szakasz) – a Drávába torkolló – Fekete-víz és Pécsi-víz partjai mentén található *[http://www.ddvizig.hu/hu/arvizvedelmi-rendszerek-1]*. A gátszakasz az ormánsági öblözet alsó, valamint a Kémesi és a Drávaszabolcsi öblözetek teljes egészét, összesen 149,84 km^2 nagyságú részét védi *[DDNPI, 2014]*.

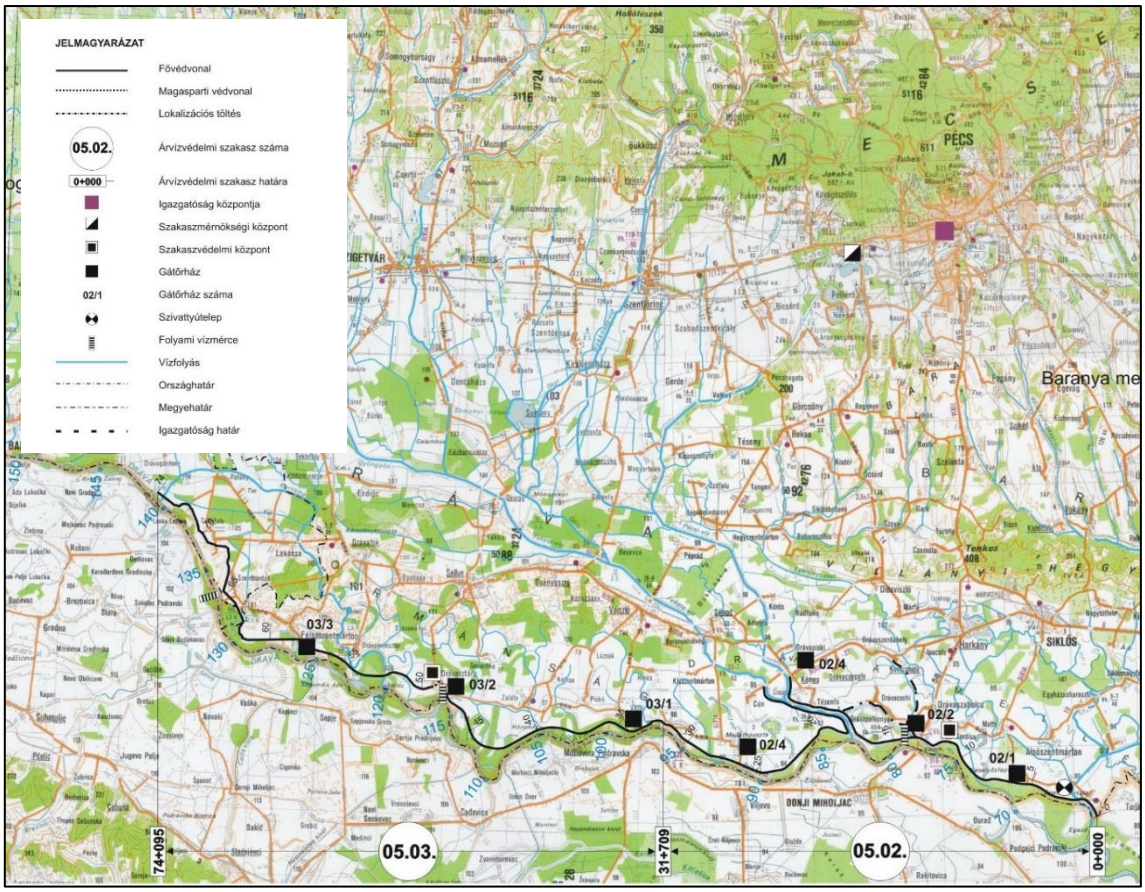
A felső (05.03. sorszámú) szakasz központja Drávasztára, Kelemenligettől (96,2 fkm) Tótújfalu határáig (141,0 fkm) tart, ahol a magaspartba csatlakozva ér véget. Az árvízvédelmi

szakasz teljes hossza 42 386 km, mely az Ormánsági öblözetet felső, 145,57 km^2 nagyságú részét védi *[DDNPI, 2014]*. A szakasz teljes hosszban földgát, melybe Drávasztára belterületén egy rövid magaspart ékelődik be (itt a terep megfelelő magassága miatt nincs szükség töltés kiépítésére) *[http://www.ddvizig.hu/hu/arvizvedelmi-rendszerek-1]*. A Vejti Drávasztára között ún. „megye töltés" nyomvonalán szilárd burkolatú út került kialakításra *[DDNPI, 2014]*.

A 05.03-as szakasz felett magasparti rész található. A Tótújfalutól (142 fkm) a Mura torkolatáig, Őrtilos településig árvízvédelmi létesítmény nem épült *[http://www.ddvizig.hu/hu/arvizvedelmi-rendszerek-1]*.

A Dráva árvízvédelmi rendszeréhez tartoznak az úgynevezett hullámtéri véderdők. Magyar területen a bal parti töltés mellett a 70,2 – 140,8 fkm között húzódnak és szerepüket tekintve a töltéseket védik egyrészt a hullámverés ellen, másrészt az esetleges jégtorlódás töltést károsító hatásával szemben. A hullámtér gyakorlatilag a teljes hosszon erdővel telepített, melyből az alsó 22 km-es szakasz közvetlenül a töltés mellett, a felső 48 – 49 km-en a töltéslábtól távolabb húzódnak az erdősávok. A hullámtér szélességét tekintve a Tésenfa – Kémes közötti szakaszon (a 20,5 – 21,0 tkm között) a legkeskenyebb: mintegy 80 méter. Legszélesebb Drávasztáránál, ahol a 48,5 – 49,0 tkm között eléri az 1,8 km-es szélességet is. A hullámtér átlagos szélessége 600 – 700 m *[DDNPI, 2014]*.

Az árvízvédelmi rendszereket a *2.6. ábra* mutatja.



2.6. ábra - Árvízvédelmi rendszer a Dráván

[forrás: http://www.ddvizig.hu/hu/arvizvedelmi-rendszerek-1]

2.4.3 Vízi közlekedés a Dráván és holtágain

Jelenleg a Dráva a hajózható vízi utak minősítése alapján másodosztályú vízi út a magyarországi szakaszon. A folyó a hajózási kisvízszinten az erre a hajóút osztályra vonatkozó kritériumoknak megfelel, a 400-600 t uszályok 130-150 napon keresztül tudnak közlekedni a folyón *[VKKI-DDKÖVIZIG, 2010]* nappal. Az előírt 16 dm-es merülés két gázló kivételével a teljes hajóúton rendelkezésre áll, de a tartósságok időnként elmaradnak az előírt 240 naptól.

A folyó jelenleg gyakorlatilag csak Barcsig hajózható (a torkolattól). Magyar területen a hajózást a hazai jogszabályok és a magyar-horvát egyezmény szabályozza. A II. osztályú víziút kitűzési munkáit az egyezmény alapján a két ország közösen végzi. A hajóút fenntartása elsősorban pályázati források megszerzésétől függ, így az elvégzett munka volumene és rendszeressége erősen ingadozó. A kisebb fenntartási munkákat (kitűzési jelek karbantartása) jelenleg közfoglalkoztatás keretén belül végzik *[Közlekedés Kft. et al., 2013]*.

Ma a Dráván mind személyszállítás, mind pedig áruszállítás előfordul, **a forgalom azonban jelentéktelen és így a hajóút kihasználtsága kifejezetten alacsony**. Jelenleg jellemzően a Drávaszabolcs és Barcs térségére korlátozódó sétahajózásról beszélhetünk. A horvát hajók alkalomszerűen kavicsot, homokot, fát szállítanak. A magyar közlekedés/vízi szállítás elenyésző volumenű. Rendszeresen a barcsi Városi Tűzoltóság, a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság, a rendőrkapitányságok, a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság, továbbá néhány gazdálkodó szervezet és vállalkozó (pl. Sefag Zrt., Dráva Kavics és Beton Kft., Épex Kft.) közlekedik kishajóval és/vagy nagyhajóval. Egyre kisebb mértékű az erdészet részéről a fa szállítása és szinte megszűnt a folyami kavics szállítása *[VKKI-DDKÖVIZIG, 2010; Közlekedés Kft. et al., 2013; DDKTVF et al., 2013]*.

1991-től a **vízi turizmus** is megjelent a folyón. Ma már viszonylag jelentősnek mondható a kajakos és kenus turizmus, valamint a horgászati célú motorcsónak használat *[Közlekedés Kft. et al., 2013]*. Csónakhasználat az ideiglenes csónaktárolók környékén jellemző, melyek a következők: Őrtilos, „kikötő" (237 fkm), Vízvári „kikötő" (Dráva 191 fkm); Heresznye, csónakkikötő (185 fkm); Barcs-Drávatamási, csónakkikötők (167-144 fkm), Felsőszentmárton (126-127 fkm), Zaláta, János-sziget (108 fkm); Vejti, Rév-tisztás (98 fkm); Majláthpusztai kifolyó (93 fkm); Fekete-víz torkolat (82 fkm); Drávaszabolcs, kikötő (78 fkm); Matty-Keselyősfapuszta (71 fkm) *[DDKTVF et al., 2013]*.

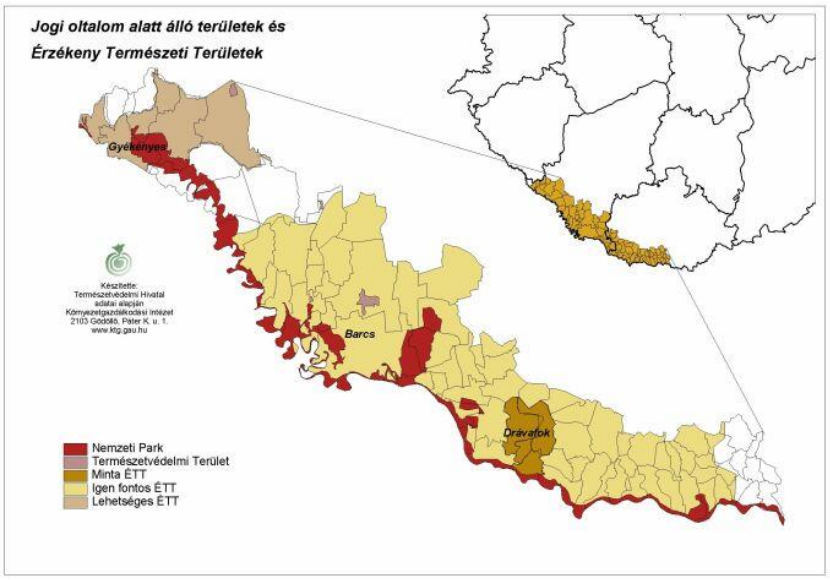
A vízi élőhelyek zavartalanságának biztosítása érdekében a Dráván és holtágain természetvédelmi okokból csak korlátozott mértékben megengedett a robbanómotoros csónak használat. A Nemzeti Park létesítésének céljaival ellentétes a rendszeres kisgéphajó használat, emiatt ez csak meghatározott szakaszokon – a 14/1997. (V. 28.) KTM rendelet értelmében kialakított bemutató zónákban – és időszakokban engedélyezhető. Az előírások a Dráva 236–70,5 fkm közötti magyar vízterületeire vonatkoznak, s a Dráva-folyóra érvényes

területi horgászengedély mellékletét képezik, a halászati jog hasznosítójával történt megállapodás alapján *[DDKTVF et al., 2013]*.

2.4.4 Természetvédelem

A Dráva Őrtilos és Barcs között dinamikus partromboló (magaspartok), partépítő (alacsony partok) és zátonyképző (kavics- és homokzátonyok) tevékenységet végez, aminek következtében igen **változatos medermorfológiai viszonyok alakultak ki** *[Závoczky, 2005]*.

A Dráva-mentére jellemző szakadó- és magaspartok, mellékágak, szigetek, zátonyok, az itt megmaradt, többé-kevésbé természetes növényzeti foltok, valamint ezekhez az élőhelyekhez kötődő életközösségek sajátos táj- és természetvédelmi értékeket hordoznak. Ezt felismerve Magyarországon **1996-ban megalapították a Duna-Dráva Nemzeti Parkot**, melynek fő természeti értékeit a tervezési területen maga a Dráva, illetve a folyóval érintkező vizes élőhelyek mozaikjainak élővilága jelenti. A folyó horvát oldalát 2011-ben regionális parkká nyilvánították *[Purger, 2013]*. A természetvédelmi területek elhelyezkedését a *2.7. ábra* mutatja.



2.7. ábra - Természetvédelmi területek a Dráva hazai vízgyűjtőjén

Az 1996 tavaszán alapított Duna-Dráva Nemzeti Park a Duna és a Dráva mentén helyezkedik el, mintegy 50 000 hektár kiterjedésű területen. Természeti képének formálásában a víz játszotta a főszerepet. A két folyó, azok víztömege határozta meg a sokféle terresztris és vizes élőhely kialakulását, melyeken színes élővilágot találunk. A nemzeti park szinte teljes területe az egykori ártéren található *[http://www.ddnp.hu/nemzeti-park-drava-menti-teruletek]*.

A Nemzeti Park Dráva-menti területeinek kiterjedése 21 251 ha, melyen két megye, Somogy és Baranya osztozik. A Dráva teljes hazai szakasza védelem alatt áll. A 275/2004. (X.8.) Korm. rendelet értelmében a Dráva egyes szakaszai Natura 2000 területek: Nyugat-Dráva néven különleges madárvédelmi terület, illetve Kelet-Dráva, Közép-Dráva, Nyugat-Dráva és Nyugat-Dráva-sík elnevezésű kiemelt jelentőségű természetmegőrzési terület *[DDKTVF et al., 2013]*.

Magyarország hatodik, de mindmáig egyetlen határon átnyúló bioszféra-rezervátumát, a **Duna-Dráva-Mura Bioszféra Rezervátum**ot 2012-ben avatták fel. A határokon átnyúló UNESCO bioszféra rezervátum egyesíti a Mura-Dráva-Duna régió több mint 10 védett területét és fenntartható módon, közösen kezeli a folyami ökoszisztémát, valamint ösztönzi a régió gazdasági fejlődését.

A bioszféra rezervátum területe egy körülbelül 260 000 hektáros mag-, és pufferzónából, illetve egy nagyjából 540 000 hektáros átmeneti zónából áll. A jogilag védett **magterület**, jelenleg is védett területek hálózatából áll, mely a rezervátum ökológiai központja. Ezt a zónát elsősorban a folyó és annak ártéri területei alkotják, melyeket általában árvízvédelmi töltések határolnak. A magterület fő céljait szolgáló beavatkozások a természetes élőhelyek és a védett fajok megőrzésére, valamint a már leromlott területek helyrehozására koncentrálnak.

A **pufferzóna** a folyók mentén, az ártéri területeken kívül található. Jellemző rá a művelt területek és falvak mozaikja, de található itt néhány kisebb, elszigetelt védett terület is, például holtágak, halastavak és kisebb mocsarak. Az extenzív gazdálkodási módok, a legeltetés, a szénagyűjtés, valamint a helyi gazdálkodásból származó termékek értékesítése, illetve az ökoturizmus egyaránt jellemző ebben a zónában.

A Duna-Dráva-Mura Bioszféra Rezervátum mintegy 631 ezer hektárnyi természetvédelmi területet ölel fel. Ebből csaknem 236 ezer hektárnyi a magyarországi terület, amely magában foglalja a Duna-Dráva Nemzeti Park Dráva és Duna-menti területeit, a Natura 2000 hálózat itt lévő zónáit, valamint új helyszíneket a Dráva mentén az Ormánságban, a Duna mentén pedig a Mohácsi-szigeten. A horvát oldalon pedig valamivel több, mint 395 ezer hektár a rezervátum területe. A magyar és horvát kezdeményezésre és közös gondozást vállalva megvalósult bioszféra-rezervátum fő célja a Duna-Dráva-Mura határvidék különleges, a három folyóhoz kötődő vízi és part menti életközösségeinek és természeti értékeinek megőrzése, emellett a helyi önkormányzatok és a lakosság megélhetési lehetőségeinek bővítése.

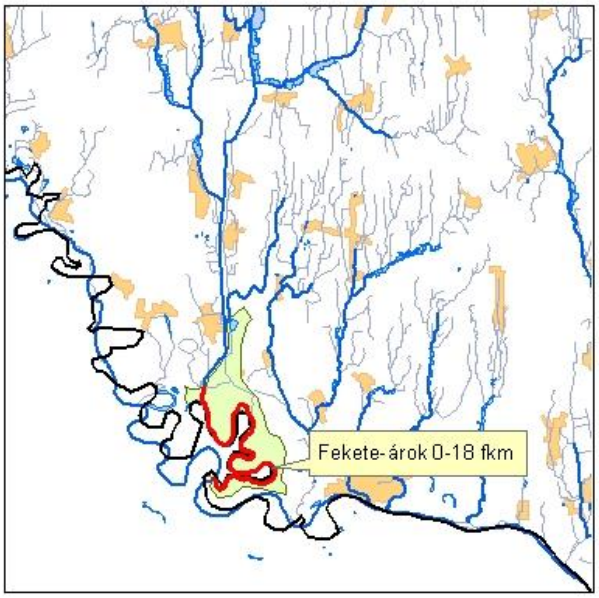
2.5 A közvetlen projekt terület bemutatása

2.5.1 A Barcsi Ó-Dráva holtág

A tervezési területet jelentő Barcsi Ó-Dráva (Fekete-árok) egy hozzávetőlegesen 18 kilométer hosszú, balparti holtág, amelyet a magyar-horvát államhatár hosszában metsz ketté Barcstól Péterhidáig.

A teljes Barcsi Ó-Dráva holtágat az Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv egyetlen, önálló víztestként jelöli, Fekete-árok (AEP474) néven. (Megjegyezzük, hogy más források, pl. a Hidroing d.o.o. 2008-ban készített tanulmánya *[Hidroing, 2008]* Fekete-árokként csak a holtág utolsó, keskeny szakaszát nevezi.)

A 18 km hosszú Barcsi Ó-Dráva az EU VKI (Víz Keretirányelv[1]) szerinti természetes vízfolyás kategóriába és a 9-es típusba (Dombvidéki, meszes, közepes-finom, közepes vízgyűjtő) sorolható, melynek befogadója a Dráva (166+400).



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

A síkvidéki jellegű vízgyűjtő nagysága 20,65 km^2, illetve 961 km^2 a teljes vízgyűjtő nagysága a Babócsai-Rinya vízrendszerével együtt. Alakja a Péterhidai Malom-árkot kivéve rendkívül tagolt - a vízfolyás holtág jellegéből adódóan. Jellemző magassági tartománya 101,0-113,0 mBf közötti. A vízgyűjtő talaja kötött, középkötött öntéstalaj (iszapos, agyagos homok). Az altalaj finom kavics, folyami homok.

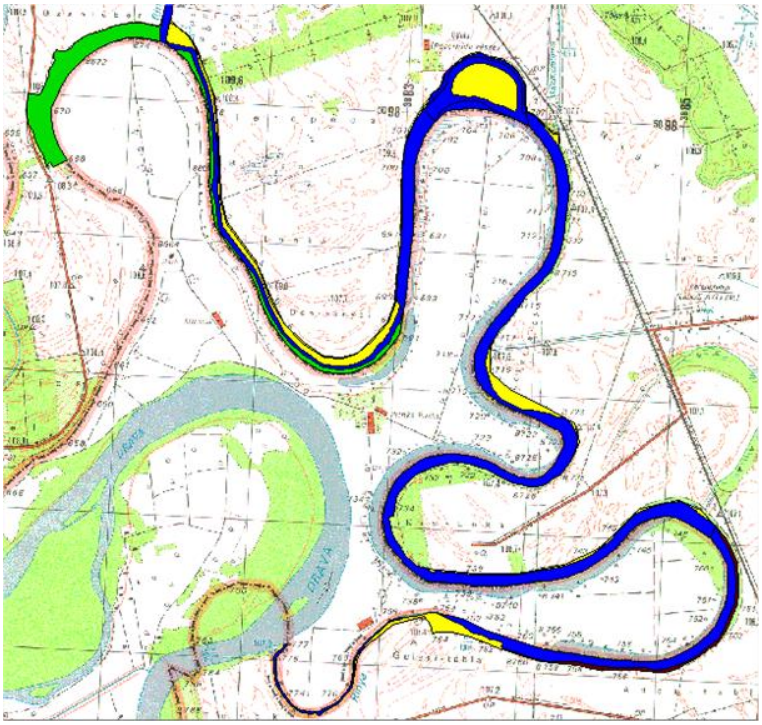
A közvetlen projektterület jellemzően 103-108 mBf magasságú, a mélyebb fekvésű területek a Dráva tervezési területtel szemközti oldalán találhatók (103-105 mBf). A Dráva jobb partján kiépített töltés védi az alacsonyabb horvát területeket, az Ó-Dráva egyes partszakaszain pedig 107-108 mBf magasságú rézsű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

A Dráva jelentős medereróziója miatt a holtág jelenleg a Drávánál magasabb térszínen helyezkedik el, tehát felső részén már nincs hidraulikai összeköttetésben a Drávával. A holtág a Babócsai-Rinyából kap utánpótlást, ugyanakkor szárazabb időszakokban olyan alacsony vízszintek is kialakulnak, amelyek veszélyeztetik a vízi élővilágot és a part menti ligeterdőkre is negatív hatással vannak.

A holtág magyarországi oldala Somogy megyében helyezkedik el. A területen a vizek a Dél-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság (DDVIZIG), a holtág partvonala és a környező ligeterdők

[1] Az Európai Parlament és a Tanács 2000/60/EK irányelve

pedig részben a Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság (DDNPI) kezelése alatt állnak (*2.9. ábra*).



2.9. ábra - A projekt által érintett terület kezelési megoszlása (kék: DDVIZIG, zöld: DDNPI, sárga: egyéb állami földhasználat)

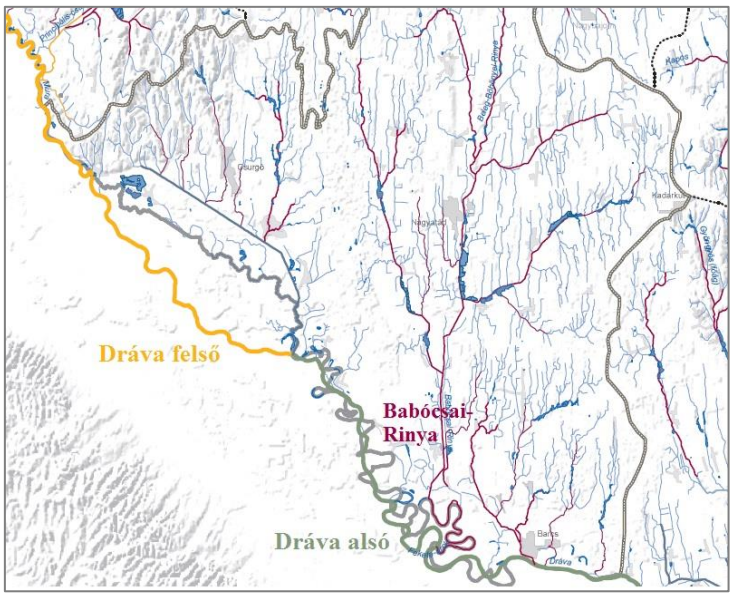
A jellemző művelési ágak: szántó (kb. 65%), rét, legelő (kb. 20%), erdő stb. (kb. 15%) (*2.10. ábra*).

A horvátországi Križnice külterületének 67,77%-a szántó, 20,72%-a erdő és 3,62%-a (1266 ha) vízzel borított. A szántóföldek egyben árvízvédelmi övezetek is.

2.10. ábra - A tervezési területre jellemző területhasználat a magyar oldalon

2.5.2 A Dráva-alsó és a Babócsai-Rinya víztestek bemutatása

Az érintetett víztestek Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv víztest adatlap szerinti jellemzését a *2.5.2.1. és 2.5.2.2. alfejezetekben* foglaltuk össze, térképi megjelenítését a *2.11. ábrán* mutatjuk be.



2.11. ábra - A Barcsi Ó-Dráva környezetében található víztestek

2.5.2.1 Dráva-alsó

A Dráva magyarországi szakaszát az OVGT két víztestre osztotta. **A tervezési területhez a 70+200 fkm és 199+040 fkm között elhelyezkedő Dráva-alsó (AEP438) víztest tartozik.**

A Dráva-alsó erősen módosított víztest (14 síkvidéki – meszes – durva – nagyon nagy vízgyűjtő). A víztest a 3-2 Rinya-mente és a 3-3 Fekete-víz alegységhez, illetve a 3 Dráva részvízgyűjtőhöz tartozik, befogadója a Duna (Horvátország területén). Közvetlenül a víztesthez tartozó vízgyűjtő kiterjedése: 331,59 km^2. A vízgyűjtő terület nagysága: 331,59 km^2 (magyarországi területe: 131,08 km^2). A víztest zárószelvénye (drávaszabolcsi szelvényben – 77,7 fkm) fölötti teljes vízgyűjtő kiterjedése 35764 km^2 *[VKKI, 2010a]*.

A magyarországi vízgyűjtő domborzatára jellemző, hogy annak tengerszint feletti magassága 300 m alatti (kivéve néhány ha-nyi magasabb területet a Mecsekben és a Villányi hegységben), a folyó Dráva-síkra történő belépésénél (Drávagárdonynál a Korcsina átmetszés torkolata) a terep átlagos szintje alig haladja meg a 100 m-t. Az erózió eredményezte hordalékot a Dráva csak a mozgási energiájának mértékéig képes szállítani, és ahogy az esésviszonyok csökkenésével veszít mozgási energiájából, úgy a hordalékot az energiaveszteség mértékének megfelelően fokozatosan lerakja. A 20-30 mm-nél nagyobb szemcseátmérőjű kavicsot már a Dráva-síkra történő belépés előtt lerakja, ebből épült fel

Őrtilos – Barcs közötti hordalékkúp. A mederanyag szemszerkezetének vizsgálata egyértelműen megmutatja, hogy míg Gyékényes fölött nem ritka a 100 mm-nél nagyobb szemcse (kavics), úgy Barcshoz közeledve a 15 mm-nél nagyobb kavicsméret már igen ritkán fordul elő. A Dráva-síkra tulajdonképpen csak a 10 mm, vagy annál kisebb szemcseméret jut/jutott el, a drávasztárai mederszakaszon már csak a homok méretű hordalékot képes szállítani a folyó. A Dráva-sík feltöltődése után a Dráva a teljes szakaszon középszakasz jellegű.

A Barcs alatti szakaszon a közös horvát-magyar szabályozás eredményeként a teljes szakasz szabályozottá vált. Ennek megfelelően a **Dráva alsó víztest erősen módosított, viszont mind ökológiai, mind kémiai szempontból jó állapotú** (lásd még *5.1.2.. fejezet*). Mindkét oldalon árvédelmi művek épültek, melyek behatárolják a hullámteret. A meder kanyargóssága: 129 km / 93,996 km. A Dráva folyó fontosabb vízrajzi adatait a *2.4.1. fejezetben* tekintettük át.

A Dráva-alsó víztesten a medersüllyedés folyamata egyértelműen kimutatható (átlag 3 cm/év) annak következményeivel együtt (mellékágak lefűződése és feliszapolódása stb.).

2.5.2.2 Babócsai-Rinya

A Babócsai-Rinyát az Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv önálló víztestként jelöli (AEP288), hossza 30 km. A víztest a VKI szerinti természetes vízfolyás kategóriába és a 9-es típusba (Dombvidéki, meszes, közepes-finom, közepes vízgyűjtő) sorolható, melynek befogadója a Barcsi Ó-Dráva vagy Fekete-árok (18+000).

A vízgyűjtő terület nagysága: 83,39 km^2. A víztest zárószelvénye fölötti teljes vízgyűjtő kiterjedése 912,41 km^2. Alakja a kieső mellékvízgyűjtők miatt keskeny (0,6-3,5 km széles), hosszan elnyúló (33,0 km). Síkvidéki jellegű. Jellemző magassági tartománya 109,0 mBf és 183,0 mBf közötti. A vízgyűjtő felső, ÉNY-i részén a lehulló csapadék a kötött (agyagos homok, homokos agyag, helyenként agyag) talajok és a nagyobb terepesések miatt rövid időn belül a befogadóba jut. A középső és alsó szakaszon a lehulló csapadék nagy része közvetlenül a talajba (homokos, barna erdő, réti öntés talajok) szivárog. A vízgyűjtő művelési ágai: kb. 40% szántó, 40% rét, legelő, 15% erdő és 5% egyéb.

A Babócsai Rinya a régi időkben DK-i irányban folyt és a mostani Barcs-komlósdi Rinya völgyében haladva Barcs határában érte el a Drávát. Jelenlegi formáját valószínűleg átmetszéssel alakították ki a Malom-csatorna építésével összefüggésben. 1904-05-ben a volt Pécsi Kultúrmérnöki Hivatal rendezési tervet készített, mely a főágon kívül a Taranyi, a Lábodi és a Belegi ág rendezését is tartalmazta. A Rinya vízrendszer átfogó rendezése 1958-ban indult meg, először a főágat rendezték, majd mód nyílt a mellékágak rendezésére is. A jelenlegi állapot kialakítása az 1970-es évek végén és az 1980-as évek elején történt. Az alsó szakaszon már kísérlet történt a természetközeli állapot kialakítására is *[DDKÖVIZIG, 2007]*.

A rendezések során a Rinya vízrendszer kiépítése gyakorlatilag megtörtént, a beavatkozások hatására a kárt okozó elöntések jelentősen mérséklődtek. Az elmúlt évtizedben jellemző állapot a nagyüzemi gazdálkodás igényeit tükrözi, ami hidromorfológiai és ökológiai szempontból jórészt nem megfelelő (kiegyenesített medrek, keskeny, zonáció nélküli parti sáv

stb.). A rendezések, így az ezzel járó ökológiai degradáció a főbefogadókat kivétel nélkül érintette, de a kisebb társulati vízfolyások esetében is jelentős a természetes állapottól való eltérés.

3 A jelenlegi projekt előzményeinek bemutatása

3.1 A 2008. évi előzetes vizsgálatok során figyelembe vett koncepció

„A Križnice területére tervezett revitalizációs beavatkozás és infrastruktúra kiépítése" c. IPA projekt keretében, 2008-ban a horvát Hidroing d.o.o.már vizsgálta a Barcsi Ó-Dráva vízháztartásának javítását célzó lehetséges beavatkozásokat. *[Hidroing, 2008]*.

A Hidroing d.o.o. rendelkezésünkre bocsátotta a 2008-ban készített, a Križnica régió revitalizációjáról szóló tanulmányát és a kapcsolódó háttérdokumentációt, melyben helyszíni bejárások, vizsgálatok alapján mutatták be a Barcsi Ó-Dráva holtág akkori állapotát és ökológiai problémáit, felmérték a holtág és az érintett Dráva szakasz medergeometriáját, és ez alapján felépítették a folyószakaszok hidrológiai modelljét, melynek segítségével elemezték a revitalizációt szolgáló beavatkozások hatásait *[Hidroing, 2008]*. Ebben a fejezetben az említett tanulmány lényeges következtetéseit ismertetjük.

A Hidroing d.o.o. által végzett helyszíni bejárások és számítások alapján a terület hidrológiai viszonyairól a következő megállapítások tehetők:

- **A Barcsi Ó-Dráva területére alacsony és bizonytalan vízhozam a jellemző.**
- **Az Ó-Dráva vizét a Babócsai-Rinya patak és a környező öntöző csatornahálózat táplálják. Az Ó-Dráva kis átfolyású és sűrű növényzettel benőtt.**
- **A Dráva folyó magas vízállása idején, a holtág a Fekete-árok (horvátul Crni jarak) elnevezésű utolsó szakaszán keresztül is kap vizet a Drávából (folyásiránnyal szemben). Ugyanakkor a vízszint csökkenésével a víz jellemzően visszaáramlik a Dráva folyóba.**
- **A környező csatornák szezonális jellegűek, a Dráva magas vízállása nem gyakori, az év legnagyobb részében ezeken a vízterületeken jelentéktelen az átfolyás.**

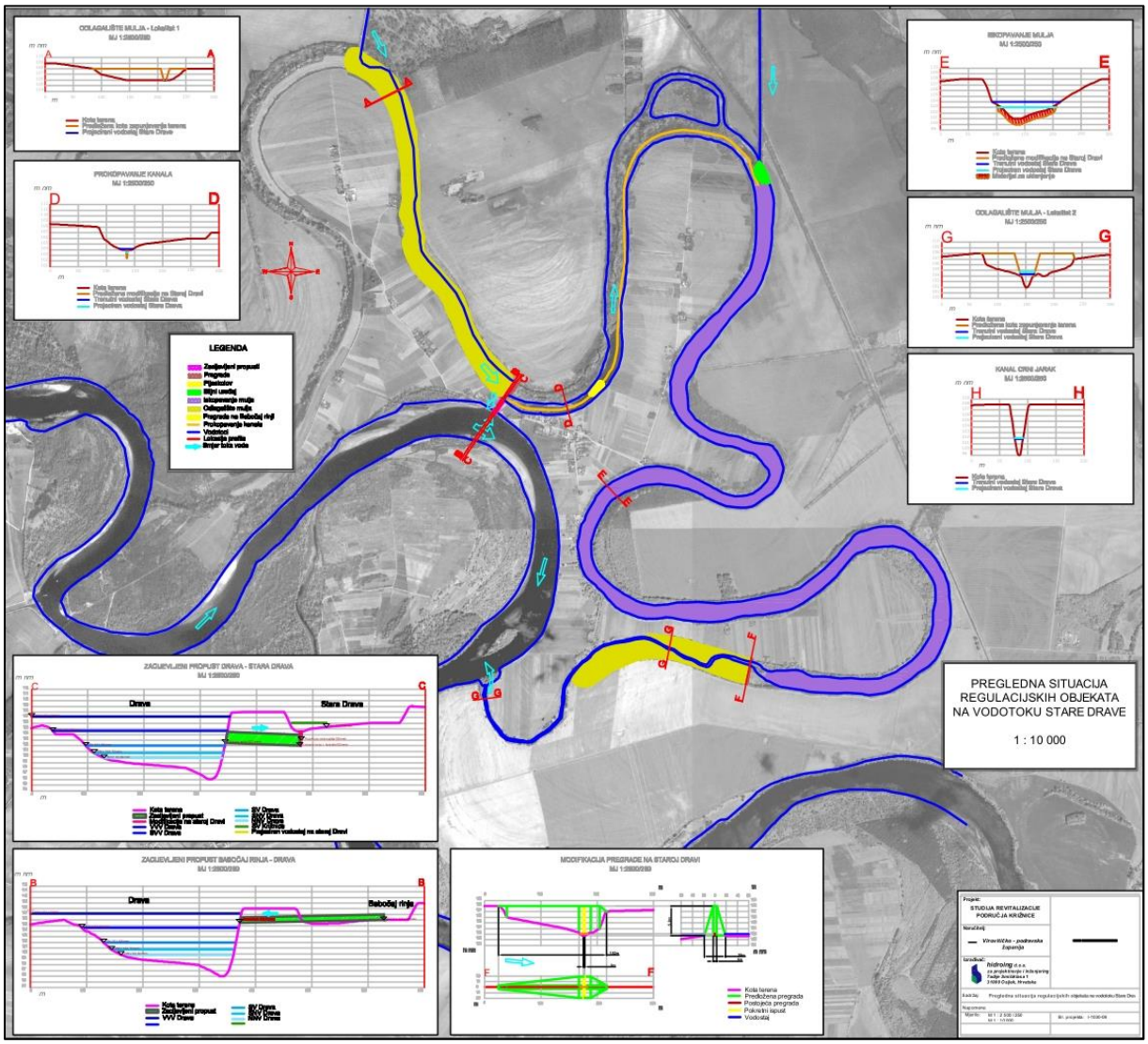
Az ingadozó, alacsony vízjárás kedvez a mocsári növényzet elszaporodásának. Az elburjánzott növényzet növeli a meder érdességét, ez tovább lassítja a víz áramlását a Barcsi Ó-Drávában, melynek hatására több hordalék rakódik le, így a terület feliszapolódása fokozódik. Amennyiben folytatódnak ezek a folyamatok,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

Tekintettel a fenti megfigyelésekre, a Hidroing d.o.o. tanulmánya két alternatív forgatókönyvet vizsgált.

Az első forgatókönyv szerint nincs beavatkozás, ekkor a rendszer ugyanúgy működik tovább, mint eddig: a Rinya által szállított hordalék lerakódik a holtágban és a tavi növényzet (nád, sás) elszaporodik. A víz mennyisége csökken a holtágban, és a hullámtér fokozatosan átalakul vizes-mocsara élőhellyé.

A második alternatívában különböző beavatkozásokkal megvalósul a terület revitalizációja. A következőkben azokat a lehetséges vízépítési beavatkozásokat ismertetjük,

amelyek a Hidroing d.o.o. tanulmánya szerint megoldást nyújthatnak az Ó-Dráva vízellátásának problémájára. A lehetséges beavatkozások helyét a *3.1. ábra* mutatja.



3.1. ábra – A 2008-as horvát tanulmány által tervezett beavatkozások helye [forrás: Hidroing, 2008]

Áteresz létesítése a Barcsi Ó-Dráva és a Dráva között:

Ez a beavatkozás a Dráva és a Barcsi Ó-Dráva között létesítene kapcsolatot (*3.1. ábra „C" szelvénye*). Az elképzelés lényege, hogy a Dráva magasabb vízszintjei esetén a vizet egy zsilipelhető átereszen keresztül be lehetne vezetni a holtágba, ezzel megvalósítva az átöblítést és visszaszorítva az eutrofizációt.

Zsilipelhető összeköttetés a Babócsai-Rinya és a Dráva között:

A Babócsai-Rinya jelentős mennyiségű hordalékot és szerves szennyeződést rak le az Ó-Dráva medrében, fokozva annak feltöltődését. A Babócsai-Rinya és a Dráva közvetlen összeköttetésének (*3.1. ábra „B" szelvénye*) megvalósításával a Rinya által szállított üledék a

holtágat elkerülve jutna a Drávába, így megakadályozhatóvá válik a lerakódás *[Hidroing, 2008]*.

A két zsilippel felszerelt áteresz kialakítható oly módon, hogy a Rinya és az Ó-Dráva találkozási pontját kötik össze a Dráva folyóval, így az aktuális hidrológiai viszonyoknak megfelelően lenne szabályozható a víz útja.

Homokfogó létesítése, amely megakadályozza a nagy mennyiségű üledék bejutását a Barcsi Ó-Drávába, illetve az Ó-Dráva és a Fekete-árok (az Ó-Dráva utolsó, keskeny szakasza) közötti gát felújítása (*3.1. ábra „F" szelvénye*):

A tanulmányban Fekete-ároknak a holtág Ó-Drávát a Drávával összekötő utolsó szakaszát nevezik. Ezen a szakaszon található egy nem szabályozott gát (*3.2. ábra*), melynek szerkezeti felújításával, zsilipgáttá történő átalakításával, állítható túlfolyó magasság kialakításával szabályozhatóvá lehetne tenni a holtág szintjét.

3.2. ábra – A Fekete-árok medrében jelenleg található fenékküszöb

Növényi szűrő kialakítása:

Bizonyos őshonos növényfajok fel tudják használni a víz által szállított növényi tápanyagokat (N és P formák), így ezek telepítésével javítható a holtág vízminőségi állapota.

A revitalizációs és mederrendezési munkákat 3 fázisban tervezték elvégezni *[Hidroing, 2008]*:

- **1. fázis: Mederkotrással kialakított csatorna létrehozása az Ó-Dráva felső szakaszán;**
- **2. fázis: Iszapkotrás a holtág középső részén, valamint a mocsári növényzet megritkítása;**
- **3. fázis: Az első két fázisban kikotort mederanyag ártalmatlanítása.**

3.2 A 2008-ban felépített HEC-RAS modell

A Hidroing d.o.o. a HEC-RAS szoftver segítségével végezte el a hidraulikai szempontból legmegfelelőbb mederkialakítások elemzését *[Hidroing, 2008]*.

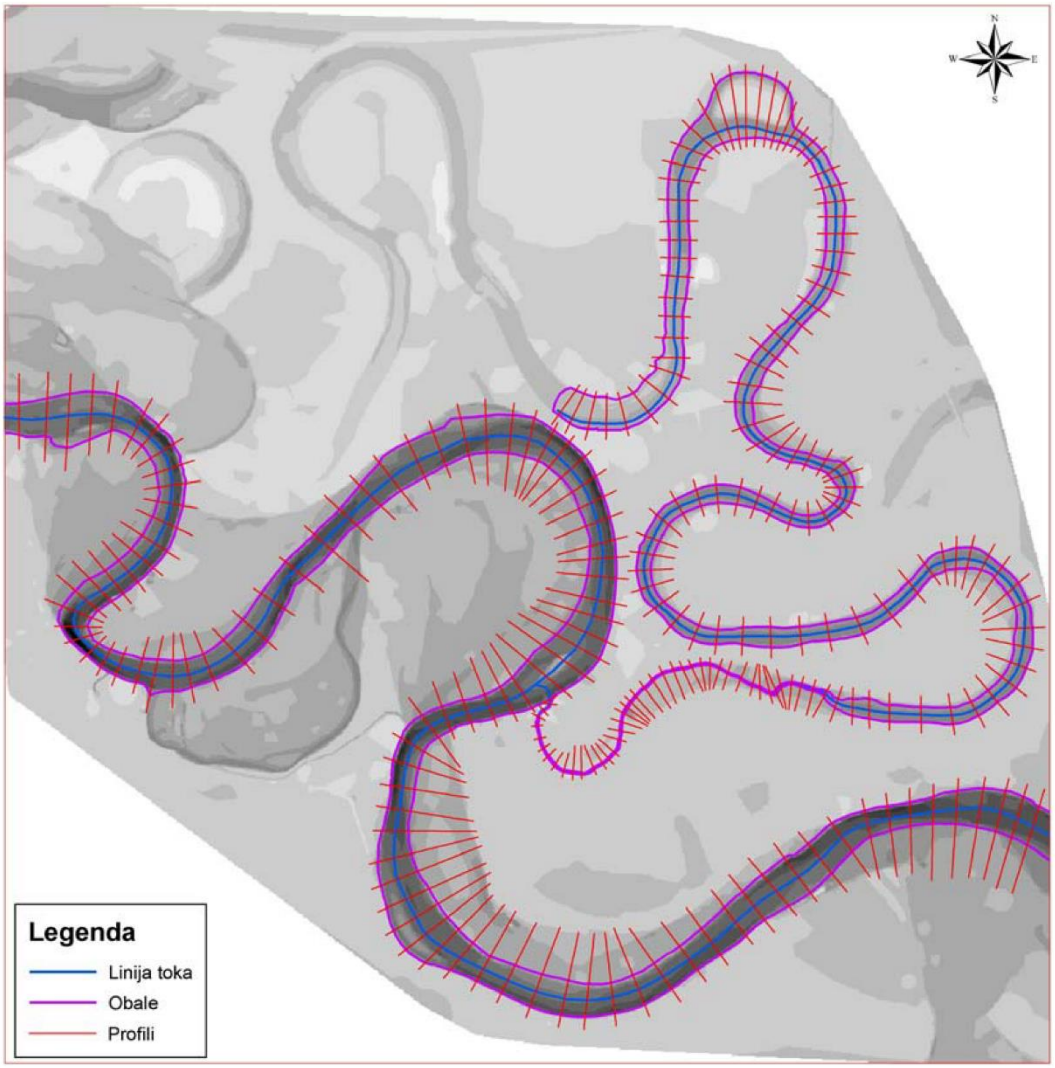
A HEC-RAS (*Hydrologic Engineering Centers River Analysis System*) egy olyan szoftvercsomag, amely természetes vízfolyások és csatornák hidraulikai áramlásának, valamint a szállított hordalék mozgásának modellezésére képes. A program egydimenziós, ami azt jelenti, hogy a modell nem számol a folyókeresztmetszet alakjának változásával, a kanyarulatok által okozott hidraulikai hatásokkal, vagy a víz két- illetve háromdimenziós áramlásának aspektusaival. A programot az Amerikai Egyesült Államok Nemzetvédelmi Minisztériumának mérnöki hadteste fejlesztette ki a joghatóságuk alá tartozó a folyók, kikötők és egyéb közművek kezelésére, majd a program 1995-ös nyilvános kiadása után az alkalmazása széleskörűen elterjedt.

A hidraulikai modellezés során következő adatok kerültek felhasználásra:

- **A terület digitális domborzati modellje ArcView 3.1. programban** *(3.3. ábra);*
- **Bizonyos pontokon meghatározott vízállás és áramlási sebesség adatok.**

A terep modellje ArcView 3.1. szoftver segítségével készült. A vízfolyások keresztirányú profilját a GeoRAS bővítmények használatával rögzítették, majd az így kapott geometriai adatokat exportálták a HEC-RAS-ba. A HEC-RAS számításaihoz szükséges Manning-féle simasági együtthatót az alábbiak szerint vették fel:

- **A Drávára vonatkozó Manning-féle simasági együttható a partnál 0,15, a legalacsonyabb értéke 0,025;**
- **Az Ó-Drávára vonatkozó Manning-féle simasági együttható a partnál 0,15 a legalacsonyabb értéke 0,1.**



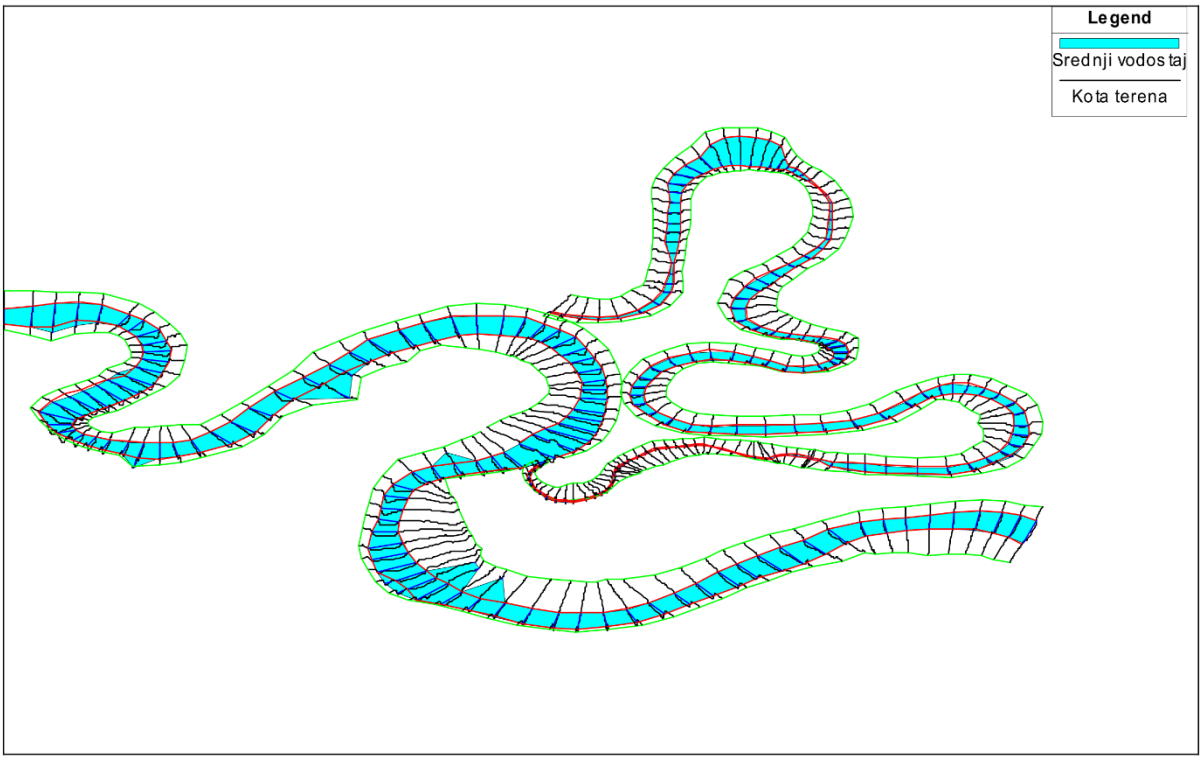
3.3. ábra - A HEC-RAS modellhez szükséges geometriai adatok [forrás: Hidroing, 2008]
(kék vonal: sodorvonal; lila vonal: partvonal; vörös vonal: keresztmetszetek)

A hidrológiai elemzéseinek alapját a Barcsi Ó-Dráva mentén elhelyezett mérőállomások vízhozam és vízszint adatai képezték a HEC-RAS modellben.

Első lépésben felépítették az Ó-Dráva úgynevezett „null-modelljét", mely a holtág (és az érintett Dráva szakasz) aktuális, beavatkozó intézkedések nélküli állapotát írja le, így viszonyítási alapként használható (1. alternatíva). Ez a modell tartalmazza a holtágon már létező műtárgyat is *[Hidroing, 2008]*.

A HEC-RAS modellek futtatásával a megadott kiindulási adatok és peremfeltételek függvényében az eltérő vízszintekhez kiszámolhatók a további hidrológiai paraméterek, mint például a vízhozam, a vízsebesség és az energia szintek. Ezáltal megvizsgálhatjuk, hogy a vízfolyás hogyan „reagál" az eltérő körülményekre a tervezési terület egyes részein.

A domborzati adatok alapján a HEC-RAS programban elkészíthető a terület 3 dimenziós modellje (*3.4. ábra*), a számított paramétereket pedig táblázatos formában vagy diagramként lehet kinyerni.



3.4. ábra - Az érintett Dráva szakasz és az Ó-Dráva 3 dimenziós HEC-RAS modellje - beavatkozás nélküli állapot [forrás: Hidroing, 2008]

A HEC-RAS-ban elkészített null-modell szerinti vízszinteket összevetették a legközelebbi mérőállomásnál mért vízállásokból a vízfolyás vízszín esését és a távolságot figyelembe véve számolt vízszintekkel. A *3.1. táblázat* az így számított, valamint a modellből adódó értékeket, és ezek eltérését tartalmazza az egyes keresztszelvényekre.

Számított eredmények	**HEC-RAS null-modell eredményei**	**Különbség**
[m]*	***[m]****	***[m]***
107,17	107,13	-0,04
104,62	104,53	-0,09
101,99	101,99	0
100,73	100,76	0,03
99,82	99,82	0

3.1. táblázat - A HEC-RAS modellből adódó vízszintek és számított vízszintek összehasonlítása [forrás: Hidroing, 2008]
*(*A feltüntetett magasság értékek az Adriai-tenger feletti magasságot jelentik)*

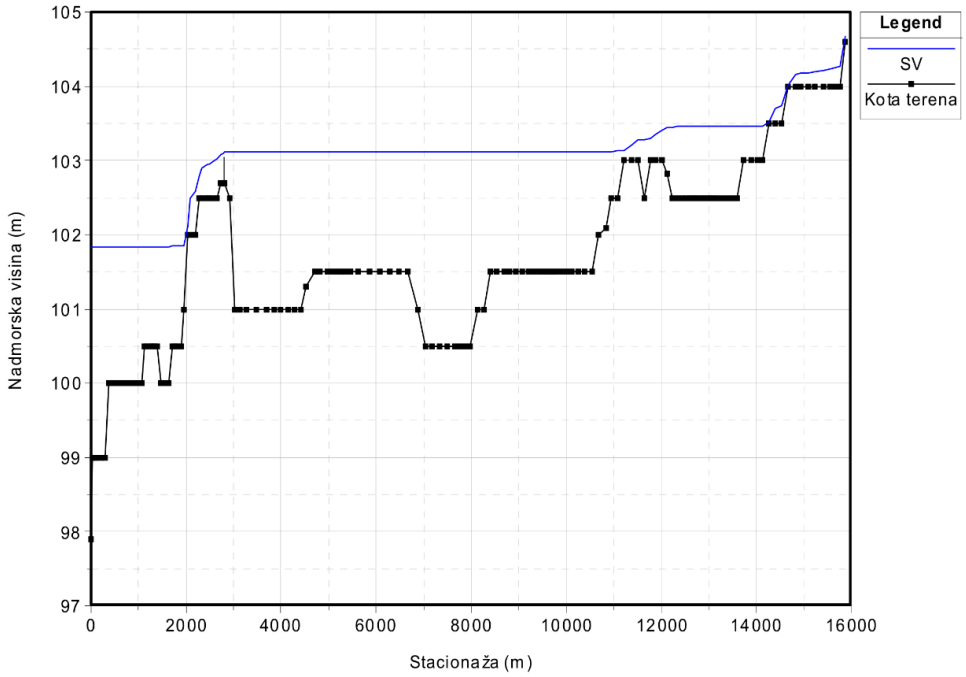
Ezek alapján a null-modell elfogadható pontossággal bír. Pontosabb és részletesebb modell felépítéséhez jól definiált profilok, folyó keresztmetszetek, a nagyvizek áramlási sebességeinek és térfogatáramainak mérése, illetve az érdesség pontosabb meghatározása szükséges. **Jelen projekt keretein belül a becsült paraméterekkel végzett számítások elegendőnek bizonyultak.**

A tervezett műtárgyak és beavatkozások a már korábbiakban ismertetett paraméterek alapján lettek integrálva a modellbe. Fontos ugyanakkor kiemelni, hogy a mederkotrás és az iszap eltávolítását követően az Ó-Drávára érvényes Manning-féle simasági együttható értéke jóval alacsonyabb lesz: a mederben 0,03-ra, a rézsűn pedig 0,1-re becsülhető.

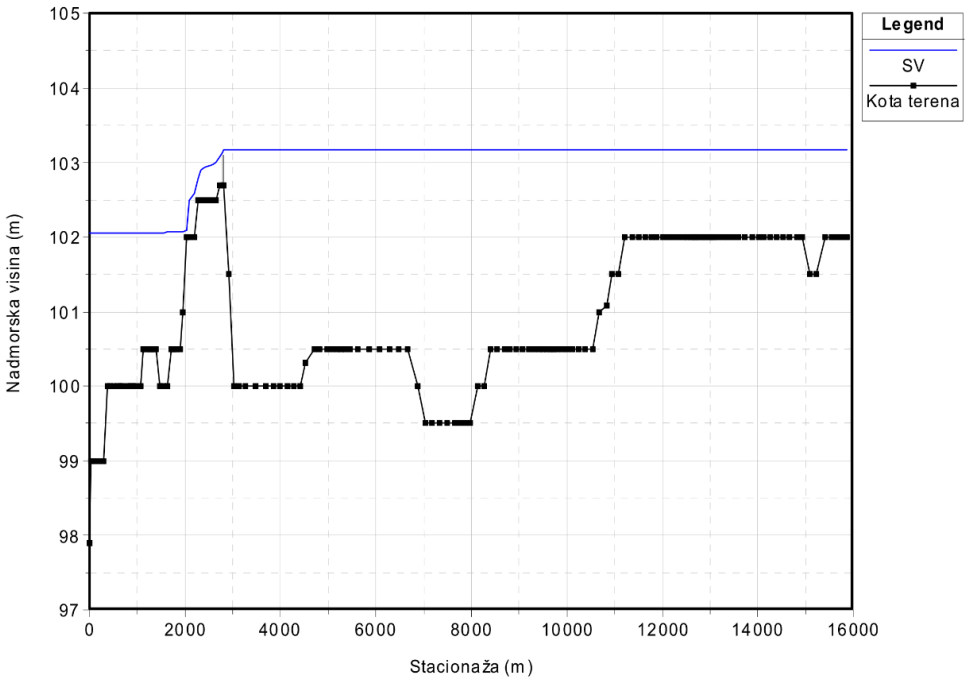
3.3 A 2008. évi előkészítő vizsgálatok eredményei

A területről készített HEC-RAS modell alapján – minden, 2008-ban tervezett beavatkozás együttes figyelembe vételével – a terület vízjárásáról a következő megállapításokat tette tanulmányában a Hidroing d.o.o.:

- **Az Ó-Dráva kotrása után a vízszint alacsonyabb lesz, így a Dráva vize magasabb vízállások esetén gond nélkül be tud folyni a holtágba.**
- **A meder kotrását és a növényzet eltávolítását követően a víz akadálytalanul el tud jutni a holtág felsőbb szakaszába is.**
- **A középső rész kotrásával a középső szakaszon folyamatosan víz tud jutni a holtágba a Drávából.**
- **A kotrással eltávolítandó iszap és mederanyag mennyisége 1,0-1,5 millió m^3-re becsülhető.**
- **A zsilipkapu szabályozásával a Barcsi Ó-Dráva vize tetszőlegesen visszatarthatóvá vagy leereszthetővé válik. A holtágban jelenleg 1,1 millió m^3 víz van, a javasolt beavatkozások elvégzését követően ez a vízmennyiség elérheti a 2,2-2,7 millió m^3-t is, attól függően, hogy ténylegesen mennyi iszap kerül eltávolításra.**
- **Az átalakításokkal az Ó-Dráva vízszintje 102,5-108,0 méterrel az Adriai-tenger felett tartható (ez 101,8-107,3 mBf szintnek felel meg), attól függően, hogy a Drávából mennyi víz jut a holtágba (*3.5. ábra*).**
- **A megnövelt átfolyás, az iszap eltávolítása a középső szakaszon, a homokcsapda létrehozása és a növényi szűrő kialakítása hozzájárul a terület ökológiai állapotának javulásához is *[Hidroing, 2008]*.**



3.5. ábra - Az Ó-Dráva jelenlegi hossz-szelvénye alacsony vízállás mellett [forrás: Hidroing, 2008]
(Az ábrán szereplő magasság értékek Adriai-tenger feletti magasságot jelentenek)
(fekete: mederfenék; kék: vízszint)



3.6. ábra - Az Ó-Dráva hossz-szelvénye módosított mederrel közepes vízállás mellett [forrás: Hidroing, 2008]
(Az ábrán szereplő magasság értékek Adriai-tenger feletti magasságot jelentenek)
(fekete: mederfenék; kék: vízszint)

Az alábbi táblázat különböző vízállások mellett mutatja be a Barcsi Ó-Dráva 15 + 770 fkm-nél elhelyezkedő keresztszelvényénél a különböző hidrológiai paraméterek alakulását. A táblázatból jól látható, hogy nagyobb vízállás nagyobb átfolyást eredményez; magasabb vízhozamok, vízszintek, vízsebességek alakulnak ki, a meder jelentősebb része kerül víz alá és víztükör kiterjedése megnő.

Vízállás	Teljes vízhozam	Meder-fenékszint	Vízszint	Víz-sebesség	Nedvesített keresztmetszet	Vízfelszín szélessége
	[m^3/s]	*[m]*	*[m]*	*[m/s]*	*[m^2]*	*[m]*
LNV – legnagyobb víz	20,22	102,00	107,32	0,05	418,35	218,97
KNV - közepes nagyvíz	7,67	102,00	104,92	0,22	35,55	46,24
KÖV - középvíz	0,20	102,00	103,52	0,03	6,17	7,09
KKV - közepes kisvíz	0,20	102,00	103,52	0,03	6,17	7,09
LKV – legkisebb víz	0,20	102,00	103,52	0,03	6,17	7,09

3.2. táblázat - Az Ó-Dráva 15 + 770 fkm-nél lévő keresztszelvényére, a felvízi oldalra, eltérő paraméterekkel lefuttatott HEC-RAS szimuláció eredményei [forrás: Hidroing, 2008]

A HEC-RAS szimulációk eredményeinek elemzése alapján a Hidroing d.o.o. a következő vizsgálatok jövőbeni elvégzését javasolta a tervezett beavatkozások hatásainak (műtárgyak, vízépítési-ökológiai beavatkozások stb.) részletesebb megismerése érdekében:

- **A Babócsai-Rinya patak vízszintjeinek és vízhozamainak vizsgálata;**
- **A Rinya csatorna vízszintjeinek és kiöntéseinek vizsgálata;**
- **A Barcsi Ó-Dráva vízhozamának és vízszintjeinek megfigyelése hosszabb időszakon keresztül, valamint a korrelációs összefüggések megfogalmazása az Ó-Dráva és a Babócsai-Rinya vízjárása között;**
- **Az üledékréteg vastagságának vizsgálata az Ó-Dráva középső szakaszán;**
- **A Dráva vízszintjeinek hosszabb, legalább 1 éves időtartamú megfigyelése, így megismerhetővé válik a terület vízjárása, valamint megállapíthatók az összefüggések a Terezino-i monitoring-pont vízállás adataival *[Hidroing, 2008]*.**

A fentiekben összefoglalt alapadatokat, a Hydroing d.o.o. által megfogalmazott szempontokat és javaslatokat figyelembe vettük a koncepcióterv elkészítése során. Tanulmányunkban kiemeltük azokat a lényeges pontokat, melyek alátámasztják a korábbi megállapításokat, illetve azokat, amelyek esetében eltérés mutatkozott.

4 Lehetséges vízvisszatartási és vízpótlási alternatívák bemutatása

A fenékküszöbök létesítésével kapcsolatos legfontosabb információkat az alábbiakban foglaljuk össze, különös tekintettel a természet-közeli kialakítású, tájképbe illeszthető műtárgyakra.

4.1 Gátak, fenékgátak, fenékküszöbök

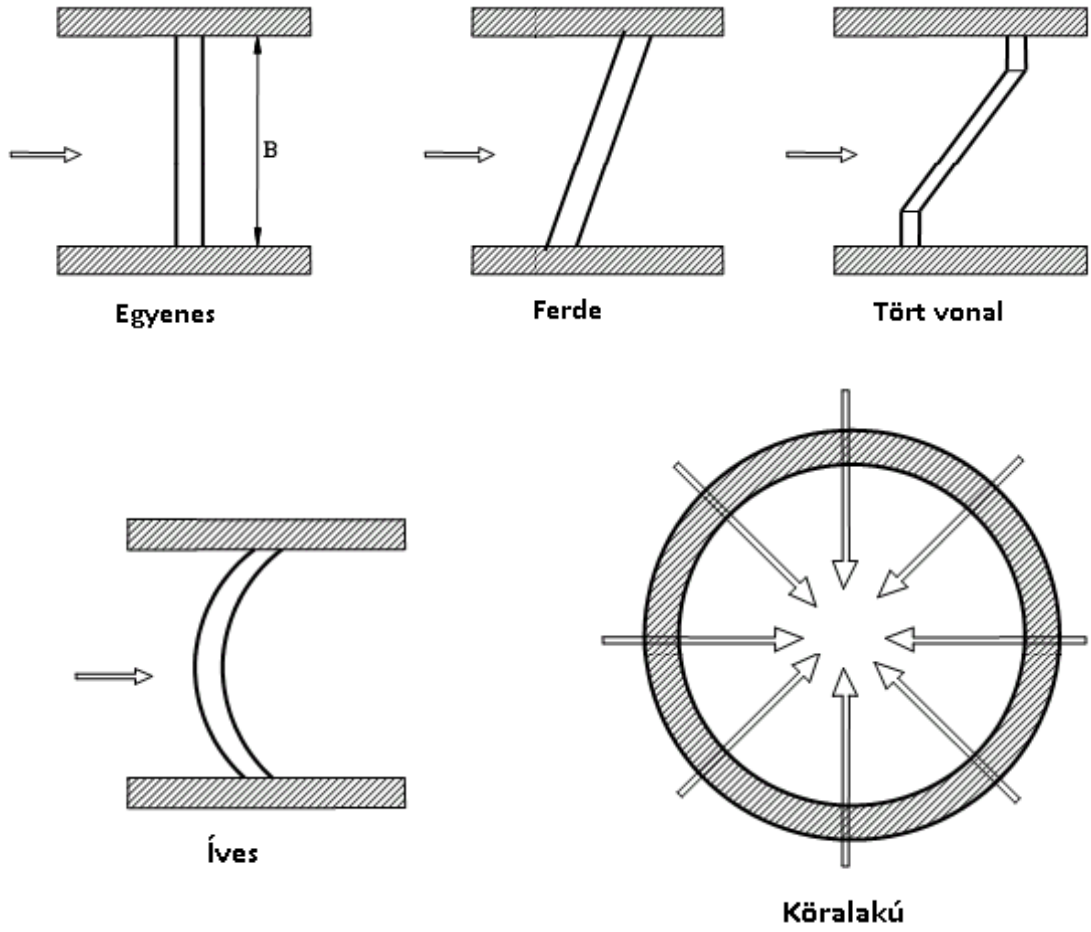
A folyószabályozás gyakorlatában általában **négy alapvető célra építenek gátakat:**

- **Vízszint szabályozás: hajózási vízszint biztosítása, a főág által szállított víz megfelelő elosztása a mellékágak között, vízi erőművek;**
- **Áramlás (vízhozam) szabályozás, a meder lejtésnek (gradiensének) csökkentése a (ha meder meredeksége nagyobb a megengedett esésnél), víz már meglévő műtárgyon történő esésének csökkentése, vízhozammérés;**
- **Környezet javítása;**
- **Mederstabilizáció, sebesség mérséklése, üledék felhalmozása a műtárgy felvizén.**

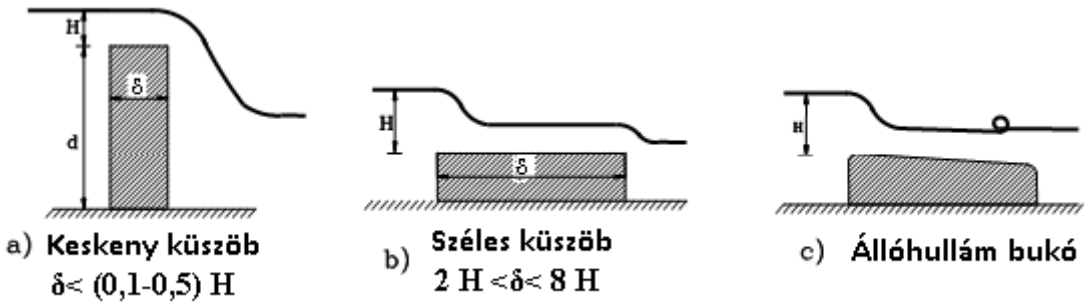
A legtöbb gát megépítésének elsődleges célja a vízszint szabályozás volt. A vízduzzasztás egyértelműen a gátak legfontosabb funkciója, mivel kialakításuknak köszönhetően megemelik a vízszintet a felvízi viszonyokhoz képest. A vízszint megemelése a hajózáshoz elegendő vízállás biztosítása, vízelvezetés vagy vízkivétel megvalósítása, vagy energiatermelés céljából válhat szükségessé. A régebbi gátak leginkább vízimalmok működtetésével, illetve hajózási fejlesztésekkel kapcsolatban épültek. Azokban az esetekben, ahol a duzzasztott folyószakasz hajózási célokat szolgál, a vízszint megnövelése mellett a szabályozás igénye is megjelenik: biztosítani kell ugyanis, hogy a vízszint ne haladja meg a part magasságát, illetve a hidak alatti magasság megfelelő maradjon. Ezt gyakran hosszú gátkoronával rendelkező gát építésével érik el, ekkor ugyanis a vízszint változása kevésbé függ a változó áramlási viszonyoktól (a másik lehetőség zsilipkapu létesítése, amely lehetővé teszi a vízszint szabályozását).

Gátakat szoktak alkalmazni akkor is, ha a cél a víz elterelése (mellékágakba, tározókba, árvízvédelmi csatornákba), vagy valamilyen vízellátási rendszer kiszolgálása. A duzzasztott szakaszt gyakran használják rekreációs célokra is. További cél lehet a talajvíz szintjének fenntartása.

A gátak jellemzően vízzáró betonból készülnek, de léteznek fagerendákból, hálóba zárt kavicsokból (gabion gát) és kőszórásból épített gátak is. Az elhelyezkedés alapján az alábbi jellemző kialakítások fordulnak elő:



A hossz-szelvényben vizsgált méretei alapján a gát rendelkezhet keskeny vagy széles gátkoronával, illetve lehet ún. állóhullám kialakítású (*4.1. ábra*).



4.1. ábra – Gátak típusai méreteik alapján [forrás: http://osp.mans.edu.eg]

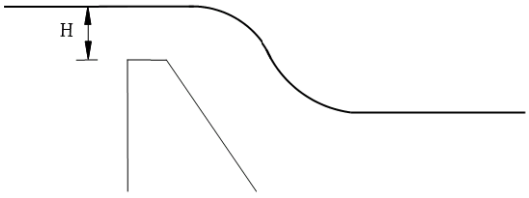
A műtárgy beépítésének hatására az alvízen kialakuló vízszint magassága alapján megkülönböztetünk szabadátfolyású gátakat (*clear-overfall weirs*) és elmerülő gátakat (*submerged weirs*). Előbbi esetben az alvízi vízszint (*down-stream water level: DSWL*) alacsonyabb a gátkoronánál, és a vízhozam független az alvízi vízszinttől (*4.2. ábra*). A vízhozam és a gátkorona feletti vízmagasság között az alábbi összefüggés áll fenn:

$$Q = \frac{2}{3} C_d \, B \, (2g)^{0,5} \, H^{1,5}$$

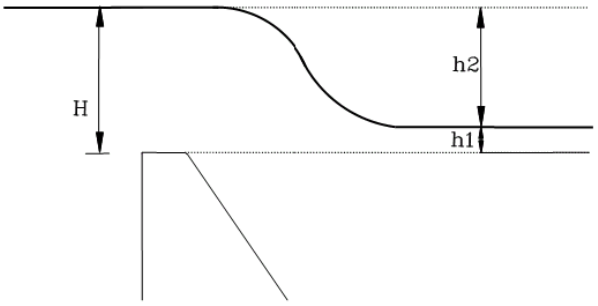
ahol Q – az átbukó vízhozam,
C_d – a vízhozamtényező,
B – a bukóél hossza,
g – a nehézségi gyorsulás,
H – a nyomómagasság.

Az elmerülő gát estén az alvízi vízszint magasabb a gátkoronánál (*4.3. ábra*), ekkor a vízhozam az alvízen kialakult vízszintnek is függvénye.

$$Q = \frac{2}{3} C_d \, B \, (2g)^{0,5} \, H^{1,5} + C_d \, B \, h_1 \, (2gh_2)^{0,5}$$



4.2. ábra - Szabadátfolyású gát



4.3. ábra – Elmerülő gát

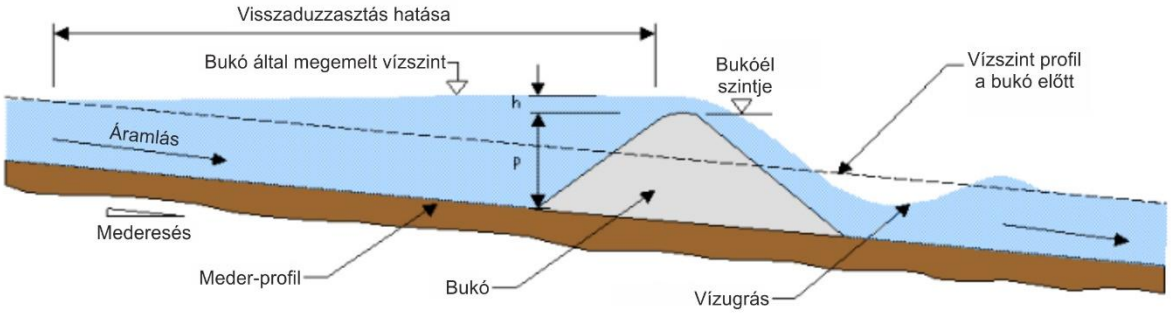
[forrás: http://osp.mans.edu.eg]

4.1.1 Fenékküszöb

Fenékgátnak vagy fenékküszöbnek olyan, valamely patak vagy folyó medrében a folyás irányára keresztben készült alacsony bukógátat nevezünk, mely megemeli a mederfenék szintjét.

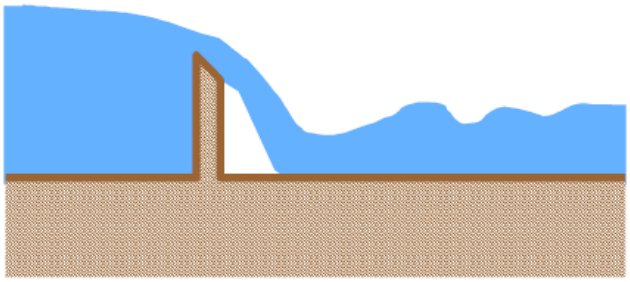
A bukószerű mederfenék emelés alvízi oldala hosszan elnyúló, lapos ezáltal viszonylag állékony rézsűben végződik. A fenékküszöb felszíni kialakítást úgy kell megoldani, hogy annak felszínén még kisvízi állapotban is olyan jellegű vízátfolyás alakuljon ki, amely lehetővé teszi a vízi élővilág számára a feljutást a mű alvízi oldaláról a felvízi oldalára. A fenékküszöböt olyan mértékig lehet e szempont figyelembevétele mellett kiépíteni, hogy az a mértékadó árvízi hozamot az előírt biztonság mellett le tudja vezetni.

A bukók és fenékküszöbök vízszintre gyakorolt hatását a *4.4. ábra* szemlélteti.



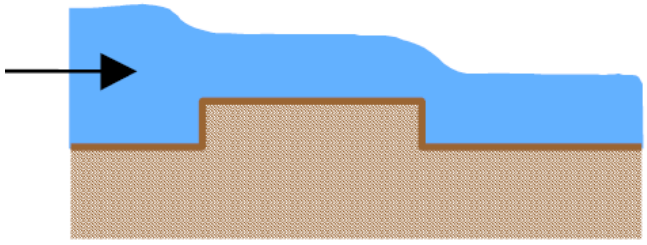
4.4. ábra - Keresztgát/fenékküszöb hatása a vízszintre

Nagyobb méretű, bukó jellegű fenékküszöb/keresztgát (lásd *4.5. ábra*) megvalósítása nem javasolt. Egy nagyobb fenékküszöb létesítésének számos negatív hatása lehet (pl. az átbukó víz megnövekedett energiája fokozott medereróziót idéz elő a bukó alatti mederszakaszon, illetve akadályozhatja a halak vándorlását).

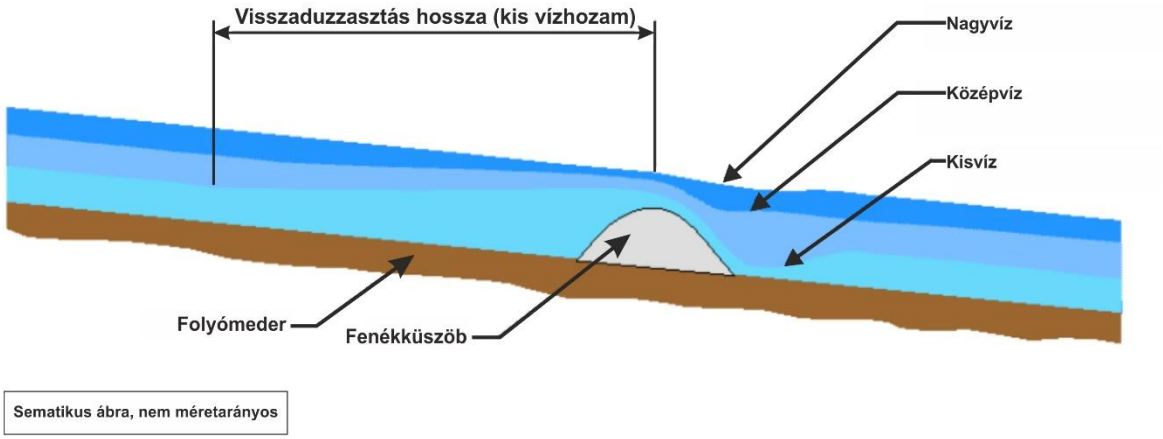


4.5. ábra - Bukó jellegű fenékküszöb (éles szélű bukó/gát)

A vízszint emelés kisebb, nem bukó jellegű, széles fenékküszöb(ök) (lásd *4.6. ábra*) kialakításával javasolható. A kis magasságú, megfelelően kialakított, nem bukó jellegű fenékküszöb esetén a bukó alatti meder- illetve part-erózió minimális, hiszen nem alakulnak ki olyan nagy vízáramlási sebességek, mint a bukó jellegű fenékküszöbök esetén. A nagyvízi szintekre az alacsony fenékküszöböknek minimális a hatása, miközben a kis- és középvizek szintje a fenékküszöb kialakításától és a medermorfológiától függő mértékben emelhető.



4.6. ábra - Nem bukó jellegű fenékküszöb (széles küszöbű, alacsony keresztgát)



4.7. ábra - Fenékküszöb hatása a különböző vízszintekre

Fenékgát fagerendákból

A facölöpökből leginkább kisebb méretű bukógátak, fenékküszöbök készíthetők, jellemzően kisebb, mint 1 méteres koronamagassággal és legfeljebb 5 méteres szélességgel. Az ilyen fenékküszöbök vagy gátak talpfái keménylombú fákból származó rönkök. Kis patakba beépítésre kerülő fenékküszöb esetén elegendő 4-8 rönköt ácskapoccsal összefogni és széleit beépíteni a meder szélébe (*4.8. és 4.9. ábra*). A gát és a meder stabilizálása érdekében a cölöpös fenékküszöb alvízi és felvízi oldalán is terméskövekket helyezhetünk el (*4.10. ábra*).

4.8. ábra - Fagerendákból kialakított fenékgát kis vízfolyáson

4.9. ábra - Cölöpökből kialakított fenékgát kis vízfolyáson [forrás: http://www.parkerdo.hu]

4.10. ábra – Cölöpökből és kőszórásból kialakított fenékgát kis vízfolyáson

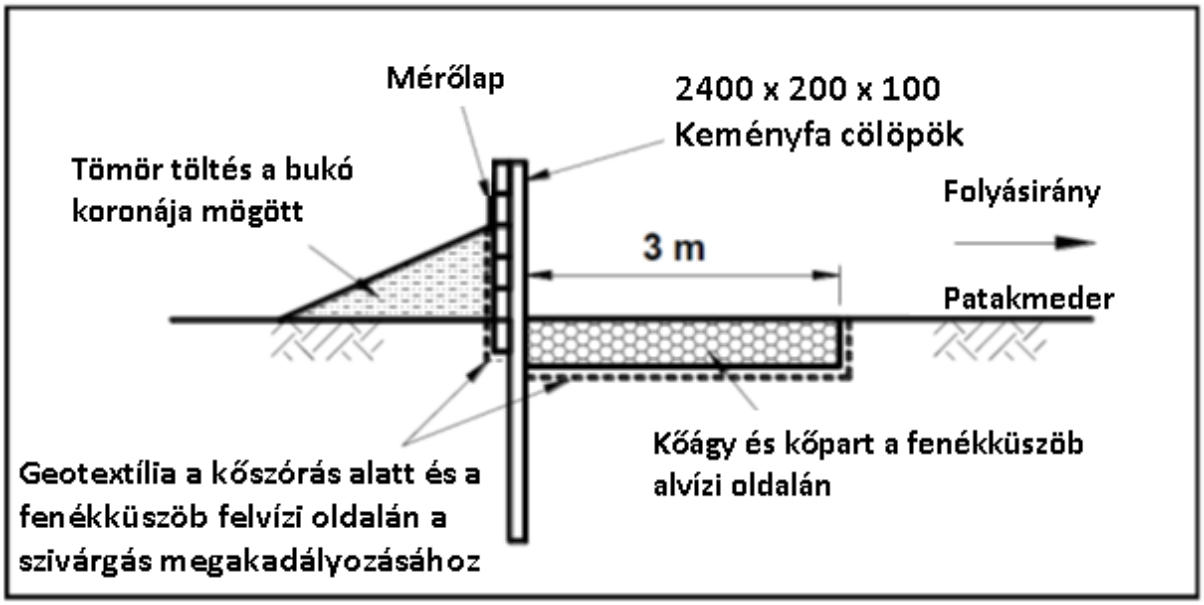
Nagyobb vízhozamú, mélyebb medrű vízfolyások esetén a vízszintes gerendák alkotják magát a küszöböt, a függőleges gerendák pedig támaszként szolgálnak, az átbukó víz által okozott erózió megelőzésére pedig kőszórással stabilizálják a medret. A kőágy elhelyezése a küszöb alvízi oldalán 3 méter hosszan célszerű úgy, hogy a kövek nem a mederfenékre, hanem abba beágyazva kerülnek elhelyezésre, és a kőágy a meder falának tetejéig kiterjed. A függőleges cölöpöket furatokban helyezik el, és ehhez rögzítik a vízszintes gerendákat, melyek legalább 1 méter mélyen belenyúlnak a partfalba. Amennyiben meg akarjuk akadályozni, hogy a víz bármilyen mértékben is átszivárogjon a réseken, valamilyen geotextília beépítése ajánlott. A kőszórás alá is beépíthető geotextília a talajpusztulás csökkentése érdekében.

Egy 3 méter széles, 50 cm esésű bukógát építéséhez a következő alapanyagokra van szükség:

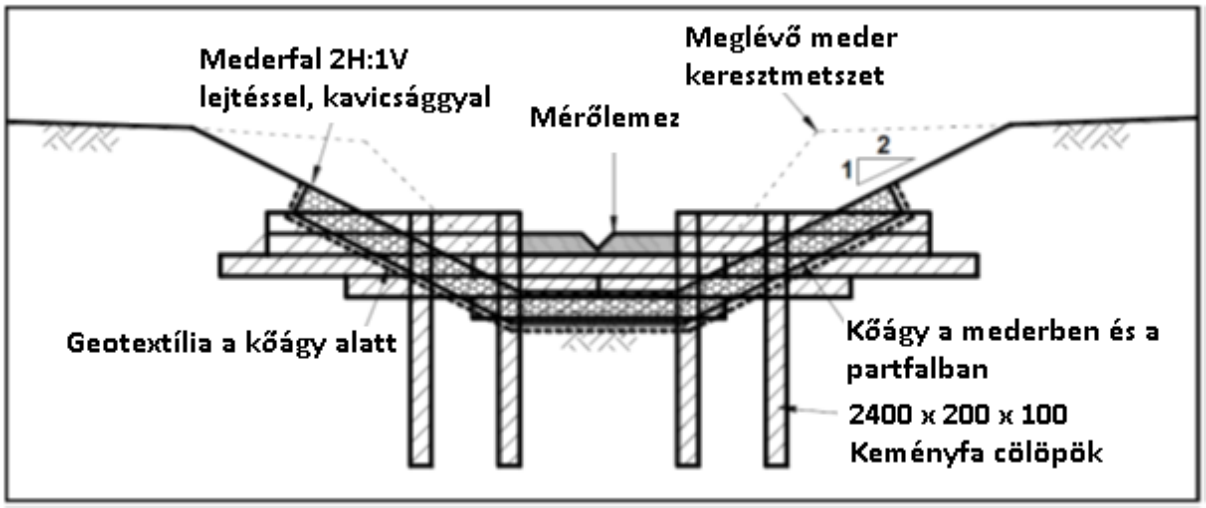
- kb. 16 keményfából készült talpfa,
- kb. 8 m^3 megfelelő nagyságú terméskő,
- kb. 25 m^2 geotextília.

Természetesen a kialakítás és a szükséges anyagok mennyisége különböző eltérő méretű fenékküszöbök esetén.

A farönkök mérete változhat, általában a példában említett méretű fenékküszöbhöz/gáthoz körülbelül 2400 x 200 x 100 mm-es faanyagot használnak. Az 1. vagy 2. tartóssági osztályba tartozó faanyagok (pl. vörös gumifa) képesek biztosítani a hosszú élettartamot. A köveknek megfelelően keménynek, szögletesnek és nagynak kell lenniük (a méretük 100-600 mm közötti, átlagosan 300 mm). Az ideálisan alkalmazható geotextília közepes súlyú, nem szőtt, tűvel lyuggatott (pl. Bidim A44). A függőleges gerendák közti részek kitölthetők betonnal, így még szilárdabb támaszt adva a bukógátnak nagyobb vízhozamú vízfolyások esetén. Amennyiben térfogatáram mérésére szolgáló mérőlappal is kiegészül a bukó, szükség van galvanizált csavarokra és anyákra (5-10 mm), melyek az acéllemezt a bukógáthoz rögzítik.



4.11. ábra – Egy mérőlappal rendelkező cölöpös bukógát tipikus profilja
[forrás: Guidelines for the Construction of Low Flow Bypass Devices, 2014]



4.12. ábra – Egy mérőlappal rendelkező cölöpös bukógát tipikus keresztmetszete x. ábra – Egy mérőlappal rendelkező cölöpös bukógát tipikus profilja
[forrás: Guidelines for the Construction of Low Flow Bypass Devices, 2014]

A fagerendákból készített fenékgátak előnye, hogy a természetes anyagnak hála jobban illeszkednek a természetbe. Ugyanakkor hosszútávon számolni kell a fa korhadásából adódó amortizációval, így ezek a gátak rendszeres ellenőrzést és karbantartást igényelnek. Ezt a problémát kiküszöbölendő a fagerendákat gyakran bitumen alapú szigetelő festékkel kezelik a beépítés előtt.

Gabion gátak

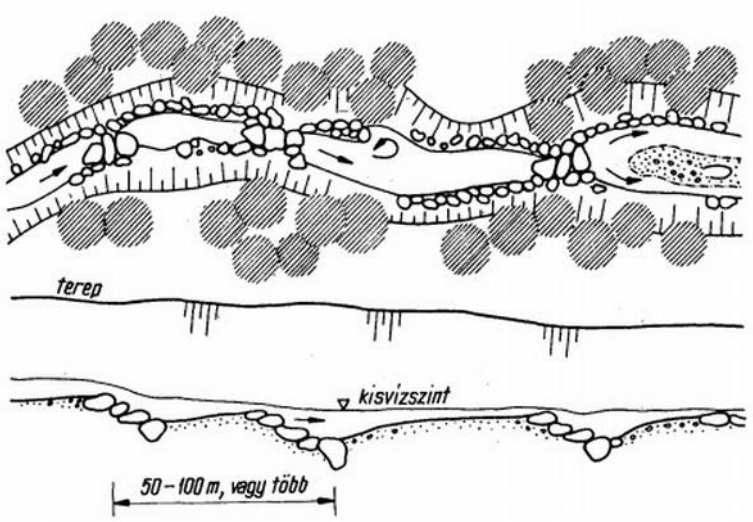
Újabban elterjedtek a laza kövekből álló gabion gátak is kedvezőbb környezeti és ökológiai tulajdonságaiknak köszönhetően *(4.13. ábra*). Ezen műtárgyak előnye, hogy valamelyest átjárhatók a hordalék és szerves lebegőanyag számára, így minimalizálják a duzzasztott folyószakasz feliszapolódását, feltöltődését és eutrofizációját.

4.13. ábra – Kövekből kialakított gabion gát [forrás: http://www.gabionbaskets.co.za]

A kövek között megtelepedő baktériumok lebontják a szervesanyagokat, ezzel hozzájárulva az adott folyó vagy csatorna vizének tisztításához, hasonlóan a víztisztítás és szennyvíztisztítás folyamatához. Az aerob lebontási folyamatokat a szemcsés közeg hatására kialakuló turbulens áramlás is támogatja, mivel a levegő vízbe keverését segíti elő. Tehát környezetvédelmi szempontból a gabion gátak minimális negatív hatást gyakorolnak a vízi ökoszisztémákra, a legtöbb tömör, vizet nem áteresztő gátnál környezetkímélőbbnek mondhatók.

Kőszórás

Amikor a cél a folyó vagy patak megfelelő esésének beállítása valamilyen természet közeli megoldással, **fenékküszöbökként a mederfenékbe süllyesztett, nagyméretű kövekből álló kőrakatok alkalmaznak.**



4.14. ábra - Természetbe illeszkedő fenékküszöb kialakítás [forrás: Bognár 1989]

4.15. ábra – Természkövekből kialakított fenékküszöb [forrás: http://www.parkerdo.hu]

A megfelelő esés beállításához adott esetben több, egymást változó távolságban követő fenékküszöb kialakítása javasolt. Kerülni kell a falszerűen kialakított, közel függőleges fenéklépcsőket éppúgy, mint az újabban gyakran alkalmazott nagyesésű (1% körüli), burkolt mederszakaszokat. Mind a természetbe illeszkedés, mind az élővilág szempontjából legmegfelelőbb a kaszkádszerűen kialakított, érdes felületű, nagyméretű terméskövekből épített 1:10 körüli hajlású surrantók építése. Ezek lehetővé teszik a halak vándorlását és oxigénfelvétel szempontjából is kedvezőek *[Gribovszki, 2010]*. A surrantók kialakításához alkalmazott kövek megfelelő méretének meghatározásakor fontos figyelembe venni, milyen méretű köveket képes a folyó adott sebességen elszállítani, megmozgatni. A *4.1. táblázat* a víz által éppen elszállított kövek átmérőjét tartalmazza az empirikus Hjulström-diagram alapján.

$v_{víz}$	$d_{szemcse}$
[cm/s]	***[mm]***
<110	<20
110-175	20-50
175-195	50-70
195-215	70-100
215-260	100-200
260-290	200-400
>290	>400

4.1. táblázat - Az egyes sebességtartományokban elszállított szemcse átmérők

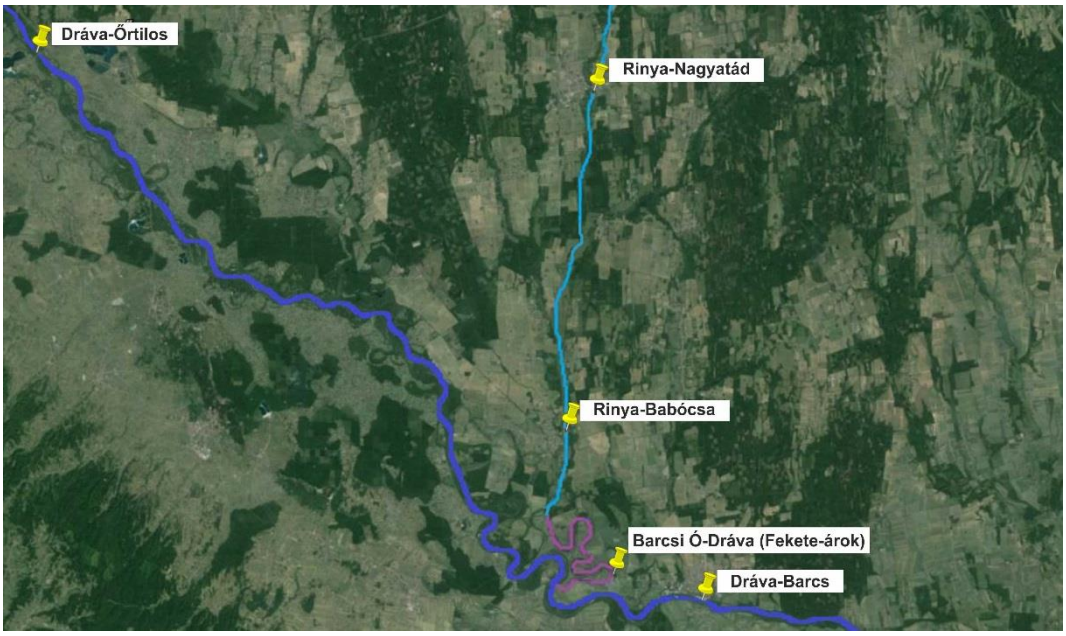
A fentiekben bemutatott gát kialakítások csupán példák a természetes anyagokból készülő műtárgyakra. **Kialakíthatóak ugyanakkor kombinált műtárgyak is, ahol a gát magját például facölöpök alkotják, melyeket gabion építőelemek támasztanak meg. A szükséges mértékű vízáteresztést/vízzárást a facölöpök elhelyezkedésével, méretével, esetleges geotextília vagy fólia alkalmazásával lehet biztosítani. A kialakítástól függően lehetséges a kisvizek idején is egy bizonyos mértékű vízáramlás biztosítása, illetve a vízhozam mérése.**

5 A Barcsi Ó-Dráva és a környezetében található vízfolyások hidrológiai és vízminőségi jellemzése

A Barcsi Ó-Dráva közvetlen környezetében két vízfolyás található (a Dráva és a Babócsai-Rinya), amely annak vízminőségét, vízszintjét, vízállását és vízhozamát befolyásolja, illetve potenciálisan befolyásolhatja, amennyiben a vízátvezetés megvalósul.

Az *5.1. fejezetben* a Babócsai-Rinya két szakaszán (Babócsai-Rinya: Nagyatád alatt, Babócsai-Rinya: Babócsa, valamint Dráva két pontján (Dráva-Őrtilos, Dráva-Barcs) lévő monitoring állomások (lásd *5.1. ábra*) által rögzített több éves adatsor alapján értékeljük az adott víztestek vízminőségi állapotát, és vonunk le következtetéseket az Ó-Dráva lehetséges revitalizációjára vonatkozóan (lásd *5.1.1. fejezet* és *5.1.2. fejezet*).

A Barcsi Ó-Drávára (Fekete-árok) rendelkezésre álló vízminőségi adatok rendkívül korlátozottak, ezért a víztest vízminőségét, a potenciális tápvízforrások (Babócsai-Rinya és Dráva) vízminőségi értékelését követően, összefoglalóan értékeljük (*5.1.3. fejezet*).



5.1. ábra - A vizsgált terület vízminőségi monitoring hálózata a Dráván és a Rinyán

Az *5.2. fejezetben* a Dráva barcsi szakaszán, illetve a Babócsai-Rinya babócsai szakaszán lévő monitoring állomások által rögzített vízrajzi adatokat értékeljük, valamint több éves adatsor alapján 10, 50, 90% tartósságú vízállásokat, vízszinteket és vízhozamokat határozunk meg.

5.1 A víztestek vízminőségi értékelése

A felszíni vizek minősítésére vonatkozóan az **EU Víz Keretirányelv** egységes szemléletű, a **vízi ökoszisztémák védelmét előtérbe helyező minősítési rendszer**t vezetett be. Az állapotértékelés a vízgyűjtő-gazdálkodás tervezés egyik legfontosabb eleme. Feladata a kiinduló állapot rögzítése, és annak meghatározása, hogy ez az állapot milyen távol van a kitűzött céloktól. Az értékelés alapját a VKI-ben és a kapcsolódó útmutatókban előírt, közösségi vagy nemzeti szinten rögzített minősítési módszerek képezik. A felszíni vizek esetében a korábbi, országonként is nagymértékben különböző vízminősítés hagyományával szakítva a vizek állapotának jellemzéséhez részletes, fajlistás felmérést igénylő biológiai mutatók (5 élőlénycsoport: fitoplankton, fitobenton, makrofiton, makrozoobentosz és halak), továbbá a víztér és környezetének morfológiai és hidrológiai jellemzői, valamint specifikus szennyezőanyagok meghatározása szolgál.

A VKI alapelvei szerint az általános fizikai és kémiai komponensek köre, melyekre a korábbi minősítés támaszkodott, jelentős mértékben háttérbe szorul, a minősítés során azt kell vizsgálni, hogy a biológiai alapon történt besorolást a fizikai-kémiai állapot alátámasztja-e. A minősítésnek vannak egységes, kötelezően előírt elemei (pl. a veszélyes anyagokra vonatkozó környezetminőségi határértékeket az Európai Unió egységesen megállapította és jogi értelemben is kötelezővé tette). A biológiai vizsgálatok értékelési rendszere, vonatkoztatási alapja víztípusoktól függ, az adott élőlénycsoportra kidolgozandó index pedig a tagállamok feladata és felelőssége. A vizek osztályozásánál a viszonyítási alapot a zavartalan állapotra jellemző, víztípusonként eltérő referencia állapot jelenti. A kiváló állapot lényegében a referencia viszonyoknak felel meg. A többi négy osztályt (jó, mérsékelt, gyenge, rossz) a referencia viszonyoktól való egyre nagyobb eltérés jellemzi, a skála alsó végét a szennyvizekre jellemző vízminőség jelenti. A minősítés teremti meg a kiindulási alapot a víztestek „jó állapotának" eléréséhez szükséges intézkedési programok meghatározásához. Tekintve, hogy – szemben a múlt gyakorlatával – a VKI nem csak a vizek állapotának értékelését, hanem annak javítását is megköveteli, a minősítés nem csupán egyszerű tényközlés, hanem a jogilag kötelezően végrehajtandó cselekvések meghatározója is *[http://enfo.agt.bme.hu]*.

Hazánkban a felszíni víztestek minősítését a felszíni víz vízszennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól szóló hatályos jogszabály (10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet) szerint kell végezni, figyelembe véve az EU Víz Keretirányelv (EU VKI) előírásait. Ugyan az EU VKI biológiai és kémiai minősítési rendszert ír elő, figyelembe véve a víztestek hidromorfológiai tulajdonságait is, **a hatályban lévő hazai jogszabály csak fiziko-kémiai paraméterekre vonatkozó, víztípustól függő határértékeket tartalmaz, amelyek alapján osztályba sorolás nem, csak a „jó állapotnak" való megfelelés meghatározása tehető meg**. Azaz, ha a víztest fizikai-kémiai állapota nem felel meg a jó állapotra vonatkozó határértékeknek, a jó ökológiai állapot nem érhető el. Magyarországon tehát a vizek minősítésére vonatkozóan jelenleg csak a fizikai-kémiai paraméterek értékeléséhez szükséges határértékekre vonatkoznak jogszabályi

előírások, így az általunk készített **vízminőségi értékelés során is elsősorban a fizikai-kémiai vízminőségre vonatkozó adatokra helyeztük a hangsúlyt**.

A felszíni vizek jó állapotának eléréséhez és megőrzéséhez a felszíni víz vízszennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól szóló 10/2010. (VIII.18.) VM rendelet 2. számú mellékletének vízfolyásokra vonatkozó vízminőségi határértékeinek betartását általános esetben az évi minimum 4 mérés eredményei alapján számolt éves átlagértékeket figyelembe véve kell biztosítani. Az alábbiakban bemutatásra kerülő értékelés során azonban **az összes rendelkezésünkre álló adatot figyelembe vettük**, az adatbázis heterogén volta és bizonyos paraméterek, illetve mérőállomások esetében az adatok korlátozott száma miatt.

Az Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv (OVGT) „3-2 Rinya-mente" vízgyűjtő-tervezési alegységre vonatkozóan természetes víztestként jelöli meg a Babócsai-Rinyát (AEP288), amelyet a 9-es víztest típusba (Dombvidéki, meszes, közepes-finom, közepes vízgyűjtő) sorol be. Erősen módosított víztestnek minősül a Dráva felső (AEP439), amely a 7-es típushoz (Dombvidéki, meszes, durva, nagyon nagy vízgyűjtő) tartozik, illetve a Dráva alsó (AEP438), amely a 14-es kategóriájú (Síkvidéki, meszes, durva, nagyon nagy vízgyűjtő). A Barcsi Ó-Drávát a VGT Fekete-árok néven (AEP 474) a 9-es típusba (Dombvidéki, meszes, közepes-finom, közepes vízgyűjtő) sorolja. Az érintett víztest típusokra vonatkozó határértékeket az *5.1. táblázat*ban foglaljuk össze.

Fizikai-kémiai jellemzők		**Hegyvidéki és dombvidéki kisvízfolyások**	**Dombvidéki közepes vízfolyások és nagy folyók**	**Síkvidéki közepes és nagy folyók**
		(3, 5, 9 típusok)	**(6, 7, 10 típusok)**	**(13, 14, 19, 20 típusok)**
pH	***[-]***	6,5-9	6,5-9	6,5-9
Vezetőképesség	***[µS/cm]***	<900	<700	<900
Klorid	***[mg/l]***	<50	<50	<60
Oxigéntelítettség	***[%]***	80-110	70-120	70-120
Oldott oxigén	***[mg/l]***	>7	>7	>7
BOI_5	***[mg/l]***	<3,5	<4	<4
KOI_{Cr}	***[mg/l]***	<20	<25	<25
NH_4-N	***[mg/l]***	<0,2	<0,3	<0,4
NO_2-N	***[mg/l]***	<0,06	<0,06	<0,06
NO_3-N	***[mg/l]***	<3*	<3	<2
Összes N	***[mg/l]***	<4*	<4	<3
PO_4-P	***[mg/m^3]***	<50**	<50**	<120
		<100*	50-100	
Összes P	***[mg/m^3]***	<100**	<100	<250
		<200*	<200	

5.1. táblázat - A 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet 2. mellékletében szereplő határértékek a területen lévő, általunk vizsgált víztestekre [10/2010. (VIII.18.) VM rendelet]

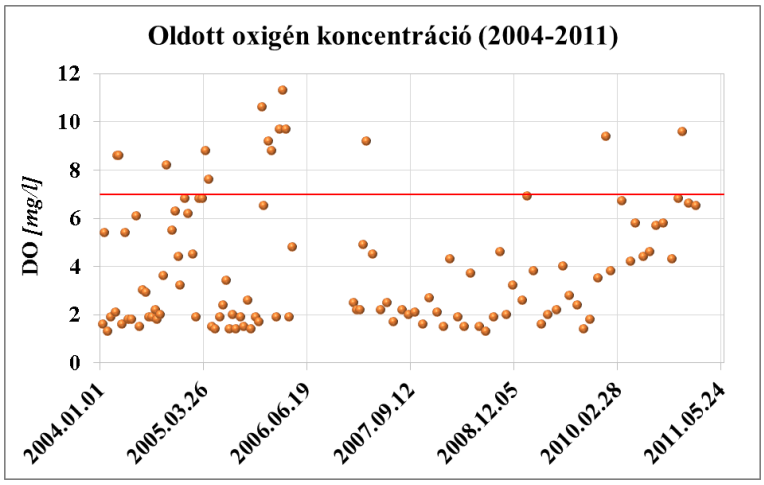
5.1.1 Babócsai-Rinya

A Babócsai-Rinya fizikai-kémiai jellemzőit a nagyatádi, illetve a babócsai vízminőségi monitoring ponton mért paraméterek alapján, helyszínenként külön értékeljük (*5.1.1.1. és 5.1.1.2. fejezet*). A hidrobiológiai vízminőséget az OVGT adatlap összesített információi alapján, összefoglalóan mutatjuk be (*5.1.1.3. fejezet*).

5.1.1.1 A Babócsai-Rinya fizikai-kémiai vízminősége Nagyatád alatt (AEP288)

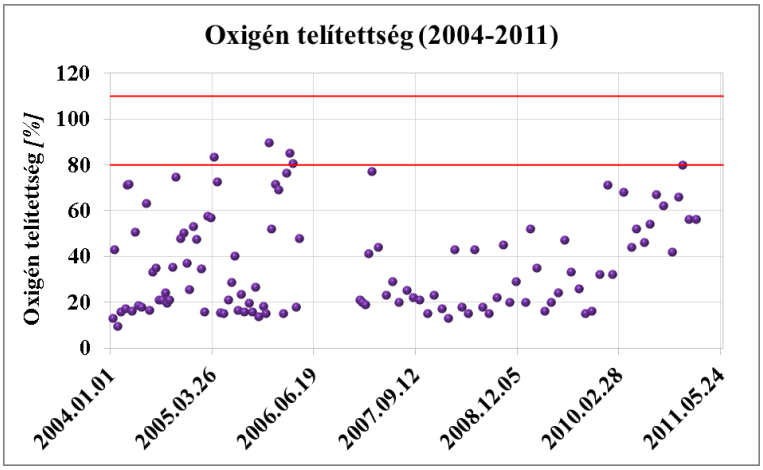
Oxigénháztartás paraméterei

Az *5.2. ábrán* a Babócsai-Rinyán, a Nagyatád alatti szakaszon 2004 és 2011 között mért **oldott oxigén** koncentráció értékeket, valamint a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben meghatározott, jó állapotra vonatkozó határértéket (piros vonal) tüntettük fel. Az adatok alapján megállapítható, hogy a víztest oldott oxigén koncentrációja jellemzően nem érte el a jó ökológiai állapothoz szükséges minimum értéket.



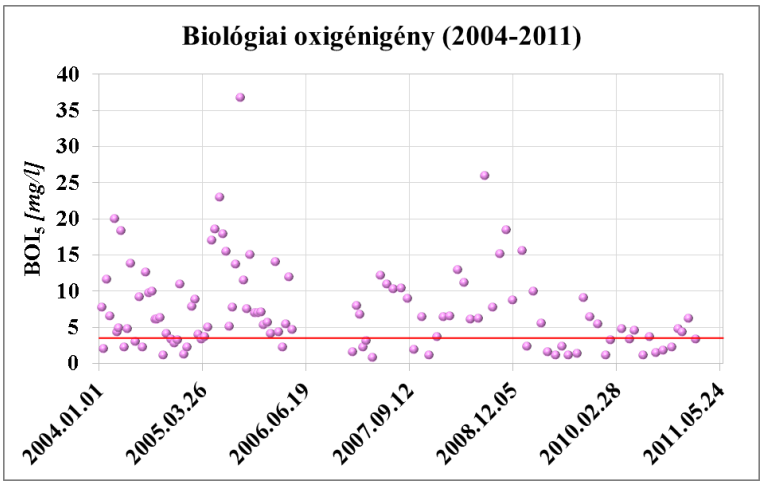
5.2. ábra - A Babócsai-Rinyán, Nagyatád alatt (Rinya patak) mért oldott oxigén koncentrációk alakulása 2004-2011 között

Az **oxigén telítettség** tekintetében az eredmények hasonlóak, mint az oldott oxigén koncentrációk esetében, egy-két méréstől eltekintve a telítettség 80% alatt maradt, így a Babócsai-Rinya nagyatádi szakasza nem éri el a jó ökológiai állapotot ezen vízminőségi jellemző alapján (*5.3. ábra*).



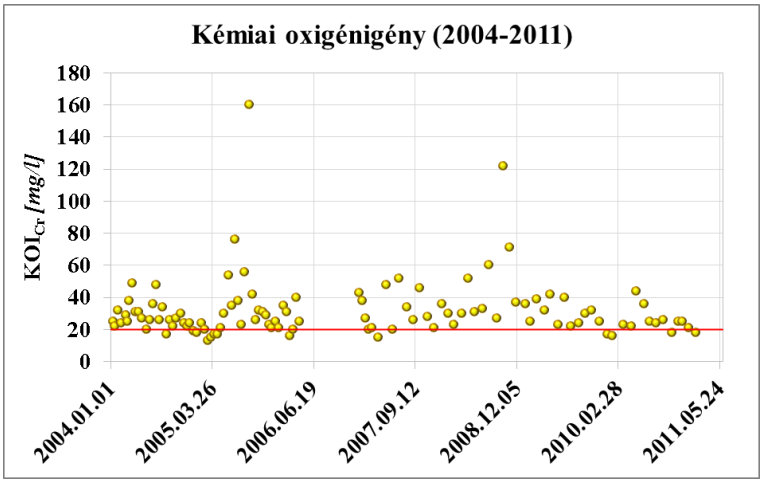
5.3. ábra - A Babócsai-Rinyán, Nagyatád alatt (Rinya patak) mért oxigén telítettségi értékek alakulása 2004-2011 között

Az ötnapos **biokémiai oxigénigény** esetében a jogszabály 3,5 mg/l határértéket ír elő. Az *5.4. ábrán* bemutatott adatok alapján megállapítható, hogy 2004-2011 között a víztest BOI_5 koncentrációja legtöbb esetben a határérték fölött volt.



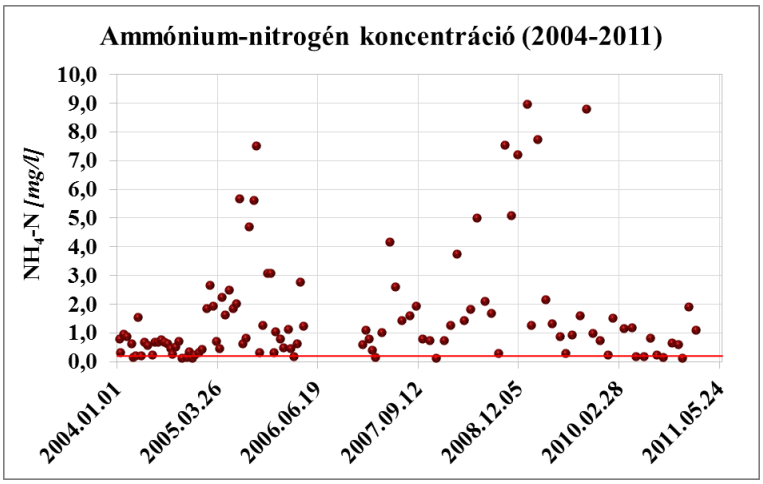
5.4. ábra - A Babócsai-Rinyán, Nagyatád alatt (Rinya patak) mért BOI_5 koncentrációk alakulása 2004-2011 között

A Babócsai-Rinya Nagyatád alatti szakaszán 2004-2011 időszakban mért **kémiai oxigénigény** koncentrációkat és a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben előírt határértéket (piros vonal) az *5.5. ábrán* tüntettük fel. Az értékek alapján megállapítható, hogy a víztest KOI_{Cr} koncentrációja néhány eset kivételével jellemzően határérték fölötti értéket mutatott.



5.5. ábra - A Babócsai-Rinyán, Nagyatád alatt (Rinya patak) mért KOI_{Cr} koncentrációk alakulása 2004-2011 között

Az **ammónium-nitrogén** koncentrációra előírt 0,2 mg/l-es határértéket a 2004-2011 időszak mérési eredményei az esetek többségében jelentősen meghaladták, ami alapján a vízfolyás vízminősége a jó állapotot nem éri el (*5.6. ábra*).

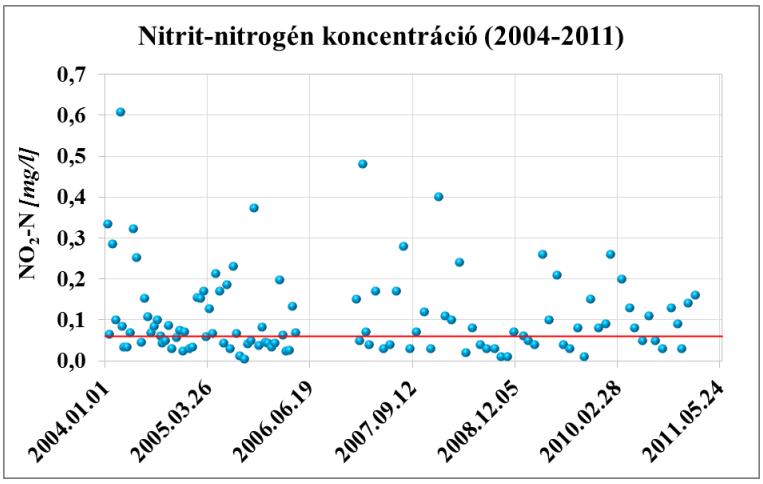


5.6. ábra - A Babócsai-Rinyán, Nagyatád alatt (Rinya patak) mért ammónium-nitrogén koncentrációk alakulása 2004-2011 között

Összefoglalóan elmondható, hogy oxigénháztartás szempontjából a Babócsai-Rinya nagyatádi szakasza nem felel meg a jó ökológiai állapotnak. Az összes komponensnél (oldott O_2, O_2 telítettség, BOI_5, KOI_{Cr}, NH_4-N) gyakoriak voltak a határérték túllépések (nem ritkák a többszörös határérték túllépések sem). A fenti eredmények alapján kommunális szennyvíz vagy egyéb külső szennyezőanyagok jelentős mértékű bebocsátása feltételezhető a 2004-2011. időszakban.

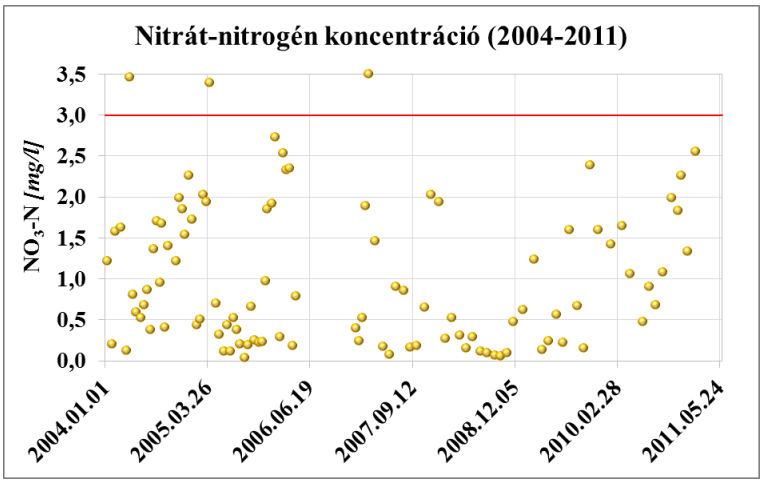
Tápanyagháztartás paraméterei

A Babócsai-Rinya Nagyatád alatti szakaszán a **nitrit-nitrogén** koncentráció a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben foglalt 0,06 mg/l-es határérték közelében alakult 2004-2011 között, előfordultak azonban jelentős túllépések is, ezért a víztest nitrit-nitrogén koncentráció szempontjából nem éri el a jó állapotot (*5.7. ábra*).



5.7. ábra - A Babócsai-Rinyán, Nagyatád alatt (Rinya patak) mért nitrit-nitrogén koncentrációk alakulása 2004-2011 között

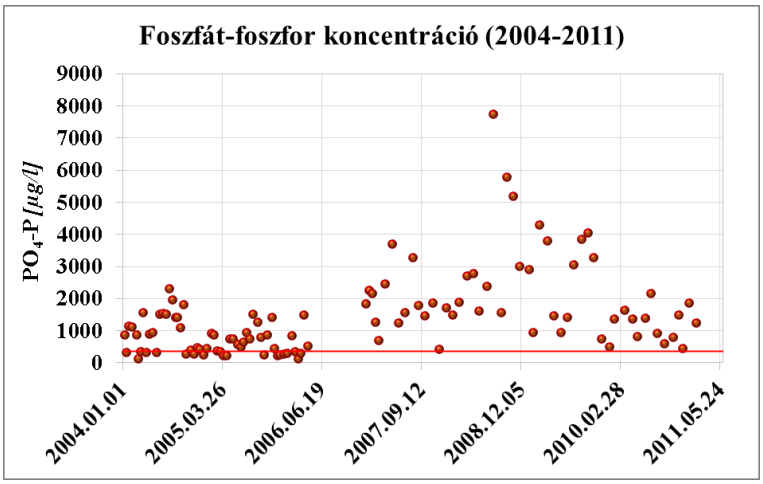
Az *5.8. ábrán* a Babócsai-Rinya Nagyatád alatti szakaszán mért **nitrát-nitrit** koncentráció értékeket, illetve a jogszabályban foglalt jó vízminőségi állapot eléréséhez szükséges 3 mg/l-es határértéket tüntettük fel. Megállapítható, hogy a nitrát-nitrit koncentráció három eset kivételével alacsonyabb a küszöbértéknél, így a 2004-2011-os időszakban a vízfolyás elérte a jó állapotot.



5.8. ábra - A Babócsai-Rinyán, Nagyatád alatt (Rinya patak) mért nitrát-nitrogén koncentrációk alakulása 2004-20011 között

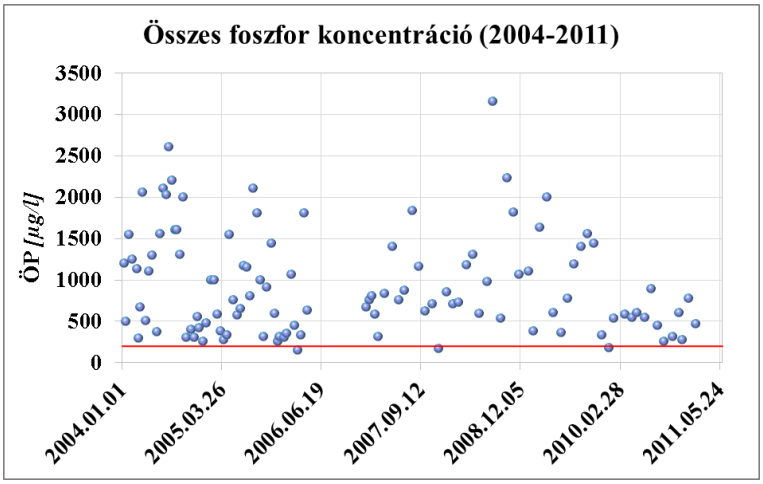
Az **összes nitrogén** esetében a 2004-2011 időszakban nem állt rendelkezésünkre megfelelő számú adat, ezért e komponens tekintetében az EU VKI szerinti minősítéstől eltekintünk.

Az **ortofoszfát-foszfor** koncentrációk alakulását a Babócsai-Rinya Nagyatád alatti szakaszán az *5.9. ábra* szemlélteti. A 2004-2011 időszakban mért értékek jelentősen meghaladták a határértéket, így a víztest ortofoszfát-foszfor tartalma alapján nem éri el a jó állapotot.



5.9. ábra - A Babócsai-Rinyán, Nagyatád alatt (Rinya patak) mért foszfát-foszfor koncentrációk alakulása 2004-2011 között

Az **összes foszfor** koncentrációk tekintetében megállapítható, hogy a 2004-2011 között mért értékek a Babócsai-Rinya nagyatádi szakaszán három kivétellel minden alkalommal meghaladták a határértéket. A túllépések mértéke jelentős volt, ami alapján feltételezhetjük az állandó magas külső foszfor terhelést (*5.10. ábra*).



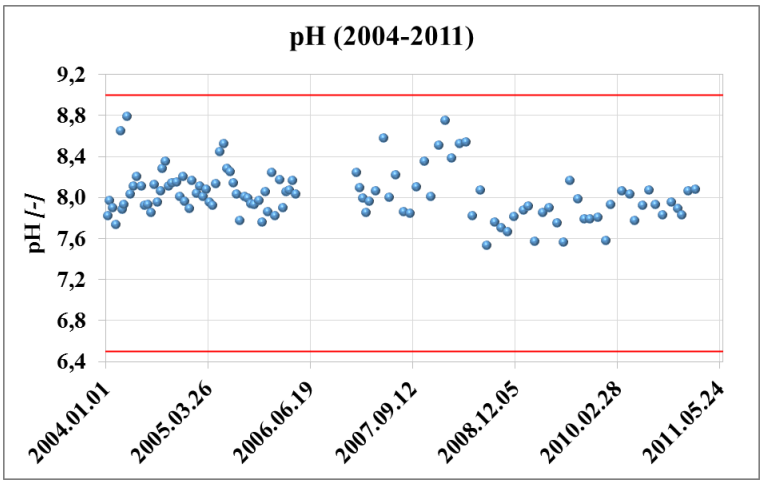
5.10. ábra - A Babócsai-Rinyán, Nagyatád alatt (Rinya patak) mért összes-foszfor koncentrációk alakulása 2004-2011 között

A tápanyagháztartás paramétereire vonatkozó mérési eredményeket összefoglalva megállapítható, hogy a nitrát kivételével mindegyik paraméter (NO_2-N, PO_4-P, ÖP) esetében a határérték feletti értékek jellemzőek, ezért az adott víztest nem éri el a jó állapotot a 2004 és 2011 között mért eredmények alapján. Az oxigénháztartási paraméterekhez hasonlóan a nitrogén és foszfor formák alapján is feltételezhető a pontszerű és/vagy diffúz szennyezőanyagok terhelések (szennyvízbevezetések, mezőgazdasági eredetű terhelések) jelenléte. A magas PO_4-P koncentráció rendkívül

kedvezőtlen az eutorfizáció szempontjából, valószínűsíthető a tartósan magas foszforterhelés a vízgyűjtőn.

Savasodási állapot

A Babócsai-Rinya Nagyatád alatti szakaszán mért **pH** értékek a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben meghatározott intervallumon belül változtak, ami alapján a víztest megfelelt a jó állapotra vonatkozó határértékeknek (6,5-9,0) (*5.11. ábra*).

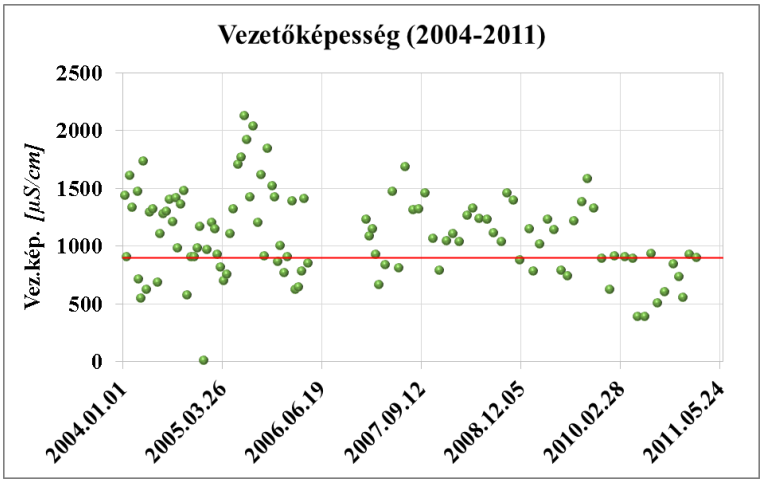


5.11. ábra - A Babócsai-Rinyán, Nagyatád alatt (Rinya patak) mért pH értékek alakulása 2004-2011 között

A savasodási állapot tekintetében a víztest tehát jó állapotú.

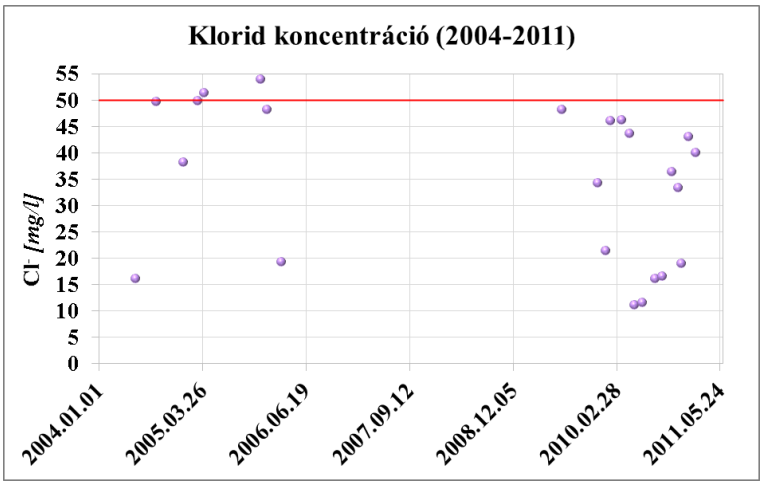
Sótartalom

A **fajlagos elektromos vezetőképesség** változását a Babócsai-Rinya felvízi szakaszán az *5.12. ábra* mutatja be. A legtöbb esetben a mért érték meghaladta a 900 µS/cm-es határértéket. A magas vezetőképességi értékeket valószínűleg az előzőekben is említett szennyvízterhelés okozta.



5.12. ábra - A Babócsai-Rinyán, Nagyatád alatt (Rinya patak) mért fajlagos elektromos vezetőképesség értékek alakulása 2004-2011 között

Klorid-ion koncentráció esetén a jogszabály 50 mg/l határértéket ír elő a 9-es víztest-típusba tartozó Babócsai-Rinya Nagyatád alatti szakaszára. Ahhoz, hogy a víztest minősítését megállapítsuk, nem áll rendelkezésre megfelelő mennyiségű adat. Tájékoztató jelleggel azonban elmondható, hogy a mért klorid-ion koncentrációk jellemzően nem haladták meg a határértéket (*5.13. ábra*).



5.13. ábra - A Babócsai-Rinyán, Nagyatád alatt (Rinya patak) mért klorid koncentrációk alakulása 2004-2011 között

Megállapítható, hogy a Babócsai-Rinya Nagyatád alatti szakaszának vízminősége a sótartalomra vonatkozó paraméterek alapján sem éri el a jó ökológiai állapotot a 2004-2011 között mért eredmények figyelembe vételével.

A Nagyatádi Szennyvíztisztító Telep korszerűsítésével kapcsolatos információk

2012-ben Európai Uniós támogatással megkezdődött Bakháza, Görgeteg, Háromfa, Kutas, Lábod, Ötvöskónyi és Rinyaszentkirály települések teljes csatornázása és ezek három ágon történő bevezetése a nagyatádi tisztító telepre, illetve a szennyvíztisztító telep rekonstrukciója. A projekt keretein belül kialakításra került 3 098 új hálózati csatlakozás, megépült 33,5 km bekötő vezeték, 48,3 km gravitációs csatorna, 59,8 km nyomóvezeték, valamint 27 db új szennyvíz átemelő. A szennyvíztisztító telep technológiai sora a felújítása után az alábbi egységeket foglalja magában:

- mechanikai tisztítás új gépi ráccsal és meglévő homokfogóval, homokzagy víztelenítéssel kiegészítve;
- szennyvízosztás a műtárgysorokra;
- kétsoros biológiai tisztítás nitrifikációval, denitrifikációval és biológiai foszforeltávolítással;
- ülepítés meglévő utóülepítő medencékben;
- iszapátemelés új átemelővel;
- iszapkezelés pálcás sűrítéssel és gépi sűrítéssel-víztelenítéssel, a meglévő iszaptározók helyén kiépített elemekkel;
- zárt dobkomposztáló technológia a meglévő földmedencés iszaptározók helyén.

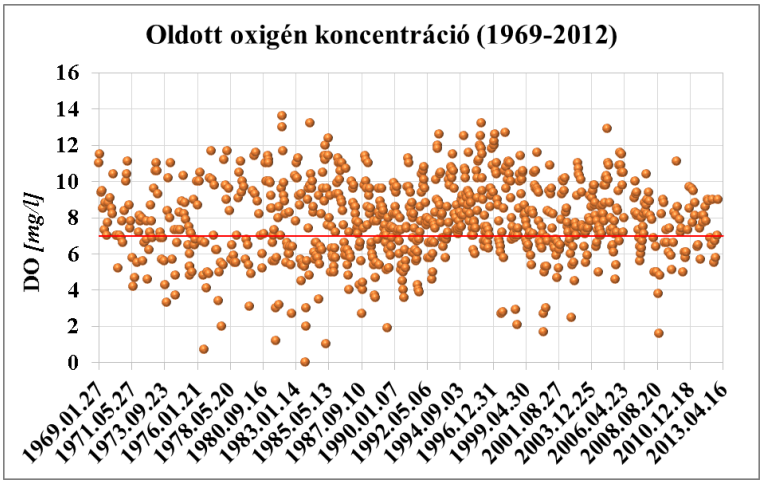
A fentiek megvalósítása 2015-re elkészült. Ez év júniusára lezárult a négyhónapos részleges próbaüzem és megkezdődhetett a féléves teljes próbaüzem. A részleges próbaüzem tapasztalatai alapján a telep teljesíti az előírt kibocsátási határértékeket, az új, illetve felújított műtárgyak megfelelően működnek. A fentiek értelmében a Babócsai-Rinya Nagyatád alatti szakaszának vízminősége várhatóan pozitív irányban fog változni.

Összefoglalóan: A Babócsai-Rinya nagyatádi szakaszának vízminősége a savasodási állapot kivételével az egyes vízkémiai paramétercsoportok alapján nem felel meg a jó állapotnak a 2004-2011 között mért eredmények szerint. A vízkémiai paraméterek jelentős szervesanyag, nitrogén és foszfor terhelés jelenlétét indikálják a Rinya vízgyűjtőjén, ami a víztest rendkívül kedvezőtlen vízminőségét okozza a Nagyatád alatti szakaszon. A rendelkezésre álló információk szerint a vízfolyás vízminőségét jelentősen befolyásolja a Nagyatádi Szennyvíztisztító Telep tisztított szennyvíz kibocsátása.

5.1.1.2 A Babócsai-Rinya fizikai-kémiai vízminősége Babócsai közúti híd alatt (AEP288)

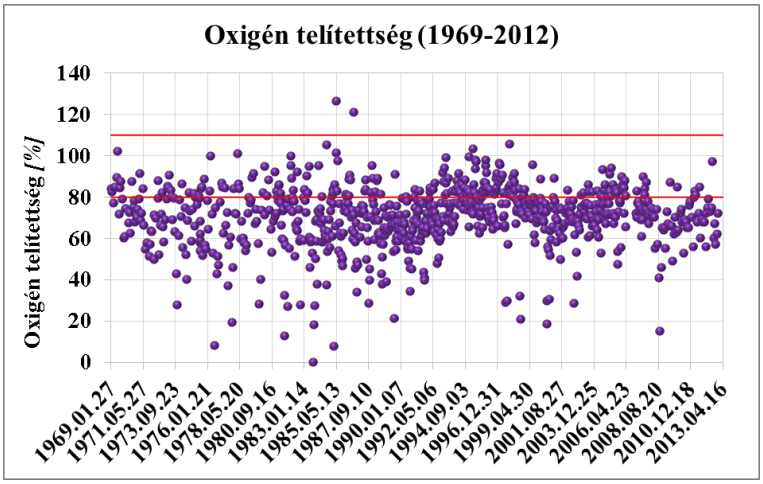
Oxigénháztartás paraméterei

Az *5.14. ábrán* az **oldott oxigén** koncentráció értékeket, valamint az adott jogszabályban megállapított határértéket (piros vonal) tüntettük fel. A diagram alapján megállapítható, hogy a 9-es típusba tartozó Babócsai-Rinya Babócsai közúti híd alatti szakaszának oxigén koncentrációja igen változékony, a víztest gyakran nem érte el a jó állapotot a 2012 előtti időszakban.



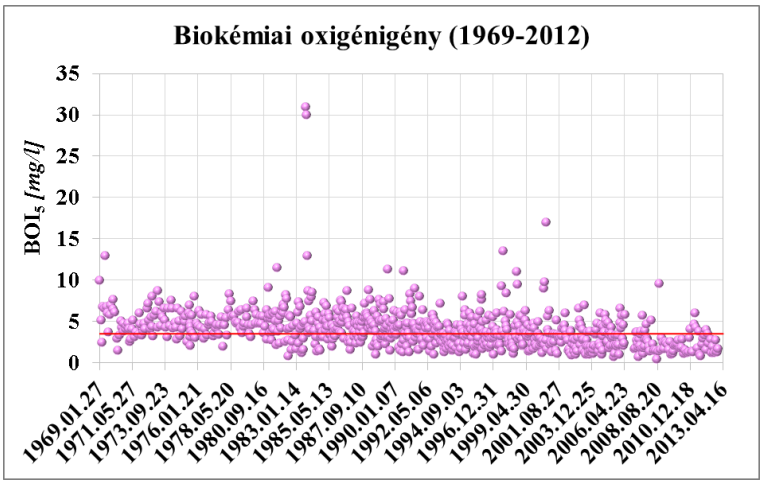
5.14. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért oldott oxigén koncentrációk alakulása 1969-2012 között

Az **oxigén telítettség**i értékek jellemzően 40-100% között változtak a vizsgált időszakban (1969-2012), azonban a mérések többségében – az oldott oxigén koncentrációhoz hasonlóan – nem érték el a jó állapothoz szükséges határértéket (*5.15. ábra*).



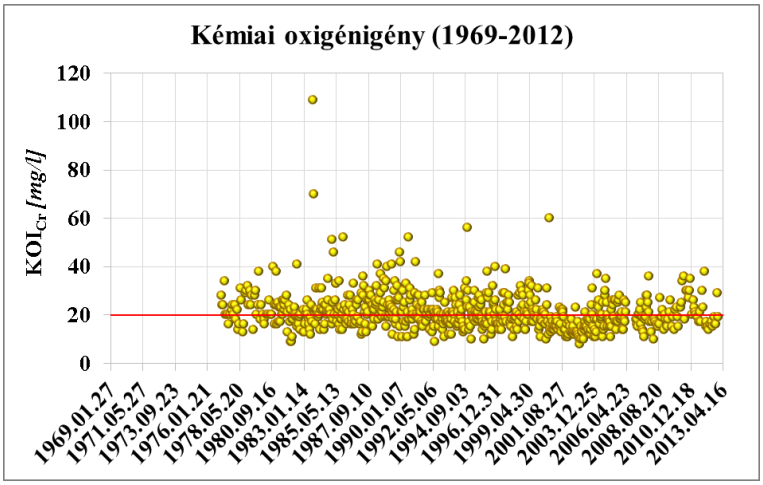
5.15. ábra – A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért oxigén telítettségi értékek alakulása 1969-2012 között

A Babócsai-Rinya Babócsai közúti híd alatti szakaszán mért **öt napos biokémiai oxigénigény** koncentrációkat, valamint a jó minőség eléréséhez szükséges határértéket (3,5 mg/l) tüntettük fel az *5.16. ábrán*. Az értékek az esetek jelentős részében nem feleltek meg a jó állapot követelményeinek.



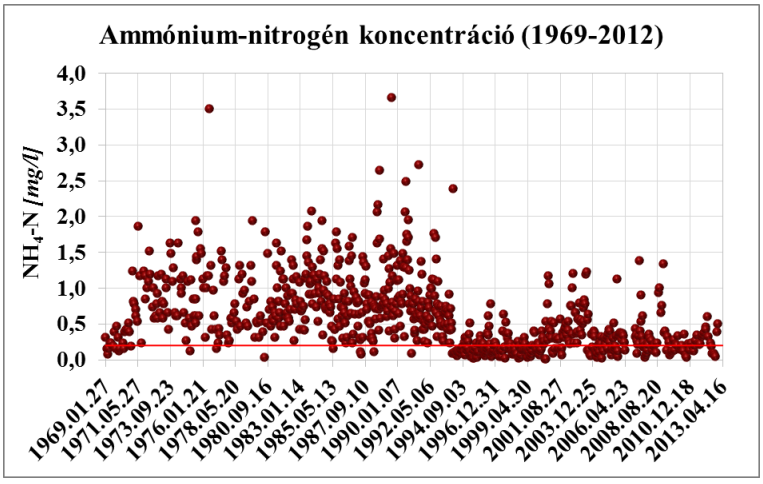
5.16. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért BOI_5 koncentrációk alakulása 1969-2012 között

A **kémiai oxigénigény** koncentrációk alakulását a Babócsai-Rinyán 1969-2012 között az *5.17. ábra* szemlélteti (1977 előtt ülepített minták KOI_{Cr} értékei álltak rendelkezésre, de azokat a reális értékelés érdekében nem ábrázoltuk). A diagram alapján megállapítható, hogy a víztest vízminősége gyakran nem érte el a jó ökológiai állapotot.



5.17. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért KOI_{Cr} koncentrációk alakulása 1969-2012 között

A Babócsai közúti híd alatt mért **ammónium-nitrogén** koncentrációkat, valamint a jogszabályban meghatározott 0,2 mg/l-es, jó állapothoz tartozó határértéket az *5.18. ábrán* tüntettük fel. Az értékek alapján megállapítható, hogy 1969-től egészen az 1990-es évek közepéig magas ammónium-nitrogén terhelés volt tapasztalható a kisvízfolyáson, feltételezhetően a tisztítatlan vagy részlegesen tisztított szennyvízek bevezetése hatására. 1994-től kezdve az ammónium-nitrogén koncentráció lecsökkent, azonban továbbra is gyakran előfordult a határérték túllépése.

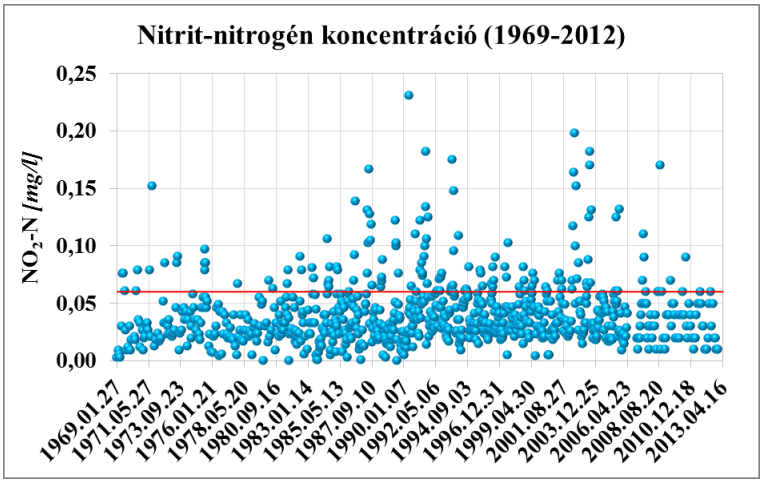


5.18. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért ammónium-nitrogén koncentrációk alakulása 1969-2012 között

Az oxigénháztartást jellemző komponensek eredményei alapján összefoglalóan elmondható, hogy a Babócsai-Rinya Babócsai közúti híd alatti szakasza - bár a vízminősége lényegesen kedvezőbb, mint a Nagyatád környéki szakaszon - nem felel meg az EU VKI szerinti jó vízminőségi állapotnak.

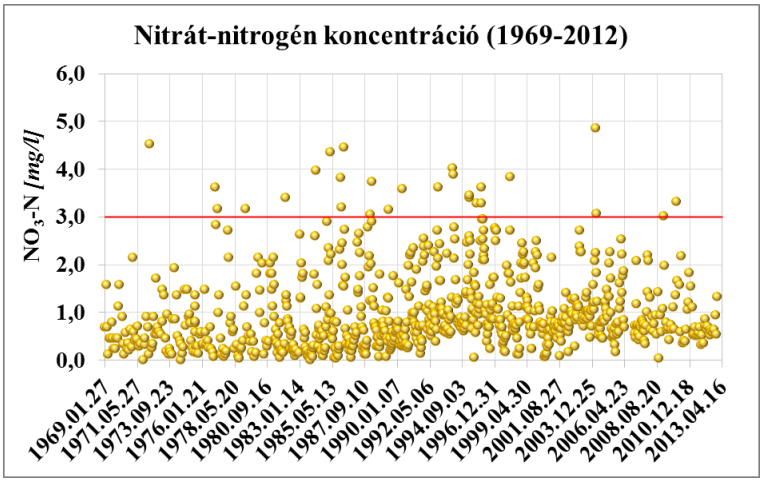
Tápanyagháztartás paraméterei

Az *5.19. ábrán* a Babócsai-Rinya Babócsai közúti híd alatti szakaszán mért **nitrit-nitrogén** koncentráció értékeket mutatjuk be, az EU VKI szerinti jó vízminőségi állapot eléréshez szükséges határérték kiemelésével (piros vonal). A vizsgált időszakban jellemzően küszöbérték (0,06 mg/l) alatti koncentrációk fordultak elő, azonban rendszeresen mértek határérték feletti értékeket is.



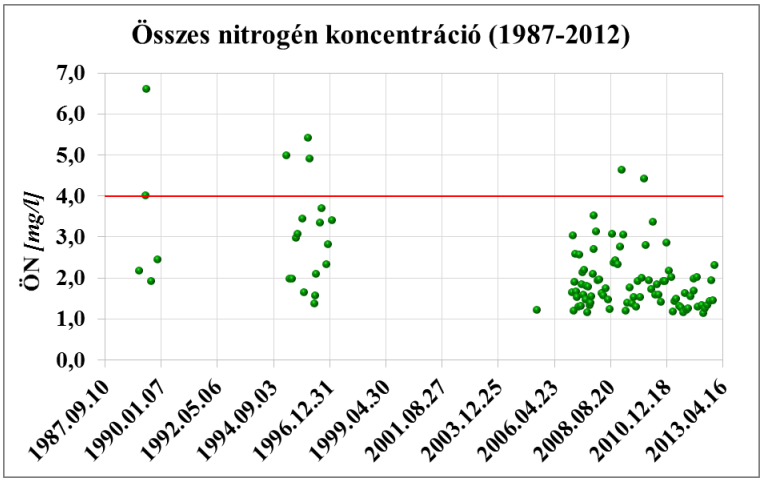
5.19. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért nitrit-nitrogén koncentrációk alakulása 1969-2012 között

A **nitrát-nitrogén** koncentráció tekintetében túlnyomóan teljesül a jó állapot eléréséhez szükséges határérték (3 mg/l) (*5.20. ábra*).



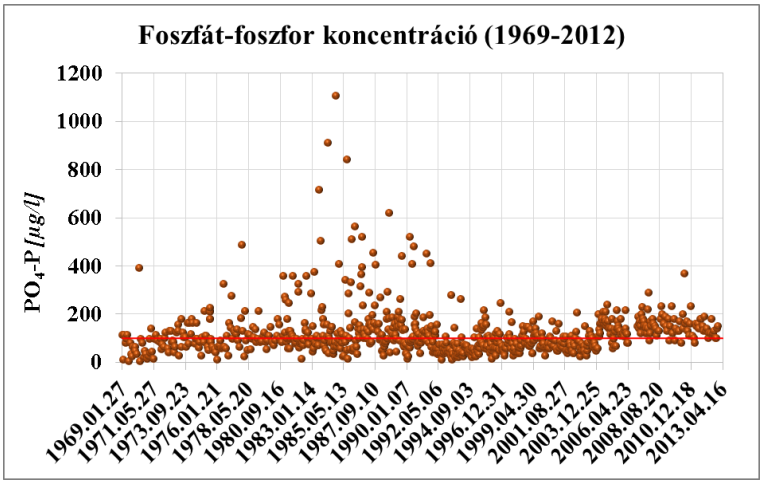
5.20. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért nitrát-nitrogén koncentrációk alakulása 1969-2012 között

Az **összes nitrogén** esetében a 1987-2012 időszakban nem állt rendelkezésünkre megfelelő számú adat (*5.21. ábra*), ezért e komponens tekintetében az EU VKI minősítéstől eltekintünk. Tájékoztató jelleggel megemlítjük, hogy a mért összes N koncentráció jellemzően alacsonyabb a határértéknél.



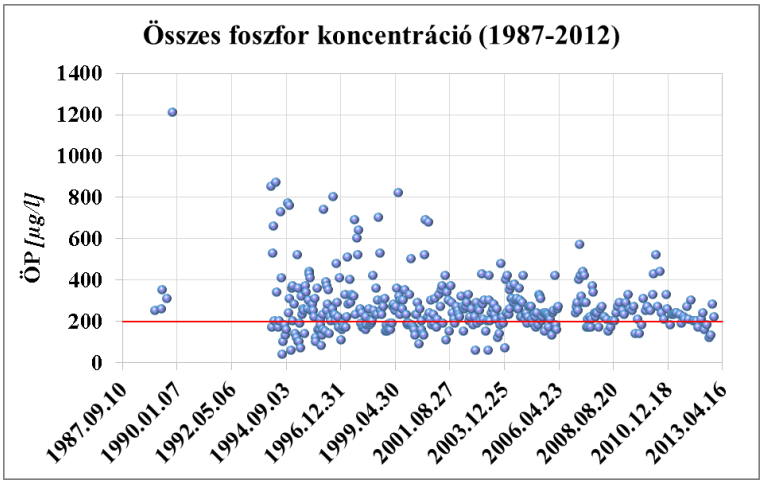
5.21. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért összes-nitrogén koncentrációk alakulása 1987-2012 között

Az **ortofoszfát-foszfor** koncentrációkat és a jó állapothoz kapcsolódó határértéket (100 µg/l: piros vonal) az *5.22. ábrán* ábrázoltuk. Megállapítható, hogy az ortofoszfát-foszfor koncentráció gyakran meghaladta a határértéket.



5.22. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért foszfát-foszfor koncentrációk alakulása 1969-2012 között

Az **összes foszfor** koncentrációk alapján a vízfolyás jellemzően ugyancsak nem érte el a jó állapotot (*5.23. ábra*).

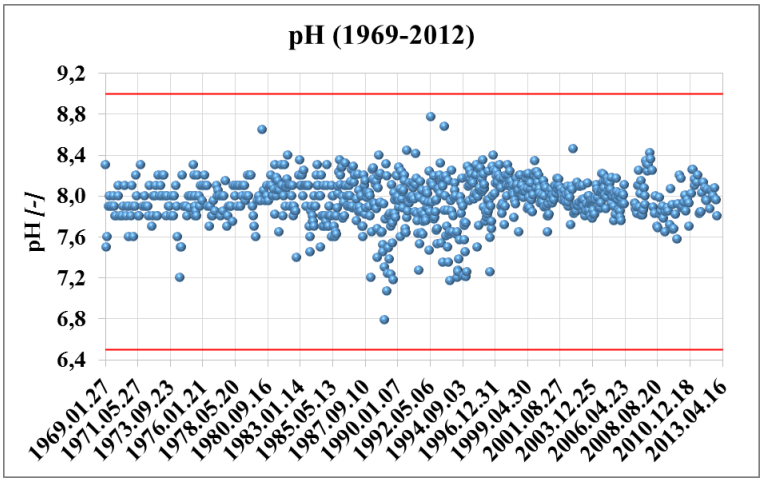


5.23. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért összes-foszfor koncentrációk alakulása 1987-2012 között

Összefoglalásképpen elmondható, hogy a Babócsai-Rinya Babócsai közúti híd alatti szakasza a tápanyagháztartás szempontjából nem felel meg a jó vízminőségi állapotnak. Megállapítható, hogy a Babócsai-Rinya Babócsai közúti híd alatti szakasza kedvezőbb állapotot mutat, mint Nagyatád alatt. Felhívjuk a figyelmet, hogy a magas PO_4-P és ÖP koncentráció a tervezett beavatkozások esetén a kis áramlási sebességgel jellemezhető Ó-Dráva szakaszokon elősegíti az eutrofizáció előrehaladását.

Savasodási állapot

Az *5.24. ábrán* a Babócsai-Rinyán mért **pH** értékek láthatóak, illetve a jó állapotot jellemző 6,50-9,00 közötti pH tartomány. Mindezek alapján megállapítható, hogy a vízfolyás eléri a jó állapotot, pH értéke 6,79 és 8,77 között változott a vizsgált időszakban.

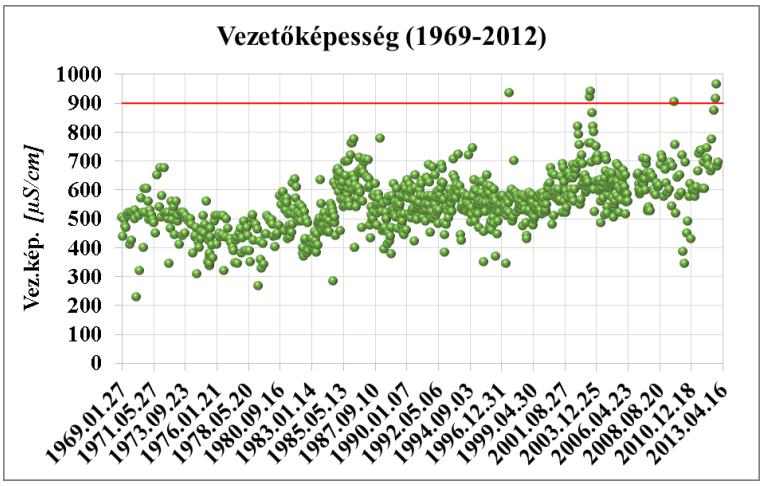


5.24. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért pH értékek alakulása 1969-2012 között

A savasodási állapot tekintetében a Babócsai-Rinya Babócsai közúti híd alatti szakasza megfelel a jó ökológiai állapotnak.

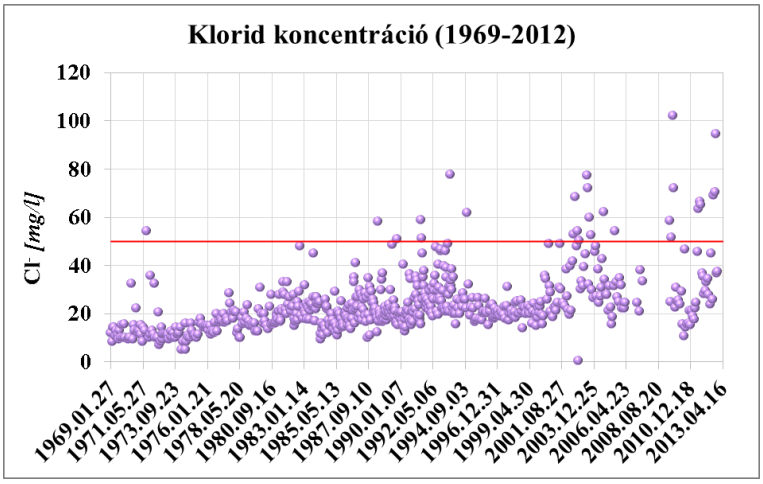
Sótartalom

A **fajlagos elektromos vezetőképesség**et az *5.25. ábrán* tüntettük fel, a jogszabályban meghatározott 900 µS/cm küszöbértékkel. Megállapítható, hogy a vizsgált víztest fajlagos elektromos vezetőképesség értékei 1-2 kivételtől eltekintve megfelel a jó állapotra vonatkozó határértéknek.



5.25. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért fajlagos elektromos vezetőképesség értékek alakulása 1969-2012 között

A **klorid-ion** koncentrációkat értékelve az *5.26. ábra* alapján megállapítható, hogy a 9-es víztest típusra vonatkozó 50 mg/l határérték alatt marad a mért értékek többsége, így a Babócsai-Rinya babócsai szakasza e paraméter tekintetében eléri a jó állapotot.



5.26. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért klorid koncentrációk alakulása 1969-2012 között

Megállapítható tehát, hogy a Babócsai-Rinya alvízi szakasza a sótartalom szempontjából a legtöbb esetben teljesíti a jó állapot eléréséhez szükséges határértékeket.

Összefoglalóan: A Babócsai-Rinya babócsai szakasza tehát az oxigénháztartás és tápanyagháztartás paraméterei alapján nem felel meg a jó állapotra vonatkozó előírásoknak, azonban a savasodási állapot és a sótartalom alapján eléri a jó állapotot. Bár a vízminőség kedvezőbb a nagyatádi monitoring ponton mért vízminőséghez viszonyítva, a szervesanyag, ammónium és foszfor terhelés hatásai a babócsai szelvényben is megmutatkoznak.

5.1.1.3 A Babócsai-Rinya hidrobiológiai vízminősége

Az OVGT készítésekor történt felmérések alapján a Babócsai-Rinya biológiai elemek szerinti állapota gyenge. A víztest adatlap szerinti értékelést az *5.2. táblázatban* foglaltuk össze.

Élőlény csoport	Index	Minősítés	Rövid szakvélemény
Makrozoobenton	EQR = 0,27 ASPT átlag = 3,96	gyenge	
Fitoplankton	EQR = 0,68	rossz	
Fitobentosz	IPS = 13,1	jó/mérsékelt*	
Halfauna	NA	NA/mérsékelt*	NA
Makrofita		gyenge	A zonáció nem megfelelő
Mikrobiológiai jellemzők			Antropogén hatást jelző mikroorganizmusok (Coliformok, Enterococcusok, Salmonella) tartós jelenléte.

IPS: Indice de Polluosensibilité Spécifique vagy Index of Pollution Sensitivity, kovaalga index a magyarországi vízfolyások ökológiai állapotának becsléséhez
ASPT: 2001-2006 közötti 5 osztályos minősítés indexe makrogerinctelenek tekintetében
EQR: a VKI ökológiai állapotértékelésének indexe (megfigyelt biológiai érték/referencia biológiai érték)
NA: nincs adat
* OVGT 5.1. melléklete szerint

5.2. táblázat - A Babócsai-Rinya hidrobiológiai vízminőségének értékelése

5.1.1.4 A Babócsai-Rinya vízminőségének összefoglaló értékelése

A Barcsi Ó-Dráva holtág (Fekete-árok) vízminőségét elsősorban a jelenleg egyetlen számottevő tápvízfolyást jelentő Babócsai-Rinya patak vízminősége határozza meg. **A Babócsai-Rinya vízminősége a rendelkezésünkre álló adatok alapján** (2012-ig bezárólag) az „egy rossz, mind rossz" elv alapján **sem a fizikai-kémiai paraméterek, sem pedig a hidrobiológiai jellemzők alapján nem éri el a jó ökológiai állapotot** (a sótartalmat és a savasodási állapotot jellemző paramétereket kivéve egyetlen paramétercsoport szerint sem jó állapotú a víztest). A Babócsai-Rinya vízminősége a Nagyatád-Babócsa szakaszon lényeges javulást mutat. Mind az oxigénháztartást, mint a tápanyag háztartást, mind pedig a sóháztartást jellemző paraméterek alapján kedvezőbb a vízfolyás kémiai állapota a Barcsi Ó-Drávához közelebb eső, babócsai térségben. Ki kell hangsúlyozni ugyanakkor, hogy **a tápvízfolyás a babócsai eredmények alapján is jelentős növényi tápanyag (N és P) terhelést jelent a Barcsi Ó-Dráva szempontjából, ami a holtág vízszintjének tervezett megemelését követően elősegítheti az Ó-Dráva eutrofizációs folyamatainak felgyorsulását**. Az eutrofizáció fokozódása a magas szervesanyag terheléssel párhuzamosan

kedvezőtlen körülmények esetén többek között oxigénhiányos állapotokat idézhet elő, elsősorban az éjszakai órákban.

Minden olyan, a Babócsai-Rinya vízgyűjtőjén végrehajtott beavatkozás, amely javítja a Rinya vízminőségét, kedvező hatást jelenthet a Barcsi Ó-Dráva kémiai és ökológiai vízminőségére vonatkozóan is.

Az Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv szerint a Babócsai-Rinya jó állapota 2021-re elérhető, amennyiben a vízgyűjtőn tervezett intézkedéseket végrehajtják.

Az OVGT-ben megjelölt intézkedések a következők:

- **IP2: Meder melletti viszonyok rendezése (ártér helyreállítása, hullámtér szélesítés, hullámtéri gazdálkodás, védősáv);**
- **HM1: Mederrehabilitáció dombvidéki kis- és közepes vízfolyásokon, fenntartással;**
- **DU3: Hallépcső, megkerülő csatorna építése;**
- **FE1: Vízhasználatok (vízkivételek, vízátvezetések) fenntartható megvalósítása az ökológiai szempontból szükséges mederben hagyandó vízhozam figyelembevételével;**
- **SZ1: Szennyvíztisztítás megoldása a Szennyvíz Program szerint (új szennyvíztisztító építése és/vagy meglévő bővítése és korszerűsítése, szennyvíz iszap kezelés vagy természetközeli szennyvíztisztítás megvalósítása);**
- **SZ4: Kommunális rendszerbe történő ipari használt- és szennyvízbevezetések felülvizsgálata (előtisztítás előírása vagy megszüntetése);**
- **TE3: Belterületi jó (vízvédelmi) gyakorlat;**
- **PT1: Oldaltározós halastavakból történő leeresztés a jó halgazdálkodási gyakorlat részeként;**
- **PT2: Ipari szennyvíz és használt termálvíz közvetlen bevezetések felülvizsgálata (korlátozása, szükség esetén megszüntetése).**

A Babócsai-Rinya jelenlegi magas növényi tápanyag koncentrációinak forrása egyrészt a vízfolyásba bocsátott kommunális szennyvizek tápanyag tartalma (Böhönye 1800 m^3/d, Nagyatád 7500 m^3/d, Segesd 120 m^3/d). Ugyan a korábbi évtizedekhez képest – gyakran a termelés visszaesése miatt – jelentősen lecsökkent a mezőgazdaság szennyezés hatása, a Babócsai-Rinya vízgyűjtő területén több nem megfelelő műszaki kialakítású, szigetelés nélküli almos- és hígtrágya tároló létesítmények üzemelnek, melyek szintén hozzájárulnak a patak nitrogén és foszfor terheléséhez. A szennyvíztisztító telepek és az állattartó telepek korszerűsítése (és az egyéb tervezett intézkedések) következtében a jövőben várható a Babócsai-Rinya vízminőségének bizonyos mértékű javulása, azonban a 2004-2012 között mért vízminőségi adatok alapján ez a javuló tendencia még nem mutatható ki.

A Babócsai-Rinya vízminőségi elemzése alapján összefoglalóan megállapítható, hogy vízminősége a Barcsi Ó-Dráva eutrofizációs veszélyeztetettsége szempontjából kedvezőtlen. A Babócsai-Rinya növényi tápanyag tartalma a holtágban való tartózkodási idő megnövekedése esetén nem kívánt vízminőség-változásokhoz (fokozódó

eutrofizációhoz) vezethet. Javasoljuk ezért a tápvízfolyással érkező nitrogén és foszfor terhelés csökkentési lehetőségeket a Barcsi Ó-Dráván megvalósításra kerülő víz-visszatartási beavatkozások tervezésekor figyelembe venni.

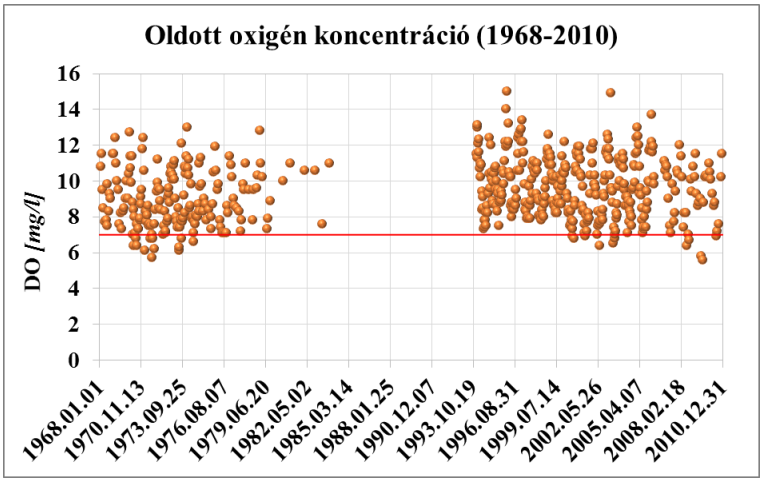
5.1.2 Dráva

A Dráva fizikai-kémiai jellemzőit az őrtilosi, valamint a barcsi vízminőségi monitoring ponton mért paraméterek alapján, helyszínenként külön értékeljük az 5.*1.3.1. és 5.1.3.2. fejezetben*. A hidrobiológiai vízminőséget az OVGT adatlap összesített információi alapján, összefoglalóan az 5.*1.3.3. fejezetben* mutatjuk be.

5.1.2.1 A Dráva fizikai-kémiai vízminősége Őrtilosnál

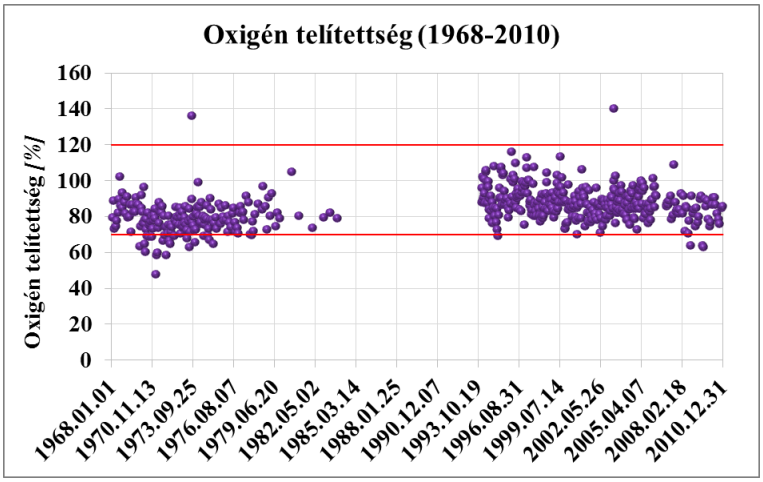
Oxigénháztartás paraméterei

A Dráván Őrtilosnál mért **oldott oxigén** koncentráció alakulását, valamint a jogszabályban megállapított, jó állapot eléréséhez szükséges, 7 mg/l-es küszöbértéket az *5.27. ábrán* tüntettük fel. Az adatok alapján megállapítható, hogy a víztest a vizsgált időszak alatt – néhány kivétellel – teljesíti a jó vízminőségi állapot kritériumát.



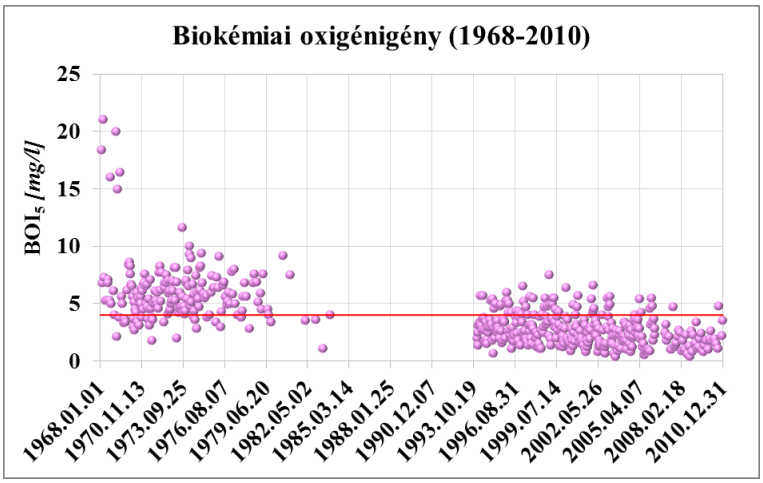
5.27. ábra - A Dráván Őrtilosnál mért oldott oxigén koncentrációk alakulása 1968-2010 között

Az **oxigén telítettség**i értékek jellemzően a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben foglalt intervallumon belül estek, így e komponens szempontjából is teljesülnek a jó állapot feltételei (*5.28. ábra*).



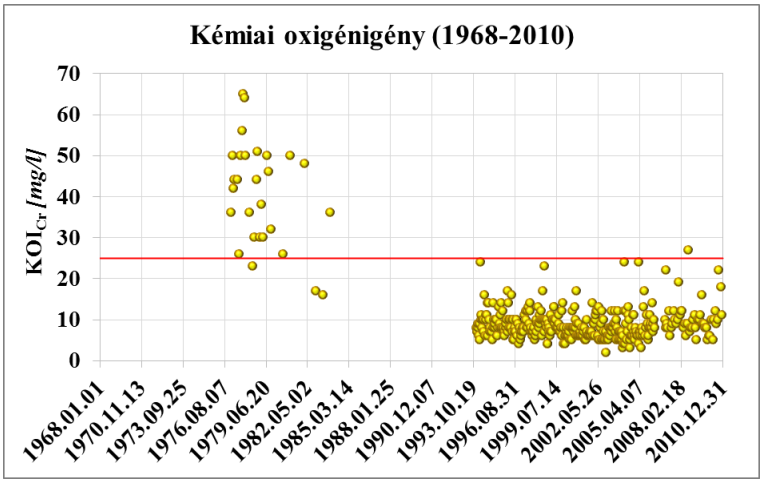
5.28. ábra - A Dráván Őrtilosnál mért oxigén telítettségi értékek alakulása 1968-2010 között

A **BOI_5** koncentrációk (*5.29. ábra*) alapján megállapítható, hogy 1968-1981 között rendszerint 4 mg/l fölötti értékeket mértek, azonban 1994-től a legtöbb esetben már a küszöbérték alatti koncentrációk alakultak ki, így a víztest jellemzően eléri a jó vízminőségi állapotot (az éves átlagérték alapján jó állapotú, azonban egyes mérések alkalmával rendszeresen előfordultak határérték-túllépések).



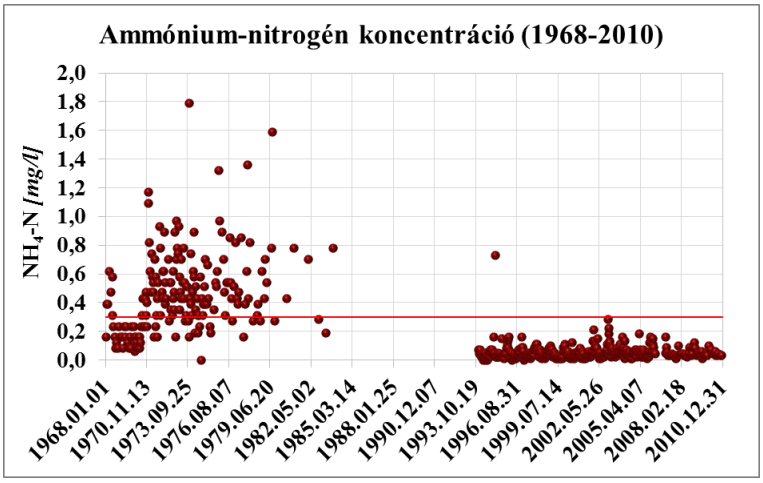
5.29. ábra - A Dráván Őrtilosnál mért BOI_5 koncentrációk alakulása 1968-2010 között

Az *5.30. ábrán* a Dráva őrtilosi szakaszán mért **KOI_{Cr}** koncentrációkat tüntettük fel, mely alapján megállapítható, hogy a vízfolyás jó állapotú.



5.30. ábra - A Dráván Őrtilosnál mért KOI_{Cr} koncentrációk alakulása 1968-2010 között

A Dráva az Őrtilosnál mért **ammónium-nitrogén** koncentrációk alapján 1968-1983 között általában nem, azonban 1994-től kezdve szinte minden esetben teljesíti a jó állapotra vonatkozó 0,3 mg/l-es határértéket (*5.31. ábra*).

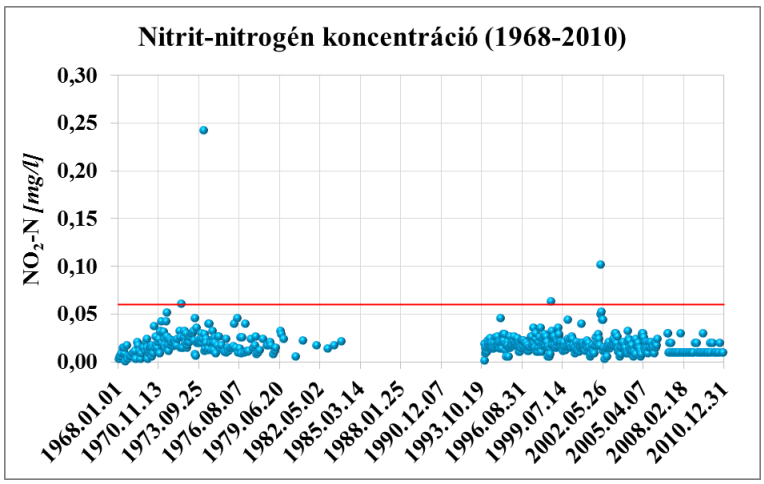


5.31. ábra - A Dráván Őrtilosnál mért ammónium-nitrogén koncentrációk alakulása 1968-2010 között

Az oxigénháztartás paramétereinek eredményeit összefoglalva megállapítható, hogy a 7-es víztest-típusba tartozó Dráva őrtilosi szakasza az EU VKI szerinti értékelés szerint az 1970-es, 1980-as években a magas terhelések (pl. szennyvízbevezetés) következtében nem érte el a jó állapotot. Az 1990-es évek első felétől kezdve azonban a víztest állapota jelentősen javult, és a BOI_5, KOI_{Cr} és NH_4-N komponensek tekintetében is megfelelt a jó ökológiai állapotra vonatkozó küszöbértékeknek. Határérték túllépések főként a biológiailag bontható szervesanyagok (BOI_5) esetében fordultak elő az egyes mérések alkalmával.

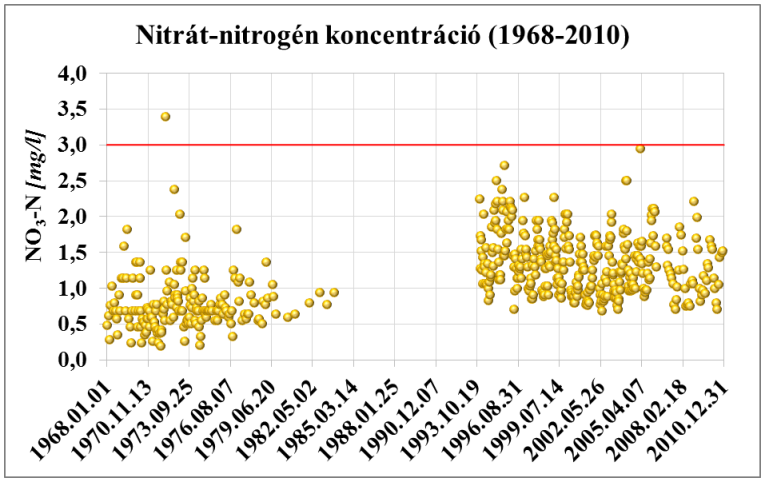
Tápanyagháztartás paraméterei

A Dráván Őrtilosnál mért **nitrit-nitrogén** koncentrációk alapján megállapítható, hogy a vízfolyás állapota ezen paraméter alapján jó; egy-két kivételtől eltekintve 0,06 mg/l alatti értékek adódtak (*5.32. ábra*).



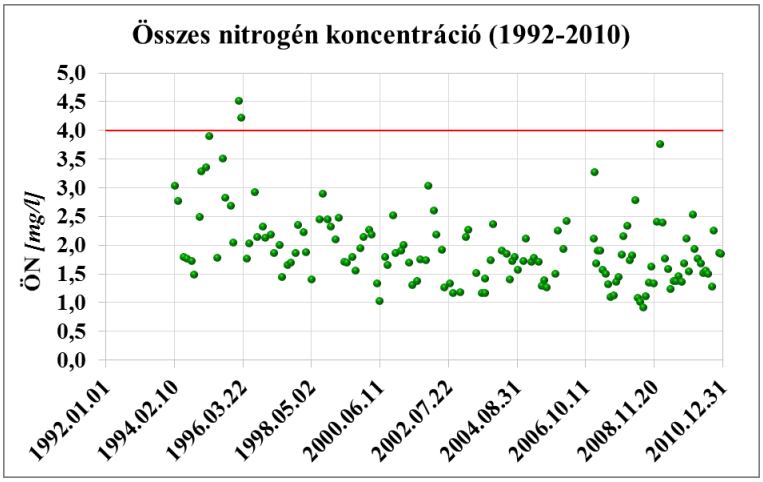
5.32. ábra - A Dráván Őrtilosnál mért nitrit-nitrogén koncentrációk alakulása 1968-2010 között

A **nitrát-nitrogén** koncentráció esetében is hasonló megállapításra juthatunk, mint a nitrit-nitrogén értékelésénél, a jó állapotnak megfelelően 3,0 mg/l alatti koncentrációk alakultak ki (*5.33. ábra*).



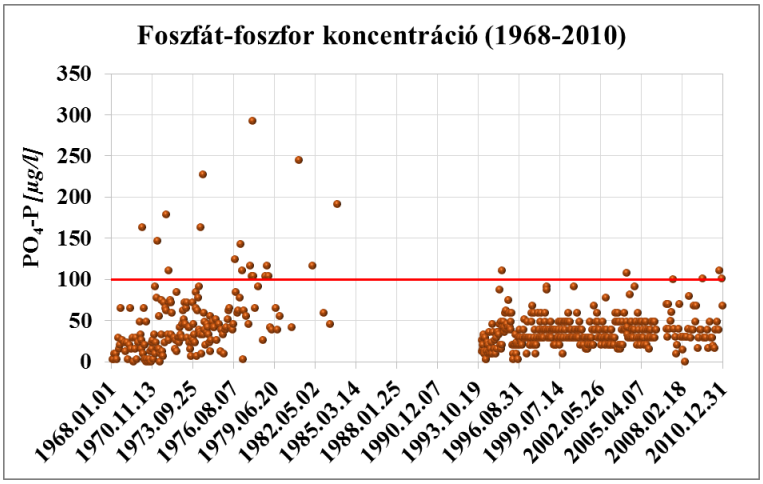
5.33. ábra - A Dráván, Őrtilosnál mért nitrát-nitrogén koncentrációk alakulása 1968-2010 között

A Dráván Őrtilosnál mért **összes nitrogén** koncentráció adatok 1994-től állnak rendelkezésünkre, de ezen értékek alapján is megállapítható, hogy a víztest állapota jó (*5.34. ábra*).



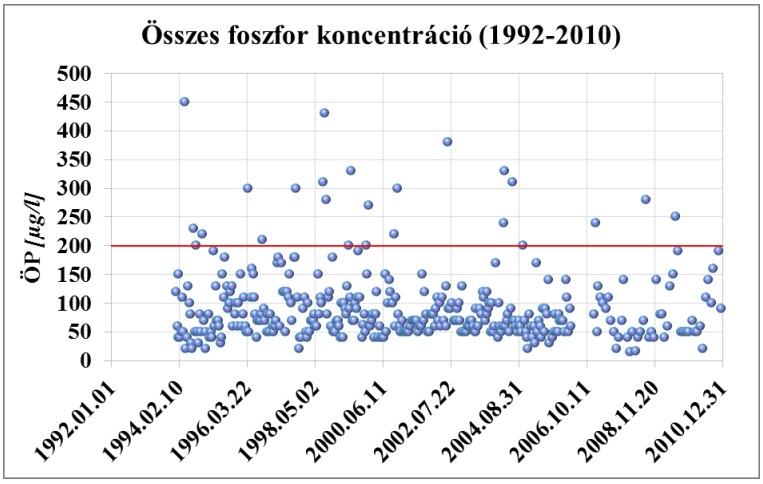
5.34. ábra - A Dráván Őrtilosnál mért összes-nitrogén koncentrációk alakulása 1992-2010 között

A Dráva őrtilosi szakaszán mért **ortofoszfát-foszfor** koncentrációk rendszerint nem haladták meg a jó állapot eléréséhez szükséges 100 mg/l-es határértéket (*5.35. ábra*).



5.35. ábra - A Dráván Őrtilosnál mért foszfát-foszfor koncentrációk alakulása 1968-2010 között

A Dráván az 1992-2010 közötti időszakban mért **összes foszfor** koncentrációkat, valamint a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendeletben szereplő dombvidéki közepes vízfolyásokra vonatkozó 200 mg/l-es határértéket (piros vonal) az *5.36. ábrán* tüntettük fel. A vizsgált víztest néhány kivételtől eltekintve megfelel a jó állapotra vonatkozó előírásoknak.

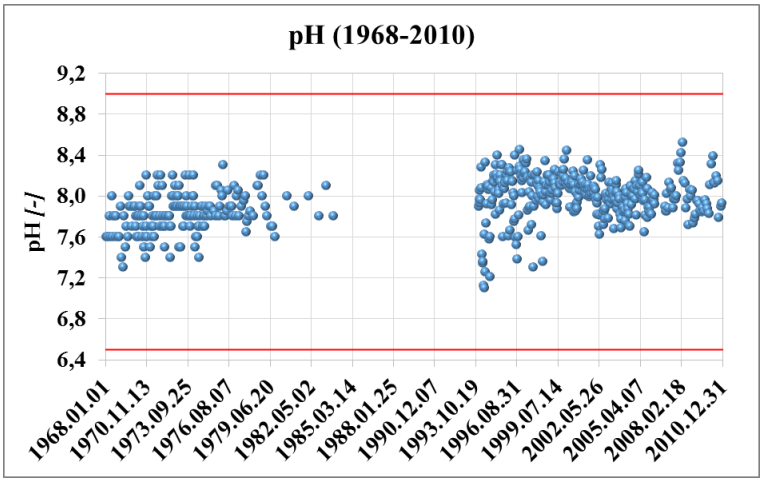


5.36. ábra - A Dráván Őrtilosnál mért összes-foszfor koncentrációk alakulása 1992-2010 között

Összefoglalóan elmondható, hogy a Dráva őrtilosi szakasza a tápanyagháztartás szempontjából jellemzően megfelel a jó vízminőségi állapotnak.

Savasodási állapot

Az *5.37. ábrán* a Dráva őrtilosi szakaszán mért **pH** értékeket, valamint a jó állapotot jelentő 6,5-9,0 intervallumot tüntettük fel, mely alapján megállapítható, hogy a víztest eléri a jó állapotot, pH értéke 7,2 és 8,4 között változott a vizsgált időszakban.

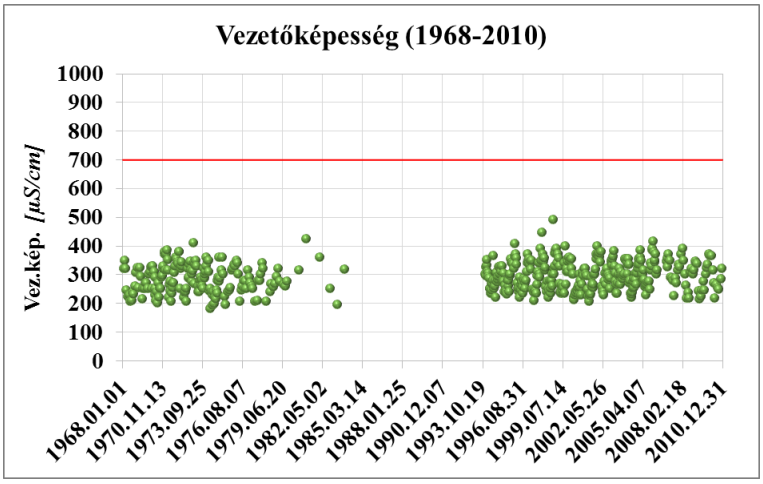


5.37. ábra - A Dráván Őrtilosnál mért pH értékek alakulása 1968-2010 között

A savasodási állapot tekintetében a Dráva felső szakasza jó állapotú.

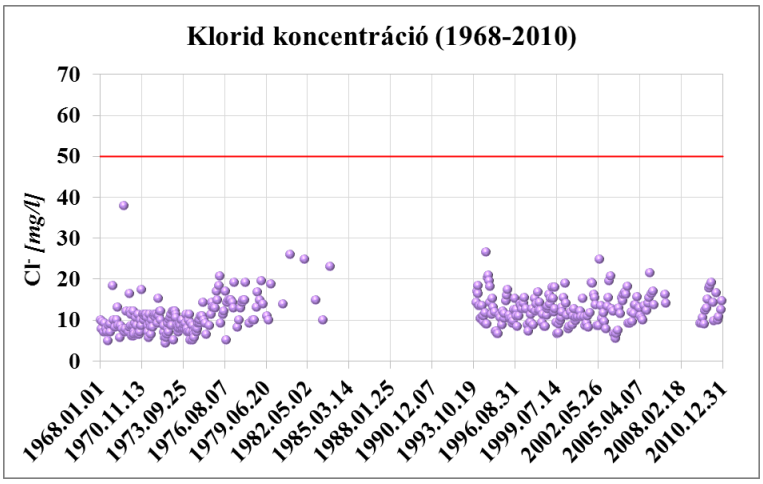
Sótartalom

A **fajlagos elektromos vezetőképesség** változását a Dráván Őrtilosnál, illetve a jó állapothoz tartozó határértéket (700 µS/cm) az *5.38. ábra* mutatja be. A diagram alapján megállapítható, hogy a mért értékek jellemzően 200-400 µS/cm közötti tartományban mozogtak, így a víztest jó állapotú.



5.38. ábra - A Dráván Őrtilosnál mért fajlagos elektromos vezetőképesség értékek alakulása 1968-2010 között

Klorid-ion koncentráció esetén a jó állapot eléréséhez a jogszabály 50 mg/l határértéket ír elő a 7-es víztest-típusba tartozó Dráva felső szakaszára, amelynek biztonsággal megfelel a Dráva vízminősége (*5.39. ábra*).



5.39. ábra - A Dráván Őrtilosnál mért klorid koncentrációk alakulása 1968-2010 között

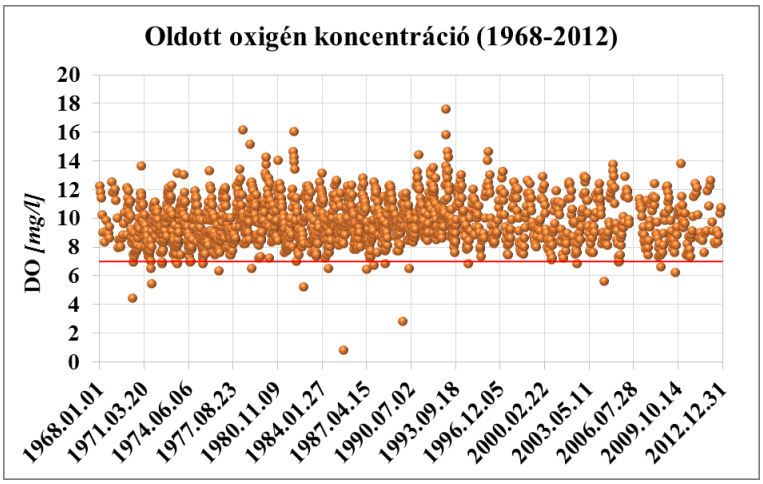
Megállapítható, hogy a Dráva őrtilosi szakasza a sótartalom szempontjából minden esetben teljesíti a jó állapot eléréséhez szükséges határértékeket.

Összefoglalóan: A Dráva Őrtilosnál mért fizikai-kémiai paraméterei alapján az 1994-2010 időszakban elérte a jó állapotot.

5.1.2.2 A Dráva fizikai-kémiai vízminősége Barcsnál

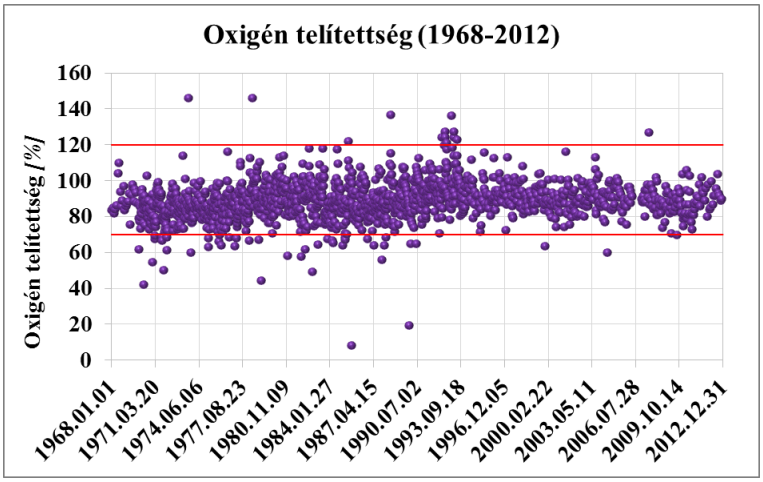
Oxigénháztartás paraméterei

Az **oldott oxigén** koncentráció alakulását a Dráva magyarországi, középső szakaszán az *5.40. ábra* szemlélteti. Az értékek alapján megállapítható, hogy a 14-es víztest-típusra vonatkozó jó vízminőségi állapot kritériuma a legtöbb esetben teljesül (7 mg/l feletti oldott oxigén koncentrációk alakultak ki).



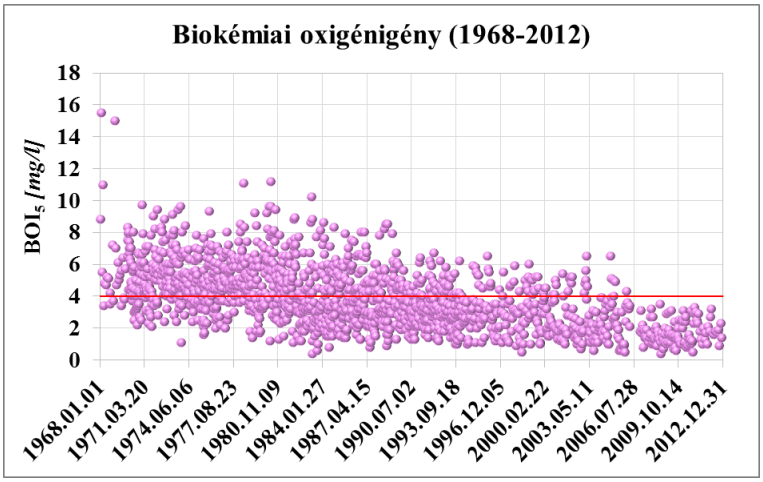
5.40. ábra - A Dráván Barcsnál mért oldott oxigén koncentrációk alakulása 1968-2012 között

Az **oxigén telítettség**i értékekre a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet 70-120 mg/l-es határérték intervallumot állapít meg, ez alapján a vizsgált víztest jellemzően eléri a jó állapotot (*5.41. ábra*).



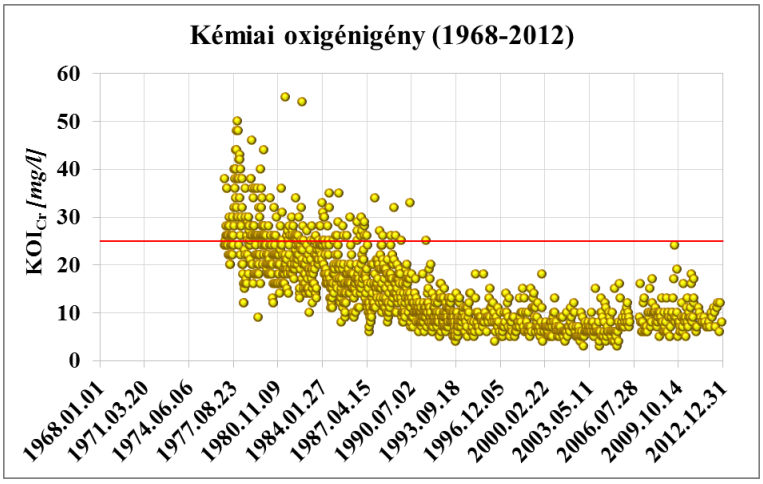
5.41. ábra - A Dráván Barcsnál mért oxigén telítettségi értékek alakulása 1968-2012 között

A Dráva barcsi szakaszán a **BOI_5** koncentráció csökkenő tendenciát mutat az 1968-2012 időszakban. Még a ’80-as évekig a határértéket meghaladó szervesanyag tartalom volt jellemző, a ’90-es évektől kezdődően a Dráva vízminősége a mérések nagyobb hányadában eléri a jó állapotot (*5.42. ábra*).



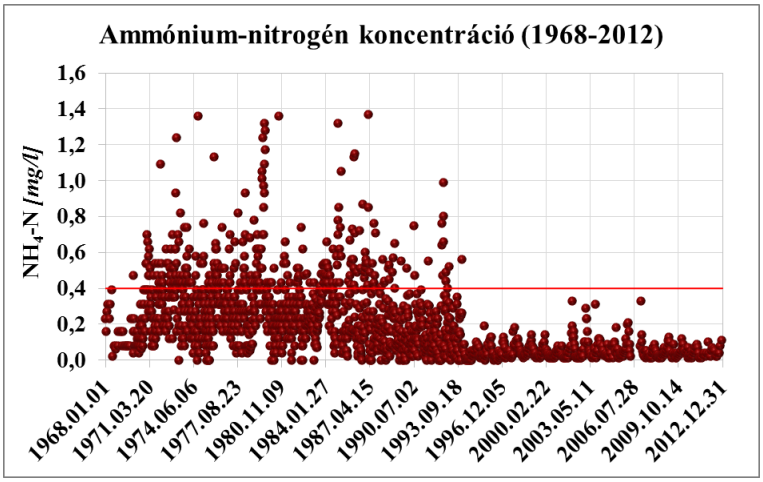
5.42. ábra - A Dráván Barcsnál mért BOI_5 koncentrációk alakulása 1968-2012 között

Az *5.43. ábrán* bemutatott dikromátos **kémiai oxigénigény** értékek alapján megállapítható, hogy az 1977 és 1990 közötti időszakban határérték feletti értékek is kialakultak, azonban az 1990-es évektől kezdődően a Dráva vízminősége megfelel a jó ökológiai állapotnak.



5.43. ábra - A Dráván Barcsnál mért KOI_{Cr} koncentrációk alakulása 1968-2012 között

Hasonlóan az **ammónium-nitrogén** koncentrációk esetében is a ’90-es évek elejétől kezdve állt be a vízfolyás jó vízminőségi állapota (*5.44. ábra*).

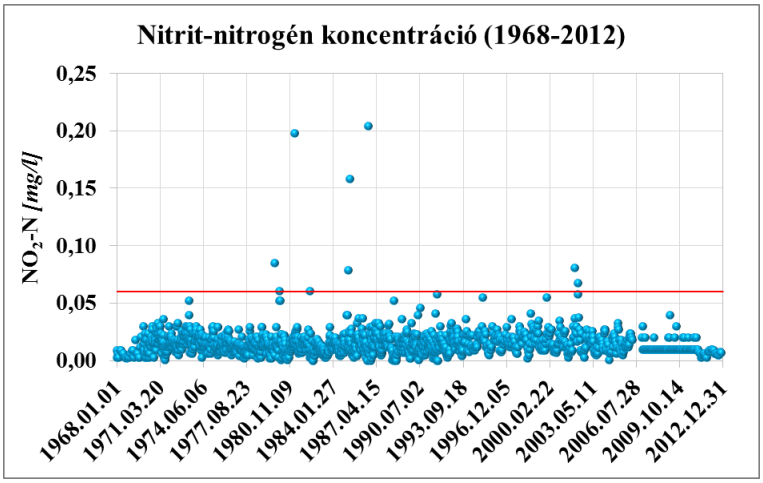


5.44. ábra - A Dráván Barcsnál mért ammónium-nitrogén koncentrációk alakulása 1968-2012 között

Az oxigénháztartás komponenseinek eredményeit összefoglalva megállapítható, hogy a 14-es víztest-típusba tartozó Dráva középső szakasza az EU VKI szerinti értékelés alapján az „egy rossz, mind rossz elvet" követve nem minden mérés alkalmával érte el a jó vízminőségi állapotot, leggyakrabban a kismértékben magasabb BOI_5 értékeknek köszönhetően. Ha azonban az éves átlagértékeket tekintjük, a víztest megfelel az oxigénháztartási paraméterek alapján a jó állapotnak.

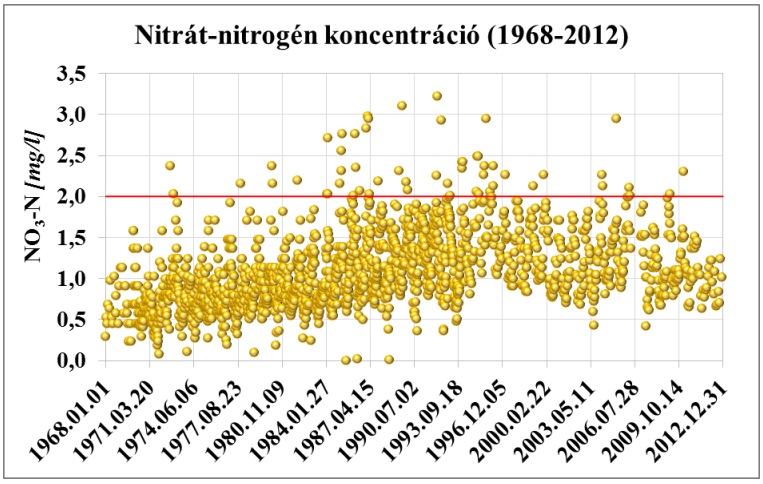
Tápanyagháztartás paraméterei

A Dráva középső szakaszán mért **nitrit-nitrogén** koncentrációk jellemzően teljesítik a jó állapotra vonatkozó, 0,06 mg/l-es határértéket (*5.45. ábra*).



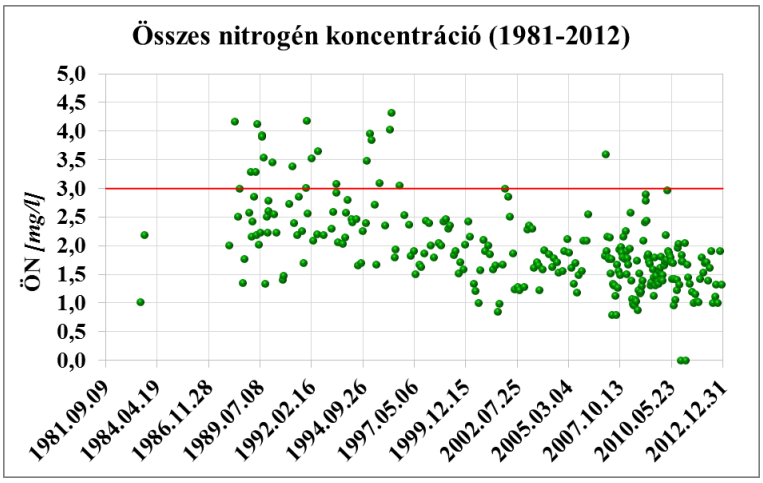
5.45. ábra - A Dráván Barcsnál mért nitrit-nitrogén koncentrációk alakulása 1968-2012 között

A Dráva barcsi szakaszán mért **nitrát-nitrogén** koncentrációkat, valamint a jogszabályban megállapított határértéket (2,0 mg/l) az *5.46. ábrán* tüntettük fel. A vizsgált időszakra vonatkozóan a víztest minősége jellemzően eléri a jó állapotot.



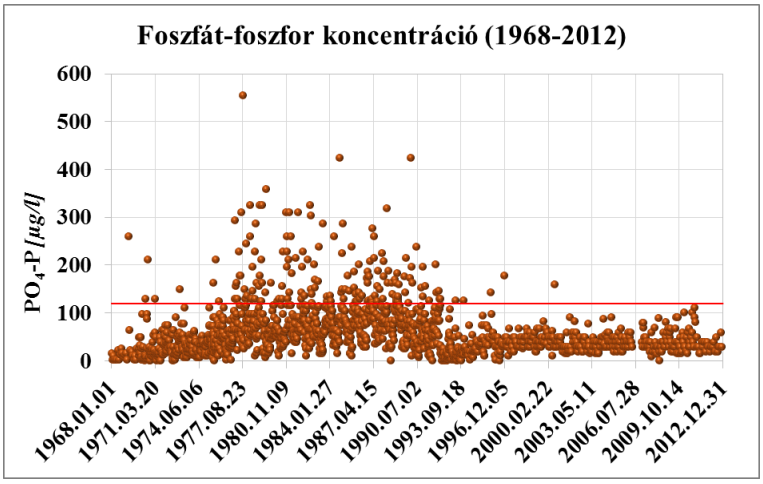
5.46. ábra - A Dráván Barcsnál mért nitrát-nitrogén koncentrációk alakulása 1968-2012 között

A Dráva középső szakaszán az **összes nitrogén** koncentráció értékek szintén megfelelnek a jó állapotnak (*5.47. ábra*).



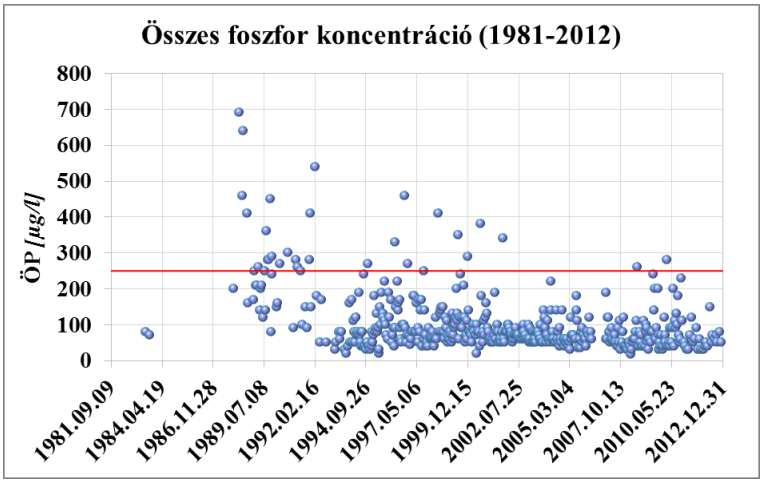
5.47. ábra - A Dráván Barcsnál mért összes-nitrogén koncentrációk alakulása 1981-2012 között

A Dráva középső szakaszára jellemző **ortofoszfát-foszfor** koncentrációk alakulását az *5.48. ábrán* tüntettük fel, amely alapján megállapítható, hogy az 1990-es évek elejétől a jó állapotot jellemző határérték túllépése csak kivételes esetekben fordult elő.



5.48. ábra - A Dráván Barcsnál mért foszfát-foszfor koncentrációk alakulása 1968-2012 között

Az **összes foszfor** koncentráció esetén a jó állapot eléréséhez a 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet 250 µg/l határértéket ír elő a Dráva magyarországi, középső szakaszára. A vizsgált időszakra vonatkozóan a víztest minősítése jellemzően jó, éves szinten egy-két határértéket meghaladó koncentrációt mértek (*5.49. ábra*).

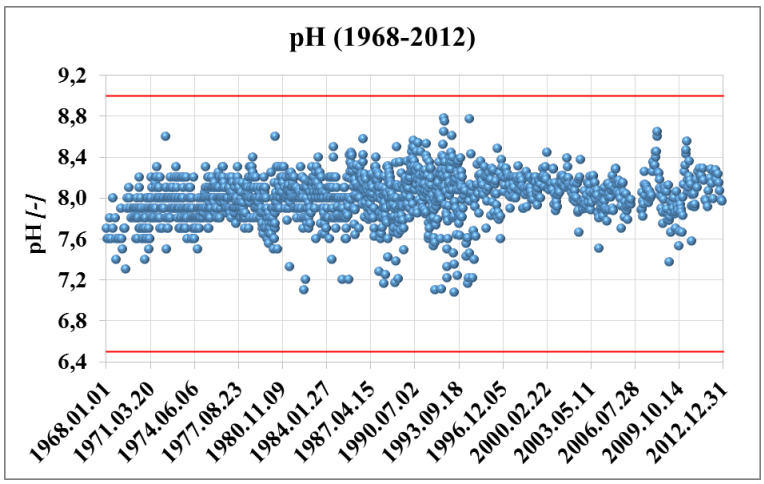


5.49. ábra - A Dráván Barcsnál mért összes-foszfor koncentrációk alakulása 1981-2012 között

A tápanyagháztartásra vonatkozó eredményeket összefoglalva megállapítható, hogy mindegyik paraméter (NO_2-N, NO_3-N, ÖN, PO_4-P, ÖP) esetében előfordultak időnként (különösen a '90-es éveket megelőzően) határérték feletti értékek, azonban ennek ellenére a vizsgált időszakban a Dráva vízminősége elérte a jó állapotot.

Savasodási állapot

A Dráván Barcsnál mért **pH** értékek jellemzően 7,6-8,4 intervallumon belül változtak, ezáltal a jogszabályban meghatározott jó állapotra vonatkozó határértéknek (6,5-9,0) megfelelt a vízminőség (*5.50. ábra*).

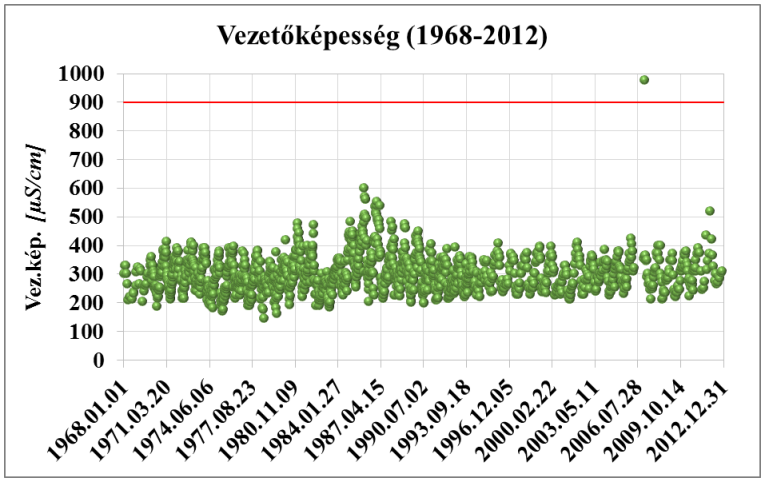


5.50. ábra - A Dráván Barcsnál mért pH értékek alakulása 1968-2012 között

A savasodási állapot tekintetében a Dráva magyarországi középső szakasza megfelelt a jó állapotot jellemző kritériumoknak.

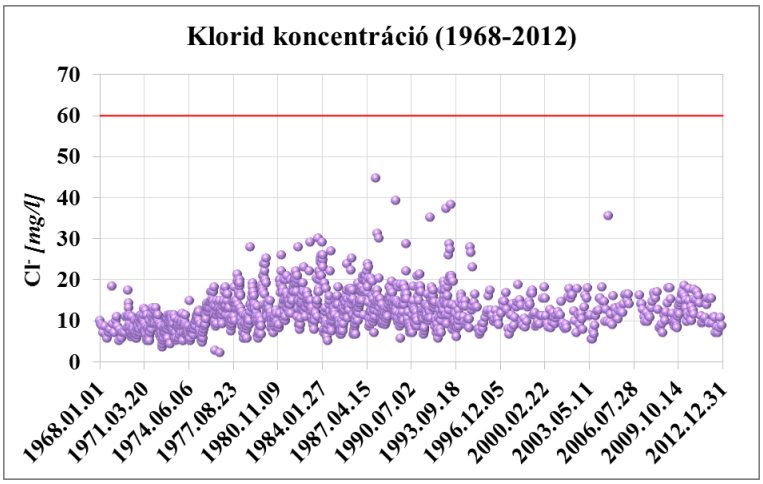
Sótartalom

A Dráva barcsi szakaszára vonatkozó **fajlagos elektromos vezetőképességi** értékeket, valamint a jogszabályban meghatározott, 900 µS/cm-es küszöbértéket az *5.51. ábrán* tüntettük fel. Az adatok alapján megállapítható, hogy a vizsgált víztest ezen paraméter tekintetében jó állapotú.



5.51. ábra - A Dráván Barcsnál mért fajlagos elektromos vezetőképesség értékek alakulása 1968-2012 között

A Dráván Barcsnál mért **klorid-ion** koncentrációkat, illetve a jó állapot eléréséhez szükséges határértéket (60 mg/l) az *5.52. ábrán* tüntettük fel. A mért értékek alapján kijelenthető, hogy a vizsgált víztest állapota minden esetben eléri a jó állapotot.



5.52. ábra - A Dráván Barcsnál mért klorid koncentrációk alakulása 1968-2012 között

A Dráva középső szakaszának vízminősége a sótartalom szempontjából tehát minden esetben elérte a jó állapotot.

Összefoglalóan megállapítható, hogy hasonlóan a Dráva felső, őrtilosi szakaszához, a Barcsnál mért fizikai-kémiai vízminőség is elérte a jó állapotot.

5.1.2.3 A Dráva hidrobiológiai vízminősége

Az OVGT készítésekor történt felmérések alapján a Dráva biológiai elemek szerinti állapota jó, illetve kevésbé szennyezett. A víztest adatlap szerinti értékelést az *5.3. táblázatban* foglaltuk össze.

Élőlény csoport		Év	Index	Minősítés	Rövid szakvélemény
Makrozoobenton	**Barcs**	2005	ASPT átl. = 4,22	III.A Kevésbé szennyezett, II.B. Jó minőségű	
		2006	ASPT = 3,95	II.A Jó minőségű	
		2007	ASPT = 3,56	III.A. Kevésbé szennyezett	
	Dráva-szabolcs	2005	ASPT = 3,56	III.A. Kevésbé szennyezett	
		2006	ASPT átl. = 4,11	II.A Jó minőségű III.A. Kevésbé szennyezett	
		2007	ASPT = 4,00	II.B Jó minőségű	
Fitoplankton			EQR = 0,85	jó	
Fitobentosz			IPS = 14,75	jó	
Halfauna			NA	NA	NA
Makrofita			NA	NA	NA
Mikrobiológiai jellemzők					Antropogén hatást jelző mikro-organizmusok (Coliformok, Enterococcusok, Salmonella) tartós jelenléte.

IPS: Indice de Polluosensibilité Spécifique vagy Index of Pollution Sensitivity, kovaalga index a magyarországon vízfolyások ökológiai állapotának becsléséhez
ASPT: 2001-2006 közötti 5 osztályos minősítés indexe makrogerinctelenek tekintetében
EQR: a VKI ökológiai állapotértékelésének indexe (megfigyelt biológiai érték/referencia biológiai érték)
NA: nincs adat

5.3. táblázat – A Dráva vízminőségének biológiai értékelése Barcsnál és Drávaszabolcsnál

5.1.2.4 A Dráva vízminőségének összefoglaló értékelése

A Dráva vízminőségét a Drávából történő lehetséges vízpótlási alternatívák elemzése érdekében vizsgáltuk. Emellett jelentősebb árvizek esetén a Barcsi Ó-Dráva holtág (Fekete-árok) az alsó végén lévő hidraulikai összeköttetése révén a Drávából is kap vizet, ezáltal a holtág vízminőségét jelenleg is befolyásolhatja.

A Dráva vízminősége a rendelkezésünkre álló adatok alapján (2012-ig bezárólag) **a fizikai-kémiai paraméterek alapján eléri a jó állapotot, a hidrobiológiai jellemzők alapján pedig jó minőségű, illetve kevésbé szennyezett.**

Az oxigénháztartást jellemző komponensek eredményei alapján a Dráva középső szakaszának vízminősége rendszerint a jó kategóriába sorolható (kivétel BOI_5), ezáltal a Drávából történő esetleges átvezetés javíthatja az oxigénháztartási viszonyokat.

A tápanyagháztartás komponenseit értékelve megállapítható, hogy a Drávából történő vízátvezetés a jelenleg a Babócsai-Rinyán, illetve a Barcsi Ó-Drávában megjelenő, határérték feletti koncentráció csúcsokat „levághatja", ezáltal minden komponens tekintetében jó javulna a víztest minősége.

A savasodási állapot tekintetében a Dráva jellemzően a kiváló osztályba sorolható, ez alapján a pH-ra vonatkozóan az átvezetés változást nem generálna.

A sótartalom szempontjából a Barcsi Ó-Drávára legtöbb esetben a jó állapot jellemző, ami a Drávából való átvezetés hatására tovább javulhat.

A Dráva vízminőségi elemzése alapján összefoglalóan megállapítható, hogy - amennyiben ezt a hidrológiai viszonyok lehetővé teszik - a Barcsi Ó-Dráva vízpótlásának a Drávából való átvezetéssel történő megoldása kifejezetten kedvező hatással lenne a holtág jelenlegi vízminőségére vonatkozóan.

5.1.3 Barcsi Ó-Dráva

5.1.3.1 A Barcsi Ó-Dráva fizikai-kémiai vízminősége

Az „Integrált Dráva Monitoring – Komplex vízrajzi, vízminőségi, ökológiai információs rendszer a Dráva területére" című projekt keretében vízkémiai monitoringot üzemeltettek az Ó-Dráván „Barcs: Fekete-árok" állomáson (EOV X: 69743, EOV Y: 521682), melynek eredményeit az eddigi észlelési időszakra vonatkozóan az *5.4. táblázat* tartalmazza. A vízkémiai monitoring során 2000-2005. között évi 3, majd a 2006. évben évi egy mérésre került sor. Ezen összefoglaló eredmények alapján **a Barcsi Ó-Dráva vízminősége elsősorban szervesanyag, illetve a foszfor-formák tekintetében kedvezőtlen**. A többi paraméter mért maximum értékei is megfeleltek a jó állapotra vonatkozó határértékeknek.

Komponens	Mérték-egység	Mért minimum érték	Mért maximum érték	90%-os tartóssággal számolt érték
Vízhőmérséklet	***[°C]***	9,0	24,6	22,1
pH	***[-]***	7,60	8,12	8,07
Vezetőképesség	***[µS/cm]***	560	860	724
Oldott O_2	***[mg/l]***	2,1	8,7	8,5
KOI_{ps}	***[mg/l]***	5,4	12,8	8,2
KOI_{Cr}	***[mg/l]***	15	**60**	**21**
BOI_5	***[mg/l]***	0,7	**7,9**	**6,5**
NH_4-N	***[mg/l]***	0,01	0,12	0,10
NO_2-N	***[mg/l]***	0,003	0,060	0,015
NO_3-N	***[mg/l]***	0,02	1,28	0,66
Összes N	***[mg/l]***	0,423	2,120	1,790
PO_4-P	***[mg/l]***	0,060	**0,230**	**0,157**
Összes P	***[mg/l]***	0,100	**0,250**	**0,227**

5.4. táblázat - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért vízminőségi paraméterek (2000-2006) [forrás: http://www.dravamonitoring.eu]

A Barcsi Ó-Drávára (Fekete-árok) a 2012-es évre vonatkozóan havi rendszerességű vízminőségi adatok állnak a rendelkezésünkre (lásd *5.5. táblázat* és *5.53-5.65. ábrák*), ezen információk alapján tudunk következtetni a holtág jelenlegi állapotára, azonban aktuális mérési eredmények nem állnak rendelkezésünkre.

A felszíni víz vízszennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól szóló 10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet 4. szakaszának (Vízminőségi határértékekre vonatkozó előírások) 6. § (2) bekezdése alapján a vízminőségi határértékek éves átlagértékként meghatározott vízszennyezettségre vonatkoznak, ugyanakkor a rendelkezésre álló adatok rendkívül korlátozott volta miatt az alábbiakban elsősorban az egyes mérési időpontokban nyert adatok alapján minősítjük a Barcsi Ó-Dráva víztestet (lásd *5.5. táblázat*).

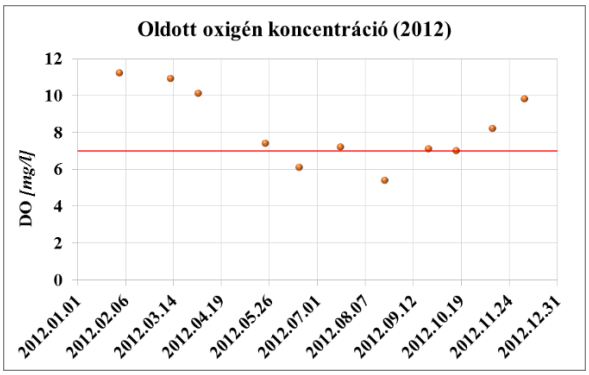
Dátum	pH	Vez.kép.	DO	O_2 tel.	BOI_5	KOI_{Cr}	Cl^-	NH_4-N	NO_2-N	NO_3-N	ÖN	PO_4-P	ÖP
	[-]	*[µS/cm]*	*[mg/l]*	*[%]*	*[mg/l]*	*[mg/l]*	*[mg/l]*	*[mg/l]*	*[mg/l]*	*[mg/l]*	*[mg/l]*	*[µg/l]*	*[µg/l]*
2012.02.02	8,15	715	11,2	**79**	**4,0**	16	27,0	**0,26**	0,008	0,97	1,79	**110,8**	150
2012.03.12	8,12	715	10,9	89	3,3	14	37,6	0,09	0,010	0,90	1,99	81,5	140
2012.04.02	8,27	725	10,1	92	2,9	17	38,2	0,09	0,040	0,63	1,21	**101,1**	150
2012.05.23	7,97	750	7,4	**78**	3,0	15	44,2	0,11	0,050	0,72	1,19	**140,2**	**210**
2012.06.18	8,26	775	**6,1**	**73**	1,1	17	44,8	0,07	0,010	0,72	1,08	**189,1**	**260**
2012.07.19	8,26	745	7,2	80	1,2	17	41,4	0,05	0,009	0,45	0,88	**130,4**	170
2012.08.22	8,28	**960**	**5,4**	**63**	0,9	**24**	**82,0**	0,08	0,009	0,50	1,14	**179,3**	**250**
2012.09.24	8,21	**980**	7,1	**73**	1,2	18	**86,0**	0,07	0,006	0,47	1,02	**101,1**	120
2012.10.15	8,17	885	7,0	**69**	1,9	16	**75,5**	0,04	0,003	0,63	0,89	**101,1**	130
2012.11.12	8,07	695	8,2	**72**	1,6	**28**	36,2	0,10	0,010	0,77	1,47	**130,4**	190
2012.12.06	8,09	675	9,8	**75**	1,5	19	28,8	0,17	0,008	0,95	1,35	**110,8**	140
Átlag	**8,17**	**784**	**8,2**	**77**	**2,1**	**18**	**49,2**	**0,10**	**0,015**	**0,70**	**1,27**	**125,1**	**174**
10/2010. (VIII.18.) VM rendelet	**6,5-9**	**<900**	**>7**	**80-110**	**<3,5**	**<20**	**<50**	**<0,2**	**<0,06**	**<3**	**<4**	**<100**	**<200**

5.5. táblázat - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért vízminőségi paraméterek (2012)

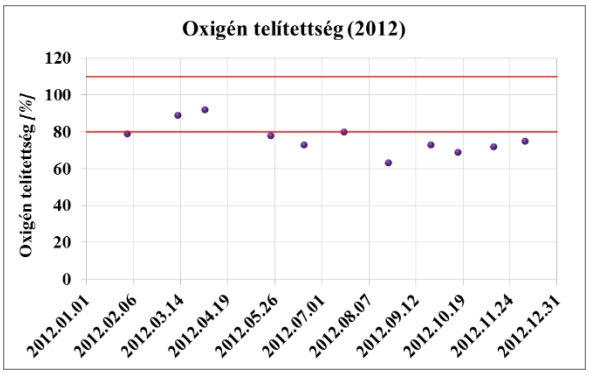
Az oxigénháztartási paraméterek (DO, O_2 telítettség, KOI_{Cr}, BOI_5, NH_4-N) tekintetében a **Barcsi Ó-Dráva az oxigén telítettségi értékek miatt az egyes mérések alkalmával jellemzően nem felel meg a jó ökológiai állapotnak** (nem éri el a jó állapotot az oxigén telítettségi érték éves átlaga alapján sem). A többi komponens tekintetében is előfordultak határértéket meghaladó koncentráció értékek a 2012. évben (*5.53-5.57. ábra*), ugyanakkor az éves átlagérték alapján a víztest megfelel a határértékeknek.

A tápanyagháztartás paramétereire vonatkozó 2012. évi mérési eredményeket összefoglalva megállapítható, hogy **az ortofoszfát-foszfor esetében nem, a többi paraméter (NO_2-N, NO_3-N, ÖN, ÖP) esetében viszont jellemzően teljesülnek a jó ökológiai állapot eléréséhez szükséges küszöbértékek** (*5.58-5.62. ábra*).

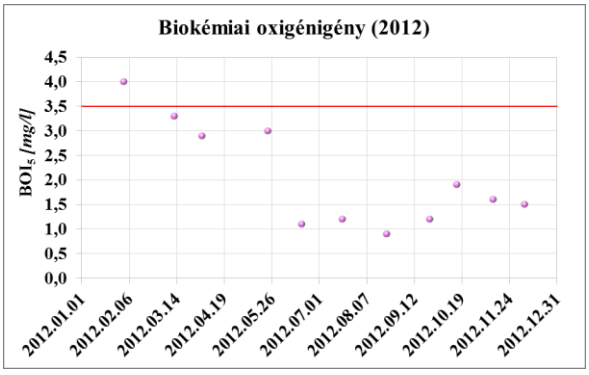
A savasodási állapot (*5.63. ábra*) **és a sótartalom szempontjából** (*5.64-5.65. ábra*) **a Barcsi Ó-Dráva teljesíti a jó állapot eléréséhez szükséges határértékeket, ugyanakkor néhány mérés alkalmával a klorid-ion koncentrációja és a fajlagos elektromos vezetőképességi érték meghaladja a jó állapotra vonatkozó határértéket.**



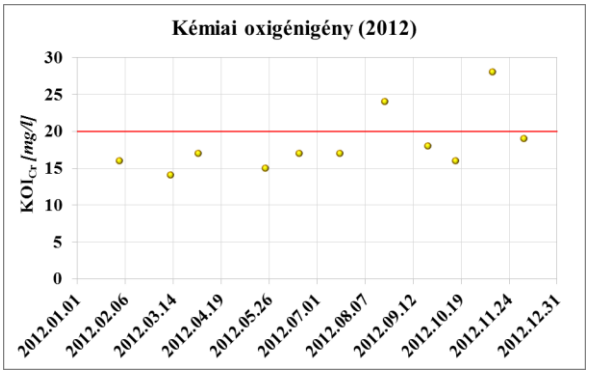
5.53. ábra - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért oldott oxigén koncentrációk (2012)



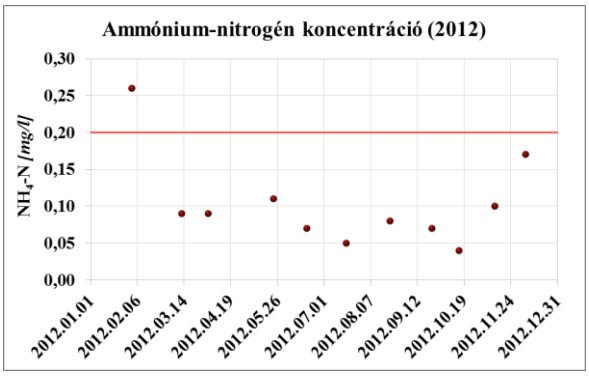
5.54. ábra - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért oxigén telítettségi értékek (2012)



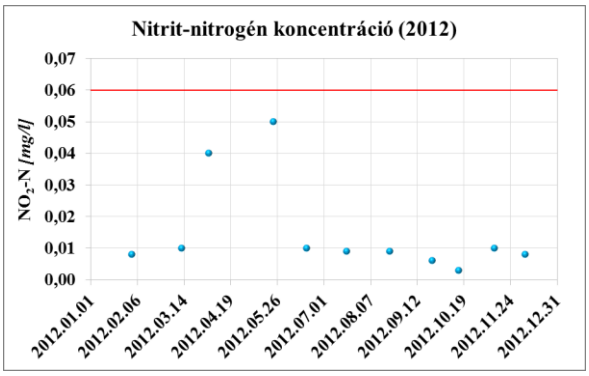
5.55. ábra - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért BOI_5 koncentrációk (2012)



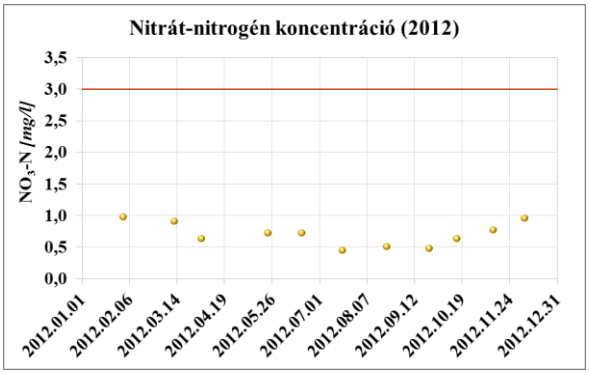
5.56. ábra - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért KOI_{Cr} koncentrációk (2012)



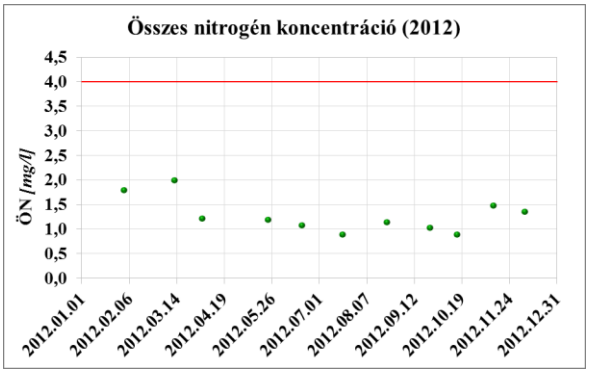
5.57. ábra - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért ammónium-nitrogén koncentrációk (2012)



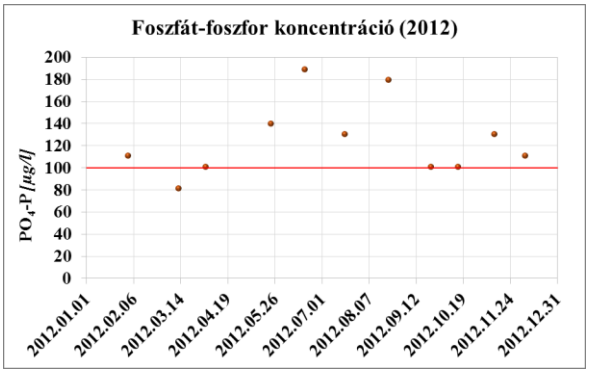
5.58. ábra - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért nitrit-nitrogén koncentrációk (2012)



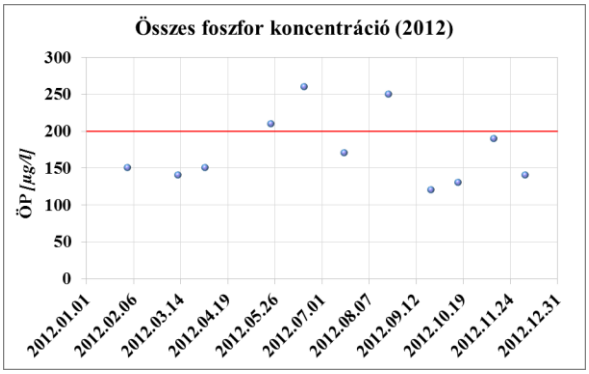
5.59. ábra - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért nitrát-nitrogén koncentrációk (2012)



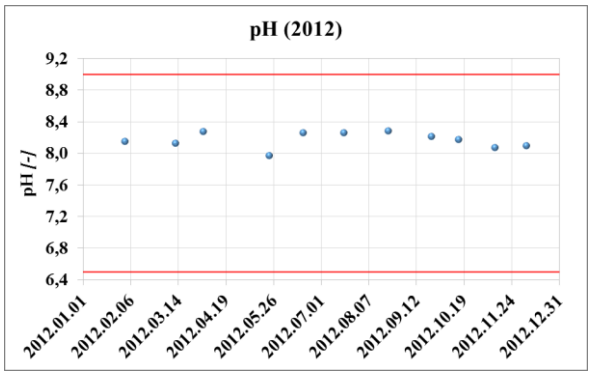
5.60. ábra - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért összes-nitrogén koncentrációk (2012)



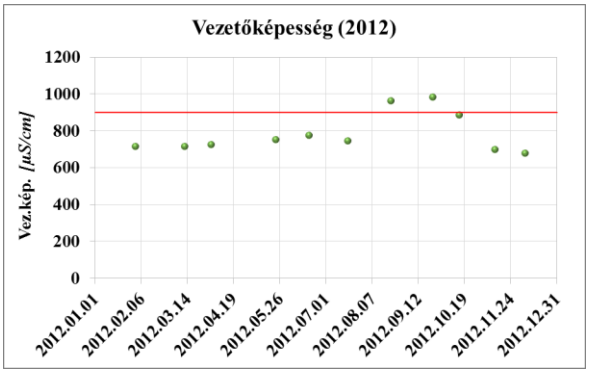
5.61. ábra - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért foszfát-foszfor koncentrációk (2012)



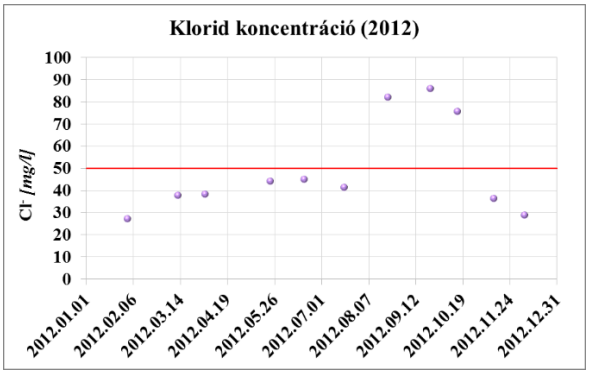
5.62. ábra - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért összes-foszfor koncentrációk (2012)



5.63. ábra - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért pH értékek (2012)



5.64. ábra - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért fajlagos elektromos vezetőképesség értékek (2012)



5.65. ábra - Az Ó-Dráván Barcsnál (Fekete-árok) mért klorid koncentrációk (2012)

A rendelkezésre álló adatok alapján összefoglalóan megállapítható, hogy a Barcsi Ó-Dráva vízminősége az oxigénháztartási és a tápanyagháztartási paraméterek alapján nem éri el a jó ökológiai állapotot.

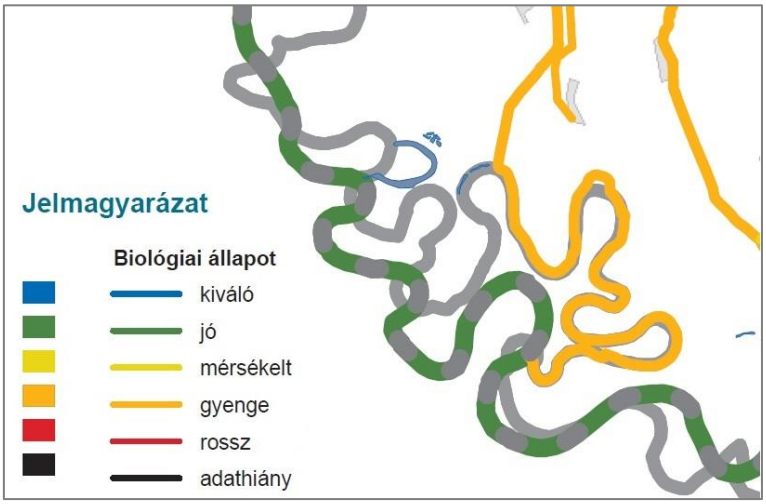
5.1.3.2 A Barcsi Ó-Dráva hidrobiológiai vízminősége

Az OVGT készítésekor történt felmérések alapján a Barcsi Ó-Dráva biológiai elemek szerinti állapota gyenge. A víztest adatlap szerinti értékelést az *5.6. táblázatban* foglaltuk össze.

Élőlény csoport	Index	Minősítés	Rövid szakvélemény
Makrozoobenton	EQR = 0,2 EQR = 0,42	gyenge közepes	III.A Kevésbé szennyezett II.A Jó minőségű ASPT átlag = 4,09
Fitoplankton	EQR = 0,88	Nincs adat	Nincs adat
Fitobentosz	Nincs adat	Nincs adat	Nincs adat
Halfauna	Nincs adat	Nincs adat	Nincs adat
Makrofita		közepes	Enyhén szabályozott meder. A zonáció megfelelő.
Mikrobiológiai jellemzők			Antropogén hatást jelző mikroorganizmusok (Coliformok, Enterococcusok, Salmonella) tartós jelenléte.

ASPT: 2001-2006 közötti 5 osztályos minősítés indexe makrogerinctelenek tekintetében
EQR: a VKI ökológiai állapotértékelésének indexe (megfigyelt biológiai érték/referencia biológiai érték

5.6. táblázat - Az Ó-Dráva vízminőségének biológiai értékelése Barcsnál (Fekete-árok) (2006)



5.66. ábra - Az Ó-Dráva (Fekete-árok) osztályozása biológia elemek alapján

5.1.3.3 A Barcsi Ó-Dráva vízminőségének összefoglaló értékelése

A Barcsi Ó-Dráva vízminőségi elemzése alapján összefoglalóan megállapítható, hogy sem a fizikai-kémiai, sem pedig a hidrobiológiai jellemzők alapján nem éri el a jó állapotot.

A holtág fizikai-kémiai vízminősége elsősorban a foszfor-formák (kisseb részben a szervesanyagok) tekintetében kifogásolható. Az oldott ortofoszfát koncentráció annak ellenére magas, hogy a holtágban jelentős mennyiségű elsődleges termelő szervezet van jelen. A növényi tápanyag tartalom a holtágban való tartózkodási idő megnövekedése esetén várhatóan növekedni fog, ami kedvezőtlen vízminőség-változásokhoz vezethet. Ennek elkerülése érdekében vizsgálandók a holtágat érő foszfor (és nitrogén) terhelést csökkentő beavatkozási lehetőségek.

5.2 Az érintett vízfolyások vízjárásának statisztikai elemzése

5.2.1 Babócsai-Rinya, Babócsai közúti híd alatt megfigyelt vízjárásának statisztikai elemzése

Az alábbiakban a Babócsai-Rinya hidrológiai viszonyait elemezzük a Babócsai vízmércén mért vízállás és vízhozam adatok alapján.

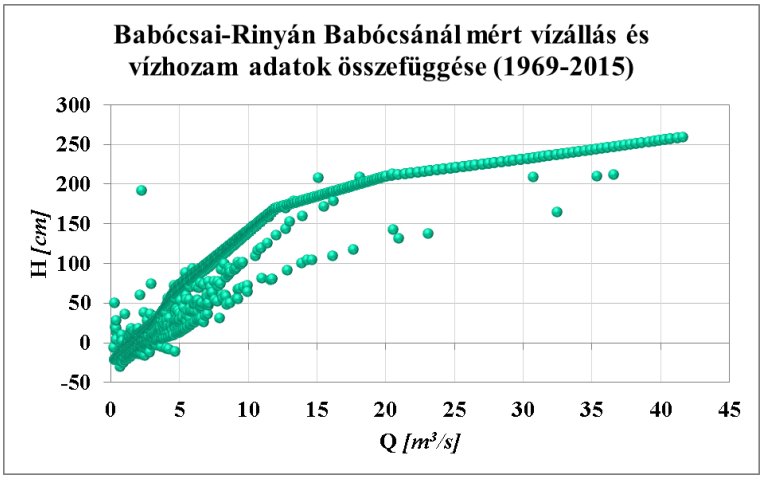
A Babócsai-Rinya patak a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság gondozása alatt áll. A patak mentén két vízmérce is található. Az egyik Nagyatádnál (26,58 fkm), a másik Babócsánál (5,312 fkm). A Barcsi Ó-Drávához közelebb elhelyezkedő babócsai vízmérce adatait az alábbi, *5.7. táblázatban* foglaltuk össze.

Vízmérce adatai		
Vízfolyás neve		**Babócsai Rinya**
Szelvény	***[fkm]***	5,312
Vízmérce név		Babócsai Rinya, Babócsa
Vízmérce nullpont	***[mBf]***	107,5
LKV	***[cm]***	-30
LNV	***[cm]***	300
I. készültségi szint	***[cm]***	-
II. készültségi szint	***[cm]***	-
III. készültségi szint	***[cm]***	-
Területi igazgatóság		DDVIZIG (Pécs)

5.7. táblázat - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt lévő vízmérce adatai

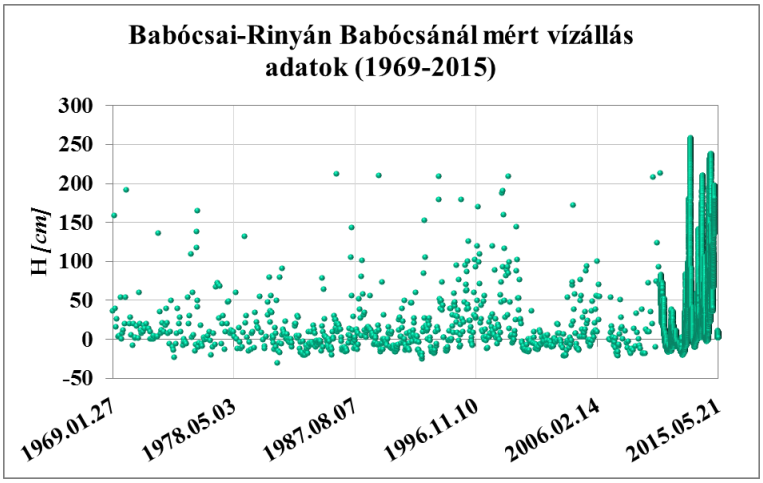
Az alábbiakban a Babócsai közúti híd alatt található mérőállomáson 1969 és 2015 között mért vízállás és vízhozam adatokat mutatjuk be.

Az *5.67. ábrán* az 1969 és 2015 között mért **vízállások**at ábrázoltuk a velük egy időpontban mért, illetve számolt **vízhozamok függvényében**. Az adatpárok között összefüggés figyelhető meg (nagyobb vízhozamok esetén magasabb vízállások fordulnak elő), amely különböző meredekségű lineáris szakaszokkal közelíthető. A kifejezetten magas vízhozamok esetén már adott vízhozamnövekményhez kisebb vízállás növekmény tartozik, a közelítő egyenes szakasz kisebb mereddekségű. Ezt az összefüggést kihasználva a DDVIZIG az elmúlt években a nagy gyakorisággal mért vízállás adatokhoz tartozó vízhozamokat számítással állítja elő, az időnként végrehajtott ellenőrző vízhozam mérések mellett.



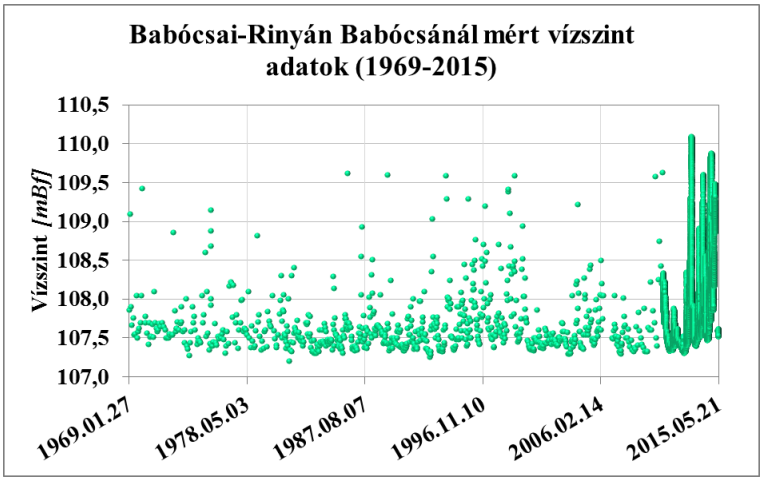
5.67. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért vízállás és vízhozam értékek kapcsolata (1969-2015)

Az 1969-2015 között a Babócsai-Rinyán mért **vízállásokat** az *5.68. ábrán* mutatjuk be. Az adatok alapján megállapítható, hogy a vízállás jellemzően -30 és +50 cm között ingadozik (az átlag mintegy 45 cm). A 100 cm-t meghaladó vízállások nem gyakoriak, azonban a legnagyobb árvizek idején a vízállás a 200 cm-t is meghaladta. A teljes vizsgált időszak alatt előforduló legnagyobb vízállás 259 cm volt 2013 áprilisában.



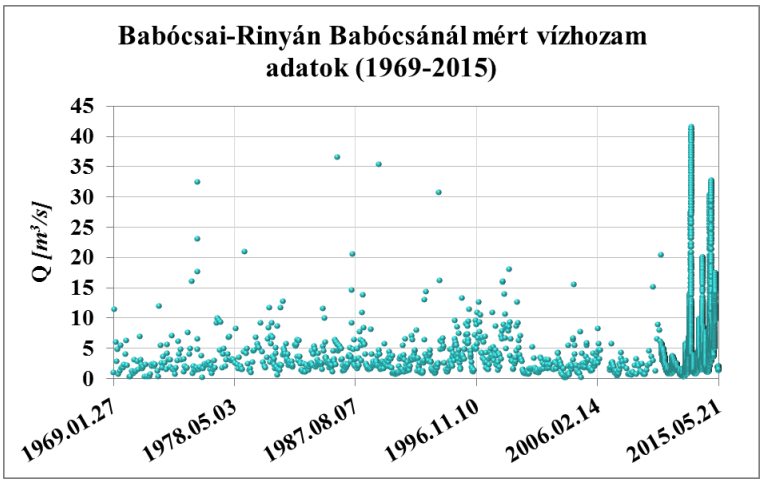
5.68. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért vízállás értékek 1969-2015 között

Az *5.69. ábrán* a **vízszintek** abszolút Balti-tengerszint feletti magasságát adtuk meg a vízmérce null pontjának ismeretében. A mérési időszakban a jellemző vízszint 107,3-108,3 mBf között alakult. A legalacsonyabb vízszint 107,2 mBf, a legmagasabb 110,1 mBf volt, az átlagos vízszint 107,9 mBf értékűnek adódott.



5.69. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért vízszint értékek 1969-2015 között

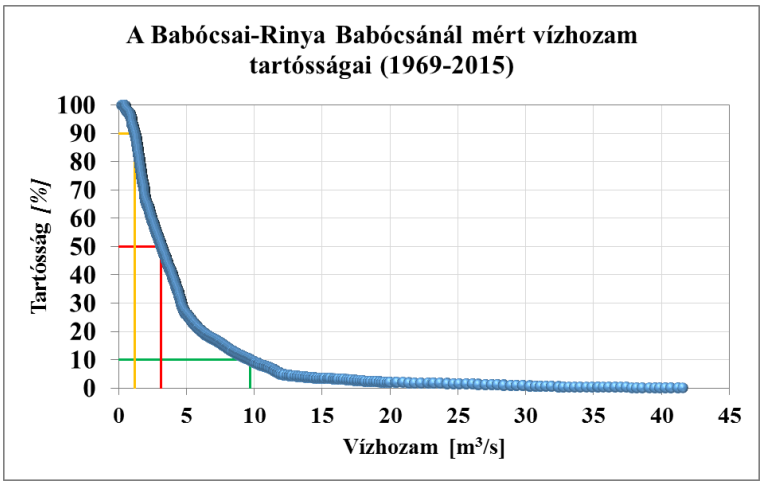
Az 1969-2015-ös időszakra vonatkozóan ábrázoltuk a rendelkezésre álló **vízhozam** adatokat is (*5.70. ábra*). A teljes időszak során a jellemző vízhozam 1-7 m^3/s között változott. Az átlagos vízhozam 4,56 m^3/s, a legnagyobb vízhozamot (41,6 m^3/s értéket) 2013 áprilisában, a legkisebb vízhozamot (0,21 m^3/s) pedig 1975 novemberében mérték.



5.70. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért vízhozam értékek 1969-2015között

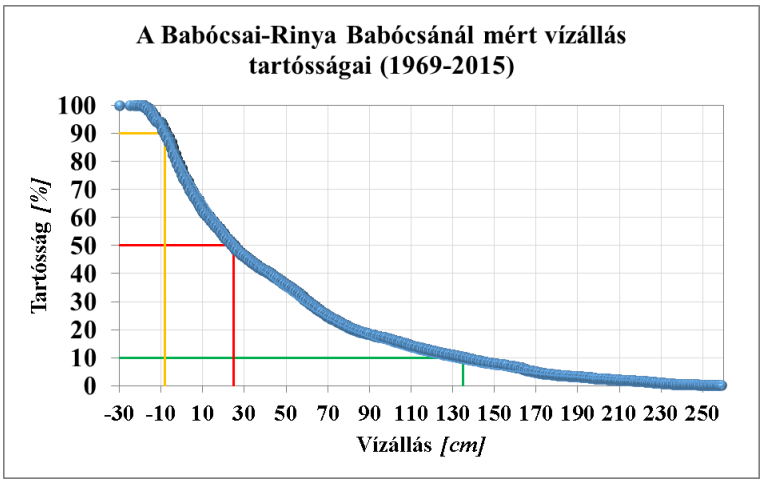
Az *5.71-5.73. ábrákon* a Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt (5,312 fkm) mért vízhozam adott tartósságokhoz (előfordulási valószínűségekhez) tartozó értékeit számítottuk ki az 1969-2015 között mért adatok alapján.

A vízhozam tartósági görbét (*5.71. ábra*) az 1969-2015 közötti időszakra vonatkozóan 15027 adat alapján készítettük el. A diagram alapján megállapítható, hogy a vizsgált 46 éves időszakban a mért (illetve számolt) **vízhozamok 90%-a meghaladta a 1,21 m^3/s értéket. Az értékek 50%-a nagyobb volt, mint 3,13 m^3/s, a mérések 10%-ában pedig a vízhozam túllépte a 9,70 m^3/s értéket.**



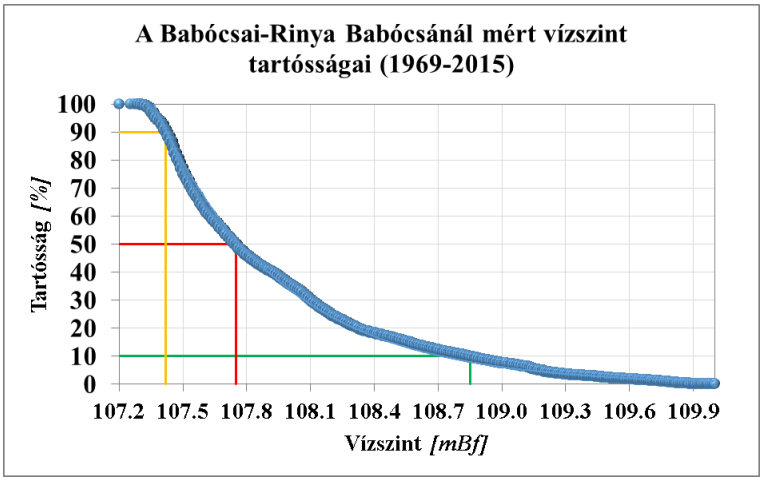
5.71. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért vízhozam értékek tartósságai 1969-2015 között

Az *5.72. ábrán* a babócsai vízmérce null pontjához viszonyított vízállások tartósságát ábrázoltuk. A vizsgált időszakban a vízállásadatok 90%-a meghaladta a -8 cm-t, az 50%-a pedig nagyobb volt, mint 25 cm, 135 cm feletti vízállást csak a mérések 10%-ában rögzítettek. Az 1969-2015 közötti időszakban a legkisebb vízállást (-30 cm) 1981. augusztusban mérték, a legnagyobbat (259 cm) pedig 2013 áprilisában.



5.72. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért vízállás értékek tartósságai 1969-2015 között

Az *5.73. ábrán* a vízszintek tartósságát a tengerszint feletti magasságuk szerint ábrázoltuk. A babócsai vízmérce null pontja 107,5 mBf szinten található, így a 90%-os tartóssághoz 107,42 mBf, az 50%-os tartóssághoz 107,75 mBf, a 10%-os tartóssághoz pedig 108,85 mBf érték adódott.



5.73. ábra - A Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért vízszint értékek tartósságai 1969-2015 között

A Babócsai-Rinya hidrológiai viszonyaira vonatkozó, fentiekben bemutatott adatok közül a további elemzések során elsősorban a jellemző (10-50-90%-os) előfordulási valószínűségekhez (tartósságokhoz) tartozó vízhozam értékeket használtuk a Barcsi Ó-Dráva holtág vízutánpótlódási és párolgási viszonyainak elemzése érdekében (lásd: *6. fejezet*).

5.2.2 A Dráva Barcsnál megfigyelt vízjárásának statisztikai elemzése

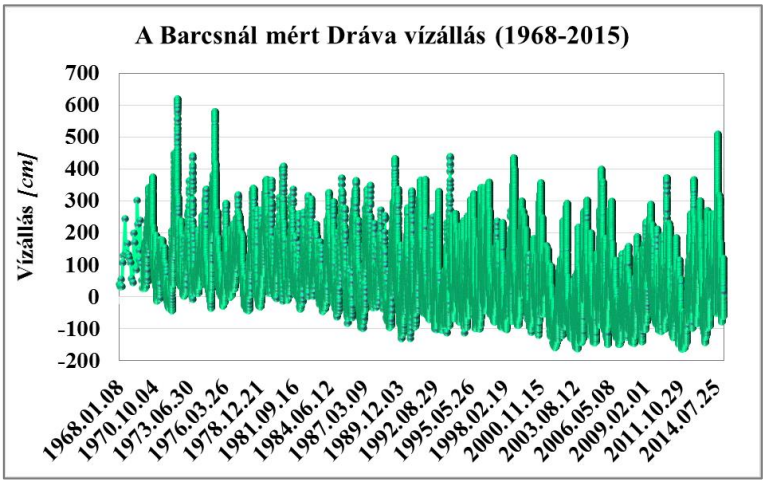
Az alábbi alfejezetben a Dráva hidrológiai viszonyait elemezzük a Barcsi vízmércén mért vízállás és vízhozam adatok alapján.

Az *5.8. táblázat* a Dráva 154,1 fkm-nél, pécsi központú Vízügyi Igazgatóság területén, Barcsnál elhelyezkedő vízmércéjének adatait mutatja be.

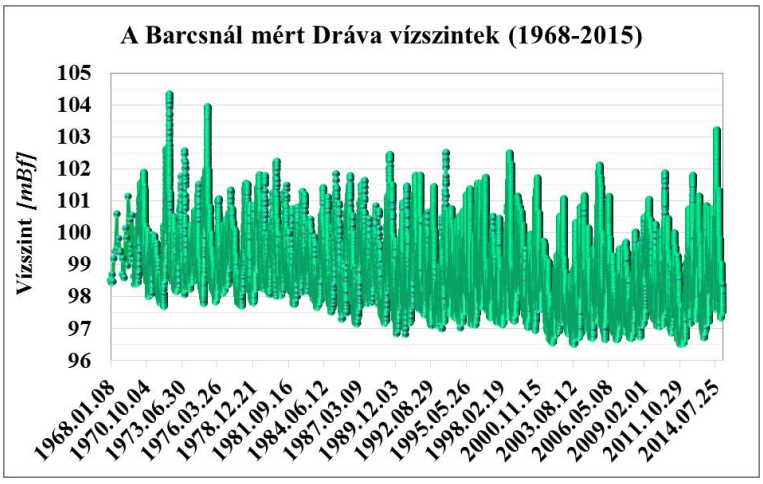
Vízmérce adatai		
Vízfolyás neve		**Dráva**
Szelvény	***[fkm]***	154,1
Vízmérce név		Dráva Barcs
Vízmérce nullpont	***[mBf]***	98,14
LKV	***[cm]***	-164
LNV	***[cm]***	618
I. készültségi szint	***[cm]***	-
II. készültségi szint	***[cm]***	-
III. készültségi szint	***[cm]***	-
Területi igazgatóság		DDVIZIG (Pécs)

5.8. táblázat - A Dráván Barcsnál lévő vízmérce adatai

A Dráván mért **vízállásokat** és **mBf-ben kifejezett vízszinteket** az *5.74-5.75. ábrán* feltüntetett görbék szemléltetik. A diagramok alapján megállapítható, hogy a vizsgált időszakban **a Dráván mérhető vízszintek, illetve vízállások csökkenő tendenciát mutatnak, jelezve a folyómeder süllyedését.** A vizsgált 48 éves időszak egészére nézve az átlagos vízállás 36,7 cm (98,5 mBf), a legnagyobb mért érték 618 cm (104,3 mBf), a legkisebb mért érték - 164 cm (96,5 mBf). Azonban míg az időszak első 20 évében az átlagos vízszint 58 cm-nek (98,7 mBf-nek), a második 20 évben csak 9,87 cm-nek (98,2 mBf-nek adódott).

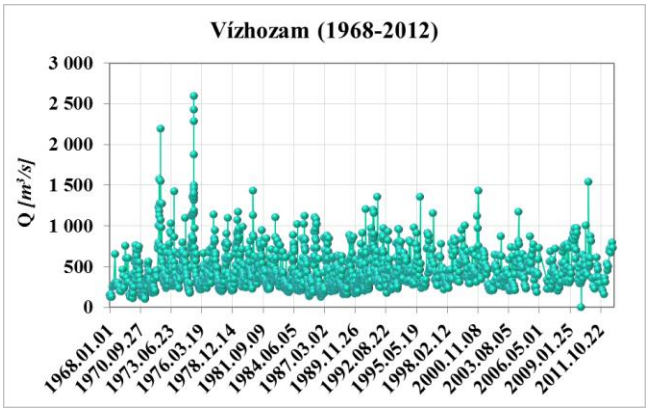


5.74. ábra - A Dráván Barcsnál mért vízállás értékek 1968-2015 között

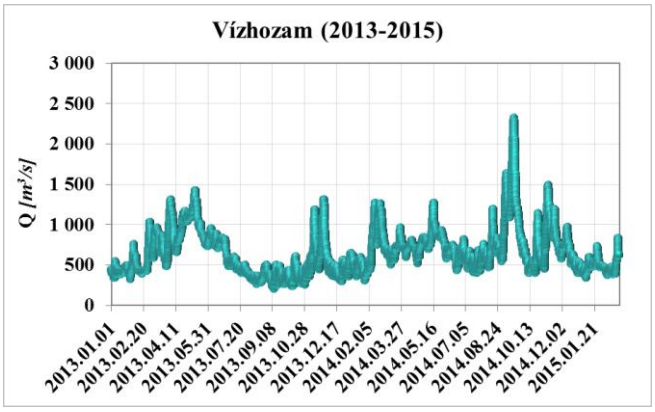


5.75. ábra - A Dráván Barcsnál mért vízszint értékek 1968-2015 között

Mért vízhozam adatokkal az 1968 és 2012 közötti időszakról rendelkezünk (*5.76. ábra*). A 2013-2015 közötti időszakra nem álltak rendelkezésünkre mért vízhozam adatok, így az *5.77. ábrán* feltüntettük a számított vízhozam értékeket. A vízhozam értékek rendszerint ~1500 m^3/s alatt voltak mérhetők. A vizsgált időszak diagramjai alapján megfigyelhetőek a tavaszi és nyári eleji áradások miatt bekövetkező magasabb vízállások és vízhozamok.

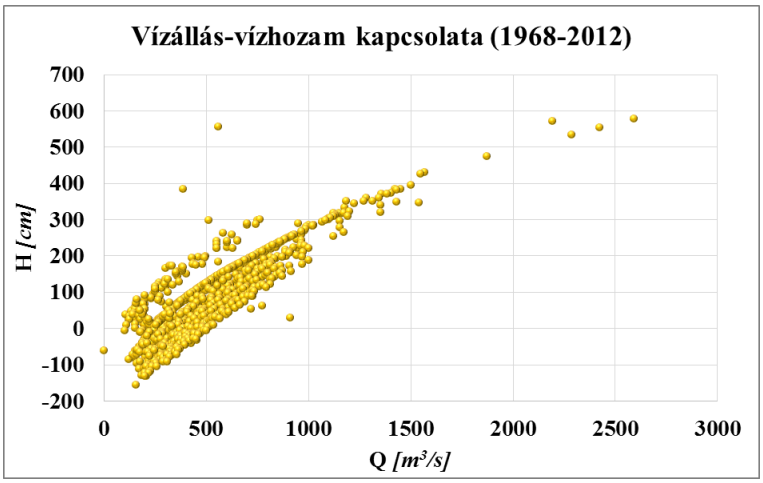


5.76. ábra - A Dráván Barcsnál mért vízhozam értékek 1968-2012 között



5.77. ábra - A Dráván Barcsnál számított vízhozam értékek 2013-2015 között

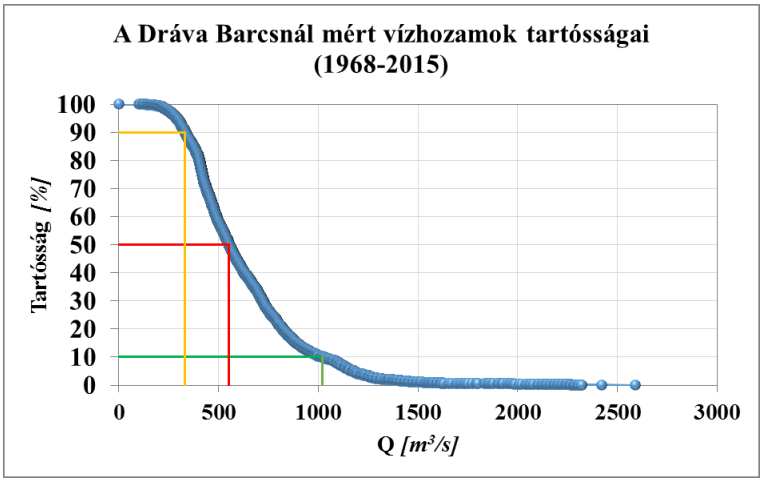
A 1968-2012 közötti időszakra vonatkozóan a barcsi vízállás és vízhozam értékek kapcsolatát (Q-H görbét) az *5.78. ábrán* mutatjuk be.



5.78. ábra - A Dráván Barcsnál mért vízállás és vízhozam értékek kapcsolata 1968-2012 között

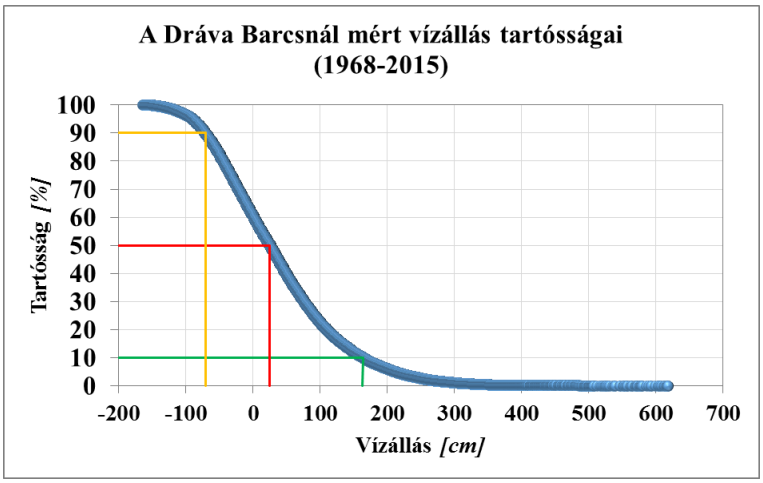
Az *5.79-5.81. ábrákon* a Dráva Barcsnál mért vízjárás adatok tartósságát (az adott valószínűséggel előforduló vízhozam, vízállás és vízszint értékeket) ábrázoltuk az 1968-2015 közötti időszakban.

Az *5.79. ábrán* a Dráva vízhozamának tartóssága látható. A vizsgált időszakban a mért vízhozam adatok 90%-a meghaladta a 333 m^3/s értéket. A vízhozamok az esetek 50%-ában nagyobbak voltak mint 553 m^3/s, 10%-ban pedig túllépték a 1020 m^3/s értéket. A vizsgált időszakban a legkisebb vízhozamot (100 m^3/s) 1971-ben mérték, a legnagyobbat (2589 m^3/s) pedig 1975-ben.



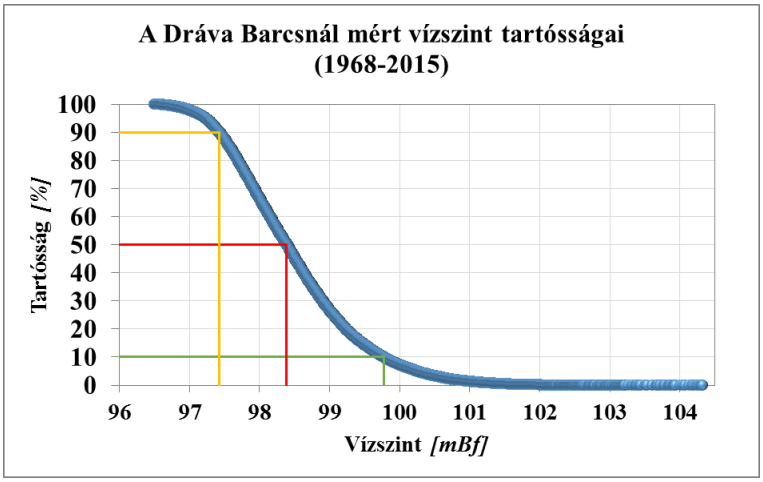
5.79. ábra - A Dráván Barcsnál mért vízhozam értékek tartósságai 1968-2006 között

Az *5.80. ábrán* a barcsi vízmérce null pontjától mért vízállások tartósságát ábrázoltuk. A vizsgált időszakban a mért vízállások 90%-ban meghaladták a -71 cm-t, 50%-ban pedig az 25 cm-t. A leolvasott vízállások 10%-a volt nagyobb, mint 164 cm. A vizsgált időszakban a legkisebb vízállást (-164 cm) 2011. novemberben mérték, a legnagyobbat (618 cm) pedig 1972 júliusában.



5.80. ábra - A Dráván Barcsnál mért vízállások tartósságai 1968-2015 között

Az *5.81. ábrán* a vízszintek tartósságát az abszolút tengerszint feletti magasságukba átszámítva is ábrázoltuk. A barcsi vízmérce null pontja 98,14 mBf magasságban lett kijelölve, így a 90%-os tartóssághoz 97,43 mBf, az 50%-os tartóssághoz 98,39 mBf, a 10%-os tartóssághoz pedig 99,78 mBf adódott.

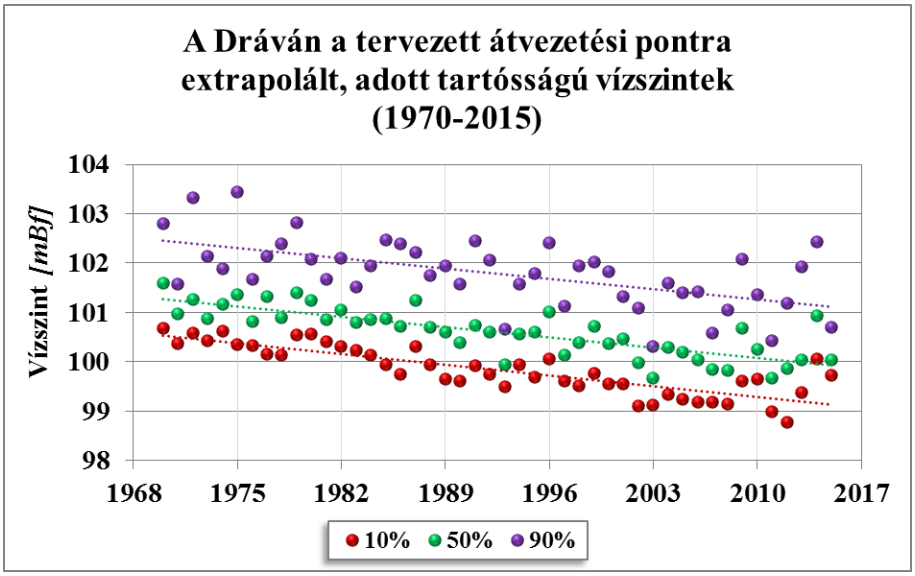


5.81. ábra - A Dráván Barcsnál mért vízszintek tartósságai 1968-2015 között

A Dráva fentiekben bemutatott vízjárás adatai **közül a további számításokban elsősorban a vízállás adatokat használtuk fel a Drávából történő potenciális vízpótlási alternatíva elemzése érdekében** (lásd *5.3. fejezet*).

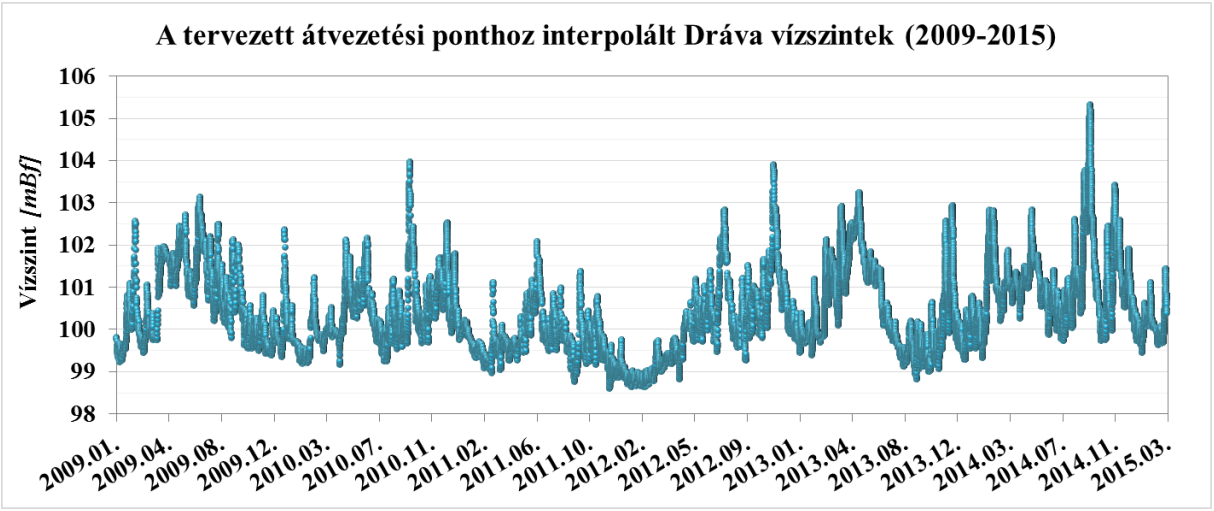
5.3 A Dráva vízszintjének elemzése a tervezett átvezetési pont környezetében

A Barcsi vízmérce adataiból kiindulva **meghatároztuk a Hidroing d.o.o. 2008. évi tanulmánya alapján a tervezett vízátvezetés pontján (lásd: *3.1. ábra* „C" szelvény) kialakuló Drávai vízszinteket**. Az adatok és a Dráva atlaszban szereplő vízszintek ismeretében meghatároztuk a Barcsi, illetve a Dráva 168 fkm szakaszára jellemző vízszínesést, amely megközelítően 15 cm/km értékre tehető. Az így kapott értékek alapján megállapítottuk, hogy **a tervezett vízátvezetés környékéhez tartozó Dráva szakaszon (168-169 fkm) a Barcsi vízmércén (154,1 fkm) mért vízszintekhez képest mintegy 210 centiméterrel magasabb vízszintek alakulnak ki.** Fentiek alapján tehát a Barcsi vízállás adatsorokból extrapolációval nyertük a tervezett vízátvezetés térségére jellemző vízállás adatokat az 1970-2015 időszakra vonatkozóan. **Tekintettel arra, hogy az 1970-es évektől kezdődően a Dráva medre jelentős mértékben mélyült** (*5.82. ábra*), **a drávai vízszinteket részletesen a 2009. évtől kezdődően elemeztük a továbbiakban**.



5.82. ábra - A Dráván, a tervezett átvezetési pontra extrapolált 10; 50 és 90% tartósságú, éves vízállás adatok (1970-2015)

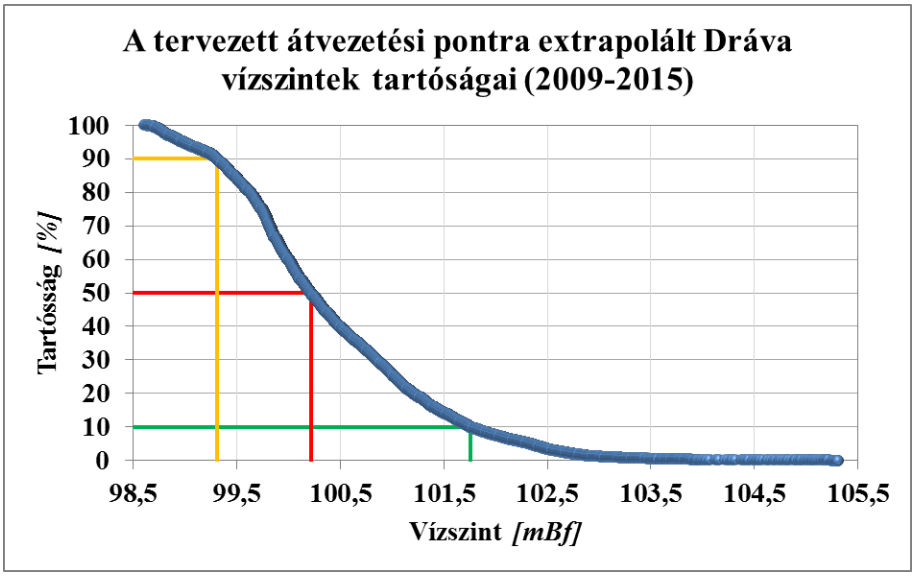
Az *5.83. ábra* a tervezett vízátvezetési pontra extrapolált Dráva vízszint adatokat mutatja a 2009-2015. időszakra vonatkozóan.



5.83. ábra - A Dráván, a tervezett átvezetési pontra extrapolált vízszintek (2009-2015)

A fenti módszertan szerint nyert vízállás adatokat felhasználva a 2009-2015. időszakra vonatkozóan évente meghatároztuk a Barcsi Ó-Dráva egyes vízszintjei esetén azon napok számát, amikor fizikailag lehetséges a vízutánpótlás a Drávából. Az eredményeket a *7. fejezetben* mutatjuk be. Fontos megjegyezni, hogy a Dráva vizsgált szakaszára jelenleg mintegy 3,5 cm/év mértékű medermélyülés jellemző, ezért a kívánt vízszintek előfordulási gyakorisága a jövőben várhatóan csökkenni fog (*5.82. ábra*).

A 2009 és 2015 közötti Barcsi Dráva vízszintekből extrapolált vízszint adatokat felhasználva meghatároztuk a tervezett átvezetési ponton a jellemző vízszint tartósságokat *(5.84. ábra)*. Ahogy a korábbiakban ismertetett mérési pontokon, úgy a tervezett bevezetési ponton is kiszámoltuk, hogy az általunk vizsgált tartóssági (összegzett gyakorisági) értékekhez (10%, 50% és 90%) milyen vízszintek tartoznak. Az ábrán látható, hogy a bevezetési pontra extrapolált értékek 90%-a meghaladja a 99,31 mBf vízszintet. Az 50%-os tartóssághoz tartozó érték 100,22 mBf, míg a mért **vízszint adatok csupán 10%-a haladja meg a 101,76 mBf szintet**.

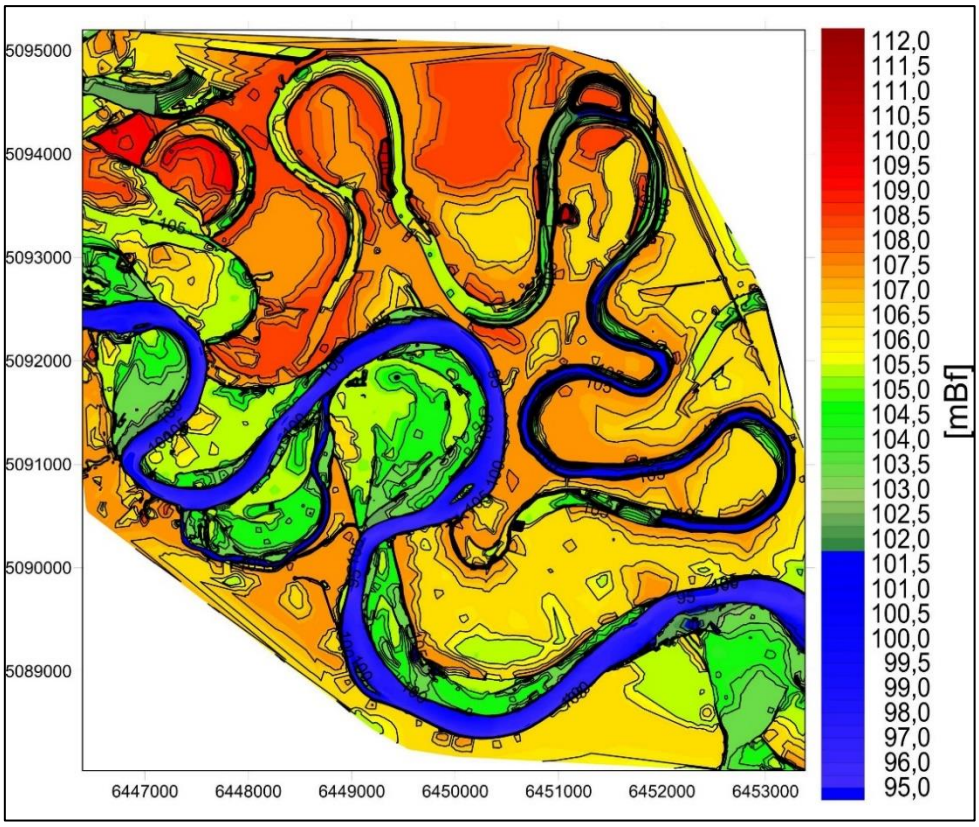


5.84. ábra – A Dráván, a tervezett átvezetési pontra extrapolált 10; 50 és 90% tartósságú vízszint adatok 2009-2015 adatok alapján

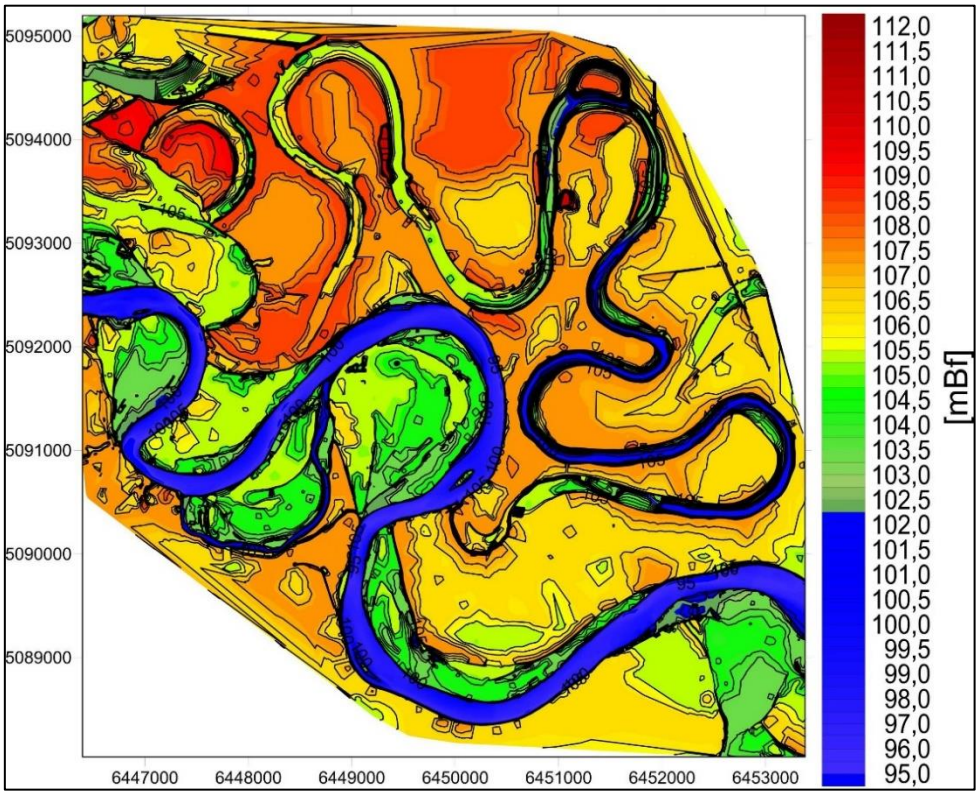
6 A Barcsi Ó-Dráva vízszintjének elemzése

Az alábbi fejezetben elemezzük a Barcsi Ó-Dráva vízállásának hatását a holtág hidraulikai viszonyaira. Az értékelés során kitérünk az egyes vízszintek hatására kialakuló vízborítottság mértékére, az adott vízszintekre jellemző párolgási viszonyokra, a mélyen fekvő területek esetleges elárasztására és a különböző vízhozamok és vízszintek esetén kialakuló víztartózkodási időkre. Az értékelés során felhasználtuk a rendelkezésünkre bocsátott terepmodellt *[Hydroing, 2008]*, melyet összevetettünk a Dráva Atlaszban szereplő terepszintekkel. Felhasználtuk továbbá a rendelkezésünkre bocsátott Ó-Dráva mederadatokat *[Hydroing, 2008]*, valamint a Rinya Babócsánál mért vízhozam adatait.

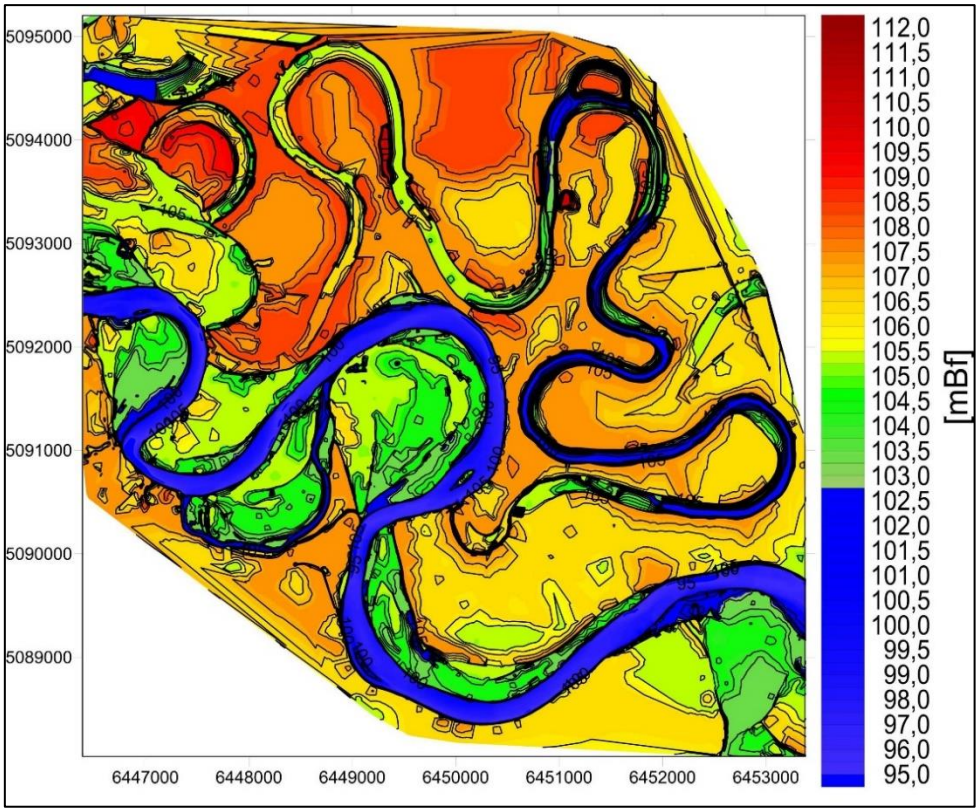
A terület vízborítottságának meghatározásakor **a terület terepmodelljét felhasználva vizsgáltuk az adott vízszint alatt fekvő területek kiterjedését és elhelyezkedését**. A számításokat a **101,75 mBf, 102,22 mBf (vízmérce nullpontja), 102,75 mBf (tervezett vízszint = 53 cm vízállás) és a 103,50 mBf abszolút vízszintek esetére** végeztük el. A számítások grafikus megjelenítését a *6.1-6.4. ábrák* szemléltetik. Az eredmények alapján látható, hogy **a vizsgált vízszintek esetén a Barcsi Ó-Dráva folyómedre kivételével a meder környezetében az adott magasságok alatt nem található terület**. A számítás célja az esetleges vízszint emelés következtében kialakuló belvíz/elöntés megjelenésének szempontjából veszélyeztetett területek meghatározása volt. Összefoglalóan megállapítható, hogy **a DDNPI szakemberei által meghatározott 102,75 mBf vízszint esetén nem várható a terület környezetében a vízszint emelés hatására megjelenő belvíz/elöntés.**



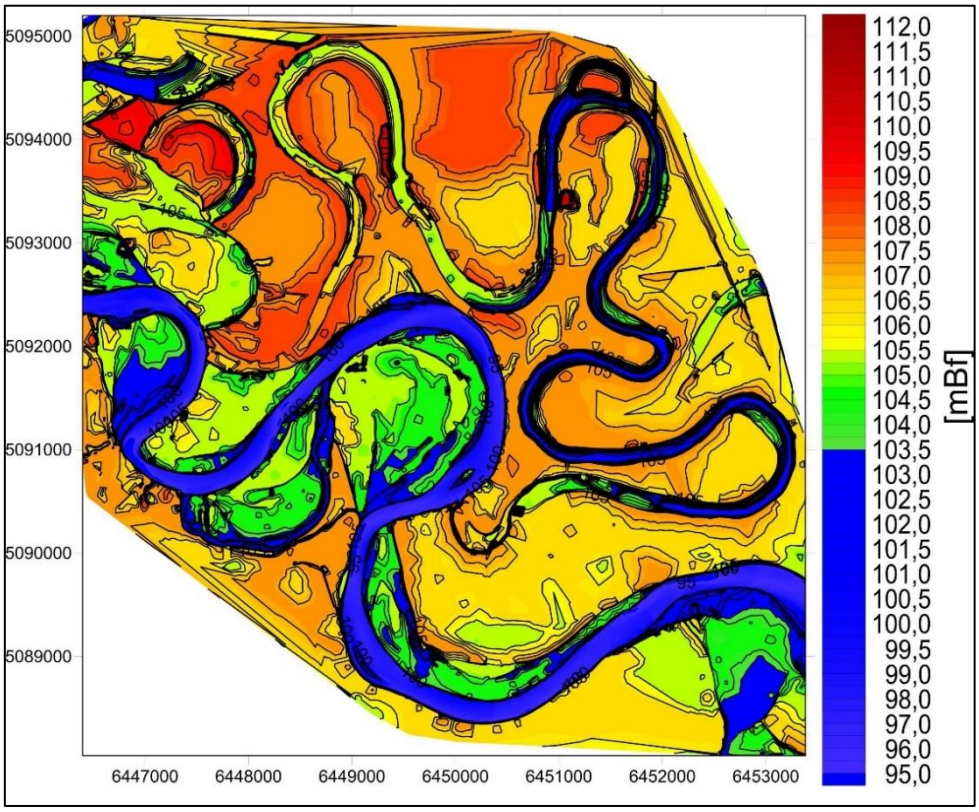
6.1 ábra - Potenciálisan vízzel borított területek 101,75 mBf vízszint mellett



6.2. ábra - Potenciálisan vízzel borított területek 102,22 mBf vízszint mellett (102,22 mBf = a vízmérce null pontja)



6.3. ábra - Potenciálisan vízzel borított területek a tervezett, 102,75 mBf vízszint mellett



6.4. ábra - Potenciálisan vízzel borított területek 103,50 mBf vízszint mellett

A Barcsi Ó-Dráva jellegéből adódóan tág határok között változó vízállással jellemezhető. Csapadékos időszakban a megnövekvő vízutánpótlás következtében a vízszint jelentősen megemelkedhet, ami az utánpótlás mértékének csökkenését (vagy megszűnését) követően apadni kezd. A tavaszi-nyári időszakban a vízszint változás elérheti az 1 m-t. A 2015. májusában végzett terepbejárás során a Barcsi Ó-Dráva vízállása 25 cm volt, ami 102,47 mBf vízszintnek felel meg.

Megjegyezzük, hogy **a jelen elemzéseket megelőzően a holtág vízállását nem rögzítették, azonban a projekt keretében az Ó-Drávába telepítésre került vízmérce adatait rögzíteni és a továbbiakban elemezni szükséges.**

A DDNPI helyismerettel és sokéves tapasztalattal rendelkező szakembereinek becslése szerint a tavaszi-nyári időszakban – a 2015. májusi terepbejárás során tapasztaltakhoz viszonyítva – megközelítően a következő vízszintek alakulnak ki a Barcsi Ó-Dráván:

- **Május: 40 cm apadás (102,07 mBf);**
- **Június: 60-80 cm apadás (101,77 mBf);**
- **Augusztus: 100 cm apadás (101,47 mBf);**

A fenti adatokat figyelembe véve **elvégeztük a holtág meghatározott vízszintjéhez tartozó víztérfogat és vízfelszín értékekre vonatkozó közelítő számításokat, amelyek célja a holtági víz tartózkodási idejének (ebből következően eutrofizációs hajlamának) meghatározása.**

A számításokat a Hydroing d.o.o. által rendelkezésünkre bocsátott terepmodellre alapozva végeztük el az alábbiakban ismertetett módon.

Az érintett területre vonatkozó digitális terepmodell mederfenékre vonatkozó információit összevetettük a 2015. májusában végzett saját ellenőrző méréseink eredményével. Ennek eredményeként levonható a következetés, hogy **a holtág medre a terepmodell készítésének idejét követően nem változott meg olyan mértékben, ami az áramlási tulajdonságokat jelentős mértékben befolyásolhatja, vagyis a rendelkezésünkre bocsátott terepmodell jól használható a tervezett számítások során.**

Mivel a tározott vízmennyiség és vízfelszín mértékének számítása szempontjából csak a Barcsi Ó-Dráva releváns, első lépésként kivágtuk a grid-ként (rácshálóra osztott terület, ahol minden rácselem egy meghatározott magasság értékkel jellemezhető) kezelt terepmodell azon részét, ami éppen magába foglalja a holtág medrét.

A számítás második lépéseként a leredukált kiterjedésű terepmodellből kivágtuk a holtág medrét, aminek következtében a mederfenék szintjére vonatkozó információk változatlanul maradtak, a meder határain túl elhelyezkedő területrészek grid cellái ugyanakkor „üres" értékkel lettek feltöltve (az üres érték azt jelenti, hogy az adott cellához nincs érték hozzárendelve, vagyis alapvetően különbözik a „0" értéktől).

A fentiekben leírtak szerint izolált meder terepmodelljét elmetszettük a tavaszi-nyári időszakban jellemző vízszintek által meghatározott síkokkal úgy, hogy a művelet elvégzése után csak a metsző sík alá eső területrészek maradjanak meg (az e fölé eső területrészek „0" értéket kaptak). Figyelembe véve, hogy a grid értékkel rendelkező celláinak határát a holtág medréhez igazítottuk, a síkkal történő elmetszést követően a vágósík magassága alatti mederrészt különítettük el, vagyis a vizsgált vízszinthez tartozó vízborított medret határoltuk körül.

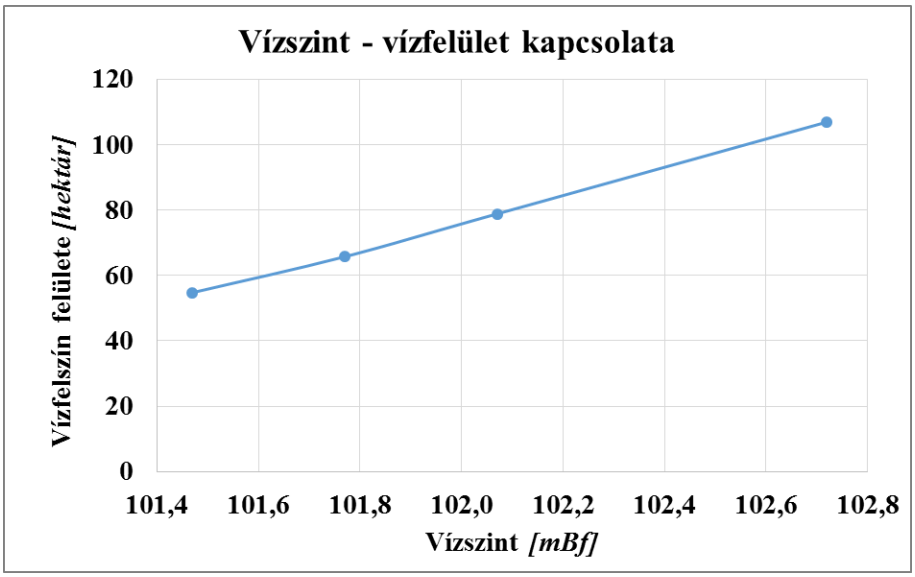
A térfogat és felület meghatározás során közelítő számítást alkalmaztunk, melynek során a fentiekben leírtak szerint leszűkített grid celláit tekintettük elemi felületegységnek. A terepmodell 2x2 m osztásközű rácshálóra épül fel. Ezt figyelembe véve, a grid cellákat egyesével értékelve minden egyes magasságadatot tartalmazó cellához hozzárendeltük 4 m^2 részfelületet, ugyanakkor a magasság értékeket nem tartalmazó, vagy „0" értékű cellához 0 m^2 kiterjedést kapcsoltunk. Az elemi négyzetek területének ilyen módon történő összegzésével jó közelítéssel meghatározható az adott vízszint esetén kialakuló nyílt víztükör felületének értéke.

A teljes felület elemi négyzetek területével történő közelítése hordoz magában pontatlanságot a becsülendő terület határainál, mivel a határ által átmetszett elemi négyzetek teljes területükkel lesznek számításba véve, ilyen módon túlbecsülve az érintett területet. Fontosnak tartjuk ugyanakkor kiemelni azt, hogy a holtágat magában foglaló mintegy 2650 ha terület szempontjából a 2 x 2 m grid osztásköz részletes, pontos számításokra ad lehetőséget, figyelembe véve az adatok feldolgozhatóságának határát is. A mederhatárok által érintett elemi területek elhanyagolható kiterjedésűek a Barcsi Ó-Dráva egész területének tükrében,

ezért a számítás kielégítően pontosnak, a túlbecslést eredményező pontatlanság tolerálhatónak tekinthető.

A számítási eredményeket szemléltető *6.5. ábrán* jól látható, hogy **a vizsgált vízállások esetén kialakuló víztükör (vízfelszín) kiterjedése megközelítőleg lineáris kapcsolatban áll a holtág vízmércéjénél mérhető vízszinttel** (a legalacsonyabb jellemző nyári vízállás és a beavatkozások során tervezési alapértékként meghatározott vízszint által meghatározott tartományon belül).

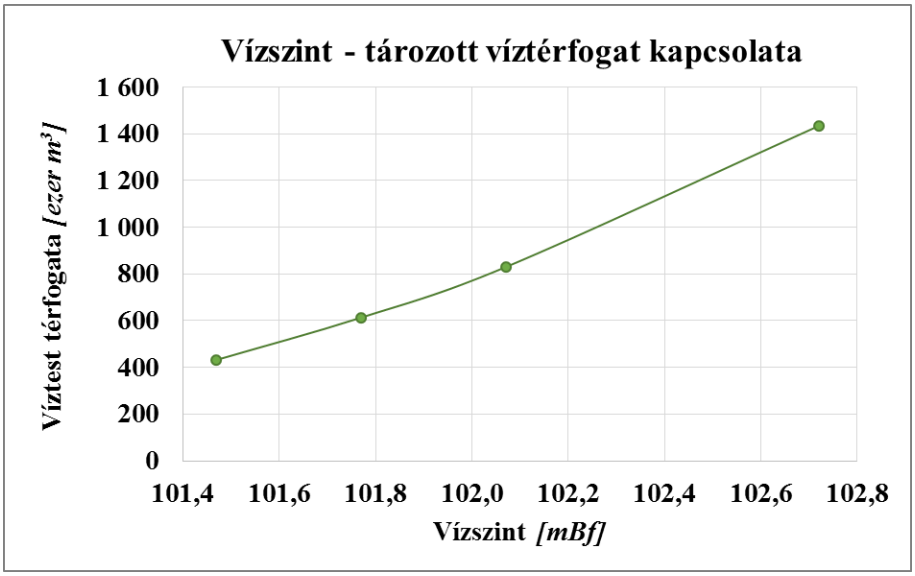
A magasabb vízszint jelentette nagyobb vízborítottság kedvező hatással bír az Ó-Dráva környezetének élővilágára, a beavatkozások tervezése során azonban fontos figyelembe venni a magasabb vízszint esetén jelentősen megnövekvő vízfelület jelentette nagyobb párolgási felületet és párolgási veszteséget.



6.5. ábra – A holtágban mérhető vízszint és a vízfelszín kiterjedése között fennálló kapcsolat

A vizsgált jellemző vízszintek esetén a Barcsi Ó-Dráva medrében tározott víz mennyiségét a fentiekben ismertetett felületszámítással azonos módon végeztük el, azzal a különbséggel, hogy ebben az esetben az elemi cellaterületek helyett a cellaterület és a cellára jellemző vízmélység (a metsző sík magasságának és a mederfenék magasságának különbsége) szorzataként számított elemi térfogategységeket összegeztük.

A számított eredményeket a *6.6. ábra* szemlélteti. Megfigyelhető, hogy a vizsgált tartományban **a vízszint és a tározott víztérfogat kapcsolata nem lineáris (de közelíti azt)**, magasabb vízszint tartományban jobban növekszik a mederben tározott víz mennyisége. Ez a jelenség a meder felfelé szélesedő keresztmetszeti profiljával magyarázható. A fenti megállapítás nagy jelentőséggel bír a beavatkozások tervezése során. A holtág medrében tározódó nagyobb mennyiségű víz ökológiai szempontból kedvező hatású, fontos azonban figyelembe venni, hogy **a jelentős mértékben megnövekvő visszatartott vízmennyiség teljes, vagy részleges kicserélődésének ideje számottevően változhat a beavatkozás előtt jellemző értékhez képest, ami befolyásolhatja a holtág eutrofizációs hajlamát.**



6.6. ábra – A holtágban mérhető vízszint és a tározott víztérfogat között fennálló kapcsolat

A Barcsi Ó-Dráva vízjárásának jellemzése szempontjából a fentiekben ismertetett tározott vízmennyiség ismeretén túl szükséges a párolgás jelentette vízveszteség becslése is. A közelítő jellegű számítások elvégzését a Koris Kálmán által szerkesztett *Hidrológiai számítások* című könyvben *[Koris, 2003]* foglalt, általánosan elfogadott módszertannak és sokéves átlagértékeknek megfelelően végeztük a helyi sajátosságok figyelembe vételével.

A párolgási veszteség értékét a következőkben ismertetett módszertan szerint számítottuk ki.

Figyelembe véve a tározott víztérfogat és a vízfelszín számítás során jellemző becslési hibákat, valamint a szükséges adatok korlátozottságát, **az éves párolgási mennyiség mértékét a vízfelület párolgás sokéves átlagértékének meghatározására alkalmas térképi ábra alapján *[Koris, 2003]* határoztuk meg.** A célterületre vonatkozóan ez **900 mm/év** értéknek adódott, ami a csapadékmennyiség méréséhez hasonlóan az 1 m^2-re jutó vízmennyiség értékét jelenti literben (dm^3) mérve. A közelítő számítás második lépéseként a sokéves átlagértéknek megfelelő éves párolgás értékének és a fentiekben kiszámított vízfelület értékek szorzataként **meghatároztuk a holtág vizéből 1 év alatt elpárolgó mennyiséget utánpótlás nélküli állapotot feltételezve**.

Megjegyezzük, hogy a fentiekben leírtak egy adott vízszinthez tartozó vízfelületre jellemző párolgás értéket határoznak meg. Természetesen a párolgással folyamatosan csökkenő vízszinthez (utánpótlás nélküli állapotot feltételezve) folyamatosan csökkenő párolgó vízfelület tartozik, vagyis a párolgás mértéke az időben folyamatosan csökkenne. Ennek ellenére a vizsgálatok során egy egész évben állandónak tekintett vízszintre és vízfelületre végeztük el a számításokat arra a megfontolásra alapozva, hogy tervezett beavatkozások célja elsősorban egy meghatározott értéket meghaladó vízszint folyamatos biztosítása a holtágban. A párolgási vízveszteség becslése során figyelembe kell venni a vízi növények párologtatásából (evapotranspiráció) adódó többletveszteséget is. A vonatkozó szakirodalom szerint a víz felületén fekvő növényzet esetén számottevő többletpárologtatás nem várható, víz fölé magasan nyúló növényzet (pl. nád) jelenléte során **a növényzet és a víz együttes**

párolgásának nyári félévi összege azonban 1,5-2-szerese is lehet a szabad vízfelület nyári párolgásösszegének *[Koris, 2003]*. A vízi növényzet többletpárologtatása **csak a nyári félévben releváns**. Az erre vonatkozó értékeket a *6.1. táblázat* foglalja össze.

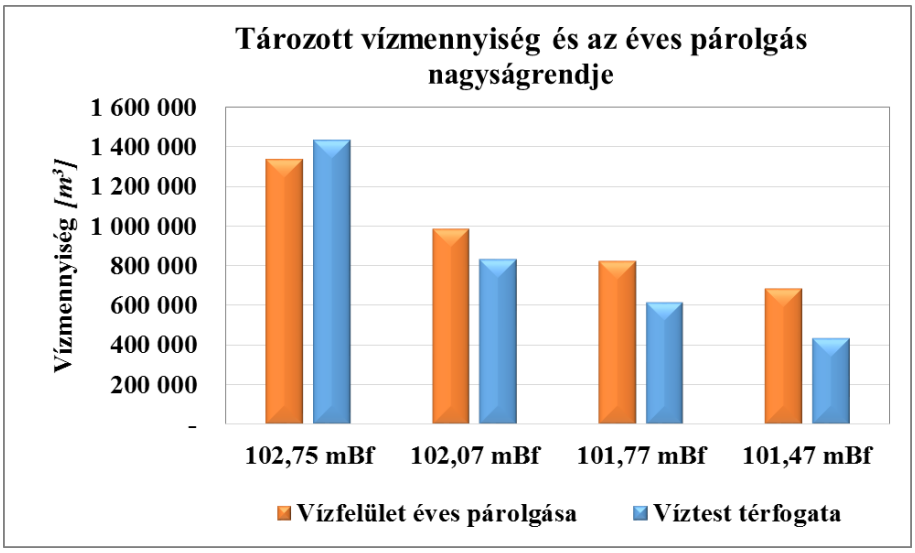
Hónap	IV.	V.	VI.	VII.	VIII.	IX.	Nyári félév (IV-IX.)
%	6	10	17	27	25	15	100

6.1. táblázat – A vízinövényzet többletpárologtatása
(A nyári félév növényzet párologtatásának százalékában)

A többletpárolgás értékének kiszámítására során első lépésként megbecsültük a holtág felületének azt a hányadát, amely víz fölé nyúló növényzettel borított. Ezt a 2015. májusi terepbejárás tapasztalatai, valamint a vízborítottságot ábrázoló (digitális terepmodellből származtatott) fedvény és a célterületre vonatkozó műholdfelvételek együttes alkalmazásával végeztük el. **A párolgás szempontjából releváns növényzetborítottság a holtág vízfelületének mintegy 45%-át teszi ki.**

Figyelembe véve, hogy a növényzet párolgása csak az áprilistól szeptemberig tartó időszakban jellemző, a növény borította részekre vonatkozó kétszeres párolgást csak a nyári hónapok nyílt vízfelszínű párolgásösszegére vonatkoztattuk. A nyári félévben történik meg az egész éves párolgás 86%-a (744 mm), ebből következően a növényzet borította részekre a teljes, 1548 mm párolgással számoltunk a *6.1. táblázatban* foglalt havi megoszlást szem előtt tartva.

A fentiek figyelembe vételével számított párolgásösszeget (téli hónapok párolgása + nyári hónapok tiszta felszínű párolgása + növényzet többletpárolgása a nyári hónapokban) a *6.7. ábra* szemlélteti. Látható, hogy **megfelelő vízutánpótlás nélkül a párolgási veszteség mértéke közel azonos lehet a holtág medrében raktározott vízmennyiséggel**.

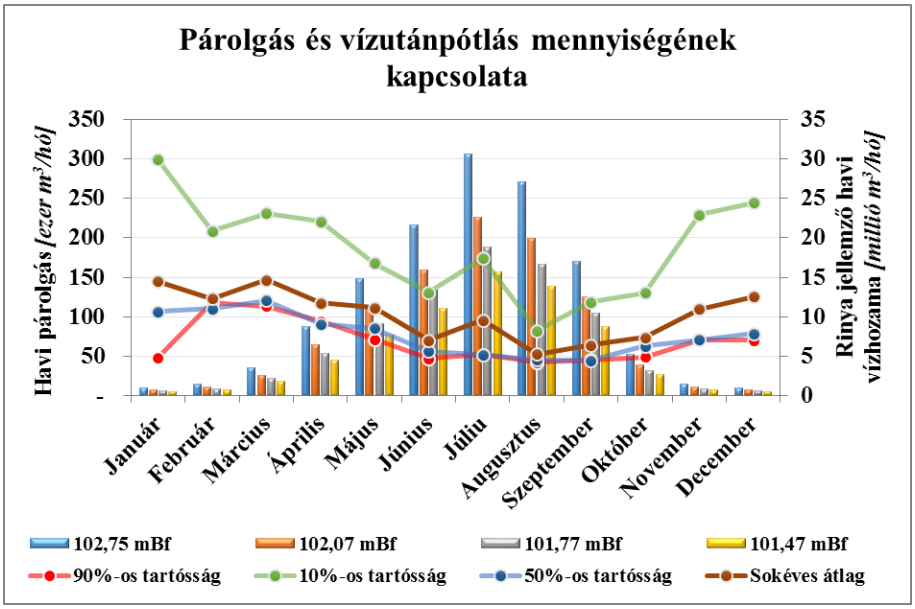


6.7. ábra – A vízfelület éves párolgása különböző vízszintek esetén

A párolgási veszteség ismeretében meghatározható, hogy a holtág vízutánpótlása elengedő-e a megfelelő mennyiségű friss vízutánpótlás biztosítására, ennek hiányában ugyanis a holtág állóvíz jellegűvé válhat, ami ökológiai szempontból kedvezőtlen hatásokat vonhat maga után (eutrofizáció, oldott oxigén koncentráció csökkenése, feliszapolódás stb.). E hatás vizsgálatához kiszámítottuk a Babócsai-Rinya jellemző vízhozam értékeit (90%-os, 50%-os 10%-os tartóssági szinteket és a sokéves átlagot) havi bontásban a rendelkezésre álló, közel 50 évet felölelő adatsor alapján. A havi szinten várható párolgási veszteség értékét (különböző vízállások esetén) és a Rinya vízhozamát szemlélteti a *6.8. ábra*. Szembetűnő, hogy a Babócsai-Rinya jellemző havi vízhozama 90%-os tartósság esetén is közel 20-szorosa a legmagasabb havi párolgási veszteségének. Ebből következően megállapítható, hogy **a kizárólag a Rinyából történő vízpótlás is elegendő mértékű a megemelt vízszint jelentette nagyobb tárolt vízmennyiség folyamatos cseréjére**.

Természetesen a holtágra jellemző teljes vízveszteség nagyobb, mint az általunk figyelembe vett párolgási veszteség. **A mederből történő elszivárgás is hozzájárulhat a vízveszteséghez, ennek közelítő számításhoz ugyanakkor nem rendelkeztünk megfelelő adatokkal.** Az elszivárgás becsült meghatározásához is szükséges legalább egy talajvíz figyelő kút a parti sáv közelében, ami alapján kapcsolat teremthető a talajvíz és a holtág vízszintje között. Mivel azonban a fenti számítások rámutattak arra, hogy **a vízutánpótlás és a vízveszteség között nagyságrendi különbség mutatkozik a vízpótlás javára**, nagy biztonsággal állítható, hogy a rész-veszteségek figyelmen kívül hagyása nem jelent olyan mértékű hibát, ami a megállapítások helytállóságát veszélyeztetné.

Megjegyzés: A *6.8. ábrán* szereplő adatsorok közül a párolgási veszteségre és a vízhozamra vonatkozó értékeket közös diagramon ábrázoltuk a szemléletesség kedvért, felhívjuk ugyanakkor a figyelmet, hogy a hivatkozott adatsorok között nagyságrendi eltérés van, (különböző léptékű tengelyeket használtunk).



6.8. ábra – A vízfelület párolgása és a vízutánpótlás jellege

6.1 Várható vízminőségi változások

A Barcsi Ó-Dráva vizének tartózkodási idejének ismerte fontos információ a vízvisszatartási intézkedések tervezése során. **Minél inkább megnövekszik a holtág vizének kicserélődési ideje, annál nagyobb valószínűséggel alakulhatnak ki vízminőség romlását eredményező folyamatok** (eutrofizáció, üledék felhalmozódás, oldott oxigén háztartás romlása stb.). Ennek vizsgálatára elvégeztük a tartózkodási idő becslését a tervezett, illetve a jellemző vízszintekre vonatkozóan, kis-, közepes- és nagy Rinya vízhozamok esetén (*6.2. táblázat*). A tartózkodási idő becslésére egyszerűsített számításokat végeztünk (nem vettünk figyelembe vízveszteséget, csapadékot stb.), a tározott víztérfogat és a vízhozam hányadosaként képezve az értékeket.

Tartóssági szint	Vízhozam
	[m^3/s]
A 90%-os tartóssághoz tartozó vízhozam	1,21
Az 50%-os tartóssághoz tartozó vízhozam	3,13
A 10%-os tartóssághoz tartozó vízhozam	9,70

6.2. táblázat – A modell peremfeltételeként alkalmazott, a Babócsai-Rinyán, a Babócsai közúti híd alatt mért, adott tartóssághoz tartozó vízhozam értékek (1969-2015)

Megjegyzés: tartózkodási időn/kicserélődési időn azt az időtartamot értjük, ami alatt minden holtágban lévő vízrészecske elhagyja a rendszert, vagyis egy adott időpontban jelenlévő vízrészecskéket figyelembe véve a legutoljára belépő vízrészecske is kilépett a holtágból.

A tartózkodási időkre számított közelítő értékeket a *6.3. táblázat* foglalja össze.

Jellemző vízszint	Víztest térfogata	Kicserélődés			
		90%-os tartósság	50%-os tartósság	10%-os tartósság	Sokéves átlag
[mBf]	*[m^3]*	*[nap]*	*[nap]*	*[nap]*	*[nap]*
102,75	1 434 100	14	6	2	4
102,07	829 500	8	3	1	2
101,77	613 200	6	3	1	2
101,47	432 400	4	2	1	1

6.3. táblázat – Tartózkodási idők a Barcsi Ó-Dráva medrében különböző vízállások és vízutánpótlás esetén

Jól látható, hogy adott vízutánpótlás mellett a tervezett vízszintekhez tartozó vízmennyiség kicserélődési ideje megközelítőleg 3-4-szerese a nyári kisvizes időszakra jellemző értéknek, vagyis **a tartósan magas vízszint esetén számolni kell a jelenlegi tartózkodási idő többszöröződésével**. Mivel az *5.1.1. fejezetben* ismertetett vízminőségi értékelés szerint a Babócsai-Rinya Nagyatád alatti szakaszán a víz növényi tápanyag tartalma többszörösen meghaladja a vonatkozó határértéket és a kedvezőbb vízminőséggel jellemezhető babócsai szakaszon is magas növényi tápanyag koncentrációk fordulnak elő, a holtágban növekedhet az eutrofizáció kockázata.

Felhívjuk a figyelmet, hogy a Barcsi Ó-Dráva esetén a megtápláló vízfolyás magas növényi tápanyag koncentrációja és a megemelt vízszint által jelentősen megnövekvő

tartózkodási idő együttesen számottevő mértékben növelheti a holtág vizének trofitási szintjét, különös tekintettel arra, hogy az egyéb esetben limitáló oldott ortofoszfát-ion és hosszabb tartózkodási idő tartós „rendelkezésre állására" lehet számítani (a napsütéses órák száma jellemzően magas a térségben). A tartózkodási idő megnövekedésével tehát a kedvezőtlen tápvíz minőség jelentette kockázat tovább növekszik, ezért **kiemelten fontos, hogy a beavatkozások megvalósulása esetén a Rinya vízminőségének javítására is hangsúlyt fektessenek (pl. szűrőmező, nádastó kialakításával, a jelenlegi vízinövényzet rendszeres vágásával stb.) annak érdekében, hogy az eutrofizációval járó káros hatások (oldott oxigén csökkenése, halak pusztulása, elmocsarasodás stb.) mérsékelhetők legyenek**. Amennyiben a vízszint tartós megemelésével együtt az eutrofizáció is felgyorsul a holtágban, éppen a beavatkozásoktól elvárt kedvező ökológiai hatás csökken (kedvezőtlen esetben az alapállapotnál rosszabb feltételek is kialakulhatnak).

Megjegyezzük, hogy az Országos Vízgyűjtő-gazdálkodási Terv végrehajtása során a vízgyűjtő területen végrehajtott szennyezőanyag terhelést csökkentő intézkedések várhatóan a Babócsai-Rinya vízminőségének bizonyos mértékű javulását valószínűsítik.

A beavatkozások vízminőségre gyakorolt hatásainak nyomon követése érdekében javasoljuk egy monitoring rendszer kiépítését és üzemeltetését és a hidraulikai és vízminőségi paraméterek tervezett gyakoriságú, rendszeres vizsgálatát.

7 Vízutánpótlódási tartósságok vizsgálata a 2009-2015. közötti időszakra vonatkozóan

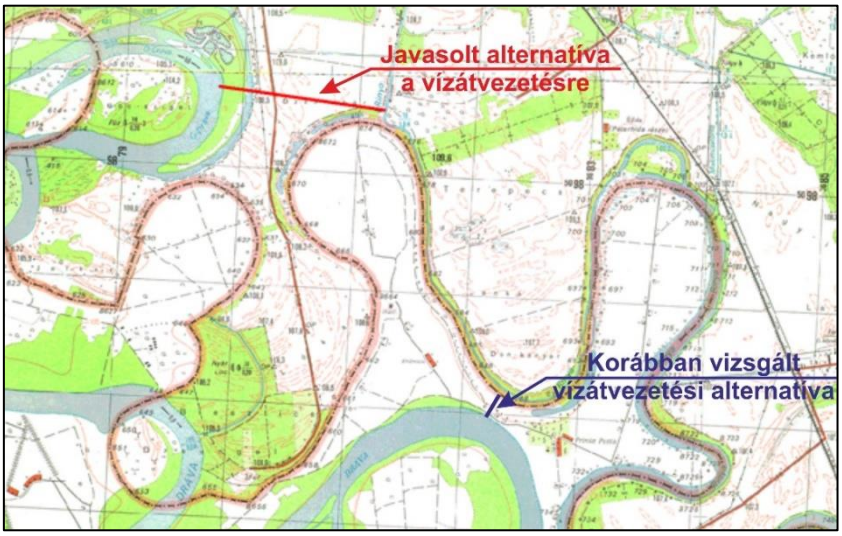
Az eddigi eredményeket felhasználva **meghatároztuk, hogy a 2009-2015. éveket alapul véve hány napon keresztül lehetne biztosítani a holtág vízellátását közvetlenül a Drávából a Barcsi Ó-Dráva vizsgált vízszintjeinek előfordulása esetén**.

A Dráva vízszintek értékelését a következő adatok alapján végeztük el (lásd *5.3. fejezet*):

- **A Barcsi vízmérce vízállás adatai 1970-2015-ig,**
- **A Dráva atlaszban szereplő vízszínesés a Barcsi vízmérce és a Barcsi Ó-Dráva tervezett vízbevezetési pontja között.**

A koncepcióterv munkaközi változatában (2015. június) a 2008-ban készült horvát elemzések alapján javasolt vízátvezetési alternatívát (kék színnel jelölt vízátvezetési alternatíva a *7.1. ábrán*) **vizsgáltuk**. Az eredményeket a *7.1. fejezetben* mutatjuk be.

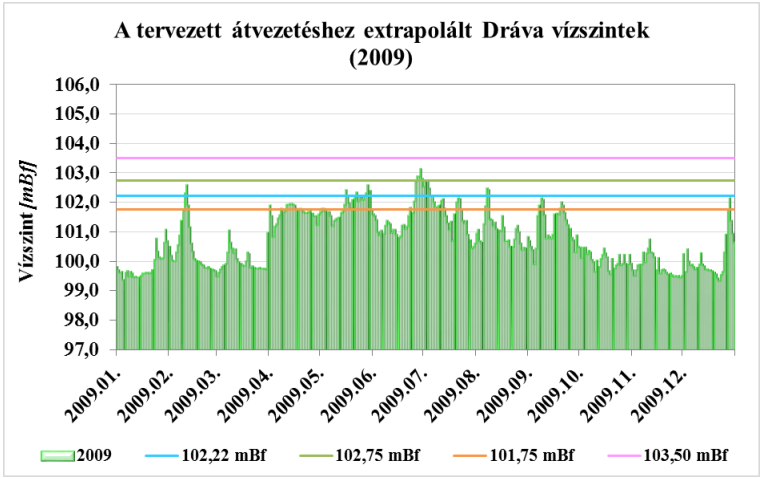
A Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatóság és a Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság szakmai egyeztetésének eredményeként a Dráva és a Barcsi Ó-Dráva közti vízátvezetés megvalósítására vonatkozóan **új lehetséges nyomvonal javaslat került kidolgozásra 2015. augusztusában.** Ennek lehetséges elhelyezkedését a *7.1. ábrán* szereplő piros vonal szemlélteti. Látható, hogy a vízátvezetés – ellentétben a korábbi tervekkel – nem közvetlenül a Dráva és a Barcsi Ó-Dráva között valósulna meg ebben az esetben, hanem a Dráva egyik mellékága (melynek lefűződése a műholdfelvételek értelmében előrehaladottnak tekinthető) és a Babócsai-Rinya torkolati szakasza között létesülne. Jelentős különbséget jelent továbbá a két alternatíva között, hogy az új nyomvonal javaslat folyásirányban mintegy 5 fkm-rel feljebb tervezi megvalósítani a vízátvezetést. Ez azt jelenti, hogy **a Dráva vízszintje magasabban van a korábban vizsgált vízszintekhez viszonyítva** (figyelembe véve a folyó vízszínesését), ugyanakkor **a létesítendő csatorna/árok szükséges hossza megnövekszik** (elérheti a 1,5 km hosszt).



7.1. ábra – Javasolt nyomvonal lehetőségek a Dráva és a Barcsi Ó-Dráva közötti vízátvezetés megvalósítására

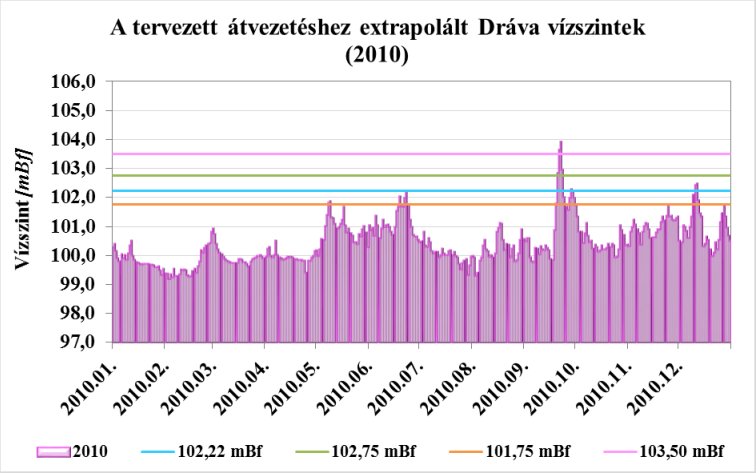
7.1 1. vízátvezetési alternatíva vizsgálata

A *7.2. ábrán* a 2008. évi vizsgálatok alapján tervezett, 168 fkm közeli Dráva szakaszon elhelyezkedő bevezetési ponthoz extrapolált 2009. évi Dráva vízszintek láthatók. A vízszintek alakulása mellett a különböző tervezett vízszintek abszolút magassága (befolyási szint) is leolvasható. A vízpótlásra akkor van lehetőség, amikor a Dráva ezen szakaszán kialakuló vízállása meghaladja az Ó-Drávában tervezett vízszintet. A DDNPI szakemberei által meghatározott vízszint 102,75 mBf (zöld vonal). A diagram jól szemlélteti, hogy a vízpótlásra alkalmas napok az év során összefüggő hosszabb időszakot nem alkotnak, **csupán egy alkalommal néhány napig lett volna lehetőség a vízpótlásra**. A *7.2. ábra* alapján megállapítható, hogy a 2009-es évben a 102,22 mBf (vízmérce nullpontja) vízszint esetén a vízpótlásra négy alkalommal lett volna lehetőség, amelyből csupán egy tekinthető tartósan fennállónak (2 hét).



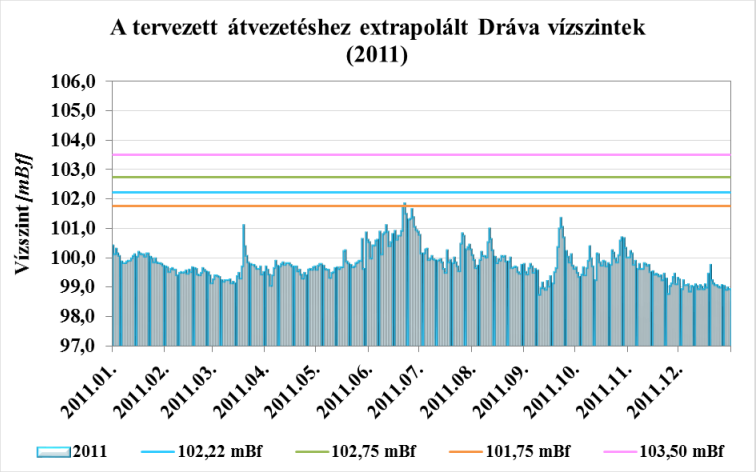
7.2. ábra – A tervezett átvezetési pontjához extrapolált Dráva vízszintek, és a különböző átfolyási esetek befolyási szintjei (2009)

A 2009. évhez hasonlóan meghatároztuk a vízpótlásra alkalmas időszakokat a 2010-es évre vonatkozóan. A *7.3. ábra* alapján látható, hogy a tervezett 102,75 mBf vízszint esetén csupán **egy rövid időszak alatt lett volna lehetőség a Drávából történő vízpótlásra**. A 102,22 mBf vízszintet a Dráva vízállása az adott szakaszon csupán néhány nap haladta meg.



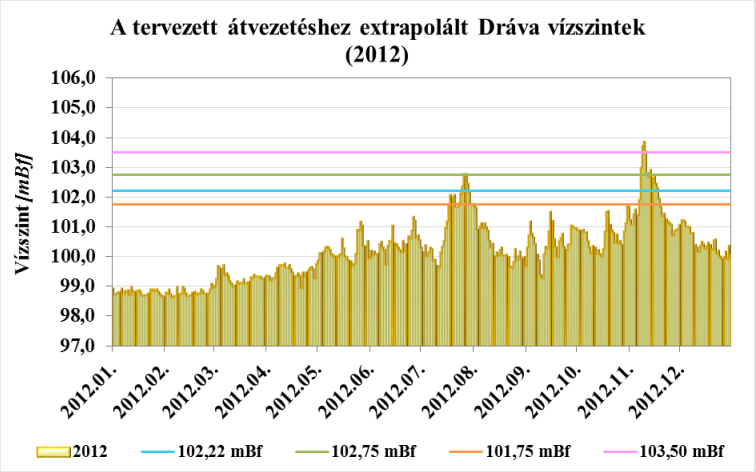
7.3. ábra – A tervezett átvezetési pontjához extrapolált Dráva vízszintek, és a különböző átfolyási esetek befolyási szintjei (2010)

A 2011-es évben a Dráva vízszintje nem tette volna lehetővé a vízpótlást sem a 102,75 mBf, sem pedig a 102,22 mBf vízszint esetén (*7.4. ábra*).



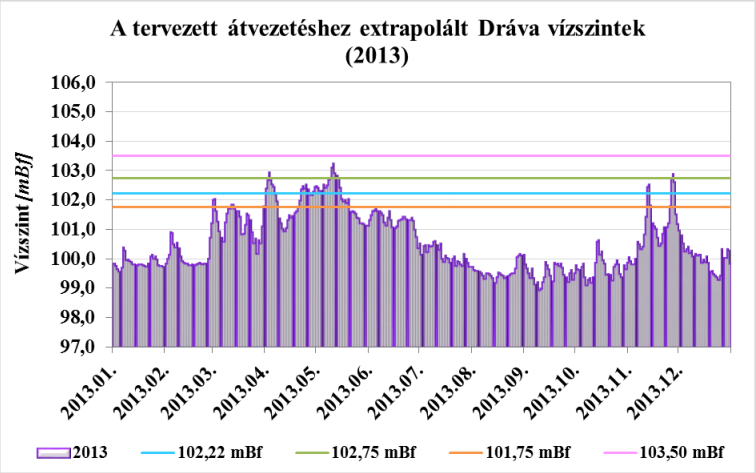
7.4. ábra – A tervezett átvezetési pontjához extrapolált Dráva vízszintek, és a különböző átfolyási esetek befolyási szintjei (2011)

A 2012-es évben a Dráva vízszintjei alapján csupán egy hosszabb időszak áll volna rendelkezésre az Ó-Dráva 102,75 mBf vízszintjének tartására (*7.5. ábra*).



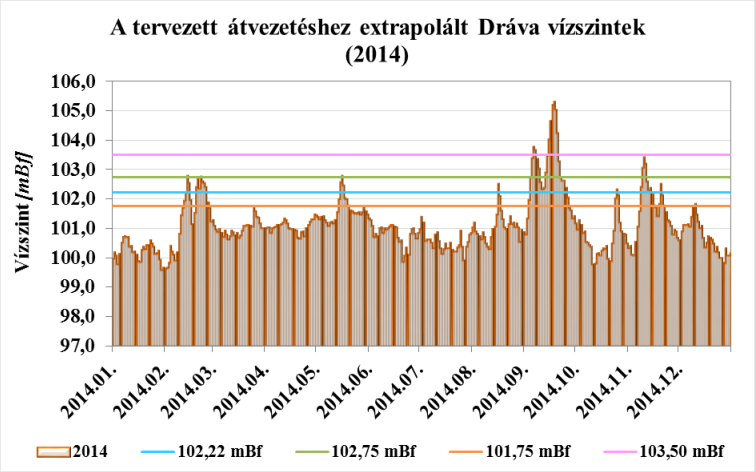
7.5. ábra – A tervezett átvezetési pontjához extrapolált Dráva vízszintek, és a különböző átfolyási esetek befolyási szintjei (2012)

A 2013-as évben hasonlóakat tapasztalhatunk, mint a 2009-es évben. Az év során csupán **3 rövidebb időszak állt volna rendelkezésre az Ó-Dráva 102,75 mBf vízszintjének pótlására**, tartására (*7.6. ábra*).



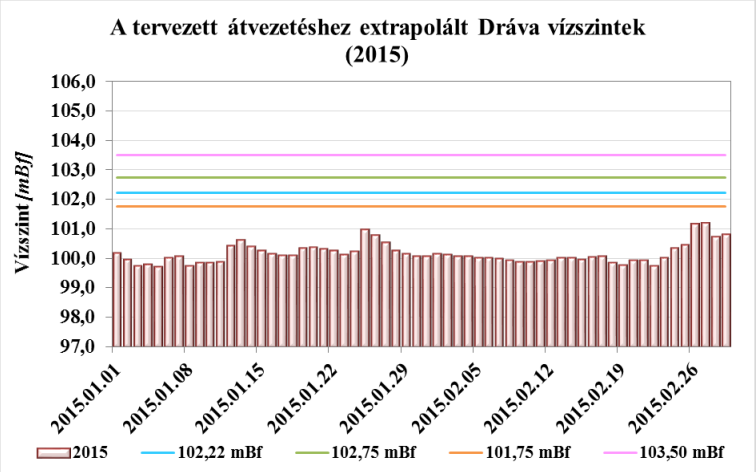
7.6. ábra – A tervezett átvezetési pontjához extrapolált Dráva vízszintek, és a különböző átfolyási esetek befolyási szintjei (2013)

A tervezett bevezetési ponthoz extrapolált adatok alapján a vizsgált évek közül a 2014-as évben tapasztalhattuk a legmagasabb Dráva vízszinteket. Azonban **az Ó-Dráva 102,75 mBf vízszintjének tartásához csak nagyon rövid, nem összefüggő időszakok álltak volna rendelkezésre** (*7.7. ábra*).



7.7. ábra – A tervezett átvezetési pontjához extrapolált Dráva vízszintek, és a különböző átfolyási esetek befolyási szintjei (2014)

A 2011-es évhez hasonlóan **2015-ben szintén nem tette volna lehetővé a Dráva vízszintje a vízpótlást** sem a 102,75 mBf, sem pedig a 102,22 mBf vízszint esetén (*7.8. ábra*).



7.8. ábra – A tervezett átvezetési pontjához extrapolált Dráva vízszintek, és a különböző átfolyási esetek befolyási szintjei (2015)

Fenti elemzések eredményei alapján megállapítható, **hogy a 2008-as tanulmány szerint tervezett bevezetési ponton a Dráva vízszintje kis gyakorisággal éri el azt a magasságot, ami lehetővé teszi a közvetlen vízpótlást**.

7.2 2. vízátvezetési alternatíva vizsgálata

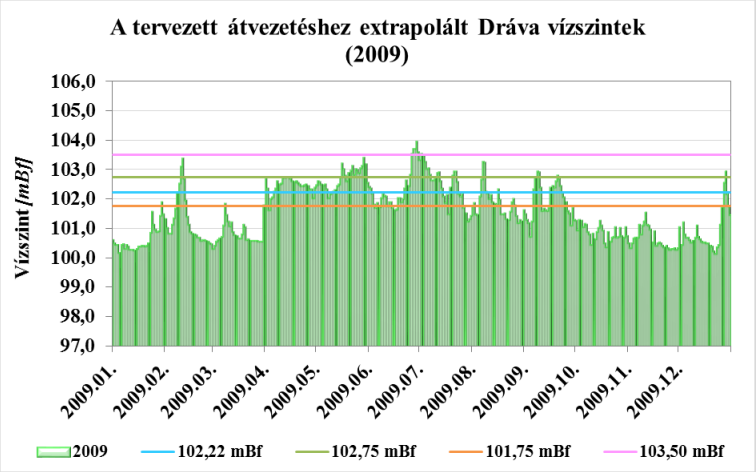
Annak érdekében, hogy értékeljük a javasolt új nyomvonal alternatíva elvi megvalósíthatóságát, az előzőekben is alkalmazott módszertan szerint megvizsgáltuk a Dráva 174 fkm közelében elhelyezkedő átvezetési pontra jellemző Drávai vízszintet (Balti-tenger feletti magasságban) és összevetettük a Barcsi Ó-Drávára jellemző, valós, illetve tervezett vízállások Balti-tengertől számított értékével.

Megjegyzés: A vízátvezetés tervezett kiindulási pontja a rendelkezésre álló ábra szerint egy mellékágban van. A számítások során a Dráva vízállását vettük alapul e mellékág torkolatának közvetlen közelében (megközelítőleg 173+700 fkm), mivel a mellékág abban az esetben kaphat a Barcsi Ó-Dráva szempontjából is releváns friss vízutánpótlást, ha a torkolati szakaszában a vízszint eléri a kívánt magasságot.

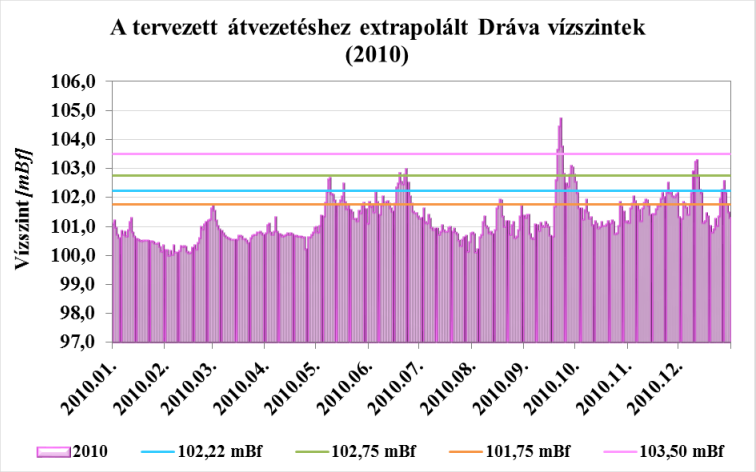
A Dráva kérdéses keresztszelvényében kialakuló vízszinteket a Barcsi vízmércén mért adatok és a Dráva adott szakaszára vonatkozó vízszintesés figyelembe vételével határoztuk meg. Ez utóbbit a Vízrajzi Dráva Atlasz információi alapján végzett interpoláció alapján határoztuk meg.

A Dráva 173+700 szelvényére vonatkozó számítások eredményeként a *7.9-7.15. ábrák* által szemléltetett vízállás értékek adódtak.

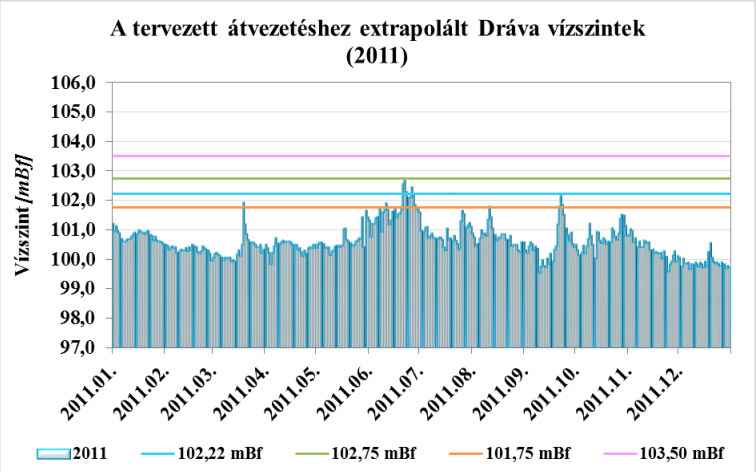
Jól látható, hogy a korábbi vízátvezetési alternatívára vonatkozó számítási eredményekhez képest (lásd *A Barcsi Ó-Dráva ökológiai állapotjavítását célzó lehetséges műszaki beavatkozások koncepcióterve,* Inno-Water Kft., 2015. június) mintegy fél méterrel magasabb vízállás jellemzi az átvezetési pontot, ami vízátvezetés lehetséges időtartamát számottevően képes megnövelni. A 2009. évi adatok alapján az évi egy-két nap időtartam akár a 20-30 napot is elérheti (hasonlóan 2014-ben is), kevésbé csapadékos évek esetén ugyanakkor még ilyen módon sem biztosítható ez éves szinten néhány napot meghaladó vízátadás (2010. év, 2011. év).



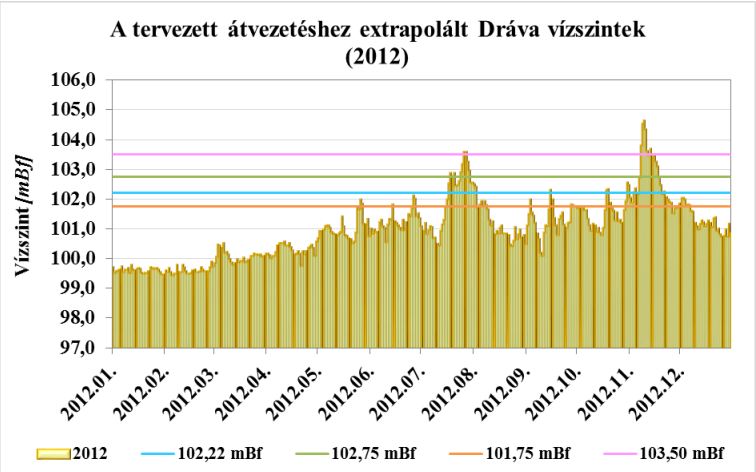
7.9. ábra – Az új vízátvezetési alternatíva bevezetési pontjára interpolált Dráva vízállás értékek a 2009. évi Barcsi vízállás adatok alapján



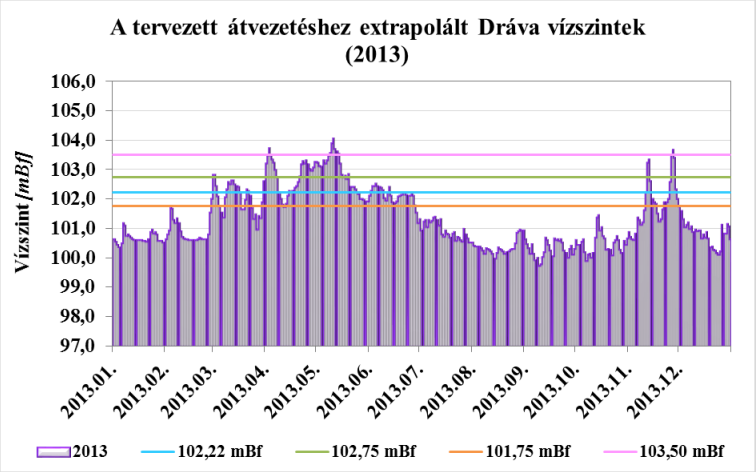
7.10. ábra – Az új vízátvezetési alternatíva bevezetési pontjára interpolált Dráva vízállás értékek a 2010. évi Barcsi vízállás adatok alapján



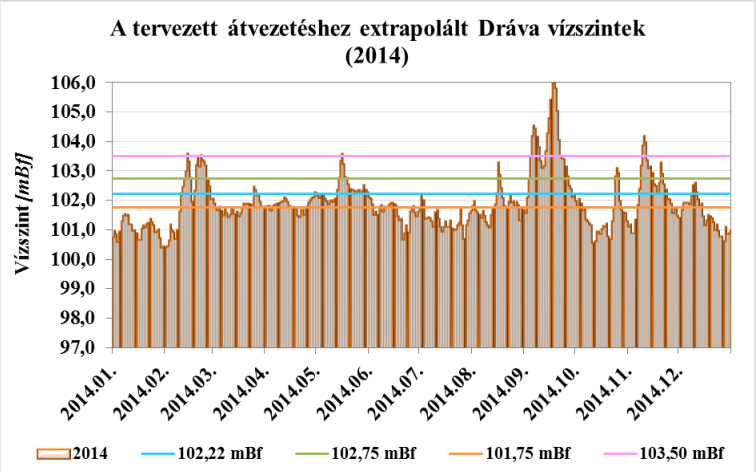
7.11. ábra – Az új vízátvezetési alternatíva bevezetési pontjára interpolált Dráva vízállás értékek a 2011. évi Barcsi vízállás adatok alapján



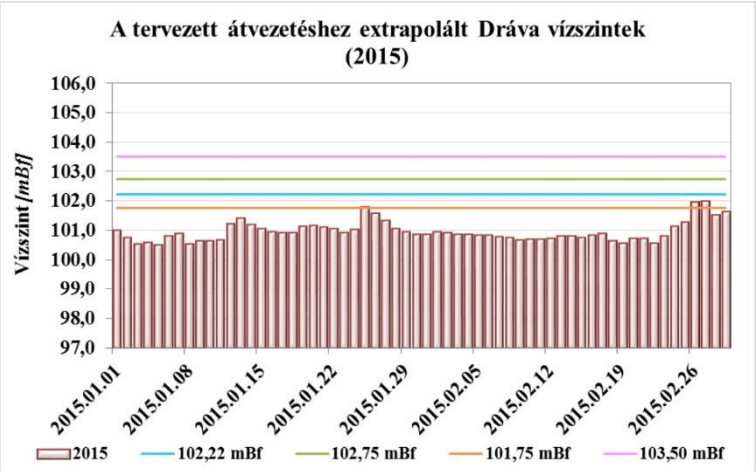
7.12. ábra – Az új vízátvezetési alternatíva bevezetési pontjára interpolált Dráva vízállás értékek a 2012. évi Barcsi vízállás adatok alapján



7.13. ábra – Az új vízátvezetési alternatíva bevezetési pontjára interpolált Dráva vízállás értékek a 2013. évi Barcsi vízállás adatok alapján



7.14. ábra – Az új vízátvezetési alternatíva bevezetési pontjára interpolált Dráva vízállás értékek a 2014. évi Barcsi vízállás adatok alapján



7.15. ábra – Az új vízátvezetési alternatíva bevezetési pontjára interpolált Dráva vízállás értékek a 2015. évi Barcsi vízállás adatok alapján

A fentiekben ismertetett adatok azt mutatják, hogy **az alternatív vízátadási nyomvonal kedvezőbb lehetőségeket biztosít a Dráva és a Barcsi Ó-Dráva közötti kapcsolat megteremtésére**, fontos azonban szem előtt tartani több technikai megvalósítást érintő részletet, ami döntő módon befolyásolhatja a vízátadás sikerességét és annak biztonságát. Kiemelten fontosnak tartjuk felhívni a figyelmet arra, hogy a vízátvezetést biztosító cső/árok csak abban az esetben láthatja el megfelelően a funkcióját, ha annak kialakítása és a fennálló hidrológiai viszonyok megfelelők. Kedvezőtlen esetben a vízátadás meghiúsulhat, illetve megszűnhet a mellékág vízutánpótlása a Rinya irányából. Ez abban az esetben következhet be, ha az átadást biztosító műtárgy szintje alacsonyabban van, mint a duzzasztás hatására a mellékágban létrejövő vízszint. Ilyen esetekben a Rinya vize a műtárgyon keresztül a Dráva irányába folyna le, aminek következtében a mellékág vízutánpótlása megszűnne. Mivel a megfelelő vízátadás a műtárgy Dráva felé eső végének (műszaki szempontból indokolható) lehető legalacsonyabb szinten történő megvalósítása indokolt, a fentiekben vázolt problémába elkerülése ugyanakkor ennek a végpontnak a megemelését tenné szükségesség, az áramlási útvonal elzárását biztosító műszaki megoldás beépítése válik szükségessé a műtárgyon (zsilip, csappantyú stb.). Ilyen módon biztosítható, hogy csak akkor váljon szabaddá az áramlási útvonal, ha az a Barcsi Ó-Dráva irányába mutató vízpótlást jelent, ez azonban azt jelenti, hogy a vízátadási rendszer üzemeltetést, időszakos karbantartást igényel.

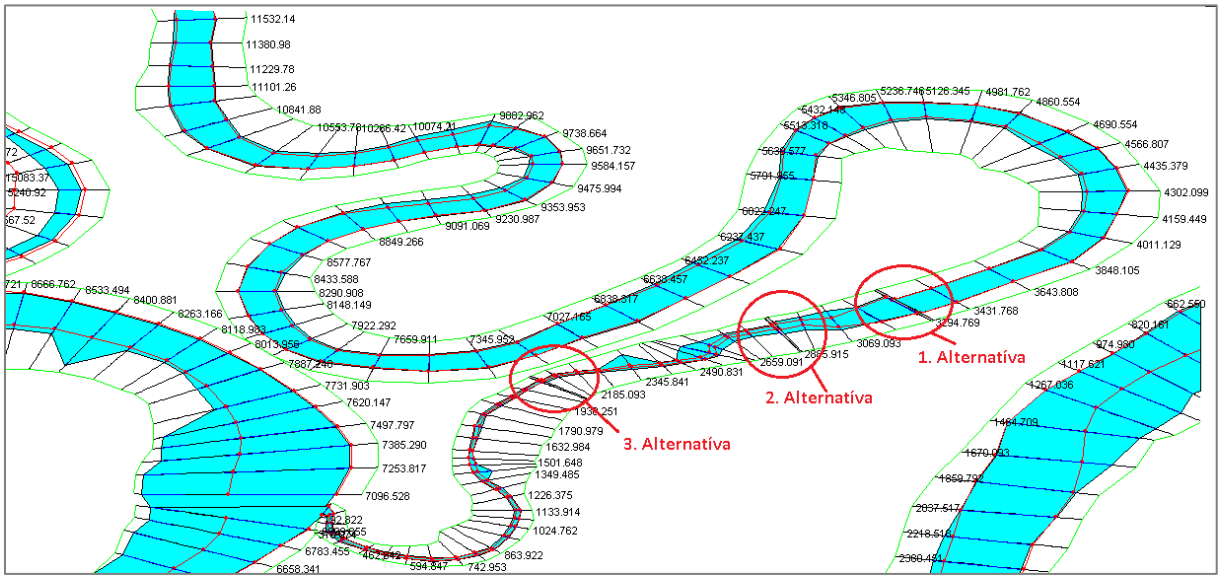
Ezen túlmenően megjegyezzük, hogy az interpoláció során nem vettük figyelembe a nyomvonal által érintett terület domborzatát, a terület jellegéből adódóan azonban nem kizárható, hogy az átvezető cső/csatorna megfelelő lejtésű kialakítása jelentős földmunkát követel meg.

A vizsgált 2. alternatíva esetében mintegy 1,5 km hosszú áteresz (árok vagy csővezeték) megvalósítására lenne szükség, ami az 1. alternatívánál lényegesen magasabb költséggel építhető ki.

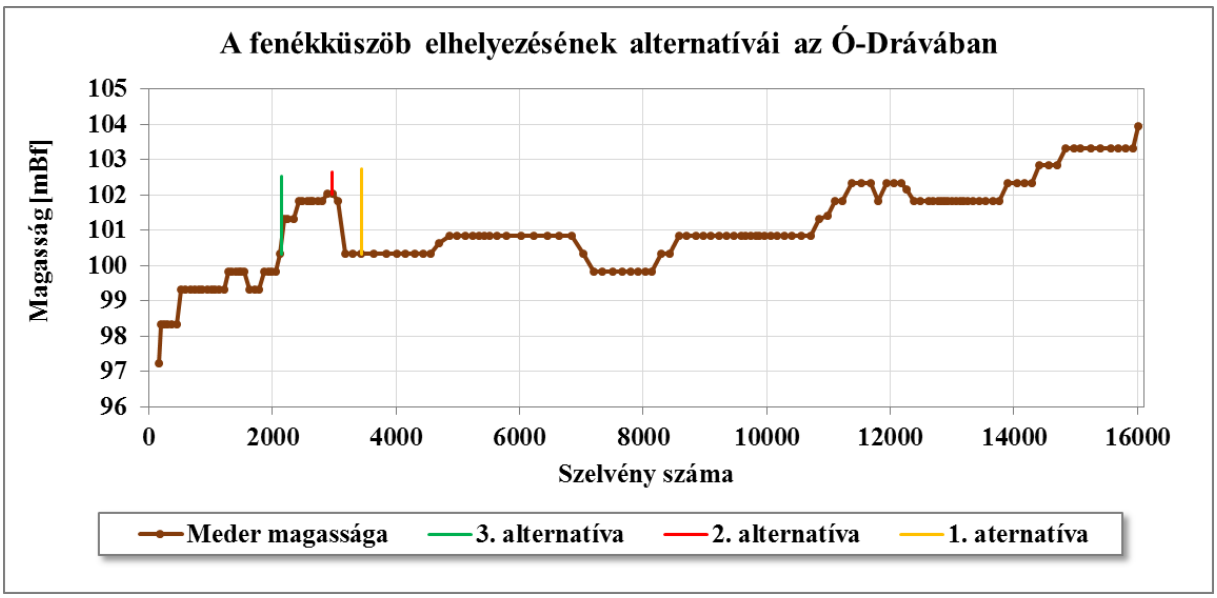
8 A vízvisszatartási alternatívák bemutatása

A Hydroing d.o.o. által fejlesztett modell felhasználásával meghatároztuk, hogy a Barcsi Ó-Dráva mely pontján mekkora fenékküszöb/gát szükséges a kívánt 102,75 mBf vízszint megtartásához. **A műtárgy pontos helyének meghatározásához szükséges a meder részletes felmérése (legalább a műtárgy tervezett helyének környezetében), illetve a talajmechanikai vizsgálatok elvégzése, ezért a jelenlegi tanulmány csupán annak koncepcionális kialakítását tartalmazza.**

Az alábbiak szerint **példaként megvizsgáltunk három, lényegesen eltérő medergeometriával jellemezhető keresztszelvényt a duzzasztásra szolgáló gát elhelyezésének alternatívájaként**. A gát lehetséges pozícióit a *8.1. ábrán* szemléltetjük. **A gát szükséges magasságának meghatározásakor a Babócsai-Rinya 50%-os tartósságú vízhozamát vettük alapul, valamint vizsgáltuk a holtágban 90% és 10% tartósságú vízhozamok esetén kialakuló vízszinteket.** Fontos megjegyezni, hogy a számítások során felhasznált modell építésekor nem állt a horvát fél rendelkezésére részletes mederfelmérés, ezért a modellbe beépített meder és a Barcsi Ó-Dráva mederviszonyai között lehetnek jelentős eltérések. **A részletes tervezés során ezért javasoljuk a holtág teljes medrének felmérését. A tervezés alapfeltétele a medergeometria pontos ismerete legalább a műtárgy tervezett környezetében.**

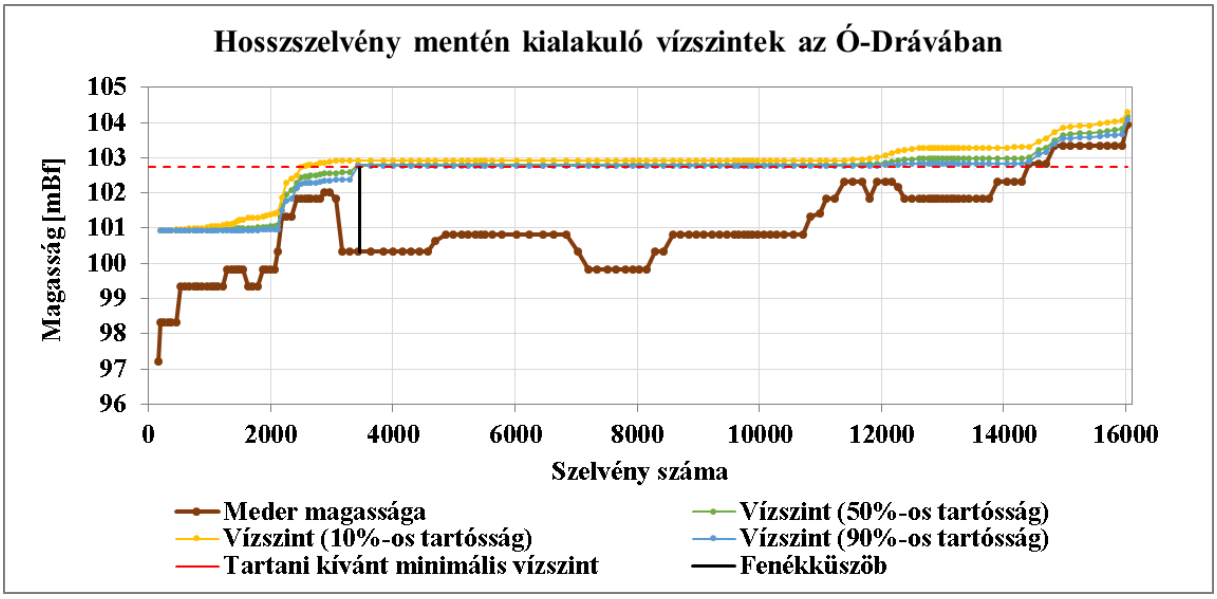


8.1. ábra - A Barcsi Ó-Dráva vízszintjének duzzasztását szolgáló fenékküszöbök/gátak lehetséges pozíciói (1)

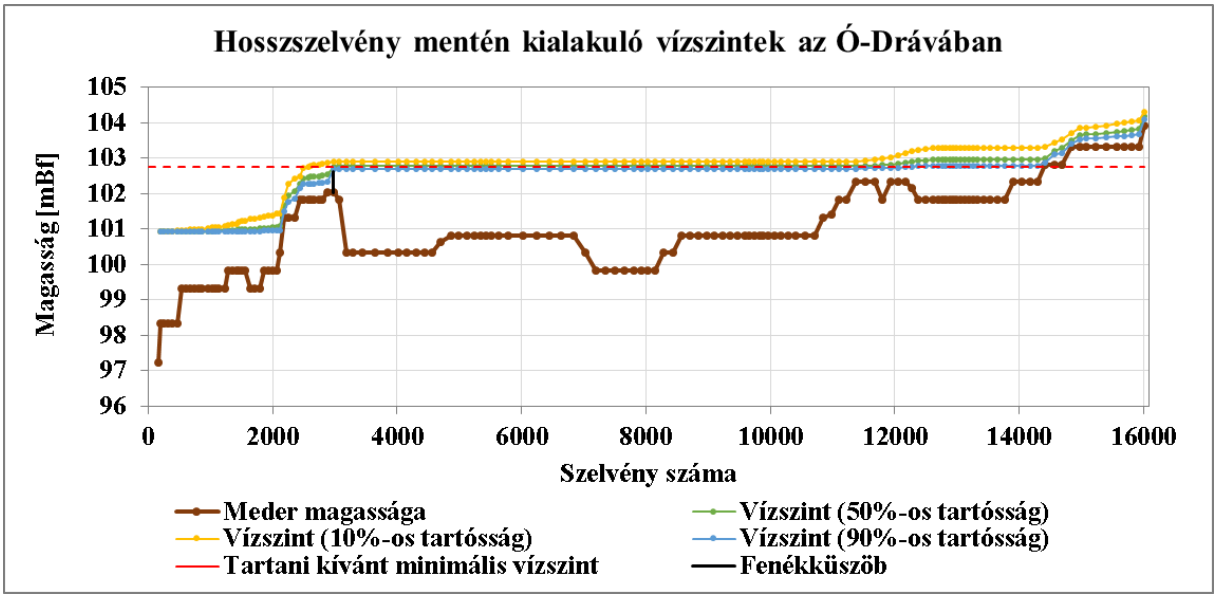


8.2. ábra - A Barcsi Ó-Dráva vízszintjének duzzasztását szolgáló fenékküszöbök/gátak lehetséges pozíciói (2)

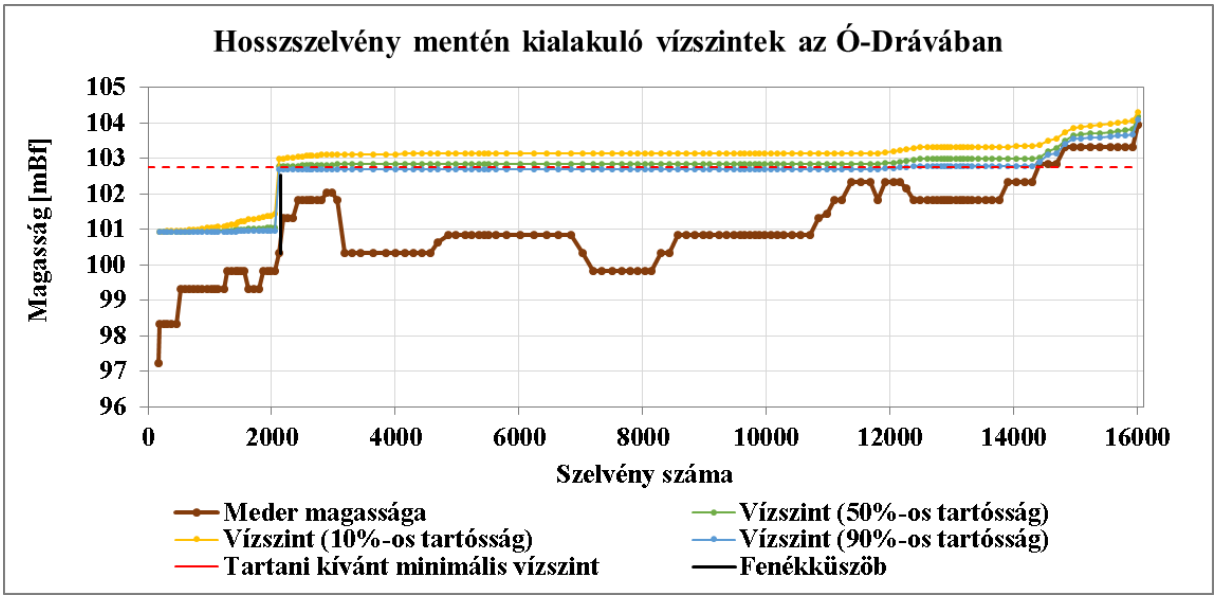
A következő ábrák szemléltetik a fenékküszöb/gát különböző keresztszelvényekben történő megépítésének hatására kialakuló vízszinteket a holtág hossz-szelvényében. A számítások alapján látható, hogy mind a 3 helyszín esetében lehetséges olyan műtárgy kialakítása, amely képes a holtág vízszintjének 102,75 mBf szinten történő stabilizálására, függetlenül a Babócsai-Rinya vízhozamától. A számítások alapján az 1. alternatíva szerinti 3+295 fkm keresztszelvényben 102,7 mBf, a 2. alternatíva szerinti 2+886 fkm keresztszelvényben (a jelenlegi duzzasztás helyén) 102,6 mBf, míg a 3. alternatíva szerinti 2+118 fkm keresztszelvényben 102,5 mBf gátkorona szintű műtárgy beépítése teszi lehetővé a tervezett vízszint megtartását. A helyi terepszinttől mérve ez sorrendben 2,4 m, 0,6 m, illetve 2,2 m magas gát/küszöb kialakítását igényli. A vízszint számítások a vízmérce szelvényére vonatkoznak, de az ábrákon látható, hogy a mellékág legnagyobb részében érvényesülnek a vízszintemelés hatásai. Fontos megjegyezni, hogy a modellszámítás nem veszi figyelembe az esetleges vízveszteségeket. Mivel ez a *6. fejezet* közelítő számításai alapján is jelentősnek tekinthető, a modellszámítás eredményeinél esetenként kisebb vízszintek alakulhatnak ki a valóságban.



8.3. ábra - Az 1. alternatíva (3+295 fkm) esetén kialakuló vízszintek az Ó-Dráva hossz-szelvénye mentén

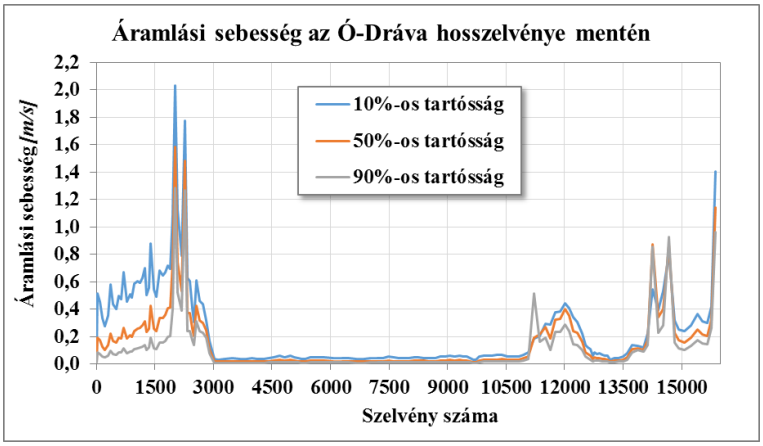


8.4. ábra - A 2. alternatíva (2+886 fkm) esetén kialakuló vízszintek az Ó-Dráva hossz-szelvénye mentén

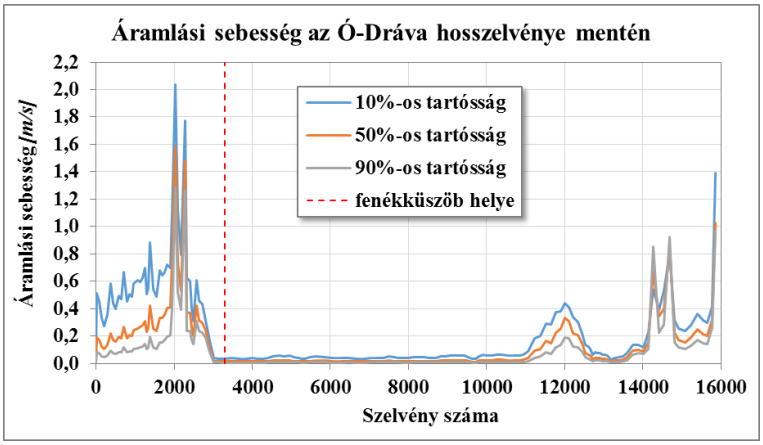


8.5. ábra – A 3. alternatíva (2+118 fkm) esetén kialakuló vízszintek az Ó-Dráva hossz-szelvénye mentén

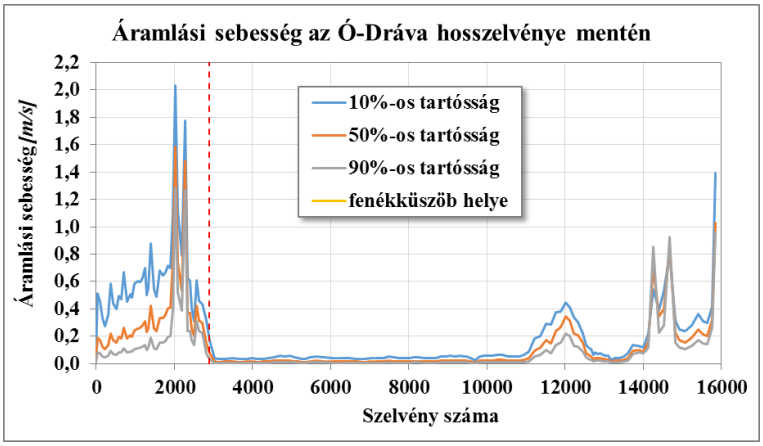
A modell felhasználásával a 3 fenti alternatívára meghatároztuk a holtág egyes pontjain kialakuló áramlási sebességeket, különös tekintettel a fenékküszöb környezetére. A holtág különböző pontjain kialakuló áramlási sebességeket a *8.6-8.9. ábrák* szemléltetik. A fenékküszöb környezetében kialakuló áramlási sebességeket az ábrák mellett a *8.1. táblázat* tartalmazza. A számításokat egyaránt elvégeztük a Babócsai-Rinya 10, 50 és 90%-os tartósságú vízhozamaira. Az eredmények alapján látható, hogy **az áramlási sebesség a fenékküszöb/gát környezetében magas, különösen az alvízi szakaszon. A duzzasztást szolgáló műtárgy tervezése és kiépítése során figyelembe kell venni az alvízi szakaszon megnövekedő áramlási sebességeket és azt úgy kell megtervezni, hogy képes legyen ellenállni a lokális áramlási viszonyoknak. A műtárgy felvízi szakaszán a modellszámítások eredményei alapján nem várható az áramlási sebességek jelentős megváltozása.** A műtárgy elhelyezése (a meghatározott mederszakasz keretein belül) a felvízi szakasz vízsebességét nem befolyásolja jelentősen, ugyanakkor a magasabb vízszinthez tartozó nagyobb áramlási keresztmetszet azonos vízpótlás mellett az áramlási sebességek csökkenését eredményezi (ennek mértéke az aktuális vízszint függvénye). A mellékág vizének kicserélődési ideje várhatóan nőni fog, ennek fő oka ugyanakkor nem a csökkenő áramlási sebesség, hanem a jelentős mértékben megnövekvő tározási térfogat. Fontos megemlíteni, hogy a modell készítése során minden esetben 10 méter vastag fenékküszöb beépítését feltételeztük, a számított áramlási sebességek erre az esetre vonatkoznak, tehát becslésként kezelendők. A pontos számítások érdekében elengedhetetlen a beépítendő műtárgy geometriájának ismerete.



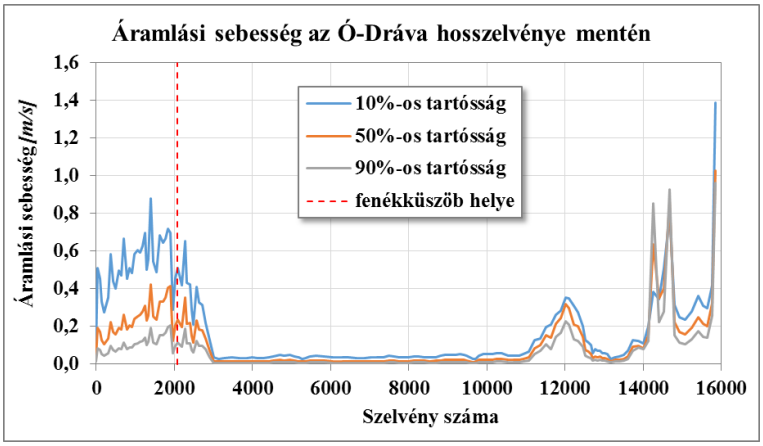
8.6. ábra – Az Ó-Dráva hossz-szelvénye mentén kialakuló áramlási sebességek az 0. alternatíva (nincs beépített fenékküszöb) esetén



8.7. ábra – Az Ó-Dráva hossz-szelvénye mentén kialakuló áramlási sebességek az 1. alternatíva (3+295 fkm) esetén



8.8. ábra – Az Ó-Dráva hossz-szelvénye mentén kialakuló áramlási sebességek az 2. alternatíva (2+886 fkm) esetén

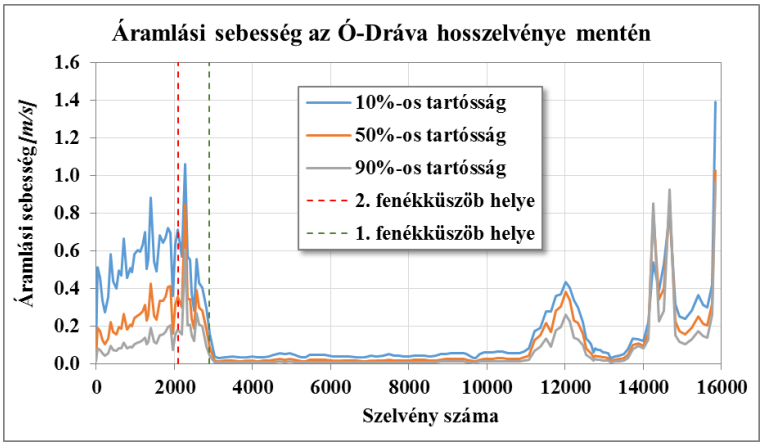


8.9. ábra – Az Ó-Dráva hossz-szelvénye mentén kialakuló áramlási sebességek a 3. alternatíva (2+118 fkm) esetén

0. alternatíva (nincs fenékküszöb)		**Vízhozam tartósság**		
		10%	**50%**	**90%**
Sebesség a vízmércénél	***[m/s]***	0,04	0,02	0,01
Maximális sebesség az alvízi szakaszon	***[m/s]***	2,03	1,58	1,29
Vízszint a vízmércénél	***[mBf]***	102,9	102,6	102,4
1. alternatíva (3+295 fkm)		**Vízhozam tartósság**		
		10%	**50%**	**90%**
Sebesség a küszöb felett	***[m/s]***	0,37	0,36	0,27
Sebesség közvetlen a küszöb után	***[m/s]***	0,03	0,01	0,01
Sebesség a vízmércénél	***[m/s]***	0,04	0,02	0,01
Maximális sebesség az alvízi szakaszon	***[m/s]***	2,03	1,58	1,29
Vízszint a vízmércénél	***[mBf]***	102,9	102,8	102,8
2. alternatíva (2+886 fkm)		**Vízhozam tartósság**		
		10%	**50%**	**90%**
Sebesség a küszöb felett	***[m/s]***	0,65	0,51	0,40
Sebesség közvetlen a küszöb után	***[m/s]***	0,41	0,30	0,23
Sebesség a vízmércénél	***[m/s]***	0,04	0,02	0,01
Maximális sebesség az alvízi szakaszon	***[m/s]***	2,03	1,58	1,29
Vízszint a vízmércénél	***[mBf]***	102,9	102,8	102,7
3. alternatíva (2+118 fkm)		**Vízhozam tartósság**		
		10%	**50%**	**90%**
Sebesség a küszöb felett	***[m/s]***	0,96	0,70	0,53
Sebesség közvetlen a küszöb után	***[m/s]***	0,70	0,41	0,20
Sebesség a vízmércénél	***[m/s]***	0,04	0,02	0,01
Maximális sebesség az alvízi szakaszon	***[m/s]***	1,39	1,03	0,96
Vízszint a vízmércénél	***[mBf]***	103,1	102,8	102,7

8.1. táblázat – A 3 alternatíva esetén a fenékküszöb környezetében kialakuló áramlási sebességek és a vízmércénél kialakuló vízszintek

A fenti eredmények alapján jól látható, hogy a vízvisszatartást megvalósító gátak/fenékküszöbök – elhelyezésüktől függően – jelentősen megnövelhetik a közvetlen alvízi szakaszon a víz áramlási sebességét. Fontos ugyanakkor kiemelni, hogy mesterséges műtárgy létesítése nélkül is megfigyelhető a jelenség a meder magasságviszonyainak természetes megváltozása miatt (a mederben lévő természetes magaslat alvízi szakaszán jelenleg is nagyon magas áramlási sebességek uralkodnak, ami a meder folyamatos erózióját okozza). **A lokálisan megnövekvő vízsebesség az érintett mederszakasz eróziójának felgyorsulásához vezethet, ennek elkerülésére megfelelő intézkedések megtétele szükséges. Az alvízi szakasz meder biztosításának eszköze lehet több, a vízvisszatartásban szerepet nem játszó fenékküszöb elhelyezése.** Ennek hatására mutat példát a *8.10. ábra*. *Megjegyzés*: a 3. alternatíva hasonló hatással bír, a mederemelkedés jelentette természetes duzzasztás után a mesterséges műtárgy csökkenti a kialakuló sebességcsúcsot.



8.10. ábra – Az Ó-Dráva hossz-szelvénye mentén kialakuló áramlási sebességek a 2. alternatíva (2+118 fkm) esetén 2 db fenékküszöb létesítése esetén

Ezen túl **egyéb műszaki megoldások (pl. mederborítás megfelelő méretű kövekkel) is szóba jöhetnek a mederfenék biztosítására, melyet a részletes műszaki tervezés során szintén méretezni szükséges.**

Az egyes vízvisszatartási alternatívák megvalósításához szükséges anyag- illetve költségigény különbözőségének érzékeltetése céljából **becslést készítettünk a különböző pontokon kialakításra kerülő gátak/fenékküszöbök térfogatára és szélességére vonatkozóan**. A számítások során a modellbe beépített, korlátozott számú keresztszelvényt használtuk fel, ezért a fenti okokból kifolyólag (nem áll rendelkezésre kellően részletes mederfelmérés) a jelenlegi becslések lényegesen eltérhetnek a valóságban szükséges anyagtérfogatoktól. A bemutatott számítások azonban jól szemléltetik, hogy a különböző pontokon szükséges fenékküszöbök/gátak megépítésének anyagigénye között jelentő eltérés mutatkozik. A becslések eredményeit a *8.2. táblázat* tartalmazza.

Keresztszelvény	Keresztmetszet*	Gátkorona szélessége*	Gát magassága	Vastagság (folyásiránnyal párhuzamos méret) *[m]*				
				5	7	9	11	13
	[m²]	*[m]*	*[m]*	Térfogat *[m³]*				
3+295 (1. alternatíva)	201,84	125,2	2,4	1009	1413	1817	2220	2624
2+886 (2. alternatíva)	11,14	23,72	0,6	56	78	100	123	145
2+118 (3. alternatíva)	20	15,05	2,2	100	140	180	220	260

*8.2. táblázat – A különböző pontokon kialakításra kerülő fenékküszöbök térfogata és szélessége (*folyásirányra merőleges méret)*

Az anyagigény és az építési költségek pontosabb számítása csak a műtárgy helyének kiválasztása, illetve a műtárgy pontos kialakításának meghatározása után lehetséges. Szükség lehet egyes helyeken szárnyfal kialakítására, elő- és utófenék biztosítására, az alvízi szakaszon a meder stabilizálására (kőszórással, fenékküszöbökkel stb.). Ezeket a műszaki paramétereket, a szükséges további műtárgyak méreteit stb. a tervezés során kell majd meghatározni.

A költséghatékonyság érdekében javasoljuk a tervezés keretében a holtág teljes medrének, de minimum a 1+500 - 3+000 szelvények közötti szakasz felmérését és a medergeometria, illetve a talajmechanikai viszonyok ismeretében a fenékküszöb megépítésére legalkalmasabb mederszakasz kiválasztását.

9 Lehetséges vízvisszatartási és vízpótlási alternatívák összefoglaló értékelése

Az előző fejezetekben részletesen értékeltük a terület rehabilitációjának lehetőségeit, melyek során a következőkben kiemelt szempontokat vettük figyelembe.

A horvát Hydroing d.o.o. által hasonló témában készített, a célterületre vonatkozó, 2008-as megvalósíthatósági tanulmányai *[Hydroing, 2008a,b;2012]*, melynek lényeges következtetéseit és az azokkal kapcsolatos főbb megjegyzéseinket a következőkben foglaltuk össze.

- **A Barcsi Ó-Dráva vízutánpótlását jelenleg elsősorban a Babócsai-Rinya biztosítja.** ***Saját elemzésünk alapján a Babócsai-Rinya gyakorlatilag kizárólagos vízpótlásként tekinthető.***
- **A Drávából történő vízátvezetés lehetséges vízutánpótlási alternatíva, melyet egy összekötő csatornával vagy csővel lehet megoldani.**
- **Tervezett beavatkozás a Barcsi Ó-Dráva medrének kotrása.** ***Ennek megvalósítását mind a magyar, mind pedig a horvát fél elvetette, ezért jelen koncepciótervben ezzel, mint rehabilitációs lépéssel nem foglalkozunk.***
- **A Barcsi Ó-Dráva első szakaszán javasolt egy szűrőmező telepítése a terület eutrofizációjának csökkentése érdekében.** ***Feltétlenül szükséges a tápvízforrást jelentő Babócsai-Rinya és a Barcsi Ó-Dráva vízminőségének nyomon követése és az eutrofizáció fokozódását megakadályozó alternatívák vizsgálata.***
- **Egy zsilip, vagy gát építése szükséges a Barcsi Ó-Dráva alsó szakaszán, amely biztosítaná a vízszint szabályozást az Ó-Dráva teljes hosszán. Az előzetes tervek alapján ez egy ~107 mBf magasságú (a magas part felső része ~108 mBf magasságban helyezkedik el) zsilipezhető gát.** ***A víz visszatartására egy, a holtág alsó szakaszán épített gát/küszöb megvalósítása javasolt, azonban ennek tájba illeszkedőnek, lehetőség szerint kis magasságúnak és keresztmetszetűnek, természetes anyagúnak kell lennie.***

A DDNPI szakembereivel folytatott egyeztetések alapján a projekt magyar partnerei a következő szempontok szerint tartják megvalósíthatónak a Barcsi Ó-Dráva rehabilitációját, melyeket a jelen tanulmány elkészítése során peremfeltételként tekintettünk:

- **A holtág kotrása ökológiai szempontból súlyosan károsítaná a területet, ezért ennek kivitelezését a DDNPI nem támogatja, a horvát partner is elvetette ezen rehabilitációs lépést.**
- **A Barcsi Ó-Drávában tartandó vízszint 102,75 mBf.** (A tervezett vízszint a holtág jelenlegi vízszint-tartományán belüli érték, árvízes időszakokban ennél magasabb, száraz időszakokban ennél alacsonyabb vízszintek is előfordulnak a holtágban. A holtágban 2015.04.15-én telepítették a jelenlegi vízmércét, melynek rendszeres leolvasása és az adatok rögzítése szükséges a Barcsi Ó-Dráva vízjárásának további,

részletes elemzéséhez, az „alapállapot” felvételéhez és a beavatkozások hatásainak későbbi nyomon követéséhez.)

- **A vízvisszatartást szolgáló műtárgyak kialakítása kapcsán a passzív, emberi beavatkozást vagy folyamatos üzemeltetést nem igénylő, minimális karbantartási igényű megoldásokat kell preferálni. Kiemelten fontos, hogy a területen a lehető leginkább természet-közeli megoldások valósuljanak meg.**

A horvát és magyar partnerek által szolgáltatott adatok és információk alapján elvégzett vizsgálatok az alábbiak szerint foglalhatók össze:

- **A tervezett vízátvezetési pont (és a későbbiekben felmerült alternatív vízátvezetési helyszín) környezetében vizsgáltuk a Dráva vízállását, és értékeltük a Drávából történő vízutánpótlás megvalósíthatóságát a Barcsi Ó-Drávában tervezett vízszint tükrében.**
- **Megvizsgáltuk a holtág környezetében elhelyezkedő terület magassági adatait és a vízszint emelés hatására potenciálisan elöntésre kerülő területek kiterjedését.**
- **Megvizsgáltuk a holtág jelenlegi vízutánpótlását biztosító Babócsai-Rinya jellemző vízhozamát.**
- **A rendelkezésre álló adatok alapján meghatároztuk a holtág egyes vízszintjeihez tartozó párolgás és evapotranspiráció mértékét, melyet összevetettünk a Babócsai-Rinya különböző előfordulási valószínűségekhez (tartósságokhoz) tartozó vízhozam adataival.**
- **A holtág tározási görbéjét felhasználva vizsgáltuk az egyes vízszintekhez és jellemző vízhozamokhoz tartozó vízcserélődési időket.**
- **Elvégeztük a területen található folyók vízminőségi értékelését és vizsgáltuk a tározás következtében esetlegesen kialakuló káros hatásokat.**
- **Szakirodalmi összefoglalót készítettünk arra vonatkozóan, hogy milyen passzív vízvisszatartást szolgáló műtárgyak felhasználásával lehet biztosítani a holtágban a kívánt vízszintet.**
- **A horvát partner által rendelkezésre bocsátott modell felhasználásával javaslatokat dolgoztunk ki a duzzasztás lehetséges alternatíváira vonatkozóan. Három lehetséges szelvényben vizsgáltuk a fenékküszöb/gát szükséges méreteit és a műtárgy környezetében kialakuló vízáramlási sebességeket.**

A fent részletezett vizsgálatok eredményeként a következő megállapításokat és javaslatokat tehetjük.

A Barcsi Ó-Dráva vízmegtáplálására vonatkozóan megállapítható, hogy **a DDNPI szakemberei által meghatározott 102,75 mBf vízszint esetén a Drávából történő vízpótlás évente csupán néhány napig lehetséges, ezért a költséghatékonysági szempontok alapján ezt nem javasoljuk** (lásd *7. fejezet*). Figyelembe kell venni, hogy a vízátvezetés kialakítása hatással lehet a Barcsi Ó-Dráva vízszintjére, mivel a Dráva vízszintje a bevezetési pont környezetében jellemzően jóval alacsonyabban (1,5-2 m) van. A horvát tanulmányban

bemutatott alternatíva alapján az átvezetésre szolgáló cső fenékszintjének legmagasabb pontja 101,8 mBf magasságban helyezkedik el. **Amennyiben a vízbevezetést szolgáló cső passzív kialakítású és nem zárja el zsilip, azon időszakokban, amikor a Dráva vízszintje alacsonyabb, mint a tervezett 102,75 mBf, a Rinyán érkező víz a Dráva irányába fog folyni a Barcsi Ó-Dráva helyett.** Ennek következtében a Barcsi Ó-Dráva vízutánpótlása megszűnik, ez a körülmény a jelenleg rendelkezésre álló adatok alapján az év 95%-ában fennáll. A bevezetés megtervezése során nem szabad figyelmen kívül hagyni, hogy a Dráva ezen szakaszán a meder mélyülésének üteme 3,5 cm/év, aminek következtében a kívánt vízszint egyre ritkábban fog kialakulni. **Javasoljuk, hogy - amennyiben a döntéshozók a vízátvezetés megépítése mellett döntenek - a vízátvezetés kialakítását és annak fenékszintjét a Barcsi Ó-Drávában tartandó vízszinthez igazítsák, és a vízátvezetés zsilipelhető legyen, hogy megakadályozza az ellenkező irányú vízáramlást alacsony Dráva vízszintek esetén.**

A 2. alternatívaként vizsgált drávai vízátvezetés a vízszintek szempontjából kedvezőbb megoldás, ugyanakkor lényegesen nagyobb beruházási költségigényű (lásd *7.2. fejezet*). Az elvégzett vizsgálatok alapján a Babócsai-Rinya vízhozama önmagában is alkalmas a gát megépítése esetén a kívánt vízszint eléréséhez szükséges vízutánpótlás biztosítására, ezért a költség-hatékonysági szempontok alapján **ezt a vízátvezetési alternatívát sem javasoljuk**.

A Barcsi Ó-Dráva medrének kotrását ökológiai és természetvédelmi okokból nem javasoljuk.

A Barcsi Ó-Dráva vízpótlását jelenleg biztosító Babócsai-Rinya vízminőségi adatait értékelve a 2008. évi Hydroing tanulmánnyal egyetértésben **javasoljuk az eutrofizáció fokozódását megakadályozó beavatkozások vizsgálatát, pl. szűrőmező/nádastó kialakítását és/vagy a jelenlegi vízi növényzet rendszeres eltávolítását a Barcsi Ó-Dráva felső szakaszán**. A vízminőségi adatokat elemezve megállapítható, hogy a Babócsai-Rinyát egyaránt terhelik diffúz szennyezések és pontszerű szennyező források. A patak vize rossz minőségű, melyet többek között a magas növényi tápanyag koncentráció okoz.

A Babócsai-Rinya jellemző vízhozamait alapul véve megállapítható, hogy a holtág vizének kicserélődési ideje a 102,75 mBf vízszint esetén 2-14 nap lesz, vízhozamtól függően (90%-os vízhozam tartósság esetén 14 nap). A jelenlegi vízcserélődési idő 1-8 nap között változik a vízszinttől függően (lásd *6.1. fejezet*). **A párolgás és evapotranspiráció mennyisége egy nagyságrenddel alacsonyabb, mint az év ezen szakaszában Babócsai-Rinyán nagy valószínűséggel érkező víz mennyisége, ezért a Babócsai-Rinya képes a holtág megfelelő vízutánpótlódását biztosítani** (*6.1. fejezet*).

A holtág környezetében található terület tengerszint feletti magasság viszonyait elemezve **a DDNPI szakemberei által javasolt 102,75 mBf vízszint esetén a környező területet nem veszélyezteti belvíz megjelenése.** A területen dolgozó szakemberek véleménye alapján a 102,75 mBf stabilizált vízszint a megszokott május végi vízszintnél 0,7 m-rel, a június-júliusinál 0,9-1,1 m-rel, az augusztusinál pedig 1,3 m-rel lenne magasabb. *Megjegyezés: A modell számítás során nem vettük figyelembe a vízveszteséget (elszivárgás, párolgás), ezért a*

modell „0" alternatívája esetén számolt értékek a valóságos értéknél magasabb vízszintet mutathatnak.

A víz duzzasztását szolgáló műtárgy kialakítására számos műszaki megoldás létezik. A horvát tanulmány alapján egy ~107 mBf magassággal jellemezhető vasbeton gát kerülne kiépítésre. A gát teteje így közel egy magasságban lenne a magas parttal (108 mBf). A műtárgyon kiépített zsilip nyitásával és zárásával lehetne szabályozni a Barcsi Ó-Dráva vízszintjét, amely a jelenlegi elképzelések alapján megközelítőleg 102,75 mBf szinten lenne beállítva, a műtárgy tetejénél mintegy 4 méterrel alacsonyabban. Ahhoz, hogy a műtárgy segítségével be lehessen állítani a kívánt vízszintet, azt üzemeltetni szükséges, valamint a zsilip zárt állapota esetén a holtágban lévő vízátfolyás megszűnik. Fentiek miatt **a nagyméretű, vasbeton műtárgy(ak) kialakítását nem javasoljuk.**

A horvát koncepciótervben szereplő megoldás mellett számos egyéb műtárgy ad lehetőséget a Barcsi Ó-Dráva vízszintjének stabilizálására. A *4. fejezetben* bemutatott **gabion, cölöp vagy kombinált gátak/fenékküszöbök számos előnyük mellett passzív rendszerként is kiépíthetők, amelyek üzemeltetés nélkül képesek megemelni a Barcsi Ó-Dráva vízszintjét.**

A műtárgy **vízáteresztő képessége megtervezhető**, a megfelelő kialakítással akár a teljes vízzárás, illetve a kívánt mértékű vízáteresztés biztosítható. **A laza kövekből álló gabion gátakat egyre gyakrabban alkalmazzák, kedvezőbb környezeti és ökológiai tulajdonságainak köszönhetően** *(9.1. ábra*). Ezek a műtárgyak **valamelyest átjárhatók a víz mellett a hordalék és szerves lebegőanyag számára**, így minimalizálják a duzzasztott folyószakasz feliszapolódását, feltöltődését és eutrofizációját.

9.1. ábra – Kövekből kialakított gabion gát [forrás: http://www.gabionbaskets.co.za]

9.2. ábra – Kövekből épített fenékküszöb cölöpsorból álló maggal

A kövek között megtelepedő baktériumok lebontják a szervesanyagok egy részét, ezzel hozzájárulva az adott folyó vagy csatorna vizének tisztításához, hasonlóan a víztisztítás és szennyvíztisztítás folyamatához. Az aerob lebontási folyamatokat a szemcsés közeg hatására kialakuló turbulens áramlás is támogatja, mivel a levegő vízbe keverését segíti elő.

Az állékonyság, illetve a vízállóság növelhető facölöpök gátmagként való alkalmazásával. A cölöpsorban a vízhozam mérésére alkalmas mérőbukó is kialakítható.

A horvát partner által átadott HEC-RAS modell alkalmazásával több alternatívát dolgoztunk ki annak meghatározására, hogy a holtág mely szakaszán, mekkora gát, illetve fenékküszöb kiépítésére lenne szükség annak érdekében, hogy a 102,75 mBf vízszint a vízmérce környezetében tartható legyen. A számítások során figyelembe vettük a Babócsai-Rinya 10%, 50% és 90% tartósságú vízhozam adatait. A szükséges magasságokat úgy határoztuk meg, hogy a kiépítésre kerülő fenékküszöb megközelítőleg a meghatározott értékre emelje a holtág vízszintjét az összes jellemző vízhozam esetén (lásd *8. fejezet*). **Az elemzések alapján a holtág alsó szakaszán, a jelenlegi duzzasztás (2+886) tágabb környezetében javasolható a víz visszatartó műtárgy kiépítése. A műtárgy pontos helyének meghatározásához, a költséghatékonysági szempontok érvényesítéséhez szükséges a meder geometriájának pontosabb felmérése, minimum a műtárgy tervezett szelvényének környezetében, valamint a talajmechanikai felmérés elvégzése.**

A tervezés során figyelembe veendő legfontosabb szempontokat a következő, *10. fejezetben* foglaltuk össze.

10 Következtetések, javaslatok a koncepcióterv eredményei alapján

A rendelkezésre álló információk és az eddig elvégzett munka eredményei alapján a következő főbb megállapítások, javaslatok tehetők a Barcsi Ó-Dráva revitalizációjával kapcsolatban.

1. A tervezett tartandó vízszint: **102,75 mBf** a Barcsi Ó-Dráva jelenlegi vízmércéjénél (53 cm vízállás).
2. A vízvisszatartáshoz szükséges, **tervezendő gát természet-közeli** és **tájba illeszkedő** legyen, amely nem igényel aktív üzemeltetést. Kizárólag **fa, terméskő és/vagy ún. gabion** építő elemekből álljon (szükség esetén geotextiliával biztosítva a megfelelő vízzáróságot).
3. **A meder geodéziai felmérését el kell végezni** a gát, illetve a fenéklépcsők pontos helyének meghatározása érdekében (preferált a teljes holtág medrének felmérése, de minimum a 1+500 - 3+000 szelvények közötti szakasz felmérésére szükség van).
4. A gáttest lehetőség szerint a kisebb meder keresztmetszetű szelvényben kerüljön megtervezésre, illetve kiépítésre, ahol viszonylag keskeny és alacsony gát építésére van szükség.
5. A jelenlegi információk alapján, a **gát építésre javasolt hely a jelenlegi fenékküszöb (2+886 fkm) tágabb környezetén belül helyezkedik el**.
6. **Gondoskodni kell a duzzasztás utáni mederszakasz védelméről**, azaz biztosítani kell a további medersüllyedés ellen a mederszakaszt. A geodéziai és talajmechanikai vizsgálatok alapján meg kell határozni a védendő szakaszokat, illetve a mederbiztosítás módját (kőszórás, fenékküszöb-lánc stb.).
7. A gát pontos szelvényének meghatározása után a gáttervezéshez, illetve építéshez szükséges **talajmechanikai fúrásokat és vizsgálatokat is el kell végezni**.
8. **A gátszerkezetre a következő kialakítást javasoljuk:** A gát magját a talajmechanikai adatok alapján méretezett fa cölöpsor alkotja. A cölöpsor védelmére, illetve maszkírozására gabion elemekkel történő takarást alakítunk ki, mely egyben közlekedési lehetőséget is jelent. A cölöpsorban biztosítani kell a vízhozam méréshez szükséges bukó elhelyezésének lehetőségét is. A gát kívánt áteresztőképességét a cölöpsor geometriájával, esetleges fóliázással lehet kialakítani.
9. **Vizsgálni kell azokat a beavatkozási lehetőségeket, amelyek megakadályozzák, hogy a vízszint stabilizálásának következtében fokozódhasson az eutrofizáció a holtágban.** Megoldás lehet egy szűrőmező/nádastó kialakítása a Barcsi Ó-Dráva felső szakaszán. A növényzet időnkénti eltávolítása szükséges annak érdekében, hogy a vízinövények által felvett növényi tápanyagokat a rendszerből ténylegesen kivonjuk. A szűrőmező/nádastó a Babócsai-Rinya torkolatának térségében alakítandó ki. A szükséges méreteket és pontos pozíciót a tervezés során meg kell határozni (a jelenlegi vízminőség, a tulajdonviszonyok, természetvédelmi szempontok stb. alapján), figyelembe véve a költség-hatékonysági szempontokat. Alternatívaként vizsgálandó a

jelenlegi, természetes módon betelepült vízi növényzet rendszeres eltávolításával elérhető növényi tápanyag eltávolítás lehetősége.

10. A tervezés során **meg kell tervezni az építés ideje alatti élővíz elvezetést**, úgy, hogy a holtág élővilága a legkevesebb kárt szenvedje, de a kivitelezés biztonságosan végrehajtható legyen. A holtágat leengedni tilos! Meg kell határozni a minimum vízszintet, mert ennek függvénye az építési víz elvezetésének, illetve az építési terület lehatárolásának módja.
11. **Meg kell vizsgálni a halak átjárási lehetőségét** a gáton keresztül.
12. **A Babócsai-Rinya vízhozamát elegendőnek tartjuk a holtág vízpótlására** (figyelembe véve a párolgás becsült mértékét).
13. **A Drávából történő**, 102,75 mBf szintű **vízátvezetés csak extrém magas Dráva-vízállások esetén valósulhat meg** (évente-kétévente néhány napon keresztül), **ezért ezt nem javasoljuk.**
14. A Drávából történő vízpótlás esetleges kiépítése esetén olyan műszaki megoldást kell választani, ami **megakadályozza a holtág vizének Drávába történő visszaáramlását** a holtág felső szakaszán. A szerkezet (pl. csappantyú) nem kívánt emberi beavatkozás elleni védelméről gondoskodni kell.
15. **Javasoljuk egy állandó monitoring rendszer kiépítését (vízmennyiség, vízminőség).**

11 Alapadatok a részletes tervezéshez

A koncepcióterv munkaközi változata több lépcsőben megvitatásra került az érintett szervezetekkel és szakértőkkel. A 2015.10.13-án Drávaszentesen tartott projekt megbeszélésen **a magyar és horvát projektpartnerek képviselői, illetve az előkészítési-tervezési fázisba az általuk bevont szakértők és tervezők az alábbi alapadatokat, illetve megállapításokat rögzítették, melyeket a részletes műszaki tervezés során figyelembe kell venni.**

16. **A tervezett tartandó vízszint: 102,75 mBf** a Barcsi Ó-Dráva jelenlegi vízmércéjénél (53 cm vízállás).
17. A vízvisszatartáshoz szükséges, tervezett gát a jelenlegi, nem szabályozott **fenék**küszöb közelében, a Barcsi Ó-Dráva 2+886 fkm keresztszelvényének közelében (2. alternatíva) **kerül megvalósításra (költség-hatékonysági, megközelíthetőségi és egyéb szempontok alapján). Az előkészítő vizsgálatok eredményei alapján kijelölt helyszínen a horvát oldalon** magántulajdonban lévő földterületek **helyezkednek el, melynek** kisajátításáról a horvát projekt partnernek kell gondoskodni**.**
18. **A gát tervezett szerkezete** lehetővé teszi az alacsony vízállás esetén is a vízáramlást **(kézzel üzemeltethető gát pallók segítségével).**
19. **A tervezett gát természet-közeli és tájba illeszkedő,** elsősorban gabionból készül**, egyéb természetes anyagok, pl. terméskő, kőszórás, kőzuzalék, facölöpök (alapozáshoz) felhasználásával. A vízzárást** geotextília **biztosítja (geomembrán).**
20. El kell végezni a meder geodéziai felmérését **a tervezett építési helyszín közelében (a gát, illetve a kapcsolódó mederbiztosítás és esetleges szárnyfalak pontos megtervezése érdekében). A felmérést végző alvállalkozó kiválasztása folyamatban van.**
21. El kell végezni **a gáttervezéshez, illetve építéshez szükséges talaj**mechanikai fúrásokat és vizsgálatokat **is.**
22. Gondoskodni kell a duzzasztás utáni mederszakasz védelméről**, azaz biztosítani kell a további medersüllyedés ellen a mederszakaszt. A geodéziai és talajmechanikai vizsgálatok alapján meg kell határozni a védendő szakaszokat, illetve a mederbiztosítás módját (kőszórás, fenékküszöb-lánc stb.).**
23. **A gát tervezésekor** törekedni kell a beruházási költségek minimalizálására**.**
24. **Az előkészítő elemzések eredményeként megállapítható, hogy** a Drávából történő, 102,75 mBf szintű vízátvezetés **csak extrém magas Dráva-vízállások esetén valósulhat meg, ezért ezt az** opciót a projekt partnerek elvetették**, elsősorban költség-hatékonysági szempontok alapján.**
25. **A projekt során** kotrás nem fog megvalósulni**.**
26. **Az „alapállapot" felvétele, illetve a beruházás későbbi hatásainak nyomon követése érdekében** javasolt egy monitoring rendszer kiépítése**, amelynek részét képezi 1 vagy több** talajvíz megfigyelő kút kiépítése**.**

12 Irodalomjegyzék

10/2010. (VIII. 18.) VM rendelet a felszíni víz vízszennyezettségi határértékeiről és azok alkalmazásának szabályairól, 2. melléklet

Dolgosné Kovács A. (2008): *Antropogén tevékenységek hatásainak megjelenése a Dráva és főbb hazai mellékvízfolyásainak vízminőségében*, Ph.D. értekezés, PTE TTK Földtudományok Doktori Iskola, Pécs.

Dél-Dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság (DDKÖVIZIG) (2007): *Jelentős vízgazdálkodási kérdések a „3-2 Rinya-mente" vízgyűjtő-tervezési alegység területén*, Pécs.

Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatósága (DDNPI) (2014): *A Duna-Dráva Nemzeti Park Kezelési Tervének Tervezete*, Kézirat, Pécs, 2014.

Dél-Dunántúli Környezet- és Természetvédelmi Felügyelőség (DDKTVF) – Dél-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság (DDVIZIG) – Duna-Dráva Nemzeti Park Igazgatósága (DDNPI) – Somogy Megyei Rendőr-főkapitányság – Baranya Megyei Rendőr-főkapitányság (2013): *Tájékoztató a drávai vízi közlekedésről* (átdolgozott, aktualizált anyag), Kézirat.

Dél-dunántúli Vízügyi Igazgatóság (DDVIZIG) (1986): *Védelmi Szabályzat Vízminőség Kárelhárítási Területi Terv Dráva vízgyűjtő*, Kézirat, Pécs (idézve: Dolgosné, 2008).

Dél-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság (DDVIZIG) – Inno-Water Kft. (2014): *Vízkészletek és vízhasznosítási lehetőségek felülvizsgálata a Dráva régióban*, Hungary-Croatia IPA Cross-border Co-operation Programme, Drava Region Unified Planning Toolkit Project HUHR/1101/2.1.4., Kézirat.

Dövényi Z. (2010): *Magyarország kistájainak katasztere* – második, átdolgozott és bővített kiadás, Magyar Tudományos Akadémia, Budapest, 2010.

Droppa Gy. (2001): *Dráva-menti Nemzeti parki települések kapcsolata a folyóval* – I. szakasz, Múlt – Jelen – Jövő. http://www.natura2000info.hu/index.php?p=kornyvtanulmanyok (letöltés időpontja: 2014.04.09.)

Gribovszki Gy. (2010): *8.4 A vízgazdálkodási tervezés*, In: Mezőgazdasági infrastruktúra alapjai 8., A vízgazdálkodási tervezés alapjai és feladatai, A vízgazdálkodás jogi és szervezeti keretei

Guidelines for the Construction of Low Flow Bypass Devices, TECHNICAL FACT SHEET 3C, version august 2014, Government of South Australia

György B. – Burián A. (2005): *Történeti áttekintés a Dráva vízépítési munkáiról, Hidrológiai tájékoztató*, 2005., pp. 32-35.

Hidroing d.o.o. (2008): *Studija Revitalizacije Područja Križnice*, Knjiga I. Revitalizacija

Hidroing d.o.o. (2008): *Studija Revitalizacije Područja Križnice*, Knjiga II. Infrastruktura

Hidroing d.o.o. (2012): *Studija O Utjecaju Na Okoliš Za Zahvat Revitalizacije I Izgradnje Infrastrukture Područja Križnice*

http://www.dravamonitoring.eu/?module=szelvenyvizrajz (letöltés időpontja: 2014.04.17.)

http://www.ddnp.hu/nemzeti-park-drava-menti-teruletek (letöltés időpontja: 2014.04.14.)

http://www.ddvizig.hu/hu/arvizvedelmi-rendszerek-1 (letöltés időpontja: 2014.04.18.)

http://www.dravamonitoring.eu/?module=vizkemia&voa=B012619C-5BF7-42BB-9F3D-C6301D6239F5&nagyx=106&nagyy=106&pozx=-464&pozy=-709.9&utak=0&tipus=vizkemia (letöltés időpontja: 2015.05.18.)

http://esotanc.hu (letöltés időpontja: 2015.05.20.)

http://www.gabionbaskets.co.za/wp-content/gallery/matlaweirs/weirelevation.jpg (letöltés időpontja: 2015.05.20.)

http://osp.mans.edu.eg/tahany/weirs1.htm (letöltés időpontja: 2015.05.20.)

Horváth Z. – Gyuricza Gy. (2012): *Újléta területe: komplex érzékenységi és terhelhetőségi vizsgálat jelentése (szénhidrogén)* (http://www.mbfh.hu/gcpdocs/201210/ujleta_ch_103_2011_jelentes.pdf, letöltés időpontja: 2014.05.21.) Magyar Bányászati és Földtani Hivatal, Budapest, 2012. október 4.

http://www.parkerdo.hu/_user/browser/File/miklos_deak_A0_0324_Screen.pdf (letöltés időpontja: 2015.05.20.)

Kontur I., Koris K., Winter J. (2003): *Hidrológiai számítások*, 3. javított és bővített kiadás, Linograf kiadó, Gödöllő

Közlekedés Kft. – TRENECON COWI Kft. – UNITEF 83 Zrt. – UVATERV Zrt. – Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. – FŐMTERV Zrt. (2013): *Nemzeti Közlekedési Stratégia (NKS) – Vizi közlekedés fejlesztési lehetőségeinek vizsgálata*.

Lovász Gy. (1964): *Geomorfológiai tanulmányok a Dráva-völgyben*. In: MTA DTI Értekezések, 1963. Akadémiai Kiadó, Budapest, pp. 67–114. (idézve: Dolgosné, 2008).

Purger J. (szerk.) (2013): *A Dráva négy magyarországi mellékágának élővilága és rehabilitációja*, Pécs, 2013.

Varga D. (2002): *A Dráva-völgyi szakasz rövid jellemzése*, In: Iványi I. – Lehmann A. (szerk.): Duna–Dráva Nemzeti Park. Mezőgazda Kiadó, Budapest, pp. 126–132. (idézve: Dolgosné, 2008).

VIZIG (1986): *A Magyar-Jugoszláv Vízügyi Együttműködés 50 éve*, Kézirat, Budapest (Idézve: Remenyik, 2004).

VIZITERV (1970): *A Dráva folyó hidrológiai, hidraulikai és potamológiai vizsgálata*, Kézirat, Budapest (Idézve: Remenyik, 2004).

Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság (VKKI) – Dél-dunántúli Környezetvédelmi és Vízügyi Igazgatóság (DDKÖVIZIG) (2010): *A Víz Keretirányelv hazai megvalósítása – 3-2 Rinya-mente vízgyűjtő alegység, VÍZGYŐJTŐ-GAZDÁLKODÁSI TERV*, Budapest, 2010. április

Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság (VKKI) (2010a): *A Duna vízgyűjtő magyarországi része vízgyűjtő-gazdálkodási terve*, Budapest.

Vízügyi és Környezetvédelmi Központi Igazgatóság (VKKI) (2010b): *A Víz Keretirányelv hazai megvalósítása – Vízgyűjtő-gazdálkodási terv – Dráva részvízgyűjtő*, Budapest.

Závoczky Sz. (2005): *Vízlépcső vagy nemzeti park, Hidrológiai tájékoztató*, 2005., pp. 35-36.

MELLÉKLETEK

I. SZ. MELLÉKLET

FÉNYKÉPMELLÉKLET

M.1. kép – (2014.11.21.)

M.2. kép – (2014.11.21.)

M.3. kép – (2014.11.21.)

M.4. kép – (2014.11.21.)

M.5. kép – (2015.05.07.)

M.6. kép – (2015.05.07.)

M.7. kép – (2015.05.07.)

M.8. kép – (2015.05.07.)

M.9. kép – (2015.05.07.)

M.10. kép – (2015.05.07.)

M.11. kép – (2015.05.07.)

M.12. kép – (2015.05.07.)

M.13. kép – (2015.05.07.)

M.14. kép – (2015.05.07.)