

# Mosoni-Duna torkolati műtárgy jelentősége, és az üzemelés első éve

Szabó József, szakágazati vezető ÉDUVIZIG

ifj. Szombathelyi László. kirendeltség irányító, ÉDUVIZIG

**Kivonat:** Antropogén hatások következtében a Mosoni-Duna alsó szakaszán az utóbbi évtizedekben lezajlott változások beavatkozások megtételét igényelték. A Duna medersüllyedése, és kisvizes időszakainak hosszabbodása miatt a Mosoni-Duna alsó szakaszán alacsonyabb vízszintek alakultak ki. Mindez a folyó e szakaszának ökológiai állapotára, hajózhatóságára és megjelenésére is káros hatású. A nagyvizek vonatkozásában a 2002-es és 2013-as dunai árvizek jelentette veszélyt kell megemlíteni, amelyek rendkívüli árvízi kockázatot jelentettek. A megoldást a Széchenyi 2020 programban, az Európai Unió támogatásával megépült Mosoni-Duna torkolati műtárgy jelentette, amely egyszerre nyújt megoldást a kisvizek és a nagyvizek okozta szélsőségekre. Az írás a létesítmény jelentőségét és az üzemeltetésével kapcsolatos tapasztalatokat mutatja be.

**Kulcsszavak:** Torkolati mű, kisvízi szabályozás, árvízvédelem, fenntartás

## 1. BEVEZETÉS, ELŐSZÓ

Az Országos Vízügyi Főigazgatóság és az Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság Konzorciuma beruházásában, az Európai Unió támogatásával, a Széchenyi 2020 programban, több, mint 4 és fél évnyi kivitelezés után megvalósult a „Mosoni-Duna torkolati szakaszának vízszint rehabilitációja” tárgyú, KEHOP-1.3.0-15-2016-00012 azonosító számú projekt.

A beruházás elsőrendű feladata a Mosoni-Duna torkolati szakaszán lesüllyedt kis- és közepes vízszintek visszaállítása, az 1950-60-as évek vízjárásának biztosítása, amely által lehetővé válik a vizes élőhelyek rehabilitációja, a hajózás biztosítása, és a győri városkép javítása. A projekt eredményeként a vízszint rehabilitáció hatásterületén az árvízvédelmi biztonság is javulni fog, Győrnél a mértékadó árvízszint 55 cm-rel csökken.

A projektet a Környezeti és Energiahatékonysági Operatív Program éves fejlesztési keretének megállapításáról szóló 1084/2016. (II. 29.) Korm. határozat kiemelt beruházásként nevesítette, később pedig a Kormány a 309/2017. (X. 27.) Korm. rendeletében, nemzetgazdasági szempontból kiemelt jelentőségű projektté nyilvánította.

## 2. ELŐZMÉNYEK

Az 1950-es, 60-as évektől kezdődően, amikortól a Duna felső szakaszán a vízlépcsők sorra megépültek, a duzzasztott vízterükben visszamaradt a görgetett hordalék. Ennek eredményeként hordalékszegény víz jutott az alsó szakaszra, de a hordalékleragadó-ereje megmaradt, s elkezdte mélyíteni, megbontani a mederfeneket. Elindult egy markáns medersüllyedési folyamat, mely még napjainkban is tart. Ezt a folyamatot erősítették a 60-as, 70-es évek ipari léptékű kavicskotrásai, és a kisvízi folyószabályozás is. A különböző antropogén hatások eredményeként bekövetkezett dunai medersüllyedés magával vonta a kis- és közepes vízszintek csökkenését, nemcsak a Dunán, hanem a leszívó hatás miatt a Mosoni-Duna torkolati szakaszán is. A több évtizedes medersüllyedés következményeként mára a Mosoni-Duna torkolatában több mint két métert süllyedt a kisvízszint. A referencia időszaknak tekintett 1950-es, 60-as évekre jellemző kis- és közepes vízszinteket a Mosoni-

Duna torkolati szakaszán csak egy módon tudjuk újra biztosítani, egy a torkolatban megépített létesítménnyel, amely képes a vízszintemelésre. Erre az első tervek már az 1990-es években megszülettek, azóta több különböző műszaki megoldásra, változatra készültek különböző szintű tervek. Hosszú tervezési, előkészítési folyamat, és számtalan egyeztetés eredményeként született döntés a most megépült változat mellett. Ez egyben a legkomplexebb, a legtöbb igényt és célt képes kiszolgálni és teljesíteni. Az elsődleges cél a lesüllyedt kis- és közepes vízszintek visszaállításával a természetvédelmi, ökológiai vízigények kielégítése, a természetes vízkészletek hasznosíthatóságának növelése, a vízgazdálkodás helyzetének javítása, a VKI szerinti jó állapotú víztestek arányának növelése. A műtárgy a vízszintemeléssel mellett árvízkapuként is funkcionál, képes lesz az esetek többségében a Duna árvizeit kizárni a Mosoni-Duna ágból, s ezzel Győrben a mértékadó árvízszinteket csökkenteni.

Biztosítja továbbá a hajózást, a győri (vízparti) városkép javítását, rekreációt (turizmus, vízisportok, horgászat) is.

Valamint a projekt eredményeként a Győr-Gönyű Országos Közforgalmú Kikötő medencés kikötővé vált.

A vízszint rehabilitáció hatásterülete közel 9 000 ha. Ezen a területen állítja vissza a projekt az 1950-es és 60-as évekre jellemző kis- és közepes vízszinteket, mind a felszíni-, mind a felszín alatti vizek tekintetében.

Az előző EU-s programozási időszakban, a Környezet és Energia Operatív Program (KEOP) keretében valósultak meg a „Mosoni-Duna és Lajta folyó térségi vízgazdálkodási rehabilitációja” és a „Szigetközi mentett oldali és hullámtéri vízpótló rendszer ökológiai célú továbbfejlesztése” tárgyú projektek. Ezen projektek olyan holtágakat, mellékágakat, kubikgödröket is érintettek, amelyeknek főmederrel való kapcsolata, megfelelő élővízzel ellátása csak a Mosoni-Duna torkolati szakaszán elmúlt évtizedekben lesüllyedt kis- és közepes vízszintek visszaállításával biztosítható. Ezeknek a projekteknek a céljai tehát maradéktalanul csak a főmeder, azaz a Mosoni-Duna vízszintemeléssel teljesülhetnek. A Mosoni-Duna megemelt vízszintje megtámasztja a felszíni vízpótlással megemelt szigetközi talajvíztestet, ezzel hozzájárul az Alsó-szigetközi vizes élőhelyek megőrzéséhez és a mezőgazdaság termelési feltételeinek javításához. Jelentős előrelépés, hogy a Mosoni-Duna és a mentett oldali medrek közötti ökológiai kapcsolat feltételei is kedvezőbbé válnak.

A Mosoni-Duna torkolati műtárgy által biztosított vízszintemeléssel újra lehetővé teszi a Mosoni-Dunán a hajózást a folyók városának nevezett Győrig. A III. osztályú hajóúton a kishajók, jachtok, és akár menetrend szerint közlekedő kirándulóhajók számának jelentős növekedése várható, fellendítve ezáltal az idegenforgalmat, turizmust. A maratoni kajak-kenu európa-, és világbajnokságoknak is helyet adó Győrben a vizes sportesemények biztonságosabban tervezhetők lesznek. A győri belterületi folyópartok esztétikai értékét pedig jelentősen növeli majd, hogy a kiépített partmenti sétányokon, hidakon, bővizű, telt medrekkel találkozhatnak az arra látogatók.

A projekt részét képező torkolati műtárgy megépítésével, mely árvízkapuként is funkcionál, a vízszint rehabilitáció hatásterületén az árvízvédelmi biztonság javulni fog. Árvízkapuként a műtárgy Győrnél a mértékadó árvízszintet 55 cm-rel csökkenti. A 2013. évi rendkívüli dunai árvíz tetőző szintje ennél is kedvezőbben, 1 m-rel alacsonyabban alakult volna. Ez jelentősen csökkentette volna a védekezés területi kiterjedését, valamint mind a védekezésbe bevont

erőforrások, mind pedig a védekezési költségek tekintetében jelentős megtakarítást eredményezett volna.

### 3. A MEGVALÓSULT VÁLTOZAT

Az előzőekben ismertetett összetett célkitűzések egy komplex műtárgy kialakítását igényelték. Ennek megfelelően a műtárgy elemei és kapcsolódó létesítményei a következők:

- A vízszint rehabilitációt biztosító műtárgy egy kétnyílású vízszintszabályozó mű, 12 m-es nyílásszélességgel, bennük kétirányú víznyomás felvételére alkalmas, vízszintes tengelyű, acélszerkezetű, szegmens elzárásokkal. Ezek biztosítják a Mosoni-Duna torkolati szakaszán a kis- és közepes vízszintek megemelését, vízszint szabályozási lehetőséggel, továbbá biztosítják az árvízkapu funkciót. A táblák mozgatását kétoldali „gall-láncos” hidromotoros mozgóberendezések végzik.
- A hajózás biztosítására a vízszintszabályozó mű mellé hajózsilip létesült. A hajózsilip IV. osztályú víziútnak megfelelő, 12x90 m hasznos méretű, de III. osztálynak megfelelő küszöbmélységű (3,0 m), és a 17/2002. (III. 7.) KöViM rendelet 7. § (3) bekezdésben foglaltaktól eltérően szimpla kialakítású. A hajózsilip elzáró szerkezete a vízszintszabályozó műhöz hasonlóan szintén kétirányú víznyomás felvételére alkalmas. A hajózsilip töltését-ürítését az alsó- ill. felsőfőben beépített megkerülő (töltő-ürítő) csatornák biztosítják, acélszerkezetű görgős táblás főelzárásokkal. A hajózsiliphez mólók és alvízi-, valamint felvízi várakozótér kapcsolódik.
- A Mosoni-Duna torkolat áthelyezése részben a Farkasúsztatói ágon, részben a Torda szigeten keresztül, a jelenlegi torkolat felett mintegy másfél kilométerrel feljebb vezet a Mosoni-Duna vizét a torkolati műtárgyon keresztül a Dunába, az eredeti meder pedig a Győr-Gönyű Országos Közforgalmú Kikötő felett áttöltésre került.
- A műtárgynál a Mosoni-Duna hosszirányú ökológiai átjárhatóságát biztosító létesítmény (halátjáró) is kialakításra került, síktáblás főelzárásokkal.
- A jobb-, és balparti mederáttöltés ill. árvízvédelmi töltés a mértékadó árvízszintekre épült ki a 74/2014. (XII. 23.) BM rendeletnek megfelelően. A töltéskoronán aszfaltburkolatú üzemi út került kialakításra.
- A vízi turisták számára a csónakok, kajakok, kenuk kézi átemelésének lehetőségének megteremtésére csónakátemelő rámpák, sólyák készültek.
- A műtárgy megközelítését két irányból (Vének felől és Győr-Károlyháza felől) biztosító üzemi út mellett, az utak összekötését és a műtárgy üzemelési, fenntartási munkáinak elvégzését biztosító üzemi híd létesült a műtárgy fölött. Az üzemi úton a kerékpáros forgalom engedélyezett lesz.
- A létesítmény együttes üzemeltetéséhez szükséges kétszintes üzemviteli épület is létesült.

A műtárgy hajózsilipének jobboldalán a kétszintes, konzolos emeleti kialakítású üzemviteli épület, amely a műtárgyhoz kapcsolódó üzemeltetési, fenntartási feladatok elvégzésére, továbbá reprezentatív funkciók ellátására is szolgál majd, és a leendő üzemeltető elhelyezését biztosítja. Az épület környezetében, 3 700 m<sup>2</sup>-en parkosítás készült, ahol a kulékavicsos területek is megjelennek egyrészt mozaikosabbá, változatosabbá téve a

kertet, másrészt a ráhelyezett uszadékfával, görgetegkövekkel vizualizálják a folyó menti környezetet, amely egyébként tervezési szempont volt ("a Duna folyam megidézése lágy vonalvezetéssel").

- A műtárgy közműves ellátása teljeskörűen kiépült, úgymint: ivó- és iparivíz, tűzvíz ellátás, szennyvízelvezetés, csapadékvíz elvezetés, kétirányú villamos energia ellátás, térvilágítás, hírközlési ellátás optikai kábellel.

A projekthez kapcsolódóan, természetvédelmi kötelezésként összesen 9 ha nagyságú területen erdő került telepítésre.

A projekt járulékos eredményeként, a Mosoni-Duna torkolatának áthelyezésével a Győr-Gönyű Országos Közforgalmú Kikötő medencés kikötővé vált (1-2. fénykép). Ezzel a Kikötő mentesül a Rába rendkívül hordalékos vizétől, amely által nagyságrendekkel lecsökken a kikötői víztér feliszapolódása, és az a forrásigény, amellyel a feliszapolódás miatt szükségessé váló mederkostrások elvégezhetőek. Emellett a kikötőbe a be- és kihajózás nautikai feltételei is javulnak, valamint a Kikötő téli kikötőként is működhet.

Az építési munkák keretében épült:

- 2 024 fm / 17 200 m<sup>3</sup> résfal
- 8 000 m<sup>2</sup> vízzáró JET paplan
- 230 db talajhorgony
- 58 700 m<sup>3</sup> munkagödör földkiemelése
- 8 800 m<sup>3</sup> vasbeton alaplemez
- 17 600 m<sup>3</sup> vasbeton pillérek és felmenő falak
- 420 tonna acélszerkezet
- 52 m hosszúságú, „A” terhelési osztályú hídszerkezet
- 1 600 fm elsőrendű árvízvédelmi töltés
- 970 fm szivárgásgátló / vízzáró JET függönyfal
- 66 000 m<sup>3</sup> vízépítési terméskő burkolat
- 1 200 fm új mederkialakítás, mederáttöltés
- 520 m<sup>2</sup> alapterületű, kétszintes üzemviteli épület



1. fénykép 2022.05.12-én készített drónfelvétel az alvíz felől



2. fénykép 2022.05.12-én készített drónfelvétel a felvíz felől

#### 4. A PROJEKT ADATAI

A projekt tervezett bruttó összköltsége: 29 925 309 000 HUF

A támogatás összege 14 962 654 500 HUF/50%

Nem elszámolható hozzájárulás: 14 962 654 500 HUF/50%

A projekt kezdete: 2017.12.01.

Munkaterület átadás: 2017.12.18.

Műszaki átadás-átvétel: 2022.05.13. – 2022.06.07.

A projekt befejezése: 2023.10.31.

A megrendelő az Országos Vízügyi Főigazgatóság, a kivitelező a Mosoni-Duna 2017 Konzorcium (konzorciumvezető: Mészáros és Mészáros Zrt., tag: Kötiviép'B Kft.), a generáltervező a Konzorcium alvállalkozójaként az SBS-KOMIR Kft., a Mérnök a FŐBER Zrt., PR vállalkozó: Medius Bt., a területszerzéssel, kommunikációval, vízügyi szakfelügyelettel kapcsolatos feladatokat a leendő vagyonkezelő, egyben üzemeltető Észak-dunántúli Vízügyi Igazgatóság látta el.

## 5. A MOSONI-DUNA TORKOLATI MŰTÁRGY ÜZEMELTETÉSE ÉS TAPASZTALATAI

### 5.1 ÜZEMELÉST MEGHATÁROZÓ, FIGYELEMBE VEENDŐ ADATOK, SZEMPONTOK

#### 5.1.1. Az üzemelést meghatározó, figyelembe veendő jellemző vízszintek, vízmércék, egyéb szintek

A normál üzemrend meghatározásánál és az attól való eltérést indokolható jellemző vízállások, vízszintek, szintek:

Vízmérce		Árvízvédelmi fokozatok					
		I. fok		II. fok		III. fok	
Állomás	"0" pont mBf	vízállás cm	vízállás mBf	vízállás cm	vízállás mBf	vízállás cm	vízállás mBf
Bácsa	106,98	450	111,48	550	112,48	600	112,98
Győr	106,98	500	111,98	600	112,98	650	113,48
Gyirmót	109,07	320	112,27	400	113,07	480	113,87
Árpás	113,13	320	116,33	420	117,33	480	117,93

Győr belterületén:

Lábazati kőszórás szintje:		92-152 cm	107,90 – 108,50 mBf
Padka szint	14+900 – 14+518 fkm	274-287 cm	109,72 – 109,85 mBf
Rakpart szint		430 cm	111,28 mBf
Csónakházak szintje		550-600 cm	112,48 – 112,98 mBf

Szivattyútelep		Szivattyúzási határ	
Belvízi Vízmerce állomás	"0" pont mBf	cm	mBf
Szava szivattyútelep	107,94	205	109,99
Bácsa szivattyútelep	106,98	300	109,98
Győrzámoly szivattyútelep	109,06	182	110,88
Pinnyédi szivattyútelep	108,97	110	110,07
Lesvári szivattyútelep	108,60	180-190	110,40-110,50
Börcsi szivattyútelep	109,18	110-125	110,28-110,43
Gyirmót szivattyútelep	109,07	165-175	110,72-110,82

### 5.1.2 Az üzemelést befolyásoló különböző igények

A létesítmény elsődleges célja az EU Víz Keretirányelvvel összhangban a Mosoni-Duna torkolati szakaszán a felszíni és a felszín alatti vízállapotok rehabilitálása, mely a 1950-60-as évek vízjárásának helyreállításával valósul meg.

Az elmúlt 30 év tendenciája rámutat a szélsőséges hidrológiai események előfordulásának változására, mely egyre növekvő gyakoriságot mutat. Valamennyi igénykeltő szerint minden időszakban el kell kerülni ezeket a szélsőségeket, a rendkívül magas vízállásokat és a tartósan extrém kisvizeket. A torkolati műtárgy üzemeltetésével ezek a szélsőséges állapotokkal járó kedvezőtlen hatások a vízszint rehabilitáció teljesülése mellett csökkenthetőek.

Erdészeti szempontból a nagy termőképességű fák biológiai ciklusának megfelelően igényként fogalmazódott meg a kívánatos talajvíz dinamika megteremtése, a vegetációs időszakban tartósan magas, a vegetációs időszakon kívül tartósan alacsony felszíni és felszín alatti vízszintek biztosítása. Az erdők öntözése és a kártevők visszaszorítása érdekében fontos a hullámterek időszakos elöntése, amelynek tulajdonképpen elsősorban ökológiai jelentősége van.

A természeti értékek a környezeti állapot megőrzése, javítása, a Mosoni-Duna torkolati szakasza és hullámterei biológiai funkcióinak teljesebb körű érvényesítéséhez a legfontosabb igényként az alábbiak fogalmazódtak meg:

- Törekedni kell arra, hogy a vízszint szabályozás dinamikája kapcsolódjon a Duna vízjárásához, ezért a célvízállások alapvetően a pozsonyi vízállás (vízhozam) alapján kerülnek meghatározásra. A korábbi ismereteink, és az elvégzett vizsgálatok is alátámasztják, hogy a pozsonyi vízhozam és a Mosoni-Duna torkolati szakaszának vízállása közötti összefüggéssel az 1951 és 1960 közötti, referencia időszakra jellemző értékek megfelelően meghatározhatók.
- A hullámtéri biológiai funkciók érvényesülésének fontos feltétele, hogy a március és szeptember (különösen április és június) közötti időszakban a hullámtér többször és tartósan elárasztásra kerüljön.
- Nem kívánatos a heves árasztás és a hirtelen apasztás. A biológiai funkciók érvényesülése szempontjából a lassan történő áradás és apadás az ideális.
- Az elárasztott hullámtéren kerülni kell a huzamos ideig állandó (pangó) vízállást, a keresztirányú átjárhatóság és megfelelő vízdinamika biztosításával. Fokok



kialakításával és karbantartásával így megteremthetők a vízi élőlények vándorlási lehetőségei, megakadályozhatók a városközeli szúnyogtanyák kialakulása.

- A feliszapolódási folyamat visszaszorítására, a kavicsos aljzatú meder fenntartására kell törekedni a főágban és az eupotamon és a parapotamon típusú mellékágakban.

Az EU Víz- Keretirányelv szemléletének megfelelően alapállapotban, a rehabilitációs célok figyelembevételével a Duna kis- és középvízi medersüllyedése, árhullámok vízdinamikájának a megváltozása, árvízszintjeinek emelkedése előtti referencia időszak vízjárásához igazodva kell meghatározni a felvízi vízszinteket. Az 1950-es 60-as évek erre alkalmasak a megváltozott vízdinamika figyelembevételével.

### 5.1.3 A referencia időszak vízjárására jellemző időszakok, vízdinamika követése

A különböző igénykeltők által meghatározott sokszor egymással ellentmondó igények térben és időben eltérőek, ezért lehetőség van kompromisszumos megoldásra. A természeti értékek a környezeti állapotok megőrzése, javítása érdekében a biológiai funkciók érvényesülése szempontjából fontos, hogy a március és szeptember (különösen április és június) közötti időszakban a hullámtér többször és tartósan elárasztásra kerüljön.

A relatív, megnem haladási gyakoriságok jól mutatják, hogy a halak és a kételtűek szaporodása szempontjából legfontosabb 04.15 - 05.31 közötti „ívási időszak” a természetes vízjárásban is vízben gazdagabb, míg az erdészeti igénynek megfelelően a vegetációs időszakon kívül tartósan alacsony vízszintek a jellemzők.

Az 1950-60-as évekre jellemző győri vízállás gyakorisági jellemzőinek vizsgálata alapján a rehabilitált szerinti bontásban lehet optimálisan a referenciához igazítani:

Rába Győr vízmérce			
Időszak		Szabályozási határ	
		Alsó	Felső
tavaszi	03.01. - 04.14.	140 cm	252 cm
tavaszi ívási időszak	04.15. - 05.31.	235 cm	251 cm
nyári időszak	06.01. - 09.30.	175 cm	243 cm
ősz időszak*	10.01. - 11.14.	128 cm	173 cm
téli időszak	11.15. - 02.28	100 cm	191 cm

(\*) Az üzemrend kidolgozásánál az első ütemben is volt őszi időszak, melyet összevontunk a télivel. A 2022-es év üzemeltetési tapasztalatai rámutattak arra, hogy szükséges az önálló „őszi időszak”, mivel az időszak közötti váltáskor túlzott mértékű vízszintcsökkenés keletkezett.

A Duna felső szakaszán megépült és a hozzánk legközelebb eső Bős-Dunacsúnyi vízlépcső üzemeltetése valamint az egyéb emberi beavatkozásoknak köszönhetően megváltozott a Duna természetes vízdinamikája. A hirtelen vízszintváltozások egyéb víz- és parthasználati, hasznosítási igényeket is kedvezőtlenül érintik. A **vezérlésnél** (napi célérték meghatározás) a pozsonyi 3 napos vízhozam átlagának figyelembevételével az eleve hevesebbé váló vízdinamika enyhítését jelenti. A normál üzemrendben történő **szabályozás** során figyelemmel kell lenni a referencia időszakra jellemző intenzitás mértékére, áradás esetén maximum 4 cm/óra apadás esetén pedig 2 cm/óra.



A 2022-es évben alkalmazott intenzitás elfogadhatónak bizonyult, miszerint az egyes időszakok célvízszintjei közötti átmenet 15 cm/24 óra intenzitással kerülnek megvalósításra.

## 5.2 ÜZEMELÉS ÁLTALÁNOS SZABÁLYAI, FŐBB VEZÉRLÉSI MÓDOK

A Mosoni-Duna torkolati műtárgy működtetésének négy üzemmódja van: **normál-, rendkívüli helyzetek-** (árvíz-belvíz, vízminőség kárelhárítás aszálykár elhárítás, jégkár elhárítás), **előre nem tervezhető különleges- és előre tervezhető különleges üzemmód.** Az üzemmódokban szükséges elágazásokat alüzemmódoknak illetve üzemmódoknak nevezzük. (vízszintemelési-, átöblítési-, vízlengetési- és felvízszint célértéktartás üzemmód).

A torkolati műtárgy alapesetben normál üzemmódban a vízszintemelési üzemmódban működik felvízszint szabályozással. A működtetése történhet félautomata és kézi módban. A folyamatirányító rendszer a bemeneti paraméterek és a kapott összefüggések alapján kiszámolja a kívánt Mosoni-Duna vízszintet, azaz a műtárgy felvízszintjét. Félautomata módban, a vezérlés a szegmenstáblákat mozgató hidraulikus rendszernek a táblaállás célértéket ad meg, amely a kapott állásra automatikusan mozgatja a táblákat.

A műtárgy vízemelési görbéjének  $Q=f(\Delta H;T)$  validálásához a mérések a próbaüzem során megkezdődtek. Különböző hidrológiai helyzetekben és különböző műtárgy táblaállásokban történtek a vízhozammérések, melyeket a jövőben folytatni szükséges.

Félautomata üzemmódban a rendszer egy meghatározott időközönként megvizsgálja felvízi valós és a célérték közötti különbséget. Különbőség esetében a mértéktől függően egy adott méretű táblaállítást végez. A vezérlés 2 cm-es különbségig nem végez mozgatást.

	HA a szumma Dh (cm), célérték mínusz felvízszint, illetve ha pozitív akkor vízszint emelés, ha negatív, akkor vízszint süllyesztés,		TM-MAX	emelés max 4 cm/óra, süllyesztés max 2 cm/óra	SZINT EMELES	SZINT SÜLLYEDÉS	ALVÍZ érték	következő ciklus periódus-idő, perc
	ALSÓ HATÁR-ÉRTÉK, cm	FELSŐ HATÁR-ÉRTÉK, cm						
FEL I.	0	2	0	60	0	0	60	
FEL II.	3	10	2	60	4-nél nagyobb 3-4 2-3 1-2 0-1 ha 0-nál kisebb	0 -1 -1 -2 -2	max.: TM-MAX *2 = -6 cm	60 60 60 60 60 30
FEL III.	11	50	3	60	4-nél nagyobb 3-4 2-3 1-2 0-1 ha 0-nál kisebb	0 -1 -2 -2 -3 -3	max.: TM-MAX *2 = -6 cm	60 60 60 60 60 30

1. ábra Részlet a mozgatási sémát tartalmazó táblázatból (emelés)

Az elmúlt egy év üzemeltetése során tapasztaltuk, hogy a műtárgy alvízszintje a Bósi vízierőmű üzemelésének köszönhetően sűrűn és nagyobb mértékben változik. Az alvízszint emelkedése / süllyedése befolyásolja a felvízszinttartást. A séma igyekszik számolni az alvíz változásával, de közel sem megbízhatóan. A szabályozás felvízszintre történik azonban a felső és alsó határok tekintetében a Rába győri vízmérce az irányadó. A Mosoni-Duna folyó alsó szakaszának „tehetetlensége” 2-2,5 órában mérhető, ami annyit jelent, hogy torkolatban létesített

beavatkozás hatása csak annyi idő múlva jelentkezik Győrben. A fenti séma alkalmazása csak abban esetben alkalmazható biztonsággal, ha az érintett vízgyűjtő területeken a hidrológiai helyzet hosszabb ideig változatlan, ebben az esetben a célérték 5-6 cm pontossággal tartható.

*Megoldás lenne, ha a séma át lenne alakítva táblaállásra a felvíz és alvíz függvényében de az ehhez tartozó képlet tényezőinek pontos meghatározására további mérésekre lesz szükség.*

Az üzemeltetést végző személyzet óránként rögzíti a szükséges vízállás adatokat és a táblaállásokat. A pontosabb szabályozás és a megbízható adatgyűjtés érdekében a vezérlés 2023 januárjától kézi üzemmódban történik, mely során a kívánt célérték 1-2 cm pontossággal előállítható.

### **5.2.1. Fedővédelmek, azok alkalmazása**

Mindegyik üzemrend és alüzemrend esetén kezelni kell különböző fedővédelmeket, egy - „Árvízkipzárasos” és a Rába hordalékosságát kezelő „Teljes nyitás”- a háttérben működő funkciókat. Ezek kezelő által ki illetve be kapcsolhatók. Ha ezek aktiválva vannak akkor ez a logika lesz prioritásban az első és a táblák mozgatása e szerint történik üzemrendtől, alüzemrendtől, üzemmódtól függetlenül. A harmadik védelmi funkció a „Vízszintváltozás intenzitás” figyelés, mely csak riasztást generál a rendszerben, figyelmeztetve a kezelő személyzetet.

#### **5.2.1.1. Árvízkipzárasos fedővédelem**

A fedővédelem folyamatosan be van kapcsolva, de utasítás esetén kikapcsolható. Ha bekapcsolt állapotban van, akkor automatikusan lép üzembe: ha a Duna vízszintje (műtárgy alvívízszintje) magasabb, mint a Mosoni-Duna vízszintje (műtárgy felvívízszint), akkor a folyamat irányító rendszer automatikusan a vízszintszabályozó szegmens táblákat zárja, illetve szűkíti.

Az árvízkipzárasos fedővédelem aktív ha:

- Normál üzembdben az „árvízkipzárasos üzemmód” alapbeállítása aktív lesz
- Minden időszakban, üzembdben amennyiben a hidrológiai előrejelzés II. fokú készülségi szintet elérő, tetőző vízállás várható
- Rendkívüli helyzetek üzembdbbe kapcsolás során a szélsőséges kisvízes, aszályos időszak kivételével az „árvízkipzárasos üzemmód” alapbeállítása aktív lesz
- Az előre tervezhető és nem tervezhető különleges helyzetek üzembdbbe kapcsolás során az „árvízkipzárasos üzemmód” alapbeállítása aktív lesz

*Amennyiben a Dunán levonuló árhullám esetén a hidrológiai előrejelzés szerint II. fokú készülségi szintet elérő, tetőző vízállás várható, de a központi védelemvezető utasítására általában a minden időszakban a műtárgyat zárni kell és addig zárva kell tartani, amíg a Duna felőli vízszint meghaladja a Mosoni-Duna felőlit.”*

Az előzetes tanulmányok és felmérések alapján a II. fokú készülségi szintet meg nem haladó árvizek esetében érdemi vízszintcsökkenésre nem számíthatunk a fedővédelem alkalmazásával. 2022-es év októberében a Dunán egy kisebb méretű árhullám vonult le, mely az I. fokú készülségi szintet sem közelítette meg, de a fenti feltevés igazolása érdekében alkalmaztuk az „árvízkipzárasos üzemmódot”. Tapasztaltuk, hogy a Mosoni-Duna alsó szakaszának feltöltődése közel azonos volt a Dunai árhullám emelkedésével, tehát kizárni a

kisebb árhullámokat nem érdemes. Ebben az esetben a Rába és a Lajta vízgyűjtő területén nem volt érdemi csapadék.

### **5.2.1.2. Teljes nyitás fedővédelem a hordalék kezelése érdekében**

Ez a funkció is ki/bekapcsolható a kezelő által, természetesen külön utasításra. Ha bekapcsolt állapotban van, akkor automatikusan lép üzembe. A Rába- Árpás állomásnak az OHM adatbázisból a három nap reggeli 7 órás vízhozam értékét veszi figyelembe az irányítás. Normál üzemrendben a hordalék kezelése érdekében, amennyiben a Rába-Árpás három napos átlagos vízhozama meghaladja a 40 m<sup>3</sup>/s-ot, akkor az előre megadott időszakos összefüggésektől eltérően, aktiválódik ez az üzemmód. A táblákat nyitni kell egy előre meghatározott cél táblaállásra az apadási korlát figyelembe vételével. A prioritásban ez a fedővédelem az első.

A próbaüzemet követően több alkalommal levonult, kisebb Rába árhullámok esetében megfigyelhető volt, hogy a limitként megadott három napos átlag 40 m<sup>3</sup>/s-nál kisebb, apadó vízhozamnál is napokig láthatóan jelentős hordalékot szállított a folyó. Megfigyelhető volt, hogy évszaktól függően is más-más hordaléktartalommal bírt egy-egy kisebb árhullám, mivel a hidegebb víz kevésbé tűnt zavarosnak. A jövőben szükséges megvizsgálni, hogy a mért vagy a számított hordalékhozam használható felhasználható-e a nyitás szempontjából (*minden esetben szükséges-e egyáltalán, ha igen milyen mértékben*).

A jövőben felülvizsgálandó, hogy az üzemmód alkalmazásával milyen mértékben lesz csökkenthető a feliszapolódás mértéke, ezáltal szükséges-e az alkalmazása.

Hordalékos Rába árhullám esetében az apasztási intenzitás a 15 cm/nap helyett az eredetileg meghatározott 48 cm/nap az irányadó, mivel egyrészt gyorsan pótlódik, másrészt a nagyobb sebesség csak előny.

## **5.2.2. Üzemrendek**

### **5.2.2.1. Normál üzemmód**

Normál üzemrendben a vízszintemeléssel üzemelő működik alapként, a folyamatirányító rendszer segítségével lehet mozgatni a táblát félautomata vagy kézi üzemmódban úgy, hogy a beállított felvízszint célértéket elérje a Mosoni-Duna vízszintje.

A korábban említett okok miatt a mozgatás kézi üzemmódban történik. Próbaüzem során a két vízszintszabályozó tábla együtt, szinkronban volt működtetve, a hajószilip felvízi elzáró szegmens táblája csukott állapotban volt.



3. fénykép Mosonyi-Duna folyó rávezetése a torkolati műtárgyra

A fényképen jól látszik, hogy a Lajta, Rábca, Rába vizeit tartalmazó Mosonyi-Duna folyó sodorvonala a jobb partra tendál, ezért a hordalékban gazdag víz a hajózsilip feletti várakozótérben rakódna le csukott kapuk esetén (3. fénykép). Ezt a folyamatot mérsékelve, csökkentve a hajózsilipet bevontuk a vízszintszabályozásba, így mind a 4 nyíláson keresztül áramlik a víz. A hajózsilip további fontos szerepe, hogy az alvízi szegmenstábla segítségével halátjáróként is működik, így azok a nagyobb testű halak melyek a részelt halátjáróban nem vagy nehezen tudnak felmenni, itt lehetőséget teremtünk az átjárásuknak.

### 5.2.2.2. Rendkívüli helyzetek üzemrend

A rendkívüli helyzetekben védelmi készültség elrendelése szükséges. Ebben az esetben az általános szabályok betartása mellett a központi védelemvezető utasításainak megfelelően kell eljárni. Az esetek többségében akkor alkalmazandó ez az üzem mód, amikor készültség van elrendelve és kézi mozgatásra van szükség. **Árvíz- belvíz, jégvédekezés, vízminőségkárelhárítás, aszálykár elhárítás** során kell ezt az üzemrendet választani.

Az **árvíz**kizárásos fedővédelem (*bekapcsolt állapotában*) automatikusan életbe lép, ha a Duna vízszintje magasabb, mint a Mosonyi-Duna vízszintje, ekkor a folyamatirányító rendszer automatikusan a vízszintszabályozó táblákat szűkíti. A modellezések azt mutatják, hogy rendkívüli Duna árhullámnál a torkolati mű teljes zárása esetében a Mosonyi-Duna vízszintjei akár, mintegy 80cm-rel is csökkenthetők, tehát a torkolati hatásterületen árvízvédelmi szempontból nagyon kedvező hatás várható (*amennyiben a Lajta, Rábca, Rába folyók vízgyűjtő területein a hidrológiai helyzet ideális*). A Mosonyi-Duna felé történő árapasztó hatás elmaradása miatt ugyanakkor megnövekszik a Duna tetőző vízhozama és természetesen a vízszintje is. Ennek megfelelően az árvíz kizárásos fedővédelmet a védelemvezető utasítására ki kell kapcsolni, ha a védelmi helyzet a Duna árhullám apasztását indokolja.

A **vízminőség kárelhárítás** esetén rövid időre a torkolati műtárgy működtetésével az előre elhatározott az időszaktól függő automatikus vízszintemelési üzemrendnél magasabb, illetve

bizonyos esetekben alacsonyabb megadott vízszintet kell a megadott időtartamig tartani. A választható üzemmódok: felvív célértéktartás, átöblítéses.

Tartós, szélsőségesen kisvizes és csapadékhiányos időszak esetén szükségessé válhat **aszálykárelhárítás** elrendelése. Ebben az esetben a referenciaidőszaktól eltérően magasabb vízszintek tartása válhat szükségessé (felvív célértéktartás üzemmód)

**Jeges időszakban** a Mosoni-Duna és a Rába torkolati belterületi szakaszán álló jég és kisebb jégtorlaszok alakulhatnak ki. A jégzajlás árhullámmal történő egyidejű megindulásakor a felső folyószakaszból érkező jégtáblák feltorlasztásával ez Győr belterületén jeges árvíz veszélyét okozó jégdugó kialakulását okozhatja, ezért megszüntetése szükséges. Választható üzemmódok: vízlengetési, felvív célértéktartás, átöblítéses. Indokolt esetben jégtörő hajó munkavégzése is szükséges lehet.

### 5.2.2.3. Különleges helyzetek, a normál üzemrendtől való időszakos eltérések

Az előre nem tervezhető különleges helyzeteket, mint

- a torkolati műtárgy felett összegyűlő nagy tömegű uszadék és Győr belterületén megjelenő nagy tömegű békalencse, az erősen szennyezett, kevert szennyvízzel, csatornaiszappal terhelt csapadékvíz okozta többletvízből származó szennyvízdugó átvezetése,
- vízrendszeren belül a vízminőség romlás esetén átöblítés,
- a Püspökerdei holtág váratlan vízminőség romlása következtében algavirágzás, oxigénhiány, halpusztulás vagy egyéb szennyezés miatti intenzív vízcserre igénye,
- a vízszintszabályozó műtárgyak, mederáttöltések azonnali javítást igénylő tönkremenetele, egyéb élet- és vagyónbiztonságot veszélyeztető esemény, baleset esetén általánosságban kézi vezénnyel lehet kezelni.

A torkolati műtárgy felett összegyűlő nagy tömegű uszadék átvezetés érdekében a műtárgyat teljesen nyitni kell. Amennyiben a Bácsai vízmércén a vízszint több mint 20 cm-t csökkenne, a műveletet félbe kell szakítani és visszatérni a normál vízszintemelés üzemrendre akkor is, ha az átvezetés teljeskörűen nem történt meg.

Az előre tervezhető különleges helyzeteknél, mint

- a torkolati szakaszon leülepedett hordalék kimosatása céljából átöblítés,
- a Püspökerdei holtág időszakos intenzív vízcseréjének időszakos, rendszeres biztosítása érdekében,
- a rendszer működőképességének vizsgálatára végzett rendszermérés idején egy-két napos stabil víztartás
- különleges hajózási igényt kielégítő, tervezett felújítási, karbantartási munkák feltételeinek megteremtésére szolgáló, ökológiai szempontok figyelembe vétele miatt, valamint egyéb igényként előre meghatározott üzemmódok esetében az esemény jellegének megfelelően módosítási terv szükséges a kívánatos vízszintigény, időpont, időszak és időtartam meghatározásával.

### 5.3 HAJÓZSILIP MŰKÖDTETÉSE

A torkolati mű egyúttal hajózási feladatokat is ellát, ezért a mű kialakítása szempontjából fontos a hajózási igények kielégítése is.

A hajózsilip fő feladatai:

- hajók forgalmának a biztosítása a Mosoni-Duna és a Duna között
- rendkívüli esetben vízleeresztés biztosítása
- a Mosoni-Duna előírt vízszintjének a biztosítása
- a Duna nagy árvizeinek részleges kizárása a Mosoni-Duna ágból
- halátjáró funkció biztosítása

A fenti feladatok ellátásának biztosítására a felső és az alsó főben egyaránt kiemelhető szegmens épült be. A hajózás biztosításához szükséges vízszint kiegyenlítődést a kamrában síktáblákkal szabályozott töltő-ürítő csatornák látják el.

Zsilipelés végrehajtása a Mosoni Duna felől érkező hajó áthaladása esetén:

- Az érkező hajó a felső főben a szegmens tábla küszöbre zárásáig a felvízen kialakított felvízi várakozótérben várakozik.
- a felső főben a szegmens tábla küszöbre zárt helyzetben biztosítja a Mosoni Duna üzemi vízszintjét
- le kell zárni az alsó főben beépített elzárást
- be kell zárni az alsó főben beépített töltő-ürítő csatorna elzárásokat (kiegyenlített vízben)
- víznyomás ellenében ki kell nyitni a felső fő töltő-ürítő csatorna elzárásait
- meg kell várni, hogy a hajózsilip kamrában kialakuljon a Mosoni Duna aktuális vízszintje
- fel kell emelni a felső fő szegmens elzárást
- be kell zárni a felső fő töltő-ürítő csatorna elzárásait
- a hajó beúszhat a hajózsilip kamrába, ahol ki kell kötni
- víznyomás ellenében ki kell nyitni az alsó fő töltő-ürítő csatorna elzárásait
- meg kell várni, míg a kamrában előáll a Duna aktuális vízszintje
- fel kell emelni az alsó fő szegmens elzárást
- a hajó a kikötés feloldása után kiúszhat a hajózsilipből

Duna felől érkező hajó áthaladása

- az érkező hajó a felső főben a szegmens tábla küszöbre zárásáig az alvízen kialakított alvízi várakozótérben várakozik.
- a felső főben a szegmens táblát küszöbre kell zárni
- az alsó fő elzárásai nyitva vannak és a hajó beúszik a hajózsilip kamrába, ahol ki kell kötni
- az alsó főt le kell zárni
- töltő ürítő csatornák segítségével a kamrában elő kell állítani a Mosoni Duna vízszintjét
- a felső fő elzárását ki kell nyitni
- a hajó a kikötés feloldása után távozik a hajózsilip kamrából

## 5.4 HALÁTJÁRÓK ÜZEMELÉSE

A halátjárók hatékony működésére a Mosoni-Duna torkolati műtárgy vízszintemelési üzemmódja esetében van szükség, amennyiben a felvíz és az alvív között 0,20 m-nél nagyobb a vízszintkülönbség.

A nagy testű halak, például a tokfélék közlekedését biztosító hagyományos halátjárók csak nagy helyigénnyel és rendkívüli költséggel valósítható meg. Igaz ez a megállapítás Mosoni-Duna torkolati műtárgynál megvalósult réselt halátjáróra is, amely az igazán nagyméretű vizák számára nem alkalmas. Ezért nagyon fontos a meglévő egyéb létesítmények, mint a hajózsilip üzemeltetésének, módosítási esetleges átalakíthatóságának a vizsgálata, elemzése.

A duzzasztómű balpartján létesült 42,80 m hosszú réselt halátjáró medencéit vb. panelek választják el, a felvízi élre keményfa élgerendát kellett elhelyezni. A felvízi oldalon egy úszó uszadékterelő létesült, az alvízi oldalon egy fojtózsilip, melynek csak szabályozási funkciója van, vízzárási követelmény nincs!

A medencékben 30 cm vastag PC 90/180 kőszórás szimulálja a természetközeli viszonyokat. A halak megfigyelésére a felvízi hágcsonál kamera épült be. Összességében elmondható, hogy a réselt halátjárós megoldás alapvetően jó. A medence és rés méretek a méretezés alapján áramlási, teljesítmény sűrűségi szempontból és a Mosoni-Duna jellemző halfajtái és azok méreteit figyelembe véve megfelelőek.

A megoldás külön előnye, hogy az alsó medencék alacsony küszöbszintje (103,50 mBf) a Duna esetleges további kis-vízszint süllyedése esetén sem lehetetlenül el a működése. Ez is hozzájárul azonban ahhoz, hogy a kialakítás megtalálhatóság szempontjából nagyon kedvezőtlen, mert már a legkisebb alvív is beduzzaszt. Ez a hatás minden további emelkedő alvízszint esetén erősödik és így az utolsó jelentősebb átbukás hátrakerül, eltávolodva a főmedertől, a duzzasztóművön átvezetett vízhozam csalogató hatásától. Már a jelenleg érvényes hajózási kisvízszint (HKV=106,80 mBf) a pihenő medence fölé visszahat. Az alvízi visszaduzzasztás miatt a terelő panelek változó magasságra, egységesen 109,50 mBf szintre épültek ki.

## 6. ZÁRSZÓ

2022. június 23-án, két évtizedes előkészítés, négy és fél éves kivitelezés után, a projekt résztvevői büszkén adták át a térségben élők, gazdálkodók, és az idelátogató vendégek számára az elkészült, természetvédelmi, ökológiai, vízgazdálkodási, hajózási, rekreációs célokat is teljesítő Mosoni-Duna torkolati műtárgyát.

Pont jókor! Hiszen 2022-ben rendkívüli aszály sújtotta Magyarország területének nagy részét, a folyóink, tavaink többségén rekord alacsony vízállások alakultak ki, ezért a térségi vízvisszatartás fontossága újra a figyelem középpontjába került.



Ebben a rendkívüli aszályal sújtott időszakban készült el a Mosoni-Duna torkolati műtárgya, amely által biztosított vízszint rehabilitációnak köszönhetően a Mosoni-Duna torkolati szakaszán, és a Rába alsó szakaszán bővizű, telt medrekkel találkozhattak a folyó mentén kirándulók, a hidakon átközlekedők, a partokon sétálók és a vízitúrázók. Győr, a folyók városa, a rendkívüli aszály ellenére is idilli képet mutatott, ahol öröm a folyóparton sétálni, öröm a folyón evezni, és öröm benne strandolni.

2022. év nyarán, a Duna és a betorkolló mellékfolyók, a Lajta, a Rábca és a Rába tartósan nagyon alacsony vízhozamai miatt, torkolati műtárgy nélkül a győri vízállás a mindenkori minimum, 10-20 cm körül alakult volna, a műtárggyal azonban 220 cm-es célvízszintet tartottunk!

A Mosoni-Duna torkolati műtárgya azonban nemcsak a kisvízi-, hanem árvízkapu funkciója révén a nagyvízi szélsőségek mérséklését is biztosítja. 10 éve vonult le a Dunán az eddigi legnagyobb árhullám, amely 2013. június 9-én tetőzött Győrnél 838 cm-rel, a korábbi, 2002. évi LNV-t (legnagyobb vízszintet) 30 cm-rel meghaladva. A szerzők felhívják a figyelmet, hogy amennyiben a torkolati műtárgy már 2002-ben, illetve 2013-ban is létezett volna, a tetőző vízszintet Győrnél több mint 1 m-rel csökkentette volna!

Felhasznált irodalom:

- SBS-KOMIR Kft. generáltervező – Hullámvonal Kft. szakági tervező; A Mosoni-Duna torkolati műtárgy üzemrendek, üzem módok; 2020.08.

Összeállította: