

Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer nagyműtárgyainak rekonstrukciója

Kusztor László, Cserépné Szabó Angelika

Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság

Kis-Balaton Üzemmérnökség

8360 Keszthely, Csík Ferenc sétány 4.

Kivonat: 1970-től Balaton nyugati medencéjében a tápanyag feldúsulása súlyossá váló jelenséget, eutrofizációt okozott. A Zalán érkező tápanyagok a tó terhelésének 1/3-át teszik ki, de a tó mintegy 1/20-át képező Keszthelyi-öblöt terhelik. Kézenfekvő gondolat volt a Keszthelyi-öböl vízminőség romlásának megállítására a Zala alsó szakasz mocsárvilágának újbóli elárasztása, így az eutrofizációs folyamatok a Keszthelyi-öbölből a mocsarakba történő helyezése. A Kis-Balaton Védőrendszer I. ütem (mai nevén Hídvégi-tó) 1985-től üzemel. Ennek vízszintszabályozó műtárgya a 4T (Laki-zsilip). A II. ütem (mai nevén Fenéki-tó) vízszintszabályozó zsilipje 1993 óta szabályozza a Fenéki-tó vízszintjét az érvényben lévő Üzemeltetési Szabályzat alapján. A cikk első része a két műtárgy építés folyamatát mutatja be. Majd a második rész a rendszeres karbantartás ellenére a felújítás szükségességét és annak munkafolyamatát tárja fel. A Kis-Balaton nagyműtárgyainak rekonstrukciója a „Preventív intézkedések a Balatont érintő vízminőségi problémák hosszútávon fenntartható kezelésére” című (KEHOP-1.3.0.-15-2017-00018) projekt „Kis-Balaton Vízvédelmi Rendszer nagyműtárgyainak rekonstrukciója” megnevezésű projektrész alapján valósult meg.

Tárgyi projekt megvalósítása céljából *Országos Vízügyi Főigazgatóság* (1012 Budapest, Márvány utca 1/d,) mint *Megrendelő* és a *Szabadics Építőipari Zrt.* (8800 Nagykanizsa, Király u. 4.), mint *Vállalkozó* között létrejött és 2021. március 5-én hatályba lépett Szerződéses Megállapodásban foglaltak alapján megvalósult kivitelezési munkákat Vállalkozó készre jelentette.

A műszaki átadás-átvételi eljárás 2023. március hónapban megtörtént.

Kulcsszavak: Kis-Balaton, vízépítési műtárgy, zsilip, vízvédelmi rendszer, felújítás

1 ELŐZMÉNYEK

A Balaton vízminőség védelmét szolgáló védőrendszer két ütemben valósult meg. Az I. ütem szabályozó műtárgya a 4T jelű műtárgy, amely 1985-ben épült, a II. ütem szabályozó műtárgya a 21T jelű műtárgy, amely 1993-ban épült. A 21T és 4T műtárgyak megbízható üzemeltetése nélkül a rendszer nem képes a feladatait ellátni, mely beláthatatlan következményekkel jár a Balaton vízminőségére, a Kis-Balaton ökológiai állapotára és az árvizek szabályozott levezetésére.

1.1 4T műtárgy tanulmány- és építési terve

A Nyugat-Dunántúli Vízügyi Igazgatóság 75/176/1981.sz. levelében megbízta a VIZITERV-et, az anno Kis-Balaton Védőrendszer I. ütem, 3. szakasz kiviteli terveinek elkészítésével.

A Kis-Balaton Védőrendszer alapvető feladata a Zalán érkező oldott tápanyagoknak a Balatonból való távoltartása. Az erre irányuló koncepciótervet és beruházási programot a VIZITERV 5/3 osztálya állította össze. A terv feladata Balatonhídvég térségében új helyen létesí-

tendő 4T jelű 50 m³/s vízemésztésű duzzasztómű és bárkázózsilip, elzárószervezetek típusainak és nyílásainak számának vizsgálata volt, az új bárkázási feladatok figyelembevételével.

Az új telepítésű műtárgy helyén, mely a völgyelzárás gátjának 520 m szelvényén létesült, újabb talajmechanikai feltárás készült. Általánosan megállapították, hogy a várható alapozási síkban /101,0 mBf./ sárga és szürke homoklisztes talaj található. Az alapozás vákuumkutas-talajvízszintsüllyesztéssel volt előirányozva (1. ábra).



1. ábra - 4T alapozás

A munkagödört először 106,00 mBf. szintig kellett kiemelni, majd az első vákuumkutas lépcsőt kellett letelepíteni. Ennek a megfelelő leszívása után a munkagödört 103,50 mBf. szintig ki lehetett emelni. Ezután történt a második vákuumkutas lépcső telepítése és üzemeltetése, ezt követően pedig az alapozás síkjáig a földkiemelés (100,90 mBf.).

A munkagödör és a 10 cm vastag aljzatbeton kialakítása után került sor a műtárgy felépítményi munkáinak elvégzésére (2. ábra).



2. ábra - 4T zsaluzás

Az alaplemezt három ütemben betonozták. Egy-egy szakasz betonozása megszakítás nélkül történt. A pillérek teljes hosszban egyszerre lettek betonozva. Az I. pillérbe a vasszereléssel egy időben helyezték el: a pajzslemez rácsozatát, a levegőztető cső acélzsaluját, a hágcst, a korlátot, a csőcsatorna lefedést, a támkapu tokszerkezet bebetonozandó elemeit, az elektromos kábelek védőcsöveit és a falikarokat. A II. pillérbe a vasszereléssel egy időben kellett elhelyezni a pajzslemez rácsozatát, a levegőztető cső acélzsaluját, a korlátot, a támkapu tokszerkezet bebetonozandó elemeit, az elektromos kábelek védőcsöveit, a falikarokat és a síktábla tokszerkezetét. A III. pillérbe a vasszereléssel egy időben kellett elhelyezni a korlátot, a hágcst bebetonozandó elemeit és a síktábla tokszerkezetét (3. ábra).



3. ábra - Épül a 4T

A műtárgy elkészülte után a földvisszatöltéseket készítették el. A műtárgy melletti teljes feltöltést 107,80 mBf. szintig kellett elkészíteni, majd átmeneti felületekkel csatlakoztatták a völgyelzárás töltéseihez, illetve az út földmunkájához. Az alvízi és felvízi mólókhoz csatlakozó földtöltés vagy terepkialakítás a kitűzött al- és felvízcsatorna profiljához csatlakozott. Az al- és felvízcsatornában a zsilipelés megkezdéséig a bárkák kikötése és várakozása céljából mólók lettek kialakítva. A mólók 15,0 m hosszúak, 1,0 m széles járólemez-kialakítással készültek, monolitbetonból. A mólók járólemezei mindkét oldalon védőkorláttal lettek ellátva, kivéve a víz felőli oldalon, ahol lánckorlátot helyeztek el, valamint kikötőbakokat.



4. ábra – 4T műtárgy

A mólók 30 C típusú cölöpből készültek. A cölöpök leverése után a felső végüket 50 cm hosszban szét kellett verni a vasbetétek megtartásával. Az így kilógó vasbetétekhez lehetett a járólemez vasszerelési munkáit elkészíteni. A műtárgyon keresztül való közlekedést előregyártott vasbetonelemekből álló egypályás „C” terhelésű híddal biztosították (4. ábra).

A 21T műtárgy tanulmány- és építési terve

A Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság 1984. szeptember 5-én kelt 100/11/1984. számú levelében bízta meg a VIZITERV-et a Kis-Balaton II. ütem beruházás keretében megvalósuló 21T zsilip kiviteli tervének elkészítésével.

A védőrendszer kialakítására – a Nyugat-dunántúli Vízügyi Igazgatóság 1976. évi vízminőségvédelmi tanulmányában kidolgozott elvi megoldás alapján – 1979-ben koncepció terv készült. A koncepcióterv a Kis-Balaton Védőrendszer kialakítását két ütemben tervezte. Az I. ütemként a balatonhídvégi szűkület feletti, mintegy 20 km² területű vízfelület került kialakításra. Az I. ütemben kiépült létesítmény védelmében Balatonhídvég és Fenékpuszta közötti kb. 50 km² területen létrejöhett a Kis-Balaton Védőrendszer II. üteme.

A 21T műtárgy feladata, hogy az érkező vízhozam és az észlelt tényleges vízállástól függően annyi vizet bocsásson le a Balatonba, hogy a II. ütem tározó vízszintje a 105,80 mBf. szintet, illetve ha az üzemelő kívánja, az ennél alacsonyabb tervezett vízszintet ne haladja meg. A vízszintszabályozás mellett szükség volt a bárkázási igények kielégítésére is.

A műtárgy a völgyelzárás 789 sz. szelvényében épült. A műtárgy feladata: a tározótérből az érkező vizek szakaszos, illetve folyamatos bevezetése a Zalába. A maximális 40 m³/s árvízhozam bevezetése mindkét nyíláson keresztül, a kisebb vízhozamok és uszadék lebocsátás pedig a kisebbik nyíláson keresztül történt. E feladatokat egy 5,0 m és egy 3,0 m nyílású egybeépített zsilippel biztosították, billenőtáblás és szegmenstáblás elzárással. A bárkázás üzeme az 5,0 m-es zsilipnyíláson keresztül történt. A felső elzárást billenőtáblával, az alsó elzárást támkapuvál alakították ki. A bárkázó zsilip töltése a felső billenőtábla kismértékű süllyeszté-

sével, az ürítés pedig a támkapuba épített zsilipnyíláson keresztül történt. A zsilipnyílások elzáró berendezéseit elektro-olajhidraulikus mozgatóberendezések működtették. A zsilipen keresztüli közlekedést – a bárkázást figyelembe véve – az üzemi híd biztosította. Az üzemi hídhöz feljáró csatlakozott, mely a műtárgyhoz épült feltöltésről indult. A mozgatóberendezések működtetését biztosító berendezések elhelyezése céljából kezelőépület létesült. A zsilipelés technológiai igényéhez szükséges mólók a fel- és alvíz csatornában helyezkedtek el. A mólók előregyártott vasbeton cölöpökből készültek, járólemez összefogásával.

Az adott talajrétegződés és magas talajvíz az alapozás módját megnehezítette. A műtárgy alapozásának végrehajtására megvizsgálták a talajvízszint-süllyesztés, süllyesztőszelekrény és munkagödör körülzárásának lehetőségét. A műtárgy építéséhez résfalas körülhatárolás, majd ennek védelme alatt történt a földkiemelés és a műtárgy alapozási síkjában a leterhelő, szerelő beton beépítése (5. ábra).



5. ábra - Épül a 21T

Különös figyelmet kellett szentelni a betonozandó vasszerkezetek időbeni legyártására, és elhelyezésére, hogy ezzel az egyes betonozási szakaszok folyamatossága biztosított legyen. Az oldalfalak (pillérek) betonozásának megkezdése előtt a másodlagos- és harmadlagos betonozások vasszerelését készre kellett szerelni. A pilléreket teljes hosszban egyszerre kellett betonozni. Mindenütt különös figyelmet kellett fordítani a tüskék terv szerinti elhelyezésére és rögzítésére. A hídpillérek betonozásának a csatlakozó szárnyfalakkal együtt folyamatosnak kellett lennie, munkahézag nélkül.

A műtárgy elkészülte után a földvisszatöltéseket és feltöltéseket készítették el. Az al- és felvívcsatornához csatlakozó feltöltések építésénél különleges gondot kellett fordítani a rézsűk tömörségére. Az al- és felvívcsatornában a zsilipelés megkezdéséig a bárkák kikötése és várakozása céljából móló épült. A mólók 30/30 cm méretű előregyártott vasbeton cölöpökre épültek, helyszíni betonozással. A cölöpök leverése után a felső végüket a teherhordó gerenda alsó síkjáig le kellett vésni és a vasbetéteket a csatlakozó vasalásának megfelelően lehajlítani. A műtárgyon keresztül való közlekedést előregyártott vasbeton elemekből álló egy pályás „C” terhelésű híd biztosította (6. ábra).



6. ábra - 21T műtárgy

2 FELÚJÍTÁSI MUNKÁK

2.1 A műtárgyak kezelőépületeinek felújítása

2.1.1 4T műtárgy kezelő épületének felújítása

Tetőszerkezet és homlokzat felújítási munkái

A meglévő rombuszpala azbesztcement héjazatot elbontották, a bontott anyagot előírás szerint kezelték. A tetőlécezés kialakítása előtt a rossz állapotú szarufákat kicserélték. Az új tetőburkolat LINDAB Coverline LPA 0,5 típusú horganyzott cserepeslemezekből készült a gyártó által előírt utasítások szerint. Az elkorhadt, sérült fa burkoló elemek cseréjét is elvégezték. Az új LINDAB rendszerű ereszcatornák felhelyezése előtt a külső fa burkoló elemeket (lambéria, orom deszkázat, tetőtéri kutyaól ablakkeretek) újra mázolták. Az oromdeszkázat bádogozását a jelenlegi kialakításnak megfelelően kicserélték. Az új ereszek megfelelő eséssel készültek. Az új nyílászárók 3 rétegű üvegezéssel, műanyag tokszerkezettel, a bejárati ajtó 40+100 cm, külön nyíló részekkel, az ablak nyitható kivitelben készült. Az épület külső párkányainak bádogozása elkészült (7. ábra).



7. ábra - Tetőszerkezet felújítása

Belső tér felújítási munkái

A földszinten lévő kezelőtér megsüllyedt burkolatát elbontották, majd az aljzat kiegyenlítését estrich betonnal elvégezték, végül a padlóra járólappal burkolatot raktak. A felújítással (elektromos szerelvényezés, nyílászáró felújítás, csere, gépészeti és burkoló munkák) érintett falfelületek festését a szükséges vakolat javítási munkával együtt elvégezték.

2.1.2 21T műtárgy kezelő épületének felújítása

Homlokzat felújítási munkák

A DK-i oldalon lévő rossz állapotú tetőablakot új, Velux típusú, 55x78 standard méretű, energiatakarékos üvegezésű, felső kilincses kivitelűre cserélték. A szükséges javítási munkákat az ablak környezetében elvégezték. A külső fa burkoló elemeket (lambéria) újra mázolták. Az ablakok (tetőtéri kutyaólak is) külső párkányainak bádogozását elvégezték.

Csapadékvíz elvezetés és vízszigetelési munkák

A csapadékvíz elvezetés megoldására új csapadékvíz elvezető rendszert építettek ki KG PVC D110 csövekből 1% lejtéssel. A csomópontokon ACO Opti-control DN 315 PVC-U-ból készült tisztító-, ellenőrző- és szellőzőaknát helyeztek el üvegszál erősítésű, gyalogosan járható fedlappal. A mederbe történő bekötés előtt KG PVC 110/400/160 átfolyós tisztító aknát illetve KG PVC D110 tisztító idomot helyeztek el a szükséges szűkítő és bekötő idomokkal, fedlappal. Az ereszcatornával összegyűjtött csapadékvizeket a négy új ejtőcső alatt elhelyezett búzzár nélküli, négyszögletes tisztító nyílással készült bekötő idomokkal vezették az új csőrendszerbe. Anyaga öntöttvas, festék bevonattal, műanyag szennyfogó szitával. 2 db beton járdaburkolatba, 2 db a kavicszivárgóba lett elhelyezve, ez utóbbit megtámasztó betonnal stabilizálták. Új ejtőcsövet alakítottak ki a függesztett ereszcatornától az új bekötőidomo-

kig, belsőperemes horganyzott 0,5 mm anyagvastagságú ereszcatorna elemekből. Az ejtőcsövek felső nyílásába lombfogó kosarakat helyeztek négy helyen. A telepet terhelő csapadékvíz két helyen, új KG PVC D160 csővel vezetik a Zalába. A bekötéseknél a cső körül betongallér készült 50×50 cm méretben, 20 cm vastagságban (8. ábra).



8. ábra – Csapadékvíz elvezetés

A felcsapó eső és szivárgó vizek ellen az épület körül kavicsszivárgó készült 50 cm szélességben. A lábazat terepszint alatti függőleges síkjára HAMNAP 10 GEO 10 mm-es domborulatmagasságú, geotextíliával kasírozott drénlemez helyeztek a feltárt szigetelésig. A vakolat helyreállítását a drénlemez feletti felületen elvégezték. A HAMNAP 10 GEO drénlemez felső él vonalmenti lezárását gyári lezáró profillal oldották meg. Az épület körüli szivárgó drénrendszer mélypontján 0,5-1,0% esésű D50 perforált dréncsővel vezetik el a szivárgó vizeket az új csapadékvíz tisztító aknába.

Belső tér felújítási munkái

A kezelő épület vizesblokkjának teljes rekonstrukcióját elvégezték. A mosdó/zuhanyzó és WC helyiségekben az összes gépészeti, szaniter és burkolati elemet kicserélték a teljes vezetékhálózattal (víz, szennyvíz), villanybojlerrel (gépészeti terv szerint) és a hidegburkolatokkal együtt. Az épület földszinti részének helyiségeiben (előtér, kézi raktár, pihenő, gépkamra, villamos helyiség) a meglévő padlóburkolatokat elbontották, helyette egységes új hidegburkolat (járólap) készült.

Uszadéktávoltó berendezés térbetonjának terve

A Zala bal partján található az uszadéktávoltó berendezés térbetonja. A térbeton javítása egy minimum 10 maximum 20 cm (átlagosan 15 cm) vastag, felületében (137,0 m²) gépi simítású vasbeton lemez rábetonozással elkészült.

2.2 A 4T és a 21T műtárgy villamos rendszerének korszerűsítése

Mindkét kezelőépület villamos helyiségében elhelyezett, meglévő elosztószekrényben egy PLC berendezés biztosítja a mérési, üzemállapot- és hibajelek fogadását, feldolgozását, az információk továbbítását a központba és a helyi automatikus üzemeket. Az adatkommunikáció a helyszínen, és a szombathelyi NYUDUVIZIG központ között a meglévő GPRS kapcsolaton keresztül történik.

A villamos berendezések energia ellátása, és a vezérlés kialakítása érdekében a meglévő elavult többmezős elosztó berendezést egy új elosztószekrényre kellett cserélni (9. ábra). Az új elosztószekrényből vannak biztosítva a villamos leágazások a gépek és egyéb villamosenergia fogyasztók felé:

- Dugaljtáblák
- Épületvillamossági elosztó
- Uszadékfogó (21T esetében)
- Időjárás állomás
- Vízmintavevő
- PLC szekrény
- Térvilágítás
- Hidraulika

Szintén cserére került a műtárgyra telepített kezelőszekrény is, melyen a zsilipek kezelőszervei és üzemállapot visszajelző lámpái lettek megismételve a helyszíni vezérelhetőség érdekében. A zsilipek közelében elhelyezett meglévő ALU tokozatok helyett, korszerű csatlakozó dobozok kerültek telepítésre a végállaskapcsolók gyári kábeleinek csatlakoztatásának érdekében. A csatlakozó dobozok közelében kerültek elhelyezésre a vészgombok, és dugalj táblák is.



9. ábra – Új kezelőszekrény

A 21T műtárgy telephelyén átalakításra került 2 db földszinti vizes helyiség (fürdő, WC), melynek így villamosenergia hálózatát is át kellett szerelni. A világítótesteket korszerű, LED fényforrással üzemelő lámpákra kellett cserélni a helyiségek rendeltetésének megfelelő IP védettséggel (10. ábra). Szintén cserét igényelt a meglévő villanybojler is. A kapcsolókat, dugaljat, és az új villanybojler csatlakozószerelvényt is újakra kellett cserélni. A vezetékeztést falhoronyba helyezett védőcsövekben kellett kiépíteni. A világítási vezetékek NYM-J 3x1,5 mm² típusúak, a dugalj és a bojler vezetékei NYM-J 3x2,5 mm² típusúak lettek.



10. ábra - LED világítóttest

A zsilipműködtetéshez betervezésre került, a technológiai főelosztószekrény ajtaján történő elhelyezéssel, 1 db vezérlő választó kapcsoló, mellyel kiválasztható a kívánt vezérlési helyszín. „Helyi” állásban a főelosztó szekrényen elhelyezett kezelőszervek segítségével vezérelhetők a zsilipek, míg „Elosztó” állásban a műtárgyon telepített kezelőszekrény ajtaján elhelyezett kezelőszervek aktívak. Mindkét helyszínen az 1-1 további üzemmódválasztó kapcsolóval választható ki a működtetni kívánt zsilip. A kiválasztott zsiliphez tartozó nyomógombokkal indítható a nyitás/zárás, vagy a STOP gombbal megállítható a mozgatás.

A zsilipek közül a támkapu és a billenőtábla mozgatása hidraulikus rendszerrel történik, a síktábláé pedig közvetlen villamos hajtással. A villamos kezelőszervek a hidraulikus rendszerbe szerelt mágnes szelepeket vezérelnek. A műtárgyon az alábbi hidraulikus működtetésű meglévő zsilipek vannak (11. ábra):

- Billenőtábla
- Támkapu
- Tiltó

Villamos mozgatású zsilip:

- Síktábla



11. ábra - Zsilip

A technológiai főelosztószekrényben a térvilágításnak külön leágazást alakítottak ki, melynek üzemmód választó kapcsolója az elosztó ajtajára szerelve kapott helyet. A háromállású kapcsoló „Kézi” állásba fordításával a térvilágító lámpa azonnal felkapcsol, és folyamatosan világít. „0” állásban a világítás ki van kapcsolva. „Aut” állásban a rendszer automata üzemmódban van, ami azt jelenti, hogy egy alkonyatérzékelő jelére aktiválódik a világítás. Az alkonyatérzékelőt a lámpa fényétől védett helyre, célszerűen a kezelőépület nem megvilágított oldalára kellett telepíteni. Energiahatékonysági, és egyéb célszerű okokból LED-es fényforrással szerelt lámpatestet választottak, mely hasonló paraméterekkel bíró, más típusú lámpával is helyettesíthető. A tervezett térvilágítás általános megvilágítási célokat szolgál. Sőtétben történő bárminemű munkavégzés esetén a feladat biztonságos elvégzéséhez megfelelő helyi megvilágítást kell alkalmazni, melyhez villamosenergia a műtárgy közelében telepített dugalj táblákon rendelkezésre áll.

2.3 Betonszerkezetek felújítása

Mindkét műtárgy (4T és 21T) kétnyílású, vasbeton szerkezetű, melyeknek egyik nyílása vízleeresztő, a másik a bárkázó funkciót tölti be. A bárkázó zsilipen keresztül úszó munkagépek haladhatnak át. Mindkét műtárgy felett üzemi híd vezet át.

Üzemvízszint alatti (búváros) vizsgálatok az ideiglenes elzárásokon kívüli felületeken (2022.)

A 4T műtárgy vízszint alatti betonfelületei a korukhoz képest nagyon jó állapotban voltak, kismértékű felületi (optikai) hibák előfordultak, a műtárgy szerkezeti állapota megfelelő volt (12. ábra). Az ideiglenes zárások élvédő szögacéljai és vápájának állapota kielégítő volt, cserére nem volt szükség.



12. ábra – 4T betonfelület

A 21T műtárgy vízszint alatti betonfelületei a korukhoz képest jó állapotban voltak, kismértékű felületi (optikai) hibák előfordultak, a műtárgy szerkezeti állapota megfelelő volt (13. ábra). Az ideiglenes zárások élvédő szögacéljai és vápájának állapota kielégítő volt, cserére nem volt szükség. A szárnyfalak kéregbetonjából kilógó hálóvasalás az al- és felvízen, jobb és bal parton egyaránt előfordult.



13. ábra – 21T betonfelület

Szárazföldi szemrevételezés és korábbi mérések eredményei

A helyszíni laborszintű műszeres vizsgálatokat a MINDEN-KORR Korrózióvédelmi Mérnökiroda Bt. (2019.) és a Magyar Közút Nonprofit Zrt. Közúti szolgáltató igazgatóság Útállapot vizsgálati osztály Győri Minőségvizsgálati Laboratóriuma (2021.) végezték, amelyek a meglévő szerkezetek beton tapadó-húzószilárdsági, Schmidt kalapácsos nyomószilárdsági, betontakarási és karbonátosodási méréseire terjedt ki. A szakvélemény vizsgálati módszerét, és az eredmények alapján elkészített elemzést a Magyar Mérnöki Kamara Tartószerkezeti Tagozat által kiadott, a Kamara valamennyi szerkezetépítéssel, szakértéssel foglalkozó aktív és szakmagyakorló tagjára nézve kötelező alkalmazási előírással bíró „TSZ 01-2016 Műszaki Szabályzat – Épületek és építmények megépült teherhordó szerkezeteinek erőtani vizsgálata és tervezési elvei” irányelvek alapján készítették. Az ott leírtak szerint, a régi építésű szerkezetet a korabeli előírásoknak és igénybevételeknek megfelelő módon számított és figyelembe vett erőhatásoknak kellett megfeleltetni, az érvényben lévő EUROCODE szabványsorozat előírásait nem kellett figyelembe venni, mivel nem lehetett megfeleltetni a régi előírások szerint épült szerkezeteket.

A helyszíni, 1,00 m-en belüli szemrevételezéssel történt vizsgálatnál a műtárgy és kezelő híd oldalfalainak, szárnyfalainak vízszintes és függőleges vasbeton szerkezeteinek, áthidaló felszerkezetének és egyéb hídtartozékainak, korlátainak ellenőrzése történt, mely során az alábbi hibák tűntek fel:

- A beton többrétegű beépítésű, a munkahézagok kirajzolódtak, helyenként fagyás okozta károsodással és felületi kopással, felületi moszat és zuzmó megtelepüléssel, különösen a vízszintes felületeken és a járósíntek szintjén.
- A szerkezet oldalán és alsó felületén eróziós és leázási nyomok, fagykarak és mélyedések voltak, de építési hibákra utaló fészkes és anyagfolytonossági hibák is előfordultak.
- A betonfelületeken betontakarási, felületvédelmi problémák voltak.

A szerkezeteken alapozási problémára, erőtani gyengeségre vagy hibára utaló jelek nem voltak, a vasbeton lemezek és falak, és főleg a híd felszerkezetének károsodása a szerkezet üzemszerű használatából keletkezett, legjellemzőbb hiba a csapadékvíz bejutása volt.

A műtárgy vasbeton elemeinek külső felülete kalapácsra jó visszapattanású volt, általában felületi kipergés, darázs-fészkes és fagyáskárosodott felület, de összességében tömör szerkezet jellemezte. A falazat hajszálrepedései nem teherbírás csökkenésre utaló repedések voltak, hanem korai kialakulásúak, építés után bekövetkezett, egyszerű zsugorodási, vagy az üzemelés közben bekövetkezett fagysérülés hatását mutató, változó alakú repedések.

A műtárgyak betonfelületeinek felújítási lépései a következők voltak:

1. A műtárgyak fenéklemezén és hornyaiban lerakódott iszap kiöblítése a felvív irányából nagynyomású vízszugárral.

2. A műtárgyak betonfelületeinek vízsugaras tisztítása max. 500 bar-os víznyomással.
3. A megtisztított felületek szemrevételezéses vizsgálata, amennyiben szükséges, további mérések elvégzése.
4. A műtárgyak betonfelületének felújítása.

A betonfelületek felújítása az alábbi technológiai leírás szerint történt:

Az előkészítő munkákat az alapvető javításokkal végezték, a meglévő repedéseket javították, azok éleinek közel 45 fokos megvésése és kitisztítása történt, ezután a hézagok mintegy 5 cm mély kikenése és kitömése vált szükségessé PCC alapú gyári habarccsal, a hézag teljes megtisztítása után szemcseszórással és magasnyomású vízzel. Ezzel a hézagok vízzáró lezárása megtörtént.

A legfontosabb feladat a szerkezet betonacéljainak CO₂ elleni védelmének helyreállítása volt, ami egyúttal a megkezdődött acélkorrózió és elindult karbonátosodási folyamat lecsökkentését, leállítását jelentette, amely a vasalás korrózió elleni védelmét is biztosította.

A műtárgy rekonstrukciójához időtartam és nedvességtartalom szempontjából az alábbi kétlépcsős technológiai megoldásra volt szükség:

1. A műtárgy betonjának CO₂ zárásának és a vasalásának védelmének helyreállítása a meglévő, de nem tartósan vízzel érintkező vasbeton szerkezeteknél, a betonszerkezetek felületére felhordott korszerű, és erre a célra kifejlesztett segédanyagok és bevonatok felhordásával volt lehetséges. Ez vékony bevonati rendszert jelent, amelyet megfelelően előkészített felületre kellett felhordani, szigorú technológiai előírások, valamint megfelelő anyagminőségek mellett, amely a meglévő beton és vasbeton szerkezetek állapotára is vonatkozott. Az anyagok és technológiák alkalmazhatóságának egyetlen feltétele az volt, hogy a betonanyag tapadószilárdsága legalább 1,0 -1,5 N/mm² közti értéket elérje, mivel csak így volt képes a rendszer a szükséges védelem helyreállítására, és annak tartós megtartására. A felület előkészítését a teljes látszó felület esetében homokszórással kellett készíteni, az eredeti anyag 500 bar körüli/alatti vízsugaras tisztító módszerével, a tárgyi beton ezt a nyomást még roncsolás nélkül viselte.

2. A kapcsolódó másik helyreállítási feladat a sérült és leváló vasbetonfelületre vonatkozott, itt egyszerűen a hibás rész kivétele és visszabetonozása történt, a kiálló vasalat passziválásával együtt.

21T műtárgy szárnyfalainak felújítása

A 21T műtárgy szárnyfalai (műtárgy kamrafalaira merőlegesen) kőből és rajta lévő 10-15 cm vastag vasalt (15×15 háló) kéregbetonból készültek. A kéregbeton alsó éle nem készült el a műtárgy fenéklemezéig, az aljából kilógott az egy sorban lévő hálóvasalás cca. 10-15 cm hosszban, mely alacsonyabb vízállásnál láthatóvá vált. Ez statikai, műtárgy állékonysági prob-

lémát nem okozott, csak optikailag zavaró, „félkész” benyomást keltett, ezért volt szükséges a kéregbeton alsó élének rendezése.

A kéregbeton alsó, vízszintes felületének kialakítását az al- és felvízen, a jobb és bal parton is el kellett készíteni. Az alvízen mindkét part irányába 5-5 m hosszú, a felvíz bal part irányába 4 m hosszú beavatkozás vált szükségessé. A beton visszavágásának pontos szintjét úgy kellett meghatározni, hogy az egyenetlen alsó betonszél mindenütt levágásra kerüljön. Ugyanaddig a szintig kellett a kiálló betonacél hálót is visszavágni az al- és felvízen, a jobb és bal parton is. A levágást követően kialakuló vízszintes, sima betonfelületet a függőleges falakkal megegyező módon kellett lekezelni.

2.4 4T és 21T műtárgy ideiglenes elzáró szerkezetek acél hornyainak felületkezelése

A vizsgálatok (víz alatti és feletti) mindkét műtárgy esetében megállapították, hogy az ideiglenes elzárások acél hornyai jó állapotban voltak, káros alakváltozásokat, jelentős szelvény-csökkenéseket nem tapasztaltak. Az acél korából és a használatból eredő kisebb felületi kopások megszüntetésére felületvédelmi bevonat felhordására volt szükség a hornyok víz feletti felületein. Sor került még a csavaros kötések megbontására, a kötőelemek cseréjére, a tömítőelemek cseréjére és a korrózióvédelmi bevonatok teljes felújítására.

2.5 A 4T műtárgy bekötőútjának és a 21T műtárgy kezelő lépcsőinek felújítása

2.5.1 4T műtárgy bekötőútjának terve

A Kis-Balaton 4T műtárgyhoz vezető bekötőút felújítása során a burkolat megerősítésre, a burkolathibák kijavításra kerültek, ezáltal, jobbak lettek az útszakasz forgalombiztonsági feltételei (14. ábra).



14. ábra – Bekötőút felújítás

Megvalósult a kétrétegű aszfalt megerősítése, a meglévő nyílt árkok tisztítása, a telekbejárók, padkák rendezése, az új burkolatfelület mentén az útterület határán belül telekbejárók és a kapcsolódó felületek helyreállítása/szintre emelése, a jelenlegi vízvezető rendszer tisztítása, rendezése.

2.5.2 21T kezelő lépcsők terve

A műtárgy al- és felvízi oldalán a jobb és bal parton meglévő nagyjából 1:2-es hajlású lejáró lépcsők elbontását követően új, 1:2 rézsűhajlású előregyártott kezelő lépcsők elhelyezésére került sor. A rézsűlépcsők zúzottkő ágyazatra helyezett, 2×3 db előregyártott, 1:2 hajlású kezelőlépcső elemekből, valamint monolit beton alaptestekből készültek (15. ábra).

A lépcsők tervlapon jelölt oldalára rögzítve $\varnothing 57/2,9$ méretű hajlított korlát készült két sor osztással $\varnothing 48/2,5$ méretű csőből. Az oszlopok utólagos ragasztott csavaros talpkapcsolatú kivitelben készültek. A korlátok horganyozott kivitelűek, minimum 80 μm vastag bevonati vastagsággal.



15. ábra – Kezelő lépcsők