

# GINOP 2.1.7-15-2016-01771 „POLISZTIROLLAL KÖNNYÍTETT VASBETON SZERKEZETŰ ÚSZÓMŰVEK (EPS) KÍSÉRLETI FEJLESZTÉSE” – PROJEKT UTÓÉLETÉNEK BEMUTATÁSA ÉS ÉRTÉKELÉSE



Badovszky Anita – Korintus Balázs

<https://doi.org/10.32969/VB.2025.3.1>

*A Dunai Úszómű Fejlesztő Kft. a GINOP-2.1.7-15-2016-01771 pályázati projekt keretében kifejlesztett polisztirollal könnyített vasbeton szerkezetű úszóművet, melynek prototípusait működési környezetében vizsgálták tavi úsztatott formában két éves időszakon keresztül. A vizsgálat célja az volt, hogy megfigyeljék időjárás, a természetes vízi körülmények és az úszómű használatának hatásait az úszóművek szerkezetében. A vizsgált időszakban az úszóművek terhelése és mozgatása vízi környezetben zajlott, célja az eredeti állapot állapotromlásának, a felület kopásának, a töredezettségnek és a repedések mozgásának a megfigyelése. Az úszóműveken a megjelölt időszakban nem hajtottak végre semmilyen felületkezelést, valamint fizikai védelemmel sem látták el annak érdekében, hogy a legpontosabban lehessen meghatározni a fizikai változásokat a fenti körülmények közepette. Az eredmény az előre meghatározott és elvárt tulajdonságokat igazolta vissza, de a gyártás és mozgatás során kialakult felszíni hibák kijavítására vonatkozóan tesz megállapításokat és javaslatokat a gyártás továbbfejlesztésére és stabilizálására, valamint az általános felületkezelésre és az úszóművek kezelésére.*

**KULCSSZAVAK:** GINOP-2.1.7-15-2016-01771 pályázat, kísérleti fejlesztés, EPS betonúszómű, polisztirollal könnyített szálerősített beton szerkezet

## 1. A PÁLYÁZATI PROJEKT ÖSSZEFOGLALÁSA

A Dunai Úszómű Fejlesztő Kft. (a továbbiakban „DUF Kft.”) 2017-ben kezdte meg a GINOP-2.1.7-15-2016-01771 azonosító számon regisztrált pályázati projekt megvalósítását. A pályázat célja „Polisztirollal könnyített vasbeton szerkezetű úszóművek (EPS) kísérleti fejlesztése” volt. A projekt megvalósítása 2017. július 1-jén kezdődött meg, és 2019. szeptember 30-án zárult. A megvalósítás elméleti fejlesztési feladatokból, valamint a prototípus fizikai megvalósításából és teszteléséből állt.

A projekt fő célja egy olyan helyhez rögzített, polisztirollal könnyített vasbeton szerkezetű úszómű-alépítmény kifejlesztése és megvalósítása, mely könnyűszerkezetes felépítmény fogadására alkalmas, és melynek merülése célszerűen a vízszinthez képest 1 m-nél kisebb, így az úszómű vízre helyezése és későbbi üzemeltetése során nincs szükség költséges mederkotrásra és a meder fenntartási munkáira. A kisebb, egymáshoz kapcsolható modulokból tervezett úszómű rendszer alapvetően helyhez kötött, azonban igény esetén áthelyezhető, szét- és átszerelhető. Kikötése a parthoz támdorongos, köteles vagy horgonyzott megoldással – az adott parti viszonyoknak megfelelően – történik.

A fejlesztés eredményeként létrejött termék vízfelületen úszó, helyhez rögzített, modulrendszerű, expandált polisztirollal habbal könnyített, szálerősített beton anyagú úszómű rendszer, mely optimálisan állóvízi körülmények között alkalmazható. A

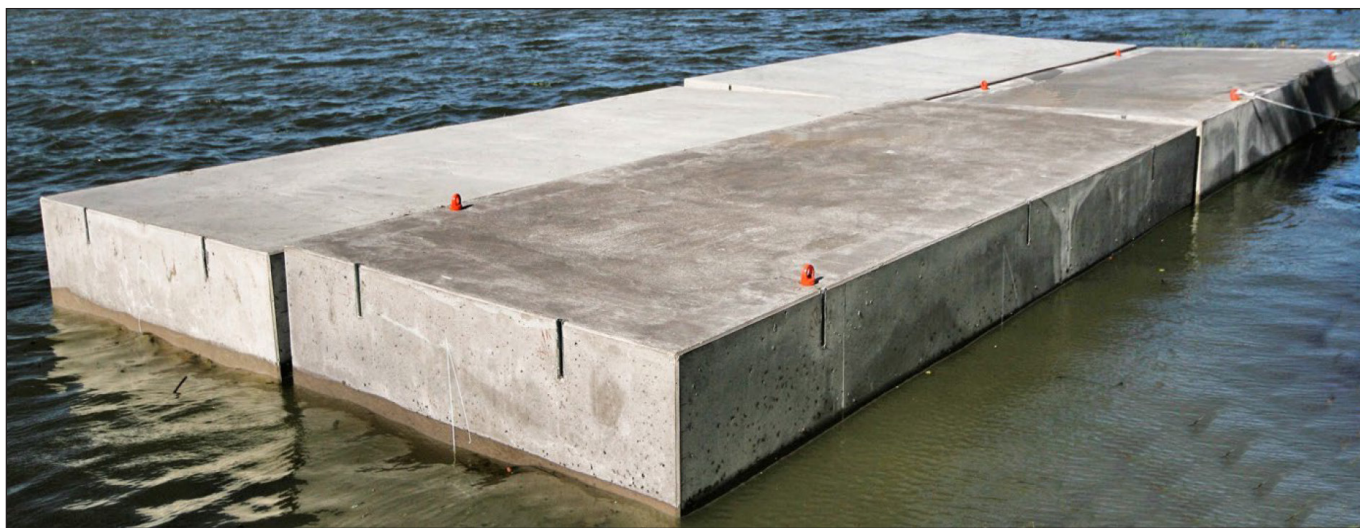
megtervezett szabályos téglatest alakú modulegység főmérete 6,00 m (H) x 2,40 m (SZ) x 1,00 m (M), tömege kb. 5-6 t, ennek megfelelően a tervezett üres merülése kb. 0,39 m.

A pontonokon szerkezetében – az összekapcsoláshoz és az emeléshez szükséges helyeken kívül – sehol sincsenek megerősített, az esetlegesen rájuk kerülő felépítmény rögzítésére szolgáló kapcsolódási pontok. Pontonok szerkezeti betonjának tervezett vastagsága 5 cm. A teljes szerkezet vasszerelés nélkül, statikai műanyagszál erősítéssel készült. A szerkezet belül üreges, a kitöltő EPS elemek semmilyen formában sem teherhordóak.

A bővíthető, szét- és átszerelhető moduláris rendszer modulonkénti teherbírása kb. 3200 kg, így többek közt kisebb, könnyűszerkezetes felépítmény(ek), könnyített burkolatú sétateretek fogadására alkalmas, mindemellett alkalmas kishajók kikötésére, fogadására. Az úszómű teherbírása egyenesen arányos az önsúly miatt bekövetkezett saját merülése utáni további merülés során kiszorított víz tömegével: amely 0,3 t/m<sup>2</sup>.

Az egymáshoz kapcsolt úszó modulok hasznos alapterülete akár a néhány száz négyzetméterig is terjedhet a tervezett funkció, a parti és meder adottságok, áramlási viszonyok függvényében. A kifejlesztett rendszer előnye, hogy a modulok rendkívül kis merülése – amely a vízszinthez képest 1 méternél kisebb (üres merülése kb. 0,39 m) – lehetővé teszi kisvízi adottságok melletti alkalmazását, így telepítése során nincs szükség költséges mederkotrásra és a meder fenntartási munkák elvégzésére.

Az elkészített úszómű rendszer kis karbantartási igénnyel



**1. ábra:** Összekapcsolt polisztirollal könnyített vasbeton szerkezetű úszóművek

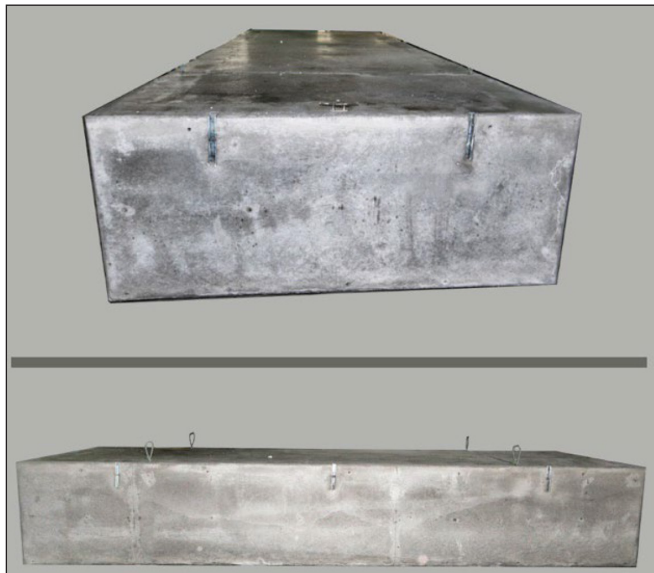
rendelkezik, összességében költséghatékonyan, egyszerűen és gazdaságosan telepíthető és fenntartható szerkezet: az alépítmény alkalmassági ideje karbantartás nélkül 30-40 év között várható, a beépített anyagok és szerkezetek tulajdonságaitól (szilárdság, vízállóság, fagyállóság) függően.

Az úszómű teherbíró képessége, stabilitása, tartóssága és ezáltal a használhatósága eléri az acél szerkezetű versenytársaiét, miközben árban is versenyképes velük. A kifejlesztett szerkezet kialakítására, jellegére tekintettel a lékesedés veszélye kizárt, ugyanis az úszómű nem tartalmaz a vízkiszorításához üreges tereket, csak tömör szálerősített beton anyagú vázat és expandált polisztirol habot. Az úszómű stabilitása arányos a saját tömegével, tehetetlenségével, mellyel a hullámnak, a szél hatásának vagy a hirtelen terhelésnek ellenáll, ezáltal a biztonság érzetét garantálja a rajta tartózkodók számára.

## 2. A PÁLYÁZATI FEJLESZTÉS TESZTELÉSE ÉS NYOMONKÖVETÉSE

A kifejlesztett és legyártott úszómű prototípusok 2019-ben abádszalóki „Szalóki” kikötőhöz lettek leszállítva. A megfelelő vízjogi és hajózási engedélyek birtokában a kikötőhöz tartozó vízfelületen sikeresen zárult a pontonok vízre tétele, összekapcsolása és szétbontása, valamint a

**2. ábra:** Polisztirollal könnyített vasbeton szerkezetű úszómű



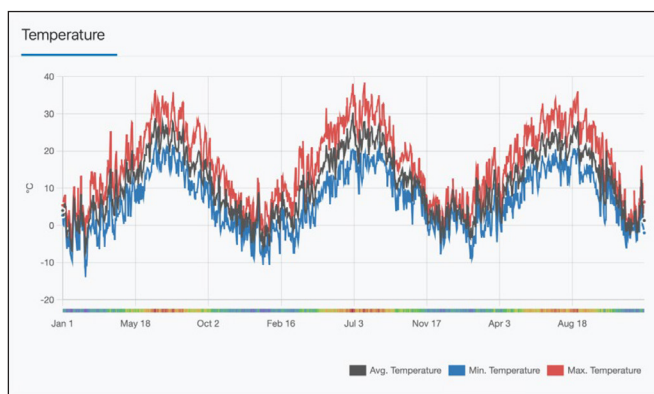
**3. ábra:** Muhi-tó és környéke

szükséges dőléspróba elvégzése. Ezt követően a pontonok Muhi-tó területén lévő Szabadidő központ és strandhoz lettek átszállítva és vízre tévé. A pontonok helyszínre szállításukat követően daruzással súlyakocsira majd azzal közvetlenül vízre lettek téve.

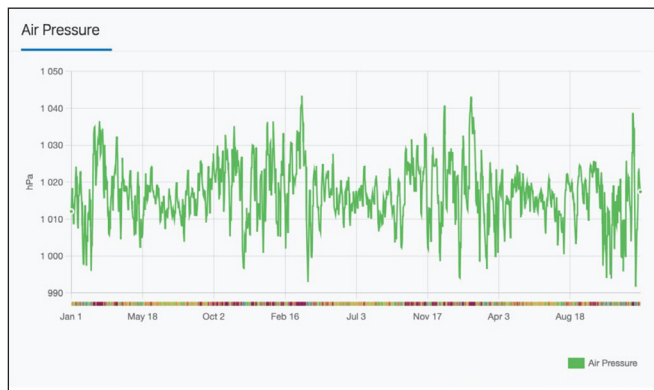
A területen a vizsgált időszakban extrém időjárási körülmények nem voltak tapasztalhatóak. A hőmérséklet  $-14\text{ °C}$  és  $38\text{ °C}$  között mozgott. Mind a nyári, mind pedig a téli időszakra nem volt jellemző a tartós negatív vagy pozitív hőhatás. A nyári időszakban a gyakori hidegfronti hatások szakították meg a tartós melegedést, télen a  $-10\text{ °C}$  alatti hőmérséklet ellenére sem fagyott be a tó vize a tartós hideghatás hiánya miatt. A vizsgált időszak második felében volt jellemző a területen csapadékosabb időjárás, azonban tartósabb esőzések nem voltak a tavaszi, nyári és őszi időszakban, a téli havazás mennyisége elenyésző volt. A légköri nyomás vizsgálata elhanyagolható volt, a szélhatás figyelembevétele úgyszintén.

A korábbi évek szállítási és a helyszíni mozdítások alapján az alábbi megállapítások és szakmai javaslatok készültek a tapasztalatokból. Az úszóművek szakmai vizsgálatát Reinhardt János vasbeton technológus szakmérnök és Kandó György okleveles hídépítő mérnök végezte el.

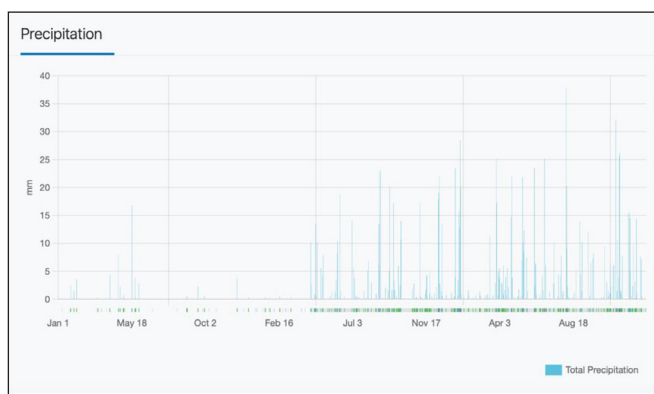
A mozdítás, szállítás alkalmával a legfontosabb, hogy a betontestre ható csavaró erők ne lépjenek fel, csak és kizárólag egyvonalas és egysíkban történő mozdítás a megengedett. Az úszóművek éleinek és sarkainak megóvása érdekében érdemes él- és sarokvédő szerkezetet alkalmazni, mely készülhet fából vagy műanyagból. A pontonok emelésénél, szállításánál, mozdításánál figyelembe kell venni, hogy egy-egy ponton önsúlya közelítően  $6\,000\text{ kg}$ . Ezen önsúly figyelembevétele kiemelten fontos alkalmazott daru, illetve emelőkötelek kiválasztásánál. A pontonok emelése négy emelőkötéllel történhet, melyek vízszinteshez mért hajlásszöge legalább



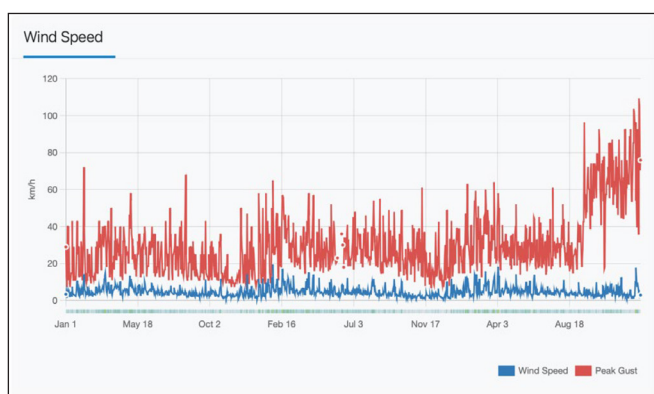
4. ábra: Hőmérséklet adatok



5. ábra: Légnyomás adatok

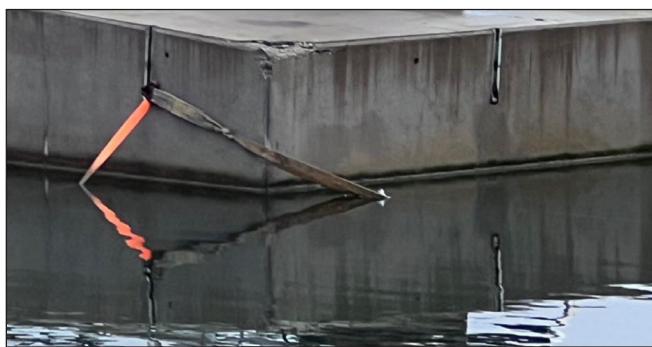


6. ábra: Csapadék mennyiség adatok

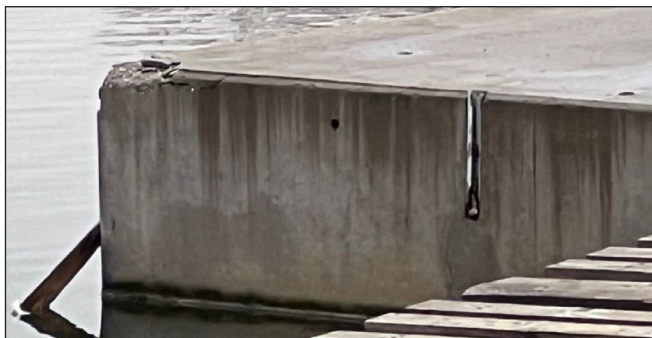


7. ábra: Szélerősség adatok

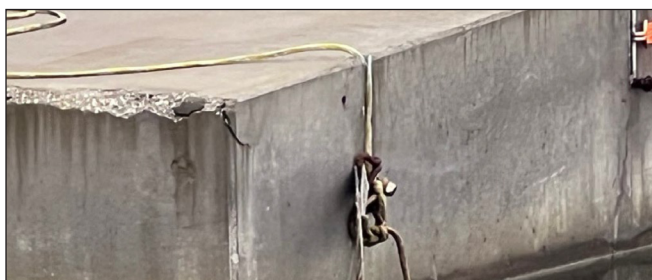
75°. Az emelés történhet emelőhimbával vagy közvetlenül csatlakoztatott emelőkötéll. Emelés előtt az emelőfüleket az előzetesen megtisztított menetes hüvelyekbe ütközésig be kell csavarni. Bármelyik emelési változatnál csak azonos hosszúságú emelőköteleket szabad használni. A pontonok emelése során mind a négy emelőfűlőhöz emelőkötelet kell kapcsolni. A pontonok emelése során kerülni kell a hirtelen,



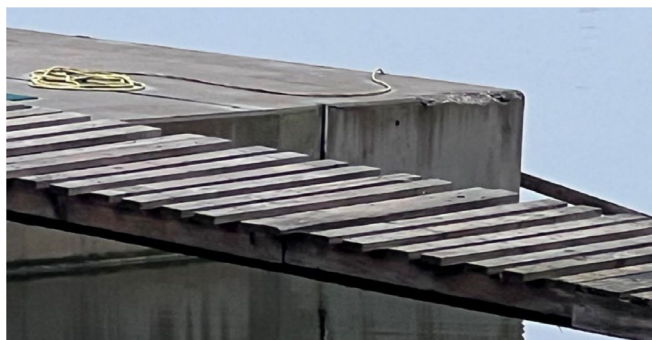
8. ábra: Sarokletörés típus 1



9. ábra: Sarokletörés típus 2



10. ábra: Sarokletörés típus 3



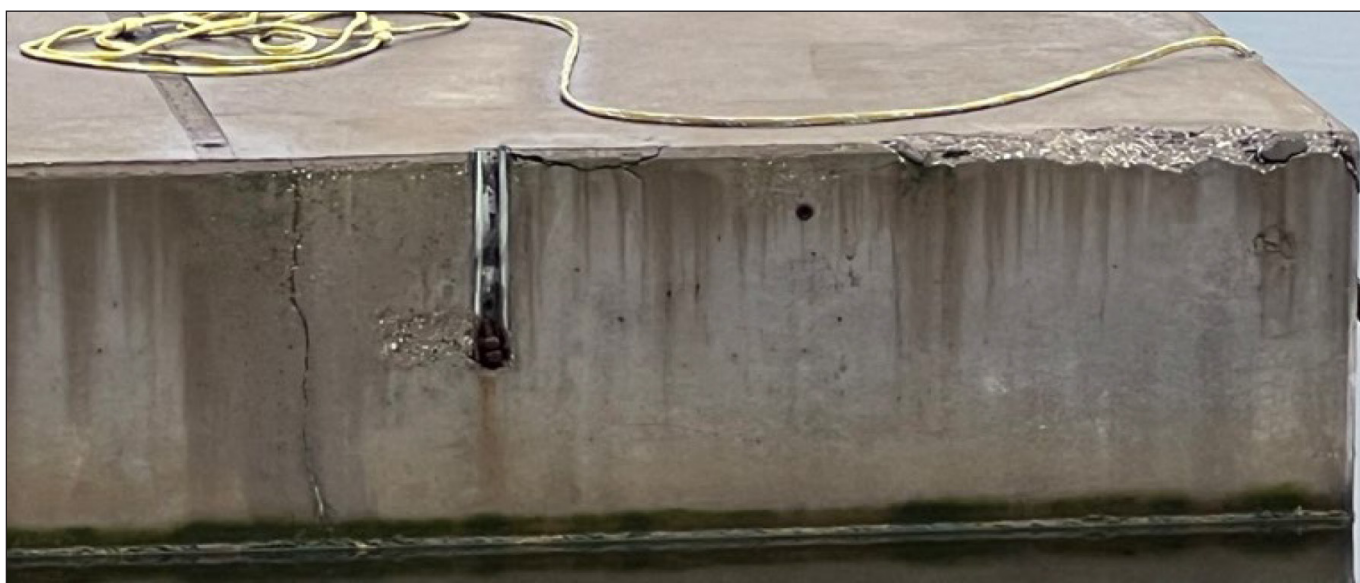
11. ábra: Sarokletörés típus 4

nagy erővel történő elmozdulásokat. A pontonok leengedését lassan, ütdés mentesen kell elvégezni. A pontonok emelése során minden esetben be kell tartani a daruval történő munkavégzésre vonatkozó általános szabályokat.

A pontonok szállítása során, azok elhelyezése sík felületen történjen és szükség szerint az elmozdulás ellen is rögzíteni kell őket. A kitöltő EPS hab semmilyen formában sem terhelhető. Amennyiben a ponton alátét elemekre kerül, akkor azok csak fából vagy más, de rugalmas anyagból készülhetnek. Az alátét elemek minden esetben a végfalak és a közbső merevítő falak alá kerüljenek. Amennyiben két ponton egymásra kerül és úgy történik a szállításuk, akkor a pontonokat pontosan egymásra kell helyezni. Ferde vagy külpontos elhelyezés nem megengedett. Az egymásra helyezett pontonokat úgy kell rögzíteni, hogy azok egymáson, vagy a szállító járművön ne



**12. ábra:** Felületi repedések 1



**13. ábra:** Felületi repedések 2

mozdulhassanak el. Szállítás előtt a pontonok összekapcsolására szolgáló kapcsolóelemeket minden esetben le kell szerelni, az emelőfülek viszont a pontonok szabadon lévő fedélzetén fent maradhatnak. A szállítás során természetesen minden esetben be kell tartani a közúti szállításra vonatkozó előírásokat.

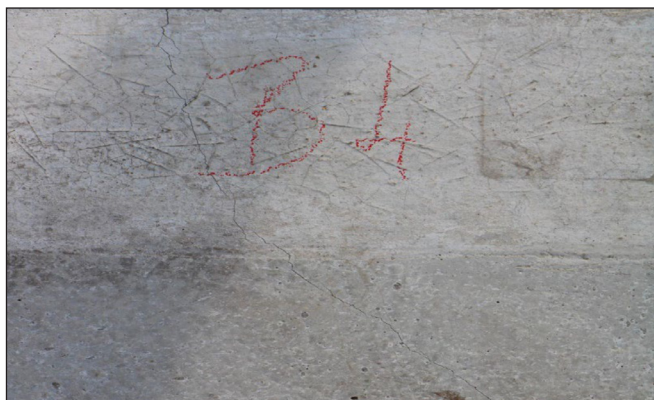
Pontonok szárazföldi tárolása vízszintes, simára elegyengetett felületen történjen. Legfeljebb két ponton egymásra helyezhető. Külponos vagy ferde elhelyezés nem megengedett. Él- és sarokvédő használata ebben a helyzetben is javasolt. A pontonok vízi tárolása esetében a pontonokat a parthoz az emelőfülekhez rögzített kikötőkötéllel kell kikötni. A pontonokat vízben úgy kell elhelyezni, hogy hullámvész, szél vagy bármilyen más hatás miatt egymással, más vízi járművel vagy a partfallal ne ütközhessenek. Amennyiben a pontonok egymás mellé kerülnek, akkor kapcsolóelemekkel kell egymáshoz rögzíteni őket. Változó vízállás esetében a, a pontonok kikötését ennek megfelelően kell elvégezni. Ilyen esetben ügyelni kell arra, hogy vízszint csökkenés esetén a ponton ne kerülhessen részlegesen vagy teljes egészében zátonyra, el kell kerülni az EPS sérülését. Téli időszakban, vízben történő tárolás esetében, a pontonok környezetét folyamatosan jégteleníteni kell.

A pontonok vízretétele történhet sólyakocsival vagy pedig daruval. A vízretétel során törekedni kell arra, hogy szabályozott legyen a ponton mozgása a vízfelületen, akár folyóvízre, akár tavi környezetbe kerül telepítésre. Az úszóművek mozgását és irányítását, valamint kikötését kikötőkötéllel kell biztosítani. A pontonok egymás mellett tartásánál érdemes a pontonok oldalához erősített és levegővel töltött ballonokat (puffereket) alkalmazni. Súlyakocsival történő vízretétel esetében a ponton felfekvése, alátámasztása a fentebb leírtaknak megfelelően történjen. A súlyakocsin a pontont rögzíteni kell a lecsúszás és az oldal irányú lebillenés ellen. Daruval történő vízretétel esetében a fentebb leírt emelési szabályokat kell betartani. Partfal mellett történő be- vagy kiemelés esetén a pontont úgy kell mozgatni, hogy az ne ütődhesen a partfalhoz.

A vizes környezet mellett a pontonokra folyamatosan ható időjárási tényezők hatása is vizsgálat tárgyát képezte. Szükséges volt a gyártástól és első vízretételtől eltelt idő óta kialakult esetleges károsodások, tárolásból, mozgatásból, használatból és külső hatások miatt kialakult sérülések felmérésére és dokumentálására. A pontonok állapotfelmérése 2021. október 7-én, majd 2023. december 15-én a helyszínen szemrevételezéssel történt meg. A pontonok három éven át



**14. ábra:** Épp felület



**15. ábra:** Felületi repedések 3

tartó úsztatása zajlott egymáshoz összekapcsolt vagy külön álló formában. A terheléses tesztelés alkalmával a maximális teherbírás harmadával kerültek kipróbálásra.

A pontonok külön-külön történő felmérése alapján megállapítható volt, hogy valamennyi úszómű alkalmas az eredeti követelmények (úszóképesség, teherbírás) teljesítésére. A felületen látható kisebb vagy nagyobb sérülések nem az időjárás, hanem gyártási, illetve feltételezhetően a helytelen mozgatás, szállítás és kezelés következtében keletkeztek, de ezek a rendeltetés-szerű használatot nem befolyásolják. Az élek és sarkok az úszómű felület gyenge pontjai. Ezt további anyagok beépítésével, szálerősített keretrendszer alkalmával lehet ellenállóbbá tenni. A megfelelő anyag kiválasztására további fejlesztési kísérletek javasoltak. A felületi erősítés ellenére a szállításnál, a tárolásnál, a mozgatásnál és a használat közben továbbra is célszerű a sarkok és élek védelme műanyagból, vagy fából készült keretrendszer alkalmazásával.

A felületen minimális mértékben alakultak ki hajszálrepedések a használat alatt. Ezek kezelésére, valamint további (korróziós) károsodás megelőzésére 0,2 mm-t meghaladó fedélzeti repedések tartós és rugalmas vízzáró anyaggal történő itatása a javasolt megoldás. A kitöltéshez alacsony viszkozitású (híg folyós) terméket kell alkalmazni, mely mélyen behatol a repedésbe és kitölti azt. Ezzel nem csak a felszín közelében zárja el a víz útját, hanem a repedés mélyebb részeiben is. Javasolt itatószer: MBS GmbH (volt BASF Ausztria) MasterRoc MP 325 egykomponensű kovásvas nanotechnológiás injektáló szer. A megfelelően előkészített (pl. sűrített levegővel portalanítt) repedésbe az előkészített injektáló anyagot addig kell vékony sugárban folytatni míg az ki nem tölti a teljes repedést. Mivel az injektáló szer fazékideje tág határok között beállítható, lehetséges, hogy az első itatást követően az injektáló beszívódik a repedésbe és nem tölti ki azt. Amennyiben a repedés az első itatási fázisban nem lett teljesen kitöltve, akkor a gélesedés kivárása után utóitatást kell alkalmazni a teljes repedés kitöltés érdekében. A pontonok fedélzetét a repedések itatását és az itatóanyag megszilárdulását

követően célszerű vízlepergető tulajdonsággal rendelkező, valamint UV sugárzásnak ellenálló, impregnáló anyaggal kezelni. Ezzel megakadályozható, hogy a ponton fedélzeti felületén megálljon a víz. Ez különösen a téli időszakban jelent előnyt, mert csökkenthető a felület eljegesedése. A felületi impregnálás ezen kívül a szennyeződésekkel szemben is ellenállóbbá teszi a felületet és megakadályozza a szennyeződések miatti felület foltosodást. Az impregnálást az élővízre semmilyen veszélyt nem okozó szerrel kell elvégezni. A fedélzet bevonását célszerű a szárazföldön elvégezni és a pontonokat a szer kikeményedése (kötése) után vízre tenni. Javasolt bevonat: Szilintex Kft. Smiling House Universal oldószeres impregnáló.

### 3. MEGÁLLAPÍTÁSOK

A pontonok vizsgálata alapján megállapítható, hogy az úszómű alkalmas az eredeti követelmények (úszóképesség, teherbírás) teljesítésére.

A felületen kialakult sérülések nem az időjárás, hanem gyártási, illetve feltételezhetően a helytelen mozgatás, szállítás és kezelés következtében keletkeztek.

Az úszóművön keletkezett sérülések a rendeltetés-szerű használatot nem befolyásolják.

A vizsgált időszak alatt bebizonyosodott, hogy az úszómű élei és sarkai a legsérülékenyebb része az úszóműnek. Ezt további anyagok beépítésével, szálerősített keretrendszer alkalmával lehet ellenállóbbá tenni.

A megfelelő anyag kiválasztására további fejlesztési kísérletek javasoltak.

A felületi erősítés ellenére a szállításnál, a tárolásnál, a mozgatásnál és a használat közben továbbra is célszerű a sarkok és élek védelme műanyagból, vagy fából készült keretrendszer alkalmazásával. Javasolt továbbá időszakonként felületkezelés elvégzése a használat során kialakult hibák javítására.

### 4. KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

Szerzők köszönetet mondanak a Dunai Úszóműfejlesztő Kft-nek és a Magyar Állam GINOP pályázatokért felelős kormányzati szervének, mint irányító hatóságnak a GINOP-2.1.7-15-2016-01771. pályázatban elnyert támogatásáért. Köszönet Reinhardt János vasbeton technológus szakmérnöknek és Kandó György okleveles hidépítő mérnöknek, akik a fejlesztésben és a megvalósításban, valamint az utókövetésben is tevékenyen részt vállaltak. Köszönet Polgár László okleveles építőmérnök, aki szakmailag szintén részese volt a fejlesztésnek és az alkotásnak.

### 5. FELHASZNALT IRODALOM

Kandó György okleveles hidépítő mérnök és Reinhardt János betontechnológus szakmérnök: KÖZBENSŐ KUTATÁSI JELENTÉS Úszómű építéséhez alkalmazható betonreceptek GINOP-2.1.1-7-15 pályázati projekt  
Kutatói napló - GINOP-2.1.1-7-15 számú támogatási szerződés kutatási fejlesztés projekt  
Polgár László okleveles építőmérnök: Műszaki leírás - Polisztirollal könnyített vasbeton szerkezetű úszóművek (EPS) kísérleti fejlesztése témában megvalósuló prototípus kísérlethez GINOP 2.1.7-15-2016-1771

**Badovszky Anita** - Okleveles építészmérnökként végzett a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építészmérnöki Karán.

Pályafutását a bankszektorban, ingatlanfejlesztési leányvállalatnál kezdte, ahol projekt asszisztensként, majd projektmenedzserként banki fejlesztések – elsősorban kereskedelmi és lakóingatlan-beruházások - teljeskörű menedzselésével, lebonyolításával foglalkozott.

2014-től a Dunai Úszómű Fejlesztő Kft.-nél projektmenedzserként, kutatási koordinátorként vett részt a polisztirollal könnyített vasbeton szerkezetű úszómű kifejlesztésére irányuló GINOP-2.1.7-15-2016-01771 kutatási projektben.

2016-tól a projekt irányításáért felelős projektmenedzserként és kutatási koordinátorként csatlakozott egy további GINOP kutatás-fejlesztési projekthez, amely keretében egy vasbeton és acél öszvérszerkezetű, moduláris jellegű úszómű rendszer kifejlesztésére, prototípus megépítésére és tesztelésére került sor, a BME számos tanszékével együttműködésben, több konzorciumi tag együttműködésével.

Jelenleg a 3E International Kft. projektmenedzszerként építési beruházások lebonyolítását vezeti, koordinálja.

**Korintus Balázs** – Okleveles építészmérnök, a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Építészmérnöki karán végzett. Okleveles ingatlanszakértő (MSc. Real Estate, Nottingham Trent University, Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Budapesti Közgazdaságtudományi és Államigazgatási Egyetem), tagja a Royal Insitute of Chartered Surveyors-nek (Chartered Surveyor MRICS).

Szakmai pályafutásának kezdetén tervezési és ingatlanfejlesztési területeken szerzett tapasztalatot a Skanska Hungary Kft.-nél.

A 20 éve alakult, mérnöki szolgáltatások széleskörű palettáját végző 3E international Kft. alapító tagja, ügyvezető igazgatója.

Az elmúlt, több mint 25 évben széleskörű tapasztalatot szerzett mind az ingatlanfejlesztések, mind a műszaki projektmenedzsment területén.

Kutatóként vett részt a vasbeton és acél öszvérszerkezetű, moduláris jellegű úszómű rendszer kutatás-fejlesztési GINOP projektben, az acélszerkezetű felépítményi rendszer kifejlesztéséért felelős konzorciumi tag tulajdonosaként, ügyvezető igazgatójaként. Mindemellett a Dunai Úszómű Fejlesztő Kft. tulajdonosaként aktív vezetője, tagja volt a polisztirollal könnyített vasbeton szerkezetű úszómű kifejlesztésére irányuló GINOP-2.1.7-15-2016-01771 kutatási projekt szakmai csapatának.

#### **GINOP 2.1.7-15-2016-01771 “EXPERIMENTAL DEVELOPMENT OF FLOATING STRUCTURES WITH LIGHTWEIGHT POLYSTYRENE REINFORCED CONCRETE (EPS)” – PRESENTATION AND EVALUATION OF THE PROJECT LIFE**

**Anita Badovszky - Balázs Korintus**

The Dunai Úszómű Fejlesztő Kft. developed a polystyrene-lightened reinforced concrete floating structure within the framework of the GINOP-2.1.7-15-2016-01771 project, the prototypes of which were tested in their operational environment in a floating form in a lake over a two-year period. The aim of the study was to observe the effects of weather, natural water conditions and the use of the floating structure on the structure of the floating structures. During the examined period, the loading and movement of the floating structures took place in a water environment, the aim being to observe the deterioration of the original state, surface wear, fragmentation and movement of cracks. The floating structures were not subjected to any surface treatment during the indicated period, and they were not provided with any physical protection in order to determine the physical changes under the above conditions as accurately as possible. The result confirmed the predefined and expected properties, but it makes findings and suggestions regarding the correction of surface defects that developed during production and handling, for the further development and stabilization of production, as well as for general surface treatment and the management of floating structures.