

Az első magyar betonépítmény mint a világ első, teljesen betonból épült hajózsilipje

dr. Mihalik András

Nagyvárad Egyetem, Építőmérnöki tanszék

„Az elméletre egy cédulát kéne függeszteni:
figyelemmel, óvatossággal használandó!
Nem több, mint egy csepp egy liter tapasztalathoz.”
K. Terzaghi

A szerző tanulmányában egy általános képet kíván bemutatni egy érdekes műszaki létesítményről, az első magyar betonépítményről, amely nem más, mint a világnak az első, teljesen betonból épült hajózsilipje. Tudatában van annak, hogy a mérnöki társadalom egy részének, érdeklődőknek sok olyan részletet mutat be, amelyek megvilágítják és feleletet adnak eddig ismeretlen, őket foglalkoztató kérdésekre, ami az első magyar beton műtárgyat érinti, felelevenítvén építőjének emlékét – aki korát messze megelőzte. Ez az egyedüli cél, amely a szerzőt e tanulmány megírására készítette.

1. Bevezetés, történelmi előzmények

A Kárpát-medencében már a rómaiak végeztek folyó- és tószabályozási munkálatokat. Traianus császár hadi hidat és hajóvontató utat építtetett az Al-Dunán, Galerius császár pedig kiásatta a Sió csatornát és zsilipet építtetett a Balaton vízszintjének szabályozására. A vízimalmokhoz malomárkokat és mederelzárásokat építettek. Élénk hajóforgalmat bonyolítottak le. A honfoglaló magyarok a folyók mellékágait településük védelméül használták, azokon átkelőhelyeket létesítettek. A Tiszán és a Maroson vízi úton biztosították a sóellátást Erdélyből. A Csallóközben végrehajtott mederátvágrásról már IV. Béla idejéből vannak feljegyzések.

A gyakori háborúk, a tatárjárás, a törökidőszak, a kuruc-labanc háborúk nem tették lehetővé a középkorban, sőt egészen a XVIII. századig nagyobb folyószabályozási munkák végrehajtását a Kárpát-medencében.

Nyugat-Európában – Olaszországban és Franciaországban – ugyanakkor már a XII. és XIII. században hajócsatornákat és hajózsilipeket építettek.

A folyószabályozási munkák terén a XVIII. században történt kedvező fordulat. Megindult a szakemberképzés, a térképészeti és tervezési munkák is elkezdődtek, amelyek a tervszerű szabályozási munkák alapfeltételei. Ekkor készült a Duna-Tisza-csatorna első terve is.

A XIX. század elején megépítették a Ferenc-csatornát, mederfelvételeket, sőt vízsebességi méréseket és keresztzelvény-felvételeket és szabályozási terveket készítenek a Dunáról, a Tiszáról és nagyobb mellékfolyóikról.

Széchenyi kezdeményezésére egyrészt hajózási, másrészt árvízvédelmi érdekből nagyarányú szabályozási munkát indítanak el a Dunán, a Tiszán és több mellékfolyón. A kanyargós folyómedreket elsősorban átvágásokkal, illetve a mellékágak elzá-

rásával szabályozták. Az Al-Dunán pedig robbantással alakították ki a hajózáshoz szükséges medret, ami ekkor európai viszonylatban is elismerésre méltó eredmény volt.

A szabályozási munkák 1846. augusztus 27-én indultak meg Széchenyi István jelenlétében a tiszadadaai-szederkényi átmetszéssel. A kivitelezések kezdeti időszakában a folyószabályozás és kétoldali töltések építésével beinduló árvízmentesítés még szervesen összefüggő egységet alkotott, s kezdetét vette a Tisza nagyvízi szabályozása.

A Dunát és a Tiszát összekötő csatorna létesítésével már több mint 200 éve foglalkoznak a szakemberek. Az első tervek még kizárólag a hajózást tartották szem előtt. Nagyon sok változatot megvizsgáltak, s később már az öntözés és a vízerőhasznosítás is szerepelt a csatorna feladatai között. A változatok között mély és magas vezetőségű csatornák voltak.

Tulajdonképpen 1715-ben merült fel először a Duna-Tisza-csatorna terve. Az 1792-ben szervezett hajózási társaság 1793–1802 között építette meg a Ferenc-csatornát, majd 1872–1879 között – Türr István kezdeményezésére – épül meg a Ferenc-csatorna vízellátását szolgáló Baja-Bezdáni tápcatorna és a Ferenc József-csatorna. A vízépítés fejlődésének történelmi előzményei pozitívan járultak hozzá az első magyar betonműtárgynak a megjelenéséhez.

2. Az első magyar betonépítmény

Amint a Ferenc-csatorna egyike a legrégebbi csatornáknak (körülbelül egyidős az Erie-csatornával az Egyesült Államokban), úgy büszkék lehetünk rá, hogy az első teljesen betonból kivitelezett hajózsilipet a Kárpát-medencében építették 1854-ben, a Ferenc-csatorna dunai torkolatánál. Ezt külföldön akkoriban rendkívül merész dolognak

tekintették, és az építésnek a híre rövid idő alatt messze földön elterjedt. A hajózsilip, az úgynevezett Ferenc József-zsilip tökéletesen megfelelt az elvárt műszaki igényeknek.

Építője Mihálik János miniszteri építészeti felügyelő volt, egyike a legkitűnőbb és legleleményesebb magyar mérnököknek. Cementgyár akkor még nem volt, a cementet kamenicai márgából saját maga égette.

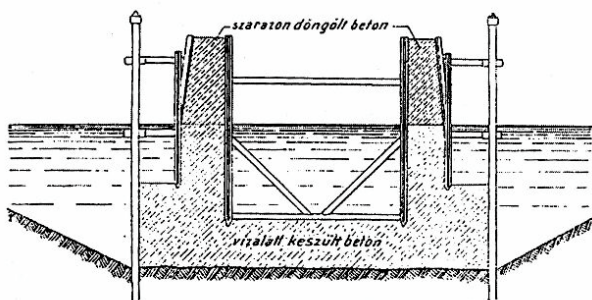
A különben rendkívüli gonddal és körültekintéssel végrehajtott építést 1860-ban Berlinben megjelent könyvében írta le: „Praktische Anleitung zum Beton-Bau nach eigenen Versuchen und Erfahrungen von Johann von Mihálik K. K. Ministerial-Bau-Inspector. Berlin 1860. Theobald Grieben.”

Bár ez a könyv német nyelven és Berlinben jelent meg, mégis sok tekintetben ez képezi azt az alapot és kiindulópontot, amelyre a további betonépítések hazánkban támaszkodtak. Hogy mennyire méltányolták Mihálik könyvét külföldön, jellemzi az, hogy két kiadást ért meg.

Mivel az építésnek sok részlete nemcsak történelmi szempontból érdekes, hanem műszakilag is figyelemreméltó, a következőkben röviden ismertetjük a betonműtárgy kivitelezését.

3. A betonműtárgy kivitelezésének körülményei

A Duna 1823-ban egy nagy árhullám levonulása alkalmával új medret hozott létre magának, és elhagyta a monostorszezi kanyart, melybe a Ferenc-szatorna torkolati zsilipje nyílt. Ez, az ilyen módon az élővíztől elzárt ág, a lassú feliszaposodás következtében már nem biztosította a mindenkori hajózást, sőt végeredményben a Dunától való teljes elzárás veszélyével fenyegetett.



1. ábra

A Ferenc József zsilip keresztmetszete
A falak felső része
szárazon tömörített betonból készült

Ezért elhatározták, hogy a Ferenc-szatornát Monostorszeztől kiindulva, folytatólag Bezdán érintésével meghosszabbítják, és hasonló eset elkerülése végett Batinával szemben torkoltatják a Dunába,

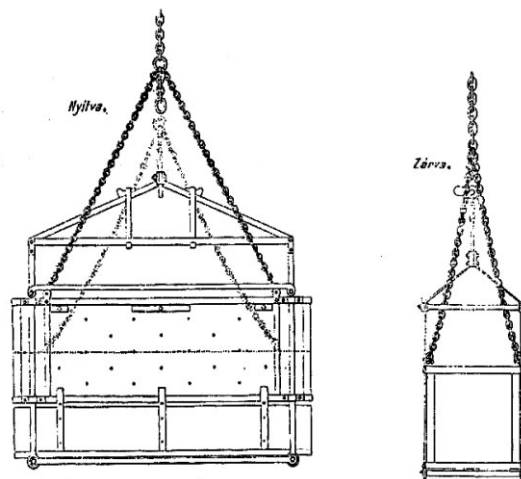
ahol a meder már természetből fogva biztosítva volt. A Ferenc József-zsilipet itt építették.

Minthogy ezen a helyen az altalaj erősen vízátteresztő homok volt, és ezért a 2050 m² alapterületű munkagödörnek szivattyúzással való szárazon tartása lehetetlennek látszott, az alapot és a falak egy részét egy darabból víz alatti betonozással készítették.

A küszöbök a legkisebb vízszint alá 1,80 méterre kerültek. A 2,50 m fenéklemez és a 11,0 m magas falak mintegy 7,0 m magassáig süllyesztő szekrények segítségével víz alatti betonozással készültek. A falak felső része szárazon tömörített betonból készült (1. ábra).

A betonozás éjjel-nappali munka mellett 90 napig tartott. A napi teljesítmény a víz alatt készített alapnál átlag 161 m³, az összes betonmunka tömege pedig mintegy 19.000 m³ volt.

A munka menete röviden a következő volt: a munkagödört a talajvíz szintjéig szárazon, ezután pedig úszókotróval emelték ki, és a zsilip alapját vezércölöpök között egymás mellé levert 30 cm erős pallókból álló szádfallal vették körül. A víz alatti betonozást összesen hat süllyesztő szekrényrel végezték. A süllyesztő szekrények hossza 2,50 m, magassága és szélessége 0,80 m volt (2. ábra).

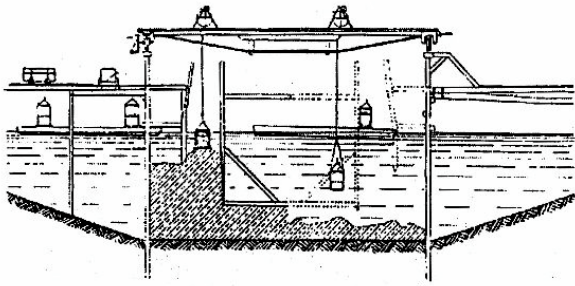


2. ábra

A víz alatti betonozásnál használt süllyesztő szekrények rajza

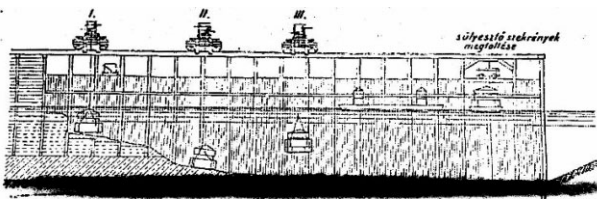
Egy ilyen szekrényel egyszerre 1,7 m³ betont lehetett elhelyezni. A süllyesztő szekrényeket kereken járó csörlőkkel emelték és süllyesztették, melyek a munkateret áthidaló tolópadokon keresztirányban, tehát az alapgödör szélességében voltak tovább mozgathatók.

A tolópadokat viszont a szádfal vezérlőcölöpeire erősített vágányon a munkagödör hosszirányában lehetett továbbtolni (3., 4. ábra).



3. ábra

A Ferenc József-zsilip építése – keresztmetszet



4. ábra

A Ferenc József-zsilip építése – hosszmetset

Egy-egy, a munkagödör hosszában mozgó tolópadon két süllyesztő szekrény felváltva dolgozott. Három ilyen tolópadon összesen hat szekrény működött. A betonozást a felső fejnél a III. számú tolópadról kezdték meg 7,0 méter mély vízben. A 2,50 m vastag fenéklemezt három egymás után haladó tolópadról három egyenlő, vastagon terített rétegből készítették.

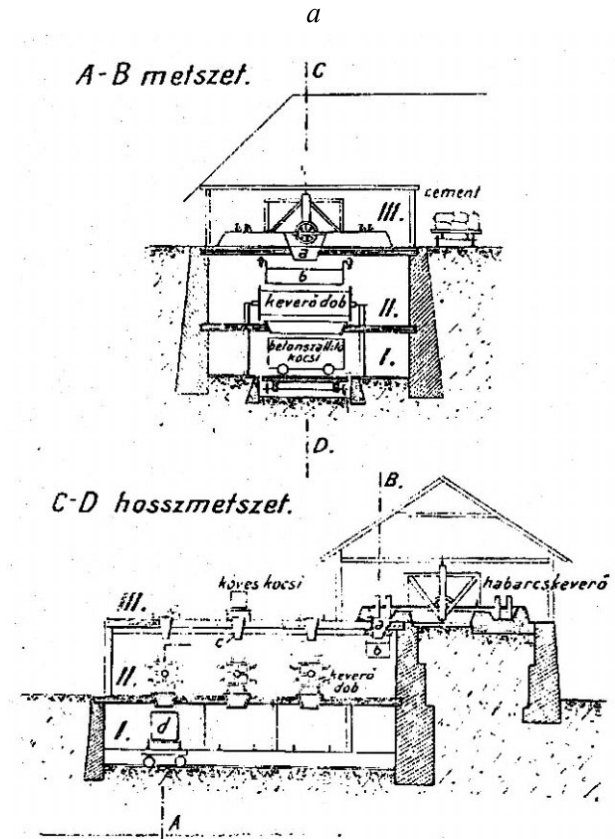
Egy szekrényvel egyszerre 0,85 m magas réteget lehetett elkészíteni.

Minthogy abban az időben még nem voltak cementgyárak, és a cement nem volt kereskedelmi cikk, a betonozáshoz szükséges cementet a helyszínen készítették. A cement készítéséhez használt nyersanyag a Kameniezáról szállított márga volt (25–30 százalék anyag, 55–60 százalék mész). A nyersanyag égetésére öt kemence épült. A kiégetett anyagot három őrlőmalomban őrlték meg és hordókban raktározták. A beton anyagát az említett mészmárgából gyártott cement, Duna-homok és a közeli batinai bányákban termelt zúzott kő képezte. A zúzott követ adagolás előtt alaposan megmosták.

Mihálik a betonkészítéshez határozottan jobbnak tartotta a sarkos zúzott követ, mint a sima kavicsot. Igen fontosnak tartotta azt is, hogy a felhasznált kőanyag portól és piszoktól gondosan meg legyen tisztítva.

Az adagolást térfogat szerint végezte. A keverési arány a zsilipnél 1 rész cement, 2 rész Duna-homok és 4 rész zúzott kő volt (1:2:4). Ezzel a keverési aránnyal készült betonnak 1 m³ súlya nedves álla-

potban lazán 1500 kg, beépítve megkeményedés után 2057 kg volt. Ezt a súlygyarapodást Mihálik a tömörítésnek tulajdonította. Megjegyzi, hogy 1 m³ 1:2:4 arányban kevert beton előállításához 1 1/3–1 1/4 m³, 1:2:5 arányú betonból pedig 1 1/5 m³ nedves anyag volt szükséges.



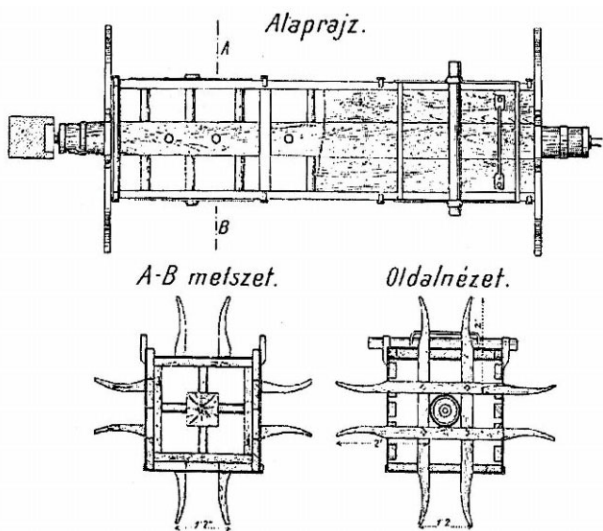
5. ábra

*A Ferenc József zsilip építésénél használt betonkeverő berendezés vázlatos rajz
Az építkezés beton „üzeme”*

Megemlíti, hogy a zsilip előtti partfal építésénél, ahol a keverési arány 1:2:5 volt, a tömörítés következtében előállott térfogatcsökkenés kisebb méretű volt, és jobb betont kapott. Ezt azzal magyarázza, hogy az 1:2:5 arányban kevert betonnál a habarcs éppen kitöltötte a kő hézagait, és nem volt habarcsfelesleg; mint az 1:2:4 arányban kevert betonnál.

Kísérletei a beton szilárdsági vizsgálatára is kiterjedtek. A kísérletek egyes próbatestek készítéséből és töréséből állottak. A próbatestek mérete, kora a töréskor nem volt egyenlő, és ezért az eredmények egymással összefüggésbe alig hozhatók.

A beton készítése két részből állott: először habarcsot készítettek, és aztán külön keverődobokban a habarcsot a zúzott kővel betonná keverték.



6. ábra

*A Ferenc József zsilip építésénél használt betonkeverő dob vázlatos rajza
Vízszintes tengelyű keverődobok*

A betonkeverő berendezés és annak működése röviden a következő volt. A keverőtelep három emeletből állott. A legfelső, III. emeleten négy habarcskeverő volt felállítva. A keverést egy kör alakú vályúban két egymásra merőlegesen álló tengelyre erősített nyolc darab keverőkerék végezte. A megkevert habarcs a keverővályúból egy kis zsilip („a”) megnyílásával (5. ábra) az alacsonyabban fekvő II. sz. emeleten, függő pályán futó, nyitható fenekű habarcsszállító szekrénybe esett („b”). A habarcsszállító szekrények a II. emeleten elhelyezett betonkeverő dobok felett mozogtak. A habarccsal megtöltött szállítószekrényt (b) a keverődob feletti állásában kinyitva, a habarcs a keverődobba esett. Ezután a keverődobok felett alkalmazott tölcésérek (c) segítségével (a III. emeleten futó kavicskocsik fenekét kinyitva) adagolták a keverődobba a zúzott kavicsot.

A keverődobok négyoldalú hasáb alakú szekrények voltak, melyeket vízszintes tengely körül lehetett forgatni. A keverést a tengelyre erősített keverőkarok végezték. Miután a betont a keverődobnak 8-12-szer való körülforogatásával megkeverték, kinyitották a keverődob fenekét és a betont az I. emeleten várakozó szállítókosiba („d”) öntötték.

Innen a kész betonnal megtelt kocsikat a munkahelyen víz felett felállított állványra tölték (4.

ábra), mely alatt a töltésre várakozó, süllyesztő szekrényeket szállító tutaj állt. A betonszállító kocsik fenekének nyílásával a beton az alatta lévő süllyesztő szekrénybe ömlött, melyet azután a tutajjal a süllyesztő csörlőkhöz továbbítottak.

Egy habarcskeverő három keverődob részére szükséges habarcsot kevert egyszerre; egy keverődob pedig éppen annyi betont kevert, amennyi egy süllyesztő szekrény megtöltéséhez volt elegendő. Az összes anyagszállító eszköz ehhez a mennyiséghez volt méretezve. A beton készítése, szállítása és elhelyezése tehát meglehetősen körülményes volt. Ilyen nagy apparátust csak megszakítás nélküli éjjel-nappali munkánál lehetett kihasználni. Elgondolhatjuk, hogy a naponként megszakított üzennél ilyen nagy gépezet – betonnal érintkező – egyes elemeinek tisztítása mennyi anyag- és idővesztéssel járt volna.

4. Összefoglaló értékelés

Érdekes, hogy a keresztmetszélyt és a munkaberendezések elvét illetően a nussdorfi zsilip építése mennyire hasonló a Ferenc József-zsilip építéséhez. Lehet, hogy ez csak a pusztán véletlen játéka, annyi azonban bizonyos, hogy Mihálik könyvét külföldön jobban keresték és többet forgatták, amit világosan bizonyít az a tény, hogy ez az értékes technikai mű rövid időn belül két kiadást ért el.

Mihálik zseniális és nagyszabású építési módja és berendezése – még ha az akkori primitív hazai viszonyokból folyó nagy nehézségeket nem is tekintjük – méltó arra, hogy az utókor meghajtsa előtte az elismerés zászlóját.

Irodalom

- [1.] Mihálik, J.: Praktische Anleitung Zum Beton-Bau, nach eigenen Versuchen und Erfahrungen von Johann von Mihálik, K. K. Ministerial-Bau-Inspector, Berlin 1860. Theobald Grieben
- [2.] Lampl, H., Sajo, E.: A beton. Budapest 1914
- [3.] Bogdany, Ö.: a vízierő I-II. Budapest 1914
- [4.] Viczián, E.: Magyarország vízierői. Budapest 1913
- [5.] Mihálik, A.: ÉPKO '98. Székelyudvarhely 1998. június 5–7. Erdélyi Magyar Műszaki Tudományos Társaság – EMT.