DIPLOMATERV
2012
-
ACÉLSZERKEZETŰ PONTONHÍD
-
ELŐKÉSZÍTŐ TANULMÁNY

ELŐKÉSZÍTŐ TANULMÁNY **(7-37)**

1. FOLYAMI ÁTKELÉS 8
2. FOLYAMI HÍDSZERKEZETEK 8
3. KORAI ÚSZÓHIDAK 13
4. A MODERNKORI ÚSZÓHIDAK TÖRTÉNELME –IDEIGLENES ÉS FÉLÁLLANDÓ HIDAK 15
5. A XX. SZÁZAD IDEIGLENES JELLEGŰ ÚSZÓHÍDJAI 17
    - 5.1 Korszerű pontonhidak 18
    - 5.2 Acélszerkezetű ideiglenes pontonhidak 22
        - 5.2.1 N2P pontonhídanyag 23
        - 5.2.2 NPO 53M és NPO 59M pontonhidak 23
    - 5.3 Uszályhidak 24
    - 5.4 Szalaghidak 26
        - 5.4.1 A PMP szalaghídkészlet 26
        - 5.4.2 A PPN szalaghídkészlet 30
        - 5.4.3 Ribbon Bridge 31
6. KONKLÚZIÓ 33
7. FORRÁSJEGYZÉK 34
8. ÁBRAJEGYZÉK 37

1. Folyami átkelés

Az emberiség közlekedési infrastruktúrájában a kezdetektől fogva megkerülhetetlen a folyami átkelés igénye. A folyami akadályok jellegét átkelési szempontból szélességük-mélységük, meder- és áramlásviszonyaik, partviszonyaik, valamint a környező hidrotechnikai létesítmények víztömegre gyakorolt különleges hatásai határozzák meg. A leküzdés módszerének megválasztásában elsősorban az akadály szélessége, mélysége, valamint a vízfolyás sebessége játszik szerepet. [1] Sekélyebb, kis keresztmetszetű, nem túlságosan sebes sodrású folyók keresztezése segédszerkezet nélkül megoldható (gázló átkelés), kedvezőtlenebb körülmények esetén azonban szükségessé válhat valamely, az átkelést segítő műszaki megoldás alkalmazása. Nagyobb forgalmak mederviszonyoktól és sodrástól független, „száraz lábbal" történő átbocsátására mutatkozó rendszeres, esetleges vagy alkalmi igények kielégítése komp-átkelőhelyek vagy hídszerkezetek létesítésével oldható meg. A létesítésre ráfordított költségek és idő összehasonlításában a kompátkelők előnye az esetek többségében elvitathatatlan – huzamosabb ideig jelentkező, illetve nagy átbocsátóképességet megkövetelő forgalmi igény felmerülése azonban hídátkelő berendezését teszi célszerűvé. **A projekt [0] célkitűzései elsősorban ez utóbbi követelményeknek adtak jelentős hangsúlyt, így jelen írás a továbbiakban ezen átkelési forma jellemzőit részletezi, bemutatva, értékelve és megvalósult példák segítségével illusztrálva a megvalósítás lehetséges módjait.** Érdemes megemlíteni, hogy egyes konstrukciók egyaránt üzemeltethetők mind komp, mind hídátkelő formájában – a későbbiekben ezen megoldásokat is részletesen ismertetjük.

2. Folyami hídszerkezetek

A folyami hídszerkezetek várható élettartamuk szerint az alábbi rend szerint csoportosíthatók [3]

- Állandó hidak (50-150 év)
- Félállandó hidak (3-10 év)
- Ideiglenes hidak (1-2 év alatti)

Az egyes előirányzott műszaki élettartamok szerint eltérő megoldások honosodtak meg. A szerkezeti szempontból leginkább szembetűnő különbség a hidak aljzatában figyelhető meg – a vízi átkelők álló-, úszó- és kombinált aljzattal egyaránt megvalósíthatók. A különböző korokban és célokra készült hidak anyaga, forgalmi terhei, keresztmetszeti és főtartókialakítása, valamint építésük, létesítésük módja jelentős változatosságot mutat.

Az állandó jellegű hídszerkezetekkel szemben elsősorban az alábbi követelmények [3] jelentősek:

- Az akadály áthidalása, forgalmi követelmények
- Megfelelő teherbírási, alakváltozási biztonság
- Fáradással szembeni biztonság, tartósság
- Gazdaságos építés, fenntartás, kivitelezés
- Esztétikai szempontok

Jellemzően álló aljzattal épülnek, bár számos példa akad úszóaljzatos megoldásokra is. **A projekt [0] célkitűzéseiben megfogalmazott katasztrófavédelmi feladatok ellátása ideiglenes jellegű szerkezetek alkalmazásával oldható meg, így a továbbiakban állandó-félállandó jellegű szerkezetek ismertetésére csak érintőlegesen térünk ki, elsősorban az úszóaljzattal megvalósult pédákat áttekintve.**

Az ideiglenes és félállandó hidakkal szemben az állandó jellegű, „szokványos” hidakkal szembeni követelmények további speciális igényekkel egészülnek ki [1]. Az esztétikai szempontok javarészt háttérbe szorulnak, műszaki szempontból azonban egy ideiglenes, avagy félállandó híddal szemben megkövetelt:

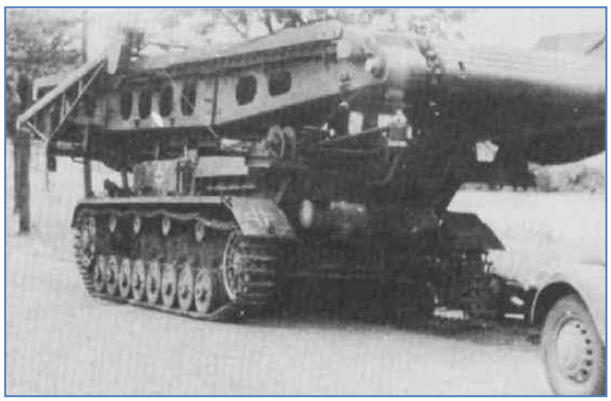
- A megfelelő teherbírás
- Szerkezeti egyszerűség
- Gyártható, könnyű, könnyen szállítható elemek
- Egyszerű és gyors építésmód, bontás, javítás
- Kis bontási anyagveszteség
- Többszöri beépíthetőség

Álló aljzattal épülő ideiglenes hídszerkezetekre számos példát találhatunk világszerte a szárazföldi hidak között. A vízi átkelők körében ugyanezen szerkezettípusok honosak, a jelentkező különbségeket az eltérő építéstechnológiai megoldások jelentik. Alapvető típusaik:

- Vetett hidak
- Cölöpalapú vendég- és munkahidak, szerelt hidak
- Motorizált aljzatú (önjáró) rendszerek

Vetett hidakat az idők kezdete óta alkalmaznak folyami átkelésre - keskeny, sebes vízfolyások felett a partmenti fákat átdöntve ácsoltak egyszerű kivitelű bürüket. Korszerű, nagy teherbírású, gyorsan (akár percek alatt) üzembe állítható - jellemzően acélszerkezetű - változataik megjelenése azonban mindössze az előző század kezdetére, a harckocsik széles körű elterjedésének idejéhez köthető; fejlesztésük az I. világháború évei alatt kezdődött meg, széles körű, rendszeres alkalmazásukra azonban évtizedekkel később, a világméretű fegyveres konfliktusok kiújulását követően került csak sor.

A szerkezettípus első sorozatgyártásra méltónak tartott változata a német Wehrmacht csapatainál 1940-ben rendszeresített, 9 méter hosszú, 28 tonna teherbírású **Brückenleger IV** rohamhídja. A szerkezetet a tűzoltólétrákhoz hasonlóan kitolva fektették át az akadályon, így létesítve kisfesztávú áthidalást. Szintén a második világégés ideje alatt jelent meg a brit fejlesztésű, 10,30 méter szerkezeti hosszával 9,15 méter akadályok áthidalására is képes, 24, majd továbbfejlesztését követően 30 tonnáig terhelhető **Covenanter Bridgelayer**, mely hordozójárműve fedélzetén két, csuklósan kapcsolt panelre összehajtva szállítható, onnan pedig az orr-részre csatlakoztatott szerkezeten átfordítva, ollószerűen nyitható híddá [8]. A későbbi változatok – az amerikai **M48**, **M60A1**, **M104 Wolverine** hídvetők, a német **Biber** és **Leguan MBS** rendszerek, a brit **Titan**, vagy akár a hazánkban is alkalmazott **TMM3** – szerkezetileg ezen két archetípus utódai, ám míg tömegük és telepítési idejük jelentősen csökkent, teherbírásuk pedig nagy mértékben nőtt a korábbi változatokhoz képest, az általuk áthidalható legnagyobb hossz a mai napig 30 méter alatti. Több hídelem kombinálása („összevetése”) révén a táv akár ennek kétszeresére bővíthető, ám ez csak kedvező körülmények között lehetséges – **nagyobb folyami akadályok önálló áthidalására egyértelműen alkalmatlanok**.



1.1 – Brückenleger IV.

1.2 – Covenanter Bridgelayer

1.3 – Több hídmező összevetése

A **cölöpalapú vendég- és munkahidak, szétszedhető kialakítású acélhidak** szintén nagy múltra tekintenek vissza, és napjainkban is számos változatban és feladatkörben vannak használatban – a variánsok nagy számára való tekintettel ezek részletes áttekintésére jelen írás nem vállalkozik – pusztán néhány jelentősebb képviselőjének vázlatos bemutatására (**1.4 - 1.9 ábrák**) szorítkozunk.

1.4 – 50 évig szolgáló Herbert féle hadihíd Túrkevénél

1.5 – Roth-Wagner rendszerű vasúti hadihíd

1.6 – A Hajógyári szigetre vezető 29M típusú hídanyagból épített K-rácsozású híd

1.7 – A brit-svájci fejlesztésű, könnyű súlyú, pusztán kézi erővel is felépíthető Medium Girder Bridge (MGB)

Számtalan előnyük – olcsó és ellenálló szerkezet, nagy teherbírás, könnyű, egyszerű kialakítású, előregyártható, gyorsan összeszerelhető elemek - dacára vízi akadályokra történő önálló alkalmazásuk sok esetben nem szerencsés; a kiépítés miként,

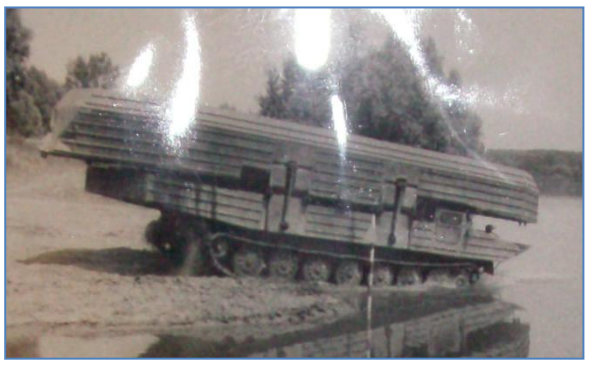
sebessége ugyanis erősen függ a külső körülményektől, és az átkelő létesítése jellemzően más, csatlakozó segédszerkezet (alépítmény, pl. cölöpalapok, úszóművek) helyi viszonyok figyelembe vételével történő megtervezését és kialakítását is megköveteli.

1.8 - SGB 66 hídprovizórium

1.9 – M&J híd, Doboj

Meder- és partviszonyoktól semmiképp sem tekinthető függetlennek, a létesítés ideje pedig kedvezőtlen körülmények (sebes áram, nagy mélység, nem állékony part) között jelentősen megnyúlhat – az átkelő berendezésének igénye ezzel párhuzamosan számottevő eszköz-, gép- és élőmunkaigényt szül.

Az első **motorizált aljzatú (önjáró) rendszerek** katonai célú felhasználásra kerültek kifejlesztésre a XX. században. Úttörő képviselőjük a Szovjetunió állományában rendszeresített **GSZP 55** sorozatjelzésű kétéltű jármű, mely kialakítása révén közúton gumikerekes járműként, vízen önjáró, motoros kompként közlekedik. Korszerűsített változatai igény esetén további, azonos rendeltetésű

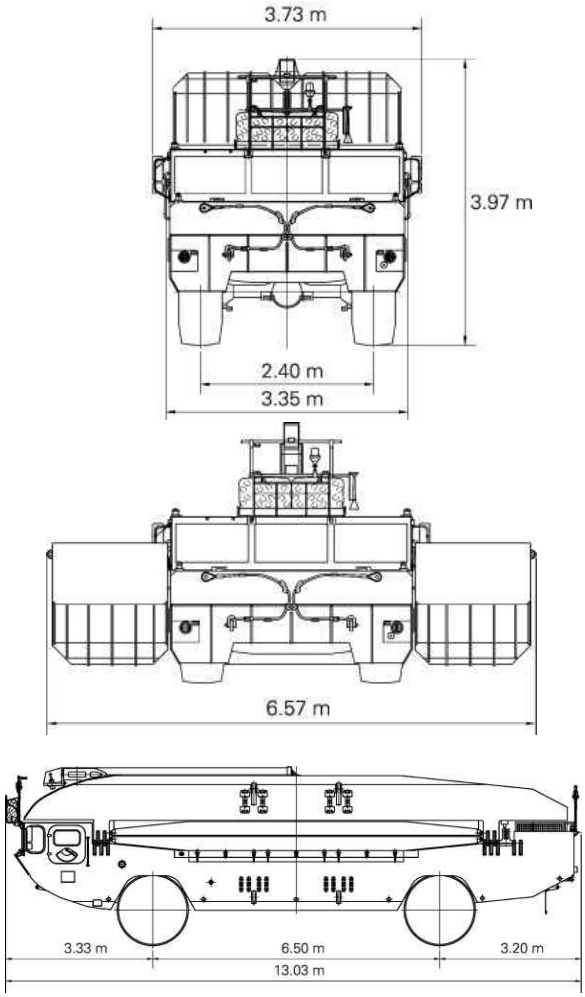


1.10 – GSZP 55 önjáró komp

1.11 – GSZP 55 nyitásának művelete

1.12 – M3 motorizált komp

1.13 – SAMUR AAB



1.14 – Az M3 egység méretei

járművekkel hídszerkezetté voltak kapcsolhatók [10]. A későbbi fejlesztésű eszközök – például a német fejlesztésű **M3**, vagy a török szárazföldi erőknél rendszeresített **SAMUR AAB** átkelési rendszer - elvi megoldása az archetípussal teljes mértékben azonos, az évek folyamán elsősorban járműgépészeti szempontból korszerűsödtek (Fotóik az **1.12 - 1.14. ábrákon**). Vitathatatlan előnyük az átkelők berendezéséhez szükséges kiszolgálási igény nagyfokú csökkenése mind személyi állomány, mind eszközháttér tekintetében. **Használatuk előnyeire azonban árnyékot vet a tény, hogy a hordozójármű avulása, meghibásodása együtt jár az amúgy hibátlan állapotú, korszerű felépítmény – a tulajdonképpeni tartó-szerkezet – használatból való kényszerű kivonásával. Szétválasztott elemek esetén a szerkezet a szinte törvényszerűleg rövidebb műszaki élettartammal bíró hordozójármű visszavonását, lecserélését követően is használatban tartható, ami hosszabb távon gazdaságosabb megoldást eredményez.**

1.15 – M3 anyagból épített híd

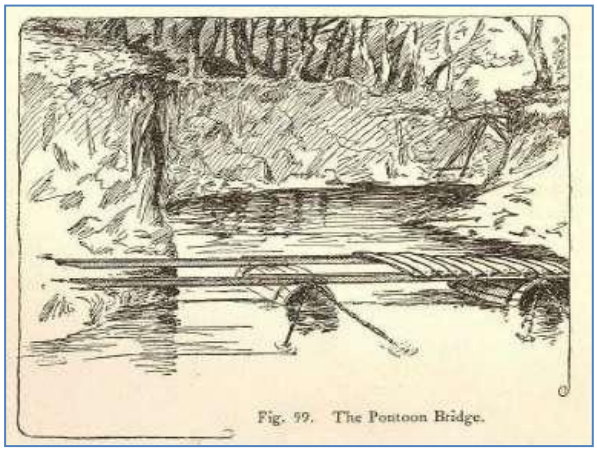
A projekt [0] célkitűzéseiben megfogalmazott folyami katasztrófavédelmi feladatok ellátása rendkívül gyors, nagy fesztávon alkalmazható, mederviszonyoktól és sodrástól mindinkább függetleníthető, univerzális megoldást kíván, melyet álló aljzatú hídszerkezetekkel megvalósítani nehézkes, sok esetben nem lehetséges; a probléma megoldására ezért - az esetleges alapozási problémákat elkerülendő - úszó aljzattal kivitelezhető kialakítás látszik célszerűnek. A motorizált megoldások rövid élettartamukból fakadó gazdaságtalanságukból kifolyólag vetendők el.

Úszóhíd (**floating bridge**) a gyűjtőneve mindazon hídszerkezeteknek, melyek támaszai a vízen úszva, a felhajtóerő Archimedes óta ismert jelenségét kihasználva viselik terheiket. Támaszaik a rájuk háruló terhekkel arányos elmozdulást végeznek, így rugalmas megtámasztású tartókként modellezhetők [2]. Szerkezetileg két jelentősebb osztályuk – az al- és felépítményükben elkülönülő, pontszerűen megtámasztott ún. **klasszikus pontonhidaké**, és a vízfelületre szinte teljes mértékben felfekvő

ún. **szalag- és uszályhidaké** – különíthető el. A továbbiakban mindhárom alapvető szerkezet-típusra mutatunk variánsokat.

3. Korai úszóhidak

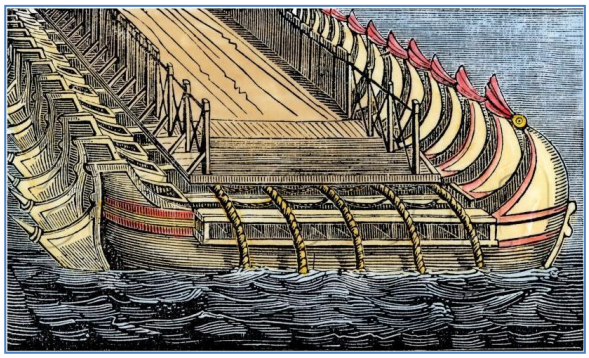
Az úszóhidak az idők kezdete óta alkalmazott átkelési eszközök. Kezdetleges pontonhidat mutat a **3.1 ábra**. A metszeten látható négytámaszú, kétfőtartós, egyszerű megmunkálású elemekből épült szerkezet teljes egészében fából készült.



3.1 – Kezdetleges pontonhíd

Járófelülete közönséges pallókból áll össze, melyeket szegek kötnek be a főtartókba. Támaszai átütött fenekű hordók, melyeket fonott kötelek horgonyoznak a mederfenékhez. Szélessége feltehetőleg méter alatti, az áthidalt meder szélessége 4-5 méterre becsülhető. Kezdetlegessége dacára tökéletesen ellátja feladatát – a tűzifa és gomba keresésére irányuló gyér forgalmú körutak jelentős, biztonságos és igen ötletes lerövidítését valósítja meg.

Természetesen a hordók és szegek korát évezredekkel megelőzően is épültek úszó aljzatú hidak. Az Európa-szerte talán legismertebb történelmi példák az ókori Perzsiát felvirágoztató Akhaimenida-dinasztia legendás hajóhídjai. A mérhetetlen gazdagságáról híres **I. Dareiosz** perzsa király szkíták elleni, 512-513 között folyó háborúsága során veretett hidat a Boszporuszon és a Dunán [4]. Fia, az erőszakos halált halt **I. Xerxész** a Dardanellákon kelt át előbb bőrtömlők, később komplett dereglyék megtámasztotta híd segítségével a görögök ellen indított 480-as hadjáratában.

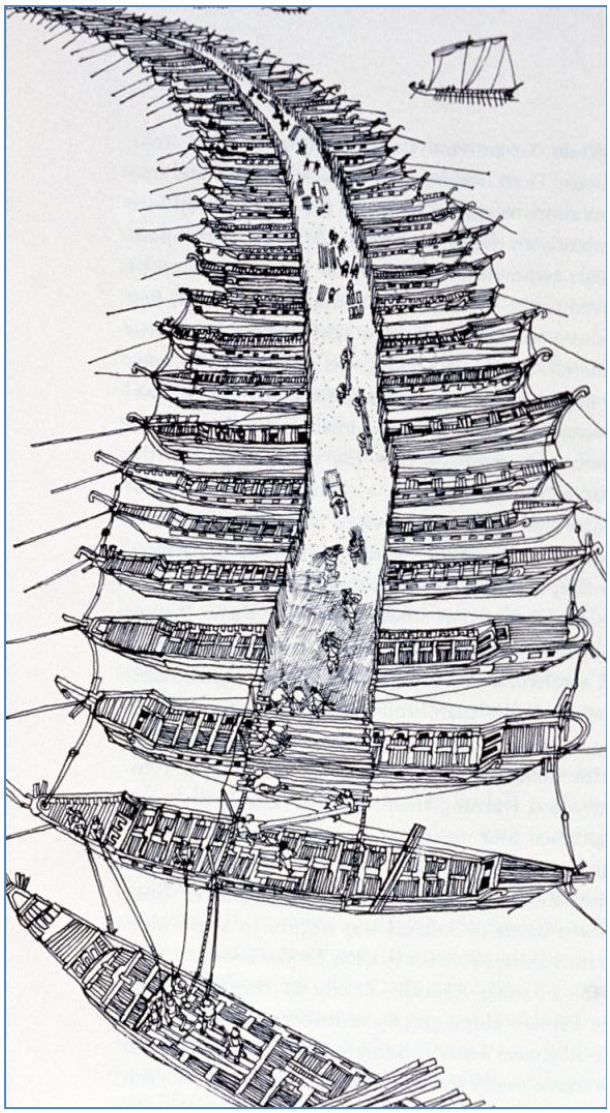


3.2 – Xerxész hajóhídja, illusztráció

Xerxész hajóhídja a valaha épültek egyik legnagyobbja volt – méreteiről, kialakításáról Hérodotosz feljegyzései alapján alothatunk fogalmat:

„[A Dardanellák két partja között] *hét sztadionnyi* [1 görög sztadion mintegy 185,25 méternek felel meg] *volt a távolság… Ötvenevezős és három evezősoros hajókat sorakoztattak fel, úgyhogy a Fekete tenger felé lévő híd háromszázhatvanhat, a másik oldalon építendő híd pedig háromszáztizennégy hajón nyugodjék.. Miután a hajókat eképpen felsorakoztatták, nagy horgonyokat eresztettek le, hogy…* [a híd] *ellenállhasson a tenger fölött fúvó szelek erejének… A hajók… között átjárónyílást hagytak, hogy itt kisebb hajókkal a Fekete-tengerre be, illetőleg onnan ki lehessen hajózni. Miután mindezzel elkészültek, a szárazföldről facsörlők segítségével kifeszítették a* [hajókat összekötő] *köteleket… S miután a két partot összekötötték, a híd szélességének megfelelő hosszúságú gerendákat fűrészeltek, s ezeket sorban a kifeszített kötelekre fektették, majd összeerősítették. Rájuk aztán deszkákat*

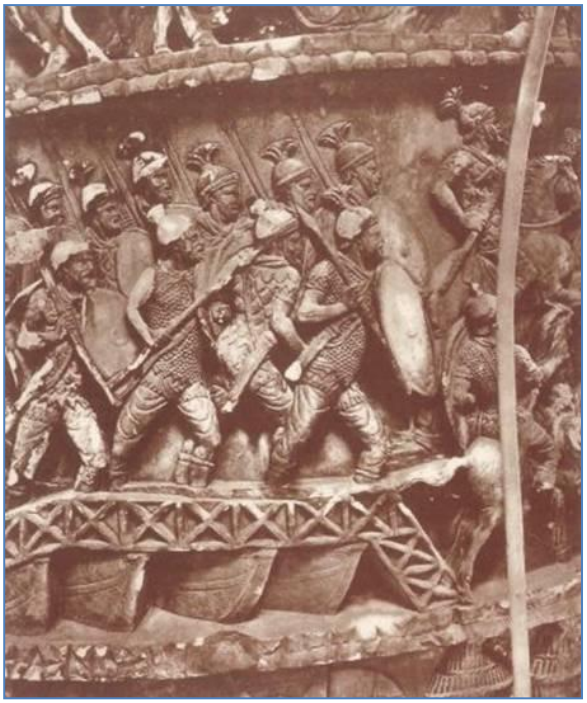
hordtak, azokat rendben lerakták, és szintén egymáshoz erősítették, majd földet hordtak a hídra, s azt keményen ledöngölték. Végül a híd hosszában kétoldalt korlátot készítettek, hogy a málhás állatok és a lovak ne vaduljanak meg az alattuk hullámzó tenger látványától…"[5]



3.3 – Xerxész hajóhídja, illusztráció

A fenti részlet a szerkezeti kialakításon túl több, az úszóhidak tervezése során mérlegelendő lényegi szempontot is érint – felmerül a megfelelő lehorgonyzás kérdése, igény mutatkozik a hajóforgalom akadályoztatásának mérséklésére, és megfigyelhető a korlátszerkezetek biztonsági szerepén túlmutató pszichikai jelentőségének tudatos felértékelése.

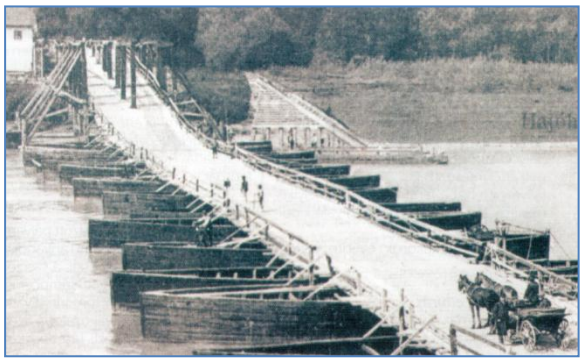
Más birodalmak terjeszkedését is segítették úszóhidak - **Traianus** római császár az I. dák háború (i.e. 101-102) idején Decebal dák király ellen a Dunát keresztezve vonult hadba – serege Lederatánál bőrrel bevont csónakokra fektetett hídon kelt át a folyón [6]. A rettegett **Caligula** i.u. 37-ben Baiae és Puteoli között veretett csónakhidat.



3.4 – Traianus római császár hajóhídja az I. dák háborúban (i.e. 101-102), Cichorius domborműve a császár oszlopáról.

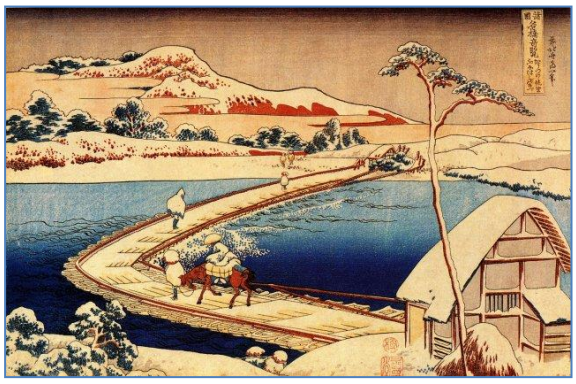
Hajóhidakat a középkor ideje alatt is előszeretettel alkalmaztak: hazánkban a török korban különösen népszerű, több korabeli forrás is megemlékezik róla – **Szapolyai János** és Habsburg Ferdinánd Tarczalnál vívott 1527-es csatájában a magyar seregek Tokaj melletti visszavonulását jelentősen megnehezítette az általuk megfúrt hajóhíd, megpecsételve a Bodó Ferenc vezette utóvéd sorsát. Tokajnál később is szolgáltak ideiglenes hídszerkezetek – 1861-ben az árvíz által megrongált fahidat

helyettesítették hajóhíddal. Magyar és Törökkanizsa között a múlt század elejéig állt hajóhíd. A szerkezetet 1885-ben Szegedről hozták át 80 000 koronáért, révjoga a város egyik jelentős bevételi forrásának bizonyult. [22].



3.5 – A törökkanizsai hajóhíd – korabeli képeslap

Napjainkban a hajóhidak alkalmazása – a beépített anyag nagy mennyiségére, költséges fenntartásukra, valamint nehézkes javításukra való tekintettel – jelentősen visszaszorult. Szórványosan kisebb nyílások áthidalására, jobbára történelmi mementókként maradtak üzemben – jellemzően gyaloghídként. Folyami átkelésben betöltött szerepüket célirányosan kifejlesztett, korszerűbb szerkezetek vették át.

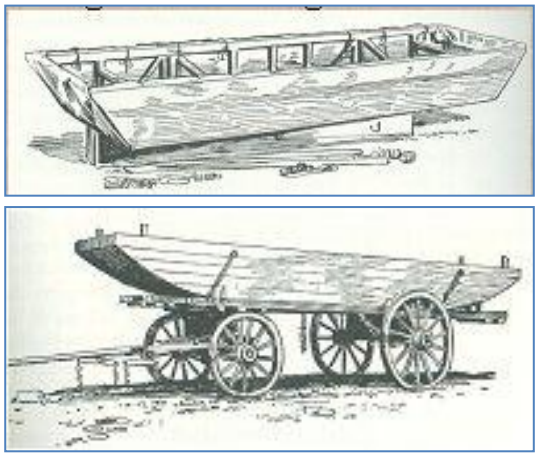


3.6 – Kis méretű csónakokon nyugvó gyaloghíd – Japán

4. A modern kori úszóhidak történelme – ideiglenes és félállandó hidak

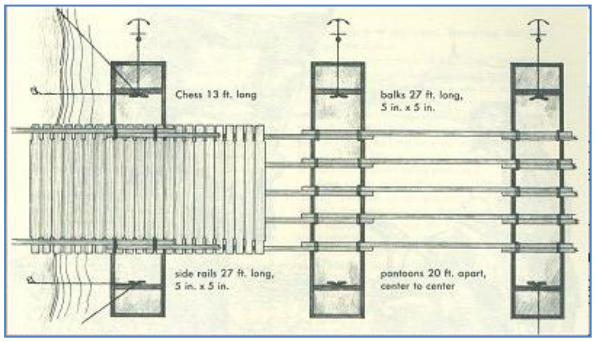
A XVI. századig a hajóhidak jelentették az úszóhíd-építés egyetlen létező megoldását – ezek a szerkezetek nagy teherbírásuk ellenére sok szempontból (lsd. 8. o.) komoly hiányosságokkal küszködtek: **a támaszul szolgáló hajók korántsem voltak egyszerű, gyorsan, nagy tömegben előállítható elemek; mind az építés, mind a javítás, mind a bontás folyamata meglehetősen nehézkesnek és lassúnak bizonyult; a bontott anyag többszöri felhasználására pedig nemigen nyílt lehetőség.**

Forradalmi előrelépést jelentett tehát a hollandok, majd később a franciák által alkalmazott, speciálisan létesítmények vízfelszínen tartására szolgáló, a hajókkal szemben szárazföldön is szállítható ún. úszóművekre (fr. **ponton**) támaszkodó, immáron célirányosan ideiglenes folyami hídátkelők létesítésére szolgáló megoldásának széles körű elterjedése [1]. A favázra erősített acél- illetve rézlemez borítással készülő, 350 kg tömegű, szögletes úszóművekre 5 méter hosszúságú, 10 x 10 cm keresztmetszetű gerendákból szerkesztett fedélzet került – az eképpen összeállított szerkezet **2,6** tonna terhet volt képes elviselni.



4.1 – Úszóművek

A hajóknál jóval kisebb és egyszerűbb pontonok alkalmazása egyúttal újszerű létesítési módot is lehetővé tett – az úszóművek **kis merülése** és tömege révén a megfelelő szélességű és kellően lapos fekvésű parton összeszerelt hídszerkezet a két kijelölt hídfőállás közé **bekanyarítható**. A művelet végrehajtásáról tanúskodó legrégebbi feljegyzés 1809-ből való: **Bonaparte Napóleon** Habsburg-Lotharingiai Károly főherceg ellen Wagramnál vívott csatáját megelőzően, július 5-én kelt át így a Dunán [1]. A pontonosoknak jelentős szerepe volt a napóleoni seregek győzelmében - a gyors átkelésnek köszönhetően az osztrákok a János főherceg vezette erősítést nélkülözve voltak kénytelenek ellenállni a francia előrenyomulásnak.



4.2 – Pontonhíd vázlata

4.3 – Napóleon seregeivel átkel a Dunán – Frederic Naulet olajfestménye

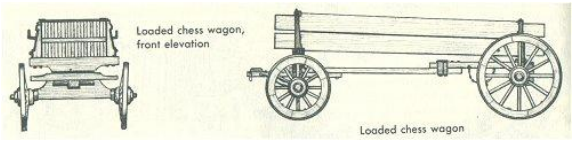
Az Egyesült Államokban a polgárháború (1861-1865) folyamán az uniós sereg kötelékében alkalmaztak először nagyobb számban pontonhidakat – a korábban alkalmazott fémborítású pontonokat **nehéz súlyuk** miatt fakeretre feszített vászon úszóművekkel, később gumihengerekből (a vulkanizálás techológiáját alig tíz évvel korábban, 1851-ben fedezte fel a szerencsétlen sorsú **Charles Goodyear**) kiképzett egységekkel [7] váltva fel. Három, egyenként húsz láb hosszú, húsz angolszász inch átmérőjű (egy angolszász láb ca. 30,5 cm; míg egy inch ca. 2,54 cm), tömlőkből összeerősített, felfújható elem alkotott egy, ily módon 20 x 5 láb külméretű hídtagot – ezekre került fel a híd fából összerótt pályaszerkezete. Az eképp összeálló szerkezet közelítőleg 7000 font (mintegy **3,175** tonna) teher elviselésére volt képes, míg helyben tartására hídtagonként mindössze egy 45 fontos (mintegy **20,39** kg) hajózási horgonyra volt szükség. A gumihengereket az uszadék jelentette sérülésveszélytől a végükön elhelyezett sapkák óvták, míg felülről a pályaszerkezet nyújtott megfelelő védelmet. **Létesítése és szállítása mellett javítása is egyszerűbb volt a megszokott pontonoknál – a váz nélküli gumitömlő sérüléseit nemes egyszerűséggel befoldozták [7].**

4.4 – Sherman (Unió) emberei úszóművet töltenek a Big Black River-i átkeléshez – Vicksburg, 1863

Gumipontonokat a nyugaton harcoló, **Blair** tábornok vezette hadtest alkalmazott elő-szeretettel Vicksburg (1863) felé vezető hadműveletei során, de sikerrel alkalmazták őket többek között Camdennél (1864) és Little Rocknál is [7].

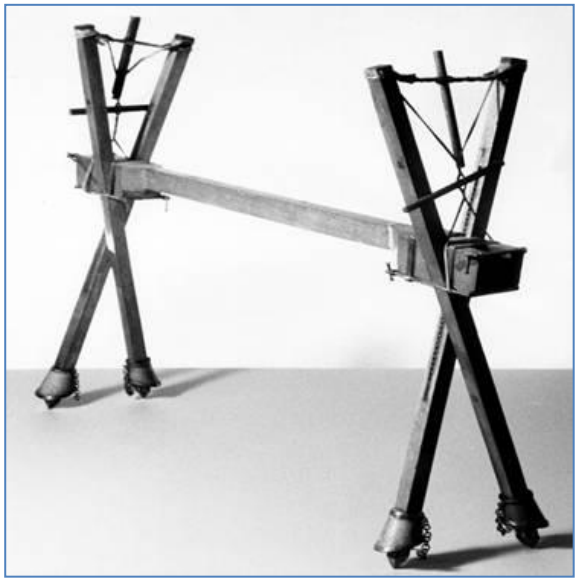
A gumipontonok elsősorban a kisebb távok ideiglenes áthidalására voltak alkalmazhatók. Nagyobb folyókat keresztező, vagy félállandó jelleggel létesítendő szerkezetek esetében a már említett vászonborítású, fakeretes úszóműveket használták. Az uniós erőknél rendszeresített pontonhidász-zászlóaljak 793 x 168 x 72 cm-es, **nyitott könnyű fa úszóműveiket** szétszerelt állapotban szállították a helyszínre, és csak közvetlenül a létesítést megelőzően állították össze.

A nagyobb terhekre tervezett, tartósabb megoldásokra fenntartott, méreteiben azonos **nehéz fa pontonokat** a hozzájuk erősített kerekes kocsikon vitték magukkal. A szabványosított pontonhidász-készlet 34, a pontonokat szállító kerekes kocsiból, 20 darab, a pályaszerkezet elemeit szállító járműből, valamint a pontonokban hordozott horgonyelemekből, kötélzetből és kapcsolóelemekből állt. A tartalék elemeket és szerszámokat összesen hat további kerekes járműben helyezték el. A szerkezet roppant súlyát hűen szemlélteti, hogy szerepétől függetlenül minden egyes kerekes jármű mozgatásához hat teherhordó állatot írt elő az érvényes szabályzat, így a teljes felszerelés mozgatásához (a tartalék állatokat nem számítva) 360 lóra volt szükség [7].



4.5 – Felmálházott, pályaszerkezetet szállító kerekes jármű

A háború alatt hosszabb ideig üzemben tartott pontonhidakon hamarosan megmutatkoztak a szerkezeti rendszer kényelmetlenségei, hiányosságai – **a pontonhidak esetében különösen nagy hangsúlyt kap a rendszeres, és esetükben kiugróan gyakori felülvizsgálat és karbantartás. A hídszerkezet méretétől függően nagyjából 6-20 fő által végzett folyamatos, 24 órás felügyelettel és javítással tartható megfelelő műszaki állapotban – Ennek oka egyfelől a horgonykötelek elkerülhetetlen meglazulása, másfelől a teherbírás megnövelése érdekében minél sűrűbben elhelyezett úszóművek között, valamint a horgonykötelek szövedékén megakadó folyami hordalék, melynek túlzott mértékű felhalmozódása a hídszerkezet sérüléséhez, nem ritkán pusztulásához vezet.**



5.1 – A Birago által kifejlesztett bakállvány (1825)

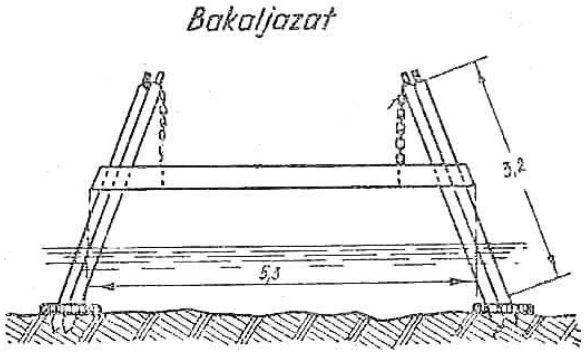
5. A XX. század ideiglenes jellegű úszóhídjai – korszerű úszóhíd-rendszerek

A korábban említett kezdetleges pontonhídszerkezetek esetében a felhasználást jelentős mértékben korlátozta a szerkezeti elemek munka- és időigényes összeszerelése, valamint a helyszínre juttatás nehézkessége. A nagy méretű úszóművek közúton nehezen, sok esetben egyáltalán nem voltak szállíthatók, a létesítés nagy figyelmet és szakértelmet igényelt. A hatékonyság növelése érdekében a későbbi korokban a szerkezeti elemek és rendszerek nagyfokú egyszerűsödésére, ötletes,

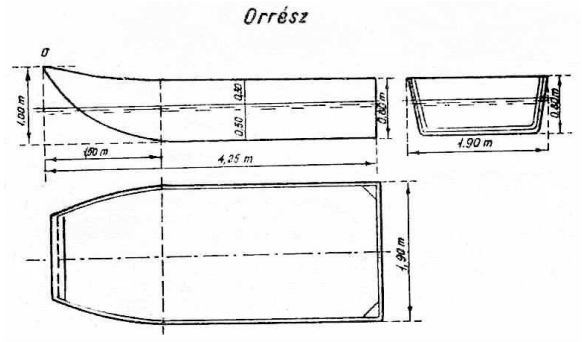
kevés hozzáértéssel is alkalmazható megoldások kifejlesztésére került sor.

5.1. – Korszerű pontonhidak

Az előbb említett korlátokat elsőként a Birago-féle konstrukció hágta át. A **Karl von Birago** (1792-1845) osztrák hadmérnök által 1825-ben kifejlesztett szerkezet számtalan korszakos újítással szolgált, kialakítását tekintve joggal nevezhető kora egyik kiemelkedő műszaki fejlesztésének. A készlet talán legnagyobb újítása a **feljárók** megtámasztásául szolgáló bakállvány volt: míg a korábbi híd-szerkezetek jellemzően helyszínen ácsolt bakjai kötött magasságuk következtében nem voltak újrafelhasználhatók, a Birago által tervezett fa támaszelem (**5.1 ábra**) magassága keresztbe tett lábai révén szabályozható volt, ami az úszóhidak rendszerét az úszóművek után egy újabb helyszíni viszonyokhoz alkalmazkodni képes előregyártott elemmel egészítette ki. A keresztet formázó lábak felső végeit összetartó kötélzet a felülről érkező teher hatására szétválni akaró szárak között megfeszült, így a szerkezet önmagát stabilizálta. A bakok befelé döntött síkja szintén rendkívül állékony kialakítást eredményezett (**5.2 ábra**). Az új konstrukció a telepítés műveletét is biztonságosabbá, egyszerűbbé tette – míg korábban az utászok meredekebb partviszonyok esetén sokszor nyakig vízben állva voltak kénytelenek a mederhez rögzíteni a bakokat, Birago bakjai az elhelyezést követően a csónakból a baklábak felső csúcsaira mért ütésekkel rögzíthetők voltak; ez a telepítés sebességét is nagyban megnövelte [11]. Tervezője becslése szerint a hídanyagból egy megfelelően kiképzett utászbrigád óránként 60 öl (ca. **102** méter) előrehaladást volt képes produkálni. Birago másik újítása az úszóművek kisebb egységekre való feldarabolása volt – a korábbi nagyméretű, nehezen szállítható pontonokat modulelemekből összeállítható kicsi, könnyű, szárazon és vízen is gyorsan mozgatható testekre cserélte (**5.3 ábra**), mely lehetővé tette a császári hadseregben a lassúsága és nehézkessége miatt addig önállóan működő pontonos hidász dandárok utász-alakulatokba történő beolvasztását [11]. A hajótesteket formázó úszóművekre a szárazföldi bakállványhoz hasonló kiképzésű állítható magasságú bakokat ültettek, ezek keresztléceire ültek fel a pályatartó gerendák. A pályaszint fölé nyúló baklábszárakon kötélből vagy láncból korlátot erősítettek (**5.5 ábra**). [11]



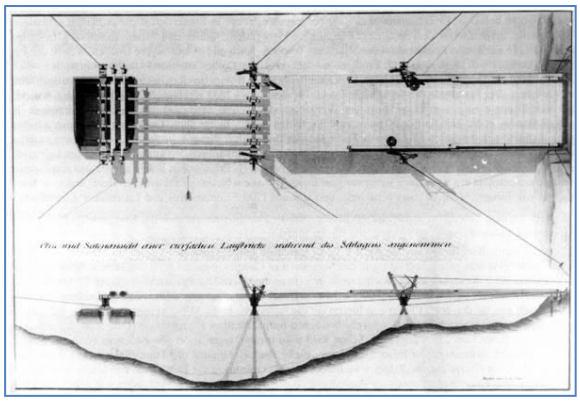
5.2 A Birago-féle híd parti feljárójának keresztmetszete



5.3 A Birago-féle híd úszómű-moduljai

Bár forradalmi megoldásai ellenére a tervezetet eleinte megvalósításra alkalmatlannak találták (ennek oka vajmi kevéssé műszaki kérdésekben keresendő – a császári erők utászainak szakmai önérzetét sértette, hogy saját fejlesztésű pontonjukat a beosztását tekitve a földmérőknél szolgáló Birago találmányára cseréljék le [11]) - 1839-es

bevezetését követően Európa-szerte gyorsan elterjedt, és több ország is a Birago-konstrukció tökéletesítésére alapozta saját rendszere fejlesztését. Népszerűségét és sikerét hűen jelzi, hogy tökéletesített változatai egészen a második világháború idejéig alapvető eszközét képezték számos európai ország (köztük az első világégés után önállóvá váló Magyarország) utászalakulatainak [11].

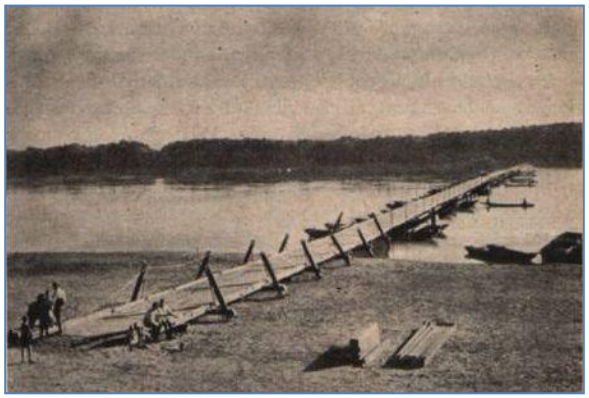


5.4 – Birago hídjának makettje a klosterneuburgi Utászmúzeumban

5.5 – A Duna átszelése Klosterneuburgnál, 1925

A Birago-féle készlet szolgált alapul többek közt a magyar fejlesztésű, kisebb teherbírású átkelők létesítésére szolgáló **KFP** (Könnyű Fa Ponton) hídanyag, valamint az 1933-ban (**Feimer László** tervei alapján [12]) rendszeresített **33M** típusú alumínium-szerkezetű nehéz hadtáphíd kifejlesztéséhez.

A **33 M** típusú alumíniumszerkezetű nehéz hadtáphíd elődjéhez hasonlóan moduláris felépítésű úszóműveket használt: készlete nyitott fedélzetű orr- és közbenső pontonokra tagolódott, melyekből pontonok illetve kapcsolt ikerpontonok voltak képezhetők. 6,62 méteres mezővel, 2,80 méter pályaszélességgel létesíthettek belőle átkelőket. Csatoló-, kereszt-, hossz-, perem- és szegélygerendái egységesen 200 x 100 mm külső befoglaló mérettel készült vastagfalú sajtolt alumínium zártszelvények. Az elemek végükön és csapjaikon vízhatlanul zárt kivitelben készültek. Könnyű súlyuknak köszönhetően az elejtett elemek nem süllyedtek el, mozgatásukat és összeszerelésüket pedig kétfős személyzet is biztonságosan elvégezhette. A fa pallók rétegszámának és a hossztartók számának növelése révén a szerkezetből épített átkelő teherbírása **8-12** tonnáig volt növelhető. [13]; [12];



5.6 A Birago-féle híd üzemben

5.7 – Toldi harckocsi átkelése 33M hídon

A szerkezetet acélból készült fedélzeti csörlők és horgonyok tartották helyben. A pontontestek bordáit és vázsszerkezetét szöge-

cseléssel összekapcsolt élhajlított alumínium-profilok alkották, vízhatlan burkolatukat egyrétegű alumínium héjazati elemekből állították össze, melyet sűrűn elhelyezett kétsoros, vászonbetéttel vízhatlanná tett szögecselés erősített a vázhoz. Parti bakjai a Birago alkotta támaszelemek alumínium kivitelben készült változatai voltak, melyeket kenderkötélzet fogott össze. A hídanyagból a Dunán való átkelésre is alkalmas szerkezetet is össze tudtak állítani – problémát jelentett azonban a szerkezet sérülékenysége, amely a darabok gyakori pótlását igényelte. Tápénál 1956-ban 10 tonna teherbírással egy sávon, váltakozó forgalmi iránnyal létesítettek 33M anyagú félállandó átkelőt az Algyő környéki szénhidrogénlelőhelyek után való kutatás következtében megnövő forgalmi igény kiszolgálására; üzemben tartása 33 személy gondos munkáját vette igénybe. Egészen 1968-ig maradt állva, amikor a megnövekedett forgalmi terhelés miatt lebontották – szerepét egy 60 tonna hordképességű kompátkelő vette át. A szétszerelt hídszerkezet elemeit a későbbiekben a környező hídépítések segédszerkezeteként, valamint felújítások ideje alatt ideiglenes elterelők kiépítésében hasznosították. 1981-ben nagy erőforrás-igényére és rossz műszaki állapotára való tekintettel végleg leselejtezték. [13]

5.8 – A 33M üzemben

5.9 – A Könnyű Fa Ponton, 1938

Hazánkban hidak félállandó jelleggel történő kiváltására, pótlására korábban is alkalmaztak úszóhidakat – Tokajnál 1920 és 1922 között a román királyi hadsereg által 1919-ben felrobbantott hidat pótolta pontonhíd. Az állandó megoldás helyreállítását követően a feleslegessé vált szerkezet Cigándra került át, ahol 1944-ig volt üzemben, mikor is a Magyar Honvédség szétszedte [14].

Polgáron 1936-1942 között működött pontonhíd – helyén korábban kompátkelő üzemelt, ám a Debrecen-Miskolc vasútvonal majdani átvezetése folyamatos áthidalást tett szükségessé, így előbb 200 méter hosszon 12 tonna teherbírású pontonhidat létesítettek a két part átmeneti összekötésére, melyet 1942-ben váltott fel a véglegesnek szánt, állandó jellegű hídszerkezet. Sem az állandó, sem az annak 1942-es elkészültekor Tiszadobra úsztatott átmeneti megoldás nem vészelte át a világháborút – a német csapatok 1944 végén mindkettőt felrobbantották [14].

A II. világháborút követő helyreállításban szintén gyakran került sor pontonhidak alkalmazására – Budapesten a lerombolt Margit-híd roncsainak szomszédságában 1946-ra megépült ideiglenes hajóhíd, korabeli népszerű nevén „**Manci**” szolgálta ki a két part közt újrainduló forgalmat. A **Mistéth Endre** tervezte szerkezet 1948 augusztusáig, a Margit híd forgalomba való visszahelyezéséig maradt üzemben, majd szétszerelését követően elemeit

a Tiszán létesített pontonhidak építése során hasznosították újra. A Tiszadob mellett 1949-ben, valamint a Cigánd és Dombrád között 1952-ben megépült pontonhidakhoz egyaránt a „Manci" szolgált alapanyagul [14].

5.10 – A „Manci" – háttérben a Margit híd roncsaival

5.11 – Átkelés a „Mancin"

A Tiszán üzemben tartott pontonhidak csak részleges megoldással szolgáltak – kivétel nélkül egy kocsinyom szélességben épültek, kis teherbírásuk nagyobb gépkocsik áthajtását nem tette lehetővé, és a jeges ár és az árvíz veszélye miatt csak az év egy bizonyos szakában voltak használhatók. A szerkezetek összeszerelt állapotában nyitható hídrészen keresztül volt átengedhető a hajóforgalom.

Csongrádon 1896-ban vásárolták meg és állították fel az Esztergomban Mária Valéria híd átadása után feleslegessé váló pontont. Több átalakítást és egy 1919 tavaszát követő teljes újjáépítést követően a 3,2 méter pályaszélességű átkelő 200 m hosszon, 7,5 tonna teherbírással bonyolítja – értelemszerűen váltakozó irányú - forgalmát. A 83 méter szárazföldi hídszakaszhoz viszonylag lapos partok között 117 m úszó hídrész tartozik, melyet 53 m széles szakaszon nyithatnak fel a hajóforgalom átbocsátására. Teleltetése közeli öbölbe való vontatással oldható meg. [15]. A szerkezetet a partközelben betonfejbe ágyazott melegen hengerelt acéloszlopok, a mederben zárt, a felhajtóerő kihasználása érdekében igen nagy alapterülettel (8,0 x 3,50 x 1,25 m befoglaló mérettel) kialakított kis magasságú, négyszög alaprajzú pontonpárok támasztják meg. 13,4 méteres mezőkre tagolódó felépítményét kis magasságú, csuklós illesztésű, kéttámaszú főtartókra fektetett kettős U-szelvényű kereszttartók alkotják, ezekre ül fel a híd 10 cm vastag keményfa pallók alkotta pályaszerkezete. A felszerkezetre csőszelvényű feszítőmű csatlakozik. A szerkezetet igénybevétel-eloszlását a pontonok felső síkjára erősített csuklósan kapcsolt gerendasor teszi egyenletesebbé – ennek következtében szerkezet merülését is csökkentve. A pályaszint magassága a pontonokra szerelt kétoldali, létrafogas támasztókbakok dőlésszögének állításával szabályozható. A szerkezetet a szélső pontonokra szerelt csörlők horgonyozzák ki a partközelben elhelyezett horgonyzóhelyhez (**5.12-5.15 ábrák**). [15]

5.12 – A csongrádi ponton

5.13 – A csongrádi ponton

5.14 - A csongrádi ponton

5.15 – A lónyai ponton

Lónya és Tiszamogyorós között 1996-ban állították fel a Cigándon felszabadult pontonhidat, mely a mai napig üzemel. Az átkelőt zárt, nagy alapterületű, kis magasságú, négyszög alaprajzú pontonok támasztják meg. A szerkezet kihorgonyzását az úszóműveken elhelyezett csörlők teszik lehetővé, a hidat a mederhez kötötték ki (**5.15-5.16 ábrák**). Felépítménye csavarozott illesztésű I-főtartókra felülő zárt négyszögszelvényű acél kereszttartók sora, erre ül fel a fapallók alkotta pálya, melyet oldalirányban pályatartók biztosítanak. A szerkezetet igénybevétel-eloszlását a pontonok felső síkjára erősített gerendák teszik egyenletesebbé – így a szerkezet merülését is csökkentik. [15]

Cigánd és Dombrád között kisebb megszakításokkal 1922-1994 között állt ponton, mely jelentős korlátozásokkal bonyolította forgalmát: egy kocsinyom szélességben, max. 10 tonna súlyig tette lehetővé az átkelést. [15]

5.16 – A lónyai ponton

5.2. – Acélszerkezetű ideiglenes pontonhidak

Mint az előbbiekből is látszik, a II. világháborút követő úszóhídfejlesztésekben az addig általánosan használt fát - elsősorban a hegesztéstechnológia fejlődésének köszönhetően - a tartósabb, ellenállóbb acél váltotta fel. Az ezekben az időkben készülő szerkezetek fokozatosan elhagyták tagolt, úszóműre és felszerkezetre elkülönülő felépítésüket. Az átmenetet jól illusztrálja a kor két jellemző, egymást követő úszóhíd-konstrukciójának – a

harcászati feladatok támogatására tervezett **N2P**, valamint az **NPO** sorozatjelű hídanyagok - összehasonlítása.

5.2.1. – N2P pontonhídanyag

Szovjet fejlesztésű hídanyag, a készlet felhasználásával 16 tonna teherbírású hídátkelők létesítése is lehetségessé vált [16].

5.17 - N2P típusú hídanyag beépítése

5.18 – N2P folyami komp építése

A Honvédelmi Minisztérium Műszaki Főnökségének alárendeltségébe tartozó, a Fejér megyei Ercsiben 1998-ig szolgálatot teljesítő Pontonos – Hídász Dandár 1950. évi megalakítását követően elsőként rendszeresített technikai eszköze. Komp- és hídátkelő berendezésére egyaránt alkalmasnak bizonyult - előbbi létesítése a Dunával megegyező volumenű vízfolyásokon 3-4 óra, utóbbi 12-14 óra leforgása alatt volt kivitelezhető [17]. Szerkezeti szempontból úszó támaszokon felfekvő tartórácsként volt jellemezhető, a pontonokra csavarozással erősített acél főtartónégyesre feküdt fel a pallók alkotta pályaszerkezet. Pontonjai a polgári célú hidakhoz mérten jelentősen kisebb alapterülettel rendelkeztek – ez utóbbi tulajdonságuk a felhajtóerő-kihasználás kárára a készlet szállíthatóságát könnyítette meg.

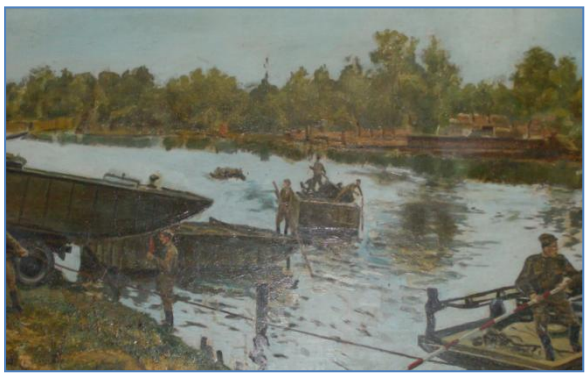
5.2.2. – NPO-53M és NPO 59M pontonhidak

A szintén szovjet fejlesztésű, a nagyobb merevség elérése érdekében zártpontonos kialakítású hídanyagot az ercsi Pontonos-Hídász Dandárnál 1953-ban rendszeresítették. 1968-as visszavonásáig a hídanyagból 26 alkalommal létesítettek átkelőt, melyhez kedvező körülmények és fegyelmezett kivitelezés mellett 2-2,5 óra is elegendőnek bizonyult. Az 1953-1961 között használt **NPO 53 M** zsámoly nélküli, az N2P-hez hasonló épített fedélzettel üzemelt – az egyes hídtagok szállításához előbb a **CS-K-300** sorozatjelű, majd a jóval elterjedtebb és sokoldalúbb felhasználású **ZIL-150** típusú nehéz tehergépkocsi szolgált hordozójárműként.

5.19 - Átkelés 60 tonnás NPO hídon

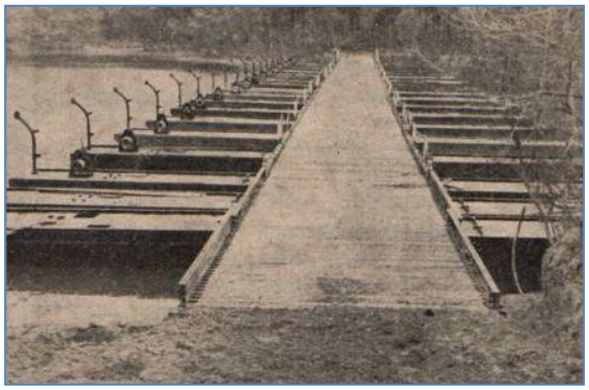
5.20 – NPO típusú ponton vízre dobása

A készletből a Dunán a korabeli tapasztalatok szerint 5-6 óra leforgása alatt állíthattak össze hídátkelőt. [17] Az ezt felváltó **NPO 59M** készlet jelentős újítása a forgó-zsámolyos kialakítás – az erre felülő fedélzet a szállítás során az úszómű tengelyével pár-huzamos állapotban rögzített; a vízre dobást követően a tengelyét derékszögbe fordítva, majd lekötve üzembe helyezhető. A megoldás töredékére csökkenti mind a telepítés személyi igényét, mind a létesítésre ráfordítandó időt. A konstrukciót az 1968-ban megjelenő **PMP** szalaghídrendszer (lsd. **5.4.1**) szorította ki a rendszeres alkalmazásból.



5.21 – NPO pontonhíd – Radivoj Szonin pontonoskatona olajfestményének részlete

5.22 – NPO pontonhíd - Radivoj Szonin pontonoskatona olajfestményének részlete



5.23 - NPO 59M típusú hídátkelő

5.24 – NPO típusú kompátkelő

5.3. - Uszályhidak

A hajóhidak alapgondolata él tovább a pontonhidak mellett meghonosodott másik szerkezettípusban, a sík fedélzetű, nagy teherbírású folyami uszályok összekapcsolásával kialakított ún. uszályhidakban. Legismertebb honi képviselőjük az 1970-es évek elején kifejlesztett **TS** uszályhíd.

Az önálló állapotukban uszályként üzemelő **TS** bárkák (röv.: Tank és Szárazáru) összekapcsolásával közúti és vasúti átkelő is képezhető. Három típusra oszlanak, 1500, 1600, 740 t hordképességgel, 80,4 m, 76,5 m, illetve 40,2 m hosszal. Fejlesztői **Galló László** és **Mazán Pál** hadmérnökök.

5.25 – A TS uszályhíd – Pest megyei hidak

5.26 – A TS uszályhíd vasúti változata

A közúti változat útpályaszélessége 4,0 m, így váltakozó irányú forgalom átbocsátására alkalmas - ezt automatikus vagy kézi úton vezérelt jelzőrendszer szabályozza. Hossza igény szerint az uszályokénak egész számú többszöröse, teherbírása a szabvány közúti „A” kategóriának megfelelően **80** tonna. Rajta hajózónyílás nyitható, a hajózóútra előírt követelmények függvényében 40-76-80 m hosszon, vagy ezek egész számú többszörösén. A rendszer a vízi akadály bármely keresztszelvényében telepíthető, amelyhez közúti csatlakozás létezik avagy létesíthető (Pl. kiépített komplejáró utak közt). Telepítési ideje az átkelő hosszától függően 8-36 óra [18]. Alkalmazására kifejlesztése (1972) óta több alkalommal is sor került, pl. a tahitótfalui Szentendrei-Duna híd átépítésekor (1976) három uszályból kialakított átkelő váltotta ki a régi hídszerkezetet annak néhány napos áthúzása alatt. 1985-ben Adony és Lórév között 36 óra alatt 522,4 m hosszon épült TS uszályhíd egy katonai hadgyakorlat keretében. Az M0 körgyűrű közúti hídjainak építésekor 1989-1990 közötta hárosi Duna-híd, 2008-ban a Megyeri híd munkálatait segítette TS uszályhíd, de a tiszaugi, az oszlári, a dunaújvárosi és a lágymányosi hidak építésekor is TS uszályhidakon bonyolították le az építést kiszolgáló forgalmat [19].

A vasúti változat egyvágányú pálya átvezetésére alkalmas, legalább három 80,4 m-es úszó egység beépítését igényli, így minimális hossza 300 m. Maximális hosszát tekintve nincs korlátozás, a szerkezet hosszmérete értelemszerűen 80,4 m-enként növelhető. Teherbírása a vasúti „A” osztálynak megfelelő, a szerkezeten 80-160 m hosszon hajózóút nyitható, nyitása és zárása másfél-két órát vesz igénybe az üzemeltetők gyakorlottságától függően. Telepítése a parton fix hídfők kiépítését igényli – a hídfő maximális lehetséges lejtése (30‰) esetén is 3 m vízszintingadozást képes kiszolgálni. Telepítése a fix hídfők kiépülését, valamint a vasúti felépítmények uszályokra való felépítését követően a hídszerkezet hosszától függően 36-48 órát vesz igénybe. Alkalmazására 1978-ban került sor, a Szalkszentmártont Dunaújvárossal összekötő vasútvonal 542,5 m hosszú, a Duna feletti átkelőjeként szolgált TS uszályhíd. Kiépítése 42 óra alatt zajlott le [18].

Kettős célra fejlesztették az NSZK-ban rendszeresített **P160** típusú uszályokat is – a „nyers” formájukban kavics-, kőtörmelék, illetve más szárazáru szállítására alkalamazott egységekből azokat a vízfolyásra merőlegesen

egymás mellé állítva hídátkelő képezhető; teherbíró és forgalomátbocsátó képessége azonban a TS rendszeréhez mérten erősen korlátozott [20].

Az uszályhidak előnye nagy teherbírásuk, gyors létesítési idejük és a hajózónyílás kialakításának könnyedsége, valamint az a jellemzőjük, hogy szükség esetén komp-átkelőként is üzemeltethetők. A szerkezettípus gyengeségét az alkotó uszályok nagy súlya és kiterjedése jelenti, mely szárazföldi szállí-tásukat meglehetősen problémássá, a fenti példák esetében gyakorlatilag lehetetlenné teszi - ez a projekt [0] által megoldani kívánt árvízvédelmi katasztrófahelyzetekben komoly hátrányt jelenthet.

5.27 – A PMP parti feljáró egysége

5.28 - PMP hídátkelő üzemben

5.29 – PMP folyami hídkomp fedélzárás előtt

5.30 – Felmálházott szállítójármű

5.4. - Szalaghidak

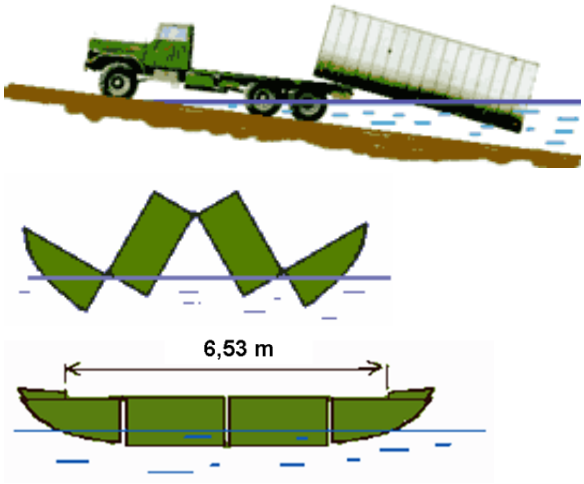
5.4.1. - A PMP Szalaghídkészlet

A **szalaghíd** néven ismertté vált szerkezeti rendszer eredete a II. világháborúig nyúlik vissza – mind az elnevezés, mind a rendszer alap-gondolata a német Wehrmacht kutatási-fejlesztési projektjeiben bukkan fel először, megvalósítására azonban csak a világháború befejezését követően került sor: a Szovjetunió **PMP** jelzésű, acélból gyártott rendszere lett az első gyakorlatban is alkalmazott példánya az azóta széles körben elterjedt szerkezeti megoldásnak. Az eszköz megjelenése forradal-masította a vízi akadályok leküzdésének lehetőségét: jellemző tulajdonsága, hogy komp- és hídátkelőhelyek berendezésére egyaránt

alkalmas, ugyanakkor teherbírása mind a korábban készült hídkészletek, mind a szokványos kompátkelők teherbírását jelentős mértékben meghaladja, míg építési ideje, valamint az építéshez szükséges személyi erőforrás- és eszközszükséglete lényegesen kisebb minden korábbi megoldásnál. Fejlesztése 1947-ben a német szakemberek által lefektetett alapokon indult meg, majd a prototípus elkészültét (1954) követően 1962-ben rendszeresítették a szovjet műszaki csapatoknál [9]. A készlet anyagából 20 és 60 tonna teherbírású hidak, valamint 20-170 tonna teherbírásig áthajózási kompok építhetők. A PMP szalaghídrendszer készlete az alábbiakból épül fel:

5.31 – BMK csónak felmálházva

- 32 db folyami hídkomp, és komponként a kompegység szállítására rendszeresített Kraz 225 típusú szállítójármű
- 4 db parti hídkomp, és komponként a kompegység szállítására rendszeresített Kraz 225 típusú szállítójármű
- 2 db nyompályaburkolat és Kraz 225 típusú szállítójármű
- 12 db ZIL-131 (ZIL-157K) típusú gépkocsival vontatott BMK-90 vagy BMK 130 típusú vontató motorcsónak
- 1 db alkatrészeket, szerszámokat és tartozékokat tartalmazó készlet



5.32 ábra A ledobás és a nyitás művelete

5.33 – A hídkomp fedélzárása

A **folyami hídkompok** rendeltetése a hidak és kompok úszóaljzatának és fedélzetének biztosítása – egyetlen folyami hídkomp 4 db pontonegységből épül fel; szállítása az **5.30 ábrán** látható módon, összecsukott állapotban történik, majd vízre tételét követően - pusztán a gravitációs erő hatására – szalagszerűen szétnyílik, és kész híd- avagy áthajózási kompként rögtön hasznosítható; utóbbi formában üzemeltetve különleges előnye, hogy kikötőhíd létesítése nélkül alkalmazható, a kikötőhidat kompfeljáró helyettesíti. Egyetlen

folyami hídkomp szétnyitott állapotában a 60 tonnás híd 6.75 méter hosszú egységét képezi – 20 tonnás híd a komplett folyami hídkomp két félre történő szétszerelése révén létesíthető – a pályaszélesség ekkor 3,29 méterre csökken. A folyami hídkomp fő részei: [9]

- 2 db középső, nehézfedélzetű pontonegység
- 2 db szélső, könnyűfedélzetű pontonegység
- A pontonegységekre telepített összekapcsoló szerkezetek (fedélzeti- és fenékzár, összehúzó szerkezetek, alsó kapcsoló szerkezetek)
- horgonycsörlő
- feljárótartó daru
- 2 db feljáró
- egyéb szerelékek és tartozékok

5.34 – BMK csónak üzemben

A hídpályát középső és szélső pontonjainak nehéz fedélzete képezi. A szélső pontonok könnyű fedélzetétől a nehéz fedélzethez való átmenet peremét egy, egyben szegélyt is képező függőleges gerincfal adja. Műszaki jellemzőit az alábbi táblázat részletezi:

Műszaki jellemző	Nyitott állapot	Zárt állapot
Hossz	6,910 m	6,910 m
Szélesség	8,090 m	3,154 m
Magasság	1,110 m	2,277 m
Tömeg	6,790 t	6,790 t
Teherbírás	20 t	-

A **parti hídkompok** rendeltetése a folyami hídrész és a partszakasz közötti átmenet, azaz a forgalom számára járható út biztosítása – szállítása, vízre tétele, szerkezeti viselkedése a folyami hídkompéval azonos teherbírása 10 tonna, építési hossza 5,5 méter. a parti hídkomp fő részei: [9]

- 2 db középső, nehézfedélzetű pontonegység
- 2 db szélső, könnyűfedélzetű pontonegység
- A pontonegységekre telepített összekapcsoló szerkezetek (fedélzeti- és fenékzár, összehúzó szerkezetek, alsó kapcsoló szerkezetek)
- 2 db középső feljáró
- 2 db szélső feljáró
- egyéb szerelékek és tartozékok

Műszaki jellemzőit az alábbi táblázat részletezi:

Műszaki jellemző	Nyitott állapot	Zárt állapot
Hossz	5,911 m	5,911 m
Szélesség	7,186 m	3,150 m
Magasság	1,024 m	2,277 m
Tömeg	7,250 t	6,790 t
Teherbírás	10 t	-

Kezelőszemélyzete és kezelésének módja a folyami hídkompéval egyező. A kezelő-személyzet összetételét, feladatait lsd. lentebb.

A **nyompályaburkolat** rendeltetése a híd fel- és lejáróihoz csatlakozó talaj megerősítése annak laza szerkezete (pl. sár) esetén. Szerkezete egymással szőnyegszerűen, csuklókon keresztül kapcsolt kisebb és nagyobb méretű táblákból épül fel. Műszaki élettartamát tekintve a PMP készlet leggyorsabban elhasználódó eleme – mindössze 1000 lánctalpas jármű átbocsátására tervezték [1].

Műszaki jellemzőit az alábbi táblázat részletezi:

Műszaki jellemző	Paraméter
Hossz	11,700 m
Szélesség	2,986 m
Magasság	75 mm
Tömeg	2,670 t

A **vontatócsónakok** rendeltetése a kompok vízen történő mozgatása, valamint a hidak vízi akadályban való megtartása – a kompokhoz zárócsapos lánccal vagy tolóvillával hozzá-kapcsolva azok mozgatását tengelyirányú vagy oldalirányú tolással és vontatással végezheti. A motorcsónak vontatását szárazföldön, menetben a rászerelt mankókerekek biztosítják, melyeket a vízrebocsátás után a kezelő-személyzet a hajótest mellé felhajt. [9]

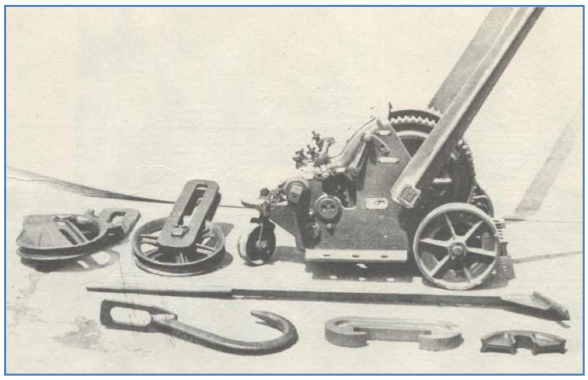
Az **átkelő kiépítéséhez** a létesítés megkezdését megelőzően a folyó partján szárazföldi útról jól megközelíthető építőudvar jelölendő ki, innen végzendő el a hídkompok vízre tétele. Kedvező partviszonyok esetén a partközelben megépített hídszerkezet egy- vagy kétoldali bekanyarítással zárható – mostohább körülmények mellett tagonként is egymás mellé manőverezhetők az egyes kompok.

Egyetlen hídkomp üzembe helyezéséhez négyfőnyi (részlegvezető, gépkocsivezető, valamint kétfőnyi pontonos) kiszolgáló személyzet szükséges. A vízre málházott hídkompon előbb a fedélzet keresztirányú merevségét biztosító fülecsek, majd a másik, már beépített hídkomphoz bütüsen közelítve a szerkezet hosszirányú, gépészeti igénnyel meg-formált kapcsolóelemei zárandók. Ezt követően a hídkompra szerelt csörlők horgonykötelei kivezetendők. A szerkezet oldal-irányban a horgonykötelek horgonyzó-helyekhez történő csatlakozása után biztosított - a hídkomp hídba való beépítése ezt követően befejeződött, állapota üzemkész; hozzá további hídkompok csatlakoztathatók. A szerkezet teljes kiépültét követően terheléspóbával ellenőrzendő. -

5.35 – A felmálházás művelete

A szerkezet elbontása az előbbi lépések fordított sorrendjében történő végrehajtásával lehetséges; a bontást követően a kibontott hídkomp végkeresztmetszetén elhelyezkedő horogrendszeren átvezetett csörlő segítségével a hordozójárműre csörlőzhető (folyamatát lsd. az **5.35 ábrán**) – a horgok elhelyezése révén a hídkomp a felcsörlőzés folyamatában össze is

csukódik, és kezdeti, hossztengelye mentén összezárt állapotába kerül vissza. [1]



5.36 – KCS 60 60 tonnás csörlő

Egy készlet anyagából maximálisan 60 tonna teherbírással 227 méter hosszon 6,53 méter szélességben, 20 tonna teherbírással 382 méter hosszon, 3,29 méter szélességben létesíthető hídátkelő. A 60 tonnás híd terhelése nem haladhatja meg a 60, vonatterhelés esetén a 90 tonna terhet. A láctalpas eszközök 30 km/h sebességkorlátozás, valamint 30 méteres követési távolság mellett egyetlen forgalmi sávban, míg a teherbírás felét meg nem haladó járművek két forgalmi sávban közlekedhetnek a hídon – ez a tapasztalatok szerint jó időben óránként 600-800, míg kedvezőtlen időjárási viszonyok mellett óránként 250-300 harckocsi átbocsátását teszi lehetővé [23]. A 20 tonnás hídon a 2,6 métert nem meghaladó nyomtávú, legfeljebb 25 tonnás gépjárművek, ill. 30 tonnát nem meghaladó vonatterhelésű szerelvények 20 km/h sebességgel, míg a 20 tonna alatti járművek legfeljebb 30 km/h sebességgel, a 12 tonnánál könnyebb eszközök pedig korlátozás nélkül haladhatnak át. Tetszőleges hídátkelő létesítéshez szükséges idő az átkelő hosszának és a kezelőszemélyzet gyakorlottságának függvényében 30-50 perc. A létesítés-kezelés 136 fő (102 pontonos, 34 gépkocsivezető) összehangolt munkáját igényli. A PMP készletet a világ számos országában – köztük 1968-ban Magyarországon is – rendszeresítették [17]. Hazánkban e sorok írásakor három készlet is használatban van [9] – Az 1990-es évek második felében a magyar erők balkáni IFOR/SFOR szerepvállalása során a Száván két, PMP anyagból létrehozott hidat is üzemben tartottak. A Magyar Honvédség Szentesen szolgáló MH 37. II. Rákóczi Ferenc Műszaki Zászlóalja által 2003. március 15-i nemzeti ünnep alkalmából a Dunán létesített, **Európa-híd** névre keresztelt ideiglenes átkelője (március 14-16.) is PMP hídanyagból került megvalósításra [23].

5.4.2. - A PPN szalaghídkészlet

A PMP rendszerrel közel egy időben került rendszeresítésre a szintén a Szovjetunió által fejlesztett **PPN** típusjelű, egyjáratú közúti kocsipályát biztosító, 40 tonna teherbírású szalaghídkészlet. A hídszerkezet 6 méter hosszúságú elemekből kerül összeszerelésre, az egyes elemeket mechanikus kapcsolat dolgoztatja együtt. Az elemeket speciális szállítójárművekkel juttatják a helyszínre, majd billentéssel kerülnek a létesítés helyszínére. Az átkelő bontásakor csörlőkkel emelhetők vissza a szállítófedélzetre. A híd létesítésekor a vízparton 3-4 ledobóhelyet kialakítva az elemekből 30 méteres szakaszok alakítandók ki, melyek **AVM** típusú motoros kishajókkal való beúsztatás útján kapcsolhatók híddá. A hídkészletből 40-60 perc alatt teljes szerkezet létesíthető – üzeme alatt azonban nincs lehorgonyozva, helybentartását az építés során is alkalmazott hajók végzik. A hídszerkezet közvetlenül a vízfelszínre támaszkodik, függőlegesen erőteljesen hullámzik. Mivel rendkívül gyorsan mozgatható, elsősorban katonai kísérőhídként alkalmazzák. A HM Magyar Műszaki Alakulata 1996-ban a Száván létesített PPN rendszerű átkelőt a horvátországi Okucsaniban, a délszláv háborús események során elpusztult híd ideiglenes pótlására [18].

5.37 – PPN rendszer üzemben

Műszaki jellemző	Nyitott állapot	Zárt állapot
Hossz	6,920 m	6,920 m
Szélesség	8,130 m	3,220 m
Magasság	1,120 m	2,310 m
Tömeg	5,579 t	5,579 t
Teherbírás	lánctalpas járm.: MLC70 gumikerekes járm.:MLC96	

A **parti hídkomp** műszaki jellemzői:

Műszaki jellemző	Nyitott állapot	Zárt állapot
Hossz	7,720 m	5,810 m
Szélesség	8,150 m	3,200 m
Magasság	1,090 m	2,390 m
Tömeg	5,473 t	5,473 t
Teherbírás	lánctalpas járm.: MLC70 gumikerekes járm.:MLC96	

5.4.3. - Ribbon Bridge

Amerikai és nyugatnémet szakemberek a múlt század 70-es éveiben légifotók, és más hírszerzési információk, valamint egy, az arab-izraeli háború alatt zsákmányolt PMP hídkészlet alapján alkották meg saját szalag-hídrendszerüket – lényegében a Szovjetunió PMP konstrukciójának NATO-viszonyokhoz igazított változatát. A fejlesztés eredményeként előállított – a fejlesztők kívánsága szerint egymással kompatibilis - rendszer német változata FSB (ném. **Faltschwimmbrücke**, azaz összecsukható úszó híd), amerikai klónja **Ribbon Bridge** (a szalaghíd kifejezés angol megfelelője) néven került rendszeresítésre a két ország katonai alakulatainál. [9] Elemeinek funkciói (szállítójármű, vontatócsónak, parti feljáró, folyami hídkomp) a PMP készletével egyezők, pusztán méreteiben, és működésének néhány jellemzőjében tér el az eredeti konstrukciótól. A **folyami hídkomp** műszaki jellemzői:

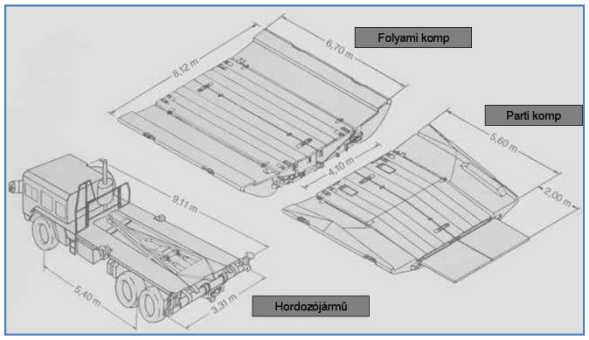
A PMP-vel szembeni lényeges eltérés a szerkezetek tömege közti különbség – a RB anyaga a színtiszta acélnál jelentősen kisebb sűrűségű alumíniumötvözet. Ennél is jelentősebb változás azonban, hogy a pontonok lerakása, felvétele, összekapcsolása hidraulikus vezérlésű, ezáltal ezek a műveletek gyorsabban végrehajthatók, a rájuk fordítandó erőforrás-igény pedig nagy mértékben csökkent. Súlyos hiányossága azonban a konstrukciónak, hogy – szemben szovjet elődjével - a hídkompoknak nincs beépített kihorgonyzó felszerelése; az átkelő kizárólag partról horgonyozható, nagyobb fesztávok esetén pedig a tolóhajók folyamatos üzeme mellett tartható csak meg tengelyében. A hídanyagból megközelítőleg 214 méter hosszon létesíthető átkelő. [9]

A szerkezet tökéletesített változata az egyenlőre még csak kis számban rendelkezésre álló, 2003-ban rendszeresített Improved Ribbon Bridge (IRB) – ez hídanyag azonban pusztán teherbírásában teljesíti túl elődjét. [9]

5.38 – Kiépített IRB hídátkelő

5.39 – IRB egység ledobása

A szalaghidak szerkezeti anyaga jellemzően acél. Szerkezeti kialakításukat tekintve alacsony gerincmagasságú, hegesztett kivitelű szekrénytartókként jellemezhetők, melyek a vízen úszva rugalmas ágyazású gerendaként viselkednek. Nagy felületük révén a felhajtóerőt jelentős mértékben kihasználják. A szerkezettípus kimagasló előnye a kis szerkezeti magassághoz és merüléshöz társuló relatíve magas teherbírás. Katasztrófavédelmi szempontból igen előnyös kialakítású szerkezetek, hiszen mind az uszályhidakhoz, mind a klasszikus pontonhidakhoz mérten kisebb súly, gyorsabb, könnyebb és kevesebb erőforrás mozgósítását igénylő létesítés jellemzi őket, közúton való szállításuk összehajtott állapotban problémamentesen megoldható, és kis merülésük révén nem érzékenyek a meder mélységére, szabálytalanságára. Mivel viszonylag kis számú elemből állnak, fenntartásuk, várható élettartamuk magasabb a pontonhidak zöménél. Hátrányuk a klasszikus pontonhidakéval egyező – az elemek előállítása egyedi kialakításukból fakadóan igen precíz kivitelezést igényel. A gyártás mellett a létesített átkelő üzemben tartása is igen költséges, így nagyobb változataik kisebb terhelésű vagy csekély forgalmi igényű bevetésekre történő huzamosabb felhasználása továbbra is gazdaságtalan.



5.40 – Az IRB egységek méretei

5.41 – Üzemkész IRB hídkomp

6. Konklúzió

A felmerült műszaki probléma megoldására a fenti áttekintés alapján az acélszerkezetű szalaghidak kínálják a legcélszerűbb megoldást. A szerkezettípus egyesíti magában mindazokat a jellemzőket, melyek katasztrófavédelmi szempontból jelentőséggel bírhatnak. A szalaghidakra jellemző:

- **A megfelelő teherbírás** (akár 60-80 tonna felett is)
- **Szerkezeti egyszerűség** (rugalmas ágyazású szekrénytartó, követhető erőjáték jellemzi, javítása, karbantartása, az elhasználódott elemek cseréje megoldható)
- **Gyártható, könnyű, könnyen** (közutakon, átlagos teherbírású tehergépjárművekkel) **szállítható elemek**
- **Egyszerű és gyors építésmód, bontás, javítás** (hídkomponként akár 2-4 fő is elegendő, néhány óra alatt több száz méteres táv is áthidalható)
- **Kis bontási anyagveszteség** (Oldható kapcsolatai révén a szerkezeten nincs elhasználódó elem)
- **Többszöri beépíthetőség** (Erős, környezeti hatásokkal szemben ellenálló acél alapanyaga több évtizedes élettartamot is lehetővé tesz)

További előny, hogy a konstrukció kis merülése révén meder- és partviszonyoktól független megoldásnak tekinthető, és szükség esetén (megfontolt gazdasági mérlegelést követően) félállandó megoldásként is üzemeltethető.

Alternatívaként megvizsgálandó egy, a fenti követelményekkel összhangban minimalizált szerelési és létesítési igénnyel - pl. az NPO esetében látott forgózsámollyal, vagy a GSZP rendszernél látott kihajtható fedélzettel, esetleg a két megoldás ötvözésével - kialakított klasszikus, úszóműveken nyugvó hídszerkezet alkalmazásának lehetősége; teherbírása, méretei és újbóli felhasználásának lehetősége ezt a szerkezettípust is alkalmassá teheti a katasztrófahelyzet kezelésére. A két változat funkcionális és gazdasági szempontok alapján történő összehasonlításával kiválasztható a felvetült műszaki probléma optimális megoldása. A két szerkezeti koncepciót, összehasonlításukat a **Vázlatterv: műszaki leírás** c. munkarész mutatja be. Az értékelést segítő közelítő statikai számítást **VSZ.1.** és **VSZ.2.** számítási mellékletek, a vázlattervi kialakítá-sokat **VT.1.** és **VT.2.** tervlapok közlik.

N.B.: Megfontolásra érdemes lehet a relatíve nagy térfogatsúlyú acél alter-natívájaként más szerkezeti anyag - Könnyűbeton, alumínium, polimerek - alkalmazása, azonban az anyagnak a funkcionális követelményekre való tekintettel vízzárónak, sérülésekkel szemben ellenállónak, valamint könnyen javíthatónak kell lennie. az említett anyagok ezen követelményeket jelenleg nem, vagy csak aránytalan mértékű anyagi ráfordítás árán képesek teljesíteni.

7. Forrásjegyzék

[0] Hajmási Dániel Zsolt: Acélszerkezetű pontonhíd tervezése – Összefoglaló és előszó (Summary and foreword)
Diplomaterv. Budapest Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 2012.

[1] Halasi Gábor: A Magyar Honvédségben rendszeresített átkelő- hídépítő gépek és eszközök jellemzői, alkalmazásuk elvei, lehetőségei.
Előadássorozat (PPT). ZMNE, 2011.

[2] Szabó János – Visontai József: Válogatott fejezetek a tartók sztatikája témaköréből.
Kézirat. Tankönyvkiadó, Budapest, 1966.

[3] Jankó László: Vasbeton hídszerkezetek
Egyetemi tankönyv. Műegyetemi Kiadó, Budapest, 1998.

[4] Miltényi Miklós: Hajóhidak Pest-Budán.
Forrás:http://www.tankonyvtar.hu/historia-2003-056/historia-2003-056-081013-13

[5] Gönczöl Enikő : A befejezetlen múlt, 156-157. o.
Gimnáziumi tankönyv. Műszaki Kiadó, Budapest, 2008.

[6] Bernát Péter: Római uralom a Kárpátok között.
Forrás:http://www.mult-kor.hu/cikk.php?id=18698&pIdx=2

[7] Robert Niepert: Civil War Pontoons.
Forrás:http://www.floridareenactorsonline.com/pontoon.htm

[8] dr. Szabó Sándor: A NATO tagországok korszerű technikai eszközei és felszerelései I.
Cikksorozat. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.

[9] dr. Szabó Sándor-Kovács Zoltán-Tóth Rudolf: A NATO tagországok korszerű technikai eszközei és felszerelései II.
Cikksorozat. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.

[10] dr. Szabó Sándor: A NATO tagországok korszerű technikai eszközei és felszerelései III.
Cikksorozat. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.

[11] Karl Freiherr von Birago [szócikk].
Forrás: http://www.wehrgeschichte-salzburg.at/Birago%20f%FCr%20Homepage.htm

[12] Szabó László: Feimer László hadmérnök-ezredes hagyatéka.
Hídépítők magazin, 2010/4-5. szám
Forrás:http://www.hidepito.hu/ckfinder/userfiles/files/hidepitokmagazin/Hidepitok32.pdf

[13] Egyedi hídleírások.
Forrás:http://www.sulinet.hu/oroksegtar/data/tudomany_es_ismeretterjesztes/Hidak_csongrad_megyeben/pages/hcsm_007_egyedi.htm

[14] dr. Tóth Ernő-Szarka Judit-Szomolányi Antal: Hidak Borsod-Abaúj-Zemplén megyében.
A XXXV. Hídmérnöki Konferencia díszkiadványa. Micropress Nyomda Kft., Miskolc, 1994.

[15] Gyukics Péter-Hajós Bence-dr. Tóth Ernő : Hidak mentén a Tiszán.
Fotóalbum. Yuki Studió, Budapest, 2007.

[16] Egyedi Zoltán: A Magyar Honvédség 37. II: Rákóczi Ferenc Pontonos Hídászezred megalakulásának 45. évfordulója.
Újságcikk. Híradó, 1995. novemberi szám. Mosonyi Mihály gyűjteményéből.

[17] Maár: Mementó – élt 48 és fél évet.
Újságcikk. Mozaik, 1999. márciusi szám. Mosonyi Mihály gyűjteményéből.

[18] dr. Gáll Imre-Kovács József-dr. Tóth Ernő: Pest megyei és budapesti hidak.
A XXXVIII. Hídmérnöki Konferencia díszkiadványa. Quack Magyar-Belga Nyomdaipari Kft., Budapest, 1997.

[19] Szűcs László: A Megyeri híd építését segíti az egykori katonai fejlesztés.
Forrás: Honvedelem.hu, 2008. május 08.

[20] Galló László: Doktori disszertáció.
Ábramelléklet. 1978

[21] Szűcs László: Pontonhíd a Dunán, a Tiszán és a Száván.
Forrás: Honvedelem.hu, 2009. július 09.

[22] Törökkanizsa története [szócikk].
Forrás: http://vajdasag.rs/T%C3%B6r%C3%B6kkanizsa

[23] dr. Gáll Imre-Hajós Bence-Jójárt János-dr. Rigó Mihály-dr. Tóth Ernő: Hidak Csongrád megyében.
A ILIV. Hídmérnöki Konferencia díszkiadványa. Szegedi Színes Nyomda Kft., Szeged, 2003.

8. Ábrajegyzék

2.1. Fig – Brückenleger IV.
Szabó Sándor: A NATO tagországok korszerű műszaki technikai eszközei és felszerelései I.
Cikksorozat. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.

2.2. Fig – Covenanter Bridgelayer.
Szabó Sándor: A NATO tagországok korszerű műszaki technikai eszközei és felszerelései I.
Cikksorozat. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.

2.3. Fig – Több hídmező összevetése.
Szabó Sándor: A NATO tagországok korszerű műszaki technikai eszközei és felszerelései I.
Cikksorozat. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.

2.4. Fig – 50 évig szolgáló Herbert-féle hadihíd Túrkevénél.
Forrás: http://archiv.vfmk.hu/1944/turkeve.html

2.5. Fig – Roth-Wagner rendszerű vasúti hadihíd

2.6. Fig – A Hajógyári szigetre vezető 29 M típusú hídanyagból épített K rácsozású híd
Forrás:http://hu.wikipedia.org/w/index.php?title=F%C3%A1jl:Haj%C3%B3gy%C3%A1ri_szigeti_K_h%C3%ADd2.jpg&filetimestamp=20111109134824

2.7. Fig – A brit-svájci fejlesztésű, könnyű súlyú, pusztán kézi erővel is építhető Medium Girder Bridge (MGB)
Forrás: http://www.army-technology.com/contractors/engineering/wfel/wfel1.html

2.8. Fig – SGB 66 hídprovizórium
Havasi Zoltán: A Magyar Honvédség Hídhelyreállítási képességeinek, lehetőségeinek vizsgálata. PhD értekezés. Budapest, 2007

2.9. Fig – M&J híd, Doboj
Havasi Zoltán: A Magyar Honvédség Hídhelyreállítási képességeinek, lehetőségeinek vizsgálata. PhD értekezés. Budapest, 2007

2.10. Fig – GSZP 55 önjáró komp
Ercsi Honvédmúzeum. Mosonyi Mihály gyűjteményéből.

2.11. Fig – GSZP 55 nyitási művelete
Ercsi Honvédmúzeum. Mosonyi Mihály gyűjteményéből.

2.12. Fig – M3 motorizált komp
Szabó Sándor: A NATO tagországok korszerű műszaki technikai eszközei és felszerelései III.
Cikksorozat. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.

2.13. Fig – Samur AAB
Szabó Sándor: A NATO tagországok korszerű műszaki technikai eszközei és felszerelései III.
Cikksorozat. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.

2.14. Fig – Az M3 egység méretei
Szabó Sándor: A NATO tagországok korszerű műszaki technikai eszközei és felszerelései III.
Cikksorozat. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.

2.15. Fig – M3 anyagból épített híd
Szabó Sándor: A NATO tagországok korszerű műszaki technikai eszközei és felszerelései III.
Cikksorozat. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.

3.1 Fig – Kezdetleges pontonhíd.
Forrás: http://chestofbooks.com/crafts/children/The-Scientific-American-Boy/Pontoon-Bridge.html

3.2 Fig – Xerxész hajóhídja, illuszráció.
Forrás: http://www.art.com/products/p14391430-sa-i3030463/bridge-of-boats-built-by-xerxes-persian-army-across-the-hellespont-to-invade-greek-territory.htm

3.3 Fig – Xerxész hajóhídja, illusztráció.
Forrás:http://www.awesomestories.com/assets/boat-bridge

3.4 Fig – Traianus római császár hajóhídja az I. dák háborúban (i.e. 101-102), Cichorius domborműve a császár oszlopáról
Forrás: http://www.thinkdefence.co.uk/2011/11/uk-military-bridging-early-days/

3.5 Fig – A törökkanizsai hajóhíd – korabeli képeslap
Forrás: http://www.delmagyar.hu/forum-kepek/223/B2221119.jpg

3.6 Fig – Kis méretű csónakokon nyugvó hajóhíd – Japán, Sano Kozuke tartomány. Katsushika Hokusai, fa, 24.5 x 37 cm.
Forrás: http://www.interagir.com/?entryID=172

4.1. Fig – Úszóművek.
Forrás:http://www.floridareenactorsonline.com/pontoon

4.2. Fig – Pontonhíd vázlata.
Forrás:http://www.floridareenactorsonline.com/pontoon

4.3. Fig – Napóleon seregeivel átkel a Dunán – Fréderic Naulet olajfestménye.
Forrás: http://www.viennareview.net/image/08-battle-wagram

4.4. Fig – Sherman emberei úszóműveket töltenek a Big Black River-i átkeléshez. Metszet.
Forrás: http://www.cw-chronicles.com/blog/category/a-soldier%E2%80%99s-story-of-the-siege-of-vicksburg/page/2/

4.5. Fig – Felmálházott pályaszerkezetet szállító kerekes jármű.
Forrás:http://www.floridareenactorsonline.com/pontoon

5.1. Fig – A Birago által kifejlesztett bakállvány.
Forrás: http://www.wehrgeschichte-salzburg.at/Birago%20f%FCr%20Homepage.htm
5.2. Fig – A Birago-féle híd parti feljárójának keresztmetszete.
Halasi Gábor : A Magyar Honvédségben rendszeresített átkelő- hídépítő gépek és eszközök jellemzői, alkalmazásuk elvei, lehetőségei.
Előadássorozat (PPT). ZMNE, 2011.
5.3. Fig – A Birago-féle híd úszómű-moduljai.
Halasi Gábor : A Magyar Honvédségben rendszeresített átkelő- hídépítő gépek és eszközök jellemzői, alkalmazásuk elvei, lehetőségei.
Előadássorozat (PPT). ZMNE, 2011.
5.4. Fig – A Birago-féle híd makettje a klosterneuburgi Utászmúzeumban.
Forrás: http://www.wehrgeschichte-salzburg.at/Birago%20f%FCr%20Homepage.htm
5.5. Fig – A Duna átszelése Klosterneuburgnál, 1925.
Forrás: http://www.wehrgeschichte-salzburg.at/Birago%20f%FCr%20Homepage.htm
5.6. Fig – A Birago-féle híd üzemben.
Halasi Gábor : A Magyar Honvédségben rendszeresített átkelő- hídépítő gépek és eszközök jellemzői, alkalmazásuk elvei, lehetőségei.
5.7. Fig – Toldi harckocsi átkelése 33M hídon.
Forrás:
http://www.hidepito.hu/ckfinder/userfiles/files/hidepitokmagazin/Hidepitok32.pdf
5.8. Fig – A 33M üzemben.
Halasi Gábor : A Magyar Honvédségben rendszeresített átkelő- hídépítő gépek és eszközök jellemzői, alkalmazásuk elvei, lehetőségei.
5.9. Fig – A Könnyű Fa Ponton, 1938.
Ercsi Honvédmúzeum. Mosonyi Mihály gyűjteményéből.
5.10. Fig – A „Manci”- háttérben a Margit híd roncsaival.
Forrás:http://egykor.hu/images/2010/original/budapest-manci-hid-1945.jpg
5.11. Fig – Átkelés a „Mancin”.
Forrás: http://nol.hu/lap/mozaik/20090703-legyen_megint_manci_hid_
5.12. Fig – A csongrádi pontonhíd.
Gyukics Péter-Hajós Bence-dr. Tóth Ernő : Hidak mentén a Tiszán.
Fotóalbum. Yuki Studió, Budapest, 2007.
5.13. Fig – A csongrádi pontonhíd.
Gyukics Péter-Hajós Bence-dr. Tóth Ernő : Hidak mentén a Tiszán.
Fotóalbum. Yuki Studió, Budapest, 2007.
5.14. Fig – A csongrádi pontonhíd.
Gyukics Péter-Hajós Bence-dr. Tóth Ernő : Hidak mentén a Tiszán.
Fotóalbum. Yuki Studió, Budapest, 2007.
5.15. Fig – A lónyai pontonhíd.
Gyukics Péter-Hajós Bence-dr. Tóth Ernő : Hidak mentén a Tiszán.
Fotóalbum. Yuki Studió, Budapest, 2007.
5.16. Fig – A lónyai pontonhíd.
Gyukics Péter-Hajós Bence-dr. Tóth Ernő : Hidak mentén a Tiszán.
Fotóalbum. Yuki Studió, Budapest, 2007.
5.17. Fig – N2P típusú hídanyag beépítése.
Ercsi Honvédmúzeum. Mosonyi Mihály gyűjteményéből.
5.18. Fig – N2P folyami komp építése.
Ercsi Honvédmúzeum. Mosonyi Mihály gyűjteményéből.
5.19. Fig – Átkelés 60 tonnás NPO hídon.
Ercsi Honvédmúzeum. Mosonyi Mihály gyűjteményéből.
5.20. Fig – NPO típusú ponton vízre dobása.
Ercsi Honvédmúzeum. Mosonyi Mihály gyűjteményéből.
5.21. Fig – NPO pontonhíd – Radivoj Szonin pontonoskatona olajfestményének részlete.
Ercsi Honvédmúzeum. Mosonyi Mihály gyűjteményéből.
5.22. Fig – NPO pontonhíd – Radivoj Szonin pontonoskatona olajfestményének részlete.
5.23. Fig – NPO 59M típusú hídátkelő.
Ercsi Honvédmúzeum. Mosonyi Mihály gyűjteményéből.
5.24. Fig – NPO típusú kompátkelő.
Ercsi Honvédmúzeum. Mosonyi Mihály gyűjteményéből.
5.25. Fig – A TS uszályhíd.
dr. Gáll Imre-Kovács József-dr. Tóth Ernő: Pest megyei és budapesti hidak.
A XXXVIII. Hídmérnöki Konferencia díszkiadványa. Quack Magyar-Belga Nyomdaipari Kft., Budapest, 1997.
5.26. Fig – A TS uszályhíd vasúti változata.
Forrás:http://www.honvedelem.hu/cikk/3/11166/uszalyhid_pentekre.html
5.27. Fig – A PMP parti feljáró egysége.
Halasi Gábor: A Magyar Honvédségben rendszeresített átkelő- hídépítő gépek és eszközök jellemzői, alkalmazásuk elvei, lehetőségei.
Előadássorozat (PPT). ZMNE, 2011.

5.28. Fig – PMP hídátkelő üzemben.
Halasi Gábor: A Magyar Honvédségben rendszeresített átkelő- hídépítő gépek és eszközök jellemzői, alkalmazásuk elvei, lehetőségei.
Előadássorozat (PPT). ZMNE, 2011.

5.29. PMP folyami hídkomp.
Halasi Gábor: A Magyar Honvédségben rendszeresített átkelő- hídépítő gépek és eszközök jellemzői, alkalmazásuk elvei, lehetőségei.
Előadássorozat (PPT). ZMNE, 2011.

5.30. Felmálházott szállítójármű.
Halasi Gábor: A Magyar Honvédségben rendszeresített átkelő- hídépítő gépek és eszközök jellemzői, alkalmazásuk elvei, lehetőségei.
Előadássorozat (PPT). ZMNE, 2011.

5.31. Felmálházott BMK csónak.
dr. Szabó Sándor-Kovács Zoltán-Tóth Rudolf: A NATO tagországok korszerű technikai eszközei és felszerelései II.
Cikksorozat. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.

5.32. A ledobás és a nyitás művelete.
dr. Szabó Sándor-Kovács Zoltán-Tóth Rudolf: A NATO tagországok korszerű technikai eszközei és felszerelései II.
Cikksorozat. Nemzeti Közszolgálati Egyetem, 2012.

5.33. A hídkompok összezárása.
Halasi Gábor: A Magyar Honvédségben rendszeresített átkelő- hídépítő gépek és eszközök jellemzői, alkalmazásuk elvei, lehetőségei.
Előadássorozat (PPT). ZMNE, 2011.

5.34. BMK csónak üzemben.
Halasi Gábor: A Magyar Honvédségben rendszeresített átkelő- hídépítő gépek és eszközök jellemzői, alkalmazásuk elvei, lehetőségei.
Előadássorozat (PPT). ZMNE, 2011.

5.35. A felmálházás művelete.
Halasi Gábor: A Magyar Honvédségben rendszeresített átkelő- hídépítő gépek és eszközök jellemzői, alkalmazásuk elvei, lehetőségei.
Előadássorozat (PPT). ZMNE, 2011.

5.36. KCS 60 60 tonnás csörlő.
Halasi Gábor: A Magyar Honvédségben rendszeresített átkelő- hídépítő gépek és eszközök jellemzői, alkalmazásuk elvei, lehetőségei.
Előadássorozat (PPT). ZMNE, 2011.

5.37. A PPN rendszer üzemben.
dr. Gáll Imre-Kovács József-dr. Tóth Ernő: Pest megyei és budapesti hidak.
A XXXVIII. Hídmérnöki Konferencia díszkiadványa. Quack Magyar-Belga Nyomdaipari Kft., Budapest, 1997.

5.38. Kiépített IRB hídátkelő.
IRB Brochure.
Forrás:http://www.gdsbs.de/fileadmin/pdf/prospekt_irb.pdf

5.39. IRB egység ledobása.
IRB Brochure.
Forrás:http://www.gdsbs.de/fileadmin/pdf/prospekt_irb.pdf

5.40. IRB egységek méretei.
IRB Brochure.
Forrás:http://www.gdsbs.de/fileadmin/pdf/prospekt_irb.pdf

5.41. Üzemkész IRB hídkomp.
IRB Brochure.
Forrás:http://www.gdsbs.de/fileadmin/pdf/prospekt_irb.pdf

Köszönetnyilvánítás

A rendelkezésemre bocsátott forrásokért köszönettel tartozom

Dr. Galló László
Mosonyi Mihály
Dr. Szabó Sándor

Uraknak, akik széleskörű ismereteikkel és a forráskutatásban nyújtott segítségükkel jelentős részben hozzájárultak jelen írás elkészültéhez.