

## Lánc, lánc, eszterlánc...

### Chain, chain, Ester's chain<sup>1</sup>

Szívós növényindákból, egybesodrott hosszú rostokból már a legősibb időkben is készültek kötelek. Az összekapcsolt, elmozduló fém elemekből alkotott lánc az i.e. III. századtól ismeretes. A XIX. század elterjedt konstrukciója a láncokból készített függőhíd volt.

A millennium időszakára rohamosan növekvő magyar főváros három közúti hídja már kevésnek bizonyult a mind nagyobb forgalom lebonyolítására. Elengedhetetlenné vált két újabb átkelő megépítése.

Az Eskü-téri (Erzsébet) hídra 1894-ben meghirdetett nemzetközi pályázat első díját egy stuttgarti csoport megnyerésével a kábelhíd terve nyerte meg. A kábelekre függesztett konstrukció helyett Budapest a világ akkor legnagyobb fesztávú lánchídjához jutott.

A vasszerkezetek gyártására kiírt pályázat sikertelen volt. A legnevesebb nehézipari üzemek, az Essen-i Krupp<sup>2</sup>, a Le Creusot-i Schneider<sup>3</sup> és a Duisburg-i Harkort<sup>4</sup> cégek egyike sem vállalta a lánctagok elfogadható áron és az előírt szűk határidőre történő legyártását.

Az extra nagy méretű láncelemek megmunkálására sehol sem voltak alkalmas berendezések. A különleges célgépeket egyedileg kellett megtervezni és legyártani úgy, hogy azokat más munkákra használni aligha lehetséges.

A kiviteli pályázat kiírását és a láncelemek gyártását érdekes részletességgel ismerteti az [1] cikk. A szerző, Seefehlner Gyula (1847-1906) államvasúti mérnökként kezdett a budapesti összekötő vaspályánál, majd a Magyar Állami Vasúti Gépgyár (MÁVAG) főmérnöke, végül főfelügyelője lett. Számos vasúti pálya és híd tervezésében, kivitelezésében dolgozott, a budapesti Ferencz József (Szabadság) és az Erzsébet hidak építését ő irányította.

A magas kitüntetésekkel elismert, napjainkra azonban csaknem teljesen elfeledett Seefehlner pályafutásának bizarr eleme volt a magyar hídépítés kiemelkedő szakemberével, Feketeházy Jánossal (1842-1927) folytatott, folyamatos rivalizálása, eredményes közös munkálkodásuk mellett durván elmérgesedő vitáik [2].

Az Erzsébet híd láncait megmunkáló célgépeket a budapesti Vulkán gépgyárban fél év alatt tervezték és gyártották le. A láncelemek a diósgyőri állami vasgyárban 1879-ben bevezetett Martin-féle eljárással finomított acélból készültek. Ilyen anyagot korábban csak a – máig Skócia nemzeti büszkeségének számító – Forth Rail Bridge szerkezetébe építettek.

*„...A lánctagokat hegesztés nélkül – bazikus Martin-folyasztott acélból egy darabban teljesen egyenesre, egyenlő vastagra és simára hengerelt, külső felszíni hibáktól, jelesen a széleken szálláktól és repedésektől mentes lemezekből kellett készíteni.*

*Előírták a kellő szívósságot a világosszürke fémfényű törést és a finom egynemű szövédéket is. Olyan lemezeket, melyeken szakadások, hólyagok vagy zsugorodások, salakrészek mutatkoznak, melyek rétegekben lehámlók és pikkelyesek vagy pedig a lyukasztásnál vagy vésővel való megmunkálásnál sérülést (például szakadást vagy kitöredezést) mutatnak, felhasználni nem szabad. Kizárták azokat a lemezeket is, melyeken sűrűen egymásután következő kisebb hullámok vagy egyéb egyenetlenségek vannak, melyek nagyobb mechanikai megmunkálás nélkül ki nem egyenesíthetők. A szakadás felszíne, egynemű, finom szemcsés és kellő tömörség mellett, halavány-szürke színt és kissé selymes fényt mutasson; a szakadás helyén hólyagszerű elválások ne forduljanak elő.*

*A lemezekhez felhasználandó Martin-acélnak a hengerlés hosszanti irányában igénybe véve, cm<sup>2</sup>-kint 5000 és 5500 kg közt változó szakítószilárdság mellett, legalább 20%-nyi nyúlással kell bírnia. Ezek a feltételek 5.0 cm<sup>2</sup>-nél nem nagyobb keresztmetszetű próbapálcákra vonatkoznak; ennél nagyobb keresztmetszetnél, a kinyúlásnak aránylagosan nagyobbak kell lennie, olyformán, hogy a területnek egy-egy cm<sup>2</sup>-rel növekedése esetére, a kinyúlás is egy %-al nagyobb legyen.*

*Az acélananyagoknak a következő hajlítási próbákat kell kibírnok.*

- sértetlen – hideg – állapotban valamely 5-8 cm széles próbászalagnak 180° hajlítást kell szakadás nélkül kibírnia, ha oly rúd körül hajlítják, melynek átmérője egyenlő, a próbadarab vastagságának kétszeresével;*
- vörös izzó vagy kék – meleg – állapotban levő próbapálcának, éles sarok körül áthajlítva és kalapálva nem szabad beszakadniok.*

*A diósgyőri vas- és acélgyárban a lánccok részére gyártandó lemezek Martin-anyagát a következőképpen állították elő: vajdahunyadi szürkevas 4500 kg, ócskavas és forgács 2500 kg, acélhulladék 4500 kg, nyers mészke 800 kg.*

*A Martin-pestben ömlesztett anyag vegyi összetételére nézve megemlítjük, hogy 0.12-0.15% C-t, 0.15-0.20% Si-t, 0.90-1.00% Mn-t és 0.06-0.08% P-t tartalmaz.*

*Ily összetétellel az előírt szakító szilárdságot is elérték. Az ingót felső részéből, mintegy 250-300 kg-nyi darabot levágnak és a megmaradt részt, először egyszer hosszanti irányban a hengereken átbocsátják, ezután pedig keresztirányban nyújtják – szélesbbítik – míg csak a lánctag készítéséhez szükséges méretet el nem érik. Az összes ingót súlyának megállapításakor már előzetesen tekintetbe veszik, hogy a kihengerelt lemeznek két végéből megfelelő hosszú részeket vághassanak le, úgy hogy a lánctag csakis az ingót, illetőleg lemez legjobb részéből készül.” [1]*

<sup>1</sup> Title of one of the most popular Hungarian child songs

<sup>2</sup> A maga korában Európa legnagyobb vállalata 1587-től a Krupp család tulajdonában volt, 1999-ben a Thyssen AG-vel egyesült.

<sup>3</sup> Az egyik legnagyobb francia iparvállalat 1836-1999 között működött.

<sup>4</sup> A XVII. században alapított családi vállalat 1932-ben csődbe ment, majd a jelenleg is működő Demag cég vásárolta fel.

Az előgyártmányok metallográfiai és mechanikai jellemzőit folyamatosan ellenőrizték. A minőségbiztosítás érdekes eleme volt, hogy a gyártás és átvétel során használt speciális mérőeszközöket is – a hőmérsékletváltozások okozta méretváltozások azonossága érdekében – a lánc anyagából készítették el.

A hengerelt lemezeket egyengették, előrajzolták, majd a csapfuratokat nagyolták és a csapfejek belső íveit alakították ki. A forgácsoló műveletet két együttműködő, három-három függőleges orsóval dolgozó, közös villanymotorral hajtott fúró-marógép végezte. A csapfejek külső íveit két összekapcsolt marógép munkálta meg. A csapfejek közötti keskenyebb, párhuzamos kontúrt speciális hosszgyalugép forgácsolta le. A lánc jellegzetes körvonala ezzel elkészült. Az utolsó művelet egy vízszintes orsópárral dolgozó gépen a furatok pontos tengelytávolságra és kész átmérőre történő befejező fúrása volt. A XIX. század végének műszaki lehetőségeihez ötletesen illeszkedő technológia lépéseit a lenti ábra szemlélteti. A vonalkázott tartományok az egy műveletben leválasztott ráhagyásokat jelzik.

A különleges gépcsoport az Erzsébet híd lánclemezeinek legyártása után a Széchenyi Lánchíd felújításában kapott ismét szerepet. 1913-14 között az összes, még 1848-ban felszerelt angol gyártású láncszegőket újakra cserélték. A Budapesti Műszaki Egyetem Központi épületének magas földszinti folyosóján kiállított látványos műtárgyak a régi és új Lánchíd, valamint az Erzsébet híd eredeti lánclemezei.

A legkorábban épült, a gépjármű forgalomban azonban mindmáig használt lánchíd a skót-angol határt kijelölő Tweed folyó fölött 1820-ban emelt Union Bridge. Tervezője és építője az ipari forradalom érdekes alakja, Sir Samuel Brown (1776-1852) tengerészkapitány [3, 4].

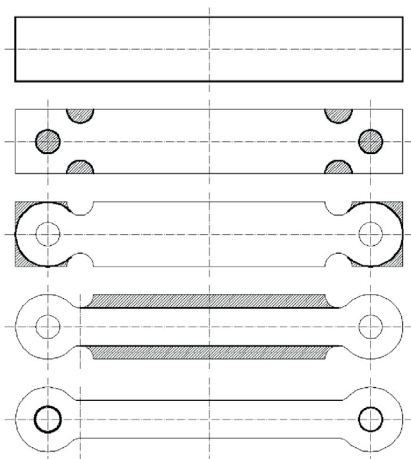
Az ifjú Brown 1795-ben lépett a brit hadiflotta szolgálatába, tevékenyen részt vett a napóleoni háborúban, 1811-re kapitányi kinevezést kapott. Az ambiciózus fiatal tengerésztiszt sokat foglalkozott a vitorlás hajók köteleinek problémáival. A kenderből készült kötelek gyakran elszakadtak, a hajókat rögzítő kötelek különösen nagy igénybevételt szenvedtek. Horgonyvetésnél a gyorsan lefutó, erősen súrlódó és felhevülő horgonykötelek olykor kigyulladtak, szakadásuk több hajó pusztulását okozta.

Brown egy újfajta szemes láncot talált fel – ezt az alakot mindmáig használják a nagy hajók horgonyláncjaiban. A közepén keresztcsappal merevített láncszem terhelhetősége 20%-al nagyobb volt a hasonló méretű, de keresztcsap nélküli láncra megengedett igénybevételénél [5].

Brown kapitány 1812-ben kilépett a flotta szolgálatából és unokatestvérével társulva megalapította a Brown Lenox & Co. céget. A láncok, horgonyok és tengeri bóják gyártásával foglalkozó vállalat 1812-1916 között a brit Admirális kizárólagos beszállítója volt. A cég monopól helyzetét idővel ugyan elveszítette, 2000-es bezárásáig azonban eredeti gyártmányprofiljával működött.



Alexander Nasmyth<sup>6</sup> festménye az Union Chain Bridge-ről



Az Erzsébet híd lánclemezének gyártási fázisai



A Széchenyi lánchíd eredeti angol lánclemeze a BME K épületének folyosóján<sup>5</sup>

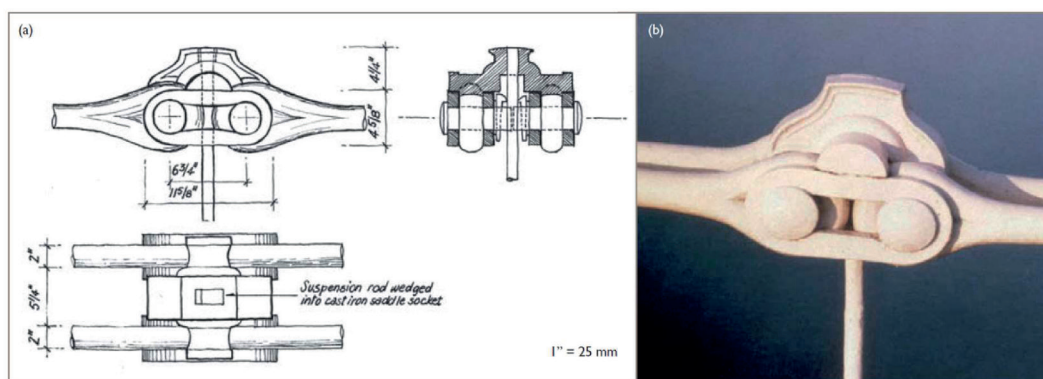
<sup>5</sup> A felvételt Dr. Póka György készítette

<sup>6</sup> Alexander Nasmyth (1758-1840) kora elismert skót portré- és tájképfestője volt. Liberális elkötelezettsége miatt arisztokrata megrendelőit idővel elveszítette, tájképeinek érdekességei az ipari forradalom alkotásai. Sokoldalú aktivitásának része volt egy népszerű festő- és rajziskola alapítása és vezetése, továbbá számos épület és híd tervezése. Egyik fia, James (1808-1890) a modern szerszámgépek kialakításában szerzett komoly érdemeket, nevéhez fűződik a gőzkalapács (1842) feltalálása.

Brown számos láncokkal kapcsolatos találmányt jelentett be. Az egyik legjelentősebb szabadalma egy új függőhíd konstrukció volt, amelynek ötletét – állítólag – egy pókháló látványa sugallta.

A leleményes tengerész először az általa feltalált, az alábbi ábra szerinti láncokra függesztett híd 32 méter hosszú modelljét építette meg. A legkülönbözőbb próbateljesítésekre is megfelelően stabil modell igazolta a konstrukció helyességét. 1820-ban avatták fel az egy év alatt megépült, a maga korában egyedülálló műszaki csodának számító hidat.

A súlyosan megterhelt járművek részére jól használható remekműről szóló [6] tanulmány a reformkori magyar szakirodalom fontos emléke. Szerzője Széchenyi Istvánt megelőzve, éppenséggel a Union Bridge sikerére hivatkozva, elsőként javasolta a Budát Pesttel összekötő lánchíd megépítését.



A Union Bridge két láncszemének csatlakozása [7]

2002-ben a BBC „Great Britons” című műsorában Nagy Britannia történetének legfontosabb személyeit kereste. A telefonon, e-mailben és interaktív televízió leadott sok százezer szavazat alapján az első helyezett Sir Winston Churchill, a második Isambard Kingdom Brunel (1806-1859) lett [8].

Brunel a viktoriánus kor legkiválóbb mérnöke [7] már igen fiatalon bizonyította elképesztő munkabírását és alkotó tehetségét. A sokáig megvalósíthatatlannak tűnő londoni Temze-alagút tervét apja, az idősebb Sir Marc Isambard Brunel (1769-1849) készítette, míg az építkezést a 18 éves fiú vezette. A lassan készülő alagút többször beomlott, a bezúduló víz és iszap számos áldozatot követelt. A dögletes levegőjú mélységből az ifjú Brunel hetekig nem jött a felszínre, ám valamennyi katasztrófát szerencsésen túlélte, sőt az omlások nyílásainak eltömítését is személyesen irányította.

Első, önálló remekművét, a lenyűgöző Clifton lánchídat száznál több alagút, híd és vasútvonal terve és építése követte. Brunel minden alkotásában az új megoldásokat, a

sohasem volt, grandiózus méreteket kereste. Atyai barátja és kollégája, George Stephenson (1781-1848) a vasúti nyomtávot 4 láb 8 1/2 inch<sup>7</sup> távolságban határozta meg, a tőle rendelt vaspályákat, mozdonyokat és vagonokat ezzel építette. Brunel 7 láb 1/4 inch nyomtávval készítette járműveit és a Great Western Railway vasútvonalait. Kísérletekkel igazolta, hogy a széles nyomtávú mozdonyok lényegesen gazdaságosabban dolgoznak – ám 1892-re a brutálisan széles sínpályák utolsó szakaszát is felszámolták.

Másik, bizzar fejlesztése a vákuum hajtású vasút volt. Az ígéretesnek indult, majd néhány kudarcot követően, gyorsan felhagyott rendszer megőrzött részletei máig láthatók [10].

A zseniális mérnök igen nehezen nyerte el a Box vasúti alagút tervezésének és építésének megbízását. A példás gyorsasággal elkészült műtárgyról mihamar elterjedt, hogy a gáncsoskodó ellenfelek bosszantására úgy tájolták, hogy a felkelő nap éppen az alkotó születésnapján, április 9-én világítsa végig – a maga korában természetesen legnagyobb, 1 egész és 3/4 mérföld hosszú – nyílegyenes alagutat. A legenda újabb csavarja, hogy a felkelő nap valójában április 3-án, Brunel nagyon szerett kishúga születésnapján sűt végig a sínek fölött [10].

André Galle (1761-1844) 1828-ban feltalált csuklós láncba lassú mozgások átvitelére és nagy húzó igénybevételek felvételére mindmáig használatos<sup>8</sup>. Brunel statikus teherbíró és mozgó konstrukcióiban előszeretettel alkalmazott láncokat.

Első hajója, az Atlanti óceánt átszelő Great Western lapátkerekes gőzös 1838-as forgalomba állásakor a legnagyobb utasszállító volt. Méreteit csak a következő, 1845-ben elkészült Great Britain múlta felül. A hajó gőzgépe óriási Galle-lánccal hajtotta meg a tengerjárókon – ugyancsak elsőként – alkalmazott propeller csavart<sup>9</sup>. A nagyszerűen helyreállított óceánjáró ma Bristol első számú látványossága.

Brunel harmadik, a minden korabeli hajónál hatalmasabb Great Eastern gőzöst rengeteg szerencsétlenség sújtotta. Egy közkeletű városi legenda szerint két szegecselő munkást véletlenül bezártak az épülő óriás hajó fenekébe, az ő átkuk okozta a sok balesetet, tragédiát.

<sup>7</sup> A világ vasútjainak túlnyomó többsége ezt a nyomtávot használja.

<sup>8</sup> DIN 8160

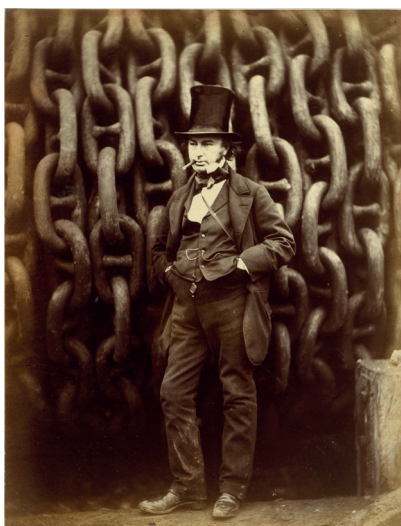
<sup>9</sup> A hajócsavar alakját Brunel alapos kísérletekkel határozta meg.

<sup>10</sup> Robert Howlett (1831-1858) készítette a szabadtéri fényképezés egyik első remekét. A brit fotózás legfontosabb úttörőjének tragikusan korai halálát – a korabeli legendákat cáfolva – nem a munkájához használt rengeteg kollodium vegyszer, hanem tifusz fertőzés okozta.

A zsebre vágott kézzel, hetykén szivarozó Brunel leghíresebb fényképén a brit úriemberek szokványos öltözékét viseli. Az elegáns cilinder, nyakkendő, az óraláncos mellény folytatásaként a foltpettyes nadrág, az otromba, sáros bakancs, s mögötte legnagyobb hajójának – éppenséggel a Brown Lenox & Co. vállalat készítette – félelmetes láncra mindent elmond erről a fantasztikus személyről<sup>10</sup>.

Brunel születésének bicentenáriumát Nagy-Britanniában fényesen ünnepelték. Az évfordulóra a nagy mérnök jellegzetes portréjával 2£-os pénzérméket bocsátottak ki, és a nevét viselő londoni műszaki egyetemen életnagyságú szobrát állították fel.

Az érmék ritka verethibáik okán komoly numizmatikai értékkel bírnak. Az emlékmű nagy vihart váltott ki, mivel az alkotó művész a közismerten láncdohányos Brunelt elengedhetetlen szivarja nélkül mintázta meg [11]...



*Isambard Kingdom Brunel és a Great Eastern láncai [12]*

**Laczik Bálint**

## Irodalomjegyzék

- [1] Seefehlner Gy.: A budapesti eskü-téri Duna-híd lánctagjainak gyártása, Magyar Mérnök XXXIV. kötet, III. füzet, 1900. évf. 49-69. o.
- [2] <https://tudas.hu/ket-mernok-osszecsapasai-kozepette-epult-fel-budapest-ket-hidja/>
- [3] G. Miller: Union Chain Bridge: linking engineering, Proceedings of ICE Civil Engineering 159 May 2006 Pages 88-95. Paper 13981
- [4] Union Chain Bridge honlapja: <http://unionchainbridge.org/> (megtekintés: 2023.12.27.)
- [5] C. Bach: Die Maschinen-Elemente, Stuttgart, 1897, Verlag von Arnold Bergsträsser, 488. o.
- [6] Petrózai Trattner K.: Egy függő-hidnak felállításáról Buda és Pest között, Tudományos Gyűjtemény 12. évf. 2. szám, szerk. Vörösmarty Mihály, 1828, 60-90. o.
- [7] L.T.C. Rolt: Isambard Kingdom Brunel, Penguin Books 1989, ISBN-13: 978-0-140-11752-3
- [8] The Guardian: Churchill wins BBC battle of Britons: <https://www.theguardian.com/uk/2002/nov/25/bbc.artsandhumanities> (megtekintés: 2023.12.27.)
- [9] The Guardian: New twist in mystery of Brunel's birthday sunrise: <https://www.theguardian.com/culture/2020/apr/05/new-twist-in-mystery-of-brunels-birthday-sunrise> (megtekintés: 2023.12.27.)
- [10] The vintage news: Brunel's atmospheric railway was one of the most visionary engineering projects of 19-th century England: <https://www.thevintagenews.com/2017/03/23/brunels-atmospheric-railway-was-one-of-the-most-visionary-engineering-projects-of-19-th-century-england/> (megtekintés: 2023.12.27.)
- [11] BBC News: Missing Brunel cigar sparks row: <http://news.bbc.co.uk/1/hi/england/london/5194478.stm> (megtekintés: 2023.12.27.)
- [12] The MET Museum: Isambard Kingdom Brunel Standing Before the Launching Chains of the Great Eastern: <https://www.metmuseum.org/art/collection/search/283083> (megtekintés: 2023.12.27.)



**ANYAGVIZSGÁLÓK LAPJA**

## Előfizetés

A 2024-es előfizetés

a 2023-as,

**32.000 Ft + 5% áfa**

áron elérhető.

Előfizetési szándékát a MAROVISZ-nál jelezze:

**[marovisz@marovisz.hu](mailto:marovisz@marovisz.hu)**