

LASZLO M. PALOTAS ELŐADÁSA AZ ÁTADÓ ÜNNEPSÉGEN



Prof. Dr.-Ing. Laszlo M. Palotas, Ph.D.

<https://doi.org/10.32969/VB.2024.1.1>

**Mélyen Tisztelt Elnök Úr!
Tisztelt Hölgyeim és Uraim!
Kedves Ünneplő Vendégek!**

2024. november 16-án, amikor értesültem Balázs professzor E-mailjéből a Palotás László-díj átadásának programjáról még teljesen bizonytalan volt, hogy egészségi okokból részt tudunk-e venni a Díjátadáson. Most, hogy mégis itt vagyok, különös örömmel és szeretettel köszönhetem a 2023. évi Palotás László-díj kitüntetettjeit:

Dr. Madaras Gábort

okl. építőmérnököt, az ÉMI-TÜV Süd Kft. ny. ügyvezetőjét

és

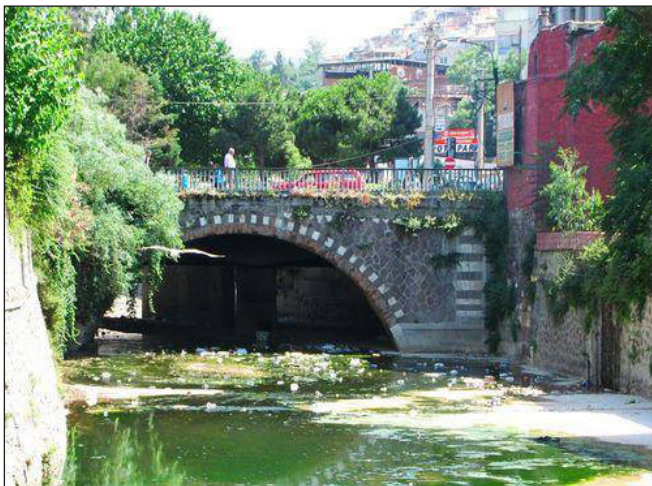
Vértés Mária Magdolnát

okl. építőmérnököt, vasbetonszerkezeti szakmérnököt, építőipari gazdasági mérnököt, a MMK ny. szakértőjét.

Az emberek ősidők óta építenek utakat, hidakat. A hidak nem csupán fizikailag kötnék össze helyeket, hanem történelmi korokon is átívelnek. Míg ma a hidakat általában acélból, betonból vagy a két anyag kombinációjából építik, a történelem első építései a környezetükben lévő anyagokat használták fel: fát, kőveket vagy ezek kombinációját – ami kétségtelen, hogy a környezetvédelem szempontjából lényegesen kedvezőbb volt. Bevezetésként nézzük meg az *1. ábrán* látható íves hidat.

A Karaván-híd a törökországi Izmirben a Meles folyón átívelő egyszerű híd, ami Kr.e. 850-ben készült el, és azóta is folyamatos használatban van. (*1. ábra*).

1. ábra: A Karaván-híd



Ez a kis híd közel 3000 éves, a világ egyik legrégebben álló hidja. Valójában Guinness-világrekorder, mint az egyik legrégebbi ember által készített szerkezet, amit ma is használnak.

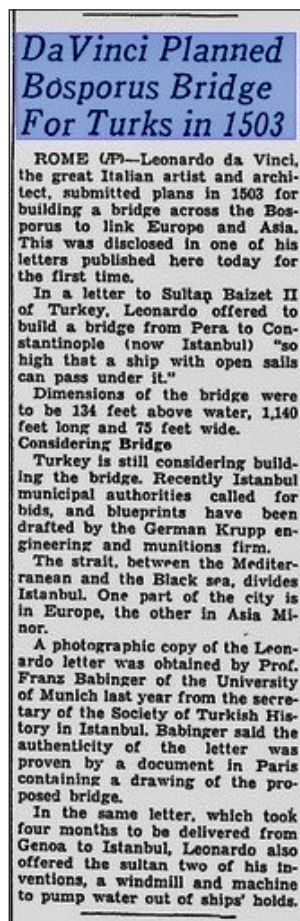
Nemrég láttam véletlenül egy kiállításon Leonardo da Vinci kis vázlatát egy hídról, ami engem – mint később kiderült másokat is lenyűgözött – így engedjék meg, hogy rövid bevezetőmben *Leonardo da Vincivel a hídtervezővel*, és az összehasonlítás kedvéért néhány egy-boltíves kőhíddal foglalkozzam.

A majdnem áttekinthetetlen Leonardo irodalom tanulmányozása során végül is *Charles Nichols Leonardo da Vinciről* írt – jó 600 oldalas életrajzkönyve – „*The Flight of the Mind*” nyújtotta az első figyelemre méltó információt.

A könyv „*A Letter to the Sultan*” fejezetében két hivatkozás található: egy régi török nyelven íródott *levél*, illetve egy kis *vázlatrajz*.

Leonardoról, a festőről, rajzolórol, zenészről, mérnökről és kutatóról fennmaradt feljegyzések többsége sajnos csak a 19. század végén vált általánosan hozzáférhetővé.

2a. ábra: The Day tudósítása a Leonardo levélről

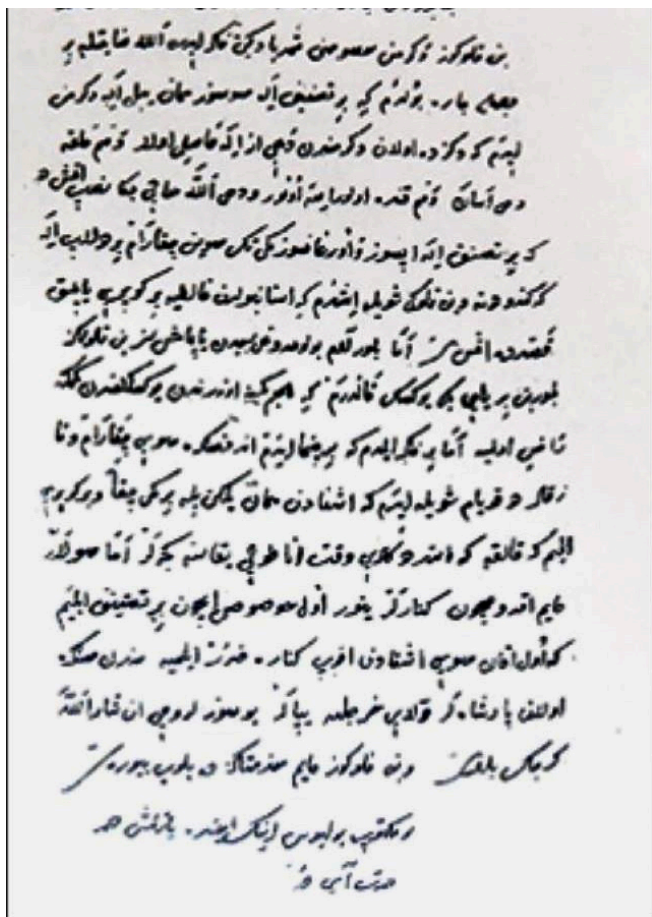


ROMA „Leonardo da Vinci, a nagy olasz művész és építész 1503-ban nyújtott be terveket a Boszporuszon Európát és Ázsiát összekötő híd megtervezésére. Ezt az egyik, ma itt először megjelent levélben tárta fel, II. Baizet török szultánnak írt levelében ahol Leonardo felajánlotta, hogy Perából Konstantinápolyba (ma Isztambul) egy hidat építenek, „olyan magas, hogy egy nyitott vitorlás hajó áthaladhát alatta”.

A híd méretei 134 láb, víz feletti magasságban, 1140 láb hosszúak és 75 láb szélesek voltak. Ezt figyelembe véve Törökország még mindig fontolgatja a híd építését.

A közelmúltban az isztambuli önkormányzati hatóságok ajánlatot írtak ki, és a német Krupp mérnöki és hadianyag cég terveket készített. A Földközi-tenger és a Fekete-tenger közötti szoros kettéválasztja Isztambult, A város egyik része Európában, a másik Kis-Ázsiában található.

A Leonardo-levél fényképes másolatát **Franz Babinger** professzor, a Münchener Egyetem munkatársa szerezte meg tavaly (1951-ben) az isztambuli Török Történelmi Társaság titkártól. Babinger a levél hitelességét egy párizsi dokumentummal bizonyította, amely a javasolt híd rajzát tartalmazza. Ugyanebben a levélben, amelynek Genovából Isztambulba szállítása négy hónapig tartott, Leonardo két találmányát is felajánlotta a szultánnak, egy szélmalmost és egy gépet, amely-lyel vizet lehet kiszivattyúzni a hajók raktereiből.”



2b. ábra: A Da Vinci levelének másolata a szultánhoz

A sors iróniája, hogy éppen 1952-ben – Leonardo ötszázadik születésnapjának évében – vált ismertté az előbb említett levél másolata, melyet az isztambuli *Topkapi Müzeüm Állami Levéltárában* találtak meg. Erről többek között az 2a. ábrán látható „The Day” újság is tudósított 1952. március 26-án, azonban a cikk tévesen Boszporuszt említ Aranyszarv-öböl helyett. A *The Day* tudósítása további fontos információt nyújtott a levél és a vázlatrajz kapcsolatáról (2a. ábra).

A levél elején, elegáns török írással irt szöveg található:
 „a levél másolata, amelyet a Leonardo nevű hitetlen
 Genovából küldött”.

A levél török fordítása annak a levélnek, amelyben Leonardo felajánlotta mérnöki szolgálatait II. Bejaset (vagy Beyazid) szultánnak (2b. ábra). A szöveg aljára a másoló feljegyezte:

„Ez a levelet július 3-án írták”, de elfelejtette ráírni, hogy melyik évben. Szinte biztosan 1503 volt, és ebben az esetben Firenzében íródott, amikor Leonardo agya tele volt nagytechnológiai projekkel.

Innovatív ötletei bemutatására „kísérőlevelet” küldött a szultánnak, amelyben rögtön négy projektet javasolt: szélmalmost, hidraulikus szivattyút, Galatát Isztambullal összekötő ívhídat, valamint egy, a Boszporuszt átívelő függőhidat.

A levél így kezdődik:

„Én, a te szolgád... olyan malmost építek, amely nem igényel vizet, hanem csak a szél hajtja”

és

„Isten, legyen dicsérve, mivel megadta nekem a módját, hogy kötelek és kábelek nélkül húzzam ki a vizet a hajókból egy önjáró hidraulikus géppel.”



3. ábra: Aranyszarv öböl

De ez csak a bevezető volt da Vinci *fő ajánlata* előtt, amely egy *hid tervezését és megépítését* javasolja az *Aranyszarv-öböl* (3. ábra) felett:

„Én, a szolgád, hallottam arról, hogy hidat akarsz építeni Stamboulból Galatába, és hogy nem tetted meg, mert nem találnak rá megfelelő embert. Én, a szolgád tudom, hogyan kell csinálni. Épület magasságába emelném..., Megcsinálom, hogy felhúzott vitorlával is áthaladjon alatta egy hajó... Lenne egy felvonóhíd, hogy amikor akar, átmehet az anatóliai tengerpartra... Adja Isten, hogy elhiggye ezeket a szavakat, és tartsa mindig szolgálatában ezt a szolgáját.”

Ennek a *hidprojektnek* a forrása Leonardo rövid római tartózkodása lehetett 1503 februárjában. 1502-ben Bejaset szultán nagykövetei Rómában tárgyaltak Sándor pápával. Valószínűleg megemlítették a szultán vágyát, hogy egy olasz mérnök hidat építsen az *Aranyszarv-öböl* felett – (ebben az időben még csak egy ideiglenes pontonhíd létezett).

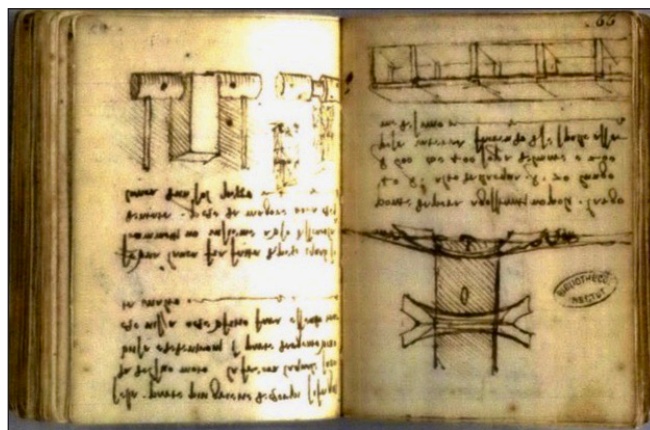
Vasari (Giorgio Vasari, 1511–74), festő, építész, és mindelelőtt művész életrajzíró szerint az érdeklődők között volt az ifjú Michelangelo is:

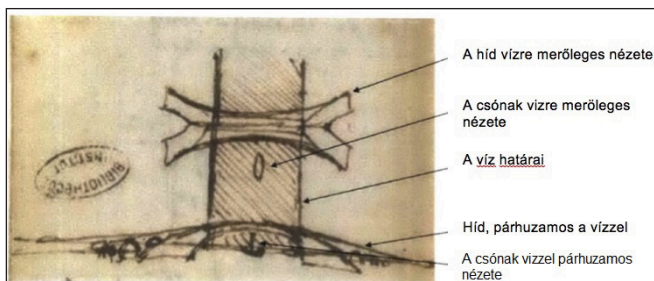
„Michelangelo vágyott Konstantinápolyba, hogy szolgálja a szultánt, aki bizonyos ferences atyafiakon keresztül kérte, hogy jöjjön el és építsenek hidat Konstantinápolyból Perába.”

Leonardo da Vinci tudomást szerezhetett a szultán érdeklődéséről, prototípust vázolt jegyzetfüzetébe, és nagy érdeklődéssel írta meg a korábban említett „kísérőlevelét”. A levél egyébként négy hónapig volt úton a szultánhoz.

A *Párizsi Francia Intézet könyvtárában* található Leonardo *Paris Manuscripts L jegyzetfüzete*, amely a „hid-projekthez” kapcsolódó rajzokat tartalmazza (65. oldal). A rajzon egy áramvonalas szerkezet látható, „madárfarkú” pillérekkel (4. ábra).

4. ábra: Leonardo Paris Manuscripts L jegyzetfüzete





5. ábra: a) Leonardo hídvázlata; b) a híd adatai

Leonardo többnyire a rá jellemző *tükörírással* írta a szövegeket. Mivel Leonardo balkezes volt, és bal kézzel írt és rajzolt, valószínűleg könnyebb volt jobbról balra írni. A tükörírást a bal kezével írta, de a normál jegyzetet a jobbával.

Leonardo a következőképpen írja le a híd adatait:

„Híd Perából Konstantinápolyba, 40 braccia széles, 70 braccia magasan a víz felett, 600 braccia hosszú, azaz 400 a tenger felett és 200 a szárazföldön, így saját támpontokat készít.”

Ezzel egyértelművé vált a kapcsolat a II. Bejazet szultánhoz küldött levél (2b ábra) és da Vinci íves hídtervezési vázlatai között (5. ábra).

Elképzelhető, hogy a híd tervezése a Castel del Rio-i Alidosi hídon alapult, az Imolából Firenzébe vezető úton. A jó 20 évig tartó építkezés 1499-ben kezdődött, és még építés alatt állt, amikor Leonardo Imola környéki topográfiai kutatásai során láthatta 1502 őszén (6. ábra).

A „Ponte Alidosi” híd több mint ötszáz éve áll a Santerno folyó partján, a mélyépítés igazi remeke. A híd szerkezete egyetlen 42 méteres ívvel és 19 méter fesztávolsággal rendelkezik. Obizzo Alidosi bízta meg 1499. augusztus 5-én Andrea Gurrieri mestert ötszáz aranydukátért a híd felépítésére. Az építkezés több mint húsz évig tartott, sok halálesetet és sérülést eredményezve. Belül öt, valószínűleg szerkezeti okokból épült szoba lehetővé tette az öröknek, hogy beszedjék az adókat és bezárják a foglyokat.

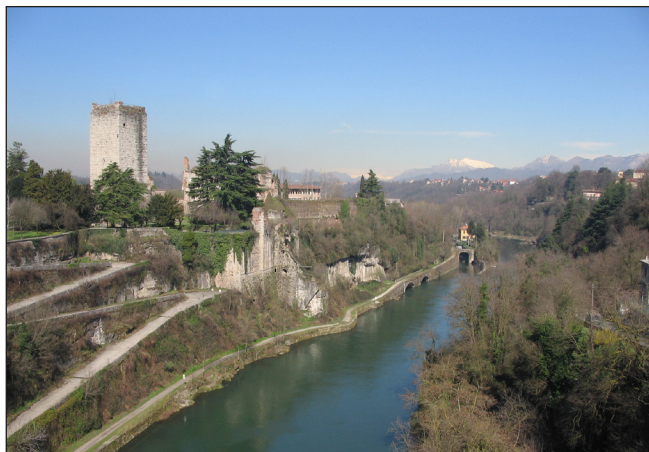
Leonardo hídtérve – jegyzetei alapján – ez a híd lett volna a *leghosszabb egynyílású íves kőhíd* abban az időben, és az alatta lévő ívek parabola alakja miatt önhordó.

A szultán elutasította Leonardo radikális javaslatát, így az első állandó Cisr-i Cedid pontonhíd csak 1836-ban épült fel.

Leonardo da Vinci javaslata nemcsak ambiciózus volt, hanem igazán csodálatos. Ha figyelembe vesszük a hídtérve egyetlen (átszámított) paraméterét a 280 méteres fesztávolságot – kiderül, hogy a mai napig sem építettek hosszabb fesztávú kőíves hidat a világon.

A Trezzo híd vagy Trezzo sull’Adda híd egy középkori híd

6. ábra: Ponte Alidosi híd



7. ábra: A Trezzo híd maradványa



8. ábra: Pont de Vieille-Brioude



9. ábra: Az Adolphe híd

volt Trezzo sull’Adda városában, Lombardiában (Olaszország), amely 1377 és 1416 között létezett. Már 1416-ban összeomlott egy ostrom során az egyik hídpillér meggyengítésével.

Trezzo sull’Adda híd Az 1377-ben elkészült egyíves híd az iparosodási kor kezdetéig a világ legnagyobb fesztávolságának (72 m) rekordját tartotta. A Trezzo-híd a Visconti erődöket kötötte össze a szemközti parkkal. A bal oldalon egy műcsónk látható, beleértve az ívalapot (7. ábra).

A Trezzo-híd így csaknem 18 méterrel meghaladta a második legnagyobb iparosodás előtti hídvét, a Pont de Vieille-Brioude-t (8. ábra).

A 153 m hosszú, 84 m fesztávolságú 1903-ban épült Adolphe híd messze a legnagyobb kőíves híd volt akkoriban (9. ábra).

Két párhuzamos, téglaivből és egy sokkal szélesebb vasbeton hídfedélzetből áll, és számos más híd mintájává vált, amelyek közül néhányat Séjourné, másokat pedig más tervezők építettek (10. ábra).

A Danhe Arch-híd 146 méteres fő fesztávjáról nevezetes,



10. ábra: Az Adolphe híd, fesztávolság 84 m, 1903



11c. ábra: A Danhe híd építése - acélvázszerkezet



11a. ábra: Danhe Brücke Jincheng, Shanxi, 90m magas, Fesztávolság 146 m



11d. ábra: Danhe híd felépítve

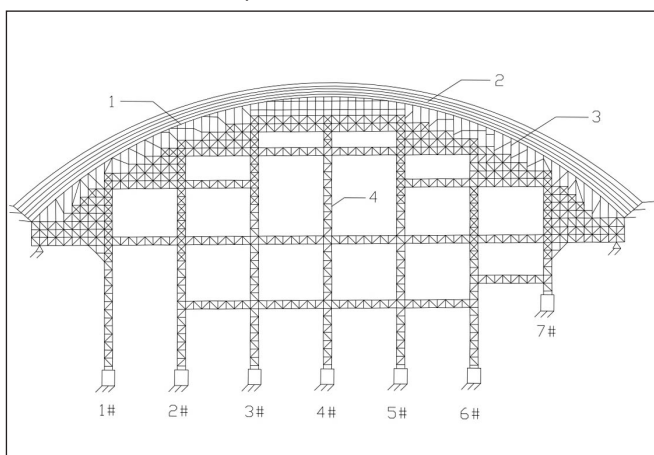
ami minden kő- vagy falazott híd világrekordja. Kínában található a világ 20 leghosszabb kőíves hídja, és a növekvő munkaerőköltségek miatt Kínában a Danhe valószínűleg örökre a leghosszabb ilyen jellegű kőíves híd marad (11a.11d. ábra).

Kína az egyetlen ország a világon, amely még mindig épít ívhidakat kötömbökből. Az ívhíd egy hatalmas acélváz segédszerkezetre épült. (11b,c ábra) A híd mintegy 24 km-re keletre található Jincheng városától Shanxi tartományban, a G5512 gyorsforgalmi út mentén. A hídhoz egyébként 34409 követ használtak fel.

Vessünk még egy pillantást Leonardo da Vinci 280 méteres híd tervére (5. ábra)!

500 évvel Leonardo da Vinci halála után az MIT (Massachusetts Institute of Technology) kutatói kíváncsiak voltak, meny-

11b.ábra: A Danhe híd építése – az acélvázszerkezet terve



nyire átgondolt Leonardo tervezete, és vajon valóban működött volna-e. A kérdés tanulmányozása érdekében *Karly Bast* friss diplomás hallgató, *John Ochsendorf* építész, építő- és környezetmérnök professzorral és *Michelle Xie* egyetemi hallgatóval együttműködve a problémát az akkoriban rendelkezésre álló dokumentumok, a rendelkezésre álló lehetséges anyagok és építési módszerek, valamint a javasolt hely geológiai viszonyai elemzésével kezdték. A kutatócsoport végül egy méretarányos modellt épített, hogy tesztelje a szerkezet állóképességét és súlytartó képességét.

Mivel a javasolt híd falazott szerkezet, a legkritikusabb szerkezeti tényezők közé tartozik a geometriai stabilitás és a támasztó-elmozdulásokra adott válasz. Mindkét tényezőt analitikai eszközökkel és mozgatható pillérekkel alátámasztott 3D-s fizikai modellel tesztelték. A kezdeti stabilitás, a terelő-támaszok alatti kinematikai mechanizmus és a geotechnikai feltételek kombinációja bizonyította a *híd megvalósíthatóságát*.

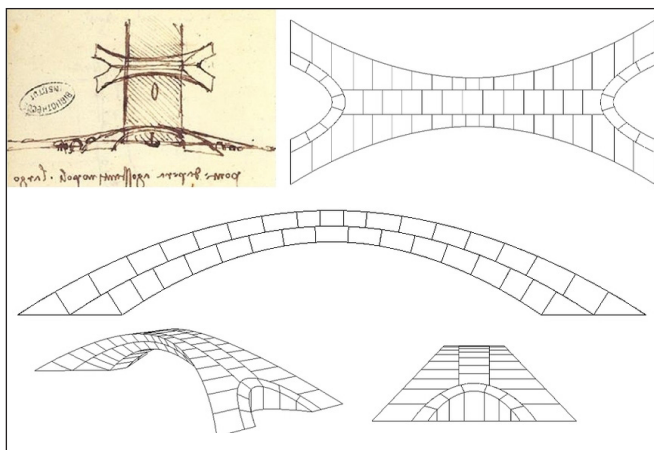
A modellezés céljaira a braccia *hét tized méternek* felelt meg. (A Leonardo híd adatai ezzel: 28 méter széles, 49 méter magas, 420 méter hosszú és 280 méter fesztávolsággal, 12. ábra).

Míg a teljes méretű híd több tízezer kötömbből épült volna fel, a modellhez *126 tömbből* álló tervet választottak, amelyet 1 az 500-as léptékben építettek fel. Az egyes blokkokat 3D nyomtatón készítették el, ami *blokkonként körülbelül hat órát* vett igénybe.

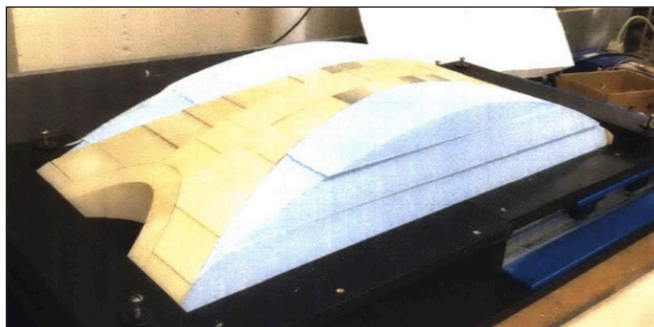
A hídmodellt két mozgatható platformra helyezték. A híd az MIT kutatói szerint még a legtöbb földrengést is túlélte volna, amelyek akkoriban gyakoriak voltak ezen a területen (13. ábra).

A híd nem volt elpusztíthatatlan, *de valóban ősi építészeti csoda lett volna*.

Nem ez volt az első kísérlet Leonardo alapvető hídtervének fizikai formában történő reprodukálására.



12. ábra: MIT híd-modell



13a. ábra: Az MIT modell építése



13b. ábra: A felépült MIT hídmodell

A norvég művész, *Vebjørn Sand* 1996-ban látta Leonardo da Vinci hídvázlatát, és *Knut Selberg* építésszel valamint *Stein Atle Haugerud* mérnökkel együtt azt javasolta, hogy a hidat a Norvég Közútkezelő (NPR) valósítsa meg (14. ábra).

Nagyméretű előregyártott, darukkal mozgatott ragasztott fa lemezszelvényekből épült fel, a fő feszítáiban három parabola-ívvel: a pályát tartó ívvel és két stabilizáló ívvel szegélyezve. A fő feszítáv 40m, a híd 109 m hosszú, összességében körülbelül 12 millió norvég koronába került (15. ábra).

A 2001-ben elkészült *da Vinci-híd* gyalogos átkelőhelyként szolgál az E18-as autópályán Ås-ben, körülbelül 20 kilométerre Oslótól (16. ábra).

A hidat elég szélesre építették ahhoz, hogy négy forgalmi sávot engedjen át alatta, de a függőleges távolságra vonatkozó követelmények megnöttek, és a forgalmi sávok bővítése az út süllyesztését tenné szükségessé.

A norvégiai *da Vinci* híd elkészülte óta több ideiglenes „Leonardo hidat” építettek jégből.

A finn Juuka városa rendszeresen szervez jégeseményeket a világ minden tájáról érkező tudósokkal és diákokkal, akik jégépítéssel foglalkoznak.

A „*da Vinci* jég-híd” pedig a következő csúcspontja lett volna a jégeseményeknek 2016-ban (17. ábra).



14. ábra: A „Da Vinci híd” Norvégiában (2001)



15. ábra: A „Da Vinci híd” fa lemezszelvényekből épült fel (Kép: Terje Johansen)



16. ábra: A „Da Vinci híd” éjjel

A 65 méter hosszú, 35 méteren szabadon átívelő hidat a *TU Eindhoven diákjai* Európa különböző országaiból érkezett több mint 100 önkéntessel közösen építették. Állítólag ez lett volna a világ leghosszabb jégből készült hídja. A jégből készült hídnak alkalmas kell lett volna egy autó és sok gyalogos szállítására. Mivel a jég önmagában nem lett volna elég erős, két százaléknyi aprított papírt keverték a vízbe. Ez megháromszorozta a terhelhetőséget.

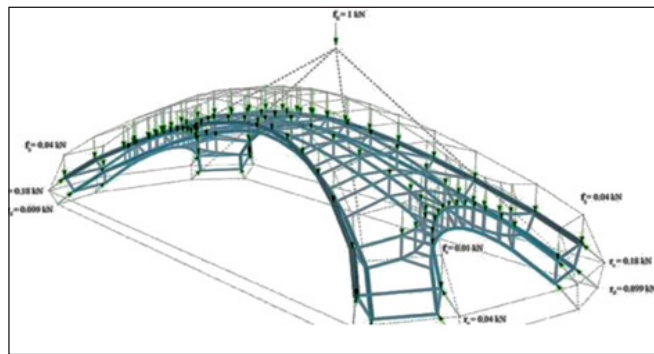
Az íves szerkezet eléréséhez szükség volt egy ballonra (18. ábra), ami egyfajta tartóként szolgált. A vizet vékony rétegekben permetezték rá, így minden réteg szinte azonnal megfagyott. Apránként ez így ment tovább, a ballon formában tartotta a hidat, és csak akkor engedték ki a levegőt, amikor elkészült.

Szünet nélkül, éjjel-nappal kellett dolgozni, hogy a gépek ne fagyjanak le. Sajnos a túl meleg időjárás megakadályozta a híd végleges felépítését, és összeomlott (19. ábra).

Bár a legtöbb történész úgy véli, hogy nem volt matematikai vagy geometriai számítás Leonardo hídtervében, a New



17. ábra: A „Jég-híd” terve



20. ábra: Da Vinci hídterve a geometriai egyensúly elve alapján



18. ábra: Ballon a „Jég-híd” felépítéséhez



21. ábra: A híd helye az Arany-szarv öbölben



19. ábra: A „Jég-híd” összeomlása



22. ábra: Így nézhetett volna ki Leonardo Galata hídjá

York-i *M. Bolhassani* építésznek és hallgatóinak tanulmányai ennek ellenkezőjét akarták bizonyítani! Da Vinci tervének alapos elemzése során azt találták, hogy Leonardo intuitív módon a *geometriai tervezés elvei szerint rajzolta meg vázlatát*, amelyet közel 400 évvel az ő kora után 2D-ben Culmann fejlesztett ki (főműve: *Die graphische Statik*, 1866), nemrég pedig háromdimenziós geometriai egyensúly elvén alapuló számítási keretrendszer módszert dolgoztak ki (20. ábra). Az egyik leghíresebb, ezzel a technikával tervezett építmény a párizsi Eiffel-torony.

2016-ban egy kis gyalogos „Leonardo hidat” emeltek a Château du Clos Lucéban, mely Leonardo otthona volt élete utolsó éveiben (24. ábra).

Leonardo da Vinci a HIDTERVEZŐ

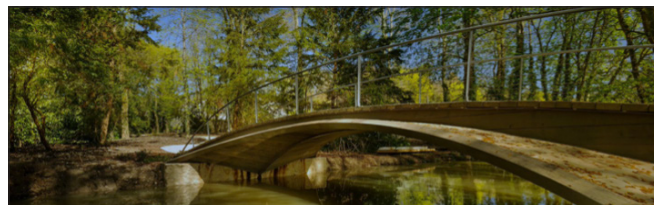
Leonardo, a sokoldalú, titokzatos és kiszámíthatatlan művész, akinek jegyzetei, vázlatai nem mások, mint elméje mozgásainak feljegyzése:

The Flights of the Mind

A tudomány születése a művészet szelleméből.



23. ábra: a Galata híd ma



24. ábra: „Leonardo híd” Château du Clos Lucéban

Köszönöm megtisztelő figyelmüket!

Prof. Dr.-Ing. Laszlo M. Palotas

HIVATKOZÁSOK

Nichols, Charles: Leonardo da Vinci-The Flight of the Mind
<https://www.bauen-aktuell.eu/brueckenbau-am-goldenen-horn>
<https://www.alamy.de/>
https://en.wikipedia.org/wiki/Caravan_Bridge
<https://time.graphics.de/event/2704321>
<https://gizmodo.com/>
<https://www.zeit.de/kultur/kunst/2019-03/>
<https://edition.cnn.com/>
<https://dspace.mit.edu/handle/1721.1/123216>
<https://hdl.handle.net/1721.1/123216>
Bast, Karly Maria: Feasibility study of Leonardo da Vinci's bridge proposal over the Golden Horn in Istanbul
<https://web.archive.org/web/20130621031352/http://casteldelrio.provincia.bologna.it/storia/il-ponte>
<https://news.google.com/newspapers?id=aqMtAAAIAIBAJ&sjid=7HIFAAAIAIBAJ&pg=4408%2C3714663>
<https://books.google.de/books?id=aqMtAAAIAIBAJ&pg=PA1&dq=%22#v=onepage&q&f=false>
<https://web.archive.org/web/20160312025245/http://www.leonardobridgeproject.org/index.htm>
https://de.wikipedia.org/wiki/Castel_del_Rio
<https://commons.wikimedia.org/wiki/File:SanternoCastelDelRioPonteAlidosi.JPG>
https://it.wikipedia.org/wiki/Ponte_degli_Alidosi
<https://web.archive.org/web/20130621031352/http://casteldelrio.provincia.bologna.it/storia/il-ponte>
<https://ikbaunrw.de/kammer/gesellschaft/meldungen/bruecken-verbinden-menschen.php>
<https://de.wikipedia.org/wiki/Trezzo-Brücke>
https://de.wikipedia.org/wiki/Manuskripte_Leonardo_da_Vincis

<https://de.wikipedia.org/wiki/Adolphe-Brücke>
<https://structurae.net/de/bauwerke/adolphe-bruecke>
<https://www.baublatt.ch/bauprojekte/leonardo-da-vinci-280-meter-bruecke-fuer-istanbul-haette-funktioniert-26938>
<https://www.german-architects.com/de/architecture-news/hauptbeitrag/eisig-eisig>
<https://www.zeit.de/kultur/kunst/2019-03/leonardo-da-vinci-maler-architekt-ingenieur-genie-italien>
<https://structurae.net/de/bauwerke/leonardo-da-vinci-bruecke>
<https://www.bridgeinfo.net/bridge/index.php?ID=3>
<https://www.ingenieur.de/technik/fachbereiche/architektur/ingenieurstudenten-bauen-laengste-eisbruecke-welt/>
[https://de.wikipedia.org/wiki/Goldenes_Horn_\(Türkei\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Goldenes_Horn_(Türkei))
<https://news.mit.edu/2019/leonardo-da-vinci-bridge-test-1010>
https://en.wikipedia.org/wiki/Vebjørn_Sand_Da_Vinci_Project
https://ssa.cuny.cuny.edu/wp-content/uploads/content/2021/09/Bolhassani_daVinci_Article_Final2.pdf
https://en.wikipedia.org/wiki/Galata_Bridge
Herzfeld, M.: Leonardo da Vinci 1906
<https://nicofranz.art/leonardo-da-vinci/vasari-biografie-zu-leonardo-da-vinci-vasari-the-life-of-leonardo.pdf>
<https://vinci-closluce.com › file › press-release-press-release-golden-horn-bridge>
Zöllner, F.; Leonardo da Vinci, ISBN 9783822857267
<https://archiv.ub.uni-heidelberg.de/artdok/170/>
https://highestbridges.com/wiki/index.php/Danhe_Bridge
Horne, H. P.: Leonardo da Vinci, Published at the sign of the Unicorn VII Cecil Court London MCMIII
Pronk, A. D. C., Vasiliev, N., & Belis, J. L. I. F. (2016). Historical development of structural ice. In P. J. S. Cruz (Ed.), Structures and Architecture: beyond their limits: proceedings of the third International Conference on Structures and Architecture (ICSA2016), Guimarães, Portugal, 27-29 July 2016 (pp. 339-347). CRC Press Taylor & Francis Group. ISBN 978-1-138-02651-3