

SZEPESI ZOLTÁN

ESZTERGOM

RENEZÁNSZ KORI BÁMULATOS VÍZGÉPE A TECHNIKATÖRTÉNETI HUNGARIKUM



2009

<http://reneszanszvizgep.uw.hu/>

Micro Mille Kft.

Tartalom

Bevezetés	3
<u>I. fejezet</u>	3
<i>A vízütés jelensége</i>	
A vízütés fizikai jelenségének kialakulása és hatása	
<u>II. fejezet</u>	10
<i>A vízgép működési elve</i>	
A bámulatos vízgép működési elvének igazolása modellkísérlet segítségével	
<u>III. fejezet</u>	15
<i>A vízgép szerkezeti felépítése</i>	
A bámulatos vízgép vízellátási rendszere és a gép szerkezeti felépítése, működése	
<u>IV. fejezet</u>	30
<i>A szökőkút magyarázata</i>	
A bámulatos, mint szökőkút, avagy a légharang levegőztetése	
<u>V. fejezet</u>	34
<i>Technikatörténeti vizsgálódások</i>	
A bámulatos működési elvével megegyező áramlástechnikai gépek a technika történeti múltban.	
A bámulatos üzemében a korukat messze megelőző fizikai törvényszerűségek ismeretének sora.	
<u>VI. fejezet</u>	38
<i>Cselebi leírásának hitelesített fordítása</i>	
Evlia Cselebi Magyarországi utazásainak fordítása, és ami abból kimaradt.	
<u>VII. fejezet</u>	47
<i>Kivonat</i>	
Kivonat a 20/1995/XII.26/ IM.sz. rend. 5.§. szerint	
<u>Jegyzetek</u>	51

Esztergom reneszánsz kori bámulatos vízgépe A technikátörténeti hungarikum

Előszó

A fenti címen szándékunkban állt szabadalmi bejelentést tenni, mivel a széles körben ismertté vált „Kolumbán-féle” szabadalmi oltalom és az erre való hivatkozás számunkra szinte minden megszólalási lehetőséget akadályozott. A szóban forgó szabadalom *a technika állásához tartozó műszaki követelményszinten* szerintünk kiegészítés nélkül nem lett volna teljesíthető, ezért a *találmány megvalósíthatósága* érdekében a bejelentés lehetőségével kívántunk élni. Eljárva a Magyar Szabadalmi Hivatalban szembesültünk azzal, hogy Kolumbán úr bejelentése már *az ideiglenes szabadalmi oltalom* idején még a lejárát előtt *a fenntartási díj* fizetésének elhagyása miatt megszűnt.

Ekkor döntöttünk úgy, hogy a tervezett szabadalmi bejelentésünket a Hivatal alaki és formai követelményeinek figyelmen kívül hagyásával jelentős változtatások után közreadjuk.

I. fejezet

A vízütés jelensége

Evliya Cselebi, a rendkívüli műveltségű török világutazó 1663 táján Esztergomban járva egy máig rejtélyesnek számító vízemelőgépet írt le, amely a Várhegy lábától a várba nyomta fel a vizet. A páratlan műszaki „csoda” *Kolumbán György* esztergomi helytörténész szerint a *vízütés elvén dolgozó* vízgép volt, amelynek működési elvéről szabadalmi bejelentést is tett. A P 0201139 lajstrom számon bejegyzett találmány *Az Esztergomi Érseki reneszánsz vízgép (1470)* története és kísérleti – régészeti helyreállításának programja néven került a köztudatba.

A hivatkozott szabadalom tévesen értelmezi a vízütés fizikai jelenségének magyarázatát, amelyre lényegét tekintve az egész reneszánsz vízgép működésének elvét helyezi a feltaláló. A műszaki élet területén a vízgépek tervezésével és üzemeltetésével foglalkozó szakemberek előtt jól ismert ez az üzemi esemény, mely (a vízütés elvén működő szivattyúk működésétől eltekintve) valójában egy nem kívánt fizikai jelenség. Példaként a mélyművelésű bányák fővízmentesítő szivattyúállomásainak telepítésére vonatkozó utasítások közül azt a vonatkozó előírást idéznénk, mely a vízütés káros hatásának kivédésére vonatkozik. Ez a példa egyben életszerű és igen egyszerű magyarázatát adja a jelenségnek azon személyek számára is, akik, ill. amelyek nem szakmabeliek, és nem ismeretes számukra a szerkezeti elemek méretezésére vonatkozó szabály.

A főszivattyútelepet minden esetben a függőleges akna közvetlen közelébe kell telepíteni, hogy a nyomóvezetékek a lehető legkisebb veszteség árán szállíthassák a külszínre a bányavizet. A nyomócső falvastagságának méretezését úgy kell elvégezni, hogy még a rendkívüli események alkalmával fellépő maximális belső nyomás esetében se károsodhasson az adott szerkezeti elem. Normál üzemi körülmények között a nyomócső alsó keresztmetszetében közelítőleg a manometrikus nyomás hat, mely nyomás a geodetikus emelőmagasság, valamint a csővezetékben fellépő veszteségek összegével egyenlő. Rendkívüli esemény lehet például a váratlan feszültségkimaradás, amikor is az összes egység egyidejűleg leáll, és a nyomócsőben felfelé áramló vízoszlop először lelassul, majd visszaesik. A visszaeső vízoszlop a csővezeték legalján elhelyezkedő lábszelepet igen gyorsan lezárva azon felütközik, mellyel egy időben annak nyomása ugrásszerűen megnő.

Az együttes jelenség az un. vízütést eredményezi. Ekkor a csővezeték alsó szakaszában a visszaeső vízoszlop miatt a statikus nyomás értékénél 1,5 – szeresen nagyobb nyomáscsúcs ébred, mely érték a csővezeték falvastagságának meghatározásául szolgáló mértékadó adat. Ha ugyanis nem az 50%-al megnőtt nyomás szintjének megfelelő értékre méreteznénk a csővezetékét, a vízütés hatására az súlyosan károsodhatna. Az összefüggést egyébként a szakzsargon *kazánképlet*ként is szokta emlegetni.

A fentiek figyelembevételével a maximális nyomás: $p_{\max} = 1,5 \cdot p_{\text{man}} \text{ bar}$;

Ennek felhasználásával a csőfal vastagsága: $s = (d \cdot p_{\max} / 2 \sigma_{\text{meg}}) + \varphi m$,

ahol d a csőátmérő, m ; p_{\max} a maximális nyomás, N/m^2 ;

σ_{meg} az anyag megengedett feszültsége, N/m^2 ; φ a rozsdásodási tényező, m ;

s a csőfal vastagsága, m .

Természetesen üzemszerű megállások esetén a vízütés jelensége nem alakulhat ki, mivel a szivattyúállomást csak a tolózár fokozatos és teljes elzárása után szabad leállítani. A zárt tolózárrállás pedig egyúttal az újraindítás egyik igen szigorú feltétele.

A vízütés jelenségének egzakt magyarázata azért szükséges, mivel a *bámulatos vízgép* működésének leírásakor két olyan helyzetről is szólnunk, amikor bizonyított, hogy a gép tervezői ismerték és munkájuk során alkalmazták is a jelenségből adódó veszélyes helyzetek kivédésének módjait.

A Kolumbán-féle szabadalom, a reneszánsz vízgép működésének elvét egy kb. 4 kg tömegű vasgolyó vízzel telt medencébe ejtésével létrehozott és *vízütésnek nevezett* jelenség fellépésével magyarázza. A feltaláló a vasgolyót egy a medencébe helyezett csőbe ejti, amikor is – szerinte – az így létrehozott vízütés (?) hatására a csőfal oldalán elhelyezett szelepen át *6 atmoszférával egy „korty” víz préselődik a légüstbe*. A légüst víztere csővezetéken át összeköttetésben állt a Várhegy tetején lévő ciszternával, ahová a friss forrásvizet kellett felpumpálnia (*préselnie*) a bámulatos vízgépnek. Ez pedig egyértelműen meghatározza, hogy a légüstben uralkodó statikus nyomás, (*amelyet a 4 kg tömegű vasgolyó 1 m magasságból történő vízbe ejtésével kellene létrehozni*) azonos kell, legyen a H_{geo} emelőmagasság értékével. Korabeli katonai térképek szerint a Várhegy magassága 36 öl, amely magasság megegyezett a ciszterna, vagy ahogy elődeink nevezték, a „*vízartó köpeny*” magasságával. A vízgép építéskor három különböző mérőszám tartozott az egy öl hosszúságának meghatározására. A bécsi-, a bányász-, valamint a magyar öl mérőszámai közül ez utóbbival számolunk, amely 1,957 m. Ezek szerint a hegy magassága a kérdéses időben (*egyébként még ma is*) 70 m volt, melyhez statikus nyomásként így 7 bar túlnyomás tartozott. Belátható, hogy a 4 kg tömegű vasgolyó által keltett hullámlökés még akkor sem lenne képes ilyen mértékű nyomást létrehozni, ha a munkavégző képessége minden veszteség nélkül csak és kizárólag a légüst felé irányulna.

Mindezek figyelembevételével egyértelműen kijelenthetjük, hogy a feltaláló a koncepcióját nem a vízütés, hanem a *vasgolyó vízbe csobbanásának jelenségére* alapozta.

Az idézett szabadalmi leírás 15. oldalán maga a feltaláló is belátja, hogy amit állít, az „*hidrosztatikai paradoxon*”, amelyet valamiféle törvényszerűségnek vél. Majd így folytatja: „... a kéttényéri, cca. 2,5 dm-es szelepet a konkrét vízoszlop másfél tonnanyomással szorít a szelepkülésre. Ezt a nyomást a golyók becsapódásával keltett pillanatig tartó lökéshullám nem képes legyőzni. Nem tudhatni miért, de Cimenti Leonardo di Camicia itt mégsem hagyta abba a szivattyú tervezését, hanem egy további alkatrész (szélkazán) beépítésével legyőzte az akadályt”. A kivonat ábrája szerint viszont a szélkazán (nagyon helyesen) a szelepnél éppen

azon az oldalán helyezkedik el, amelyet „... a fellegrárba felvezető cső 60 m-es szintkülönbségű folyadékoszlopa terhel 6 atmoszféra nyomással”. Tehát a szélkaszánban valójában 6 bar túlnyomás uralkodna, amelyet a „pillanatig tartó lökeshullám egyszerűen nem képes legyőzni”. Így a bámulatos vízgép a szabadalmi bejelentésben leírtak szerint, nem működhetett.

A hivatkozott szabadalom azon állításával sem érthetünk egyet, miszerint Evlia Cselebi által ismertetett bámulatos és a színes szökőkút jelenség bemutatása csupán egy, az ünnepi események részeként szerepelt volna a gép lehetőségei között. Szakmai meggyőződésünk, hogy a szökőkút jelensége funkcionálisan is hozzá tartozott a vízgép szokásos technológiai ciklusaként a normál üzemvitelhez. A műveletről a kérdés fontossága miatt a későbbiekben egy külön fejezetben (IV.) fogunk részletes ismertetést adni.

Fontosnak tartjuk hangsúlyozni, hogy ezt a csodálatosan szép reneszánsz kori témát nem mi kerestük magunknak, hanem a téma talált meg minket. (Már az első hírek olvasásakor – amelyet Kolumbán úr a különböző folyóiratokban közzétett – mély hatással volt ránk a vízgép titokzatos működésének rejtélye.) A tényleges megkeresés, amely e bámulatos reneszánsz csoda üzemére vonatkozó véleményünk megfogalmazására kért, akaratlanul is több évre szólóan határozta meg érdeklődési körünket.

Mi is kitartóan kutattuk a történelmi múltat, nem egyszer rátalálva Kolumbán György kutató munkájának nyomaira. Számos olyan igazán fontos adathoz is jutottunk, melyet maga Kolumbán úr juttatott el hozzánk, melyet ezúton is nagy tisztelettel és hálával köszönünk.

Kutató munkánk során arra a következtetésre jutottunk, hogy a vízgép működési elvétől eltekintve még két igen fontos kérdésben eltérő az álláspontunk a feltaláló véleményéhez képest. Ezek közül az egyik, és talán a legfontosabb, hogy szerintünk az esztergomi reneszánsz kori bámulatos vízgép tisztán magyar szellemi-és egyben fizikai produktum volt. Megalkotásához nem volt szükség idegen segítségre. Kolumbán György szerint viszont – természetesen Vitéz János bíboros, esztergomi érsek megbízásából – a Firenzéből érkezett reneszánsz polihisztor, *Cimenti Leonardo di Camicia* volt a vízgép építője. Egyben szinte sugallja a gondolatot, hogy a tervezője is. Kolumbán úr állítását sem a Firenzei Műszaki Múzeum, sem pedig a Bécsi Műszaki Múzeum vonatkozó levéltári anyagának többszöri vizsgálata, vagy ahogy a kutató fogalmazott: „faggatása” sem igazolta.³ Bebizonyosodott, hogy Vitéz János bíboros életében Camicia még nem is tartózkodott Magyarországon. Az viszont elgondolkasztató, hogy a tudományos főmunkatárs az Érseki Levéltár vonatkozó iratait egyáltalán miért nem vonta a vizsgáladási körébe.

Azt, hogy Vitéz János volt a reneszánsz vízgép építetője és egyben tervezője, *Ritoókné Szalay Ágnes* Esztergom, az ezeréves kulturális metropolis⁴⁴ című munkájából vett *Janus Pannonius* idézete alapján is véleményezhetjük. A nagybáty és öcs közötti meghitt kapcsolat és Janus ragaszkodó szeretetéről tanúságot tevő versek egyike *Csonka Ferenc* fordításában a következőképpen hangzik, amelyre állításunkat alapozzuk:

*Most, amikor, boldog Magyarország, trónodon immár
Mátyás, hős apa hős sarja, dicső fia ül:
János, a pásztor, akolt épít, hogy a nyájnak a síkon
Biztonsága, el ne ragadja gonosz,
Tettéért, Péter, ki az égi bejáratot őrzöd,
Mennyed a pásztor előtt tárd ki a nyája előtt.*

Ezek a sorok (Ritoókné szerint) nem egy egyszerű erődítmény építésére utalnak, amely mögött a főpásztor biztonságban tudhatta nyáját (nobile septum), hanem minden bizonnyal az érseki palota és a királyi vár lakói számára az éltető vizet biztosító bámulatos gépezetre vonatkoztak.

A vers keletkezésének időpontja az 1460-as évek második felére tehető, mely egybe esik az általunk is feltételezett vízgép építésének időpontjával. A „bámulatos vízgép” építésének feltételezett ideje az 1467 és 1469-es években lehetett, amely Vitéz János életének eseményei tükrében valószínűsíthető. Ismert, hogy lázadás címén Mátyás 1469-ben a főpapot fél évre a visegrádi várbörtönbe csukatta, majd élete végéig (1472. augusztus, 8) a prímási palotában, házi őrizetre ítélte. Janus pedig, hogy elkerülje a börtönt, Firenzébe szökött. Az úton azonban tüdőgyulladást kapott, és meghalt. Ekkorra pedig már az események és a körülmények tükrében a vízgép készen lehetett.

Vitéz érsek európai és keleteurópai jelenség egyszerre. Kétségtelenül lángész, ki Hunyadi Mátyáshoz és Janus Pannoniushoz fogható, noha mindkettőjüknek mestere volt. Esztergom és a középkori magyar kultúra első számú pártfogója, kinek irányítása alatt a város a reneszánsz kultúra hazai és egyben nemzetközi központjává vált. E dicső korszak reneszánsz erejét *Prokopp Mária* művészettörténész szerint „... az adta, hogy mi nem másoltunk senkit. Akkor már létezett egy ötszáz éves magyar állam, melynek sajátos történelme és szerepe ismert volt egész Európában. Egy nemrég megnyílt kiállításon derült ki, hogy Firenze a művészettörténet szempontjából a 15. században nem volt gazdagabb, mint mondjuk az akkori Kőszeg vagy Szeged. Esztergom pedig, mint érseki város természetesen még ezeknél is jelentősebb és tehetősebb település volt.”⁵ „Vitéz nem csak az építészeti remekművekben és a képzőművészeti alkotásokban varázsolta az újkor múzsáinak székhelyévé Esztergomot, hanem a természettudományokra is kiterjesztette figyelmét.”⁶ Különösen a modern csillagászat volt kedvelt foglalkozása. Olyan csillagászati táblázatot készített, amelynek alapján előre ki lehetett számítani a nap és holdfogyatkozások idejét. Ezt a kiváló matematikai-asztronómiai munkát a csillagászok még százötven évvel később, Kepler idejében is használták. Vitéz Jánost rendkívüli képességei szinte predesztináltak arra, hogy ezt az egyedülálló és személyiségére oly jellemző bámulatos vízgépet minden vonatkozásában megalkossa. Az volt a törekvése, hogy összegyűjtse maga köré a természettudományokkal foglalkozókat, mert tudta: „ők hozzák a bölcsességnek a legnagyobb hasznot.” Kiváló mesteremberek közreműködésével öntődét, valamint olyan asztalosműhelyt építtetett a malombástya közvetlen közelébe, ahol három év kemény munkájával elkészülhetett a világon máig egyedülálló vízgép, a bámulatos.

Bonfini szerint Vitéz János műzsléssel épített érseki palotájához észak felől gyönyörű kettős erkéllyel ellátott folyosót kapcsolt, gömbölyű bástyatornyot és boltíves kápolnákat épített, amelyekben fürdőszobákról is gondoskodott. A sziklafal mellett pedig két kertet épített, amelyek közül az egyik függőkert volt. Ugyancsak Bonfinitől tudhatjuk, hogy a tűz pusztította¹⁰ székesegyházat teljesen felújította és tetőzetét tűzálló üvegmázás cseréppel fedette.

Minden történelmi visszaemlékezés – Vitéz János érsek alkotói életútjának ismeretében egyértelműen arra utal, hogy az esztergomi bámulatos vízgép építtetője az érsek volt. Ezzel szemben nehezen fogadható el a Duna Múzeum főmuzeológusa állítása, miszerint a vízgépet a még kiskorú (7 éves) *Hyppolit d' Este* érsek (1486-1493) építtette és építője, pedig *Camicia* lett volna.³

Több mint hat évgondolkodás és felkészülés után úgy határoztunk, hogy M 1:10-es léptékű modellben megkíséreljük elkészíteni a bámulatos mintapéldányát. Természetesen a minta készítésekor csak puha és keményfát, valamint levegőre keményedő gyurmát használtunk. A szerszámaink pedig a legegyszerűbb fámegmunkáló eszközök voltak. A legmodernebb szerszámunk egy kézi villamos fűrőgép volt. Bő egy év kellett ahhoz, hogy *Evlia Cselebi* leírása alapján – a szükséges pontokon szakmai okokból változtatva – a bámulatos mintapéldányát elkészítsük. Igazán megtapasztalhattuk, hogy mennyi munkával és vesződséggel járhatott elődeinknek az igazi vízgép építése. Ha belegondolunk, az építésre és minden valószínűség szerint a tervezésre fordított „becsült” három év önmagába véve is csodálatra méltó teljesítmény. Mi is csak araszolva haladtunk a munkával.

Építettünk, bontottunk, majd tévedéseinket kijavítva átalakítottunk és nagy türelemmel, kitartóan dolgoztunk. Hittünk és bíztunk abban, hogy munkánk sikerrel jár. „*A hit pedig a remélt dolgokban való bizalom, és a nem látható dolgok létéről való meggyőződés. Ennek a hitnek az alapján nyertek Istentől jó tanúbizonyságot a régiek.*” (Zsid. 11, 1-2). Az ige szellemi és lelki erejében bízva készült a vízgép mintapéldánya. Meggyőződésünk, hogy munkánk eredménye minden vonatkozásban alkalmas arra, hogy mind felépítésében, mind pedig méretezésében választ adjon a bámulatós rejtélyesnek tűnő működésével kapcsolatos összes kérdésre.

A másik kérdés pedig, amelyben eltérő a véleményünk Kolumbán úr véleményétől, az a vízgép pusztulásának körülménye. Állítása szerint „... *a párkányi csatában (...) 1683. szeptember 20-án (...) nyomtalanul megsemmisült, nem építették újjá, alkatrészeiről sem tudni.*”

Ismert, hogy *Sobieski János* lengyel király, és *Lotaringiai Károly* herceg, a császári seregek főparancsnoka 1683 szeptemberében Bécs alatt súlyos csapást mért a *Kara Musztafa* nagyvezér által vezetett török csapatokra. A szövetséges sereg bécsi sikere után szinte lélegzetvételnyi időt sem hagyva, üldözőbe vette az Esztergom felé menekülő ellenséget. A Sobieski vezette lengyel lovasság október 7-én *Párkánynál* beérte, majd összecsapott a jelentős túlerőben lévő törökkel. Az ütközetben a törbe csalt lovasság igen érzékeny veszteséget szenvedett. A közel kétezer halottat visszahagyó lengyelek ezután bevárták a császári egységek érkezését, és az így már megerősödött haderő október 9-én súlyos csapást mért az ellenségre. A harcban jelenlévő erdélyi szemtanú szerint mintegy 40 000 török ütközött meg a lengyel királlyal. Az Esztergomot Párkánnyal összekötő cölöphídnál megfutamították, és a Dunába szorították a törököt. A harcosok közül több veszett a Dunába, „... *mint Bécs miatt*”. A híd leszakadt, és a menekülő török csupán töredéke kerülte el a halált vagy a fogságot.⁷

Ezt erősíti *Deák Antal András* A Duna fölfedezése című munkájában, amelyben *Luigi Ferdinando Marsigli*, a kitűnő hadmérnök egy, a török jelentésből vett adatot idéz. Ez a forrás is több tízezer török vízbe fulladásáról ír. A Marsigli által lefordított török jelentés szerint nem Sobieski ágyúí lötték szét a hidat, hanem *Cara Muhamed pasa* téves tanácsára – tartva a hátbatámadás lehetőségétől – maguk a törökök vágta ketté azt.⁸ Ez a hibás döntés azonban végzetesnek bizonyult. Esztergom várát ugyanis ekkor még mintegy 2000 fős török helyőrség védte, amely képes lett volna biztosítani a török csapatok dunai átkelését.

A helyőrség számára pedig létfontosságú kérdés volt, hogy a vízgép működjön. Ha a harcok során a vízgép megsemmisült volna, nem lett volna képes a vár védelmére október 27-ig. Ha pedig csak sérült (és ez a legvalószínűbb), a keresztény csapatok megjavították azt. De kérdés, vajon ekkor még az a hajdani „*magyar érsekek által nagy költséggel csináltatott*” reneszánsz kori vízgép működött-e a malombástya várfalának védelmében, vagy talán már valami egészen más? Az erre a kérdésre adható egzakt választ kutatásaink során csak jóval később találtuk meg.

A *Zrínyi Katonai Kiadó (1985)* gondozásában megjelent Magyarország hadtörténete néven ismert munka VII. fejezetében egy nagyon szép metszet látható a párkányi csatáról, amelyet majd záró képként kívánunk csatolni a szabadalmi bejelentésünk ábráihoz. A rajzon jól látható a még két ép, vörösfenyő cölöpökkel megépített hídfő, a közepén már elszakadt híd, valamint az esztergomi oldalon (ami a számunkra fontos), az ugyancsak ép minaret és

környéke.⁷ Ez, a metszet tanúsága szerint azt jelenti, hogy a malombástya nem szenvedett olyan súlyos károkat, amelyek a vízgép megsemmisüléséhez vezethetett volna. Az esztergomi vár a felszabadítása után még hosszú időn keresztül adott szállást a császáriaknak. Ez csak úgy volt lehetséges, hogy egy működő vízgép kiszolgált friss forrásvízzel a Várhegy lakóit. Arról pedig, hogy a vízgép mennydörgésszerű zajjal dolgozott volna, Evlia Cselebi beszámolója óta egyetlen leírás sem bukkant fel.

A visszafoglalt Esztergom hadászati jelentősége megnőtt. A szövetségesek *Érsekújvár* ellen tervezett felvonulásakor tartani lehetett attól, hogy a budai törökök Esztergomot veszik ostrom alá. Ez a sejtés a későbbiekben igazolódott, és 1685-ben valóban megindult a török a vár ellen. Ekkor Sobieski ismét a szorongatott Esztergom segítségére sietett, és a vár védőivel közösen visszaverte a törökök ostromát. Vízgép nélkül a vár sikeres védelme elképzelhetetlen, a sziklába vájt kút pedig egymaga nem lett volna képes a szükségletek ellátására.

A kuruc háborúk idejéből az Esztergomiak számára egy figyelemre érdemes esemény a vár életében, amikor is 1703 decemberében *Bottyán János* tábornok lakóhelyére, a városba költözött. Az volt a szándéka, hogy csellel ezt a nagy fontosságú várat a kurucok kezére adja. Terve azonban kitudódott, és *Kuckländer*, a császári csapatok esztergomi várparancsnoka elfogatta, majd haditörvényszéki eljárás céljából őrizet alatt Bécsbe indította. Útközben Botytyán megszökött, és *Rákóczi* táborába ment. „... a fejedelem már 1705 nyarán felismerte, hogy a Dunántúl megtartásához nélkülözhetetlen Esztergom vára, a Dunán inneni országrészszel való biztos összeköttetés záloga.”⁷¹ Így a nyári hadműveleteket 1706. augusztus 3-án Esztergomhoz való felvonulással kezdte. Az ostromot Rákóczi személyesen irányította. A kuruc tüzérség a Duna másik partjáról lőtte a várat, majd a város elfoglalása után aknákkal rombolta a várfalakat. A gyalogság pedig több rohamot intézett a vár ellen. A védők azonban hét héten keresztül ellenálltak az ostromnak, bízva a fölmentő sereg érkezésében. Ennek híján szeptember 17-én szabad elvonulás fejében *Kuckländer* tábornok feladta Esztergomot.⁷ Újból csak azt mondhatjuk, hogy vízgép nélkül a várban harcoló császáriak számára nem lett volna lehetséges a védekezés. A több mint egy évtizedig tartó kurucháborúskodás után – a Bakócz-kápolna kivételével – már csak romok voltak találhatóak a várban.

A kuruc harcok utáni eseményekről a legbiztosabb táppont, hogy az 1707 és 1729-es évek között az akkori várparancsnokok idejében igen jelentős, a korszerű hadviselés szempontjait is kielégítő erődépítés történt. A várépítő munkálatokat az 1750-es évektől ismét folytatni kívánták, de a folytatásra valószínű, hogy vízhiány miatt már nem kerülhetett sor.

Az 1756-ban *Krey János* mérnökkari főnök által a vár erődítéseiről és közvetlen környékéről készült munkájában a következő tájékoztatás olvasható a vízgépről: „... a vizivárvízű segélyével ide hajtották fel a vizet. A gépezet idővel annyira elromlott, hogy (...) a vármegye hetenként két szekeret volt kénytelen az őrség rendelkezésére bocsájtani – vízfordás céljából. E szolgálattétel olyan terhes volt, hogy az 1721. júl. megyegyűlés erélyesen sürgeti az alispánt, hasson oda, hogy a már kész terv szerint a várbeli vízvezeték mielőbb elkészüljön. A törökök a jobb forrásvíz bevezetéséről gondoskodtak, a Duna vízművet elhanyagolták. A XVII. sz. második felében legalább már nem volt használható állapotban.”¹⁰

A rejtélyesnek tűnő bámulatos vízemelőgép „halálának” titka ezzel feltárult. Tehát nem a súlyos harcokban pusztult el ez a technikai csoda, hanem a törökök egyszerűen leszerelték.

Esztergom a reneszánsz korban élte virágkorát, amelynek a török betörése vetett véget. A város bámulatos vízgépe pedig 200 év kitartó és „hangoskodó” működése után a működtetéséhez szükséges forrásvíz elégtelen mennyisége miatt a törökök jóvoltából „elhuny”.

Az 1763-as években *Barkóczy Ferenc* primás (1761-1765) nagyarányú tereprendezésbe kezdett a Várhegy középső részén. A kitermelt romos törmeléket a hegy nyugati lábához kotortatta, előkészítve ezzel a teret a Szt. István templom építéséhez. A feltöltésre kerülő Duna parti rész pedig éppen az a terület volt, amelyen feltehetően a XVI. században épült *Özicseli Hádsi Ibráhim* ólom tetejű *dsámija* a lerombolt minarettel, a malombástya ill. a Vízivár, valamint az ugyancsak lerombolt Verpech torony voltak. Ha ezen a területen valamilyen működőképes gépezet lett volna, nem került volna sor a feltöltésére.

A vízhozam csökkenésének egyik okát a geológusok a forrásvíz duzzasztásának következményével magyarázzák. Bizonyított, hogy még az 1200-as évek elején – egyébként az ásatások is ezt igazolják – a forrás vizét annak érdekében, hogy egy vízimalmot működtethessenek, *Horváth István* régész közlése szerint 4 méterrel megemelték. Ez a duzzasztásos művelet pedig minden valószínűség szerint hozzájárult az olyan Fattyú-források kialakulásához, amelyek közvetve ugyan, de évszázadok múlva a vízhozam jelentős csökkenését okozták. A csökkenés másik oka, pedig a megváltozott időjárási körülmények lehettek. E két esemény együttes hatása vezethetett a vízhozam fokozatos csökkenéséhez.

A csökkent hozamú Verpech forrás vize pedig már nem volt elégséges a vízgép üzemen tartásához, ezért a törökök a bámulatost lebontották, bronz alkatrészeit a maguk javára fordították. A még ez után is jelentősnek mondható forrásvizet, a bámulatos vízikerekének és néhány fogaskerekének felhasználásával a törökök egy, az általuk épített és a kor műszaki színvonalának megfelelő dugattyús szivattyú megépítésével hasznosították. A csökkent fordulatszámú vízikerek által kifejtett nyomaték ugyan változatlan maradt, a dugattyús szivattyúk pedig nem olyan fordulatszámfüggő gépek, mint amilyen a bámulatos vízgép volt. A fellegvárba vezető bronzból készült csővezeték természetesen meghagyták, amelyen keresztül a vízellátást továbbra is biztosították. Nyilvánvaló, hogy az 1670-es évektől a Várhegy vízellátásának fejezetében egy olyan időszak vette kezdetét, amelynek kutatása, titkainak feltárása újabb izgalmas feladatnak ígérkezik.

Minden történelmi leírás arról tanúskodik, hogy a Várhegy a XVIII. században vízhiánnyal küszködött. Így *Rudnay Sándor* hercegprímás a századforduló után arra kényszerült, hogy nagy anyagi ráfordítással *Swoboda János* magyar királyi mezőgazdasági főigazgató tervei alapján vízművet építtessen. Az elkészült művet először 1822. november 22-én hozták működésbe. A leírás szerint „*két ló segítségével óránként könnyedén 200 akó vizet tudtak a Dunából a hegyen lévő tartályba emelni*”. Ez a fontos esemény azonban már a Várhegy történelmében a Bazilika építésének munkálataival összefüggésben egy új korszak kezdetét jelentette.⁹

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

II. fejezet

A vízgép működési elve

Már Kolumbán György szabadalmi leírását olvasva feltűnő volt számunkra az igen erős hanghatásra utaló jelzők használata. A „... *mennydörgő zakatolás és a víz zúgása, (...) zubogása*” visszatérő jellemzése a vízgépnek Evlia Cselebi írásában. Talán a legszebb, amikor azt írja: „*Nagy Isten! Olyan zörgés keletkezett, mintha az utolsó ítéletnek hirdetője volna.*”

Deák Antal András kiadványában, pedig egy, a XVI. századi török utazó leírását közli, aki szerint a bámulatos vízgép „... *csodás találmány volt. A bástyába vezetett víztömeg egy forgódobba zuhogott, amely önműködően sajtolta föl a vizet a várba, s közben olyan zajt vert és olyan látványt nyújtott, hogy:» örüllté tette az embert «.*”³

Ezek után számunkra nem volt kérdés, hogy a vízgép üzemében igen fontos szerepet kapott az erős hanghatás. Megerősítést pedig *Wernherr György* tapasztalt útleírótól vettük, aki egyszemélyben orvos, és a szepességi bányák felügyelője volt. Ő az, aki a bámulatos vízmedencéjében lévő edényt *tympanumnak*, azaz hidraulikus dobnak nevezte. *Bakos Ferenc* szerkesztésében 1989-ben kiadott *Idegen szavak és kifejezések szótára* szerint a *tympanum* szó jelentése *pergamennel bevont féldob a régi görögöknél*, orvosi jelentése, pedig *középfül*, ill. *dob (üreg)*.¹¹ Azokat a gépelemeket pedig, amelyek az itt leírt szavak jelentéséből összevontan a műszaki életben használatosak, a dugattyús szivattyúk felépítésében *légüstöt* jelentenek. Megkülönböztetünk szívó és nyomóoldali légüstöket, amelyeknek leegyszerűsítve a feladatuk: a folyadékáram fenntartása a csővezetékben. A mi vízgépünkénél más szereppel ugyan, de leginkább a dugattyús szivattyúk szívóoldali légüstjére utaló működést mutat a *tympanum*.

A *tympanum* meglétét erősíti az Evlia Cselebi leírásából szerkesztői okok miatt kimaradt rész *Dávid Géza* professzor fordításában is, mely szerint a friss forrásvíz a „*sadirvánból*” jut fel a várba. Az adott szövegkörnyezetben pedig a *sadirván* a professzor úr szerint egyfajta *tartályt* jelent, amely megegyezik az általunk a továbbiakban légharangként kezelt gépelemmel.

Mindezek ismeretében szinte egyértelmű, hogy a leírásban ismertetett „ágyúgolyók” nem a kör alakú medence vizére, hanem a légharang tetejére csapódtak.

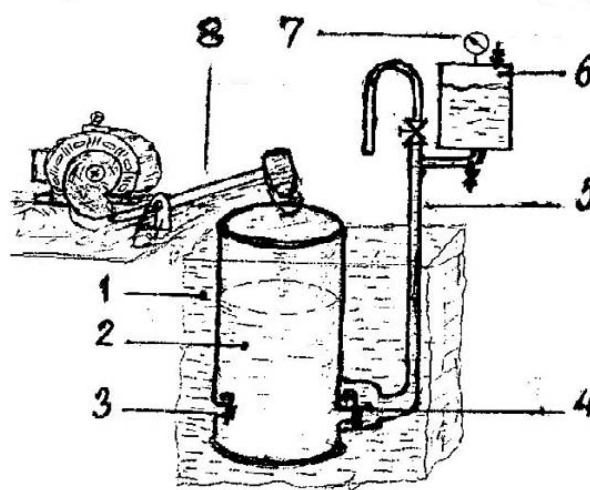
Elképzelésünk igazolására *Szekeres József*, a *Rosenberg Hungária Kft.* Ügyvezető-résztulajdonosa támogatásával közelítően a feltételezett eredeti méretekhez igazodva elkészítettük a modellkísérletek elvégzésére alkalmas berendezést. A légharang, valamint a légharanghoz kapcsolódó szerkezeti elemek együttese – megítélésünk szerint – alkalmas volt a remélt sikeres modellkísérletek elvégzésére, teóriánk igazolására.

A kísérleti berendezés segítségével igazolható működési elv magyarázatát rajzok segítségével ismertetjük részletesebben, ahol az

1. ábrán a légharang elhelyezkedése, és a hozzá kapcsolódó gépelemek helyzete, a
2. ábrán a légharangban a víz hidrosztatikus nyomásának hatására kialakuló állapot, a
3. ábrán a szilárd anyagokban a longitudinális hullám terjedésének, a
4. ábrán a folyadékokban a longitudinális hullám terjedésének, és az
5. ábrán a gázokban terjedő longitudinális hullám képének a szemléltetése látható.

1. A kísérleti modell elrendezési vázlata

Az 1. ábrán a „ vízmedencében ” (1) elhelyezett légharang (2) látható.



1. ábra. A kísérleti berendezés kinematikai vázlata

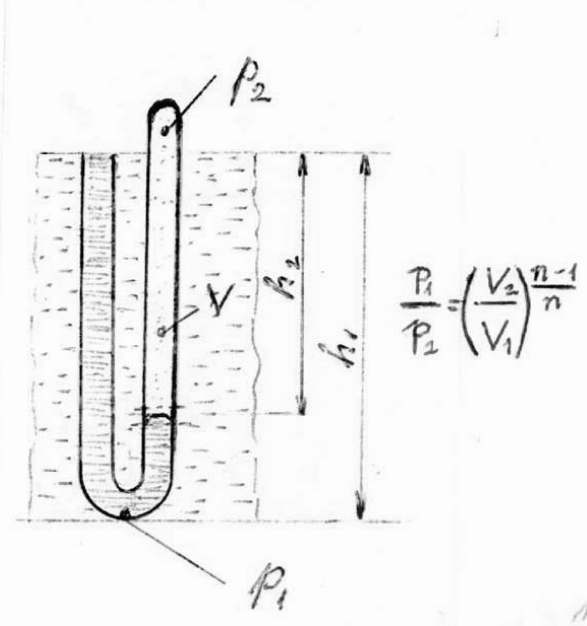
A kísérleti medence átmérője 1000 mm, magassága 800 mm. A légharang, NA300x700 mm-es acélcsőből és a fedlap, valamint a fenéklemez 6 mm lapvastagságú A34-es acéllemezből készült. Mind a szívó (3), mind, pedig a nyomószelep (4) szerepét a szabványos méretű, rugóterhelésű 3/4"-os visszacsapó szelepek töltötték be. A nyomó szelephez kapcsolódó csővezetékbe (5) annak érdekében, hogy a folyadékoszlopban a **6 bar** túlnyomást létrehozassuk, nyomóoldali légüstöt (6) csatlakoztattunk. A túlnyomás méréséhez Burdoncsöves nyomásmérőt (7) használtunk. A vasgolyók helyett, amelyek a légüst tetejére csapódtak, elfogadva a 100 mm átmérőjű, és 4 kg tömegű méretet, egy Farkas-kalapácsos mechanizmust (8) csatlakoztattunk. Hajtóegységként frekvenciaszabályozós villamos motort alkalmaztunk. Tapasztalataink szerint a percnkénti 60-as ütésszám mellett dolgozott legmegbízhatóbban a kísérleti berendezésünk, amely könnyedén teljesítette az elvárásokat.

2. Nyomásviszonyok helyzete a légharangban

A kerek medencét vízzel töltve, a légharangban a 2. ábrán szemléltetett állapot jön létre. A légharangba tóduló víz hatására a bennrekedt levegő összenyomódik, melynek pontos értékét az általános gáztörvény segítségével tudjuk számolni. Közelítő pontossággal ugyan, de mérések útján is meghatározhatóak a nyomásviszonyok. Az U alakú nyomásmérő jobb oldali zárt, míg a bal oldali nyitott ágban a mérőfolyadék feltöltése után a légharang állapotára jellemző nyomásviszonyok meghatározhatóak. A nyitott ágban a **0,7 m** magas vízoszlop a zárt ágban **0,07 bar** túlnyomást hoz létre, mely állapot a légharangra is jellemző állapotot tükröz.

Az így statikusan mérésre előkészített modell a hajtómotor indítása után a légharang fedelére mért ütések hatására, a percnkénti kb. 60-as ütésszám mellett, hatalmas zajjal megindult a víz szállítása. A kívánt **6 bar** túlnyomást könnyedén, viszonylag rövid idő alatt teljesítette a berendezés.

A „mennydörgő zakatolás” okát a berendezés fényesen igazolta és továbbá azt is, hogy az erős hang által keltett longitudinális lökéshullám az alacsony túlnyomásos térből képes a vizet akár 60 méterre, vagy éppen még annál magasabbra is kényszeríteni!



2. ábra. A légharang és a medence vízének hidrosztatikus állapota

3. A longitudinális hullámjelenség terjedésének szemléltetése a szilárd testekben

A 3. ábrán acélgolyók segítségével szemléltetjük a szilárd testekben lejátszódó longitudinális hullámjelenséget. Ismert, hogy a szilárd testekben az ütés hatására az elemi részecskék elmozdulása nem, csak az energia tovaterjedése valósul meg. Ha a bal oldali szabadon álló golyót a nyíl irányának megfelelően nekiütköztetjük a sorban álló többi golyónak, a sor végéről az utolsó golyó a többi nyugalmi helyzete mellett késelem nélkül azonnal kiugrik. A légharang tetejére mért ütéskor a köpenyben tehát azonnal végigfut az energiahullám, majd a medence alján keresztül az alépítménybe jut. Azt, hogy a légharangban lévő vízre valamilyen hatással lenne, csak feltételezzük.



3. ábra. A longitudinális hullám terjedésének szemléltetése a szilárd testekben

4. A longitudinális hullámjelenség terjedésének szemléltetése a folyadékokban

A 4. ábrán egy kb. két méter hosszú és vízszintesen kifeszített rugót használunk a vízben lejátszódó lökéshullám futásának szemléltetésére. Ismert, hogy a lökéshullám terjedési sebessége vízben kb. 800 m/s. Itt már nem csak az energiaáram, hanem az elemi részecskék is elmozdulnak. Ha egy kalapáccsal ütést mérünk a rugó egyik végére, annak a középvonalában hosszirányú energiahullám fut végig. A meg növekedett energiasűrűség miatt ezt úgy érzékeljük, mintha egy sötét „folt” futna keresztül a rugóban. Az ellentétes oldalról ez az energiahullám visszaverődve (reflexió) megismétli a jelenséget. A látható folt mozgásának magyarázata, hogy a rugó tekercsei a középvonalban az energiahullám haladásának irányába valóságosan is elmozdulnak egymáshoz képest. A valóságos folyadékban ezt az energiahullámot az erős hanghullám segítségével tudjuk létrehozni, amelyet a légharang tetejére mért ütéssel indíthatunk el.

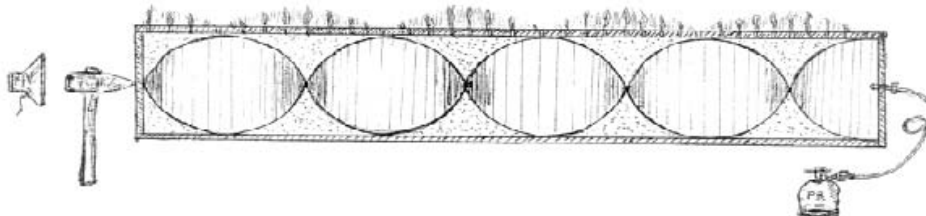


4. ábra. A longitudinális hullám terjedésének szemléltetése a folyadékokban

5. A longitudinális hullámjelenség terjedésének szemléltetése a gázokban

Az 5. ábrán egy olyan, a gázokban terjedő longitudinális hullám terjedésének szemléltetésére alkalmas kísérleti berendezés rajza látható, amelynek az alapját egy kb. két méter hosszú, acélső képezi. A cső mindkét vége zárt, míg a palástján egyenletes távolságokra és sorban egymástól kb. 2 mm-es furatok vannak kialakítva. A csővezetékbe PB gázt vezetünk, majd begyűjtjük azt. A furatokon kiáramló gáz lángja egyenletes, a gáznyomás függvényében pedig alacsonyabb, vagy éppen magasabb képet mutat.

Ha a cső végének középpontjára egy kalapáccsal ütést mérünk, a lángmagasságok változása az energiasűrűség miatt egy szinuszos hullám lefutásának és visszaverődésének a képét mutatja. A hanghullám terjedési sebessége a levegőben kb. 330 m/s. Ha egy erős és mély hangú hangszóró segítségével juttatjuk a hanghullámokat a gázba, úgy egy fennmaradó szinuszos hullám képét mutatják a lángnyelvek. Ott lesz a legmagasabb a láng, ahol a cső belsejében legnagyobb az energiasűrűség. Úgy ahogy növeljük a kísérlet során a hang magasságát, a szinuszos hullám amplitúdója egyre kisebb lesz, a hullámhossza pedig egyre rövidebb. Ez az igen látványos szemléltetése az energiahullám terjedésének egyben arra is figyelmeztet, hogy az ütésnek minden esetben a légharang fedelének középpontjába kell esnie, és a hangmagasság lehetőleg a dūr skála első hangja legyen.



5. ábra. A longitudinális hullám terjedésének szemléltetése a gázokban

6. Az erős hang által keltett lökeshullám hatására működő áramlástechnikai gép üzemenek magyarázata a kísérleti modell elrendezési vázlatára alapján:

~ - az alacsony túlnyomású levegővel telt légharang (2) terében a lökeshullám valósággal ütést mér a víz felszínére, majd haladási sebességét közel háromszorosára növelve a nyomószelepen (4) át a vezetékbe (5) löki a vizet. A nyomóvezetékhez kapcsolódó légüst (6) (amelyre csak a kísérleti mérések során van szükség) képes fogadni az ugrásszerűen megnövekedett és mennyiségű vizet, a nyomásmérő (7) pedig a nyomásnövekedés mértékét folyamatosan mutatja;

~ - a légharangban maradt vízben a visszaverődő lökeshullám a kismértékben megnövekedett és csökkent gáznyomású tér felé mozdulva elősegíti a szívószelepen (3) át az üstbe tóduló víz áramlását. Természetesen ez az áramlás elsődlegesen a légköri és a medencében lévő víz hidrosztatikai nyomásának együttes hatására jöhet létre. Annál nagyobb a légharangba tóduló vízárám mennyisége, minél kisebb a belső térben uralkodó összes nyomás;

~ - a vízgép úgy működik, mint egy szabadlökötű dugattyús szivattyú (a dugattyúhoz nem kapcsolódik hajtókar). A longitudinális lökeshullám hatására a légharangban lévő víz, mint egy valóságos dugattyú kilöki (kinyomja) a nyomószelepen át maga előtt a vizet, majd a reflexió

jelenség hatására „beszívja” a medencéből a kiszorított víz térfogatával azonos mennyiséget.

Tehát a kísérleti mérések során igazolást nyert, hogy a bámulatos az erős hang által keltett lökéshullám hatására elvileg hasonlóan működik, mint a dugattyús szivattyúk. Az eltérés úgy fogalmazható meg, hogy míg a dugattyús szivattyúk esetében a dugattyú a hajtókaron át kapja a működéshez szükséges energiát, addig a bámulatos „dugattyúja” a hengertér felőli oldalról egy enyhén túlnyomásos légtéren keresztül lökéshullám formájában. Eltérés még, hogy a bámulatos üzemiében az első ütem a *kinyomás*, és csak a második ütem a *beszívás* üteme. Az emelőmagasság hasonlóan a dugattyús szivattyúkhöz *elméletileg végtelen* és gyakorlatilag korlátot csak a bevezetett teljesítmény mértéke vagy a gép szilárdsági paraméterei jelentenek.

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

III. fejezet

A vízgép szerkezeti felépítése

A kicsinyített modell egyes elemeiről készített felvételek segítségével kívánjuk ismertetni a vízgép üzemén kívüli (statikus) állapotát a fontosabb funkcionális feladatok megjelölésével. A Verpech forrás vizének útját a Dunába vezető csatornáig, majd a felülcsapott hajtású ládás vízikerek által működtetett erőátviteli szerkezet felépítését és kapcsolódását a golyóemelő hengerkerék hajtásáig szemléltetjük. A következő lépésben a hengerkerék által mozgásban tartott *bronz öntvényből* készült golyók mozgását, majd azok légharangra való csapódása után a friss forrásvíz Várhegyre történő szökkenésének menetét dolgozzuk fel. A légharang „levegőztetésének” és Cselebi által leírt, az igen látványos szökőkút jelenségének magyarázatát tekintettel a fizikai és technológiai kérdés fontosságára külön, a már az előzőekben is jelzett IV. fejezetben adjuk.

A modelltől készült felvételek elvi elrendezésben és az előbbieket szerint a következő szerkezeti elemeket mutatják részletesebben, ahol a

6. ábrán a víztározót és az erővíz csatornát a deszkazsindellyel fedett kupolás tetőszerkezetet egy részletével a Várhegy felőli oldalról nézve, a
7. ábrán ugyanez az erővízrendszer metszeti képe a Duna felőli oldalról nézve, a zárónyitó zsiliplapokkal, valamint a ládás vízikerekre vezető *surrantóval*, a
8. ábrán a bámulatos vízgép eredeti elhelyezkedését a vízellátó rendszerhez képest, a
9. ábrán a ládás vízikereket, a
10. ábrán az ovális alakú medencét a víztorlasztó gátfallal, valamint az üzemi vízszintet szabályozó zsiliplapot, a
 - medence víztelenítését biztosító zsiliplapot a nyitáshoz szükséges emelőkarral, kötélpázzal, és a Dunába vezető csatornával, az - osztott házas fogaskerék szekrényt, a
11. ábrán a „*teve nyaka módjára girbe-görbe*”¹ alakú golyóemelő hengerkereket, a
12. ábrán a kettős félgömbhéj fedelű légharagot a golyóvezető csatornákkal és golyókkal,
13. ábrán a golyóemelő hengerkerék és a légharang összehangolt együttműködését, a
14. ábrán a Várhegyre vezető, valamint a „*kéménynyíláson át egyenesen az ég felé kimenő*”¹¹ *vízvezetési* elemeket az útirányító szeleppel együtt szemléltetjük.

1. A Verpech forrás története és a bámulatos vízgép vízellátása

Az esztergomi érsekség és káptalan 1530-ban Pozsonyba és Nagyszombatba költözött, a várat Ferdinánd király katonasága szállta meg. Az 1542-es évben Esztergom vára a Buda visszafoglalására szervezett keresztény seregek fontos kiindulópontja lett. Ettől kezdve olasz hadmérnökök közreműködésével jelentős erősítési munka folyt a várban, döntően azonban az általunk malombástya néven ismert városfalon. A Duna partján az ívben hajló bástyafalat úgy építették, hogy az a lehető legnagyobb védelmet és biztonságot nyújtsa annak a bámulatos vízgépnek, amelyet Vitéz érsek építtetett még az 1460-as évek második felében. Az íves városfalba szürke homokkőből – még a mai napig is látható – olyan félkörívű építmény kapcsolódik, amelyet a malombástya védői őrhelyének véltünk. Ennek az őrhelynek vélt építmény tetejére támaszkodott az a *gyilokjázat*, amelyet még a törökök is – sértetlenül hagyva – „beleépítettek” a templomukba.

Sem az őrhely, sem pedig a Verpech torony és malom rajza egyetlen korabeli térképen sem szerepel. Ha bele gondolunk ez egészen természetes, hiszen a *lőporraktár* helyét sem tüntették fel, amely legalább olyan fontos objektum volt a várban, mint a vízellátás bámulatos gépezete. „1543. július 23-án Szulejmán szultán serege megtámadta és kétheti pusztító ostrom után (árulással) elfoglalta a várat.”²

Természetesen nem a fellegvár bevételéhez segítette az áruló olasz a törököt, hanem a vizivárvízmű elfoglalásához. Az újonnan épített malombástyát augusztus 7-én éjszakai rajtaütéssel a janicsárok elfoglalták és a kezükbe került vízmű a fellegvárvár feladására kényszerítette védőit. Ezzel Esztergomban 1543. augusztus, 8-tól *a reneszánsz korszak véget ért.*

Az elmúlt években a szemünk láttára tárult fel – Rosenberg Hungária Kft. tulajdonosai csodálatraméltó támogatásának köszönhetően – a régészeti feltárások nyomán a gyönyörű Özicseli Hádsi Ibráhim dzsámija és a bámulatos vízgép vízellátási rendszere.

A malombástya belsejében a 26 °C hőmérsékletű, bőséges hozamú Verpech karsztforrás a Duna legmagasabb árvízszintje alatti magasságban a Várhegy északnyugati lábánál fakadt. Amint azt már az előzőekben írtuk, a forrásvizet **4 m** magasságba duzzasztották, hogy egyrészt védelme biztosított legyen a gyakori árvizekkel szemben, másrészt pedig, hogy a megemelt forrásvíz munkavégző képessége a nehézkedéssel növelésével hasznosíthatóvá váljék. A megnövelt energiaszintű forrásvizet a XIII. század elején már egy egykőves, a régészeti feltárások nyomaiból következtetve alulcsapott, esetleg közepesen csapott vízikerékkel hajtott egykőves malom működtetésére hasznosították. Az esztergomi Hídlap „helyi história” című igen kedvelt rovata a vízimalom létét az 1229-es évre teszi. A malom úgy 3-4 m távolságra lehetett a forrásfoglalótól.

Elődeink igen nagy becsben tartották a forrásvizet és fontosnak tartották azok tisztaságának megőrzését. A Verpech forrás védelmére és a mindenható Isten dicsőségére tornyot is építettek a foglaló fölé. A forrásfoglalót terméskő falazattal vették körül, amely a duzzasztáson túl egyúttal a Verpech torony alapzatát is adta. A duzzasztás érdekében a foglaló köré egy falazattal olyan vízaknát (ciszternát) alakítottak ki, amelyből a régi malom csökkentett mennyiségű vízellátása mellett még a hévízi fürdők termálvizét is biztosíthatták. Mind a malomtól, mind pedig a fürdőkből egyenesen a Dunába ömlhetett a lehűlt forrásvíz.

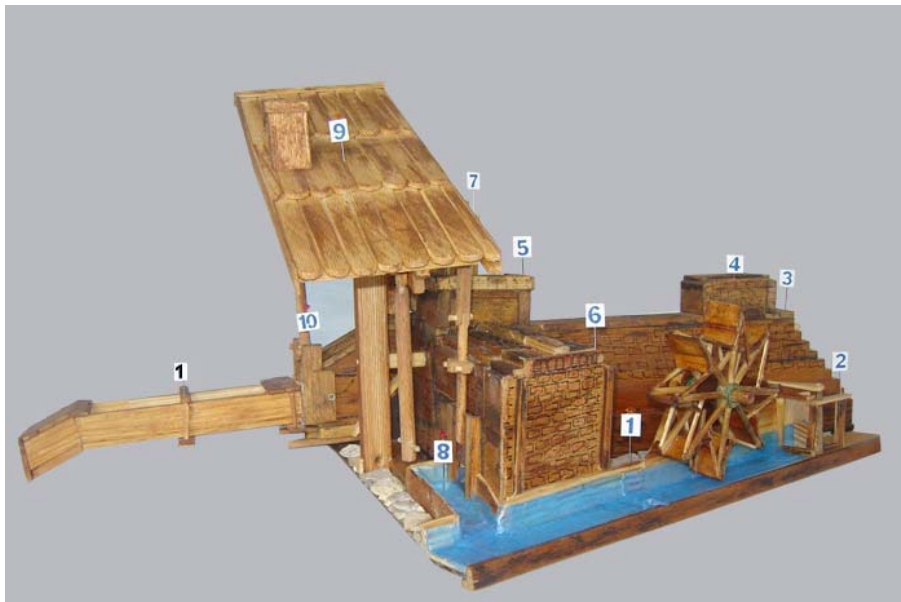
A vízimalomhoz képest az 1460-as évek második felében a bámulatos vízellátására kb. 20⁰-os szögben, nyugati irányban a ciszternából bukógát által behatárolt szintmagasságban egy, a mai szemmel is „csodálatra méltó”, téglából épített *víztömör* csatornát építettek. A malombástya belső udvarában az ásatások során került napvilágra ez a közel 540 éves építmény, amelyen keresztül őseink (*megdöbbenő műszaki ismeretekről téve tanúbizonyságot*) a bámulatos vízgép „erővíz” ellátásáról 200 éven át, gondoskodtak. Bizonyosságot nyert, hogy ez az egyedülálló vízrendszer az évszázadok háborúi során –az 1595-ös ostromot kivéve– egyszer sem szenvedett olyan súlyos sérülést, amely a helyreállítás után veszélyeztette volna a vízgép működését, és egyben bizonyítéka annak, hogy a bámulatos sem a párkányi csata ágyútűzében pusztult el.

A vízellátó rendszert ábrázoló makett egyes elemeinek jelölésére kék (k), míg a vízgépet ábrázoló modell számozására fekete (f) színű arab számozást alkalmaztunk.

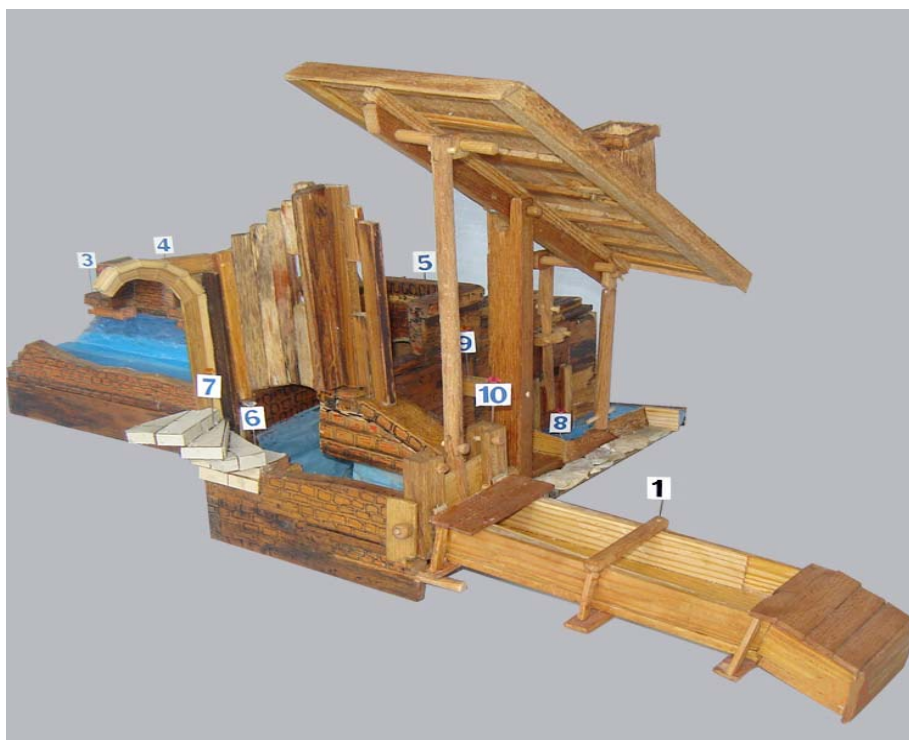
A 6. ábrán a Várhegy felőli oldalról nézve látható, ma úgy mondanánk, hogy nagyméretű téglából épített vízvezető csatornarendszer nem léptékhelyesen megépített makettje.

A forrástól (k1) kb. 3-4 m távolságra az előtérben helyezkedett el a vízimalom lapátke-reke (k2), amelynek a vízellátását az állítható zsiliplap segítségével szabályozták. A malomkerék mögött pedig a négyszög keresztmetszetű vízvezető csatorna (k3) látható. A nagyméretű jelző abból adódik, hogy elődeink a téglák hosszát is, mint ahogy általában a kor mérőszámaként használatos hosszúságot a „láb” méretben adták. Mi az egy láb értékét, amely az SI mértékegység rendszerben 0,316 m, a modell készítésekor számos alkalommal 30-31 cm körüli mérőszámmal vettük. A kötésbe rakott falazótéglából a csatorna belső méretének tiszta szélességét kb. 30 cm, míg annak magasságát 50 cm-es mérettel készítették. Mivel a méretek

pontos meghatározása az ásatási terület védelme miatt számunkra nem volt lehetséges, a közölt paraméterek a védőkortól mögöl megfigyelve, csak becslés alapján születtek. Az elbontott csatornarész 2 db olyan négyszögletes, fedett üreget tartalmazott, amelyek légüst (k4) feladatát voltak hivatottak ellátni. (A maketten a két légüst közül csupán csak egy lett elkészítve). A ciszternától kb. négy ölnyi, azaz közel 8 m távolságra egy, a légüsthöz hasonló, de annál kissé magasabb peremű és felül nyitott, *kútra* emlékeztető (k5) falazott építmény volt látható.



6 ábra. A víztározó és a vízellátó rendszer metszeti képe a Berényi Zs. utca felől nézve



7 ábra. A víztározó és a vízellátó rendszer metszeti képe a Duna felőli oldalról nézve

Egy szerencsés véletlen folytán lehetőségünk adódott, hogy még a bontás előtt megnézhattük az előbb leírt csatornára merőlegesen elhelyezkedő és a közkutat is magába foglaló, ugyancsak

téglából készült víztározót (k6). A várfalnak épített kisméretű védőbástya (a „gyilokjárat” alatt) É-i oldalán nyíló lépcsős lejárata (7. ábra, a csatorna a Duna felőli oldalról nézve) (k7) jutottunk a római kori nyitott kútra emlékeztető térségbe, amelynek a vízbefogadó térfogatát úgy 10 -15 m³ – re becsültük. A medence alját számunkra ismeretlen vastagságban földréteg borította. Ez a föld valószínű, hogy az előbb leírt kút nyílásán át, valamint a lejárati lépcsőn mosódhatott be a már legalább egy évszázada használaton kívüli medencébe. Az ülepítő medence magassága kb. 3 m, szélessége 2 m, hosszúsága pedig 6 m körüli lehetett. A medence fűdémszerkezete is téglából épült, amelynek a boltozatában alakították ki a közkút nyílását. A vízvezetéki csatorna közvetlenül a víztározó boltíve alatt, merőlegesen csatlakozott a medencéhez. Az ülepítő medence Duna felőli oldalán, a lejárati lépcsők mellett folytatódott tovább a tömören záródó vízvezetéki csatorna kifolyó szakasza a vízgép felé, amely a befolyó csatorna magasságához képest kb. 0,5 m-el alacsonyabban helyezkedett el. Valószínű, hogy ehhez a kifolyó csatornához bronzöntvényből készült zsiliplap (k10) csatlakozott. A vízmedence Várhegy felőli oldalán feltételezésünk szerint az alaphoz egészen közel, a vízvezető csatorna méretével azonos, ugyancsak zsiliplappal (k8) zárható nyílás épült, amelyet ott jártunk alkalmával még földréteg takart. Ha a bámulatós vízgép nem dolgozott, a forrás vizét és az esetleges szilárd szennyeződések ezen a nyíláson át a fürdők és a vízimalom felől érkező vízzel együtt a Dunába vezették. Tehát a víztározó állandó átfolyású rendszerben épült. A felső zsiliplap szerkezetileg tömören kapcsolódott ahhoz a vörösfenyőből készült *surrantóhoz* (f1), amely rávezette a forrásvizet a felülcsapott ládás vízikerekre.

Cselebi leírása szerint a vízgép felett deszkából készített kupolás fedél épült, amelyen egy „nyitható tetőablak és ebben egy kéménynyílást” (k9) is készített az építő „tudós mester”. A vízgép indításakor a gépkészelő „... a tetőn az említett kéménynyílás födelét felnyitván a gépházat kinyitotta s a meleg forrásnak a Dunába folyó útját elzárván a gépházban levő magas keréknek vizet befogadó kis ládái vízzel teltek meg, a mire a hengerkerekek azonnal forogni kezdtek”. Teljesen egyértelmű, hogy indításakor a tető ablakának nyitásával a fűdémszerkezetbe épített gerendát mérlegkarként működtetve az egyik végével az alsó zsiliplapot (k8) zárta és ugyanakkor a másik végével a felső zsiliplapot (k10) azonnal nyitotta.

A felső zsiliplaphoz kapcsolódó surrantó erős lejtéssel, a relatív sebesség növelésével vezette a forrásvizet a vízikerekre. A vízsebesség növelése a *diffúzor* hatás kiegyenlítése végett volt szükséges, mivel a surrantó mérete a csatorna méretéhez képest kétszeresére szélesedett. A két láb, azaz a kb. 60 cm széles vízikerek méretével kellett, hogy egyezzen a surrantó mérete is. A szerkezeti elem végén egy olyan kazettát alakítottak ki, amelynek csak az alsó fenéklemezén volt a ládák irányába szabad kifolyás biztosítva. A nyílás mérete éppen akkora volt, amelyen keresztül a vízikerek három ládájába folyhatott csak a forrásvíz. Ugyanis a kívánt fordulatszám végett éppen ennyi időre volt szükség ahhoz, hogy egy láda teljesen feltöltődjék. Így a kiszélesedő csatorna a relatív sebességnövekedés, valamint a diffúzor hatás kioltása miatt bekövetkező nyomásállandóság mellett biztosította a vízikerek egyenletes és zavartalan vízellátását és a ládák teljes feltöltését.

A vízvezető csatorna a forrástól a felső zsiliplapig kb. 5-6 ölnyi távolságra volt, amelynek a két pont közötti lejtése (a modell méretei is ezt mutatják) kb. 5%-os lehetett. A bővizű Verpech forrás több mint **300 l/min** vízhozamából (a *szabadalmi bejelentésből átvett adat*) – számításaink szerint – a bámulatós vízgép folyamatos üzeméhez csupán **240 l/min** mennyiségre volt szükség.

Néhány gondolat a vízvezető csatornába épített légüstök szerepéről és azok működéséről.

A zsiliplapok esetleges egyidejű, nem kívánt záródása esetében (*hasonlóan a fővízmentesítő szivattyúállomás hozott példája szerint*) egy olyan hullámlökés indulhatott minden

irányba és így vissza a vízvezető csatornában is a forrás irányába, amely a vízütés jelenségét idézte. Hogy ez a nyomásnövekedés ne tegyen kárt a téglából épült csatornában, a két légüstben lévő levegő összepréselésével mintegy hatástalanították a fellépő csúcsnyomást. Így képesek voltak elérni, hogy az esetlegesen visszaverődő hullámlökés nem tett kárt az építményben. A légüstök levegőztetését a víztározó felől, a csatorna fődémszerkezetében kialakított fél téglaméretű légcsatornával biztosították. A forrásfogaló és a hozzá közelebbi légüst között ilyen légcsatorna természetesen nem volt kialakítva. Csak így lehetett elérni, hogy a légcsatorna nem töltődhetett fel forrásvízzel. A XX. század mérnökei a vízvezeték biztonságát a túlnyomás ellen *a csőfal vastagságának túlméretezésével, míg 550 évvel ezelőtt elődeink ugyanezt légüstök beépítésével biztosították!*

Még csak annyi megjegyzés a csatornáról, hogy a forrásfogaló feletti 4 m-es magasságot döngölt földhalomra helyezéssel érték el. Statikus állapotát, valamint a ciszterna szivárgó vizének megfogását az 1595 –ös ostrom alkalmával kapott belövés miatt földbe süllyesztett vörösfenyő cölöpökkel biztosították. Ezeknek a cölöpöknek a csonkjai a lebontott csatorna helyén még most is láthatóak. A téglából készült építmény kötőanyagát és vízzáró tömörségét égetett mész és tojás keverékének használatával érték el.

A bástya északi véd fala az 1683-as, majd az 1706-os harcokban erősen megrongálódott, amelyet a XVIII. század elején – mint ahogy azt már az előzőekben is írtuk – helyreállították. Ha az előzőekben ismertett, az új vízgép üzemét biztosító csatorna a harcok során sérült volna, javítását bizonyosan elvégezték, amelyet az ásatás során feltárt ép állapot is igazol. Viszont az 1756-ban készült Az esztergomi vár erődítéseinek és közvetlen környékének alap és helyszínrajza¹⁰ című katonai térkép a malombástya területén a dzsámi épületét már csak, mint az „érseki magtár”, míg a Verpech torony helyét „*a malom és a hévizi fürdő a török időkből*” néven jegyzi. Ettől az építménytől északra, egy a forrás vizével hajtott malom helyét rögzíti a katonai térkép.

A forrást az 1960-as években Víziváros vízellátási hálózatához kapcsolták. Mivel azonban vize elfertőződött, a fertőzés okának elhárítása mellett azonnali hatállyal lekapcsolták a rendszerről. Az 1980-as évektől a Dorogi Szénbányák Lencsehegyi Bányüzeme a bányászati tevékenységét karsztvízszintsüllyesztéses technológiával végezte, amelynek következtében a Verpech forrás ideiglenesen elapadt. Az akna *műrevaló* szénvagyon 2003-ra kimerült, és a bányászati tevékenységet megszüntették, a bányát bezárták. A rekultivációs utómunkálatok¹² ütemezett végzése szerint 2004-ben a vízaknát lebontották és a szivattyúzást is leállították. Szakmai tapasztalat, hogy a felhagyott bányászati tevékenység után 6-8 évvel az ásott kutakban, valamint az elapadt forrásokban ismét megjelenik a karsztvíz. Így van ez a Verpech forrás esetében is. A volt torony lábánál ásott feltáró-kutató gödör alján a bánya bezárása után már ott csillog a visszatért forrás vize.

A gép hosszirányú képzeletbeli középvonala párhuzamos volt a háttérben mutatott víztározó (k6) középvonalával. A vízgép és a medence közötti helyen tartózkodott az „*öreg molnár apó*”, akinek ill., amelynek az alakját és arányos magasságát egy faragott díszoszlop (21) mutat. A faragott oszlop mögött jól megfigyelhető a nyitható deszkakupola a kéménylyukkal (k9), amelynek a kezelőrudazata jól kézre áll a gépkezelőnek. Ha a rudazatot határozott mozdulattal lefelé húzzák, a mérlegkarként működő tetőgerenda a Duna felé vezető nyitott zsiliplapot (k)8 igen gyorsan zárja, míg a másik végén lévő zsiliplapot (k10) nyitja. A víztározóból a víz a surrantón (1) át azonnal feltölti a vízikerék ládáit és a gép késedelem nélkül, elindul.

A 8. ábrán úgy mutatjuk be a bámulatos vízgép elhelyezkedését, ahogy az a valóságban is volt.



8. ábra. A bámulatos vízgép elhelyezkedése a vízellátó rendszerhez képest

A jobb áttekinthetőség végett a későbbiekben mégis amellett döntöttünk, hogy a vízellátási rendszert a vízgép hossz tengelyében elhelyezve mutatjuk.

2. A felülcsapott ládás vízikerek

Cselebi a 9. ábrán látható vízikereket (2) egy, a „kocsikerék nagyságú hengerkerék”-hez hasonlítja, amelyen „ötven darab kis láda (...) helyezkedik el „körös-körül.”



9. ábra. A ládás vízikerek

Cselebi a vízikereket egy, a „kocsikerék nagyságú hengerkerék”-hez hasonlítja, amelyen „ötven darab kis láda (...) helyezkedik el „körös-körül.” A vízikerek valóban egy kocsikerékhez hasonlított, hiszen a kornak megfelelő méretével (kb. 1 bécsi öl) és a tölgyfából készült merevítő vázszerkezettel, amelyhez a vörösfenyőből készült ládák kapcsolódtak,

küllős kerék látványát idézte. A modell készítésekor az SI mértékegység rendszer használatos hosszúsági méreteivel dolgoztunk, de a szükséges számításokat általában a reneszánsz korban használt mérőszámok alkalmazásával végeztük. Így a vízikerek méretezésekor annak szélességét 2 láb, azaz 63,2 cm-ben számoltuk, míg az átmérőjét 189,64 cm-nek vettük. Mivel egészen bizonyos, hogy a vízikerek lapátjait, valamint az oldalfalakat is vörösfenyő deszkából készítették, a deszka vastagságát a kornak megfelelő hüvelyk mérettel, azaz 2,634 cm-rel számoltuk. Ezekkel az adatokkal dolgozva, meglepő eredményre jutottunk. A ládák száma valóban a leírásban említett 50 db lehetett és a lapátok falvastagságának figyelembe vételével a ládák tiszta osztástávolsága 9 cm volt.

A vízikerek lapátjai két sorban egymásra építve *hátrahajló lapátózással* készültek. A rövidebb sugarú belső lapátsor 10 cm-es lapát magasság mellett 125° -os, míg az erre a lapátsorra épülő külső lapátsor már 15 cm-es magassággal készült, amelynél a hátrahajlási szög 145° -os volt. Ez a két lapátsor egymásra építve éppen az *evolvens*, vagy *lefejtett görbe* ismert képét mutatják. Erre a megoldásra általában azért van szükség, hogy a felülcsapott ládás vízikerekben lévő víz nehézkedési energiája maximálisan kihasználható legyen, másrészt pedig az elkészítés lehetősége igényli. Sugár irányú lapátózás esetén a ládás kerék vize alig 1/4 fordulatig volna hasznosítható, míg az evolvens görbe érintőjeként készített lapátsor 1/3-os kihasználtságot biztosít.

A műszaki életben számos alkalommal az óra állásának megfelelő helyzettel szokásos jelölni a forgó mozgás pillanatnyi állapotát. Esetünkben a vízzel telt láda első állása az „1 óra” magasságában, míg annak teljes kiürülése az „5 óra” helyzetében történik, így a kerék szinte az alsó holtpont előtt dobja el a vizet. Egy-egy láda térfogata kb. 11 liter volt. Jó közelítéssel 15 ládát vehetünk feltöltött állapotúnak, amelynek a töltési tömegét $15 \cdot 11 = 165$ kg-nak, azaz 1650 N súlyerőnek vehetünk. Ez a súlyerő, mint megoszló terhelés hat a vízikerek sugarára. Összevont erőként figyelembe véve a megoszló terhelést, az erő hatásvonala a sugár 75 % körüli méretére tehető. Mindezek alapján a vízikerek által kifejtett nyomaték $1650 \cdot 0,75 = 1237,5$ Nm, azaz **1,2375 kNm**, amelynek a már így is rendkívül nagyknak mondható értéke az erőátviteli szerkezeteken át csak még tovább növekedett.

A vízikerek percenkénti fordulatszáma 66 fordulat volt. Ez a fordulatszám úgy biztosítható, ha a feltöltött ládák száma 22 db az 1/3-os vízikerek tartományban. Egyben ez az adat határozza meg az energiaközvetítő víz mennyiségét is. Az előbbieken már jelzett percenkénti $22 \cdot 11 = 242$ liter erővíz az optimális fordulatszámon tartotta a vízikerek fordulatszámát.

3. Az ovális alakú medence a víztorlasztó gátfallal, és az üzemi vízszintet szabályozó zsiliplap

Evlija Cselebi ugyan kerek vízmedencéről ír, de egészen bizonyos, hogy ez részéről csak érzéki csalódás volt. A ládás vízikerekről az alatta lévő vályúba (3) kerülő víz a 10. ábra szerint a kb. 3 m hosszú, és a 2 m széles fehér márvánnyal burkolt medencébe (4) jut.

Hogy mégis kör alakúnak vélte Cselebi a medencét, az a vályúval szemben elhelyezkedő víztorlasztó gátfalnak (5) volt köszönhető, mely alig 0,7 m távolságra épült a vályútól. A víztorlasztó gátfal is, mint ahogy a medence falazata, íves kialakítású volt, amely valóban olyan érzetet keltett, mintha a medence falazata kör alakú lett volna. A torlasztó gátfalnak igen fontos szerep jutott az áramló víz mozgásának irányításában. Egyrészt megakadályozta a vályúból kiömlő vizet abban, hogy az ágyúgolyó formájú bronzgolyók mozgásával szembe áramolva megzavarja azok rendezett mozgását, a másik oldaláról nézve pedig éppen, hogy a golyók helyes irányú mozgását segítse.



10. ábra. A vízgép szerkezeti felépítése

Mint a medencében minden szürkekőből készült falazatot, így a gátfalat is fehér márvánnyal burkoltak. Ennek egyik oka a forrásvíz tisztaságának rendkívül igényes védelme, a másik szempont pedig a medence vízzáró tömörségének a biztosítása volt. A burkolatot égetett mészkő és tojás keverékéből készített kötőanyaggal erősítették a falazatra.

A medencefal magassága bő 1 m körüli lehetett, míg a benne lévő víz 0,8 m mélységű volt. Ezt az állandó vízszintet a medence végén látható, bronzból készült zsiliplap (6) biztosította. Felső peremét úgy alakították ki, hogy az bukógátként (7) működhessen, amelyen az átfolyó vízfelesleg a medence szintjét állandósította. Az így átbukott vízfelesleg a célszerűen kialakított csatornába (8), majd csatlakozva a víztározó csatornájához (k8), a lehűlt forrásvíz egyenesen a Dunába jutott.

A medence alakját pedig azért építették oválisra, mert egyrészt ilyen alakú helyet igényeltek a beépített szerkezeti elemek, másrészt pedig, hogy sehol se alakulhasson ki olyan pangó zug, amely esetleg a forrásvíz fertőző góc kiindulási pontja lehessen.

Érdekes módon a bámulatos hajdani helyén, a malombástya védfalának árnyékában szorosan egymáshoz építve két négyzet alakú kőépítmény alapjai láthatóak. Amikor még nem volt számunkra ismert a vízgépünk pusztulásának időpontja, mindenhol a kör, ill. az ovális alakú medence alapjainak romjait kerestük. Amióta viszont Krey János hadmérnök munkájából a Vizivár vízművéről írottakat ismerhetjük, a négyszögletes alapú romok láttán egészen pontos elképzeléseink vannak a törökök által épített gépezetről. Érthető az 1721. júliusi me-

gyegyülés sűrűtő határozata az újonnan építendő vízgépről. Hiszen az a vízgép, amelyet még a törökök építettek az 1670-es években, a túl sok mozgó alkatrész, valamint a statikus és dinamikus tömítések sokasága miatt valóban rengeteg meghibásodási lehetőséget hordozott. A legnagyobb bajt azonban mégiscsak a Verpech forrás vízhozamának nagymérvű csökkenése okozta.

4. A medence víztelenítését biztosító zsiliplap a nyitáshoz szükséges emelőkarral, kötéltel és a Dunába vezető csatornával

Ugyancsak a 10. ábrán mutatott zsiliplapnak a perem alatti részen szivárgásmentesen kellett zárnia a medencét, mely helyzetet viszonylag szoros illesztéssel lehetett elérni. A vörösfenyőből készült vezetőlécek általában ezt a feladatot kifogástalanul ellátták. A vízzáró tömörséget azért kellett biztosítani, mert a medence esetleges vízszintjének jelentős csökkenése (15-20%) a bronzgolyók mozgásának zavarához vezetett volna.

A medence víztelenítését akkor kellett elvégezni, amikor a légharangok „levegőztetésére” volt szükség. Mint ahogy azt a tisztelt olvasó is ismeri, a levegő a vízben oldódik. A légharang esetében ez a fizikai jelenség azt eredményezi, hogy a benne lévő víztömeg felett elfogy a levegő, vagy ahogy mondani szoktuk, légüres tér keletkezik. Légüres térben pedig még a hang sem terjed. Idézzük fel az 5. ábrán szemléltetett, a gázokban terjedő longitudinális hullámjelenség magyarázatára bemutatott kísérleti példát. Ha növeljük a kísérlet során PB gáz nyomását, ezzel az energiasűrűség, azaz a láng magassága is nő. Ha pedig csökkentjük, vagy éppen elzárjuk a gázcsapot, az eredmény nem szorul magyarázatra. Ha a légharangból elfogy a levegő, nincs ami a lökéshullámot a víztömeg irányába továbbítsa, a gép vízszállítása megszűnik.

Mivel a légharang a vízzel telt medence közepén állt, levegőt csak úgy lehetett a belső terébe juttatni, ha a környezetéből, valamint a belsejéből is eltávolították a vizet. Ez utóbbi műveletet a későbbiekben ismertetésre kerülő, a gép *működése közbeni*, azaz a dinamikus állapotban bemutatásra kerülő, a *szökőkút* jelenségének leírását tartalmazó részben fogjuk tárgyalni..

A korszerű dugattyús szivattyúk esetében a szívóoldali légüst levegőztetésére az ún. *hörgőszелеpeket* alkalmazták, amelyek a lecsökkent belső nyomás hatására önműködően kinyíltak és kellő mennyiségű levegőt engedtek beáramolni a légüstbe.

Ezen a helyen csupán annak adjuk magyarázatát, hogy miért volt szükség a zsiliplapot felemelő karra. Ha meggondoljuk, hogy a medencében a kb. 6-7 m³ víz nyomása és a szorosan illeszkedő zsiliplap nyitáskor fellépő sűrűlódó erő együttesen mekkora erő kifejtést igényelt, belátható, hogy az emberi erő ehhez kevés lett volna. Ezért elődeink a fogaskerék szekrény második módosító fokozatának tengelye (12) - és az emelőkar (9) közé olyan kötéلكapcsolatot (10) építettek, amelynek segítségével a gép indításakor a zsiliplapot (6) könnyedén megemelhették. Az emelőkar és a zsiliplap kapcsolatához olyan kétágú kötelelet alkalmaztak, amely lehetővé tette az emelőkar íves, míg a zsiliplap egyenes vonalú elmozdulását. A gépet csak addig járaták, amíg az emelőkarhoz szorított kötéلك a zsiliplapot 25-30 cm magasra meg nem emelte. Ha ezt a rést elérték, a kötéلك szorításán engedtek, hogy a medencéből távozó vízáram ne lehessen olyan erős, hogy kárt tegyen a Duna felé vezető csatornában. Mivel a vízikerek nem állt meg azonnal, ahogy elvették róla a hajtóvizet, a laza emelőkötéلك még tovább haladva sem nyithatta a kívánt értéken túl a zsiliplapot.

5. Az osztótházás fogaskerék szekrény

Ugyancsak a 10. ábrán az elemi fogazatú, valamint a csapos fogazatú fogaskerek láthatóak. Hogy a fogaskerek méretezése számunkra kényelmesebb legyen, az egy, ill. kettő láb mérőszámokhoz közelítve a kisebb kerek osztókörét 40 mm-nek, míg a nagyobbakét 80 mm-nek vettük.

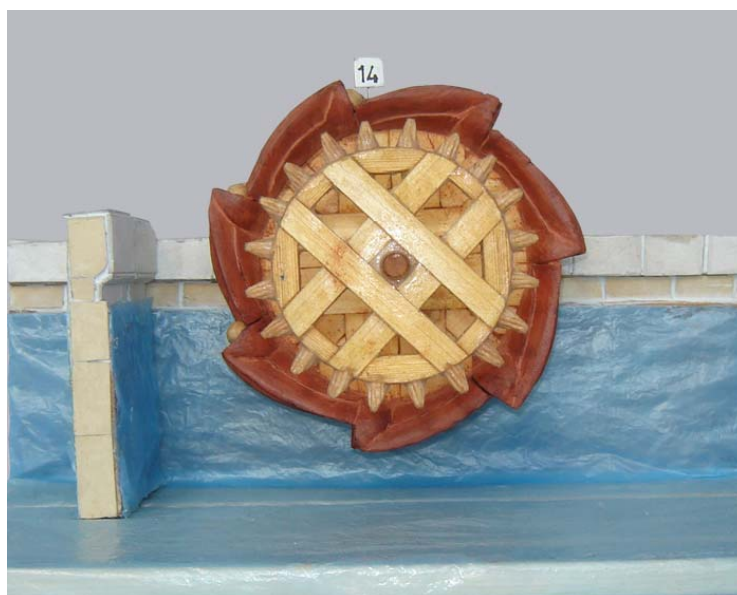
A méretezés után a kis kerekek fogszáma 10-re, a nagykerekek fogszáma pedig 20-ra adódtak. A módosítások közül az első két módosítás a vízikerek melletti, síkban osztott szekrénybe (12), míg a másik három fokozat az ovális alakú medencéhez képest közvetlenül a víz feletti vonalba (13) kerültek. Egészen természetes, hogy ezeknek a fogaskerekeknek egyike sem érintkezett a forrásvízzel, hiszen mindegyik kerék siklócsapágóját, valamint fogprofilját kenni kellett a túlzott kopás, valamint a nagymérvű súrlódás csökkentése végett.

A fogaskerekek vázszerkezete általában tölgy, illetve kőrfából, maguk a fogak pedig vörös, illetve fekete ébenfából készültek. Ne feledjük, hogy ezek a nemes anyagok (mint pl. a fehér márvány is) az érseki palota építésénél nagy mennyiségben állt rendelkezésre, amelyből a vízgép építői is a szükségletek szerint használhattak. Csak így képzelhető el, hogy a vízgép fogaskerekei és a bronzból (vagy inkább fekete ébenfából) készült tengelyei ilyen hosszú időn keresztül biztosították a zavartalan működést.

A fogaskerék hajtómű II. fokozatának tengelyét (12) kötéldob formára alakították, hogy a már ismertetett zsiliplap emelő karját a hozzá csatlakoztatható kötélfelcsavarásával mozgathassák. Mivel a szóban forgó fokozat percenkénti fordulatszáma **16,5** volt, a zsiliplap nyitása igen kíméletesen történhetett.

6. A „teve nyaka módjára girbe-görbe” alakú hengerkerék

A bámulatosnak ez az eleme az, amely egyáltalán arra ösztönözött bennünket, hogy az érthetőség kedvéért modellt készítsünk magunknak e csodálatos technikáról. Cselebi a következőképpen emlékezik meg erről a gépelemről: „... a fahengerkeréknek kerekei és kötelei emberi ágyék vastagságú vaskerekek és kötelek. Némelyik kerék emberi kar vastagságú s teve nyaka módjára girbe-görbe, mesterséges kerék. A kovácmester eme bámulatos kerekeknél annyi ügyességet fejtett ki, hogy az elképzelhetetlen”.



11. ábra. A golyóemelő hengerkerék

Hiába próbálkoztunk a *kerék kerekeinek* megrajzolásával, minta nélkül sehogy sem boldogultunk. Elkezdtük az erőátviteli lánc méretezésével majd elkészítésével, közben nem kis aggodalommal közelítettünk a golyóemelő hengerkerék reprodukálása felé. Később beigazolódott, hogy az óvatosságunk és aggályunk felesleges volt. Készítésekor ugyan is már nem volt gondunk

3.fejezet. Esztergom reneszánsz kori bámulatos vízgépe

az elem méretezésével, mivel annak szinte minden fontos mérőszáma valósággal adta önmagát.

Az első pillanattól kezdve meggyőződésünk volt, hogy nem *kovácmester* ügyességét, hanem *öntőmester* keze munkáját dicsérte ez a bámulatos hengerkerék. A vízgép minden fémből készült eleme bronzöntvény volt. Az öntvények vörösréz, valamint 22% ón összetételéből álltak. Igen valószínű, hogy szakrális indíttatásból az öntvény, ötvözőként 10% körüli ezüstöt is tartalmazott.¹³¹³ Ez magyarázatát adhatja annak, hogy sok szemtanú – közöttük Cselebi is – az ezüst oxidációja miatt vasból készült elemnek ítélte több alkatrészt.

Ahogy azt már írtuk, a vízikerek percnkénti fordulatszáma 66 volt. Mivel a fogaskerek felező módosítással kerültek a hajtóműbe, az ötödik fokozatban, amely végül is a golyóemelő hengerkerék fordulatszámát adta, a percnkénti 4,125 fordulatra módosult. Ez a fordulatszám pedig azt eredményezte, hogy a 11. ábra szerint az egyszerre két-két golyót emelő (14), és a fahengerkerék peremén elhelyezkedő, hét darabból álló golyótartó fészek percnként 30-szor kerülhetett a felső holtpontra helyzetbe. A teve nyaka-formájú szegmens golyóvezető csatornáiban a bronz-golyók legördülve „... a Dunára csapódván a Duna vizét erővel a vascsövekbe hajtották.” Nyilván nem a Dunára, hanem az ovális alakú medencébe csapódtak a golyók és számunkra az is egyértelmű, hogy a forrás vizét hajtották erővel a „vascsövekbe”.

Valójában nem a medencébe, hanem a légharang tetejére csapódtak (15) két másodpercnként az 5-5 kg tömegű golyók. A bronz öntvényből készült 7 db golyóemelő szegmens az „U”- profilú kialakításnak köszönhetően a vörösfenyőből készült tele fahengerkerék peremén egymáshoz kapcsolódva helyezkedett el. A golyótartó fészkeknél úgy alakították ki az öntvényeket, hogy azok *felső madárfogással* a következő tevenyak alakú csatorna alsó felére támaszkodhattak. Így biztosított volt mind a tökéletes folytonosság, mind pedig az elemek stabil rögzítése.

A két golyótartó fészek középpontja közötti távolság 1 láb, azaz 31 cm, az elemek teljes szélessége pedig 2 láb szélességű, míg a hengerkerék átmérője 5 láb méretű volt. Mivel Cselebi leírása szerint a hengerkerék tengelyéig ért a medence vize, a 80 cm-es medencemélységet is ebből a méretből származtattuk. A kép a *teve-nyaka formájú* golyóemelő hengerkeréket a nagyméretű, elemi fogazatú fogaskerékkel együtt mutatja.

A golyóemelő hengerkerék tervezése során elődeink igen nagy figyelmet fordítottak mind a statikus, mind pedig a dinamikus kiegyensúlyozottság kérdésére. Jól megfigyelhető, hogy míg a függőleges felezővonalhoz képest az elem jobb oldalán a hétből négy, ezzel szemben a bal oldalán csak három szegmens helyezkedik el. Viszont e három szegmens golyótartó fészkeiben 6 db bronzgolyó helyezkedik el, amelyeknek az összes tömege éppen megegyezik a hiányzó negyedik szegmens tömegével. Tehát a golyóemelő hengerkerék statikus kiegyensúlyozottsága a bronzgolyókkal együtt minden helyzetben biztosított, mely állás a vízgép mindenkor leállításkor is egyértelműen adódik.

Üzem közben, mivel a hengerkerék golyótartó fészkei úgy viselkednek, mint egy sugárirányú lapátzással készült szivattyú járókereke, a *kettős beömlésű örvényszivattyú* üzeméhez teszi hasonlónvá a bámulatos vízgépet. Ugyanis a kettős beömlésű szivattyúk esetében tökéletesen biztosított a tengelyirányú erők kioltása. Esetünkben a víztorlasztó gátfal tökéletesen gondoskodik arról, hogy a hengerkerék mindkét oldalára azonos mennyiségű, de ellentétes áramirányú víz jusson.

7. A kettős félgömbhéj fedelű légharang a golyóvezető csatornákkal és a bronzgolyókkal

Amikor a légharang méreteit adjuk, mindig a belső méretekről szólnunk. A golyóemelő hengerkerék felezősíkjára merőlegesen elhelyezkedő légharang szélessége 2 láb, vastagsága

pedig 1 láb mérettel bírt. Felülről az oválisra kialakított felületet 1-1 láb átmérőjű félgömbhéj fedél zárta. A félgömbhéjak belső tiszta magassága 2,5 láb volt. A 12. ábra szerint a félgömbhéjak (15) felső palástjára egy-egy 0,5 láb belső méretű, ugyancsak öntvényből olyan golyófogó csövet készítettek, amelynek a golyóemelő hengerkerék felőli oldalán a kb. 10 cm-es átmérőjű golyók éppen kifértek. Ehhez a nyíláshoz 4-4 darab olyan csövet öntöttek, amelyekhez a golyóvezető csatornákat (17) illeszthették. Erre a helyzetváltoztatási lehetőségre azért volt szükség, hogy a golyóemelő hengerkerékhez képest mind a légharang tetején lévő golyófogó csövek, mind pedig a golyóvezető csatornák az optimális távolságokba legyenek állíthatók. A golyóvezető csatornában egyenként 18-18 db golyó helyezkedett el, amelyek a hullámterelő alaplemezhez lettek rögzítve.



12. ábra. A félgömbhéj fedelű légharang és a golyóvezető csatornák

A fentiek szerint elkészített „légharang” falvastagsága 30 mm-es volt, amelynek az alsó peremvastagsága is evvel a mérettel azonos. Az öntömester szerint (kinek keze munkáját még a határainkon túl is dicsérik az általa készített harangok), csak így érhető el a kívánt „d” hangmagasság. A légharangot egy ugyancsak öntvényből készített, peremmel ellátott tepsire állították. A két gépelem csatlakozásához cserzett marhabőrből készült tömitést helyeztek és így a harang alsó szoknyájába épített szívó (16) és nyomó szelepek (18) elhelyezésével magát a légharangot kapták. A légharang és az alaplemez között a nagy tömeg miatt külön kötőelemre nem volt szükség. Mindkét szelep ék szorítású bilinccsel kapcsolódott a helyére. A szelepek közelítően 1 láb széles, és 3 hüvelyk magasságú, súlyterhelésű elemek voltak. Tömítőanyagként ugyancsak bőrt alkalmaztak. Valószínű, hogy ezekből az elemekből szükség esetén előre elkészített cseredarabok is rendelkezésre álltak. Az esetleges meghibásodásból adódó üzemzavar alkalmával a sérült, vagy éppen elhasználódott szelep könnyedén cserélhető volt.

Csak emlékeztetőül idézzük, hogy a golyóemelő hengerkeréken a golyók fészkeinek középvonalai közötti távolság 1 láb, mely méret éppen a légharang két félgömbhéj középvonalainak egymás közötti távolságával azonos. Ha az 5. ábrán bemutatott, a gázokban lejátszódó longitudinális lökeshullám terjedéséről mondottakat is felidézzük, látható, hogy az edénynek, azaz a légharangnak éppen a két oldalán az 1-1 láb átmérőjű hengeres üreg képzeletbeli közepére mérték a golyók az ütést. Mivel a két golyó egyszerre csapódott a hangvetőként működő

félgömbhéjak közepére, az erős hang által keltett lökeshullám energiasűrűsége is több mint kétszeresére növekedett. Ez az energiatöbblet a vízgép teljesítményében is megmutatkozott, hiszen az így becsült térfogatáram a kísérleti példány teljesítményéhez képest akár háromszorosára is növekedhetett. Óvatos számításaink szerint az óránkénti szállított mennyiség akár az 1000 liter vizet is könnyedén elérhette.

8. A golyóemelő hengerkerék és a légharang összehangolt együttműködése

A 13. ábra már nem csak a statikus, hanem a dinamikus, azaz a *melegüzemi* állapotot szemlélteti az előző két szerkezeti elem összehangolt együttműködése kapcsán.

Cselebi szerint „... e vaskerekék szélein ágyúgolyó formájú, negyven-ötven darab kerek vasgolyó van; ezen eszközök – és kerekkel a különféle hengereket a víz erővel mozgásba hozza és a keréken levő golyók a Dunára csapódván a Duna vizét erővel a vascsövekbe hajtják és míg a kerekek forognak ezen golyók folyton egymást követik.

Mivel a golyóemelő hengerkerék hét részes osztással készült, így az egyes golyótartó fészkek állásának helyzetét az óra járásának megfelelő, közelítően csak az egész órák irányába mutató állásaikkal jelöljük.



13. ábra. *A golyóemelő hengerkerék és a légharang összehangolt együttműködése*

A hengerkerék 2 óra irányába mutató golyótartó fészkeiből a 12 óra állásából a két golyó a tevenyak formájú csatornán legördült és nagy sebességgel a *golyófogó csövekbe* csapódott. Ezek a „vascsövek” a vízfelszín felett helyezkedtek el, amelybe a becsapódó golyók látványa magyarázatát adja a Cselebi által írottaknak. Mint ahogy azt már az előzőekben írtuk, a golyók a légharang tetejére csapódtak, majd hatalmas hangot adva a vízfelszín alatti, ív alakú *golyóvezető csatornába* zuhantak. Nekiütkezve a 18-18 darabból álló golyósornak, a szilárd anyagokban lejátszódó longitudinális hullámjelenség szerint a sorban az utolsó golyó azonnal, késedelem nélkül kiugrik. Eközben a hengerkerék közelítően a 4, 6 és 8 óra irányába mutató fészkei mintegy *lapátos vízikerek* a *hullámterelő alapnak* szorítják a vizet. Az így mozgásba hozott vízáram valósággal alátámasztja a kiugró golyót és mindaddig úgy irányítja annak mozgását, míg az, az érkező golyótartó fészkekbe nem esik. A vízhullám elvesztve mozgási energiáját, a hullámterelő alap és a *víztorlasztó gátfal* közötti árokba esik, ezzel előkészítve a következő golyók feladásának lehetőségét a fészkekbe.

A bámulatos zavartalan működésében ez az utóbb ismertetett, a hullámról írottak a lehető legfontosabb mozzanat. Gondoljuk végig: ha a vízikerek fordulatszáma a csökkenő mennyiségű erővíz miatt pl. 10%-al csökken, a golyóemelő hengerkerék percenkénti fordulatszáma is a **4,125**-ről **3,7125**-re módosul. A percenként a légharang tetejére csapódó 60 db golyó helyett csupán csak 52 db eshet a golyóvezető csatornába. A csatornában az utolsó golyók a becsapódáskor azonnal felugranak, de a később érkező víz hullám miatt nem a golyótartó fészkekbe, hanem a kiindulási helyzetükbe, azaz a golyóvezető csatornába esnek vissza. A gép bámulatos vezérlése összeomlik, működése a lecsökkent fordulatszám miatt ellehetetlenül.

Normál üzemben az említett lapátok a létrehozott vízárammal az íves golyóvezető csatornában a golyósor egyensúlyi állapotának megteremtésére irányuló mozgását is elősegítik. Két másodperc elteltével aztán az újabb becsapódó golyók ismétlik a leírt folyamatot, ezzel megteremtve a stacioner állapotot.

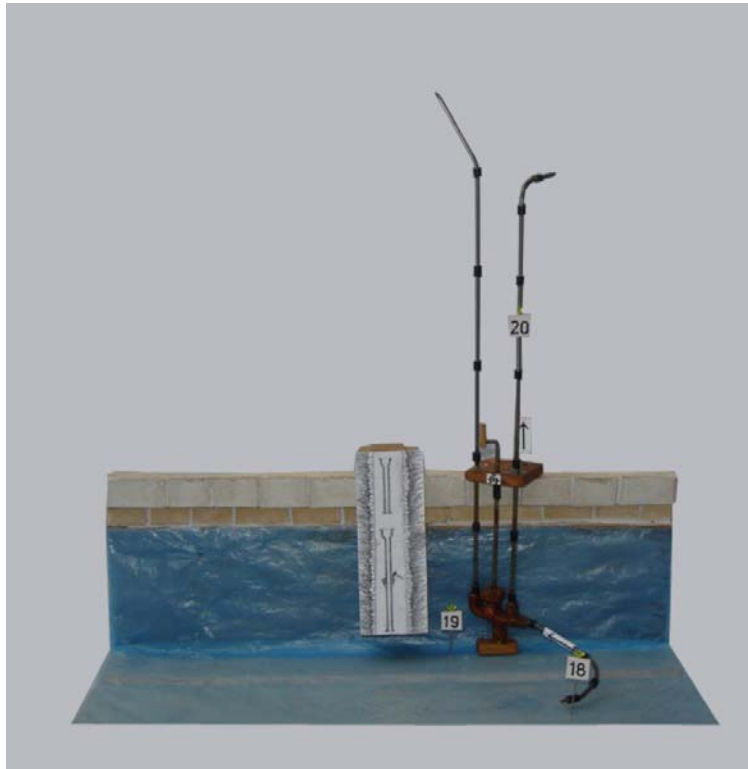
A 3 óra irányába eső fészkek által létrehozott vízáram elsődlegesen nem a golyók mozgására, hanem annak a szívószelep irányába történő terelésére irányul. Ebben a hullámterelő alap szívószelep felőli oldala is segíti a vízáramot. Idézzük fel az 5. ábra segítségével bemutatott kísérletből levonható következtetéseket. Minél nagyobb a hanghullámot vezető gáz nyomása, az energiasűrűség is arányosan nagyobb, amely nagyobb teljesítményt is eredményez. Ebben az esetben, a légharangban lévő levegő nyomását úgy fokozták, hogy a medence vizének hidrosztatikai nyomását növelve több vizet préseltek a szívószelepen át a légharangba.

Az ismertetett működési folyamat magyarázatát adja annak a ténynek, hogy miért kellett a golyóemelő hengerkeréknek „tele” keréknek lennie. Ha ugyanis ez is küllős kerék, nem lehetett volna olyan egyenletes vízáramot létrehozni, amely így segíti a golyók mozgását. Az ugyancsak íves alakú víztorlasztó gátfal pedig mindkét oldalról úgy tereli a medence vizét a hengerkerékre, mint az a korszerű örvényszivattyúk esetében a már ismertetett kettős beömlésű szivattyúknál szokásos. Igazán csodálatos lehetett az örvénylő, zubogó és kavargó víz, valamint a *folyton egymást követő golyók látványa*.

9. A Várhegyre vezető, valamint az ég felé kimenő vízvezetéki elemek

A 14. ábrán úgy ábrázoljuk a várba vezető csővezetékét, ahogy az a légharang nyomószelepétől (18) normál üzemi körülmények között a *háromutas útszelepen* át (19) a vizet viszi. Nyíl folyamat is tettünk a csővezetékre (20), hogy egyértelmű legyen a folyadékáram iránya. Természetesen a vízvezetéki elemek is bronzból készültek. A medencét imitáló makett oldalán elhelyeztünk egy olyan egyvonalas rajzot, amelyen jól megfigyelhető az elemek kialakításának és kapcsolódásának módja. Az alsó vége félgömbhöz alakú, míg a felső egy kehelyhez hasonlítható. Egymásba illesztve a szükséges iránytöréseket könnyedén végre tudták hajtani a csővezeték fektetése során. A helyes irány elérése után ólmot zömítettek az illesztésekbe és a rajz szerint egy külön csatornában elhelyezve biztonságosan vezette a vizet a Várhegy csorgókútjába.

A csővezetékek, amelyek Cselebi szerint „... *vas muskéta-puska alakú (...)* csekély értékű *vascsőből állanak*”, a kereskedelemben ma is kapható 1/2"-os vízvezetékcső méretével lehetett egyenértékű.



14. ábra. *A vízvezetékek és az útirányító szelep*

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

IV. fejezet

A szökőkút magyarázata

E bámulatos vízgép működésének megismeréséül szolgáló Evlia Cselebi igen részletes leírása mentén haladva készítettük el magát a bemutatott modellt. Ahol az szükséges volt, szószerinti idézeteket vettünk állításunk igazolásául. Most, amikor a már előre jelzett, a *szökőkút* jelenségének szükséges magyarázatához és tisztázásához értünk, Karácson Imre OSB régész (1897) fordításából ezúttal egy hosszabb szakasz idézetét vesszük.

„... E gépházban a kerekék kezelésére csakis egy ember van kirendelve. Miután a megszemlélést elvégeztük a molnár apónak (gépkezelő) néhány ákcset adván, így szóltam:» Öregem! engedd meg, hogy a kerekék és hengereknek mozgását és megállását is megtekinthessük. «» Fiúk! – mondá ő, - ezeknek a kerekéknek a mennydörgő zakatolását és zúgását ti ki nem bírjátok és a szökőkutaknak az édig való felszökkenését megnézni nem lesz bátorságtok. «Én válaszoltam: » Lelkem apó! mi világutazó és értelmes emberek vagyunk. Vajha! Ezt is megláthatnánk. «- Erre mondá:» Tehát ne féljetek fiúk; egy kissé hátrább!«; s először a tetőn az említett kéménynyílás födelét felnyitván a gépházat kinyitotta s a meleg forrásnak a Dunába folyó útját elzárván a gépházban lévő magas keréknek vizet befogadó kis ládái vízzel teltek meg, a mire a hengerkerek azonnal forogni kezdtek. Nagy Isten! Olyan zörgés keletkezett, mintha az utolsó ítéletnek hirdetője volna. Némely kerekék jobbra, némelyek balra forogtak s valamennyi kerék, egyik a másikba kapcsolódván, óra módjára mind forogni kezdett. Az öreg molnár apó pedig egyszerre csak azt mondja: »Ne féljetek, ne féljetek fiúk!« s egy vízvezetéki vascső formájú csövet erősen forgatott s mihelyt megcsavarta, a várba vezető vízcsatornából a víz emberi nyak vastagságban a kéménynyíláson át egyenesen az ég felé kimenvén, három Szulejmánie mináretnél magasabbra emelkedett s zúgva, dörögve úgy ment ki, hogy midőn legmagasabb pontját elérte, szivárványt játszva szökőkútszerűen leesett s a Duna folyóba ömlött.”

E hosszú idézetre azért volt szükség, hogy egyértelműen tudatosodjék bennünk: Cselebi és barátai látogatásakor a bámulatos maximális teljesítménnyel dolgozott, szállította a vizet a várba. A 15. ábra szerint a légharang nyomószelepétől (18) érkező kb. 7 bar túlnyomású víz a háromutas szelep (19) érintésével a nyomóvezetéken (20) átáramlott a Várhegy felé. Amikor pedig a vízgép kezelője a „*vízvezetéki vascső formájú csövet erősen forgatni kezdte*”, a háromutas szelep közepén egy *tolózarat* vagy *szelepet* nyitott, amellyel lehetővé tette, hogy a bámulatos által szállított víz (a kisebb ellenállás irányába) a kémény nyílásán át a szabadba távozzék. Ezzel a tolózárnyitással egyúttal a várban lévő vízgyűjtő medence és egyben a nyomóvezetékéből visszaeső víz áramlásának az útját is szabaddá tette. Mivel ennek a lezúduló víznek a nyomása is kb. 7 bar körüli volt, a háromutas szelepből a sorba kapcsolt nyomások összege, azaz a két másodpercenkénti ciklikussággal közel a 14 bar túlnyomás produkálta a kéménynyíláson át a Duna felé a szökőkút csodálatos látványát.

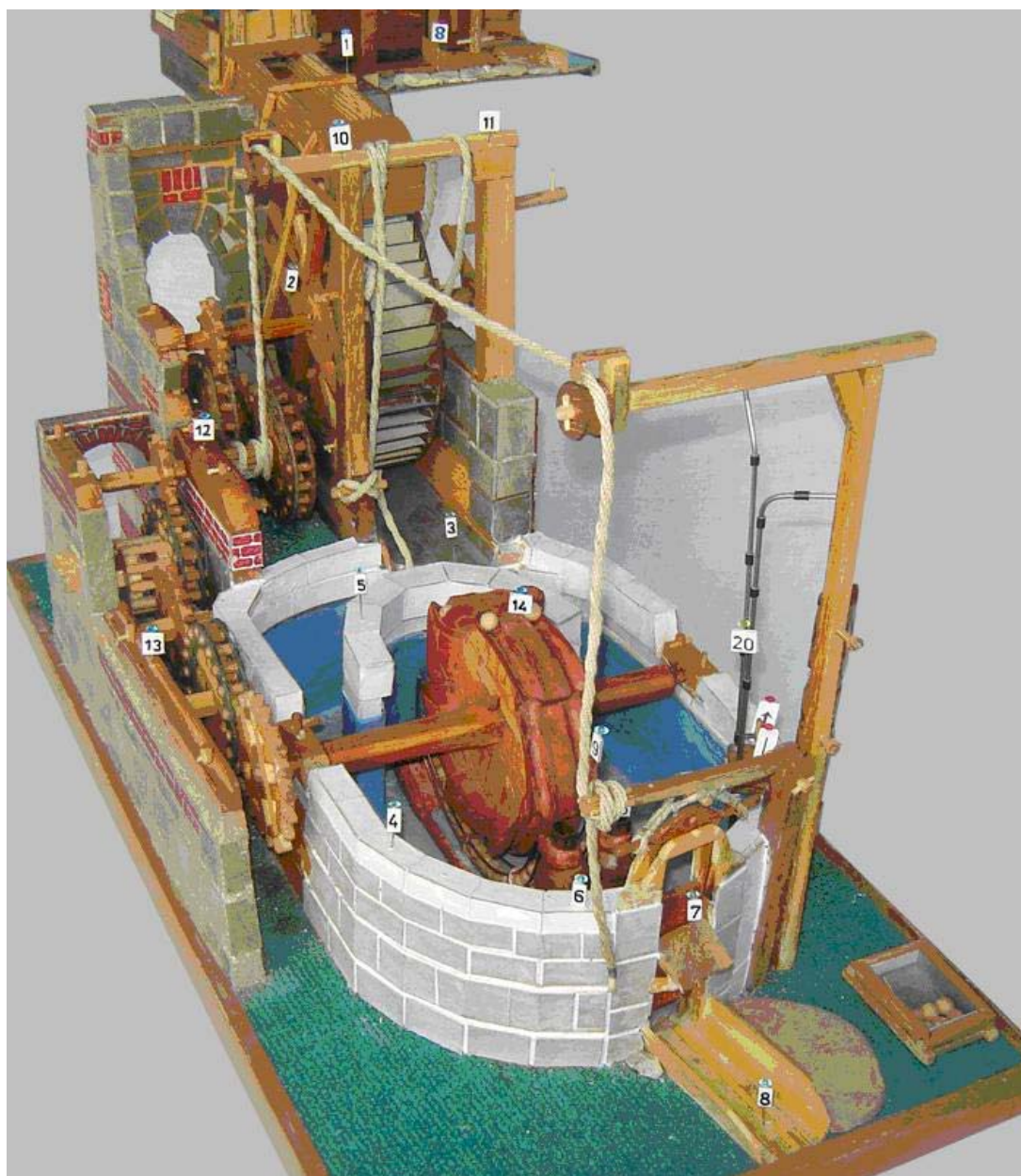
Ebben az igen látványos vízi parádében a legfontosabb mozzanat – az üzemelő gépen túl – a *tolózár* vagy esetleg egy *ferdeülékű szelep* működtetése, illetve léte. Ha ugyan is, pl. egy hordó csapjához hasonló elfordítható szelepet helyeztek volna őseink a háromutas szelepből a tolózár helyett, ugyanazt a fizikai jelenséget idézték volna elő, mint amelyet még az első fejezetben a *fővízmentesítő szivattyúállomás nyomóvezetékében lejátszódó vízütés* jelenségéről írtunk. A kúpos illesztésű szelep gyors elfordítására a levegőztetés befejeztével a lefelé zúduló víz ugyanis hirtelen megtorpan, amelynek következtében a már ismert 50%-os ugrásszerű

nyomásnövekedés lépett volna fel. Ezt az ütösszerű csúcsnyomást, pedig nem igazán bírta volna elviselni károsodás nélkül az ólomtömítésű és tokos csökötésű nyomóvezeték.



15. ábra. A víz áramlásának útja a légharang levegőztetésekor

Egyértelmű, hogy az igazán színes szökőkútszerű jelenség leírása nem a vízgép szokásos technológiai ciklusa volt. Normál üzemi körülmények között ugyanis a „szökőkút” csővezetéke a légharang levegőztetését volt hivatott segíteni. Őseink tökéletesen ismerték azt a fizikai jelenséget, miszerint a levegő oldódik a vízben és így a légüstben lévő levegő is. A XX. század dugattyús szivattyúinak szívóoldali légüstjeiben bekövetkező léghiányt az úgynevezett „hörgőszelepek” segítségével könnyedén pótolták. Viszont ilyen állítható, rugóterhelésű elemet azonban az 1460-as évek végén még nem voltak képesek készíteni, ezért ismereteink szerint a világon elsőként megalkották a *víz sugar légszivattyút*.



16. ábra. *A bámulatos vízgép helyzete a légharang levegőztetésekor a kötelek felhasználásával*

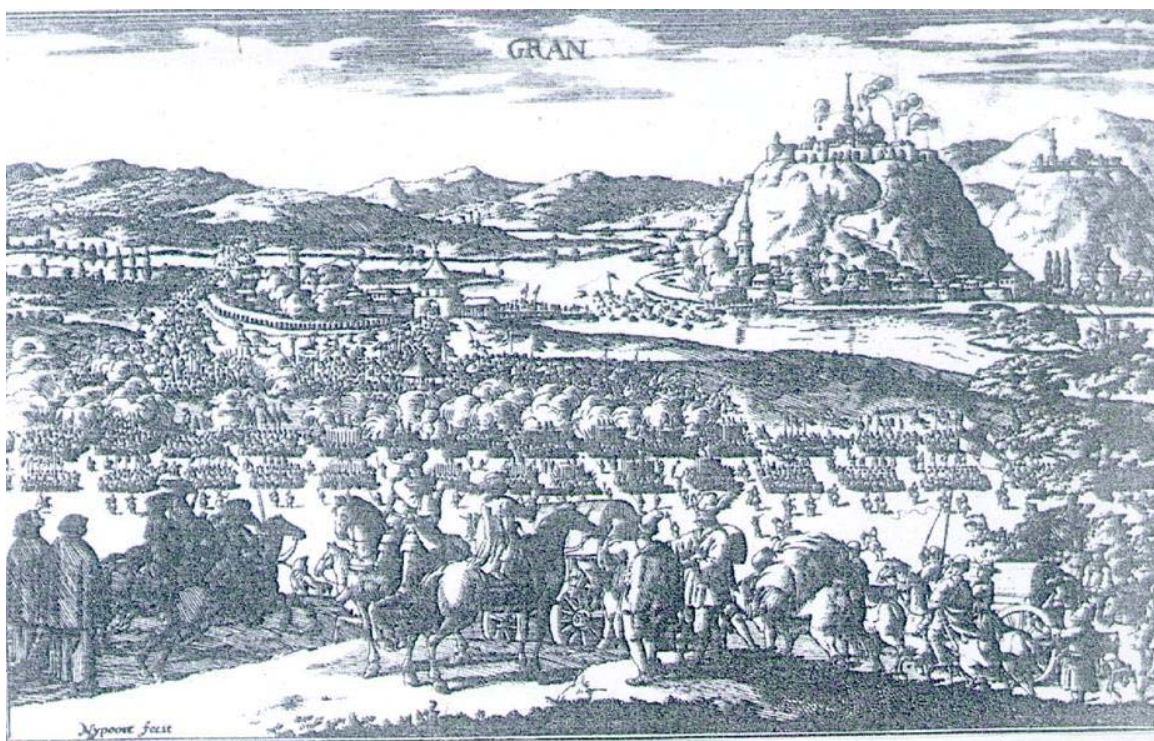
Ehhez a technológiai művelethez szükséges volt az ovális alakú medence víztelenítése, amely a 16. ábra szerint a medencét lezáró zsiliplap (6) nyitásával történt. Mivel pusztán emberi erővel ez a művelet a nagytömegű víz nyomása miatt igen nehéz lett volna, ezért egy egykarú emelő (9) és egy kötéلكapcsolat (10) kiépítésével magát a vízgép hajtását használták fel a nyitáshoz. Ennek érdekében a felső fogaskerék-hajtás (12) II. módosító fokozat tengelyének egy szakaszát kötél-dobba alakították, amelyhez a földemgerendázaton kötél-tárcsákkal alátámasztott kenderkötél belső végét hozzákötötték. A másik végét pedig az emelőkar ugyancsak kötél-dobbszerű kialakításán úgy vetették át, hogy a kötéל súrlódó erejét annak feszes tartásával biztosíthassák. A gép indításakor a kötéल belső vége felesavarodott a dobba, és rövidülése folytán a súrlódó erő szabályozásával könnyedén fel tudták nyitni a kívánt mértékig a zsiliplapot. A medence kiürülése után a háromutas szelep záró elemének nyitására a Várhegyről lezúduló víz a zárt tetőszerkezet kéményén át a – 15. ábrán mutatottak alapján – a Duna irányába nagy sugárban és magasra emelkedve távozott.

Elődeink tökéletesen ismerték az energiamegmaradás törvényét: a nagy áramlási sebességhez kis nyomás tartozik, mely képes arra, hogy adott esetben a légharangból kiszippantsa a vizet. Ha a légharangból kiürült a víz, a szívószelepen (16) keresztül friss levegő tódult annak helyére. Evvel a légharang levegőztetése megtörtént és a művelet a háromutas szelep zárelemének fokozatos zárásával befejeződött.

A vízgép újbóli üzembe helyezéséhez első lépésként a medencét lezáró zsiliplapot zárt állásba helyezték, és a zsiliplapot nyitó kötélzetet a kiindulási helyzetébe hozták. Ezután a ladás vízikerek (2) feletti gerendázaton elhelyezett igen erős kötéllel (11) magát a vízikereket úgy rögzítették, hogy az a meleg forrásvíz rávezetésekor mozdulni sem tudott. A deszkakupola tetőablakának nyitására a víztározó medencéből a Duna felé vezető zsiliplap (k8) záródott, ugyanebben a pillanatban pedig a vízgép felé vezető felső csatornában a zsiliplap (k10) kinyílt. Mivel a vízikerek rögzített állapotban volt, a forrásvíz munkavégzés nélkül közvetlenül az ovális medencébe folyt. Amikor a medence megtelt, az optimális szint feletti mennyiség a medencét lezáró zsiliplap felett, a bukógáton (7) átfolyva ugyancsak a Duna irányába (8) távozott. A leírt művelet befejeztével a tetőablakot és evvel együtt a felső zsiliplapot is lezárták, a vízikereket rögzítő kötelet visszabontották és a bámulatos ismét készen állt a további szolgálatra.

Úgy ítéljük meg, hogy itt értünk el ahhoz a pillanathoz, amikor nyugodt lelkiismerettel jelenthetjük: a mindenható Istentől kapott talentumunk segítségével ezt az önként vállalt feladatot – sok esetben nehezen elviselhető és gúnyos megjegyzésektől kísérve – a vízgép működési titkának megfejtését a legjobb szándékunk szerint teljesítettük.

Ezek után örömmel közöljük a már a II. fejezetben ígért A PÁRKÁNYI CSATA 1683 című metszetet, amely a 325 évvel ezelőtti eseményeket hozza eléink a 17. ábra segítségével.



A PÁRKÁNYI CSATA, 1683

17. ábra.

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

V. fejezet

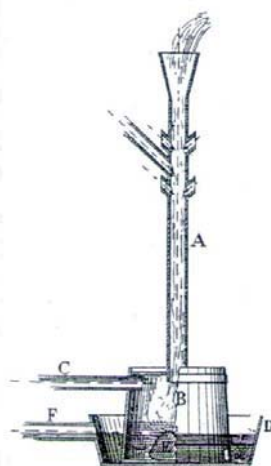
Technikatörténeti vizsgálódások

Már csak azt az igen fontos kérdést kell tisztáznunk, hogy vajon egyáltalán működött valahol Európában az általunk kísérletekkel is igazolt, az erős hang által keltett lökeshullámok segítségével üzemelő valamiféle áramlástechnikai gépezet. Mint ahogy-e dolgozat írása során számos alkalommal tettük, most is ennek az igen fontos kérdésnek az eldöntéséhez a *bányagépészet technikatörténeti ismeretei* felé kellett a figyelmünket fordítani.

Az imént ismertettük a légharang levegőztetésének folyamatát, amelyhez a vízgép csővezeték rendszerét használták fel, mint *vízszugárszellőztető* berendezést. Ezeket a vízszugárszellőztetőket egyszerűségük és viszonylag jó hatásfokuk miatt több mint három évszázadon keresztül részleges szellőztető berendezésként használták a bányászatban. Ott alkalmazták, ahol kellő mennyiségű, valamint, esésű víz állt rendelkezésre az aknában, és amelynek az elvezetése nem okozott gondot.

Ezek az ismeretek *Faller Jenő Jó szerencsét!* című munkájából kerültek elénk.¹⁴ Itt ismerhettük meg a szellőztetők technikatörténeti előzményeit is, amelyről Faller így ír: „... *Használatukról a XVI. század második felének évtizedeitől kezdődően tudunk, és szerkezetüket elsőnek Giambattista della Porta (1538-1615) olasz fizikus írta le 1589-ben megjelent Magia naturalis című munkájában.*”

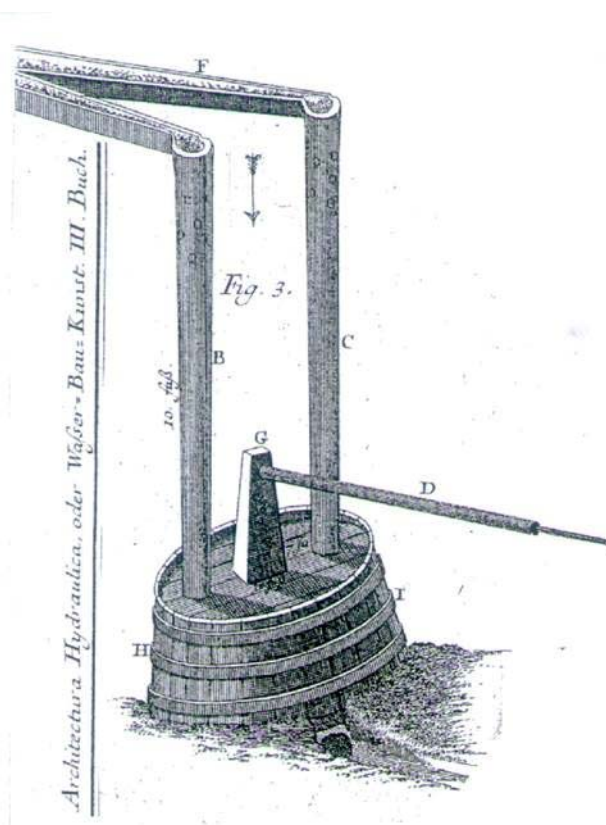
Delius 1773-ban megjelent *Anleitung zu der Bergbaukunst* című munkájából vett, és a 18. ábrán bemutatott rajz alapján a vízszugárszellőztetők a következőképpen működtek: Legtöbbször egy fából készült, fedett csatornában vezették a „zuhanyozó” vizet az aknaszájhoz, amelyet egy kónikusán kiképzett, az aknanyílás felé haladva egyre szűkülő csatornán az *ejtőcsőbe* (A), majd a kúpos kiképzésű *légfogó harangba* (B) juttattak. A harang felső egyharmadából indult ki a levegő elvezetését szolgáló *légcső* (C), amely a vágat talpán elhelyezve vitte a munkahelyre a friss levegőt. A harang a *kádnak* nevezett edénybe (D) volt elhelyezve, amelynek a fenekén feküdt a víz elporlasztását szolgáló *kőtuskó* (E). Az ejtőcsövön lezúduló víz esése közben a felső harmadában kialakított befelé hajló lyukakon át még több levegőt ragadott magával, amelyet – a kőtuskóra zuhanva – szétporlása közben leadott. Az így felszabadult levegő a kádban lévő víz nyomására a légfogó harangban összesűrűsödött, majd a légcsatornán át a munkahelyre nyomult. A zuhanyozó víz pedig a kád tetejéhez közel elhelyezett *túlfolyó csatornán* (F) a vágatok talpközében kialakított csorgóban elvezetésre került.



18. ábra. A vízszugár - szellőztető elrendezési vázlat

Ezeket a rejtélyesnek tűnő berendezéseket a maguk korában működési elvük ismerete híján egyszerűen *Kunst*-oknak nevezték az emberek. *Bernard Forest de Belidor* (1693-1761) *Vízépítéstan* című munkájában¹⁵ szebbnél szebb *Kunstok* rajzai láthatóak. A 19. ábrán bemutatott rajz is ilyen, mely annak ellenére, hogy az előző rajzhoz képest két ejtőcsővel készült, egyértelműen vízszugárszellőztetőt ábrázol. Az ejtőcsövek között a légfogó harang tetején éppen a közepén elhelyezkedő csonka gúla alakú **kalapács** viszont számunkra igazán szenzációs felfedezés. Egészen nyilvánvaló, hogy ezzel a kalapáccsal ütések mértek a légfogó harang fedelének közepére éppen úgy, mint ahogy azt az esztergomi reneszánsz kori bámulatos vízgép bronzgolyói is tették. Azért, hogy minél nagyobb és erősebb hanghatást érjenek el azütések alkalmával, a kalapács fejt üregesre készítették. Éppen úgy, mint amikor a nagyobb hangerő elérése érdekében a tetszésnyilvánításkor nem nyitott tenyérrel, hanem marokkal tapsolunk.

Az így kialakított üreges kalapácsfej belsejében viszont az ütéskor a bennrekedt levegő olyan nagy légnyomás elérésére is képes lehetett, amely egyszerűen szétvethette volna a láthatóan fából készült szerszámot. Azért, hogy ez ne következhesen be, a kalapács nyelvébe egy vékony csövet építettek, amelyen keresztül ez a csúcsnyomású levegő kifújhatott a szabadba. Természetesen a légharang belsejében ugyanolyan longitudinális lökeshullám futott végig, mint amilyen a bámulatos légharangjában is, csak éppen ebben az esetben az egyébként is túlnyomásos levegőt és nem pedig a vizet lökte ki a légső irányába. Ebbe az irányba ugyanis lényegesen kisebb volt az ellenállás, mint a túlfolyó csatorna felé. Ezt a vízszugárszellőztetőt egyébként egy kovácsműhely légbefúvó berendezéseként használták Franciaországban a XVIII. század elején.



19. ábra. A lökeshullámok által működtetett légbefúvó

Az esztergomi bámulatos vízgép működési elvét kideríteni szándékozó kutatók munkájuk során többen is tanulmányozták ezt a csodálatosan szép, négy kötetben kiadott és méreteiben is lenyűgöző Belidor művet. Az teljességgel elfogadható, hogy – bányagépész szakmai ismeretek híján – ezt a szellőztető berendezést egy humán beállítottságú kutató nem ismeri fel és nem hozza kapcsolatba a reneszánsz kori vízgéppel. Az viszont már szerintünk elfogadhatatlan, hogy aki az idegen nyelvű fordításban is segítségünkre volt, és akivel a 19. ábra alapján ismertettük a légharangok kalapáccsal, illetve bronzgolyókkal történő ütései közötti összefüggést, tudományos publikációjában mindezt elhallgassa, mi több egyszerűen letagadja.

Tisztában vagyunk azzal, hogy az ilyen szövegfelirat, mint amelyet mi az ábrán alkalmaztunk nem szokványos, figyelemfelkeltés és a hitelesség céljából mégis ezt az útját választottuk kutatási eredményünk igazolásául.

Faller Jenő, *Hell József Károly* (1713-1789), a bányagépesítés úttörőjeként számon tartott *selmebányai* főgépmester munkásságát bemutató írásából tudhatjuk, hogy Hell számos találmánya között *szellőztetőgép* is volt.¹⁶ A leírásban ugyan nem szerepel, hogy *víz-sugár-szellőztetőről* szólna a szerző, de a gép jellemzője, amely akár 1000 ölnél nagyobb távolságra is képes volt befűjni a friss levegőt, csakis az erős hang által keltett longitudinális hullámlökések segítségével lehet elképzelni. Ezt úgy kell értenünk, hogy amikor ütést mérünk a légfogó harang tetejére és a hanglökés hatására, pl. egy liter túlnyomásos levegő préselődik a levegőcsőbe, kb. hat másodperc múlva a légső végén ugyancsak egy liter friss levegő távozik a bányatérsgébe. A bányászatban ugyanis egy öl 2,02 m. Hell 1756-ban egy ilyen teljesítményű szellőztetőgépet épített az Amália-aknába. Ezt megelőzte ugyancsak az Amália-aknába még 1753-ban telepített *léggépe*, amely a világszerte alkalmazott „gáz-lift”-tes kőolajtermelés modern formájának az alapja. 1760-ban pedig a Ferenc-altáró kihajtásának munkálataihoz szereltek be ilyen megoldással szellőztetőt, és ezzel megtakarították az ilyenkor szokásos és rendkívül költséges légakna mélyítését, mivel a beépített gép 500 öl távolságra is tudta vezetni a friss levegőt.

A Hell-féle léggép vonatkozó tantételeit maga Belidor is ismerte és kiadványában négy pontba foglalva a gép elméleti, valamint fizikai számításait maga is elvégezte. A berendezés teljesítményfokozásának lehetőségeiről, valamint alkalmazásának előnyeiről is szól munkájában.

Figyelemreméltó, hogy a 19. ábra alapján közölt működési elv – nevezetesen az ejtőcső felső harmadában kialakított és befelé hajló lyukain a légbeszívás, valamint a légharang tetejére mért ütések hangjára kiinduló lökeshullámok által elindított légáram – egy-egy ciklusa a bámulatos vízgép üzemében is megtalálhatóak. A levegő beszívása a légharang levegőztetésekor az üres medencéből a szívószelepen át, míg az ütések hatására kiinduló longitudinális lökeshullámok a hasznos térfogatáram létrejöttét eredményezik a vízgép üzemvitelében.

Összefoglalásként valóságos élmény felsorolni azokat a fizikai jelenségeket, törvényszerűségeket, amelyekkel a vízgép működésének és üzemének vizsgálata során szembesülhettünk. Azt már szinte felesleges hangoztatnunk, hogy ezek mindegyike az általunk ismert törvényszerűségek születésének időpontját messze megelőző időpontban megvalósult ismeretekről tanúskodnak.

A megrendítően nagyszerű bámulatos vízgép felépítése és üzeme során megtapasztalt fizikai jelenségek és törvények sora:

-elődeink ismerték a folyadékok egyensúlyának feltételét arra az esetre, amikor a folyadékra külső erő nem hat, azaz a hidrosztatikai nyomás állandó. A XVII. század első felében meghatározott Pascal-törvény szerint ma úgy mondjuk, hogy a folyadékban a nyomás egyenletesen terjed;

- ismerték a vízütés jelenségének okát és annak esetlegesen fellépő káros hatását. Tudatosan úgy építették meg a vízgépet, hogy a jelenség fel se léphessen, vagy ha véletlenül mégis kialakulhatott, a kritikus csúcsnyomást a légüstök elviselhető szintre csökkentették, pl. a téglából épített vízvezetéki csatornában;
- ismerték az energiamegmaradás törvényét. Biztonsággal alkalmazták a konfúzor és a diffúzor hatását a légszivattyú, ill. a surrantó kialakításakor;
- ismerték és hihetetlennek tűnő biztonsággal alkalmazták a longitudinális hullámjelenség terjedésének energiáját a szilárd testekben, a folyadékokban, valamint a gázokban;
- tökéletesen tisztában voltak azzal a fizikai jelenséggel, hogy a levegő oldódik a vízben; - alkotó módon hasznosították azokat az ismereteket, amelyek szerint a hangos ütések által keltett lökéshullámok képesek voltak áramlástechnikai gépeket működtetni.

Esztergom reneszánsz kori bámulatos vízgépének építői fölényes biztonsággal alkalmazták a gépgyártástechnológia ismereteinek szinte az összes követelményét. A fogaskerekek méretezése és gyártása, a lédás vízikerek evolvens görbe érintőjeként megépített hátrahajló lapátozása, vagy éppen az elképesztően precíz öntészeti megoldás mind-mind hozzátartozik e dolgozat címében megfogalmazott jelző jogos használatához, amely szerint a bámulatos egy **igazi technikatörténeti hungarikum**.

A világhírű firenzei polihisztor, *Leonardo da Vinci* (1452-1519) a reneszánszkor eszményének megtestesítője mechanikai és szerszámgéptervei között tartják számon a fogaskerék, valamint a golyóscsapágy megalkotását.

A rendkívüli műveltségű Evlia Cselebi a bámulatos vízgép felépítésének bemutatásakor szinte plasztikus képet ad a látottakról. Az egymásba kapcsolódó kerekek látványa, amelyek a vízgép indításakor óra módjára mind forogni kezdett, egyértelműen a fogaskerekek meglétét idézi. Aligha hihető, hogy a 15 – 16 éves Leonardo da Vinci éppen a fogaskerekek terveinek megálmodásával kezdte volna zseniális alkotásainak sorát papírra vetni, és ezek a tervek éppen Esztergomba kerültek volna felhasználásra. Egészen bizonyosak lehetünk abban, hogy az 1460-as évek második felében, a bámulatos vízgép építésekor a magyarok alkalmazták a világon elsőként elemi fogazatú fogaskerekeket.

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

VI. fejezet

Cselebi leírásának hitelesített fordítása

A *Magyar Szabadalmi Hivatal*¹⁷ Karácson Imre OSB régész, 1897-ben kiadott *Evlia Cselebi: Magyarországi utazások 1660-1664* című munkájából a 315 oldal első bekezdésétől a 317 oldal első bekezdésének végéig tartó részletben jelölte meg a szabadalmi bejelentés elutasításának okát.

2008. november végén a Duna Múzeum rendezte a XI. Országos Műszaki Muzeológus Találkozót, amelynek egyik kiemelt érdeklődésre számot tartó programja a vízivárosi ásatások és a gyönyörűen felújított dzsámi épületének megtekintése volt. Szó szerint megdöbbenve tapasztaltuk, hogy sem az ásatásokat vezető régész, sem pedig a főmuzeológus urak egyike sem ismeri a bámulatos működésének a pontos helyét. Ekkor határoztuk el, hogy a Hivatal által behatárolt fordítás részletét egy mondatral, azaz a 317 oldal második bekezdésének az első mondatával bővítjük, mivel még ez a rész is a bámulatosra vonatkozó adatot hordoz. Ez a mondat ugyanis egész pontosan meghatározza a bámulatos helyét, amely szerint: *„Ezen külvárosnak harmadik kapuja is e gép malmának ajtója felé nyílik”*. A jelölt részlet első bekezdésének az első mondata pedig arról szól, hogy: *„Az alsó nagy külvárosnak egyik kapuja mégaz Özicseli Hádsi Ibrahim dsámija alatt levő Kis kapu (Kücsük kapu), mely nyugot felé a Dunára nyílik. (...) E kapun kívül nincsenek a városnak házai, a kapun belül pedig felfelé (észak felé) a belső várba kerekkel vizet felhajtó gépezetnek a háza van.”* A második kapu pedig, amelyről ugyan Cselebi nem ír, de a helyszín ismeretének alapján tudjuk, hogy ugyancsak a dzsámi alatt a Berényi Zsigmond utca felőli oldalon található. Amióta pedig havi rendszerességgel látogatható a dzsámi és az alatta lévő „alsó nagy külváros kövezett főutcája”, nagyon sokan sétálhattunk a több mint öt évszázados köveken és nem kis megilletődöttséggel azok alatt a boltívek alatt, amelyek talán még méreteikben is pontosan megegyeznek a bámulatos vízgép boltíves főkapujával. Lényegében a kövezett főutca végén e gyönyörű ívű boltív már *„a bámulatos vízgép malmának ajtaja volt”*.

A könnyebb érthetőség kedvéért két-két felvételt készítettünk a Berényi utcából nézve a malombástya udvaráról. A 20. ábrán látható felvétel még 2007. decemberében, a 21. ábra képe pedig 2009. januárjában készült közvetlenül a dzsámi felőli oldalról.



20. ábra. *A bámulatos vízgép- és a közkút bejárata a 2007-es állapotban*



21. ábra. *Az előbbi ábrához képest a 2009-es állapot*

A 22. és 23. ábrák ugyancsak az előző időpontokban a Verpech forrásfoglaló oldalfalazatának a vonalából nézve készültek.



22. ábra. A vízellátó rendszer nyomai 2007-ben a csatornamaradvánnyal



23. ábra. Látótérbe került a 2009-es felvételeken az oldalági vízvezető csatorna

Az előbbi felvételeken a bámulatos vízgép boltíves főbejáratát és a mellette lévő ugyancsak boltíves kiskaput láthatjuk, amely a közkútra nyílt. A másik oldalról készült 22. ábra felvételén még látható a négyszög keresztmetszetű vízvezetéki csatorna egy darabja, a 23. ábrán viszont már csak a víztározó oldalfala, valamint a teljesen szétbontott vízvezeték csatlakozási helye látszik. Az oldalfal négyszög keresztmetszetű nyílásába helyezett deszkapadló a teljesen szétbontott vízvezeték valamikori elhelyezkedésének irányát mutatja a forrásfoglaló felé. Jól kivehető mindkét felvételen a légüstök levegőztetésére kialakított téglányi méretű légvezető csatorna, melyek szerepéről még a III. fejezetben szóltunk.

Ez utóbbi felvételen meglepődve fedeztünk fel egy olyan, ugyancsak téglából épített oldalági vízvezeték, amely az eddigiek során egyszerűen elkerülte a figyelmünket. Bizonyos, hogy a forráshoz közel épített légüsthöz volt csatlakoztatva, amely a régészeti feltáró kutatás során szinte az elsőként esett áldozatául a bontási munkálatoknak. Ez pedig azt jelenti, hogy a bámulatos vízgép indító zsiliplapjához nem csak közvetlenül a víztározóból, hanem a főcsatornához képest kisebb keresztmetszetű oldalági csatornából is jutott (a víztározó lépcső-lejárója és az örfülke alatt elvezetve) rendkívül stabil, egyenletes nyomású és mennyiségű „erővíz”. Az oldalági csatornának köszönhetően nem zavarta meg a vízgép működését az sem, ha a közkútból bármikor is vizet merítettek.

A vízgép leállításakor pedig az elkerülhetetlenül fellépő vízütés káros hatásának a kivédésében volt jelentős szerepe. Ilyenkor a hirtelen fellépő 50%-os túlnyomás hatásának levegőztetésére úgy viselkedett, mint ahogy a legkorszerűbb *hidraulikus körfolyamokban azt a vezérlőcsatornák teszik*. A légüst irányába ható túlnyomás a forrás vizével együtt egy pillanatra olyan nyomáscsúcsot hozott létre, amely a főcsatorna második légüstjének hatásával együtt valósággal kioltotta a főcsatornában visszaáramló víztömeg túlnyomását. Erre a megoldásra mindenképpen a felduzzasztott állapotú forrásfoglaló védelmében volt szükség. Az első légüstben lejátszódó fizikai jelenség magyarázatára leginkább alkalmas a *vezérelt visszacsapó szelep* példázata, természetesen a golyós záró elem nélkül.

Ennek az új helyzetnek megfelelően alakítottuk át a vízellátási rendszer szemléltetésére készült makettet is, amelyet a 24. ábrán a Várhegy, a 25. ábrán pedig a Duna felőli oldalról nézve mutatunk.



24. ábra. A módosított vízellátó rendszer metszete az oldalági csatornával a Berényi utca felőli nézetben



25. ábra. A metszet a Duna felőli nézetben

Ez az átalakított makett az oldalági vízvezeték szemléltetésén túl arra is alkalmas, hogy bemutassuk annak a főági csatornacsonknak a helyzetét, amely valósággal kínálta magát a leletmentésre. A Duna Múzeum udvarán többek között egy igen értékes kiállítási tárgy, nevezetesen egy, a római korból mentett csatornadarab látható. Itt csodálkozhatunk rá arra a bámulatos leletre, amely igazolja, hogy a rómaiak már a cementet is ismerték. Szinte hihetetlennek tűnik, hogy közel kétezer évvel ezelőtt ilyen technikai bravúrra voltak képesek. Az esztergomi reneszánsz kori bámulatos vízgép vízvezető rendszere ugyan még „csak” kb. 540 éves, de azért a leletmentést „megérdemelte” volna. Számunkra érthetetlen, hogy amit a több évszázad romboló hatalma és harci dühe megkímélt, azt most a XXI. század műveltsége szinte nyomtalanul megsemmisíti. Javasoltuk, hogy a vízvezető csatorna egy darabkáját régészeti leletmentés címén helyezték el a múzeum udvarában a római kori csatorna mellett, sajnos azonban az erre illetékesek még csak megfontolásra sem tartották érdemesnek felvetésünket. Mégis meggyőződéssel állítjuk, hogy ennek az *egyszeri- és megismételhetetlen vízvezető régészeti leletnek* méltó helye volna a *római kori vízvezeték tárgyi emléke* mellett a múzeum udvarán.

Őszintén reméljük, hogy a joggal nagy köztiszteletnek örvendő ásatásokat vezető régész szakmai akarata elég lesz ahhoz, hogy a még meglévő oldalági vízvezetéki csatorna egy darabjának leletmentésével Esztergom reneszánsz kori bámulatos vízgépe utolsó tárgyi emlékét megőrizhetjük az utókor számára. Ha meggondoljuk, ilyen jellegű régészeti feltárás értékelésével még soha sehol a világon nem szembesülhetett muzeológus, hiszen ez nem a klaszszikus értelemben vett régészeti, hanem a műszaki tudományok kutatási körébe tartozó feladat.

A bámulatos vízgép működésének bemutatásakor úgy gondoljuk, hogy a szóban forgó könyv idézett szakaszának szinte minden szavát felhasználtuk a munkánk során. Ennek ellenére mégis meggyőződéssel hisszük, hogy Cselebi kézírásának és a fordító Karácson Imre könyvének alábbi fénymásolt oldalai érdeklődésre tarthatnak számot tisztelt olvasóink körében, mely idézett részlet egyben munkánk megítélésében is segítségükre szolgálhat.

és mintegy húsz nádfödélű ház van. E szigeten azon épületeken kívül semmi sincs más és egészen kertekből, különösen zöldecskertekből áll.

Ez alsó nagy külvárosnak egyik kapuja még az *Ózi-cseli Hádsi Ibrahim* dsámija alatt levő *Kis kapu* (*Kücsük kapu*), mely nyugot felé a Dunára nyílik. Ha ló bemegy is rajta, kocsi nem mehét be. E kapun kívül nincsenek a városnak házai, a kapun belül pedig felfelé a belső várba kerekkel vízet felhajtó gépezetnek a háza van.

*Az esztergomi bámulatos vízhajtó gép.*¹ Lenn a nagy külváros nyugoti részének végén, a *Kis kapun* belül egy vízi gépezet van. Deszkazsindelylyel fedett kupolás épület van felette. A kupola deszkából van, hogy felnyitható legyen. A deszkakupolán azonban egy kéménylyuk van. A tudós mester ezzel a nyílással valóban nagy szolgálatot tett. E nyíláson a világító napnak fénye beverődven, a gépház belsejét egészen megvilágítja. Egyenesen e nyílás alatt a Dunából jövő egészséges víz számára kerek vízmedence van. Ebben a medencében különféle hengerkerek vannak, melyeknek minden eszközük, úgy a kerék is vastag tölgy-, cser- és égerfából van és egészen a Dunában állnak. Eme hengerkereknél magasabban, egy tölgyfából készült, kocsikerék nagyságú hengerkerek van, melynek kereke körös-körül a szélén lyukas és így a vizet beeresztő ötven darab kis láda van rajta; ez a hengerkerek azonban nincs a vízben úgy, mint az alsó hengerkerek. Az említett világosság-bebocsátó nyílás alatt a hengerkereknek tengelye emberi kar vastagságú vastengely. Lenn a Dunában levő fahengereknek kerekei és kötelei emberi ágyék vastagságú vaskerek és kötelek. Némelyik kerék emberi kar vastagságú s teve nyaka módjára girbe-görbe, mesterséges kerék. A kovácsmester eme bámulatos kerekeknél anynyi ügyességet fejtett ki, hogy az elképzelhetetlen. E vaskerek széléin ágyúgolyó formájú, negyven-ötven darab kerek vasgolyó van; ezen eszközök- és kerekkel a különféle hengereket a víz erővel mozgásba hozza és a keréken levő golyók a Dunára csapódván a Duna vizét erővel a vascsövekbe hajtják és míg a kerek forognak ezen golyók folyton egymást követik. A Duna vize ily

¹ Törökül: *Csárkhi má* = vizkerék.

módon fenn a belső várban levő csorgókút víztartójába ömlik; az összes vízcsövek vas muskéta-puska alakú, csatornás csövek s a meredek sziklák között egyenesen fölfelé álló, néhány csekély értékű vascsőből állanak. Ezen vasból való vízi utak, melyek szökőkút gyanánt egyenesen felfelé menve három mináret magasságuk és a háromszáz rőf magasságban levő csorgókút, bámulatot keltenek. Az említett belső vár sziklájának egészen az alján, a vízi malmokat és kerekeket magában foglaló gépházban, egy sziklából hétfejú sárkányként meleg forrás vize bugyog ki s elfolyván, húsz rőfnyire alább a Dunába ömlik.

E gépházban a kerekek kezelésére csakis egy ember van kirendelve. Miután a megsejmlélést elvégeztük a molnár¹ apónak néhány ákcset adván, így szóltam: »Öregem! engeddd meg, hogy a kerekek- és hengereknek mozgását és megállását is megtekinthessük.« »Fiúk! – mondá ő, – ezeknek a kerekeknek a mennydörgő zakatolását és zúgását ti ki nem bírjátok és a szökőkutaknak az égig való felszökkenését megnézni nem lesz bátorságtok.« Én válaszoltam: »Lelkem apó! mi világutazó és értelmes emberek vagyunk. Vajha! ezt is megláthatnánk.« – Erre mondá: »Tehát ne féljetek fiúk; egy kissé hátrább!«; s először a tetőn az említett kéménynyílás födelét felnyitván a gépházat kinyitotta s a meleg forrásnak a Dunába folyó útját elzárván a gépházban levő magas keréknek vizet befogadó kis ládái vízzel teltek meg, a mire a hengerkerekek azonnal forogni kezdtek. Nagy Isten! olyan zörgés keletkezett, mintha az utolsó ítéletnek hirdetője volna. Némely kerekek jobbra, némelyek balra forogtak s valamennyi kerék, egyik a másikba kapcsolódván, óra módjára mind forogni kezdett. Az öreg molnár apó pedig egyszerre csak azt mondja: »Ne féljetek, ne féljetek fiúk!« s egy vízvezeteki vascső formájú csövet erősen forgatott s mihelyt megcsavarta, a várba vezető vízcsatornából a víz emberi nyak vastagságban a kéménynyíláson át egyenesen az ég felé kimenvén, három Szulejmánie² miná-

¹ Törökül: *Dejirmendsi baba* = molnár apó. Ez a dejirmendsi nem valódi molnár volt, hanem a gépház felügyelője és gépkezelő, Evlia azonban az egész gépházat malomhoz hasonlítja, ezért a kezelője is dejirmendsi nála.

² A *Szulejmánie* Konstantinápolyban egyik legnagyobb és legmagasabb mecset.

rajtjénél magasabbra emelkedett s zúgva, dörögve úgy ment ki, hogy midőn legmagasabb pontját elérte, szívárványt játszva szökőkútszerűen leesett s a Duna folyóba ömlött. Félóraig voltunk a szemléletébe csodálkozással elmerülve. Isten látja, a molnár apó is igen kiváló ember s hála Istennek! áldásával tisztelt meg. Maga a nagyvezír, Köprülü-záde Fázil Ahmed pasa is megnézte e dolgokat s a tiszteletreméltó öreg molnárnak ötven aranyat ajándékozott és tíz ákcse fizetésemelést rendelt el neki.

Ezen külvárosnak harmadik kapuja is e gép malmának ajtója felé nyílik. E városban 2900 darab mindenféle alacsonyabb-magasabb ház van; kert és udvar nélküli szűk házak. Sőt némely háznak még a halottjait is az utcán mossák meg, mert nagyon szűk házak vannak. Ostrom idején azonban e városnak házai oltalmazva és védve vannak. Tizenhat városrésze (mahalle) van: a Hadszi Ibráhim, Alajbégi, Mehkeme, Csársi, Budin kálászi (Budavára), Tasra város (külváros), Iszkele (Rév), Tepedelen városrészeket ismerem. Négy imahely (mihráb) van; kettőben a pénteki imát végzik. Mind a kettő városrészi mecset. *Őzicseli Hadszi Ibráhim* dsámija, ólom tetejű, festett deszka padlású, nagy térfogatú, téglá mináretes, magas és új építkezésű szép dsámi. A *Mehkeme* dsámi, régi építkezésű és nagy sokaságot fogad be, keleti kapujának boltozata fölé ez a *tárikh* van felírva:

Ismert nevű vértanúk vannak mellette,
Vértanuságot állott ki mind valamennyi.
Ki jobbra, ki balra van,
Ez a dsámi lett a vértanúk helye.
A hívó szó elhangzott, az imádság megkezdődött;
Meghallgatást nyerjenek az imák a bántalmakban.
Mohammed Musztafának vakufja lett,
Fogadja Isten kedvesen, a ki ezt cselekszi.

Ernek a dsáminak a háremjében néhány ritka fa van, másutt fa sincs. A világos törvényű ítélőszék is ebben a dsámiban van.

Két medreszeje van: az egyik *Őzicseli Hadszi Ibráhim* medreszeje, a másik pedig e *Mehkeme* medreszeje. Mindössze négy *mektebje* (kis iskola) van. Két derviskolostora van: egyike az esztergomi Ali efendi kolostora, a másik eme Hadszi Ibráhim kolostora. Van egy

VII. fejezet

Kivonat

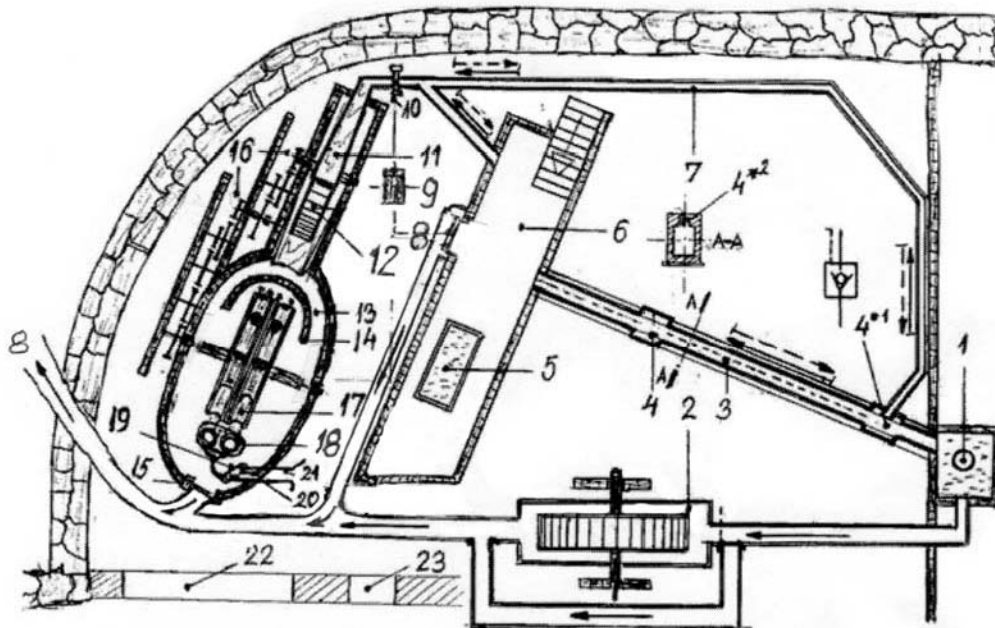
Kivonat a 20/1995/XII. sz. rend. 5.§. szerint

A Várhegy ÉNy-i lábánál már az 1200-as évek elején a bővizű Verpech forrás (1) vizével egy egyköves vízimalmot (2) működtettek elődeink. Az 1460-as évek második felében – a Fellegvár lakóinak vízellátására – Vitéz János bíboros, érsek olyan vízgépet építtetett, amely képes volt a 70 m magas Várhegyre egy mennydörgően zakatoló, erős hangot adó gépezet segítségével a 26 °C hőmérsékletű forrásvizet felpumpálni.

A vízgép hajtására is a forrásvizet használták. Hogy a gép zavartalan vízellátása biztosított legyen, a 26. ábra szerint olyan vízvezető rendszert építettek, amely az első ránézésre a római kori nyitott kutakhoz volt hasonló. A forrásfoglalótól (1) négyzet keresztmetszetű és zárt szelvényű vízvezető csatornában (3) a nagy térfogatú tározómedencébe (6) vezették a vizet, amelynek a földem szerkezete a kút (5) nyílását foglalta magába. A vízvezető csatornába 2 db. téglából épült légüstöt (4) építettek, mely elemek levegőztetését a vízmedence légterével összekötő légcsatorna (4^{*2}) biztosította. A foglalóhoz közelebb eső légüstből ugyancsak egy négyzetcszelvényű, de az előbbi vízvezető csatorna keresztmetszeténél lényegesen kisebb, ún. oldalági csatorna (7) épült. Ez a csatorna a tározómedence (6) kifolyó csatornájával együtt a vízgép vízellátását szabályozó zsiliplaphoz (10) csatlakozott. Ha az üzemelő gép vízellátását a zsiliplap gyors zárásával megszüntették, a fellépő vízütés káros hatásának kivédésére a két vízellátó rendszerbe épített légüst közül a foglalóhoz közelebb eső, az oldalági csatornán „visszafutó” nyomáscsúcs hatására úgy viselkedet, mintha egy korszerű „vezérelt visszacsapó szelep” (4^{*1}) lett volna. A tározó medence felől a foglaló felé induló túlnyomást a két légüst oly mértékben csillapította, hogy sem a téglából épült vízvezető csatornák, sem pedig a duzzasztott vizű forrásfoglaló nem sérült.

A tározómedence és az egész vezetékrendszer állandó vízszintjét a Duna felé nyitható zsiliplap (8) biztosította. Ha a deszkakupolás földémszerkezethez kapcsolódó és kéménnyel épült tetőablakot (9) gyors mozdulattal nyitották, a Duna felé vezető vízvezető nyílás (8) záródott, ugyanakkor a felső zsiliplap (10) nyitásával az „erővíz” a fokozatosan bővülő, diffúzor hatású csatornába (11) futott. Itt az erővíz a relatív sebességnövekedés hatására elért egyenletes és nyugodt folyadékszinttel a vízikerek ládáiba (12) folyt, melynek következtében a bámulatos vízgép azonnal elindult. A hátrahajló lapátózással készített ládás vízikerek 1/3-os fordulat után a vizet ledobta, ami aztán az ovális alakú medencébe (13) került. Hogy a vízikerekről ledobott erővíz egyenletesen terüljön a medencébe, ívelt alakú torlasztó gátfalat (14) helyeztek el a vízárammal szemben. A medence állandó vízszintjét a kifolyó oldalon lévő, bukógátként is funkcionáló zsiliplap (15) biztosította.

Az egyenletes forgásba hozott vízikerek a kapcsolódó fogaskerekes hajtással (16) olyan fordulatszámra hozta a medence közepén lévő golyóemelő hengerkeréket (17), amely két másodpercenként párosával a közel 5 kg tömegű bronzgolyókat az ugyancsak bronzból készült légharang (*tympanum*) (18) tetejére vetette. A 10 kg tömeg zuhanása olyan erős hangot váltott ki, hogy az így létrehozott longitudinális lökéshullám a légharangban lévő vizet a háromutas irányító szelep (19) csatornáján át, a fellegvárba vezető csővezetékbe (20) lökte. Így a percenként harmincszor a légharangra zuhanó bronzgolyók hatására a bámulatos vízgép óránként akár több mint 1000 liter friss forrásvizet volt képes a 70 m magasban élő vár lakóinak szállítani. Eközben a medence közepén álló légharang tetejére csapódott bronzgolyók a golyóvezető csatornában az energia- és a vízáram hatására olyan irányú folyamatos mozgást végeztek, hogy a hengerkerék golyótartó fészkeibe jutva az előbbi jelenséget megismételve biztosíthatták a vízgép folyamatos működését.



26. ábra. A bámulatos vízgép és a vízellátó rendszer telepítésének vázlata.

Mivel a légharangba zárt levegő az ugyancsak jelenlévő vízben az üzemvitel során oldódott, hiánya a vízgép szállítóképességét ellehetetlenítette. Ilyenkor a medence vizét a kifolyó oldalon lévő zsiliplap (15) felemelésével leengedték, majd a háromutas irányító szelep (19) nyitásával lehetővé tették, hogy a Várhegy ciszternájából a nyomóvezetéken (20) visszavezetve nagy nyomással aláződülő víz a Duna irányába álló csővezetéken (21) szökőkúthoz hasonló vízsugárral távozzon. Az így ideiglenesen létrehozott *vízsugár légszivattyú* friss levegőt szippantott a légharang belső terébe. A levegőztetés után a medencét (13) ismét feltöltötték forrásvízzel, majd az útirányító szelep óvatos zárásával, hogy a vízütés jelenségét elkerüljék, visszaállították az eredeti állapotot és így a bámulatos készen állt a Várhegy lakóinak friss vízzel való kiszolgálására.

A vízgépház boltíves főbejárata (22) és a kút ugyancsak boltíves bejárata (23) a 26. ábra szerint helyezkedtek el egymás mellett.

A 27 és 28. ábrák a Várhegy ÉNy-i oromzatának a pereméről készített felvételeken a kb. 70 m-es magasságból felülnézetben mutatják a februári télen a dzsámit a *torzó* minaretjével, a bámulatos vízgépházát a valamikor felette ívelő gyilokjáráttal és a vízellátó rendszert a Verpech forrás nyomaival.

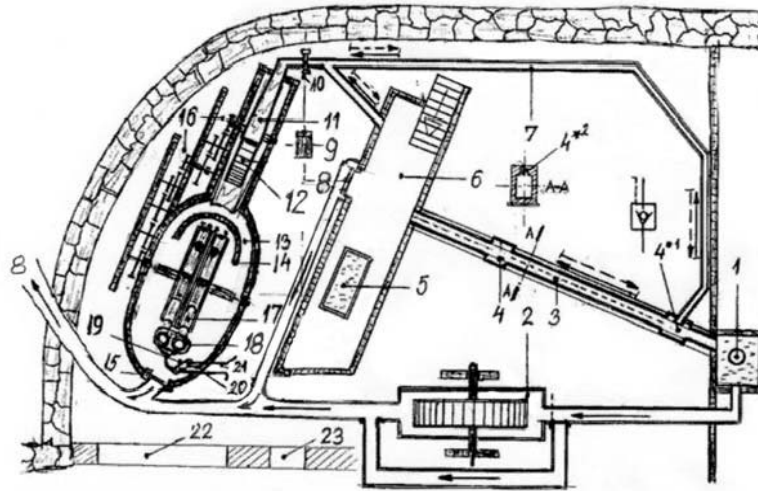


27. ábra. A vízgépház helye a Várhegy ÉNy-i rondella pereméről nézve



28. ábra. A Vizivár látképe a rondelláról

A Kivonat melléklete



A bámulatos vízgép és a vízellátó rendszer telepítésének vázlata

A vízellátó rendszer fő elemei: **A bámulatos vízgép fő elemei:**

1. Verpech forrás
2. Egyköves malom lapátos vízikereke;
3. Téglából épült vízvezető csatorna;
4. Téglából épült légüst;
- 4^{*1}. A légüst, mint „vezérelt áramirányító elem”;
- 4^{*2}. Légüst a levegőztető csatornával;
5. Római kori stílusú nyitott kút;
6. Római kori stílusú, nagy térfogatú víztározó, lépcső
7. Oldalági téglalap keresztmetszetű vízvezető csatorna;
8. Zsiliplap a Duna felé vezetett vízfolyás vezérléséhez;
9. A tetőablakot alátámasztó gerenda a zsiliplapok működtetéséhez;
10. A vízgép üzemét biztosító zsiliplap;
 - a folyamatos talpas nyíl az „erővíz” útját
 - a szaggatott vonalú talpas nyíl a „vízítés okozta megnőtt nyomású víz”,
 - a folyamatos nyíl a Duna felé vezetett víz útját jelzi;
 - a folyamatos szaggatott vonal a légüstök levegőztető csatornáját szemlélteti.
11. Diffúzoros vízvezető csatorna (surrantó);
12. Hátrahajló lapátfalazatú lédás vízikerek;
13. Ovális alakú vízmedence;
14. Ívelt alakú vízterelő gátfal;
15. Medencezáró zsiliplap a bukógáttal;
16. Osztótház fogaskerék szekrény;
17. Golyóemelő hengerkerék;
18. Bronz légharang a golyófogókkal; lejáráttal;
19. Három utas útírányító szelep;
20. A fellegrába vezető nyomóvezeték;
21. A „vízsugár légszivattyú” csővezetéke.

A Vízivár belső falazatából kiemelt részlet:

22. A vízgépház boltíves főbejárata;
23. A római kori várkút boltíves bejárata.

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)

Jegyzetek

- (1) Evlia Cselebi: Magyarországi utazások 1660-1664 Fordította: Karácson Imre OSB régész, 1897 (A vonatkozó részlet a 315 oldal első bekezdésétől a 317 oldal második bekezdésének első mondatával bezárólag.)
- (2) Horváth István, H. Kelemen Márta, Torma István: Magyarország régészeti topográfiája (5. kötet)
- (3) Dr. Deák A. András (Duna Múzeum): Az esztergomi reneszánsz vízgép története
- (4) Ritoókné Szalay Ágnes: Esztergom, az ezeréves kulturális metropolisz
- (5) Prokopp Mária művészettörténész: Hídlap VI. évfolyam 5. szám
- (6) Esztergom Évlapja 1990: Szállási Árpád, Vitéz János és a természettudományok (45-51 oldalak)
- (7) Liptai Ervin Magyarország hadtörténete VII. fejezet: Zrínyi Katonai Kiadó 1985
- (8) Deák Antal András A Duna fölfedezése Vízügyi Múzeum, Levéltár és Könyvgyűjtemény 2004
- (9) Adolf Kunike: Jacob Alt metszeteit leíró német forrás fordítása (Bécs, 1826)
- (10) Az esztergomi vár erődítésének és közvetlen környékének alap – és helyszínrajza 1756 Felmérte és rajzolta Krey János, mérnökkari főnök (Esztergom megyei Levéltár Protoc. 1719-1727. 88.1) Nürnberg 1685. 221. 1)
- (11) Bakos Ferenc Idegen szavak és kifejezések szótára (Akadémiai Kiadó – Budapest 1989)
- (12) Sasvári Géza Dorogi Szénbányák Lencsehegyi Aknaüzem ny. bányamesterének szíves közlése
- (13) Pálhegyi Imre, a „Minőségi munkáért” kitüntetett öntőmester szíves közlése
- (14) Dr. Faller Jenő JÓ SZERENCSE! Műszaki Könyvkiadó, Budapest 1975
- (15) Bernard Forest Belidor: Architectura Hydraulica II. kötet, Auspurg 1743
- (16) Faller Jenő: A MAGYAR BÁNYAGÉPESÍTÉS ÚTTÖRŐI A XVIII. SZÁZADBAN Akadémiai Kiadó, Budapest 1953
- (17) Útmutató feltalálóknak. A szabadalmi bejelentés Magyar Szabadalmi Hivatal Budapest, (ISBN 963 9157 06 6)

[Vissza a tartalomjegyzékhez](#)