

SZEPESI ZOLTÁN

A BÁMULATOS HIDRO-AKUSZTIKUS VÍZGÉP KÉTSZÁZ ÉVES TÖRTÉNELME

A „NÉZÉST ÉRDEMLŐ VÍZERŐMŰ” REKONSTRUKCIÓJA

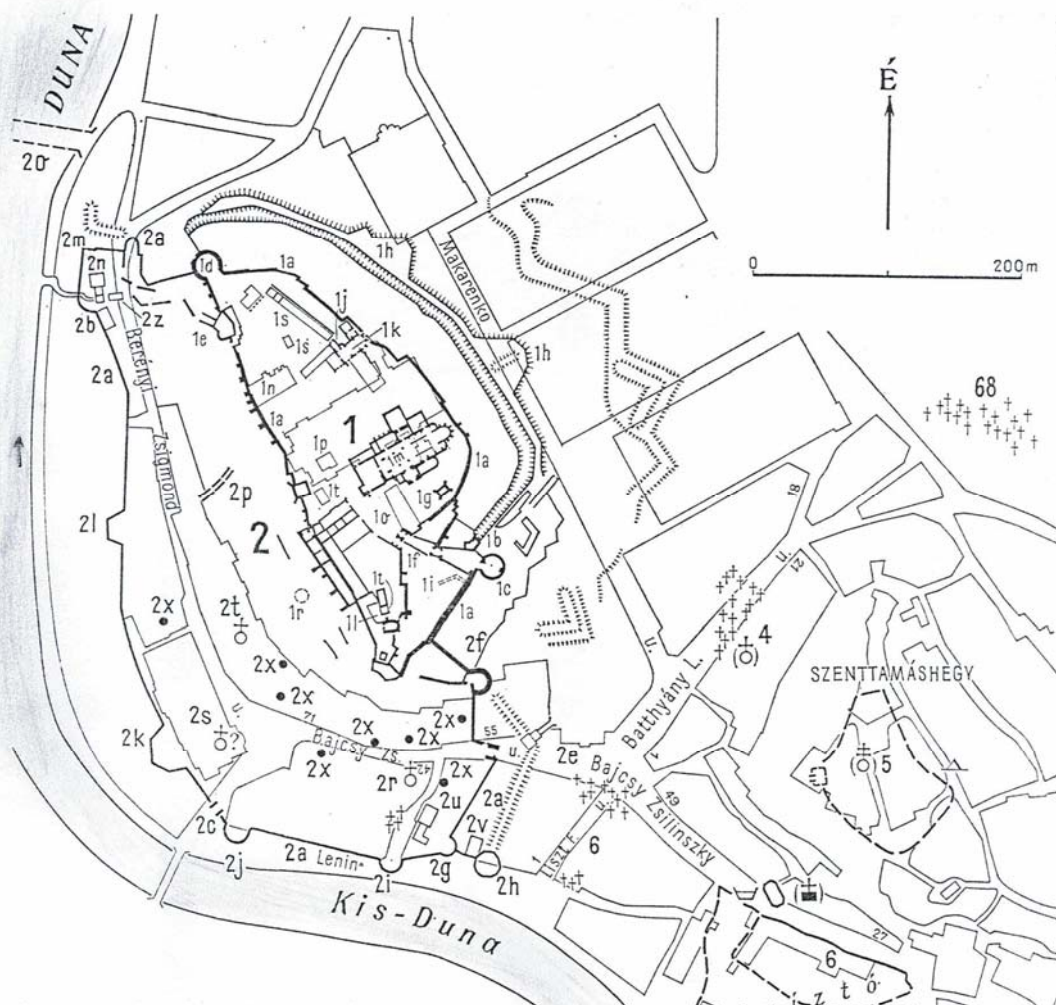
II. RÉSZ.



AZ ESZTERGOMI VÁR ÉS NEVEZETES VÍZGÉPEI

2009

AZ ESZTERGOMI VÁR ÉS NEVEZETES VÍZGÉPEI



Az esztergomi várhegy és víziváros térképe

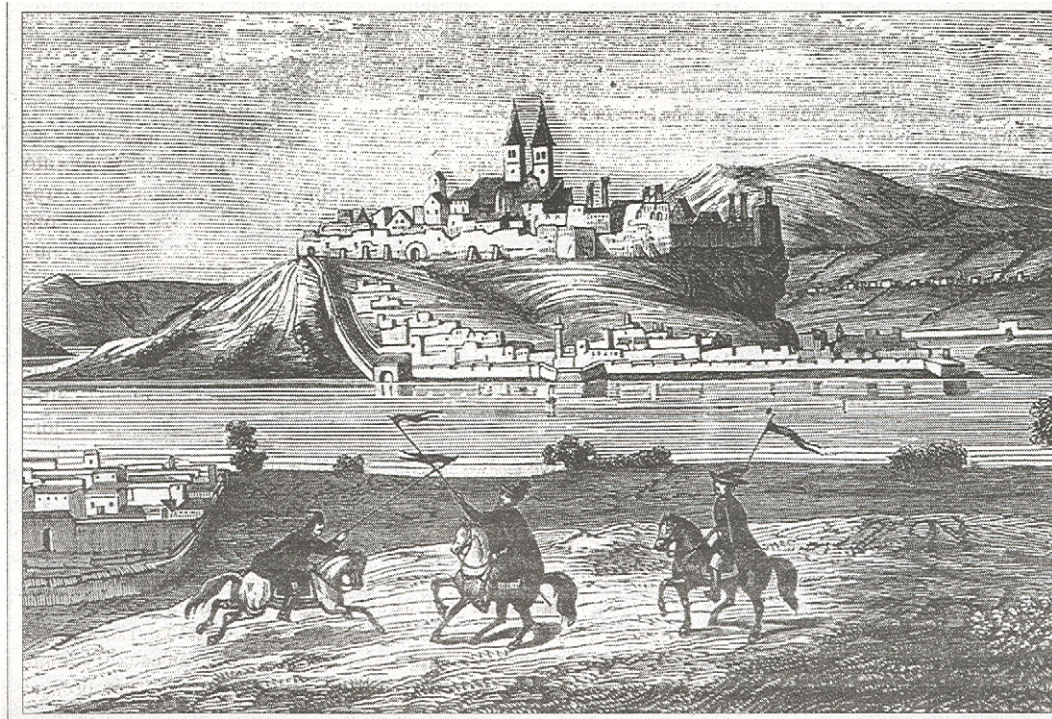
A bámulatos hidro-akusztikus vízgép kétszáz éves történelme

A „nézést érdemlő vízerőmű” rekonstrukciója

Laikusként nem vehetjük és nem is vesszük a bátorságot arra, hogy a különböző régészeti kutatás egyes területeinek szakértőivel és azok szakértő megállapításaival vitába szálljunk. Ám ezekből a megállapításokból a logika eszközeivel élve, miért ne vonhatnánk le mi magunk is olyan következtetéseket, amelyeket bárki gondolkodó ember levonhat? S az így alkotott kép, még ha különbözik is a „hivatalos” tudomány által állítottól, nem feltétlenül hibás annak ellenére, hogy ugyanazokból a rendelkezésre álló leletekből áll.

Nyilvánvaló, a különböző álláspontok közül az egyik következtetés nem állja meg a helyét. Meglehet, hogy az általunk felvázolt kép a hibás, de erről – a logika eszközével élve – hadd döntsön maga a tisztelt olvasó.

A bámulatos vízgép első évszázada



1. ábra. Esztergom látképe a XVI. században¹

Esztergom legfontosabb műemlék együttesén a Magyar Nemzeti Múzeum megbízásából az elmúlt év végén (2008) befejeződött a Fehér-torony rekonstrukciós munkái helyett végzett ideiglenes „védőtető” építése.

Esztergom város önkormányzatának tiszteletreméltó törekvése, hogy Visegrád történelmi örökségével együtt a régió elnyerje az „Európai Kulturális Örökség” megtisztelő címet. A cím elnyerésének egyik igen fontos feltétele pedig, hogy a vár lakótornyának ideiglenes lefedése helyett a művészettörténeti, restaurátori, diagnosztikai és épületfizikai ismeretek birtokában az eredetihez hasonló torony épüljön újra. Az esztergomi regionális tervtanács a Fehér-torony

eredeti sziluettjének számítógépes modelljét is elkészítette, melynek alapján az önkormányzat szakmai mozgalmat indítva a lakosság véleményét is kikérte.

A „hivatalos” álláspont szerint *Meyerpeck* metszete alapján a Fehér-torony *ötszög-alaprajzú és háromszintű* hatalmas lakótömb volt, melynek az 1595-ös ostromban a tetőszervezetét szétlőtték. A torony eredeti magasságát csak a megmaradt kémény felmagasodó maradványa mutatja.

Ezzel szemben a déli várrész meredek szikláira épült Fehér-torony hadászati szempontok miatt nem lehetett egy, a szinte palotákra jellemző lakótorony. A korabeli várépítő hadmérnökök tisztában voltak a sziklaoromra épült tömb Szt. Tamás-hegy felőli sebezhetőségével. 1542-ben a 16 éves török fogságából szabaduló *Poor Mihály* személyét azonosító vallomásaiban említi, hogy „*a Szt. Tamásnak nevezett hegy alatt hasadékok vannak, amelyekből a hegyeket löporral akarták lerontani*”. Elmondja továbbá, hogy „*jól ismeri a Werpecznek nevezett viz waarat, és hogy abba egy nagy, fából készült lépcsőn járnak le, ahol egy kerék van, amely a Dunából felhajtja a vizet a ciszternába*”.² Nyilvánvaló, hogy az ilyen képtelenségnek tűnő terv, mint hogy a hegy lerontása, csak a fellegvár védelmének növelése érdekében születhetett!

A Várhegy déli oromzatára (az 1. ábra alapján) egy háromszintes ágyútorony (*rondella*) épült, melynek a súlyponti tengelyéből emelkedett ki a kéménynek vélt, de valójában a két-szintes Fehér-torony. Az 1. ábra nem az 1595-ös, hanem még az 1543-ik évi török ostrom nyomait mutatja. A Szt. Tamás-hegyről, a törökök által *Tepedelen (fejlyukasztó)* erődnek nevezett lőállásból indított ágyútűznek esett áldozatul az érseki székesegyház, amelyhez Szt. Adalbert tiszteletére Vitéz János még 1465-ben könyvtárat csatolt, melyet a kassai dóm min-tájára tűzálló üvegmaázas cseréppel burkoltatott.

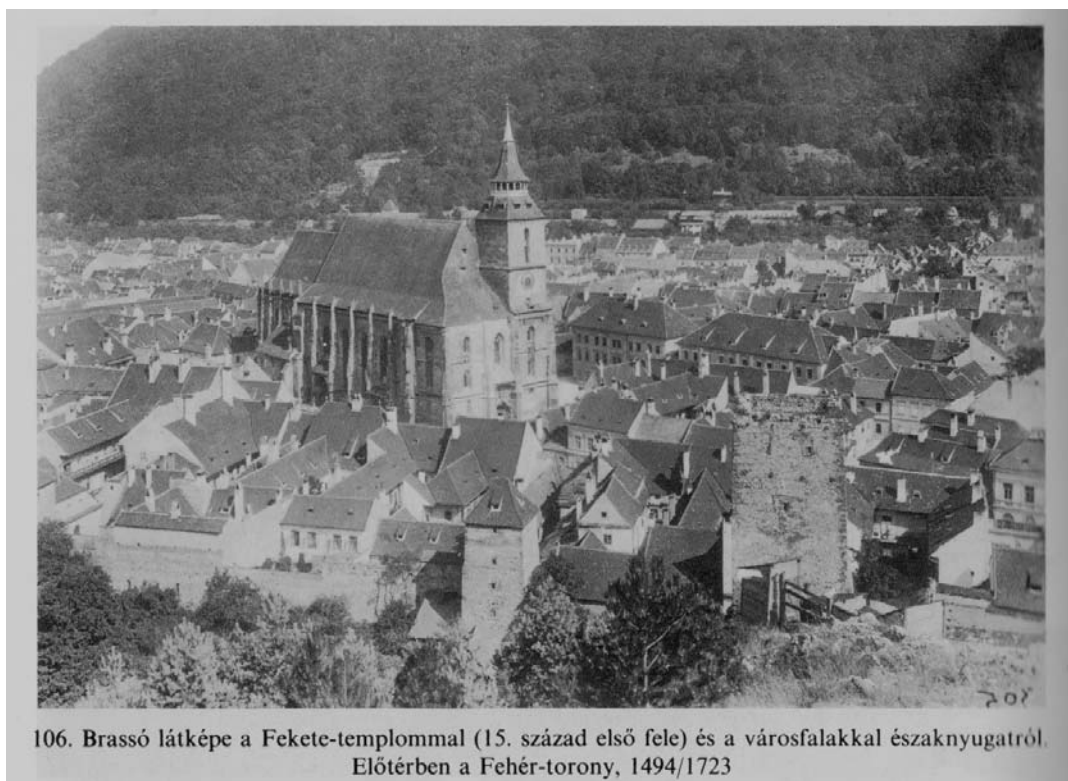
A török ágyútűzben a szentély várfalra dűlő részének bolthajtása beszakadt és a templom, a Szent István protomártír kápolna nagyobb része romba dűlt.³ A székesegyház oszlopcsarnokának maradványai a keleti oldalon egyértelműen felismerhetők, amelytől jól elkülöníthető a *hivatalos álláspont szerint megsemmisűlt* Fehér-torony *sátortetűs* szerkezetének a hiánya. Szerintünk viszont, ha a torony valóban súlyos sérüléseket szenvedett volna, a korabeli krónika ugyanolyan részletességgel szűlt volna erről az eseményről, mint ahogy azt a székesegyház esetében is tette. Amint erről a török utazók és nyugati követek szűltak, 1543-ban a vár lényegében ép állapotban került a török kezére, és így - véleményűnk szerint - a metszeten a Fehér-torony még eredeti szépségében látható.

A hivatalos álláspont szerint a torony ötszög-alapterűtű volt, holott a fellegvár nyugati oldaláról készűlt XVI. századi metszet tökéletesen szemlélteti (*ismerve a keleti oldal nézetét is*), inkább egy félkör alapterűtű rondellára hasonlító, de valójában *nyolcszögű* építmény lehetett.

Egyáltalán nem a hivatalos állásponttal vitatkozva, csupán a történelmi hűség kedvéért forduljunk *Orbán Balázs*, a legnagyobb székelű *A Székelyfűld (Válogatás)*⁴ címen kiadott munkája felé. Az írásból megismerhetűk a brassói félkör alaprajzű, az esztergomival szinte azonos Fehér-tornyának (2. ábra) igen részletes leírását. A két várerűd közötti lényeges eltérés, hogy a brassói rondella négyszintes építmény, melyre egy egyszintes torony épűlt. Mindkét torony onnét kapta a nevét, hogy vakolt falait fehérre meszelték. A brassói rondella szélessége teljesen megegyezű az esztergomiéval, mely *Orbán Balázs* adatai szerint 22 lépés. A brassói erűd ötszintes tömbje sátortetű nélkül épűlt, melynek „...*falkrónikájába be volt je-gyezve, hogy ezen toronyerűd 1494-ben épűlt, s valójában az egy méltó példánya Mátyás ki-rály hatalmas korszakának, és egyik legbámulatatosabb mintája amaz erűteljes kor hadi építé-szetének*”.

Az eredeti Fehér-torony tömbje helyett az elmúlt évben megépült „védőtető” – véleményünk szerint – észrevétlenül illeszkedhetne a fellegvár tömbjébe, ha azokat az építészeti megoldásokat alkalmazták volna az építők, mint amelyet a keleti oldalon épült bástyatetők esetében láthatunk. Szépek és egyszerű természetességgel illeszkednek a fellegvár képébe, szemben az egy „*kerti lak*”-ra emlékeztető, fadísztéses építménnyel.

Összehasonlítva az alapjaiban eltérő nézeteket a logika alapján nyilvánvaló, hogy az egyik következtetés nem állja meg a helyét. Lehet persze, hogy az általunk felvázolt kép a hibás, de erről a két Fehér-torony metszeteinek összehasonlítása után döntsön maga a tisztelt olvasó.



2. ábra. Brassó látképe a XVIII. században⁵

Az 1. ábrán bemutatott esztergomi látképet tovább vizsgálva és egyáltalán nem a hivatalos állásponttal vitatkozva, csupán tényként kezelve a látottakat, a bámulatos vízgépnek helyet adó malombástya bejáratánál (?) látható az *ŐzicseliHádsi Ibrahim* dzsámijának *minaretje*.

Nyilvánvaló, hogy ezek szerint a dzsámi nem a XVII. században, hanem már jóval előbb épült. Érdekes utánajárni, hogy vajon mikor épülhetett ez a gyönyörű török templom és a XVII. században a városról készült metszeteken látható minaret, amelyet ismereteink szerint a XVIII. században bontottak le a romok eltakarítása során.

Szulejmán szultán 1543-ban már hatodszor vezette seregeit a magyarországi hadszíntérre. A főhad július 23-án érkezett Budára. A szultán szinte az első intézkedései között a budai beglerbéget azonnal Esztergom ellen küldte, majd 26-án a fősereg is oda indult.

„... A természettől is óvott erősséget, amely az előző időszakban oly sok fennakadást okozott a Bécs felé haladó török hadaknak, 1500-1600 főnyi olasz, spanyol és német zsoldosok és

*a hozzájuk csatlakozott kisebb magyar erők védték. A várral szembeni Szent Tamás-hegyen és a Duna szigetén felállított török ágyúk tüzétől hamarosan annyira megrongálódtak a várfa-
lak, hogy a védőknek belső sáncot kellett építeniük, mert a törökök így beláttak a belső vár
udvarára, és puskatüzet zúdítottak a védőkre. Amikor a szultán részleges rohamot indított, a
védők hét-nyolc órás küzdelemben visszavetették a több hullámban támadó erőket, sőt a vízto-
rony mellett sikeresen törtek ki, 12 hajót elsüllyesztettek, több száz törököt levágtak.”⁶*

Sokat keresgéltek a „római kori nyitott kút”, vagy éppen a „víztározó” elnevezésekkel je-
lölve annak az építménynek a nevét, amelyet a korabeli krónikás egyszerűen és lényegében
igen pontosan *víztoronynak* nevez. A fentiek alapján egyértelmű, hogy – a hivatalos állás-
ponttal szemben – a *Kis-kaput*, vagy, ahogy Cselebi említi a *Kücsük kaput* nem a törökök,
hanem még a magyarok építették. A malombástya építésekor még az 1230-as években fehér
márványból készült kaput Várdai Pál érsek igényei szerint egyszerűen beleépítették a bámula-
tos vízgép védelmét biztosító vékony várfalba. Nem kell régésznek lenni ahhoz, hogy lássuk
az óriási különbséget a török igényei szerint készült, a magyar kőfaragó mesterekkel végezte-
tett bordázott kőfaragású kapuk és a fehér márványból, ugyancsak magyar mesterek szakér-
telmét dicsérő építmények között. A török elleni harcokban a fehérmárvány kiskapu súlyosan
sérült, amelynek a vár feladása után a homlokzatot újra kellett építeni.

Mint ahogy azt a bámulatos vízgép történetének bemutatásakor írtuk, augusztus 8-án vir-
radóra árulás folytán – a vár idegen zsoldos védői a kiskaput kinyitva beengedték az ellensé-
get – a török a vízművet és így az egész Vízvárat elfoglalta. A fellegvár víz nélkül maradt.
Mivel felmentő sereg sehonnan sem érkezett Esztergom segítségére, a védők augusztus 10-én,
szabad elvonulás fejében átadták a várat a szultánnak.



**3. ábra. A deszkalappal lefedett kútnyílás, azaz funkcionálisan a víztorony és a Verpech
forrás terméskőből épített forrásfogláló, egyben a torony alapzata**

Talán feltűnt a figyelmes olvasónak, hogy az 1. ábrán bemutatott gyönyörű metszetrajzon
nincs a várfalba épített kiskapu feltüntetve. Ennek oka pedig, hogy a metszetet készítő mű-
vész, tiltakozásul a vár elvesztését okozó kaput még arra sem tartotta érdemesnek, hogy raj-

zán megörökítse az *árulás kapuját* az utókor számára. Hasonló sorsra jutott a Szt. Tamás-, és a fellegvárat körülvevő hegy is. A Tepedelen (fejlyukasztó) erődből a fellegvárra zúdított ágyútűz is nagymértékben hozzájárult a Várhegy elvesztéséhez. Látható viszont a metszeten az a *Révkapu (Vízi-kapu)* rajza, amelyet a hivatalos álláspont szerint csak a század végén építettek közel a mai Kossuth híd hídfőjénél a Kis Duna partján.¹⁰

A Vízivárostól elkülönülő Malom bástya és a vár északi oldalán elhelyezkedő Vízi erőd nyugati irányba nyíló kapujáról, mely az esztergomi metszeten látható, a „*nézést érdemlő víz-erőmű*” témakörének feldolgozása kapcsán részletesebben fogunk szólni.

1566-ban *Zrínyi Miklós* várkapitány egy hónapig védte Szulejmán szultán hatalmas túlerőben lévő csapatai ellen *Szigetvár*⁷ falait. Amikor reménytelennek látták a küzdelmet, kitörték a várból, és kézitusaiban vesztették életüket.

A vár eleste előtt két nappal az agg szultán betegségben meghalt. Hogy az ostromló török csapatok harci morálja ne törjön meg, a gyász hírt a győzelem napjáig titokban tartották. A szultán dicső emlékére ezután épült a dzsámi, amelynek *mihráb-fülkéje* és a minaret egy része ma is látható Szigetvár főterén. A szultán halálával az *Oszmán-Török Birodalom* lényegében a XVI. századdal véget is ért.

A gyász hírt az Esztergomban élő oszmán-török harcosokat is lesújtotta. A Nagy Szulejmán szultán emlékének adózva a malombástya vékony várfalában lévő, a Dunára nyíló *Kis-kapu* homlokzatán a nagy hadvezér *andezitbe vésett, arab-feliratos győzelmi tábláját* helyezték. Erről a kiskapuról ír Evlia Cselebi, amikor a kapun belül felfelé haladva (*északi irányba*) a belső várban *a kerekekkel vizet felhajtó gépezetről*, a bámulatosról tudósít. Szinte a természet csodája, hogy a Duna fő sodrásvonala ezen a szakaszon 2 km hosszúságban egész pontosan északi irányba folyik.

Okkal feltételezhető, hogy Szigetvárhoz hasonlóan az 1560-as évek végén Esztergomban is megépült az *Özicseli Hádsi Ibrahim* dzsámija, amelynek minaretje a XVI. században készült metszeten jól felismerhető. Nem életszerű, hogy a szultán halála után 40-50 évvel később állítottak volna ilyen formában emléket.



4. ábra. A Nagy Szulejmán szultán⁸ és a győzelmét megörökítő arab-feliratos kőtábla az árulás-kapuja homlokzatán

A bámulatos vízgép második évszázada

A keresztény hadak 1594-ben kísérletet tettek a török kiűzésére a városból és a várból. Az ostrom során sikerült elfoglalni a Királyi várost, a fellegvárral és Vízivárossal azonban nem boldogultak. 1595-ben a királyi seregek közel 40 000 fős hada vonult Esztergom ostromára. A több mint két hónapig tartó ostromról a védők között harcoló *Pecsevi Ibrahim* török történetíró úgy emlékezik, hogy „ilyen ágyúzást még a hegyek sem bírnának kiállani, s hogy ily *Esztergom féle kicsiny vár, mégis ellen tud állani, ez csupán a próféta egyik csodája volt*”⁹. Pecsevi volt az, kitől már olvashattunk a bámulatos vízgép működését bemutató írásunkban. A történetíró szerint a gép „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 «.”

Még az 1594-es ostrom idején *Mátyás főherceg* Szt. István vértanú templomát sem kímélte, „melyet a török ravasz számításból lőporraktárnak használt. A lövegek romboló hatása alatt a templom s egyik tornya, az egykor oly fénytől ragyogó bazilika lassankint teljes romhalommá vált”.³ A Vízivárosba azonban sikertelenül próbáltak betörni. Ebben a küzdelemben kapott halálos sebet Balassa Bálint.

1595-ben *Mansfeld Károly* vezetésével folytatódott Víziváros ostroma. E tűzpárbaj során találatot kapott a Verpech forrás közvetlen közelében a bámulatos vízgép téglából épült vízellátó csatornája, melynek következtében a gép azonnal leállt. A fellegvár lakói víz nélkül maradtak. Ugyan „a palota mögött a szép márványoszlopos folyosó alatt” a hegy sziklájába vájt közel 70 méter mély (36 öl = 67 m) kút adott némi vizet, de ez közel sem volt elég a fellegvár lakói számára. Evvel az esztergomi vár sorsa eldőlt, és szeptember 3-án a törökök – szabad elvonulás fejében – feladták a szinte teljesen rommá lőtt várat.

Várakozással teli figyelemmel kísértük a „partvonalról nézve” a régészeti feltáró munkálatokat a Malombástya területén. Az első benyomásaink a látottak alapján még arra engedtek következtetni, hogy a bámulatos vízgép vízellátó rendszere nem szenvedett jelentős sérüléseket a háborúskodással teli évszázadok során. Aztán ahogy haladtak előre a régészek a feltárással, egyre nyilvánvalóbbá vált számunkra, mint laikusok számára, hogy nagyon is súlyos sérülés érte a vízellátó rendszert az 1595-ös ostrom során.

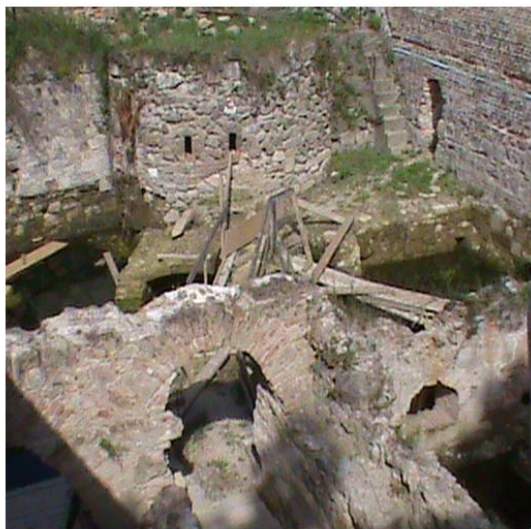


5. ábra. Az ágyútűz okozta sérülés javítása során a töltés állékonyságának erősítésére használt vörösfenyő oszlopok, és a nyári dunai árvíz hidrogeológiai hatása

A vízvezető csatorna és a légüst mellett a Verpech forrás terméskőből épített foglaloja is megsérült. A forrásvíz a ciszterna sérült falazatán kiáramolva alá mosta a döngölt földtöltést, mely a téglapítésű vízvezeték alapját képezte. A vörösfenyő gerendákból mintegy szádfalat képezve, a védőfal védelmében tömedékelték (iszapolták) a sérült forrásfoglalo falazatát. Az így frissen megépített alaptöltés nem volt elég állékony ahhoz, hogy az újonnan megépítésre kerülő új csatorna biztonságosan elkészíthető legyen. Ezért – az ásatást vezető régész közléséből ismerve – egy vaslemez helyeztek az építők a viszonylag laza töltésre, növelve ezzel a stabilitást. Hogy mielőbb megépíthessék a csatornát és elvezethessék a forrásvizet a víztározó *víztoronyba*, talán tudatosan vagy éppen véletlenül, de a jelek szerint nem fordítottak elég figyelmet az oldalági vízvezető csatorna valamint a légüst kapcsolatának újraépítésére. Evvel ugyan megszüntették a bámulatos vízgép működés közbeni közvetlen vízellátását, de magát az üzemvitelt nem veszélyeztették.

Az újjáépített vízvezető csatorna úgy hozzávetőlegesen még nyolcvan évig, az 1670-es évek közepéig biztosította a bámulatos hidro-akusztikus üzemű vízgép működését. Azt, pedig csak feltételezzük, hogy az ásatás során feltárt vaslemez lelet elektronmikroszkópos vizsgálatát az illetékesek elvégezték, mely vizsgálat rendkívül pontos adattal szolgálhat a felrobbantott vízellátó rendszer javításának idejére vonatkozóan.

A régészeti feltárás során – az oldalági vízvezető csatorna kivételével – az előzetes terveknek megfelelően szinte a teljes vízellátó rendszert lebontották. A verpechi forrásvíz duzzasztását biztosító vízzáró falazat is sérült, mely többé már nem képes megtartani az ismét megjelenő termálvizet. Az a téglából épült vízvezető járat is lebontásra került, amelyen az 1820-as években a Bazilika építkezését kiszolgáló vízmű vízkivételi kútjába vezették a forrás vizét. A vízkivételi kút a Vízi erőd védőfalán kívül, az északi főkapun kívül került megépítésre. Mivel a forrás fakadó vizének elvezetése a Duna irányába nem volt biztosítva, a termálvíz szintje egyre magasabb lett a Malombástya terében. Amikor pedig a nyári árvíz során a Duna szintje és így a víz nyomása is emelkedet, az összegyűlt termálvízhez adódva teljesen elárasztotta a Malombástya terét. Az alábbi felvételek az árhullám tetőzése után egy nappal készültek. Még jól látszik a legmagasabb vízszint nyoma a vékony várfal oldalán. A forrásfoglaltot valószínű tömedékelték, mert a bástya térsége ismét teljesen vízmentes.



6. ábra. *A nyári dunai árvíz hidrogeológiai hatása a Malom-bástya feltárt területeire*

A „nézést érdemlő vízerőmű” rekonstrukciója

Fényes Elek 1851-ben kiadott Geográfiai Szótára Esztergom királyi várost bemutató írásában a következőket olvashatjuk: „a vár ékességére szolgálnak a káptalanbeli urak nagyszemű lakházai, s egy nézést érdemlő vízerőmű”.¹¹

Egy másik, a várost bemutató írásban pedig a következő olvasható: „Ugyan a Dunaparton az északi várfok alatt van a vízajtógép, melyet Rudnay hg. Primás 1822-ben Swoboda János terve szerint készíttetett, mely is ló erő segédelmével a Duna medréből a várbeli ezer akós víztartóba 340 láb hosszú csövön 178 lábnyi magasra óránként 200 akó vizet löktetett föl. Ám pár év előtt 6 lóerőnyi gőzgéppel láttatván el, a vízlöktetés jóval sebezsebben történik. E gép látja el az egész várat és kanonokok lakait elégséges vízzel”.

Kutatásunk során igen részletes leírást találtunk „a nézést érdemlő vízerőmű” pontos műszaki adatait is tartalmazó Adolf Kunike 1826-ban készült írásában.¹²

(...)

A főkáptalant azonban 1543-ban, a törökök betörésekor a Pozsony vármegyében lévő Nagyszombatba (Tyrnau), az érsek székhelyét pedig Pozsonyba helyezték át, míg végül 1820-ban a jelenlegi birodalmi primás és esztergomi érsek Rudnay Sándor hercegprimás mindkettőt ismét visszahelyezte Esztergomba. A mindenkori esztergomi érsek ugyanakkor a birodalom hercegprimása is, amely méltóságot Christian August Szászország hercege, mint egykori esztergomi érsek 1716-ban IV. Károly császártól minden utódja számára kieszközölte.

A vár vízhiányban szenved. A jelenlegi hercegprimás, Rudnay Sándor ezért nagy anyagi ráfordítással, igazán nagy és jótékony célból egy vízművet létesített, amelyet először 1822. november 22-én hoztak működésbe. Ez az elkészítése, szerkezete és hatékonysága miatt műfájában egyedülálló hidraulikus gép a magyar királyi mezőgazdasági főigazgató Swoboda János műve. Ez egy 3 ½ hüvely átmérőjű négy, fémből való szivattyúhengerrel és egy 24 hüvelyknyi menettel ellátott szívó- és nyomóműből áll, amelynél a magas, függőleges menet miatt minden szivattyúhenger-dugattyúnál egy pár egymásra ható mérlegkar van elhelyezve, hasonlóan az új gőzgépekhez. Ettől a géptől egészen a víztartályig, amely 1000 akó űrtartalmú és a hegyen található, egy falazott kanálisban fut az öntöttvasból lévő 2 ½ hüvely átmérőjű csővezeték, amelynek csődarabjai vassal megerősített tölgyfa lábacsakákhoz vannak rögzítve. Ez a gép a Duna legalacsonyabb vízállásánál 23 láb mélységből szívja fel a vizet, s ugyanakkor a 155 láb magasban, a hegyen levő tartályokba nyomja, úgyhogy a pumpa teljesítménye egészen 178 láb magasságig terjed. A csővezeték hossza 340 láb. A négygombos forgatókart, a hajtóművet és a csapos kereket (az utolsó kettőnek kúpszerű a formája), amelyek segítségével óránként 200 akó vizet tudnak a Dunából a hegyen levő tartályba emelni, 2 ló segítségével könnyen üzembe lehet helyezni. Ez a vízmennyiség nemcsak a hercegprimási rezidencia (az első emeletig), hanem a kanonoki lakások és a hegy lejtőjén lévő kertek vízszükségletét is bőségesen fedezi.

(...)

A fent leírtak alapján a megismert mérőszámokhoz tartozó mértékegységek értelmezése, a mai szabványos SI mértékegység rendszerbe illesztése az első feladatunk a vízgép rekonstrukciója során. Valószínű, hogy valahol, valamelyik levéltárban rátalálhattunk volna a korabeli műszaki tervdokumentációra, mi mégis mérhetetlenül nagy örömmel éltük meg a nézésre érdemes vízerőmű fentiekben leírt műszaki leírás megismerését. Ez a leírás minden szempontból elégséges ahhoz, hogy rekonstruálhassuk a vízgép felépítésének műszaki dokumentációját.

a 20 m-es távolság felétől egy kb. 70 cm mély küszöb közbeiktatásával ülepítő medencét alakítottak ki, és csak ez után a medence után folyhat egy bukógáton át a kútba a forrásvíz. A vízkivételi kút olyan mélységű, hogy a legalacsonyabb Duna vízszintjéhez képest legalább még 2 m mély, a talajközeten átszivárgó és a termálvízzel keveredő szűrt víz gyűlt össze. Ehhez a minimális vízszinthez képest határozták meg az összes, a vízgéphez tartozó geodetikus adatot. E szinthez képest határozták meg pl. a H_{gsz} geodetikus szívómagasság értékét 23 láb-ban (7,26 m), mely mérőszám a gyakorlati tapasztalatoknak messzemenően megfelel. Hasonlóképpen a $H_{gsz} + H_{gny} = H_{ge}$ (geodetikus szívó- + geodetikus nyomó- = geodetikus emelőmagasság), a $23 + 155 = 178$ láb ($7,26 + 49 = 56,26$ m) mérőszám is ehhez a szinthez viszonyítva értendő.

A műszakiak számára egyértelmű, hogy a szivattyú által szolgáltatott nyomásnak, azaz a H_{man} manometrikus emelőmagasságnak a csővezetékben (szívó- és nyomó) fellépő áramlási veszteségek összegével megnövelt értéket kell teljesíteni.

$$H_{man} = H_{ge} + h_v m$$

A dugattyús szivattyúk egy nyomólöket alatt kikényszerítik az ott lévő folyadékot, bármilyen nagy nyomás létrehozása is szükséges ehhez. Az időegységre vonatkoztatott vízszállítás tehát független a szivattyú emelőmagasságától. Egy adott Q_x vízszállítású szivattyú bármekkora magasságra is közelítőleg Q_x mennyiségű vizet fog szállítani. Természetesen a nagyobb emelőmagasság esetén a szivattyú nagyobb teljesítményt igényel. A vízszállítás és az emelőmagasság közötti összefüggéseket koordináta-rendszerben szokás ábrázolni, melyet $Q - H$ jelleggörbének nevezünk. A dugattyús szivattyúkat a közel állandó folyadékszallító képességük okán *merev karakterisztikájú* gépeknek szokás nevezni.

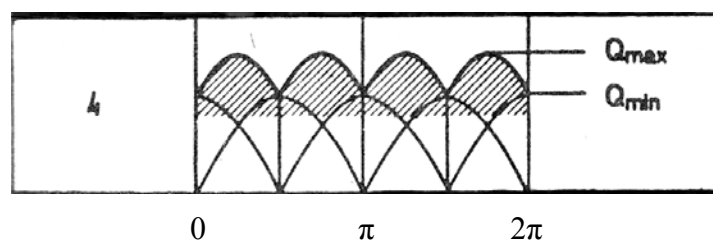
Általánosságban mondható, hogy a szivattyúk csak úgy helyezhetők üzembe, ha a szívóvezetékeik légtelenítve lettek. Ez a nézést érdemlő vízerőmű, azaz a négyhengeres dugattyús szivattyú esetében az első indításkor úgy történt, hogy a kézi feltöltő vezetékbe (5) kannából mindaddig vizet töltöttek, míg a nyitott légtelenítő csavarok nyílásán (7) buborékmentesen nem távozik a feltöltő víz. A csővezetékbe töltött vizet a lábszelep (4) akadályozza meg abban, hogy a kútba folyjék. A légtelenítő csavarok zárása után a szivattyú készen állt az indításra. Amennyiben az üzemvitel során vált szükségessé egy-egy munkahenger légtelenítése, a szívóvezeték feltöltése már a nyomóvezetékhez (3) kapcsolódó feltöltő vezeték (6) segítségével is elvégezhető volt.

Mivel a dugattyús szivattyúk működése ma is megegyező a történelmi szivattyú működésével, így a jelen idő használata a működés leírásakor úgy gondoljuk, hogy elfogadható.

A hengerekben (1) a dugattyúk alternáló mozgást végeznek. Ha egy dugattyú a felső holt-ponti helyzete felé halad, a hengertérbe bekövetkező térfogat-növekedés nyomáscsökkenést eredményez, mely csökkent nyomású térbe a külső légköri nyomás a szívóvezetéken keresztül bepréseli a vizet. Az egymásra ható mérlegkarok révén (8) a párba kapcsolt munkahengerek mozgási iránya ellentétes egymással, így a szívási ütemmel szemben a párban lévő hengerekben a kinyomás üteme zajlik. Mivel a hajtómű (9) főtengelyén a hajtókarok egymáshoz képest 90° -os eltéréssel helyezkednek el, az ellentétes holtpontú dugattyúk helyzetéhez képest a másik hengersor dugattyúi éppen a lökethossz közepén tartózkodnak. Így érhető el, hogy a hajtómű főtengelyének egy fordulatakor **1 – 3 – 4 – 2-es** sorrendben valósul meg a kinyomási ütem.

A nyomócsőben kialakuló vízsebesség változását a forgattyús mechanizmus szögelfordulásának függvényében a nyomólöketre vonatkoztatva szokásos ábrázolni. Az így szerkesztett jelleggörbe a térfogatáram csővezetékben bekövetkező változásait mutatja, melyet *lűktetési diagramnak* nevezünk. Az alábbi diagram a nézést érdemlő vízerőmű lűktetési diagramját

mutatja. Az egyoldali működésű, négy munkahengeres szivattyú által szolgáltatott térfogatáram Q_{\max} és Q_{\min} értékei között a százalékos eltérés (δ %) 32,5 %.¹³

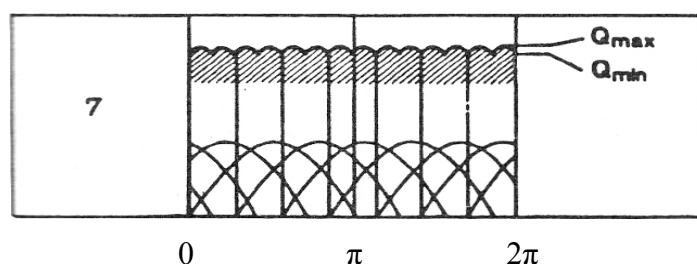


9. ábra. A négy hengeres dugattyús szivattyú löktetési diagramja

A térfogatáram vizsgálatokor belátható, hogy a dugattyúk számának növelésével a dugattyús szivattyúkra jellemző igen erős nyomási amplitúdók száma is növekszik, mely a nyomáscsúcsok gyakoriságát növelve a szivattyú egyenletesebb szállítási képességét növeli. Az egyenletesebb folyadékcsállítás elérése érdekében páratlan számú dugattyút (pl. 3, 5, 7, 9 vagy 11 dugattyú) szokásos alkalmazni. Mind a szívó-, mind pedig a nyomó csővezetékben fellépő térfogatáram löktetése a beépített légüstök segítségével nagymértékben csökkenthető. Ezek a szerkezeti elemek technikai okok miatt (pl. a kompresszorok és így a sűrített levegő hiánya) csak a XX. században készített dugattyús szivattyúk gyártmányainál jelentek meg.

E témakör tárgyalása révén ismét lehetőségünk adódik a bámulatos hidro-akusztikus vízgép üzemének vizsgálatára. Úgy gondoljuk, kellő módon bizonyítottuk, hogy a tympanum, azaz a légharang tetejére ejtett bronzgolyók erős hangjának hatására ébredő lökeshullám a dugattyús szivattyúk működéséhez tette hasonlóvá a bámulatos üzemét. Adott esetben a nyomómagasság növelése a hang erősségének a fokozásával érhető el. A XV. század zseniális tudósai számára egyértelmű volt az a fizikai törvényszerűség, hogy a hangerő növelése a hang, ill. a lökeshullám sebességének növekedését eredményezi. Egy robbanótöltet indítása kor ébredő lökeshullám akár a 2000 m/s hangsebesség elérésére is képes.

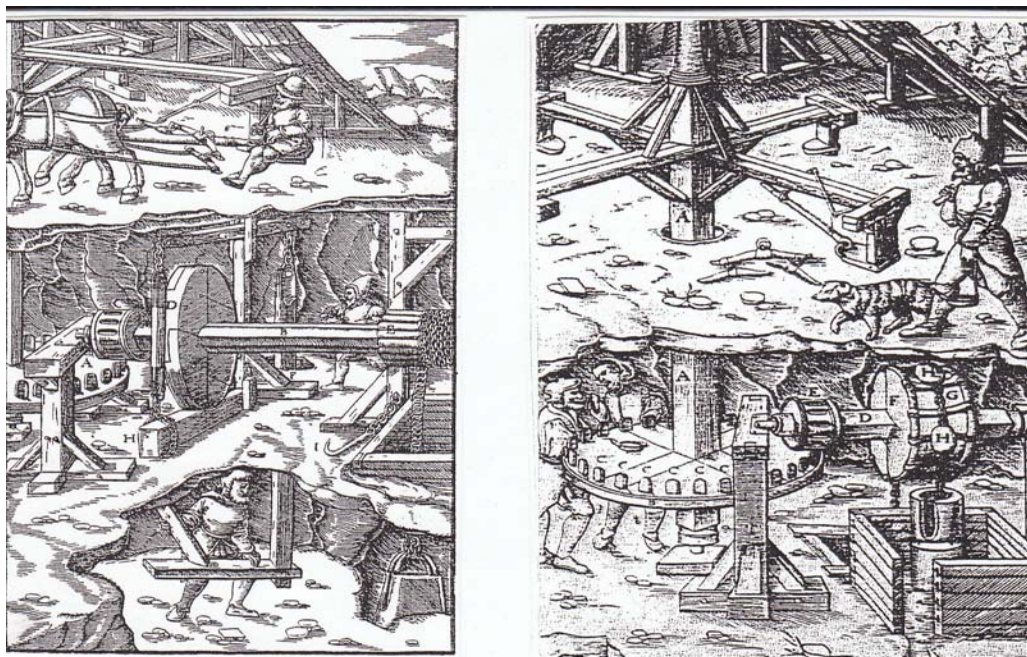
A bámulatos vízgép golyóemelő hengerkerékét 7 db. golyótartó szegmens alkotja. Ez azt jelenti, hogy a hengerkerék egy körülfordulása alatt hétszer ejti a bronzgolyókat a légharang tetejére, mely a 7 dugattyús szivattyú löktetési diagramját eredményezi. Az egyoldali működésű, hét munkahengeres szivattyú által szolgáltatott térfogatáram a Q_{\max} és Q_{\min} értékei között a százalékos eltérés már csak 2,5 %.



10. ábra. A hét hengeres dugattyús szivattyú löktetési diagramja

A nézést érdeklő szivattyú üzemét lójárgányos hajtással biztosították. Metszeteink ugyan nem az esztergomi vízgép hajtásának megoldásait szemléltetik, inkább csak úgy általánosságban kívántuk bemutatni a lehetséges járgányos üzemmód két formáját. Arra vonatkozóan pedig, hogy mikor építették át a lójárgányos hajtást gőzgéphajtásra, nem találtunk adatot.

Abból a tényből, hogy az 1820-as évek után hazánkban is rohamosan terjedt a gőzgépek építése, a '30-as évek elejére tesszük a hajtás átépítésének időpontját. Talán ismert, hogy a századfordulón nagy versenyfutás kezdődött az európai országok tudósai és technikusai között, hogy Angliának a gőzgép bevezetésével hirtelen megnőtt ipari és gazdasági előnyét némiképpen behozzák. Számosan utaztak Angliába, hogy Napóleon 1806-ban elrendelt tiltó parancsának ellenére kicsempésszék az országból a gőzgépek szerkezetét leíró dokumentumokat. Angliában a feljegyzések szerint 1810-ben már mintegy 5000 gőzgép működött.



11. ábra. Aknaszállító gép és egy labdás-láncos szivattyú üzeme lőjárgányos hajtással

Kunike leírása és a helyszín némi ismerete birtokában jól behatárolható a vízgépház és a Várhegyen lévő víztározó között húzódó „falazott kanális”, amelyben a vassal megerősített tölgyfa lábakhoz erősítve futott az öntöttvas 2 ½ hüvelyk átmérőjű csővezeték. A víztartály űrtartalma 1000 akó, a csővezeték hossza pedig 340 láb volt.



12. ábra. A vízgépház helyének nyomai, az erőd nyugatra nyíló kapuja és a kanális

A fenti felvételek talán igazolják, hogy mind a vízgépház, mind pedig a hegyre vezető téglafalazatú csatorna a Vízi erőd északi falán kívül épültek. Jól látható az erődfalba épített monolit beton áthidaló gerenda és alatta az utólag beépített téglafal. A határozott kontúrvonal valószínű, hogy a gépház valamikori méretét őrzi. A felvételen jól látható az erőd nyugatra nyíló kapuja is, melyet az Esztergomról készült metszetek mindegyikén megörökítettek. A hegy oldaláról készült felvételen, pedig annak ellenére is viszonylag jól látható a falazott kanális három szellőzőnyílása, hogy a fák lombozata és az aljnövényzet igyekszik elrejteni előlünk a nyomócső egykori nyomvonalát. A csővezeték az ÉNy-i rondella belsejében lévő 1000 akó ürtartalmú víztartályba kapcsolódott.

Az ismeretlen kiadású geográfiai leírásban egy másik víztározóról olvashatjuk, hogy: „*A vár ciszternája, mely négyszögekővekből volt kirakva, jelenleg mészgödörnek használtatik s a bazilika déli oldalára esik. E fölött a Dunára nézőleg áll még egy az építészeti tiszteknek lakul szolgáló ház, mely az északi foki épülettel laktanyául szolgált. Az érsekek palotája a bazilikának baljára, vagyis északra esőleg a Dunára néző épület volt*”.¹⁴

Kunike írása arról is említést tesz, hogy a nézést érdemlő vízerőmű a hercegprímási rezidencia mellett (az első emeletig) a kanonoki lakások és a Duna felé eső hegy lejtőjén lévő kertek vízszükségletét is bőségesen fedezte.



13. ábra. *A rezidencia (Őszeminárium) és a volt kanonoki lakások épületegyüttese*

A leírásban alkalmazott mértékegységek átváltása szabványos SI rendszerbe:

1 hüvelyk = 0,02634 m, 26,34 mm;

1 láb = 0,316 m, 316 mm;

1 akó = 0,0543 m³, 54,3 l.

A történelmi vízajtógép teljesítménye és hatásfoka:

Jellemző adatok

H_{gsz} : 7,26 m; $\varnothing D$: 3 ½ hüvelyk, 92,19 mm,
 H_{gny} : 49 m; $\varnothing d_{ny}$: 2,5 hüvelyk, 65,85 mm;
 H_{ge} : 56,26 m; s : 24 hüvelyk, 632,16 mm;
 $H_{man} = H_{ge} + h_v \dots \sim 56,26$ m; Q : 200 akó/óra = 10,86 m³/h = 0,00387 m³/s;
A nyomóvezeték hossza: $l = 340$ láb = 107,44 m, a keresztmetszet: $A_{ny} = 0,0034$ m² ;

Adatok a dugattyú keresztmetszete:..... $A = 0,00667$ m² ;

egy henger elméleti szállítóképessége: $Q_e = A \cdot s = 0,00421$ m³ ;

a hasznos löketek száma egy fordulat alatt: $i = 4$ 1/f, azaz ($i_n = 1$ 1/s);

a vízgép fordulatszáma (0,003 / 0,01684):..... $n = 0,1781$ 1/s, azaz 10,68 1/min ;

volumetrikus veszteség egy hengerben:..... $\eta_v = 0,92$;

A szivattyú hengerenkénti tényleges szállítóképessége: $Q = A \cdot s \cdot i_n \cdot \eta_v = 0,00387$ m³/s;

A vízáram sebessége a nyomóvezetékben: $v = Q / A_{ny} = 0,00421 / 0,0034 = 1,238$ m / s,

mely érték messzemenően megfelel a mai szabványos előírásnak is.. Joggal feltételezhető, hogy a szívóvezeték átmérője 3 ½ hüvelyk volt, amely méret biztosította az **1 m/s** alatti áramlási sebességet.

A szivattyú hasznos teljesítménye: $P_h = Q \cdot \varsigma \cdot g \cdot H_{man} = 2136$ W ;

A korabeli szabvány szerinti teljesítmény: $P_h = 2,136 \cdot 1,36 = 2,9$ LE

A szivattyú eredő hatásfoka - hidraulikus hatásfok : $\eta_h = 0,95$;

- volumetrikus hatásfok: $\eta_v = 0,92$;

- mechanikai hatásfok : $\eta_m = 0,9$;

$\eta_o = \eta_h \cdot \eta_v \cdot \eta_m = 0,786$;

A szivattyú teljesítmény szükséglete: $P_t = P_h / \eta_o = 2136 / 0,786 = 2717$ W = **2,717 kW**

A korabeli szabvány szerinti teljesítményszükséglet: $P_t = 2,717 \cdot 1,36 = 3,695$ LE

Ne lepődjünk meg ezen a viszonylag magas értéknek tűnő teljesítmény-szükségleten, hiszen a hajtómű (9) előtti áttételek nyomaték módosító tényezőit nem értékeltük. A modell hajtóművébe csigakerék-hajtást építettünk, melynek a módosítása 7:1-hez. A modell működtetésekor rendkívül látványos az egymásra ható mérlegkarok és ezzel együtt a dugattyúkhöz kapcsolódó hajtókarok váltakozó mozgása. Igazán méltó lehetett a maga korában a „*nézést érdemlő vízerőmű*” megtisztelő címre, mely Swoboda János mérnöki munkáját dicséri. A

vízgép rekonstrukciós munkája során minden szándékunk – mint ahogy az a bámulatos esetében is történt – az volt, hogy a fellelt leírások valamint a szakmai ismereteink birtokában a lehető legpontosabb munkát végezzük. Hogy ez a törekvésünk sikerrel járt-e, ennek megítélése már a tisztelt olvasó joga.



14. ábra. A Víz erőd lakóépületei a Várhegy ÉNy-i rondella pereméről nézve



15. ábra. A Vízvár látképe a rondelláról

Rudnay Sándor hercegprímás alkotó munkásságát nemcsak a Bazilika, az Ószeminárium vagy az északi kanonoki volt lakások őrzik, hanem Barkóczy prímás által ásott alagút átépítése is a nevéhez fűződik. „A nagyvárost sz. György-mezővel összekötő alagutat szűknek találta, érsekuradalmi pinczévé alakította”. (...) Ezen új alagútnak hossza 50 öl (94,8 m), szélessége 5° 5' 1" (?), magassága 5° 3' 2" (?). Községesen nagy kapunak nevezetik, nagy a haszna, a várnak egyik ékessége. Az oszloppal ékeskedő déli bejárat fölött ércz felirat hirdeti alkotóját”.¹⁴

A már többször is idézett, de számunkra ismeretlen eredetű, rendkívül bőséges és érdekes információ sokaságot hordozó geográfiai leírás 295. oldala által közölt szélességi és magassági adatok egyszerűen nem értelmezhetőek. A síkszögek jellemző jelölései (fok, perc és másodperc) az adott esetben nem használhatóak. Hogy mégis korrekt módon megismerhessük és így közreadhassuk az alagút szélességi és magassági méretét, az előző adatot mi magunk mértük meg mérőszalaggal, az utóbbit, pedig az alagút felújítását végző szakemberektől kérdeztük meg. Méréseink szerint a *nagykapu* szélessége 5,75 m, a magassága 9 m. Az alagút szélessége 7,2 m, boltozati magassága, pedig 12 m. A bejárat felett elhelyezett feliratot, pedig a tisztelt olvasó az alább elhelyezett felvételen olvashatja.

Azt, hogy mikor lett és miért a nagykapuból a sokak által ismert Sötétkapu név viselője az alagút bejárata, csak (úgy gondoljuk nagyon jó eséllyel) találgatni tudnánk. (Tisztelettel a felújítást végzők munkájára, csak a Sötétkapu homlokzati képét adjuk közre.)



16. ábra. Rudnay Sándor hercegprímás és a dicsőségét hirdető felirat

Rudnay Sándor kardinális igazi fő műve azonban a lankadatlan szeretettel épített esztergomi bazilika, a Magyar Sion volt. Munkássága célját számunkra Hild József neves építész fogalmazta meg oly módon, miszerint a bazilika „olyan látványt nyújtson, hogy harmonikus alkotásával az emberi lelket első pillantásra szent megilletődéssel lássa el”.¹⁵

Nemzetünk legnagyobb temploma a timpanon alatti aranybetűs latin feliratával hirdesse a XIX. századi négy építető prímás dicsőségére a világ végezetéig, hogy:

„CAPUT, MATER ET MAGISTRA ECCLESiarum HUNGARIAE”

„A magyarországi egyházak feje, anyja és tanítója”

Jegyzetek

- (1) Fáy Zoltán: Elveszett aranyak
Tanulmányok a késő középkortól a kora újkorig (Kapisztrán Szent János)
(Magyar Nemzet Magazin 2009. március 8.)
- (2) Détszy Mihály: A hódoltság előtti Esztergom egy vallomás tükrében (1983. II. kötet 413. oldal)
- (3) Krey János: Az esztergomi vár erősítésének és közvetlen környékének alap – és helyszínrajza 1756
- (4) Orbán Balázs: *A Székelyföld* (Válogatás)
Európai Könyvkiadó Budapest 1985 (446-447 oldal)
- (5) Makai László, Mócsy András: Erdély története
(Első kötet) A kezdetektől 1606-ig, Akadémiai Kiadó Budapest 1988 (368. oldal)
- (6) Borus József: Magyarország hadtörténete
A Honfoglalástól a Kiegyezésig (175. oldal)
Zrínyi Katonai Kiadó 1955
- (7) Tóth Pál, Czeglédi Zsolt: Magyarország gyöngyszemei (Tóth Könyvkereskedés Kiadó Krz. Debrecen)
- (8) Pach Zsigmond Pál: Magyarország története 1526-1686
Akadémiai Kiadó Budapest 1987
- (9) Dr. Bárdos István: Esztergomi séták (Escort Tourist BT. 2007)
- (10) Horváth István, H. Kelemen Márta, Torma István: Magyarország régészeti topográfiája (5. kötet)
- (11) Fényes Elek: Magyarország geográfiai szótára I. kötet,
PESTEN, 1851.
- (12) Adolf Kunike: Jacob Alt metszeteit leíró német forrás fordítása (Bécs, 1826)
- (13) Dr. Látrányi Jenő – Dr. Zalka András: Dugattyús szivattyúk és hidromotorok
A BUDAPESTI MŰSZAKI EGYETEM MÉRNÖKI TOVÁBBKÉPZŐ INTÉZETE
BUDAPEST 1982
- (14) Számunkra ismeretlen kiadású geográfiai szótár 295. oldal
- (15) Emlékkönyv az esztergomi bazilika felszentelésének 150. évfordulója alkalmából (Budapest, 2006)
Szerkesztette: BEKE MARGIT (SZENT ISTVÁN TÁRSULAT az Apostoli Szentszék Könyvkiadója)

Esztergom, 2009. november

Mellékletek



A Verpech torony északi oldala és a lebontott téglalapítségű vízvezető járat fekükozetének bon-tási maradványa avval az iránytöréssel, amely a vízkivételi kúthoz vezetett



Az ÉNY-i rondella a keleti irányból nézve. Ebben az ágyútoronyban helyezték el (a millenni-umi emlékmű alatt) a nézésre érdemes vízerőmű 1000 akó űrtartalmú (kb. 55 m^3) ciszternáját