

Kiegészítés a BÁMULATOS VÍZGÉP V. fejezetéhez

Hell József Károly (1713-1789) selmecbányai főgépmester vízszlopos szivattyúja

A XVII. század végén, ill. a XVIII. század elején a bányák egyre növekvő mélységével Európa-szerte, s így hazánkban is mind fenyegetőbbek lettek a vízemelési nehézségek. Hell vízszlopos szivattyúja a XVIII. század derekán óriási teljesítmény volt, hiszen az addig ismert „tűzgépek” hatásfokával szemben csaknem kétszeres hatásfoka tiszteletet parancsoló fejlődést mutatott. A vízszlopos gépet a XIX. század első felében már Európa-szerte alkalmazták, mint a leggazdaságosabb bányaszivattyút.

The growing depth of mines in the late 17th and early 18th centuries has drainage increasingly difficult. Hell's water column pump was therefore a formidable achievement around the middle of the 18th century as shown clearly by the eight similar machines commissioned within 20 years of its introduction in the Selmec mining district. Modified and perfected versions of the machine, as the most economical mine drainage pump have operated all over Europe in the first half of the 19th century.

Szakmatörténeti előzmények

Nem túlzás, ha azt mondjuk, hogy a bányászati technikánk történetének legforradalmibb újítása a robbantásos jövesztési technológia bevezetése volt, amit a világon először Selmecebányán alkalmaztak 1627. február 8-án. Ez az új jövesztési technológia máról holnapra meggyorsított minden munkafolyamatot. A XVII. század végén, ill. a XVIII. század elején a bányák egyre növekvő mélységével Európa-szerte, s így hazánkban is mind fenyegetőbbek lettek a vízemelési nehézségek. A robbantásos jövesztési technológia bevezetésének eredményeként a megnövekedett bányatermék felhozatala valamint feldolgozása emberi és állati erővel már nem volt fokozható. A vízikerekes, lójárgányos és rudas vízemelő gépek pedig már nem győzték többé a munkát, ezért a bányászat mind nagyobb és nagyobb mértékben vette igénybe a vizet, mint közvetlen energiaközvetítő elemet. Ezek során építette ki azokat a ma is megcsodált berendezéseket, mesterséges vízgyűjtő tavakat, részben külszíni, részben földalatti szövevényes vízfogó és vízvezető árkokat, amelyek vitték a csapadékvizeket a tavakba, ill. azokból a bányagépekhez.

Egykori bányászatunk legnagyobb vízgazdálkodási alkotása a selmecebányai 16 tóból álló nagy vízi erőmű rendszer volt, amely 7 millió m³ vízbefogadó és ugyanannyira tehető vízszolgáltató képességével ma is megcsodált, hatalmas alkotás. Megépítését *Hell Máté Kornél* (1650-1743) selmeci főgépmester vetette föl 1699-ben. Ő volt az első, aki felismerte az ottani terepviszonyok lehetőségeit, és a hosszú kifutású, mély völgyek elgátolásával megkezdte a gépei hajtásához szükséges vízierőt biztosító építkezést. Tökéletesítette az addig alig használt nagyméretű, valamint teljesítményű felülcsapott lédás vízikereket. Rudas szivattyúi, aknaszállító gépei, zúzói, és több más alkotása, melyek messze megelőzték az e téren akkoriban ismert összes gépi berendezést, a selmeci bányászatban alkalmazták. Hell tekinthető az első bányagépesítőnek, ki a kezdetleges munkaeszközökkel szemben vízierővel hajtott nagy teljesítményű bányagépeket használt. Szerepe volt a lójárgányos, függőleges aknaszállító gép kialakításában és korszerűsítésében. Mindabban részt vett, ami a Selmec-szélaknai bányászat századelejei gépesítésével és annak korszerűsítésével volt kapcsolatos.

A vízgazdálkodás terveinek kivitelezője *Mikoviny Sámuel* (1700-1750) térképész, mérnök és tanár volt, ki a bécsi udvari kamara megbízásából 1729 óta dolgozott a Selmec-

Szélakna vidéki erővíz-gazdaság megépítésén. Az ő kezében futott össze a nagy mű kivitelezésének minden mozzanata, s az ő érdeme, hogy munkája nyomán megszülethettek *Hell József Károly* (1713-1789) hidraulikus bányagépei, amelyek üzembe helyezésével alsó-magyarországi bányáink addig soha nem látott módon fellendültek. A fiatal Hell szakított az addigi vízikerekes hajtású bányagépek alkalmazásával, s az általa tervezett teljesen új elvekre épülő és eltérő szerkezetekkel megteremtette a korszerű bányagépészet alapját. Nem túlzás, ha bizonyos fokig Hell József Károly érdemének tekintjük a hidraulikus motorú gépek első típusának megjelenését is.

A vízoszlopos szivattyú

Selmecen – miután özvegyen maradt s több gyermeke is volt – Hell Máté Kornél 1707-ben másodszor is megnősült. Második házasságából négy fiú és egy leánygyermek született. Az első szülött a csodálatos nyelvkészségű *Ignác Kornél*, selmeci bányabírói jegyző, később ércmérő, aki 18 nyelven beszélt. Hell 63 éves, amikor 1713. május első felében megszületett *József Károly*, ki alkotó munkásságával az apáról fiúra szálló tehetség folytatójaként a Selmec-szélaknai bányák felvirágoztatását magvalósította. Őt követte *Constance*, ki a matematikai tudományok területén nyújtott kimagasló teljesítményt. 1720-ban született harmadik fia *Miksa*, ki a jezsuita rendbe lépett, s európai hírű csillagász lett, majd a bécsi csillagvizsgáló igazgatójának nevezték ki. Ő volt az, aki a Vénusznak a Nap előtt való elvonulásából kiszámította a Földnek a Naptól való távolságát. Végül a negyedik fia, az utolsónak született *Mihály* volt, ki mint „gépésztiszt” a szélaknai bányákba beépített gépekre felügyelt.

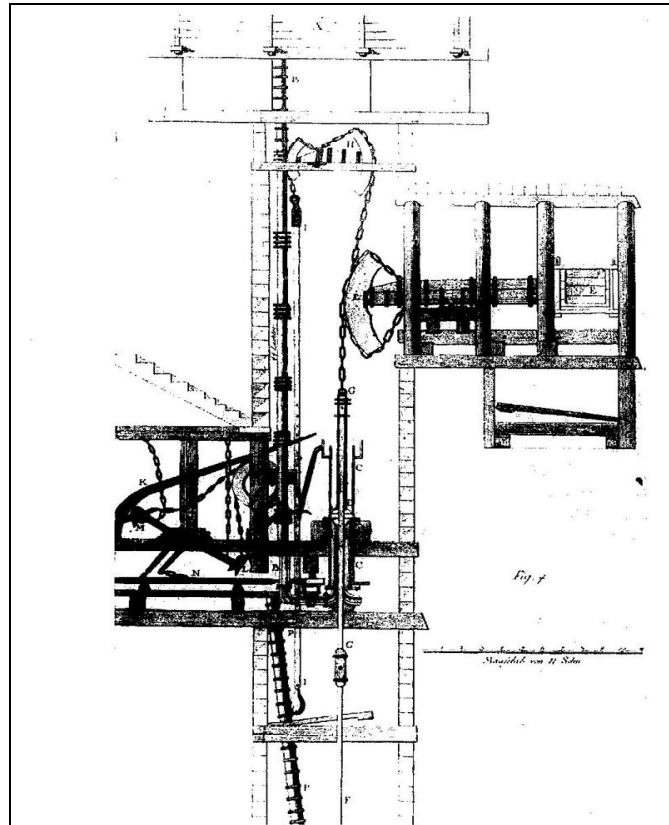
Hell József Károly nem volt még 20 éves, amikor az első vízemelő gépének, a „*himbás-szekerényes*” szivattyúnak a tervét papírra vetette, majd annak kismintáját bemutatta a selmeci szakembereknek. A szakértők látva, hogy a modell jól működik, elhatározták annak nagyban való megépítését. A könnyű szerkezetű, aránylag kis helyet foglaló himbás szivattyú működésében annyira bíztak, hogy egyszerre kettő gépet építettek olyan elrendezésben, melyek közül az egyik szivattyú elfolyó vize hajtotta a másik gépet. Az új gépek több éven át megbízhatóan működtek, s az addigi vízikerekes bányagépektől teljesen eltérő szerkezetükkel és teljesítményükkel egészen meglepőt jelentettek a szivattyúszerkesztés történetében.

A különleges gép egy csapásra ismerté tette a fiatal Hell nevét, ki ettől kezdve éjt napallá téve dolgozott tovább a bányák gépesítésén s készítette gyors egymásutánban a legcsodálatosabb vízemelő gépeket, melyek teljesen új irányt jelentettek a XVIII. század gépészetében. A himbás-szekerényes vízemelő gépét 1749-ben a szélaknai Felsőbibertárhoz beépített „*vízoszlopos szivattyú*”-ja követte, mely mai szemmel nézve is forradalmi újítás volt a bányagépészet történetében.

Hell újabb gépe a közlekedőedények törvényszerűségére épült. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy ha pl. egy U cső egyik ágában szabadon elmozdulható dugattyút helyezünk, és a másik ágába vizet áramoltatunk, az emelkedő vízoszlop hidrosztatikus nyomásának hatására a dugattyú is megemelkedik. A dugattyú felületére ható erő egyenes arányban áll a hidrosztatikus nyomás értékének és a dugattyú felületének szorzatával. Ha viszont a vízoszlop nyomását megszakítjuk, és a dugattyú alatti térből a vizet kiengedjük, a dugattyú saját tömegénél fogva visszaesik, azaz egy löketet végez. Tehát a dugattyú alternáló mozgását emelkedő ciklusban a rendelkezésre álló vízoszlop hidrosztatikus nyomása, míg annak süllyedését a tömegeterő biztosítja.

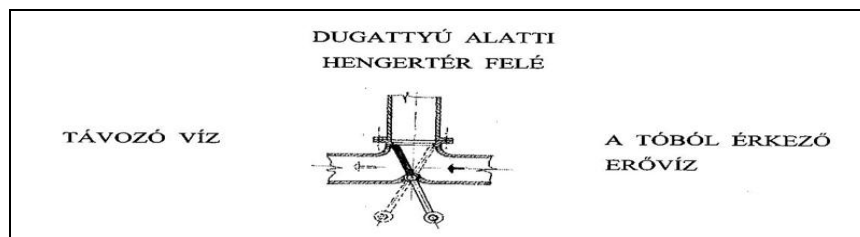
Az első, a szélaknai Lipót-aknában az altáró szinten megépített vízoszlopos szivattyú (1. ábra) átmenő dugattyúrudas építésű munkahengere 2,7 m magas, 0,35 m átmérőjű, és 3,3 mm falvastagságú volt. A munkahengerben a dugattyú 2 m-es lökethosszon dolgozott. A külszínen lévő tóból a hozzávezető 180 mm-es átmérőjű ejtőcső 89,6 m hosszúságú volt, melyen a közel 9 bar túlnyomású erővíz a dugattyú alá érkezve, megemelte azt. A dugattyú alsó ruda-

zata ugyanakkor mozgásba hozta a 212 m-es mélyszínt elhelyezett szivattyú rudazatát, és a szivattyú az altáró szintjére (ahol maga a gép is elhelyezést nyert) nyomta fel a bányavizet. Az erővíznek a hengerből való gyors távozásakor a dugattyú a rudazattal együtt tömegénél fogva visszaesett, mely löket alatt a mélyszínten lévő szivattyú a zsombból (vízgyűjtő bányatérség) bányavízzel töltődött. Az erővíznek újból való hatására a ciklus megismétlődött, s így a gép járása egyenletes és folyamatos volt.



1. ábra. Hell József Károly-féle, 1749-ben a szélaknai Lipót aknában üzembe helyezett első vízoszlopos szivattyú. (Johann Jakob Ferber: „Physikalisch Metallurgische Abhandlungen über die Gebrüge und bergwerke in Ungarn” című, 1780-ban megjelent munkából)

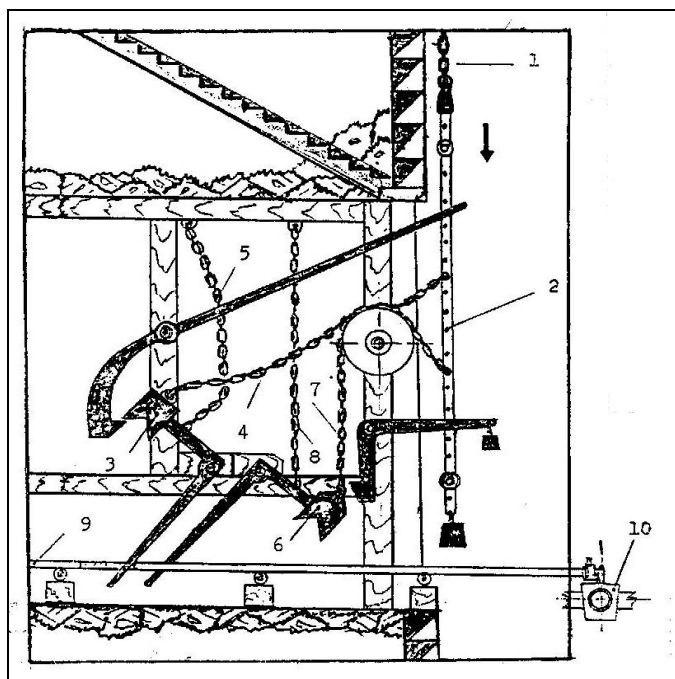
A gép fő méreteinek és a telepítési viszonyok ismeretének birtokában a műszaki elhanyagolhatóság határain belül maradván, a dugattyúra 86 500 N erő, azaz 8,65 t tömegű hatott. Az erővíz adagolását, ill. annak hengertérből történő elvezetését egy kétállású útszelep (váltócsap) biztosította. A váltócsap elvi vázlatát a 2. ábra szemlélteti.



2. ábra. Kétállású útszelep (váltócsap) elvi vázlat

Az alternáló mozgást végző szabadlökötű dugattyú felső dugattyúrúdja különböző karhosszúságú himbákon átvezetett lánchoz (3. ábra, 1) kapcsolt függő vezérlő-rudat (2) hozott mozgásba, amely láncáttelekkel (4 és 7) szintesen elhelyezett, de egymáshoz képest mélységben eltoltt tengely körül elforduló ejtő-kalapácsokat (3 és 6) működtetett. A különböző karhosszúságú- és körívekkel rendelkező himbákra egyrészt azért volt szükség, hogy a 2 m-es lökethosszon dolgozó dugattyú útja jelentősen jelentősen lecsökkentett vezérlőrúd elmozdulást eredményezzen. Ugyanis az ejtő-kalapácsoknak csupán csak akkora elmozdulást volt szabad végezniük, amelyet a szintesen elhelyezett vonószerkezeten át (9) a váltócsap (10) elfordítása igényelt. Ezt az elmozdulást az ejtő-kalapácsok merev rudazata a vízszintesen dolgozó vonószerkezetben célszerűen kialakított, a váltócsap elfordulásával azonos hosszúságú hornyokban biztosította. Ahol ez nem volt lehetséges, ott a merev rudazat és a vonószerkezet közötti kapcsolatot láncok elhelyezésével biztosították.

A különböző karhosszúságú- és ívű himbák másik, talán még az első szempontnál is fontosabb feladata az alsó dugattyúrudazat igen nagy tömegéből adódó gyorsulás mértékének a csökkentése volt. Ezért a dugattyú feletti himba hosszabbik karja, mint ellensúly működött. Kiegyensúlyozó tömegnek a himba karján egy fából készült szekrénybe köveket helyeztek.



3. ábra. Az erővíz adagolását automatikusan vezérlő ejtő-kalapácsok elvi elrendezési vázlata.

1. a dugattyúhoz kapcsolódó lánc, 2. függő vezérlőrúd, 3. és 6. ejtő-kalapács, 4. és 7. emelőlánc, 5. és 8. zuhanást határoló lánc, 9. vonószerkezet, 10. váltócsap.

A 3. ábra a gép azon helyzetét ábrázolja, amikor a dugattyú a lökethosszának felét, azaz 1 m-es utat tett meg fölfelé mozogva. Ebben a helyzetben a függő vezérlőrúd (2) lefelé haladva éppen akkora utat tett meg, hogy az emelőlánc (4) a bal oldali ejtő-kalapácsot (3) a kiegyensúlyozott kilincsre engedte, mely alátámasztotta azt.

Ugyanekkor emelni kezdte a másik emelőláncan át (7) a jobb oldali ejtő-kalapácsot (6), amely eddig a zuhanást határoló láncon (8) függeszkedett.

Tovább süllyedve a vezérlőrúd a 4-es emelőláncot oly mértékben lazította, hogy az ne akadályozhassa mozgásában a majd lezuhanó 3-as kalapácsot, míg a 7-es emelőlánchoz kapcsolódó kalapácsot megemelve a kilincsműre akasztotta. Ez a kapcsolási helyzet a dugattyú felső holtpontja előtt következett be néhány löketszázalékkal. Elérve a holtponthelyzetet a vezérlőrúdon elhelyezett felső ütköző a bal oldali kilincs működtetésével megszüntette a 3-as kalapács alátámasztását, melynek következtében az ingamozgásba jött, és nagy sebességgel zuhanva a vonószerkezetet (9) jobbra elmozdította. E mozdulat mértéke – mint ahogy azt már az előzőekben ismertettük – akkora volt, hogy a váltócsapot (10) átállította abba a helyzetbe, hogy a külszíni tóból ejtőcsövön érkező erővíz útját elzárt, ill. a dugattyú alatti hengertérből az altároló vágatba kialakított csorgába (vízvezető árok) vezette a már felesleges vizet. Hogy a nagy sebességgel zuhanó kalapács ne tehesen kárt a szerkezeti elemekben, a felette lévő gerendához erősített zuhanást határoló lánc (5) határt szabott az elmozdulásnak. A dugattyú lefelé irányuló mozgásából adódóan a vezérlőrúd (2) fölfelé mozdulva kellő mértékben lazította a 7-es emelőláncot, ill. a 4-es emelőlánchoz kapcsolódó kalapácsot a kilincsműre helyezte. Azaz, hogy egy igen rövid ideig mindkét kalapács a kilincsműre akasztott helyzetbe került, a vonószerkezet átkapcsolásának a lehetősége volt biztosított.

A dugattyú elérve az alsó holtponthelyzetét, a vezérlőrúdon lévő alsó ütköző a jobb oldali kilincs működtetésével megszüntette a 6-os kalapács alátámasztását. Lezuhanva a kalapács a váltócsapot ismét a kiindulási helyzetébe állította, amely a gép újbóli indulását, ill. folyamatos üzemét biztosította. A gép vezérlését úgy kellett beállítani, hogy a dugattyú mindenkor holtponthelyzete előtt néhány löketszázalékkal mindkét kalapács a kilincsekkel alátámasztott helyzetben legyen.

A gép dugattyúja 1 perc alatt 7 és $\frac{1}{2}$ löketet végzett. Egy löket alatt a géphez kapcsolt ugyancsak dugattyús szivattyú 53 l vizet emelt, így 24 órás teljesítménye folyamatos üzemben 570 m^3 bányavíz volt. Ugyanakkor a gép hajtóvíz szükséglete 230 l volt, mely ugyancsak folyamatos üzemben 2160 m^3 erővíz fogyasztását jelentette.

Hell vízoszlopos szivattyúja a század derekán óriási teljesítmény volt, hiszen az addig ismert „tűzgépek” hatásfokával szemben csaknem kétszeres hatásfoka tiszteletet parancsoló fejlődést mutatott. Jelentőségét mi sem igazolja jobban, minthogy az első gép megjelenését követő húsz év alatt további nyolcat helyeztek üzembe a selmeci bányakerületben. A vízoszlopos gép valósággal fogalomná lett, melyet misem igazol jobban, minthogy a magyar tudósokkal szemben mindenkor oly szűkkeblű s féltékeny Bécs is kénytelen volt elismerni a találmány nagyságát.

Ne higgyük azonban, hogy az udvari kamara dicsérő gesztusa valóban őszinte lett volna. Ahol csak tehetett, mellőzte Hellt és vele együtt az összes selmeci magyar bányatechnikust s idegen, nagyrészt a Harz-hegységi, valamint freibergi bányászakértőket küldött állandóan azok nyakára. Így találjuk Selmecen 1749-ben Imhoff braunschweigi titkos tanácsos – bányakapitányt, ki harzi társaival együtt nem egy egészséges tapasztalatcserét és segítséget, hanem csak szakmai megaláztatást, érthetetlen féltékenykedést jelentett a helyi szakemberek ellen. Félévszázaddal később Friedrich Gottlieb Busse is, a freibergi bányászati akadémia kiváló matematika, fizika és bányagéptan tanára elfogultságában odáig megy, hogy még Hell találmányának elsőbbségét is kétségbe vonta. 1804-ben megjelent munkájában ezt az elsőbbséget Winterschmidtnak tulajdonítja. Teszi ezt annak ellenére, hogy írásaiban állandóan Boda és Delius munkáira hivatkozik, holott Delius munkáját már 1778-ban franciára is lefordították. Az Európa-szerte ismertté vált Hell zseniális gépével szemben megnyilatkozó ellenszenvében azt vizionálja, miszerint ha nem lett volna testvére Hell Miksa, a hírneves csillagász, úgy nem tudta volna megvalósítani találmányát és fivére tekintélye nélkül még... „*Magyarországban sem ismerték volna el soha*”.

A vízoszlopos gépet, mely időközben különböző módosításokon és korszerűsítéseken ment át, a XIX. század első felében már Európa-szerte alkalmazták, mint a leggazdaságosabb

bányaszivattyút. Jelentőségét gyakorlati alkalmazásán kívül mi sem igazolja jobban, mint hogy az 1763-an alapított európai hírű Selmeci Bányászati akadémián a vízoszlopos szivattyúk elméleti ismeretét a Bécsben megjelent kitűnő bányagépészeti tankönyv alapján még az 1830-as és 40-es években is féléves előadások keretében tanították. De mindezeknél ékeesebben szól a szivattyú használhatóságáról s kitűnő szerkezetéről az a tény, hogy a Lipót aknán az 1749-ben elsőként beépített vízoszlopos szivattyú még 1861-ben üzemben volt.

Hell további zseniális alkotásai

Még mindig elismerően nyilatkoztak bányász körökben az akkori négy év előtt feltalált nagy teljesítményű vízoszlopos szivattyúról, amikor 1753-ban a 40 éves Hell József Károly selmeci főgépmester egy újabb szivattyúval lepte meg a bányászatot. Ez év márciusában helyezte ugyanis üzembe a szélaknai Amália-aknában a „*léggép*”-nek nevezett szivattyúját. A gép nem csak azért volt korszakalkotó találmány, mert elsőnek alkalmazott sűrített levegőt vízemelési célokra, de mert messze megelőzve korának minden akkor ismert és tökéletesnek tartott gépszerkezetét, kiküszöbölte a dugattyúkat, s a sűrített levegőnek közvetlen mechanikai hatásával oldotta meg a vízemelést. A szivattyú 1770-ig megszakítás nélkül dolgozott, amikor is az aknán feleslegessé vált és leszerelték.

Hell léggépe nem csak a maga idejében volt kiváló, jeles alkotás, de még ma is az, hiszen napjaink olajbányászatában nélkülözhetetlen és világszerte használt ún. „*gázlift*”-es, vagy „*segédgáz*” termelés – ahogy azt a mai szakirodalom is elismeri – nem más, mint a Hell-féle léggép munkaelvének modern, korszerűsített megjelenítése.

A robbantásnak a bányászatban való bevezetésén kívül a kor szakemberének legjelentősebb bányászati érdeme kétségtelenül a *gőzerő*, mint energiaközvetítő elem felhasználása volt. Az európai kontinensen elsőnek Újbányán alkalmazták, ahol valamikor rendkívül vízveszélyes, de annál jövedelmezőbb aranybányászat folyt. Egykori feljegyzésekből tudjuk, hogy az ott munkába állított gőzgépet, vagy amint akkor nevezték „*tűzgépet*” egy Iszaak Potter nevű angol gépész készített és szerelt fel 1722-ben. A gép eleinte kitűnő eredménnyel dolgozott, amikor is a sorozatos géptörések és a vele járó javítások miatt nyolcévnyi vesződséggel járó és rengeteg pénzt emésztő munka után a vízemelést a bányavállalkozók beszüntették, majd a gépet leszerelték.

A kudarc ellenére – felismerve a gőzgép jelentőségét – Joseph Emánuel Fischer von Erhach tervei alapján 1734 és 1758 között különböző aknákon hat tűzgépet állítottak munkába. Az utolsóként Königszegg aknán felállított gépet már Hell József Károly selmeci főgépmester tervezte és tökéletesítette olyan fokig, hogy a már üzemelő gépek módosítása után azok is a selmeci vízemelés legmegbízhatóbb gépei lettek. Hell által szerkesztett gőzgépnél nagy jelentőségű volt, hogy ez már vezérlőszerkezettel működött, és így az első, mai értelemben vett automatikus, önmagát szabályozó gép volt.

Sajnos, a tűzgépek – minden előnyük mellett – rendkívül költséges üzemű berendezések voltak. Nagy mennyiségű fát emésztettek, drágák és gazdaságtalanok voltak, így azokat Selmecen „*szükséges rossznak*” mondták, de használták.

Nem lenne teljes Hell gépészeti alkotásainak sora, ha nem szólnánk ércfeldolgozó zúzóiról, vagy az 1756-ban, az Amália-aknába beépített szellőztetőgépéről. Ez utóbbi gépről az Esztergom reneszánsz kori bámulatos vízgépe a reneszanszvizgep.uw.hu című internetes honlap V. fejezetében részletesen szólunk a technikátörténeti múltat és a működési elvet ismertető írásunkban.

Érthető módon nem ismert számunkra, hiszen a Hadügyminisztérium titkosította az 1744-ben készített *lövőgépe*nek műszaki leírását, amelynek segítségével két ember egy óra alatt 1600 lövést tudott leadni. Vagy azonos okból ugyancsak ismeretlen a légnomással működő messzehordó ágyúja is, amelyet a XIX. században újból fel kellett találni. Mindezek

mellett tudjuk, hogy a lángeszű feltaláló ezeken, a bámulatos fegyvereken kívül számos új bányagép tervét készítette el és terjesztette a selmecbányai kamaragrófi hivatal elé.

Atyja 1743-ban bekövetkezett halála után a selmeci főgépmesteri állást '44-től a fiatal Hell töltötte be, úgyszólván haláláig. Nem csoda, hogy ilyen lekötöttség mellett csak 40 éves korában gondolt családalapításra, mely házasságból négy leánygyermek született. Ekkor már a selmeci bányakamara legjobban fizetett műszaki embere volt, és élénk társadalmi életre is futotta idejéből. Gyakori vendégek voltak házában Selmec vezető emberei és az 1763-ban alapított Bányászati Akadémia tudós professzorai.

Egy ilyen összejövétel alkalmával barátainak megjegyezte: „*Eddig több mint 20 tervemet nyújtottam be, amelyek egy része teljesen új találmány, más része pedig a meglévő berendezések értékes tökéletesítése volt, közülük azonban egyet sem fogadtak el. Később tíz, vagy még annál is több tervemet megvalósították idegen nevek alatt.*” Őt azonban a szakma szeretete hajtotta. „*Olyan ember volt, akiben nem volt semmi önhietség, aki találmányaival sohasem dicsekedett.*” Alkotásai nem csak hazai, de világviszonylatban is hírt és nevet szereztek a magyar bányászati kultúrának. Angol, francia és német tudósok és technikusok hosszú sora kereste föl Hellt, hogy megismerjék gépeit, hogy tanuljanak tőle. A magyar tudósok és feltalálók iránt mindig oly szűkkeblű udvari kamara, később szokatlanul magas, évi 1000 forint életjáradékkal jutalmazta Hell vízoszlopos gépét, mely évi fizetésének csaknem kétszerese volt.

Az egész életében oly aktív, tevékeny embert öregségében háromszor érte szélütés. Betegsége ideje alatt – mivel leányai és felesége korán elhaltak – leánytestvére ápolta 1789. március 19-én bekövetkezett haláláig. Barátai, ismerősei s az egyszerű bányamunkások hosszú sora kísérté koporsóját a szélaknai „Öregiskola” melletti temetőbe. Sírját, mint zseniális atyjáét, a több mint kétszáz éve megszűnt temetőben régen eltüntette az idő, neve azonban a magyar mérnöki tudomány és a bányászat történetében fényesen ragyog, mert munkájával mindig az egyetemes emberi haladást szolgálta.

Irodalom:

Faller Jenő: A magyar bányagépesítés úttörői a XVIII. században
Akadémiai Kiadó Budapest, 1953

Faller Jenő: Hell József Károly, a bányagépészet úttörője
Műszaki nagyjaink II. kötet Budapest, 1967 GTE kiadás

Faller Jenő: Jó szerencsét! Műszaki Könyvkiadó Budapest, 1975

Ui.: *A vízoszlopos szivattyú vezérlő-berendezésének leírása a fenti irodalom egyikében sem szerepel (Sz Z).*

Esztergom, 2011. május