

Bán Attila

AZ ÁGYÚGYÁRTÁS KÜLÖNÖS NEHÉZSÉGEI HÁROMSZÉKEN 1848–1849-BEN

A szabadságharc felemelő epizódja a fegyveres önvédelmet választó Háromszék bátor harca a túlerővel szemben. A küzdelem meghatározó alakja, a helytállás egyik jelképe a „székely ágyúhős”: Gábor Áron. Már kortársai felismerték zsenijét, az első leírásokat életéről, munkájáról ők adták. Állandó témája a korszakkal foglalkozó történétíróknak: életrajza, ipar- és tüzérségszervező, oktató- és katonai tevékenysége részletesen ismert. Természetes módon vonta magára nemcsak a történelemmel és hadtörténelemmel, de az ipar- vagy technika-történettel foglalkozó szakemberek figyelmét is.

Nem lehet eléggé méltatni azt az akaratot, tudást, hazaszeretetet és bátorságot, amellyel a semmiből teremtetett hadiipart, tüzekeket oktatót, harcolt, és végül életét áldozta hazájáért. Ehhez képest már-már kicsiségnek tűnik technológusi munkája, amelyet gyakran elintézzünk a „székely fufang” kliséjével. Lássuk be, ha fél tonna folyékony fém ágyúvá alakításáról van szó, fufangnál azért többre van szükség. Gábor Áron nyilvánvalóan igen jól ismerte kora öntészeti technikáit, de az öntődében szükséges szakmunkák fogásait is. Járatos volt az ágyúöntésben, és itt értsük a járatosságot a szó 19. századi értelmében: ismerte és alkalmazta az ágyúcső tervezésének, méretezésének szabályait, az azt előállítani képes technológia létrehozásának, megteremtésének módjait, és végül az ezekhez szükséges munkafolyamatok gyakorlati fogásait is. Elméleti és gyakorlati ismereteit nagy szabadsággal és rendkívül találékonyan alkalmazta, így képes volt az ágyú minden alkatrészét, még a korabeli hadiipar legnagyobb technikai fejlettséget, beruházást, háttérpiart igénylő produktumát, az ágyúcsövet is előállítani.

A továbbiakban azt a technológiai tervezőmunkát és gyártási metódust szeretném bemutatni, mely lehetővé tette Háromszék felfegyverzését Gábor Áron híres rézágyúival.

1. A tüzérség szerepe és eszközei a korszakban

1.1. A tüzérség alkalmazása

A tizenkilencedik század közepére a fegyvernemek alaposan körülírt és gondosan alkalmazott együttműködése lett a hadisiker záloga. Nem lehetett hadsereg,

amely tartós, stratégiai eredményeket érhetett volna el úgy, hogy ezek valamelyike hadrendjéből hiányzik vagy túlságosan gyenge.

Különösen igaz ez abban az esetben, ha az ellenfél az Osztrák Császárság modern, jól felszerelt, nagy létszámú hadserege. Ennek a hadseregnek a tüzérségét a poroszok ellen vívott hétéves háború óta Európa-szerte ismerték. Fegyverzete és felszerelése a legkorszerűbb, Gribeauval-féle elvek szerint előállított fegyverrendszer volt.

A tüzérség alkalmazásának alapelvei a napóleoni háborúk óta változatlanok maradtak. A fegyvernemek együttműködése megkívánta, hogy minden önálló tevékenységre képes dandárnál legyen tüzérkötelék.

A támadó sereg sikerének kulcsa volt, hogy a szembenálló tüzérség ne tudjon hatékony tüzet vezetni az előrenyomuló csapatokra. Mivel a lövegek lőtávolsága lényegesen meghaladta a kézfegyverekét, ezt a feladatot csak a saját tüzérség összevont alkalmazása tudta ellátni. Szükség esetén a dandárok tüzérségét is alkalmazták a hadosztály, hadtest vagy hadsereg érdekében, ekkor a magasabbegység tüzérparancsnokának parancsait hajtották végre. Az ilyen összpontosítás hatékonyságát növelte a dandárokhoz nem rendelt tüértartalék.¹ A sikeres támadás egyik alapfeltételének a tűzfőlény adott ponton való megszerzését tekintették.

1.2. Az osztrák császárság tüzérségének lövegei

A császári-királyi tüzérség szárazföldi lövegeit rendeltetésük szerint négy csoportba sorolták: tábori, hegyi, ostrom- és várvédő lövegeket különböztettek meg. Löveg alatt ágyút, tarackot, mozsarat vagy röppentyűt értettek. Az ágyúk esetében a kilőhető legnagyobb öntött vasgolyó tömegét határozták meg, így az ilyen lövegek palettája a legkisebb, 1 fontos, sajkákon vagy hegyilöveggként alkalmazott ágyúktól a 24 fontos várvédő vagy ostromágyúig terjedt. Az ágyúk kalibere 10 és 30 közé esett, tehát csőhosszuk az űrméter 10–30-szorosa volt. Az ágyúcsöveket bronzból készítették, csak a várvédő ágyúk anyaga volt öntöttvas.²

¹ CSIKÁNY Tamás 2000, 84.

² Uo., 14.

A tábori tüzérség legerterjedtebb lövege a hatfontos ágyú volt. 1753-ban rendszeresítették, ezután a cső változatlan maradt, de egyéb részeit modernizálták. Csőhossza 16 kaliber, furata 95,7 mm, a cső tömege 414 kg volt,³ hatásos lőtávolsága 1100–1400 lépés.⁴

A hatfontos ágyúhoz kilenc kezelőt írt elő a szabályzat, de végső esetben három fő is elég volt a kiszolgáláshoz. Két változatban készítették, a lovaslöveg csővéggomb nélkül és a gyaloglöveghez képest hosszabb lafettával készült, hogy a kezelők felülhessenek rá vontatáskor. Mindkét változatot négy ló mozgatta, lövegmozdony segítségével.

2. Gábor Áron fogadalma a korszak ágyúgyártásának tükrében

2.1. A sepsiszentgyörgyi népgyűlések

1848. novemberében a császáriak által körülzárt Háromszék a megadás vagy a fegyveres önvédelem között választhatott. November 11–12-én, 15–16-án, 23-án és 28-án tartottak Sepsiszentgyörgyön honvédelmi bizottmányi és népgyűléseket, melyeken az önvédelem mellett döntöttek. November 11–12-én ez még feltételes elhatározás volt, hiszen átiratot intéztek a General Commando-hoz a tárgyalások megkezdésére. Puchner tábornok elutasító válasza, a forradalmi lelkesedés és Gábor Áron vaságyúinak dörrenése 28-ra ezt szilárd elhatározássá változtatta.

A november 16-i⁵ sepsiszentgyörgyi népgyűlésen a megjelent katonatisztek az ágyú, lőszer és egyéb felszerelések nélküli Háromszék önvédelmi harcát esélytelennek ítélték. Gábor Áron a következő felajánlással élt: „Uraim! Hallom, hogy a főtiszt urak azt mondják, meg kell hajolnunk az ellenség előtt, mivel nincs muníció, nincs ágyú. Uraim, ha csak ez a baj, úgy én azt mondom, hogy két hét alatt lesz ágyú, lesz muníció, amennyi csak kell”.⁶

2.2. Az ágyúgyártás nehézségei

A korszak fegyvernemei⁷ között a tüzérség hatékonyságát befolyásolja legjobban a technikai háttér. Eszközei a korszakban már kiforrott technológiával előállított, szabványos lövegek. A Jean Baptiste Vaquette de Gribeauval által kidolgozott és a napóleoni háborúkban már széleskörűen alkalmazott elveknek köszönhetően a csőfurat és a lövedék közti méretkülönbség csökkent. A kevesebb gázvesztesség okán kisebb lett a lőportöltet és ezáltal a lövegcső

tömege, és a csekélyebb csőkopás miatt nőtt a löveg élettartama. Azonos típuson (űrméreten) belül a lövegek méretei, lőtulajdonságai a megengedett eltérésektől eltekintve azonosak, lövegfelszerelésük, lőszerük, irányzóeszközeik felcserélhetőek voltak, kiszolgálásuk eszközei és módjai megegyeztek.

Bátran kijelenthetjük, hogy egy jól elkészített löveg a korabeli ipar csúcsterméke, létrejötte elképzelhetetlen fejlett kohászati és öntészeti háttér nélkül. A korszak fegyvergyárai jól felszerelt, magas fokon specializálódott hadiüzemek, komoly háttéríparral és rendkívül jól képzett szakembergárdával. Érthető a „főtiszt urak” szkepticizmusa, akik tulajdonképpen józan katonák módjára mérik fel: ilyen gyár felállítása Háromszéken lehetetlen. Nem számolhatnak Gábor Áron találékonyságával, aki nem is próbálkozik modern üzem beindításával, helyette visszatér az ágyúgyártás régebbi, bonyolultabb, de kevesebb technikai beruházást igénylő módszeréhez.

3. Ágyúk gyártása a kezdetektől a 19. századig

3.1. A bronzágyúk története

A tárgyalt téma szempontjából rendkívüli fontos a harangok öntésének technikája. Bronzágyúk készítése elképzelhetetlen lett volna a harangöntők által tökélyre vitt öntési eljárás felhasználása nélkül. A két tárgycsoport öntési módszerei nagyban hasonlóak, és a jelenkor embere még abban a szerencsés helyzetben van, hogy a korabeli krónikák és a korszerű anyagvizsgáló eljárások által nyitva hagyott kérdéseket a hagyományos módszerrel dolgozó harangkészítő mesterek munkája alapján megválaszolhatja.

A 14. század elején megjelent, mozsárszerű vagy inkább váza formájú ágyúk anyaga bronz volt.⁸ A legkorábbi fennmaradt igazi ágyúk a 15. század első felében készültek,⁹ „kovácsvasból” – ami a mai besorolás szerint szerkezeti acél –, a cső hosszában futó acélrudak és a rájuk húzott hasonló anyagú gyűrűk egybekovácsolásával. A bronzból való ágyúöntés megtorpanását valószínűleg a hosszabb csővű lövegekre már nem alkalmazható harangöntő metódus támasztotta nehézségek okozták. A 15. század közepére az ágyúkat már nem a harangokhoz hasonlóan, torkolattal lefelé öntötték, általánosan elterjedt az ágyúcső torkolattal felfelé öntése és nagyméretű tápfej¹⁰ alkalmazása a csőtorkolaton. Ettől kezdve a bronzból öntött ágyúk uralták a csatatereket.¹¹

³ DOLLECZEK, Anton 1887, 296.

⁴ 1 lépés = 0,75 méter.

⁵ EGYED Ákos 1979, 116. (GÁBOR László 1985, 244. szerint november 12.)

⁶ ORBÁN Balázs 1869. 177.

⁷ Gyalogság, lovasság, tüzérség.

⁸ AITCHISON, Leslie 1960, 332.

⁹ Pl. az angolok által 1424-ben Mont St. Michel erődjében hagyott két ágyú, lásd FFOULKES, Charles 1969, 9.

¹⁰ A hűlő fémek zsugorodnak, tehát az öntőformába az öntési hőmérsékleten beletöltött folyékony fém kevesebb, mint amennyi szilárd halmazállapotában kell a forma teljes kitöltéséhez. ⇒

3.2. A rézágyú anyaga

Tisztázni kell most, hogy mit is nevezünk bronznak, és valójában miből készült a rézágyú. Bronznak azokat az ötvözeteket nevezzük, melyek legalább 60 százalék¹² rezet és egy vagy több ötvöző adalékot tartalmaznak.¹³ Látható, hogy a rézágyú megnevezés nem is olyan pongyola: az ágyúk önbronzból, tehát önnel ötvözött rézből készültek, méghozzá minden esetben 10 százalék alatti öntartalommal.¹⁴ Az osztrák hatfontos ágyú anyagául 10:1 arányú ötvözetet írtak elő,¹⁵ ez körülbelül 9 százalékos öntartalmat jelent.

Az ötvözet keménysége és szakítószilárdsága az öntartalommal nő, nyújthatósága 8 százalékgig nő, afölött csökken. Az olvadt fém folyékonysága 6 százalékos öntartalomig csökken, afölött meredeken nő.

A mai műszaki gyakorlatban az önbronzok lehetnek érembronzok (ha az öntartalom 1,5–5 százalék), ezt az ötvözetet domborított dísz tárgyak, érmék készítésére használják. A 6–10 százalék öntartalmú ötvözetek a gépbronzok, a 10–14 százalék öntartalmú ötvözetek pedig a csapágybronzok. Megmunkálás szempontjából osztályozva látható, hogy a 10 százalékos vagy afölötti öntartalmú bronzokat öntészeti célokra alkalmazzák, míg a 8 százalékos vagy ez alatti ötvözőtartalom hidegalakítással¹⁶ formálható anyagminőséget eredményez. Az ágyúcsövek anyagának öntartalma a mai öntött minőségek alsó és a hidegalakításra alkalmas minőségek felső határa között van. A CuSn10 jelű, 10 százalék önt tartalmazó ötvözet erősen igénybevett gépalkatrészekhez ajánlott, szívós öntészeti bronzot takar, míg a CuSn8 (8 százalék öntartalommal) hidegalakításra alkalmas rugóanyag.¹⁷

Kijelenthetjük, hogy a felhasznált alapanyag szívós, kemény önbronz, amelyet éppen viszonylagos rugalmassága tesz képessé az ágyúlövés lökésszerű igénybevételének elviselésére.

3.3. Az ágyúbronz olvasztása és ötvöztése¹⁸

A korabeli technikai színvonal csúcsán álló ágyúöntés esetében nagyon fontos az ötvöző mennyiségének pontos beállítása és a szennyezők fémbe kerülésének kizárása. Ezt a 16. század közepétől alkalmazott lángkemencék nagyban elősegítik. Itt az olvasztott fém nem érintkezik a fűtőanyaggal, az olvasztást a redukáló atmoszféra végzi – innen a kemencetípus neve: a fémeket a lángok olvasztják.

Az ötvözetet félkésztermékekből állítják össze: ideális esetben jó minőségű rezet olvasztanak, legfeljebb sérült ágyúk összetört anyagát, és az előző ágyúkról leválasztott bronzhulladékot (tápfaj, fúróforgács) keverve az adagba. A jól megolvadt fémhez adják aztán az önt, és az ötvözetet farudakkal átkeverik az oxidok kiűzésére. A folyékony fémből mintát vesznek, amit gyorsan lehűtenek, és annak színe és törete alapján alkalmasnak ítélik az ötvözetet, vagy szükség esetén még önt adagolnak hozzá.

Az olvadékba vasrudat dugnak, ha arról a bronz lefut, csapolható az ötvözet. Az így beállított öntési hőmérséklet már nem alacsonyabb a szükségesnél, tehát a teljes fémtömeg olvadt állapotban van, és elég a hőtartaléka ahhoz, hogy ne szilárduljon meg az öntőformában annak teljes kitöltése előtt. Ezt azonnal a formába kell vezetni, mert hosszas hőntartással a drága ön az ötvözetből kiég, ha pedig tovább melegszik, túlságosan nagy lesz a hűlés közbeni zsugorodása, és az öntőformát is károsíthatja.

A harangok anyaga is önbronz, ám ez jóval több önt tartalmaz. Ez a hasonlóság teszi lehetővé, hogy harangból ágyút vagy – sajnos jóval ritkábban – ágyúból harangot önthessenek. Az eltérő önttartalom miatt természetesen szükséges tiszta réz hozzáadása vagy az ön kiűzése, ha harangból ágyút öntenek. Az eltérő ötvöztési arányok ellenére a harangok szükséghelyzetben rendkívül jó alapanyagot adnak, ötvöztük tisztasága és állandósága, a fémben található kevés szennyező és a pontosan behatárolt önttartalom miatt.

⇒ Ezért a formaüregnek ahhoz a részéhez, ahol majd várhatóan legtovább marad folyékony a fém, gyakran kapcsolódik egy kisebb üreg, amely a zsugorodás pótlására elégséges fémmennyiséget tartalmaz. Ez a tápfaj, mert ez táplálja folyékony fémmel a hűlő ötvényt.

¹¹ A 16. század közepén jelentek meg Angliában és Svédországban az első öntöttvasból készült ágyúk. Ezek olcsóbbak voltak, mint a bronzból készült társaik, de alkalmazásuk inkább a tengerészet és a várvédelem területére korlátozódott, a tábori tüzéség továbbra is a kisebb tömegű (jobban mozgatható) bronzágyúkat használta.

¹² Tömegszázalék.

¹³ A cinkkel ötvözött réz neve sárgarézt, ezért bronz esetén az ötvözők közül a cink nem lehet a legnagyobb mennyiségben jelen levő alkotó. Külön megjelölés nélkül bronzon általában 80–90% rezet tartalmazó réz-ön ötvözetet és az önthetőség javítására, a

keménység növelésére kis mennyiségben foszfort, cinket vagy ólmot tartalmazó önbronzot értünk. (NEUMÜLLER, Otto-Albrecht 1981, 411.)

¹⁴ A 16–19. századi német, osztrák, olasz és francia ágyúk vizsgálata minden esetben jó minőségű önbronzot mutat, valamivel 10% alatti öntartalommal, legfeljebb 1% (az ötvözet tulajdonságait rontó, de olcsósága miatt a korszak rosszabb minőségű öntvényeiben széleskörűen alkalmazott) ólommal az ötvözetben. A szennyezők már a legkorábbi darabok esetén is megfelelően alacsony értékeket mutatnak. (RIEDERER, Josef 1984, 60.)

¹⁵ DOLLECZEK, Anton 1887, 299.

¹⁶ A fém bizonyos fokú képlékenységet megkövetelő, melegítés nélküli alakadó eljárás (pl. rúd- és dróthúzás, sajtolás).

¹⁷ VÉGVÁRI Ferenc 1993, 156, 162.

¹⁸ A technológia leírása BIRINGUCCIO, Vanoccio 2005, 294–299. alapján.

4. Ágyúk öntése¹⁹ a 15–17. században²⁰

4.1. A formázóanyag

A bronzágyúk öntőformáját és részben öntőmintáját is agyagból készítették. Nagy becsben tartották a jó minőségű agyagot, szükség esetén több száz kilométerről is szállították.²¹ Ha elérhető távolságban nem találtak megfelelőt, a különféle talajok keverékét alkalmazták. Ha még keveréssel sem lehetett elérni a kívánt tulajdonságokat, akkor a rendelkezésre álló agyagot kiegészítették, összetörték, szitálták, majd ezzel készítették agyagpépet a formázáshoz. Az agyagpépbe gyapjúrongy-darabokat, vagy egyéb növényi vagy állati rostokat²² keverték, és vasrúddal ütögetve homogén masszává gyúrták. A magok²³ készítésénél a sárba²⁴ nem volt szabad rongydarabokat keverni, mert ezeknek öntés után bizonyos fokig törekenynek kellett lenniük.

4.2. Mintakészítés

Ágyúk készítésénél a mintát részben vagy teljes egészében fából készítették, a méret és a rendelkezésre álló anyagok függvényében. Az öntőminta elkészítésekor arra törekedtek, hogy arról majd egy csőszerű, egybefüggő, égetett agyagból készült, vasakkal erősített öntőformát lehessen készíteni, melyhez alul az ágyú hátsó részének, a csőfarnak a formája, felül pedig a mag²⁵ felső befogása csatlakozhat. (1. ábra.)

A minta alapjául száraz, szilárd, csomómentes fenypóznát használtak, mely hosszabb kellett legyen, mint a kész ágyú, hogy a két végén maradjon hely az alátámasztásnak. A póznát pontosan kör keresztmetszetűre és enyhén kúposra munkálták, majd szükség szerint bordásra, félbordásra vagy spirálbordásra faragták, az ágyú alakjának megfelelően.

A két végén bakokkal támasztották meg úgy, hogy elforgatható legyen a tengelye körül. Ezután a csőfarnak formájának csatlakozását adó rész készült el – ez tulajdonképpen egy kúpos, gyűrűszerű váll volt. Most

a csőszájánál elkészítették a tápfej mintáját. Efölé egy újabb kúpos korongot esztergáltak, ez alakította ki a mag felső befogására szolgáló tárcsa félszékét. A faragott póznára ráillesztették a gyűrűk,²⁶ a delfinek²⁷ mintáit. A csőcsapok²⁸ mintáját kellett még két nagy szöggel úgy rögzíteni, hogy a forma készítésekor a szögek eltávolíthatóak legyenek. Ezután rögzítették az ágyú díszítményeinek mintáit.²⁹

A mintát nem csak a fentiek szerint, teljes egészében fából lehetett elkészíteni. Ekkor is szükség volt egy póznára, amelyet nagyjából kifaragtak, egyre keskenyedő és általában szögletes (pl. nyolcszögletű) keresztmetszettel, hogy a később rákerülő rétegek ne tudjanak rajta megfogni.

A póznát bakokra állították, két végén csapágyazva. (1. ábra, „A” „B”). Szorosan be kellett tekerni kötéllal, felhordani rá egy sárköpenyt, majd annak száradása után még kettőt vagy hármat, amíg a minta elég vastag nem lett. Ezt deszkából készült sablonnal, a minta hossz tengely körüli forgatása mellett lesimítették. (1. ábra, „D”). Ez a fajta sablon a gyűrűket is kialakította, a mintát ezért nem lehetett a formából kihúzni. A teljes vastagság elérése és az alakos sablon használata előtt (egyenes deszkával) le kellett simítani, hamuval bevonni, majd folytatni a rétegek felhordását és a készremunkálást a fentiek szerint. A forma kiegészítése után a póznát megütve a minta a hamuréteg mentén szétvált, a póznát a rajta lévő agyaggal kihúzták, a csőszerű forma belső felületére tapadt agyag pedig az egyik oldalon bevágva leesett és kiemelhető volt.

A famintához hasonlóan alakították ki a tápfej mintarészét és a fenékforma, valamint a mag felső befogásának csatlakozását. Végül itt is a csőcsapok, delfinek, díszítmények mintáit rakták fel.

4.3. Formázás

A mintát finom mosott hamuval,³⁰ faggyúval vagy más zsírral alaposan bevonták. Az első finom sárköpenyt kefével vitték föl. Ha ez alatt nem volt

¹⁹ Az öntés olyan alakadó technika, melynek során kihasználják a folyadékok egyik alapvető tulajdonságát: az ilyen halmazállapotú anyagok a tárolóedény alakját fölveszik. Ezért egy olyan alakú tárolóedényt készítenek, melynek ürege megegyezik a majdani öntvény – az öntéssel előállított tárgy - alakjával, ebbe a folyékony fémeket töltöttek, és megvárják, míg lehűlve megszilárdul, alakját már az edény nélkül is megtartja. Az edényt *öntőformának* hívjuk, anyagát *formázóanyagnak*, az üregének kialakítására szolgáló – és a kész öntvényre általában meglehetősen hasonló – mintát pedig *öntőmintának*.

²⁰ A technológia leírása: FFOULKES, Charles 1969, 13–14. (Kritobulosz leírása a Bizánc ostromához készített ágyú öntéséről); BIRINGUCCIO, Vanoccio 2005, 208–221; 234–260; 307–309; EncBrit, II (1824), 604–605; HEGEDÜS Zoltán 1980, 270–271. alapján.

²¹ HEGEDÜS Zoltán 1980, 270.

²² Kócot, szórt vagy akár emberi haját.

²³ Ha az öntvény üreges, akkor a folyékony fémeket az üreg helyéről ki kell szorítani. Ezt az öntőforma anyagához hasonló anyagból készült, a formaüregbe helyezett mag szolgálja.

²⁴ Az agyagpép hagyományos neve.

²⁵ Itt a cső furatát adó hosszú henger, a mag az összeszerelt forma része, alul megtámasztva, felül befogva.

²⁶ Abronccszerű erősítések.

²⁷ Kötél átfűzésére szolgáló fülek a csőcsapok – lásd lejjebb – fölött.

²⁸ A cső oldalából kiálló hengeres csapok. Ezeknél fogva rögzül majd az ágyú fel-le billenthetően a talpazatába.

²⁹ Azért kellett ezeket külön elkészíteni és oldható kötéssel rögzíteni, hogy a bonyolult alakú minta – legalább több darabban – eltávolítható legyen a kész formából.

³⁰ Mosóhamuval úgy mostak, hogy azt vászonzacskóban ⇒

viasz, faggyú vagy egyéb olvadékony anyag (pl. a díszítmények mintái), tűz fölött szárították, ellenkező esetben ezt a napra és a szélre bízta. Ezután több rétegben, rétegenként szárítva kenték föl a formázóanyagot a kívánt vastagságig, az utolsó előtti rétegre vékony vasdrótot tekerve. Az utolsó réteg sár ezeket a helyükön tartotta. Erre került hosszában hat vagy hét vasrúd, majd az egészet vasgyűrűk (pántok) fogták össze.³¹ (1. ábra, „Q”.)

A formát szárítani kellett, majd tűz fölött kiégetni. (2. ábra.) Ezután kihúzták a minta lejáró részeit³² tartó szögeket és csapokat, a formát megemelték, és, mint egy faltörő kost, a pózna vékonyabbik végével a falhoz ütötték. A póznát így ki lehetett húzni, és ha a minta részben agyagból készült – tehát a póznára fölfordított agyag egy része még a forma belsejére volt tapadva –, annak maradványait is el lehetett távolítani.

A tápfej és a mag felső befogásának mintarésze a póznával ellentétes irányban, a csőszáj felé volt kivethető, de előfordult, hogy a fenékrész formájához hasonlóan ezt a formarészt is teljesen külön készítették. (1. ábra, „P”.) A díszítmények és a csőcsapok mintáit a csőszerű forma belseje felé a formázóanyagból kihúzták. Ha ezek viaszból készültek, a forma kiégetésekor kiolvadtak. A bonyolult formájú delfinek mintáit mindig viaszból készítették, a csőcsapok alakját megadó részeket inkább fából. Utoljára az esetleges sérüléseket finom agyaggal javították. Az öntőformául kapott vasalt agyagcső belseje az ágyú külső palástfelületének tökéletes negatívja volt.

A fenékrész formáját külön kellett elkészíteni, akár fából, akár sárból készült formáról. Rendkívül gondosan szárították, drótokkal megerősítették, majd – mivel a forma és az öntvény teljes tömegét ez tartja majd – vasgyűrűk és rudak közé foglalták. (1. ábra, „L”.)

4.4. Magkészítés

Az öntőformába szilárdan rögzített mag határozta meg az ágyúcső furatának alakját, helyzetét és méreteit. (1. ábra, „N”.) A mag tengelye és egyben hordozója egy vasrúd volt, hogy a mag ne görbüljön meg előállítás közben, kiégetésekor a tűz felett, vagy a forma összeépítéséhez szükséges mozgásokor. (1. ábra, „F”.) Pontosan kör keresztmetszetűnek kellett lennie, egyenesnek és kissé kúposnak. Mindkét végén horony volt, hogy vasból készült villákra állítva forgatható legyen.

A vasrudat először bevonták hamuval, aztán körbetekerték kötéllel, majd erre vitték fel az első

sárréteget. Ezt hagyták jól megszáradni, majd a kívánt vastagság eléréséig több rétegben, rétegenként szárítva felvitték az agyagot. Sablonnal adták meg a végző formáját, hasonlóan ahhoz, ahogy az öntőmintát készítették. Híg sárral (hogy a felülete sima legyen) lesimították. Ezután az állványról levéve, a hiányzó részeket a csúcsban és a lábnál finom agyaggal kipótolták, kiszárították, majd kiégették. A magot az öntőformába a torkolatnál egy tárcsa, alul, a löpor-kamránál egy vagy több darabból álló vas magtámasz (1. ábra, „H”.) rögzítette. (1. ábra, „H-P”.)

4.5. Öntés

Az öntőformát az öntőgödörben állították össze. Ez egy téglával kifalazott akna volt, lehetőség szerint a kemence csapolónyílása³³ alatt. Mérete a kemence legnagyobb befogadóképességéhez igazodott, de fontos volt a várható öntvények alakja is. Ágyúcső öntéséhez a szokásosnál mélyebb gödör volt szükséges, mert azt állítva, torkolattal fölfelé kellett önteni. Ezzel az öntési helyzettel elérték, hogy a fémbe lévő szilárd szennyeződések és légbuborékok, amelyek kisebb fajsúlyuknál fogva fölfelé igyekeztek, a torkolati részre ültetett tápfejben halmozódjanak fel. Az esetleg a cső anyagában maradt szennyezők a torkolati részt terhelték, a lövéskor legnagyobb igénybevételnek kitett csőfar nagy biztonsággal tömör maradt.

Az öntőformát gondosan illesztették össze, erősen összeerősítve kapcsokkal és drótokkal. A forma tetején nyílásokat készítettek, hogy a levegő eltávozhasson. Rendkívül gondosan rögzítették a magot, hogy a folyékony fém meg ne emelje vagy el ne mozdítsa. A formát földdel körbedöngölték, hogy a folyékony fém tömege szét ne nyomja vagy el ne billentse, majd elhelyezték a fémet vezető csatornákat.

A fémet előkészítették az öntésre, „Az ágyúbronz olvasztása és ötvözése” című fejezetben leírtak szerint. Közben a fémet vezető csatornákat – ezek égett agyagból készült félcsövek, vagy nagyobb fém-mennyiség esetén tűzálló téglákkal kifalazott keskeny árkok voltak – előmelegítették.

Ezután az olvadt bronzról a salakot³⁴ lehúzták, és a formát egyenletesen, folyamatos sugárral feltöltötték.

4.6. Öntvénytisztítás

Mikor a bronz megszilárdult és kihűlt, a formát és a magot szétszedték, a tápfejet lefűrészelték, a kisebb öntési hibákat javították, és a fémet fényesre csiszolták.

⇒ a teknő fölé akasztották, és forró vizet öntöttek át rajta. A víz kihordta a mosáshoz szükséges vegyi anyagokat, a zacskóban maradt üledéket nevezem mosott hamunak.

³¹ Ezek fölé szükség szerint lehetett még egy réteg agyagot húzni, hogy biztosan a helyükön maradjanak.

³² Amelyek a pózna kihúzásával nem voltak eltávolíthatóak, pl. delfinek, díszítmények stb. mintái.

³³ Ahol a megolvadt fémet kiengedik.

³⁴ Az olvadt fém felszínén összegyűlt szennyezők és az azok kezelhetőségét javító salakképző anyagok elegye.

A csőfuratot készremunkálták egy igen egyszerű, vízszintes tengelyű, gyakran vízikérékkal hajtott fúróval. (3. ábra.) Mivel az ágyú állt, és a forgó fúrófej haladt a furatban, ez az eljárás csak a furat átmérőjét állította be meglehetősen pontossággal. A furat tengelyének egyenességét és a cső tengelyével való egybevágóságát ez a módszer nem tudta biztosítani. Ezért *rendkívül fontos volt a mag segítségével elkészült üreg pontos kialakítása*, mert a fúrófejet ez vezette a fúrás folyamán.

5. 18. századi fejlesztések az ágyúk előállítására

5.1. A cső fúrásának fejlesztése

A fejlesztések egyik kulcsa az ágyúcső fúrásának modernizálásában rejlett. Ezt a Jean Maritz által Franciaországban, 1713 körül³⁵ bevezetett függőleges elrendezésű fúrógép tette lehetővé. Az ágyúcső itt saját súlyánál fogva ereszkedett a forgó fúrófejre. Ez a módszer sokkal termelékenyebb volt, mint az „Öntvénytisztítás” címszó alatt ismertetett, de az ott említett pontossági fenntartások – bár kisebb mértékben – ennél az eljárásnál is éltek. A valódi áttörést az jelentette, hogy a gép teljesítménye jóval nagyobb volt, mint elődjéé, és ez lehetővé tette, hogy a csövet „telibe fúrják”, tehát az üreg nélkül öntött, tömör lövegcsőbe a furatot elkészítsék.

Nem lehet eléggé hangsúlyozni az új technológia előnyeit: feleslegessé vált a nagy gondosságot igénylő magkészítés, és a mag rendkívül körülményes rögzítése az öntőformában. Nem fenyegetett az a veszély, hogy a mag a csőben szorul, és nem lehet eltávolítani. A tápfej működése is biztosabbá vált, hiszen éppen az öntvény középső részében (ahol addig a mag volt) maradt öntéskor a legtöbbször folyékony a fém.

Körülbelül két évtized kellett az újabb fejlesztéshez: ekkor az ágyúcsövet vízszintes helyzetben, egy esztergához hasonló géppel forgatták meg, és az álló fúrófejet nyomták bele. Ez a pontos furatkészítő eljárás tette lehetővé a Gribeauval-rendszer bevezetését is.

5.2. Az öntőforma előállításának egyszerűsítése

Az öntőforma fejlesztésének fő hajtóereje a rendkívül időigényes (és ezért drága) minta- és formakészítés egyszerűsítése, gyorsabbá tétele volt.

Két dolog okozta a munkafolyamat lassúságát. Először is, az agyagminta és -forma készítése során az egymás után felhordott rétegek szárítása, égetése

nem volt lényegesen gyorsítható: amíg a felhordott rétegben nedvesség maradt, addig a következőt nem lehetett rávinni, de a túlságosan gyors szárítás – és különösen az égetés – az agyag repedését okozhatta. Másik oka a lassúságnak az volt, hogy a formázás végén az öntőminta megsemmisült, tehát minden ágyúhoz újat kellett készíteni.

Alapvetően az öntőminta kímélésével gyorsította a munkát az az új eljárás, mely a fentebb vázolt ősi módszer továbbfejlesztésének tekinthető.

A többször felhasználható öntőmintát egy darabban esztergálták, fából, vagy a nedvesség okozta méret- és alakváltozások elkerülése érdekében sárgarézből, esetleg öntővetetből.

Ezt vízszintes homokágyra fektették, és középeig belenyomták, úgy, hogy a minta egyik fele a homok síkja alatt, a másik felette volt. (Tehát képzeletbeli hossz tengelye a homok felszínének síkjába esett.) A kiálló mintafélre a már ismert módszer szerint hordták föl az agyagrétegeket, mindegyiket tűz fölött szárítva. A mintát ekkor megfordították, így a rátapadt formafél került alulra, és láthatóvá vált annak vízszintes, sík, eddig a homokkal érintkező felülete, amelyet bekentek fekeccsel³⁶ – ami ebben az esetben finoman porított faszenet tartalmazó, agyagos víz volt –, hogy a most elkészítendő formafél ne tapadjon hozzá. Az előzőekhez hasonlóan vonták be a minta kiálló részét, külön ügyelve arra, hogy az erősítő vasalás pontosan ugyanolyan legyen, mint a másik félen, hogy a két formafelet ennek segítségével össze tudják majd kapcsolni.

Ha kiszáradt, a felső formafelet leemelték, az alsóból kivették a mintát, és mindkettő belsejét gondosan fekecselték, nehogy a folyékony fém megégesse vagy az öntvényhez hozzátapadjon. A két formafelet összeillesztették, és a vasalásokat kapcsokkal, csavarokkal vagy dróttal egyesítették. Ezután a formát így együtt még egyszer kiégették. A formát torkolattal felfele az öntőgödörbe állították, körbedöngölték, és ugyanúgy öntöttek, ahogy a régi módszernél ismertettem.³⁷

5.3. Új formázóanyagra alapuló technológia

Gábor Áron korában az ágyúöntés legmodernebb technológiája a homokformába való öntés volt. Ennek a módszernek nyilvánvaló előnye a formázás egyszerűsödése és a jóval rövidebb formaszáritási és dermedési idő.³⁸

³⁵ McNEIL, Ian 1990, 396. Szó szerint: „About 1713, Maritz invented...”.

³⁶ Finomszemcsés tűzálló anyagot tartalmazó folyadék vagy paszta, mely bevonatot képez a forma felületén.

³⁷ Részletesen lásd EncBrit, II (1824), 605.

³⁸ Az iparban a mai napig használt eljárás alapja a formázóke-

verék, amelynek tűzálló alkotója és túlnyomó többsége ebben az esetben homok, kötőanyaga pedig valamilyen duzzadóképes (vizet felvevő) agyag. A két alkotót vízzel elegyítve keverik össze, a keveréket formázás előtt szárítják, víztartalma legfeljebb 5% lehet. Tapintásra nem nedves, de a marokban összenyomott homokcsomó nem esik szét. Bizonyos esetekben ebbe a ⇒

Az ágyú mintáját több darabból állították össze, és különleges, a mintának megfelelő formázószekrényeket³⁹ is készítettek, általában öntöttvasból. Ezt legegyszerűbb úgy elképzelni, mintha függőlegesen felállított mintát és az azt jókora, de nagyjából állandó hézaggal körülvevő alakos formázószekrényt vízszintesen több darabra szellették volna. (4. ábra)

A csővéggombot és a csőfar meredeken szélesedő homlokfelületét kialakító forma kehelyszerű szekrényét külön kezelték (4. ábra, „b”), a formázást a csőfar legszélesebb részénél kezdték. A szekrényt szilárd, sima felületre állították, a közepére tették a megfelelő mintát (4. ábra, „c”), és a köztük lévő hézagot a formázóhomokkal bedöngölték. (4. ábra, „d”). A homok tetejét vízszintesre lehúzták, és fekecselték, hogy a következő adag homok ne tapadjon hozzá. (4. ábra, „e”). Ezután a formázószekrényre rátették a következő darab formázószekrényét, és rögzítették azt. A belevaló minta alját ráültették a már körbedöngölt minta tetejére, és ismét homokot döngöltek a formázószekrény és a minta közé. (4. ábra, „f”). Ezt mindaddig folytatták, míg az ágyút és a ráültetett tápfejet teljes hosszában be nem formázták.

A teljes hossz elérésével a formázószekrényeket szétkapcsolták, mindegyik közepéből kihúzták a mintát, de benne hagyták a bedöngölt homokot. Az így nyert „szeteleket” szárítókamrában teljesen kiszárították. Mivel a formázószekrényeket végig a formarészekben hagyták, a formát az öntőgödörben könnyen össze tudták állítani. (4. ábra, „g”). Az öntöttvas formázószekrények elég szilárdak voltak ahhoz, hogy az öntőformát ne kelljen homokkal körbevenni az öntés során fellépő erőhatások elviselésére.⁴⁰

6. Gábor Áron ágyúi

6.1. Gábor Áron tanulmányai

Nem kívánok itt részletesen kitérni Gábor Áron életrajzára, csupán azokat a tanulmányokat, tapasztalatokat szeretném felvázolni, amelyek lehetővé tették, hogy nehéz körülmények között, elégtelen technikai felszereltség mellett, igen kevés szakképzett munkatárssal ágyúkat állítson elő a honvédsereg számára.

Képzelnék el, milyen választ adna egy mai, modern öntőde, ha felkérnénk, állítson elő egy hatfontos tábori ágyút! Tehát: egy több mint négyszáz kilós

bronzöntvényt meghatározott és az öntvény teljes terjedelmében homogén anyagösszetétellel, teljesen repedésmentesen, szemmel látható zárványok és anyaghibák nélkül, a mikroszkóppal észlelhető zárványosság egyenletes (a mechanikai tulajdonságokat legkevésbé rontó) eloszlása mellett, nagy méretpontossággal, beleértve a több mint másfél méteres csőfurat egytengelyűségét és mérethűségét is.

Tegyük fel, hogy találunk ilyen öntödét. Ekkor közöljük az öntőmesterrel, hogy az ágyút mégis inkább öntöttvasból szeretnénk elkészíttetni, persze az eredeti szilárdsági- és lőtulajdonságok megtartása mellett, és úgy, hogy az eszköz szállítható maradjon, tehát a tömege se növekedjen jelentősen.

Még ma is kevesen tudnák ezt a feladatot megoldani. Volt egy ember, jó százhatvan éve, aki nem volt öntőmester, nem is volt öntődeje, de a feladatot megoldotta. Úgy hívták: Gábor Áron.

1814. november 27-én született, Berecken. A népiskolát itt járta ki, középiskolai tanulmányait valószínűleg Kézdivásárhely mellett, a kantai ferences gimnáziumban kezdte, 1828-tól a csíksomlyói ferences gimnázium kiváló tanulója volt.⁴¹

Tanulmányait nem tudta befejezni, mert 1831-ben meg kellett kezdenie határőri szolgálatát a II. Székely gyalogezrednél. Ennek keretében Gyulafehérváron négyhetes tüzérségi kiképzést kapott.⁴² Katonaidejének letelte után Pesten, az ottani tüzérezrednél,⁴³ majd Bécsben a Genie Corps-nál látogatta a műszaki előadásokat. 1840-ben jelentkezett a pesti cs. kir. 5. tüzérezredhez, ahonnan 1842-ben tért haza, és vállalt ismét határőri szolgálatot, öccse, Gábor Imre helyett.⁴⁴ Pesti és bécsi tartózkodása alatt alapozta meg műszaki könyvtárát.

1845-ben tért vissza a civil életbe. Asztalosként kereste kenyerét, megtanulván az esztergályozást és a kapcsolódó munkaterületek fogásait is. Ezermesterként ismerték, saját találmányú gépeinek modelljei mellett készített szárazmalmot és aratógépet, de egyházi ünnepekre és esküvőkre egy másfél lábnyi rézágyút is.⁴⁵

6.2. A bodvaji vasmű

Régóta ismert volt a vastartalmú ásványok gyakori előfordulása Erdővidéken. Az Európa-szerte fellendülő kereslet hatására a 19. század első felében

⇒ „nedves” keverékbe öntenek, általában azonban a kész homokformát az öntés előtt teljesen kiszárítják, nehogy a gőzzé váló víztartalma károsodást okozzon. Az égetett agyagformákhoz képest előnyös tulajdonsága a homokformáknak, hogy hővezetésük sokkal jobb, tehát az öntvény előbb megdermed, kihűl, hamarabb lehet a következő ágyú öntését megkezdeni.

³⁹ A formát vagy annak egy részét magába foglaló keretszerkezet.

Lehetővé teszi a forma mozgását, az egyes formarészek összekapcsolását.

⁴⁰ Részletesen lásd EncBrit, II (1824), 606.

⁴¹ IMREH István 1987, 279.

⁴² Uo., 284.

⁴³ GÁBOR László 1985, 243.

⁴⁴ IMREH István 1987, 285.

⁴⁵ Uo., 290–294.

három vasművet létesítettek, egymáshoz viszonylag közel: Magyarhermányban, Erdőfűlében és Lövétén. A következő évtizedekben a Székelyföld vas használati tárgyainak túlnyomó részét ez a három vasmű állította elő, melyeket ezért székely kohóknak neveztek.

A Magyarhermány környéki jó minőségű vasérc kiaknázására a Bodvaj nevű helyen alapított bányát és vasművet Zakariás Antal, a balánbányai rézművek bérelője. A bodvaji vasmű 1831-ben kezdte meg működését.⁴⁶

A kohóból csapolt jó minőségű nyersvas nagyobb részét öntészeti célokra használták. Vashámor is működött itt, ahol az öntészeti célra fel nem használt nyersvas szénttartalmának csökkentésével kovácsolható vasat (a mai besorolás szerint: szerkezeti vagy szerszámacélt), majd abból félkésztermékeket és mezőgazdasági szerszámokat készítettek. A század végén építettek külön öntödét, ahol a megszilárdult nyersvasat újraolvasztották az öntéshez. A szabadságharc idején a kohóból csapolt nyersvasat azonnal, még folyékony állapotában kellett felhasználni, ezért az öntőhely a kohó mellé települt.⁴⁷

Az egyszerűbb öntvényekhez talajformát használtak. Ez az öntési módszer csak egyik oldalán alakos öntvények elkészítéséhez volt alkalmazható, mert a mintát a homokkal kidöngölt talajba nyomták, majd kiemelték, és az így kialakított mélyedést töltötték fel a folyékony fémmeel. Bonyolultabb öntvények szekrényformázással készültek.⁴⁸ Formázóanyagként a Kisbaconból szállított homokot használták.⁴⁹

6.3. A bodvaji ágyúöntés megszervezése

A bodvaji vasmű Székelyföld egyik legmodernebb üzeme volt. Ágyúöntésre készülődve a három székely kohó közül a lövétei talán a fekvése miatt nem került szóba, a kortársak pedig, úgy látszik, az egymáshoz közel fekvő fülei és a bodvaji kohók közül az

utóbbit gondolták alkalmasabbnak erre a feladatra. Odáig mentek ennek elgondolásában, hogy az agyalfalvi gyűlés ideje alatt (1848. október 16–18.) híre terjedt, hogy a szászok Magyarhermányban ágyúkat öntetnek. Daniel Gábor bardocszéki alkirálybíró ment a hírt kivizsgálni, de ágyúkat vagy ágyúöntésre utaló jeleket nem talált.⁵⁰

Gábor Áron jól ismerte a bodvaji kohót, sőt, már híres fogadalma előtt járt itt, és előkészült az ágyúöntésre. November 4-én felkereste Berde Mózes kormánybiztost, aki megbízta, öntsön ágyút Háromszéknek.⁵¹ Gábor Áron november 12-én, többet magával Bodvajba ment. A csapatban volt mások mellett Bene József hadnagy, Kiss János harangöntő és Monoki Antal tizedes, a huszárezred kerékgyártó műhelyéből.⁵² A csapat összetétele árulkodó: maga Gábor Áron tudott öntőmintát csinálni, a harangöntő jól ismerte a harangokéhoz hasonló technikát kívánó öntőforma elkészítésének fogásait, vas olvasztását és öntését értő szakember pedig volt Bodvajban. A kerékgyártó mester jelenléte azt sugallja, hogy a csöveket a helyszínen kívánták felszerelni, tehát lövegtaggal és a lövegmozdonnyal ellátni.

Késő este értek Bodvajba, a munkát másnap kezdték a szükséges eszközök összegyűjtésével. Megkapták Nagy Ábrahám malomépítő mester nagyméretű esztergapadját, a többi hiányzó dolgot Magyarhermány népe adta össze. Elsőnek – próbaképpen – egy háromfontos ágyút készítettek.⁵³ Bene hadnagy löport hozatott, és az ágyú állta a próbálövéseket. Ezután elkészítették két hatfontos ágyú öntőformáját, és hamarosan sikeres öntést ünnepeleltek.⁵⁴

Az ágyúk készítéséhez teljesen új technológiát kellett kidolgozni: nem volt lehetőség függőlegesen önteni azokat (valószínűleg nem volt elég mély az öntőgödör) és nem volt ágyúfúró, amivel a csövet kifúrhatták volna, az öntvény anyagául pedig csak vas

⁴⁶ Id. MÁTHÉ János 1997, 63; REMPORT Zoltán – LENGYELNÉ Kiss Katalin 2006, 10–11.

⁴⁷ REMPORT Zoltán – LENGYELNÉ Kiss Katalin 2006, 13–14.

⁴⁸ Ezt a módszert úgy a legegyszerűbb elképzelni, mintha két talajformát készítenénk: az egyikbe nyomjuk a minta egyik felét, a másikba a másikat. Azért, hogy a két fél forma mozgatható legyen, azokat most nem a talajba, hanem két erős keretbe – formaszekrénybe – döngölt száraz, agyagos homokból készítjük el. Ha a két formafelet jól illesztjük össze, a kialakuló üreg éppen a minta mása lesz.

⁴⁹ REMPORT Zoltán – LENGYELNÉ Kiss Katalin 2006, 14.

⁵⁰ EGYED Ákos 1979, 118. (Id. MÁTHÉ János 1997, 66. elfogadja Daniel Gábor azon állítását, hogy ekkor ágyúkat rendelt a székely tábor számára, sőt azt írja, hogy ezután a gyárvezető Bardocz László üzent Gábor Áronnak Bereckre, aki a hónap végén meg is érkezett. EGYED Ákos 1979, 118–119. megjegyzi, hogy Daniel az ágyúkat Nagy Imre táborának rendeli, aki 1848. október 30. és november 12. között volt főparancsnok,

ezért a megrendelést valószínűleg később, Gábor Áron jelenlétében adta.)

⁵¹ EGYED Ákos 1979, 113.

⁵² Id. MÁTHÉ János 1997, 67.

⁵³ Uo., 34. (Erről az ágyúról nincs más említés, de többen Gábor Áron három vaságyújáról írnak – SZENTKATOLNAI BAKK Endre 1896; EGYED Ákos 1979, 120 –, Sepsiszentgyörgyön viszont két hatfontost próbáltak – EGYED Ákos 2004, 65. –, így ez lehetett a harmadik.)

⁵⁴ Id. MÁTHÉ János 1997, 67. Szerinte november 19-én történt a sikeres öntés, de ezt Demeter Lajos korainak tartja: 19-én még nem lehettek kész a csövek, egyrészt az alkalmazott öntési technológia ennél több időt vett igénybe, másrészt mert Heydte november 25-i erdővidéki betörése okán menekítik be őket Sepsiszentgyörgyre úgy, hogy nem is tudták még felszerelni őket, csak utána, Sepsiszentgyörgyön (lásd a Székely Nemzeti Múzeumban található vonatkozó 1848-as nyugtát). Itt köszönöm Demeter Lajos észrevételét.

állt rendelkezésre. Az ágyúkat tehát a szokásostól eltérően vízszintes helyzetben, vasból és furattal kellett önteni. A három eltérés közül egy is komoly feladat elé állítaná a technológust, így együtt azt jelentette, hogy a forma méretét növelni kellett a gyengébb alapanyag⁵⁵ miatt, alakját módosítani a csőfuratot képző mag okán, illetve egyedi beömlőrendszert⁵⁶ és tápfejet kellett tervezni a vízszintes öntéshelyzet körvetkeztében.

Az öntőmintát eszterga segítségével kimunkálták, és a „két füle között”⁵⁷ – tehát az ágyú lövőhelyzete szerint függőleges síkban – kettéfűrészelték. A két fél csövet „agyaggal töltött ládákban” – agyagos formázókeveréket tartalmazó formaszekrényekben – lemintázták.

Ez a technológia sajátos keveréke az előzőekben leírt (lásd *Az öntőforma előállításának egyszerűsítése*) korszerűsített sárformára alapuló eljárásnak és a formázóhomokot használó szekrényformázásnak. A formázóanyag nedves agyag⁵⁸ (sár) de a forma kialakítása a modernebb szekrényformázáshoz idomul.⁵⁹

A csőfurat elkészítése érdekében visszatértek az ősi módszerhez: „agyaggal vastagon bevont tölgyfa hengert” (magot) helyeztek a formába, hogy az a furatot megadja. A mag csőszáj felőli befogására az összeszerelt formát kifúrták, és ebbe a furatba szorították az agyagos tölgyfahengert, amit a csőfarnál háromágú vas magtámasz biztosított.⁶⁰ Az öntvény méretezésénél igyekeztek a Gribeauval-rendszer utasításait követni, de az ágyú külső méreteit a kellő szilárdság elérése érdekében megnövelték.⁶¹ Erre annál is inkább szükség lehetett, mert az ágyúk anyaga nem volt homogén.⁶² Az inhomogenitás okozta – és esetleg a forma ráégetése az öntvény felületére⁶³ –,

hogy „Gábor Áron első ágyúinak külalakja nem volt csinosnak mondható” – ahogy azt Egyed Ákos igen finoman megfogalmazta.⁶⁴

A vízszintes öntési helyzet kompenzálására bizonyára több, nagyobb méretű tápfejet és lélegzőt⁶⁵ alakítottak ki a forma felső részében.⁶⁶

Az öntés után az ágyúcsöveket letisztították, a fentiek értelmében nem is annyira kívülről, inkább hosszú nyelkekbe ütött vésőkkel a cső furatát simítva.⁶⁷ A furat illetően kezelése azt mutatja, hogy semmilyen (akár kis teljesítményű, a 15. századtól a furat simítására használt, a 3. ábrán látható) csőfúrójuk nem volt.

A két ágyúcsövet ezután föl kellett szerelni, legfőképpen ágyútalppal és a vontatást lehetővé tevő lövegmozdonnyal ellátni. A kész lövegekkel 27-én értek Sepsiszentgyörgyre,⁶⁸ ahol Kiss János harangöntő műhelyében végezték el az utolsó simításokat. Másnap az ágyúk fényes sikerrel vizsgáztak, és Gábor Áront az ágyúöntés folytatásával bízták meg.⁶⁹

6.4. Ágyúöntés Sepsiszentgyörgyön

Erdővidék megszállása után Bodvajban nem lehetett folytatni az ágyúöntést. Kézenfekvő megoldásul kínálkozott Kiss János harangöntő műhelye. Gábor Áron itt négy darab háromfontos ágyút öntött,⁷⁰ felajánlott harangok anyagából, amihez rezet adtak, hogy csökkentsék az ötvözetben az ón arányát. Az öntés módszere a bodvajihoz hasonló volt, amint az is, hogy az alapanyag itt sem olvadt be tökéletesen, ezért – és a vízszintes öntési helyzet folytán a formába szorult levegő és szennyezők miatt – ezek az ágyúk is „ripacsosak és hólyagosak” lettek.⁷¹ A tökéletlen öntés miatt az ágyúk külméreteit itt is megnövelték.

⁵⁵ Az öntöttvas nagy szénttartalmú, igen kemény és rideg anyag, nincs meg benne az ágyúbronz szívóssága.

⁵⁶ A folyékony fémek a formaüregbe vezető csatornák.

⁵⁷ Idézetek: Id. Z. BODOLA Lajos 1895, 136.

⁵⁸ „Három napba került, amíg a csőformák elkészültek.” (Id. MÁTHÉ János 1997, 67. A formázásnak csak akkor lehet ilyen magas időigénye, ha sárformáról beszélünk, a homokforma – ahogy azt a következő lábjegyzet mutatja – gyorsan elkészíthető, és igen alacsony nedvességtartalma okán órák alatt kiszárátható.)

⁵⁹ Ezért kellett az öntőmintát kettévágni! Egy mai öntő így csinálná: a mintafelet a formázóasztalra fekteti az osztásfelülettel (ami a formát kettéosztó vágás által létrejött sík) lefelé, a minta és a forma összetapadását megakadályozandó leválasztóporral (valamilyen nem vagy rosszul nedvesedő finom, tapadásgátló por) megszórja, formázószekrényt tesz a minta köré, azt homokkal földöntögi. Az egészet megfordítja, így a sík homokfelület és a minta belesimuló osztásfelülete van fölfelé. Erre ráilleszti a másik mintafél osztásfelületét (újra egyesíti a mintát), az egészet megszórja leválasztóporral (a homokot is, mert az sem tapadhat a következő réteghez). Most egy sík homokfelületet lát, amelyből kiáll a minta fele. Ezt is körbe kell venni homokkal. Ezért az alul levőre ráülletti a felső formaszekrényt, és földöntögi homokkal.

Óvatosan szétszedi a két formafelet, mindkettőből kiemeli a fél mintákat, ezután a formázószekrényeket újból összekapcsolva a formaüreg pontosan az öntvény alakját adja. (Az egyszerűség kedvéért a forró fém bevezető beömlőrendszer elkészítését nem taglaltam.)

⁶⁰ Id. MÁTHÉ János 1997, 67.

⁶¹ „...a teljesen felszerelt ágyú súlya legalábbis kétolyan nagy, mint a megfelelő öblözetű osztrák ágyú.” (Id. Z. BODOLA Lajos 1895, 137.)

⁶² „A két első ágyú tisztátalan, salakos masszából volt öntve, mely az olvasztáskor nem melegegett egyformán, s öntéskor még voltak benne egészen fel nem olvadt részecskék.” (Uo., 136.)

⁶³ MIKUS Károlyné – SZÁNTAI Lajos 1999, 12.

⁶⁴ EGYED Ákos 1979, 121.

⁶⁵ A formában rekedt gázok, gőzök eltávolítását szolgáló nyitott, függőleges csatorna.

⁶⁶ MIKUS Károlyné – SZÁNTAI Lajos 1999, 11.

⁶⁷ Id. Z. BODOLA Lajos 1895, 136.

⁶⁸ Id. MÁTHÉ János 1997, 67; EGYED Ákos 1979, 129.

⁶⁹ EGYED Ákos 1979, 132.

⁷⁰ Id. Z. BODOLA Lajos 1895, 136.

⁷¹ Uo.

6.5. Ágyúöntés Kézdivásárhelyen

Turóczi Mózes rézöntő szaktudása és jól felszerelt műhelye alapot adott az ágyúöntés kézdivásárhelyi megkezdéséhez. Már 1848. november 4-én ott volt a megbeszélésen Berde Mózesnél.⁷² Gábor Áron itt kapta a hivatalos megbízást ágyúöntésre, de innen hazatérve Turóczi is rögtön nekilátott a műhely berendezéséhez, sőt, meg is öntött egy ágyút.⁷³

Gábor Áron decemberben kezdett itt tevékenykedni. A következő év elején özönlöttek a harangok Kézdivásárhelyre. Komoly támogatás érkezett a kormánytól,⁷⁴ és a rézöntő műhely valódi hadiüzemmé vált. Nyolc részlege volt: ágyúöntő, esztergályos, lakatos, kovács, asztalos, kerekas, nyerges és szerszámkészítő. Ebben a gyárban teljes, felszerelt lövegeket tudtak előállítani.

Javítottak az öntési eljárásán. Már nem vízszintes helyzetben, hanem a formát körülbelül 30 fokban megdöntve készítették az ágyúcsöveket. Legfontosabb mégis, hogy Turóczinak „volt ideje, hogy semmi elhamarkodva ne történjék”.⁷⁵ Ami azonban az utalásokban felbukkanó, Turóczi feltalálta ágyúfúróit illeti,⁷⁶ Szabó Sámuel teljesen egyértelműen ugyanolyannak írja le a formakészítést, mint Gábor Áron előző műhelyeiben: maggal, eleve furattal öntve a csövet.⁷⁷ Eszerint az említett fúró inkább a csőfurat simítására volt alkalmas.

Itt figyelhetjük meg a háromszéki ágyúöntés legfejlettebb formáját. (5. ábra.) Az alábbiakban megkísérlem az alkalmazott technológia rekonstruálását a fennmaradt visszaemlékezések, az öntészet korabeli és a megelőző korokban alkalmazott eljárásai, valamint a mai gyakorlat fényében. Amit leírok, semiben nem mond ellent ezeknek, de természetesen fennáll a lehetősége, hogy ott és akkor (ha talán egészében nem is) részleteiben ettől eltértek.

Az öntőmintát eszterga segítségével kimunkálták, és az ágyú lövőhelyzete szerint függőleges síkban kettéfűrészelték. A két fél csövet nedves agyagos formázókeveréket tartalmazó formaszekrényekben lemintázták. A leírtakból eredően fölfelé álló csőcsapra valószínűleg légzőt vezettek, abból a levegő másként

nem távozhatott. (5. ábra, a balra lévő „4”). A beömlő és a mellette lévő légző hasonló lehetett, és hasonlóképp a tápfejen állhatott, mint amit ma harangöntésnél alkalmaznak. (5. ábra, jobb oldali „4”, „5”). A formát kiszárították, majd az űrméretnek megfelelő fúróval előlről kifúrták. (Itt, a nagyobb sorozat okán valószínűnek tartom, hogy ezt a furatot egy, az ágyú minta torkolati részéből kiálló hengerrel képezhették ki, így nem kellett külön lépésben megfúrni a formát.) A szétszerelt formába agyaggal vastagon bevont tölgyfa hengert helyeztek (5. ábra, „2”), melyet a torkolatnál a furat, a csőfarnál pedig egy háromágú vas magtámasz rögzített. (5. ábra, „3”; 1. ábra, „H”). A formát összerakták, és körülbelül harminc fokos szögben az öntögödörbe beásták. Ez a dőlés már elég lehetett ahhoz, hogy öntéskor az ágyú anyagából a szennyeződések és a gázbuborékok eltávozhassanak. Öntés után az ágyúcsövet tisztították, a csőfuratot fúróval simították, az ágyút felszerelték.

Kézdivásárhelyen Turóczi első, fúrt ágyúját nem számítva 63 ágyút öntöttek.⁷⁸

7. A Háromszéken öntött ágyúk (Összegzés helyett)

Háromszéken (illetve a szomszédos, udvarhelyszéki Bodvajban) 1848. novembere és 1849. júniusa között összesen hetvenegy ágyút öntöttek.⁷⁹ A Kézdivásárhelyen 1849-ben öntött 63 pedig a harctéri követelményeknek is megfelelt. A modern hadiüzemek által előállított ágyúk persze megbízhatóbbak voltak, a Gábor Áron öntötte lövegek hajlamosabbak voltak repedésre.⁸⁰ De azok a modern ágyúk olyan körülmények közt készültek, melyekről Háromszéken álmodni sem lehetett. Az adott viszonyok között ez a darabszám és minőség az elérhető maximum volt, olyan tetőpont azonban, amit egy átlagos mérnök képtelen lett volna elérni. A régi és az új technológiák leleményes ötvözése, valamint a szervezőmunka, amely lehetővé tette a kialakított új technológiával ennek a viszonylag magas darabszámnak az elérését, a háromszéki ágyúgyártás megteremtőjét, a székelő ágyúhóstit, Gábor Áront dicséri.

⁷² N. n. 1896, 102.

⁷³ Id. Z. BODOLA Lajos 1895, 136. Demeter Lajos figyelmeztetett a nagyon fontos körülményre, hogy időközben tisztázódott, ezt az ágyút fúrták! (Vö. EGYED Ákos 2008, 134–135, 160.) A Turóczi-féle fúrási módszert azonban a továbbiakban csak a furat utólagos megmunkálására alkalmazhatták, mert nagyon lelassította a munkát. (Vö. két bekezdéssel lejjebb.) Itt köszönöm Demeter Lajos észrevételét.

⁷⁴ Id. Z. BODOLA Lajos 1895, 137. (Hatvanezer forint pénzsegély.)

⁷⁵ Uo.

⁷⁶ Id. MÁTHÉ János 1997, 67; HEGYESI Márton 1893, 73. Vö. 73. jegyzet.

⁷⁷ SZABÓ Sámuel 1893, 2.

⁷⁸ Id. Z. BODOLA Lajos 1895, 136.

⁷⁹ Uo. (A szembenálló egyesült osztrák–orosz haderő 1849. júniusában 120 ágyú fölött rendelkezett. EGYED Ákos 1979, 198.)

⁸⁰ GYALÓKAY Jenő 1922–1923, 107. A sepsiszentgyörgyi ütközetben megsemmisült négy ágyúról írja: „vajjon az osztrák tüzéség rontotta-e valóban el őket, avagy pedig – a Gábor Áron-féle ágyúk rossz tulajdonsága szerint – elhasadtak a hosszantartó tűzharcban”. KINIZSI István 1894, 86. szerint egy, BÍRÓ Ede 1897, 11. szerint három ágyú hasadt meg a vöröstoronyi csatában, GYALÓKAY Jenő 1913, 10–11. szerint pedig négy, míg NYEPOKOJCSICKIJ, Artur Adamovics 1999, 116. szerint három a segesvári ütközetben.

Rövidítések

- BKL* = *Bányászati és Kohászati Lapok*, Pest, Budapest, 1868–.
EncBrit, II (1824) = *Encyclopaedia Britannica*, VI. kiadás, II. kötet, Edinburgh, 1824.
HK = *Hadtörténelmi Közlemények*, Budapest, 1888–.
TörtLapok = 1848–49. *Történelmi Lapok*, Kolozsvár, 1892–1904.

Irodalom

- AITCHISON, Leslie
 1960 *A History of Metals*, London.
 BIRINGUCCIO, Vanoccio
 2005 *Pirotechnia* [Venice, 1540] (angol ford., szerk. Smith, Cyril Stanley – Gnudi, Martha Teach), New York, 2005.
 BÍRÓ Ede
 1897 Három világrészben, *TörtLapok*, 1897. február 1., Kolozsvár, 10–11.
 BODOLA Lajos, id. zágoni
 1895 A Székely ágyúk története, *TörtLapok*, 1895. aug. 15., Kolozsvár, 136–138.
 CSIKÁNY Tamás
 2000 *Honvédtüzérség az 1848–49-es szabadságharcban*, Budapest.
 2007 A háromszéki kisháború 1848 decemberében, *HK*, CXX, 837–876.
 CSÍKI Sándor
 1998 Ágyúöntés és hadianyaggyártás Háromszéken 1848–49, *BKL Kohászat*, 131. évf., 7–8, Budapest, 245–250.
 DOLLECZEK, Anton
 1887 *Geschichte der Österreichischen Artillerie*, Wien.
 EGYED Ákos
 1979 *Háromszék 1848–49*, Bukarest.
 2004 *1848 erdélyi magyar vezéralakjai*, Marosvásárhely.
 2008 *Háromszék 1848–1849* (harmadik, bővített kiadás), Sepsiszentgyörgy.
 FFOULKES, Charles
 1969 *The Gun-Founders in England*, London.
 GÁBOR László
 1985 Gábor Áron (1814–1849), *BKL Öntöde*, 118. évf., 11, Budapest, 241–248.
 GYALÓKAY Jenő
 1913 A segesvári ütközet, *Erdélyi Múzeum*, XXX, Kolozsvár, 129–151.
 1923 A háromszéki hadjárat, 1849. július 16–24., *HK*, XXIII–XXIV (1922–1923), Budapest, 56–114.
 HEGEDÜS Zoltán
 1980 Az ágyúöntés technikája Magyarországon a XV–XVII. században, *BKL Öntöde*, 31. évf., 12, Budapest, 270–274.
 HEGYESI Márton
 1893 Felolvasás a Vasvári-kör ünnepi ülésén, *TörtLapok*, 1893. április 1., Kolozsvár, 72–73.
 IMREH István
 1987 *Székelyek a múltó időben*, Budapest.
 KINIZSI István
 1894 A „Sánta huszár” naplója, *TörtLapok*, 1894. május 1., Kolozsvár, 86–87.
 MÁTHÉ János, id.
 1997 A magyarhermányi vasgyártás története, *Acta (Siculica)* 1996/1, 61–72.
 McNEIL, Ian
 1990 *An Encyclopaedia of the History of Technology*, London.
 MIKUS Károlyné – SZÁNTAI Lajos
 1999 *Megemlékezés Gábor Áron halálának 150. évfordulójáról (Öntödei Múzeumi Füzetek, 4)*, Budapest.
 N. n.
 1896 TURÓCZI Mózes a székely ágyúöntő halála, *TörtLapok*, 1896. máj. 15. – június 1., Kolozsvár, 102–103.
 NAGY Sándor
 1896 *Háromszék önvédelmi harca 1848–49*, Kolozsvár.
 NEUMÜLLER, Dr. Otto-Albrecht
 1981 *RÖMPP vegyszeti lexikon*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
 NYEPOKOJCSICKIJ, Artur Adamovics
 1999 *Az erdélyi hadjárat orosz szemmel 1849* (ford. Rosonczy Ildikó), Budapest.
 ORBÁN Balázs
 1869 *A Székelyföld leírása*, III, *Háromszék*, Pest.
 PAPP Kálmán
 1984 A kökői hős, *HK*, XXIII–XXIV (1922–1923), 753–760.

REPORT Zoltán – LENGYELNÉ KISS Katalin

2006 A bodvaji vasgyártás technikátörténeti leírása, in: *A bodvaji kohó* (szerk. Demeter László), Sepsiszentgyörgy, 9–21.

RIEDERER, Josef

1984 *Műkincsekről vegyészszemmel*, Műszaki Könyvkiadó, Budapest.

SZABÓ Sámuel

1893 A székelyföldi ágyúöntőműhely 1848–49-ben, *TörtLapok*, 1893. jan. 1., Kolozsvár.

SZENTKATOLNAI BAKK Endre

1896 Miért haragszik a híres ágyúöntő Turóczi Mózes bácsi?, *TörtLapok*, 1896. márc. 1–15., 56.

VÉGVÁRI Ferenc

1993 *Fémes szerkezeti anyagok*, Gépipari és Automatizálási Műszaki Főiskola, Kecskemét.

Dificultățile turnării tunurilor pașoptiste din Treiscaune

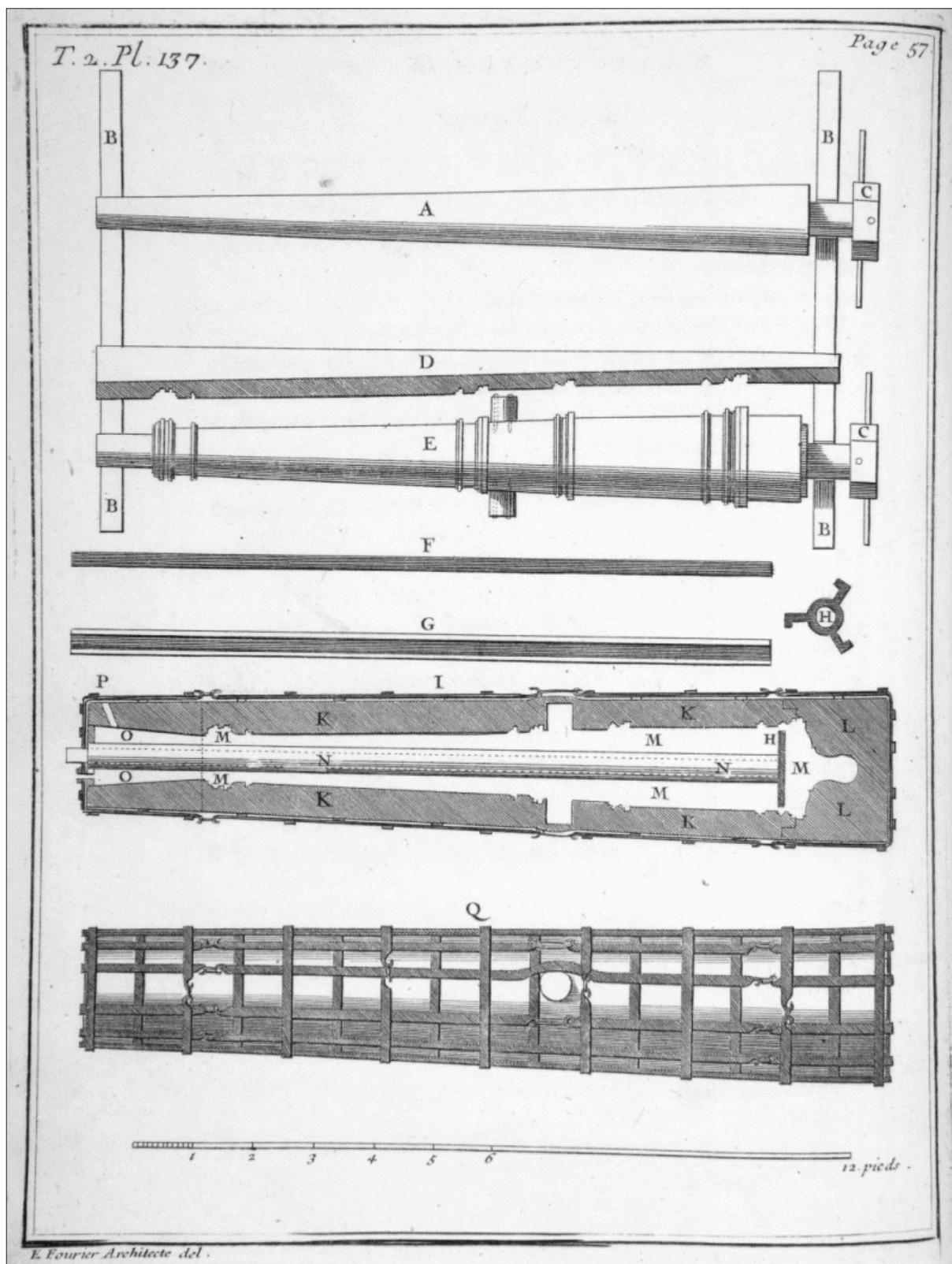
(Rezumat)

În perioada noiembrie 1848 – iunie 1849 în scaunul secuiesc Treiscaune (respectiv în colonia industrială vecină Bodvaj, din Scaunul Odorhei) s-au turnat în total 71 de tunuri. Cele 63 turnate în 1849 la Tg. Secuiesc făceau față calitativ și pe câmpul de bătaie. Desigur, industria modernă de arme grele producea tunuri mai bune, tunurile lui Áron Gábor prezentând un risc relativ mai mare de a crăpa în timpul luptei. Numai că acele tunuri moderne au fost confecționate în condiții pe care în Treiscaune nici nu se putea visa. În condițiile date cantitatea și calitatea realizată constituia maximum posibil și totodată o reușită de care un inginer mediu nu ar fi fost în stare. Combinarea ingenioasă a tehnologiilor vechi și noi, respectiv organizarea muncii, care a făcut posibilă această realizare, s-a datorat în primul rând eroului pașoptist secuiei Áron Gábor.

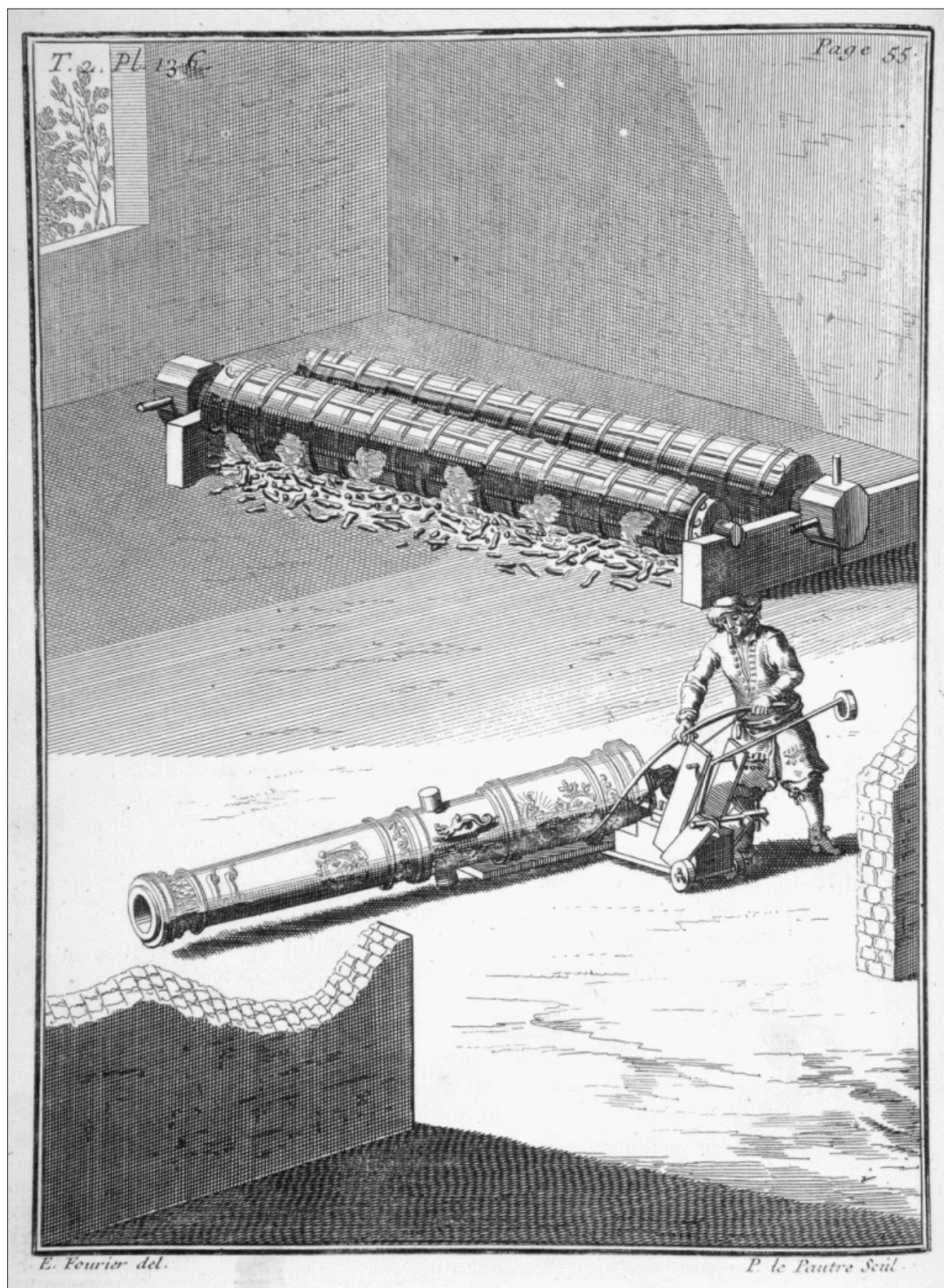
Hardships of gun founding in Háromszék in 1848–1849

(Abstract)

In the period between November 1848 and June 1849 in the Székely seat Háromszék (as well as in the neighbouring industrial colony Bodvaj, belonging to Udvarhely Seat) 71 guns were founded. The 63 guns founded in Kézdivásárhely (Târgu Secuiesc) stood the test even in the battlefield. Of course, the modern industry of heavy armament produced more reliable guns, Áron Gábor's guns were more disposed to cracking during battle. Those modern guns were founded in conditions that gun foundries in Háromszék never even dreamed about. Taking into consideration the given circumstances these guns were the maximum possible from both qualitative and quantitative aspect, a success that couldn't have been realized by a common engineer. The ingenious combination of old and new techniques, as well as organizing the work itself that made gun founding possible were due to the hero of the Revolution, father of gun founding in Háromszék, Áron Gábor.

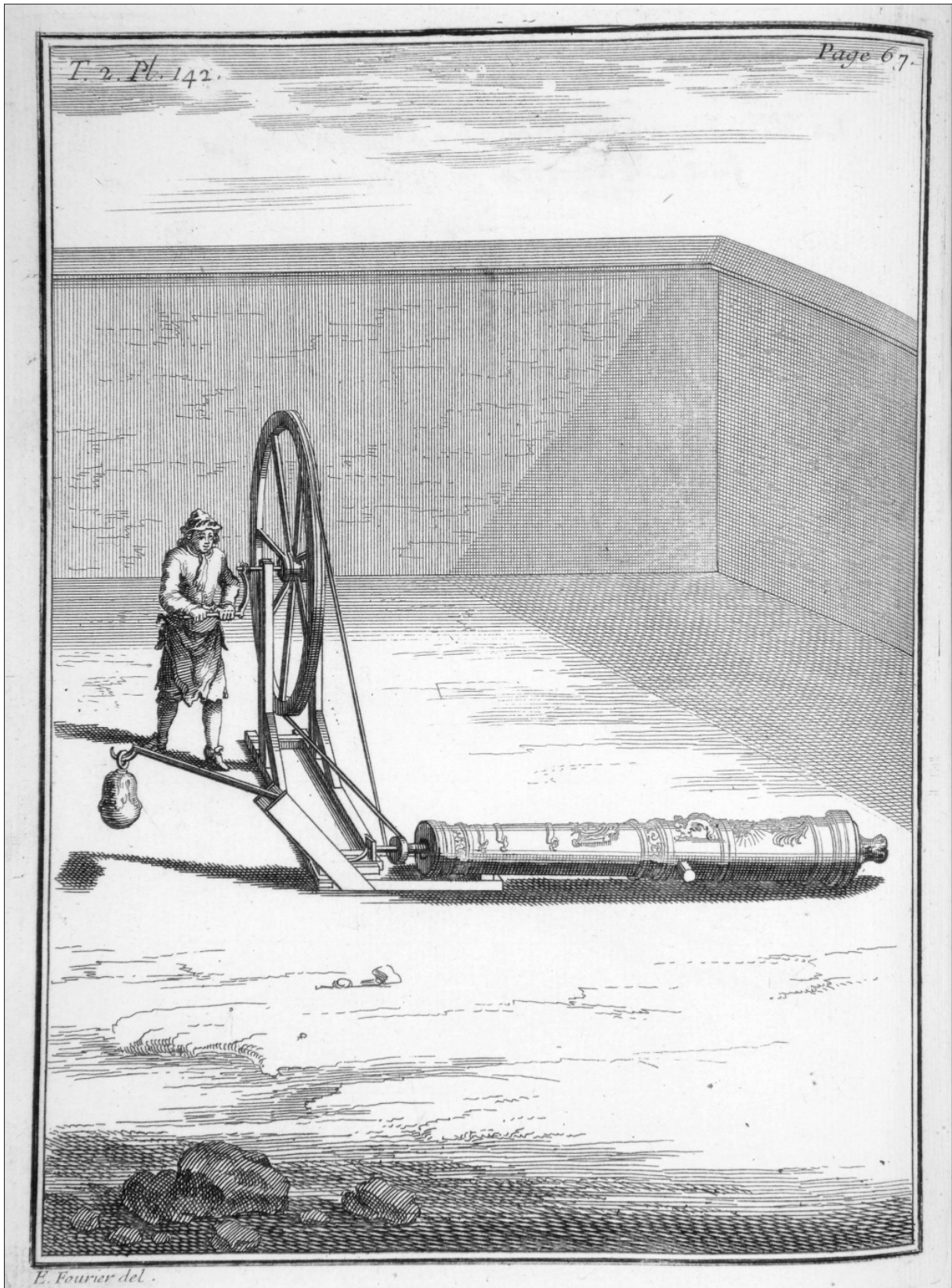


1. ábra Az öntőminta és az öntőforma elkészítésének lépései. (Surirey de Saint Remy, Pierre: *Memoires d'Artillerie*, Párizs, 1707.)
A. Pózna; B. Bak; C. Kézikerék forgatáshoz; D. Sablon; E. Kész minta; F. A mag hordozója (keményfa vagy kovácsvas);
G. A mag agyagköpenye; H. Magtámasz; I. Az öntőforma vasalása; K. Az öntőforma fő része; L. A csőfar öntőformája;
M. Az ágyúcsövet kialakító formaüreg; N. Az ágyú furatát kialakító mag; O. A tápfejet kialakító formaüreg;
P. A tápfejet kialakító formarész (itt külön elkészítve) ; Q. A kész öntőforma



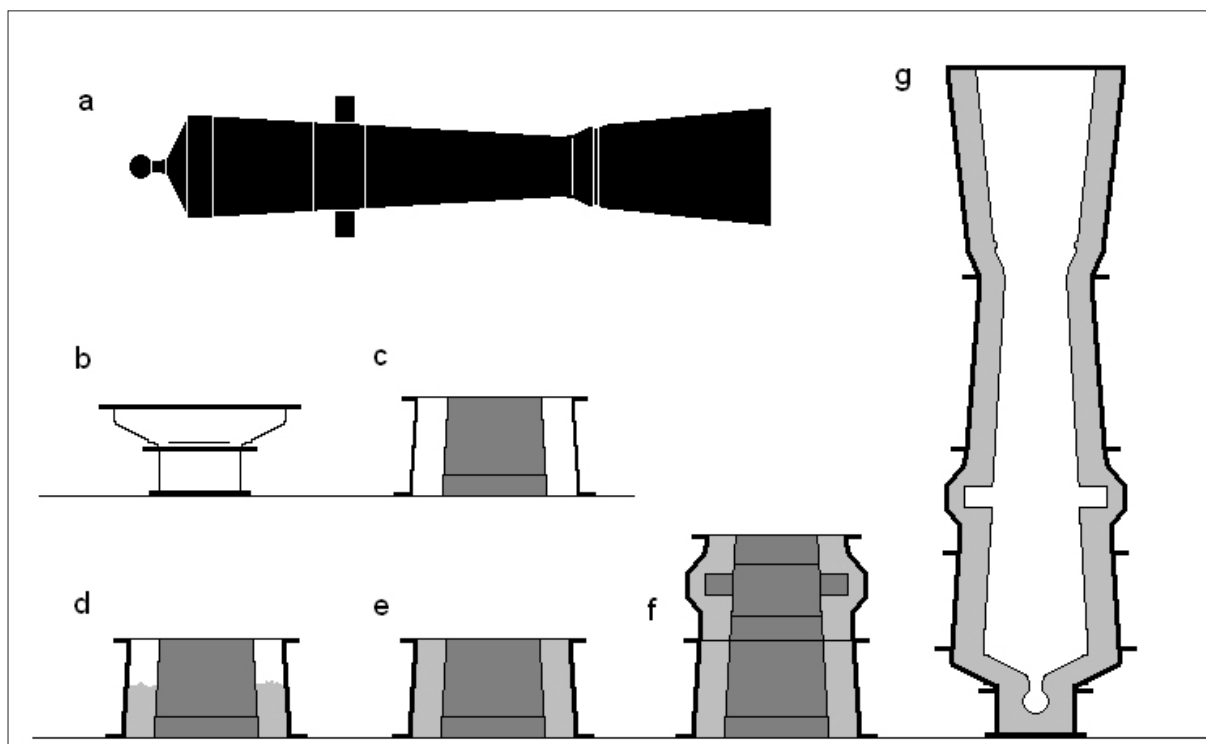
2. ábra

Az öntőforma égetése és a gyúlyuk fúrása. (Surierey de Saint Remy, Pierre: *Memoires d'Artillerie*, Párizs, 1707)



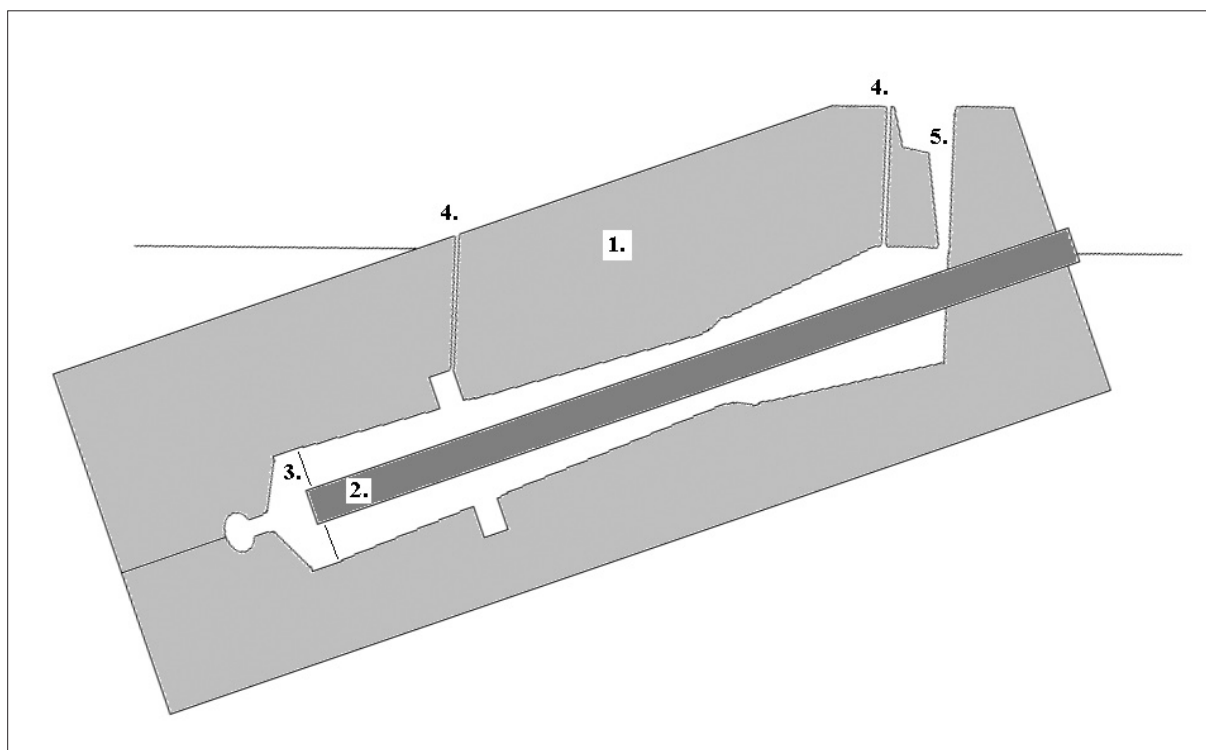
3. ábra

Az ágyúcső fúrásának régi módszere. (Surierey de Saint Remy, Pierre: *Memoires d'Artillerie*, Párizs, 1707)



4. ábra Ágyú formázása formaszekrényvel öntőhomokba.

- a. A kész öntvény a tápfejjel; b. A csővéggomb és a csőfar formaszekrénye; c. A legnagyobb átmérőjű rész formaszekrényének (fekete) metszete, benne a minta (sötétszürke); d. Mint az előző, de homokkal (világosszürke) félig földöntgölve; e. A legvastagabb rész elkészült formája (világosszürke) a benne hagyott mintával; f. A következő formaszakasz elkészülte; g. Az összeállított öntőforma



5. ábra

A Turóczi-műhelyben alkalmazott eljárás egy lehetséges módja. 1. Öntőforma; 2. Mag; 3. Magtámasz; 4. Lélegző; 5. Beömlő