

## A Börzsöny-hegység egykori nemesfém-kohászatáról

Az utóbbi években több dolgozat foglalkozott Magyarország vaskohászata történetének egyes kérdéseivel. De úgyszólván teljesen feldolgozatlan a színesfémkohászatunk története. Pedig hogy hazánk jelenlegi területén is folyt ilyen kohászat, arra néhány éve már rámutattunk.<sup>1</sup> A jelen alkalommal a nagybörzsönyi nemesfémhányászat kohósításával kívánunk foglalkozni.

A nagybörzsönyi nemesérc-bányászat ugyan országos jelentőségűvé soha sem vált, de azért, mai területünkön — Telkibányán kívül — mégiscsak az egyetlen komolyabb arany-üzstbánya volt egy rövid ideig a középkorban.

A nagybörzsönyi bányászat történetével foglalkozott *Pantó*<sup>2</sup>, majd *Schleicher*<sup>3</sup>; utóbbi egészen röviden érintette az általam az MTA-nak bejelentett, eleinte még középkorinak vélt, alább bővebben ismertetendő kohó kérdését is.

A nagybörzsönyi kohászat emlékei részint okiratiak, részint a található salak utal egykori kohósításra. Ha az okiratok, amelyek a bányászkodást bizonyítják, a régebbi időben kohóról nem is tesznek említést, de, amint más helyen már rámutattunk<sup>1</sup>, a fennforgó körülmények között bizonyos, hogy a kohósítás is itt történt. Különben is van adat, hogy 1610-ben több selmeci bányapolgár felmérte a börzsönyi régi bányákat és akkor a bejárás alkalmával „kohók . . . nyomai is látszottak, de már mind vastag fákkal voltak benöve.”<sup>4</sup> Az itt található salak mennyisége általában igen kicsi. Ezen nem is csodálkozhatunk, hiszen *Pantó* (i. h.) a középkorban, a legjelentősebb előforduláson (Fagyosforrás) termelt ércek mennyiségét, ha azok dúsak is voltak, mindössze 100 m<sup>3</sup>-re becsüli.

Még azt sem tartom teljesen kizártnak, hogy valamikor, talán a XVIII. században, a feltételezhetően mégis csak egy helyen előforduló salakot elfuvarozták és valamelyik felvidéki kohóban újra feldolgozták. A salakok nagy arany- és üzsttartalma ezt, véleményem szerint, indokoltá tehetné volna.

Hogy következtetéseket vonhassunk le egy kor kohászatára, tudnunk kell, hogy a található maradványok mely időszak kohósításából származnak. A Börzsöny-hegység (nyilván a későbbi Nagybörzsöny vidéke) bányászatára utaló első adatok Banyapatak, illetve fons Bana

<sup>1</sup> *Vastagh Gábor*, Kohászati Lapok, 95, 231 (1962).

<sup>2</sup> a) *Pantó Gábor*, Földtani Közöny, 79, 421 (1949);

b) *Pantó Gábor* és *Mikó Lajos*, Földtani Intézet Évkönyve, 50, 1 (1964).

<sup>3</sup> *Schleicher Aladár*, MTA Műszaki Osztálya Közleményei, 9, 415 (1953).

<sup>4</sup> *Pécs Antal*, Alsó Magyarország bányamívelésének története. II. köt. (1887), 113.

névvel 1258-ból, illetve 1270-ből valók<sup>5</sup>. Később Nagybörzsöny bányászatát határozottan említik az 1312., majd 1416. és 1439. évekből.<sup>6</sup> Az ezen évek által határolt, nyilván azért valamivel 1258 előtt kezdődött időszakban folyhatott tehát a legintenzívebben a bányászat. Erre utal az is, hogy a község ún. bányásztemploma (az egyetlen magyarországi, a múltból származó épület, amely a bányászok ősi jelvényét, az ék és kalapácsot viseli!) 1417-ben épült.<sup>7</sup> A bányászat a XV. század első felében megszűnt és ezzel le is zárult Nagybörzsöny rövid ideig tartó kis fénykora (*Schleicher* i. h.). A Börzsöny-hegységben szétszórta található, nemesfémolvasztásból eredő salakok tehát ennek a korszaknak XIV. századtól a XV. század első feléig a nálunk elért színvonalát képviselik.

Nagybörzsöny határában a legtöbb salak a Keresztvölgy patak völgyében a Fagyosforrás („Fagyosasszony”) közelében található. Errefelé van a Rózsahegy nagyszámú, ha nem is nagy terjedelmű középkori bányaműveleteinek a maradványa, és *Pantó* (i. h.) ezt a helyet a térképén kohósításra utaló jelzéssel látta el. A salak viszonylag nagyobb területen van szétszórva. Bizonyos az is, hogy a salak egy részét az évszázadok alatt a patak is elmosta. A Keresztvölgyben, még annak legalsó részén is, lehet néha salakdarabkákat találni. Azonban jelenkori tevékenység (erdei vasút, bányászati újrafeltárás, felvonulási épületek) azt teljesen szétszórta és elfedték. Legujabban azonban a Fagyos-forrás környékén egy jókora andezit-darabra ráfolyva olyan salakot találtam, amely ólom, arany stb. mellett rezet is tartalmaz. Ez a lelet egyébként egyuttal utalást ad arra is, hogy az egykori kemence helyét a terület melyik helyén kell keresnünk. Épületmaradványnak nincs nyoma.

Ettől a helytől felfelé mintegy 150 méterre, a Jágerkúti-patakba a baloldaltól ömlő kis névtelen patak-völgyecskében is a székérúton két helyen salak található. Épületekre utaló vagy más nyom itt sem látható — bár az igen sűrű fiatalos erdő a keresést meg is nehezíti. Nyilván ez a kohóhely is az említett műveletek érceit dolgozta fel. A salak mennyisége azonban itt nagyon kevés. A Rózsahegy másik oldalán, a Kovácspatak völgyében is kellett kohónak állnia. Legalább is a patakmederben többször találtam salakdarabokat, és ezek alulról egészen a mai kutatók által „Ludmilla-altáró”-nak nevezett (újkori) tárnáig követhetők. Talán a Ludmilla fölött elég magasan a hegyoldalon látható, és a hányója nagysága alapján nyilván termelő táro érceit dolgozta fel ez, vagy a ma Rózsabányának nevezett tárnák termékeit. A jelenkori kutatások nagy hányóival teljesen megváltoztatott, erősen el is posványosodott völgyben behatódott keresés lehetetlen.

Igen érdekesnek találom, hogy a ma ismert nagybörzsönyi ércesedés területén kívül, sőt attól elég messze is találtam ugyanilyen jellegű, tehát középkori salakot. Ez a Csarnavölgyben van, az erdei vasút 35-ös hektométer-jelénél. A salak mennyisége ugyan itt kicsi, de azért az előfordulás félre nem ismerhető. A jelenkori bányászati kutatás mit sem tud e helyről és jellegzetes nyomokat (beomlott tárnaszájak, horpadások) nem regisztráltak. A bányászokodás nyilván az említett helytől 400 m-rel feljebb, a fővölgybe torkolló Drinóvölgyben folytott.<sup>8</sup>

<sup>5</sup> *Georgius Fejér*, Codex diplomaticus IV/2. köt. 472, illetve Monumenta ecclesiae Strigoniensis I. köt. 580. l. — Könnyen lehet, hogy ezen első bányaművelés maradványai a Nagybörzsöny közvetlen közelében emelkedő Kecskébérc horpadásai. Ebből az időből származó kohászati maradványra persze nem számíthatunk már. Ezen adatok szíves közléséért dr. Heckenast Gusztávnak tartozom köszönettel.

<sup>6</sup> *Fejér* idézett mű alapján az adatok összegyűjtvék *J. Kachelmann*: Das Alter und die Schicksale des ungrischen Bergbaues (1870). 70., 95. és 110.

<sup>7</sup> Pestmegye Műemlékei (1958), 500.

<sup>8</sup> Legalább is erre lehet következtetni abból, hogy a XVIII. század második felében folyt a Drinóvölgyben kutatás nemesércre, sőt adományozás is történt; még mininális termelés lehetősége sinces kizárva (amit azonban Selmecre szállítottak). A selmeci bányászati levéltár okirata szerint ekkoriban a Drinóvölgyben („Thal Drienova im Peröcsényer Gebürg”) üzemen kívül állt a Máriatáró és a Szentháromságtáró. HKG 1776, No 88, 853. Ezt az adatot *Kiszely Gyulának*, a Kohászati Történelmi Bizottság titkárnak köszönhetem. — Továbbá Országos Levéltár Esterházy hercegi család levéltári anyaga (a továbbiakban OLE), Acta Dominiorum

Csak okirati emléke van egy rövid ideig tartó kohósításnak, ami Szokolyahután (a mai Királyréten) történt. Eszerint egy Torkos nevű bányapolgár, akinek a perőcsényi hegységben voltak arany- és ezüsbányái (minden bizonnyal a mai Bányapusztán és környékén, ahol nagyszámú régi akna és tárna nyoma látszik), létesített „circeiter 1700” a szokolyai határban egy ezüstkohót. Azért itt, mert itt a vízierő kedvezőbbnek látszott („gratia defluens aquae”). Ez egyszer leégett, majd — újra felépítve — a Rákócezi-féle hárceokban („tumultus Rákóceziensis”) 1703-ban végleg elpusztult.<sup>9</sup> Hogy ez nem lehetett jelentéktelen létesítmény, mutatja, hogy az épület romjait, továbbá a régi vízduzzasztó rendszer maradványait még feltünteti egy 1771-ben és egy 1774-ben készült térkép, utóbbi tévesen vaskohó romjának mondva azt.<sup>10</sup> A térképek alapján látható, hogy ez a régi ezüstkohó a később ott épült és szintén régen eltűnt vaskohó helyén állott, és így ma már semmiféle nyomát nem lehet látni.<sup>11</sup>

A nagybörzsönyi kohászatnak időrendben utolsó, viszont még ma is jól látható emléke a Börzsönyi-patak völgyében látható kohó-rom.<sup>12</sup> Ez a kohó *Schleicher* megállapítása szerint (i. h.) 1777-ben épült, de úgy látszik, csak rövid ideig dolgozott. Mint ugyanis a közelmúltban végzett bányászati kutatás mutatta, a nagybörzsönyi érc-előfordulás gyakorlatilag már kimerült. Hogy az egykor ezen kohót felépítő bányatársulat a hegységnek pontosabban melyik részén („Seegenthal”) dolgozott, ma már nem állapítható meg.\* Az esztergomi Primási levéltárban található adat<sup>13</sup> szerint volt itt egy téglából épült „Probier-Ofen”, egy kőből épült, befedett kohópület („Schmöltz-IIütte”) két kemencével és három pörkölő-páhollyal.<sup>14</sup>

A kohó két nagyobb és hozzájuk csatlakozóan egy kisebb helyiségből állott. A falai habarcsmentes, ún. „hideg” falazattal vannak felhúzza. A baloldali helyiségben, több kisebb, erősen elsalakosodott, andezit-darab mellett egy jókora andezit-kötömb volt látható, amelybe egy lefolyó-csatorna volt vésvé.\*\*

A kohó helyének a kiválasztásánál nyilván szem előtt tartották, hogy az a két patak (a Bányapusztai és a Kováspatak) egyesülése alatt nyáron is elegendő hajtóerőt tudott biztosítani a fűvókat hajtó vízikereknek, amellet itt még elegendő esést is tudtak rövid távolságon, tehát viszonylag kisebb befektetéssel kihasználni. Az egykori, a felvizet vezető árok a kohó mögötti lankán még jól kivehető, és a völgyben felfelé is követhető közel 100 méteren át. A kerékről elfolyó alsóvíz árka szintén igen jól kivehető. A kohó mellett, látható egy salakhalom, de a patak felé eső lejtő is tele van salakkal. A salakhalomból szemmel láthatóan a jelenkorban ismeretlen célra néhány m<sup>3</sup>-nyi anyagot elhordták.

A kohóval pontosan szemben, a patak bal oldalán furcsa helyiségek nyomai vannak. Amennyire a jóval rosszabb megtartású nyomokból és az erősen bozotos helyen megállapítható, három, egymás mellé épített, kb. 6,9 m hosszú és egyenként 1,8 m széles cella van itt, majd tőlük kb. 3-m-re még egy velük párhuzamos fal. Nyilvánvaló, hogy ezek pörkölő-páhollyok

Buják etc. 1777, No 36. „Az Perőcsényi Hegységben . . . az Drinó patak nevezetűben két helyen némely régi behulladozott gödörnek vagyis lukaknak jeleit” kutatta a tisztartó, és onnan mintát is küldött be. Nyilván ezek a „régii gödrök” a középkori műveletek horpadásai voltak.

<sup>9</sup> OLE Simonyi Gáspár inspektor iratai 1727 ad No 2.; és szinte szösz szerint megegyezően Repos. 23, Fascisc. FF No 1925.

<sup>10</sup> OLE Repos. 23, Fascic. FF No 1948; és Esterházy-térképtár XIII. 491.

<sup>11</sup> *Vastagh Gábor*, MTA Műszaki Osztálya Közleményei 25, 145 (1960).

<sup>12</sup> Erre a romra e sorok írója hívta fel, 1950-ben tett bejelentésével, *Schleicher* (i. h.) figyelmét.

<sup>13</sup> 1777. február 22-én kelt „Relation über die Deutsch-Pilsner Befahrung”. Ezt az okiratot *Schleicher* már említi.

<sup>14</sup> Az iratban szösz szerint „Raass-Stätte” áll. Ilyen formában a kifejezés teljesen ismeretlen és nyilván elírás „Röst-Stätte” helyett. A sok másolási hibára *Schleicher* is rámutat.

\* *Dr. Gindl József*, Selmezbánya szives közlése szerint (egy 1781-ből származó térkép, valamint egy 1772-ből származó bányabejárás) nagyon valószínű, hogy a „Seegenthal”-i műveletek a mai Kováspatakra vonatkoznak.

\*\* Ez a nagy kődarab azóta megmagyarázhatatlan módon eltűnt.

voltak. Az említett okirat valóban említ is 3 pörkölt-helyet. A távolabbi fal talán az egykori ércraktár maradványa. A pörkölt-páholyok régen a legegyszerűbb kivitelben valóban csak hosszúság, három oldalukon alacsony fallal határolt terek voltak.

A kohótól felfelé mintegy 100 m-re, a patak meredek bal oldalán szemmel láthatóan valamilyen kemencéből származó téglák találhatók. Részint olyanok, hogy vastag salakréteggel vannak bevonva, azzal teljesen összeolvadva, részint a kemence távolabbi részéből valók, ahová a salak már nem, csak a szálló por jutott el, ezeknek szép zöld színű mázzá lett a bevonata. Valószínűleg itt állhatott az idézett okirat téglából épült „Probier Ofen”-je. Ezt a szót ugyan kémle-kemencével szoktuk fordítani, de a jelen esetben talán mégsem a nemesfém-tartalom dokimásztikus meghatározására használt kémle-kemencéről volt szó. Hiszen ezek a kémlepek már a XVI. század leírásai és ábrázolásai szerint (Agricola, Ercker) asztalra helyezett, talán 60×60 cm alapfelületűek voltak és bennük kis téglékben, kb. 5-g-os bemérésekből történt a „kémelés”, holott az itt talált téglák egy része vastagon össze volt olvadva. Úgy véljük, hogy talán a kohósítási folyamat kikeresésére szolgáló, ma úgy mondanók: félüzemi nagyságú kemence lehetett ez.

Az egész kohóban a legérdekesebb a két helyiséget ma elválasztó falszerű alakulat. Ez a megmaradt falaknál magasabb és vastagabb, így az eredeti mérete nem állapítható meg. Annyi azonban bizonyos, hogy nemesek elől, a bejáratnál, nem ért a kohóépület faláig, hanem hátul sem. Valószínűtlen, hogy ha elválasztó falat akartak volna, a két helyiséget mindjárt két ajtóval kötötték volna össze. Ez a „fal” tehát nem más, mint az a, valóban falszerű építmény, amelyhez mintegy támaszkodva építették a régi kemencéket. A vastos, bő törmelék pedig az egykori kemencék anyagát rejti! Az ilyen építésmódot láthatjuk Agricola több ábráján, de még Schlüter 1738-ban megjelent könyvében is megtaláljuk a nyomát. Általában a fal mögött voltak elhelyezve a fújtatók. A mi esetünkben ugyan nem érthető, hogy a baloldali helyiségben volt a legtöbb kemence-darab található, viszont a vizikerék gerendelye, amely a fújtatókat működtette, is ebbe a helyiségbe kellett hogy érjen. Hogy milyen típusú kemencék voltak itt, arra csak a romoknak a feltárása tudna felvilágosítást adni.

A területünk középkori kemencéire semmi lelet nem utal; így sajnos azt sem tudjuk, milyen anyagból készültek azok. Nyilván csak kicsi kemencék lehettek. Egyébként ilyenekre az irodalomban sem ad felvilágosítást.<sup>15a</sup>

Érdekesebb látszott ezek után a salakok kémiai vizsgálata, annál inkább, mert, legalábbis a középkor ezen időszakából, alig ismeretes ilyen analízis. A következő salakokat vizsgáltam.\*

1. Fagyosforrás. Sötét, üvegszerű.
2. Fagyosforrás. tömött, sötét, csak kevés üvegszerű, folyási struktúrával.
3. Fagyosforrás átlagolva: egy világosszürke, kemény, helyenként földes jellegű, folyási struktúrával — egy sötét, szurokszerű darab — egy olivzöld, üveges darab — egy kékes üvegszerű darab — két sötétkékes üveges darab.
4. Fagyosforrás fölötti előfordulásról. Sötét, majdnem fekete, inkább földes jellegű.
5. A Kovácspatakban talált ökölnyi, sötétszürke, eléggé üveges.
6. A Csarnavölgyből egy fekete, üveges darab és egy csak belül üveges darab (utóbbi hólyagjain malachit-kivirágzások) átlaga. Nem történt teljes analízis.
7. A XVIII. századi kohóból, „lávászserűen” hólyagos, földes, igen kemény, alig megtörhető darab.

(Az összetétel százalékokban, az arany- és ezüst-tartalom g/t-ban van kifejezve. — ? = nem történt analízis.)

<sup>15a</sup> Közelebbről nem datált „középkori” ólomvasztó kemence rajzát közli R. F. Tylecote, Metallurgy in archaeology (1962), 78.

\* A salakok elemzésében dr. Szabolcs Lajosné működött közre. A lágyuláspontokat dr. Gedeon Tihmér határozta meg.

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.
SiO <sub>2</sub>	46,83	44,99	45,87	33,69	58,00	45,60	45,49
PbO	1,21	1,07	1,30	1,72	1,78	1,99	1,05
ZnO	7,12	9,50	7,90	15,87	5,35	8,79	6,82
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	20,73	25,97	14,90	29,70	12,99	?	21,24
MnO	1,96	2,74	2,68	0,85	0,60	?	1,69
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12,83	7,40	15,63	8,49	11,34	?	10,63
CaO	8,52	7,70	9,06	9,36	9,71	?	13,04
Cu	—	—	—	—	—	0,29	—
Összesen	99,20	99,37	97,34	99,66	99,77	—	99,96
Au	29	158	54	100	50	260	100
Ag	73	70	51	82	15	57	45
Lágyuláspont	1100°	1150°	?	1130°	1160°	?	1190°
Olvadáspont	1160°	1230°	?	1260°	1210°	?	1220°

Valamennyi salakban nyomokban kimutatható volt arzén és bizmut, valamint gyenge nyomokban szulfid. Rezet a salakokban nem lehetett kimutatni, kivéve a 6. számú mintát. A 4. számú minta bizonytalan nyomokban kobaltreakciót adott.

A salakok összetétele, a nyilván nem egyforma ércösszetétel miatt, a még kellően ki nem alakult technológia miatt (hiszen a középkori salakok eredete is több mint 100 évnyi időtartamot ölel fel) eltérő. De azért bizonyos egyezés mégis felismerhető. Így a 4. és 5. kivételével a kovasav-tartalmuk egyforma; sőt az újkori salak kovasav-tartalma is belesik ebbe. Meglepően egyforma az ólomoxid-tartalom, sőt a vastartalomban is találunk bizonyos hasonlóságot. Nagyságrendileg egybevetethetők az arany- és az ezüst-tartalmak is. Meglepően közel áll egymáshoz általában a megvizsgált lágyulás- és olvadáspontja is (továbbá két, meg nem analizált a Fagyosforrástól 1160°, illetve 1240°, és a Kovácspatakából 1180°, illetve 1260° volt). Figyelemreméltó, hogy a középkori salakok általában megegyeznek a XVIII. századival összetétel szempontjából.

A salakok összetételéből, de az ércesedés jellegéből is, következik, hogy a kohósítás az évezredek óta gyakorolt ólmosító olvasztással történt. Az ezüst (valamint az előfordulások nagy részében azt többé-kevésbé kísérő arany) a legtöbb érctelepen ólom-ércekkel van társulva. A nagybörzsőnyi ércesedés ismertetésénél *Pantó* mindúntalan rámutat a galenit (ólomszulfid) bő előfordulására. Az ólmosító eljárás lényege, egészen leegyszerűsítve az, hogy az érceket többnyire előbb pörkölik: fahasábokra rétegezik, fával vagy faszénnel váltakozva, és az elegyet meggyújtják. Az égés folyamán a kén-, valamint az arzén-tartalma csökken, ami későbbi kohósítás miatt kívánatos. Ezután az ércet megfelelő redukciós kemencében faszénnel, a tüzet fűjtatással élesztve, olvasztják. Eközben az ólom — itt nem részletezhető folyamatok révén — fém-ólomra redukálódik, és ez magába veszi az ércek nemesfém-tartalmát is. Egy másik folyamatban azután (és más szerkezetű kemencében is) a kapott ólom-regulust („dúsólm”) megolvasztják és ilyen állapotban levegő-áramot fűjtatnak rá. Az ólom oxidálódik és a keletkező ólomoxidot az ömledék tetejéről folyton lehúzzák. Ez az ólom ún. „űzése”. Így megy ez, amíg csak a végén a már nem oxidálódó nyersezüst (még tisztátalan ezüst, amely az aranyat is tartalmazza) marad vissza. Ennek tisztítását, továbbá az arany és ezüst „vátását” már nem a kohómű végezte, hanem a régi időben kizárólag kincstári beváltóhely, vagyis a többnyire a pénzverést is végző bányakamara. Olyan esetekben, ha a bányászott ércek ólomtartalma túl alacsony volt, megtörtént, hogy az ólmosító olvasztáshoz messziről kellett ólmot vagy ólomércet várarolni. A lehúzott ólomoxidot persze, az ércekkel együtt, ismét feladták az olvasztó-kemencére.

A salakjaink ólomtartalma bizonyít az egykori ólmosító olvasztás mellett, illetve folyománya a feldolgozott ércek jelentős galenit-tartalmának. A talált, az ólomtartalmaknál is nagyobb cinktartalom pedig az ércek szfalerit (cinkszulfid) tartalmából folyik.

Sajnos, a nagybörzsönyi ércekről *Pantó* (i. m.) teljes elemzést nem közöl, csak a Pb-és Zn-tartalmakat ismerteti (a nemesfém-tartalom mellett). Egyetlen mintáról közli csak részletesebben az összetételt: 3,81% Pb, 20,77% Bi, 30,00% As, 22,89% Fe, 18,72% S, alárendelt Sb, Zn, Co, Cu stb. mellett; a többi adatai (ismét a nemesfémek mellett) csak egyes minták ólom- (0,8—3%) és cink- (0,3—4,8%) tartalma mellett két vas- (5,3 és 24%), két bizmut (0,5 és 0,8%) és egy réztartalmára (0,5%) vonatkoznak. De a feltárások legtöbb helyén megtalálta az arzenopiritet, sok helyen különböző bizmut-ásványokat is, így bizonyosak lehetünk, hogy a kohósításra kerülő ércekben As és Bi mindig volt jelen. Hogy a salakokban ezeket mégis csak nyomokban lehetett kimutatni, annak oka, hogy az arzén túlnyomó része az ércek pörkölésénél (és az olvasztásnál) elillan. Tudvalevően az ércek szulfid-tartalma az arzének a pörkölés alkalmával történő elillanását erősen elősegíti.<sup>16</sup> Ez annál jelentősebb, mert hiszen bizonyosak lehetünk, hogy ez a pörkölés még nem lehetett tökéletes. Ugyancsak elillan az itteni ércekben egyébként csak alárendelt mennyiségű antimon is. A bizmut viszont az ólom-regulusba megy, és ezért nem található a salakban.

Nyilván zavaróan hatott az ércek nagy cink-tartalma. A primitív pörkölés esetén jelentős ZnS-tartalom maradhatott az adagban, ami tapadékok képződését, ezüstvesztéséget, a salak nehéz folyását eredményezte.

A 6. számú salak réztartalma nyilván nem jelenti azt, hogy az valamilyen más, esetleg réz nyerésével járó olvasztás eredménye lenne. Teljes bizonyossággal persze csak akkor mondhatnók ezt ki, ha ismernők a Drinó-völgy ércesedését.

Az ércek szorosabban vett meddő-tartalmáról semmit sem tudunk. De ismerjük a nagybörzsönyi ércesedést kísérő agyagásványt, amely 42,1—44,9% SiO<sub>2</sub>, 29,3—32,5% Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 1,0—5,5% Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0,05—0,10% MnO, 2,4—6,7% CaO és 0,7—1,1% MgO-ot tartalmaz.<sup>17</sup> A kézi válogatással, részben zúzással és iszapolással dústított érc került tehát kohósításra. *Pantó* a fagyosforrási bányákra ezt az egykori zúzó meddőhányója alapján következteti, a XVIII. századi műveletré pedig az említett okirat említi a zúzót és mosót. A vizsgált salakok vastartalma a fentközölt érc-elemzésekéből, valamint a kísérő meddő agyagásvány vastartalmaival, úgy véljük, eléggé magyarázható, hasonlóképpen az alumíniumoxid- és a mésztartalom is, és nem kell adalékanyag alkalmazását feltételezni. Egyedül a mangánoxid-tartalom az, ami az agyagásvány Mn-tartalmához képest egy kissé magasnak tűnik.

A salakok kovasav-tartalma általában elég magas és alacsony a vastartalma; e tekintetben hasonlít az összetételük a hasonló, ólmosító eljárással dolgozó zsarnócai ezüstkohó XVIII. századi salakjaiéhoz.<sup>18</sup> Az ólmosító olvasztásból eredő salakok kovasav-tartalma csökkenni és vasoxid-tartalma nőni inkább csak a XIX. században kezd, amint ezt a selmeci, fernezelyi stb. adatok mutatják.<sup>19</sup> Érdekes azonban, hogy az említett, gasteini XV. századi salakok kovasav-tartalma csak 36%, vasoxid-tartalma viszont 46,5% volt.<sup>15b</sup> Ez utóbbi salakok tehát már abba a nemesércolvasztásra különösen kedvező ferrites típusba tartoztak, amelyek a lehető alacsony olvadáspontot (1110° vagy 1146°) biztosítják.<sup>20</sup> A mi salakjaink ettől a kedvező összetételtől

<sup>15b</sup> A késő-középkorból, a XV. századból származó arany-ezüst-olvasztó kemencéket ismertet *W. Witter*, *Metall und Erz*, 30, 294 (1933). Ezek a Gasteini völgyben létezett kemencék azonban már meglehetősen fejlett konstrukciót képviseltek.

<sup>16</sup> *V. Tafel* és *H. W. Loose*, *Metall und Erz* 28, 422 (1931).

<sup>17</sup> *Erdélyi János*, *Koblencz Vera* és *Tolnay Vera*, *Földtani Közöny* 87, 400 (1957).

<sup>18</sup> *Schelle Róbert*, *Bányászati és Kohászati Lapok* 17, 4 (1884).

<sup>19</sup> *Faller Károly*: A fémkohászatban kézikönyve. I. köt. (1896) 399; II. köt. (1898) 103. és 131.

<sup>20</sup> *E. J. Kohlmeier*, *Metallwirtschaft* 11, 499 (1932). Sajnos, ez az érdekes dolgozat Magyarországon nem volt található és csak referátumokból ismerem.

még eltértek, ezért is van, hogy az olvadáspontjuk az említett értékeknél magasabb. Egyébként a nagy cink-tartalom okozta nehézségeket is csökkentette volna, ha magasabb vastartalmú salakkal tudtak volna dolgozni, amit pl. vastartalmú adalékkal lehetett volna elérni. Figyelemreméltó egyébként, hogy az 1777 körül működő kohó salakja összetétele nem tér el a középkoriakétól.

Érdekes, hogy a salakok ként (szulfidot) legfeljebb nyomokban tartalmaznak.

Hogy a folytatott kohósítás mennyire volt eredményes, mennyire állhatott az akkori (feltételezett) színvonalon, össze kell hasonlítani a salakok hasznos fémtartalmát más régi salakokéval. Hasznos fémnek számít az arany—ezüstön kívül az ólom is. Még ha nem is tartjuk valószínűnek, hogy fémes ólomot is termeltek volna itt, de érdekes volt az ólom-tartalom az egykori kohászok számára, mivel ez a leírt folyamat miatt feltétlenül szükséges volt. Nyilván az üzescor keletkező ólomoxidot újra feladták az olvasztáshoz és nem kellett idegen ólomércet beszerezni. Nyilván így kell érteni *Pantó* (i. h. b) megállapítását, hogy az itteni bányászati hasznát a nemesfémeken kívül az ólom hozta meg. Annál érdekesebb ez a vizsgálódás, mert középkori salakokra ilyen adatok alig ismeretesek.

A mintegy Kr. e. 600-tól 100-ig művelt attikai laurioni óriási ezüstbányák talán 1 millió m<sup>3</sup>-nyi salakja a különböző források szerint<sup>21</sup> 500—700—1000 g/tonna ezüstöt tartalmazott; illetve 50—100 g/t-t a rómaiak által később újraolvasztott salakban. Az ólomoxid-tartalmát 10—11—27—32%-nak adják meg. A római korból származó, szintén igen hatalmas Kosmaj-i (Belgrád közelében) salakmező átlag 53,5 g/t ezüstöt és 8,2% ólomoxidot tartalmaz.<sup>22</sup> Ugyancsak római kori salakok Britanniában az első századból származó Ffwrndan-i salak 3—4 g/t ezüst- és 32,3% ólomoxid<sup>23</sup>, Szardíniában 6,5 g/t ezüst- és 17,2% ólomoxid-tartalommal.<sup>24</sup>

Középkori eredetű salakra csak egy adatot találtam<sup>25</sup>: a boszniai Szrebenica a XIV. és a XV. század elején művelt bányáinak salakja 130 g/t ezüstöt és 11% ólomoxidot tartalmazott. Már későközépkori, XV. századi eredetű és, amint említettük (16 b), eléggé fejlett konstrukciójú kemencékkel dolgozó a gasteini kohótelep salakja, amely eléggé egyenletesen 2—3 g/t aranyat és 20—25 g/t ezüstöt tartalmaz, valamint átlagolt mintából, meglepő alacsony, 0,40% ólomoxidot.

Sokkal későbbi vonatkozású adat az 1737 körül épült zsarnócai ezüstkohó salakjaié.<sup>18</sup> Ezek 20—40—40—60 g/t. ezüstöt és 0,3—1,5—2,4—3,9—4,08% ólomoxidot tartalmaznak.

A fenti adatokkal összehasonlítva, a borszönyi kohászoknak sikerült a salakok ezüst-tartalmát elég alacsony szintre levinni, ha némely, kivételesen jól dolgozó (vagy talán igen szegény érceket feldolgozó) előfordulás nagyon alacsony értékeit nem is érték el. Az aranytartalom némelyik salakban meglepően magas; ez persze lehet célszerűtlen üzemvitel következménye is, de talán annak a folyamán is, hogy igen dús érceket dolgoztak fel (*Pantó* utal is az ércek dús voltára). Az ólomoxid-tartalom határozottan alacsonynak mondható, így — az ércesedés jellegét is figyelembevéve — bizonyosnak látszik, hogy a borszönyi kohászatnak nem volt szüksége arra, hogy idegenből vásároljanak ólomot vagy ólomércet. Mindent összevéve: a régi borszönyi kohászaink nem dolgoztak rosszul, pláne ha figyelembe vesszük az ércek nagy cink-tartalmának erősen zavaró, nehezítő hatását. Érdekes, hogy a XVIII. század végén működő kohó eredményei nem jobbak, mint a XIV—XV. századiaké.

<sup>21</sup> Jahresber. d. Chemischen Technologie 1886, 173. — R. F. Tylecote, Metallurgy in archaeology (1962), 77. — R. J. Forbes, Metallurgy in antiquity (1950), 209. — Ch. Singer, E. J. Holmyard und A. R. Hall, A history of Technology, Vol. II, (1956), 45.

<sup>22</sup> St. Luković: Glasnik Muzeja Beogradu 10, 3 (1958); ref. Chem. Abstr. 54, 15113 (1960).

<sup>23</sup> Tylecote: i. h. 76.

<sup>24</sup> B. Neumann: Die Metalle. 1904.

<sup>25</sup> Bányászati és Kohászati Lapok 21, 59 (1888), egy összefoglaló referátum.

A bürzsönypatakvölgyi ezüstkohó csak rövid ideig működött és országos jelentőségű nem volt. Mégis, az újmassai ún. „őskohó” mellett hazánk mai területén az egyetlen rom vagy maradvány, ami a valaha európai jelentőségű kohászatunkból megmaradt. Feltétlenül szükséges lenne a romot a további pusztulástól megóvni, és akkor egyúttal az említett, a kemencék romjait magában foglaló omladék feltárásával azok egykori szerkezetéről is tájékozódni. Tekintve a rom kis kiterjedését, a költségek ezen műszaki emlékünk megmentésére csak igen alacsonyak lennének.

Valószínűnek tartom, hogy sokkal több régi salakot vizsgáltak meg, már csak azért is, mert nem olyan ritka ezek újrafeldolgozása. Publikált adatot azonban csak a fentieket ismerem.