

Czajlik Zoltán (1) – Molnár Ferenc (2) – Kovács Árpád (3) – Lovas György (2)¹

Őskori vassalakok anyagvizsgálata Északkelet-Magyarországról²

1. A szkíta kori vaskohászat nyomai Salgótarján, Ipari Park II lelőhelyen³

2. Vassalakok anyagvizsgálata Szendrő, Pap-réve és Rakaca-patak lelőhelyekről

Bevezetés

Vaday Andrea Salgótarjánban az Ipari Park II területen 2000 októberében indult leletmentése egy olyan szkíta kori településrészlet feltárását eredményezte, ahol a kohászati tevékenység fontos bizonyítékai (nagy mennyiségű vasbuca, salakos félkésztermék, különféle salak, kohómaradványok) kerültek napvilágra.⁴ A gazdag, vaskoháshoz köthető leletanyag először adott lehetőséget arra, hogy biztosan vaskori, különféle típusú vassalakokat viszonylag nagyobb sorozaton vizsgálhassunk. A technológiai szempontból referenciaként kezelhető anyagvizsgálati adatok segítségével más vaskori salakok technológiai hátterére, tipológiai besorolására is adatokat kívántunk nyerni. Az anyagvizsgálatok során megfigyelt technológiai azonosságok miatt tanulmányunkban röviden kitérünk a Szendrő környéki terepbejárásokból származó, feltehetően hasonló korú vassalakok ismertetésére is.⁵

A vassalakok anyagvizsgálata

A Salgótarján Ipari Park II lelőhelyen feltárt 141 objektumból 33-ban tártak fel kohászati tevékenységre utaló leleteket. A változatos, esetenként nagy mennyiségű leletanyag főként építményekből (pl. a 17., a 27., a 36., a 76. és a 124.), gödrökből (pl. a 6., a 16., a 35., a 72.), néhány árokából (a 21. és a 38.), valamint objektumként nem meghatározható leletsűrűsödésekből (pl. a 19., a 31., a 39. és a 81.) került elő. E salakanyag segítségével végeztük el az elsődleges tipológiai osztályozást, majd annak alapján az archaeometriai és technológiai megfigyeléseket. Ennek során megállapítást nyert, hogy nyersvasérc a részletesen vizsgált leletek között nincs. Ugyancsak negatív eredményt hozott a szórványként bekerült nyersvasdarab vizsgálata, lévén modern kohászati ter-

Zoltán Czajlik (1) – Ferenc Molnár (2) – Árpád Kovács (3) – György Lovas (2)¹

The analysis of prehistoric iron slag samples from Northeast-Hungary²

1. Traces of Scythian period iron metallurgy at Salgótarján, Industrial Park II site³

2. The analysis of iron slag samples from Szendrő, Pap-réve and Rakaca-patak sites

Introduction

Rescue excavations conducted by Andrea Vaday in the territory of Industrial Park II at Salgótarján in October 2000 resulted a settlement fragment from the Scythian period where important evidences of metallurgical activity (large number of iron lumps, slaggy half products, various slag and furnace remains) were unearthed.⁴ The rich find material associated with metallurgical activity first offered an opportunity to analyse a larger series of various slag types that certainly came from the Iron Age. The instrumental analytical data were intended to serve, being a reference material from a technological aspect, as a source material for the determination of the technological background and the typological grouping of other Iron Age slag remains. Beside the technological similarities, we will shortly discuss the iron slag remains, probably of a similar age, collected during preliminary field surveying around Szendrő.⁵

Instrumental analysis of the iron slag samples

Findings implying metallurgical activity were unearthed in 33 of the 141 features unearthed at Salgótarján, Industrial Park II site. The varied, sometimes abundant find material came mainly from constructions (features nos. 17, 27, 36, 76 and 124), pits (nos. 6, 16, 35 and 72), a few trenches (nos. 21 and 38) and find clusters, which cannot be determined as features (nos. 19, 31, 39 and 81). This slag material was the basis of the primary typological classification, and then the archaeometrical and technological observations. We found that there was no pig iron among the finds. The analysis of the pig iron included into the examination as a stray find also brought a nega-

1 (1) Eötvös Loránd Tudományegyetem, Régészettudományi Intézet; (2) Eötvös Loránd Tudományegyetem, Ásványtani Tanszék; (3) Miskolci Egyetem, Anyag- és Kohómérnöki Kar, Fémtani Tanszék
2 Kutatásainkat Czajlik Zoltán Magyar Zoltán posztdoktori ösztöndíja támogatta.
3 Salgótarján, Ipari Park II lelőhely kohászati tevékenységre utaló leletanyagának megismeréséért és jelen tanulmány elkészítésében nyújtott segítségéért köszönetünket fejezzük ki Vaday Andrea-nak, a feltárások irányítójának. A terepbejárásokhoz nyújtott segítségükért Holl Balázst és Marton Ádámot, az összesítő térkép elkészítéséért Bödöcs Andrást illeti a köszönet.

4 VADAY 2003
5 CZAJLIK 2002

1 (1) Eötvös Loránd University of Sciences, Archaeological Institute; (2) Eötvös Loránd University of Sciences, Mineralogical Institute; (3) Miskolc University, Faculty of Material and Metallurgical Engineering, Metallurgical Department
2 The investigation was financed by Zoltán Czajlik's and Zoltán Magyar's postdoctorate grant.
3 For the recognition of the find material of metallurgical relevance in the Salgótarján, Industrial Park II site and for the help offered in the preparation of the present study we express our gratitude to Andrea Vaday, the director of the excavations. We thank Balázs Holl and Ádám Marton for their help in field walkings, András Bödöcs for the preparation of the complex map.

4 VADAY 2003
5 CZAJLIK 2002

mékről van szó. A leletanyag jól értékelhető részét a vasbucára emlékeztető megjelenésű tárgyak, illetve a salakokhoz tapadó átégett agyagmaradványok (szétvert kemencék nyomai?), valamint a különféle salakok alkotják.

A Szendrő környéki terepbejárásokon valamennyi lelőhelyen hasonló megjelenésű, a makroszkopikus kép alapján kemény fémsalakot gyűjtöttünk. A kizárólag terepbejárásokból ismert vassalaklelőhelyek kronológiai besorolásának nehézségei miatt csak annak a két lelőhelynek a salakjait vizsgáltuk tovább, ahol a vassalak nagy valószínűséggel vaskori településhez kapcsolható. Pap-réve lelőhelyen az intenzív kora vaskori leletanyag és a nagy mennyiségű vassalak mellett csak elenyésző mennyiségben találtunk császárkori kerámiát; Rakacpatak lelőhelyen pedig a jellegzetes kelta kerámiaanyagot a kronológiai szempontból releváns korszakokból csak néhány V. századi, illetve középkori edénytöredék kísérte.

Az anyagvizsgálatok során alkalmazott módszerek

A vizsgálatok során a kohósalak minták makroszkópos tipizálását követően 30 mikrométer vastagságú, műgyantába ágyazott polírozott metszeteket készítettünk a kiválasztott anyagokból. A polírozott metszeteken áteső és ráeső fénymenetű polarizációs mikroszkóp felhasználásával részletes szöveti, és kvalitatív fázis-azonosítási megfigyeléseket végeztünk. A felismert fémes fázisokon egyes esetekben kvantitatív mikro-spektrofotometriás méréseket is végeztünk a látható fény 400–700 nm hullámhossz közé eső tartományában Zeiss MPM 300 típusú berendezés felhasználásával. Az optikai vizsgálatok mellett ugyanazon mintákból röntgen-pordiffraktoéteres fázisanalíziseket is végeztünk Siemens D-5000 típusú berendezés felhasználásával (Bragg-Bentano geometria, theta-theta üzemmód, Cu K α sugárzás, másodlagos grafitmonokromátor). A vizsgált anyagok sajátosságai miatt a pordiffrakciós felvételeket a szokásostól részletesebb felbontást eredményező üzemmódban készítettük el 0,02° lépésköz, lépésként 2 másodperces detektálási idő mellett. A mikroszkópos vizsgálatok alapján az egyes minták felületén kijelölt területeken és fázisokon pásztázó elektronmikroszkópos megfigyeléseket és analíziseket is végeztünk, részben a szöveti bélyegek pontosítására, részben pedig a szövet egyes elemeinek azonosítása céljából. Az elektronmikroszkópos vizsgálatok Amray típusú berendezésen történtek (25 kV gyorsítófeszültség, $4,5 \times 10^{-10}$ A mintaáram, 50 másodperc detektálási idő).

A salakvizsgálatok eredményei Salgótarján, Ipari Park II lelőhelyen

A lelőhelyről származó anyagokból két, feltűnően eltérő megjelenésű, mintatípust választottunk ki a részletesebb vizsgálatok céljára. Az egyik mintatípus (A típus) a nagy fajsúlyú, bár esetenként hólyagos-porózus, sötétszürke-fe-

tive result since it was a modern metallurgical product. The best analysable part of the material was composed of objects that resembled iron lumps in appearance, burnt clay remains adhered to the slag (traces of demolished furnaces?) and various slag remains.

We collected slag remains that had the same appearance and seemed to be hard iron slag pieces during field surveys around Szendrő. Due to the difficulties of the chronological determination of iron slag sites identified only by field observations, where the iron slag can with a great certainty be associated with an iron age settlement. At the Pap-réve site, only a small number of Imperial Period pottery was found beside the intensive Early Iron Age find material and numerous iron slag remains. At the Rakacpatak site, the characteristic Celtic pottery material was accompanied by a few sherds from the 5th century and the Middle Ages regarding the chronologically relevant periods.

Methods used during the instrumental analyses

After the macroscopic categorisation of the iron slag samples, 30 micrometers thick, polished sections were prepared from the selected samples embedded in synthetic resin. Using a polarisation microscope with transmitted and reflected light, detailed structural and qualitative phase-identification observations were made. In some cases, where the metal phases were identified, quantitative microspectrophotometric measurements were made in the wave range of 400–700 nm of the visible light with the help of a Zeiss MPM 300 type apparatus. Beside optical analyses, we carried out X-ray powder diffractometric phase analyses on the same samples using a Siemens D-5000 type equipment (Bragg-Bentano geometry, theta-theta operation method, Cu K α radiation, secondary graphitic monochromator). Due to the specifics of the analysed materials, powder diffraction patterns were made in an operation method that resulted a more detailed resolution than normal by steps of 0.02° and 2 seconds of detection time at every step. Based on the microscopic investigations, scanning electron microscopic observations and electronmicroprobe analyses were made on the areas and phases selected on the surfaces of the individual samples in order to make the determination of structural features more correct and to identify textural elements. The electron microscopic analyses were carried out by using an Amray type equipment (15 kV accelerating voltage, $4,5 \times 10^{-10}$ A sample current, 50 seconds detection time).

The results of slag analyses at Salgótarján, Industrial Park II site

Two obviously different sample types were selected from the material of the site for detailed analyses. One of the sample types (type A) contained dark grey-black, magnetic and hard matters of an evidently high metal content (Fe-oxide coatings!) and relatively high spe-

keze, szemmel láthatóan fémtartalmú (Fe-oxidos bevonatok!), mágnese és kemény anyagokat tartalmazta (7 minta). A másik mintatípus (B típus) erősen hólyagos megjelenésű, feltűnően kis fajsúlyú és viszonylagosan puha terméket képviselt (4 minta). Mindkét típus megjelenése mesterséges, és ezen belül kohászati eredetet sugallt.

Az A típusú termékek polírozott felületeinek vizsgálata bizonyította, hogy mindegyikük tartalmaz több-kevesebb vasoxid- és esetenként vasfázisokat (1. kép A és B), melyek szilikátos mátrixba ágyazódnak (1. kép C és D). A kvalitatív mikro-spektrofotometriai és röntgenpordiffrakciós vizsgálatok kimutatták, hogy a vasoxid-fázisok wüstitből állnak. A wüstit-fázisok között azonban helyenként a vas egy-egy kerekded szemcséje (1. kép A), ritkán dió nagyságú csomói is megjelennek. Az elektronmikroszkópos analízisek kimutatták, hogy a wüstit kevés Mn-szennyezést is tartalmazhat egyes minták esetében. A wüstit és a szilikátos alapanyag szöveti kapcsolata jól tipizálható, bár ezek a szöveti típusok egyes minták néhány négyzetcentiméteres felületén együttesen is jelen lehetnek. A durvaszemcsés wüstitet tartalmazó „agytekervény” jellegű szövet (1. kép A) viszonylag kevés szilikátos mátrixot tartalmaz, míg a dendrites jelleggel megjelenő wüstit esetében a szilikátos mátrix az uralkodó (1. kép B). Néhány esetben magnezioferrit és magnetit jelenlétét is kimutatta a röntgendiffrakciós vizsgálat. A rendszeresen, kis mennyiségben előforduló goethit és a lepidokrokit a másodlagos oxidációs folyamatok terméke.

Az A típusú salakanyag szilikátos fázisa jól kristályosodott, melyet a polarizációs mikroszkópban tapasztalt anizotrópia (1. kép C és D) és a pordiffrakciós felvételek sajátosságai támasztanak alá. Az elektronmikroszkopos vizsgálatok szerint a fayalit idiomorf-vázkristályos jellegű megnyúlt fázisokat alkot (2. kép, A, B, C és D) és Ca-, továbbá Mn-tartalmú. A fayalit és wüstit mezők közötti intersticiális térben tipomorf jellegűnek tekinthető egy kálium-alumínium-szilikát előfordulása (2. kép D), amelyet leucitként azonosított a pordiffrakciós vizsgálat. Azonban az intersticiális fázis gyakran inhomogén. Az inhomogén mezőkben mind az elektronmikroszkópos, mind a röntgendiffrakciós vizsgálatok foszfátok jelenlétét mutatták ki (2. kép A és D), amelyek némelyike (variscit) azonban másodlagos eredetű lehet. A kvarc a feltehetően a salakképzőkkel együtt bekerült ásványos szennyezőként általános. Egy esetben szilícium-karbidot (moissanit) azonosított a röntgendiffrakciós analízis.

A B típusú salak vasban gazdag fázisokat nem tartalmaz. A centiméteres méreteket is elérő hólyagok közeiben található alapanyag fénymikroszkópban sötét, vagy áttetsző üveges fázis, melyben réteges-folyásos és globuláris szerkezetek is felismerhetők (1. kép, E és F). Az uralkodó szemcsés fázisok a kvarc és a kalcit. A kalcit részben globulákban (2. kép E) és a hólyagok falán észlelhető, de az inhomogén alapanyagban (2. kép F) is jelentős a mennyisége. Az inhomogén alapanyagban az elektronmikroszkópos analízisek szerint Ca-Mg-alumoszilikát is jelen van (2. kép F), melyet azonban a pordiff-

cific gravity, although sometimes it appeared to be blistered and porous (7 samples). The other sample type (type B) represented a relatively soft, very blistered product of a strikingly low specific gravity (4 samples). Both types had the appearance of an artificial product and suggested a metallurgical origin.

The examination of the polished surfaces of the products of type A proved that they all contain more or less iron oxide and sometimes iron phases (Fig. 1, A and B), which are embedded in a silicate matrix (Fig. 1, C and D). Qualitative microspectrophotometric and X-ray powder diffractometric examinations have demonstrated that the iron oxide phases consist of wüstite. Between the wüstite phases, a few rounded (Fig. 1, A), sometimes nut-sized knobs of iron grains appear. Electron microscopic analyses have proved that wüstite can contain a small amount of Mn in some samples. Wüstite and the silicate matrix together form a few typical textural type, although these textural types can appear together on the surface of a few square centimetres in the case of some samples. The gyrose texture of coarse-grained wüstite (Fig. 1, A) contains relatively little silicate matrix, while at the wüstite of a dendritic appearance, the silicate matrix dominates (Fig. 1, B). In some cases, X-ray diffraction analyses demonstrated the presence of ferromagnesian minerals and magnetite as well. Goethite and lepidocrocite, which regularly appear in small quantities, are the products of secondary oxidation processes.

The silicate phase of the type A slag material is well crystallised, which is supported by anisotropy observed under the polarisation microscope (Fig. 1, C and D) and by the characteristics appearing in the powder diffraction pattern. According to the electron microprobe analyses, fayalite composes elongated phases of idiomorphic skeletal crystalline features (Fig. 2, A, B, C and D), and contains Ca and Mn. The occurrence of potassium-aluminium-silicate in the interstitial space between the fayalite and wüstite fields can be accepted to be of a typomorphic character (Fig. 2, D). This potassium-bearing phase was identified as leucite by X-ray powder diffraction analyses. The interstitial phase, however, is often inhomogeneous. Both electron microscopic and X-ray diffraction analyses demonstrated the presence of small amounts of phosphates in the inhomogeneous fields (Fig. 2, A and D), some of which (e.g. variscite), however, can be of a secondary origin. Quartz is a common mineral constituent, which probably is the from the remnants of the slag forming materials. X-ray diffraction analysis also identified silicon-carbide (moissanite) in a single case.

The type B slag does not contain phases rich in iron. The mass of matrix between empty gas bubbles, which can even reach a width of centimetres, appears as a dark, or a transparent glassy phase under polarisation microscope, in which stratified-flow-, and globular structures can be identified (Fig. 1, E and F). Quartz and calcite are the dominant granulous phases. Calcite can be ob-

rakciós vizsgálat nem mutatott ki. A földpátok a kvarccal együtt ásványtörmeléként fordulnak elő. A kvarc- és kalcium-aggregátumok optikai jellege és szövete arra utal, hogy a kvarc metamorf kőzetből származhat. Valószínűleg ez a magyarázata annak, hogy a pordiffrakciós elemzés egy esetben szillimanitot is kimutatott. Egyes B típusú salak faszéntörmelékét is tartalmaz, melyben a fa sejtes szerkezete még felismerhető.

A salakvizsgálatok eredményei Szendrő, Pap-réve és Rakaca-patak lelőhelyeken

A jelen vizsgálatok során ezt a lelőhelyet csak 3 lelet képviselte. Ezek az anyagok egyértelműen a salgótarjáni terület A típusú termékeivel azonosíthatók. A fénymikroszkópos megfigyelések alapján ezekre is jellemző a szilikátos alapanyagban agytekervényszerűen, vagy dendritesen eloszló wüstit-fázisok jelenléte. Ugyancsak megfigyelhető, hogy a különböző szövetű részek egyazon mintában egymás mellett előfordulhatnak (1. kép A és B).

Az anyagvizsgálatok legfontosabb tanulságai

Salgótarján, Ipari Park II. lelőhely salakjai közül az A típusú termékek mindegyike tartalmaz több-kevesebb vasoxid fázist, és esetenként vasfázist. A vasoxid-fázisok szinte mindig wüstitből állnak, amelyek különféle szöveti típusokat (agytekervényszerű, dendrites) alkotnak a szilikátos mátrixszal. Szórványosan a magnetit egy-egy szemcséje is előfordul. A szilikátos fázisban fayalit, leucit és foszfátok mutathatók ki. A B típusú termékekben vasban gazdag fázisok nincsenek, az üreges anyagban uralkodóan kvarc és (a hólyagok falán) kalcit szemcséi úsznak, az alapanyagban a földpátok jelenléte, továbbá helyenként elszórt fadarabok ismerhetők fel.

A Szendrő környékéről vizsgált két lelőhely vassalakjai nagy hasonlóságot mutatnak a salgótarjáni A típusú salakokkal. Az uralkodóan jelenlévő agytekervényszerű, vagy dendritesen eloszló wüstit-fázisok mellett itt is kimutatható a szórványosan előforduló vas-, illetve a magnetit-szemcse.

Az anyagvizsgálati eredmények alátámasztják, hogy a salgótarjáni A típusú, valamint a szendrői termékek vaskohászati során jöttek létre. Az ezekben előforduló wüstit típusú termék a korai vaskohászati technológiák kohón belüli tökéletlen redukciós viszonyainak. Ezen salakdarabok szöveti inhomogenitása utalhat arra, hogy a kohászati eljárás során nem tudták kellőképpen biztosítani a kohón belüli egyenletes hőmérsékletet. A kohászati szempontból viszonylag alacsony hőmérsékletekre (körülbelül 1200 °C) utal a Ca-tartalmú fayalit előfordulása. Az általánosan jelenlévő leucit arra utalhat, hogy a kohászati eljárás során alkalmazott salakképző anyag viszonylag magas K-tartalmú lehetett és a wüstites salakanyag gyors lehűlés (a kohó kinyitása, szétszedése) során szilárdult meg. Az adalékanyagok, vagy a vasérc eredetűre vezethető vissza a foszfátok jelenléte.

A B típusú termékek összetétele és gázhólyagos jellege azt valószínűsíti, hogy szintén a kohászati eljárásból

származtak (Fig. 2, E) és a földpátok a kvarccal együtt ásványtörmeléként fordulnak elő. A kvarc- és kalcium-aggregátumok optikai jellege és szövete arra utal, hogy a kvarc metamorf kőzetből származhat. Valószínűleg ez a magyarázata annak, hogy a pordiffrakciós elemzés egy esetben szillimanitot is kimutatott. Egyes B típusú salak faszéntörmelékét is tartalmaz, melyben a fa sejtes szerkezete még felismerhető.

Results of slag analyses at Szendrő, Pap-réve and Rakaca-patak sites

Only three finds represented this site in these analyses. They are identical with the type A products of the Salgótarján territory. The polarisation microscopic observations demonstrated the presence of wüstite phases in gyrose or dendritic dispersions in the silicate basic matter. It could also be observed that diverse textures occurred side by side in the same sample (Fig. 1, A and B).

The main conclusions of the analyses

Each sample of type A slag products from Salgótarján, Industrial Park II site contained more or less iron oxide phases, sometimes iron phases. The iron oxide phases nearly always consist of wüstite, which composes various textural types (gyrose or dendritic) with the silicate matrix. A few grains of magnetite can also appear scattered in the matter. Fayalite, leucite and phosphates can be demonstrated in the silicate phase. In type B products, there are no phases rich in iron. Quartz and (on the walls of the gas bubbles) calcite grains float dominantly in the porous matter, while the presence of feldspars and sometimes charred wood fragments can be identified in the glassy matrix.

The iron slag samples examined from the two sites in the environs of Szendrő appear to be very similar to type A slag samples from Salgótarján. Beside the dominant gyrose or dendritic wüstite phases, some scattered iron or magnetite grains can be demonstrated.

The instrumental analytical results corroborate that type A slag from Salgótarján and the Szendrő products came from metallurgical activity. Wüstite was a typical product of the imperfect reducing atmosphere created in the furnace by the early metallurgical technologies. The textural inhomogeneity of these slag samples suggests that the temperature was not kept on a uniform level in the furnace in the course of the smelting. A relatively low temperature (about 1200 °C), from a metallurgical respect, is indicated by the occurrence of fayalite, which contains Ca. Leucite, which is always present in the samples, can suggest that the slag forming material used during smelting had a high K content and the slag containing wüstite

köthetők. A szilikátos jellegű, gyakran rosszul kristályosodott alapanyagban kvarc- és kőzettörmelék darabok úsznak. A hólyagos szerkezetekben rendszeresen kimutatható a karbonát, amely az A típusú anyagokból hiányzik. Ugyanakkor mindkét típusban jelen van a leucit és a foszfátásványok, amelyek a két anyag technológiai kapcsolatára utalnak. A fenti megfigyelések és értelmezések alapján a B típusú termékeket is kohászati terméknek minősítjük. Feltételezésünk szerint e sajátos anyagok a salakképzőként használt karbonátos-kovás-földpátos anyagból⁶ képződtek a kohók felső, gázokban gazdag részén, mintegy habot alkotva a mélyebben fekvő, vas-tartalmú részek felett.

Az elvégzett vizsgálatok tapasztalatai arra utalnak, hogy a földtani anyagvizsgálatban rutinszerűen alkalmazott módszerek eredményesen felhasználhatók őskori kohászati anyagok minősítésére. A fénymikroszkópos megfigyelések a szerkezeti-szöveti jellegek és a magas fémtartalmú fázisok azonosításán túl a további műszeres vizsgálatok megtervezését segítik elő. A jobb felbontóképességű pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálatok, melyek egyben a kérdéses fázisok összetételének megismeréséhez is vezetnek, a szöveti részletek finomítására alkalmasak, és a röntgen-pordiffrakciós analíziseket kiegészítve az egyes fázisoknak a vizsgált anyagon belüli eloszlásának nyomon követését teszik lehetővé. A vizsgált anyagok összetételének rögzítése kiegészítheti az egyes lelőhelyek régészeti szempontú tipizálását.

„Vasas” lelőhelyek a Cserháltól a Cserehátig

A Salgótarján, Ipari Park II. régészeti lelőhelyen 2000 októberétől feltárt szkítakori település nagy mennyiségű salakanyaga arra ösztönzött minket, hogy adatgyűjtésünket a Galyaságon túl az egész északkeleti hegyvidékre kiterjesszük. Ennek megfelelően galyasági lelőhelyjegyzékünket⁷ – főként Nováki Gyula és Gömöri János adatait felhasználva⁸ – kiegészítettük a Cserháltól a Zemplén-hegységig valamennyi ismert, vaskohászati tevékenységgel kapcsolatba hozható lelőhellyel, továbbá a táblázatban szerepeltetjük a 2000–2001-es terepbejárásainkból származó adatainkat is.

Az összeállításban csak azokat a lelőhelyeket szerepeltettük, amelyek a kohászati tevékenységgel összefüggésbe hozhatók. Így megtalálhatók a területéről ismert vaskohók, nem soroltuk fel azonban azokat a lelőhelyeket, amelyek esetében kovásműhelyre, vassfeldolgozásra utaló nyomokat ismerünk. A vassalakos lelőhelyek természetesen mindkét tevékenységre utalhatnak, bár ahol a salaktípus alapján, vagy más adatok birtokában a kérdés egyértelműen eldönthető volt, ott a kovácssalakos

solidified in the course of quick cooling (the opening and dismantling of the furnace). The presence of phosphates is due to additives or the origin of the iron ore.

The composition and presence of abundant gas-bubbles in type B products imply that they can also be associated with metallurgical activity. Quartz and rock debris float in the poorly crystallised matrix of silicate features. Carbonate, which is missing from type A samples, can regularly be demonstrated in the blistered structure. Leucite and phosphate minerals, at the same time, are present in both types, which materials can indicate the technological connections between the two materials. Based on the above observations and interpretations, type B products can also be accepted to be metallurgical products. We suppose that these particular materials developed from the slag forming matter of carbonate-silicon-feldspar features⁶ in the upper part of the furnace, which was rich in gases, and it developed foam over the iron-containing parts, which occupied the area underneath.

The conclusions drawn from the analyses imply that the routine methods of mineralogical analyses can be successfully used for the evaluation of prehistoric metallurgical materials as well. Polarisation microscopic observations can identify the structural-textural characteristics and phases of a high metal content, and help the planning of further instrumental analyses. Scanning electron microscopic analyses of a higher resolution, which reveal the composition of the relevant phases, are suitable to refine the textural details. They can be supplemented by X-ray powder diffraction analyses to help the identification of major phases within the sample. The determination of the composition of the samples can complete the archaeological characterisation of a site.

“Irony” sites from the Cserhát to the Cserehát

The large amount of slag unearthed in the Scythian settlement at Salgótarján, Industrial Park II site in October 2000 encouraged us to expand the data collection over the Galyaság to the entire northeastern mountain range. Thus the list of sites from the Galyaság⁷ was completed, relying first of all on Gyula Nováki's and János Gömöri's data,⁸ with all the sites from the Cserhát to the Zemplén mountains that could be associated with iron metallurgical activity, and the data obtained during field walkings in 2000–2001 were also introduced into the table.

The table contains only those sites that can be associated with metallurgical activity. It contains iron smelting furnaces but the sites where the traces of smithies or iron processing were evidenced are omitted. Sites with iron slag, of course, can indicate either activity. Where the slag type or other data could unilaterally

6 A mészko salakképző adalékként való őskori felhasználására tudomásunk szerint mindmáig csak Sajópetri, Hosszú-dűlő feltárása szolgáltatott bizonyítékot (SZABÓ et al. 1997, CZAJLIK 2000).

7 CZAJLIK 1998–1999, 1. ábra

8 NOVÁKI 1968, GÖMÖRI-KISHÁZI 1985, GÖMÖRI 2000

6 As far as we know, only the Sajópetri, Hosszú-dűlő site has so far yielded evidence of limestone being used as a slag forming additive (SZABÓ et al. 1997, CZAJLIK 2000).

7 CZAJLIK 1998–1999, fig. 1.

8 NOVÁKI 1968, GÖMÖRI-KISHÁZI 1985, GÖMÖRI 2000

lelőhelyeket nem szerepeltettük.⁹ Kovácssalakos lelőhelyek ugyanis nagyon sokfelé ismertek, de az ércek egykori felhasználására általában semmilyen információt nem adnak.

A kohászati tevékenységgel összefüggésbe hozható – salakos – lelőhelyek kronológiai besorolása általában igen nehéz, megnyugtatóan csak ásatásokkal megoldható feladat. Ezért csak a modern régészeti feltárással igazolt kronológiai besorolást fogadtuk el biztos adatként, a régi (amatőr) ásatásból, vagy a korábbi terepbejárásból származó adatokat kérdőjelesen szerepeltettük még akkor is, ha nagyon nehéz egy kizárólag őskori kerámiával kísért vassalakos lelőhelyről azt feltételezni, hogy a vassalak későbbi (pl. középkori), mint maga a tömegesen előforduló kerámia.

A Čečejevce mellett folytatott sikeres ásatásokat¹⁰ követően csak Sajópetri, Hosszú-dűlő 1995–1996-os feltárásai során merült fel újra a korai (őskori) vasműveség lehetősége a térségben.¹¹ Salgótarján, Ipari Park II lelőhely feltárással pedig már a szkíta időszakról számolhatunk a vaskohászattal. A Szendrő környékén 2000–2001-ben lefolytatott terepbejárások során 15 új vassalakos lelőhelyet ismertünk meg, ezek közül 1 szkíta kori, legalább 6 pedig nagy valószínűséggel őskori, illetve császárkori.¹² Figyelembe véve a szakirodalomban megemlített „vasas” lelőhelyeket is,¹³ további 9 esetben (3 kelta, 1 vaskori, 1 császárkori és 4 meghatározhatatlan őskori) rendelkezünk még információval a korai vasműveségre a térségben.

Az adatok tehát jelzik a hun kor előtti vasműveséget Északkelet-Magyarországon. Ugyanakkor jelentősen hátráltatta (és hátráltatja mind a mai napig) a továbblépést az a körülmény, hogy a Börzsöny kivételével az egész északkeleti hegyvidék őskori (hun kor előtti) településtörténete, települései – a földvárakat kivéve – alig-alig ismertek, főként ha az alföldi, vagy bizonyos dunántúli területekkel, vagy akár a dél-szlovákiai csatlakozó zónával vetjük össze a terület ismertségét.

ally decide the problem, the sites where the slag came from a smithy were not taken into consideration⁹ since there are many sites known with slag from smithies, which, nevertheless, do not usually provide information on the use of ores.

The chronological attribution of slag sites associated with metallurgical activity is usually very problematic, only excavations can help in the solution. So only the chronological attribution supported by archaeological excavations were accepted as reliable, and the data obtained from old (unprofessional) excavations were marked by a question mark even if it would be difficult to suppose about a site yielding slag and prehistoric ceramics that the iron slag was younger (e.g. medieval) than the large number of sherds.

After the successful excavations at Čečejevce,¹⁰ the possibility of early (Prehistoric) iron metallurgy arose in the area during the excavation of Sajópetri, Hosszú-dűlő in 1995–96.¹¹ With the excavation of the Salgótarján, Industrial Park II site, iron metallurgy can be expected already from the Scythian period.

One of them came from the Scythian period, while 6 can most probably be dated from Prehistoric periods and the Imperial Period.¹² Taking into consideration the „irony” sites mentioned in the literature,¹³ we have information on early iron metallurgy in the area in 9 more cases (3 Celtic, 1 Iron Age, 1 Imperial Period and 4 undetermined Prehistoric).

The data, accordingly, evidence metallurgical activities in Northeastern Hungary prior to the Hun period. Advance in this matter, however, has been impeded by the circumstance that the Prehistoric settlement history of the entire northeastern mountain range, except for the territory of the Börzsöny, is barely known, apart from earthen forts, especially when we compare it with the Hungarian Plain, certain Transdanubian regions or the relevant zone in Southern Slovakia.

9 pl. Sály, Lator: GÖMÖRI 2000, 152.

10 MIROŠĀYOVÁ 1994, МИНОК 1994

11 SZABÓ et al. 1997

12 CZAJLIK 2002, 9.

13 GÖMÖRI-KISHÁZI 1985 és GÖMÖRI 2000

9 e.g. Sály, Lator: GÖMÖRI 2000, 152

10 MIROŠĀYOVÁ 1994, МИНОК 1994

11 SZABÓ et al. 1997

12 CZAJLIK 2002, 9

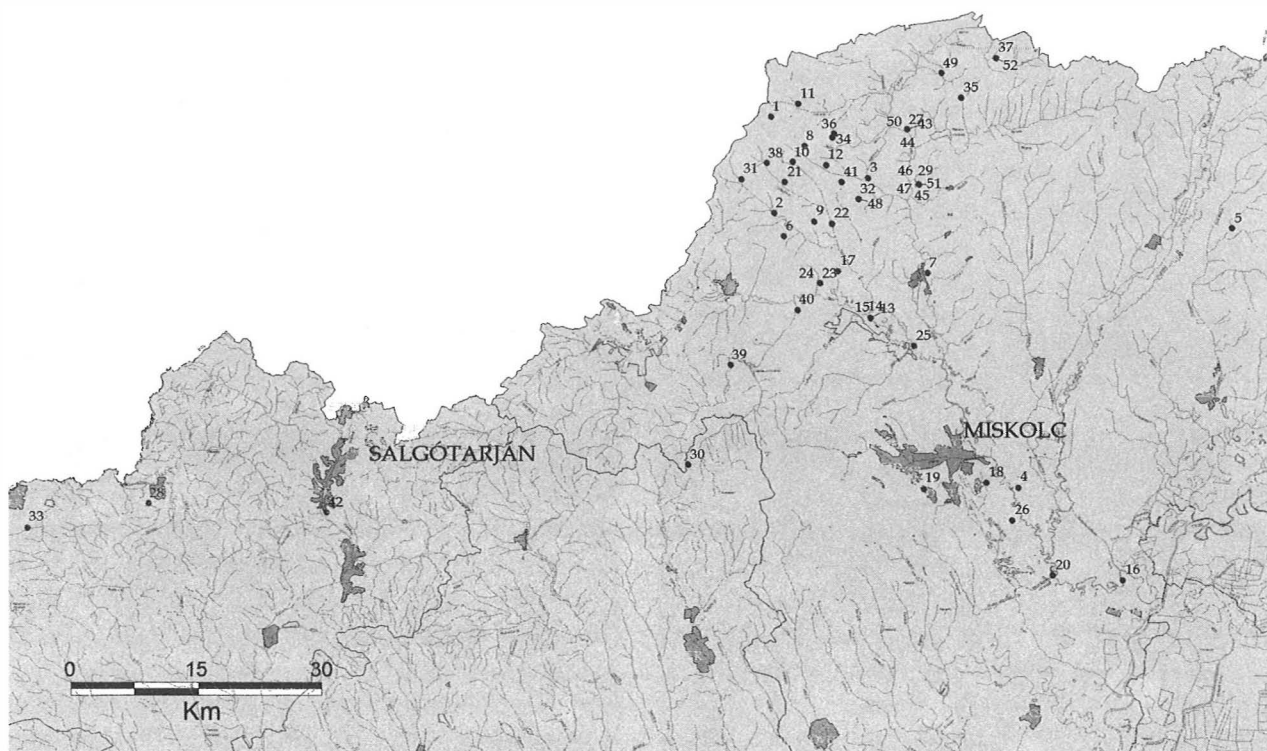
13 GÖMÖRI-KISHÁZI 1985 and GÖMÖRI 2000

„Vasas” lelőhelyek Északkelet-Magyarországon a Cserhától a Cserehátig
(Nováki Gyula, Gömöri János és Czajlik Zoltán gyűjtése, illetve Czajlik Zoltán terepbejárásai)
“Irony” sites from the Cserhát to the Cserehát in Northeast Hungary
(collection by Gyula Nováki, János Gömöri and Zoltán Czajlik, and field walking by Zoltán Czajlik)

Kód	Név Name	Kor Period	Jelenség Feature	Irodalom References
1	Aggtelek	?	salak slag	NOVÁKI 1968. 60.
2	Alsószuha	?	salak slag	NOVÁKI 1968. 60.
3	Alsótelekes	Á	vaskohó iron smelting furnace	GÖMÖRI-KISHÁZI 1985. 344.
4	Alsószolca	?	vassalak iron slag	GÖMÖRI 2000. 33.
5	Boldogkővára, Szent Iván	Kő	vassalak iron slag	GÖMÖRI 2000. 56.
6	Dövény	?	vassalak iron slag	SZENDREI 1879. 282.
7	Edelény, Derékegyháza	LT?	vaskohó iron smelting furnace	LESZIH 1927. 88.
8	Égerszög, Lejáró-dűlő	?	salak slag	NOVÁKI 1968. 60.
9	Felsőkelecsény	Á	vaskohó iron smelting furnace	NOVÁKI 1968. 37-38.
10	Imola, Tóberke-völgy	Á	vaskohó iron smelting furnace	NOVÁKI 1968. 21-30.
11	Jósvafő, Huta-rét	Kk	salak slag	NOVÁKI 1968. 60.
12	Kánó	?	salak slag	NOVÁKI 1968. 60.
13	Kazincbarcika, Kakastanya	Ó?	vassalak iron slag	GÁDOR-HELLEBRANDT 1973. 600.
14	Kazincbarcika, Tardona-patak	Ó?	vassalak iron slag	GÁDOR-HELLEBRANDT 1973. 600.
15	Kazincbarcika, Vécsetal	Á	vaskohó iron smelting furnace	GÁDOR 1974A
16	Kesznyéten, Fövényes-hát	Ó?	salak slag	HOMÉ 1986-87. 268.
17	Kurtyán, Kolostor	Kő?	vaskohó iron smelting furnace?	NOVÁKI 1968. 61.
18	Miskolc, Szirma	Ró	salak slag	VÉGH 1989
19	Miskolctapolca, Várhegy	V?	vassalak iron slag	GÖMÖRI 2000. 111.
20	Muhi, Kocsmadomb	V	vassalak iron slag	GÖMÖRI 2000. 112.
21	Ragály	?	salak slag	NOVÁKI 1968. 60.
22	Rudabánya, Telekes-völgy	Á	salak slag	ALWECKER 1986
23	Sajókaza, Kovácsok ugara	Kő?	salak slag	WOLF 1989. 555.
24	Sajókaza, Sátorberke	Kő?	salak slag	WOLF 1989. 555.
25	Sajószentpéter, Szénégető-dűlő	Á	vaskohó iron smelting furnace	GÁDOR 1974B
26	Sajópetri, Hosszú-dűlő	LT	salak slag	SZABÓ ET AL. 1997
27	Szalonna, Templom	Ó?	salak slag	DÉNES 1973. 65.
28	Szécsény, Homokbánya	Á	salak slag	GÖMÖRI 2000. 182.
29	Szendrő, Csehi	Á?	vassalak iron slag	SIMÁN-WOLF 1985. 87.
30	Szilvásvár	Á	vassalak iron slag	SZABÓ 1954. 131.
31	Szuhafő (több lelőhely)	Kő?	salak slag	NOVÁKI 1968. 60.
32	Szuhogy	LT?	salak slag	KALICZ 1957. 6.
33	Szügy, Dudáska	Kő	salak slag	GÖMÖRI 2000. 184.
34	Teresztenye	?	vassalak iron slag	VASTAGH 1968. 95.
35	Tornabarakony	?	salak slag	DÉNES 1973. 65.
36	Tornakápolna, Partoldal	?	vassalak iron slag	GÁDOR-HELLEBRANDT 1975. 134.
37	Tornaszentjakab (több lelőhely)	?	salak slag	NOVÁKI 1968. 57.
38	Trizs (több lelőhely)	Á	vaskohó iron smelting furnace	GÖMÖRI-KISHÁZI 1985. 344.
39	Uppony, Pipisdomb	Á?	vaskohó iron smelting furnace	GÖMÖRI-KISHÁZI 1985. 344.
40	Vadna	?	salak slag	NOVÁKI 1968. 61.
41	Felsőtelekes, Zubogyi-völgy	Á	vassalak iron slag	CZAJLIK 2003. 137.
42	Salgótarján, Ipari Park II.	V	salak slag	VADAY 2001, VADAY 2003
43	Szalonna, Girind	Ró	vassalak iron slag	CZAJLIK 2003. 206.
44	Szalonna, Templomkert	Ó, Kő	vassalak iron slag	CZAJLIK 2003. 206.
45	Szendrő, Csehi-dűlő	Ó, U, B, V, Ró?	vassalak iron slag	CZAJLIK 2003. 208.
46	Szendrő, Pap-réve	V, Ró	vassalak iron slag	CZAJLIK 2003. 208.
47	Szendrő, Rakaca-patak	U?, LT, Ró, Kő	vassalak iron slag	CZAJLIK 2003. 209.
48	Szuhogy, Kis-völgy	?	vassalak iron slag	CZAJLIK 2003. 216.
49	Tornaszentandrás, Telek-dűlő	Ó, Ró, A, Á	vassalak iron slag	CZAJLIK 2003. 219-220.
50	Szalonna, Kenderföldek	Kő?	vassalak iron slag	Terepbejárás, Field walking CZAJLIK Z., 2001
51	Szendrő, Bódva melletti retek (3 lelőhely)	Ó, V, LT, N?, Kő?	vassalak iron slag	Terepbejárás, Field walking CZAJLIK Z., 2001
52	Tornaszentjakab, Bika-rét	V?	vassalak iron slag	Terepbejárás, Field walking CZAJLIK Z., 2001

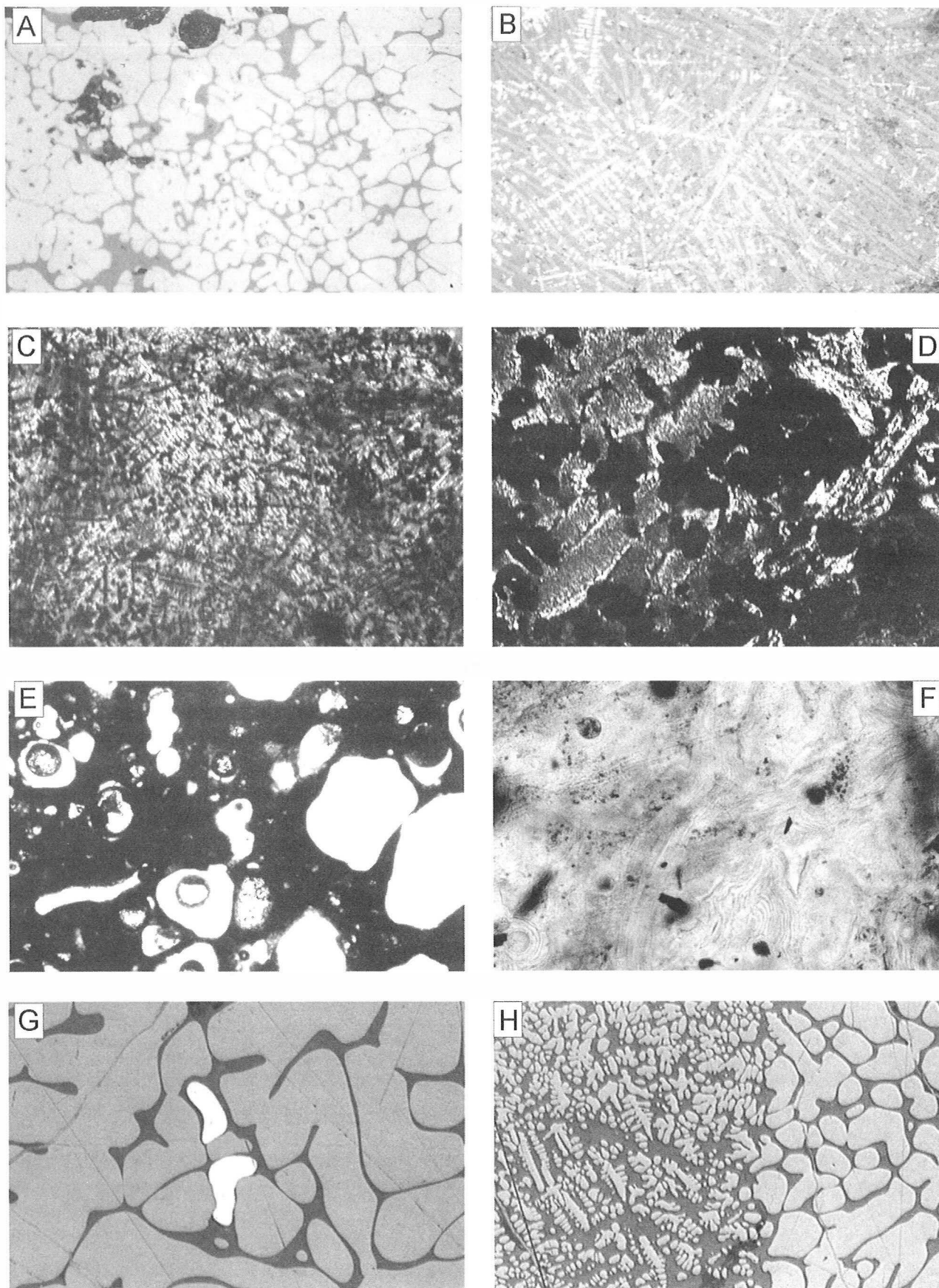
Irodalom • References

- ALBECKER 1986 ALBECKER M.: Rudabánya – Telekes-völgy. *RégFüz* 39 (1986), 73.
- CZAJLIK 1998–1999 CZAJLIK, Z.: Quellen zur prähistorischen Eisengewinnung in Ostungarn. *Archaeologica Austriaca* 82–83, 515–519.
- CZAJLIK 2000 CZAJLIK, Z.: Activités métallurgiques à Velem – Szent Vid et à Sajópetri, in: Dix ans de coopération franco-hongroise en archéologie 1988–1998, Actes de la table ronde tenue du 3 au 5 juin 1998 au Collegium Budapest, 200, 67–76.
- CZAJLIK 2002 CZAJLIK, Z.: Neue Ergebnisse in der Forschung der frühen Eisenverhüttung Nordostungarns (Aggtelek – Rudabánya Gebirge). *CommArchHung* 2002, 5–14.
- CZAJLIK 2003 CZAJLIK Z.: Rövid jelentések In: Régészeti Kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary 2000. Budapest, 2003.
- DÉNES 1973 DÉNES GY.: Szalonna feudális főúri szálláshely és kerek temploma. *HOMÉ* 12, 65–86.
- GÁDOR 1974a GÁDOR J.: Kazincbarcika – Vécsetal, *RégFüz* 27 (1974), 65.
- GÁDOR 1974b GÁDOR J.: Sajószentpéter – Szénégető-dűlő. *RégFüz* 27 (1974), 101.
- GÁDOR–HELLEBRANDT 1973 GÁDOR J. – HELLEBRANDT M.: A Herman Ottó Múzeum 1972. évi leletmentései. *HOMÉ* 12 (1973), 599–607.
- GÁDOR–HELLEBRANDT 1975 GÁDOR J. – HELLEBRANDT M.: A Herman Ottó Múzeum 1973–1974. évi leletmentései. *HOMÉ* 13–14 (1975).
- GÖMÖRI 2000 GÖMÖRI J.: Az avar kori és Árpád-kori vaskohászat régészeti emlékei Pannoniában (Magyarország iparrégészeti lelőhelykatasztere I. Vasművesség. – The archaeometallurgical sites in Pannonia from the Avar and the Early Árpád Period (Register of industrial archaeological sites in Hungary I. Ironworking), Sopron, 2000.
- GÖMÖRI–KISHÁZI 1985 GÖMÖRI, J. – KISHÁZI, P.: Iron Ore Utilization in the Carpathian Basin up to the Middle Ages with Special Regard to Bloomeries in Western Transdanubia. In: Neogene Mineral Resources in the Carpathian Basin – Budapest, VIIIth RCMNS Congress-Hungary 323–355.
- HECKENAST et al. 1968 HECKENAST G. – NOVÁKI GY. – VASTAGH G. – ZOLTAY E.: A magyarországi vaskohászat története a korai középkorban. Akadémiai kiadó, Budapest 1968.
- KALICZ 1957 KALICZ N.: Rudabánya őskora. In: Pantó 1957: Rudabánya ércbányászata 5–6, Műszaki Könyvkiadó, Budapest.
- MIHOK 1994 MIHOK, L.: K počiatkom výroby železa. – Zu den Anfängen der Eisengewinnung, *SlArch* 42 (1994), 69–90.
- MIROŠŠAYOVÁ 1994 MIROŠŠAYOVÁ, E.: Sidlisko z neskorej doby halštatskej Čečejevciach. – Späthallstattzeitliche Siedlung in Čečejevce, *SlArch* 42 (1994), 37–68.
- NOVÁKI 1968 NOVÁKI GY.: A magyarországi vaskohászat régészeti emlékei. In: Heckenast et al. 1968, 13–76.
- LESZIH 1927 LESZIH A.: A miskolci Múzeum ásatásai Borsodon. *Történelmi és Régészeti Közlemények*, Miskolc, 2 (1927), 85–94.
- SIMÁN–WOLF 1985 SIMÁN K. – L. WOLF M.: A Herman Ottó Múzeum ásatásai és leletmentései 1983-ban. *HOMÉ* 22–23 (1985), 75–88.
- SZABÓ 1954 SZABÓ GY.: A falusi kovács a XV–XVI. században. *FolArch* 6 (1954), 131–134.
- SZABÓ ET AL. 1997 SZABÓ M. – GUILLAUMET J. J. P. – KRIVECZKY B.: Sajópetri, Hosszú-dűlő – Késő vaskori település a Kr.e. IV–III. évszázadból. – Late Iron Age. Settlement from the 4th–3rd century B.C. In: Utak a múltba. Az M3-as autópálya régészeti leletmentései. – Paths into the Past. Rescue Excavations on the M3 motorway. Magyar Nemzeti Múzeum, Eötvös Loránd Tudományegyetem, Régészettudományi Intézet, Budapest 1997, 81–86.
- SZENDREI 1879 SZENDREI (WAGNER) J.: Óskori ércbányászat nyomai Borsod-megyében. *ArchÉrt* 13 (1879), 281–282.
- VADAY 2001 VADAY A.: Előzetes jelentés a Salgótarján, Ipari-Park II. régészeti feltárásáról. *NMMÉ* 15 (2001), 209–216.
- VADAY 2003 VADAY A.: Salgótarján, Ipari Park II lelőhely. Salgótarján, Industrial Park II site. In: Régészeti kutatások Magyarországon – Archaeological Investigations in Hungary 2000. Budapest, 2003, 31–37.
- VASTAGH 1968 VASTAGH G.: Az ásatásokkal feltárt kohászati maradványok műszaki vizsgálatainak eredményei. In: Heckenast et al. 1968, 77–130.
- VÉGH 1989 K. VÉGH K.: Császárkori telep Miskolc-Szirmán. *HOMÉ* 27, 463–499.
- WOLF 1989 WOLF M.: Az Árpád-kori vaskohászat újabb emlékei Borsod megyében. *HOMÉ* 27, 543–556.



„Vasas” lelőhelyek Északkelet-Magyarországon a Cserhättől a Cserehátig
(Nováki Gyula, Gömöri János és Czajlik Zoltán gyűjtése, illetve Czajlik Zoltán terepbejárásai)

“Irony” sites from the Cserhát to the Cserehát in Northeast Hungary
(collection by Gyula Nováki, János Gömöri and Zoltán Czajlik, and field walking by Zoltán Czajlik)



1. kép
Fig. 1.

Magyarázat az 1. kép fénymikroszkópos fényképeihez

A – Agytekervény szövetű wüstit (világosszürke) szilikátos mátrixban (sötétszürke). A fehér fázis vas. Polarizációs mikroszkópos felvétel, ráeső fényben. A kép által ábrázolt terület valós szélessége 2 mm. Salgótarján, A típusú kohósalak.

B – Dendrites szövetű wüstit (fehér) inhomogén (sötét- és világosszürke) szilikátos fázisban. A szilikátos mátrixban látható világosszürke sávok a fayalit kristályai. Polarizációs mikroszkópos felvétel, ráeső fényben. A kép által ábrázolt terület valós szélessége 1 mm. Salgótarján, A típusú kohósalak.

C – A B képen látható felület polarizációs mikroszkópos képe áteső fényben keresztezett polarizátorok esetén. A sötét fázisok a wüstit szemcséi, a világos anizotróp mező a jókristályos szilikátos mátrix, mely uralkodóan léces fayalit-kristályokat tartalmaz. A kép által ábrázolt terület valós szélessége 1 mm. Salgótarján, A típusú kohósalak.

D – Durvakristályos fayalit (világos mezők) a wüstit (fekete foltok) szemcséi között. Polarizációs mikroszkópos felvétel, áteső fényben, keresztezett polarizátor állás mellett. A kép által ábrázolt terület valós szélessége 0,5 mm. Salgótarján, A típusú kohósalak.

E – Gázhólyagos B. típusú salak sötét üveges alapanyaggal a gázhólyagok között. Polarizációs mikroszkópos felvétel párhuzamos polarizátor állás mellett áteső fényben. A kép által ábrázolt terület valós szélessége 5 mm. Salgótarján.

F – B típusú kohósalak világos, folyásos és globuláris szerkezetű üveges alapanyaga. Polarizációs mikroszkópos felvétel párhuzamos polarizátor állás mellett áteső fényben. A kép által ábrázolt terület valós szélessége 0,5 mm. Salgótarján.

G – Agytekervény szövetű wüstit (világosszürke) szilikátos mátrixba (sötétszürke) ágyazva. A fehér fázisok vasszemcsék. Polarizációs mikroszkópos felvétel, ráeső fényben. A kép által ábrázolt terület valós szélessége 2 mm. Szendrő környéki lelőhely.

H – Agytekervény és dendrites szövetű wüstit (világosszürke) mezők érintkezése egy kohósalakdarabban. A sötétszürke háttér a szilikátos fázis. Polarizációs mikroszkópos felvétel, ráeső fényben. A kép által ábrázolt terület valós szélessége 2 mm. Szendrő környéki lelőhely.

Explanation to the polarisation microscopic photos in plate 1:

A – Wüstite of gyrose texture (light grey) in the silicate matrix (dark grey). The white phase is iron. Polarisation microscopic photo in incident light. The actual width of the illustrated territory is 2 mm. Salgótarján type A slag.

B – Wüstite of dendritic texture (white) in inhomogeneous (dark and light grey) silicate phase. The light grey stripes in the silicate matrix are fayalite crystals. Polarisation microscopic photo in incident light. The actual width of the illustrated territory is 1 mm. Salgótarján, type A slag.

C – Polarisation microscopic photo of the surface illustrated in picture B in transmitted light at crossed polarizers. The dark phases are wüstite grains, the light anisotropic field is a silicate matrix of developed crystals, which dominantly contains fayalite crystals. The actual width of the illustrated territory is 1 mm. Salgótarján, type A slag.

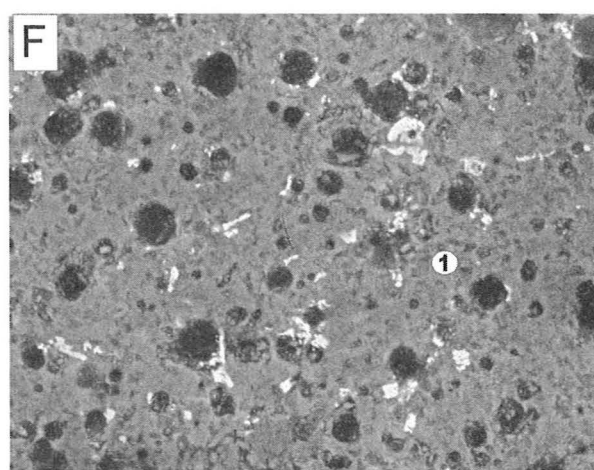
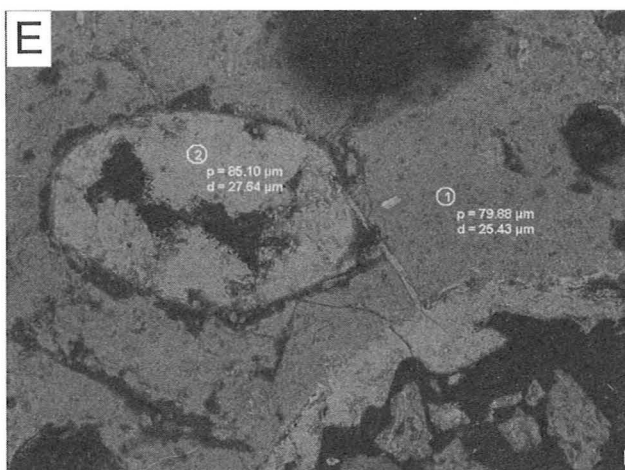
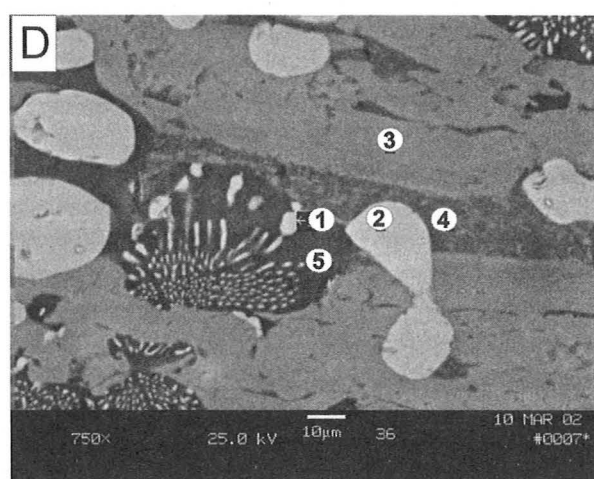
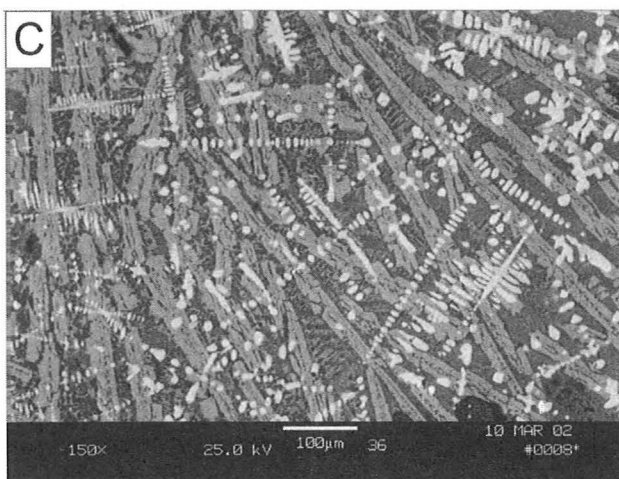
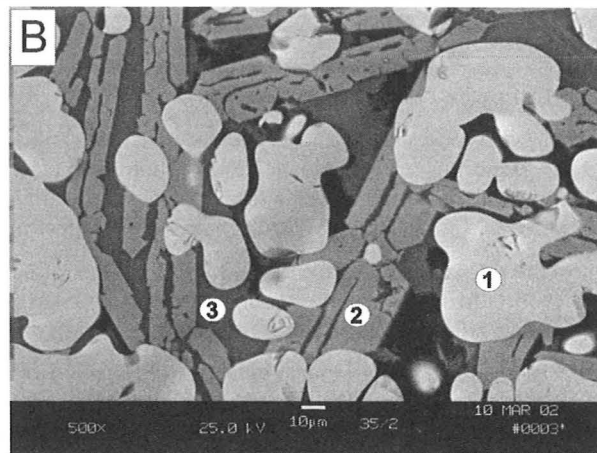
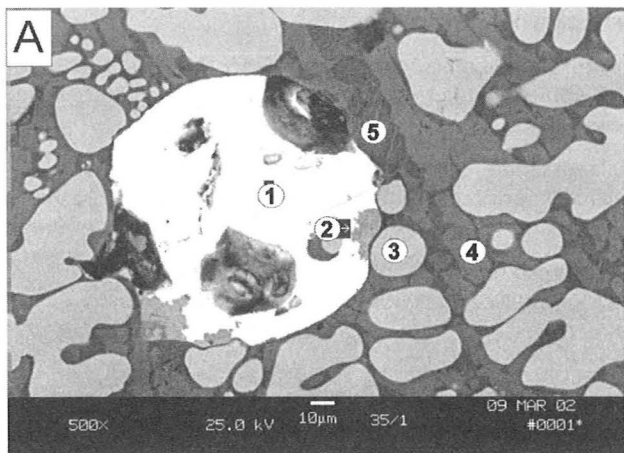
D – Coarse-grained fayalite (light fields) between wüstite grains (black spots). Polarisation microscopic photo in transmitted light at crossed polarizers. The actual width of the illustrated territory is 0.5 mm. Salgótarján, type A slag.

E – Type B slag with gas blisters showing the dark, glassy matrix between the gas blisters. Polarisation microscopic photo in transmitted light at parallel polarizers. The actual width of the illustrated territory is 5 mm. Salgótarján.

F – Light, glassy matrix of flowing and globular texture of a type B slag. Polarisation microscopic photo in transmitted light at parallel polarizers. The actual width of the illustrated territory is 0.5 mm. Salgótarján.

G – Wüstite of gyrose texture (light grey) embedded in the silicate matrix (dark grey). The white phases are iron grains. Polarisation microscopic photo in incident light. The actual width of the illustrated territory is 2 mm. A site in the Szendrő environs.

H – The touch zone of wüstite fields of gyrose and dendritic texture (light grey) in a slag sample. The dark grey background is the silicate phase. Polarisation microscopic photo in incident light. The actual width of the illustrated territory is 2 mm. A site in the Szendrő environs.



2. kép

Fig. 2.

Magyarázat a 2. kép pásztázó elektronmikroszkópos fényképeihez

- A – A típusú kohósalak, Salgótarján. 1: vas, 2, 3: Mn-tartalmú wüstit, 4: Ca-tartalmú fayalit, 5: inhomogén, foszfor-tartalmú szilikát.
- B – A típusú kohósalak, Salgótarján. 1: wüstit, 2: Ca-tartalmú fayalit, 3: melilit-akermanit (?).
- C – A típusú kohósalak, Salgótarján. Dendrites wüstit (fehér) nyúlt fayalit-kristályokat (világosszürke) tartalmazó inhomogén (sötétszürke) mátrixban.
- D – A típusú kohósalak fayalit-kristályai közötti mátrix összetétele. Salgótarján. 1, 2: Mn-tartalmú wüstit, 3: Ca-tartalmú fayalit, 4: inhomogén, foszfor-tartalmú szilikátos fázis, 5: leucit. Salgótarján.
- E – B típusú kohósalak, Salgótarján. 1: inhomogén szilikátos mátrix, 2: globuláris, durvakristályos kalcit csekély Mg-tartalommal.
- F – B típusú kohósalak, Salgótarján. 1: inhomogén, szilikátos mátrix, Ca-Mg-Na-tartalmú alumoszilikáttal.

Explanation to the scanning electron microscopic photos in plate 2:

- A – Type A slag, Salgótarján. 1: iron, 2,3: Wüstite of Mn content, 4: Fayalite of Ca content, 5: inhomogeneous silicate of phosphorus content.
- B – Type A slag, Salgótarján. 1: wüstite, 2: fayalite of Ca content, 3: melilite-akermanite (?)
- C – Type A slag, Salgótarján. Dendritic wüstite (white) in an inhomogeneous (dark grey) matrix containing elongated fayalite crystals (light grey).
- D – The matrix composition between fayalite crystals of a type A slag. Salgótarján. 1, 2: Wüstite of Mn content, 3: fayalite of Ca-content, 4: inhomogeneous silicate phase of phosphorus content, 5: leucite.
- E – Type B slag, Salgótarján. 1: Inhomogeneous silicate matrix, 2: globular, coarse-grained calcite with minimal Mg content.
- F – Type B slag, Salgótarján. 1: inhomogeneous, silicate matrix with alumosilicate of Ca-Mg-Na content.

