

Opponensi vélemény

Bondár Mária:

„A késő rézkori fémművesség magyarországi emlékei”

című akadémiai doktori munkájáról

Dr. Bondár Mária akadémiai doktori munkaként benyújtott műve 2019-ben jelent meg Budapesten. Nyolc fő fejezetből, összegzésből, katalógusból, egy rövid módszertani/anyagvizsgálati ismertetőből, 4 appendixből és bibliográfiából áll, a kötetet 24 szövegközti ábra, számos táblázat és egy hosszabb angol nyelvű összefoglaló egészíti ki.

A doktori mű bevezetője az egyre inkább a természettudományok felé forduló régészetben ritkán megtapasztalható módon részletesen ismerteti a témakör számos fontos írásos és képi forrását. Helyesbítve a Szerzőt, id. Plinius a *Historia Naturalis* 34. I-III.-nál nem ásványokról, hanem az általa ismert ókori rézérc-fajtákról (pontosabban kitermelési helyekről) írt. A mai értelemben vett réz-ásványok elkülönítéséről véleményünk szerint az ókorban nem volt szó. Feltehető az is, hogy az őskorban sem az ásványokat, hanem a fémréz előállítására alkalmas ércfeleségeket (a „színes köveket”) ismerték.

A másik érdekes kérdés az írott forrásokkal kapcsolatban, hogy mi okozta az ókori fémművesek ábrázolásokon is megjelenő testi problémáit? A bevezetőben csak a nehéz fizikai munkával érvel a Szerző, ugyanakkor a doktori mű 8. fejezetében Mozsolics Amáliát idézve megállapítja, hogy az arzén toxikus hatása okozhatta a mozgásszervi problémákat. A kérdésről valóban részletesen írt Mozsolics Amália, aki – modern orvosi tapasztalatok alapján – a rézfeldolgozás során levegőbe kerülő arzén mozgásszervi károsító hatásával magyarázta Hephaistos sántaságát (MOZSOLICS 2001). Véleményét a Szerzővel egyetértve ma is megszívlelendőnek tartjuk, pusztán egy fejezetek közötti belső ellentmondásra szerettük volna felhívni a figyelmet.

A korszakban újdonságot jelentő fémek miatt, továbbá abból kiindulva, hogy a korai, nem ötvözött és nem újrahasznosított anyagból készített réztárgyak elvben könnyebben köthetők lennének kitermelési helyhez, több sikerrel kecsegtető feladat a késő neolitik / kora rézkori fémtárgyak elemzése. Helyesen fogalmazza meg ugyanakkor a Szerző, hogy a korai rézek és a bronzkori fémek elemzése mellett kevés figyelmet kapott a késő rézkor, noha vannak elemezhető réztárgyak és nem kell ugyanakkor megküzdeni azzal, a bronzok esetében mindig meglévő problémával, hogy legalább két különböző forrásból származó fém együttesen van jelen az elemzésekben.

A Szerző más kutatási témákból jól ismert, pontos és kiterjedt adatgyűjtő tevékenysége ezen a korábban kevésbé feldolgozott területen is igen

hasznosnak bizonyult: a különféle helyeken és módokon megjelentetett elemzési adatokat egységesítve, a badeni kultúrkör lelőhelyeiről a maga által készített katalógusba integrálva ismerjük meg.

Alapvetőnek számít, mégis a „Korai fémművesség fogalma, régészeti és technológiai alapkérdései” c. fejezetből hiányzik, csak a doktori mű jóval későbbi fejezeteiben (elsősorban Molnár Ferenc munkáját idézve az 5.-ben) jelenik meg a felszínközeli oxidos és karbonátos rézérczek rézkori kitermelése, mint a rézkori réznyersanyag forrása. A kérdéskörrel kapcsolatban mindenképpen érdemes leszögezni: a réz korai hasznosítását segítette, hogy ércesedéseiben termésrézként is jelen van, azaz – az aranyhoz hasonlóan – hidegen alakítva is feldolgozható volt. A termésréznél gyakoribb réz-oxi-hidroxidokat és karbonátokat, azaz főleg a látványos megjelenésű, ékszerként is használt malachitot és azuritot hasznosíthatták hidegalakítással. A termésréz mellett ezek az ásványok – ahogyan a Szerző is írja – valóban gyakoriak az ún. vaskalap-ércesedésekben, amelyekben a legjellemzőbb réz-ásványokat jelentik a felszínközeli oxidációs/hidratációs zónában. Fontos azonban megjegyezni, hogy az ércesedések mélyebb szintjein már azok az eredeti szulfidércsek (pl. fakóércsek, kalkopirit) érhetők el, amelyekből tehát az ércfésések a felszínközeli kőzetekben oxigén és víz jelenlétében átalakultak.

Valóban ma sem tisztázott teljesen, hogy mi vezethetett az eleinte ékszerként hasznosított malachit/azurit redukciójához és öntéséhez? Gyakori érv a kerámia égetés technológiájának átvétele, de még ez a viszonylag magas hőmérséklet is kevésnek tűnik a réz 1083 °C-os olvadáspontjának eléréséhez. Kísérleti olvasztásokból tudjuk, hogy a hőmérséklet emeléséhez mindenképpen szükség volt a fűjtatók használatára is, amire az agyagedények kiégetéséhez nem volt szükség. Ugyanakkor elgondolkodtató a Szerző által a doktori mű más pontjain többször idézett E. Pernicka és David W. Anthony közelmúltban megjelent tanulmánya, amelyben a redukciós technika kialakulását a jóval alacsonyabb hőmérsékletet igénylő ólomércsek olvasztásán, az azokkal való kísérletezésen keresztül látják lehetségesnek (PERNICKA – ANTHONY 2010).

„A badeni kultúrkör fémművességének magyarországi leletanyaga” c. fejezet részletesen ismerteti azokat a lelőhelyeket és tárgytipusokat (ékszerek, eszközök/szerszámok, balták/fejszék, kések, török és a fémfeldolgozás kellékei), amelyek a Baden kultúra hazai fémművességéből vizsgálhatók. Az utóbbi tárgycsoporttal kapcsolatban érdemes felhívni a figyelmet arra, hogy a réz öntőlepeny formájában való disztribúciója épp a rézkor végén jelenik meg (Handlová, Szeged – Szilér, vö. SCHUBERT – SCHUBERT 1999). Ez a tény minden bizonnyal jól összhangba hozható a Szerző által említett szigetcsépi közöletlen öntöröggel is (62. o.). Hasznos, hogy a legfontosabb adatokat azonos szerkezetben, táblázatos formában is összegyűjtötte a Szerző. Ugyanakkor kérdéses, hogy a tipológiai párhuzamokon kívül miért hiányoznak a kultúrkör további lelőhelyei (morva területek, Kelet-Ausztria, Szlovákia, Dél-Lengyelország, Nyugat-Románia, Észak-Szerbia)?

„A késő rézkori fémtárgyak archeometriai vizsgálata” c. fejezet arra tesz kísérletet, hogy a rendkívül heterogén elemzési adatokat kiértékelje. Ennek a feladatnak számos problémáját ismerteti meg velünk a Szerző (66. o.), amelyek közül talán az egyik legfontosabb a hiányok hangsúlyozása: gyakran nem ismerjük a vizsgálatra használt műszer típusát (beállításait), a mérési módszert, általában nincs adatunk az elemzéseket megelőző esetleges restaurátori beavatkozásokról, nem tudjuk, hogy a tárgy melyik részéről történt a mintavétel, stb. Ezek a problémák tovább növelik azokat a nehézségeket, amelyeket az eltérő időszakokban, különböző módszerekkel elvégzett vizsgálatok összehasonlítása és együttes kiértékelése önmagában is felvet. Amint az más korai archeometriai kutatásoknál is megfigyelhető, az elemzések egy része *ad hoc* jelleggel készülhetett.

Áttekintve az elemzési eredményeket, a következő tanulságokkal egészítjük ki a Szerző által megfogalmazott következtetéseket:

1. Nagyon hasznos volt a régi, töredékes információ-tartalmú mérési eredmények összegyűjtése, hiszen mindegyikük alkalmas volt a rézen kívül megjelenő mellékelemek, az újabb mérések esetében a nyomelemek kimutatására. Nyilvánvaló, hogy a mért értékek tekintetében korszerű vizsgálatokkal megbízhatóbb adatokat kapnánk és talán olyan elemek is kimutathatók lennének, amelyeket korábban nem tudtak azonosítani, a trendek azonban így is megmutatkoznak.
2. A Szerző precíz elemzését elfogadva, következtetéseivel nagyrészt egyetértve, fontos rögzíteni, hogy elemösszetételét tekintve két különböző karakterű tárgycsoportról van szó. A közel 99%-os réztartalmúak nyersanyaga termésvéz, illetve malachit/azurit lehetett. Ugyanakkor több lelőhelyről (Balatonlelle – Felső-Gamász és Rádpusztá, Sármellék – Égen-föld) ismerünk olyan tárgyakat, amelyek arzén-tartalma mellékelemnyi mennyiségű (1% feletti), sőt a két utóbbi lelőhelyről olyan elemzési eredményekkel is rendelkezünk, amelyek 4-7% közötti arzén-tartalmat mutatnak. Túl sommásnak érezzük a Szerző kijelentését, hogy az utóbbi tárgycsoport esetében nem beszélhetünk arzénbronzról, illetve ötvözésről. Abban igaza van, hogy a direkt ötvözést mindenképpen kizárható: ezt az arzén réznél jóval alacsonyabb olvadáspontja (617 °C *versus* 1083 °C) nem engedi meg. Léteznek azonban olyan ércásványok, amelyek mindkét elemet tartalmazzák, erre alapozta Alexandar Durman azt az 1980-as években felvetett hipotézisét, hogy a szulfidércek közül először bizonyos fakóércféleségeket használták volna fel, ez magyarázná ezeknek a tárgyaknak a megemelkedett arzén-tartalmát (DURMAN 1983). A fakóérccek mellett a Szerző által idézett Molnár-tanulmányban is szereplő enargit felhasználása is emelhetné az arzén-tartalmat. Egy másik lehetőséget vetett fel Ernst Pernicka és David W. Anthony: Mersin (Adana, Törökország) lelőhelyéről arzén és réztartalmú ércek keverésére hoztak bizonyítékokat (PERNICKA – ANTHONY 2010). Ezt azonban nem nevezhetjük ötvözésnek. A tudatos ércválogatás azért

valószínű, mert az arzéntartalom csökkentette az olvadáspontot és javította a fém tulajdonságait, tehát mindenképpen előnyös volt.

A törökországihoz hasonló georégészeti megfigyelésekkel a balkáni területekről egyelőre nem rendelkezünk. A két, markánsan eltérő összetételű tárgycsoport léte a Baden anyagban ugyanakkor arra utalhat, hogy a termésréz, malachit/azurit-bázisú, azaz kizárólag oxidos/karbonátos rézércekre alapozó ércfeldolgozás „tisztá” rezei és az arzéntartalmú rezeket előállító fémművesség egyidejűleg volt jelen a késő rézkori Kárpát-medencében. Az utóbbi komoly változást jelezhet a korábbi időszakokhoz képest. Megjegyzendő, hogy nemzetközi összehasonlításban eddig mindössze a korszak tárgyainak 1%-nál mutatták ki a megemelkedett arzéntartalmat (PERNICKA – ANTHONY 2010).

Itt jelezzük, hogy „A késő rézkori tárgyak készítési technikája” fejezetben szereplő eredményeket érdemes lett volna összevetni az elemzési adatokkal is. A mikroszkópos és a kísérleti régészeti bizonyítékok alapján a rézgyöngyök, a vörsi diadém és a Balatonlelle – Rádpusztai karperec hidegalakítással, a vésők/kések/török öntéssel készültek. Összevetve az elemzési eredményekkel, az eltérő elemi összetétel (lásd fent), illetve a technológiai megfigyelések alapján kialakítható lenne két-két halmaz. A hidegalakítással készített ékszerek között ugyanis egyaránt van arzénmentes és magasabb arzéntartalmú, mint ahogy az öntéssel készített török között is vannak arzén-gazdag és legfeljebb nyomnyi mennyiségben As-t tartalmazó példányok. Az arzén-gazdag rezelek előnyösebb tulajdonságai tehát nem befolyásolták a különböző technológiákhoz kapcsolódó nyersanyagok kiválasztását.

Véleményünk szerint „A fémfeldolgozás feltételrendszere” c. fejezet tartalmát integrálni kellett volna az elemzésekkel foglalkozó, illetve az alapkérdésekkel kapcsolatos fejezetekbe. A fejezet első részében a Szerző által ismertetett Hegedüs-kézirat valóban fontos az analitikai kérdések megértéséhez. Hegedüs Zoltán az egykori Csepeli Vas- és Fémművek Színesfémkohászati Laboratóriumának vezetője volt, páratlanul gazdag érces ásványokat tartalmazó gyűjteménye, csakúgy mint számos további kézírata, értékes könyvtára halála után részben elkallódott, annak ellenére, hogy ezeket a Természettudományi Múzeumra hagyatékoltta. Különösen figyelemre méltó az a Szerző által idézett megjegyzése, hogy a kismennyiségű (értsd nyomnyi) Ni, Sb, As, Pb, Bi és Fe jelenléte az elemzésekben szulfidércekre eredetre utal. Ehhez hozzátehetjük, hogy a régebbi (és sajnos számos újabb) elemzések nem vizsgálták/vizsgálják a kén jelenlétét, noha az igazán erős bizonyítékot a készanyagban is kimutatható kén szolgáltatja a szulfidércek kohósítására. Megjegyzendő, hogy a vas mellékelemként általában az egyik leggyakoribb réz-szulfidércekre, a kalkopiritre utal. A fejezet második része pedig Molnár Ferenc egyik fontos tanulmányát követve a korábban már említett vaskalap-ércesedésekkel foglalkozik. Az utóbbi kérdéskör részletes bemutatását a doktori mű témája szempontjából meghatározónak éreztük, ezért is illesztettük a bírálat alapkérdésekkel foglalkozó részébe.

Nem értünk egyet a Szerzővel, aki a modern és középkori bányahelyek ismeretének fontosságát „A fémfeldolgozás további bizonyítékai” c. fejezetben (91-92. o.) elveti. Alig-alig van ugyanis olyan ércelőfordulás, amit hasznosítottak volna az őskorban, viszont a középkorban, vagy a modern időkben nem. Ez ugyanis nem kevesebbet jelentene, mint azt, hogy az őskori módszerekkel annyira eredményes volt a kitermelés, hogy azt később már nem volt érdemes folytatni. Két konkrét példával illusztrálható a modern bányaműveléshez kapcsolódó információk fontossága:

1. A Besztercebányától északra található Úrvölgy (Špania Dolina) elsősorban középkori ércbányászatáról ismert. Ugyanakkor ebből a zónából ismertek a korai érctermelés és -feldolgozás legjobb bizonyítékai az Északi-Kárpátokból. A Špania Dolina-Piesky-n előkerült több mint 150 darabos bányászkalapács-lelet, az ugyanott megfigyelt régi horpák, valamint a közeli Slovenské Pravno-n feltárt ércpörkölt (TOČIK – ŽEBRÁK 1989). Utóbbi a Ludanice kultúra településén volt, azaz a Baden kultúrát megelőző, középső rézkori rézfeldolgozáshoz kapcsolható.
2. Amint a Szerző is kitért rá, az ólomizotópos vizsgálatok bizonyították a Majdanpek-i ércesedés középső rézkori fontosságát. Noha a területen a római kori ércbányászatra is voltak adatok, igazán modern rézérc-lelőhelyként volt ismert. Sőt a Majdanpektől 20 km-re lévő Rudna Glava-i őskori kitermelési hely is modern (vas)bányászati tevékenység következtében vált ismertté (FILIPOVIČ 2015). Az is nyilvánvaló, hogy a részletes geológiai-georégészeti adatgyűjtésben komoly szerepe volt a modern ismereteknek. Egyetértve a Szerzővel, a proveniencia vizsgálatokban mi is jóval nagyobb jelentőséget tulajdonítunk az ólomizotópos módszernek, mint a fémvizelmzéseknek. A módszerrel nyert adatok geológiai származási helyhez kötése azonban elképzelhetetlen a potenciális bányavidékek ólomizotópos adatainak, illetve elemzésre alkalmas mintáinak összegyűjtése nélkül. Ebben szerepe lehetett volna a B. Kutzián Ida és Ravasz Csaba által a volt Jugoszláviából összegyűjtött érces mintáknak, ma már azonban – ahogyan azt a Szerző is bemutatja – egyre inkább lehet – a térségből is gyarapodó publikációk mellett – a nemzetközi adatbázisokra is támaszkodni.

A provenienciával és a kitermelési lehetőségekkel kapcsolatos „A fémfeldolgozás további bizonyítékai” c. fejezetben felvetett kérdések szorosan összefüggenek a *chaîne opératoire* problematikájával. Jól ismert a Nahal Mishmar-i (Izrael) barlang, amelyben 1961-ben 442 darabos, jórészt viaszveszejtési technikával öntött tárgyból álló kincset találtak. Keltezése (4500 – 3700 BC) megelőzi a Baden-t, a tárgyak összetétele különleges: Cu, mellékelemként Sb és kevés As alkotja őket. Vagyis E. Pernicka és David W. Anthony fent többször idézett összefoglaló munkáját követve az 5. évezred végére Anatólia, Irán és Levante térségében tudták az oxidérceket redukálni, önteni egyszerű formákba és viaszveszejtéssel, valamint az ércek szelekciójával az ötvözés első lépése is megvalósulhatott (PERNICKA –

ANTHONY 2010). Hozzátehetjük; a szulfidércek többlépcsős redukcióját és az ónnal való ötvözést kivéve minden együtt állt a bronzkészítéshez.

Ugyanakkor a balkáni rézércek nagyon korai kitermelése és feldolgozási technológiája számos kutatónak, így Kalicz Nándornak és Raczky Pálnak a doktori műben is idézett, a Kárpát-medencei fémművesség eredetével kapcsolatos véleményével egyezően cáfolja a műveletsornak a fenti területekről való levezetését. Gondolunk itt elsősorban a Belovode (Kelet-Szerbia) lelőhelyről a közelmúltban ismertté vált, 5000 BC körülre keltezhető, *chaîne opératoire*-ral kapcsolatos eredményekre (RADIVOJEVIĆ 2015), amelyek tehát mindenképpen korábbiak a fent röviden ismertetett Anatóliai/Iráni/Levente-i rekonstrukcióknál. A Belovode-n feltárt sok malachit-tömb alátámasztja a Szerzőnek azt a disszertáció több pontján képviselt álláspontját is, amely szerint a fémkohászat (a későbbi, bronzkori munkaszervezéstől eltérően!) nem a bányarégióban, hanem a közeli településeken zajlott. Ennek további bizonyítéka Belovode esetében, hogy a nyersanyagforrás az ólomizotópos vizsgálatok alapján Rudna Glava lehetett. A *chaîne opératoire* nagy lépéseinek ez a rekonstrukciója jó magyarázatot ad a Vinca-i tell minden rétegében meglévő malachit-darabokra is. Megjegyzendő ugyanakkor, hogy ez a munkaszervezés az oxidos ércek magas fémtartalma és jó hasznosíthatósága miatt volt racionális. A szulfidércek feldolgozásához képest viszonylag kevés salak/meddő pedig magyarázatot ad a kutatási nehézségekre is. Nem gondoljuk ugyanakkor, hogy a Szerző által feltételelesen bevont lelőhelyeken (Budapest – Kőérberek és Szigetcsép) ércfeldolgozás folyhatott, ez a tevékenység valószínűleg csak az ércesedések régiójának településeire volt jellemző.

A fentiek alapján tehát teljesen jogos a Szerző kitüntetett figyelme, amellyel elsősorban a balkáni ércesedések felé fordul a réz forrását keresve. Indirekt módon ezt erősíti Siklósi Zsuzsanna és Szilágyi Márton 2019-ben publikált tanulmánya, amely Rákóczifalva – Bivaly-tó réztárgyainak ólomizotópos vizsgálata alapján az egyik lehetséges forrásként Majdanpek-et határozta meg (SIKLÓSI – SZILÁGYI 2019). A másik forrás (Ai Bunar) mellett nem érdektelen a Majdanpek-től 100 km-re Ny-ra fekvő Rudnik-i ércesedés bevonása a további kutatásokba. A Szerző a bányákban alkalmazott technológiával kapcsolatban idézi Prljuša on Mali Šturac lelőhelyet, ahol jól dokumentálható a kitermelési technológia teljes eszköztára. A rengeteg kőkalapács mellett 20 kg körüli függesztett kötőbökökkel, valamint tűzzel hevítve repesztették a sziklát, hogy az ércet kitermeljék. Részben talán a nagyon kemény befoglaló kőzet miatt sem követték az ércteléreket mélyebbre, néhány kivétellel sekély, tehát sem világítási, sem szállítási problémát nem okozó horpákból termeltek.

A tárgyalt korszakra vonatkoztatva túlzónak érezzük a Szerzőnek „A késő rézkor fémművessége és társadalmi vonatkozásai” c. fejezetben részletesen kifejtett azon megállapítását, hogy a rézkori rézbányászat addig nem tapasztalt természetkárosítással járt volna. Rudna Glava zónájából 40 körüli aknát, fejtési gödröt, Ai Bunar zónájában pedig 11 nagyobb, esetenként valóban

nagyméretű horpát ismerünk. Ugyanakkor az őskori kovabányászat szinterei, gondolunk itt elsősorban a 350 ha területen megtalálható, több mint 4000 kitermelési nyommal rendelkező Krzemionki-ra (Lengyelország) és a 100 ha-os, legintenzívebben művelt részén több mint 5000 aknát tartalmazó Spiennes (Belgium) lelőhelyekre. Ezek valóban komoly beavatkozást jelenthettek az adott régió természeti viszonyaiba, miközben a felszínközeli zónákban kiépített korai rézérc-termelő-helyek esetében még nem beszélhetünk radikális átalakításról. Abban természetesen igaza van Szerzőnek, hogy később, a bronzkorban és a római korban, valóban a fémkohászat vált az egyik legnagyobb szennyezővé. A bemutatott kiváló példákon túl az 1990-es években a grönlandi jegekből kimutatott rézről derült ki, hogy az az európai bronzkor, a római kor, továbbá a kínai császárkor sztratoszférát megjárt terméke.

Visszatérve a doktori mű elemzési eredményeihez, a közel 100%-os réz-tartalmú tárgyak nyersanyagának forrása mindenképpen felszínközeli malachitos/azuritos nyersanyag lehetett. Kézenfekvő lenne tehát az ércesedés karaktere, kiterjedése és a korai/középső rézkori – Rákóczi-falva alapján dokumentált - kapcsolatrendszer alapján a Közép – Balkánra szűkíteni a proveniencia meghatározását is, azonban ezeknek a kitermelési helyeknek a keltezése egyelőre korábbi a badeni kultúrkörnél.

Nyilvánvaló ugyanakkor, hogy az As-gazdag réztárgyak esetében más karakterű ércesedéssel és más *chaîne opératoire*-ral számolhatunk. A bizonyítható rézkori kitermelés alapján felvethető a Szerző által is hivatkozott Spania Dolina (Úrvölgy, Szlovákia) zónája, de nem elképzelhetetlen a Keleti-Alpok nyersanyagforrásként való megjelenése sem. Az ólomizotópos vizsgálatok fontossága mellett érdemes volna először a Handlová típusú korai öntőlepenyek elemáanalitikai vizsgálatát elvégezni.

A doktori műről készített bírálatunkat összefoglalva fontos kiemelni, hogy Dr. Bondár Mária korábbi ismereteinket jelentősen gyarapítva, számos modern fémvizsgálatot és technológiai kutatást végeztetett el. Mind a tárgyak, mind a rájuk vonatkozó korábbi elemzési adatok összegyűjtését kiválóan elvégezte egy olyan régészeti korszak kutatásában, amelynek a fémművességéről úgy a megelőző, mint a rákövetkező időszakokkal összevetve nagyon keveset tudunk. Ez természetesen korlátozta az értékelési/értelmezési lehetőségeket is, számos esetben arra kényszerítve a Szerzőt (sőt a bírálót is), hogy a korábbi időszakokra vonatkozó eredményeket használja fel az interpretációban. A kismonográfia eredményei ugyanakkor tökéletes alapot teremtenek arra, hogy részben a badeni kultúrkör Magyarországon kívüli fémtárgyainak következetesebb összegyűjtésével, részben a modern elemzések alapján közel 100%-os réz-tartalmú tárgyak ólomizotópos elemzésével jobban megérthessük a késő rézkor fémművességének hátterét és kapcsolatrendszerét.

Az MTA Doktori Tanácsához benyújtott doktori mű téziseit elfogadom, a művet nyilvános vitára alkalmasnak tartom.

Budapest, 2021. november 8.

Dr. CZAJLIK Zoltán

A bírálóban idézett szakirodalom

DURMAN 1983 Aleksandar Durman: Metalurgija vučedolskog kulturnog kompleksa – Metallurgy of the Vučedol culture complex. *Opuscula Archaeologica* 8 (1983) 1-86.

FILIPOVIČ 2015 Dragana Filipovič: Rudna Glava in the Foreground of Recent Overviews of the Beginnings of Copper Mining in Europe and of the Development of Archaeometallurgy. *Balkanica* 46 (2015) 341-347.

MOZSOLICS 2001 Mozsolics Amália: Hephaistos sántasága. *Ponticulus Hungaricus* V. évfolyam, 3. szám, 2001. március

PERNICKA – ANTHONY 2010 Ernst Pernicka – David W. Anthony: The Invention of Copper Metallurgy and the Copper Age of Old Europe. In: David Anthony – Jennifer J. Chi (eds.): *The Lost World of Old Europe. The Danube Valley: 5000 – 3500 BC.* New York, 2010, 163-177.

RADIOJEVIČ 2015 M. Radivojevič: Inventing Metallurgy in Western Eurasia: a Look Through the Microscope Lens. *Cambridge Archaeological Journal* 25:1 (2015) 321-338.

SCHUBERT – SCHUBERT 1999 Fritz Schubert – Eckehardt Schubert: Die Hammeräxte vom Typus Handlová. *Festschrift für Günther Smolla. Materialien zur Vor- und Frühgeschichte von Hessen* 8. Wiesbaden 1999, 657-671.

TOČIK – ŽEBRÁK 1989 Anton Točík – Pavel Žebrák: Ausgrabungen in Špania Dolina-Piesky. Zum Problem des urzeitlichen Kupfererzbergbaus in der Slowakei. *Der Anschnitt Beiheft* 7. *Archäometallurgie der Alten Welt*, 71-78.

SIKLÓSI – SZILÁGYI 2019 Zsuzsanna Siklósi – Márton Szilágyi: New data on the provenance of copper finds from the Early-Middle Copper Age of the Great Hungarian Plain. *Archaeological and Anthropological Sciences* 11,1 (2019) <https://doi.org/10.1007/s12520-019-00867-8>