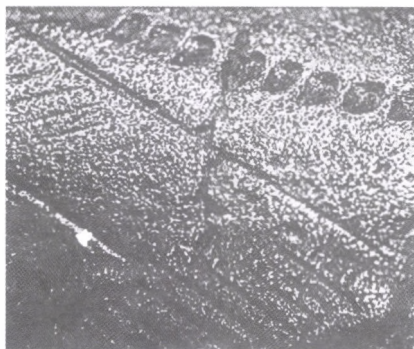


## Szabó Géza

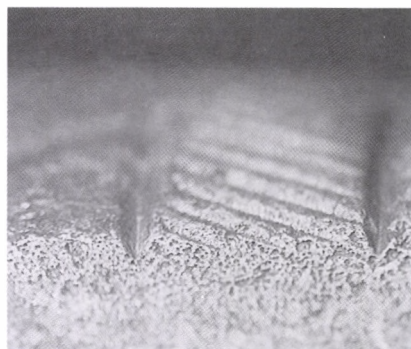
A CSEPEL MAHART-KIKÖTŐ KÉSŐ BRONZKORI LELETEGYÜTTES 95.4.1D. SZÁMÚ KARIKÁJÁNAK  
ARCHAEOMETALLURGIAI VIZSGÁLATA

V. Vadász Éva a Dunában sóderbányászás során talált bronz leletegyüttes karikáin különös nyomokra hívta fel figyelmemet. A külső és belső oldalon a kisebb-nagyobb szabálytalan repedésnyomok (1. kép) mellett az igényesen díszített tárgyakon a motívu-

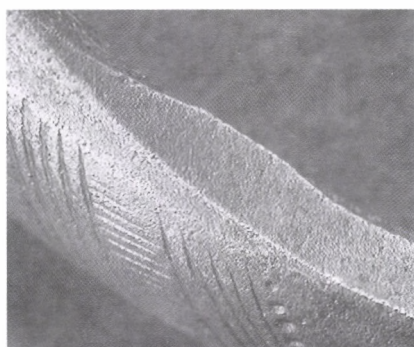
mokat durván elvágó, határozott szélű sík felületeket lehetett megfigyelni (2–3. kép). Az első pillantásra vágásnyomnak tűnő jelenségek kérdések sorát vetették fel. Mikor, miért és mivel vágták el a tárgyakat? Valóban vágásnyomokról van-e szó? Miért és mitől



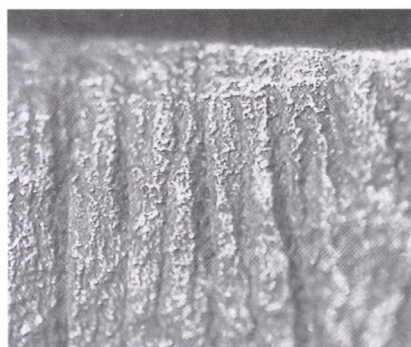
1. kép BRBTF90O 45x. A díszítéseket is metsző repedésnyom a karika felszínén



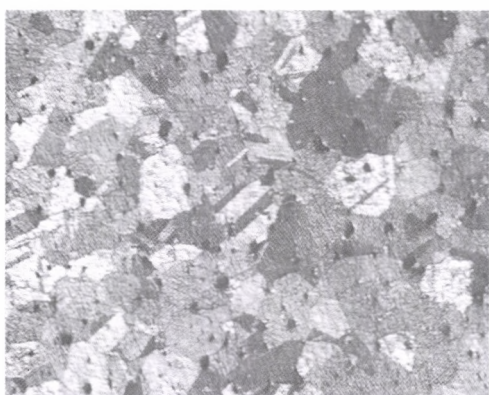
2. kép BRBTF90F 45x. A díszítőmotívumokat durván metsző vágásnyom



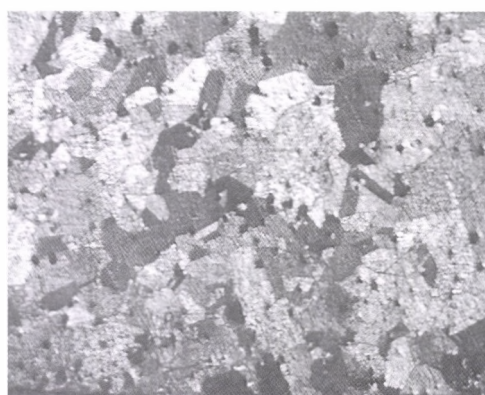
3. kép BRBTF90K 45x. Vágásnyom a karika oldalán



4. kép BRBTM90J 45x. Sérülések a karika belső oldalán



5. kép BRBTM90S 50x Megmunkálás utáni hőkezelésre utaló ikerkristallitok a szövetszerkezetben



6. kép BRBTM90R 50x Szövetszerkezet a felületi díszítések alatti részen

vannak, hogyan keletkeztek a tárgyak belső felén megfigyelhető sérülések (4. kép)? Egyáltalán miként készültek ezek a szépen díszített tárgyak és mire használták őket? Valóban karperecek voltak – mint azt széles körben használt elnevezésük is mutatja –, vagy valami másról van szó?

A szakályi és a kisdorogi késő bronzkori karikaleletek tüzetes vizsgálata során már találkoztunk hasonló kérdésekkel (SZABÓ 1996; SZABÓ 1999, 60–71.; OSZVALD–SZABÓ 1996). A formai eltérések ellenére is teljesen joggal volt feltételezhető, hogy a Duna magyarországi szakaszán előkerült újabb leletek esetében is a spirálisan körbefutó vonalkötegekkel díszített karikatípusokhoz hasonló lehetett a készítés és a felhasználás módja.

Bizonyosat azonban csak a tárgytipus anyagösszetételének és főként rácsszerkezetének ismeretében lehetett mondani. Ezért az archaeometallurgiai vizsgálatok céljára kiválasztott karikából mintát vettünk. A mintavétel helyét a feltett kérdések figyelembevételével úgy választottuk ki, hogy a tárgy lehető legkisebb sérülése mellett a metszet egyaránt érintse a mintasort és a belső oldalon megfigyelhető sérüléseket valamint a többnyire a karikák oldalán, a végek közelében lévő, vágottnak tűnő felületet. Ezen feltételeknek leginkább a későbbi leltározás során 95.4.1d. azonosítószámú számú karika felelt meg, melynek végéből a mintát vettem (*BRBTM90 számú csiszolat*).

A vizsgálatok elvégzésére a bradfordi egyetem archaeometallurgiai laborjában kaptunk lehetőséget, melyért ezúton is szeretnék köszönetet mondani M. Polardnak és G. McDonnellnek. Az esetleges utólagos rácsszerkezeti elváltozások elkerülésére a mintát hidegen műgyantába öntöttem és sajátkezűleg megcsiszoltam. A kész metszetet vasklorid vizes oldatával ( $\text{FeCl}_3$ ) marattuk meg, azonban a kapott kép nem igazán volt értékelhető, ezért újbóli csiszolás után vasklorid alkoholos oldatával marattam meg a mintát. Az első próbálkozás során zavaros, barna mikroszkópi kép helyett az alkoholos oldattal való maratást követő 24 óra elteltével látványosnak is szép, színes, jól értékelhető szövetszerkezeti kép tárult elém.

#### *A BRBTM90 számú csiszolat leírása:*

A mikroszkópi képen jól láthatók a megmunkálás utáni hőkezelésre utaló, egymástól jellegzetesen egyenes vonal mentén elhatárolódó ikerkrisztallitok (5. kép). Az ikerkrisztallitok aránya a metszet felületének egyes részein eltérő, de összességükben egyértelműen jelzik az alapanyag alakítása utáni hőkezeléssel történő homogenizálás szándékát. A minta szélén, ahol a tárgy „vágott” felülete volt, a homogén alfa fázisú szövetszerkezetben csak néhány ikerkrisz-

tallit van, de szó sincs az alapanyagba mélyen bemélyedő díszítőmotívum alatt a felületközeli részen az anyag tömörödéséről, a rácsszerkezet elnyúlásáról vagy az ikerkrisztallitok arányának növekedéséről (6. kép). Az ikerkrisztallitok 400x-os nagyításnál jól látható, hogy nagyobb arányban mind a belső, mind a külső szélek közelében, 1–2 mm-re a felszín alatt jelentkeznek, ami egyértelműen a tárgyak hajlítására, illetve hőkezelésére utal.

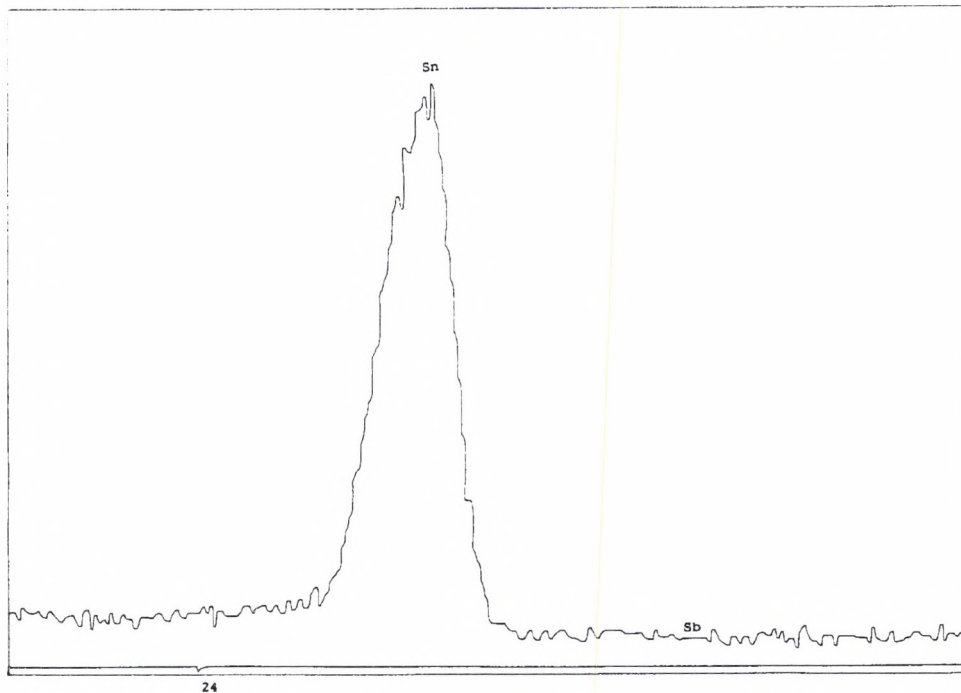
#### *A BRBTM90 minta röntgenfluoreszcensz vizsgálata:*

A röntgenkép alapján jól látható, hogy a bronz ötvözőanyagai közül a tárgyban csak az ón van jelen jelentősebb mennyiségben, az antimon és az arzén elenyésző mértékben, csak nyomokban figyelhető meg. Meglepően magas viszont a vasnál is nagyobb mértékben megfigyelhető nikkell aránya (7–8. kép).

#### *A BRBTM90 számú minta műszeres vizsgálatának értékelése:*

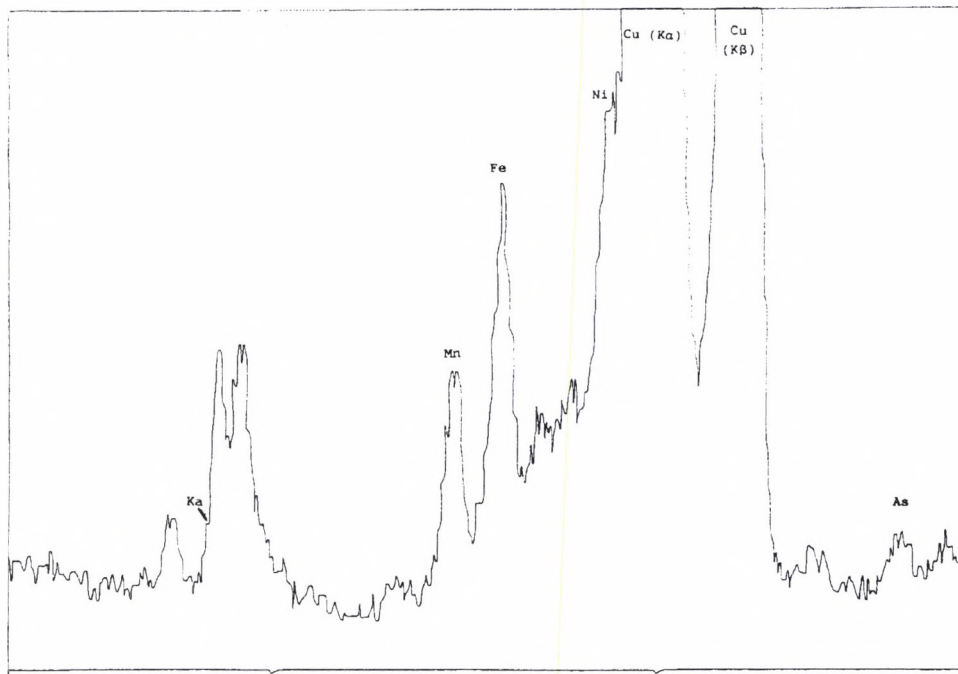
A mikroszkóp alatt látható szövetszerkezet képe arra mutat, hogy az eredetileg öntött bronztárgyat (9. kép) meghajlították, majd szinte tökéletesen hőkezelték, így alakult ki a „vágott” szélek közelében különösen jól megfigyelhető, majdnem homogén alfa fázisú szövetszerkezet. Az e területen megfigyelt rácsszerkezeti kép egyben kizárja azt is, hogy a tárgyat megöntése után vágták volna el, hiszen az a korabeli technikai viszonyok között az anyagszerkezet deformálódásához vezetett volna. A díszítőmotívumok alatt megfigyelt homogén alfa fázisú szövetszerkezet kizárja, hogy a díszítés elemei a bronztárgy megöntése után utólag kerültek volna a tárgyra. A külső és belső oldalon elszórtan látható ikerkrisztallitok a karikaformára való hajlítás során a szélek közelében fellépő feszültség hatására alakultak ki. Ezzel a művelettel függhetnek össze a karikák belső oldalán megfigyelt sérülésnyomok is. A megfigyelt régészeti jelenségek és a mikroszkópi vizsgálatok alapján egyértelműen bizonyított, hogy a vizsgált tárgyakat először gazdagon díszített, egyenes viaszszálakból készítették el, melyeket éles tárgyval méretre – megfelelő súlyúra – vágtek. A tárgy anyagba beagyazott nyers formákat viaszveszejtéses eljárással bronzba öntötték, s így kerültek a gondosan kivitelezett díszítésekkel együtt a vágásnyomok is a bronztárgyakra, melyeket utólag hajlítottak meg – feltehetően valami üllő-szerű eszközön, mely a belső oldalon látható sérüléseket okozta –, majd a hajlítás következtében fellépő anyagszerkezeti feszültségek oldására a karikákat hőkezelték. A hajlítás során fellépő anyagszerkezeti feszültség nagyságát jól jelzi, hogy még a gondos, majdnem tökéletes hőkezelés ellenére is a külső és belső oldalon felületi repedések keletkeztek.

DATE: 24-JUN-97 TIME: 100s  
 00-40KEV:20EV/CH PRST  
 UA: 300 KV:40  
 SAMPLE NAME: BRBTMF90  
 FE INTE = 76.3219  
 NI INTE = 105.9488  
 CU INTE = 6195.6636  
 ZN INTE = 252.5932  
 AS INTE = 28.8069  
 PB INTE = 28.5370  
 AG INTE = 18.1781  
 SN INTE = 119.8873  
 SB INTE = 9.0890

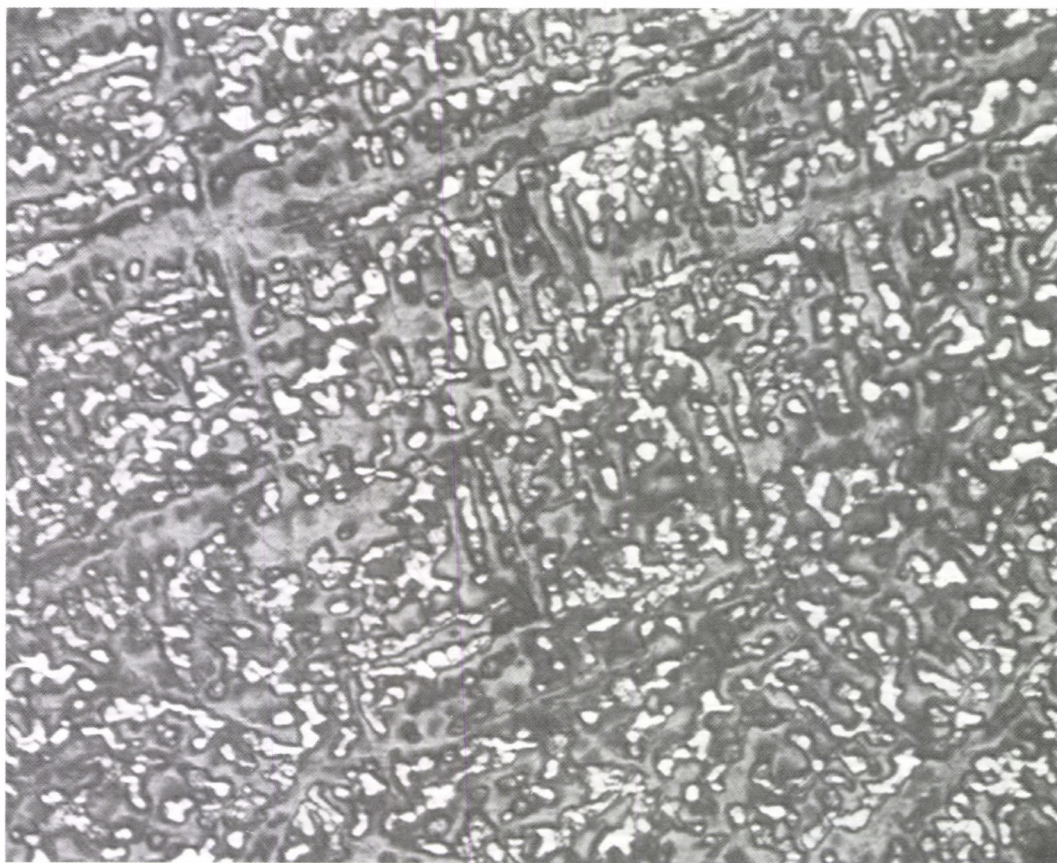


7. kép BRBTMF90 Röntgenfluoreszcenz vizsgálat kinagyított részlete az ón és antimon arányáról

DATE: 24-JUN-97 TIME: 100s  
 00-40KEV:20EV/CH PRST  
 UA: 300 KV:40  
 SAMPLE NAME: BRBTMF90  
 FE INTE = 76.3219  
 NI INTE = 105.9488  
 CU INTE = 6195.6636  
 ZN INTE = 252.5932  
 AS INTE = 28.8069  
 PB INTE = 28.5370  
 AG INTE = 18.1781  
 SN INTE = 119.8873  
 SB INTE = 9.0890



8. kép BRBTMF90 Röntgenfluoreszcenz vizsgálat kinagyított részlete a vas és a nikkal arányáról



9. kép Öntött, további megmunkálástól és hőkezeléstől mentes késő bronzkori bronztárgy jellegzetes dendrites szövetszerkezete (Tokosbalta köpüje, BRVEL87B 100x)

Az alapanyag összetétele jó minőségű, nagy (10% körüli) óntartalmú, magas használhatósági értékű, ezért az adott korban az átlagosnál jelentősebb értéket képviselő bronzra utal. A magas vastartalom az adott időszakban használt technológia miatt a vastartalmú, szulfidos ércekből olvasztott réz egyik jellemző kísérőjelensége, amely Európa-szerte mindenütt megfigyelhető, ahol az említett típusú ásványokat dolgozták fel. Ilyen ásvány a bornit ( $\text{Cu}_3\text{FeS}_3$ ) amely a vizsgált karika párhuzamai által kirajzolt utat követve például a német Érchegeység egyik jellegzetes ásványa. A magas nikkeltartalom azonban már olyan jelenség, amely jelentősen leszűkítheti a szóba jöhető bányaterületeket. A kérdés tisztázásához azonban még nem áll rendelkezésre elegendő adat.

A dunai karikaleletek tipológiai párhuzamai közé tartozó egyik velemi példány vizsgálatát szintén elvégeztük. A hasonlóság mind a szövetszerkezet, mind az anyagösszetétel tekintetében meglepő. (SZABÓ 1998, 331, 334; SZABÓ 2002 483). Így ez a lelet is megerősíti azt a korábban már részletesen kifejtett álláspontot, amely szerint a formailag ugyan

eltérő, de méretüket és felhasználási körüket tekintve hasonló karika alakú tárgyak nem viseleti darabok, hanem sajátos alakú nyersanyagformák, amelyek közvetlenül kar- vagy lábperecként való alkalmazása már csak méretük miatt sem elképzelhető (OSZVALD–SZABÓ 1996. SZABÓ 1999, 337). A Linznél talált vésőn pedig még nyomokban megfigyelhető az alapanyagul használt karika jellegzetes díszítésének részlete is, amely bizonyítja az alapanyagként való felhasználást (H. MÜLLER-KARPE 1959, Taf. 139. A6).

Ezek az ingotok jellemző összetételük és hasonló súlyuk – nagy és viszonylag állandó értékük – révén egyaránt alkalmasak voltak a magas használati értékű bronztárgyak előállítására mellett a kereskedelemben az általános egyenérték, a pénzhelyettesítő eszköz szerepének betöltésére (SZABÓ 1995). Így e különleges, több funkciójú áru, az értékmérő karika nyersanyag és pénzhelyettesítő szerepe egyszerre oldotta meg a helyi műhelyek minőségi alapanyagszükségletét és – mint a tárgyak elterjedése, mozgása bizonyítja – a késő bronzkor sajátos pénzforgalmát.

## IRODALOM

- MÜLLER-KARPE 1959 H. MÜLLER-KARPE, *Beiträge zur Chronologie der Urnenfelderzeit nördlich und südlich der Alpen*. RGF 22 (1959).
- OSZVALD—SZABÓ 1996a F. OSZVALD—G. SZABÓ, *Késő bronzkori karikaleletek Kisdorogról és Szakályból*. WMMÉ 19 (1996) 89–113.
- SZABÓ 1995 G. SZABÓ, *Adatok a késő bronzkori pénzforgalom kérdéséhez*. (In.: *Tanulmányok és Közlemények*. Szerk.: Ujváry Zoltán) Debrecen–Szolnok 1995, 49–56.
- SZABÓ 1996 G. SZABÓ, *The manufacture and usage of Late Bronze Age rings: two new ring hoards*. In: *Studien zur Metallindustrie im Karpatenbecken und den benachbarten Regionen*. (Ed.: T. Kovács) Budapest 1996, 209–230.
- SZABÓ 1998 G. SZABÓ, *Adatok a velemi késő bronzkori ónbronozok archaeometallurgiai vizsgálatához*. SAVARIA 24/3 (1998–1999) 329–357.
- SZABÓ 1999 G. SZABÓ, *A késő bronzkor fémművesség és technikai kultúra a Kárpát-medencében*. PhD-értekezés kézírata
- SZABÓ 2002 G. SZABÓ, *Archaeometallurgical investigation of the LBA bronze objects in the Carpathian Basin*. BAR IS 1043 (II) 2002, 481–490.

