METALURGIJA VUČEDOLSKOG KULTURNOG KOMPLEKSA

ALEKSANDAR DURMAN
41000 Zagreb, Yu, Arheološki zavod, Filozofski fakultet, P. O. Box 421
Izvorni znanstveni članak — Prethistorijska arheologija

U vrijeme kasnog eneolitika unutar vučedolskog kulturnog kompleksa stvoreni su pored ostalih i osnovni tehnološki uvjeti koji su prethodili pojavi ranog brončanog doba. Serijska proizvodnja bakrenih predmeta rezultirala je prijelazom s oksidne na upotrebu sulfidne bakrene rudače. To je dovelo do pomicanja dijela populacije prema rudnim ležištima u kasnoj vučedolskoj kulturi. I oblicima i sastavom bakrenih predmeta vučedolska kultura predstavlja autentičnu metaluršku cjelinu koja se dosta oštro distancira od istovremenih prilika istočno od Dunava.

I

VUČEDOLSKI KULTURNI KOMPLEKS I HISTORIJAT ISTRAŽIVANJA NJEGOVE METALURGIJE

Vrijeme prvih početaka proizvodnje metala u Karpatskoj kotlini nesumnjivo je vezano već za neolitski period. Sporadični nalazi bakrenih predmeta u naseljima kasne vinčanske kulture i nekropoli Zengövarkony, koja pripada tipu lengyelskih kultura, pokazuje da je neolitsko stanovništvo upotrebljavalo metal. Time, ipak, nije rečeno mnogo jer upotreba bakra nije morala podrazumijevati i poznavanje prave prirode metala. Mnogo više o tome može reći bakreni rudnik Rudna Glava u čijim su najstarijim oknima nađeni keramički prilozi kasne vinčanske kulture, ali s njima i ostaci najstarijeg rudarskog alata, kameni batovi i jelenski rogovi.[1]

Ostaje pitanje da li je rudarenje na bakar stanovnicima vinčanske kulture bila stvarna potreba u svrhu metalurške proizvodnje ili im je ta rudača predstavljala neku vrstu trgovačkog artikla za još neidentificirane veze prema jugu ili istoku.

Uistinu, visok stupanj organiziranja rudarenja u potrazi za bakrom govori da je neolitsko vrijeme ozbiljno zakoračilo u tehnološke procese proizvodnje metala jer se više ne oslanja samo na slučajne, površinske nalaze elementarnog bakra.

Premda su time vrata prvog metalnog razdoblja bila otvorena, rane eneolitske kulture nisu direktno nastavile ovaj rast. One ga uglavnom počinju ispočetka i iz novih središta. Razlog razvoja tih novih središta novi su ekonomski odnosi. Staro neolitsko zemljoradničko stanovništvo i njihovi zemljoradnički nasljednici u eneolitiku ustupaju primat stočarskim populacijama koje su u stanju, viškom vrijednosti ostvarenim u godišnjem prirastu stoke i njihovoj razmjeni, doći do zlata i bakra. Korak do usvojenja metalurške proizvodnje ovih metala nije više bio velik. Takve je nove ekonomske odnose zatekla vučedolska kultura u svom rađanju.

Vučedolska je kultura reprezentant razvijenog eneolitika i svojom je djelatnošću prostor širokog areala Karpatske kotline uvela u nove ekonomske, sociološke i kulturne odnose koji su prethodili pojavi brončanog doba.

Uz zemljoradnju i uzgoj stoke te reafirmacijom lova kao bitnog uvjeta u stvaranju materijalne baze za vidni početak uslojavanja društva, ova je kultura istaknula i zavidni repertoar keramičkog materijala.

Iz prilično uskog regiona u razvojnoj i klasičnoj fazi — istočno od Požeškog gorja do spoja Save i Dunava, na sjeveru omeđenog Dravom pa do Posavine (koja je najvjerojatnije obuhvatila obje savske obale) na jugu — Vučedolska je kultura u svojoj posljednjoj fazi zahvatila mnogo širi areal — gotovo čitav prostor karpatskog bazena. »Ona obuhvaća teritorijalni raspon od praškog regiona u Češkoj i južnih obronaka Karpata u Slovačkoj — do Šumadije i južne Bosne, od Praga, Beča i Ljubljane do rumunjskog Banata, gotovo do Đerdapa (Moldova Veche), uključujući čitavu veliku mađarsku ravnicu, tj. Alföld«.[2]

Ova široka ekspanzija rezultirala je cijepanjem čvrstih veza s uskim prostorom klasičnog centra što je dovelo do pojava regionalnih tipova koji kasnije nisu bili dovoljno snažni da u novim prostorima zadrže specifična obilježja vučedolske kulture. Tako se na osnovi jednoga od tipova kasne vučedolske kulture na području današnje Slovenije, uz jednakosnažan migracioni val zvonastopeharske kulture, oformila ljubljanska kultura koja se u svom daljnjem razvoju pocijepala na dvije varijante: alpski i jadranski tip.

U ovom se radu upotrebljava terminologija S. Dimitrijevića, kako za sam razvojni put, tako i za regionalne tipove kasne vučedolske kulture. Ta podjela izgleda ovako:[3]

1. Rana ili pretklasična faza — stupanj A
2. Ranoklasična ili zrela faza — stupanj B_1
3. Kasnoklasična faza — stupanj B_2
4. Kasna faza ili faza regionalnih podvojenosti vučedolske kulture — stupanj C u slavonsko-sremskom području.

Tipovi kasne vučedolske kulture: slavonsko-sremski, zapadnobosanski ili hrustovački, slovenski, južnobosanski ili tip Debelo Brdo, šumadijski, Mako i Nyirseg tip u istočnim i sjevernim regionima Karpatske kotline, te u Češkoj.

Ovaj rad nema za cilj dati odgovore na zamršena pitanja početaka rudarstva i metalurgije unutar Karpatske kotline, a osvrt na same početke upotrebe metala dat je utoliko koliko je potrebno da se uoči razvojni put bakra od njegovih najranijih nalaza do početaka vučedolske kulture.

Pitanje da li je otkriće metala bila samostalna izdvojena pojava na više mjesta u približno isto vrijeme (između ostalih prostora i u jugoistočnoj Evropi) ili je bakar u ove krajeve donesen iz jednog centra, podijelio je istraživače ovih područja na policentriste i monocentriste.

Razvijene civilizacije Prednjeg i Srednjeg Istoka poznaju bakar znatno ranije nego druga područja, a budući da je njegova eksploatacija ograničena na malobrojna ležišta, moglo ih se relativno lako vojno i politički kontrolirati. Ona područja (prvenstveno zapadna Mala Azija i azijska područja okrenuta Mediteranu) koja su ležala izvan zona gdje se mogao naći bakar, ili su rano upoznala njegovu vrijednost, morala su se orijentirati prema novim ležištima.

Zbog toga se čini da se na ovom prostoru potreba za novim količinama bakra javila ranije no što su se na ostalim područjima opće tehnološke spoznaje odvojile od isključive upotrebe kamena za oruđe i oružje.

U tim okvirima treba promatrati i kasnovinčanski rudnik bakra Rudna Glava, kao i rudište u mjestu Meči-Kladenec (Ai-bunar) kod Stare Zagore.[4]

Sve do pojave Metalurgije eneolitskog perioda Jugoslavije Borislava Jovanovića u 1971. godini, nismo na teritoriju naše zemlje imali sistematskog uvida u ovu građu. Premda izuzetno pedantnog pristupa, ovo nam djelo nije moglo odgovoriti na sva zamršena pitanja najranije prethistorijske metalurgije naše zemlje, ali zavidna bibliografija s preko četiri stotine citiranih autora i sustavno prikupljena građa, izdvajaju ovo djelo kao nezaobilazno svakom budućem istraživaču ovih područja. U Prethistoriji jugoslavenskih zemalja III iz 1979. godine, isti autor nije bitno nadopunio ovu građu. Velika je šteta što je izostala šira rasprava o samim tehnikama izrade ranog metala, kao i objava nalaze kalupa. Upravo njihovo prisustvo odnosno neprisustvo pruža odgovore na pitanja u vezi s metalurškim procesima i prostorima neposredne eneolitske proizvodnje nekih tipova bakrenih sjekira.

Ovaj je pokušaj dubljeg upoznavanja eneolitika Jugoslavije kroz proučavanje metalurgije pokazao nedostatnim atribuciju pojedinih bakrenih izrađevina, prije svega sjekira, pojedinim kulturama. Tome svakako pridonose i brojni bakreni predmeti koji se dobrim dijelom nalaze izvan stambenih površina ili nekropola koje su od najvećeg značenja za njihovu kulturnu atribuciju, ali je uočljiv i nedostatak kalupa koji se inače uglavnom nalaze na lokalitetima.

Dosada, međutim, nije poznat niti jedan kalup za lijevanje sjekira-čekića i sjekira s dvije križno postavljene oštrice, prema Garašaninovoj podjeli sjekira s otvorom za držalo, što uvelike otežava pitanje njihove provenijencije.[5] Nedostatak nalaza kalupa za lijevanje sjekira-čekića neki autori (D. Berciu i H. Schmidt) pripisuju tehnici **a cire perdue**, što podrazumijeva jednokrat-

nost upotrebe i razbijanje kalupa, dok za drugi tip, krstastu sjekiru, drugi (J. Nestor i D. Popesku) smatraju da su nastale kovanjem.[6]

F. Schubert je sistematski obradio nalaze ova dva tipa sjekira svrstavši ih u nekoliko podgrupa.[7] Premda im se još uvijek ne može odrediti kulturna pripadnost, sudeći po učestalosti njihova javljanja u pojedinim regionima Karpatske kotline i Balkana, mogla su se izdvojiti uža područja kao njihova izvorišta.

Posebna je zanimljivost što se krstaste sjekire često nalaze u blizini rudnika bakra.[8]

Vučedolska je kultura najatraktivnija eneolitska manifestacija Podunavlja, koja svojom metalurgijom donosi niz novina kako u smislu tehnologije, tako i u novim oblicima bakrenih predmeta dotad nepoznatih na ovom tlu. Revolucionarna je metalurgijska novost u našem dijelu Podunavlja serijska proizvodnja koja se ostvarila lijevanjem u dvojnim kalupima. I upravo je ta orijentacija metalurga vučedolske kulture prema serijskoj proizvodnji predodredila uvjete za početak brončanog doba, premda se za ovu kulturu ne može reći da je poznavala broncu. Ona se sve do svoga kraja zadržala na upotrebi bakra, mada B. Jovanović njezinu završnu fazu smatra ranobrončanodopskom kao i B. Čović koji neke primjerke kategorizira u »arsenovu broncu«, ali tvrdi da niti jedan ne sadrži kositar.[9] Tehnološki rečeno, prave bronce i nema bez kositra pa prisustvo arsena u bakru od najviše 2% (kako je to kod nekih primjeraka pokazala M. Novotna pri njezinoj podjeli sirovine na čisti bakar, sirovi bakar i bakar s arsenom[10]) ukazuje na to da se tu ne radi o njegovoj svjesnoj upotrebi jer se uz njega javljaju i drugi metali. Činjenica da se arsen upotrebljava kao dodatak metalima da ih učini tvrđima nije u ovom slučaju namjerno izazvana pojava jer ostali metali što se javljaju uz njega ne moraju nužno doprinositi većoj čvrstoći nastale legure, bizmut prije svih.[11] M. Novotna smatra, naprotiv, da se arsen svjesno dodavao u svrhu sniženja tališta bakra, ali ističe da, na primjer, klin ili sjekira-čekić mogu biti izrađeni bilo od čistog, sirovog ili bakra s arsenom. Ova konstatacija jedino može dokazivati da su se brže razvijala metalurška iskustva nego pojedini tipovi sjekira, što bi dalje moglo pretpostaviti da su sjekire koje sadrže bakar s arsenom kod istih tipova — mlađe. O valjanosti ove pretpostavke koja proizlazi iz zaključka Novotne, bit će riječi na drugom mjestu.

Ovi neznatni procentualni dodaci drugih metala bakru označavaju prijelaz eneolitskih metalurga na upotrebu složenijih procesa od prethodnih, upotrebom ne samo elementarnog bakra i bakrenog oksida (kuprita), već i karbonatnih i, što je osobito značajno, sulfidnih ruda.

Borivoj Čović je prvi autor koji zaokružuje pregled metalurške djelatnosti vučedolske kulture na užem regionu objavom do tada poznatih kalupa s teritorija Bosne.[12] Uz kalupe, kao novost, donosi i jedan dio pribora koji se upotrebljavao pri taljenju, no nije se opredijelio za njegovu funkciju, već iznosi dvije mogućnosti: keramički završetak (sopalj) mijeha ili lijevak za ulijevanje rastaljenog metala u kalup. Sklon sam podržati prvu mogućnost jer mi se druga ne čini vjerojatnom iz više razloga. Stijenke nisu dovoljno

debele da zadrže rastaljeni bakar, gornji je otvor posude preuzak i nema nikakvu sigurnosnu dršku i, premda se bakar prilikom hlađenja steže za 2%, ipak bi bio problem izvaditi jedan dio koji bi se neminovno stegao na njegovom otvoru za vrijeme ulijevanja bakra u kalup. Poznato je da je rastaljeni bakar slabe žitkosti pa bi se teško ulijevao u kalupe kroz suženi dio lijevka, koji kod nekih primjeraka s lokaliteta Zecovi ne iznosi niti 4 milimetra u promjeru donjeg dijela.

Bakrenim predmetima koji odgovaraju različitim kalupima nađenim na lokalitetima vučedolske kulture, bilo u njezinom klasičnom ili kasnom horizontu, bavilo se posredno ili neposredno više autora počevši od kraja prošlog vijeka: Š. Ljubić, F. Fiala, J. Brunšmid, V. Čurčić, Ć. Truhelka, F. Milleker, M. Garašanin, D. Garašanin, V. Mirosavljević, I. Marović, A. Benac, M. Bulat, N. Tasić i M. Kuna, koji su pored novoobjavljenog materijala raspravljali i o pitanjima geneze tih bakrenih oružja i oruđa, te će o njihovim mišljenjima biti više riječi na drugom mjestu.[13]

Uz objavu golemog keramičkog materijala vučedolske i ljubljanske kulture, posebne su, manje osvrte i na samu metalurgiju dali R. Schmidt, P. i J. Korošec i S. Dimitrijević.[14]

II

MINERALI I RUDNA LEŽIŠTA U NAŠOJ ZEMLJI

Od svih do sada poznatih kemijskih elemenata u zemljinoj se kori u najvećim količinama nalaze kisik (49,42%), silicij (25,75%), aluminij (7,51%) i željezo (4,70%) i oni s 14 najrasprostranjenijih sačinjavaju 99,66% zemljine kore. Bakar se ne nalazi među njima. Znatno je rjeđi (0,01% po Clarku) i javlja se među onom većinom elemenata koji svi zajedno čine svega 0,34% zemljine kore.[15]

Premda prilično rijedak, bakar je u prirodi lako prepoznatljiv po svojoj bakrenocrvenoj boji, ali također može biti smeđe ili crno nahukan od bakrenog oksida ili pokriven zelenom prevlakom (patinom) tj. malahitom, bazičnim bakrenim karbonatom.

Bakar se kao poluplemeniti metal javlja samorodan, u obliku oksida, sulfata, karbonata i najčešće sulfida. Iz sulfida i sulfosoli može redukcijom prijeći u elementarno stanje ili oksidacijom u okside i oksisoli, a iz njih redukcijom ponovo u sulfide, sulfosoli i u elementarno stanje.

Već su ranije spomenuti sulfidi kao najčešći oblik javljanja bakrenih ruda. Okupljaju se po rudnim žilama, a razvili su se uglavnom hidrotermalnim procesima jer je njihova tvar donesena iz dubine zemlje. Bakreni sulfidi dijele se na jednostavne sulfide i sulfosoli ili dvostruke sulfide. Najrasprostranjeniji je halkopirit ili bakrena pakovina — $CuFeS_2$, a geneza mu je vezana uz magmatske procese. U nekima dolazi još nešto malo zlata, srebra, olova,

arsena i mangana. Vrlo često dolazi s halkozinom i bornitom, također i sa sulfidima. Uz halkozin, Cu_2S, često se javlja i željezo i neznatno kobalt, nikal, srebro i arsen, a uz bornit, $CuFeS_3$, nalazi se nešto srebra. Oba ova sulfida djelovanjem atmosferilija i trošenjem prelaze u elementarni bakar, kuprit, malahit ili azurit.

Sulfosoli imaju prilično kompliciran kemijski sastav a najznačajniji su tetraedriti ili sinjavci, gdje se bakar još veže uz antimon, arsen, bizmut ili sumpor. Bakar može biti zamijenjen srebrom, željezom, cinkom ili živom, pa formula može izgledati ovako:

$$(Cu_2, Ag_2, Fe, Zn, Hg)_3 (Sb, As, Bi)_2S_6$$

Javljanje olova, kobalta i nikla potječe, kako se misli, od mehaničkih primjesa. Dvije su osnovne grupe sinjavaca: antimonski sinjavac (tetraedrit) s 25—45% Cu i 25—30% Sb, koji još može u svom sastavu sadržavati cink, željezo i živu; i arsenski svinjavac (tenantit) koji pored 38—55% bakra ima i oko 15—20% arsena, kao i nešto malo cinka i željeza.[16]

Sulfosolni mineral bakra, enargit, Cu_3AsS_4, u svom sastavu, pored ponekad prisutnog antimona, sadrži još i nešto malo cinka, zlata i srebra.

Kada na primarne (bazične) slojeve bakrenih sulfida koji izbijaju na površinu zemlje pod povišenom temperaturom djeluje kisik, oslobađa se sumpor u vidu sumpornog dioksida. Sumporni dioksid uz novu oksidaciju i dodatak vode prelazi u sumpornu kiselinu koja otapa stijenje u koje je uprskan bakar u sitnim česticama i vežući se uz bakar tvori bakrene sulfate.

Ovim procesom oslobađanja sumpora nastaje i elementarni bakar, a vrlo brzo i bakreni oksid — kuprit (Cu_2O) i bakreni karbonat — malahit $Cu_2(OH)_2CO_3$ koji se nalazi svuda uz bakrene rude.

Ovi bakreni minerali prekrivaju primarna, sulfidna ležišta bakra, prostiru se površinski i nazivamo ih željeznim šeširima. »Crvena Stena (Tilva Roš) u selu Boru, koja i sa velike daljine pada u oči sa svoje žive crvene boje, izgleda kao ogroman prekrivač (gvozdeni šešir) bakrenih rudišta i prekrivena je mnogobrojnim starim raskopima i grdnim masama stare kopine«.[17] Najveće su koncentracije bakra vezane obično s najvišim nivoima zona; s dubinom sadržaj bakra opada.[18] To se može vidjeti iz analize proizvodnje rudnika u Boru: 1902. eksploatirala se rudača s 15% bakra, već 1907. godine bilo je samo 5,51% bakra[19], a 1958. godine minimalan sadržaj otkopavanja je 0,5% bakra.[20]

Kako se kreće sastav jednog uzorka bogate borske rude z 1939. godine, pokazat će ova tabela:

Cu	10,35%	Sn	0,025%
S	24,75%	Fe	21,60 %
As	0	Mn	0,10 %
Pb	0,04%	SiO_2	41,64 %

Zn	0,44%	CaO	0,16 %
Co	0,02%	MgO	0
Sb	0,10%	Al_2O_3	0,39 %

Druga analiza već pretopljenog (prije elektrolize) borskog bakra pokazuje:

SiO_2	0,054%	Ni	0,005%
Fe	0,04 %	Co	0,001%
Cu	99,37 %	Se	tragovi
S	0,056%	Te	tragovi
Pb	tragovi	O_2	0,492%
As	0,006%	Ag	0,031 g/t
Sb	0,002%	Au	0,004 g/t

Ove dvije analize pokazuju koliko je elemenata i spojeva sadržano u bakrenoj sulfidnoj rudači i bakru pretopljenom iz ovakve rudače.[21]

S obzirom na dugotrajan rudarski rad u našoj zemlji mora se računati da su tragovi dorimskog, a dobrim dijelom i rimskog rudarstva uništeni rudarstvom srednjeg vijeka. U srednjovjekovnim se troskama koje često sadrže i komadiće bakra, oko Bezdana na planini Rudnik, kao i na mnogim drugim rudištima, pokazuje da je jedno rudarstvo uništavalo trgove prethodnog.

Analiza komada bakra sa srednjovjekovnog troskvišta iz Bezdana dokazuje da je bakar prvenstveno služio za dobivanje srebra.[22]

Cu	94,33%
Pb	0,23%
Bi	0,15%
Sb	0,16%
As	1,47%
Ag	2500 g/t

Ovaj bi se sastav bakra mogao lako pripisati tzv. »arsenskoj bronci« eneolitskog perioda M. Novotne, što bi u ovom slučaju bilo neumjesno.

Kako je već naglašeno, eneolitski su rudnici samo izuzetno rijetko sačuvani i među njima se ističe kasnoeneolitski rudnik Rudna Glava, 22 km istočno od Majdanpeka, koji spletom istraženih radova ukazuje na eksploataciju bakra značajnijih razmjera.[23]

Eneolitski rudnici nisu trebali biti te veličine jer je i eneolitsko stanovništvo bilo pokretljivije od neolitskog pa se eksploatiranje bakra moglo svesti samo na najbogatije dijelove rudnih ležišta u obliku svrtnjeva ili većih raskopa.

Nalazi dviju krstastih bakrenih sjekira na brdu Tilva Roš, sjeverozapadno od Boljevca u selu Savincu, gdje je bilo tragova starih radova na otkopu bakra, i sjekire istog tipa kod sela Slatine u blizini Bora, mogli bi ove predmete pretpostaviti kao rudarske alatke.[24]

Za metalurgiju kasnog eneolitika jednako je bio važan i elementarni bakar kao i eksploatacija bakrenih sulfida, jer i sulfidna ležišta pored svoje veće zapremine mogu biti i visokoprocentna.

Kod Studene, istočno od Niša, u sloju šljunka, oblutaka kvarcita debelog 30 metara nalazi se do 10% vrijedne bakrene rude. Jedna volutica halkozina dala je 72,32% bakra i 2200 g/t srebra.

I elementarni je bakar prisutan u našim krajevima, a našlo ga se i u prošlom stoljeću u komadu teškom 130—150 kg nedaleko sela Planinice na planini Suvoboru. Sadržaj mu je iznosio 84,3% bakra, a ostalo je bila stjenovita masa.[25] Elementarni se bakar javlja još u Trgovskoj Gori (kao prevlaka preko halkopirita), Varešu (razvio se u obliku lima koji leži na površini hematita), kod Majdanpeka i Bora i u okolini Demir Kapije kod Drena.[26]

Promatrajući analize bakrenodobnog materijala Karpatske kotline uočava se da je pored dobrog dijela nalaza izrađenih od elementarnog bakra i tipa E 00, još veći broj onih predmeta koji pripadaju oruđu i oružju, a nemaju čist bakreni sastav.[27] Pored bakra, u malim se količinama od najviše 2%, rijetko kada iznad, javljaju i olovo, arsen, antimon, nikal, bizmut, cink, kobalt, željezo, a vrlo često zlato i srebro.

Iz ovoga se nameće jedno nužno pitanje — da li je prisustvo pojedinog elementa, pa makar kako se on često i u konstantnoj količini javljao, znači njegovo svjesno prilaganje radi poboljšanja kvalitete, ili je to odraz nemoći metalurga da iz kompleksne rudače osigura čist bakar.

Svakako da je u pitanju kompleksnost rudača iz kojih se, ondašnjim postupcima rafinacije, teško moglo izolirati druge metale. Prihvatimo li da se pored elementarnog bakra upotrebljavaju i njegovi oksidi i karbonati, još uvijek nismo odgovorili na pitanje zbog čega se uz bakar javljaju svi ti metali, kad oksidi i karbonati nemaju takav kompliciran kemijski sastav. Samo se sulfidna rudača bakra može u prirodi javiti tako kompleksno, na primjer antimonski sinjavac iz Maškara (Bosna) sa sastavom 38,4% Cu; 27,4% Sb; 7,6% Hg; 2,8% Fe; 21,6% S; 0,15% Ag; 0,005% Au; 0,72% Zn, dok se samo u tragovima nalazi Pb i As.[28]

Izuzetno je važan podatak da je razvijeni eneolitik Karpatske kotline ovladao kompliciranom tehnologijom dobivanja bakra iz nekih sulfidnih rudača jer su time i njihovi rudari praktički mogli ući u eksploatacju svih rudišta bakra.

Više se nije bilo potrebno oslanjati na tanki sloj, takozvani željezni šešir, u kojem se nalazio izdvojen elementarni bakar ili bakreni oksidi, već se ovladalo čitavim rudnim prostorom i posegnulo za metalom dublje u rudišta.

Obrađujući rudišta naše zemlje koja su mogla biti dosegnuta u eneolitskoj eksploataciji bakra, treba istaknuti da su po svom porijeklu hidroter-

malna (u pukotine primarnih stijena prodrli su vrući mineralni rastvori i tamo se kristalizirali) i metasomatska (mineralni rastvori otapaju lako topljive stijene i na njihovo mjesto odlažu rudaču koja se kristalizira — rudnik Bor).[29] Unutar Karpatske kotline već se odavno kolijevkom rudarstva smatralo češko-slovačko rudogorje i rudišta u Transilvaniji.

Ali i planinski krajevi naše zemlje koji obrubljuju jugozapadnu i južnu granicu Karpatske kotline čine splet rudišta — od Slovenije, preko Hrvatske, Bosne i Hercegovine do istočne Srbije, te ćemo ih pokušati nabrojiti s dužnim oprezom da neki vjerojatno neće biti spomenuti. Ovdje se ne radi o rudnicima bakra, već o rudištima koja su u prošlosti mogla biti mogući izvori bakra.

Pri sačinjavanju ovakvog pregleda čini se potrebnim uključiti i ostale naše krajeve izvan rubnog pojasa Karpatske kotline, kao što su Crna Gora, južna Srbija i Makedonija, zbog nekih dubljih prodora eneolitskih kultura iz panonskog prostora, ali još više iz razloga da se na jednom mjestu nađu sva nalazišta bakra naše zemlje od kojih mnoga nikada nisu ušla, zbog svojih malih kapaciteta, u geološke karte. Većina je bakronosnih ležišta Jugoslavije neznatna i danas neinteresantna za eksploataciju, ali ta količinski mala, a vrlo često bogata rudišta, mogla su poslužiti kao vrijedan plijen eneolitskih rudara.[30] Njima su i deseci kilograma bakra činili posao izuzetno uspješnim, pogotovu ako su ga našli u jednom »gnijezdu«. Upravo su takva gnijezda karakteristika naših rudnih nalazišta.[31]

Nalazišta bakra u Sloveniji mogla bi se podijeliti u tri regije. Sjeverozapadno od Ljubljane u trokutu između Cerkna, Škofje Loke i Žirija na jugu, u Poljanskoj dolini — Poljane, Škofje, Novine, Hobouše, Podpleče, Koprivnik, Stara Oselnica, Knapouž, te kod Železnika na sjeveru. Druga se regija proteže od Ljubljane prema istoku — Turjak, Češnjice (Blagovica), Litija, Cirkuše i Kamnica kod Vača, te Radeče na Savi. U ovu se regiju može uključiti i Hrasnica kod Solčave. Treća je grupa u porječju Drave na sjevernim obroncima Pohorja, Meča (Dravograd), Hudi Kot (Ribnica) i Remšnik.

U Hrvatskoj nema ovakvih zona, ali nalazišta bakra ima na više mjesta: Rude kod Samobora, Mikulići na Zagrebačkoj gori, u selu Rude kod Jelenja u Gorskom Kotaru, Velika Plana kod Pazarišta, Petrovac na Petrovoj gori i kod Trgova na Zrinskoj gori.

Bosna i Hercegovina obiluju bakrenom rudačom, halkopiritom i posebno sinjavcima, a rudna se područja mogu podijeliti u tri zone.

Zapadna Bosna između Vrbasa i Une, područja Sane i Japre kod Blagaja i Ljubije i na Kozari kod Kozarca.

Srednjebosansko gorje između Vrbasa, Lavše, Krivaje, gornjeg toka Neretve i njihovih pritoka. Između Mrkonjić Grada i Jajca, kod Ježurina, Žaovina, Kovačevca, Sinjakova, te zapadno od Bugojna na području planine Rasoje. Južno od Gornjeg Vakufa u gornjem toku Vrbasa i njegove pritoke Desne, od Lisinske i Dobruške planine (Seoca, Dobrošin, Mračaj, Seferovići, Zastinje), preko Maškare na ušću Desne do Borove Ravni i Cvrče ispod Krug-

ljače na jugu, pa na sjeveroistok preko Kulentaša (Crkvice) do samog izvora Vrbasa. U porječju Neretve, uz obalu Neretvice kod Budišne Ravni i Orlovca, te sela Koto nedaleko ušća Neretvice. Uz ušće Rame u Neretvu sinjavaca se nalazi kod Slatine, a kod sela Dobrigošća, nedaleko Ostrošca, nalazi se sinjavaca i na ljevoj obali Neretve. Na Zec planini, Bakovićima kod Fojnice, Kreševu (s preko šezdeset nalazišta), Busovače, Višnjice i u porječju Krivaje kod Kamenca, Gare, Vozuća, Dubokog Potoka kod Ribnice, Radoševića i Brgula kod Vareša, te izdvojena pojava na planini Čavki istočno od Doboja.

U porječju Drine, na jugoistočnoj granici Bosne sinjavaca se nalazi kod Foče, Čajnića, Ustiprače, Rogatice (Jabuka i Odžak) te Uvca, Vardišta i Srebrenice.

Bakrena rudišta Crne Gore vezana su za njezine istočne granice uz rijeku Lim: Gusinje, Plav, Murino, Konjuhe, Andrijevica, Čadinje kod Prijepolja, a izdvojena nalazišta su Varine kod Pljevalja, Boan i Krnja Jela kod Šavnika i Brskovo kod Mojkovaca.

I prostor Srbije može se izdvojiti u tri zasebne cjeline.

Zapadna Srbija, od Cera na sjeveru do planine Zlatar na jugu, vezana je uz širi areal desne obale Drine i Lima; Srebrne Rupe pod Cerom, Zajača, u širem prostoru Krupnja Lipnik, Voljevica, Crnča, Vranovina, Donja Orovica kod Ljubovije, na planini Povlen, Jarmovac kod Priboja i planina Zlatar uz tok Lima. Više prema unutrašnjosti ima nalazišta bakra oko Valjeva, kod Rebelja, Visa, Vragočanice, na planini Suvobor kod Planinice i Suvog Graba, te na planini Rudnik.

Prostor istočne Srbije obuhvaća ridanjsko-krepoljinsko metalogenetsko područje i timočki eruptivni kompleks, koji se prema sjeveru nastavlja na terene Rumunjske, a prema jugoistoku u Bugarsku i po veličini danas poznatih ležišta pripada najznačajnijim bakronosnim područjima Evrope. Timočki eruptivni kompleks zahvaća površinu od oko 1000 km², odnosno 3000 km² sa širim obodom, a pruža se od Dunava na sjeveru do Dimitrovgrada na jugoslavensko-bugarskoj granici na jugu: Kučevo, Majdanpek, Dumitri potok, Rudna Glava, Jasikovo, Tanda južno od Crnjake, Krepoljin, Sige, Lipa, Krivelj, Bor, Brestovac kraj Bora, Zlot, Senjski Rudnik, Boljevac, Bačevica, Lasovo kod Grlišta, Aldinac kod Knjaževca, Bancarevo i Veta ispod Suve Planine, Studena na jugu i Borovo kod Dimitrovgrada i Stara Planina prema istoku.

Rudišta južne Srbije obuhvaća uglavnom Kopaonik i sjeverne predjele Skopske Crne Gore. Rudišta se na Kopaoniku nalaze kod Raške (Badanj, Suvo Rudište, Sipačine, Plana), Kuršumlije (Tijovac) i Kosovske Mitrovice (Plakaonica i Trepča). Izvan ovog prostora, prema jugu, leži Novo Brdo (istočno od Prištine) i dalje kod Gnjilana su Šurlane, Vitina i Binač.

U Makedoniji se bakra može naći na južnim pristrancima Osogovskih planina kod Kratova i Zlatice nedaleko Zletova, južno od Štipa kod Damjana i Bučima, Iberli kod Demir Kapije, Kazandolu kod Valandova, te planini Dudici na samoj jugoslavensko-grčkoj granici.

Od posebnog su značaja nalazišta unutar Karpatske kotline — na Fruškoj Gori, nedaleko manastira Jazak i manja gnijezda na Psunju i Krndiji.

Pregled rudišta bakra u Jugoslaviji

1. Poljane
2. Škofje
3. Novine
4. Hobouše
5. Podpleče
6. Koprivnik
7. Stara Oselica
8. Železniki
9. Knapouž
10. Turjak
11. Češnjice
12. Litija
13. Cirkuše
14. Kamnica
15. Radeče
16. Hrasnica
17. Meža
18. Hudi Kot
19. Remšnik
20. Rude
21. Mikulići
22. Rude
23. Velika Plana
24. Petrovac
25. Trgovi
26. Blagaj
27. Ljubija
28. Kozarac
29. Sinjakovo
30. Kovačevac
31. Ježurine
32. Žaovine
33. Rasoje pl.
34. Seoca
35. Dobrošin
36. Mračaj
37. Seferovići
38. Zastinje
39. Maškara
40. Crkvice
41. Cvrče
42. Budišna Ravan
43. Orlovac
44. Koto
45. Slatine
46. Dobrigošće
47. Zec pl.
48. Bakovići
49. Kreševo
50. Busovača
51. Višnjica
52. Kamenac
53. Gare
54. Vozuća
55. Duboki Potok
56. Radoševići
57. Brgule
58. Foča
59. Čajniče
60. Ustiprača
61. Jabuka
62. Odžak
63. Uvac
64. Srebrenica
65. Čavka pl.
66. Varine
67. Boan
68. Krnja Jela
69. Brskovo
70. Rožaj
71. Andrijevica
72. Konjuhe
73. Murino
74. Plav
75. Gusinje
76. Čadinje
77. Srebrne Rupe
78. Zajača
79. Lipnik
80. Voljevići
81. Crnča
82. Vranovina
83. Donja Orovica
84. Vragočanica
85. Vis
86. Rebelj
87. Povlen pl.
88. Planinica
89. Suvi Grab
90. Bezdan
91. Jarmovac
92. Zlatar pl.
93. Kučevo
94. Majdanpek
95. Dumitri Potok
96. Rudna Glava
97. Jasikovo
98. Tanda
99. Krepoljin
100. Sige
101. Lipa
102. Krivelj
103. Bor
104. Brestovac
105. Zlot
106. Senjski Rudnik
107. Boljevac
108. Bačevica
109. Lasovo
110. Aldinac
111. Bancarevo
112. Veta
113. Studena
114. Ruplje
115. Borovo
116. Stara Planina
117. Badanj
118. Suvo Rudište
119. Sipačine
120. Plana
121. Tijovac
122. Plakaonica
123. Trepča
124. Novo Brdo
125. Šurlane
126. Vitina
127. Binač
128. Kratovo
129. Zlatica

130. Damjan
131. Bučim
132. Iberli
133. Dudica
134. Kazandol
135. Fruška gora
136. Požeško gorje

III

OPSEG METALURŠKE DJELATNOSTI U PREDVUČEDOLSKOM RAZDOBLJU

Da bismo mogli obuhvatiti opseg i značaj metalurgije vučedolske kulture, moramo sagledati početke metalurške proizvodnje kultura koje joj prethode, kao i prostor s kojeg su dolazili poticaji za proizvodnju bakra.

No nije dovoljno obuhvatiti samo kulture koje neposredno vremenski i prostorno prethode i paralelno teku s vučedolskom kulturom jer one ne moraju nužno dati pravu sliku stanja i razvoja metalurgije toga vremena.

Čitav karpatsko-panonski prostor predstavlja jedinstveni krug razvoja metalurgije unutar kojega je potrebno obuhvatiti sve činioce, ma koliko na prvi pogled bili vremenski i prostorno udaljeni.

Već sama činjenica da se bakar pojavio u naselju vinčanske kulture u Gornjoj Tuzli u stratumu što ga je B. Čović[32] označio brojem III, na dubini od 3,75 — 2,29 m, u kojem je nađeno šilo od bakrene žice četvrtastog presjeka (dubina 3,70 m) utaknuto u koštanu dršku, govori o praktičnoj upotrebi bakrenih predmeta u ovoj kulturi. Pored toga u istom su sloju nađeni i nakitni predmeti od bakra — 22 male perle nađene zajedno (dubina 3,50 m), 13 malih perli (dubina 3,20 m), spiralni prsten od bakrene žice nepravilnog presjeka i fragment narukvice od bakrene žice okruglog presjeka (oba na dubini od 3,05 m).

Slijedeći mlađi stratum (II) također je zastupljen manjim bakrenim predmetima, ali sloj od 2,90 — 0,90 m nije jedinstven jer se pored vinčanske javlja i salcuţanska keramika. M. Garašanin[33] dovodi sloj III gornje Tuzle u vremensku vezu s Vinčom-Pločnikom IIa i ističe da vinčanska kultura već početkom faze Vinča-Pločnik I koristi metalne izrađevine, dok se krajem ove faze javlja rudarstvo (Rudna Glava) i ostave krupnih metalnih alatki nađenih u Pločniku.

Zatvoreni nalaz usitnjene i samljevene bakrene rude iz mlađeg horizonta stanovanja na lokalitetu »Fafos« I kod Kosovske Mitrovice, pomiješane s ostacima gorenja, dokazuje da je rudača prošla kroz proces dobivanja bakra metalurškim putem upravo na tom mjestu. Ovaj sloj pripada mlađoj vinčanskoj kulturi, a rudača je oksidnog i karbonatnog porijekla (kuprit i azurit).[34]

Na lokalitetu Vinča, na dubini od 6,6 m nađene su bakrene perle što predstavlja sam kraj starije faze vinčanske kulture[35], dok V. Milojčić nalaze s ove

dubine smiješta u polovinu sloja Vinče B_1 — B_2.[36] Postoji, naravno, i mogućnost da nalaz pripada jednoj neidentificiranoj jami nešto mlađeg horizonta.

Narukvica izrađena od bakrene žice četvrtastog presjeka, fragment bakrene žice i komad amorfnog bakra iz drugog (srednjeg) sloja Velike Gradine kod Stapara pripadaju mlađoj fazi vinčanske kulture.[37]

Analiza pet bakrenih predmeta iskopanih na Gomolavi u slojevima Ib — — IIIb u toku 1975. godine[38], izvršena primjenom neutronske aktivizacije, pokazuje da je uzorak pod brojem 3 (cilindrični privjesak) najbliži čistom bakru, a pripada sloju Gomolava Ia — b, što odgovara C stupnju vinčanske kulture. Dva primjerka iz sloja Ib svojim se sastavom međusobno veoma razlikuju. Cilindrični privjesak, pored već u prethodnoj analizi poznatog cinka, ima u vrlo maloj količini i novi elemenat — arsen (0,0013%), dok kružni privjesak ima iznenađujući sastav:

Sn	As	Sb	Au	Zn	Fe
6,6	0,23	0,41	0,0008	0,05	1,9

i predstavlja brončani, a ne bakreni predmet. No i bez prisutnosti kositra rudača je znatno kompleksnija i dosad takva nije nađena u vinčanskoj kulturi. Možda bi ipak trebalo pretpostaviti da je ovaj nalaz ovamo upao iz nekog gornjeg sloja, prije no što zaključimo da je vinčanska kultura poznavala upotrebu sulfidne rudače, a još k tome i kositra. Ako je predmet sasvim precizno stratificiran, kako ističe autor, postoji mogućnost da je importiran izvan zatvorenog kruga Karpatske kotline. Na ovu pretpostavku nužno navodi i predmet pod brojem 4 — udica koja pripada sloju Gomolave IIa — što odgovara kostolačkoj kulturi, a sastav mu je veoma sličan primjerku spomenutom pod brojem 2 — cilindričnom privjesku. Predmet iz sloja kostolačke kulture ukazuje da je korištena rudača morala biti iz istog izvora kao i ona iz vinčanskog sloja. Zanimljivo je, također, nekoliko nalaza bakrenog nakita iz Gomolave koji pripadaju vinčanskom sloju — bakrene perle iz bakrena narukvica nađena u jednom grobu.[39] Ovaj zatvoreni grobni nalaz iz vremena Vinče D, još više ističe ulogu bakra u ovoj kulturi.

Svi bakreni predmeti koji pripadaju nakitu vinčanske kulture izrađeni su od bakrene žice okruglog ili četvrtastog presjeka koja je oblikovana kovanjem (perle, spiralno prstenje i narukvice), dok je oruđe, znatno masivnije izrade, nastalo lijevanjem pa sekundarno obrađeno kovanjem (sjekire-čekići, dlijeta i plosnate sjekire).

Jedini istraženi rudnik ovog ranog razdoblja upotrebe bakra u Karpatskoj kotlini je Rudna Glava, a rad se u njemu odvijao u tri glavne zone: a) pristupna platforma; b) kanali rudnih žila koji su uglavnom vertikalni; c) rjeđe su se iz pristupne platforme otvarali kanali u horizontalnim rasjedima stijena koji su ispunjeni rudačom.[40]

Bakrena rudača koja je bila najinteresantnija za eneolitske rudare te vađena u Rudnoj Glavi je bakreni karbonat (malahit). Iz ove je rudače metalurgu jednostavno dobiti bakar. Ranoeneolitska jama VII sadrži getit (željezni

hidro-oksid) u kojem je velik postotak bakra, ali koji prilikom topljenja traži dodavanje silicijevog dioksida.[41] Kako analize pokazuju već je sama rudača sadržavala silicijev dioksid. Sve su rudarske jame Rudne Glave bile iscrpljene pa je teško reći koji je stvarni postotak bakra bio sadržan u iskopanim dijelovima.

Analiza bakrene rudače iz jame VII pokazuje da je getit osim bakra (32%) sadržavao i željezo (26%), arsen (0,003%), antimon (0,005%), srebro (0,002%) i olovo (0,001%).

Kasna je vinčanska kultura zahvaćena eneolitizacijom s istoka, s izvankarpatskih prostora. Premda vezana svojim neolitskim vitalitetom, uključuje se u vrijeme nove tehnologije.

Možda bi na ovom mjestu trebalo podržati mišljenje B. Čovića koji se, potkrepljujući zanemarenu misao V. Milojčića, pitao: »Ako je formiranje i širenje vinčanske kulture u balkansko-podunavskoj oblasti rezultat migracije jednog relativno homogenog i brojnog etničkog elementa, koja je krećući iz Male Azije, otpočela na prijelazu iz IV u III milenij prije naše ere, što je danas manje više usvojeno, onda se s pravom može pretpostaviti da su tom novom stanovništvu morali biti poznati bakreni objekti svakodnevne upotrebe (oruđe, nakit), a vjerojatno, makar i u veoma ograničenom obimu, osnovni metalurški procesi obrade i dobijanja bakra«.[42]

Vinčanska je kultura tek poslije faze konsolidacije, upadom u regione istočne Srbije, kao i zapadne Srbije i istočne Bosne te Kosova i sjeverne Makedonije, mogla obnoviti svoje poznavanje proizvodnje bakra jer upravo ovi krajevi posjeduju značajna bakronosna rudišta. Također se ne smije zanemariti ni činjenica da je vinčanska kultura zaposjela i rumunjski Banat[43] i Transilvaniju[44], što samo pojačava dojam da je ova kultura upravo zaposjela najznačajnija ležišta bakra južnog i istočnog dijela Karpatske kotline. Ovo širenje vinčanske kulture u spomenute prostore teško da se zbilo slučajno.

Premda tek Vinča B_2 razvija proizvodnju bakra vrijednu spomena, mogla je ona to znanje prenijeti i širem arealu Karpatske kotline, kako lengyelskim kulturama na sjeverozapadu, tako i ranoneeolitskim manifestacijama kompleksa Bubanj-Salcuța-Krivodol na istoku, pa i same Tiszapolgar kulture na sjeveru.

Pogled na kartu nalazišta bakra Bliskog istoka pokazuje da su njegova ležišta ograničena na Elam, Sinaj i Cipar, te kavkaska ležišta.[45] Pored ovih nalazišta koja su se veoma lako mogla upravno (vojno i politički) kontrolirati, najbliža su nalazišta onima koji, iz bilo kojeg razloga, nisu mogli doći do bakra na ovom prostoru — ona na Balkanu.

Da je vinčanska kultura imala nekih bližih veza s Bliskim istokom, svjedoče i nađene pločice s piktografskim znakovima iz Tartarije, a pripadaju vremenu Vinče B.[46]

Ne treba smetnuti s uma da je to vrijeme isključivo eksploatacije elementarnog, oksidnog ili karbonatnog bakra koji se može naći samo na površini rudišta. Takva se ležišta brzo iscrpljuju pa su za one koji se bave sakuplja-

njem takve rudače potrebne uvijek nove i nove površine. Možda je upravo to uvjetovalo širenje vinčanske kulture.

Za tri ostave bakrenih predmeta iz Pločnika B. Jovanović smatra da pripadaju završnoj fazi mlađe vinčanske grupe[47], a sudeći prema njihovu sastavu, vremenski su vrlo bliske jedna drugoj.

Ostava I sadrži 12 bakrenih dlijeta i 1 sjekiru-čekić;
ostava II sadrži 2 bakrena dlijeta, 2 sjekire čekića i 3 narukvice;
ostava III sadrži 5 bakrenih dlijeta, 1 sjekiru čekić, rašljastu iglu i 2 odljevka rudače bakra.

Za četvrtu ostavu B. Stalio navodi da je posjedovala i sjekiru-čekić koja je nestala pa je sada ograničena samo na dlijeta, a ukupno ih je nađeno šest.[48]

Spektralnom je analizom obuhvaćeno ukupno sedamdeset bakrenih predmeta (samo dlijeta i sjekire-čekići) iz ostava I i II s Pločnika.[49] Sadržaj analize pokazuje da su predmeti rađeni od elementarnog bakra s vrlo malim sadržajem srebra od 0,013 — 0,038%, a čak pet primjeraka je bez ikakvih primjesa. Velika je šteta što analizom nije obuhvaćena i ostava III jer su u njoj nađena dva bakrena ingota i rašljasta igla. Ova igla umnogome podsjeća na dvije rašljaste igle spiralno namotanih krajeva iz Oltenije s lokaliteta »Magura Fetelor« (Vadastra) kulture Salcuța[50], pa se čitava ostava III može oslanjati na njezine utjecaje. Takvih se igala našlo u Troji i Korintu.[51]

Budući da se na vinčanskim lokalitetima često nađe tragova bakrenog oksida, a izuzev na Pločniku nema i nekog značajnijeg bakrenog nalaza, postavlja se pitanje koliki su zapravo bili dometi njezine metalurgije. Ako se i za same nalaze s Pločnika upitamo možemo li ih sasvim sigurno pripisati vinčanskoj kulturi, moramo odgovoriti odrečno. Mišljenje B. Jovanovića da se oni nalaze u vinčanskom sloju možemo oboriti i slutnjom da su u njega ukopani iz nekog mlađeg vremena jer ne pripadaju kućnim cjelinama.[52]

Što tada ostaje kao sigurna bakrena izrađevina nađena u slojevima vinčanske kulture? Prije svega bakrena žica iz koje obradom može nastati: šilo, igla, udica, narukvica, prsten, perla, privjesak.

Ove standardne izrađevine na bazi bakrene žice, kao i činjenica da se čitava kultura-nalazi u bakronosnim ležištima, govori u prilog ideji da je vinčanska kultura poznavala bakar u času svog dolaska na ovaj prostor.

Skupljanje oksidnog bakra pa čak i rudarenje jasno pokazuju da su potrebe bile velike, a to se u vinčanskim naseljima baš ne može uočiti kroz konkretne bakrene nalaze. Da li je iskopani bakar najvećim dijelom predstavljao element razmjene s još neidentificiranim vezama s jugom ostaje pretpostavka, ali prema sjeveru takvu su razmjenu mogli činiti i gotovi proizvodi.

Nekropola lokaliteta Zengövarkony je u više od dvadeset grobova kao prilog imala bakrene predmete: cilindrične perle, narukvice i prstenje od jednostruko ili spiralno namotane bakrene žice četvrtastog ili okruglog pre-

sjeka.[53] Kako lengyelske kulture na vlastitim područjima nemaju ležišta bakra, vjerojatno su se snabdijevale gotovim proizvodima iz vinčanske kulture, jer u nakitnom repertoaru ponavljaju ono što su mogli izraditi vinčanski majstori.

Pretpostavimo li još da i ostave iz Pločnika pripadaju vinčanskoj kulturi, onda otvaramo i nove dimenzije njezinoj metalurgiji, ne samo u tehnološkom smislu već i u prostornom širenju. Sjekira-čekić iz Pločnika koju je F. Schubert nazvao tip »Pločnik« ima veliku učestalost i rasprostiranje od zapadne Bugarske, preko srednje i sjeverne Srbije, u Srijem, Bosnu, Hercegovinu, Hrvatsku, te preko Banata, južne Transilvanije do sjevernog Potisja.[54] Ovaj je prostor u krajnjoj liniji zona utjecajnih dosega vinčanske kulture. Predio istočno od ovog tipa — donje Podunavlje, gornji tok Olta, istočnu Transilvaniju i zapadnu Bugarsku — zaposjeo je tip »Vidra«. I jedan i drugi tip pripadaju najstarijoj podgrupi sjekira-čekića i nemaju prstenasta pojačanja oko rupe za nasad. Ove krajeve jednim dijelom pokriva i kultura Cucuteni, a nalaze oba tipa sjekira na njezinom području E. Comsa pripisuje Cucuteni A fazi.[55]

U fazi Cucuteni A-B u jugoistočnoj se Transilvaniji gasi Cucuteni kultura, a nasljeđuje ju Tiszapolgar — Bodrogkeresztur kompleks. Prema tome, nalazišta Cucuteni kulture uglavnom su orijentirana na prostor izvan karpatskog bazena, izuzev već spomenute A faze koja se tek manjim dijelom nalazi na njezinoj jugoistočnoj granici. Ova kultura, kako vidimo, neće imati jačeg odraza na zbivanja unutar Karpatske kotline, a njezini su brojni nalazi identični repertoaru Salcuta, te Tiszapolgar i Bodrogkeresztur kulture.

Bez obzira na poznavanje rudarstva i metalurgije vinčanska je kultura tradicionalno neolitska, sa stanovništvom prvenstveno usmjerenim na poljoprivrednu djelatnost.

Sa završetkom neolitika i nastupanjem eneolitika, u užem smislu, u Karpatskoj kotlini dolazi do izrazitih polarizacija, prije svega u ekonomskom pogledu. U zapadnim regionima u kojima se odvija kontinuirani prijelaz iz vinčansko-sopotsko-lengyelskog supstrata u lasinjsku kulturu kao ekonomskog, sociološkog i duhovnog nastavljača kasnoneolitske civilizacije, najmanje se uočava prijelaz iz neolitika u eneolitik.

Veći je problem s badenskom kulturom koja predstavlja rani eneolitik u sjevernoj Srbiji, Srijemu, istočnoj Slavoniji te dijelovima zapadne Panonije.[56] Unatoč nekim svojim nedvojbenim balkanskim korijenima, ona ne pokazuje uočljivu promjenu u načinu života u odnosu na kasnoneolitski supstrat. U još se većoj mjeri to odnosi na klasičnu badensku kulturu za koju je N. Kalicz pružio dokaze o tijesnoj vezi s trojanskim i heladskim izvorima (Troja III—V).[57] Premda se te veze očituju i u sferama duhovne kulture (npr. urne s licem) ili u nekim nesumnjivim tehničkim dostignućima kao što je prva upotreba kola na ovom prostoru (Budakalasz), one se neće manifestirati i u odnosu na metalurško djelatnost.

U istočnim se regionima Karpatske kotline formira Tiszapolgar kultura koja je najizrazitiji predstavnik novih ekonomskih zbivanja: stočarstva (kao

osnovne privredne djelatnosti) i, za svoje prilike, izrazite količine bakrenih predmeta kao posljedice izazvane prirodnom akumulacijom stočnih viškova.

Ovdje je uočljiva razlika u kvaliteti kontinuiteta prijelaza neolitik — eneolitik u istočnom i jugozapadnom prostoru Karpatske kotline, jer je i Tiszapolgar kultura rezultat kontinuirana razvoja iz kasne potiske ili tzv. prototiszapolgarske osnove (Ceshalom-Herpaly-Gorza), pa ipak ona predstavlja izričiti skok u odnosu na tu osnovu.

Tiszapolgar kultura ima vrlo brojan i razvijen tipološki inventar bakrenih izrađevina. Budući da su nalazi Tiszapolgar kulture manje orijentirani na naselja, zbog prirode ekonomike i njezinog stanovništva, najznačajnije su metalne nalaze dale nekropole.[58]

Svojom se izuzetnošću ističe nekropola Lucsky grupe tiszapolgarske kulture Tibava[59], jer se upravo zahvaljujući njezinom otkriću može govoriti o razvijenoj metalurgiji unutar te kulture. Od ukupno iskopanog 41 groba (od toga 4 spaljena), Tibava je dala 9 bakrenih sjekira-čekića (5 iz grobnih cjelina), 9 zlatnih privjesaka (8 iz grobnih cjelina) i 11 bakrenih narukvica jednostrukih ili spiralnih.

Svi se ostali nalazi koji se sa sigurnošću mogu pripisati Tiszapolgar kulturi svode na tri tipa narukvica: a) spiralne; b) s krajevima koji se preklapaju i c) otvorene s krajevima koji se ne dodiruju.

Još se nalazi i spiralno ili otvoreno prstenje, jedna bakrena ogrlica iz Szakalhata, naušnica iz Deszk A i bakrene perle. Čini se da pored mramornih, bakrene perle nisu bile na cijeni, a ima ih samo u grobovima iz Deszk A i Hodmezövásarhely-Nepkerta.[60] Prstenje se također javlja na nekropolama Deszk A, Basatanya, Ujtikos-Tikostany i Ujtelep.

Za narukvice rađene od bakrene žice utvrdilo se na nekropoli Tibava da su bile prilično omiljene. U Tibavi ih nose samo muškarci i djeca, što je vjerojatno običaj i u drugima. U Basatanyi se nalaze po dvije narukvice u grobovima, a najljepša je svakako iz groba 3 iz Hodmezövásarhely-Nepkerta, s pet spiralnih navoja. Presjek im može biti plosnat, trokutast, kvadratan, višestran ili okrugao.

U nekropolama se nalaze i igle, a jedna takva s raskovanom pločastom glavom, duljine 17,5 cm, nađena je u grobu 129 u Basatanyi[61] zajedno s jednom kamenom sjekirom koja je svojim oblikom veoma nalik trećem tipu bakrene sjekire-čekića ili Čoka tipu, kojem u najvećem broju pripadaju i nalazi iz Tibave.

Ostali nalazi sjekira s ovog područja nisu stratificirani pa druge razne tipove sjekira-čekića ne možemo sa sigurnošću pripisati Tiszapolgar kulturi.

Posebno treba naglasiti da Lucsky grupa tiszapolgarske kulture leži u neposrednoj blizini rudnih ležišta bakra.

Kod najvećeg se dijela metalnih nalaza uz bakar uglavnom javlja srebro, dok neki primjerci imaju tragova nikla i željeza. Našlo se i primjeraka od čistog bakra.

Kolike je značajne promjene unijelo otkriće nekropole u Tibavi u vrednovanju metalurgije Tiszapolgar kulture, vidi se po tome što su svi ostali

stratificirani nalazi te kulture vezani za upotrebu bakrene žice, a to je karakteristika i kasnoneolitskog stratuma.

Prije no što prijeđemo na razmatranje metalnih nalaza iz Bodrogkeresztur kulture, potrebno je nešto reći o nalazima Bubanj-Salcuța-Krivodol kompleksa koji u istočnoj Srbiji nasljeđuje kasnu vinčansku kulturu. Ovaj je kompleks naslijedio bogata rudonosna područja istočne Srbije pa se to odrazilo i na učestalost nalaza bakrenih predmeta na njegovim naseljima.

Na samom lokalitetu eponimu Salcuta kulture nađeno je šest šila i dvije sjekire-dlijeta iz faza I, IIa, IIb, IIc i IV.[62] Tri su šila kvadratnog presjeka. Bakreni su predmeti čistog sastava, a uz bakar sadrže samo tragove srebra ili nikla.[63]

Šila su nađena također i na lokalitetu Verbicioara u sloju Salcuța II, s tragovima srebra i željeza, dok dva dlijeta od elementarnog bakra s naselja Piscul Cornisorolui pripadaju također Salcuța kulturi.[64]

Na lokalitetima Bubanj i Hisar pored igala i šila nađeni su i amorfni komadi bakra.[65] U Smedovu u istočnoj Srbiji, u sloju »bubanjsko-humske« grupe, nađena je bakrena zgura i igle, a slučajan je nalaz i krstasta bakrena sjekira.[66] Njezina nesigurna atribucija ne može pomoći da se brojne krstaste sjekire pripišu ovoj kulturnoj grupi. Pećina Hotilor kod Baia Herculane sadrži, osim šila, udica i bakrenih perli, i veći broj igala s jednim savijenim krajem. Nađena je i neka vrsta bakrenog bodeža.[67]

U Zlotskoj je pećini nađeno pedeset bakrenih predmeta i bakrene zgure, što ovaj lokalitet stavlja u red najznačajnijih metalurških centara ranog eneolitika. Plosnata sjekira, dlijeto, listoliki bodež, igle i brojna šila četvrtastog presjeka predstavljaju opći izbor nalaza.[68] Od posebne je važnosti nalaz krstaste sjekire tipa Jaszladany koja pripada Salcuța III sloju iz Reșca.[69]

I populacija Salcuța grupe isključivo je orijentirana prema stočarstvu, premda neki pećinski lokaliteti (Hotilor i Zlotska pećina) pokazuju da se dio etnikuma pretežno opredijelio za metalurgiju bakra i to baš onaj dio smješten istočno od Homoljskih planina, nešto istočnije od Rudne Glave.

Salcuța kultura je svojim prodorom na zapad mogla u vrijeme kasne Vinče donijeti, direktno ili indirektno, novu obradu metala — lijevanje.

Direktno, jer ga je sama poznavala ili indirektno, budući da je kao akumulativna kultura mogla u svrhu razmjene privući putujuće ljevače s područja Bliskog Istoka gdje je takva obrada već bila poznata i ubrzo je i sama usvojiti.

Ocjenjujući metalurgiju Salcuța i Tiszapolgar kulture stječe se dojam da su obje usvojile tehniku lijevanja, mada je gotove predmete Tiszapolgar kultura, s izuzetkom rudnonosnog područja (Tibava), mogla dobivati i razmjenom za stočne viškove.

Sljedeći je period (vrijeme srednjeg eneolitika) obilježila u okviru novih metalnih oblika — »krstasta« sjekira.

Pitajući se tko zapravo proizvodi krstaste sjekire, I. Bognar-Kutzian izlaže jedan nedovoljno argumentiran stav:

»Ne izgleda vidljivo da je Salcuța populacija u jugoslavenskom regionu eksploatirala bakar iz istočnosrpskog rudogorja, već je više vjerojatno da su bakrene krstaste sjekire bile uvožene iz bodrogekerszturske kulture ... Krstaste sjekire nisu bile nađene u naseljima Salcuța kulture i nije poznato da su one mogle biti povezane s ovom kulturom, a sve to u fazi B Bodrogkeresztur kulture, dokazano bliskih veza sa Transilvanijom i Mađarskom«.[70]

Ne smije se, međutim, zanemariti velik broj nalaza ovih sjekira izvan krajnjih teritorijalnih dosega te kulture, kao npr. u Bugarskoj. I. Bognar-Kutzian pretpostavlja da su se u tom kraju pojavile nakon prestanka trajanja Salcuța i Gumelnița kulture, pa prema tome ne mogu biti njihov proizvod. I opet se vraća na ranije izneseni zaključak da je to mogla učiniti jedino Bodrogkeresztur kultura u svojoj B fazi, izvozom riječnim tokovima izvan Karpatske kotline.[71] Takva bi pretpostavka značila da su brojni nalazi iz Oltenije, Bugarske i istočne Srbije bodrogkerszturskog porijekla, jer je samo jedna krstasta sjekira stratificirana u salcuțanski sloj. Ovakvo mišljenje iziskuje i protupitanje: »A što bi bilo od tiszapolgarskog metalnog »buma« da kojim slučajem nije otkrivena nekropola u Tibavi?«

Premda se u nekropolama B faze Bodrogkeresztur kulture javlja i Salcuța IV tip kantarosa, začuđuje zaključak I. Bognar-Kutzian da se krstasta sjekira javlja poslije završetka Salcuța kulture. Od krstastih sjekira tipa Jaszladany nađenih u grobovima Bodrogkeresztur kulture, poznati su nalazi iz nekropole Jaszladany grob 18, Magyarhomorog-Kónyadomb grob 46 i četiri primjerka iz Fenyeslitke.[72] U spomenutom su grobu 46 nekropole Magyarhomorog-Kónyadomb nađeni još šilo i igla, ali također i modificirani kantaros tipa Salcuța IV.[73]

Da je Bodrogkeresztur kultura nasljednik i nastavljač tradicija tiszapolgarske, pokazuje i metalni nalaz u grobu 1 u Magyarhomorog-Mogyoróstanya. Iz predfaze bodrogkerszturske kulture nađena je ovdje polovina sjekire-čekića tipa Székely-Nádudvar[74] uz koju je bila položena i kamena sjekira, što je bio slučaj u četiri od pet grobova u nekropoli Tibava, u kojima su nađene bakrene sjekire.

Plosnate bakrene sjekire, tzv. Szakalhat tipa, nađene su u grobu 2 nekropole Hodmezövasarhely-Szakalhat, grobu 21 iz Fényeslitke, kao i grobu 26 iz Magyarhomorog-Könyadomb.[75] Sjekire su rađene lijevanjem u jednodijelnim kalupima, ali je druga, koja ima četvrtast, simetričan presjek, dorađena kovanjem.

U Bodrogkerszturskoj kulturi javljaju se igle do 0,3 cm u promjeru i šila s promjerom do 1 cm.

U grobu 28 u Pustaistvanhazi nađen je listoliki bodež dug 17 cm i širok 3 cm na najširem dijelu, bez bližih paralela u Karpatskoj kotlini.[76]

Grob 29 iz Tiszavalk-Kenderfelda sadrži vrlo interesantnu sjekiru-čekić s gljivastim završetkom na strani suprotnoj od oštrice.[77] Ostali su bakreni prilozi u grobu šilo, igla i bakrena narukvica s lagano proširenim krajevima u kojoj kao da se nastavlja tradicija iz muških grobova Tiszapolgar kulture.

Možda je upravo ova narukvica preteča onih s pečatastim krajevima iz ranog brončanog doba. Za ovu nekropolu P. Patay ističe da je u uskoj vezi s Hunjady-Halom-Vajska grupom, a I. Bognar-Kutzian je pripisuje ovoj grupi.

U grobu 53 nekropole Fenyeslitke nađeno je i jedno bakreno dlijeto.[78]

Poslije ovako brojnih nalaza bakrenih predmeta u bodrogkerszturskoj kulturi, teško je govoriti o metalurgiji bedenske i lasinjske kulture. I jedna i druga održavaju metalni minimum, a tome su dva osnovna razloga. Obje kulture egzistiraju izvan prostora gdje se može eksploatirati bakar, a kao zemljoradničke populacije su niskoakumulativne pa ne mogu razmjenom doći do bakrenih predmeta.

Badenska kultura, premda nešto učestalija metalnim nalazima od lasinjske, nije ni izdaleka tako bogata bakrom kao kompleksi Tiszapolgar-Bodrogkeresztur i Bubanj-Salcuta-Krivodol.

Ni jedan se bakreni nalaz iz badenskog sloja na Vučedolu ne može sa sigurnošću pripisati ovoj kulturi.[79]

Uz tri badenske šalice iz jednog groba iz Dobanovaca, N. Tasić javlja o nalazu jedne plosnate bakrene sjekire: »Od metalnih predmeta u toku iskopavanja nije nađen nijedan, ali su radnici neposredno pre početka iskopavanja naišli na jedan grob sa pokojnikom u zgrčenom stavu pored koga je pored pomenutih šolja nađena i jedna bakrena sekira«.[80] Spektralnom je analizom utvrđen i njezin sastav u kojem se uz bakar nalazi i više od 10% kositra, 0,2% arsena, 0,022% srebra, 0,008% bizmuta i više od 1% željeza.[81] Ovakav nam sastav sigurno može potvrditi da sjekira ne pripada istom vremenu s badenskim šalicama i da su se ovdje izmiješali različiti nalazi.

Velika nekropola badenske kulture Budakalász manje je zastupljena brojem bakrenih predmeta (velike i male perle, četvrtasta šila), nego neolitska nekropola Zengövarkony.[82]

Najznačajniji je nalaz ove kulture bakreni dijadem iz Vörsa na Balatonu.[83] U grobu broj 2 oko glave pokojnika, s prednje strane sužena i gotovo zavezana, nalazila se bakrena traka, duljine 67 cm. Ukršena je iskucavanjem, a širina joj varira od 1,6 — 1,8 cm. Teško je taj rad pripisati badenskim metalurzima, ali ništa slično nije nađeno u ostalim eneolitskim manifestacijama. Traka je izrađena kovanjem.

Dijadem će se opet pojaviti u rano brončano doba u tipu Unterwölbling, bitno obilježenom badenskim supstratom. U grobu iz Gedersdorfa[84], metalna traka oko glave ovog je puta vezana zakovicama koje se kao vezivo na bodežima najranije pojavljuju tek u rano brončano doba.

Još nekoliko grobnih nalaza obogaćuje spoznaju o upotrebi bakra u badenskoj kulturi: dvojni grob razvijene badenske kulture iz Leobersdorfa sadrži dvije ogrlice od bakrene žice sa savijenim krajevima[85], te izvanredno bogati grob iz Velvaryja s pektoralom, tri ovalna privjeska u obliku školjke, dvije cilindrične, spiralno namotane narukvice, devet perli i dva spiralna prstena.[86]

Ostale su kulturne grupe izvan prostornog dosega u kojem se stvarala vučedolska kultura ili joj neznatno prethode i teku paralelno s njom, kao kos-

tolačka i neki tipovi Retz-Gajary kulture. Kostolačka, kao i badenska, kao da nema afiniteta prema metalu, a bakreni nalazi vezani su isključivo uz šila.[87]

Retz-Gajary kultura češće je u posjedu metala tek u svojoj kasnoj fazi — Mondsee tip, kada se može utvrditi i bliska veza s kasnoklasičnom vučedolskom kulturom, B_2 stupnjem, pa ćemo je nešto kasnije uzeti u razmatranje. Iz Kevderc-Hrnjevac tipa Retz-Gajary kulture vrijedan je spomena nalaz male plosnate sjekire iz Levakove jame.[88] I ovaj tip Retz-Gajary kulture vremenski odgovara kasnoklasičnoj vučedolskoj kulturi.[89]

Slična plosnata sjekira nađena je u Vradištu (Skalica)[90], također uz keramiku Retz-Gajary kulture, ali se istovremeno približava i trapezastim plosnatim sjekirama s lokaliteta Mondsee.[91]

Ovaj je pregled samo pokušaj izdvajanja metalnih nalaza koji su jasno stratificirani u pojedine kulture, premda je najveći dio bakrenih predmeta iz neolitsko-eneolitskog perioda nađen izvan zatvorenih cjelina.

Da rezimiramo — problem početaka i razvoja metalurgije u Karpatskoj kotlini svodi se na vinčansku kulturu. Da li je bakar u vinčanskoj kulturi samo »kamen« ili novi tehnološki materijal?

Bakar se kao univerzalniji kamen mogao otkriti već relativno rano. Njegovo oblikovanje kovanjem i brušenjem nije se tehnološki bitnije razlikovalo od obrade kamena. Takvom su obradom bakra mogle nastati igle, šila i razne šire ili uže trake od kojih se pravio nakit (prstenje i narukvice). To je upravo ono što nalazimo u krugu prostiranja vinčanske kulture. No, ne bi bilo dovoljno, upravo samo zbog ovih sitnih nalaza, tvrditi da vinčanska kultura nije bakar poznavala i kao novi tehnološki materijal koji se može proizvesti taljenjem. Mogli bismo čak tvrditi da vinčanska kultura upravo i dolazi na ovaj prostor sa spoznajom bakra kao metala, a ne kamena, što je razvijeniji tehnološki pristup koji pretpostavlja eksploataciju bakra u viđu oksida i karbonata kroz taljenje rudače. Dakako, samo taljenje oksidne rudače iz koje se dalje kovanjem dobivaju gore već spomenuti predmeti.

Potreba za širom upotrebom ovakvih predmeta ne samo u vinčanskoj kulturi, mogla je nagnati neke njezine predstavnike da se posvete isključivo sakupljanju oksidne i karbonatne rudače. To je dovelo do prvih rudnika bakra (Rudna Glava). Ovakvim načinom eksploatacije i prerade rudače, te kovanjem bakra, završava se i uloga vinčanske kulture.

Ali vinčanska je kultura ovaj prostor otvorila i za intenzivnije veze s jugom.

Važna je činjenica u daljnjem razmatranju razvoja spoznaje o bakru kao metalu izrada bakrenih sjekira-čekića s rupom za nasad drške. Osnovna je dilema u vezi s izradom tih predmeta, da li su nastali kovanjem ili lijevanjem.

Pretpostavimo li da su nastale kovanjem, to podrazumijeva da se naknadno morala bušiti rupa za nasad drške, dakle identičnom tehnikom kako su nastajale i kamene sjekire. Posebno je pitanje da li se ova rupa i mogla

izbušiti na način kako se to radilo s kamenima. Sam njihov oblik imitira oblik kamenih, te se podražavajući taj način izrade možemo prikloniti onima koji tvrde da je metalurgija na bazi bakra proizašla iz prirodnog načina razvoja spoznaje o bakru samo kao univerzalnijem i kvalitetnijem kamenu.

Neke neobrađene ili poluobrađene bakrene sjekire-čekići ne pokazuju, međutim, da su rađene kovanjem nego lijevanjem tehnikom »a cire perdue«, dakle u jednodijelnom kalupu od gline, kojim se oblijepljivao prototip napravljen u vosku. Nedostatak nalaza ovakvih kalupa to bi i potvrđivao jer se do konkretnog predmeta jedino i moglo doći razbijanjem kalupa. Ovakva je tehnika definitivno odvojila bakar od obrade na način kamena, premda se oblikom još uvijek imitirala kamena sjekira. Bakrena sjekira ovog tipa postepeno evoluira, od onih masivnih kamenih oblika u elegantnije i primjerenije materijalu. No, kako su se ovakve sjekire-čekići pojavile ipak relativno rano, gotovo na samom početku javljanja bakra u Karpatskoj kotlini, čini se da nije ostalo mnogo vremena da se unutar ovog prostora stigne razviti tako visoka spoznaja o lijevanju kao što je tehnika »a cire perdue«. Ovu su tehniku u Karpatsku kotlinu najvjerojatnije unijeli putujući ljevači iz Prednje Azije, gdje je bilo mnogo više vremena i uvjeta da se ravije ovakva tehnika.

Indikativno je da su ovakvi nalazi najbrojniji u tiszapolgarskoj kulturi, u njezinoj nekropoli Tibava. Osim što se smjestila u neposrednoj blizini nalazišta bakra, ona je kao izrazita stočarska populacija i visokoakumulativna, pa time i sposobna da pored bakrenih razmjenom pribavi i zlatne predmete. Poslije lijevanja ovakve su se sjekire mogle doraditi brušenjem i kovanjem.

Uskoro se kroz Salcuța i Bodrogkeresztur kulture razvija i novi tip sjekire koji se i oblikom odvojio od kamenih — krstasta sjekira. Takav se oblik sjekire jedino mogao proizvesti lijevanjem iz metala u jednodijelnom kalupu, a proizašao je evolucijom iz prethodnih.

Činjenica da su u stočarskim populacijama zastupljeniji bakreni predmeti pokazuje da su one već po koncepciji svog života sklonije novinama. S druge strane one sebi i mogu priuštiti takvu novost jer imaju za razmjenu ponuditi stočni višak. Mogućnost razmjene stvorila je predispozicije za dolazak putujućih ljevača specijalista, koji su svoju egzistenciju potpuno priklonili novom zanatu — obradi metala.

Što se tiče drugih nalaza vezanih za metalurgiju bakra u ovom periodu, opet se potrebno najprije osvrnuti na neke dodatne nalaze s Pločnika. U ostavi III nađena su dva bakrena odljevka za koje bi se moglo reći da predstavljaju preteče ingota. Ostava IV sadrži i minijaturnu cilindričnu posudu, visine 5 cm, za koju se može pretpostaviti da je trebala služiti u ljevačke svrhe.[92]

Na lokalitetu Lanycsok, Boleraz grupe, nađene su dvije manje posude koje su služile pri taljenju bakra. Jedna je četvrtasta i dublja, a druga ovalna.[93] Ona ovalna je plića, a unutarnji joj je oblik vrlo nalik na dva bakrena odljeva iz ostave III s Pločnika. Možda je upravo u takvu svrhu i bila načinjena.

Badenska se kultura ističe još jednim nalazom značajnim za metalurgiju — otkrićem peći za lijevanje bakra iz Dobanovaca.[94] Osnova joj je u obliku potkove, a ukopana je u zdravicu. Djelomično je oštećena, no sačuvao joj se dio bočnih zidova koji su se zatvarali u kupolu. Dno joj se sastojalo od dva sloja — nabijene zemlje s manjim komadima kamena, te glinenog premaza debelog 3 cm. Otvor joj je bio oštećen sekundarnim probojima.

Ovi su nalazi osobito značajni jer su nađeni u kulturi koja neposredno prethodi vučedolskoj.

IV

METALURŠKI NALAZI IZ NASELJA VUČEDOLSKOG KULTURNOG KOMPLEKSA — KALUPI, PEĆI I PRIBOR

Iz prethodnog je poglavlja vidljivo da je Karpatska kotlina već prešla tri prve stepenice u obradi bakra prije pojave vučedolske kulture:

1. Obrada elementarnog bakra kovanjem
2. Spoznaja da se bakar tali i dalje oblikuje kovanjem
3. Lijevanje bakra u jednodijelnim kalupima tehnikom »a cire perdue«.

Dosadašnji nalazi vezani uz metalurgiju vučedolske kulture, premda ne osobito brojni, jasno su odredili njezine domete na tom planu.

Kalupi, peći i metalurški pribor nađeni na nekoliko lokaliteta iz različitih faza vučedolske kulture čine solidnu bazu iz koje se može rekonstruirati proces obrade bakra.

Nalaz iz 1978. godine koji je umnogome pomogao razrješavanju ovog problema je s lokaliteta Vinkovci Tržnica.[95] Lokalitet je tell tipa, a na njemu su dosad utvrđeni nalazi prethistorijskih naselja starčevačke, vučedolske i vinkovačke, te nalazi lasinjske, salcuţanske i bodrogkereszturske kulture. Na samom sjeverozapadnom uglu lokaliteta, na dubini od 2,00 metra, otkopan je pod prethistorijske kuće koji je pripadao vučedolskoj kulturi. Kuća nije izgorjela u požaru, kao ni ostale nađene u dva sloja vučedolske kulture, a pripada njezinom najstarijem sloju na ovom lokalitetu. Sama je kuća trapezne osnove duljine 11,5 m. Na jugozapadnom joj je kraju širina iznosila devet metara, a uži, sjeverozapadni dio, širine je sedam metara.

Unutar kuće bila je ukopana jama u obliku vinske boce, dubine 2,05 m od nivoa poda. Donji joj je dio ukopan gotovo metar u zdravicu, a primarno je služila kao ostava.

Jama-ostava je još za trajanja kuće izgubila svoju prvotnu funkciju i zatrpana je slojevima pepela, gara, životinjskih kostiju i brojnim fragmentima keramike, te je u nekoliko navrata bezuspješno preslojavana podnim lijepom koji se zbog vrlo rahlog sastava ispune jame stalno slijegao. Jama je,

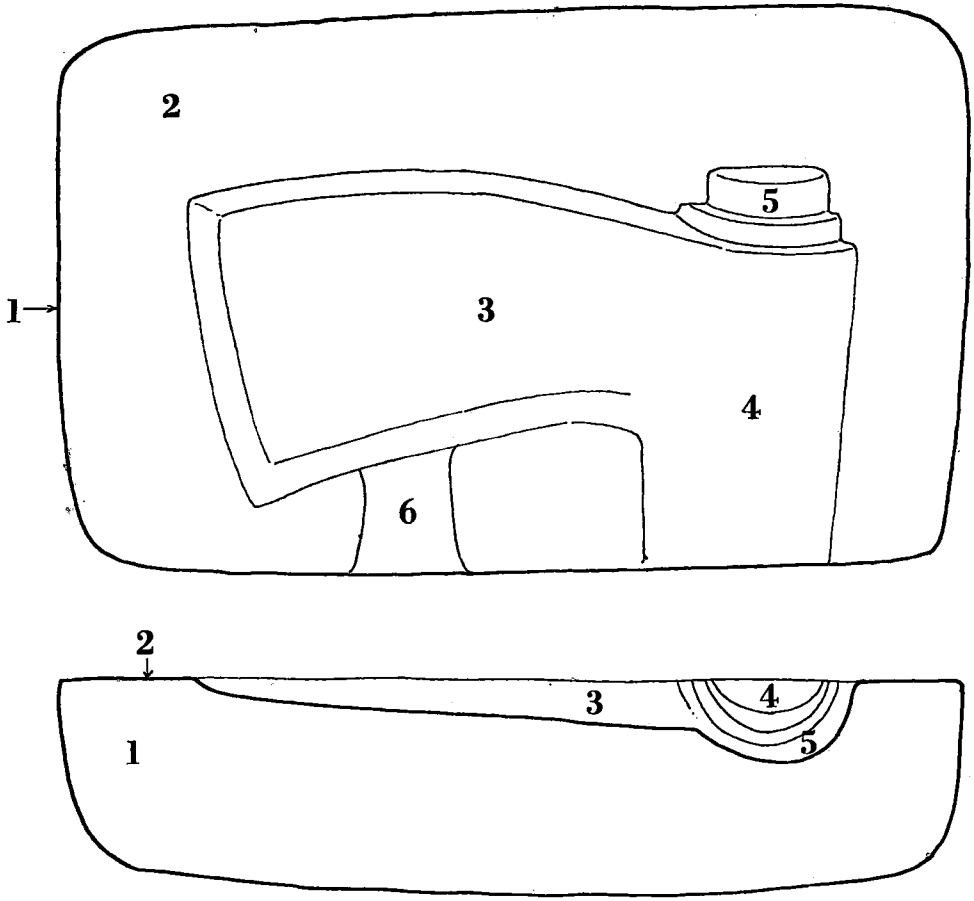
očito, relativno brzo zatrpana jer se dijelovi istih posuda nalaze raštrkani u raznim nivoima. Ipak, na samom su dnu jame, u njezinu bočnom proširenju, nađeni predmeti koji su i ukazali na prvobitnu namjenu jame kao ostave. Predmeti su ovdje bili brižljivo pohranjeni, a nije im prijetila ni opasnost od oštećenja ako je u ostavu i pao kakav teret s nivoa poda kuće. Radi se o kolekciji glinenih kalupa za lijevanje bakrenih predmeta. Kalupi su, kao što je vidljivo, spremljeni u jamu još dok je bila ostava i tu iz nekog razloga zaboravljeni pa zatrpani kad je kućna ostava jednostavno preuzela funkciju otpadne jame.

Ukupno su u jami nađena četiri dvojna kalupa za lijevanje bakrenih sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške, dio dvodijelnog kalupa za lijevanje bakrene žice, jednodijelni kalup za dlijeto i dio kalupa nejasne namjene. Ova velika kolekcija kalupa, rađenih prilično masivno od gline, predstavljala je vrijedan kapital nekog ljevača bakra. Glina za kalupe ne razlikuje se od sirovine za keramiku, ali je u slučaju jednoga od kalupa glina obogaćena vrlo sitnim zrncima kvarcita koja su joj omogućavala da bude izložena velikoj vatri, a da ne dođe do sinteriranja gline prije nego ona ispuni svoju ulogu kalupa.

Kalupi su, kao što je već rečeno, nađeni unutar velike kuće u njezinoj ostavi, kao zatvoreni nalaz, pa bi se moglo zaključiti da je to kuća ljevača bakra. Ipak, da li je tako? U centru prostranog poda kuće smješteno je ognjište, tipično kao i u ostalim kućama vučedolske kulture. Pored ognjišta još su dvije ograničene površine na podu kuće intenzivno gorjele, od kojih jedna oko same jame. Unatoč tome čini se da se u kući nije odvijala metalurška djelatnost i to prije svega zbog nedostatka nalaza šljake i metala,- kako u samoj kući tako i izvan nje. Zbog toga je opreznije zaključiti da je jama poslužila kao ostava kalupa ljevača bakra u vrijeme vučedolske kulture. Izbor keramičkog inventara jame pokazuje da nalazi pripadaju kasnoklasičnoj fazi vučedolske kulture ili B_2 stupnju podjele S. Dimitrijevića.[26]

Budući da su kalupi pohranjeni u jamu dok je još služila kao ostava, a ostali keramički nalazi su odbačeni i pripadaju vremenu otpadne jame, kalupi su neznatno stariji od nađene keramike. Kako čitav lokalitet ne poznaje keramiku vučedolske kulture stariju od B_2 stupnja, moraju se i oni pripisati ovom vremenu. Time su kalupi jasno pripisani stupnju B_2 vučedolske kulture što je nesumnjivo značajan element za razvoj metalurgije bakra u okvirima ove kulture.

Prije nego se osvrnemo na nalaze samih kalupa, potrebno je jasno istaknuti da ovo nisu prvi nalazi kalupa iz kasnog eneolitika, te da je već 1971. godine B. Jovanović konstatirao da u ovom periodu »proizvodnja oruđa i oružja, zasnovana na širokoj primeni livenja u kalupima, postaje serijska, tako da dolazi do nagle ekspanzije ovih objekata u karpatskom bazenu i na Balkanu ... Bakarna metalurgija zauzima posebno mesto u daljem razvoju ekonomike, tako da masovna proizvodnja oruđa i oružja daje osnovni tipološki pečat poznom eneolitu, na koji se inače najčešće misli kada se govori o posebnom bakarnom dobu«.[27]



Slika 1

U daljnjem ćemo tekstu pokušati pokazati koja je osnova serijske proizvodnje bakrenog oruđa i oružja kasnog eneolitika. Prije no što prijeđemo na opis samih predmeta na slici 1, prikazat ćemo tehničke termine radi lakšeg praćenja opisa kalupa i brojnih oznaka dimenzija.[93]

Dvodijelni se ljevački kalup može podijeliti na slijedeće dijelove:

1. Jezgrenik — predstavlja sve ono što čini jednu polovinu dvodijelnog kalupa;
2. Sljubnica ili diobena površina je dodirna površina dvaju jezgrenika;
3. Kalupna ili uljevna šupljina — oblikuje vanjski volumen predmeta, u konkretnom slučaju vanjske dimenzije sjekire;

4. Jezgra — oblikuje unutarnju šupljinu predmeta, u našem slučaju šupljinu otvora cilindričnog produžetka za nasad drške;
5. Jezgreni oslonac ili jezgrena marka — utor koji drži jezgru vezanu uz jezgrenik;
6. Uljevni sistem — uljevni kanal kojim se litina ulijeva u kalupnu ili uljevnu šupljinu ljevačkog kalupa.

I Dvodijelni ljevački kalup za izradu bakrenih sjekira s jednom oštricom i cilindričnim produžetkom za nasad drške (T. 1 sl. 1)

Jezgrenik: duljina 155 mm
širina 90 — 87 mm
debljina 45 mm (na sredini)

Sljubnica: duljina 150 mm
širina 90 — 87 mm

Kalupna šupljina: duljina 125 mm
širina (kod oštrice) 59 mm

Šupljina za umetanje jezgre: visina (cilindričnog produžetka za nasad drške) 51 mm
širina 24 mm

Ima uljevni sistem okrenut obrnuto od položaja kojim se rukuje sjekirom.

Budući da je uljevni sistem napravljen s donje strane sjekire, glinena jezgra cilindričnog produžetka za nasad drške imala je jezgreni oslonac samo s jedne strane, nasuprotne od uljevnog sistema. Druga strana, ona koja se prilikom lijevanja okretala prema gore, nije imala jezgreni oslonac već se morala centrirati i, ukoliko je bilo potrebno, nekim predmetom pridržavati. Ujedno se kroz taj otvor mogla kontrolirati i visina lijeva, a kroz njega su se odvojili i suvišni plinovi.

Jezgreni oslonac: visina 7 mm
širina: 16 mm

Iz ovakvog kalupa mogla se izliti sjekira slijedećih dimenzija:
duljina 125 mm
duljina oštrice 59 mm
cilindrični produžetak za nasad drške:
a) visina 56 mm
b) promjer šupljine ∅ 25 mm
c) debljina stijenke 4 mm

II Dvodijelni ljevački kalup za izradu bakrenih sjekira s jednom oštricom i cilindričnim produžetkom za nasad drške (T. 1 sl. 2)

Jezgrenik: duljina 161 mm
širina 100 mm
debljina 39 mm (na sredini)

Sljubnica: zaobljenih uglova,
duljina 161 mm
širina 98 mm (na sredini)

Kalupna šupljina: duljina 119 mm
širina kod oštrice 57 mm
visina cilindričnog produžetka za nasad drške 56 mm

Šupljina za umetanje jezgre: visina 71 mm
širina 29 mm

Kalup nema posebni uljevni sistem. U njega se moglo ulijevati samo kroz prstenasti otvor s donje strane cilindričnog produžetka za nasad drške, između jezgrenika i jezgre, koji je imao širinu 3 — 4 mm. To je ujedno i debljina metala kod cilindričnog produžetka za nasad drške.

Jezgreni oslonac: postoji samo s gornje strane sjekire
visina 15 mm
širina 29 — 21 mm

Iz ovih se podataka mogu izvesti dimenzije sjekire koja je mogla biti izlivena iz ovog kalupa:

duljina: 119 mm
duljina oštrice 57 mm
visina cilindričnog produžetka za nasad drške:
a) visina 56 mm
b) promjer šupljine Ø 29 mm
c) debljina stijenke 3 — 4 mm

III Dvodijelni ljevački kalup za izradu bakrenih sjekira s jednom oštricom i cilindričnim produžetkom za nasad drške (T. 2 sl. 1)

Jezgrenik: duljina 168 mm
širina 95 mm

Sljubnica: kao jezgrenik

Kalupna šupljina: duljina 136 mm
širina (kod oštrice) 55 mm
visina cilindričnog produžetka za nasad drške 56 mm

Šupljina za umetanje jezgre: visina 63 mm
promjer Ø 22 mm

Jezgreni oslonac: visina 4 mm
širina 22 mm

Kalup ima posebni uljevni sistem, a izrađen je kao i kod kalupa I (na T. 1 sl. 1). I kod njega se kroz prstenasti otvor mogla kontrolirati visina uljeva i odvoditi suvišni plinovi.

Dimenzije sjekire koja se može izliti iz ovakvog kalupa:
duljina 136 mm
duljina oštrice 55 mm
cilindrični produžetak za nasad drške:
a) visina 56 mm
b) promjer šupljine Ø 22 mm
c) debljina stijenke 4 mm

IV Mali dvodijelni ljevački kalup za izradu bakrenih sjekira s jednom oštricom i cilindričnim produžetkom za nasad drške (T. 3)

Jezgrenik: duljina 109 mm
širina 53 mm
debljina 34 mm
Kalupna šupljina: duljina 68 mm
širina kod oštrice 20 mm
visina cilindričnog produžetka za nasad drške 24 mm
Šupljina za umetanje jezgre: visina 34 mm
promjer Ø 12 mm

Ovaj je kalup preciznije izrađen od prethodnih, a s obje strane posjeduje jezgreni oslonac tako da je u njemu jezgra mogla biti čvrsto stegnuta. Jezgra je ujedno i potpuno zatvarala otvor između dvaju jezgrenika pa je uljevni sistem smješten pod kutem od 90 stupnjeva u odnosu na dosad opisane kalupe.

Sjekirica koja se iz kalupa mogla izliti imala bi slijedeće dimenzije:
duljina 68 mm
širina oštrice 20 mm
cilindrični produžetak za nasad drške:
a) visina 24 mm
b) promjer šupljine Ø 12 mm
c) debljina stijenki 2 mm

V Jezgra za cilindrični produžetak za nasad drške sjekire s jednom oštricom (T. 2 sl. 3) očuvana je u cijelosti, a to znači da nije ni bila upotrijebljena pri lijevanju. Visina joj iznosi 68 mm, a promjer joj je širi u gornjem kraju (Ø 23 mm) nego u donjem (Ø 20 mm). Razlog je tome lakše izbijanje jezgre poslije lijevanja i, što je svakako važnije, da nasađena sjekira prilikom zamaha ne bi lako sklizmula.

VI Dio jezgre za cilindrični produžetak za nasad drške sjekire s jednom oštricom (T. 1 sl. 4). Visina joj iznosi 35 mm, a promjer Ø 21 mm. Ni ova jezgra, premda slomljena, najvjerojatnije nije bila u upotrebi.

Svi opisani kalupi imali su otvor nešto širi u gornjem kraju cilindričnog produžetka za nasad drške, što bi pretpostavljalo nasađivanje drške s gor-

nje strane sjekire. Ovakav način nasađivanja pokazuje da su drške u prosjeku imale promjer od dvadesetak milimetara, okruglog presjeka, što bi ih prije moglo svrstati u oružja nego u oruđa.

VII Dio jezgrenika dvodijelnog kalupa za lijevanje bakrene žice ili šila (T. 2, sl. 2)

Jezgreniku nedostaje dio na kojem se nalazio uljevni sistem. Širina jezgrenika je 100 mm, duljina sačuvanog dijela iznosi 85 mm, a debljina mu je 39 mm. Na sačuvanom dijelu površine sljubnice uočavaju se tri paralelne urezane linije koje predstavljaju kalupnu šupljinu za istovremeno lijevanje tri žice ili šila. Najdeblji zabilježeni promjer iznosi 4 mm. Uljevni sistem kod dvodijelnih kalupa za lijevanje žice obično se izvede tako da se više žica svede u jednu pločicu, a ona u uljevni kanal.[9]

VIII Dio jezgrenika (poklopca) dvodijelnog kalupa za lijevanje predmeta nejasne namjene (T. 2, sl. 4)

Širina jezgrenika je 83 mm, duljina očuvanog dijela 87 mm, a debljina 35 mm. Na sljubnici nema nikakvih otisaka i najvjerojatnije je bila samo ravna površina. Jezgrenik se od sačuvanog dijela prema onom koji nedostaje bitno sužava, ali i stanjuje, te je sljubnica po svojoj prilici bila trokutastog oblika.

IX Jednodijelni kalup za lijevanje dlijeta s trnom za nasad drške (T. 1, sl. 3)

Duljina kalupa je 177 mm, širina 63 mm, a debljina 39 mm, Gornja je zaravnjena površina u koju je utisnuto dlijeto nešto manja, 173 × 61 mm. Duljina kalupa šupljine dlijeta iznosi 122 mm, od čega na trn za nasad drške otpada 40 mm.

Radna površina dlijeta najuža je na samom vrhu, 12 mm, a najšira, 18 mm, uz prstenasto zadebljanje koje ujedno predstavlja i prošireno zaglavlje drške široke 23 mm. Dlijeto je s donje strane polukružno oblikovano.

Svi su kalupi vrlo masivno rađeni te time osobito pogodni za rukovanje. No ova je kvaliteta ujedno i njihov najveći nedostatak, što ćemo kasnije pokušati i objasniti.

Prije toga valja nešto reći o izradi kalupa. Kalupi su izrađeni od pročišćene gline, a kalup I na T. 1 sl. 1 je, u ovom slučaju možemo reći, obogaćen vrlo sitnim tucanim zrncima kvarcita koja mu služe kao armatura. Gotovi metalni predmeti otiskivani su u glini do polovice svoje debljine, a sljubnica se premazivala nekom smjesom, najvjerojatnije tekuće konzistencije, koja nije dozvoljavala da se glina što se pritiskivala odozgo i činila drugi jezgrenik, zalijepi. Zbog njihovih identičnih dimenzija vrlo je vjerojatno da su se jezgrenici u trenutku oblikovanja nalazili u drvenom okviru. Poslije otvaranja okvira i razdvajanja jezgrenika te vađenja originalnog metalnog predmeta, u ovom slučaju sjekire, kalupi su bili spremni za sušenje. Ovdje se, zbog njihove velike masivnosti, počinje uočavati i njihov nedostatak.

Pravilno sušenje prirodnim načinom moglo je potrajati i do 20 dana, a to je vrlo dug proces.[100] Majstori su vjerojatno nastojali skratiti ovo vrijeme i tu se kriju brojne nevolje koje je, kako ćemo vidjeti, imao i majstor već spomenutih kalupa. U prvoj fazi sušenja zrak ne smije strujati oko sirove robe, a tek pošto predmeti otvrdnu, izlažu se postupno strujanju zraka i utjecaju topline. »Ukoliko postupak sušenja nije pravilan, na predmetima se stvaraju jedva vidljive napukline. Te napukline postaju vidljive tek nakon paljenja, pa je ta pojava i utoliko štetnija, jer se pojavljuje na kraju tehnološkog procesa, iako se uzročnici nalaze još u procesu sušenja«.[101]

Poslije sušenja, a prije pečenja, sljubnice dvodijelnih kalupa su se brusile tako da one izvanredno prijanjaju jedna uz drugu. Kalupi su pečeni na otvorenoj vatri i nisu dosegli onu kvalitetu koju je postigla vučedolska keramika. Pečenje na otvorenoj vatri je nekontroliran oksidacijski proces tokom kojeg se vanjska površina predmeta nejednoliko peče, dok je dubinsko zapicanje, osobito važno kod ovih masivnih kalupa, također neravnomjerno.

Kalupi II i III na T. 1 sl. 2 i na T. 2 sl. 1, pokazuju da su, premda kvalitetno izrađeni, u procesu sušenja i pečenja bili upropašteni jer se u njih, zbog brojnih rascijepljenih napuklina, nije moglo lijevati. To je, uostalom, najvjerojatnije i slučaj kod razbijenog dvodijelnog kalupa za lijevanje žice ili šila.

Kalup za malu sjekiru IV na T. 3 je usprkos tome što mu je jedan jezgrenik bio napuknut možda i mogao biti iskorišten za lijevanje, ali ipak nije bio upotrijebljen. Isto se tako nije lijevalo ni u kalupu za dlijeto jer je vjerojatno ocijenjeno da su napuknuća prevelika.

U preostala dva kalupa, I i VIII na T. 1 sl. 1 i na T. 2 sl. 4, odvijao se ljevački proces, a budući da je ovaj drugi nejasne namjene, obratit ćemo posebnu pažnju samo prvome.

Kod dvodijelnog kalupa I, na T. 1 sl. 1, jedan je jezgrenik prije lijevanja pukao po širini (oko sredine). Ipak je iskorišten za lijevanje na taj način što su mu 10 mm ispod sljubnice, na sva četiri ugla jezgrenika, urezali po jedan utor i tada ga preko utora nečim čvrsto povezali. Da je bio iskorišten za lijevanje vidi se već na prvi pogled po istrošenosti unutarnjih stijenki tj. amorfnom obliku kalupne šupljine i uljevnog otvora. Zašto kalup nakon lijevanja postaje amorfan i gubi svoj primarni oblik nakon lijevanja, pitanje je koje zaslužuje poseban odgovor. U času kada se vrlo vruća masa tekućeg bakra od preko 1000° C ulije u kalup, zbog velike razlike u temperaturi kalupa i mase dolazi do naglog stezanja bakra. Tom se prilikom uliveni bakar u prosjeku steže za oko 1,5% i za toliko smanjuje svoj volumen. Upravo zbog toga dolazi do vrlo velikih pritisaka koji djeluju od stijenki kalupa prema skrutnutom metalu i time dolazi do čupanja i odvajanja dijelova stijenki. Kad bi stijenke bile čvršće od metala, zbog pritisaka u kalupu mogao bi se demolirati i predmet koji se lijeva.[102] Na taj se način lako može uočiti da se već nakon prvog lijevanja u glineni kalup oštećuju njegove stijenke i time kalup gubi svoju funkciju. Ovim se ujedno dokazuje da je i dvodijelni glineni kalup — kalup jednokratne upotrebe.

Sada nam se može učiniti da ovo proturječi stavu B. Jovanovića i da u kasnom eneolitiku nema serijske proizvodnje metala. Međutim nije tako.

Općenito se smatra da rani i srednji eneolitik donose u Karpatsku kotlinu tehniku lijevanja bakra »a cire perdue«, što iziskuje vrlo velik napor prilikom izrade svakog bakrenog predmeta.[103] Za svaki se izliveni predmet mora izraditi njegov prototip u vosku. I upravo tu vidimo prednost koju donosi kasni eneolitik jer se u njemu javlja nova tehnika, tehnika dvojnih kalupa. Premda smo ranije ustvrdili da nema serijske proizvodnje metala iz jednog kalupa, već samo na principu jedan kalup — jedna sjekira, ipak se ovdje samo jednim prototipom može izraditi na stotine kalupa istovremeno. Na temelju toga možemo zaključiti da kasni eneolitik donosi serijsku proizvodnju dvojnih kalupa za lijevanje a tako, posredno, i serijsku proizvodnju bakrenih predmeta.

Već je ranije prikazana mogućnost velikog broja oštećenja ovakvih glinenih kalupa prije samog lijevanja, u procesu sušenja i pečenja, pa je majstor za svaki slučaj načinio više identičnih kalupa. Od njih je za lijevanje birao najbolje tj. samo one iz kojih se mogao izliti određeni predmet bez velikih dodatnih dorada brušenjem.

Nalaz ovakve kolekcije kalupa, premda uglavnom čitavih ali s »tehničkim greškama«, jasno pokazuje da ih sam ljevač koji se bavi tim zanatom nikada ne bi tako brižljivo spremio jer su, kako u tehničkom tako i ekonomskom smislu, bezvrijedni. To se najbolje uočava kod kalupa koji su već ispunili svoju funkciju, a ipak su se našli spremljeni uz ostale.

Unatoč ovoj konstataciji potrebno je zaključiti da se u okviru B_2 stupnja vučedolske kulture na ovom lokalitetu u samom naselju ili njegovoj neposrednoj blizini odvijala metalurška djelatnost. Već su od ranije poznati nalazi dvojnih kalupa i bakrenih predmeta unutar naselja vučedolske kulture, kako u njegovoj klasičnoj tako i u kasnoj fazi. U ranoj fazi naselja vučedolske kulture na samom se Vučedolu (Gradac), koji pripada njegovom rano klasičnom stupnju B_1, uočava u objektu »Megaron I«, metalurški radionički centar tzv. »Megaron ljevača bakra«.[104] U njegovoj je blizini nađen kalup dvojne namjene (T. 4 sl. 1) za lijevanje plosnatih bakrenih sjekira (nađena i sjekira) i dlijeta.[105] Kalupna šupljina dlijeta utisnuta je na bočnu, užu stranu kalupa. To je primjer zanatske dovitljivosti, racionalnijeg korištenja glinenih kalupa. Takvi višenamjenski glineni kalupi isključivo su jednodijelni.

U Sarvašu su također nađena dva različita jezgrenika za dva listolika bodeža (T. 4 sl. 2, 3), kao i dvodijelni kalup za dlijeto (T. 4 sl. 4, 5) što ga je R. Schmidt pripisao badenskoj[106], a S. Dimitrijević vučedolskoj kulturi.[107] Naknadnom je analizom stratigrafskih podataka R. Schmidta iz Sarvaša, S. Dimitrijević utvrdio da su izvađeni iz vučedolske otpadne jame koja je bila ukopana u badenski sloj.

Svi se ovi nalazi mogu pripisati ranoklasičnom ili B_1 stupnju vučedolske kulture. Za sada jedini nalaz iz vremena kasnoklasičnog stupnja B_2 pripada opisanim kalupima s lokaliteta Vinkovci — Tržnica koje je već ranije spomenuo S. Dimitrijević.[108]

Metalurška je aktivnost kasne vučedolske kulture ili C stupnja poznata s bosansko-hercegovačkih gradina i Ljubljanskog Barja. Do sada su u Bosni i Hercegovini poznati nalazi kalupa s četiri gradine od ukupno pet istraživanih: Zecovi, Debelo brdo, Alihodže[109], te Velika gradina u Varvari.[110]

Na gradini Zecovi nađena su dva fragmenta jednodijelnih kalupa; jedan za plosnate trapezne bakrene sjekire (T. 5 sl. 1), a drugi za dlijeto (T. 5. sl. 2). Nalazi kalupa s Debelog brda nisu stratificirani, ali nekoliko se tipova podudara s nekim prije spomenutim: a) tri fragmenta različitih jezgrenika za lijevanje bakrenih sjekira s jednom oštricom i cilindričnim produžetkom za nasad drške (T. 5 sl. 7); b) dva fragmenta različitih jezgrenika za lijevanje bodeža sa središnjim zadebljanim rebrom (nađen i dio jezgrenika samog vrha bodeža, ali je teško odrediti kojem od ova dva pripada) (T. 5 sl. 3, 4, 5). F. Fiala je našao i dva jezgrenika za lijevanje šila ili žice[111], ali je jedan načinjen od pješčenjaka i pripada mlađem vremenu (T. 5 sl. 6). Na tom se fragmentu jasno vidi kako se uljevni kanal sužava naglo poput lijevka, u skladu s potrebnim promjerom za žicu. Gradina u selu Alihodže dala je dva malena fragmenta dvodijelnog kalupa za lijevanje sjekira s jednom oštricom i cilindričnim produžetkom za nasad drške, te jedan fragment suviše mali da bi mu se mogla odrediti namjena. Na Velikoj gradini u Varvari u najnižem sloju koji pripada vučedolskoj kulturi pronađena su tri fragmenta kalupa, ali samo se kod jednog može zaključiti da je imao jedan širi no vrlo plitko urezani žlijeb.[112] Na Ljubljanskom Barju nađena je dosad najveća količina kalupa za lijevanje bakrenih predmeta, no među njima možemo, unatoč neutvrđene stratigrafske slike, prepoznati najveći dio već ranije opisivanih kalupa.[113] Najvećim dijelom dominiraju jednodijelni kalupi za lijevanje plosnatih, trapezastih sjekira (T. 6 sl. 1), ali nađena su i četiri jezgrenika za lijevanje sjekira s jednom oštricom i cilindričnim produžetkom za nasad drške (T. 6 sl. 6, 7). Među jednodijelnim kalupima nalazi se i šest višenamjenskih, od kojih pet ima po dvije kalupne šupljine za lijevanje plosnatih trapezastih sjekira na širim stranama (T. 6 sl. 3, 4). Posebno se ističe jedan kalup s četiri kalupne šupljine (T. 6 sl. 5), dvije za lijevanje plosnatih trapezastih sjekira (na širim stranama), te dvije za dlijeta (na bočnim stranama).[114] Na jednom kalupu dvojne namjene nije moguće utvrditi kakve je predmete mogao lijevati. Vrlo su interesantna i tri trokutasta kalupa s čepolikom drškom za prenošenje, za lijevanje plosnatih trapezastih sjekira (T. 6 sl. 2), a po slično rađenoj dršci mogu se dovesti u vezu s jednim kalupom identične namjene s gradine Zecovi (T. 5 sl. 1).

Nalazi dosad poznatih kalupa na vučedolskim lokalitetima vidljivi su iz slike 2, a uvršteni su samo oni kalupi kojima se može prepoznati namjena. Premda je na Velikoj gradini u Varvari znana metalurška aktivnost, zbog malih fragmenata kalupa neutvrdive namjene, nije uvrštena u ovaj prikaz.

Prateći nalaze višenamjenskih kalupa možemo lako zamijetiti da je takvih kalupa najviše na Ljubljanskom Barju, gotovo 50% svih jednodijelnih kalupa. Izuzmemo li jedini nalaz takvog kalupa iz klasičnog stupnja vučedolske kulture, koji je ujedno i prototip, možemo zaključiti da Ljubljansko

KALUPI / NALAZIŠTA						VIŠENAMJEN.		VUČEDOLSKA KULT.	
VUČEDOL							1	B_1	KLASIČ.
SARVAŠ			2	1					
VINKOVCI	1	4		1				B_2	
DEBELO BRDO	1	3	2					C	KASNA
ZECOVI				1	1				
ALIHODŽE		2							
LJUB. BARJE		4			6	4	1		
UKUPNO	2	13	4	3	7	4	2	35	

DVODJELNI KALUP

JEDNODJELNI KALUP

SJEKIRA / SJEKIRA PLOSNATA

SJEKIRA DLIJETO

Slika 2

Barje razvija ideju ovakvih kalupa kao tehnički napredak, te se sada jedan kalup mogao upotrijebiti dva ili više puta. Možda upravo oni predstavljaju mlađu fazu nalaza s ovog lokaliteta — Ljubljansko Barje II.

Već se na prvi pogled može zaključiti da se kalupi kasne vučedolske kulture znatno razlikuju od onih ranijih iz klasične faze, ali ne svojom namjenom već dimenzijama. Oblici bakrenih predmeta ostaju nepromijenjeni, ali se kalupi smanjuju. Ovi iz mlađe faze znatno su tanjih stijenki, a vanjski im oblik sve više slijedi pravi oblik predmeta koji se lijeva. To dokazuje da je ljevač u vrijeme najmlađeg stupnja vučedolske kulture shvatio da je osnovna poteškoća u izradi kalupa bila njihova masivnost. Kalup tanjih stijenki znatno se brže sušio, a mogućnost ispucavanja površine, do čega je često dolazilo kod masivnih, bila je manja. Smanjenje mase kalupa ubrzalo je čitav postupak pripreme za lijevanje. Ovaj zaključak potvrđuje još nekoliko nalaza kalupa za lijevanje bakrenih sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške iz mlađeg perioda vučedolske kulture, te iz vremena rane bronce.

Na lokalitetu Mako tipa vučedolske kulture, Domony, nađen je 1960. godine u vrtu J. Rooba u jami 2 (T. 6 sl. 8), dio jezgrenika jedne takve sjekire.[115] Keramički inventar bliži je vinkovačkoj nego vučedolskoj kulturi. Sljubnica jezgrenika je vrlo tanka i podsjeća na ranije opisane iz najmlađe vučedolske faze, s Debelog brda i Ljubljanskog Barja.

Takav je kompletan dvojni kalup nađen u ranobrončanodobnom sloju u Vinkovcima, u vinkovačkoj kulturi.[116]

Posebno je zanimljiv nalaz jezgrenika s vrlo tankom sljubnicom iz Salzburg-Rainberga (T. 6 sl. 9) koji pripada alpskom ranom brončanom dobu.[117] Premda nalazi s ovog prostora ne pokazuju jedinstvo, R. Pittioni naglašava da je ovaj tip potpuno stran srednjoevropskom krugu. Budući da smatra da je u ovom prostoru zadržana »nordijska« komponenta, mogli bismo u njoj prepoznati vučedolsku kulturu.

Među nepokretnim i pokretnim nalazima vučedolske kulture poznato ih je nekoliko koji spoznaju o bakru pomiču još za stepenicu dalje. U sloju 7, koji pripada starijem sloju vučedolske kulture, na lokalitetu »Gradac-Vučedol«, R. Schmidt je otkopao pet talioničkih peći.[118] Tri su se nalazile na podu prostrane nastambe koju je nazvao »Megaron ljevača bakra«, a dvije na slobodnom pretprostoru kuće, tik uz njezin zid.

Za dvije peći izvan kuće R. Schmidt naglašava da imaju drugačiju konstrukciju od ostalih triju u kući.

Peć br. 1 (T. 7 sl. 1) je izvan kuće i ima izgled rimske lampice u tlocrtu. Ukupne je duljine 90 cm i sastoji se od dva dijela. Dno peći je ukopano u sloj lesa 20 cm, u obliku polukružnog bazena i s dodatkom u obliku kljuna, koji je, kako smatra R. Schmidt, mogao služiti za smještaj mijeha. Oba su dijela ožbukana 6 cm debelim slojem lončarske gline koja je uslijed visoke temperature dobila ciglasto-crvenu boju. Na dnu toga bazena vide se tri duboko urezana žlijeba, a do 12 cm debeli obrub od gline najvjerojatnije je pridržavao pokrov peći u obliku konusa ili kupole.

Peć br. 2 je nešto manja, ali rađena na istom principu kao i već opisana peć br. 1.

Unutar kuće najbolje je očuvana peć br. 3, dok je peć br. 4 djelomično sjela na nešto stariju peć br. 5, ali je i ona prilično oštećena.

I peć br. 3 (T. 7 sl. 2) ima tlocrt rimske lampice, no njezin je kljunasti dodatak imao oblik pliće zdjelice i nalazio se iznad nivoa poda peći.[119] Samo dno peći oblika »tave« ima 1,10 m u promjeru i potpuno je ravno s lagano uzdignutim obrubom. Dno »tave« sastojalo se od više slojeva u kojima ima i vapnenca, gline i fragmenata keramike. Preko dvadeset centimetara široki obrub »tave« vjerojatno je nosio kupolu peći.

Osnovna razlika između peći br. 1 i br. 3 sastoji se u konstrukciji dna peći i kljunastom dodatku: peć br. 1 ima polukružno dno s tri urezana žlijeba, dok peć br. 3 ima ravno dno u obliku »tave«. Kljunasti dodatak peći br. 1 postepeno se spušta prema visini dna peći, dok je kod peći br. 3 on kompletno ispod njezina nivoa.

Pitanje što ga je postavio još R. Schmidt: »U koju svrhu je ljevač podizao dva tipa peći?« — još nije razjašnjeno. O ovom će pitanju biti više riječi u poglavlju VI koje govori o analizi metala i postupcima pri taljenju.

Svih pet peći nalazi se na dubini između 2,43 i 2,60 m. U njihovoj okolici nalazi se šljaka, na dubini 2,30 — 2,50 m, a ponegdje i do 2,80 m. Također se u blizini našao jedan komad manje bakrene šipke, na dubini od 2,40 m, te još daljnja dva. Za ove komade R. Schmidt pretpostavlja da su ingoti koji su u ovom obliku stizali Dunavom iz rudnog područja Srbije ili Mađarske. Unutar »Megarona« s tri talioničke peći nađen je i maleni »špahtl« utaknut u rezbarijom ukrašenu koštanu dršku.

I na gradini Zecovi kod Prijedora, u kasnovučedolskom stratumu (V/2), pored nalaza fragmenata glinenih kalupa za lijevanje bakrenog oruđa o kojem je već bilo riječi, značajnu ulogu igraju i nepokretni nalazi.[120] U kvadrantu X je građevinski centar faze V/2. U tom se sloju nalazila kuća s podnicom i četvrtastim ognjištem (na dubini 1,90 — 2,60 m) i, kako pretpostavlja A. Benac, morala je imati centralni položaj u naselju.

Ognjište (O — 1) je vrlo pravilno rađeno, pravokutnog oblika, a nema dovoljno tragova da bi se mogla rekonstruirati građevina u kojoj se nalazilo.

Iznad ovog poda najznačajniji je objekt veliko ognjište (O — 2) (T. 7, sl. 3) za koje A. Benac donosi slijedeće podatke: »Njegovi rubovi su ležali na dubini 1,75 m od gornje površine terena. Središnji dio ognjišta bio je konkavno udubljen, tako da je centralni dio udubljenja dopirao do dubine od 2,14 m. Čitavo ognjište je oblijepljeno debelim i fino uglačanim premazom ilovače i pijeska. Rubovi su imali posebno pojačanje ovog premaza. Ognjište O — 2 je izrađeno u jednoj prethodno iskopanoj jami, koja je probijala opisanu podnicu i dopirala u zemlju zdravicu. Dno ove prethodno iskopane jame bilo je puno gara od izgorjelog granja. Po toj izoretini je poređana masa sitnog kamena kao podloga ognjišta. Prema tome: iskopana jama, mnogo izgoretine, kamena podloga i vanjski premaz.«[121]

Iznad ovog ognjišta nalazilo se, na dubini od 150 (170) cm pet ognjišta koja također pripadaju vučedolskoj kulturi. Za ovu je intenzivnu gradnju A. Benac pretpostavio da je tu bilo sjedište »starješine« u naselju, koje se s vremenom više puta obnavljalo.[122]

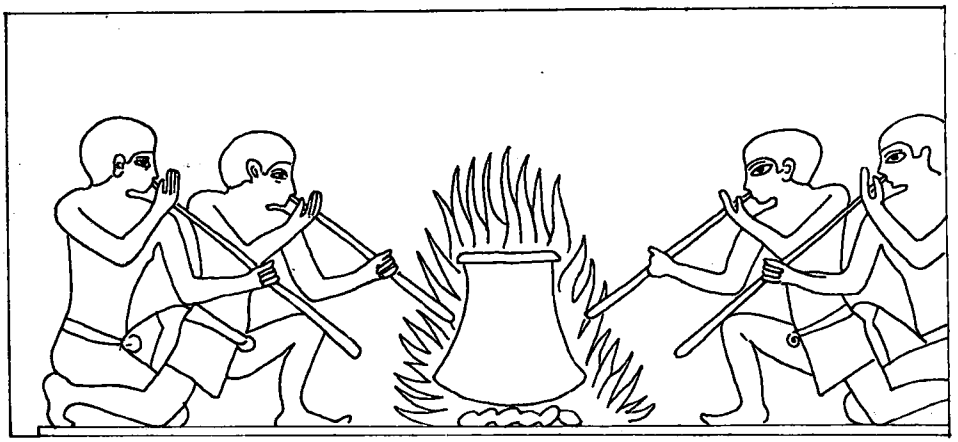
Veliko okruglo ognjište stajalo je unutar neke građevine, možda kružnog presjeka, ali vrlo lake konstrukcije. Važno je istaknuti da se u istom nivou s ovim ognjištem nalazilo još jedno, također kružno, ali s ravnom površinom dna.

Ova situacija s gradine Zecovi podsjeća nas na onu iz Vučedola — centralni prostor i veći broj peći. Tim prije što je kao inventar u velikoj centralnoj građevini (osnova s pet ognjišta) nađen dio jednodijelnog kalupa za izlijevanje trapezastih bakrenih sjekira.[123]

Ovaj je nalaz otvorio mogućnost nove funkcije ovog prostora na gradini Zecovi. Ognjište O — 2, izrađeno veoma solidno, svojom konstrukcijom podsjeća na peć br. 1 iz Vučedola.

Za cjelovitije sagledavanje procesa prerade bakra na gradini Zecovi posebno su značajni nalazi koji prema mišljenju B. Čovića predstavljaju keramičke završetke mijeha.[124] Ti su se glineni dijelovi naticali na cijev načinjenu od organske materije, najvjerojatnije trske ili bazge. Funkciju ovih predmeta izvanredno je uočio B. Čović te je njihove nalaze izdvojio na nekim gradinama Bosne i Hercegovine među materijalom vučedolske kulture: Zecovi (3) (T. 8, sl. 1, 2, 3), Debelo brdo (2) (T. 8 sl. 4, 5) te Velika gradna u Varvari (1) (T. 8, sl. 6).[125] Još je jedan takav primjerak na Ljubljanskom Barju (T. 8 sl. 7), ali nešto izmijenjena oblika.[126]

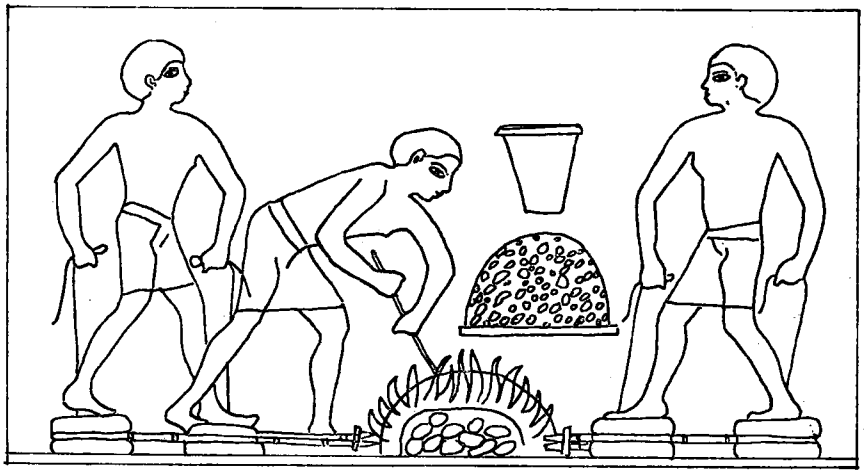
Ipak ostaje dilema da li su ovi keramički nastavci služili za mijeh ili puhaljku. Kad bismo se morali opredijeliti za jedno od ova dva rješenja, koja u krajnjoj liniji imaju identičnu svrhu — raspirivanje vatre, možda bismo se trebali opredijeliti za puhaljku.



Slika 3

Stari Egipat poznaje i jedan i drugi način, ali se puhači, kao dio ljevačkog procesa, prikazuju na crtežima spomenika ranije nego ljudi koji gaze po mijehovima. Prikaz puhača (raspirivača vatre) s dijela nadgrobnog spomenika iz vremena 12. dinastije (1991—1786) god. pr. n. ere) dokaz je da je ovo bio uobičajen postupak u metalurgiji bakra i u Egiptu, za vrijeme trajanja vučedolske kulture.

Crtež iz grobnice Rekhmire u Tebama iz vremena Tutmozisa III (1504 — — 1450 pr. n. ere) koji prikazuje dva radnika kako naizmjenično gaze svaki po dva mijeha, mlađeg je datuma.



Slika 4

Ovo, naravno, ne mora značiti i obavezan smjer razvoja u primjeni puhaljke prije mijeha u vučedolskoj kulturi, jer kako smo već rekli, svrha je ista. Zanimljivo je analizirati ove prikaze iz Egipta jer oni pokazuju u kom je smjeru išao tehnološki napredak: smanjiti broj ljudi zaduženih za podsticanje vatre i osloboditi ih višesatnog puhanja koje zahtijeva velike fizičke napore.

Vraćajući se metalurškoj aktivnosti na gradini Zecovi može se pretpostaviti da se odvijala u otvorenim ognjištima (posebno O — 2), dok se takav proces na Vučedolu isključivo odvijao u pećima.

Zbog čega starija faza vučedolske kulture upotrebljava peći i to dva tipa, a mlađa uspijeva te procese održati u ognjištima?

Spoznaja da se velika koncentracija topline na jednom prostoru ne mora nužno osigurati samo zatvaranjem toga prostora već i potpunijim sagorijevanjem goriva dodatkom veće količine oksida, oslobodila je peći kupola, ali im je obavezno morala osigurati puhaljke ili mijeh.

Spomenuti prikazi iz Egipta idu u prilog ovoj tezi jer pokazuju da se tamo metalurška aktivnost odvijala u otvorenim pećima (ognjištima). Tome svakako ima razloga, a nešto ćemo više o njima reći u VI poglavlju.

Cjelovitijoj spoznaji ljevačkog zanata u vrijeme vučedolske kulture pripomažu i nalazi dijelova pet zdjelica za topljenje metala s Ljubljanskog Barja.[127] Takva je zdjelica oblika polukugle, a vanjska joj je strana dna izvedena ravno da bi mogla samostalno stajati (T. 8 sl. 8). Zdjelice su »armirane« nalijepljenim glinenim trakama koje su povećavale čvrstoću, ali nisu bitnije zadebljavale stijenku. Imale su jedan istureni cjevasti nastavak u koji se mogla utaknuti drška. Jedina cjelovitije sačuvana zdjelica za taljenje otkriva da se pod kutem od 90° u odnosu na spomenuti nastavak nalazio kljunasti izljev.[128] Veoma je zanimljiv podatak da je zapremina takve zdjelice oko 600 cm^3. S obzirom da sprecifičnu težinu bakra, 9 kp/dm^3, takva je zdjelica u jednom lijevanju mogla sadržavati cca 5400 grama tekućeg bakra. Iz ovoga se može izvesti zaključak da je količina bakra koja je stala u ovakvu zdjelicu za taljenje mogla u jednom izlijevanju u kalupe dati kvalitativno i približno kvantitativno isti sastav metala. Teoretski bi se moglo zaključivati i obrnuto. Ostave s velikim brojem cijelih predmeta, za koje je sigurno da su lijevani na jednom mjestu, time bi mogle pokazati koliko je zapravo bila velika posuda za taljenje bakra. Dakako, uz uvjet da bakar nije elementaran. Ali o tome će biti više govora u šestom poglavlju u kojem se donose spektralne analize bakrenih predmeta koji se mogu pripisati vučedolskoj kulturi.

Rezimirajući, moglo bi se reći da se prema postojećim nalazima iz vučedolskog kulturnog kompleksa može rekonstruirati gotovo čitav proces lijevanja bakra u vremenu kasnog eneolitika. Može se konstatirati da je u naseljima vučedolske kulture, u vremenu klasične i kasne faze, bio prisutan i ljevački zanat. Dva tipa ljevačkih peći (ognjišta);

a) s poluokruglim dnom i

b) s ravnim dnom (»tava«),

govore da se i na takvim mjestima odvijao kompliciraniji proces negoli samo lijevanje iz poluproizvoda — ingota. Moglo bi se ustvrditi da se u naselja dopremala ruda, te da njihovi centralni dijelovi postaju radionički centri. U takvim se centrima ruda prerađivala do gotovog proizvoda.

Do sada u vučedolskoj kulturi nije nađeno ništa što bi predstavljalo ingot, izuzev ona tri komada bakra koja je R. Schmidt smatrao ingotima.

Za vrijeme II svjetskog rata, kada je Arheološki muzej u Zagrebu evakuiran, ovi su se predmeti izgubili, no njihov se opis čuva u inventarskoj knjizi.

Inventarski broj 8005 — Bakreni šiljak, duljine 6,9 cm i debljine 5 x 5 mm. Predmet je na jednom kraju zašiljen, dok mu je druga strana tupa. Debljina se prema krajevima smanjuje.

Inventarski broj 8008 — Bakreni šiljak duljine 4,75 cm, debljine 4 x 4 mm. Jedan dio je odlomljen.

Inventarski broj 8009 — Bakreni šiljak duljine 2,6 cm, debljine 3,5 x 3 mm. Jedan mu je kraj zašiljen.

Analizirajući ovaj opis prije bi se moglo pretpostaviti da su to bakrena šila ili neki klinovi nego ingoti jer je njihov četvrtasti oblik vjerojatno dobiven kovanjem, a ne lijevanjem. Na žalost, to više nije moguće provjeriti.

Vrijeme kasnog eneolitika najvjerojatnije još ne poznaje ingote. Bakreni je ingot, kao poluproizvod, rezultat potrebe za lakim transportom metala — kojega zapravo treba proizvoditi sam rudar ili netko iz njegove blizine, a ne nužno ljevač — u doba kad se javi značajnija potreba za metalom.

Kako do vučedolske kulture nema serijske proizvodnje bakrenih predmeta tj. većih količina bakra, do toga vremena nema ni potrebe da se ove male količine rudače obrađuju na dva različita mjesta, prvo u ingot pa kasnije u gotovi predmet.

Prve velike ostave javljaju se u području i vremenu vučedolske kulture. Jedan primjer za potvrdu ovoga daje ostava iz Brekinjske s nalazom od gotovo pedeset kilograma bakra, izraženim kroz gotove predmete. Za nju je potrebna zaista velika količina rudače koju nije više jednostavno prebaciti iz rudnog nalazišta do slavonsko-srijemskih prostora klasične vučedolske kulture.

Dvojni kalupi su proizveli revoluciju u metalurgiji te potreba za rudačom postaje tolika da se ona ne može jednostavno dopremiti do udaljenih radionica. Moglo bi se reći da ingota još nema jer u rudnim područjima najbližim vučedolskoj kulturi nema etnikuma s takvom koncentracijom znanja o bakru i potrebom za njim.

Budući da se javlja opća potreba za bakrenom rudačom koja se više ne može namiriti iz dotadašnjih izvora, dio etnikuma se prebacuje u rudna područja koja tako postaju nosioci najmlađe C faze vučedolske kulture. Tek je ovaj etnikum na tom nivou da u novim područjima ima prilike razviti spoznaju o ingotu.

Dvojni kalup uvjetuje veliku količinu metala, ali da bi se do njega došlo mora doći i do revolucije u rudarstvu. To se i dogodilo, ali o tome će se detaljnije raspravljati u VI poglavlju.

Vučedolska kultura, nikla u ravničarskim prostorima Slavonije i Srijema, s bakrom se upoznala najvjerojatnije posredno preko putujućih ljevača. Kako je njezina akumulativna moć prilično velika, to je ona i češće u susretu s metalom. U klasičnoj fazi kulture javlja se i spoznaja da joj je akumulativna sposobnost još izraženija kroz obradu bakra.

Kasna je faza vučedolske kulture, u kojoj je došlo do njezine ekspanzije, vrijeme prave vučedolske metalurgije i njezine neovisnosti o drugima — od rudače do gotovog proizvoda.

V

OSTAVE I POJEDINAČNI BAKRENI NALAZI S PODRUČJA VUČEDOLSKOG KULTURNOG KOMPLEKSA NA TLU JUGOSLAVIJE

Analizirajući nalaze kalupa s vučedolskih lokaliteta, lako je zapaziti da su najbrojniji oni jednodijelni za lijevanje plosnatih sjekira trapezastog oblika. Plosnate sjekire i nisu neka novost jer se javljaju u području Karpatske kotline i prije vučedolske kulture. Dok su u vremenu kasnog neolitika — ranog eneolitika masivne, prema kralju eneolitika sve su tanje, plosnatije. One su univerzalni alat, a često ih je teško razlikovati od dlijeta, pogotovu kod onih masivnijih primjeraka. Moglo bi se reći da tek kasni eneolitik razvija posebne oblike za plosnate sjekire i dlijeta.

Ove tanje plosnate sjekire, pravokutne ili trapezaste, nisu samo karakteristika vučedolske kulture, već su opća pojava toga vremena. Već su spominjani nalazi takvih sjekira u Retz-Gayari kulturi, a posebno valja istaknuti učestale nalaze sjekira ovog tipa s lokaliteta Mondsee, istoimenog tipa ove kulture.[129] Ovakvu je sjekiru prilično lako izliti jer se lijeva u jednom, jednostavnom kalupu pa ne iznenađuje što se javlja od Grčke do zapadne Evrope.

Ovaj tip sjekire za sada je i jedini tip masivnijeg oruđa pronađen na lokalitetima vučedolske kulture, a ne samo kao kalup. Dok je na Vučedol-Gradcu jedna takva sjekira nađena u starijem sloju vučedolske kulture (T. 9 sl. 1), a zajedno s njom i odgovarajući kalup, druga, s Ljubljanskog Barja (T. 9 sl. 2), nije stratificirana, kao uostalom ni svi ostali nalazi s tog lokaliteta.[130]

O nekim zanimljivostima vezanim uz još neke nalaze ovakvih sjekira s područja Slavonije bit će više riječi kad se bude govorilo o spektralnim analizama bakrenih predmeta.

Tehnika lijevanja u dvojne kalupe koja se pojavila u vučedolskoj kulturi, donijela je i novi tip oruđa — sjekiru s jednom oštricom i cilindričnim produžetkom za nasad drške. Ovih sjekira na području vučedolske kulture na tlu Jugoslavije ima više, bilo da pripadaju ostavama ili pojedinačnim nalazima. Posebno su zanimljive ostave koje pored brojnosti produkcije ovog tipa sjekira sadržavaju i još neke predmete za koje se nije našlo kalupa u vučedolskoj kulturi.

Sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške i jednom oštricom nađene su u ostavama u Brekinjskoj, Griči, Kozarcu, Lohinji, Vranovićima, Topolju te u Legetu, a bez obzira što ne posjeduje ovaj tip sjekire, zanimljiva je i ostava u Borincima.

I Brekinjska nedaleko Pakraca dala je izuzetno veliku količinu ovih sjekira.[131] Ostava je otkrivena 1872, zapadno od sela na oranici Graovište. Čitava se ostava nalazila u jednoj ovećoj posudi za koju je zapeo plug i tom je prilikom razbio. Kako se procjenjivalo u njoj se nalazilo 45 — 50 sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške. Ostava je vrlo brzo razgrabljena, a

jedan dio poslan u Samobor da se pretopi. Upravo ti su nalazi u zadnji čas spašeni, te je u Arheološki muzej u Zagrebu dospjelo dvadeset devet čitavih i jedan, vjerojatno iz radoznalosti, presječeni stražnji dio sjekire. U muzej je također dospio i jedan amorfni metalni komad težine 1569 grama. Od ostalog nalaza u muzeje u Grazu, Ljubljani, Beogradu, Parizu dospio je po jedan primjerak, dok su dva u Budimpešti.

Sve su sjekire lijevane od jednog prototipa i potpuno istih dimenzija i nijedna nije bila u upotrebi (T. 10 sl. 1).

Dimenzije sjekira:

duljina 173 mm
duljina oštrice (koja je gotovo posve ravna) 65 mm
visina cilindričnog nastavka za nasad drške 41 mm

Gornji promjer otvora za nasad drške iznosi 29 mm, a donji 27 mm.

Sjekire su veoma dobro lijevane, a po tragovima priljevaka koji nisu izbrušeni jasno je vidljivo da su lijevane u dvojnom kalupu. Neke sjekire imaju oksidne izrasline koje se u pravilu nalaze samo s jedne njihove strane te su vjerojatno nastale ležanjem sjekira na toj strani u već spomenutoj keramičkoj posudi. Sve sjekire nemaju istu težinu, neke vjerojatno već zbog opisanih oksidnih nakupina, ali se kod nekih primjećuje da su neznatno deblje. Najbolje očuvane sjekire teške su 925 grama, a ostale, koje nisu oštećene skidanjem patine ili zasijecanjem, između 905 i 960 grama. Do ovih je odstupanja došlo uslijed navedene neznatne razlike u debljini sjekira, ali i zato što se bakar nejednako salijevao u samu oštricu kalupa. Oštrice sjekira nisu brušene pa pokazuju koliko je bakar metal slabe žitkosti i nije pogodan za lijevanje tankih dijelova predmeta u dvojnim kalupima, u ovom slučaju oštrice.

Sve sjekire iz Brekinjske izlivene su kroz donju stranu cilindričnog otvora za nasad drške.

II Godine 1905. nađena je u šumi Griča kod Mrkonjić grada ostava s također velikim brojem bakrenih sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške.[132] Ostava je izvađena ispod korijena jednog stabla pa su neki komadi oštećeni jer je korijenje proraslo kroz šupljinu za nasad drške. Ukupno je nađeno 35 predmeta od kojih su 11 sjekire ovog tipa, a 24 su plosnate lepezaste sjekire bez rupe za nasad drške (T. 10 sl. 2). Sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške oblikom su posve jednake izuzev jedne koja je manja, ali s dužim cilindričnim vratom. Kod nje se na stražnjem dijelu cilindričnog vrata nalazi plosnata dugmetasta aplikacija na kratkoj stapci.

Šest većih sjekira imaju potpuno jednake dimenzije: duljina 168 mm, duljina oštrice 57 mm, cilindrični produžetak za nasad drške ima duljinu 50 mm, a promjer mu je 27 mm. Jedna od sjekira nije uspješno izlivena pa joj priljevci nastali na »šavu« nisu ni izbrušeni.

Plosnate lepezaste sjekire dosad nismo spominjali uz nalaze vučedolske kulture. One nisu nađene na njezinim lokalitetima, ali ni njihovi kalupi. Ipak,

po još nekim ostavama vidjet ćemo da su i one sastavni dio vučedolskog metala. Dok im se drška prema kraju sužava, prema oštrici se vrlo naglo povećava te joj je samo oštrica gotovo polukružna. Duge su od 115 — 120 mm, širina oštrice iznosi 83 — 87 mm, a vrh drške je širok 14 — 16 mm. Sjekira je samo 4 mm debela i na jednoj je strani ravna, dok je na drugoj lagano konveksna. Sve ovo govori da su se ove sjekire lijevale u jednodijelnom kalupu.

III Krajem 1906. nađena je ostava od 9 sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške u neposrednoj blizini sela Kozarac, uz put što vodi prema planini Kozari.[133] Ostava se nalazila u posudi koja je prilikom otkrića razbijena (T. 10 sl. 3). Budući da su sjekire različitih dimenzija, najbolje se prikloniti tabeli koju je dao Ć. Truhelka:[134]

	INVENTARSKI BROJ								
Dimenzije u mm	27142	27143	27144	27145	27146	27147	27148	27149	27150
Duljina	142	148	162	145	147	151	117	125	125
Širina oštrice	52	53	58	56	55	56	44	46	46
Širina na užem kraju	26	26	27	26	24	27	20	20	17
Duljina cilindra	34	35	35	36	35	37	44	33	?
Promjer cilindra	25	25	25	26	25	23	20	22	22
Težina u gramima	535	551	632	593	547	735	251	281	169

Kao što je iz ovih mjera vidljivo sjekire su oblikom jednake s izuzetkom one pod inventarskim brojem 27148, koja je najmanja ali s najduljim cilindričnim produžetkom za nasad drške.

IV Na lijevoj obali ušća potoka Lohinje u Spreču (Gračanica) nađena je ostava bakrenih predmeta (T. 10 sl. 4) od kojih su se slučajem jedva sačuvala dva.[135] Sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške ima dimenzije: duljine 119 mm, širina oštrice 55 mm, a najmanja širina 25 mm. Duljina cilindra 28 mm, promjer 22 mm, dok joj težina iznosi 346 grama.

Drugi sačuvani predmet je plosnata lepezasta sjekira kojoj nedostaje dio drške, a oštećeni su joj i krajevi sječiva. Oštrica je najvjerojatnije prvobitno bila široka oko 75 mm, a sačuvana joj duljina iznosi 83 mm. Težina ove oštećene lepezaste sjekire je 171 gram.

V Nedaleko Gračanice u selu Vranovići nađena je još jedna ostava od koje se uspjelo sačuvati dio s ukupno 16 predmeta (T. 11 sl. 1); 12 plosnatih lepezastih sjekira te 4 s cilindričnim produžetkom za nasad drške.[136] Dok se lepezaste samo neznatno razlikuju u dimenzijama (u prosjeku duljina 126 mm, duljine oštrice 80 mm i debljina 8,2 mm), sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške javljaju se u dva tipa (jedna s masivnijim sječivom i kraćim

cilindrom i tri s dugim cilindrom i uskim sječivom. Lepezaste sjekire lijevane su u jednodijelnom kalupu.

VI Ostava iz Legeta, istočno od S. Mitrovice, dala je oba već ranije spomenuta tipa sjekira (T. 11 sl. 2); jedan primjerak sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške i dva primjerka lepezastih sjekira različitih dimenzija.[137]

VII Iz Topolja kod Knina dospjele su 1927. ili 1928. godine u splitski Arheološki muzej dvije, a u Muzej hrvatskih arheoloških spomenika u Splitu također dvije sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške i mali bodež (T. 10 sl. 5). O ovoj, po svojoj prilici, ostavi nema bližih podataka.[138] Dimenzije sjekira iz Arheološkog muzeja u Splitu:

Inv. br. 416 — duljina 114 mm, širina oštrice 43 mm i promjer cilindričnog otvora 21 mm;

Inv. br. 417 — duljina 117 mm, širina oštrice 43 mm i promjer cilindričnog otvora 21 mm.

Iz drugog muzeja u Splitu su druge dvije sjekire s dimenzijama:
1) duljina 106 mm, širina oštrice 42 mm i promjer otvora 22 mm;

2) duljina 105 mm, širina oštrice 42 mm i promjer otvora 25 mm.

Također se našao i mali bakreni bodež duljine 86 mm. Sredinom bodeža prolazi naglašeno rebro koje se prema vrhu stanjuje. Na donjem su kraju tri rupe od kojih su dvije bočne otvorene.

VIII Na Borincima je 1933. godine nađena ostava s 40 lepezastih sjekira. Danas je poznato 25 primjeraka sjekira iz ove ostave; 16 u Gradskom muzeju u Vinkovcima[139], 3 u Narodnom muzeju u Beogradu[140], 3 u Gradskom muzeju u Somboru[141] i 3 u Arheološkom muzeju u Zagrebu (T. 11 sl. 3). Posebna je zanimljivost što su ove lepezaste sjekire lijevane u dvojnim kalupima.

Nalazi iz Vinkovaca imaju slijedeće dimenzije:

inv. br.	88 — 124 x 94 mm	inv. br.	96 — 125 x 94 mm
	89 — 124 x 83 mm		99 — 124 x 92 mm
	90 — 124 x 93 mm		101 — 126 x 94 mm
	91 — 125 x 91 mm		103 — 128 x 92 mm
	92 — 125 x 93 mm		106 — 128 x 92 mm
	93 — 125 x 92 mm		107 — 129 x 92 mm
	94 — 124 x 93 mm		108 — 126 x 92 mm
	95 — 124 x 91 mm	bez. br.	— 127 x 92 mm

Svi su primjerci, osim inv. br. 107, iste debljine od 9 — 10 mm. Br. 107 ima debljinu od samo 5 mm i najvjerojatnije je izlivena u samo jednom jezgreniku.

U Arheološkom muzeju u Zagrebu tri primjerka iz ostave u Borincima imaju slijedeće dimenzije:

Inv. br. 7655 — duljina sjekire 124 mm, duljina oštrice 94 mm, debljina 9 mm i težina 310 grama;

Inv. br. 7656 — duljina sjekire 122 mm, duljina oštrice 94 mm, debljina 8 mm i težina 300 grama;

Bez inv. broja — duljina sjekire 122 mm, duljina oštrice 94 mm, debljina 9 mm i težina 310 grama.

Ove male ali ipak uočljive razlike u dimenzijama ovih lepezastih sjekira lijevanih u dvojnim kalupima pokazuju da je svaka sjekira imala svoj glineni kalup za jednokratno lijevanje.

Od ukupno osam ostava, u sedam se nalaze sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške, a u pet plosnate lepezaste sjekire.

U ostavama su veoma zanimljivi brojni nalazi lepezastih sjekira od kojih dosad nije nađen niti jedan kalup na lokalitetima vučedolske kulture, ali niti izvan nje. Još je interesantniji podatak da su u ostavi s Borinaca takve sjekire lijevane u dvojnim, dok su na tri lokaliteta iz Bosne (Griča, Lohinja, Vranovići) lijevane u jednodijelnim kalupima.

Kako je na Borincima postojalo naselje vučedolske kulture u ranoklasičnom periodu, stupanj B_1, a područja spomenute tri ostave iz Bosne poznaju tek kasnu vučedolsku kulturu, stupanj C, nameće se zanimljiva konstatacija da su najstarije lepezaste sjekire lijevane u dvodijelnim, a mlađe jednostavnijim postupkom, u jednodijelnim kalupima. Ovo navodi na zaključak da je lepezasta sjekira u svom ranom javljanju — oruđe, a kasnije je razvojem vučedolske metalurgije uz svoju prvotnu funkciju mogla preuzeti i ulogu proto-ingota.

Sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške pokazuju da se u ostavama, s izuzetkom Brekinjske, uvijek javljaju u dvije ili više varijanata, kao što je to bio slučaj s nalazom kalupa iz Vinkovaca. Ova razna variranja istog tipa sjekira govore da se ljevač prilagođavao ukusu naručilaca, te im nudio mogućnost izbora.

Pojedinačnih nalaza sjekira s jednim sječivom i cilindričnim produžetkom za nasad drške ima na više mjesta u Jugoslaviji, a zanimljivo je da na velikom prostoru južno od Kruševca pa sve do Prilepa nema zasad takvih nalaza.[142]

M. Garašanin je među sjekirama s jednom oštricom i rupom za nasad uočio neke bitne razlike i izdvojio ih u tri tipa:[143]

1) Široke sjekire bez cjevastog produženja — tzv. »Baniabic« tip;
2) Sjekire s cjevastim produženjem otvora;
3) Sjekire s profilacijom cjevastog otvora;

Budući da se prvi tip (Baniabic) vrlo lako izdvaja od ostalih i dosad nije nađen s nekim od prethodna dva, možemo pogledati gdje su nađene sjeki-

re ovog tipa. (posebno treba naglasiti da ni kalupi ni sjekire Baniabic tipa nisu nađeni na vučedolskim lokalitetima):
Šarengrad — 2 komada[144] (T. 12 sl. 1), Bela Crkva — 1 komad[145] (T. 12 sl. 2), Izbište[146], te iz srednje Dalmacije[147] (T. 12 sl. 3). S izuzetkom ove iz nepoznatog nalazišta srednje Dalmacije sve ostale su vezane za sjeveroistočnu Jugoslaviju.

Ostala dva tipa međusobno su dosta slična i nije uvijek jednostavno neki primjerak sjekire opredijeliti u tip 2 ili 3. Za sada ćemo o njima govoriti samo kao o sjekirama s cilindričnim produžetkom za nasad drške, a kasnije će biti više riječi o njihovom razgraničenju.

Sjekire koje smo opredijelili u skupinu Garašanin III, 2 i III, 3 mnogo su šire rasprostranjene.

Pojedinačni primjerci koji su nađeni u Bosni i Hercegovini:
1. Kosovača[148] (T. 13 sl. 1)
2. Bočac (tok Vrbasa)[149] (T. 13 sl. 2);

Hrvatskoj:
1. Vukovar — vinograd G. Vuića[150] (T. 12 sl. 5)
2. Vukovar — Dobra Voda[151] (T. 12 sl. 6)
3. Lukovo (Sv. Juraj, Senj)[152] (T. 13 sl. 3)
4. Očura (Ivanec)[153]
5. Sotin (T. 15 sl. 1)

Srbiji:
1. Osnić[154] (T. 13 sl. 4)
2. Laznica[155] (T. 14 sl. 3)
3. Jasika[156]
4. Kostol[157]
5. Begaljica ili Boleč[158]
6. Nova Pazova [159] (T. 13 sl. 7)
7. Boljetin[160] (T. 13 sl. 10)

Crnoj Gori:
1. Mala Gruda (Tivatsko polje — nalaz u tumulu)[161] (T. 13 sl. 6)

Makedoniji[162]:
1. Tumba (Kravari) (T. 13 sl. 8)
2. Prilep (T. 13 sl. 9)

Još su dvije sjekire ovog tipa ali nepoznate provenijencije — jedna je u Narodnom muzeju u Beogradu[163] (Inv. br. 5551) (T. 13 sl. 5) i druga u Arheološkom muzeju u Zagrebu.

Sve ovdje nabrojene sjekire imaju zaravnjeni donji dio cilindričnog produžetka za nasad drške. Među njima možemo razlikovati dva tipa sjekira ko-

je se razlikuju po obliku gornjeg dijela sjekire koji spaja cilindrični dodatak za nasad drške i oštricu: a) konveksno oblikovan i b) ravan.

Valja naglasiti da s izuzetkom dviju sjekira iz Vukovara koje imaju lagano konkavan gornji dio sjekire, još jedna sjekira odudara od gore spomenutih tipova: sjekira iz Brestovca (T. 14 sl. 5) koja se nalazi u Urgeschichtliches Institut der Universität Wien.[164] Dok joj je donji dio cilindričnog produžetka za nasad drške ravan, gornji je koso odrezan. Donekle joj sliči sjekira iz Dete (Rumunjska) (T. 14 sl. 4) iz Muzeja Slavonije u Osijeku[165], a istoj podskupini treba pribrojiti i zanimljiv nalaz iz Kapove Jame[166] (T. 14 sl. 6).

U Arheološkom muzeju u Splitu nalaze se dvije sjekire koje nije moguće smjestiti niti u jedan od spomenutih oblika. Jedna iz nekadašnje zbirke D. Savo, sada s inventarskim brojem 1046[167], zbog toga što joj je odsječen dio s otvorom za dršku i druga što ne ulazi niti u jedan tip. Sjekira je u odnosu na duljinu (14 cm) vrlo visoka (8,2 cm). Cilindrični valjak za nasad drške iznosi 6,9 cm i ne izdvaja se od tijela sjekire.

Na Ljubljanskom Barju nađen je veći broj bakrenih predmeta ali nisu stratigrafski obrađeni.[168] Nađeno je šest bodeža od kojih pet ima jezičasti produžetak za nasad drške. Tri bodeža imaju zadebljano rebro po sredini, kao i kalupi s Debelog brda, a ostala tri su ravna kao i kod kalupa iz Sarvaša (T. 16. sl. 1). Nađeno je i pet šila četvrtastog presjeka, od kojih četiri imaju rombično proširenje prema nasadu za dršku, kao i kod nalaza kalupa za dlijeto iz Vinkovaca, Pored ovog nalaza oruđa i oružja, nađene su i dvije narukvice od tankog lima s krajevima svinutim prema unutra. Ovo su ujedno i jedini primjerci metalnog nakita unutar šire shvaćenog vučedolskog kulturnog kompleksa. Budući da svi nalazi, bilo kalupa ili samih bodeža, s područja vučedolskog kulturnog kompleksa pokazuju jedan te isti manje ili više listoliki oblik s trnom za nasad drške, začuđuju dva nalaza bodeža koji su koncepcijski drugačije konstruirani.

Nalaz bodeža s tri zakovice za pričvršćivanje drške iz Topolja (T. 16 sl. 3) pokazuje ovdje očitu novinu, kakva nije bila poznata kod ranije spomenutih. Premda je objavljen kao dio ostave uz već ranije spomenute četiri sjekire, njegovu pripadnost u širi prostor vučedolske kulture treba dovesti u pitanje.[169] Jedan od autora koji su izvijestili o navedenom nalazu, I. Marović, tvrdi da o okolnostima samog nalaza nije uspio ništa doznati, a drugi autor, V. Mirosavljević, ne spominje okolnosti nalaza. Dok za sjekire možemo, zbog oblika i dimenzija, vjerovati da pripadaju istom nalazu, bodež moramo staviti pod sumnju. Najbliži ovom, po svom obliku, je nalaz iz Lovasa[170], koji kako ćemo pokazati u slijedećem poglavlju, pripada jednom mlađem vremenu (T. 16 sl. 4). Bodež od elektruma iz tumula u Maloj Grudi, uz nalaz srebrne sjekire iz istog groba, također pokazuje identičan način konstrukcije drške (T. 16 sl. 5). Moglo bi se čak reći da su zakovice više puta udarane jer elektrumska podloga bodeža nije bila dovoljno čvrsta da izdrži pritiske na dršku. Kao što M. Parović-Pešikan ističe, bodež ima bliskih analogija s Egejskim svijetom.[171] To je naročito izraženo vješto izrađenim središnjim rebrom bodeža, premda treba upozoriti da i niz kalupa s Debelog brda ima slično

riješenu konstrukciju središnjeg zadebljanja. Možda bi onda upravo ove rupe za zakovice bili najbliži odraz novih koncepcija i utjecaja Krete na naš priobalni prostor.

Pored već ranije spomenutih lepezastih sjekira iz ostava, još su četiri nađene kao slučajni nalazi — na gradini Zgon kod Ključa[172], te Bapskoj, Štitaru kod Županje[173] i srednjoj Dalmaciji.[174]

Na istom lokalitetu u Vinkovcima na kojem je nađena i kolekcija kalupa o kojoj je već bilo riječi, pronađena su i dva bakrena predmeta i pripadaju istom sloju. Dok je jedan predmet vrlo lako prepoznatljiv, drugi je sav obrastao debelom zelenom patinom i teško mu je odrediti funkciju. Najsličniji je onim oblicima što ih je R. Schmidt nazvao ingotima i o kojima smo već govorili; duljina mu je 7 cm, a presjek ima oblik nepravilnog poliedra. Zašiljen je na obje strane. Onaj lako prepoznatljivi predmet je šilo duljine 7,5 cm, a oblikom je veoma nalik na šila iz Ljubljanskog Barja (T. 16 sl. 5).

Ovim se iscrpljuje lista metalnih nalaza, djelomično i šira od vremena i prostora koje je obuhvatio vučedolski kulturni kompleks.

Ovdje nesumnjivo nedostaje tabelarni pregled metalnih nalaza, no pokušat ćemo ga dati u slijedećem poglavlju kad sagledamo i spektralne analize ovih predmeta kako bismo i s tog aspekta osvijetlili nalaze koji bi mogli pripadati vučedolskoj kulturi.

VI

SPEKTRALNA ANALIZA BAKRENIH PREDMETA S PODRUČJA VUČEDOLSKOG KULTURNOG KOMPLEKSA I POSTUPCI PRIMIJENJENI PRI TALJENJU I LIJEVANJU

Premda nisu provedene spektralne analize svih metalnih predmeta koji su se spominjali u prethodnom poglavlju, pokušat ćemo dati rekonstrukciju rudarenja i ljevačkih postupaka s postojećim analiziranim primjercima.

Za ostavu Leget, koliko nam je poznato, nisu izrađene ovakve analize, dok su samo djelomično analizirani (po dva predmeta) nalazi iz Vranovića, Topolja (primjerci iz Arheološkog muzeja u Splitu), te nisu uzeti u obzir borinački nalazi iz Sombora (3 predmeta).

Od pojedinačnih nalaza analize nemaju sjekire iz Lukova, Očure, Kapove jame, Kostola, Nove Pazove, Boljetina, nepoznatog nalazišta (Arheološki muzej, Zagreb) te sjekire iz centralne Makedonije iz Tumbe (Kravari) i Prilepa. Lepezaste sjekire s gradine Zgon, Bapske i Štitara također nisu spektralno analizirane.

Sve su ostale spektralne analize izvedene u Stuttgartu[175] i baziraju se na količini — pored bakra, još i bizmuta, antimona, arsena, srebra i nikla, a kako ćemo vidjeti, veliko značenje ima za naše predmete i olovo. Analiza predmeta počet će od onih prostora gdje imamo dosad registrirane najstarije na-

laze vučedolske kulture do onih prostora na kojima se nalaze najmlađi. Ovdje bismo izdvojili metalne predmete s prostora istočne Srbije jer na njemu nisu poznati vučedolski lokaliteti.

Svakako da nalaz bakrenog predmeta na starijem lokalitetu, ako nije stratificiran, ne znači i njegovu automatsku pripadnost starijem sloju, jer kao što je dosad utvrđeno i prostor istočne Slavonije sadrži, pored klasičnih stupnjeva, i najmlađi stratum vučedolske kulture.

Nalazi iz istočne Slavonije:

(Broj ispisan ispred lokaliteta označava broj analize iz Stuttgarta)

I 1196 VUČEDOL — plosnata sjekira

II 1201 Vukovar — sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške

III 1202 Vukovar — (Dobra voda) — sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške

IV 1093 Sotin — sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške

V 1—3) 1111, 1113, 1142 — Borinci — ostava lepezastih sjekira, Arheološki muzej, Zagreb

4—6) 1946—1948 — Borinci, ostava lepezastih sjekira, Narodni muzej, Beograd

7—12) 3481—3487 — Borinci — Gradski muzej Vinkovci

		Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
I		0	0	0	0	0,01	0	0	0	0	0	0
II		0	0	0	0	0	0	0	0	0,1	0	0,09
III		0	0	0,56	0	0,018	0	0	0	0	0	0
IV		0	0	0	0	0,015	0	0	0	0	0	0
V	1	0	0	0	0	0,32	0	0	0	0	0	0
	2	0	0	0	0	0,22	0	0	0	0	0	0
	3	0	0	0	0	0,09	0	0	0	0	0	0
	4	0	0	0	0	0,12	0	0	0	0	0	0
	5	0	0	0	0	0,14	0	0	0	0	0	0
	6	0	0	0	0	0,08	0	0	0	0	0	0
	7	0	0	0	trag	0,35	trag	0	0	0	trag	trag
	8	0	trag	0	trag	0,34	trag	0	0	0	0	0
	9	0	0	0	trag	0,27	trag	0	0	0	0	0
	10	0	trag	0	trag	0,48	trag	trag	0	0	0	0
	11	0	trag	0	0,34	0,44	trag	0,014	0	0	0	0
	12	0	0	0	0	0,32	trag	0	0	0	0	0

Ostali nalazi metala s područja prostiranja vučedolske kulture su izvan njezine klasične faze (B).

1) 1077 Brekinjska (Pakrac) — sjekira — Ljubljana
VI 2—31) 1154—1185 Brekinjska (Pakrac) — sjekira — Zagreb
32) 2088 Brekinjska (Pakrac) — sjekira — Beograd

	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
1	0	0,12	0	0,1	0,71	0,018	0,008	trag	0	0	trag
2	0	0,12	0	0,2	0,45	0	0,013	0	0	0	0
3	0	0,12	0	0,065	0,5	0,02	0,006	0	0	0	0
4	0	0,17	0	0	0,19	0	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
6	0	0,4	0	0	0,3	0	0,025	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
9	0	0,14	0	0,13	0,3	trag	0,013	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0,19	0	0	0	0	0	0
11	0	0	0	0	0,19	0	0	0	0	0	0
12	0	0	0	0,25	0,3	0	0	0	0	0	0
13	0	0,21	0	0,2	0,5	0	0,05	0	0	0	0
14	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
15	0	0	0	0	0,28	0	0	0	0	0	0
16	0	0	0	0	0,3	0	0	0	0	0	0
17	0	0,21	0	0	0,22	0	0	0	0	0	0
18	0	0,13	0	0,22	0,42	0	trag	0	0	0	0
19	0	0,14	0	0,21	0,49	0	0,04	0	0	0	0
20	0	0	0	0	0,25	0	0	0	0	0	0
21	0	0	0	0	0,2	0	0	0	0	0	0
22	0	0	0	0	0,23	0	0	0	0	0	0
23	0	0	0	0	0,23	0	0	0	0	0	0
24	0	0,22	0	0	0,4	0	0,05	0	0	0	0
25	0	0	0	0	0,42	0	trag	0	0	0	0
26	0	0	0	0	0,26	0	0	0	0	0	0
27	0	trag	0	0	0,5	0	0,03	0	0	0	0
28	0	0	0	0	0,23	0	0	0	0	0	0
29	0	0	0	0,6	0,3	0	0	0	0	0	0
30	0	0	0	0	0,18	0	0	0	0	0	0
31	0	0	0	0	0,24	0	0	0	0	0	0
32	0	0	0	0,22	0,52	0,046	0,019	0	0	0	0

Uz sjekire iz Brekinjske (premda je J. Brunšmid spominjao nalaz samo jednog) u Arheološkom muzeju u Zagrebu nalaze se dva amorfno izlivena komada, inventirana kao nalaz iz Brekinjske.

	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
1182	7	0,2	0,6	0,6	0,035	0,18	0,04	0	0	0	0
1183	0,5	0,2	0,5	0,5	0,43	0	0,28	0	0,04	trag	0,1

Vrlo je lako uočiti da se ova dva komada bitno razlikuju od svih analiza sjekira iz Brekinjske, te je teško prihvatiti da su oni dio istog nalaza. Vrlo je vjerojatno da su ova dva primjerka pridružena ostalim nalazima iz Brekinjske u Samoboru (kamo su sjekire bile poslane da se pretope u tamošnjoj ljevaonici) koji se sada nalaze u Arheološkom muzeju u Zagrebu.

VII 1223, 1224 Topolje — sjekire Split (Arh. muzej)

	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
1	0	0,24	0	0,37	0,11	0	0,018	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0,55	0	0	0	0	0	0

VIII
2489, 2519 — 2551, 2586 Griča — sjekire + lepezaste Sarajevo
(1) (2 — 34) (35)

	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
1	0	0	0	1,07	0,53	0	0,02	0	0	0	0
2	0	0	0	0,45	0,12	0	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0,58	0,46	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	1	0,01	0	0,01	0	0	0	0
5	0	0	0	0,98	0,84	0	0,005	0	0	0	0
6	0	0	0	0,65	1,45	0	trag	0	0	0	0
7	0	0	0	0,64	1,18	0	0	0	0	0	0
8	0	0,05	0	1,5	1,4	0	0,006	0	0	0	0
9	0	0	0	0,57	1,45	0	0,005	0	0	0	0
10	0	0	0	0,75	0,66	0	0,007	0	0	0	0
11	0	0	0	0,73	0,92	0	trag	0	0	0	0
12	0	0	0	0,47	0,57	0	trag	0	0	0	0
13	0	0	0	0,49	0,74	0	0	0	0	0	0
14	0	0	0	1,1	1,05	0	0,01	trag	0	0	0
15	0	0	0	0,64	1,1	0	trag	0	0	0	0
16	0	0	0	0,81	0,54	0	trag	0	0	0	0
17	0	0	0	0,39	2,05	0	0,017	0	0	0	0
18	0	0	0	0,43	4	0	0	0	0	0	0
19	0	0	trag	1,1	2,2	0	0,018	0	0	0	0
20	0	0	0	0,41	1,1	0	trag	0	0	0	0
21	0	0	0	0,25	0,86	0	0	0	0	0	0
22	0	trag	0	0,68	1,35	0	0,016	0	0	0	0
23	0	0	0,16	1,8	0,98	0	0,04	0	0	0	0
24	0	0	0	0,4	1,35	0	0	0	0	0	0
25	0	0	0,1	5,7	1,95	0	0,038	0	0	0	0
26	0	0	0	0,27	1,15	0	0	0	0	0	0
27	0	0,8	2,9	0,51	2,4	0,035	0,5	0	0	0	0
28	0	trag	0	0,61	1,35	0	0,015	0	0	0	0
29	0	trag	trag?	0,78	1,25	0	0,026	0	0	0	0
30	0	trag	0,52	0,72	1,8	0	0,029	0	0	0	0
31	0	0	0	0,57	2,05	0	0,014	0	0	0	0
32	0	0	0	0,4	1,75	0	trag	0	0	0	0
33	0	0	0	0,54	1,2	0	0,028	0	0	0	0
34	0	0	0	0,62	2,4	0	0,016	0	0	0	0
35	0	0	0	0,2	0,33	0	0	0	0	0	0

IX

2552, 2553, 2556 — 2561 Kozarac — sjekire Sarajevo

(1) (2) 3 — 8)

	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
1	0	0	0	0,31	1,2	0	0	0	0	0	0
2	0	2	0,78	0,48	0,48	0,026	0,23	0	0	0	0
3	0	trag	0	0,34	2,7	0	trag	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0	trag	0	0	0	0	0
5	0	1,4	0	0	0,22	0	0,035	0	0	0	0
6	0	0	0	trag	1,1	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	trag	0,86	0	0	0	0	0	0
8	0	1,1	0	1,03	4	trag	0,023	0	0	0	0

X

2555, 2566 Lobinja — sjekira i lepezasta Sarajevo

	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
1	0	trag	0	0,49	1,25	0	0	0	0	0	0
2	0	0,03	0	0,35	0,55	0	0,012	0	0	0	0

XI

1208, 2571 Vranovići — lepezasta i sjekira Sarajevo

	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
1	0	0	0	0,65	0,38	0	0	0	0	0	0
2	0	0,17	trag	0,54	0,01	trag	0,039	0	0	0	0

XII	1247 = 4915 (a) (b)	Bočac	sjekira	Wien
XIII	2554	Kosovača	sjekira	Sarajevo
XIV	2085	Jasika	sjekira	Beograd
XV	2106	Begaljica ili Boleč	sjekira	Beograd
XVI	2089	Osnić	sjekira	Beograd
XVII	2086	Nepoznato nalazište	sjekira	Beograd
XVIII	1231	Srednja Dalmacija	lepezasta	Split

	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
XIIa	0	0	0	0,52	0,53	0	0	0	0	0	0
b	0	0	0	0,38	0,88	0	0,012	0	0	0	0
XIII	0	0	0	0	0,064	0	0	0	0	0	0
XIV	0	1,26	0,95	0,08	0,2	0,093	0,29	0	0	0	0
XV	0	0,11	0,84	0	0,072	0,076	0,021	0	0	0	0
XVI	0	trag	0	0,33	0,3	0	0,032	0	0	0	0
XVII	trag	1,79	1,3	0,2	0,53	0,082	1	0	0	0	0
XVIII	0	0,11	0	0,4	1,35	0	0	0	0	0	0

XIX

1045 — 1055, 1064 i 1065 (1 — 11) (12 i 13) — Ljubljansko Barje — šila, bodeži, plosnata sjekira, narukvica

	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
1	0	0	0	0	0,03	0	trag	0	0	0	0
2	0	0,18	0	0	0,07	0	trag	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0,022	0	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0,022	0	0	0	0	0	0
5	0	0,33	0	0,18	0,103	0	0,05	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0,035	0	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0,52	0	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0,02	0	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0,024	0	0	0	0	0	0
11	0	0,19	0	0	0,14	0	0,009	0	0	0	0
12	0	0,27	0	0,32	0,062	0	0,004	0	0	0	0
13	0	0,33	0	?	0,038	0	0,013	0	0	0	0

Vrlo je interesantno usporediti ove analize s analizama sjekira tipa Baniabic nađenih u našoj zemlji.

XX	2084, 2104	Šarengrad	Beograd
XXI	2007	Bela Crkva	Vršac
XXII	2006	Izbište	Vršac
XXIII	1240	Srednja Dalmacija	Split

	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
XX 1	0	0,2	0,68	0	0,017	0,041	0,007	0	0	0	0
2	0	0,17	0,1	0	0,017	0,037	0	0	0	0	0
XXI	0	0	1,17	0	0,12	0,012	0,001	0	0	0	0
XXII	0	0	1	0	0,021	0	0	0	0	0	0
XXIII	0	0,9	0,52	0	0,1	0,1	0	0	0	0	0

Kao što smo spomenuli još u prošlom poglavlju ovdje ćemo iznijeti analize vrlo tankih plosnatih sjekira iz Arheološkog muzeja u Zagrebu.[176] Svojim oblikom one su gotovo pravokutnici ili, kao primjerci iz Kutjeva, sa zaobljenim krajevima. Glavna karakteristika što ih izdvaja od ostalih nalaza iz područja vučedolske kulture je njihova izrazito mala debljina, do 3 mm u presjeku.

XXIV	1092	Sotin
XXV	1106	Orolik
XXVI	1107	Bobota
XXVII	1109 i 1110	Kutjevo

	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
XXIV	0	0	2,8	0	0	0	0	0	0	0	0
XXV	0	0	0,52	0	0	0	0	0	0	0	0
XXVI	0	0	2,4	0	0,046	0	0,003	0	0	0	0
XXVII 1	0	0	0,066	0	0	0	0	0	0	0	0
2	0	0	0,098	0	0,035	0	0	0	0	0	0

Još su dvije sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške i ravno odrezanim dnom za nasad slične ranije spomenutoj, ali je njima gornji dio cilindra koso odrezan pa se po tome bitno razlikuju od ostalih.

XXVIII	4320	Brestovac	Wien
XXIX	1992	Deta (Rumunjski Banat)	Osijek

	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
XXVIII	0	0	2,5	0	0,022	0	0,044	0	0	0	0
XXIX	0	10	3,9	0,29	0,73	0,063	0,14	0	0	0	0

Budući da nema spektralne analize bodeža nađenoga uz sjekire iz Topolja i ne postoje evidentni dokazi da pripada zajedničkom nalazu, predočit ćemo ovdje analizu njemu najsličnijeg bodeža iz Lovasa.

XXX	8534	Lovas

	Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Au	Zn	Co	Fe
XXX	10	0	0,31	0	0,01	0,38	0,032	0	0	trag	trag

Ova analiza navodi na sumnju u cjelovitost nalaza iz Topolja jer se bodež iz Lovasa s 10% kositra bitno razlikuje od svih ostalih ranije spomenutih nalaza s područja vučedolske kulture te bi pripadao mlađem vremenu.

Već prije svakog sustavnijeg pregleda ovih analiza lako pada u oči da niti jedan primjerak ne sadrži kositar, te prema tome možemo zaključiti da svi mogu biti stariji od spoznaje upotrebe bronce.

Metal koji se nalazi u tragovima, dakle nemjerljivo malim količinama, nećemo uzimati u obzir radi lakšeg praćenja obrade spektralnom analizom dobivenih podataka.

Izuzev jednog primjerka (analiza broj 1201 iz Vukovara), svi ostali ne sadrže zlato, cink, kobalt i željezo. Spomenuti se primjerak mora izdvojiti i zbog toga jer je jedan od rijetkih koji u svom sastavu nema srebra. Osim njega, srebro ne sadrži jedan primjerak sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške iz Kozarca (An. br. 2557) te vrlo tanke plosnate sjekire iz Sotina (An. br. 1092), Orolika (An. br. 1106) i Kutjeva (An. br. 1109). Primjerak iz Kozarca, jedini od svih analiziranih, sadrži potpuno čisti bakar, bez ikakvih primjesa. U ostavi iz Kozarca bile su sakupljene više ili manje oštećene sjekire koje je ljevač namjeravao pretopiti. Svi se primjerci oblikom u manjoj ili većoj mjeri razlikuju te bi uz razlike u sastavu metala jasno pokazivali da su nastali i bili upotrebljavani na različitim mjestima. Ova ostava starog upotrijebljenog metala pokazuje presjek oblika sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške na jednom širem području i ima duži raspon trajanja. Zbog toga se ne bi trebalo čuditi ovom čistom sastavu sjekire (An. br. 2557) jer je i ona mogla nastati od pretopljenih starijih sjekira-čekića ili krstastih sjekira koje su u Jugoslaviji čistoga sastava.

Preostali, najveći broj analiziranoga metala mogli bismo izdvojiti u tri skupine: a) predmete koji pored bakra sadrže još samo srebro; b) koji sadrže antimon; c) koji sadrže arsen. Oni primjerci koji u svom sastavu imaju arsen ili antimon najčešće sadrže još i olovo, bizmut i nikal.

Upravo to zajedničko javljanje arsena ili antimona (ili arsena i antimona zajedno) s olovom, bizmutom i niklom, govori da se u ovim slučajevima radi o kompleksnijoj rudači ili metalurškom postupku nego u onom prvom slučaju.

Dok predmeti samo s bakrom i srebrom pripadaju ili kategoriji elementarnog ili oksidnog bakra, ovi drugi mogu pripadati samo sulfidnoj rudači.

Analiziramo li metalni sastav iz istočne Slavonije (I — V), uočit ćemo da s izuzetkom dva nalaza iz Vukovara (II i III) — pripadaju oksidnoj rudači: plosnata sjekira (i njezin kalup) iz Vučedola, sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške iz Sotina koja vrlo dobro leži u kalupu br. II iz Vinkovaca, te lepezaste plosnate sjekire iz Borinaca.

Ostali nalazi iz istočne Slavonije su dvije sjekire tipa Baniabic iz Šarengrada za koje je karakterističan sadržaj arsena, kao uostalom za sve nalaze Baniabic tipa iz Jugoslavije. Njima se također po svom sadržaju arsena mogu priključiti vrlo tanke plosnate sjekire iz Sotina, Orolika, Bobote i Kutjeva, kao i sjekire s koso odrezanim cilindrom iz Brestovca i Dete. To su ujedno svi primjerci grupe koja sadrži arsen. Ona je koristila sulfidnu rudaču.

Zanimljivo je da se nekako istovremeno na području istočne Slavonije javljaju dvije grupe nalaza: jedna, vezana uz vučedolsku kulturu, s oksidnom

rudačom i druga, sa sulfidnom koja je najvjerojatnije neke druge provenijencije i dolazi kao import.

Grupa koja sadrži antimon je najbrojnija, a svojim je oblicima bliska grupi oksidnog bakra.

Mogli bismo konstatirati da grupa s oksidnim bakrom i grupa s antimonom pripadaju vučedolskom kulturnom kompleksu, a malobrojna grupa s arsenom bar za prostor Slavonije i Srijema predstavlja import.

Odnos predmeta od čistog bakra (sa stanovitom količinom srebra) i primjeraka načinjenih od kompleksnije rudače u okviru vučedolskog kulturnog kompleksa izvan klasične faze (B) u ostavama izgledao bi ovako:

	Ukupno	Oksidna	Kompleksna
Brekinjska	32	17	15
Ljub. Barje	13	8	5
Topolje	2	1	1
Kozarac	8	3	5
Griča	35	0	35
Lohinja	2	0	2
Vranovići	2	0	2
	94	29	65
		30%	70%

Od ukupno 65 nalaza koji su nastali od kompleksne rudače njih 57 u svom sastavu ima antimon (88%), a svega 5 arsena, ali uvijek u zajednici s antimonom.

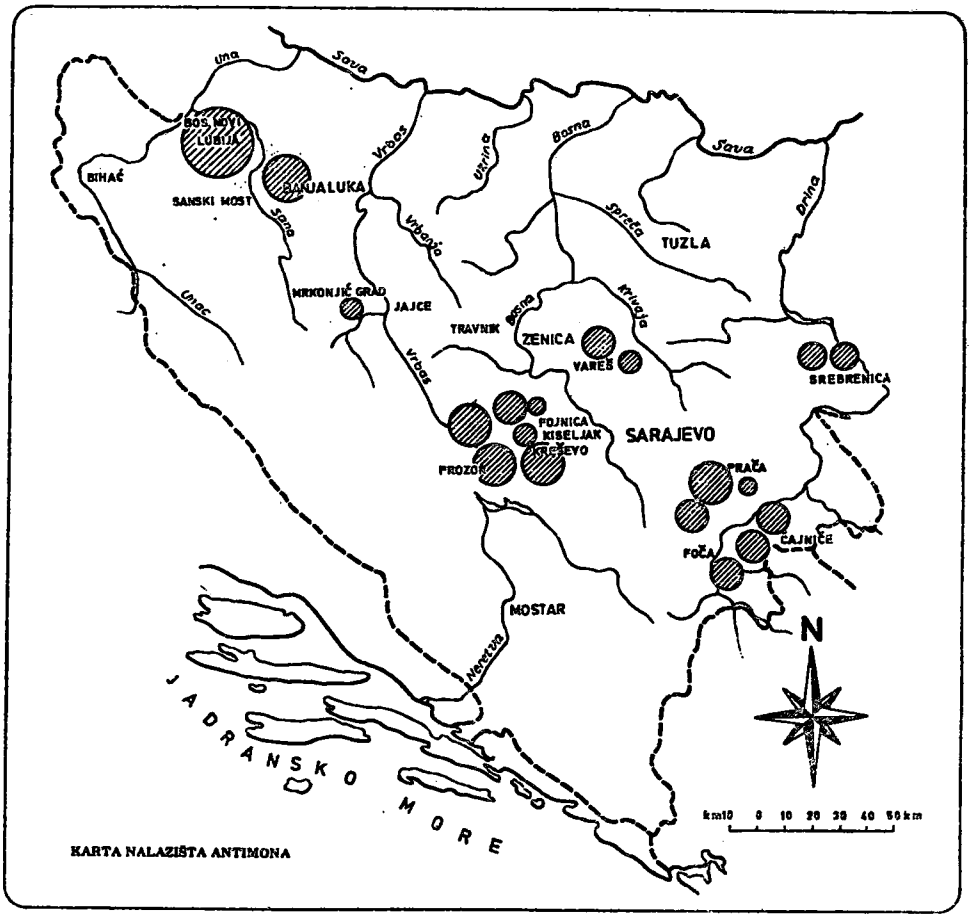
Osobito je zanimljiv sadržaj olova kod čak 25 primjeraka.

	Antimon	Olovo	Zajednički se javljaju
Brekinjska	10	12	8
Ljub. Barje	3	5	2
Topolje	1	1	1
Kozarac	4	3	2
Griča	35	2	2
Lohinja	2	1	1
Vranovići	2	1	1

Iz odnosa olova i antimona u pojedinim ostavama možemo izvući vrijedan zaključak da je olovo učestalije sjeverno od Save, a južno od nje prevladava antimon.

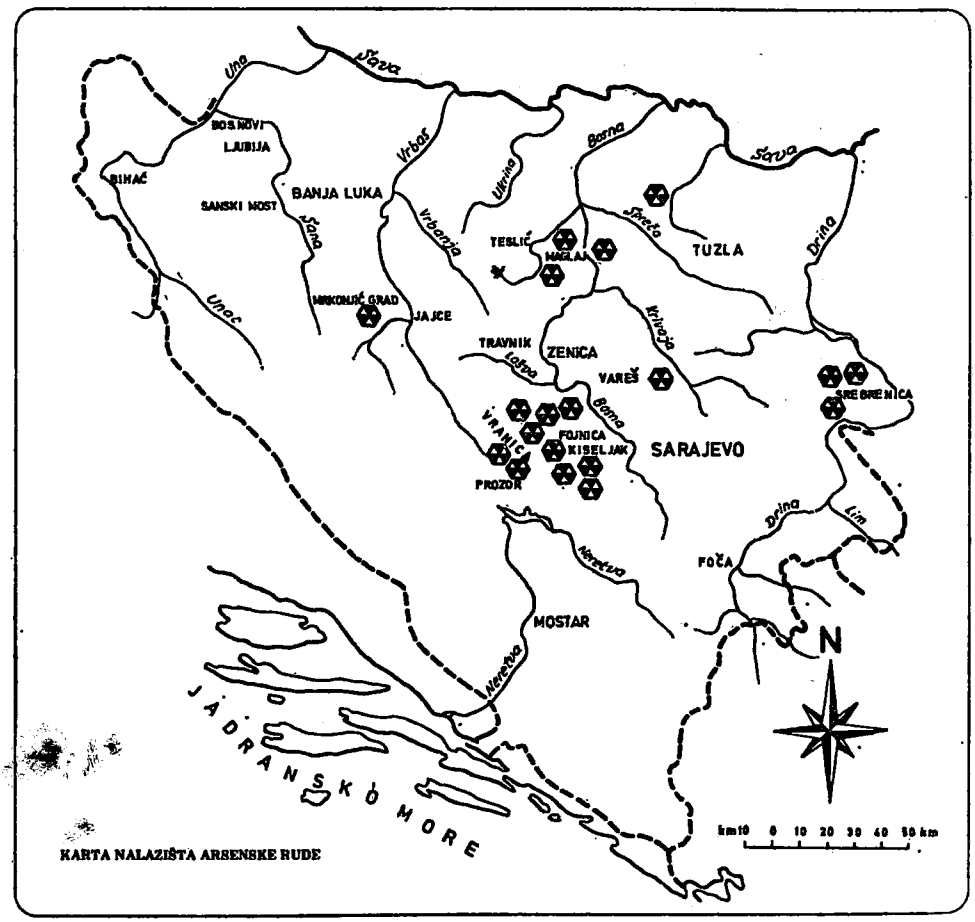
Usporedimo li karte prostiranja antimonske i arsenske rude u Bosni i Hercegovini[17], vrlo je lako ustanoviti zašto ostava iz Griče (Mrkonjić grad) sadrži četiri primjerka koji imaju i arsena i antimona. (Karte 2 i 3).

Kao što smo već rekli, prostor klasične i kasne vučedolske kulture u Jugoslaviji zahvaća predmete nastale od oksidne ili sulfidne rudače.



KARTA NALAZIŠTA ANTIMONA

U prostoru klasične vučedolske kulture javlja se isključivo oksidna, a na prostoru kasne faze iste kulture miješa se oksidna i sulfidna rudača. Uz antimon se u sulfidnoj rudači najčešće javlja olovo, a još češće bizmut (vrlo male količine), te nikal i u nekoliko primjeraka arsen. Upravo ovaj sastav rudače pokazuje da se ovdje radi o korištenju ležišta sinjavaca, prije svega antimonskih (tetraedriti). Još je jedna važna karakteristika i oksidne i sulfidne rudače upotrijebljene u izradi bakrenih predmeta vučedolske kulture — redovna prisutnost srebra. Prihvatimo li ovo kao pravilo, onda neke vrlo tanke pločaste sjekire iz istočnog dijela Slavonije (XIV, XV, XVII), te primjerak sjekire iz Vukovara (II), koje u svom sastavu nemaju srebra ali sadrže druge sastojke (arsen ili cink i željezo), moramo smatrati importima. Isto ćemo tako i drugi primjerak sjekire iz Vukovara (III), budući da uz srebro



KARTA NALAZIŠTA ARSENSKE RUDE

ima samo arsen, pridružiti ovoj skupini. Također ćemo stranoj provenijenciji pripisati i nalaze Baniabic tipa. Svi se ovi primjerci često nalaze uz sam Dunav: Vukovar (2), Šarengrad (2), Sotin (1) i Bobota (1), unutar granice prostiranja klasične vučedolske kulture. Kako su i ovi predmeti načinjeni od sulfidne rudače, najvjerojatnije tenantitskog porijekla (arsenski sinjavac), moglo bi se i njih pripisati vremenu kasne faze vučedolske kulture, samo što su oni iz rudišta gdje je antimon zamijenjen arsenom. Toj skupini također pripadaju i sjekire iz Brestovca i Dete. Radionice svih ovih predmeta mogli bismo smjestiti istočno od prostiranja vučedolske kulture.

Pojedinačni su nalazi s područja vučedolskog kulturnog kompleksa uglavnom odraz dosad analiziranih primjeraka.

Nalaz iz Kosovače (XIII) koja je prostorno najbliže klasičnoj vučedolskoj kulturi sadrži uz bakar samo još srebro kao i primjerci iz istočne Slavonije.

Lepezasta sjekira iz srednje Dalmacije (XVIII) uz sadržaj antimona i olova, te sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške nađene negdje u toku Vrbasa, označena kao Bočac, s antimonom, podržavaju zaključke koje smo već donijeli analizirajući ostave koje su im teritorijalno najbliže — Topolje i Griča.

Ostali su nalazi — Jasika (XIV), Begaljica ili Boleč (XV), kao i Osnić, izvan prostora za koji danas znamo da je dosezala vučedolska kultura.

Dok se Jasika i Begaljica, uz sjekiru iz nepoznatog nalazišta (XVII) razlikuju i po sastavu (obavezno prisustvo arsena u prosječnoj količini od 1%), sjekira iz Osnića je po obliku, dimenzijama i sastavu metala identična ostavi iz Brekinjske.

Već je ranije pokazano da se na prostoru klasične faze vučedolske kulture upotrebljavala isključivo oksidna rudača, dok kasna faza koristi i oksidnu i sulfidnu rudaču. Od sulfidne rudače korišten je prije svega antimonski sinjavac — tetraedrit. Dakle, mogli bismo reći da je unutar vučedolske kulture evidentno prvi put ne samo upotrijebljen sulfidni bakar, već je ona ovu upotrebu široko razvila na tlu Jugoslavije.

Bilo je riječi o sulfidnom bakru već ranije (Poglavlje II), a ovdje moramo ponoviti prednosti tehnološke spoznaje upotrebe ovakve rudače. Oksidna je bakrena rudača samo tanki »film« preko velikih ležišta sulfidnoga bakra koja sadržavaju apsolutno najveće količine bakra. Danas je ekonomski opravdana eksploatacija bakra isključivo iz sulfidnih ležišta. Upravo je primjena dvojnih kalupa, a time i serijska proizvodnja bakrenih predmeta, nagnala metalurge da nabavljaju velike količine bakra (ovdje se radilo o desecima kilograma — primjeri Brekinjske i Griče) i da potraže nove bogate rudnike kako bi zadovoljili proizvodnju. Kako je oksidna rudača zbog svojih malih i nestalnih količina nedostatna za ovakvu potražnju, morali su oni koji su snabdijevali sirovinom prijeći na novu tehnologiju. I tek se upotrebom sulfidne rudače počelo razvijati pravo rudarstvo.

Ali sulfidna ruda nije toliko bogata bakrom kao oksidna, a osim toga zahtijeva i neke dodatne radnje kako bi se bakar oslobodio suvišnih sastojaka, bilo u vidu metala ili nemetala. Rudače se moglo proizvesti i više, ali trebalo je iz nje dobiti bakar pa je moralo doći do uvođenja novih procesa da bi se on izdvojio.

Da bi se dobio bakar, na primjer iz tetraedrita, mora se iz njega izdvojiti sumpor, antimon i eventualno još bizmut, a od mehaničkih primjesa još može sadržavati olovo i cink.

Za obradu oksidne rudače bilo je dovoljno smjestiti je u zatvorenu kupolnu peć kojoj je dno zaobljeno i zagrijavati je kaloričnim gorivom (drvenim ugljenom — ćumurom) do određene temperature. U peći se odvaja kisik iz

rudače, a otopljeni bakar legne na dno peći. U drugoj se peći bakar najvjerojatnije topio u kakvoj posudi pa onda izlijevao u kalupe. Tu se također dodaje topitelj, u ovom slučaju vapnenac. Peć namijenjena ovom drugom postupku bila je ravnoga dna jer je istopljeni bakar ostajao u posudi. Dakle, peć za taljenje oksidne rudače morala je biti zatvorena, da bi se kisik iz rudače u takvom zatvorenom prostoru redukcijom lakše izdvojio te vezao s ugljikom u ugljični dioksid. Sulfidna rudača zahtijeva drugačiji proces: ako iz bakra moramo izdvojiti sumpor, antimon, te eventualno još i olovo, peć za taljenje nikako ne smije biti zatvorena.

Ovakvoj rudači prilikom zagrijavanja moramo dovoditi kisik da bi se procesom oksidacije na ovu kompleksnu rudaču djelovalo redukciono. Tom prilikom već pri temperaturi od 700° C dolazi do vrenja sumpora, antimona ili arsena i bizmuta i oni se vežu s kisikom u okviru njihovih spojeva (npr. sumpor u sumporni dioksid itd.). U tom se času dodaje mlaz kisika da bi proces bio uspješniji. Tako se dobiva bakrenac, a zatim i čisti bakar za lijevanje u kalupe.

Upravo takvi procesi odvijali su se i u vučedolskoj kulturi: u klasičnoj smo fazi na Vučedolu vidjeli i dvije vrste kupolaste peći — jednu za taljenje rudače (izvan zgrade) i drugu za topljenje bakra. U podu peći nalazio se vapnenac koji je mogao služiti kao topitelj.

Zanimljivo je da se oksidna ruda talila na lokalitetu koji je vrlo udaljen od ležišta same rude, ali to je razumljivo jer takva ruda sadrži najveći dio bakra pa on i predstavlja glavninu njezine težine. Zbog toga se i mogla prerađivati na Vučedolu.

U kasnoj fazi upotrebljava se sulfidna ruda — tetraedrit. Dosad u ovoj fazi nisu nađene kupolaste peć, ali na gradini Zecovi nalazila se otvorena peć, a u njezinoj blizini pronađena su i tri sopalja za puhaljku ili mijeh. Njih susrećemo još na Debelom brdu (2), Velikoj gradini u Varvari (1) i Ljubljanskom Barju (1). I na ovim se lokalitetima odvijao proces prerade rudače. Nje je sada moralo biti daleko više iako je ostajao veliki postotak otpadnih materijala, ali su im sada rudna ležišta bila u neposrednoj blizini. Time se upotreba sulfidne rudače iskazuje kao revolucionarna novost, a preostale su nečistoće u bakru bile odraz nemoći ljevača, a ne svjesno dodavane u svrhu poboljšanja kvalitete. To je zapravo i bilo poboljšanje kvalitete, ali posve slučajno jer se bakar može potpuno očistiti tek elektrolizom.

Najvjerojatnije se kasnije, uvidjevši da takav nečisti bakar ima bolja svojstva (livkost i tvrdoću), majstori dovijaju raznim postupcima da zadrže neke veće količine sporednih metala (arsen, antimon), koji se inače, po nužnosti prirodnog procesa, izdvajaju već pri temperaturi većoj od 700° C. Ova je spoznaja dovela do brončanog doba kada se bakru svjesno počeo dodavati kositar.

Kasna faza vučedolske kulture zasposijeda rudna ležišta i živi na njima.

VII

RAZVOJ SJEKIRE S JEDNOM OŠTRICOM I CILINDRIČNIM PRODUŽETKOM ZA NASAD DRŠKE

Analizirajući sav nađeni metal i kalupe u okviru prostiranja vučedolske kulture možemo, kao što smo vidjeli, izdvojiti nekoliko tipova oruđa i oružja:

a) bodeže
b) plosnate sjekire
c) šila
d) dlijeta
e) sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške.

Bodeži se javljaju i u klasičnoj i u kasnoj vučedolskoj kulturi. Bez obzira na vrijeme mogu se razlikovati dva tipa:

1) široki listoliki bodeži bez središnjeg pojačanog rebra i
2) bodeži sa središnjim rebrom.

Zajednička im je karakteristika kraća ili dulja metalna stapka (trn) na koju se nasađivala drška od organske materije. Budući da se bodeži u jugoistočnoj Evropi javljaju i ranije u okviru Cucuteni B faze[176], kao i nalaz bodeža iz Pusztaistvanhaze[179], nalaze u vučedolskoj metalurgiji treba očekivati kao uobičajenu pojavu. Istovremeno se javlja brojna skupina bodeža na Cipru, grčkim otocima te Kreti, s vrlo dugim i na kraju savinutim trnom ili bez njega. Ostaje ipak pitanje zašto se upotrebljavaju dvije vrste bodeža istovremeno — sa i bez središnjeg rebra, kao što je to slučaj na Ljubljanskom Barju. Možda ćemo biti najbliže istini pretpostavimo li da su to predmeti različitih namjena. Nalazi dvaju kalupa iz Sarvaša i dva od tri takva predmeta bez rebra po sredini na Ljubljanskom Barju, ni koncepcijski ne mogu biti namijenjeni bodenju. Široko zaobljeni vrh prije bi upućivao na to da su se upotrebljavale njegove bočne strane tj. da se upotrebljavao kao britva ili nož. Ovakav predmet se, upravo zbog toga što nema pojačanog rebra, vrlo lako mogao naoštriti, a po potrebi mu je lakše istupljene strane raskovati.

Šila i dlijeta predstavljaju najstandardnija oruđa, kako neolitika tako i eneolitika. Ipak, u vučedolskom kulturnom kompleksu dobile su nov, funkcionalniji oblik. Kod njih sada možemo razlikovati dio za upotrebu i dio za umetanje u dršku. Međusobno ih dijeli poprečno proširenje — peta, koja služi da drška uslijed pritiska ne sklizne na radnu površinu. Takvo je dlijeto (kalup) i bakreno šilo iz Vinkovaca, kao i četiri šila iz Ljubljanskog Barja. Također se identično dlijeto javlja u Donjoj Austriji u Mödling-Zöbing grupi, na lokalitetu Mödling-Hirschkogel[180] uz keramiku kasne vučedolske kulture, ali i još neka slična dlijeta: masivnije dlijeto u ostavi na lokalitetu Brno-Lišen (Stare Zámky)[181] uz sjekiru Baniabic tipa, te u ostavi Fajsz uz tri sjekire istog tipa.[182] Ovo je dlijeto iz ostave Fajsz najsličnije kalupu iz Vinkovaca.

Premda su se dlijeta izlijevala iz jednodijelnog kalupa, ima i običnih dlijeta koja su se lijevala u dvojnom kalupu (Sarvaš).

Plosnate sjekire koje nalazimo u okviru vučedolskog kulturnog kompleksa dijelimo po obliku na dva tipa:

a) trapezaste.
b) lepezaste.

Dok su trapezaste plosnate sjekire dio standardnog inventara vremena kasnog eneolitika, lepezaste sjekire su novina. Premda od trapezastih sjekira nalazimo samo dvije u okviru naselja vučedolskoga kulturnog kompleksa (Vučedol i Ljubljansko Barje), brojni kalupi s lokaliteta Ljubljansko Barje i jedan s gradine Zecovi potvrđuju njihovu izradu u ovom kulturnom kompleksu. Nalazi višenamjenskih kalupa za lijevanje plosnatih sjekira i dlijeta dokazuju da su ovi predmeti upotrebljavani istovremeno (Vučedol i Ljubljansko Barje) i da su imali precizno određenu namjenu. Prije vremena kasnog eneolitika teško je razlikovati što je zapravo dlijeto, a što plosnata sjekira.

Lepezasta plosnata sjekira je alat vrlo pogodan za raskoljavanje ili procjepljivanje zbog njezine vrlo široke i polukružne oštrice. Ovakvih lepezastih sjekira nema u susjednim istovremenim kulturama i one su odraz samosvijesti metalurga unutar vučedolske kulture, te pokazuju samostalnost u razvoju vučedolske metalurgije. S druge strane, interesantna je činjenica da jedino od ovih predmeta u vučedolskoj kulturi nije do sada nađen kalup. Možda je to slučajnost, a možda su se sjekire lijevale na posebnim mjestima. Ipak su morale imati i neku konkretnu funkciju jer su one najstarije, iz Borinaca, bile lijevane kompliciranijim postupkom — u dvojnim kalupima, a ingot se najvjerojatnije lijevao jednostavnije, u jednodijelnom kalupu. Još je jedna zanimljivost vezana uz njih: u ostavama na području vučedolske kulture uz sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške javljaju se isključivo ove sjekire, a nikada dlijeta ili plosnate trapezaste sjekire, dakle ono što predstavlja alat. Nasuprot ovima, ostave Fajsz, Brno-Lišen, Ostrovul Corbului[183] te Corbasca[184] imaju u svom sastavu uz sjekire s rupom za nasad drške još i plosnate trapezaste sjekire ili dlijeta. Ove se ostave nalaze izvan prostora širenja vučedolskog kulturnog kompleksa te mogu odražavati mentalitet ljevača drugog etnikuma, izuzev ostave Brno-Lišen u čijoj keramici ima elemenata kasne vučedolske kulture.

Sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške najbrojnija su skupina nalaza koje smo ovdje proučavali. Već je ranije upozoreno da postoje dva tipa kalupa za spomenute sjekire: masivni iz klasične (B) faze i mnogo tanji iz kasne (C) faze vučedolske kulture. Istovremeno se na ovim kalupima mogu uočiti i razlike u oblicima sjekira. Dok kalupi iz Vinkovaca imaju izrazito konveksan gornji dio sjekira, kalupi iz mlađeg vremena (Debelo brdo, Ljubljansko Barje, Domony (Jama B_2), Salzburg-Rainberg) u gornjem se dijelu protežu ravno od cilindričnog produžetka za nasad drške do vrha oštrice.

Sjekira iz Sotina, težine 605 grama, svojom veličnom potpuno odgovara kalupu II iz Vinkovaca, ali je nešto deblja. Kad se ubaci u kalup između dva jezgrenika oni se ne poklope već među njima ostaje razmak od oko 2 mm. Kalup II iz Vinkovaca najvjerojatnije je služio kao prototip za izradu ove sjekire, te se, što je logično, ovaj primjerak iz Sotina malo proširio. Svaki novi izrađeni predmet nakon njegovog otiskivanja u glinu za slijedeći kalup malo poveća volumen prethodnoga, pa bi se moglo reći da je kalup iz Vinkovaca »djed« sjekiri iz Sotina. Sjekira je starija od svih dosad nađenih, a to potvrđuje i njezin sastav jer uz bakar sadrži još samo srebro (0,015%).

Vremenu ove sjekire, dakle B stupnju vučedolske kulture, mogli bismo pripisati sjekire iz Legeta i Kosovače, kako po obliku tako i po sastavu (Kosovača).

Kao što se moglo vidjeti iz prethodnoga poglavlja, sjekire kasne vučedolske kulture izrađene su od oksidnog ili elementarnog bakra uz stanovitu količinu srebra ili sulfidne rudače, konkretnije sinjavaca. Činjenica da u vrijeme kasnog eneolitika počinje serijska proizvodnja identičnih bakrenih predmeta, kao što je pokazala ostava iz Brekinjske od pedeset komada koliko ih je u stvari bilo nađeno, govori da se proizvodnja morala orijentirati na novi tip rudače. Analize sjekira iz ostava kasne faze vučedolske kulture to upravo i potvrđuju. Oblici sjekira koji imaju zaravnjen gornji dio javljaju se isključivo na prostoru gdje se može naći ili barem očekivati samo kasna faza vučedolske kulture — Lukovo, Kozarac (inv. br. 27150), Topolje itd. Oblikom im je vrlo slična i sjekira od elektruma iz tumula kod Male Grude u Tivatskom polju, a bliske su kalupu iz Salzburg-Rainberga koji pripada istočno-alpskom ranom brončanom dobu.

Između ova dva glavna razvojna oblika ima i prijelaznih, ali i onih koji svojim oblikom predstavljaju jedinstvene primjerke. Kako se ovi posljednji sastavom metala ne razlikuju od ostalih, i njih smatramo proizvodima istih majstora.

Posebno je interesantna ostava iz Kozarca jer predstavlja staru, već oštećenu robu skupljenu s namjerom da se pretopi. Ona u sebi sadrži presjek upotrebnih oblika u vučedolskoj kulturi. Kao unikatni primjerak posebno se izdvaja manja sjekira iz ostave Griča s dugmetastim dodatkom na stražnjoj strani cilindra. Možda upravo ova sjekira predstavlja prauzor za dodatke na cilindru kod mlađih sjekira iz brončanog doba.

Iz ovdje spomenutih sjekira koje bismo mogli nazvati i vučedolskim tipom bojne sjekire, vrlo je teško izvlačiti zaključke o daljem kontinuiranom razvoju na području Jugoslavije jer slijedeće, one mlađe, u svom sastavu nose kositar.

Kao što je poznato, kositar do sada nije pronađen u našoj zemlji pa njegovo prisustvo u metalnim predmetima mora otvoriti nove, šire prostore koji su služili kao izvori za snabdijevanje njime.

Upitamo li se odakle bakrene sjekire s jednom oštricom i cilindričnim produžetkom za nasad drške u vučedolskoj kulturi, nužno nam se otvara mno-

go širi prostor od prostiranja samog vučedolskog kulturnog kompleksa. Unutar klasične faze vučedolske kulture koju relativno najbolje poznajemo, nalazimo i bakrene predmete i glinene kalupe. Odakle metalurško iskustvo kulturi koja u svojoj klasičnoj fazi živi izvan rudonosnih područja, s izuzetkom nalazišta bakra u Vrdniku na Fruškoj gori?[185]

Trebalo bi pretpostaviti da oblik sjekire donosi onaj koji nosi i metalurško iskustvo. Vremenski ove sjekire pripadaju kasnom eneolitiku i nisu poznate u kulturama koje neposredno prethode vučedolskoj. Do sada čak niti u Retz-gayarskoj, koja ima značajnu metalurgiju, nisu poznate ovakve sjekire. Sjeverozapadni prostor, s izuzetkom kalupa iz Salzburg-Rainberga iz ranog brončanog doba istočnih Alpa, a koji je najvjerojatnije ipak odraz vučedolskih impulsa, ne poznaje ovaj tip sjekira. Ni Glockenbecher kultura[186] ne upotrebljava bojnu sjekiru već samo bodež, što se na srednju Evropu odrazilo tako da ona kasnije koristi samo bodež na palici.

Južni se utjecaji (egejski) u vučedolskoj kulturi mogu često naslutiti, ali su sjekire ovog tipa i u kopnenom i u otočnom dijelu Grčke veoma rijetke, a ističu se dvije ostave: Petralona (Halkidik)[187] i Poliochni (Lemnos).[188] Ostava iz Petralone pored 18 komada veoma sličnih plosnatih sjekira sadrži i četiri primjerka sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške. Spektralna analiza jedne od sjekira (br. 9333) predstavlja standard čitave ostave (T. 14. sl. 1):

Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi
trag	0,53	1,6	0,08	0,07	0,46	0,24

Sastav arsena u drugim primjercima kreće se do 3,4%, a najviše kositra sadrži primjerak s 0,64%. Ova rudača sadrži i neznatnu količinu kositra pa za sada nije moguće ni pretpostaviti njezino izvorište. Navedena sjekira svojim oblikom izrazito podsjeća na kalupe iz Vinkovaca — dugi cilindrični nastavak dolje ravno odrezan, ali gornji dio sjekire bliži mlađima, onima ravnoga, nego li onima konveksnog oblika. Ipak, karakterizira je i jedna osnovna razlika jer se oštrica sjekire u gornjem dijelu lagano lepezasto proširuje.

Ovakva mala lepezasta proširenja sjekira vidimo kod dviju sjekira iz Vukovara za koje smo konstatirali da po spektralnoj analizi sastava ne ulaze u vučedolski bakar. Sjekire iz Petralone po formi su najsličnije sjekiri iz Vádastre u Rumunjskoj, a također i po sastavu (An. br. 8683) (T. 14. sl. 2):

Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi
0,79	0,28	1,02	trag	0,081	0,14	0,022

Sjekira iz Vádastre pripada tipu sjekire »Izvoarele« A. Vulpea[189], a istom bi se tipu mogla pripisati i sjekira iz Laznice[190] sa slijedećim sastavom (An. br. 2087) (T. 14. sl. 3):

Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Fe
trag	0	0	0	0,064	0	0	0,031

Starijem obliku tipa Izvoarele može se pripisati i sjekira iz Prilepa.

Vrlo velika sličnost sjekira iz Rumunjske — tipa Izvoarele — i ostave Petralona, podjednako oblikom i sastavom, govori o identičnim majstorima i izvorima rudače. Po učestalosti nalaza ovog i sličnih tipova sjekira u Rumunjskoj može se pretpostaviti da je taj tip sjekira u Grčku stigao kao import sa sjevera. Sjekira iz ostave u Poliochniju oblikom je najbliža nalazu sjekire iz Batine,[191] koja ima slijedeći sastav:

Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi
1	0,02	0,77	1,15	0,57	0,01	0,051

Pored sjekire u ostavi se nalaze bodeži sa i bez središnjeg rebra, te lagano trapezaste plosnate sjekire. Ovo bi se moglo potkrijepiti i činjenicom da se tipološki mlađa sjekira iz Poliochnija nalazi jugoistočnije kamo je još kasnije mogao stići sjeverni prodor. Na taj način preostaje još jedino mogućnost istočnih utjecaja na ovaj vučedolski tip sjekire, ali kao što smo vidjeli sjekire iz Rumunjske javljaju se s neznatnim postotkom kositra. Činjenica je da kositar u ovakvom postotku može biti samo sastojak rudače, ali neke sjekire što se javljaju u istim krajevima (npr. Baniabic) ga ne sadrže.

Kalupi iz Vinkovaca i sjekira iz Sotina koji čine jednu cjelinu i pripadaju klasičnoj vučedolskoj kulturi iskazuju se kao tipološki najstariji primjerci ovakvih sjekira. Iz ovog prostora taj se tip sjekire, koji je N. Tasić nazvao bojnim[192], razvija i šire u vučedolskom kulturnom kompleksu, a najmlađe tipove nalazimo i izvan njega.

Ovaj tip sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške možemo, prema tome, nazvati vučedolskim bojnim sjekirama.

Pojavu sjekira s jednom oštricom možemo vremenski pripisati kasnom eneolitiku. Njihovo se javljanje svodi generalno na dva tipa:

a) sjekire bez cilindričnog produžetka za nasad drške i
b) sjekire s cilindričnim produžetkom za nasad drške.

Garašaninov tip sjekire bez cilindričnog produžetka za dršku ili kako ga je uvjetno nazvao »Baniabic«, obuhvatio bi više tipova ovakvih sjekira A. Vulpea:[193]

tip Baniabic,
tip Fajsz i
tip Corbasca.

Ostava I iz Ostrovul Corbuluia pokazuje miješanje tipa Fajsz i Corbasca pa se može govoriti o srodnosti ili makar djelomičnoj istovremenosti ova dva tipa, a već ranije iznašanu tezu o vezi Baniabic i Fajsz s Carskaja tipom sjekire sjevernog Kavkaza, podržao je i A. Vulpe.[194]

Ovim tipovima bismo u našoj zemlji mogli pripisati:

tip Baniabic — Bela Crkva (1);
tip Corbasca — Šarengrad (2), Izbište (1) i Srednja Dalmacija (1)

Kao što smo već ranije upozorili, ovakve se sjekire, s izuzetkom one iz srednje Dalmacije, smiještaju na sam sjeveroistok Jugoslavije, s time da im Dunav predstavlja zapadnu granicu.

Tražeći porijeklo ovom tipu sjekira nesumnjivo se moramo okrenuti prema širem prostoru Kavkaza gdje su ovakvi oblici vrlo brojni, a našao se i glineni kalup toga tipa u jednom kurganu u Garni.[195] Uz nalaze ovog tipa sjekira još je češći tip sjekira s cilindričnim produžetkom, ali uvijek s koso odrezanim njegovim gornjim dijelom (T. 14 sl. 7, sjekira iz Phaskaua).[196] Upravo ovom tipu sjekira odgovaraju i naši nalazi iz Brestovca, Kapove Jame te Dete iz Rumunjske. Sjekira iz Kapove Jame ima vrlo sličan prstenasti završetak drške kao i nalaz iz Adiamana iz Armenije.[197]

Ovu sličnost sjekira na tako velikom teritorijalnom rasponu od Kavkaza do jugoistočne Evrope možemo tumačiti općim pomakom Indoevropljana prema zapadu.

Već smo prije spomenuli da analize sjekira iz Brestovca i dvije iz Vukovara (obje pokazuju opću tendenciju prema zasijecanju gornjeg dijela cilindričnog produžetka) ne odgovaraju sastavu ostalih sjekira zapadno od Dunava. Uz ove sjekire, svojim bi se sastavom mogle pridružiti i vrlo tanke plosnate sjekire iz Sotina, Orolika, Kutjeva i Bobote kakve nisu nađene niti na lokalitetima vučedolske kulture niti u ostavama Brekinjska, Leget, Griča, Kozarac, Vranovići, Topolje i Borinci. Ove plosnate sjekire zajedno sa sjekirama iz Brestovca, Vukovara, Šarengrada itd. čine skupinu bakrenih predmeta u kojima se javlja arsen.

Drugu skupinu u kojoj je arsen jedva ponegdje prisutan čine sjekire, bodeži, lepezaste sjekire, plosnate sjekire i šila s područja Bosne, Slavonije, Dalmacije i Slovenije (Ljubljansko Barje). U ovoj je grupi naučestaliji element antimon, no ima i čistih bakrenih sjekira. Najbrojnije su sjekire s jednom oštricom i cilindričnim produžetkom za nasad drške. Njihovo češće javljanje prema istoku možemo registrirati do Oltenije. U okviru ovih sjekira A. Vulpe izdvaja tri tipa:[198]

1. Dumbravioara
2. Izvoarele
3. Kozarac.

Tip Kozarac, u podjeli A. Vulpea, svojim oblikom nikako ne može odgovarati nalazu kalupa iz Pecice (sloj XIII), na osnovu kojeg je čitav tip datiran suviše nisko.[199]

A Vulpe je u horizont trajanja tipa Baniabic smjestio tipove Fajsz, Corbasca i Dumbravioara i pripisao ih ranom brončanom dobu Rumunjske.[200]

Tip Dumbravioara vrlo lako možemo identificirati s našim mlađim tipom sjekira — onima s ravnim gornjim dijelom, kao što su nalazi iz Lukova, neki manji primjerci iz Griče i Kozarca, nalazi iz Male Grude, Topolja i sjekire iz Boljetina.

Uzmemo li pretpostavku A. Vulpea kao osnovu, iz toga slijedi da je stariji oblik sjekira s jednom oštricom koje su se javile unutar klasične faze

vučedolske kulture, najstariji tip sjekira s jednom oštricom u jugoistočnoj Evropi. To ujedno znači da su se ove sjekire u sklopu vučedolske kulture pojavile nešto ranije nego je indoevropski migracioni val donio drugi tip — onaj bez cilindričnog produžetka.

I dalje ostaje pitanje odakle sjekira s cilindričnim produžetkom za nasad drške u vučedolskoj kulturi vuče svoje porijeklo. Možda je na to najbolje odgovorio E. V. Hanzadjan: »Analiza nalaza iz Armenije i Gruzije potvrđuje njihovo domaće porijeklo, bez obzira na to što su njihovi prototipovi poznati u Sumeru«.[201]

Nalazi iz Mezopotanije, osobito iz Elama (danas Luristan),[202] svojim brojnim analogijama kao da su bili daleki podstrekač ideje o bojnoj sjekiri u vučedolskoj kulturi, naravno uz pomoć putujućih ljevača kao posrednika.

VIII

PROBLEM POČETAKA I RAZVOJA METALURGIJE U VUČEDOLSKOJ KULTURI

Promatrajući razvoj metalurgije u eneolitskom periodu u Karpatskoj kotlini, uočili smo nekoliko etapa koje su se do vremena kasnog eneolitika zaustavile na dvije osnovne činjenice:

1) upotreba oksidnog ili elementarnog bakra;
2) tehnika lijevanja »a cire perdue«.

Takav je način lijevanja mogla količinski zadovoljiti i oksidna rudača jer se za svaki novi predmet izrađivao prototip u vosku i zatim oblijepljvao glinom. Glina se sušila, zatim pekla (pri čemu je iz nje iscurio vosak), da bi se na kraju tog procesa dobio kalup koji će poslužiti za samo jedno lijevanje. Kalup mora biti razbijen da bi se iz njega mogao izvući željeni predmet.

Ostali predmeti (šila, igle) mogli su biti rađeni kovanjem. Tek kasni eneolitik donosi tehniku lijevanja u dvojne kalupe koji nastaju otiskivanjem gotovog metalnog predmeta direktno u glinu. Obje polovine (jezgrenici) su se sušile, pekle i dobivao se kalup za jednokratnu upotrebu. No, na taj se način jednim prototipom mogla dobiti (otisnuti) čitava serija kalupa pa time proizvesti i čitava serija identičnih metalnih predmeta. Upravo se takva serijska proizvodnja više nije mogla zadovoljiti samo slučajnim nalazom elementarnog ili oksidnog bakra, već traži novu mogućnost dolaženja do većih količina ovog metala.

Svakako treba podržati stav H. Coghlana[203] i I. Selimkhanova[204], te još ranije M. Novotne[205], da između vremena upotrebe čistog bakra i upotrebe bakra s kositrom (bronca) postoji prijelazno razdoblje (arsenski bakar, bakar-arsen

ili arsenska bronca). Ipak, ovi nazivi zanemaruju neke druge elemente koji se javljaju paralelno s arsenom, kao što su antimon, olovo, srebro, nikal, bizmut, a katkada i cink i željezo. Ovakvu kompleksnu rudaču prije svega treba opredijeliti u sulfidne spojeve bakra. Najčešće se u takvoj rudači u najvećem postotku javlja arsen, ali nisu rijetki krajevi gdje on u rudači i gotovom metalu uopće nije prisutan i potpuno ga istiskuju antimon ili olovo. Sjeverozapadni i zapadni dijelovi Jugoslavije sadrže takvu rudaču.

Premda »arsenski bakar« označava vrijeme koje neposredno prethodi brončanom dobu, upravo zbog njegova neprisustva u pojedinim krajevima, uputnije bi bilo da to vrijeme označimo kao »sulfidni bakar«. Arsen u sulfidnom bakru predstavlja prirodni sastojak kao i antimon, bizmut itd., te ga nije moguće ukloniti izuzev elektrolizom koja se javlja u najnovije vrijeme. Prisustvo arsena ili antimona u bakru daje mu nove kvalitete i metalurzima nije dugo trebalo da shvate da je te elemente korisno zadržati u rudači i ne dozvoliti im da ishlape zajedno sa sumporom. Sulfidna rudača mora proći proces redukcije u kojem se mlazom kisika izbacuje sumpor, ali s njim i ostali elementi koji sublimiraju (prelaze u plinovito stanje) već ispod 700° C. Vrelište je sumpora na 450° C. Čini se da su na nekim područjima shvatili da obavezan proces žarenja sulfidne rudače ne mora nužno izbaciti najveći dio arsena, ali samo onda ako temperatura prelazi 450° C, no manja je od 700° C. Takav bakar sa sačuvanom većom količinom arsena morao se topiti u zatvorenim pećima u kojima je smanjen pristup kisika zato da se arsen,, premda sublimira (jer se temperature penju nešto preko 1000° C), ne može vezati s drugim plinovima.[206] Ovakav se proces topljenja rudače vjerojatno odvijao na Kavkazu gdje neki predmeti sadrže i 19% arsena.[207]

Jugoistočna Evropa ne poznaje takve procese jer se sulfidna rudača žarila na višim temperaturama, vjerojatno preko 700° C gdje je najveći dio arsena ili antimona sublimirao i vezavši se s kisikom nestao iz metala. Veći postoci olova (10% kod sjekire iz Dete) ostaju zbog toga što je olovo primjesa, a ne sastavni dio sulfidne rudače, a značajno je za njega da ima i vrlo visoku temperaturu sublimacije (1750° C). Sulfidna rudača koja se upotrebljavala pripada arsenskim i antimonskim sinjavcima.

Vučedolska je kultura izraziti predstavnik kasnog eneolitika, ali i neosporni nasljednik onih metalurških procesa koje je prije svega u Karpatskoj kotlini započela vinčanska kultura. Ekonomska moć vučedolske kulture u klasičnom razdoblju, bazirana na stočarstvu i lovu, uvjetovala je povećanu potrebu za metalom. Ubrzo ga je počela i sama obrađivati što potvrđuje i »Megaron ljevača bakra« iz Vučedola. Brojni nalazi kalupa (Vučedol, Sarvaš, Vinkovci) svjedoče o rastućoj potrebi za sve većom količinom bakrene rude. Kako oksidna nije bila dostatna. vučedolski su se metalurzi okrenuli bakrenim rudištima Bosne, zapadne Srbije i Slovenije. Prešlo se na eksploataciju sulfidne rudače (tetraedriti), ali se naravno i dalje koristi oksidna rudača. Ne smije se zaboraviti već spomenuti podatak da je krajem prošlog stoljeća na planini Suvoboru, u zapadnoj Srbiji, pronađen komad elementarnog bakra težak više od 130 kilograma.

Sulfidna rudača ima veliku količinu otpada pa je zbog toga nije moguće transportirati na veću udaljenost. Metalurške radionice prebacuju se neposredno na izvorišta rude pa postaju i značajna naselja kasne vučedolske kulture (Ljubljansko Barje, Zecovi, Alihodže, Debelo brdo, Varvara, Velika gradina, Đurđevo, Jasik).[208] Pored standardnih izrađevina od bakra (šila, dlijeta, trapezaste plosnate sjekire) u kasnom se eneolitiku javljaju i rjeđi oblici (noževi i bodeži s pojačanim središnjim rebrom). Lepezaste plosnate sjekire potpuno su nepoznat oblik u eneolitiku. Javljaju se već u klasičnoj fazi lijevane u dvodjelnim kalupima (Borinci) i samosvojnim oblikom dokazuju vlastiti razvoj metalurgije vučedolske kulture.

Sjekire s jednom oštricom i cilindričnim produžetkom za nasad drške iskazuju se kao najstariji oblici takvih sjekira i mnogo šire od prostora Karpatske kotline.

Unutar kulture mogu se razlikovati dva tipa sjekira:

1) stariji s konveksnim gornjim dijelom i
2) mlađi s ravnim gornjim dijelom sjekire.

Ovaj se tip sjekire može pratiti u razvojnom nizu od kalupa iz Vinkovaca i sjekire iz Sotina, do kalupa iz Salzburg-Rainberga i sjekire iz tumula u Maloj Grudi. Zbog nalaza sjekire u Maloj Grudi, koja je kao simbol statusa ostavljena u grobu, mogli bismo ih s punim pravom nazvati vučedolskim bojnim sjekirama. Istočno od prostiranja vučedolske kulture izdvaja se Izvoarele tip sjekira A. Vulpea, koji bi mogao predstavljati nastavak razvoja vučedolske bojne sjekire. Pravac jugozapadna Rumunjska — istočna Srbija — Halkidik (Petralona) postaje frekventniji pa je njim kasnije prodro mikenski utjecaj u Karpatsku kotlinu.

Ostave Brekinjska, Grča, Kozarac ukazuju na popularnost ovakvih bojnih sjekira što bi značilo i lovačko-vojnu opredijeljenost vučedolskog etnikuma. Nakit je unutar ovog kompleksa vrlo rijedak, a poznate su dvije narukvice s Ljubljanskog Barja.

Kakva je organiziranost društva pokazuju prilozi u već spomenutom grobu dostojanstvenika iz Male Grude jer su sjekira i bodež očit dokaz prisustva vojne aristokracije.

Nalazi Garašaninovog tipa sjekira — Baniabic, kao i vrlo tanke plosnate sjekire pravokutnog oblika i svojim sastavom imaju bližih veza s Rumunjskom. Isto tako i sjekira iz Brestovca koja bi se mogla priključiti tipu »Darabani«.[209] Bliske analogije ovih tipova sjekira iz Rumunjske sa sjekirama s kavkaskog područja i Ukrajine[210] najvjerojatnije su u vezi s prodorom Indoevropljana u Karpatsku kotlinu. Taj je prodor vidljiv na samom kraju kasnog eneolitika i na desnoj obali Dunava, prostoru koji je još pripadao kasnoj vučedolskoj kulturi. Ovi su utjecaji vidljivi do istočnog dijela požeškoga gorja (Kutjevo). Da li su oni uvjetovali pomicanje vučedolske kulture u smjeru zapada i juga ili su to učinili novi ekonomski razlozi — zaokret prema metalurgiji — pitanja su koja još čekaju jednako pravo na odgovor.

BILJEŠKE

1. B. Jovanović, 1971, Metalurgija eneolitskog perioda Jugoslavije, Arheološki institut, Knjiga 9, Beograd
2. Dimitrijević, 1979, Vučedolska kultura i vučedolski kulturni kompleks, Praistorija jugoslavenskih zemalja III (dalje PJZ III), Akademija nauka i umjetnosti Bosne i Hercegovine, Centar za balkanološka ispitivanja, Sarajevo, str. 274.
3. Ibid., str. 278
4. E. N. Černjih, 1975, Ai — bunarskii mednai rudnik IV tisočletie do n. e. na Balkanah, Sovjetskaja arheologija, Moskva, str. 132 — 152.
5. M. Garašanin, 1950, Sekire sa otvorom za držalje u Umetničkom muzeju u Beogradu, Muzeji 5, Beograd, str. 99.
6. J. Nestor, 1935—36, Hache en cuivre a double tranchant, trouvée en Valachie, Dacia, V — VI, Bucurest, str. 136.
D. Popescu, 1944, Fruhe und mittlere Bronzezeit in Siebenburgen, Bucuresti, str. 25
D. Berciu, 1939, Arheologia preistoica a Olteniei, Craiova, str. 84.
7. F. Schubert, 1965, Zu den südosteuropäischen Kupferäxten, Germania 43/2, Frankfurt — Berlin, str. 277.
8. J. Nestor, 1941—44, Etudes sur l'exploitation prehistorique du cuivre en Roumanie, Dacia, IX — X, Bucurest, str. 174
9. B. Čović, 1976, Metalurška djelatnost vučedolske grupe u Bosni, Godišnjak, knjiga XIII, Centar za balkanološka ispitivanja — knj. 11, Sarajevo, str. 110.
10. M. Novotna, 1958, Medené nástroje a problem najstarejšej tažbi medi na Slovensku, Slovenska archeologia, VI — 2, Bratislava, str. 87.
11. E. A. Slater, J. A. Charles, 1970, Archaeological Classification by Metal Analysis, Antiquity, XLIV, No. 175, Cambridge, str. 210.
12. B. Čović, 1976, o. c., str. 105—113.
13. Radovi se navode kasnije uz opise pojedinih nalaza.
14. R. Schmidt, 1945, Die Burg Vučedol, Zagreb, str. 21—26.
P. i J. Korošec, 1969, Najdbe s kološčarskih naselbin pri Igu na Ljubljanskem Barju, Ljubljana, str. 20—21.
S. Dimitrijević, 1979, PJZ III, o. c., str. 296. i 315.
15. P. Tutundžić, 1948, Bakar u staroj i suvremenoj kulturi, Beograd, str. 14.
16. F. Tućan, 1957, Specijalna mineralogija, Zagreb, str. 89—91.
17. D. Antula, 1905, O bakarnim rudištima u atarima opštine Borske i Krivelj-ske, Rudarski glasnik, Beograd, str. 5.
19. V. Simić, 1951, Istorijski razvoj našeg rudarstva, Beograd, str. 279.
20. S. Janković, 1960, Ekonomska geologija I, Beograd str. 349.
21. V. Simić, o. c., str. 278.
22. Ibid., str. 198.
23. B. Jovanović, 1971, o. c., str. 17—21.
24. V. Simić, o. c., str. 281—282., sl. 99 i 100.
25. Ibid., str. 203.
26. F. Tućan, 1957, o. c., str. 35.
27. S. Junghans, E. Sangmeister, M. Schröder, 1968, Kupfer und Bronze in der früchen Metallzeit Europas, Band II, Teil 1—3 (Studien zu den Anfängen der Metallurgie) Berlin, Teil 3 (dalje SAM II/3)
28. F. Tućan, 1957, o. c., str. 90.
29. V. Uratarić, 1947, Rudarstvo, I, Zagreb, str. 21.
30. M. Kišpatić, 1901, Rude u Hrvatskoj, Rad JAZU, knj. 147, Zagreb, str. 34—39, 48, 70—72.
31. F. Katzer, 1924—25, Geologie Bosniens und der Hercegovina I, Sarajevo
O. Davies, 1937, Prehistoric Copper Mine at Jarmovac near Priboj na Limu, Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini, g. XLIX, sv. 1, Sarajevo

F. Tućan, 1938, Rudno blago Jugoslavije, Beograd
V. Simić, o. c.
F. Tućan, 1955, Mineralogija i geologija, Zagreb
F. Tućan, 1957, o. c.
M. Savić, 1957, Rudne bakarne pojave Čavke (Prnjavor — Bosna), Zapisnici Srpskog geološkog društva, Beograd
I. Jurković, 1959, Pojave živinog tetraedrita u području Gornjeg Vakufa, Rudarstvo i metalurgija 7, Beograd
I. Jurković, 1962, Rezultati naučnih istraživanja rudnih ležišta u NR Hrvatskoj Geološki vjesnik, 15/1, Zagreb
S. Grafenauer, 1965, Metalogenija i mineraloške karakteristike bakarnih pojava u Sloveniji, Referati VI savjetovanja geologa SFRJ, II, Ohrid
S. Janković, 1967, o. c., glava IX
S. Janković, 1967 A, Ležišta metaličnih mineralnih sirovina, Beograd
L. Marić, 1974, Minerali, stijene i rudna ležišta u našoj zemlji od prethistorije do danas, Zagreb
L. Đaković, 1980, Rudarstvo i topioničarstvo u Bosni i Hercegovini, Tuzla
32. B. Čović, 1961, Rezultati sondiranja u preistorijskom naselju u Gornjoj Tuzli, Glasnik Zemaljskog muzeja u Sarajevu, n. s. XV—XVI, Sarajevo
33. M. Garašanin, 1979, Centralnobalkanska zona, PJZ II, Sarajevo, str. 191.
34. B. Jovanović, 1971, o. c., str. 22.
35. M. Garašanin, 1979, o. c., str. 152.
36. V. Milojčić, 1949, Cronologie der jüngeren Steinzeit Mittel und Südosteuropas, Berlin, str. 70—81.
37. B. Jovanović, 1971, o. c., str. 23.
38. B. Ottaway, 1979, Analiza najranijih metalnih nalaza sa Gomolave, Rad vojvođanskih muzeja 25, Novi Sad, str. 55.
39. B. Brukner, 1980, Naselje vinčanske grupe na Gomolavi, Rad vojvođanskih muzeja 26, Novi Sad, str. 34 i sl. 17.
40. B. Jovanović, 1971, o. c., str. 18—19.
41. B. Ottaway, 1976, (iz B. Jovanović i B. Ottaway), Copper Mining and Metallurgy on the Vinča Group, Antiquity, vol. 1, No. 198, part two, str. 113.
42. B. Čović, 1961,o. c., str. 127.
43. G. Lazarovici, 1973, Tipologia şi cronologia culturii Vinča in Banat, Banatica II, str. 25—54.
44. N. Vlassa, 1976, Neoliticul Transilvaniei, Cluj — Napoca, str. 41.
45. E. N. Černjih, 1971, Metall — čelovek — vremja, Moskva, str. 10—11.
46. N. Vlassa, 1963, Chronology of the Neolithic in Transilvania in the Light of the Tartaria Settlement, Dacia, n. s., VII, Bucaresti, str. 485—494.
47. B. Jovanović, 1971, o. c., str. 25.
48. B. Stalio, 1973, Četvrti nalaz bakrenog i kamenog oruđa sa Pločnika kod Prokuplja, Zbornik radova Narodnog muzeja, VII, Beograd, str. 157—161.
49. SAM 2/3, 44—45, analize nr. 2113—2117 i 2119—2130.
50. E. Comşa, 1981, Consideration concernant l'utilisation du cuivre en Olténie a l'époque Néolithique, Dacia n. s. XXV, Bucarest, str. 337, Fig. 5.
51. J. Bouzek, 1979, Poznámky k počátkom metalurgie ve Stredni Europe, Archeologické rozhledy, XXXI—3, Praha, str. 258.
52. B. Stalio, 1973, o. c., str. 160.
53. J. Dombay, 1960, Die Siedlung und das Gräberfeld in Zengövarkony, Beiträge zur Kultur des Aeneolithikums in Ungarn, Budapest, str. 229.
54. F. Schubert, o. c., str. 277
55. E. Comşa, 1980, Die Kupferverwendung bei den Gemeinschaften der Cucuteni — kultur in Rumänien, Praehistorische Zeitschrift, Bd. 55, Heft 2, Berlin, str. 198.
56. S. Dimitrijević, 1979, Badenska kultura, PJZ III, str. 184.
57. N. Kalicz, 1963, Die Péceler (Badener) Kultur und Anatolien, Studia archaeologica II, Budapest, str. 21, 22, 36.

58. I. Bognar Kutzian, 1972, The Early Copper Age Tiszapolgar Culture in the Carpathian Basin, Archaeologia Hungarica, Budapest, str. 212.
59. S. Šiška, 1964, Pohrebisko Tiszapolgarskej kultúry v Tibave, Slovenska Archeologia, XII/2, Bratislava, str. 333.
60. I. Bognar Kutzian, 1972, o. c., str. 138.
61. I. Bognar Kutzian, 1963, The Copper Age Cemetery of Tiszapolgar — Basatanya, Archaelogia Hungarica XLII, Budapest, str. 208 i PL. CX
62. D. Berciu, 1961, Contribuţii la problemele neoliticului in Romania in lumina noilor cercetarii, Bucarest, str. 234—235., Fig. 71/1, 2.
63. SAM 2/3, str. 240., an. nr. 8624—8626, 8630, 8632, 8634.
64. E. Comşa, 1981, o. c., str. 334., Fig. 1.
SAM 2/3, str. 242, an. nr. 8672 i 8673.
65. N. Tasić, 1979, Bubanj — Salcuţa — Krivodol kompleks, PJZ III, str. 107.
66. V. Trbuhović — Lj. Vuković, 1967, O hronološkom odnosu lokaliteta ranog bronzanog doba u Negotinskoj krajini, Starinar, n. s. XVII, Beograd, str. 100., T. 8.
67. P. Roman, 1971, Strukturängerungen des Endängerungen des Endäneolithikums im Donau — Karpatenraum, Dacia, n. s. XV, Bucarest, str. 60., Abb. 17.
68. N. Tasić, 1979, o. c., str. 107.
69. E. Comşa, 1981, o. c., str. 335.
70. I. Bognar Kutzian, 1972, o. c., str. 200.
71. I. Bognar Kutzian, 1973, The Beginning and Position of the Copper Age, Actes du VIIIe Congrès International des Sciences prehistoriques et protohistoriques I, Beograd, str. 312
72. P. Patay, 1975, Die hochkupferzeitliche Bodrogkeresztur-Kultur, Bericht der Römisch-Germanischen Komission, Bd. 55, 1974, T. I, Berlin, str. 10.
73. P. Patay, 1976, A magjarhomorogi rézkori temeto, Különlenyomat a Déri Múzeum 1975, Évi évkönyvéböl, Debrecen, str. 194. i T. XVI
74. Ibid., str. 247—248.
75. P. Patay, 1975, o. c., str. 8 i T. 1
76. P. Patay, 1976, o. c., T. XIV, 6.
J. Hillebrand, 1929, Das Frühkupferzeitliche Gräberfeld von Pusztaistvánháza, Budapest, str. 31., T. IV
77. P. Patay, 1975, o. c., T. 4.
78. Ibid., str. 8.
79. S. Dimitrijević, 1979, PJZ III, o. c., str. 220.
80. N. Tasić, 1959, Praistorijsko naselje kod Dobanovaca i prilog proučavanju badenske grupe u Vojvodini, Starinar, n. s. IX—X (1958—1959), Beograd, str. 234.
81. SAM 2/3, str. 46, an. nr. 2176.
82. J. Banner, 1956, Die Péceler Kultur, Archaeologia Hungarica 35, Budapest, str. 111—121.
83. Ibid., str. 111.
84. R. Pittioni, 1954, Urgeschichte des Österreischischen Raumes, Wien, str. 324, Abb. 236.
85. K. Willvonseder, 1937, Zwei Grabfunde der Badener Kultur mit Metallbeigaben aus Niederösterreich, Wiener Prähistorische Zeitschrift 24, Wien, str. 15—28.
SAM 2/3, an. nr. 3730 i 3731.
86. V. Moucha, 1960, Prispevek k datovani velverského hrobu, Archeologicke rozhledi XII, Praha, str. 465—475.
87. N. Tasić, 1979, Kostolačka kultura, PJZ III, str. 258.
88. M. Guštin, 1976, Poročilo o izkopu kulturnih slojev v Levakovi jami, Arheološki vestnik 27, Ljubljana, str. 260.
89. S. Dimitrijević, 1979, Retz-Gajary kultura, PJZ III, str. 364.
90. M. Pichlerova, 1960, Eneolitické osídlenie vo Vradište, okres Skalica, Arheologicke rozhledy, XII/3, obr. 150, Praha, str. 431—433.
91. R. Pittioni, 1954, o. c., Abb. 157.
92. B. Stalio, 1973, o. c., str. 159.

93. I. Ecsedy, 1978, Die Funde der Spatkupferzeitlichen Boleraz-Gruppe von Lanycsok, Janus Pannonius Müzeum Évkönyve, 22, str. 168 i 182—193.
94. N. Tasić, 1959, o. c., str. 229.
95. S. Dimitrijević, 1966, Rezultati arheoloških iskopavanja na području vinkovačkog muzeja, Vinkovci, str. 7.
96. S. Dimitrijević, 1979, PJZ III, o. c., T. XXX i XXXII, Predmeti na slikama 2 i 4 s table XXXII pripadaju opisanoj jami 71 z.
97. B. Jovanović, 1971, o. c., str. 39. i 47.
98. M. Galić, T. Grgasović, L. Karbić, M. Komadina, S. Šetek, F. Tomić, V. Žura, 1979, Kalupljenje, II dio, Savez ljevača SR Hrvatske, Narodna tehnika Hrvatske, Zagreb, str. 199.
99. F. Fiala, 1896, Die prähistorische Ansiedlung auf dem Debelo brdo bei Sarajevo, Wissenschaftliche Mitteilungen aus Bosnien und Hercegovina, Sarajevo, Fig. 170.
100. P. Koščević, 1969, Građevna opeka, crijep i ostali opekarski proizvodi, Zagreb. str. 284.
101. Ibid., str. 269.
102. B. Kočovski, 1972, Teorija livarstva, Beograd, str. 186—187.
103. D. Berciu, 1939, Arheologia preistorica a Olteniei, Craiova, str. 84.
104. R. Schmidt, 1945, o. c., str. 21.
105. Ibid., T. 49, 1. i 2.
106. Ibid., str. 141, 142.
107. S. Dimitrijević, 1979, PJZ III, o. c., str. 296.
108. Ibid., str. 297.
109. B. Čović, 1976, o. c., T. I, II, III
110. B. Čović, 1978, Velika gradina u Varvari, I dio, Glasnik Zemaljskog muzeja u Sarajevu, sv. XXXII/1977, Sarajevo, T. XV
111. F. Fiala, 1896, o. c., Fig. 169, 170.
112. B. Čović, 1978, o. c., T. XV, 3.
113. P. i J. Korošec, 1969, o. c., T. 103, 104.
114. Ibid., T. 104, sl. 5.
115. N. Kalicz, 1969, Die Frühbronzezeit in Nordost Ungarn, Akadëmiai Kiadó, Archaeologia Hungarica, S. N. XLV, Budapest, str. 78, T. 10.
116. Prema usmenoj informaciji arheologa Gradskog muzeja u Vinkovcima I. Iskre Janošić.
117. R. Pittioni, o. c., str. 354, Abb. 251.
118. R. Schmidt, o. c., str. 22—23.
119. Ibid., Textbild 11/a, b.
120. A. Benac, 1959, Slavonska i ilirska kultura na prethistorijskoj gradini Zecovi kod Prijedora, Glasnik Zemaljskog muzeja u Sarajevu, n. s., XIV, Sarajevo, str. 15.
121. Ibid., str. 20.
122. Ibid., str. 22.
123. B. Čović, 1976, o. c., str. 106.
124. Ibid.
125. Ibid., str. 106—111.
B. Čović, 1978, o. c., T. XV, 6.
126. P. i J. Korošec, 1969, o. c., T. 104, sl. 10.
127. Ibid., T. 102, sl. 2, 4, 6—8.
128. Ibid., T. 102, sl. 2.
U ovom slučaju zdjelicom je rukovao »dešnjak«.
129. R. Pittioni, o. c., Abb. 157.
130. R. Schmidt, o. c., T. 49, sl. 2.
131. J. Brunšmid, 1902, Nahođaji bakrenog doba iz Hrvatske i Slavonije i susjednih zemalja, Vjesnik Hrvatskoga arheološkoga društva, N. S. VI, Zagreb, str. 39—41.
132. Ć. Truhelka, 1906, Bakreni nalaz iz Griče (Kotar Varcar Vakuf), Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini, XVIII, Sarajevo, str. 117—120.

133. Ć. Truhelka, 1907, Prethistorijski nalazi u Bosni i Hercegovini, Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini, XIX, Sarajevo, str. 60—61.
134. Ibid., str. 61.
135. Ibid., str. 61—62.
136. B. Čović, 1957, Nekoliko manjih preistorijskih nalaza iz BiH, Glasnik Zemaljskog muzeja u Sarajevu, n. s. XII, Sarajevo, str. 241—255.
137 D. Popović, 1969, Praistorijska topografija Sremske Mitrovice, Sremska Mitrovica, S. Mitrovica, sl. 1.
B. Jovanović, o. c., T. VI, sl. 4, 5, 6.
138. V. Mirosavljević, 1953, Nalazi iz pretpovijesnog doba u Sjevernoj Dalmaciji, Glasnik Zemaljskog muzeja u Sarajevu, n. s. VII, Sarajevo, str. 265—270.
I. Marović, 1953, Bakrene sjekire u prethistorijskoj zbirci Arheološkog muzeja u Splitu, Vjesnik za arheologiju i historiju dalmatinsku, LV, Split, str. 128.
139. S. Dimitrijević, 1979 A, Arheološka topografija i izbor arheoloških nalaza s vinkovačkog tla, Corolla memoriae Iosepho Brunšmid dicata, Vinkovci, str. 139.
140. D. Garašanin, 1954, Katalog metala, Narodni muzej, Beograd, str. 52.
141. Nađ — Nađ, 1964, Katalog arheološke zbirke dr Imre Freya, Sombor, str. 11., T. 1, 1—3.
142. B. Kitanoski, 1976, Nekolku preistorijski naodi od Prilep, Macedoniae Acta Arheologica 2, Skopje, str. 119—122, sl. 1
143. M. Garašanin, 1950, o. c., str. 92.
144. Ibid., str. 97.
D. Garašanin, o. c., str. 51.
145. F. Milleker, 1939, Vorgeschichte des Banats, Starinar XIV, Beograd, str. 134.
146. SAM 2/3, o. c., str. 42., an. nr. 2006.
147. I. Marović, o. c., str. 128.
148. F. Fiala, 1893, Prehistorička bakrena sprava, Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini, Sarajevo, str. 152.
149. V. Čurčić, 1907, Prethistorijski nalazi iz Bosne i Hercegovine, Glasnik Zemaljskog muzeja u Bosni i Hercegovini, Sarajevo, str. 204.
150. J. Brunšmid, 1902, o. c., str. 56.
151. Ibid.
152. Ibid., str. 57.
153. Ibid.
154. D. Garašanin, o. c., str. 51.
155. M. Garašanin, 1950. o. c., str. 98
156. Ibid., str. 97.
157. D. Garašanin, o. c., str. 51.
158. M. Garašanin, o. c., str. 98.
159. N. Tasić, 1958, Dve bakarne bojne sekire sa teritorija NR Srbije, Vesnik Vojnog muzeja V, Beograd, str. 194.
160. B. Jovanović, o. c., T. VII, 7.
161. M. Parović-Pešikan, V. Trbuhović, 1971, Iskopavanje tumula ranog bronzanog doba u Tivatskom polju, Starinar, n. s. XXII, Beograd, str. 134, T. IV, 10; T. V, 11.
162. V. Sanev, D. Simoska, B. Kitanoski, S. Saržoski, 1976, Praistorija vo Makedonija (katalog izložbe), Skopje, kat. br. 452 i 454
163. D. Garašanin, o. c., str. 52.
164. SAM 2/3, o. c., str. 112. i SAM 2/2, T. 26. nr. 4320
165. M. Bulat, 1962, Bakrene sjekire u Muzeju Slavonije, Osječki zbornik VIII, Osijek, str. 13.
166. A. Benac, 1954, Novi prehistorijski nalazi u Bosni i Hercegovini, Glasnik Zemaljskog muzeja u Sarajevu, n. s. IX, Sarajevo, str. 168.
167. I. Marović, o. c., str. 129, 130.
168. P. i J. Korošec, o. c., str. 105.
169. V. Mirosavljević, o. c., str. 265.
I. Marović, o. c., str. 128.

170. J. Brunšmid, o. c., str. 159.
171. M. Parović-Pešikan, 1979, Arheološka istraživanja u Boki Kotorskoj, Starinar, XXVIII — XXIX, 1977—78, Beograd, str. 20—21.
172. B. Čović, 1957, o. c., str. 246., bilješka 21.
173. M. Bulat, o. c., str. 9.
174. I. Marović, o. c., str. 130.
175. SAM 2/3
176. J. Brunšmid, o. c., str. 50, sl. 9.
177. L. Đaković, o. c., str. 16. i 60.
178. E. Comşa, 1980, o. c., Abb. 8. 12, 13, 14, 15.
179. J. Hillebrand, o. c., T. IV, 5.
180. E. Ruttkay, 1975, Über einige Fragen der Laibach-Vučedol Kultur, Arheološki vestnik XXIV, Ljubljana, T. 4, 3.
181. A. Benešova, 1956, Nález mědených předmětu na Starých Zámcich v Brné-Lišňe, Památky Archeologické, XLVII/2, Obr. 1/2.
182. A. Vulpe, 1970, Die Axte und Beile in Rumanien I, Prähistorische Bronzefunde IX/2, München, Taf. 65 B
183. Ibid., str. 30, Taf. 65 E
184. Ibid., str. 30, Taf. 65 C
185. M. Kišpatić, o. c., str. 35.
186. G. Childe, 1958, The Dawn of European Civilisation, New York, str. 224.
187. SAM 2/2, T. 64; SAM 2/3, an. nr. 9333
188. L. Bernabo Brea, 1955, A Bronze Age House at Poliochni (Lemnos), Proceedings of the Prehistoric Society 21, str. 144.
189. SAM 2/2, T. 27; SAM 2/3, str. 112.
190. A. Vulpe, o. c., str. 32, T. 5.
191. D. Garašanin, o. c., str. 51, T. 34. sl. 5.
192. N. Tasić, 1958, o. c., str. 194.
193. A. Vulpe, o. c., str. 11.
194. Ibid., T. 65 E
195. E. V. Hanzadjan, 1964, O metallurgii drevnobronzovoi epohi v Armenii, Sovetskaja arheologija, No. 2, Moskva, str. 93. Ris. 1. 1 i 3. 4
196. J. Deshayes, 1960, Les Outiles de bronze de l'Indus au Dunabe, I, II, Paris, T. 24—26.
197. A. A. Martirosjan, 1964, O periodizacii arheologičeskih pamjatnikov Armenii epohi bronzi i ranego železa, Sovetskaja arheologija, Moskva, Ris. 1.
198. A. Vulpe, o. c., str. 31—35, 39—41.
199. Ibid., str. 39.
200. Ibid., str. 13.
201. E. V. Hanzadjan, o. c., str. 97.
202. J. Deshayes, o. c., T. 18, 51, 52.
A. Parrot, 1970, Sumer, München, reljefni prikaz ratnika na sl. 163, 164, 171 A, i na »Kraljevskom standardu« iz Ura — vojnici u gornjem redu, na strani pločice koja predstavlja rat
203. H. H. Coghlan, 1975, Notes on the Prehistoric Metallurgy of Copper and Bronze in the Old World, Occasional Papers of Technology, 4/2, Oxford, str. 43.
204. I. Selimchanow, 1977, Zur Frage einer Kupfer-Arsen Zeit, Germania, 55/1—2, Mainz, str. 6.
205. M. Novotna, o. c., str. 87.
206. W. J. Lorenzen, 1965, Helgoland und des früheste Kupfer des Nordens, Ottendorf-Niederelbe, T. 1.
207. I. Selimchanow, o. c., str. 5.
208. S. Dimitrijević, 1979, o. c., str. 462, karta 6.
209. A. Vulpe, o. c., str. 41, T. 8
210. J. Deshayes, o. c., str. 83—86, T. 14, 15, 16.

OPIS TABLI

T. 1 — 3 Kalupi iz vučedolskog sloja u Vinkovcima

(Plates 1 — 3 Moulds from the Vučedol layer in Vinkovci)

T. 4 sl. 1 Vučedol
sl. 2—5 Sarvaš

T. 5 sl. 1—2 Zecovi (po B. Čović, 1976)
sl. 3—6 Debelo brdo (po B. Čović, 1976)

T. 6 sl. 1—7 Ljubljansko Barje
sl. 8 Domony (po N. Kalicz, 1968)
sl. 9 Salzburg-Rainberg (po R. Pittioni, 1954)

T. 7 sl. 1—2 Vučedol (po R. Schmidt, 1945)
sl. 3 Zecovi (po A. Benac, 1959)

T. 8 sl. 1—3 Zecovi (po B. Čović, 1976)
sl. 4—5 Debelo brdo (po B. Čović, 1976)
sl. 6 Varvara (po B. Čović, 1978)
sl. 7—8 Ljubljansko Barje (po P. i J. Korošec, 1969)

T. 9 sl. 1 Vučedol
sl. 2 Ljubljansko Barje
sl. 3 Sotin
sl. 4 Orolik
sl. 5—6 Kutjevo
sl. 7 Hrvatska — nepoznato nalazište
sl. 8 Bobota

T. 10 sl. 1 Brekinjska
sl. 2 Griča
sl. 3 Kozarac
sl. 4 Lohinja
sl. 5 Topolje

T. 11 sl. 1 Vranovići
sl. 2 Leget
sl. 3 Borinci

T. 12 sl. 1 Šarengrad
sl. 2 Bela Crkva
sl. 3 »Srednja Dalmacija«
sl. 4 Izbište
sl. 5 Vukovar — vinograd Vulić
sl. 6 Vukovar — Dobra voda
sl. 7 Poliochni
sl. 8 Batina

T. 13 sl. 1 Kosovača
sl. 2 Bočac
sl. 3 Lukovo
sl. 4 Osnić
sl. 5 nepoznato nalazište (N. m. Beograd)
sl. 6 Mala Gruda
sl. 7 Nova Pazova
sl. 8 Tumba (Kravari)
sl. 9 Prilep
sl. 10 Boljetin

T. 14 sl. 1 Petralona
sl. 2 Vădastra
sl. 3 Laznica
sl. 4 Deta
sl. 5 Brestovac
sl. 6 Kapova Jama
sl. 7 Phaskau
sl. 8 Petricani

T. 15 M. 1:1,5
sl. 1 Sotin
sl. 2—5 Vinkovci (ovako bi izgledali predmeti izliveni iz kalupa) (supposed shapes of the objects that could have been cast from the moulds)

T. 16 sl. 1 Ljubljansko Barje (po P. i J. Korošec, 1969)
sl. 2 Topolje
sl. 3 Lovas
sl. 4 Mala Gruda
sl. 5 Vinkovci

Crteže i table izradio Krešimir Rončević

Summary

METALLURGY OF THE VUČEDOL CULTURE COMPLEX

The beginnings of manufacture of metal objects in the Carpathian Basin undoubtedly fell in the Neolithic period.

The advanced civilizations of the Near and Middle East knew copper considerably earlier than other regions. Since its exploitation was limited to several copper deposits, they were easy to keep under military and political control. Those territories (primarily Asia Minor and the Asiatic regions oriented towards the Mediterranean) that were distant from known copper deposits but had early discovered its value, had to seek new deposits. For this reasons it seems that the need for new quantities of copper appeared in this area at a time when general technological knowledge had not advanced beyond the exclusive use of stone for tools and weapons in other regions.

This is the context in which we should view the Late Vinča copper mine known as Rudna Glava, as well as a deposit in Meči-Kladenec (Ai-bunar) near Stara Zagora.[4]

Only after its consolidation phase could the Vinča culture, by expanding into the regions of Eastern Serbia, of Western Serbia and Eastern Bosnia, and of Kosovo and Northern Macedonia, restore its knowledge of copper manufacturing because these very regions possess important copper deposits. We should also not neglect the fact that the Vinča culture spread into the Romanian Banat[43] and Transylvania[44]; this can only support the impression that this culture purposely occupied the major copper beds of the southern and eastern part of the Carpathian Basin. Such an expansion of the Vinča culture into the areas mentioned could hardly have happened by chance.

The map of copper deposits in the Near East shows that these are limited to Elam, Sinai and Cyprus, as well as the Caucausus.[45] The closest available other deposits to anyone who, for one reason or another, could not take advantage of the copper in this area were in the Balkans.

Close connections of the Vinča culture with the Near East are confirmed by the small plates with pictographs from Tartaria belonging to the time of Vinča B.[46]

We have to bear in mind that this was the time of exclusive exploitation of elementary, oxide or carbonate copper that could be found on the surface of deposits. Such deposits are exhausted quickly, so the collectors of such ore constantly seek new territories. This might have been what stimulated the expansion of the Vinča culture.

Gathering of oxide copper and even mining show clearly that the needs were considerable, but in the Vinča settlements this is not reflected in actual copper finds. Whether the copper extracted served mainly as an item for exchange with still unidentified connections in the South, remains only a hypothesis, but exchange with the North could have been based on finished products.

The end of the Neolithic and beginning of the Copper Age brought about marked polarizations in the Carpathian Basin, particularly in an economic sense. In the western regions marked by the continuous transition from the Vinča-Sopot-Lengyel substratum into the Lasinja culture as the economic, sociological and spiritual successor of the late Neolithic civilization, the change from the Neolithic to the Copper Age is less evident.

In the eastern regions of the Carpathian Basin the Tiszapolgar culture was formed, which is the most characteristic representative of the new economic developments: cattle-breeding (the basic economic activity) and, for that time, a great quantity of copper objects as a consequence of capital accumulation through a surplus of cattle.

There exists a noticeable difference between the eastern and south-western region of the Carpathian Basin in respect to the degree of continuity in the Neolithic — Copper Age transition. The Tiszapolgar culture was a result of the continuous development from the late Tisza or so-called Prototiszapolgar basis (Ceshalom-Herpaly-Gorza), but it still represents a marked jump as compared to this basis.

Tibava, the Lucsky group necropolis of the Tiszapolgar culture, stands out for its exceptionality, since due to its discovery we can speak about the advanced metallurgy within this culture.[59] Out of 41 excavated graves (four of which were burnt), Tibava yielded 9 copper hammer-axes, 9 golden pendants and 11 copper bracelets, either simple or spiral.

The importance of the changes that the discovery of the Tibava necropolis made in the evaluation of the Tiszapolgar culture's metallurgy is evident from the fact that all other stratified finds from this culture showed the use of copper wire which was also characteristic of the late Neolithic stratum.

The Bubanj-Salcuța-Krivodol complex in Eastern Serbia succeeded the late Vinča culture. This complex inherited the East Serbian regions rich in ore, which is reflected in the frequent finds of copper objects in its settlements.

The population of the Salcuța group was also exclusively oriented to cattle-breeding although some cave sites (Hotilor and Zlotska pećina) prove that a part of the group settled to the east of the Homolje Mountains, further east than Rudna Glava, took up predominantly copper metallurgy.

Penetrating to the West in the late Vinča period, the Salcuța culture could, directly or indirectly, have brought in a new technique in metalworking — casting. Directly, if it knew the process itself already, or indirectly, since being a capital-accumulative culture, it could, for the purpose of exchange, attract travelling artisans from the Near East where such a technique was already known and adopt the method from them soon afterward.

Observing the Salcuța and Tiszapolgar metallurgies leads to the impression that both of them adopted the casting technique themselves, although the Tiszapolgar culture, with the exception of its ore-rich Tibava region, could also have obtained copper objects in exchange for cattle-surpluses.

The Bodrogkeresztur culture inherited and continued the Tiszapolgar traditions but with respect to metal finds it also brought in an important innovation — the axe-adze, typical for the middle Copper Age.

In view of the numerous copper object finds in the Bodrogkeresztur culture it is hard to speak about any developed metallurgy in the Baden and Lasinja cultures. They both show only a minimum of metal, due to two basic reasons; these cultures lived outside the copper-exploitation area and their low-accumulative agricultural population could not get copper objects by exchange.

The Baden culture is somewhat richer in metal finds than the Lasinja one but it is far poorer in copper than the Tiszapolgar-Brodrogkeresztur and Bubanj-Salcuța-Krivodol complexes. The other cultural groups outside the Vučedol culture area either slightly precede it or run parallel to it, like the Kostolac culture or certain types of the Retz-Gajary culture. The Kostolac, like the Baden culture, seems to show no affinity to metal and all its copper finds are awls.[87]

The Retz-Gajary culture has significant metal only in its late phase, the Mondsee type, which also witnesses close connections with the late classical Vučedol culture — B_2 stage.

Before the appearence of the Vučedol culture the Carpathian Basin had already passed through these first three steps in copper working:

1) Cold working of elementary copper by hammering;
2) Realization that copper can be smelted and further formed by hammering;
3) Casting of copper in one-piece closed moulds by the lost-wax (»cire-perdue«) technique.

The finds related to the metallurgy of the Vučedol culture are not very numerous so far, but they have clearly defined its achievements. The moulds, furnaces and metallurgic equipment found in several sites from different stages of the Vučedol culture represent a solid basis for the reconstruction of the copper working process.

This was largely confirmed by the find from the hoard-pit (71z) of the late classical stage (B2) of the Vučedol culture originating from the Vinkovci — Tržnica site. In the pit there were found altogether four two-piece moulds for casting copper axes with cylindrical extensions for attaching the shaft, a part of a two-piece mould for casting copper wire, a one piece chisel-mould and a part of a mould of undefinable function, as well as two core inserts for the hole in the cylindrical extension for the shaft of a single-edge axe. These clay moulds were very massive which was doubtless a great drawback. Proper drying by natural means could have taken up to twenty days, which is a very long time.[100] The artisans probably tried to shorten this time and this caused many troubles, some of which, as we shall se, the artisan of the above mentioned moulds also had to face. An improper drying procedure results in barely visible cracks which are dangerous because they become evident only after baking i. e. at the very end of mould production.[101] That the two-piece mould shown in Plate 1 (figure 1) was used for casting can be seen from its worn inner walls and the amorphous shape of the mould cavity and its pouring opening. Why a mould becomes amorphous and loses its original shape after casting deserves a detailed answer. The moment a hot mass of molten copper (over 1000° C) enters the mould, it starts to contract due to a great difference between its temperature and that of the mould. The volume of the cast copper thus shrinks an average of 1.5%. This results in a great pressure acting from the walls toward the solidified metal, pulling pieces off the mould walls. If the walls were firmer than the metal itself, the pressure in the mould could demolish the cast object.[102] This, consequently, shows that the first casting damages the mould walls and renders the mould useless. This also means that a two-piece mould can only serve its purpose once.

It is generally considered that the early and middle Copper Age introduced to the Carpathian Basin the lost-wax casting technique which requires great effort for the production of each copper object.[102] For each cast object a wax prototype must be made. The late Copper Age introduced a new technique having many advantages over the former one — the two-piece mould technique.

We have shown that a single clay mould does not permit a mass production of copper objects since only one object can be cast from one mould. However, by means of a single prototype hundreds of moulds can be manufactured at the same time. This leads to the conclusion that the late Copper Age brought mass production of two-piece moulds and thus, indirectly, a mass production of copper objects.

Such clay moulds were often damaged in the process of drying and baking, so the craftsman would for the case of damage make several identical moulds. Out of them he would choose the best specimens for the casting, i. e. those from which a particural object could be cast without requiring much additional polishing.

Figure 2 shows all the mould finds from the Vučedol culture sites. (Two-piece moulds are marked by dark squares.) The moulds found at the sites range from the early classical (B1) to the late (C) stage. Velika Gradina in Varvara is also known for metallurgical activity but it is not included in this survey because only small mould fragments of undefinable purpose have been found.

If we take into consideration the finds of multifunctional moulds we shall notice that the majority of them, almost 50% of all one-piece moulds, come from Ljubljansko Barje. Setting aside the unique find of such a mould from the classical stage of the Vučedol culture, which at the same time served as a prototype, it can be said that Ljubljansko Barje developed the idea of these moulds as a technical innovation since the same mould could now have been used two or more times. These very moulds may represent the later phase of the site — Ljubljansko Barje II.

Even at first sight it can be said that the moulds of the late Vučedol culture differ considerably from the earlier ones coming from its classical stage, not in their purpose but their dimensions. The walls of the later ones are much thinner and their outer shape tends to follow the real shape of the cast object. This proves that in the latest phase of the Vučedol culture the moulders became aware of the drawbacks caused by massive moulds. A mould having thinner walls dried much more quickly and the danger of surface cracking was reduced. The decrease of mould mass hastened the whole pre-casting procedure. This conclusion is supported by several other cylindrical-extension axe moulds from the later period of the Vučedol culture, as well as from the early Bronze Age (Debelo Brdo, Ljubljansko Barje, Domony, Salzburg-Rainberg, the Vinkovci culture layer at the »Zvijezda« site in Vinkovci).

According to the existing finds from the Vučedol culture complex almost the whole process of copper casting at the time of the late Copper Age could be reconstructed. It can be stated that in the classical and late period of the Vučedol culture the casting craft undoubtedly existed in its settlements. Two types of furnaces with a cupola from the »Gradac-Vučedol« site:

a) with hemispherical bottom (for ore smelting)
b) with flat bottom (»frying pan«) (for copper casting)

speak in favour of the idea that in these settlements a more complex process took place than mere casting from ready-made ingots. The ore was obviously taken to the settlements and their central parts became manufacturing centres in which the ore was processed into the final product.

The metallurgical work at the hillfort Zecovi presumably took place on open hearths while at Vučedol the same process was conducted exclusively in furnaces.

Why did the classical phase of the Vučedol culture use furnaces, even two different types, while later stage managed to carry out all the necessary processes on hearths?

The realization that a great concentration of heat need not necessarily be ensured by closing the fire-place but also by more complete burning of the fuel by adding greater quantities of oxygen, led to abandoning of the cupola but, on the other hand, either blow-pipes or a bellows were required.

Also important for a complete picture of the late Vučedol culture copper working processes are the finds of ceramic ends for blow-pipes: Zecovi (3 specimens), Debelo Brdo (2), Velika Gradina in Varvara (1) and Ljubljansko Barje (1). These clay objects were fitted to pipes made of organic matter, probably reed or elder.

The finds of parts of five melting crucibles from Ljubljansko Barje[27] also contribute to our knowledge of the casting craft of the time. The crucibles were reinforced by sticking on clay strips which added to their solidity but did not make the walls much thicker. They had a tubular projection into which a handle could have been inserted.

The period prior to the late Copper Age most probably did not know ingots. Copper ingots as semi-finished products resulted from a need for easier transport at a time of greater demand for metal. They could be produced by the miner himself or someone from his surroundings, not necessarily by the moulder.

Since before the Vučedol culture there had been no mass production of copper objects or greater quantities of copper, there had also been no need for the small quantities of ore employed to be worked in two different places, first into an ingot and later into a final product.

The first large hoards appeared at the time and in the areas of the Vučedol culture. A hoard from Brekinjska, containing almost fifty kilogrammes of copper mainly in the shape of finished objects, can serve as an example. Such a hoard

implied really great quantities of ore which were not easy to transport from the ore deposit to the Slavonian and Syrmian region of the classical Vučedol culture.

Two-piece moulds brought about a revolution in metallurgy and the need for ore became so great that it became complicated to transport it to distant workshops. We might say that ingots did not exist yet because in none of the ore-rich regions closest to the Vučedol culture was there a population with such metallurgic knowledge or with similar needs for copper. Due to the general demand for copper ore that could not be satisfied from the existing sources, a part of the population moved to the territories rich in ore which thus became the scene of the latest C phase of the Vučedol culture. Only this population was at the stage at which it could develop the idea of ingots.

Two-piece moulds assumed a great quantity of metal, but it took a revolution in mining to produce it. Such a revolution actually took place.

The new technique of casting in two-piece moulds resulted, among other things, in a new type of tool-weapon — an axe with a single blade and a cylindrical extension for the shaft. Many such axes have been found on the Vučedol culture territory in Yugoslavia, either in hoards or as individual finds. Particularly interesting are hoards containing, apart from numerous axes of this type, also another axe-type, fan-shaped flat axe. Vučedol area axe hoards are: Brekinjska (45—50 specimens), Griča (35) Kozarac (9), Lohinja (2), Vranovići (16), Topolje (4), Leget (3), and Borinci (40). In seven hoards, out of eight, cylindrical etension axes were found, while five hoards contained fan-shaped flat axes. Numerous finds of the fan-shaped axes are very remarkable since no mould for such an axe has been found either in the Vučedol culture sites or any others. Even more interesting is the fact that the axes from the Borinci hoard were cast in two-piece moulds, while those from the three Bosnian locations were cast in one-piece moulds. As the Borinci Vučedol settlement belonged to its early classical period, stage B1, and the remaining three Bosnian hoards come from the late Vučedol culture (stage C) an interesting conclusion suggests itself, that the oldest fan-shaped axes were cast in two-piece moulds and the younger ones by a simpler procedure, in one-piece moulds. This, further, leads to the conclusion that the fan-shaped axe in its early history served as a tool and later, with the development of the Vučedol metallurgy, it might have acquired the function of a proto-ingot.

Another interesting detail in connection with the hoards mentioned is that along with the cylindrical extension axes they contain only fan-shaped axes and never chisels or flat trapezoidal axes that are considered to have been tools. On the other hand the hoards from Fajsz, Brno-Lišen, Ostrovul Corbului[183] and Corbasca[184] along with the axes also contain flat trapezoidal axes or chisels. These hoards lie outside of the Vučedol cultural complex population, except for the Brno-Lišen hoard whose pottery manifests elements of the late Vučedol culture.

Axes with the cylindrical extension for the shaft always appear, with the exception of Brekinjska, in two or more variants, as was the case with the different mould finds in Vinkovci. Variations within the same axe-type suggest that the founder adapted to the taste of his customers and offered them a choice.

Individual finds of single-blade axes with the cylindrical extension for the shaft are recorded in several places in Yugoslavia, but, interestingly enough, there are no such finds, so far, over a large area south from Kruševac all the way to Prilep.[142]

Axes with the cylindrical extension are the most numerous group of finds studied in this work. As we have stated earlier, there exist two mould-types for casting such axes: a massive mould from the classical (B) stage and a thinner one from the late (C) stage of the Vučedol culture. At the same time, these moulds indicate certain differences in the shape of the axes. The Vinkovci moulds have a markedly convex upper part of the axe, while the later moulds (Debelo brdo, Ljubljansko Barje, Domony /Pit B_2/, Salzburg-Rainberg) have flat upper parts, from the cylindrical extension up to the edge of the blade.

In the area of the classical Vučedol culture only copper from oxide ore can be found. In the territory of its late stage metal appears both from oxide and sulphide ore. Along with antimony the sulphide-ore copper usully contains lead and even more often bismuth (in small quantities), nickel and in several instances also arsenic. The composition of this copper indicates the exploitation of antimony tetrahedrite deposits. Another important characteristic of both oxide and sulphide ore used in Vučedol culture copper manufacturing is the regular presence of silver. If we accept this as a rule, some very thin flat axes from the eastern part of Slavonia (XIV, XV, XVII) as well as a specimen from Vukovar (II), without silver but containing some other constituents (arsenic, zinc and iron), should be considered imports. The same holds for another Vukovar axe (III) containing only silver and arsenic. The Baniabic-type finds should also be attributed to foreign provenance. All these examples were found along the Danube: Vukovar (2), Šarengrad (2), Sotin (1), Bobota (1), within the boundaries of the classical Vučedol culture. These objects were made out of sulphide ore, most probably of arsenic tetrahedrite origin (tennantite), and might also be assigned to the time of the late Vučedol culture, although they are from deposits where arsenic replaced antimony. The axes from Brestovac and Deta also belong to this group. The manufacture in which all these objects were produced can be placed to the east of the Vučedol culture area.

The individual finds from the Vučedol culture territory mainly agree with the specimens mentioned above.

As we have already mentioned, in the area of the classical Vučedol culture only oxide ore was used, while the late stage employs both oxide and sulphide ores (antimony tetrahedrite being the most widely used sulphide ore). In other words, it can be concluded that the Vučedol culture not only used sulphide copper for the first time but also spread its use on the territory of Yugoslavia. Let us recall the advantages brought about by the introduction of this ore. The oxide copper ore is actually only a thin film over large deposits of sulphide copper containing the absolutely greatest quantities of copper. Nowadays, the only economically justifiable exploitation of copper is from the sulphide deposits.

The use of two-piece moulds and the consequent mass production of copper objects, as it was already pointed out, compelled metallurgists to obtain considerable quantities of copper and to look for new rich mines in order to satisfy the needs of production. Since rather small and unstable quantities of oxide ore could not meet their requirements, the suppliers of the raw material had to turn to new technology. Not until the introduction of sulphide ore did the development of true mining begin.

However, sulphide ore is not so rich in copper as oxide ore, and certainly new procedures are necessary to free the copper of superfluous censtituents, both metals and nonmetals. To get copper out of tetrahedrite, for example, it must be freed from sulphur, antimony and sometimes bismuth, as well as lead and zinc which can appear as mechanical admixtures.

To extract copper from oxide ore it was sufficient to place it in a closed cupola furnace with a round bottom and heat it with caloric fuel (e. g. charcoal) up to a certain temperature. In the furnace the oxygen separates from the ore and molten copper settles on the bottom of the furnace. In another type of furnace the copper was probably smelted in a crucible and afterwards poured into moulds. A flux was also added; in this case limestone. A furnace for the second procedure was flat-bottomed because the molten copper stayed in the crucible. The smelting furnace for oxide ore had to be closed so that the oxygen could, by the process of reduction, be separated from the ore to join with carbon into carbon dioxide.

The sulphide ore demands a different process. In order to free copper from sulphur, antimony, and sometimes lead, the smelting furnace cannot be closed. In the processs of heating oxygen must be added to the ore. At a teperature of 700° C sulphur, antimony or arsenic, and bismuth boil and join with oxygen to form oxides (e. g. sulphur dioxide etc.). To make the process more successful a jet of

oxygen is added at this moment. The result is first copper matte and afterwards pure copper used for casting.

Exactly such processes were used in the Vučedol culture. In the classical Vučedol stage we encounter two types of cupola-furnaces: one for smelting the ore (outside of buildings) and another for melting copper. In the bottom of the furnace there was limestone which could have served as a flux.

It is interesting that the oxide ore was smelted at a site very distant from the deposit of the ore itself. This can be explained by the fact that this kind of ore is mostly copper by weight and so it could have been taken to Vučedol and processed.

The late stage used sulphide ore — tetrahedrite. No cupola-furnaces have been found from this period, but at the hillfort Zecovi there existed an open furnace and three ceramic ends for a blow-pipe or bellows have been found in its vicinity. Some were also found at Debelo Brdo (2), Velika Gradina in Varvara (1), and Ljubljansko Barje (1), proving metallurgical activities in these locations. The metallurgists now needed much more ore to extract the same quantity of copper, but fortunately the deposits of ore were situated nearby. The use of sulphide copper proves itself as a revolutionary innovation. The impurities remaining in the copper only show the smelters' inabilitiy to get rid of them; they were certainly not consciously added to improve the quality of the copper. These ingredients did actually improve the quality but the improvement was merely accidental because entirely pure copper can be achieved only by electrolysis.

Having realized that the impure copper possessed better qualities (mouldability and hardness), the coppersmiths later used various tricks in order to keep greater amounts of certain secondary metals (arsenic, antimony) which would otherwise, by natural processes, separate from copper as soon as a temperature of 700° C was reached. This advance led to the Bronze Age when tin began to be intentionally added to copper. The late stage of the Vučedol culture occupied the ore deposits and settled there.

To tell how copper axes with a single edge and a cylindrical extension got into the Vučedol culture, we must necessarily consider an area much larger than the territory of the Vučedol culture complex itself. In the classical Vučedol stage, which is relatively best known, we find both copper objects and clay moulds. How did a culture that in its classical stage lived outside ore-bearing regions, except for the copper deposits at Vrdnik on Fruška gora, attain such metallurgical experience?[185]

It can be presumed that the shape of the axe comes along with the metallurgical experience. In terms of time these axes belong to the late Copper Age and were not known to the cultures immediately preceding this one, not even to the Retz-Gajary culture with its considerable metallurgical activity. The north-western territory also does not know this axe-type, with the exception of a mould from Salzburg-Rainberg originating from the early East Alpine Bronze Age which was most probably a reflection of the Vučedol impulses. Nor did the Glockenbecher culture[186] use battle-axes but only daggers which were reflected in the later central European exclusive use in the form of a dagger on a shaft.

Southern (Aegean) influences can often be noticed in the Vučedol culture, but axes of the type mentioned seem to be very rare both in the continental and insular parts of Greece. However, two hoards must be mentioned: Petralona (Chalkidiki)[187] and Poliochni (Lemnos).[188] Alongside with 18 very similar flat-axes, the Petralona hoard contains four axes with the cylindrical extension for the shaft. The spectral analysis of one axe (No. 9333) can be said to represent a standard of the whole hoard:

Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi
traces	0.53	1.6	0.08	0.07	0.46	0.24

The content of arsenic in other specimens ranges up to 3.4%, while one has as much as 0.64% tin. Due to the presence of a small amount of tin in this ore it is so far impossible to determine its origin. The shape of this axe with its long

and squarely cut off extension, reminds us strongly of the Vinkovci moulds, but the axe is closer to the younger types flat in shape, than to the older, convex ones. The axe distinguishes itself, nevertheless by one basic difference; in its upper part the cutting edge is slightly widened and fan-shaped. Such slight fan-shaped widenings are also found in two Vučedol axes which, according to the spectral analyses of their composition, do not belong to Vučedol copper. In shape and composition the axes from Petralona resemble one from Vádastra in Romania (An. no. 8683):

Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi
0.79	0.28	1.02	traces	0.081	0.14	0.022

The Vádastra axe belongs to the »Izvoarele« axe-type, according to A. Vulpe[189], and an axe from Laznica[190], with the following composition (An. no. 2087):

Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi	Fe
traces	0	0	0	0.064	0	0	0.031

may also be attributed to the same type. The same holds for an axe from Prilep which can be assigned to its older stage.

The great resemblance of the axes from Romania (Izvoarele type) to those from the Petralona hoard, both in shape and composition, suggests the same artisans and the same ore sources. Judging by frequency of finds of this and similar types of axes in Romania, this type of axe would have reached Greece as an import from the North. The axe from the Poliochni hoard is most similar in shape to an axe from Batina[191] with the following composition:

Sn	Pb	As	Sb	Ag	Ni	Bi
1	0,02	0.77	1.15	0.57	0.01	0.051

Apart from the axe, the hoard also contained several daggers with and without central rib and some slightly trapezoidal flat axes. We can support the suggestion of importation from the North by the fact that the typologically younger Poliochni specimen comes from an area which lies even more to the South-East, where the northern influence could only have arrived later. In that way the only possibility left is to suppose that the Vučedol axe-type was affected by influences from the East, but the axes from Romania, as we have seen, contain a percentage of tin. In such small amounts tin can only be an ingredient of ore, but some axes from the same region (e. g. Baniabic) contain no tin at all.

The moulds from Vinkovci and the axe from Sotin go together and belong to the classical Vučedol culture. They represent the typologically oldest specimens. This type of axe, which N. Tasić calls a »battle axe«[192], expanded from this area throughout the Vučedol culture complex while the youngest types can be found outside this area.

This type of axe with a cylindrical extension for the shaft can, thus, be called the Vučedol battle-axe.

The appearance of single-bladed axes can be placed within the late Copper Age. They can generally be classified into two types:

a) axes without the cylindrical extension for the shaft
b) axes with the cylindrical extension for the shaft.

Garašanin's type of axe without the cylindrical extension, which he called »Baniabic«, would encompass several of Vulpe's axe-types[193]:

the Baniabic type,
the Fajsz type,
the Corbasca type.

Hoard I from Ostrovul Corbului mixes Fajsz and Corbasca types, so that we can speak of the relatedness or at least partial contemporaneity of these two types, while A. Vulpe supported the previously expressed hypothesis of the connection of the Baniabic and Fajsz types with the Tskarskaia type of axe originating from the North Caucasian region.[192]

Specimens of the two types have been found in Yugoslavia:
the Baniabic type — Bela Crkva (1);
the Corbasca type — Šarengrad (2), Izbište (1), Central Dalmatia (1).

As was stressed earlier on, this kind of axe with the exception of the one from Central Dalmatia, is usually connected with the north-eastern part of Yugoslavia, the Danube being the west boundary.

To find the origins of this type we must, undoubtedly, look towards the greater Caucasian area which abounds in these shapes. A clay mould of this type was found there, too, in a kurgan in Garna.[195] Apart from the finds of this type of axe, an even more frequent type is the one with the cylindrical extension but always with its upper part cut off slanting (Plate 14, figure 7, the axe from Phaskau).[196] Our finds from Brestovac, Kapova Jama, as well as those from Deta (Romania), correspond directly to this type of axe. The Kapova Jama axe has a circular shaft end very similar to the find from Adiaman, Armenia.[197]

This similarity among axes on such a big stretch from the Caucasus to South-East Europe can be explained by the general movement of Indo-Europeans towards the West.

We have already mentioned that the analyses of an axe from Brestovac and two from Vukovar (both show the general tendency to be cut off at a slant in the upper part of the cylindrical extension) do not correspond to the composition of other axes found west of the Danube. The very thin flat axes from Sotin, Oriolik, Kutjevo and Bobota, of a sort found neither at the localities of the Vučedol culture nor in the Brekinjska, Leget, Griča, Kozarac, Vranovići, Topolje and Borinci hoards, can on the basis of their composition be grouped together with the axes mentioned above. These flat axes, together with those from Brestovac, Vukovar, Šarengrad etc., make up a group of copper objects in which arsenic appears.

A second group in which arsenic appears only in minute quantities consists of axes, daggers, fan-shaped axes, flat axes and awls found in the areas of Bosnia, Slavonia, Dalmatia and Slovenia (Ljubljansko Barje). The most frequent additional element in this group is antimony but pure copper axes also occur. The most numerous axes are those with a single blade and the cylindrical extension. They appear to the East as far as Oltenia. A. Vulpe groups them into three types[198]:

1. Dumbravioara
2. Izvoarele
3. Kozarac.

The Kozarac type, in Vulpe's grouping does not at all correspond in shape to the find of the mould from Pecica (layer XIII) which was responsible for his dating the whole type too low.[199] Vulpe had placed the Fajsz, Corbasca and Dumbravioara types in the horizon of the Baniabic type and attributed them to the early Bronze Age in Romania.[200]

We can very easily identify the Dumbravioara type with our younger axe-type, those with flat upper parts, as in the finds from Lukovo, some smaller specimens from Griča and Kozarac, the finds from Mala Gruda, Topolje and those from Boljetin.

If we take Vulpe's hypothesis as a basis, the conclusion would be that the older single-blade axe shape which appeared within the classical stage of the Vučedol culture is the oldest type of single-bladed axe in South-East Europe. This also implies that those axes from the Vučedol culture appeared somewhat earlier than

the Indo-European migration onslaught brought the other type — the one without a cylindrical extension.

It still remains an open question what the origins of the Vučedol culture's axe with a cylindrical extension are. E. V. Hanzadjan has probably given the best answer: »The analysis of the finds from Armenia and Georgia confirm their domestic origin regardless of the fact that their prototypes were also known in Sumer«.[201]

The finds from Mesopotamia, particularly from Elam (today Luristan)[202], seem, on the basis of their numerous analogies, to have been the distant instigators of the battle-axe idea in the Vučedol culture, naturally with the help of travelling artisans as intermediaries.

The analysis of the development of metallurgy in the Carpathian Basin in the Copper Age has revealed several stages which had by the time of the late Copper Age resulted in two basic facts:

1) the use of oxide or elementary copper;
2) the technique of »lost-wax casting«.

The oxide ore could have sufficed quantitatively for the needs of this technique because for each new object a wax prototype had to be made and covered with clay. The clay was dried, than baked (during which the wax melted and ran out), thus yielding a mould which would serve for only one casting. The mould had to be broken in order to release the object inside it.

The other objects (awls, needles) could have been made by forging. Not until the late Copper Age do we get the technique of casting in two-piece moulds which were made by pressing the finished metal object directly into clay. Both pieces were dried and baked, again yielding a mould intended for a single usage. However, by this technique a single prototype could produce a series of identical moulds and thus a whole series of identical metal objects. However, such mass-production could not have been kept going only by accidental finds of elementary or oxide copper; it required greater quantities of the metal.

H. Coghlan's[203] and I. Selimkhanov's[204], and even earlier M. Novotna's[205] opinion that between the time of using pure copper and using copper with tin (bronze) there exists a transitional period (arsenic copper or arsenic bronze), should be strongly supported. However, these terms disregard some other elements which appear parallel with arsenic, such as antimony, lead, silver, nickel, bismuth and at times even zinc and iron. Complex ores of this kind should above all be classified as sulphide copper compounds. It is most frequently arsenic that appears in the highest percentage in this ore, but in some regions it is completely absent from the ore and, consequently, from the metal and is totally replaced by antimony and lead. Ore of this kind can be found in the north-west and west parts of Yugoslavia.

Althought »arsenic copper« indicates the time immediately preceding the Bronze Age, due to its absence in some regions it would be far more accurate to call this period a time of »sulphide copper«. Arsenic is a natural component of sulphide copper just like antimony, bismuth etc. and cannot be separated from the ore except by electrolysis, a technique that has only appeared recently. The presence of arsenic or antimony in copper enriches it with new qualities and it did not take long for metallurgists to realize that it was very beneficial to keep them in the ore and not allow them to evaporate with the sulphur. The sulphide ore must undergo a process of reduction in which sulphur is removed by a jet of oxygen, together with other elements which sublime at temperatures below 700° C. The boiling point of sulphur is 450° C. It seems that metallurgists in some areas realized that obligatory process of roasting sulphide ore need not necessarilly expel the greatest portion of arsenic, as long as the temperature was higher than 450° C and lower than 700° C. Such copper in which a greater amount of arsenic was to be kept, had to be smelted in closed furnaces with reduced access of oxygen in

order to prevent the arsenic as it sublimed (since the temperatures exceeded 1000° C) from combining with other gases.[206] Such a process of smelting ore was probably used in the Caucasus where some objects contain up to 19% of arsenic.[207]

South-East Europe was not familiar with this technique and the sulphide ore was roasted at higher temperature, probably over 700° C, so that most of the arsenic or antimony evaporated, combined with oxygen, and disappeared from the metal. Greater percentages of lead (e. g. 10% in the axe from Deta) were retained, since lead was an admixture, not an integral part of the sulphide ore, and also since its sublimation temperature is very high (1750° C). The sulhpide ore that was used belongs to arsenic and antimony tetrahedrites.

The Vučedol culture is an outstanding representative of the late Copper Age, but also an indisputable successor of the metallurgical processes initiated in the Carpathian Basin by the Vinča culture. The economic power of the Vučedol culture in its classical period, based on cattle-breeding and hunting, conditioned a greater need of metal. The processing of metal started soon afterwards, which can be confirmed by the find of a »Copper-casters' megaron«[104] from Vučedol. Numerous mould finds (Vučedol, Sarvaš, Vinkovci) testify to the growing need for copper ore. Since the oxide ore was not sufficient for their needs, the Vučedol matallurgists turned to the copper deposits of Bosnia, West Serbia and Slovenia. They switched to the exploitation of sulphide ore (tertrahedrites) but, naturally, the oxide ore continued to be used. (We should not neglect the fact that a piece of elementary copper, weighing over 130 kilogrammes, was found in Western Serbia at the end of the nineteenth century.)

Sulphide ore contains, high amount of vaste material and cannot, therefore, be transported to distant sites. Metallurgical manufactures moved, consequently, to the ore sources and further developed into significant settlements of the late Vučedol culture (Ljubljansko Barje, Zecovi, Alihodže, Debelo brdo, Varvara, Velika Gradina, Đurđevo, Jasik).[208] Apart from standard copper objects (awls, chisels, trapezoidal flat axes) some less frequent artefacts (knives and daggers with a reinforced central rib) also appear in the late Copper Age. Fan-shaped flat axes are quite unknown in the Copper Age. They appear already in the classical stage of the Vučedol culture cast in two-piece moulds (Borinci), and by their original shape prove the autonomous development of Vučedol metallurgy.

Axes with a single blade and a cylindrical extension represent the oldest specimens of this axe-type in an area much larger than the Carpathian Basis itself.

Within the culture two types can be distinguished:

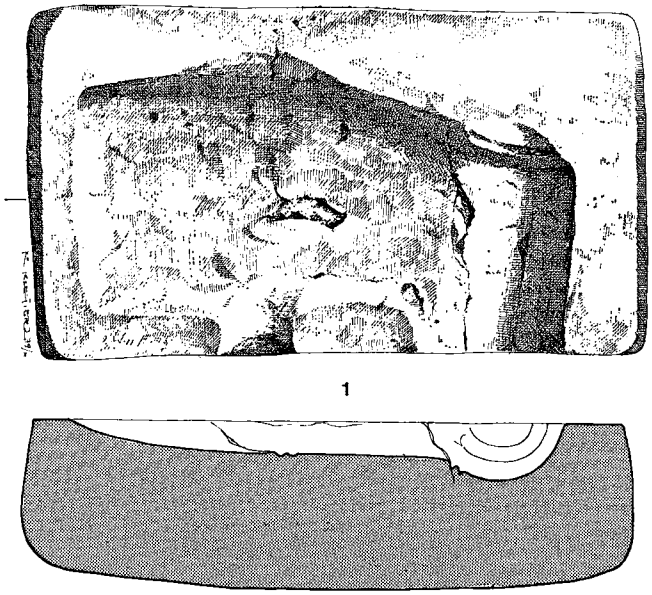
1) the older, with a convex upper part of the axe and
2) the younger, with a flat upper part.

The development of this type of axe can be traced from Vinkovci moulds and the Sotin axe to the Salzburg-Rainberg mould and the axe in the Mala Gruda tumulus. On the basis of this last axe, placed in a grave as a status-symbol, we would be justified in calling them the Vučedol battle-axes. To the east of the Vučedol culture area, Vulpe's Izvoarele axe-type is observed, which could represent a continuation of the development of the Vučedol battle-axe. The South-East Romania — East Serbia — Chalkidiki (Petralona) route became more frequented and made possible Mycenaean influence in the Carpathian Basin.

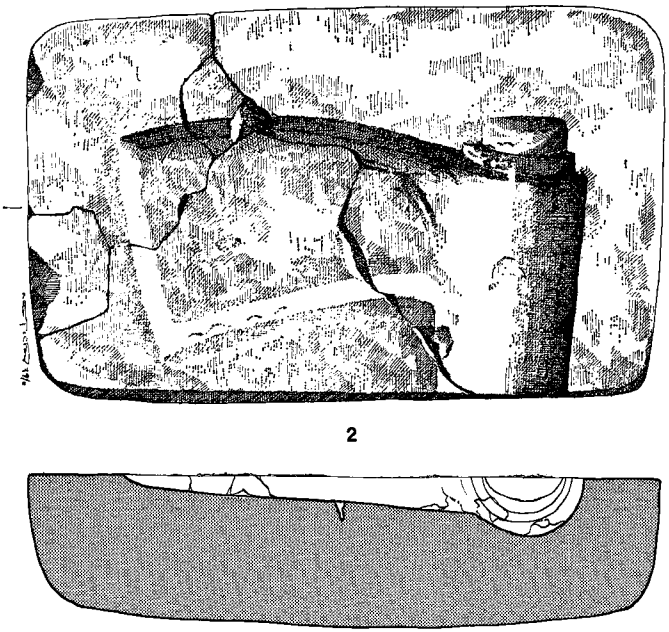
The Brekinjska, Griča and Kozarac hoards show the popularity of such battle-axes, which would imply a hunting and military orientation of the Vučedol population. Jewelry is very rare in this complex and only two bracelets from Ljubljansko Barje are known.

The organization of society is best illustrated by the offerings in the above mentioned grave of a person of high rank in Mala Gruda, since the axe and the dagger found there prove the existence of military aristocracy.

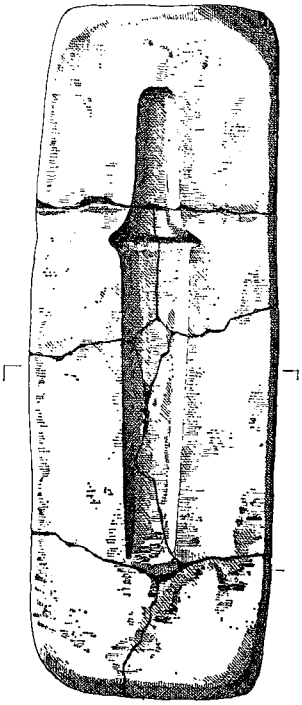
The finds of Garašanin's Baniabic axe-type, as well as the very thin flat square axes, suggest, on the basis of their composition, closer connections with Romania. The same holds for the axe from Brestovac which could be attributed to the Darabani type.[209] Close analogies of the Romanian axe-types with axes from the Caucasus and the Ukraine[210] are most probably due to Indo-European expansion into the Carpathian Basin. These influences were also visible at the very end of the late Copper Age on the right bank of the Danube, an area which still belonged to the late Vučedol culture, and could be noticed up to the eastern part of the Požega hills (Kutjevo). Whether they caused the shifting of the Vučedol culture towards the West and South or whether this was a result of new economic factors — a turn towards metallurgy, are questions still waiting to be answered.



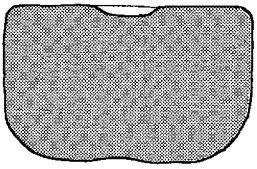
1

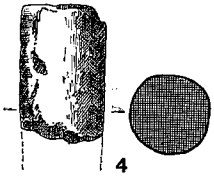


2

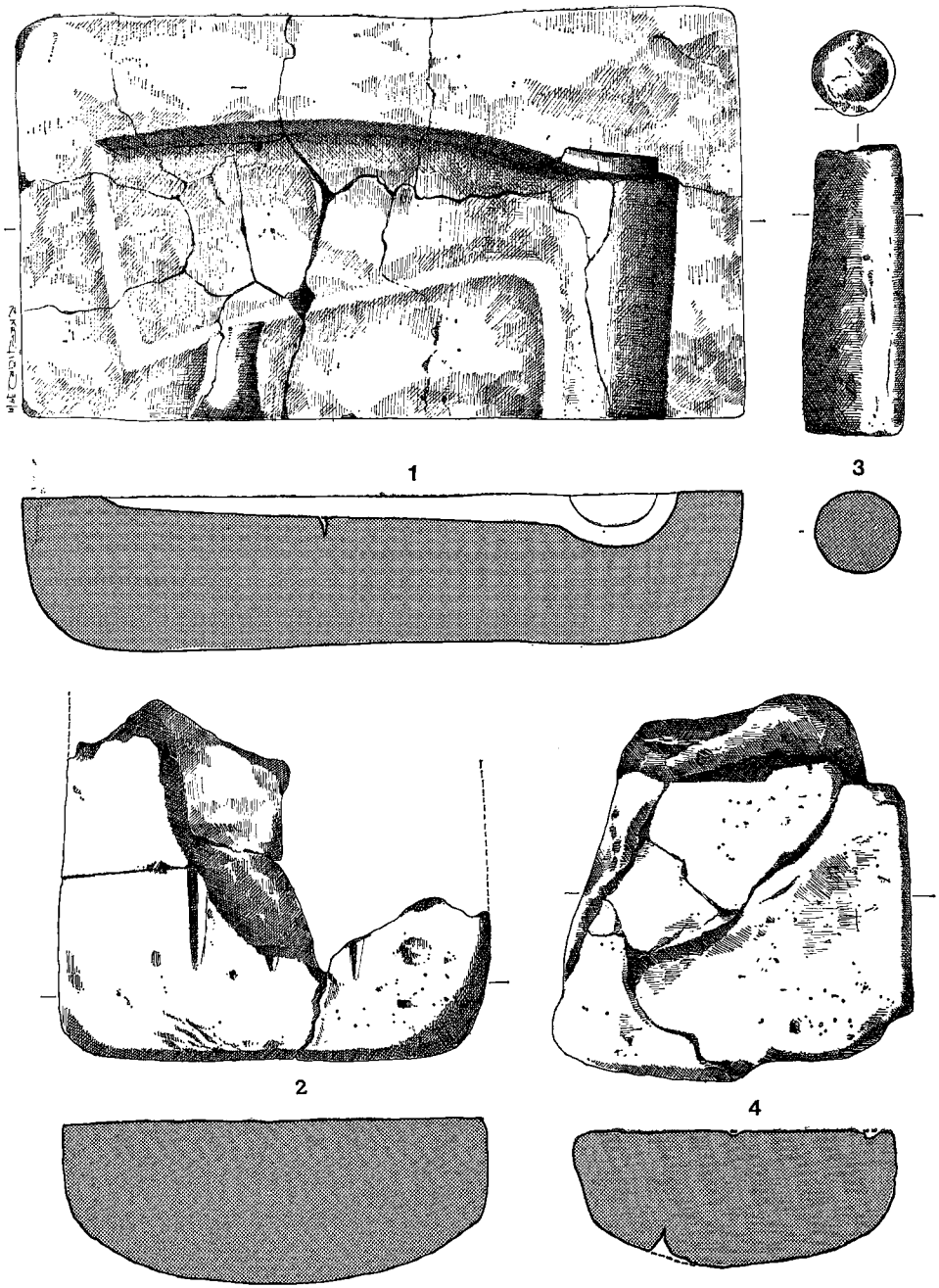


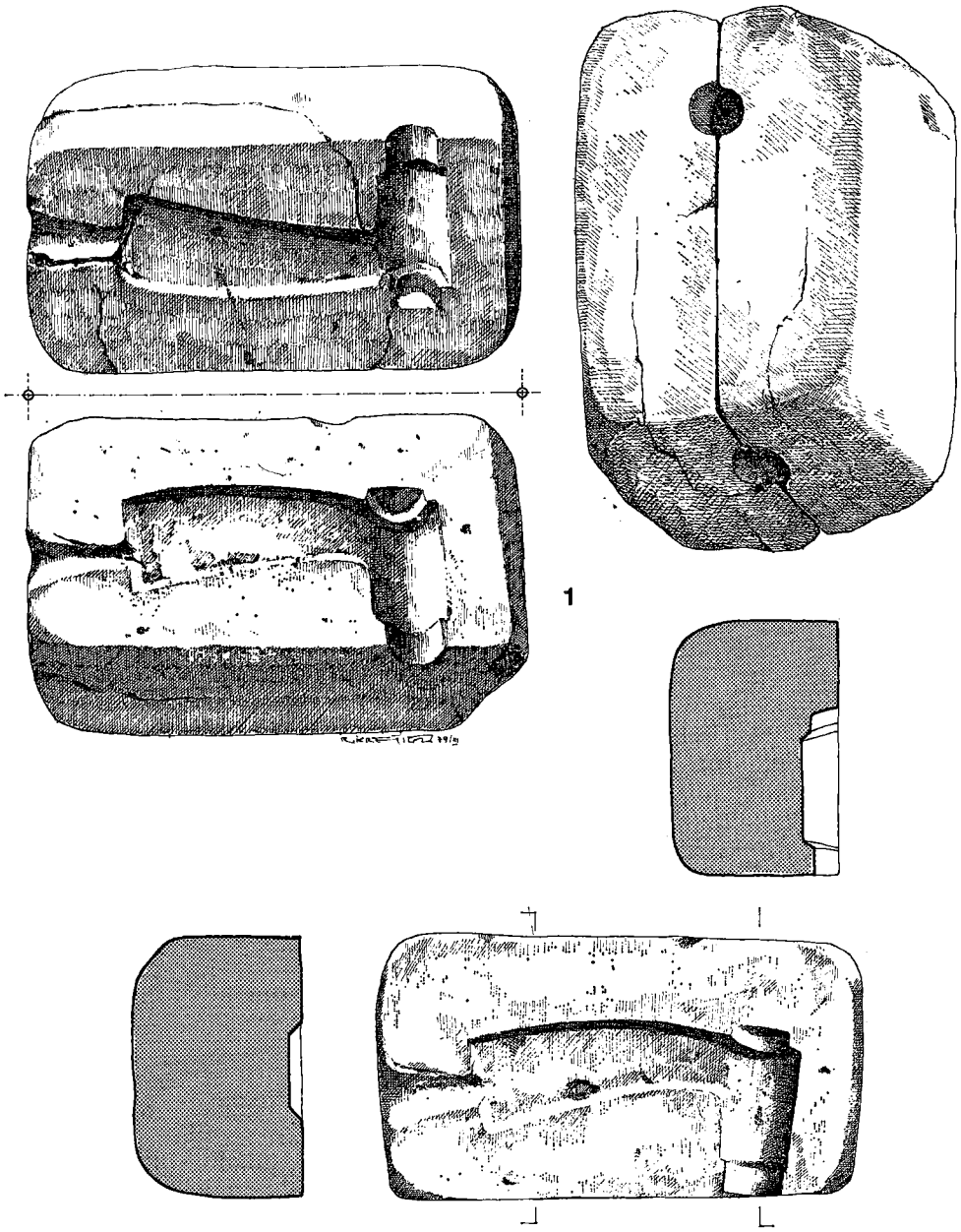
3

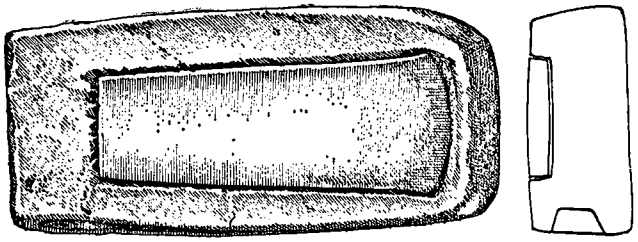




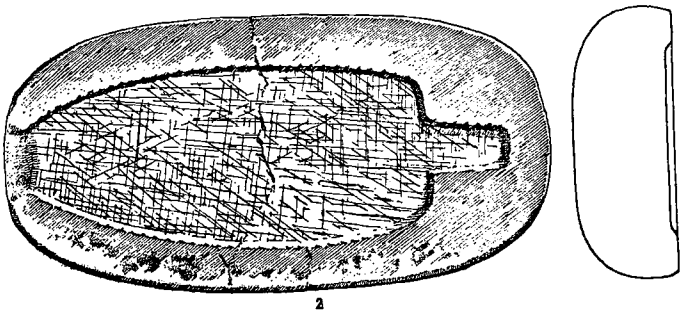
4


1
3
2
4

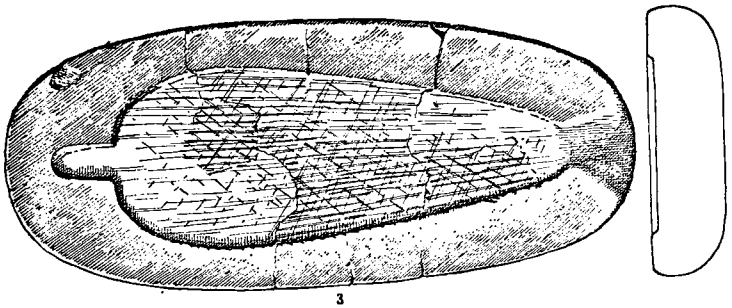

1



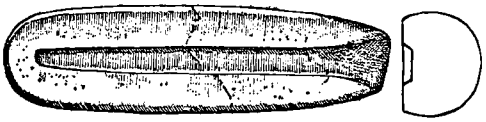
1



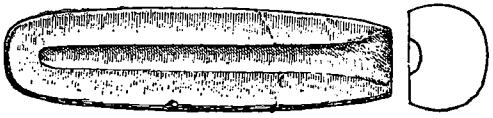
2



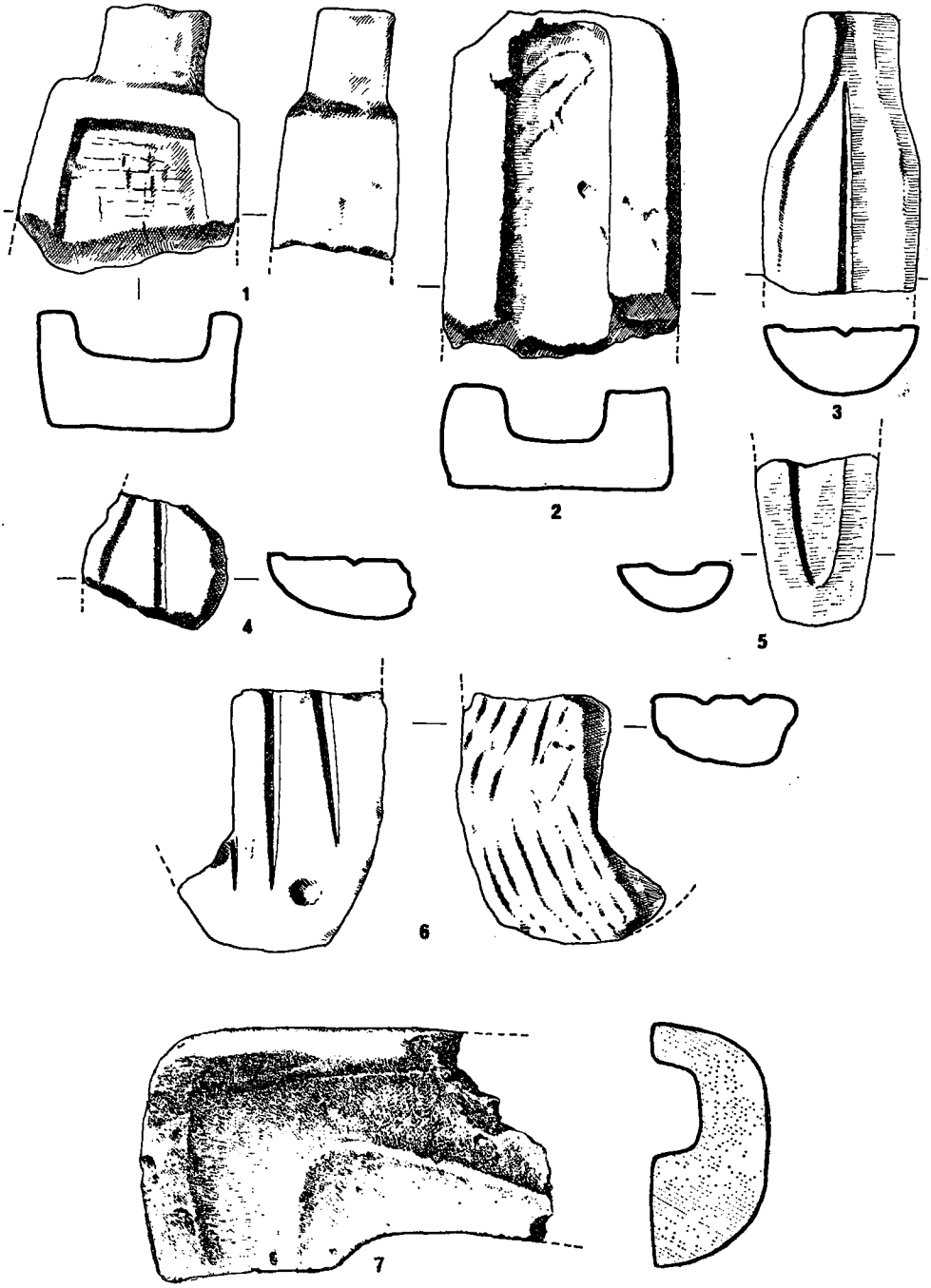
3

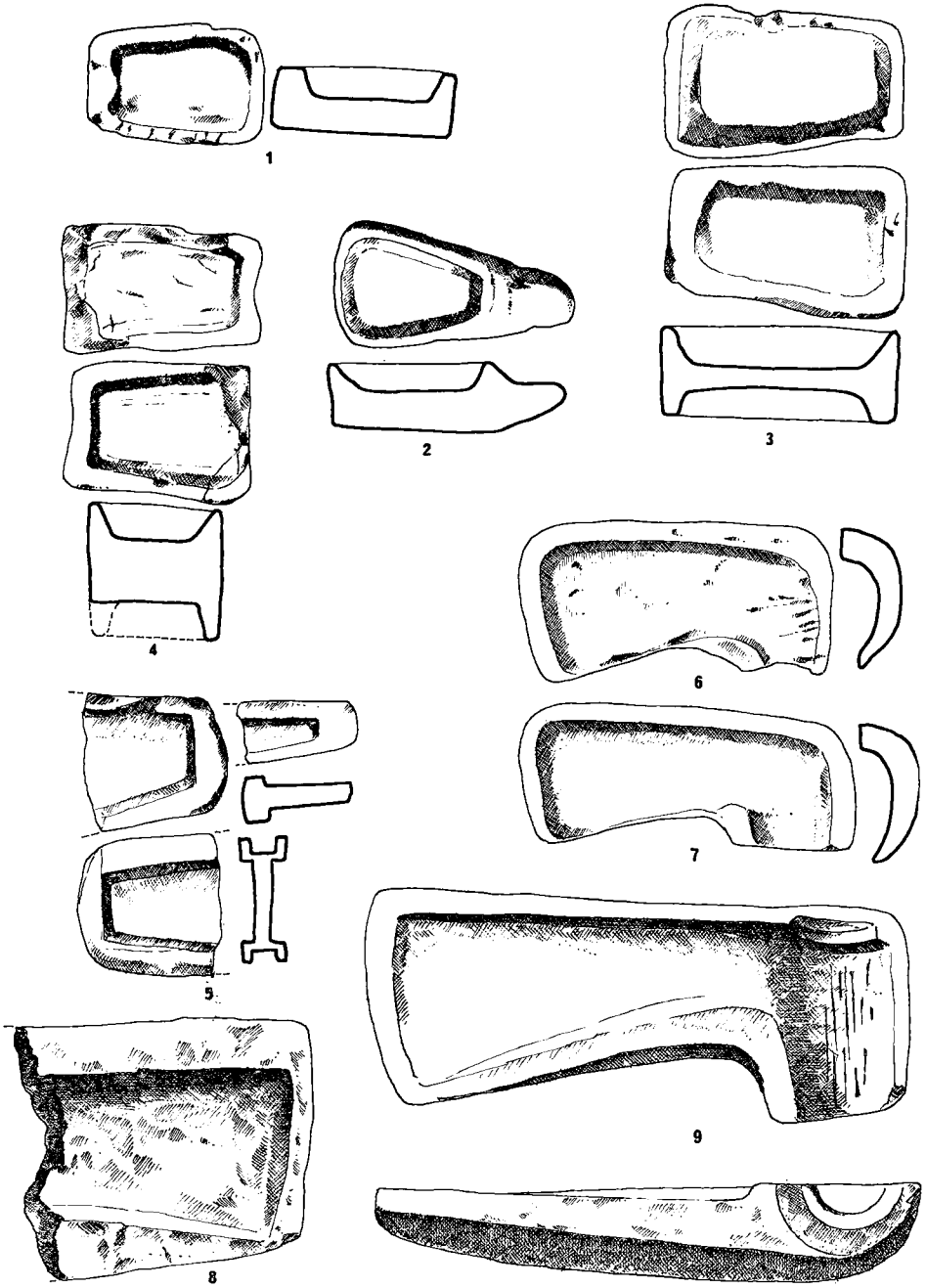


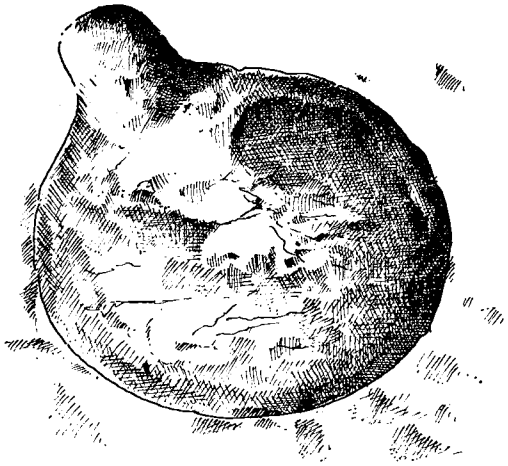
4



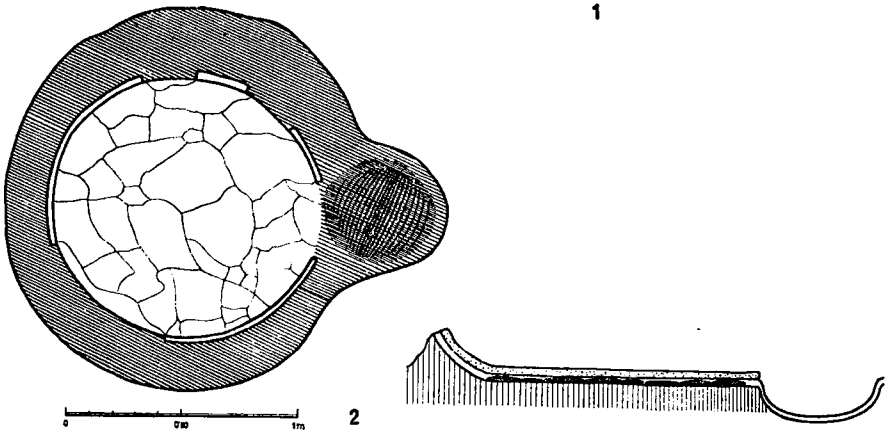
5


1
2
3
4
5
6
7

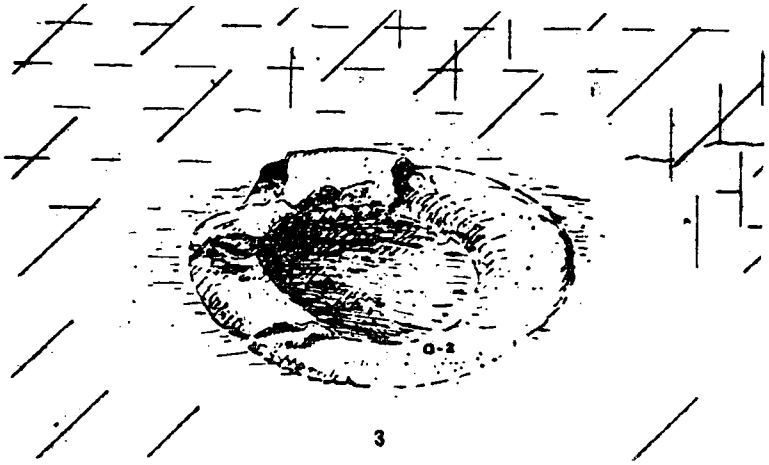

1
2
3
4
5
6
7
8
9



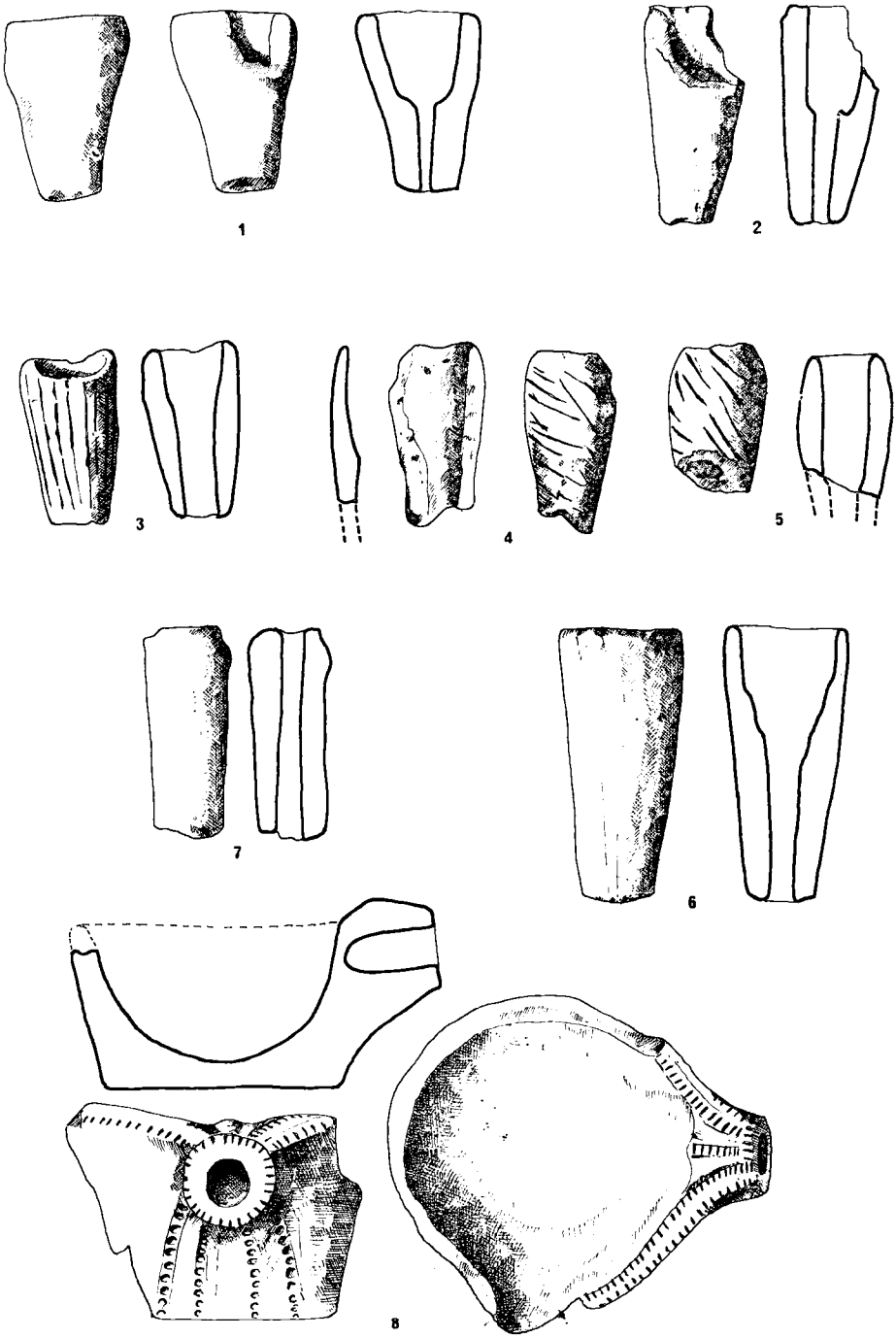
1

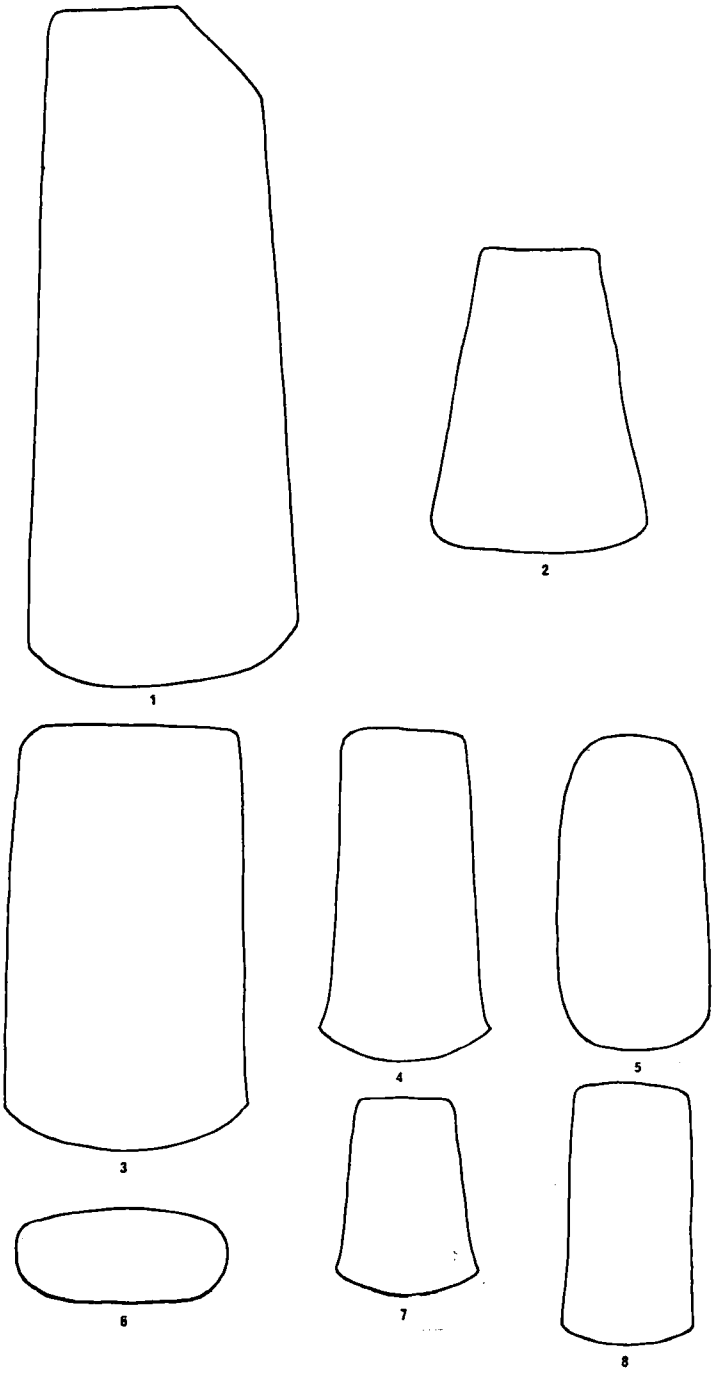


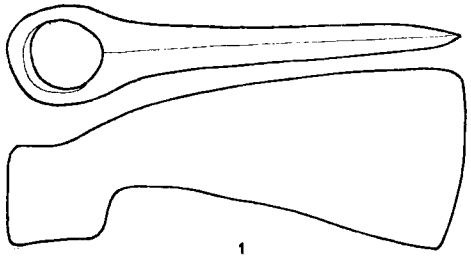
2



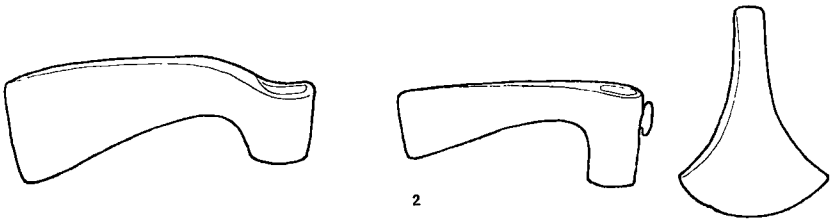
3


1
2
3
4
5
7
6
8

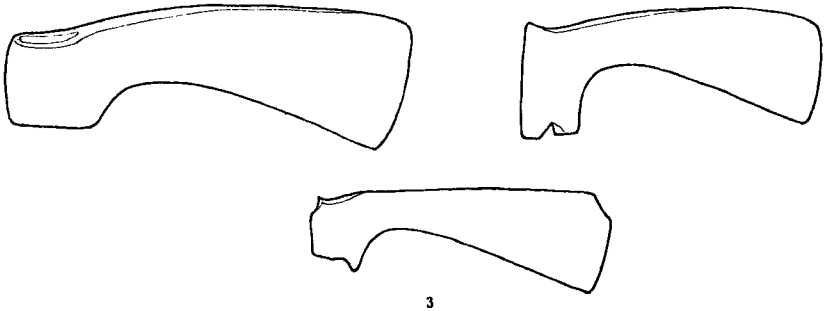

1
2
3
4
5
6
7
8



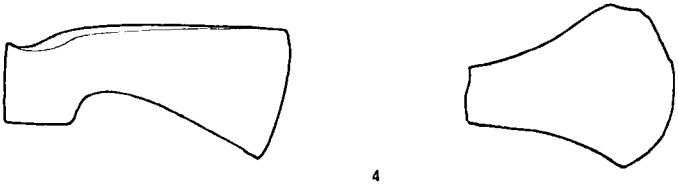
1



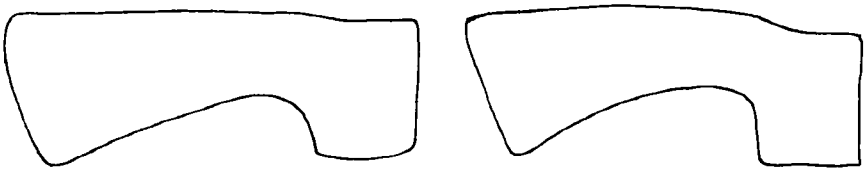
2



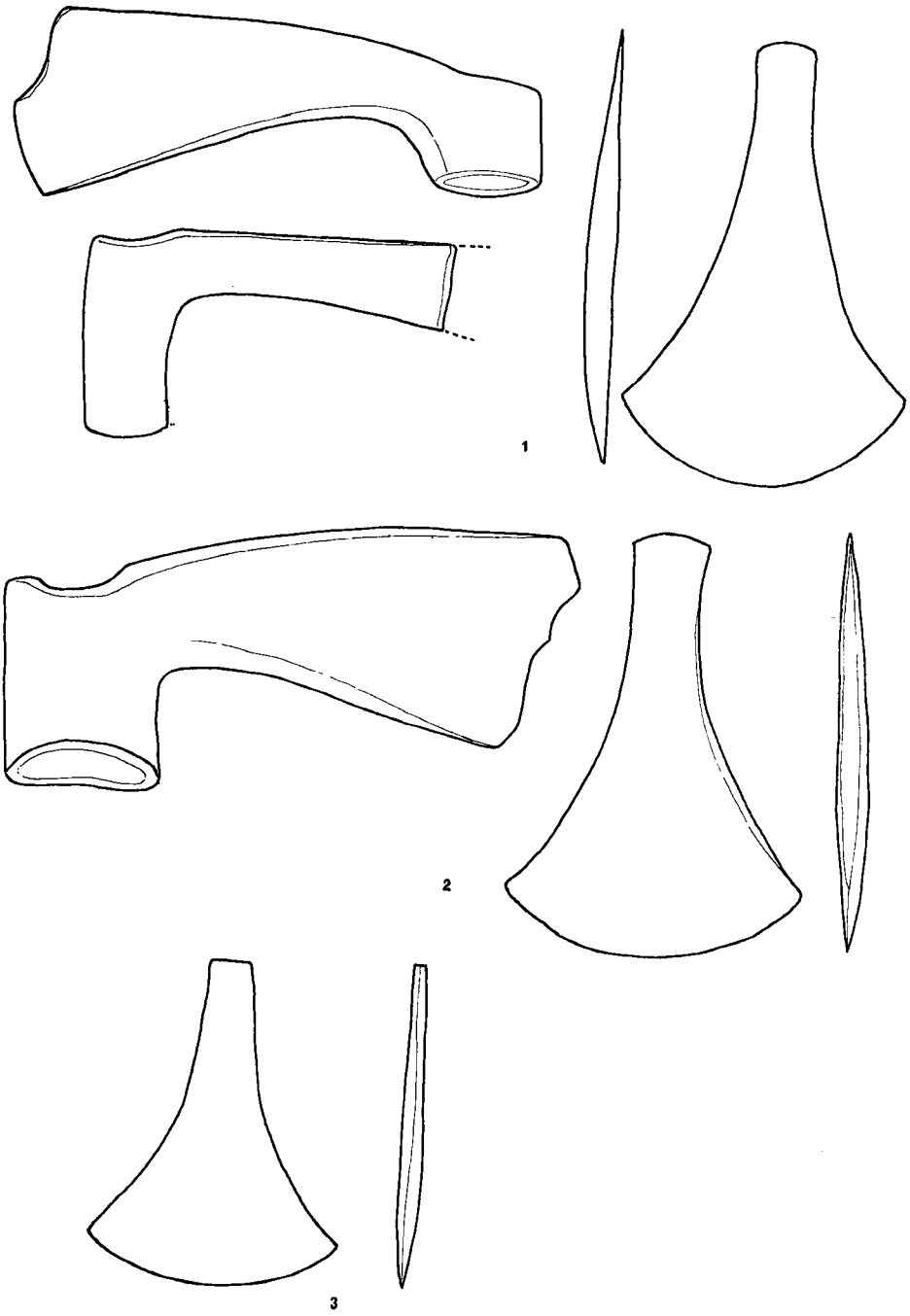
3

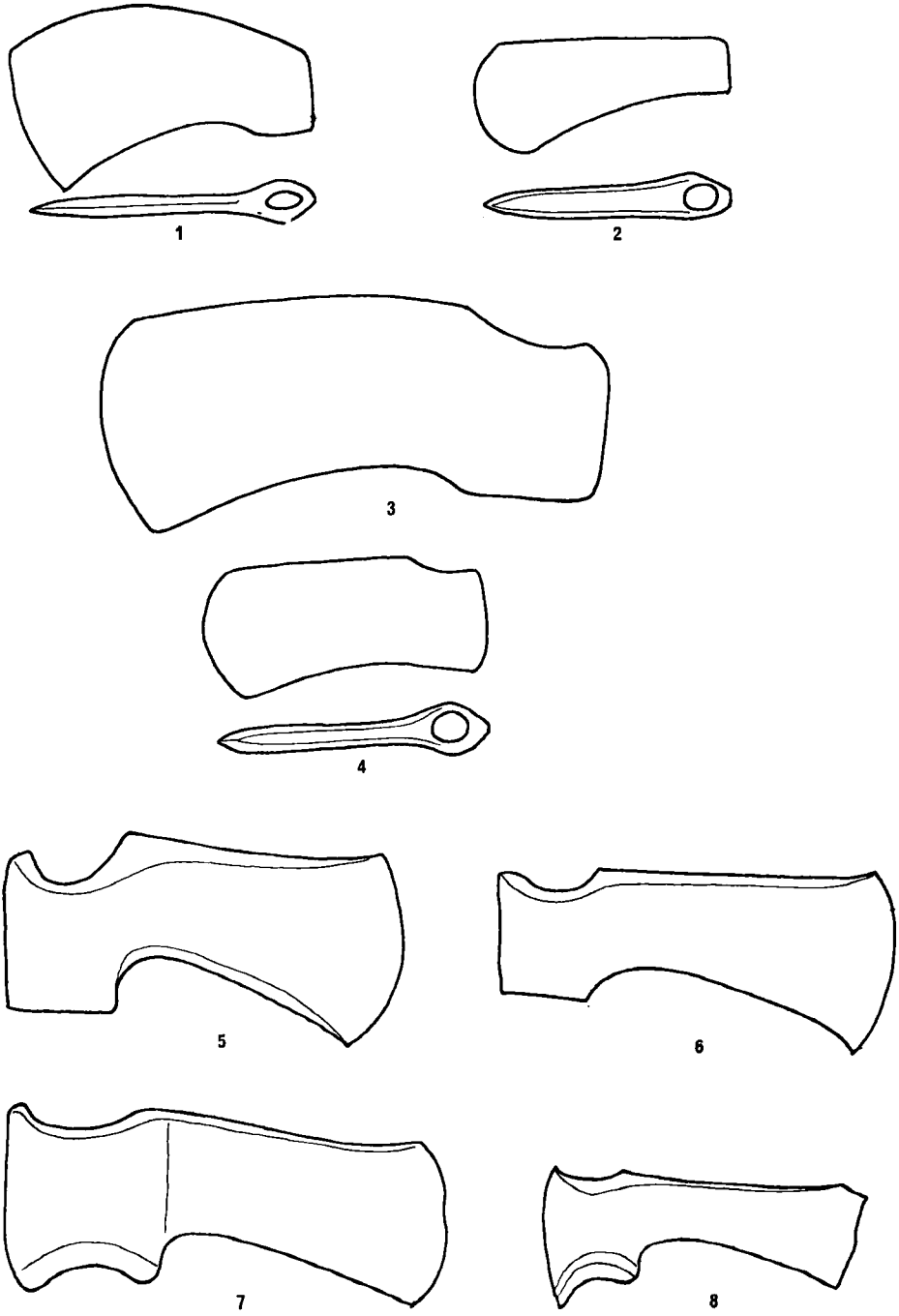


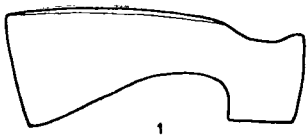
4

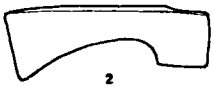


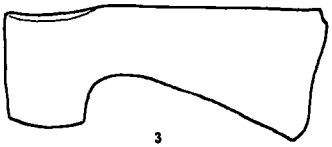
5

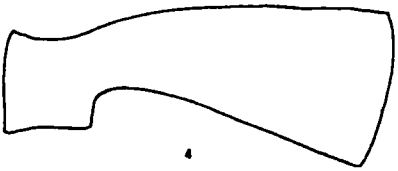

1
2
3

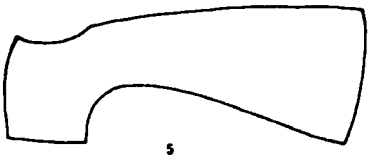

1
2
3
4
5
6
7
8

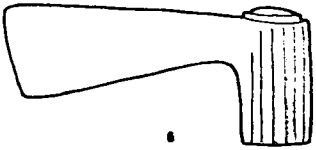

1

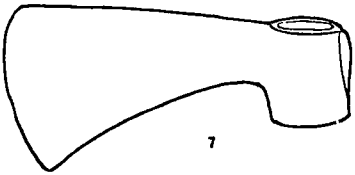

2

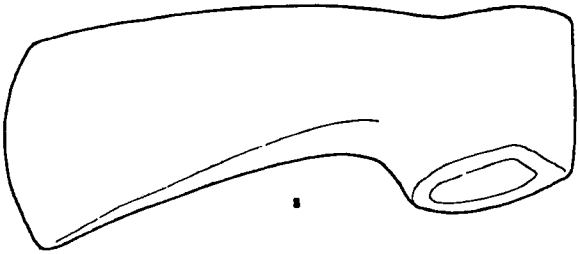

3

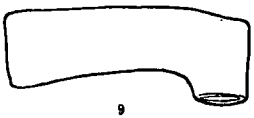

4

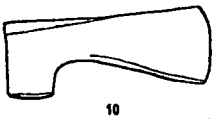

5

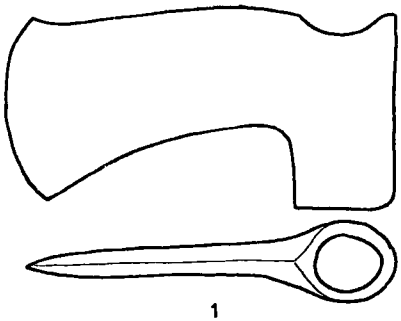

6


7


8

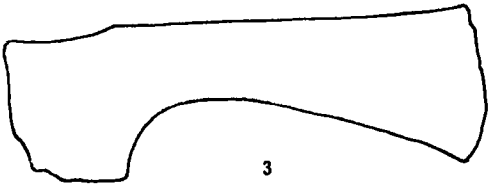

9


10

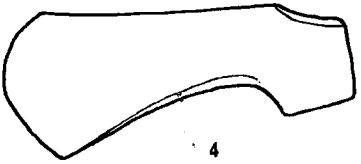


1

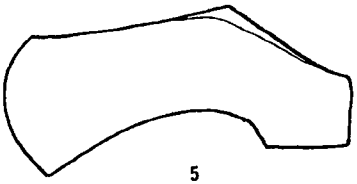
2



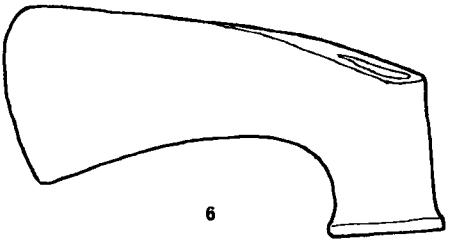
3



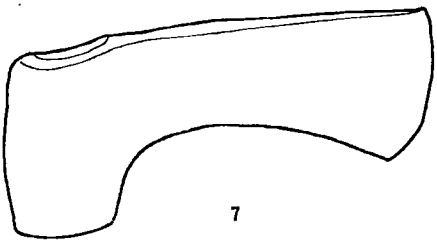
4



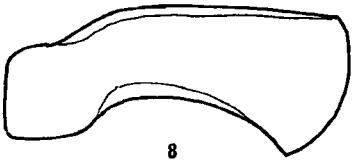
5



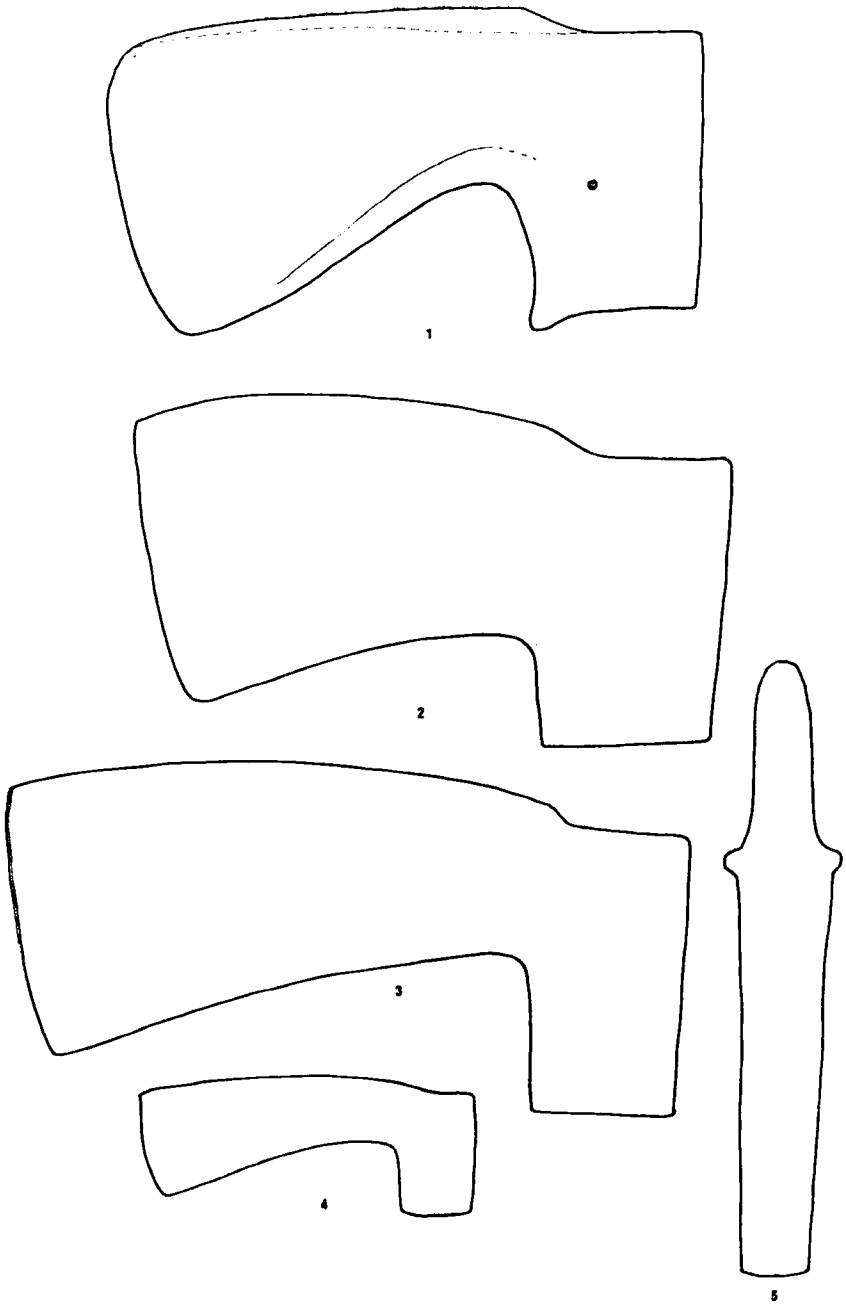
6

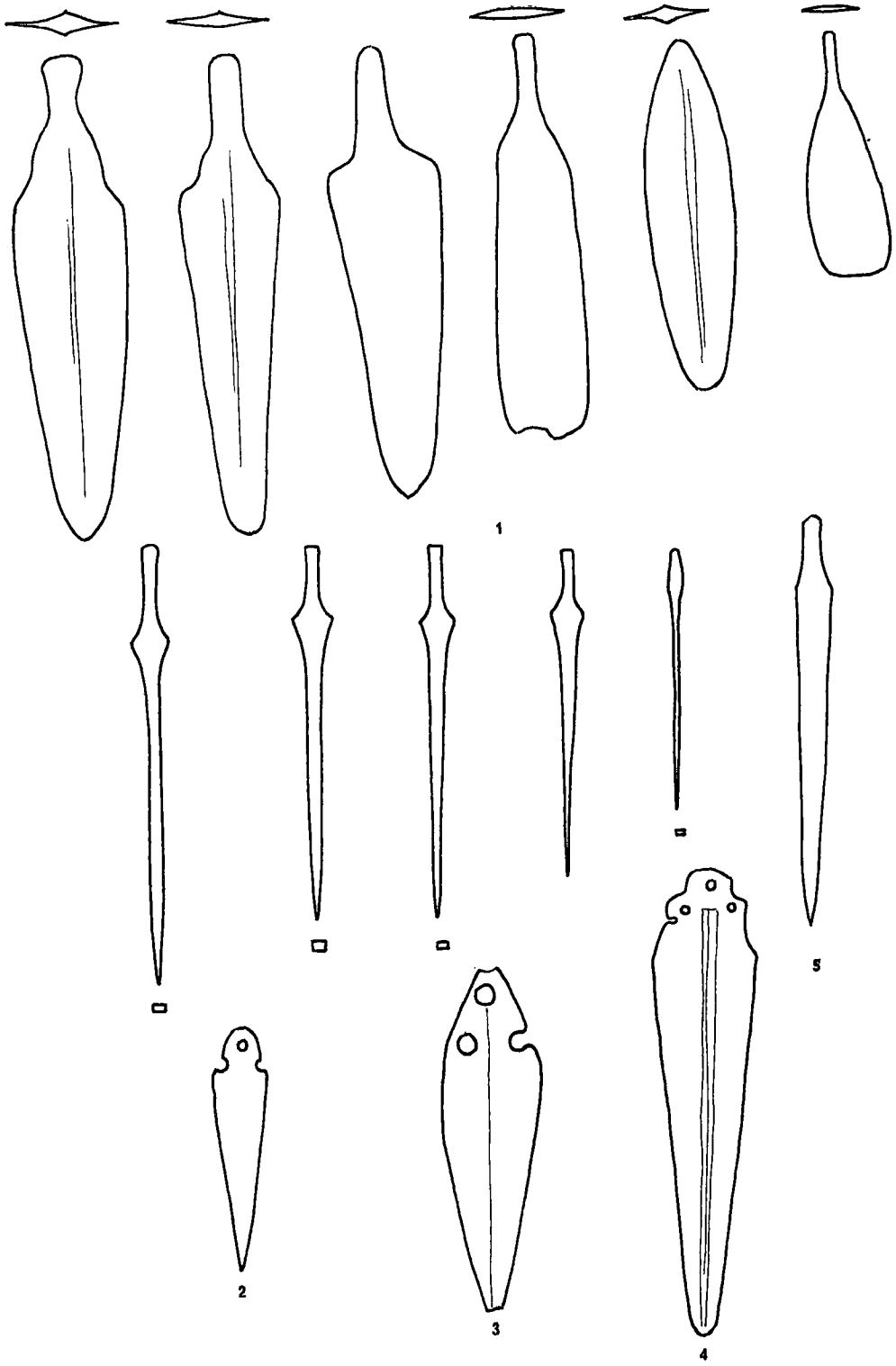


7



8


1
2
3
4
5


1
2
3
4
5