

Provera uticaja izabranih varijanti drški na efikasnost tesle vinčanske kulture

U ovom radu ispitivana je efikasnost tesli vinčanske kulture sa dve varijante drški, koje su se razlikovale po uglu sečice tesle u odnosu na dršku. U tu svrhu je osmišljen eksperiment koji se sastojao od izrade drški i tesli, kao i obrade drveta različite tvrdoće. Učinkovitost je testirana na osnovu broja udaraca i kalorija utrošenih dubljenjem tvrdog i mekog drveta u određenom vremenskom periodu. Rezultati pokazuju da je primena izabranih varijanti drški moguća u osnovnoj funkciji samih tesli, pri čemu se varijanta sa manje oštrim uglom pokazala efikasnijom.

Uvod

Mnoga arheološka pitanja u vezi sa tehnološkim razvojem zajednica iz prošlosti dobila su odgovore kroz izučavanje forme, načina izrade i načina upotrebe kamenih alatki (Mathieu i Meyer 1997: 333). Upotreba kamenih alatki sa drškama zabeležena je još u gornjem paleolitu, a pretpostavlja se da je bila praktikovana i za vreme srednjeg paleolita. Značaj drški ogleđa se u tome što one utiču na tipološku formu kamenih alatki i svedoče o tehnološkom napretku unutar kamene industrije (Keeley 1982: 798-800). S obzirom na to da nalazi drški nedostaju u arheološkom zapisu vinčanske kulture, nemamo jasnu predstavu o njihovom mogućem izgledu i formi. Iako su razvijene različite metode izučavanja koje uključuju posmatranje tragova upotrebe koji se javljaju na replikama alatki, one mogu da ukažu samo na neke karakteristike drški i do sada nisu primenjene na nalaze tesli iz vinčanske

kulture. Najviše podataka o tome kako su drške izgledale i na koji način su korišćene daju nam etnološka i antropološka istraživanja (Keeley 1982; Rangi Hiroa 1930). Na osnovu tih istraživanja mogu se razlikovati tri aranžmana, odnosno načina na koji su drška i tesla međusobno spojene (Keeley 1982: 799). To su:

- usađeni ili zbijeni aranžman, gde je kamena alatka jednostavno stavljena u rupu ili udubljenje u dršci i ne postoji potpora u vidu lepka ili poveza;
- vezani aranžman, gde je kamena alatka vezana za dršku;
- zalepljeni aranžman, u kojem se koristi lepak, smola ili katran kako bi držali alatku na mestu.

Jedan od najzastupljenijih tipova kamenih alatki među nalazima vinčanske i drugih neolitskih kultura su tesle, i zato ne čudi da velika pažnja eksperimentalnih arheoloških istraživanja pripada testiranju efikasnosti ovih alatki. Tesla je alatka čije su osnovne funkcije dubljenje i tesanje drveta, prvenstveno zbog položaja njene sečice, koja se ne nalazi u osi simetrije (Antonović 2003: 54). Provera učinkovitosti najčešće se zasnivala na posmatranju utrošene energije i broja udaraca prilikom obrade drveta različitih karakteristika (Mathieu i Meyer 1997: 333).

Osnovni elementi drški za tesle su osovina i stopalo (slika 1). Osovina je deo koji se drži da bi se zamahnulo i ona se obično izrađuje od izabrane grane, dok je stopalo deo drške postavljen na osovinu koji pruža potporu tesli i izrađuje se od reza na deblu. Stopalo se sastoji od prsta i pete, koji su obično odvojeni poprečnim rezom (ramenom), jer to utiče na statiku same tesle prilikom udara. Tesle se stavljaju na prst stopala drške, dok peta ima funkciju pružanja potpore prilikom pričvršćivanja tesli za dršku (Rangi Hiroa 1930: 357-358).

Ana Dobrosavljević (1998), Beograd, Severina Bijelića 4/3, učenica 2. razreda Prve beogradske gimnazije

MENTOR: MA Sofija Dragosavac, Filozofski fakultet Univerziteta u Beogradu

U ovom radu eksperimentalno je ispitivana učinkovitost vinčanskih tesli sa dve varijante vezanih drški. Varijante su se razlikovale po uglu pod kojim je sečica postavljena u odnosu na dršku (slika 1). Učinkovitost je posmatrana kroz broj udaraca i broj kalorija utrošenih dubljenjem drveta u određenom intervalu vremena. Eksperiment je ponovljen nekoliko puta kako bi se eliminisale razlike koje potiču od izvođača, kao što su iskustvo, veština, tehnika i kondicija.

Priprema eksperimenta

S obzirom na to da drške u vinčanskoj kulturi nisu pronađene, izabrali smo ih na osnovu podataka pronađenih u literaturi. Različiti tipovi ove vrste artefakata zabeleženi su u etnoarheološkim istraživanjima, gde je podela izvršena na osnovu morfologije, odnosno položaja u kojima se nalaze elementi drške kao i vrste aranžmana (Rangi Hiroa 1930). Prilikom izbora varijanti posmatrano je koji su delovi prisutni na drškama i da li su njihove funkcije pogodne za primenu vezanog aranžmana koji je odabran za realizaciju eksperimenta. Aranžman je odabran na osnovu kriterijuma bezbednosti pri korišćenju i jednostavnosti izrade i primenjen je na oba tipa drški. Oba modela izrađena su od hrasta, koji se odlikuje tvrdoćom i elastičnošću, što omogućava veliku izdržljivost i apsorbovanje udaraca (Janković *et al.* 1984: 113). Drške su izrađene savremenim alatima, što nije od značaja za sam eksperiment. Osnovna razlika između izabranih varijanti sastoji se u položaju u kojem se nalaze tesle u odnosu na osovinu drške. Kod varijante I je prst postavljen pod ostrim uglom (60 stepeni), dok je kod varijante II postavljen pod gotovo pravim uglom (80 stepeni) u odnosu na osovinu (slika 1). Prva varijanta odlikuje se petom koja gradi tup ugao sa osovinom, dok je kod druge taj



Slika 1. Varijante vezivanja tesli za dršku: 1 – sečivo, 2 – osovina, 3 – prst, 4 – peta, 5 – rame / poprečni rez. (foto: R. Nikolić)

Figure 1. Hafting technique of adzes: 1 – stone adze, 2 – shaft, 3 – toe, 4 – heel, 5 – shoulder. (photo: R. Nikolić)

ugao gotovo prav. Dužina prsta predstavlja još jednu razliku između drški zbog položaja reza koji je kod varijante I u skladu sa donjom linijom, a kod varijante II sa višom linijom osovine (Rangi Hiroa 1930: 357). Dužina osovine na obe varijante je približno ista, kako ne bi uticala na rezultate. Prečnik je napravljen tako da bude dovoljno velik da obezbedi adekvatnu upotrebu, ali i dovoljno udoban kako bi mogao da se koristi duži vremenski period. Dimenzije drški date su u tabeli 1.

Nakon izrade drški započeta je izrada tesli. Kako varijante drške zbog položaja ramena nemaju istu dužinu prsta na koji se stavljaju tesle, bilo je potrebno napraviti po jednu teslu za svaku

Tabela 1. Dimenzije drški

Drške	Dužina drške (cm)	Obim (mm)	Dužina stopala (mm)	Dužina prsta (mm)	Dubina reza (mm)	Masa (g)	Ugao prsta u odnosu na osovinu
Varijanta I	39.4	27.5	144	72	12	209.6	60°
Varijanta II	37.2	24.8	144	90	13	167.6	80°

varijantu. Kao sirovina koja je korišćena za izradu tesli izabrana je kontaktno metamorfna stena, kornit. Izbor ove stene kao sirovine zasni-
vao se na karakteristikama poput kompaktnosti, žilavosti pri udaru, tvrdoće 6–6.5 po Mosu, kao i na činjenici da grupa kontaktno metamornih stena predstavlja jednu od najzastupljenijih siro-
vina od kojih su se pravile tesle (Antonović 2003: 16-18). Sirovina je dobavljena sa planine Rudnik.

Izrada tesli u praistoriji najčešće je započinjala okresivanjem makroodbitka iz pripremljenog bloka, nakon čega je oblikovan retuširanjem i okresivanjem (Antonović *et al.* 2014: 80). Za potrebe ovog eksperimenta, radi efikasnosti izrade, korišćene su savremene tehnike, ali one ne utiču na cilj i rezultate rada. Za glačanje su korišćeni peščar krupnijeg i sitnijeg zrna u zavisnosti od prirode korekcija koje je bilo potrebno učiniti. Glačanje je vršeno uz prisustvo vode, jer peščari imaju abrazivnija dejstva. Ventralna strana glačana je odjednom i cela, osim dela uz sečicu, koji je glačan zasebno. Kako dorzalna strana nije bila zaobljena nakon seče, manjim korekcijama oblikovana je krupnozrnim peščarom. Nakon što je oblikovana nije mogla da se glača odjednom, pa je to učinjeno po uzanim zonom paralelnim sa ivicama.

Tempo glačanja je bio jednoličan kako bi se postigla veća efikasnost. Deo uz sečicu glačao se pod uglom do 45° u odnosu na površinu na kojoj se glača, imajući u vidu da stranice treba da budu konveksne. Nakon glačanja ventralna strana je bila blago povijena ka sečici, dok je dorzalna bila zaobljena. Ugao sečice, oštrina i dužina sečice, kao i oblik tesli kontrolisani su tako da budu slični na obe tesle, pošto su to faktori koji u velikoj meri mogu uticati na rezultate (tabela 2). Kako su tesle različite dužine (da bi odgovarale dužini prsta drške), njihova masa se takođe razlikuje. Napravljene tesle odgovaraju tipu III/5

zbog paralelnih bočnih strana (Antonović 2003: 55). Kako bi se povećala stabilnost alatki, tesle su pre vezivanja umotane su u tkaninu. Kao potpora prilikom vezivanja su korišćeni i peta i prst, dok je kanap obmotavan celom dužinom tesle sa posebnim pojačanjem kod poprečnog reza.

Realizacija eksperimenta

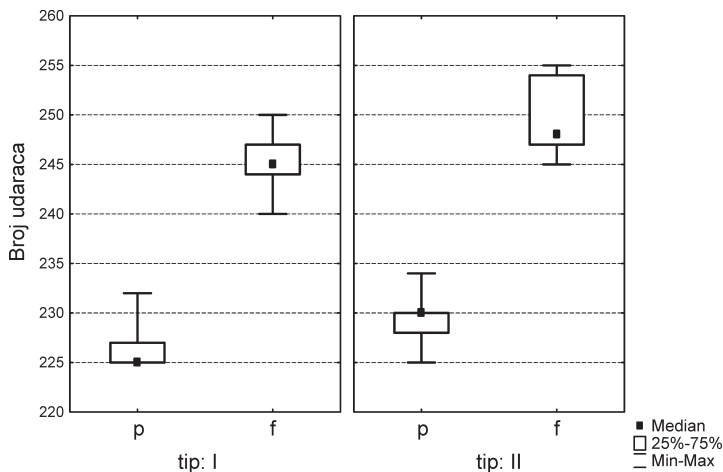
Efikasnost tesle isprobana je kroz njenu osnovnu funkciju – dubljenje drveta. Tokom vremenskog perioda od dva minuta teslama je obrađivano drvo, pri čemu su beleženi podaci o broju udaraca i broju utrošenih kalorija. Broj kalorija meren je pulsmetrom (Sigma pc 10.11), a uzet je kao parametar koji ukazuje na potrošnju energije. Da bi rezultati bili relevantniji, obrađivana su dva komada drveta različite tvrdoće. Bor je kao meko drvo obrađivan u vidu grede, dok je bukva, drvo srednje tvrdoće, obrađivana u vidu cepanice. Za tesanje je izabrana tehnika sa polovičnim zamahom, odnosno udaranjem iz lakta sa obe ruke zato što se pokazala kao kvalitetnija u dubljenju (Mathieu i Meyer 1997: 338-339). Obe vrste drveta postavljene su u vodoravan položaj. Eksperimentator je bio savijen u kuku i zamahivao. Kako dužina zamaha ne bi uticala na rezultate, zamah je kod obe varijante započinjao na približno istom odstojanju od drveta. Prilikom obrade cilj je bio da se izdubi što veća zapremina.

Rezultati i diskusija

Eksperiment je ponavljan više puta, pri čemu su podaci korišćeni u analizi prikupljeni tek nakon što su se broj zamaha i jačina udara ustalili. Grafički prikaz zavisnosti broja udaraca i utrošene energije od vrste drveta i tipa drške dat je na slikama 2 i 3, respektivno.

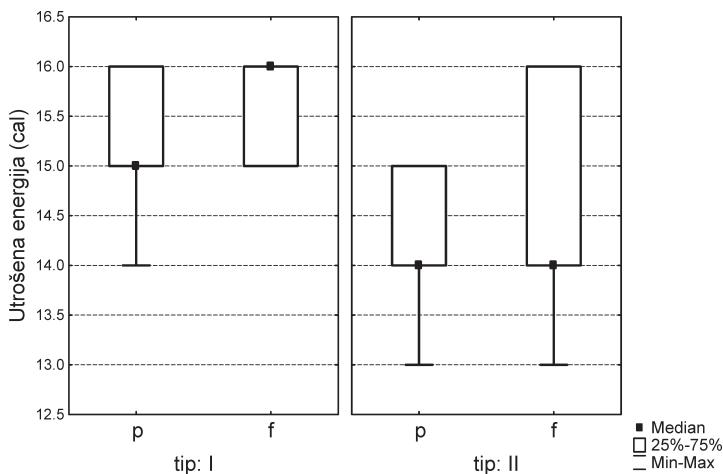
Tabela 2. Dimenzije kamenog dela alatke

	Dužina (mm)	Širina (mm)	Debljina (mm)	Masa (g)	Dužina sečice (mm)	Ugao sečice
Tesla I	95.2	36.8	18.7	147.9	33.4	35°
Tesla II	113.4	44.9	20.5	243.1	33	36°



Slika 2. Zavisnost broja udaraca od varijante drške (varijanta I – 60°, varijanta II – 80°) i vrste drveta (p – bor, meko drvo, f – bukva, tvrdo drvo)

Figure 2. Influence of the selected types of handles (type I – 60°, type II – 80°) and treated wood (p – pine, soft wood, f – beech, hard wood) on the number of used strokes



Slika 3. Zavisnost utrošene energije od varijante drške (varijanta I – 60°, varijanta II – 80°) i vrste drveta (p – bor, meko drvo, f – bukva, tvrdo drvo)

Figure 3. Influence of the selected types of handles (type I – 60°, type II – 80°) and treated wood (p – pine, soft wood, f – beech, hard wood) on the used energy

Kada se posmatraju prosečne vrednosti broja udaraca za tvrdo i meko drvo kod oba tipa drški, uočava se da obradu tvrdog drveta (med = 247) odlikuje veći broj udaraca (za oko 20), a Man-Vitnijevim U testom pokazano je da je ova razlika statistički značajna ($p < 0.05$). Obradu tvrdog drveta karakteriše neznatno veći broj utrošenih kalorija, i ova razlika nije statistički značajna. Iako je dobijena veoma mala razlika u utrošku kalorija, pretpostavlja se da bi ona u drugačijim okolnostima porasla. Ukoliko bi, na primer, cilj bio da se izdubi ista količina bukve i bora, najverovatnije bi bilo potrebno mnogo više udaraca i energije u slučaju obrade tvrdog drveta, odnosno bukve, pa bi i razlika bila veća. Za oba tipa drški količina izdubljenog drveta je dosta manja prilikom obrade bukve, što je očekivan re-

zultat, jer veća tvrdoća onemogućava teslama da prodiru dublje u drvo (Mathieu i Meyer 1997: 343).

Kada se uporede rezultati između raličitih varijanti drške, može se primetiti da druga varijanta karakteriše veći broj udaraca kod obrade obe vrste drveta, ali ta razlika nije statistički značajna. Vrednost utrošenih kalorija manja je za 1.5 cal za drugu varijantu drške (medI = 15.5, medII = 14) i statistički je značajna ($p < 0.05$). Količina izdubljenog drveta sa drugom varijantom drške skoro uvek je bila veća, čak i prilikom izjednačavanja broja udaraca, bez obzira na tvrdoću drveta. To sve ukazuje da je varijanta sa manje oštrim uglom efikasnija i povoljnija za rad.

Utisak eksperimentatora da je obrada bila efikasnija prilikom korišćenja druge varijante

drške slaže se sa rezultatima. S obzirom na malo iskustvo eksperimentatora u rukovanju ovakvim alatom, alatke su proverene i od strane osoba iskusnijih u radu sa njima. I na ovaj način potvrđeno je da je druga varijanta drške efikasnija.

Da bi se stekao dojam o efikasnosti tesli za skidanje kore drveta, izvršeno je provizorno testiranje na kori stabla belog bora, pri čemu udarci i utrošak kalorija nisu brojani. Utisak eksperimentatora je da su se obe drške pokazale podjednako efikasnim, a zbog mekoće kore brzo se doprlo do stabla. Ipak, obrada stabla bora bila je teža u odnosu na obradu grede od istog drveta, verovatno zbog smole, koja je bila prisutna u većoj količini. Testiranje je izvršeno i na kori hrasta kao tvrdog drveta, ali je zbog velike tvrdoće skinut samo površinski sloj.

Što se tiče oblika same kamene alatke, primećeno je da je vezivanje tesli tako da ostanu statične bilo otežano zbog glatke površine njihove dorzalne strane. Takođe je primećeno da drugačija postavka pete nije imala veći uticaj na održavanje statike tesli.

Pre i posle upotrebe tesle su fotografisane pod binokularnom lupom (uvećanje 8 puta) kako bi se zabeležio izgled tragova upotrebe. Nakon obrade primećeni su mikroodbici, koji su i bili očekivani. Takođe su konstatovani tragovi organskih materija. Tragovi upotrebe najviše su bili prisutni na radnoj površini alatke.

Zaključak

Eksperiment je pokazao da je rekonstrukcija vinčanskih tesli bila uspešna, budući da je osnovna funkcija tesli, dubljenje, bila moguća. Mogla se steći predstava ne samo o mogućem izgledu drški i aranžmanima kojima su spajane sa kamenom alatkom, nego i o tome kako sama forma drški utiče na efikasnost alatki iz praistorije. Obe izabrane varijante drški (pod uglom od 60 i 80 stepeni) omogućavale su normalno funkcionisanje alatki. Varijanta sa većim uglom pokazala je veću efikasnost. U prilog tome idu broj utrošenih kalorija i udaraca, kao i utisak izvođača eksperimenta prilikom rukovanja alatkama. I jedna i druga varijanta drške pokazale su se uspešnom i prilikom skidanja kore sa stabla bora.

Kada su u pitanju različite vrste drveta, zaključeno je da obrada tvrdog drveta zahteva veće

napore kod oba tipa drški. Iako se razlika između tvrdog i mekog drveta pokazala malom, pretpostavlja se da bi sa drugačijom metodologijom eksperimenta ona mogla biti veća, jer cilj eksperimenta nije bio da se izdubi ista količina tvrdog i mekog drveta.

Zahvalnost. Zahvaljujem se MA Senki Plavšić sa Filozofskog fakulteta Univerziteta u Beogradu za stručne savete i smernice, koji su doprineli realizaciji ovog istraživanja. Takođe se zahvaljujem Zoranu Đajiću („Kamen Srbije”), koji je obezbedio materijal za potrebe eksperimenta, a Miodragu Aleksiću, Nenadu Beliću i Mirku Aleksiću na smernicama i angažovanju prilikom izrade tesli i drški. Radmili Nikolić i Vladimiru Pecikozi zahvaljujem se na fotografisanju i obradi fotografija materijala.

Literatura

Antonović D. 2003. *Neolitska industrija glačanog kamena*. Beograd: Arheološki institut

Antonović D. 2014. Manufacturing of Stone Axes and Adzes in Vinča Culture. U *Archaeotechnology: studying technology from the prehistory to the Middle Ages* (ur. S. Vitezović i D. Antonović). Beograd: Srpsko arheološko društvo, str. 77-89.

Janković M. M., Pantić N., Mišić V., Diklić N., Gajić N.. 1984. Vegetacija SR Srbije; istorija i opšte karakteristike. U *Vegetacija SR Srbije* (ur. M. Sarić i M. Kojić). Beograd: Srpska akademija nauka i umetnosti, str. 1-166.

Keeley L. H. 1982. Hafting and Retooling: Effects on the Archaeological Record. *American Antiquity*, **47** (4): 798.

Mathieu J., Meyer D. 1997. *Comparing Axe Heads of Stone, Bronze, and Steel: Studies in Experimental Archaeology*. Boston: Boston University

Rangi Hiroa T. E. 1930. *Samoan Material Culture*. Honolulu, Hawaii: Museum

Influence of the Type of Handle on the Efficiency of Stone Adze from Vinča Culture

This paper deals with determining whether certain forms of handles could have been used with adzes of the Vinča culture and what is the difference in efficiency among them.

One of the most common stone tools among the findings of Vinča and other Neolithic cultures is adze and therefore it is not surprising that of experimental archaeological research has dedicated great attention to them. Handles used to have a major impact on the typological form of stone tools and they can tell us a lot about the technological advancement within the stone industry. Considering that the findings of the handles are missing in archaeological records, the idea of this article is to gain experimental insight into what could have been their form.

The experiment consisted of material preparation, production of handles and adzes, as well as the treatment of wood of different hardness. By applying different criteria when observing hafting arrangements and the presence or absence of certain components on the handles, two models of handles were selected. Two different types of this kind of artifact are recorded in ethno archaeological research where division based on morphology is made. The basic elements of the handles are shaft and foot. The shaft is the part which is grasped by hand to swing the adz, while the foot supports the adz and the lashing. The upper part of the foot is the heel which gives sup-

port to the upper turns of the lashing and was devised page for that purpose, while the lower end of the foot is the toe that supports the adz. They are usually separated by a transverse section (shoulder) because this helps holding adze in place. The key difference between the variants is in the position of adzes (toe) in relation to the shaft (Figure 1). On the first variant of the handle, there is an acute angle between toe and the shaft (type I), while on the second variant of handle there is an approximately 90 degree toe angle (type II). There is also a difference in the angle at which the heel is positioned in relation to the shaft (heel angle), as well as in the length of the toe due to the shoulder. Both types of handles were made of oak, which is characterized by the elasticity and resilience. Handles were made by using modern tools which does not affect the results of the experiment. Adzes for each handle were made from the same material which was present among the stone tools that belong to Vinča culture – hornfels. Shaping of adzes was done with modern tools which also does not affect the results of the experiment. Grinding was done by using different kinds of sandstone in the presence of water. During this processes, angle, sharpness and blade length and shape of adzes were controlled to be similar on both adzes.

Efficiency was tested by measuring the number of strokes and calories burnt by hollowing out hard (beech) and soft wood (pine) in a certain period of time. Experimental results show that the use of both varieties of handles is possible in the basic functioning of adzes, but the variant with an approximately 90 degree toe angle shows greater efficiency in terms of the number of calories burnt and the number of strokes. 