

Mladen Puljić
Dražan Harasin

Prethodno znanstveno priopćenje

RAZLIKE U UČINKOVITOSTI SJEČE DRVETA MAČETOM I SJEKIROM ISTE MASE

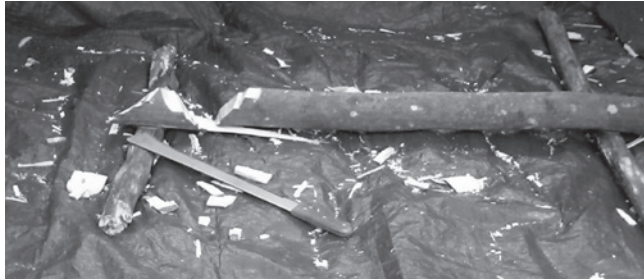
1. UVOD

Sjekira i mačeta svrstavaju se u perkusivni alat s oštricom, koji za svoje djelovanje zahtijeva propulzivnu silu (Fraser, 1989) proizvedenu kružnim gibanjem alata. Primarna namjena i vegetacijsko okruženje unutar kojeg se ovi alati koriste, prilično su različiti. Sjekira je šumarski alat i tradicionalno se koristi za rušenje, čišćenje krošnje, segmentiranje i cijepanje drveta. Mačeta se za razliku od sjekire koristi za sječu vegetacije manjeg promjera i gustoće, primjerice za krčenje puta kroz gustu vegetaciju, sječu mladog drveća ili za žetvu nekih usjeva (šećerna trska, riža, kukuruz). Postoje brojni varijeteti ovih alata, tipičnih za različite regije svijeta i specifične poslove. Duljina sjekire može biti između 20 i 90 cm, a težina između 500 i 2500 grama. Mačeta varira između 40 i 70 cm duljine i težine oko 300-900 grama (USDA Forest service, 2005). Među entuzijastima, ljubiteljima prirode, istraživačima i vojnicima, oba alata imaju široku primjenu. Izbor jednog ili drugog alata ovisit će o brojnim čimbenicima, a jedan od važnijih je učinkovitost u sječi drveta, vrlo dostupnog i često korištenog materijala za potrebe čovjeka u prirodi. Sa stajališta osobe koja planira nositi i koristiti jedan od ovih alata bilo bi zanimljivo podvrgnuti mačetu i sjekiru iste mase identičnom zadatku te utvrditi postoje li razlike u brzini obavljanja zadatka i prosječnoj energetskej potrošnji pri radu. Slijedom toga, cilj je ovoga rada utvrditi koji je alat učinkovitiji u zadatku presijecanja drveta, mačeta ili sjekira težine 500 grama. Za potrebe rada testirat će se hipoteza H₀: Nema razlike u učinkovitosti u presijecanju drveta promjera 10 cm između sjekire i mačete mase 500 g.

2. METODE

U istraživanju je sudjelovao jedan ispitanik muškog spola, u dobi od 28 godina, visine 191 cm i težine 96 kg, s višegodišnjim iskustvom korištenja navedenih alata. Ispitanik je tijekom istraživanja bio dobrog zdravlja i bez ikakvih zdravstvenih poteškoća koje bi utjecale na ishod mjerenja. Zadatak ispitanika je bio u što kraćem vremenu presjeći drvenu oblicu promjera 10 cm podignutu oko 3 cm iznad tla (Slika 1), drvo je bilo iste vrste (grab, *lat. Carpinus betulus*) i jednake vlažnosti, (korišteno

sirovo drvo). Tehnika presijecanja drveta mačetom ili sjekirom izgleda tako da se alatom sječe pod 45° u obliku slova „V“ (Slika 1). Progresivnim produbljivanjem krakovi usjeka postaju sve bliži dok se konačno na suprotnoj strani oblice ne sastave i drvo ne pukne. Ukoliko se usjek radi samo s jedne strane kao u eksperimentu, tada treba biti širok gotovo dvostruko više od promjera oblice.



Slika 1. „V“ usjek na oblici

Zadatak se izvodio u klečećem položaju. Korišteni alati su; sjekira Gerber, duljine 22,5 cm i težine 500 grama te mačeta Tramontina, duljine 58 cm i težine 500 grama (Slika 2).



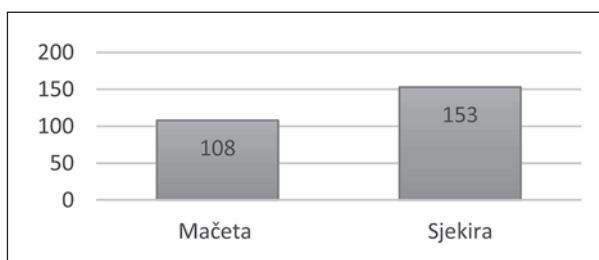
Slika 2. Alati korišteni u eksperimentu

Ukupno je izvedeno 8 ponavljanja sa svakim alatom, mjerenje se vršilo tijekom 2 dana zbog reduciranja utjecaja umora na rezultat. Zadatak je izvođen naizmjenično jednim i drugim alatom. Vrijeme odmora između ponavljanja je bilo 10 minuta. Alati su prije početka eksperimenta naoštreni istim brojem pokreta na brusnom kamenu granulacije 600. Postupak je ponovljen nakon 3. i 6. kruga mjerenja. Razina oštine je bila takva da su oštrice svih alata bez poteškoća rezale 80 gramski uredski papir. Tijekom rada ispitanik je na sebi imao srčani monitor (Polar RS300X) kojim se mjerila kalorijska potrošnja na temelju maksimalnog/prosječnog pulsa te relevantnih podataka o ispitaniku. Takvo mjerenje energetske potrošnje smatra se prilično

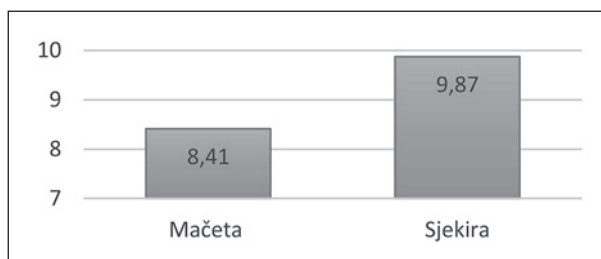
pouzdanim načinom (Kurpad, Raj, Maruthy i Vaz 2006; Crouter, Albright i Bassett 2004). Varijable ovog istraživanja su vrijeme potrebno za presijecanje oblice promjera 10 cm pri radu s mačetom (**Msek**) i sjekirom (**Ssek**), prosječna kalorijska potrošnja tijekom presijecanja (mačeta (**Mkcal/min**), sjekira (**Skcal/min**)). Za testiranje hipoteza korišten je paket za statističku obradu podataka STATISTICA 7. Prag prihvaćanja hipoteze je $p < 0.05$.

3. REZULTATI I DISKUSIJA

Na Grafičkom prikazu 1 vidljivo je kako je pri radu s mačetom prosječno vrijeme potrebno za presijecanje manje za 30% nego pri radu sa sjekirom. Grafički prikaz 2 pokazuje kako je prosječna kalorijska potrošnja u minuti, također manja pri radu s mačetom i to za 15%, odnosno 1,46 kcal/min.



Grafički prikaz 1. Prosječno vrijeme izraženo u sekundama potrebno za presijecanje oblice promjera 10 cm mačetom i sjekirom.



Grafički prikaz 2. Prosječna potrošnja kalorija u minuti (kcal/min) tijekom presijecanja oblice promjera 10 cm mačetom i sjekirom.

Ovakvi rezultati mogu se objasniti stvaranjem veće kinetičke energije pri radu s mačetom jer kinetička energija ovisi o masi i brzini kretanja tijela. U ovom slučaju, budući da je mačeta znatno dulja, to je omogućilo puno veću obodnu brzinu dijela oštrice kojim se udaralo, a time i razvoj veće kinetičke energije. Treba spomenuti kako je udaljenost središta hvata drške od centra težišta kod mačete gotovo dvostruko veća

(21 cm) nego kod sjekire (11 cm), a poznato je kako dvostruko povećanje udaljenosti mase od centra rotacije povećava zakretni moment za 4 puta, odnosno, ista će masa pri kretanju istom kutnom brzinom na dvostruko većoj udaljenosti imati 2 puta veću obodnu brzinu, što je utjecalo na razliku u učinkovitosti ova dva alata.

T-testom za nezavisne uzorke izračunate su vrijednosti prikazane u tablicama 1 i 2. Dobiveni rezultati u Tablici 1 pokazuju kako postoji statistički značajna razlika u vremenu potrebnom za presijecanje oblice promjera 10 cm pri radu s mačetom i sjekirom (t vrijednost -4,54), stoga se hipoteza H₀: Nema razlike u učinkovitosti u presijecanju drveta promjera 10 cm između sjekire i mačete mase 500 g, može odbaciti.

Tablica 1. Rezultati t-testa za razliku u potrebnom vremenu (u sekundama) za presijecanje oblice promjera 10 cm s mačetom od 500 g (Msek) i sjekirom od 500 g (Ssek) (AS-aritmetička sredina, SD-standardna devijacija, N-broj pokušaja, t-t vrijednost, p-prag prihvatanja hipoteze)

Varijabla	AS	SD	N	t	p
Msek	108	18,42	8	-4,54	0,00
Ssek	153	20,50	8		

Nadalje, s obzirom i na statistički značajnu razliku u prosječnoj kalorijskoj potrošnji tijekom rada u korist mačete (Tablica 2), može se zaključiti kako je mačeta pri obavljanju ovog zadatka energetski racionalniji alat za korištenje.

Tablica 2. Rezultati t-testa za razliku u prosječnoj kalorijskoj potrošnji u minuti tijekom presijecanja oblice promjera 10 cm s mačetom od 500 g (Mkcal/min) i sjekirom od 500 g (Skcal/min) (AS-aritmetička sredina, SD-standardna devijacija, N-broj pokušaja, t-t vrijednost, p-prag prihvatanja hipoteze)

Varijabla	AS	SD	N	t	p
Mkcal/min	8,41	0,92	8	-3,2	0,00
Skcal/min	9,87	0,90	8		

4. ZAKLJUČAK

U zadatku presijecanja drvene oblice promjera 10 cm, mačeta se pokazala kao bolji izbor nego sjekira iste mase, s obzirom da je bilo potrebno kraće vrijeme i manja kalorijska potrošnja za obavljanje rada. Svakako treba istaknuti kako je sjekira korištena u eksperimentu prilično kratka te izrađena iz jednog komada čelika, glava

je vrlo lagana u odnosu na dršku, zbog čega je moment inercije vrlo malen. Sjekira korištena u eksperimentu nema karakteristike najkvalitetnijih sjekira. Rezultati bi vjerojatno bili drugačiji da je sjekira imala dulju dršku. Mačeta pri obavljanju ovakvog zadatka može biti vrlo neugodna ukoliko se udaranje ne izvrširegijom oštrice oko središta perkusije koja predstavlja točku najboljeg transfera kinetičke energije na objekt. Svaki udarac iznad ili ispod te točke uzrokuje stvaranje neugodnih vibracija (Robertson, Caldwell, Hamill, Kamen i Whittlesey, 2013) koje mogu biti vrlo bolne pri dugotrajnom radu. Mačeta i sjekira korišteni u ovom istraživanju predstavljaju alate široke namjene, predviđene za sječu mekše vegetacije malog promjera. Iako je s oba alata moguće presjeći i precijepiti komade drveta većih promjera, njihov učinak je minoran u odnosu na veliku sjekiru koja se koristi s objema rukama te ima visoku mehaničku učinkovitost. Zbog toga se isplati nositi kilogram ili dva više u naprtnjači ukoliko se planira sjeći i cijepati velike količine drveta jer izgubljene kalorije u transportu će se brzo nadoknaditi učinkovitim radom.

5. LITERATURA

1. Crouter, S.E., Albright, C. i Bassett D.R. Jr. (2004). Accuracy of Polar S410 Heart Rate Monitor to Estimate Energy Cost of Exercise. *Med. Sci. Sports Exercise.*, Vol. 36, No. 8, pp. 1433–1439.
2. Fraser, T.M. (1989). *The Worker at Work: A Textbook Concerned With Men And Women In The Workplace.* CRC Press.
3. Kurpad, A.V., Raj, R., Maruthy, K.N. i Vaz, M. (2006). A simple method of measuring total daily energy expenditure and physical activity level from the heart rate in adult men. *European Journal of Clinical Nutrition* 60, 32–40.
4. Robertson, G., Caldwell, G., Hamill, J., Kamen, G. i Whittlesey S. (2013). *Research Methods in Biomechanics-2nd Edition. Human Kinetics.* Champaign.
5. U.S. Department of Agriculture, Forest Service (2005). *Handtools for Trail Work.* Preuzeto sa:<http://www.fs.fed.us/td/pubs/pdfpubs/pdf05232810/pdf05232810dpi72.pdf>