

Bibliid: 0350-2953(2009)35: 1-2, 85-94

Originalni naučni rad

UDK: 621.313.14:621.3.016.2:616-001.35.005.52

Original scientific paper

ANALIZA DISTRIBUCIJE SNAGE ELEKTROMOTORA NA ELEKTROKOPAČICI

THE ANALYSIS OF POWER DISTRIBUTION OF ELECTRIC MOTOR ON ELECTRIC HOE

Somer D, Ponjičan O, Bajkin A.*

REZIME

Za uslove obrade zemljišta elektrokopačicom u zaštićenom prostoru potrebno je odrediti specifični otpor rezanja zemljišta i koeficijent otpora kretanja, kako bi se olakšao izbor snage elektromotora. Analiza distribucije snage na bazi električnih merenja ukazuje na to da je iskorišćenost elektromotora 70%, specifični otpor rezanja $4-7 N/cm^2$, a koeficijent otpora kotrljanja 0,63. Pri režimu rada sa $60 min^{-1}$ motičica, ima dovoljno rezerve snage da se poveća dubina prekopavanja ili širina radnog zahvata sa 30 na 60 cm, na 25 cm dubine prekopavanja. Sa $80 min^{-1}$ motičica teoretski može da se prekopava do 17 cm dubine sa 4 rozete.

Ključne reči: elektrokopačica, prekopavanje, snaga, konstrukcija.

SUMMARY

For conditions of nuzzle in the green house it's necessary to define the specific cutting resistance and coefficient of moving resistance so that the motor power selection is easier. Analyses of power distribution based on electrical measuring shows that the usage of electromotor is 70%, specific cutting resistance has the value of about $5-7 N/cm^2$ and the coefficient of rolling resistance 0,63. At 60 rpm regime there is enough power reserve to increase the digging depth or the working width from 30 to 60 cm, with 25 cm of digging depth. Theoretically at 80 rpm regime it is possible to dig at 17 cm depth, with 4 roses.

Key words: electric hoe, digging, power, construction.

UVOD

Periodično intenziviranje razmišljanja o energetsom aspektu korišćenja traktorskih agregata u poljoprivrednoj proizvodnji, sve više postaje svakodnevnica. Izbor adekvatne snage pogonske mašine za određenu radnu operaciju, nije jednostavan, zbog mnoštva uticajnih faktora. Studioznijim pristupom ovom problemu može se doći do koliko-toliko dobrog rešenja. Sama složenost izraza za određivanje snage pogonske mašine ilustruje koliko nepoznanica treba analizirati do konačnog ili prihvatljivog rešenja, a koje je i dalje podložno promenama. Stoga, treba ostvariti polazište za sve dalje analize rada shodno radnim uslovima priključne mašine.

* Dipl. inž. Deže Somer, stručni saradnik, mr Ondrej Ponjičan, asistent, dr Anđelko Bajkin, redovni profesor, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8, somerd@polj.ns.ac.yu

Iskustvo i probni rad pre izvršenja konkretne radne operacije mnogo znače za adekvatno agregatiranje, u cilju racionalnog korišćenja pogonskog goriva. Najvažnije je realno sagledati otpor zemljišta, kao dominantnog faktora u bilansiranju snage. Teoretska analiza treba da posluži kao osnova, a da bi ona bila kvalitetna potrebno je da se raspolaže sa dovoljno širokim dijapazonom specifičnog otpora zemljišta iz literature ili da se on odredi za stvarno stanje zemljišta.

MATERIJAL I METOD

Elektrokopačica je napravljena modifikacijom tzv. "motokultivatora", kod kojeg je osim supstitucije motora SUS s elektromotorom, prilagođen i broj obrtaja radnih organa-motičica za potrebe prekopavanja zemljišta.

Prema preporukama (Radaković i Jevremović, 1995) ugrađen je monofazni elektromotor nominalne snage $1,5 \text{ kW}$ ($I = 10,8 \text{ A}$, $\cos\phi = 0,97$, Bajkin et al. 1996). Prečnik obrtanja vrha motičica je 340 mm .

Sa jednim parom remenica ostvaruje se prenos snage i obrtanja do reduktora. Izborom odgovarajućeg prenosnog odnosa remenog para ostvareni broj obrtaja motičica od 60 min^{-1} dovoljan je za max 10 cm dužine odsecanja zemljišta. Naknadno usitnjavanje grudvi, nastaje usled udara rotirajućih motičica, tako da obrađena površina zemljišta ostaje slična kao kod ašovljenja, pod uslovom da je kinematski koeficijent (Đukić, 1983):

$$\lambda = v_o / v_p < 3 \quad , \quad (1)$$

gde su:

v_o – obimna brzina vrha motičica,

v_p – brzina kretanja za vreme obrade.

Ispitivanje parametara za analizu distribucije snage elektromotora obavljeno je prekopavanjem zemljišta prosečne vlažnosti $18,75\%$ u stakleniku, nakon proizvodnje spanaća, bez nadzemnih biljnih ostataka, na 15 cm dubine obrade. Širina radnog zahvata sa 4 rozete sa po četiri motičice, bila je 60 cm , sa $1,07 \text{ m/s}$ obimne brzine vrha ($n = 60 \text{ min}^{-1}$). U istovremenom zahvatu sa zemljištem, za vreme prekopavanja na zadatu dubinu, bilo je 6 motičica (kod upotrebe 2 rozete istovremeni zahvat sa zemljištem ima 3 motičice).

REZULTATI ISPITIVANJA I DISKUSIJA

Trenutna efektivna snaga elektromotora određena je merenjem trenutnog napona i jačine struje pomoću dva digitalna merača. Efektivna vrednost napona i struje merena je svake 3 s.

Za sagledavanje utroška snage za pojedine elemente rada elektrokopačice, obavljeno je i dodatno merenje električnih parametara u stacionarnom radu i za vreme prekopavanja.

Imajući u vidu osnovnu namenu ove mašine i uobičajene uslove rada, teorijska analiza distribucije snage ima polaznu jednačinu za ukupno potrebnu snagu pogonskog motora (Đukić, 1983), uprošćenog oblika:

$$P_u = P_o + P_k + P_{tr} \quad , \quad (2)$$

gde su:

P_o – snaga potrebna za obradu zemljišta,

P_k – snaga potrebna za kretanje i
 P_{tr} – snaga izgubljena u transmisiji.

Snaga potrebna za obradu zemljišta ima sledeće činioce (Đukić, 1983):

$$P_o = P_r + P_t + P_{od}, \quad (3)$$

gde su:

P_r – snaga potrebna za rezanje zemljišta, kW ;

P_t – snaga izgubljena sa trenjem, kW i

P_{od} – snaga potrebna za odbacivanje zemljišta, kW .

Snaga potrebna za rezanje zemljišta, najveća je nepoznanica zbog promenljivosti, zavisno od stanja zemljišta, karakteriše se specifičnim otporom zemljišta. Izračunava se pomoću izraza (Kleckin, 1967; modifikacija Đukić, 1983):

$$P_r = k_r \cdot h \cdot b \cdot s \cdot m_s \cdot \frac{n}{60}, \quad W \quad (4)$$

gde su:

k_r – specifični otpor rezanja, N/m^2 ;

h – dubina obrade, m ;

b – radni zahvat jednog noža-motičice, m ;

s – dužina odsecanja plastice, m ;

m_s – broj rozeta i

n – broj obrtaja motičica-rozeta, min^{-1} .

Specifičnog otpora rezanja zemljišta literaturno se daje u relativno širokom dijapazonu graničnih vrednosti i za grubi opis stanja površinskog sloja. Stoga, za stanje u vreme obrade nije lako odrediti njegovu pravu vrednost, pogotovo u zaštićenom prostoru. Za kultivisano, stalno obrađivano zemljište, kakvo je u zaštićenom prostoru, literaturno se usvaja u granicama $8-17 N/cm^2$ (Scripnic, 1979).

Snaga izgubljena sa trenjem, odnosi se na napor koji se ulaže za savladavanje trenja noža za vreme prodora kroz zemljište, kada je dominantno prisustvo adhezione sile, i na trenje koje se javlja unutar zemljišta prilikom pomeranja slojeva usled potiskivanja od motičica, kada je dominantno prisustvo kohezione sile. Pošto je racionalna obrada elektrokopačicom u dijapazonu optimalne vlažnosti zemljišta, to znači da je prisutna adhezijska sila male veličine. Sa druge strane, zbog male debljine i širine motičica, kao i malog tangencijalnog ugla nagiba vrha motičice, pomeranje odsečenih slojeva plastice je reda veličine $7-8 mm$, bez značajnog sabijanja zemljišta i izražene kohezione sile. To znači da ovaj gubitak može da se zanemari, tim pre što je analitika njegovog određivanja složena, a uticaj beznačajan (Đukić, 1983).

Snaga potrebna za odbacivanje zemljišta, zbog tangencijalnog ugla nagiba vrha noža motičice od 14° i male brzine odsecanja plastice, može da se identifikuje silom koja je potrebna za odizanje odsečene plastice. U tom slučaju snaga potrebna za odizanje plastice mogla bi da se izrazi jednačinom:

$$P_{od} = m_p \cdot g \cdot v_y, \quad W \quad (5)$$

gde je:

m_p – masa plastice, kg , i

v_y – brzina odizanja plastice u trenutku odsecanja, m/s .

Maksimalna sila potrebna za odizanje nastaje u trenutku završetka odsecanja, kada se odiže cela plastica, ali pod uslovom da u međuvremenu nije došlo do njenog osipanja. Pri tome, usled male brzine pomeranja, inercijalna sila može da se zanemari. Znači, ostaje da se odredi težina odignute plastice, odnosno zapremina zemljišta kod svakog odsecanja i zapreminska masa zemljišta.

Uzdužni presek plastice kod odsecanja zemljišta sa motičicama elektrokopačice je odsečak "mesečastog" oblika. Takav oblik dobija se preklapanjem putanja vrha motičice kod dva uzastopna zasecanja zemljišta i on je stalan za nepromenjen režim rada. Putanja je po trohoidi (Radomirović, 2005), čija složena jednačina trajektorije ukazuje na potrebu uproščavanja kod određivanja težine plastice. Za dovoljno tačno izračunavanje može da se usvoji da je odsečak dobijen presecanjem kružnica. Krajnji rezultat odnosi se na maksimalno moguću težinu plastice, koja je prihvatljiva za preliminarnu analizu bilansa snage.

Poprečni presek, takođe, je mesečastog oblika ako je dužina odsecanja do veličine radijusa zakrivljenosti motičice. Kada je dužina odsecanja veća od radijusa zakrivljenosti ima oblik paralelograma sa dve prave stranice jednake dužini odsecanja i dve krive po radijusu zakrivljenosti vrha noža. Izduženost paralelograma u direktnoj zavisnosti je od razlike dužine odsecanja i radijusa zakrivljenosti.

Pošto je u obe posmatrane ravni veličina preseka promenljiva sa dužinom odsecanja, ona je zajednička promenljiva, s tim da uzdužni presek zavisi i od dubine obrade. To znači da pri svakom odsecanju plastice, za dovoljnu tačnost definisanja zapremine, kod prekopavanja treba odrediti veličinu uzdužnog preseka. Ukupna zapremina dobija se množenjem površine poprečnog preseka sa širinom odsecanja jedne motičice. U ovom slučaju jednaka je radijusu krivine vrha motičica. Što je dužina odsecanja veća od radijusa krivine, greška izračunavanja zapremine je manja.

Površina uzdužnog preseka plastice zavisi od režima obrade, tj. ostvarenog kinematskog koeficijenta i dubine obrade. Za istu dubinu obrade, promenom kinematskog koeficijenta menja se dužina odsecanja, odnosno i veličina i oblik uzdužnog preseka plastice, a istovremeno i položaj i veličina "grebena", koji nastaje od dva uzastopna zasecanja motičica.

Aproksimativno izračunavanje veličine uzdužnog preseka plastice na bazi površine mesečastog odsečka od presecanja dva kruga i njegovog dela izvan radnog zahvata (sl. 1) opisuje jednačina:

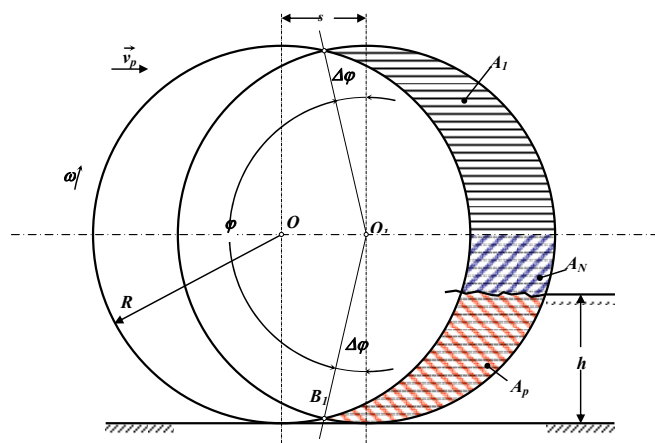
$$A_p = 0,5 \cdot (A_1 - l \cdot s), \quad m^2 \quad (6)$$

gde su:

A_1 – površina "mesečastog" odsečka, m^2 ,

l – deo luka iznad nivoa obrađivanog zemljišta, m i

s – dužina odsecanja plastice, m .



Sl. 1. Geometrijske veličine za definisanje površine uzdužnog preseka plastice:

A_p – površina uzdužnog preseka, A_1 – površina "mesečastog" odsečka, A_N – površina iznad nivoa obrade do ose kopačice, φ – položajni ugao preseka dve kružnice, $\Delta\varphi$ – ugao otklona

Fig. 1. Geometric dimensions for define the along section of cuted soil:

A_p – along section area, A_1 – area of the moony segment, A_N – area above the level of cultivate surface

to hoe axe, φ – positionaly angle of two circles section, $\Delta\varphi$ – deviation angle

Površina "mesečastog" odsečka izračunava se izrazom (HÜTTE, 1954):

$$A_1 = R^2 \cdot \left(\pi + \sin \varphi - \frac{\varphi \cdot \pi}{180} \right), \quad m^2 \quad (7)$$

Položajni ugao preseka dve kružnice φ , zajedno sa dvostrukim uglom otklona $\Delta\varphi$, koji se izračunava po obrascu:

$$\Delta\varphi = \arcsin \frac{s}{2 \cdot R}, \quad \circ \quad (8)$$

zaklapa ugao 180° , tj.

$$\varphi + 2 \cdot \Delta\varphi = 180^\circ \quad (9)$$

Dužina luka iznad nivoa obrađivanog zemljišta izračunava se po obrascu (HÜTTE, 1954):

$$l = \frac{R \cdot \pi \cdot \alpha}{180}, \quad (10)$$

gde se ugao zahvaćen lukom α , izračunava izrazom:

$$\alpha = 2 \cdot \arctg \frac{R-h}{R}, \quad \circ \quad (11)$$

Konačan oblik izraza za izračunavanje dužina luka je:

$$l = \frac{R \cdot \pi}{90} \cdot \operatorname{arctg} \frac{R-h}{h} \quad (12)$$

Uvrštavanjem i sređivanjem jednačina (5), dobija se konačan oblik:

$$A_p = 0,5 \cdot R \cdot \pi \cdot \left\{ R \cdot \left[\sin \left(180 - 2 \cdot \arcsin \frac{s}{2 \cdot R} \right) - 1 + \frac{\arcsin \frac{s}{2 \cdot R}}{90} \right] - \frac{s}{90} \cdot \operatorname{arctg} \frac{R-h}{R} \right\} \quad (13)$$

Snaga potrebna za kretanje izračunava se izrazom (Đukić, 1983):

$$P_k = \mu \cdot (G_m - F_z) \cdot v_p, \quad W \quad (14)$$

gde su:

μ – koeficijent otpora kotrljanja,

G_m – težina mašine, N i

F_z – vertikalna komponenta sile rezanja, N .

Kretanje kopačice slično je kotrljanju na točkovima, pa se usvajaju vrednosti koeficijenta otpora kotrljanja prema stanju obrađenosti zemljišta. Za kultivisano zemljište vrednost koeficijenta je 0,16-0,18 (Semetko, 1981).

Težina mašine usvaja se za masu osnovne konstrukcije mašine, koja je oko 60 kg.

Vertikalna komponenta sile rezanja (sl. 2) ima smer naviše, teži da odigne kopačicu i prividno smanjuje njenu težinu, a time i snagu potrebnu za kretanje. Ova sila izračunava se iz izraza:

$$F_z = F_o \cdot (\sin \Psi - \sin \Psi_1), \quad N \quad (15)$$

gde su:

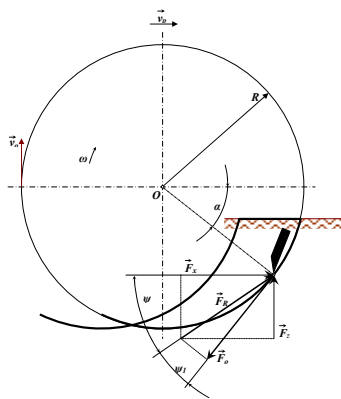
F_o – obimna sila na vrhu motičice, N ,

Ψ – ugao između pravca rezultante i horizontale, ° i

Ψ_1 – ugao pravca rezultante i tangenta na krug rotiranja motičice, °.

Obimna sila predstavlja silu rezanja, kojom motičica savladava otpor rezanja zemljišta.

Ugao između pravca rezultante i horizontale je 15 do 40°, dok je ugao istog pravca prema tangenti dopuna do 45° i ima vrednost 15-20° (Đukić, 1983).



Sl. 2. Sile otpora rezanja

Fig. 2. Force of cutting resistance

Obimna sila na vrhu motičice zavisi od ostvarene snage na osovini rotora i obimne brzine, odnosno:

$$F_o = \frac{P_{rot}}{v_o}, \quad N \quad (16)$$

gde su:

P_{rot} – snaga na vratilu rotora motičica, W i

v_o – obimna brzina vrha motičica, m/s .

Snaga na vratilu rotora jednaka je umanjenoj efektivnoj snazi za vrednost gubitaka:

$$P_{rot} = P_e - P_{tr}, \quad kW \quad (17)$$

gde su:

P_e – efektivna snaga elektromotora, kW i

P_{tr} – gubitak snage u transmisiji, kW .

Izmerene vrednosti trenutnog napona i struje, faktor snage i koeficijent iskorišćenja elektromotora daju podatak o raspoloživoj snazi na vratilu elektromotora, tj. o efektivnoj snazi:

$$P_e = U \cdot I \cdot \eta_m \cdot \cos\varphi, \quad kW \quad (18)$$

gde su:

U – trenutni napon, V ,

I – trenutna struja, A ,

η_m – koeficijent iskorišćenja elektromotora i

$\cos\varphi$ – faktor snage.

Koeficijent iskorišćenja elektromotora ima vrednosti 0,5-0,95 (Vukić, 1991).

Snaga izgubljena u transmisiji, izračunava se prema izrazu:

$$P_{tr} = P_e (1 - \eta_{tr}), \quad kW \quad (19)$$

gde je:

η_{tr} – stepen korisnog dejstva transmisije.

Pošto u prenosu snage, od elektromotora do motičica, učestvuje pužni reduktor i jedan par remenica, stepen korisnog dejstva ima oblik:

$$\eta_{tr} = \eta_R \cdot \eta_{PR} , \quad (20)$$

gde su:

η_R – stepen korisnog dejstva remenog prenosnika i

η_{PR} – stepen korisnog dejstva pužnog prenosnika.

Za uslove rada, dobru podešenost i opšte stanje prenosnika, vrednost ovih koeficijenata daje se u dijapazonu: $\eta_R = 0,95-0,96$ i $\eta_{PR} = 0,96-0,98$ (HÜTTE, 1954). Dakle, stepen korisnog dejstva transmisije ima granične vrednosti 0,912-0,94, odnosno gubitak snage u nivou 6 do 9%.

Uzimajući u obzir navedene izraze za proračun pojedinih članova, konačna jednačina za obimnu silu dobija oblik:

$$F_o = U \cdot I \cdot \frac{\eta_m \cdot \eta_{tr} \cdot \cos \varphi}{v_o} , N \quad (21)$$

Kao polazni podaci za analizu mogu da posluže vrednosti trenutne električne snage (tab. 1 i 2). Podaci u tab. 1 direktno su očitavani na upotrebljenom meraču potrošnje energije, a u tab. 2 su dobijeni korišćenjem univerzalnog merača napona i struje.

Radi šire analize prekopavanje je obavljeno i sa 80 min^{-1} motičica. Brzina kretanja za vreme obrade bila je $0,34 \text{ m/s}$.

Tab. 1. Električni parametri elektromotora za osnovne funkcije elektrokopačice

Tab. 1. Electrical arguments of electromotor for basic functions of electric hoe

Električni parametar Electrical argument	E l e m e n t r a d a			
	OBR TANJE ROTATION			KRETANJE MOTION
	Neopterećeni motor No loaded motor	Sa reduktorom With reductor	Sa motičica izvan zahvata sa zemljištem With hoes aut of clutch with soil	Na motičicama On hoes
Struja (I), A Electrical current (I), A	2,8	2,9	2,9	3,4
Električna snaga (P), W Electrical power(P), W	602	620	620	735

Za obrtanje elektromotora bez opterećenja potrebno je oko 600 W, a to znači stepen iskorišćenja oko 70%.

Uključivanjem transmisije snaga je povećana za 18 W, a za kretanje treba još dodatnih 115 W. Ako se usvoji da je 735 W potrebno i za kretanje kod prekopavanja, dobija se da je za prekopavanje trebalo 251 W, odnosno 383 za režim sa 80 min^{-1} .

Snaga potrebna za rezanje zemljišta, računajući za usvojene vrednosti: $h= 0,15 \text{ m}$, $b= 0,07 \text{ m}$, $s= 0,1 \text{ m}$, $m_s= 2$ i $n= 60 \text{ min}^{-1}$ i $k_r= 8$ i 17 N/m^2 , trebalo bi da ima vrednost 380 i 809 W (jednačina 4).

Tab. 2. Električni parametri elektrokopačice kod prekopavanja na 15 cm dubine

Tab. 2. Electrical arguments of electric hoe for nuzzle at 15 cm depth

Stanje zemljišta Soil condition	Električni parametri Electrical arguments	Broj obrtaja motičica, min^{-1} RPM of hoe	
		60	80
Stalno obrađivano zemljište Permanent tilled soil	Napon (U), V Electrical tencion (U), V	215,3	214,7
	Struja (I), A Electrical current (I), A	4,72	5,37
	Električna snaga (P), W Electrical power (P), W	986	1118
	Kinematski koeficijent, λ Kinematics coefficient, λ	2,37	2,37

Poredeći sa podacima električnog merenja, uočava se da postoji veliko odstupanje vrednosti. Očigledno je sporan usvojeni specifični otpor rezanja. Ako se usvoje, kao merodavne, vrednosti električnih merenja, na osnovu jednačine 4 dobija se da je vrednost specifičnog otpora rezanja 6 i 6,8 N/m^2 . Znači da je literaturno dat dijapazon specifičnog otpora nemerodavan za uslove zemljišta u zaštićenom prostoru. Ako bi se u jednačini umesto broja rozeta, kako je literaturno dato, uzeo u obzir broj motičica u istovremenom zahvatu dobila bi se vrednost do 5 N/m^2 i stoga se zaključuje da je realan dijapazon 5-7 N/m^2 .

Snaga potrebna za odbacivanje zemljišta, identifikovana kao snaga potrebna za odizanje plastice, izračunata je za 0,126 dm^3 zapremine plastice površina poprečnog preseka 0,18 dm^2 (jednačina 13) i specifična masa 1,7 kg/dm^3 (Potkonjak i Zoranović, 1993), čija je težina 2 N . Odizanje plastice obavlja se nagore usled 14° zakošenja motičice, brzinom vertikalne komponente obimne brzine vrha motičice. Ako se, kao ekstremni slučaj, usvoji da je brzina odizanja vertikalna komponenta obimne brzine vrha motičice, biće $v_y = v_o \cdot \sin 14^\circ = 0,26 \text{ m/s}$, dobija se da je snaga potrebna za odizanje jedne plastice 0,54 W . Pošto je u istovremenom zahvatu sa zemljištem 6 motičica u različitim fazama odsecanja plastice, dobijena vrednost bi mogla da se odnosi samo na onu koja je završila odsecanje. Zbog reda veličine izračunate vrednosti očigledno je da se u preliminarnom bilansiranju snage ovaj utrošak može zanemariti za ovakav tip mašine. Međutim, za mašine kod kojih je dominantno odbacivanje zemljišta i čija je masa mnogo veća, izračunavanje snage potrebne za odbacivanje je značajno.

Snaga potrebna za kretanje je reda veličine 115 W (tabela 1), odnosno do 8% nominalne snage ugrađenog elektromotora. Korišćenjem jednačina 16, 15 i 14, za obimnu brzinu 1,07 m/s vrha motičica, ekstremnog slučaja odnosa uglova sila $\psi = 30^\circ$ i $\psi_1 = 15^\circ$, ranije dateih vrednosti stepena korisnosti prenosnika i faktora snage, te dobijenu vrednost stepena korisnosti elektromotora i efektivne snage rezanja, dobija se da koeficijent trenja kotrljanja ima vrednost oko 0,63. To je velika vrednost, ali realna, jer je reč o kretanju po kultivisanom, ali vrlo rastresitom zemljištu, pa nastaje "propadanje" mašine.

Snaga izgubljena u transmisiji, može da se izračuna na osnovu efektivne snage (jednačina 18) i usvojenog stepena korisnog dejstva prenosnika. Za usvojenu srednju vrednost stepena korisnog dejstva 0,93, dobija se da se u transmisiji gubi oko 48 W (!) snage. Na osnovu $P = U \cdot I \cdot \cos \varphi = 986 \text{ W}$ snage povučene iz mreže, od koje se oduzima 602 W za rad motora, 115 W za kretanje i 251 W za rezanje zemljišta, dobija se da je u transmisiji izgubljeno 18 W . Električnim merenjem (tabela 1) to je i potvrđeno. Zaključak je da usvojena vrednost stepena

korisnog dejstva nije merodavna i da je ona realno oko 0,98, odnosno da je reč o oko 2% gubitka.

ZAKLJUČAK

Teorijska analiza distribucije snage, u cilju adekvatnog odabira snage pogonskog motora za elektrokopačicu, ima dobru osnovu u dosadašnjim istraživanjima, ali za donošenje odluke o snazi pogonskog elektromotora treba obaviti prihvatljive korekcije. Prvo se odnosi na korekciju dijapazona specifičnog otpora rezanja zemljišta i koeficijenta otpora kretanja, shodno uslovima rada u zaštićenom prostoru. Distribucija snage na neophodne elemente rada ukazuje na to da ima rezerve snage, koja može biti iskorišćena za izmene u režimu rada ili konstruktivnih karakteristika elektrokopačice. Praktično, mogla bi da se poveća brzina kretanja i obrtanja motičica, do granice koja bi kod prekopavanja ostvarila odgovarajući granulometrijski sastav zemljišta nakon prekopavanja. Za konstrukciju elektrokopačice može se konstatovati da bi odgovarao i elektromotor manje snage, pruža se mogućnost za povećanje širine radnog zahvata, a značajno bi bilo i razmišljanje o povećanju prečnika rozeta, radi obrade na veću dubinu. Ovakve konstatacije odnose se, pre svega, na režim rada sa 60 min^{-1} , zbog dobrog preduslova za kvalitetno prekopavanje i komforno rukovanje s obzirom na potrebnu brzinu kretanja za vreme obrade.

LITERATURA

- [1] Bajkin A, Somer D, Žigmanov P. 1996. Primena kopačice na elektromotorni pogon u staklenicima, *Savremena poljoprivredna tehnika*, 22(5):259-265.
- [2] Đukić N. 1983. Energetski bilans agregata za obradu višegodišnjih zasada, doktorska disertacija, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- [3] Vukić Đ. 1991. *Elektrotehnika*, Naučna knjiga, Beograd.
- [4] Kleckin M I. 1967. *Spravočnik konstruktora seljskohozjastvenih mašina*, Mašinstroenie, Moskva,
- [5] Potkonjak V, Zoranović M.1993. *Transportna sredstva u poljoprivredi*, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
- [6] Radaković J, Jevremović R. 1995. Primena upravljivog asinhronog motora u poljoprivredi, MAP'95, Novi Sad: 38-44.
- [7] Radomirović D, Bajkin A, Zoranović M. 2005. Kinematička analiza rotacione sitnilice, *Traktori i pogonske mašine*, 10(4):131-136.
- [8] Scripnic V, Babiciu P. 1979. *Masini agricole*, Editura Ceres, Bucuresti.
- [9] Semetko J et al. 1981.: *Tractory a Automobili*, Praha.
- [10] HÜTTE Inžinjerski priručnik.1954. knjiga I, 1 deo, Građevinska knjiga, Beograd.

Napomena: Rad predstavlja deo istraživanja na projektu "Izučavanje novog proizvodnog koncepta u cilju dobijanja zdravstveno bezbednog povrća za svežu potrošnju i čuvanje, uz uštedu energije", finansiran od Ministarstva za nauku Republike Srbije, evidencioni broj 20147.

Primljeno: 14.01.2009.

Prihvaćeno: 26.01.2009.