Biblid: 0350-2953 (2016) 42(2): 73-84
UDK: 631.3

Originalni naučni rad
Original scientific paper

UTICAJ RADNE BRZINE ROTACIONE SITNILICE NA OPTIMALNI PROFIL NOŽA PRI ISTOSMERNOM OBRRTANJU ROTORA

ROTARY TILLER WORKING SPEED INFLUENCE ON OPTIMAL PROFILE KNIFE IN THE SAME ROTOR ROTATION DIRECTION

Radomirović D, Ponjičan O, Sedlar A, Turan J, Višacki V

Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Departman za poljoprivrednu tehniku,
Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad
E-mail: dragir@polj.uns.ac.rs

SAŽETAK

Optimalni oblik profila noža određen je za vrednosti radnih brzina od 0,43 do 1,08 m/s. Konstrukcioni parametri rotacione sitnilice i parametri obrade zemljišta: poluprečnik rotora ($R = 0,25$ m), ugaona brzina ($\omega = 16,038$ s⁻¹) i radna dubina ($a = 0,1$ m). Optimalni profil oblika noža određen preko parametarskih jednačina trajektorije vrha noža i proizvoljne tačke profila noža. Na profilu noža definisana su rastojanja ρ na osnovu kojih su određene odgovarajuće koordinate X i Y . Prvi izvod funkcije je tangens ugla između tangente na krivu u izabranoj tački $Y(X)$ i ose X . Vrednost ugla na vrhu noža (α) za ispitivane radne brzine kreće se u granicama 5,24-14,41°. Između radne brzine i promene ugla α postoji praktično linearna zavisnost. Zakretanjem koordinatnog sistema za vrednost ugla α dobija se novi koordinatni sistem uv . Između oblika krivih za optimalni oblik profila noža u zakrenutom koordinatnom sistemu uv razlike su minimalne. Kriva promene profila noža može se napisati odgovarajućom jednačinom koja sadrži članove drugog i četvrtog stepena.

Ključne reči: obrada zemljišta, rotaciona sitnilica, oblik noža, radna brzina, parametarske jednačine, nelinearne algebarske jednačine

1. UVOD

Otpor rezanja kod rotacione sitnilice zavisi od ugla rezanja ε , koji se dobija kad se od ugla između poluprečnika rotora i tangente na trohoidu oduzme ugao postavljanja noža γ (Matjašin *et al*, 1988). Povećanjem vrednosti ugla postavljanja noža γ smanjuje se ugao rezanja ε . Kod rotacionih radnih alata ugao rezanja ε se stalno menja i ima znatno veću vrednost pa je to jedan od razloga povećanja angažovane energije pri njihovom radu.

Problemom optimalnog oblika tela i oštrice noža pri istosmernom obrtanju rotora rotacione sitnilice bavio se veći broj autora. Već ranije je utvrđeno da se kritična tačka nalazi na površini zemljišta (Ponjičan *et al*, 2011; 2012; 2013; 2014ab). Za rešenje problema ugla postavljanja noža i oblika noža, da bi se eliminisalo trenje noža i neodrezanog dela plastice, predlaže se trodimenzionalna simulacija kretanja noža

različitog oblika pri različitim režimima rada (Marković, 1994; Ros et al, 1995; Saimbhi et al, 2004; Celik and Altikat, 2008; Asl and Singh, 2009). Drugi pristup za protačun optimalnog oblika noža rotacione sitnilice pri istosmernom obrtanju navodi Radomirović et al, 2015. Optimalni oblik noža zavisi od konstrukcionih parametara (poluprečnik rotora R i ugaona brzina rotora ω), kao i parametara obrade zemljišta (radna dubina a i radna brzina v_m). U ovom radu određeno je kako se menjaju optimalni oblici zakrivljenosti krila noža u zavisnosti od radne brzine v_m .

2. MATERIAL I METOD RADA

Cilj istraživanja bio je da se promena optimalnog oblika krila noža rotora rotacione sitnilice pri istosmernom obrtanju rotora. Proračun je izveden za polazne podatke $R = 25$ cm, $a = 10$ cm, $\omega = 16,038$ s⁻¹ i $v_m = 0,43; 0,55; 0,77$ i $1,08$ m/s. Optimalni profil oblika noža određen preko parametarskih jednačina trajektorije vrha noža i proizvoljne tačke profila noža. Na profilu noža definisana su rastojanja ρ na osnovu kojih su određene odgovarajuće koordinate X i Y . Prvi izvod funkcije je tangens ugla između tangente na krivu u izabranoj tački $Y(X)$ i ose X . Ugao na vrhu oštirive noža označen je sa α . Zakretanjem koordinatnog sistema za vrednost ugla α dobija se novi koordinatni sistem uv . Razlike između oblika krivih za optimalni oblik profila noža u zakrenutom koordinatnom sistema uv su minimalne. Kriva promene profila noža može se napisati odgovarajućom jednačinom drugog ili četvrtog stepena.

Za rešavanje jednačina korišćen je programski paket "Scientific work place" (Radomirović et al, 2006, 2008; 2009; 2010 i 2015b). Za crtanje ovih trajektorija korišćeni su programski paketi SWP i CorelDraw.

3. REZULTATI ISPITIVANJA I DISKUSIJA

U radu (Radomirović i sar, 2015a) objašnjena je procedura dobijanja optimalnog profila noža $Y(X)$ za zadate parametre obrade R , a , ω i v_m kod kojeg svaka tačka profila pri obradi ulazi u zemljište na istom mestu (sl. 1).

Sl. 1. Veličine koje definišu trajektorije tačaka profila noža

Fig. 1. The parameters that define the trajectory points of the knife profile

Suštinsku ulogu u dobijanju optimalnog profila imaju parametarske jednačine trajektorije vrha noža, tačke A, i parametarske jednačine trajektorije proizvoljne tačke B profila noža (sl. 1):

$$x(t) = x_A(t) = v_m \cdot t + R \cdot \cos \omega t ,$$

$$y(t) = y_A(t) = R - R \cdot \sin \omega t ,$$

$$x_B(t) = x(t) - Y \cos \omega t + X \sin \omega t = v_m \cdot t + R \cdot \cos \omega t - Y \cos \omega t + X \sin \omega t ,$$

$$y_B(t) = y(t) + Y \sin \omega t + X \cos \omega t = R - R \cdot \sin \omega t + Y \sin \omega t + X \cos \omega t ,$$

gde veličine X i Y predstavljaju pomereność tačke B u odnosu na vrh noža A.

Traženu jednačinu optimalnog profila noža za zadate parametre obrade R , a , ω i v_m kod istosmernog obrtanja definiše implicitna funkcija

$$f(X, Y) = \frac{v_m}{\omega} \left[\arcsin z(X, Y) - \arcsin \frac{R-a}{R} \right] + (R-Y) \sqrt{1 - z(X, Y)^2} + X z(X, Y) - \sqrt{R^2 - (R-a)^2} = 0 \quad (1)$$

gde je

$$z(X, Y) = \frac{(R-a)(R-Y) + \sqrt{(R-a)^2(R-Y)^2 - [(R-Y)^2 + X^2][(R-a)^2 - X^2]}}{(R-Y)^2 + X^2}.$$

U ovom radu zadatak istraživanja je bio da se uporede optimalni profili noža za različite radne brzine mašine v_m zbog čega su, radi lakšeg upoređivanja, u svim slučajevima za zadata rastojanja ρ (sl. 2) od vrha noža optimalnog profila, korišćenjem implicitne funkcije (1), dobijane odgovarajuće vrednosti koordinata X i Y .

Sl. 2 Međusobni odnosi koordinata X i Y koje definišu profil noža i rastojanja od vrha noža ρ

Fig. 2 Mutual relations between X and Y coordinate that define the profile of the knife and the distance between the top ρ

Prema slici 2 imamo da je:

$$X = \sqrt{\rho^2 - Y^2} \quad (2)$$

Uvrštavanjem (2) u (1) dobija se

$$\frac{v_m}{\omega} \left[\arcsin z(\rho, Y) - \arcsin \frac{R-a}{R} \right] + (R-Y) \sqrt{1 - z(\rho, Y)^2} + \sqrt{\rho^2 - Y^2} z(\rho, Y) - \sqrt{R^2 - (R-a)^2} = 0 \quad (3)$$

gde je

$$z(\rho, Y) = \frac{(R - a)(R - Y) + \sqrt{(R - a)^2 (R - Y)^2 - [(R - Y)^2 + \rho^2 - Y^2] [(R - a)^2 - \rho^2 + Y^2]}}{(R - Y)^2 + \rho^2 - Y^2}.$$

Prema usvojenoj proceduri proizvoljno se zadaje rastojanje ρ , zatim se iz jednačina (2) i (3) određuju njemu odgovarajuće koordinate X i Y .

Analitičko određivanje prvog izdoda funkcije optimalnog profila dY/dX na osnovu implicitne funkcije $f(X, Y) = 0$

Prvi izvod funkcije je važan zato što on predstavlja tangens ugla između tangente na krivu $Y(X)$ i ose X . Na proizvoljnom mestu krive B gde koordinate imaju vrednosti X i Y ovaj ugao označen je sa β (sl. 3). Posebno je važna vrednost ovog ugla na mestu koordinatnog početka. Taj ugao je označen sa α .

Sl. 3. Uglovi koje tangente na krivu $Y(X)$ grade sa osom X

Fig. 3. Tangente to the curve $Y(X)$ in relation with the X axis angles

Totalni diferencijal implicitne funkcije (1) iznosi „nula“ tako da imamo

$$\frac{\partial f(X, Y)}{\partial X} dX + \frac{\partial f(X, Y)}{\partial Y} dY = 0. \quad (4)$$

Na osnovu (4), traženi prvi izvod, odnosno, tangens ugla β , definiše formula

$$\frac{dY}{dX}(X, Y) = \tan \beta = - \frac{\frac{\partial f}{\partial X}(X, Y)}{\frac{\partial f}{\partial Y}(X, Y)}. \quad (5)$$

U konkretnom slučaju parcijalni izvodi $\frac{\partial f}{\partial X}(X, Y)$ i $\frac{\partial f}{\partial Y}(X, Y)$ nisu ispisani zbog toga što su to previše dugački matematički izrazi.

Za slučaj koordinatnog početka, gde je $\beta = \alpha$ i $X = Y = 0$, izraz (5) postaje

$$\frac{dY}{dX}(0, 0) = \tan \alpha = - \frac{\frac{\partial f}{\partial X}(0, 0)}{\frac{\partial f}{\partial Y}(0, 0)} = \frac{\sqrt{a(2R - a)} \cdot v_m}{R \omega^2 - (R - a) \cdot v_m}. \quad (6)$$

Na osnovu izraza (6), ugao α , izražen u radijanima, definiše formula

$$\alpha = \arctan \frac{\sqrt{a(2R - a)} \cdot v_m}{R \omega^2 - (R - a) \cdot v_m}, \quad (7)$$

koja vrlo jasno govori o uticaju radne brzine mašine na ovaj ugao.

U skladu sa izrazom (7), u tabeli 1 i na slici 5, za podatke $R=25\text{cm}$, $a=10\text{ cm}$ i $\omega=16,038\text{s}^{-1}$, prikazana je zavisnost ugla α od radne brzine tabelarno, odnosno, grafički.

Tab. 1 Zavisnost ugla α od radne brzine

Tab. 1 α angle dependence of working speeds

$v_m \text{ (m/s)}$	$\alpha \text{ (rad)}$	$\alpha \text{ (}^\circ\text{)}$
0,40	0,0846888445	4,852313360
0,43	0,0914409399	5,239179931
0,50	0,1074161972	6,154494751
0,55	0,1190163118	6,819132359
0,60	0,1307742351	7,492811740
0,70	0,1547630256	8,867268191
0,77	0,1719290858	9,850810991
0,80	0,1793797375	10,27770189
0,90	0,2046183483	11,72376777
1,00	0,2304693614	13,20492171
1,08	0,2515823407	14,41460632
1,10	0,2569195439	14,72040554

Sl. 4. Zavisnost ugla α od brzine radne mašine

Fig. 4. Angle α dependence of working speeds

Optimalni profil noža u koordinatnom sistemu u,v zakrenutom u odnosu na X,Y koordinatni sistem za ugao α tako da osa u ima pravac tangente na optimalni profil u koordinatnom početku

Koordinate u i v profila noža u zavisnosti od ugla α i koordinata X i Y , u skladu sa slikom 5, definišu izrazi

$$u = X \cos \alpha + Y \sin \alpha, \quad v = -X \sin \alpha + Y \cos \alpha.$$

(8)

Sl. 5. Profil noža u zakrenutom uv koordinatnom sistemu (prvi izvod u koordinatnom početku $dv/du=0$)

Fig. 5. The knife profile into rotated coordinate system (the first derivative at the origin $dv/du=0$)

U tabeli 2 su, za podatke $R=25$ cm, $a=10$ cm i $\omega=16,038$ s⁻¹ u slučaju kada je radna brzina mašine $v_m=0,43$ m/s (samim tim $\alpha=\alpha_a \approx 5,24^\circ$), prikazane koordinate optimalnog profila noža u koordinatnim sistemima XY i uv . Zadavanjem rastojanja ρ korišćene su relacije (3), (2) i (8) za izračunavanje koordinata Y , X , u i v . Nelinearna algebarska jednačina (3), u cilju dobijanja koordinate Y , rešavana je numerički uz pomoć programskog paketa SWP (Scientific Work Place).

Tab. 2 Optimalni profil noža pri radnoj brzini $v_m=0,43$ m/s ($\alpha=\alpha_a \approx 5,24^\circ$) u koordinatnim sistemima XY i uv

Tab. 2 The optimal blade profile at working speed $v_m=0.43$ m/s ($\alpha=\alpha_a \approx 5.24^\circ$) in the XY and uv coordinate system

ρ [mm]	X [mm]	Y [mm]	u [mm]	v [mm]
0	0	0	0	0
10	9,937927197	1,112476076	9,997992575	0,200360817
20	19,82713659	2,623862531	19,98389681	0,802414036
30	29,65532414	4,534506602	29,94549178	1,807628971
40	39,41001462	6,844760614	39,87038653	3,217495631
50	49,07853189	9,554983406	49,74599066	5,033528861
60	58,64796714	12,66554186	59,55948281	7,257272763
70	68,10514471	16,17681255	69,29777672	9,890305439

Istim postupkom i za iste podatke su u tabelama 3,4 i 5 prikazane koordinate optimalnih profila u slučajevima kada brzina radne mašine v_m iznosi 0,55, 0,77 i 1,08 m/s.

Tab. 3 Optimalni profil noža pri radnoj brzini $v_m=0,55$ m/s ($\alpha=\alpha_b\approx 6,82^\circ$) u koordinatnim sistemima XY i uv

Tab. 3 The optimal blade profile at working speed $v_m=0.55$ m/s ($\alpha=\alpha_b\approx 6,82^\circ$) in the XY and uv coordinate system

ρ [mm]	X [mm]	Y [mm]	u [mm]	v [mm]
0	0	0	0	0
10	9,903439376	1,386321942	9,997987282	0,200624807
20	19,7470408	3,170864191	19,98384281	0,803757766
30	29,51836754	5,354061783	29,94526949	1,811307521
40	39,20477316	7,93635692	39,86976285	3,225214725
50	48,79336933	10,91820082	49,74457931	5,047457709
60	58,27099113	14,3000557	59,55670195	7,280058561
70	67,62415931	18,08239691	69,29280334	9,925089739

Tab. 4 Optimalni profil noža pri radnoj brzini $v_m=0,77$ m/s ($\alpha=\alpha_c\approx 9,85^\circ$) u koordinatnim sistemima XY i uv

Tab. 4 The optimal blade profile at working speed $v_m=0.77$ m/s ($\alpha=\alpha_c\approx 9.85^\circ$) in the XY and uv coordinate system

ρ [mm]	X [mm]	Y [mm]	u [mm]	v [mm]
0	0	0	0	0
10	9,816087188	1,909039634	9,997969175	0,20152514
20	19,55082755	4,214871558	19,98367539	0,807909573
30	29,19144211	6,918071078	29,94462651	1,821906395
40	38,72486478	10,0192239	39,86804929	3,246328062
50	48,13770427	13,51892851	49,74085225	5,084055265
60	57,4162023	17,41779877	59,54958499	7,338046624
70	66,54618752	21,71646672	69,28039322	10,01134936

Tab. 5 Optimalni profil noža pri radnoj brzini $v_m=1,08$ m/s ($\alpha=\alpha_d\approx 14,41^\circ$) u koordinatnim sistemima XY i uv

Tab. 5 The optimal blade profile at working speed $v_m=1.08$ m/s ($\alpha=\alpha_d\approx 14.41^\circ$) in the XY and uv coordinate system

ρ [mm]	X [mm]	Y [mm]	u [mm]	v [mm]
0	0	0	0	0
10	9,632332628	2,686664874	9,997913963	0,204245896
20	19,15007535	5,768415221	19,98319666	0,819665513
30	28,53964899	9,245995633	29,94288173	1,85036036
40	37,78705288	13,12016138	39,86359728	3,300547213
50	46,87781425	17,39167993	49,73151719	5,17457218
60	55,796932	22,06133223	59,53230702	7,47692595
70	64,52881352	27,12991386	69,25106305	10,21226064

U skladu sa dobijenim koordinatama u XY koordinatnom sistemu, prikazanim u tabelama 2, 3, 4 i 5, na slici 6 su grafički prikazani optimalni profili u razmatrana četiri slučaja radne brzine kao i odgovarajući uglovi α . Za radnu brzinu $v_m=0,43$ m/s gde je $\alpha=\alpha_a\cong 5,24^\circ$ kriva optimalnog profila je označena sa *a*. Za radnu brzinu $v_m=0,55$ m/s gde je $\alpha=\alpha_b\cong 6,82^\circ$ kriva optimalnog profila je označena sa *b*. Za radnu brzinu $v_m=0,77$ m/s gde je $\alpha=\alpha_c\cong 9,85^\circ$ kriva optimalnog profila je označena sa *c*. Za brzinu radne mašine $v_m=1,08$ m/s gde je $\alpha=\alpha_d\cong 14,41^\circ$ kriva optimalnog profila je označena sa *d*.

Sl. 6 Optimalni profili noža za razmatrane radne brzine mašine u XY koordinatnom sistemu
Fig. 6 Optimum knife profiles to consider working speed machines in the XY coordinate system

Možda se između optimalnih profila *a*, *b*, *c* i *d* sa slike 6, na prvi pogled, i ne uočavaju veće sličnosti, međutim, vidi se da je sličnost ovih profila zapravo veoma velika u zakrenutom, za odgovarajući ugao α , uv koordinatnom sistemu (sl. 8). Možda je zbog velike sličnosti optimalnih profila to teško vidljivo ali na slici 7 su prikazane sve četiri krive optimalna profila u koordinatnom sistemu uv .

Sl. 7 Optimalni profili noževa za razmatrane radne brzine mašine u uv koordinatnom sistemu
Fig. 7 Optimum knives profiles to consider working speed machines in the uv coordinate system

Funkcije koje sa visokom tačnošću aproksimiraju tražene optimalne profile u uv koordinatnom sistemu

Jasno je vidljivo, iz dobijenih rezultata, da su krive optimalnih profila u uv koordinatnom sistemu takve glatke funkcije koje se prilično dobro mogu aproksimirati sa većim brojem različitih funkcija. Tako na primer, funkcije oblika $\bar{v} = Au^B$, ili $\bar{v} = Au^2 + Bu^4$ daju sasvim zadovoljavajuću približnost sa tačnim optimalnim profilom.

Tabelarni prikaz razlike između tačnog rešenja prikazanog u tabeli 2 i aproksimativnog $\bar{v} = Au^2 + Bu^4$ (gde je $A=2,005630659 \times 10^{-3}$, $B=1,133502070 \times 10^{-8}$) za $v_m=0,43$ m/s i odgovarajuće vrednosti koordinate u dat je u prvoj koloni tabele 6.

Tab. 6 Razlike između tačnih i aproksimativnih rešenja oblika $\bar{v} = Au^2 + Bu^4$

Tab. 6 Tab. 6 Differences between the approximate and exact solutions of

$$\bar{v} = Au^2 + Bu^4$$

ρ [mm]	$v_m=0,43$ m/s	$v_m=0,55$ m/s	$v_m=0,77$ m/s	$v_m=1,08$ m/s
	$v - \bar{v}$, mm			
0	0	0	0	0
10	-0,0002349936	-0,0003091344	-0,000449651	-0,0006688743
20	-0,000354635	-0,000470464	-0,0006895473	-0,0010299328
30	0	0	0	0
40	0,000606054	0,000824653	0,001235917	0,001867718
50	0,000852489	0,001182361	0,001800753	0,00274362
60	0	0	0	0
70	-0,002494078	-0,003683437	-0,00589173	-0,00919035

Tabelarni prikaz razlike između tačnog rešenja prikazanog u tabeli 3 i aproksimativnog $\bar{v} = Au^2 + Bu^4$ (gde je $A=2,008921678 \times 10^{-3}$, $B=1,227320862 \times 10^{-8}$) za $v_m=0,55$ m/s i odgovarajuće vrednosti koordinate u dat je u drugoj koloni tabele 6.

Tabelarni prikaz razlike između tačnog rešenja prikazanog u tabeli 4 i aproksimativnog $\bar{v} = Au^2 + Bu^4$ (gde je $A=2,019155083 \times 10^{-3}$, $B=1,414002174 \times 10^{-8}$) za $v_m=0,77$ m/s i odgovarajuće vrednosti koordinate u dat je u trećoj koloni tabele 6.

Tabelarni prikaz razlike između tačnog rešenja prikazanog u tabeli 5 i aproksimativnog $\bar{v} = Au^2 + Bu^4$ (gde je $A=2,048270747 \times 10^{-3}$, $B=1,732866403 \times 10^{-8}$) za $v_m=1,08$ m/s i odgovarajuće vrednosti koordinate u dat je u četvrtoj koloni tabele 6.

4. ZAKLJUČAK

Vrednost ugla na vrhu noža (α) za ispitivane radne brzine kreće se u granicama 5,24-14,41°. Između radne brzine i promene ugla α postoji praktično linearna zavisnost. Zakretanjem koordinatnog sistema za vrednost ugla α dobija se novi koordinatni sistem uv . Zbog velike sličnosti optimalnih profila u uv koordinatnom sistemu za sve slučajeve radnih brzina praktično se može konstatovati da jedan optimalni profil pokriva sve radne brzine s tim što svaka radna brzina zahteva odgovarajuće zakretanje profila noža.

5. LITERATURA

- [1] Asl J H, Singh S. 2009. Optimization and evaluation of rotary tiller blades: Computer solution of mathematical relations. Soil Till. Res, 106: 1-7.
- [2] Celik A, Altikat S. 2008. Geometrical Analysis of the Effects of Rotary Tiller Blade Path on the Distribution of Soil Slice Size. Applied Engineering in Agriculture 24(4): 409-413.
- [3] Marković D, Mančić J, Đekić I. 1994. Kompjutersko projektovanje i optimizacija aktivnih radnih organa za obradu zemljišta. Savremena poljoprivredna tehnika, 20(3): 114-118.
- [4] Матяшин Ю. И, Гринчук И. М, Егоров, Г. М. 1988. Расчет и проектирование потационных машин, Агропромиздат, Москва.
- [5] Ponjican O, Bajkin A, Dimitrijevic A, Savin L, Tomic M, Simikic M, Dedovic N, Zoranovic M. 2011. The effects of working parameters and tillage quality on rotary tiller specific work requirement. African Journal of Agricultural Research, 6(31): 6513-6524.
- [6] Ponjičan O, Bajkin A, Findura P, Pristavka M. 2012: Uticaj smera obrtanja rotacione sitnilice na kvalitet obrade zemljišta, Savremena poljoprivredna tehnika, 38(4): 317-326.
- [7] Ponjičan O, Radomirović D, Bajkin A, Zoranović M, Ivanišević M. 2013. Kritična vrednost ugla postavljanja noža pri istosmernom obrtanju rotora rotacione sitnilice. Savremena poljoprivredna tehnika, 39(2): 113-122, ISSN 0350-2953.
- [8] Ponjičan O, Radomirović D, Bajkin A, Zoranović M, Ivanišević M. 2014a. Kritična vrednost ugla postavljanja noža pri suprotnosmernom obrtanju rotora rotacione sitnilice. Savremena poljoprivredna tehnika, 40(2): 107-116.
- [9] Ponjičan O. 2014b. Definisanje optimalnog režima rada rotacione sitnilice u cilju zaštite životne sredine, ekologije i energetske efikasnosti. Poglavlje u monografiji: Ekološki i energetske parametri primene poljoprivredne mehanizacije. UDK: 631.171, ISBN 978-86-7520-318-6, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8, 21000 Novi Sad: 49-122, <http://polj.uns.ac.rs/wp-content/uploads/2014/10/Ekološki-i-energetski-parametri-primene-poljoprivredne-mehanizacije-OBJAVLJENO.pdf>

- [10] Ros V, Smith R. J, Marley S. J, Erbach D. C. 1995. Mathematical modeling and computer aided design of the passive tillage tools. Transactions of the ASAE 38 (3): 675-683.
- [11] Radomirović D, Ponjičan O, Bajkin A. 2006. Geometrijski pokazatelji rada rotacione sitnilice sa suprotnosmernim obrtanjem radnih organa. Savremena poljoprivredna tehnika, 32(1-2): 29-35.
- [12] Radomirović D, Ponjičan O, Bajkin A. 2008. Brzina rezanja i dužina puta rezanja pri istosmernom obrtanju rotacione sitnilice. Traktori i pogonske mašine, 13(2): 34-40.
- [13] Radomirović D, Ponjičan O, Bajkin A, Zoranović M. 2009. Promena brzine rezanja i dužine puta rezanja kod suprotnosmernog obrtanja rotacione sitnilice. Savremena poljoprivredna tehnika, 35 (3): 176-184.
- [14] Radomirović D, Ponjičan O, Bajkin A, Zoranović M. 2010. Promena debljine plastice pri obradi zemljišta rotacionom sitnilicom s istosmernim obrtanjem rotora. Savremena poljoprivredna tehnika, 36 (3): 228-238.
- [15] Radomirović D, Ponjičan O, Bajkin A. 2015a. Optimal profile of rotary tiller knife for conventional rotor rotation direction. Proceedings. The Second International Symposium on Agricultural Engineering ISAE, 9th-10th October 2015, Belgrade–Zemun, Serbia
- [16] Radomirović D, Ponjičan O, Bajkin A. 2015. Optimalni profil noža rotacione sitnilice pri suprotnosmernom obrtanju rotora. Savremena poljoprivredna tehnika, 41(4): 231-238.
- [17] Saimbhi, V.S., D.S. Wadhwa and P.S. Grewal. 2004. Development of a rotary tiller blade using three dimensional computer graphics. Biosystems Engineering 89(1): 47-58.

ROTARY TILLER WORKING SPEED INFLUENCE ON OPTIMAL PROFILE KNIFE IN THE SAME ROTOR ROTATION DIRECTION

Radomirović D, Ponjičan O, Sedlar A, Turan J, Višacki V

¹Univerzity of Novi Sad, Faculty of agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad
E-mail: dragir@polj.uns.ac.rs

SUMMARY

The optimal shape of the knife profile is determined by the value of the working speed of 0.43 to 1.08 m/s. Constructional parameters and parameters of a rotary tiller tillage: the radius of the rotor ($R=0.25$ m), angular velocity ($\omega=16,038$ s⁻¹) and working depth ($a=0.1$ m). The optimal shape of the knife profile is determined by using the parametric equations of the blade top trajectory and an arbitrary point of the knife profile. On the profile of the knife is defined as the distance ρ that is base on determines corresponding coordinates X and Y. The first derivative of the function is the tangent of the angle between the tangent to the curve at the selected point Y (X) and the axis X. The value of the angle at the top of the blade (α) to test working speed ranges from 5.24 to

14.41 °. There is almost linear dependence between working speed and changes the angle α . By rotating the coordinate system for value of the angle α gets new uv coordinate system. Between the shapes of optimum profile of the knife in the rotated coordinate system uv differences are minimal. Curve knife profile can be writing by equation of the second and fourth degree.

Key words: tillage, rotary tiller, the shape of the knife, working speed, parametric equations, nonlinear algebraic equations

Napomena: rad je nastao kao rezultat istraživanja na projektu TR31046, „Unapređenje kvaliteta traktora i mobilnih sistema u cilju povećanja konkurentnosti, očuvanja zemljišta i životne sredine“, koji finansira Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije.

Primljeno: 27. 03. 2016. god.

Prihvaćeno: 18. 04. 2016. god.