

PROMENA DEBLJINE PLASTICE PRI OBRADI ZEMLJIŠTA ROTACIONOM
SITNILICOM S ISTOSMERNIM OBRTANJEM ROTORA
VARIATIONS IN SOIL SLICE THICKNESS FOR SOIL TILLAGE BY A
CONVENTIONAL ROTARY TILLER

Dragi Radomirović, Ondrej Ponjičan, Anđelko Bajkin, Miodrag Zoranović¹

¹ Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Trg Dositeja Obradovića 8.

E-mail: dragir@polj.uns.ac.rs

SAŽETAK

Realnu plasticu zemljišta sa jedne strane ograničava trohoida koju opisuje vrh noža pri njegovom prodiranju kroz zemljište, a sa druge strane trohoida prethodnog noža i horizontalna duž na visini dubine rezanja. Duž koja predstavlja debljinu plastice upravna je na tangentu u tački naredne trohoide. U radu je definisana procedura određivanja debljine realne plastice u svakom trenutku, pri prodiranju vrha noža kroz zemljište. Debljinu plastice, na proizvoljnom mestu vrha noža, definiše jedna od dve procedure. Prva procedura važi za vremenski interval od trenutka ulaska vrha noža u zemljište do trenutka postizanja maksimalne debljine plastice. Druga procedura važi za vremenski interval od trenutka postizanja maksimalne debljine plastice do trenutka izlaska vrha noža iz zemljišta. U ovoj proceduri neohodno je za svaki izabrani trenutak vremena od postizanja maksimalne debljine do izlaska noža iz zemljišta rešiti odgovarajuću transcendentnu jednačinu kako bi se izračunala trenutna debljina plastice.

Ključne reči: rotaciona sitnilica, trohoida, trenutna debljina plastice zemljišta, broj obrtaja, radna dubina, radna brzina

1. UVOD

Obrada zemljišta predstavlja jednu od najvećih stavki s aspekta angažovane energije i cene koštanja u biljnoj proizvodnji. Energetski input prilikom obrade zemljišta prevazilazi jedino nivo energetskog inputa prilikom navodnjavanja (Singh, 1983). Prema tome, povećanje efikasnosti alata za obradu zemljišta, čak i za mali deo, dovodi do ogromne uštede angažovane energije. Ekonomičnije je da se poveća produktivnost svake mašine pojedinačno, nego da se nekontrolisano povećava broj mašina. Glavni cilj projektovanja alata jeste optimalizovanje funkcionalnosti, efikasnosti i ekonomičnosti procesa obrade. Pravo inženjersko projektovanje izvodi se tek nakon određivanja analitičkih zavisnosti (Ros et al, 1995). Saimbhi and Wadhwa (2004), analizirali su međuzavisnost između zadnje ivice noža i neodsečenog dela zemljišta, radi eliminacije suvišne sile trenja.

Geometrijsku analizu uticaja putanje noža rotacione sitnilice na raspodelu zemljišne plastice navode Celik and Altikat (2008). Površina i zapremina zemljišne plastice povećava se povećanjem poluprečnika rotora i radne brzine, a smanjuje s povećanjem broja noževa. Zapremina zemljišne plastice dostiže maksimalnu vrednost za 190 min^{-1} , obrtaja rotora.

Daljim povećanjem broja obrtaja, zapremina se smanjuje. Asl and Singh (2009) navode matematičke zavisnosti za angažovanu energiju po jedinici zapremine obrađenog zemljišta za različite radne brzine, broj noževa, broj obrtaja rotora, kinematički parametar i zahvat noža.

Debljina plastice jednako kao i zahvat noža predstavljaju jednu od najvažnijih tehnoloških karakteristika rada mašina za obradu zemljišta sa rotacionim radnim alatima Đukić (1983). U toku rada svaki nož rotacione sitnilice odrezuje plasticu promenljive debljine (Матяшин et al, 1988). Isti autor, debljinu plastice definiše kao najkraće rastojanje između odgovarajućih tačaka dveju trohoida, pri čemu daje izraze preko kojih može da se odredi trenutna debljina plastice u zavisnosti od promene ugla obrtanja rotora. Za početnu tačku analize usvojeno je da se nož nalazi u najvišoj tački. Na osnovu navedenih jednačina maksimalna debljina plastice pri istosmernom obrtanju jednaka je zahvatu noža. Navedena tačka poklapa se sa maksimalnom vrednošću dozvoljene dubine obrade, koju definiše Paltik et al, (2003). Tačno određivanje maksimalne debljine plastice za slučaj suprotnosmernog obrtanja navodi Radomirović i dr, (2008). Maksimalna debljina plastice je definisana kao najkraće rastojanje tačke na površini zemljišta, koja pripada prethodnoj trohoidi od druge trohoide.

Poznavanje maksimalne debljine i promene debljine plastice je neophodno prilikom proračuna otpora rezanja nožem rotacione sitnilice (Матяшин et al, 1988). Prilikom istosmernog obrtanja rotora od početka rezanja ($0-40^\circ$) otpor naglo raste, a zatim se smanjuje, kao i debljina plastice. Thakur and Godwin (1991), utvrdili su da se najviša vrednost rezultantne sile dostiže nakon $10-15^\circ$ od ulaska noža. Söhne (1957); Bernardski et al, (1972) i Матяшин et al, (1988) predlažu promenu sile rezanja približno proporcionalno promeni debljine plastice. Павлов (1952) dokazuje da promena obrtnog momenta ne prati promenu debljine plastice, nego da se maksimalni obrtni moment javlja kasnije, nakon pojave maksimalne debljine plastice, te se iz tog razloga u ovom radu navodi nova definicija promene debljine plastice koja, više odgovara rezultatima eksperimentalnih merenja.

Postoji potreba za jasno definisanim i tačnim određivanjem maksimalne debljine plastice i promene debljine plastice u toku vremena za konkretne poznate vrednosti radne dubine. Određivanje promene debljine plastice novom metodom zasnovano je na putanji kretanja noža za vreme odsecanja zemljišta. Takva debljina plastice je u direktnoj zavisnosti sa trenutnim otporom rezanja plastice i odgovara rezultatima eksperimentalnih merenja otpora rezanja zemljišta.

2. MATERIJAL I METOD

2.1. Metod rada

U radu se debljina plastice određuje na osnovu položaja dveju susednih trohoida i dubine rezanja. Za sva numerička izračunavanja napisan je program u programskom jeziku Pascal. U programu se prvo zadaju vrednosti za: R, a, n i z nakon čega program izračunava

graničnu brzinu na osnovu koje se zadaje i v_m koja mora biti manja od granične vrednosti brzine. Nakon toga se određuje trenutak ulaska vrha noža u zemljište t_p . U narednom koraku program numeričkim rešavanjem odgovarajućih transcendentnih jednačina određuje veličine T i t_K . Činjenica je da kod realne plastice njenu debljinu $\delta(t)$, u prvoj fazi kretanja noža kroz zemljište (do postizanja maksimalne debljine), gde je $t_p < t < T$, određuje izvedena jednačina. Za određivanje $\delta(t)$ u drugoj fazi, gde je $T < t < t_K$, neophodno je rešavati odgovarajuću transcendentnu jednačinu. Numeričko rešavanje transcendentnih jednačina zasnovano je na Njutnovoj metodi određivanja nule funkcije. Pri tome je važno da polazna vrednost nezavisno promenljive bude iz očekivanog intervala za traženo rešenje. Za tu vrednost se izračuna vrednost funkcije i vrednost prvog izvoda. U sledećem približenju nezavisno promenljiva ima onu vrednost gde tangenta na funkciju za prethodnu vrednost seče apscisu. U dovoljno malom broju koraka dolazi se do rešenja (odnosno nule funkcije) gde je postavljen uslov da se to računanje prekine kada apsolutna vrednost funkcije postane manja od unapred izabranog malog broja.

2.2. Nomenklatura

R - poluprečnik rotora ($R = \overline{CA}$), m

v_m - brzina radne mašine, m/s

n - broj obrtaja rotora u minuti, min^{-1}

ω - ugaona brzina rotora, s^{-1}

t - vreme, s

$x(t)$ - jednačina kretanja vrha noža u horizontalnom x pravcu, m

$y(t)$ - jednačina kretanja vrha noža u vertikalnom y pravcu, m

$\bar{x}(t)$, $\bar{y}(t)$ - parametarske jednačine prethodne trohoide

β - ugao koji tangenta na trohoidu gradi sa horizontalnom x osom, -

$v_x = \dot{x}$ - projekcija brzine vrha noža na x osu, m/s

$v_y = \dot{y}$ - projekcija brzine vrha noža na y osu, m/s

z - broj noževa, -

x_z - zahvat noža, m

a - radna dubina, m

t_p - trenutak ulaska vrha noža u zemljište, s

T - trenutak postizanja maksimalne debljine plastice, s

t_D - trenutak kada se vrh noža nalazi u najnižem položaju, s

t_K - trenutak izlaska vrha noža iz zemljišta, s

τ - vrednost parametra prethodne trohoide koji definiše trenutnu debljinu plastice, s

x_p - x koordinata vrha noža u trenutku njegovog ulaska u zemljište, m

x_K - x koordinata vrha noža u trenutku njegovog izlaska iz zemljišta, m

x_D - x koordinata vrha noža u trenutku kada se on nalazi u najnižem položaju, m

$\delta(t)$ - trenutna debljina plastice, m

$\delta(T)=\delta_{max}$ - maksimalna debljina plastice, m

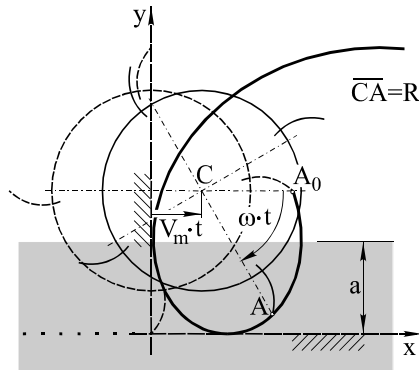
3. REZULTATI I DISKUSIJA

3.1. Teoretsko određivanje promene debljine plastice

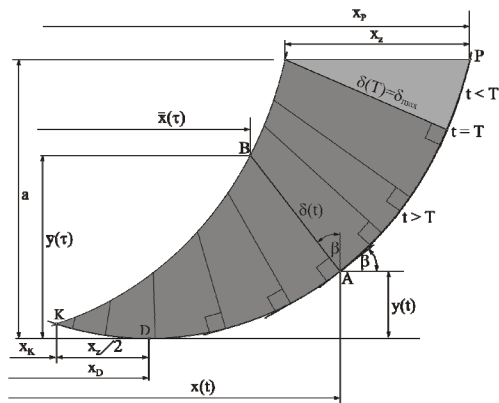
Jednačine kretanja (tj. parametarske jednačine trochoide) vrha noža rotacione sitnilice, u prikazanom koordinatnom sistemu (sl. 1), imaju oblik:

$$x(t) = v_m \cdot t + R \cdot \cos \omega t, \quad (1)$$

$$y(t) = R - R \cdot \sin \omega t. \quad (2)$$



Sl.1 Trajektorija vrha noža (trochoida)
Fig. 1. Trajectory of blade tip (trochoid)



Sl. 2. Trenutna debljina plastice za $T < t < t_K$
Fig. 2. Instantaneous slice thickness for $T < t < t_K$

Vrh noža ulazi u zemljište u tački P, kada je vreme $t = t_p$ i važi:

$$y(t_p) = a = R - R \sin \omega t_p \Rightarrow \sin \omega t_p = \frac{R - a}{R} \Rightarrow \quad (3)$$

$$\cos \omega t_p = \frac{\sqrt{2aR - a^2}}{R} \Rightarrow \quad (4)$$

$$t_p = \frac{1}{\omega} \arcsin \frac{R - a}{R} . \quad (5)$$

Vrh noža se nalazi u najnižem položaju u tački D, kada je vreme $t = t_D$ i važi:

$$y(t_D) = 0, \quad t_D = \frac{\pi}{2\omega}, \quad x(t_D) = x_D = \frac{v_m \pi}{2\omega} \quad (6)$$

S obzirom na (1) i (6), vrh noža izlazi iz zemljišta u tački K (sl. 2), kada je vreme $t = t_K$ i važi:

$$\frac{\pi}{2\omega} < t_K < \frac{\pi}{\omega}, \quad x(t_K) = x_K = x_D - \frac{x_z}{2}$$

$$\Rightarrow v_m t_K + R \cos \omega t_K - \frac{v_m \pi}{2z\omega} (z - 2) = 0, \quad (7)$$

gde je zahvat noža x_z definisan izrazom

$$x_z = \frac{2\pi v_m}{\omega z} . \quad (8)$$

Vreme t_K se dobija rešavanjem transcendentne jednačine (7).

Izvodi po vremenu jednačina kretanja (1) i (2), daju projekcije brzine vrha noža na koordinatne ose:

$$\dot{x}(t) = v_m - R\omega \sin \omega t, \quad (9)$$

$$\dot{y}(t) = -R\omega \cos \omega t . \quad (10)$$

Ugao β koja tangenta na trohoidu gradi sa horizontalnom x osom određuje izraz

$$\tan \beta = \frac{-\dot{y}}{-\dot{x}} = \frac{R\omega \cos \omega t}{R\omega \sin \omega t - v_m} . \quad (11)$$

Parametarske jednačine prethodne trohoide imaju oblik:

$$\bar{x}(t) = v_m \cdot t + R \cdot \cos \omega t - x_z, \quad (12)$$

$$\bar{y}(t) = R - R \cdot \sin \omega t . \quad (13)$$

Prethodna trohoida za istu vrednost parametra t ima istu vrednost koordinate y , kao i naredna trohoida, tj. $\bar{y}(t) = y(t)$, dok joj je x koordinata, u odnosu na narednu, manja za x_z , tj. $\bar{x}(t) = x(t) - x_z$.

Debljina plastice nakon postizanja maksimalne vrednosti, za $T < t < t_K$, prema definiciji korišćenoj u ovom radu (sl. 2), predstavlja rastojanje od tačke A, koje se nalazi na narednoj

trohoidi sa koordinatama $x(t)$ i $y(t)$, do tačke B, koja se nalazi na prethodnoj trohoidi sa koordinatama $\bar{x}(\tau)$ i $\bar{y}(\tau)$, gde je duž \overline{AB} upravna na tangentu u tački A naredne trohoide.

Zbog (11) i činjenice da je sa slike 2:

$$\tan \beta = \frac{x(t) - \bar{x}(\tau)}{\bar{y}(\tau) - y(t)}, \quad (14)$$

dobija se jednakost:

$$[\bar{y}(\tau) - y(t)]R\omega \cos \omega t - [x(t) - \bar{x}(\tau)](R\omega \sin \omega t - v_m) = 0. \quad (15)$$

Jednakost (15), s obzirom na (1), (2), (8), (12) i (13), postaje:

$$[\sin \omega t - \sin \omega \tau]R^2 \omega \cos \omega t - [v_m(t - \tau) + R(\cos \omega t - \cos \omega \tau) + x_z](R\omega \sin \omega t - v_m) = 0. \quad (16)$$

Za zadate parametre obrade kao i vreme t , algebarska jednačina (16) predstavlja transcendentnu jednačinu po τ . Nakon određivanja parametra τ , debljinu plastice za $T < t < t_K$ mogao bi da odredi izraz:

$$\delta(t) = \overline{AB} = \sqrt{(x(t) - \bar{x}(\tau))^2 + (y(t) - \bar{y}(\tau))^2}. \quad (17)$$

Debljina plastice pre postizanja maksimalne vrednosti, za $t_p < t < T$, prema definiciji korišćenoj u ovom radu (sl. 3), predstavlja rastojanje od tačke A, koja se nalazi na narednoj trohoidi sa koordinatama $x(t)$ i $y(t)$, do tačke B, koja se nalazi na horizontalnoj pravoj $y = a = \text{const.}$, gde je duž \overline{AB} upravna na tangentu u tački A naredne trohoide.

Sa slike 3 je očigledno da debljinu plastice, za $t_p < t < T$, određuje izraz:

$$\delta(t) = \frac{a - y(t)}{\cos \beta}. \quad (18)$$

Zbog (2) i s obzirom na to da, u skladu sa (11), važi:

$$\cos \beta = \frac{R\omega \sin \omega t - v_m}{\sqrt{v_m^2 + R^2 \omega^2 - 2v_m R\omega \sin \omega t}},$$

debljina plastice (18), za $t_p < t < T$, dobija oblik:

$$\delta(t) = (a - R + R \sin \omega t) \frac{\sqrt{v_m^2 + R^2 \omega^2 - 2v_m R\omega \sin \omega t}}{R\omega \sin \omega t - v_m}. \quad (19)$$

Sa slike 3 se takođe vidi da za $t_p < t < T$ mora biti zadovoljen uslov

$$x_p - x(t) + [a - y(t)] \tan \beta < x_z. \quad (20)$$

Zbog (1), (4) i (5) sledi:

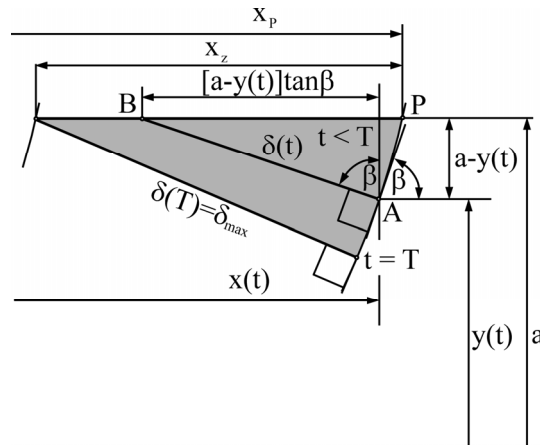
$$x_p = x(t_p) = \frac{v_m}{\omega} \arcsin \frac{R - a}{R} + \sqrt{2aR - a^2}. \quad (21)$$

Za $t = T$ nejednačina (20) prelazi u jednačinu, koja, s obzirom na (1), (2), (8) i (11), postaje:

$$\frac{v_m}{\omega} \arcsin \frac{R-a}{R} + \sqrt{2aR-a^2} - v_m T - R \cos \omega T + (a - R + R \sin \omega T) \frac{R \omega \cos \omega T}{R \omega \sin \omega T - v_m} -$$

$$\frac{2\pi V_m}{\omega Z} = 0. \quad (22)$$

Numeričkim rešavanjem transcendentne jednačine (22) određuje se T.



Sl. 3. Trenutna debljina plastice za $t_p < t < T$

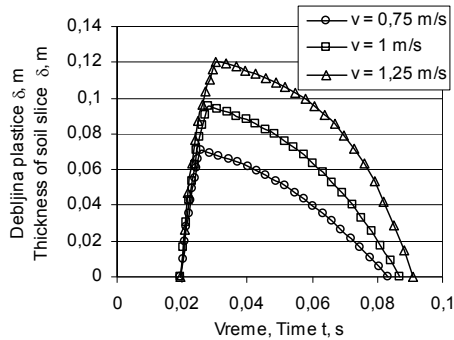
Fig. 3. Instantaneous slice thickness for $t_p < t < T$

3.2. Prikaz i diskusija rezultata

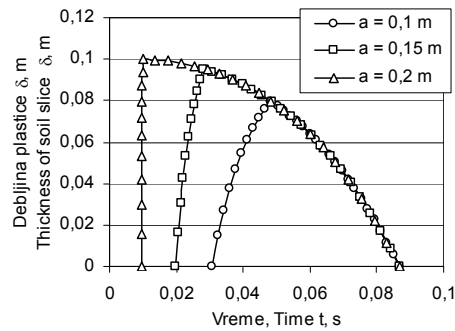
Korišćenjem navedenih jednačina pomoću programa napisanog u programskom jeziku Pascal računata su debljine plastica δ u funkciji vremena. Prilikom kinamatičke analize (sl. 4–8), usvojene su vrednosti polaznih parametara: poluprečnik rotora $R = 0,2; 0,25$ i $0,3$ m, broj noževa $z = 2; 3$ i 4 , broj obrtaja rotora $n = 150; 200$ i 250 min^{-1} , radna dubina $a = 0,1; 0,15$ i $0,2$ m i radna brzina $v_m = 0,75; 1$ i $1,25$ m/s.

Na svakom od prikazanih dijagrama menjan je samo po jedan od ovih parametara, dok su za ostale uzete srednje vrednosti. Usvojene vrednosti polaznih parametara obuhvataju režim rada rotacione sitnilice, kao samostalne mašine (Salokhe and Ramalingan, 2003; Saimbhi and Wadhwa, 2004; Celik and Altikat, 2008; Radomirović i dr. 2006; Asl and Singh, 2009) ili kao osnovni alat za obradu zemljišta složenih mašina (Ponjičan i dr, 2009).

Parametri kao što su radna brzina i radna dubina mogu da se podešavaju u eksploatacionim uslovima (Ponjičan i dr. 2010) i na osnovu njihove vrednosti određuje se kvalitet usitnjavanja zemljišta (Ponjičan i dr, 2008) koji je direktno povezan sa silom rezanja i angažovanom energijom za obradu zemljišta (Đukić, 1983; Radomirović i dr, 2008; Celik and Altikat, 2008; Asl and Singh, 2009).



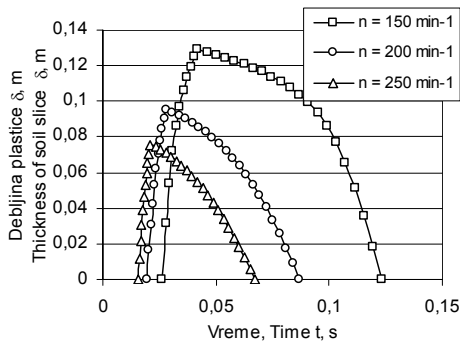
Sl. 4. Zavisnost promene debljine plastice zemljišta od radne brzine
Fig. 4. Dependence of the soil slice thickness on operational tiller forward speed



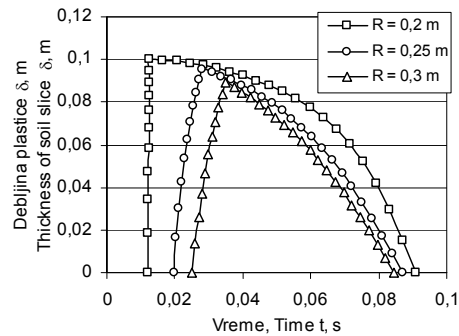
Sl. 5. Zavisnost promene debljine plastice od radne dubine
Fig. 5. Dependence of the soil slice thickness on operational tilling depths

Povećanjem radne brzine raste vrednost debljine plastice, s tim da maksimalnu vrednost dostiže sve kasnije, tj. na većoj dubini (sl. 4). Početak rezanja ne zavisi od promene radne brzine.

Povećanjem radne dubine raste vrednost debljine plastice, s tim da maksimalnu vrednost dostiže sve ranije, tj. na manjoj dubini (sl. 5). Povećanjem radne dubine početak rezanja se odvija ranije.



Sl. 6. Zavisnost promene debljine plastice zemljišta od broja obrtaja rotora
Fig. 6. Dependence of the soil slice thickness on number of rotor revolutions



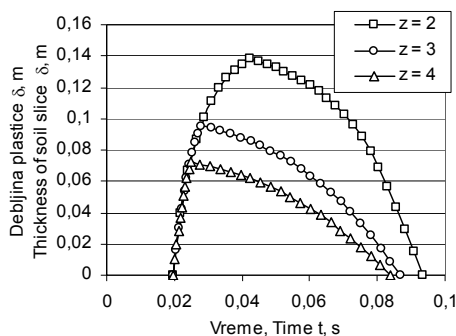
Sl. 7. Zavisnost promene debljine plastice od poluprečnika rotora
Fig. 7. Dependence of the soil slice thickness on radius of rotor

Parametre kao što su broj obrtaja, poluprečnik rotora i broj noževa treba pravilno izabrati prilikom konstrukcije rotacione sitnilice jer, najčešće, ne postoji mogućnost za njihovu promenu u toku eksploatacije.

Povećanjem broja obrtaja rotora smanjuje se vrednost debljine plastice, a maksimalna vrednost dostiže se sve ranije, tj. na manjoj dubini (sl. 6). Povećanjem broja obrtaja početak rezanja se odvija ranije.

Povećanjem prečnika rotora smanjuje se vrednost debljine plastice, a maksimalna vrednost dostiže se sve kasnije, tj. na većoj dubini (sl. 7). Povećanjem poluprečnika rotora početak rezanja se odvija kasnije.

Povećanjem broja noževa smanjuje se vrednost debljine plastice, a maksimalna vrednost dostiže se sve ranije, tj. na manjoj dubini (sl. 8). Početak rezanja ne zavisi od promene broja noževa.



Sl. 8. Zavisnost promene debljine plastice od broja noževa
Fig. 8. Dependence of the soil slice thickness on number of blades

Navedeni metod određivanja promene debljine plastice u funkciji vremena rezanja, kao i određivanja trenutka rezanja maksimalne debljine plastice, odgovara rezultatima eksperimentalnih merenja otpora rezanja koji navode Pavlov (1952), Thakur and Godwin (1991); Kataoka and Shibushawa (2002) i Lee et al, (2003).

U toku narednih istraživanja bilo bi interesantno proveriti promenu debljine plastice pri suprotnosmernom obrtanju rotora, koja se nameće kao ekološki prihvatljivija, zbog boljeg kvaliteta rada, manje angažovane energije za pogon rotora i manje degradacije zemljišta (Bajkin, 2006; Ponjičan i dr, 2008; 2009).

4. ZAKLJUČAK

Realnu plasticu zemljišta sa jedne strane ograničava trohoida koju opisuje vrh noža pri njegovom prodiranju kroz zemljište a sa druge strane trohoida prethodnog noža i horizontalna duž na visini dubine rezanja. Duž koja predstavlja debljinu plastice upravna je na tangentu u tački naredne trohoide. Maksimalna debljina plastice raste sa povećanjem

radne brzine, radne dubine i prečnika rotora. Povećanjem broja obrtaja rotora i broja noževa smanjuje se vrednost maksimalne debljine plastice.

Promena debljine plastice izračunata metodom koji se navodi u ovom radu odgovara rezultatima eksperimentalnih merenja otpora rezanja zemljišta za istosmerno obrtanje rotora.

5. LITERATURA

1. Asl J. H, Singh S. (2009). Optimization and evaluation of rotary tiller blades: Computer solution of mathematical relations. *Soil Tillage Res.* (2009), doi:10.1016/j.still.2009.09.011.
2. Bajkin A. (2006). Primena rotofreze u savremenoj proizvodnji povrća. *Savremeni povrtar* 18, 21-21.
3. Bernardski H, Haman J, Kanfojcky C. Z. (1972). *Agricultural machines; theory and constructions* (Vol. 1, 382-387). Warsaw, Poland: The Scientific Publications Foreign Cooperative. Center of Central Institute for Scientific Technical and Information.
4. 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.
5. Đukić N. (1983). Energetski bilans agregata za obradu višegodišnjih zasada. PhD disertacija, Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad.
6. Kataoka T, Shibusawa S. (2002). Soil-blade dynamics in reverse-rotational rotary tillage. *Journal of Terramechanics* 39: 95-113.
7. Lee K. S, Park S. H, Park W. Y, Lee C. S. (2003). Strip tillage of rotary tiller blades for use in dryland direct rice seeder. *Soil & Tillage Research* 71: 25-32.
8. Матяшин Ю. И, Гринчук И. М, Егоров Г. М. (1988). Расчет и проектирование ротационных почво-обрабатывающих машин, Россия, Агропромиздат, Москва, 176.
9. Paltik J, Findura P, Polc M. (2003). Stroje pre rastlinú výrobu obrabanie pôdy, sejba. Slovenská republika: Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 241.
10. Павлов А. J (1952): Исследование сил в почвенных фрезях. Труды БИМ Т. 15.М, Сельхозгыз.
11. Ponjičan O, Bajkin A, Nešić Ljiljana. (2008). Uticaj različitih konstrukcija mašina za formiranje gredica na strukturu zemljišta pri proizvodnji mrkve. *Časopis za procesnu tehniku i energetiku u poljoprivredi PTEP*, 12(3): 164-167.
12. Ponjičan O, Bajkin A, Somer D. (2009). Uticaj predsetvene pripreme zemljišta na agrofizičke osobine i prinos korena mrkve. *Savremena poljoprivredna tehnika* 35(1-2): 33-41.
13. Ponjičan O, Bajkin A, Somer D, Jovanović B. (2010). Analiza eksploatacionih parametara tehnologije proizvodnje mrkve na mini gredicama. *Savremena poljoprivredna tehnika* 36(1): 39-46.
14. 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.
15. Radomirović D, Ponjičan O, Bajkin A, Zoranović M. (2008). Uticaj smera obrtanja rotacione sitnilice na parametre obrade zemljišta. *Poljoprivredna tehnika* 33(2): 4-47.
16. 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.

VARIATIONS IN SOIL SLICE THICKNESS FOR SOIL TILLAGE BY A CONVENTIONAL ROTARY TILLER

Dragi Radomirović, Ondrej Ponjičan, Anđelko Bajkin, Miodrag Zoranović

SUMMARY

In reality, soil slice is limited by the trochoid traced by the blade tip during its penetration through the soil, on the one side, and by the trochoid of previous blade and horizontal segment of line on the height of cutting depth, on the other. The line segment which represents slice thickness is perpendicular to the tangent line at the point of the following trochoid. Defined in this paper is a methodology for calculation of current soil slice thickness, during penetration of blade tip through the soil. The soil slice thickness at an arbitrary point on blade tip is defined by one of two procedures. The first procedure is valid within the time interval from the moment of blade tip entrance into the soil, to the moment when the maximum slice thickness is established. The second procedure is valid within the time interval from the moment when the maximum slice thickness is established, until the moment when the blade exits the soil. At any chosen moment, from the attainment of maximum slice thickness to blade exit from the soil, this procedure requires an adequate transcendental equation to be solved. The maximum soil slice thickness increases with: the increase of rotary tiller forward speed, operational depth, and rotor diameter. Both the increase of the rotor rpm and the increase of the number of blades cause the reduction of the maximum soil slice thickness. Variations in maximum soil slice thickness, estimated by the method proposed in this paper, correspond to experimental measurements of the soil cutting resistance for the conventional rotary tiller operating at forward speed.

Key words: rotary tiller, trochoid, current soil slice thickness, rpm, operating speed, operating depth

| |
|--|
| <p>Napomena: Rad predstavlja deo istraživanja na projektima 20076 i 22006, koje finansira Ministarstvo za nauku i tehnološki razvoj Republike Srbije.</p> |
|--|

Primljeno:

Prihvaćeno: