Biblid:0350-2953 (2018) 44(4): 147-156;

UDK: 631.3:631.5;62-93

Originalni naučni rad

Original scientific paper

UGAO ODVAJANJA PLASTICE OD NOŽA PRI ISTOSMERNOM OBRRTANJU ROTORA ROTACIONE SITNILICE SOIL SLICE REMOVING ANGLE FROM THE ROTARY TILLER KNIFE IN THE CASE OF THE SAME ROTOR ROTATION DIRECTION

Ponjičan Ondrej, Radomirović Dragi, Turan Jan, Sedlar Aleksandar, Višacki Vladimir

¹Univerzitet u Novom Sadu, Poljoprivredni fakultet, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad

E-mail: ondrej.ponjican@polj.uns.ac.rs

SAŽETAK

Cilj istraživanja je bilo precizno određivanje ugla odvajanja plastice od noža pri istosmernom obrtanju rotora rotacione sitnilice. Analizom utvrđene su tri oblasti: prethodnog odvajanja, zadržavanja i naknadnog odbacivanja. Kritične tačke ugla α određene su na osnovu relativne normalne reakcije F_N/m i relativne sile trenja F_T/m u zavisnosti od promene koeficijenta trenja između plastice i noža $\square$, i ugla postavljanja krila noža $\square$. Na osnovu izvedene analize promene vrednosti ugla α , vrednost ugla postavljanja $\square$ ne bi trebalo da imaju vrednost veću od $\square \leq 60^\circ$. Analizom ugla odvajanja plastice, dobijeni su izuzetno značajni podaci vezani za određivanje optimalne vrednosti ugla postavljanja noža $\square$, prilikom konstruisanja rotora rotacione sitnilice.

Ključne reči: obrada zemljišta, rotaciona sitnilica, ugao odvajanja plastice, ugao postavljanja noža.

1. UVOD

Detaljnijom analizom kinematskih i geometrijskih parametara rotacione sitnilice u zavisnosti od smera obrtanja bavio se veći broj autora (Matjašin et al, 1988; Páltik et al, 2003; Radomirović i dr, 2005; 2006; Ponjičan, 2009; 2014a). Za analizu angažovane energije za rad rotacione sitnilice, kao i za kvalitet rada neophodno je poznavati konkretne vrednosti brzine rezanja i dužine puta rezanja u zavisnosti od radne brzine i smera obrtanja (Radomirović i dr, 2008; 2009). Analizom promene debljine plastice može da se utvrdi kvalitet usitnjavanja zemljišta (Radomirović i dr, 2010). Uticaj smera obrtanja rotora rotacione sitnilice ima uticaja na kvalitet obrade zemljišta, kao i na degradaciju zemljišta (Ponjičan i dr, 2011a; 2011b; 2012). Radna brzina, radna dubina, broj obrtaja rotora, prečnik i smer obrtanja rotora rotacione sitnilice, predstavljaju parametre na osnovu kojih treba definisati vrednost ugla postavljanja krila noža γ (Ponjičan i dr, 2013).

Ugao postavljanja noža γ se nalazi između poluprečnika rotora i gornjeg dela krila noža i na izvedenim konstrukcijama rotacionih sitnilica on ima konstantnu vrednost. Ugao rezanja ε predstavlja ugao između tangente na trohoidu i ugla 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 usled promene između ugla između tangente na trohoidu i tangente na kružnicu ψ . Za vrednost ugaone brzine $16,038 \text{ s}^{-1}$ i režim radnih brzina od 0,43 do 1,08 m/s opadaju vrednosti ugla rezanja sa $26,76$ na $17,58^\circ$ (Ponjičan, 2009).

Ugao rezanja raonika kod plugova, kultivatorskih motičica i drugih radnih organa sa pravolinijskim kretanjem, za minimalnu angažovanu energiju kreće su granicama $20\text{--}30^\circ$ (Matjašin et al, 1988). Kod rotacionih radnih alata ugao rezanja ε ima znatno veću vrednost pa je to jedan od razloga povećanja angažovane energije pri njihovom radu.

Analizom noževa sa uglom postavljanja krila $\gamma = 65; 55; 45$ i 35° , najbolji rezultati usitnjavanja zemljišta izmereni preko zapreminske mase i penetrometrijskog otpora konusa dobijeni su za ugao $\gamma = 55^\circ$. Navedena vrednost predstavlja optimalnu vrednost ugla postavljanja noža γ i ugla rezanja ε sa aspekta minimalne energije angažovane za obradu zemljišta pri suprotnosmernom obrtanju rotora i dubokoj obradi zemljišta (*Rupaslnqhe and Jaijasuriya, 2006*).

Za rešenje problema ugla postavljanja noža i oblika noža, da bi se eliminisalo trenje noža o neodrežani deo 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*). *Saimbhi et al, (2004)* su pomoću metode trodimenzionalnih kompjuterskih grafika razvili oblik sečiva noža koji svojom zadnjom stranom neće dodirivati neobrađeno zemljište.

U cilju iznalaženja optimalne konstrukcije rotacione sitnilice sa energetskog i ekološkog aspekta analizirana je kritična vrednost ugla postavljanja noža u zavisnosti od smjera obrtanja. U zavisnosti od promene radne brzine u granicama od 0,43 do 1,08 m/s, kritična vrednost ugla postavljanja krila noža γ pri istosmernom obrtanju kreće se u granicama $74,47^\circ$ do $65,17^\circ$ (*Ponjičan i dr, 2013*), a pri suprotnosmernom obrtanju rotora u granicama od $75,11^\circ$ do $69,24^\circ$ (*Ponjičan i dr, 2014b, 2014c*). Poznavanjem vrednosti ugla postavljanja krila noža γ može se odrediti oblast primene već postojećih rotacionih sitnilica, a nove konstrukcije rotacionih sitnilica sa noževima montiranim pod optimalnim uglom postavljanja mogu da ostvare rezanje pri minimalnim vrednostima ugla rezanja što dovodi do sniženja vrednosti energije angažovane za obradu rotacionom sitnilicom. Radi smanjenja otpora trenja o neobrađeni deo zemljišta određen je optimalni profil noža za slučaj istosmernog i suprotnosmernog obrtanja rotora rotacione sitnilice (*Radomirović 2015a; 2015b*). Optimalni oblik noža određen je računanjem rastojanja pojedinih tačaka na zadnjem delu noža od tačke ulaska u zemljište (za istosmerno obrtanje) i od tačke izlaska noža na površini zemljišta (suprotnosmerno obrtanje). U zavisnosti od režima rada rotacione sitnilice utvrđen je optimalni oblik noža u zavisnosti od radne brzine i smjera obrtanja (*Radomirović i dr, 2016 i 2017*). Optimalni oblik noža ima približno istovetan oblik, ali se menja ugao njegove zakošenosti u zavisnosti od promene radne brzine. Za promenu radne brzine u granicama od 0,43 do 1,08 m/s ugao zakošenosti ima vrednost $5,24\text{--}14,41^\circ$ za istosmerno obrtanje, i $4,61\text{--}10,51^\circ$ za suprotnosmerno obrtanje.

2. CILJ ISTRAŽIVANJA

Veliki uticaj na kvalitet obrade zemljišta, ali i na prekomerno usitnjavanje i degradaciju zemljišta ima dinamika plastice i trenutak njenog odvajanja sa noža i udaranje o čvrstu podlogu. U cilju preciznijeg sagledavanja konstrukcije rotacione sitnilice, potrebno je odrediti zakonitost odvajanja plastice od noža, kao i odrediti uticajne parametre. U ovom radu određen je ugao odvajanja plastice od noža pri istosmernom obrtanju rotora.

3. MATERIJAL I METOD

Polazni geometrijski i kinematski parametri rotacione sitnilice su uzeti na osnovu poljskih ispitivanja (*Ponjičan, 2009*). Ispitivana je klasična rotaciona sitnilica radnog zahvata 1,3 m, i broja noževa na disku orijentisanih na istu stranu $z = 3$. Ostali relevantni podaci za određivanje ugla odvajanja plastice od noža pri istosmernom obrtanju: ugaona brzina rotora $\omega = 16,038 \text{ s}^{-1}$; poluprečnik rotora $R = 0,25 \text{ m}$; širina noža $L = 0,06 \text{ m}$ i ugao postavljanja noža $\gamma = 58^\circ$. Limena oplata u obliku luka, dužine 0,6 m, postavljena je sa gornje strane. Limeni zakrivljeni poklopac koji može da se približava ili udaljava od rotora ima dužinu 0,6 m. Limena oplata i poklopac su zglobovno spajeni pri vrednosti ugla $\alpha = 150^\circ$, a limena oplata se završava pri vrednosti ugla $\alpha = 240^\circ$. Za vrednosti ugla $\alpha > 240^\circ$, rotaciona sitnilica je otvorena sa prednje strane.

Koeficijent trenja između čelične površine noža i zemljišta može da se kreće u širokim granicama $\mu = 0,25 - 0,6$ u zavisnosti od mehaničkog sastava zemljišta (Oljača i Raičević, 1999).

Za rešavanje jednačina i crtanje krivih korišćen je programski paket "Scientific work place" (Radomirović i dr. 2017).

4. REZULTATI ISPITIVANJA I DISKUSIJA

Oblasti prethodnog odvajanja, zadržavanja i naknadnog odvajanja plastice od noža rotacione sitnilice u slučaju istosmernog obrtanja rotora određene su na osnovu sila koje dejstvuju na plasticu i to, od aktivnih: sile težine plastice mg i centrifugalne F_C i od reakcija veza: normalne reakcije F_N i sile trenja F_T . Zadržavanje plastice na nožu je u oblasti gde je sila trenja manja od njege granične vrednosti koja iznosi μF_N . U preostalim oblastima sila trenja iznosi μF_N i plastica se odvajava od noža. Ugao α je definisan kao ugao između vertikalnog pravca i pravca koji povezuje centar rotora sa trenutnim položajem sredine noža. Uglo α definisan je trenutni položaj noža.

Sl. 1 Sile koje deluju na plasticu
Fig. 1 Force acting on the soil slice

Polazimo od toga da je poznato: R, L, γ, ω i μ .

Sa slike 1 se mogu da se utvrde geometrijske veze. Kosinusna teorema za trougao sa stranicama R, r i $L/2$ ima oblik:

$$r^2 = R^2 + (L/2)^2 - 2RL \cos \gamma \Rightarrow r = \sqrt{R^2 + (L/2)^2 - 2RL \cos \gamma}. \quad (1)$$

Sinusna teorema za isti trougao ima oblik:

$$\frac{R}{\sin \gamma_1} = \frac{L/2}{\sin (\gamma_1 - \gamma)} \Rightarrow \tan \gamma_1 = \frac{R \sin \gamma}{R \cos \gamma - L/2},$$

$$\sin \gamma_1 = \frac{R \sin \gamma}{r}, \quad \cos \gamma_1 = \frac{R \cos \gamma - L/2}{r}. \quad (2)$$

S obzirom da su uglovi γ_1 i γ_2 komplementarni, odnosno $\gamma_2 = 90^\circ - \gamma_1$, na osnovu (2) imamo da je:

$$\cos \gamma_2 = \frac{R \sin \gamma}{r}, \quad \sin \gamma_2 = \frac{R \cos \gamma - L/2}{r}. \quad (3)$$

Intenzitet centrifugalne sile F_C se računa prema jednačini:

$$F_C = mr \omega^2. \quad (4)$$

Sve dok je plastica nošena na nožu, odnosno, dok se kreće zajedno sa nožem, važe sledeće jednačine ravnoteže:

$$\sum F_{iy_1} = 0 \Rightarrow F_N - F_C \cos \gamma_2 - mg \cos (\alpha - \gamma_2) = 0, \quad (5)$$

$$\sum F_{ix_1} = 0 \Rightarrow F_T - F_C \sin \gamma_2 + mg \sin (\alpha - \gamma_2) = 0. \quad (6)$$

S obzirom na (3) i (4), rešenja jednačina (5) i (6) po F_N i F_T u zavisnosti od promenljivog ugla α su:

$$F_N = mR \sin \gamma \left(\omega^2 + \frac{g \cos \alpha}{r} \right) + mg \frac{R \cos \gamma - L/2}{r} \sin \alpha, \quad (7)$$

$$F_T = -mg \frac{R \sin \gamma}{r} \sin \alpha + m \left(R \cos \gamma - L/2 \right) \left(\omega^2 + \frac{g \cos \alpha}{r} \right). \quad (8)$$

Iz dobijenih izraza se vidi da radna brzina ne utiče na dobijene rezultate. To je iz razloga što suštinsku ulogu u dobijanju pokretačke inercijalne sile ima ubrzanje plastice koje ne zavisi od radne brzine.

Sa dijagrama na slici 2, mogu se videti promene sila F_N i F_T u zavisnosti od promene ugla α , za podatke: $R = 0,25$ m, $L = 0,06$ m, $\gamma = 58^\circ$ i $\omega = 16,038$ s⁻¹. Ovakve zavisnosti se dobijaju za dovoljno velike vrednosti koeficijenta trenja između noža i plastice μ , pri čemu nema pomeranja plastice po nožu.

Sl. 2 Relativna normalna reakcija F_N/m i sila trenja F_T/m u zavisnosti od ugla α za veliku vrednost koeficijenta trenja koji sprečava klizanje

Fig. 2 Relative normal reaction F_N/m and frictional force F_T/m in regard to angle α in the case of friction coefficient high value that prevents slipping

S obzirom da koeficijent trenja zemljišta o čelik ima konačne vrednosti, može se odrediti oblast za ugao α u kojoj je plastica nepomerljiva u odnosu na nož. U toj oblasti sila trenja manja je od njene granične vrednosti, tj. $F_T < \mu F_N$.

Za vrednost koeficijenta trenja $\mu = 0,4$ i za napred navedene podatke dobijaju se granične vrednosti ugla α . Plastica zemljišta će ostati nepokretna na nožu za vrednosti ugla $29,48^\circ < \alpha < 158,5^\circ$, (sl. 3). U trenutku kada ugao α dostigne vrednost $158,51^\circ$ ($\alpha = 158,5^\circ$) sila trenja dostiže svoju graničnu vrednost $F_T = \mu F_N$ i započinje klizanje plastice u odnosu na nož a ubrzo zatim i njeno odvajanje. Ugao α_1 za date podatke, izračunat po formuli (2), iznosi $\alpha_1 = 64,20^\circ$.

Sl. 3 Granične vrednosti završetka i početka odvajanja plastice

Fig. 3 Ending and beginning limit values of the soil slice slipping

Za navedene kinematske i geometrijske parametre rotacione sitnilice u zavisnosti od radne brzine (0,43 do 1,08 m/s), ugao izlaska noža iz zemljišta ima vrednost $\omega t_{izl} = 7,21 - 22,12^\circ$ (Ponjičan, 2009), a kritična vrednost ugla postavljanja krila noža γ kreće se u granicama $74,47^\circ$ do $65,17^\circ$ (Ponjičan i dr, 2013). Navedene vrednosti ugla izlaska ωt_{izl} i ugla postavljanja γ , predstavljaju granične vrednosti unutar kojih treba izvesti simulaciju ugla α .

Prvenstveno je analizirana oblast u granicama između prestanka rezanja zemljišta ωt_{izl} ($7,21 - 22,12^\circ$), i prestanka prethodnog odvajanja idealnog oblika plastice od noža ($29,48^\circ$). U ovoj zoni dolazi do klizanja plastice sa noža, njenog udaranja o poklopac i dodatnog usitnjavanja. Bitno je da vrednosti ugla α do kraja oblasti prethodnog odbacivanja budu ispod vrednosti od 150° , kad počinje nepokretna limena zaštitna oplata. Oblast u kojoj plastika postaje nepokretna u odnosu na nož, predstavlja nepoželjnu oblast, jer u toj oblasti nema odvajanja plastice i plastika će se odvojiti tek pri većim vrednostima ugla α . Ugao od 150 do 240° je ugao kad plastika udara o nepokretni plašt i ponovo se vraća na rotor, pri čemu se prekomerno usitnjava i stvara dodatni otpor. Za ugao α veći od 240° , plastika se odbacuje unapred ispred rotacione sitnilice i udara o traktor, što takođe predstavlja neprihvatljiv režim rada.

Na slikama 4 do 14 prikazana je oblast u kojoj se plastika izbacuje sa noža, i oblast u kojoj plastika postaje nepomerljiva u odnosu na nož, kao i položaj gde ponovo počinje klizanje između plastice i noža. Analiza je izvedena u zavisnosti od promene ugla postavljanja noža $\square$ i koeficijent trenja $\square$.

 Sl. 4 Oblasti pomerljivosti plastice za $\square = 50^\circ$ i $0,30 < \square < 0,70$

 Fig. 4 Soil slipping areas for $\square = 50^\circ$ i $0,30 < \square < 0,70$

 Sl. 5 Oblasti pomerljivosti plastice za $\square = 52^\circ$ i $0,30 < \square < 0,70$

 Fig. 5 Soil slipping areas for $\square = 52^\circ$ i $0,30 < \square < 0,70$

Sl. 6 Oblasti pomerljivosti plastice za $\gamma=54^\circ$ i $0,30 < \mu < 0,70$

Fig. 6 Soil slipping areas for $\gamma=54^\circ$ i $0,30 < \mu < 0,70$

Sl. 7 Oblasti pomerljivosti plastice za $\gamma=56^\circ$ i $0,30 < \mu < 0,70$

Fig. 7 Soil slipping areas for $\gamma=56^\circ$ i $0,30 < \mu < 0,70$

Sl. 8 Oblasti pomerljivosti plastice za $\gamma=58^\circ$ i $0,30 < \mu < 0,70$

Fig. 8 Soil slipping areas for $\gamma=58^\circ$ i $0,30 < \mu < 0,70$

Sl. 9 Oblasti pomerljivosti plastice za $\gamma=60^\circ$ i $0,25 < \mu < 0,70$

Fig. 9 Soil slipping areas for $\gamma=60^\circ$ i $0,25 < \mu < 0,70$

Sl. 10 Oblasti pomerljivosti plastice za $\gamma=62^\circ$ i $0,25 < \mu < 0,70$

Fig. 10 Soil slipping areas for $\gamma=62^\circ$ i $0,25 < \mu < 0,70$

Sl. 11 Oblasti pomerljivosti plastice za $\gamma=64^\circ$ i $0,25 < \mu < 0,70$

Fig. 11 Soil slipping areas for $\gamma=64^\circ$ i $0,25 < \mu < 0,70$

Sl. 12 Oblasti pomerljivosti plastice za $\gamma=66^\circ$ i $0,25 < \mu < 0,70$

Fig. 12 Soil slipping areas for $\gamma=66^\circ$ i $0,25 < \mu < 0,70$

Sl. 13 Oblasti pomerljivosti plastice za $\gamma=68^\circ$ i $0,25 < \mu < 0,70$

Fig. 13 Soil slipping areas for $\gamma=68^\circ$ i $0,25 < \mu < 0,70$

Sl. 14 Oblasti pomerljivosti plastice za $\gamma=70^\circ$ i $0,25 < \mu < 0,70$

Fig. 14 Soil slipping areas for $\gamma=70^\circ$ i $0,25 < \mu < 0,70$

Tab 1. Granične vrednosti ugla prethodnog odvajanja plastice α u zavisnosti od koeficijenta trenja μ i ugla postavljanja γ

Tab. 1 Angle limit values of removing soil slice α depending on the friction coefficient μ and setting angle γ .

Ugao postavljanja γ [°] Setting angle [°]	Koeficijent trenja μ (-) Friction coefficient μ (-)	Ugao α (°) Angle α (°)
50	0,50	63
52	0,45	65
54	0,40	70
56	0,35	76
58	0,30	84
60	0,30	55
62	0,25	62
64	0,25	45
66	0,25	25
68	0,25	9
70	0,25	—

Za vrednosti koeficijenta trenja μ navedene u tabeli 1 i niže, plastic se ne zadržava na nožu. Rotaciona sitnilica treba da radi u režimu rada u kojoj je oblast ugla α što šira, ali da ne prelazi granične vrednosti. Na osnovu analize parametra α , ugao postavljanja noža β treba da ima što nižu vrednost. S druge strane po pitanju otpora zemljišta, ugao postavljanja noža β treba da ima što višu vrednost, čime se smanjuje otpor rezanja. Na osnovu izračunatih kritičnih vrednosti ugla α , dozvoljena radna oblast u zavisnosti od mehaničkog sastava zemljišta i odgovarajućeg koeficijenta trenja μ vrednost ugla postavljanja ne bi trebalo da bude veća od $\beta \leq 60^\circ$.

5. ZAKLJUČAK

Analizom ugla α , utvrđene su oblasti: prethodnog odvajanja, zadržavanja i naknadnog odbacivanja plastic od noža. Kritične tačke ugla α određene su na osnovu relativne normalne reakcije F_N/m i relativne sile trenja F_T/m u zavisnosti od promene koeficijenta trenja između plastice i noža μ , i ugla postavljanja krila noža β . Rotaciona sitnilica treba da radi u režimu rada u kojoj ima široku oblast odbacivanja (visoke vrednosti ugla α), što se dobija za niže vrednosti ugla postavljanja krila noža β . S druge strane po pitanju otpora zemljišta, ugao postavljanja noža β treba da ima što višu vrednost, čime se smanjuje otpor rezanja. Na osnovu izvedene analize promene vrednosti ugla α , vrednost ugla postavljanja ne bi trebalo da prelazi $\beta \leq 60^\circ$. Analizom ugla odvajanja plastice, dobijeni su izuzetno značajni podaci vezani za određivanje optimalne vrednosti ugla postavljanja noža, prilikom konstruisanja rotora rotacione sitnilice.

6. 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): Kompiutersko 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] Oljača M, Raičević D. (1999). Mehanizacija u melioracijama zemljišta. Univerzitet u Beogradu, Poljoprivredni fakultet, 462.
- [6] Pálitk J, Findura P, Polc M. 2003. Stroje pre rastlinnú výrobu, obrábanie pôdy, sejba. Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre (1-241).
- [7] Ponjičan O. (2009). Analiza parametara mašine za formiranje mini gredica pri proizvodnji korenastog povrća. Doktorska disertacija. Univerzitet u NovomSadu, Poljoprivredni fakultet, Novi Sad, Srbija.
- [8] Ponjičan O, Bajkin A, Matić-Kekić S, Dedović N. (2011a): Influence of the rotary tiller construction on tillage quality and soil degradation. Proceedings of the 22nd International symposium "Safe food production", Trebinje, Bosnia and Herzegovina, 19-25 June, 2011. 449-451, ISBN 978-86-7520-219-6.
- [9] Ponjican O, Bajkin A, Dimitrijevic A, Savin L, Tomic M, Simikic M, Dedovic N, Zoranovic M. (2011b). The effects of working parameters and tillage quality on rotary tiller specific work requirement. African Journal of Agricultural Research, 6(31): 6513-6524.
- [10] Ponjičan O, Bajkin A, Findura P, Pristavka M. (2012). Uticaj smera obrtanja rotora rotacione sitnilice na kvalitet obrade zemljišta. Savremena poljoprivredna tehnika, 38(4), 317-326.

- [11] 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.
- [12] Ponjičan O. (2014a). Definisanje optimalnog režima rada rotacione sitnilice u cilju zaštite životne sredine, ekologije i energetske efikasnosti. Poglavlje u monografiji: *Ekološki i energetski 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>
- [13] Ponjičan O, Radomirović D, Bajkin A, Zoranović M, Ivanišević M. (2014b). Kritična vrednost ugla postavljanja noža pri suprotnosmernom obrtanju rotora rotacione sitnilice. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 2(40): 107-116.
- [14] Ponjičan O, Radomirović D, Bajkin A, Petrović D, Radojević R. (2014c). Determination of the critical angle knife setting for rotary tiller. "Healthy Food Production and Environmental Preservation – The Role of Agriculture, Forestry and Applied Biology" Book of Abstracts, 5th CASEE Conference 2014, May 25-27, 2014, P2.22, p:43, ISBN 978-86-7520-297-4
- [15] Radomirović D, Bajkin A, Zoranović M. (2005). Kinematička analiza rotacione sitnilice. *Traktori i pogonske mašine*, 10(4): 131-136.
- [16] 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.
- [17] 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.
- [18] 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.
- [19] 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.
- [20] 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, ISBN: 978-86-7834-232-5, <http://www.isae.agrif.bg.ac.rs>
- [21] Radomirović D, Ponjičan O, Bajkin A. (2015b). Optimalni profil noža rotacione sitnilice pri suprotnosmernom obrtanju rotora. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 41(4): 231-238.
- [22] Radomirović D, Ponjičan O, Sedlar A, Turan J, Višacki V. (2016). Uticaj radne brzine rotacione sitnilice na optimalni profil noža pri istosmernom obrtanju rotora. *Savremena poljoprivredna tehnika*, 42(2): 73-84. ISSN 0350-2953. UDK: 631.3
- [23] Radomirović D, Ponjičan O, Turan J, Sedlar A, Višacki V. (2017). The rotary tiller working speed influence on optimal knife profile in case of reverse rotor rotation direction. *Proceedings of the Third International Symposium on Agricultural Engineering ISAE-2017*, pp. I-57 – I-68, 20th-21st October 2017, Belgrade–Zemun, Serbia. UDC: 631.3:658.2, ISBN: 978-86-7834-288-2, http://www.isae.agrif.bg.ac.rs/index_files/ISAE-2017_Proceedings.pdf
- [24] 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.
- [25] Rupaslnqhe C.P, Jayasuriya H.P.W. (2006). Energy saving scoop type rotary tiller blade for deep tillage, *Proceedings of the International Forestry and Environment Symposium 2006, Session III - Sustainable Agro Forestry Systems*, 14.

[26] Saimbhi, V.S, Wadhwa D.S, Grewal P.S. (2004). Development of a rotary tiller blade using three dimensional computer graphics. Biosystems Engineering 89(1): 47-58.

SOIL SLICE REMOVING ANGLE FROM THE ROTARY TILLER KNIFE IN THE CASE OF THE SAME ROTOR ROTATION DIRECTION

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

University of Novi Sad, Faculty of Agriculture, Trg Dositeja Obradovića 8, Novi Sad

E-mail: ondrej.ponjican@polj.uns.ac.rs

SUMMARY

The aim of this research was accurately determining soil slice removing angle from the rotary tiller knife in the case of the same rotor rotation direction. In process of analysis there were identified three areas: the previous removing, retention and the subsequent removing. Based on relative value of normal reaction F_N/m and frictional force F_T/m determined was critical point of angle α , in regard to friction coefficient μ and angle knife setting β . Based on angle α analysis, the angle knife setting β should not have a value greater than $\beta \leq 60^\circ$. By analyzing the soil slice removing angle α , very important data were obtained in relation to determining the optimum degree of angle of the knife setting β , in process of the rotary tiller rotor construction.

Key words: soil tillage, rotary tiller, angle of soil slice removing, knife angle setting.

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: 07. 12. 2018. god.

Prihvaćeno: 17. 12. 2018. god.