

UDK: 631.316

## TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI PARAMETRI SPECIJALNE KONSTRUKCIJE ROTOFREZE SA VERTIKALNIM ROTOROM

Zoran Pešić<sup>1</sup>, Milovan Živković<sup>2</sup>, Vasa Komnenić<sup>3</sup>

<sup>1</sup> "Zootehna" - Prokuplje,

<sup>2</sup> Poljoprivredni fakultet - Beograd,

<sup>3</sup> Institut PKB Agroekonomik - Beograd

**Sadržaj:** U radu je prikazan princip funkcionisanja specijalne konstrukcije (samo-obilazeće) rotofreze sa vertikalnim rotorom, zglobna veza rotora za otklanjanje oruđa, mogućnosti primene, prednosti u odnosu na druge tipove primenjivanih radnih organa na traktorskim priključnim mašinama za obradu zemljišta u redu zasada i čiji otporni moment stabla je veći od otpornog momenta stabla korova koji raste u njegovoj okolini.

**Ključne reči:** rotofreza, poljoprivredna priključna mašina, obrada u redu.

### UVOD

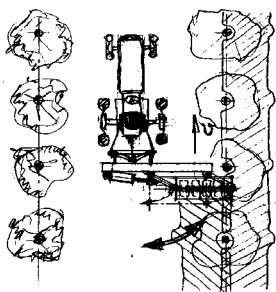
Obrada zemljišta u redu (zaštitnoj zoni) višegodišnjih zasada podrazumeva mehaničko usitnjavanje zemljišta i mehaničko uništavanje korova (usitnjavanje ili čupanje), koji se razvija neposredno oko biljke. Mnoga tehnička rešenja mašina za tzv. rednu obradu imaju bočno uvlačenje i vraćanje radnog organa mašine. Uvlačenje-zanošenje radnog organa mašine se najčešće vrši pomoću hidrauličkog cilindra vezan za hidraulički agregat. U praksi se sreću i rešenje sa ručnim pomeranjem radnog organa ili pomoću slobodnog distantnog točka na najisturenijoj tački radnog organa koji istovremeno prednapreže oprugu koja ga vraća u prvobitni položaj, nakon prolaska stabla.

Tehnička rešenja kod kojih se koristi hidraulični sistem su veoma skupa i uglavnom su nedostupna našoj voćarskoj praksi obzirom da se za sada obezbeđuju jedino uvozom. Primena uređaja za zanošenje-pomeranje radnih organa mašina za rednu obradu značajno otežavaju posao rukovaoca i predstavljaju problem sa ergonomskog aspekta.

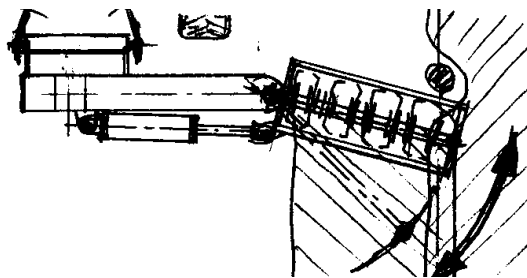
## MATERIJAL I METOD RADA

### Tehnički aspekt obrade zemljišta u redu

Tehnološki proces rada mašina za rednu obradu se zasniva na upotrebi agregata tako da se traktor kreće između redova (sl. 1), vuče za sobom priključnu mašinu, za čiju noseću konstrukciju je vezan radni organ najčešće zglavkastim četvorougrom, preko ruke na zglobu (sl. 2) ili preko klizne veze (sl. 3), koja omogućuje da se radni organ izbaci bočno preko linije reda za 5 do 6 (cm), po da se ponovo vrati ka traktoru da bi se mimoišlo nailazeće stablo, a kad se stablo mimoide, ponovo vrati u najistureniji položaj.



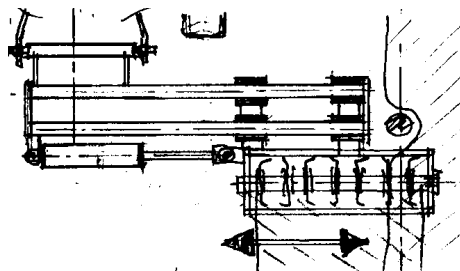
Slika 1. Obrada u redu sa radnim uređajem na zglavkastom četvorouglu



Slika 2. Radni uređaj na zglobnoj ruci

Bočno uvlačenje i izbacivanje radnog organa se najčešće vrši pomoću hidrauličkog cilindra, koga prati ceo hidraulički agregat (rezervoar sa uljem, pumpa, regulator pritiska, regulator brzine, creva, sam cilindar i mehanizam za aktiviranje razvodnika - "pipalica"). Postoje i rešenja, koje su improvizovali sami korisnici a aktivira se ručnim pomeranje radnog organa. U praksi se sreću i rešenja, koje su najjednostavnija,

ali primenljivo samo na starijim zasadima. Kod ovih rešenja otklanjanje se vrši pomoću slobodnog distantnog točka na najisturenijoj tački radnog organa, koji istovremeno i prednapreže oprugu, koja vraća radno kolo nazad kad se stablo mimoide.



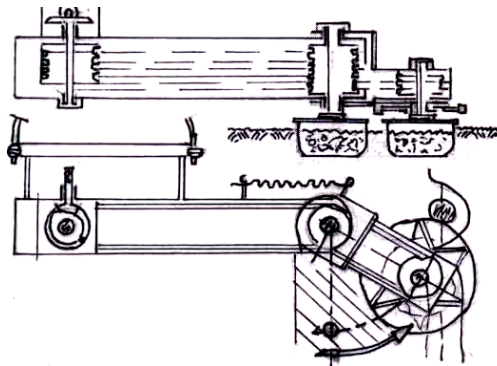
Slika 3. Klizeći radni uređaj

### Rotofreza sa vertikalnim rotorom

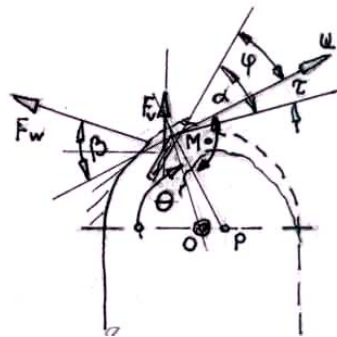
Najprihvatljiviji princip obrade zemljišta u redu zasada je da traktor, idući između redova, vuče za sobom priključnu mašinu za čiju noseću konstrukciju je vezan radni organ preko ruke na zglobu koja omogućuje da se radni organ izbaci bočno preko linije reda za 5-6 cm, ponovo vrati ka traktoru da bi se mimoišlo stablo a potom, ponovo vrati u najistureniji položaj.

Za poljsko-laboratorijska ispitivanja izabrano je radno telo disk sa motičicama heliko oblika<sup>1</sup> projektovanim uglom prodiranja ( $\alpha$ ). Kod ovog originalnog rešenja otklanjanje radnog kola sa vertikalnom osom rotacije, vrši se pomoću slobodnog distantnog točka sa gumenim vencem postavljen koaksijalno sa radnim kolom kome je moguće podešavati silu otklanjanja kojom mašina opterećuje stablo prilikom otklanjanja, u rasponu od nula do deset dN (Slika 4).

Analizirane su sile kojima jedna motičica obavlja obradu (sl. 5) zakorovljenog zemljišta pri izabranoj brzini ( $v$ ) traktorskog agregata za obradu u redu i sila otpora zemljišta ( $F_w$ ) za jedan radni ciklus (krug) diska. Urađen je dijagram ( $Fv-\theta$ ) čija jedna osa pokazuje ugao ( $\theta$ ) pod kojim se rotirajuća motičica nalazi u odnosu na pravac kretanja i druga vrednost projekcija sile otpora na motičici, pravac kretanja radnog kola ( $Fv$ ), jer ova komponenta »vuče napred« radno kolo.



Slika 4. Rotofreza sa samozaobilazećim radnim organom



Slika 5. Brzina i sila pri radu jedne motičice

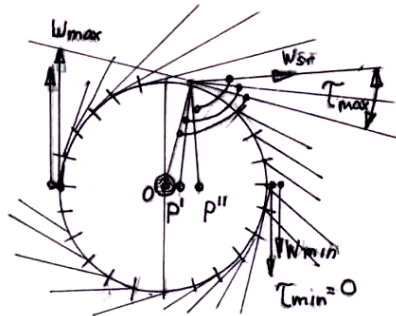
Kao optimalni broj obrtaja radnog kola uzeto je  $100-200 \text{ min}^{-1}$  (preko  $200 \text{ min}^{-1}$  počinje razbacivanje zemljišta zbog velike obimne brzine motičice), tako da traktorski motor radi sa  $800-1200 \text{ min}^{-1}$  uz malo angažovanje snage i momenta. Pri tom obrtaju motora odnos  $i_{rk}$  od motora do radnog kola je šest, pošto je prenosni odnos od motora do PV traktora  $i_{vr} = 2,78$  a prenosni odnos reduktora rotofreze  $i_{fr} = 2,2$ .

Poljska ispitivanja mašine izvedena su u lokalitetima: Prokuplje, Oblačina, Bačka Palanka, Tavankut i Dobrič na površini 30 ha zasada. Izabrani su lokaliteti sa različitim mehaničkim osobinama zemljišta i intenziteta zakorovljenosti u redu. Da bi se ostvario najadekvatniji izbor roto freze sa vertikalnim rotorom (radnim kolom), analizirana su ponašanje kola sa jednom, dve, tri, četiri i pet motičica.

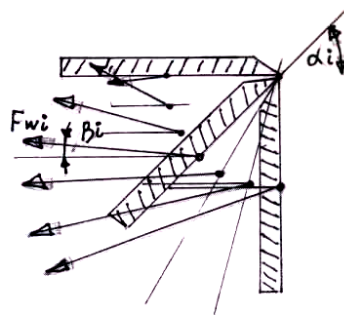
<sup>1</sup> Osvojeno tehničko rešenje ZOOTEHNE - Prokuplje konstruktor dipl. ing maš. Pešić Zoran

## REZULTATI ISTRAŽIVANJA I DISKUSIJA

Analiza pravaca brzina za neki položaj motičice po obimu kruga (Slika 6) pokazuje da su normalni na duž koja spaja trenutni pol rotacije radnog kola ( $P$ ) i trenutni položaj motičice ( $M$ ). Trenutni pol rotacije ( $P$ ) je uvek na istom rastojanju od centra rotacije radnog kola ( $O$ ) dokle god je isti odnos ( $n_{rk}$ ) i ( $v$ ), tj., on ima šest vrednosti jer i točkovi i radno kolo dobijaju pogon od kolenastog vratila motora (točkovi preko šestostepenog a radno kolo preko jednostepenog prenosnika).



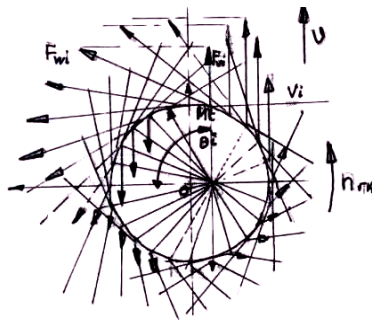
Slika 6. Plan brzina radnog kola



Slika 7. Plan sila na jednoj motičici

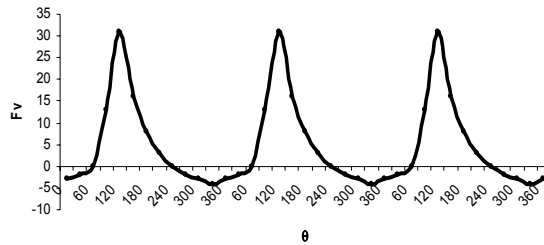
Na osnovu ovih parametara izračunate su vrednosti OP za sve stepene prenosa i iznose : 19; 27; 50; 74 (mm). Na osnovu ovih vrednosti izvedena su dva plana brzina radnog kola (za prvu i četvrtu) na istom crtežu i u kom rasponu se kreću ugaone brzine  $\theta$  u odnosu na tangentu kruga koji nosi motičice (Slika 6).

Konačni plan sila radnog kola je definisan otporom na motičici za vreme obrade zemljišta, a zavisi od napadnog ugla ( $\varphi$ ) koji zauzima motičica u odnosu na njen trenutni pravac kretanja. Pravci i intenziteti tih sila mogu se odrediti sa plana sila motičice za nekoliko karakterističnih uglova ( $\varphi$ ) (Slika 7). Ima ih više obzirom da dosta faktori utiču na njihov izgled: mehanički sastav zemljišta, radnog zahvata, dubina rada, brzina kretanja motičice, geometrija motičice i dr. Obzirom na uopštenu analizu uzet je tipičan plan, kao na slici 8. koji se javlja u većini slučajeva, samo umanjen ili uvećan.



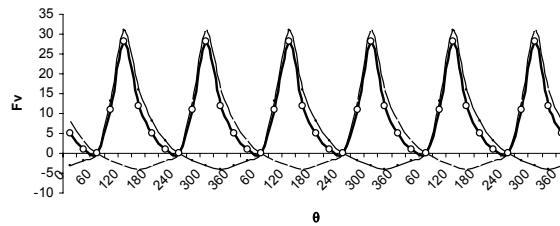
Slika 8. Plan sila radnog tela sa jednom motičicom

Da bi odredili ugao ( $\varphi$ ), usvojili smo ugao ( $\alpha$ ) koji će motičica da zauzme u odnosu na tangentu njenog podeonog kruga, jer je  $\varphi = \alpha - \tau$ . Planovi sila radnog kola za nekoliko karakterističnih uglova ( $\alpha$ ), pokazuju da za manje uglove, sile u pozicijama na krugu su slične, nema izražajnih pikova unapred. Kako ugao  $\alpha$  pređe 30 stepeni, počinje da se jasno definiše pik koji vuče unapred i on je sve veći kako se  $\alpha$  približava vrednosti od  $90^\circ$ . Opredelili smo se za preliminarni ugao od  $45^\circ$  i sa tim vrednostima sačinili konačno dijagram  $F_v-\theta$  za jednu motičicu (Slika 9).



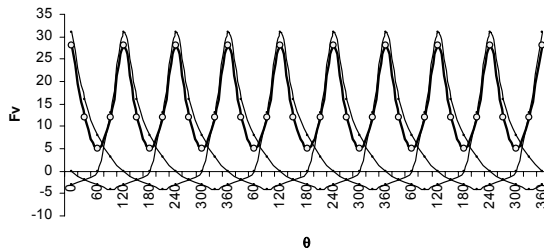
Slika 9. Vučna sila za jednu motičicu

Analizom ovog dijagrama može se konstatovati da radno telo ima kretanje čas unapred, čas unazad, što je neprihvatljivo. Superponiranjem dva dijagrama za jednu motičicu (sl. 10), fazno pomerениh za  $180^\circ$ , dobija se novi dijagram, sa koga se vidi da rezultujuća sila ( $F_v$ ) takođe pulsira, ali sa manjim oscilacijama, sa prosečnom vrednoću malo višom nego u slučaju sa jednom motičicom, što je takođe neprihvatljivo.



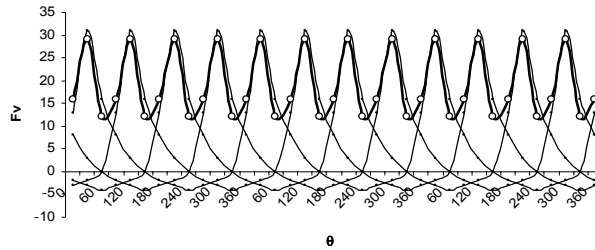
Slika 10. Vučna sila za dve motičice

Rad sa tri motičice raspoređene za  $120^\circ$  dobija se  $F_v-\theta$  dijagram superponiranjem tri dijagrama za jednu motičicu, fazno pomerениh za  $120^\circ$ . Rezultujući dijagram, na slici 11, je većim delom i iznad  $\theta$ -ose, ali se u oscilacijama vrednosti smanjuju skoro do nule, tako da u tim trenucima radno kolo počinje da zaostaje, što je nepovoljno.



Slika 11. Vučna sila za tri motičice

Kao prihvatljivo i ekonomično rešenje predstavlja radno kolo sa četiri motičice, raspoređene na  $90^\circ$ , daju dijagram kao na slici 12. Rezultujuća sila ima dosta visoku srednju vrednost, oko koje blago pulsira.



Slika 12. Vučna sila za četiri motičice

Upotreba radnog kola sa pet motičica dobija se još mirniji rad, ali je tada kaišni prenosnik snage preopterećen. Za ovo rešenje potrebna je odgovarajuća transmisija koja bi zadržala prihvatljive dimenzije.

### ZAKLJUČAK

Na osnovu rezultata poljsko laboratorijskih istraživanja, rotofreza specijalne konstrukcije (samozaobilazeća) sa zglobnom vezom vertikalnog rotora pri radu sa četiri motičice raspoređene na  $90^\circ$ , rezultujuća sila  $F_v$  ima veliku srednju vrednost oko koje blago pulsira. Radno kolo sa pet motičica ima optimalno rešenje ali je kaišni prenosnik snage više opterećen. Izmenom transmisije ovo rešenje je može biti prihvaćeno kao optimalno.

Kod prototipa ove freze moguće je podešavanje sile kojom mašina opterećuje stablo (izborom parametara ili pomoću zatežuće opruge). Angažovanu snagu 2 kW po radnom telu tako da traktorski motor radi sa približno  $1000 \text{ min}^{-1}$ . Pri radu u zasadu ne oštećuje koru stabla, radom vertikalnog rotora izbegnuta je pojava tabana brazde. Prihvatljiva cena izrade u poređenju sa rotofrezama koje imaju zastupljene hidraulične komponente. Jednostavna za rukovanje i jeftino održavanje.

Rezultati istraživačkog rada nastali su zahvaljujući finansiranju Ministarstva za nauku, tehnologiju i razvoj, Republike Srbije, Projekat "Optimalna tehnološko tehnička rešenja za tržišno orijentisanu biljnu proizvodnju", evidencionog broja TP.6918.A, od 1.04.2005.

### LITERATURA

- [1] Jocić T., Komnenić V., Nenić P. (1990): Mogućnost obrade zemljišta u redu voćnjaka i vinograda, Mehanizacija u agrokompleksu, zbornik radova, str.125-133, Obrenovac.
- [2] Marković D. i sar. (1997): Mogućnosti primene savremenih metoda u razvoju poljoprivrednih mašina. Savremena poljoprivredna tehnika, 1-2, str. 52-58, Beograd.
- [3] Marković D i sar. (1995): Razvoj nove generacije univerzalnih rotacionih mašina za obradu zemljišta sa aktivnim brzo izmenjivim rotorima, Projekat, Mašinski fakultet, Beograd.
- [4] Mičić J. i sar. (1997): Savremena poljoprivredna tehnika u biljnoj proizvodnji, Monografija, Beograd.
- [5] Pešić Z., Radoja L. (2004): Samoobilazeća rotofreza sa vertikalnim rotorom, Traktori i pogonske mašine, JUMTO, br. 3. str. 84-87, Novi Sad.
- [6] Zrnić Đ i sar. (1996): Development of an Automatic Line for Production of Active Cutting Tools of Rotary Machines for Soil Cultivation, IX International Conference on Material Handling and Warehousing, Faculty of Mechanical Engineering, Belgrade, 1996, 3/173-3/181.

**TEHNICAL AND TECHNOLOGICAL PARAMETERS SPECIAL  
CONSTRUCTION (SELF-OUTFLANKING) ROTOFRAZER  
WITH VERTICAL ROTOR**

**Zoran Pešić<sup>1</sup>, Milovan Živković<sup>2</sup>, Vasa Komnenić<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> "Zootehna" - Prokuplje, <sup>2</sup> Faculty of Agriculture - Belgrade,

<sup>3</sup> Institute PKB Agroekonomik - Belgrade

**Abstract:** The paper explains the functioning principle of special construction (self-outflanking) rotofrazer with vertical rotor, joint connection of rotor for self-outflanking machine, its application possibilities and the advantages over the other working devices of tractor attachments that have been used so far for digging the soil under fruit trees in the rows where the moment of resistance of stalk is greater than the moment of resistance of the surrounding.

**Key words:** *self-outflanking rotofrazer, tractor attachment, digging in the row.*