

RACIONALNA PREDSJETVENA PRIPREMA TLA ROTIRAJUĆIM ORUĐIMA

RATIONAL SECONDARY TILLAGE WITH PTO DRIVEN HARROWS

T. Beštak, E. Štefanek, S. Košutić

UVOD

Racionalizacija predsjetvene obrade tla u nas je novijeg datuma, a posljedica je spoznaje da se konvencionalnim metodama i oruđima, osim u vrlo povoljnim pedoklimatskim uvjetima, ne mogu realizirati zadovoljavajući agrotehnički i energetske efekti.

Problem je naime u nepotpunom iskorištenju traktora, gaženju, odnosno sabijanju tla, tj. kvarenju strukture tla višestrukim ponavljanjem operacija obrade, te prekoračenju agrotehnički povoljnih rokova za obavljanje ovih radova.

Istraživanja o kojima je u ovom napisu riječ, imaju za cilj pokazati energetske i agrotehničke efekte strojeva koji tlo obrađuju aktivnim (pogonjenim) radnim tijelima. Ispitivan je po jedan stroj iz grupe onih, čiji radni organi djeluju na tlo u ravnini usporodnoj s površinom oranice, i jedan iz grupe strojeva čiji radni organi obrađuju tlo u ravnini okomitoj na površinu oranice.

OPIS STROJEVA

Kružna - zvrk drljača

Kružna - zvrk drljača ima radne organe u obliku zubaca pričvršćenih na nosač koji rotira oko vertikalne osi. Nosači zubaca se okreću jedan prema drugom 292 o/min pri 1000 o/min priključnog vratila, što odgovara obodnoj brzini 3,82 m/s. Maksimalna radna dubina iznosi 20 cm, a podešava se dizanjem i spuštanjem paker valjaka, koji, osim što reguliraju dubinu obrade još i pritišću tlo dodatno usitnjavajući krupnije grude. Pritiskanjem tla valjci ga učvršćuju, čime se smanjuje eolska erozija. Pogon radnih organa izveden je od priključnog vratila preko reduktora i sklopova zupčanika. Ukupan radni zahvat je 4000 mm.

Rotirajuća drljača

Radni organi rotirajuće drljače su zupci posebnog oblika pričvršćeni na osovinu koja rotira u horizontalnoj ravnini poprečno u odnosu na smjer kretanja agregata. Konstrukcijski radni zahvat iznosi 2750 mm, ali stvarni radni zahvat je 3000 mm. Zbog bočnog

uležištenja i bočnog pogona osovine za radni zahvat od 3 m ukupna širina oruda trebala bi iznositi nešto više od 3 m, što predstavlja problem pri transportu po javnim putevima. Drugi razlog su opterećenja koja se javljaju u osovini ako joj se povećava duljina. Da bi se ipak stvarno postigla željena širina radnog zahvata od 3 m, na prednjem dijelu su postavljena dva konkavna diska promjera 360 mm, čija je uloga usmjeravati tlo s bočnih strana prema zupcima. Na taj način se usmjerava sva zemlja sa širine od 3 m. Bočni zupci su malo svinuti prema van, tako da, nakon sitnjenja, zemlju odbacuju u stranu do graničnog lima i usitnjeno tlo rasporede na širinu od 3 m. Pogon oruda ide preko priključnog vratila i mjenjačke kutije, s tri prijenosa odnosa, na bočni lančani prijenosnik i osovinu sa zupcima. Na rotoru je pričvršćeno 48 zubaca koji se mogu mijenjati. Dubina rada regulira se položajem kliznih papučica, koje se nalaze na bočnim stranicama, ali i pomicanjem paker valjka po visini. Radna dubina u vrijeme ispitivanja iznosila je 12 i 15 cm. Mjenjačka kutija ima sklopove zupčanika koji omogućavaju rad s tri različite brzine okretanja rotora, odnosno tri različite obodne brzine. Pri standardnom broju okretaja priključnog vratila od 540 o/min različitim stupnjevima prijenosa u mjenjačkoj kutiji postižu se obodne brzine od 3,39 5,00 i 5,91 m/s.

Metodika istraživanja

Ispitivanje je obavljeno metodikom Instituta za mehanizaciju, tehnologiju i graditeljstvo u poljoprivredi, Zagreb i to kako slijedi:

- na stazi duljine 60 m obilježene su tri repeticije od kojih je svaka duljine 10 m. Prije prolaza agregata u pokusnim parcelama (repeticijama) izmjeren je profil tla u širini zahvata oruda i uzeta tri slučajna uzorka za određivanje srednjeg masenog promjera agregata tla (SMP). Nakon toga je agregat (traktor + oruđe) krećući se određenom brzinom prošao naznačenu stazu. Poslije prohoda agregata u svakoj repeticiji je izmjeren profil tla i uzet uzorak za određivanje SMP-a. Uzorak za određivanje SMP-a uziman je metodom slučajnog uzorkovanja, a do dubine obrade s površine $1,5 \text{ m}^2$ (radni zahvat $B_r = 3,00 \text{ m} \times 0,5 \text{ m}$). Svaki uzorak je prosijavan kroz komplet sita kvadratičnih otvora dimenzija 120, 80, 40, 20 i 10 mm. Masa tla zaostala na pojedinom situ predstavlja određenu frakciju - razred, koja se potom važe i zatim računski određuje SMP ($\sum_1^n (M_F \times \text{veličina okca} / \sum_1^n M)$) gdje je M_F - masa pojedine frakcije M - ukupna masa uzorka, a ($M_F \times \text{veličina okca}$) umnožak mase frakcije i veličina okca. Osim navedenog, za vrijeme prolaza agregata duž naznačene staze mjernom opremom priključenom na traktor i oruđe mjerene su slijedeće veličine: dinamometarskim okvirom uzdužne sile na trozglobnoj poteznici traktora, zakretni moment torzionim dinamometrom, broj okretaja priključnog vratila traktora, te indukcionim davačem, brzina kretanja agregata. Shodno cilju ispitivanja, varirana su tri faktora:

- brzina kretanja (v_1, v_2, v_3)
 - dubina obrade (h_1, h_2)
 - obodna brzina zubaca oruđa (u_1, u_2, u_3)
- tako da je ispitano ukupno 18 kombinacija.

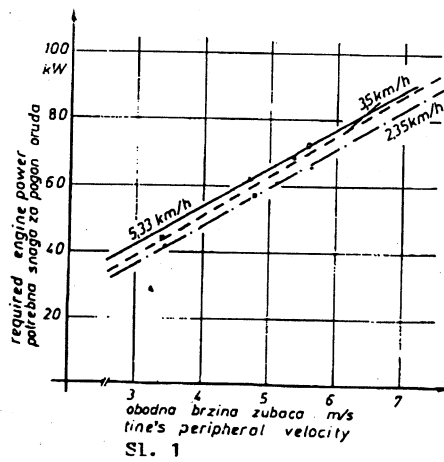
Energetski zahtjevi

Konstruiranjem, proizvodnjom, odabirom i upotrebom oruđa koja uz iste radne efekte troše manje energije postiže se bolje očuvanje životne sredine biljaka, životinja i ljudi, te manji troškovi kojima se na kraju opterećuje cijena finalnog proizvoda. Rotirajuća oruđa, samom konstrukcijom, omogućavaju potpunije iskorištavanje instalirane snage, postiže se veći stupanj korisnog djelovanja motora, posljedica čega je manja potrošnja goriva, manji troškovi i manje zagađenje okoline. Za mjerenje potrebne snage upotrebljeni su višekomponentni mjerni dinamometri koji mjere moment i broj okretaja na priključnom vratilu, te horizontalne vućne sile u polugama trozglobne poteznice traktora. Iz izmjerene brzine kretanja agregata i navedenih sila izračunava se snaga potrebna za vuću i snaga potrebna za pogon rotirajućih dijelova. Suma ovih mjerenja predstavlja ukupnu snagu potrebnu za pogon oruđa. Budući da je rotirajuća drljaća bila opremljena mjenjačem s tri stupnja prijenosa nešto detaljnije će biti prikazani njeni energetski zahtjevi. Na dijagramima iz sl. 1 i 2 može se očitati potrebna snaga za pogon rotirajuće drljaće u zavisnosti od obodne brzine zubaca pri različitim brzinama kretanja agregata. Vidljivo je da funkcije imaju oblik pravca, pa se metodom linearne regresije lako mogu izračunati jednadžbe pravca, a one za dijagram 1, odnosno za radnu dubinu $h_1 = 12$ cm, glase: $y = 15,24x - 21,3$ uz faktor korelacije 0,98. Za radnu dubinu $h_2 = 15$ cm, jednadžba pravca je: $y = 14,22x - 9,35$ uz faktor korelacije 0,88. Ako se usporede, ove dvije jednadžbe pravca, vidljivo je da se značajnije razlikuje tek odrezak na ordinati, dok je koeficijent smjera približno jednak. Ovo je i logično, jer se pri većoj radnoj dubini obrađuje veći volumen tla, a to zahtijeva i veći ukupni utrošak energije. Ako se dalje analiziraju ova dva dijagrama vidljivo je da porast utroška snage raste linearno povećanjem obodne brzine zubaca, dok ne postoji signifikantna razlika u porastu potrebne snage za pogon stroja pri promjeni brzine kretanja agregata.

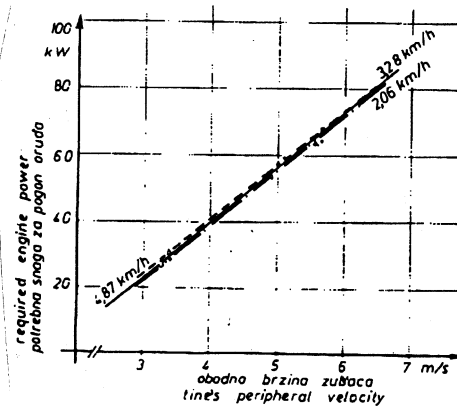
Kvaliteta rada stroja za obradu tla izražena je srednjim masenim promjerom koji predstavlja kvalitetu sitnjenja gruda zemlje. Da bi se mogla pravilno prosuditi međusobna zavisnost ukupno potrebne snage za pogon stroja i srednjeg masenog promjera izrađeni su dijagrami na sl. 3 i 4. Iz dijagrama sa slike 3 vidljivo je da se, za brzinu od 3,39 km/h, poboljšanjem kvalitete rada odnosno povećanjem stupnja sitnjenja ili drugim riječima smanjenjem srednjeg masenog promjera povećava potrebna snaga za rad oruđa. Povećanjem brzine kretanja agregata (slika 4) ne mijenja se odnos potrebne snage i srednjeg masenog promjera, krivulje su gotovo identične onima na sl. 3. Dakle može se zaključiti da potrebna snaga za pogon oruđa direktno zavisi o stupnju sitnjenja tla, tj. o veličini srednjeg masenog promjera. Drugim riječima, manji srednji maseni promjer zahtijeva veću snagu potrebnu za pogon oruđa, dok brzina kretanja agregata, bez obzira na stupanj sitnjenja, ne utjeće bitno na potrošnju energije.

Dijagrami na sl. 5 i 6 prikazuju dva različita režima rada rotirajuće drljaće 5,0 i 3,4 km/h. Oba dijagrama prikazuju utjecaj dubine obrade i obodne brzine zubaca na potrebnu snagu za pogon stroja i kvalitetu rada, prikazuju srednjim masenim promjerom. Radni zahvat stroja iznosio je 3 m, a mjerenja su obavljena na srednje teškom tlu - praškastoj ilovaći sa 15 % čestica gline. Dubine su bile $h_1 = 12$ cm i $h_2 = 15$ cm. Za agrotehnikom određenu kvalitetu rada, iz dijagrama se može vidjeti kolika je snaga potrebna za pogon

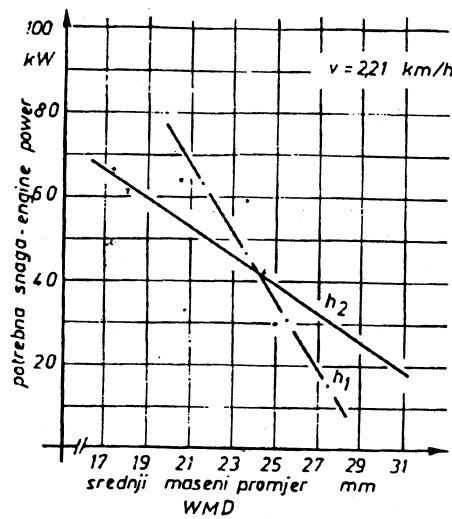
stroja i kolika je nužna obodna brzina zubaca. To praktično znači da se iz dijagrama može vidjeti kolika je minimalna snaga traktora potrebna za rad s rotirajućom drljačom u konkretnim uvjetima da bi se ispunili agrotehnički zahtjevi u pogledu dubine obrade i kvalitete sitnjenja tla.



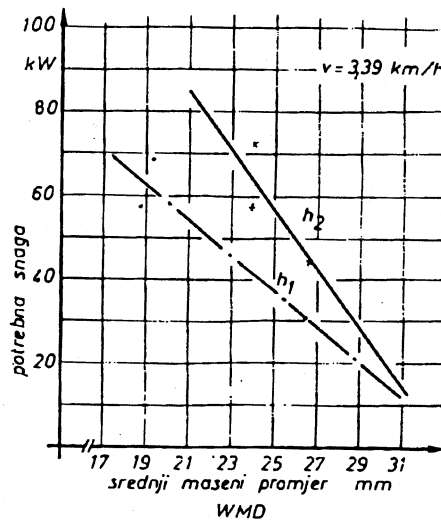
Sl. 1



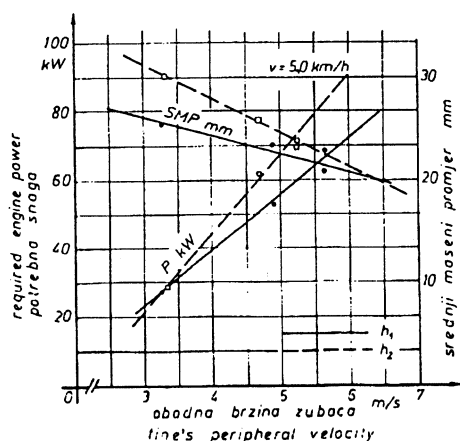
Sl. 2



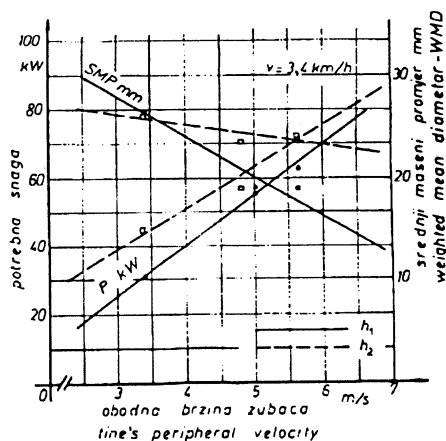
Sl. 3



Sl. 4



Sl. 5



Sl. 6

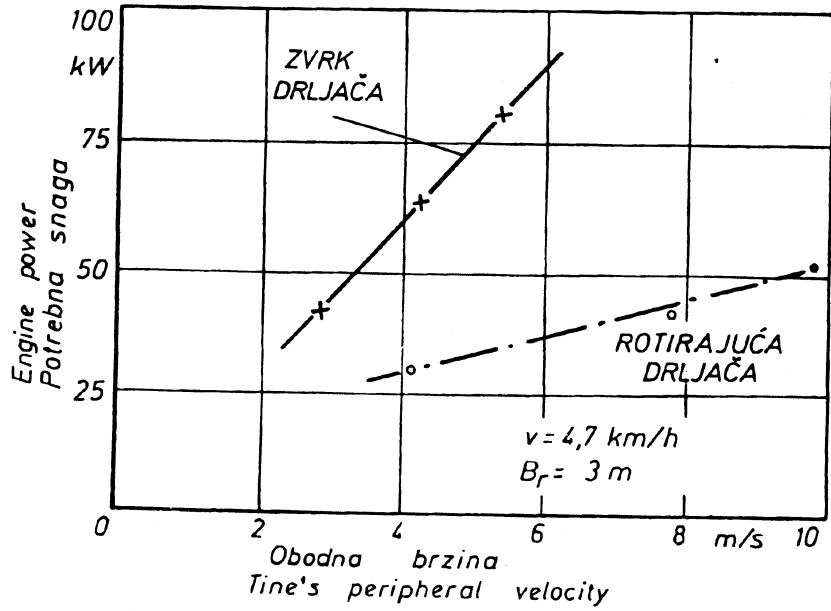
Da bi se dobila potpunija slika enerđetskih zahtjeva oruđa s pogonjenim radnim organima na sl. 7 i 8 prikazani su rezultati istrađivanja njemačkih autora Alfreda Stroppela i Reinharda Reicha. Iz dijagrama na sl. 7 vidljivo je da je snaga potrebna za pogon kružne - zvrk drljače znatno veća nego li je to slučaj za rotirajuću drljaču. Kod oba oruđa povećava se snaga potrebna za pogon oruđa direktno povećanjem obodne brzine zubaca. Budući da su ova mjerenja obavljena na tlu koje je po teksturnoj oznaci praškasto-glinasta ilovača, dakle slično našem, gdje su obavljena mjerenja rotirajuće drljače, ne treba čuditi činjenica da su koeficijenti smjera linearnih funkcija gotovo identični. Razlike su u odresku na ordinati, a to je glavni pokazatelj po kojem se može zaključiti koje od oruđa ima veće zahtjeve za potrebnom snagom.

Ako se specifična potrebna snaga za pogon oruđa u zavisnosti sa srednjim masenim promjerom usporedi ponovo za rotirajuću drljaču i kružnu - zvrk drljaču može se sa sl. 8 vidjeti da je osjetno više snage potrebno za pogon kružne - zvrk drljače u odnosu na rotirajuću drljaču uz identične sve ostale uvjete. Prilikom komparativnog mjerenja, dubina obrađivanog sloja tla iznosila je 8 - 10 cm, a radna brzina bila je 4,7 km/h. Na dijagramu sl. 7 sve vrijednosti se odnose na strojeve čiji je radni zahvat iznosio 3 m.

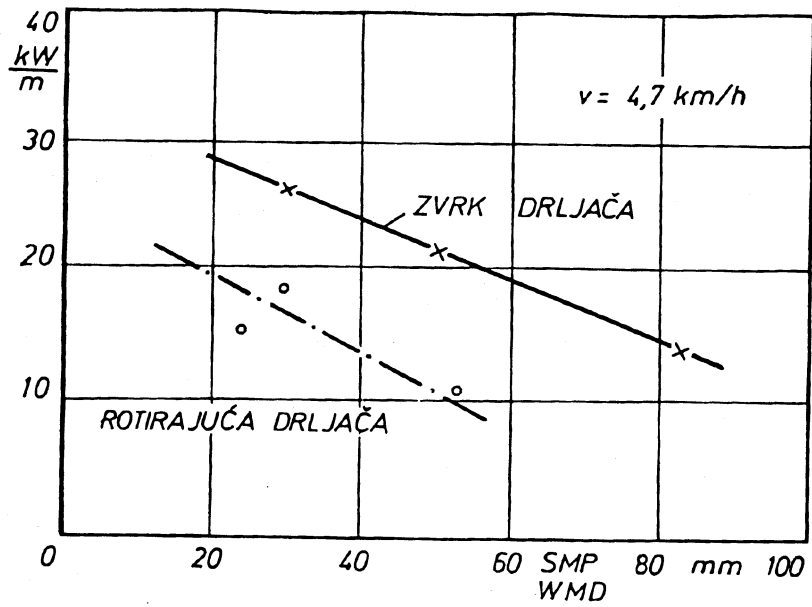
Dakle uz iste uvjete na teškom relativno suhom tlu kružna - zvrk drljača troši 30 - 60 % potrebne snage više u odnosu na rotirajuću drljaču.

KVALITETA RADA

Shodno cilju, odabrana su dva kriterija kojima je moguće realno ocijeniti kvalitetu rada oruđa za obradu tla; to su: srednji maseni promjer agregata tla i efekt ravnjanja obradene površine. Ovi su kriteriji priznati za način ocjenjivanja kvalitete rada oruđa za



Sl. 7



Sl. 8

obradu tla i u svjetskim okvirima. Temeljem ispitivanja dvaju oruda za predstjetvenu pripremu tla (kružna - zvrk drljača i rotirajuća drljača) u istim uvjetima, došli smo do komparabilnih rezultata koji se odnose na srednji maseni promjer agregata tla prikazan na tabeli 1. Iz podataka je vidljivo slijedeće:

- početno stanje pokusne parcele karakteriziraju grude (agregati tla) veličine cca 76 mm, što je posljedica obrade rovilom
- oruda su radila u priližno istom režimu rada; brzina kretanja i dubina obrade,
- obodna brzina zubaca je u kružne drljače stalna, dok je u rotirajuće drljače promjenjiva (mjenjačka kutija),
- postignuti srednji maseni promjer agregata tla za oba oruda varira u rasponu SMP = 18.0 - 32.0 mm, što praktično znači da je početna prosječna veličina gruda trostruko smanjena,
- srednja vrijednost postignutog SMP-a za kružnu drljaču iznosi $\bar{x} = 23.50$ mm, a rotirajuću drljaču $x = 25,06$ mm. Razlika ovih vrijednosti je 1,56 mm što je nedovoljno da bi bilo signifikantno. Praktično to znači da se kvaliteta rada oba oruda s aspekta SMP-a ne razlikuje.

Efekt ravnjanja obrađene površine vrednovan je standardnim odstupanjem izmjerene prosječne visine od površine tla do reljef metra po Kuipers-u mjereno popreko na smjer kretanja oruda. Ukoliko je ovo odstupanje veće, veća je i neravnina površine, odnosno obrnuto. Na tabeli 2. prikazani su podaci standardnog odstupanja navedene razlike visina za oba oruda. Usporedimo li početno stanje (prije obrade drljačom) s djelovanjem zvrk drljače standardno se odstupanje smanjuje u prosjeku 2,78 puta, a rotirajućom drljačom 3,08 puta. S praktičnog gledišta rezultati se mogu interpretirati na slijedeći način:

- prije rada drljača mikroreljef parcele bio je takav da su odstupanja visina do horizontalne iznosila $\pm 5,95$ cm za pokusni dio parcele zvrk drljače, odnosno $\pm 6,49$ cm za dio parcele rotirajuće drljače.

- nakon rada zvrk drljače mikroreljef je na istom mjestu bio takav da su odstupanja do horizontalne iznosila $\pm 2,13$ cm, a nakon rada rotirajuće drljače $\pm 2,14$ cm.

Razlike efekta ravnjanja za obje drljače nisu značajne, tj. obje drljače vrlo dobro ravnaju površinu oranice.

Kako je i u uvodu navedeno, osim usporedbe kvalitete rada dvaju oruda, cilj je bio i definiranje optimalnog režima rada (kombinacije brzine, dubine i obodne brzine zubaca) za rotirajuću drljaču. Stoga u nastavku iznosimo prikaz rezultata tog dijela ispitivanja. Dakle, pri ispitivanju rotirajuće drljače varirali smo tri faktora:

- brzinu kretanja (v_1, v_2, v_3)
 - dubinu obrade (h_1, h_2)
 - obodnu brzinu zubaca (u_1, u_2, u_3)
- tako da je ispitano 18 kombinacija.

Kvaliteta rada pojedinih pokusnih varijanti vrednovana je pomoću srednjeg masenog promjera agregata tla (SMP). Provedena analiza varijance razlika srednjih vrijednosti SMP-a postignutih različitim pokusnim varijantama pokazala je da su prisutne razlike statistički opravdane za nivo vjerojatnosti 99,0%. Daljnjom analizom dobivene su vrijednosti graničnih diferenci - razlika za testirane varijante - kombinacije. Testiranje razlika srednjih vrijednosti SMP-a po varijantama (Tabela 3), pokazalo je da od ukupno

18 ima 6 varijanata medu kojima nema statistiċki opravdane razlike. Praktiċno to znaċi da se izborom bilo koje od tih varijanti dobije približno isti rezultat, dakle najmanji mogući srednji maseni promjer agregata tla. Spomenute varijante su slijedeće:

$v_1 h_1 u_3$	2,11 km/h	12,0 cm	5,91 m/s
$v_1 h_2 u_3$	2,10 km/h	15,0 cm	5,91 m/s
$v_1 h_2 u_2$	2,10 km/h	15,0 cm	5,00 m/s
$v_2 h_1 u_2$	3,23 km/h	12,0 cm	5,00 m/s
$v_2 h_1 u_3$	3,23 km/h	12,0 cm	5,91 m/s
$v_3 h_1 u_3$	4,87 km/h	12,0 cm	5,91 m/s

Tabela 1. Usporedni rezultati postignutog SMP-a

ORUDE IM- PLEMENT	BRZINA KRETANJA WORKING SPEED km/h	OBODNA BRZINA ZUBACA PERIPHERAL VELOCITY m/s	DUBINA OBRADJE WORKING DEPTH cm	SREDNJI MASENI PROMJER (SMP) MWD mm	SREDNJI MASENI PROMJER PRIJE PROLAZA ORUDA MWD BEFORE HARROWS TILLAGE mm
Kružna drljaċa, Power harrow	2,83	3,82	11,00	20,85	75,69
	5,00	3,82	11,0	18,02	
	2,79	3,82	13,0	22,81	
	4,91	3,82	13,0	32,31	
Rotirajuća drljaċa Rotary har- row	3,24	3,39	12,0	26,38	75,69
	5,14	3,39	12,0	25,61	
	3,29	5,00	12,0	18,64	
	5,07	5,00	12,0	27,60	
	3,26	5,91	12,0	19,17	
	5,02	5,91	12,0	24,42	
	3,28	3,39	15,0	26,65	
	5,02	3,39	15,0	30,12	
	3,24	5,00	15,0	23,82	
	5,12	5,00	15,0	25,89	
	3,26	5,91	15,0	24,27	
	5,09	5,91	15,0	28,17	

Tablica 2. Usporedni rezultati efekta ravnjanja

ORUDE <i>Implement</i>	BRZINA KRETANJA <i>WORKING SPEED</i> km/h	DUBINA OBRADJE <i>WORK- ING DEPTH</i> cm	STANDARDNO ODSTUPANJE NAKON OBRADJE DRLJAČOM <i>STANDARD DEVIATION AFTER HAR- ROWS TILLAGE</i> cm	STANDARDNO ODSTUPANJE PRIJE OBRADJE DRLJAČOM <i>STANDARD DEVIATION BEFORE HAR- ROWS TILLAGE</i> cm
Kružna drljača <i>Power harrow</i>	2,83	11,0	1,81	5,51
	5,00	11,0	2,29	5,42
	2,79	13,0	2,28	7,77
	4,91	13,0	2,16	5,08
\bar{X}			2,14	5,95
Rotirajuća drljača <i>Rotary harrow</i>	3,24	12,0	1,60	4,73
	5,14	12,0	3,12	4,58
	3,29	12,0	2,31	6,12
	5,07	12,0	1,85	6,73
	3,26	12,0	1,55	8,57
	5,02	12,0	1,36	5,54
	3,28	15,0	1,81	6,62
	5,02	15,0	3,56	5,88
	3,24	15,0	1,57	8,46
	5,12	15,0	1,99	6,18
	3,26	15,0	1,61	8,62
	5,09	15,0	3,21	5,79
\bar{X}			2,13	6,49

Tabela 3. Analiza srednjih vrijednosti SMP-a po kombinacijama

Brzina kretanja- Working speed km/h	Dubina obrade- Working depth cm	Obodna brzina zubaca drljače Peripheral velocity m/s	\bar{x} komb x combinations mm
v ₁ 2,06	h ₁	u ₁ 3,39	24,92
		u ₂ 5,00	23,78
		u ₃ 5,91	20,37*
	h ₂	u ₁	24,35
		u ₂	17,66*
		u ₃	17,19*
v ₂ 3,28	h ₁	u ₁	26,38
		u ₂	18,64*
		u ₃	19,17
	h ₂	u ₁	26,65
		u ₂	23,82
		u ₃	24,22
v ₃ 4,87	h ₁	u ₁	25,61
		u ₂	23,28
		u ₃	20,75*
	h ₂	u ₁	30,12
		u ₂	25,89
		u ₃	23,74

GD P 0,05 = 4,88

GD P 0,01 = 6,55

* - Vrijednosti obilježene zvjezdicama ne razlikuju se signifikatno za nivo vrijednosti P = 5,0 % i P = 1,0 %.

Međutim, ako su varijante ravnopravne sa stanovišta kvalitete rada, nisu s obzirom na mogući učinak, jer v₃ je najveća brzina kretanja, tako da je s ovog aspekta najpovoljnija varijanta v₃ h₁ u₃.

Ukoliko za navedenu varijantu izračunamo satni učinak $Wh = 0,1 \cdot Br \cdot v$, dobijemo $Wh = 0,1 \cdot 3,0 \cdot 4,87 = 1,31$ ha/h, što je prema varijanti sa v₂ 47% veći učinak. Usporedimo li nadalje utrošak energije po jedinici obrađene površine ovih varijanti dolazimo do sljedećeg rezultata.

$$W_{SPEC} = \frac{P}{h \cdot Br \cdot \bar{V}} = \frac{kW}{m \cdot m \cdot m/s} = \frac{kW \cdot s}{m^3} = kJ/m^3$$

W_{SPEC} - specifični rad
 P - potrebna pogonska snaga
 h - dubina obrade
 Br - radni zahvat
 v - brzina kretanja

$$A_{SPEC} = 10^4 \cdot h \cdot W_{SPEC} = kJ/ha$$

Tabla 4.

VARIJANTA COMBINATION	SPECIFIČNI RAD SPECIFIC WORK kJ/m ³	SPECIFIČNA ENERGIJA SPECIFIC ENERGY MJ/ha	SATNI UČINAK WORKING RATE ha/h
v ₂ h ₁ u ₃ 1.	167,9	201,5	0,89
v ₃ h ₁ u ₃ 2.	141,8	170,1	1,31
OMJER/RATIO %	18,0	18,0	47,0

Prikaz utroška energije i učinka dviju varijanti pokazuje da varijante 2 uz 47% veći učinak ima 18,0% manji utrošak energije za obradu 1 ha. Dakle optimalna varijanta s aspekta kvalitete rada (što manji SMP), učinka i utroška energije jest v₃ h₁ u₃ = 4,87 km/h; 12,0 cm; 5,91 m/s.

ZAKLJUČAK

Analiza rezultata s energetskeg stanovišta pokazuje slijedeće:

- snaga potrebna za pogon linearno se povećava porastom obodne brzine zubaca
- bolja kvaliteta rada (manji SMP) zahtjeva veću potrebnu snagu za pogon,
- rotirajuća drljača u istim radnim uvjetima, na teškom tlu, zahtijeva 30-60% manje snage nego kružna - zvrk drljača, a pri tome oba oruda postižu istu kvalitetu sitnjenja (SMP).

Usporedba kvalitete rada zvrk drljače i rotirajuće drljače, vrednovana SMP-om i efektom ravnjanja, pokazuje da oba oruda u istim radnim uvjetima postižu rezultate koji se značajno ne razlikuju.

Statističkom analizom kvalitete rada rotirajuće drljače u obradi praškaste ilovače utvrđeno je da u ovom pogledu postoji 6 ravnopravnih kombinacija, od kojih je kombinacija v₃ h₁ u₃ najbolja kako s aspekta potrebne energije za obradu tako i učinka. Ova kombinacija u usporedbi s alternativnom v₂ h₁ u₃ treba 18,0% manje energije uz 47,0% veći učinak.

SAŽETAK

Obrada tla rotirajućom drljačom u novije vrijeme sve se više primjenjuje u predstjetvenoj pripremi. Dobiveni rezultati pokazuju da je potrebna snaga u odnosu na obodnu brzinu radnih organa linearno zavisna, te nadalje da se najbolja kvaliteta rada oruda postiže odabirom najpovoljnije kombinacije brzine kretanja agregata, radne dubine i obodne brzine radnih organa. Statističkom analizom utvrđeno je da postoji 6 ravnopravnih kombinacija po kvaliteti rada od kojih je najpovoljnija $v_3 h_1 u_3$ koja je najbolja kako s aspekta utrošene energije tako i učinka. Ova kombinacija u usporedbi s alternativnom $v_2 h_1 u_3$ troši 18,0% manje energije uz 47% veći učinak.

SUMMARY

Recently an increasing application of power harrow in secondary tillage is apparent. Measurements show that power requirement in relation to peripheral velocity of harrow tines is of linear type dependence. It is also found that optimal quality of work could be achieved selecting the proper combination of working speed, working depth and peripheral velocity of harrow tines. Statistical analysis shows that there are 6 equal combinations of $v h u$ that achieve equal work evaluated by means of mean weight diameter of clods. The best one is $v_3 h_1 u_3$ with regard to energy requirement as well as to field effect. This combination in comparison with alternative $v_2 h_1 u_3$ requires 18,0% less energy and gives 47,0% higher field effect.

LITERATURA

1. T. Beštak: Strojevi za obradu tla s aktivnim radnim tijelima, Studija - Institut za mehanizaciju, tehnologiju i graditeljstvo u poljoprivredi, Zagreb, 1984.
L. Lacković; T. Beštak, A. Butorac: „Energetski aspekt reducirane obrade tla u proizvodnji ratarskih kultura.“ - Zbornik savjetovanja: „Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede.“, Zagreb, 1982.
2. S. Košutić, V. Ječić: Utjecaj oblika i rasporeda motičica rovilice na kvalitetu rada i energetske potrebe - Zbornik savjetovanja: „Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede.“, Zadar, 1988.
3. S. Košutić: „Pogodnost primjene nekonvencionalnih oruda za obradu tla.“, Zbornik savjetovanja: „Dostignuća i trend razvoja poljoprivredne tehnike.“, Ohrid, 1987.
4. S. Košutić, E. Štefanek: Izvještaj o ispitivanju rotirajuće drljače (zinken rotor) proizvod Karl Becker GmbH u Co Maschinenfabrik, 3525, Oberveser 1, 1989.
5. S. Košutić: Izvještaj o ispitivanju kvalitete rada zvrk - drljače, „Panonija“, RD 400 s klinastim i nožastim zupcima, 1989.
6. A. Stroppel, R. Reich: Vergleichuntersuchungen an Geräten zur Saatbettbereitung mit zapfwellengetriebenen rotirenden Werkzeugen, Grundlagen der Landtechnik, Bd. 32 Nr. 3. Seite 86/95.

7. E. Zeltner: Betriebsstechnische und pflanzenbauliche Aspekte verschiedener Minimalbestell - verfahren, 1976. g. KTBL Darmstadt

Adresa autora - Author's adress

Prof. dr Tomo Beštak
Dipl. ing. Emil Štefanek
Mr Silvio Košutić
Institut za mehanizaciju, tehnologiju i graditeljstvo u poljoprivredi
Fakultet poljoprivrednih znanosti
41000 ZAGREB, Šimunska 25