

TEHNIČKO-TEHNOLOŠKI ASPEKTI PRIMJENE NOVIH OBLIKA LEMEŠA PLUGA

Đ. Banaj⁽¹⁾, *V. Duvnjak*⁽²⁾, *V. Tadić*⁽¹⁾, *J. Kanisek*⁽¹⁾, *D. Turkalj*⁽¹⁾

Prethodno priopćenje
Preliminary communication

SAŽETAK

Istraživanje trošenja materijala lemeša različite izvedbe u oranju četverobrazdnom i peterobrazdnom plugom premetnjakom obavljeno je tijekom listopada i studenog 2001. godine na karbonatnom humogleju praškasto glinaste strukt ure. Brzina kretanja agregata u oranju bila je između 4,79 do 6,40 km/h, u prosjeku 5,58 km/h. Oranje je u prosjeku obavljeno na dubinu 25,5 cm. Lemeši su ukupno korišteni 309 sati. Ukupno su poorali 226 ha te je utrošeno 1,37 sati rada po ha. Svaki je lemeš poorao 22,6 ha. Ukupna masa svih lemeša prije istraživanja iznosila je 38625 g, a po završetku 30460 g. To je za 8165 g ili 21,13% manje od početne mase. Najviše su se istrošili lemeši oznake D1 i L1, koji su izgubili na masi 760 g, odnosno 930 g, ili 33,5%, odnosno 38,1%. Oni su nakon završenih testiranja postali neupotrebljivi za daljnji rad. Troškovi njihove uporabe iznose 10,06 kn/ha. Na lemešima oznake D₂ i L₂ nakon rada i gubitka 33,3% početne mase neupotrebljiv je postao vrh. Troškovi toga lemeša pri oranju su 5,83 kn/ha. Kod treće skupine lemeša, koju čine lemeši oznake D3, L3 i D4, L4, prosječni gubitak mase iznosio je 770 g ili 18,5%, a troškovi upotrebe iznose između 4,41 do 5,57 kn/ha. S njima se moglo i dalje nastaviti oranje. Na lemešima oznake D5 i L5, s gubitkom 27,1% početne mase, za daljnji rad je postao neupotrebljiv samo vrh lemeša. Njihovi troškovi su 3,03 kn/ha.

Ključne riječi: plug, lemeš, oranje, materijal, trošenje

UVOD

Oranje plugom najstariji je postupak obrade tla i jedini kojega nazivamo osnovnim. Teorijski, ono predstavlja rezanje površinskoga dijela „cjelice”, njezino podizanje na kosinu plužne daske i prevrtanje za oko 135°. Pri tome se odvojena plastica lomi, usitnjava, rahli te miješa. To je izrazito težak i skup posao, jer zahtijeva znatan utrošak rada ljudi, strojeva i energije po jedinici površine. Od svih dijelova pluga pri oranju je najopterećeniji lemeš (raonik) te se on i najbrže troši. Na proces njegovoga trošenja djeluje veći broj čimbenika s različitim intenzitetom. Među najznačajnijima su tip i vlaga tla, oblik, veličina, tvrdoća i zbijenost čestica tla te brzina kretanja agregata pri oranju. Zbog trošenja materijala lemešu se tupi oštrica i mijenja prvotni konstrukcijski najpovoljniji oblik. Oranje tupim lemešom je, zbog porasta otpora i povećane potrošnje goriva, otežano, nekvalitetno i skupo. Istrošen lemeš treba skidati i zamijeniti novim. Time se gubi vrijeme u povoljnom agrotehničkom roku i smanjuje planirani učinak stroja. Zbog toga se u posljednje vrijeme nastoji izraditi lemeše poboljšane kakvoće i produženoga vijeka trajanja. Pri tome se primjenjuje velik broj različitih materijala i postupaka izrade.

Cilj ovog istraživanja bio je odabrati najjeftiniji materijal i postupak obrade lemeša, sa svrhom uštede vremena i snižavanja troškova pri obradi tla oranjem. U tom smislu obavljen je veći broj mjerenja vezanih za utvrđivanje trošenja mase, tijela i vrha lemeša, očuvanja oštrice i gubljenja početnog oblika. Tijekom istraživanja, s ciljem izračunavanja učinka i cijene izrade različitih tipova lemeša, praćene su zbijenost tla i brzina rada.

(1) Prof.dr.sc. Đuro Banaj, Vjekoslav Tadić, dipl.ing., prof.dr.sc. Jozo Kanisek, Davorin Turkalj, dipl.ing. – Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku, Trg Sv. Trojstva 3, 31000 Osijek,
(2) Dr.sc. Vinko Duvnjak – Poljoprivredni institut Osijek, Južno predgrađe 17, 31000 Osijek

MATERIJAL I METODE

Istraživanje radnih odlika lemeša rađeno je prema metodici Poljoprivrednoga fakulteta u Osijeku. Lemeši pod oznakom D₁ L₁ izrađeni su od čeličnoga lima Č 3134 debljine 8 mm. Njihova cijena u današnjim uvjetima iznosi 196,23 kune po komadu.

Prednji dio i izmjenjiv vrh na lemešima D₂ i L₂ izrađen je, također, od čeličnoga lima Č 3134 debljine 12 mm. Preostali dio izrađen je od čelika istih svojstava te debljine 8 mm, s cijenom koštanja 219,44 kune po komadu. Lemeši skupine D₃, L₃ i D₄ i L₄ sačinjeni su iz dva dijela. Prvi dio čini vrh debljine 12 mm. On je navaren za drugi dio debljine 8 mm.

Svaki od njih košta 189,44 kn. Posljednju skupinu u ispitivanju lemeša čine lemeši oznake D₅ i L₅. Oni su sastavljeni iz dva dijela, pri čemu prvi dio čini tijelo s dvije oštrice, a drugi izmjenjivi dio trokutastog oblika. Njihova debljina iznosi 8 mm, a cijena izrade 196,23 kuna.

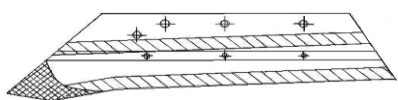
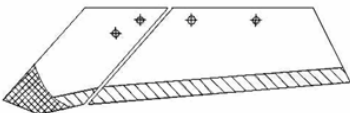
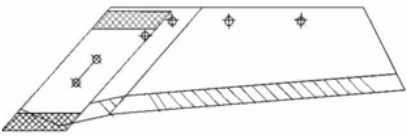
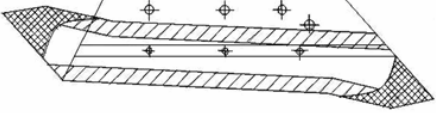
Treba naglasiti da su svi lemeši na leđnoj strani oštrice izgledani na širinu kanalića od 35 mm. Vrhovi svih lemeša glodani su s gornje strane u širini trake od 45 mm. Na glodanim površinama primijenjen je postupak vruće metalizacije. Na izgledane površine nanesen je sloj metalnoga praha, debljine 3 mm te zagrijavan u indukcijskome uređaju na temperaturu 1150 °C, pri čemu je ostvarena difuzna veza u materijalu. Tvrdća osnovnoga materijala iznosila je 190 do 230 HB. Kemijski sastav metalnoga praha primijenjenog pri postupku vruće metalizacije prikazan je u narednoj tablici.

Tablica 1. Kemijski sastav metalnoga praha

Table 1. Chemical composition of metal powder

Kemijski sastav metalnog praha (%) <i>Chemical composition of metal powder (%)</i>								Tvrdoća uzorka <i>Sample hardness/HRC</i>	Temperatura taljenja praha <i>Powder melting point/°C</i>
C	Fe	Si	Cr	Mn	Mo	Co	Ni	62	900 - 1050
3,30	63,98	1,49	24,32	0,43	0,15	3,20	3,13		

U postupak ispitivanja bili su uključeni lemeši prikazani na Slici 1.

Oznaka	Konstruktivski oblik lemeša <i>(Construction shape of ploughshare)</i>	Oznaka	Konstruktivski oblik lemeša <i>(Construction shape of ploughshare)</i>
L ₁ D ₁		L ₃ D ₃ L ₄ D ₄	
L ₂ D ₂		L ₅ D ₅	

Slika 1. Oznaka, izgled i odlike ispitivanih lemeša

Picture 1. Mark, look and characteristics of the examined ploughshares

DOSADAŠNJA ISTRAŽIVANJA I SPOZNAJE

Unatoč značajnom napretku znanosti i tehnologije u posljednjih pedesetak godina XX. Stoljeća, plug se, kao najstarije oruđe za obradu tla, nije značajnije mijenjao. Njegovi su zatupljeni lemeši u našim krajevima prije ponovne uporabe redovito obrađivani otkivanjem. Nakon skidanja i grijanja u kovačkoj vatri, otkivanjem je obrađivana oštrica, a izgled cijeloga lemeša nastojalo se dovesti u prvotni oblik. Pri tomu su korišteni i posebno pripremljeni modeli, jer je lemešu trebalo oblikovati povijenosti slične klinu za lakše prodiranje kroz tlo. Povećanjem zemljišnog posjeda gospodarstava i zamjenom jedno i dvobrazdnih plugova s višebrazdnim problem zamjene lemeša postaje značajno organizacijsko-ekonomsko ograničenje. To je rezultiralo traženjem rješenja u cilju uštede vremena i novčanih sredstava zbog zamjene. Lemeši se, prema Hartmannu (1986.), najbrže troše u lakim, ali suhim tlima. Isti je autor utvrdio da se na lemešu prvo otupi, a zatim istroši vrh. Zato preporučuje tehnologiju navarivanja tvrdih materijala na lemeše, s ciljem produživanja vijeka njihove uporabe. Iako su tako zaštićeni lemeši pri nabavi skuplji, njihovo je korištenje ekonomski opravdano, jer su ukupni troškovi tijekom rada 2,3 puta niži u odnosu na klasične. I u našim uvjetima povećan je interes za istraživanje problema trošenja lemeša. To je posebice izraženo u većim poslovnim sustavima i ekonomski snažnijim gospodarstvima koja su u proizvodnju uvela plugove širokoga radnoga zahvata s 3 do 5 brazdi. Zbog abrazijskoga djelovanja čestica tla na površinu lemeša pri oranju, njegov vijek trajanja je oko 100 sati rada. Na temelju višegodišnje primjene postupka zaštite oštrice lemeša navarivanjem, Toth i sur. (1985.) zaključili su da su navareni lemeši znatno trajniji od nenavarenih. Piria i sur. (1983.) utvrdili su da se u istim uvjetima rada obični lemeši zatupljuju nakon 14 sati rada, a lemeši navareni s tvrdim materijalom tek nakon 80 sati rada. Autori zbog toga preporučuju primjenu navarivanih lemeša. Do sličnih rezultata došli su Emert i sur. (1987.). Autori su, osim standardnog oblika lemeša, istraživali i rad navarenoga pilastoga lemeša. Miloš i sur. (1993.) su pri radu na pjeskovitome tlu utvrdili gubitak mase lemeša između 30 do 150 g po hektaru obrađene površine. Lemeš od čelika za poboljšanje površinske tvrdoće 30 do 35 HRC postaje neupotrebljiv nakon gubitka 31% početne mase. Mikloš i Toth (1992.) su zaštitu od abrazije također postigli nanošenjem materijala veće otpornosti na slabije otporni materijal. Autori naglašavaju da pri postupku navarivanja pozornost treba obratiti pravilnom izboru materijala, poznavanju odnosa njihovih koeficijenata trošenja te debljini nanešenoga sloja. Ako je taj odnos usklađen oštrica lemeša se znatno sporije troši te duže zadržava početni oblik. Pri obradi autori preporučuju primjenu induktivne tehnologije nanošenja zaštite. Ona je, u odnosu na druge postupke, jeftinija i do 40%. Kralj (1993.) upozorava na poteškoće pri odabiru materijala namijenjenih navarivanju. Razlog je u velikoj ponudi. Samo jedna tvrtka, npr., na tržištu nudi oko 400 različitih materijala. Zato autor ističe da značajni problemi mogu nastati kod miješanja materijala, a to je čest slučaj pri navarivanju, jer se time pogoršava struktura. Zbog velike ponude materijala iz inozemstva, problem njihovog izbora i odgovarajućega postupka po Filetin (1992.) sve je složeniji. Franc (1988.) skreće pozornost da pri izboru materijala, u prvom redu, treba voditi brigu o izvedenoj konstrukciji. Napominje i znatan utjecaj subjektivne procjene osobe koja obavlja odabir materijala te usklađuje planiranu tehnologiju s konstrukcijskim rješenjima. Autor se zalaže za primjenu konstrukcijskih proračuna te pridržavanje tvorničkih ograničenja i propisa. Važnost konstrukcije ističe i Javor (1988.). On smatra da je za korištenje proizvoda konstrukcija važna 75%, priprema rada 13 % te izrada i sklapanje 6%. Ivušić i Jakovljević (1992.) upozoravaju da je konstruiranje složen, težak i odgovoran zadatak, jer djeluje na kasniju mogućnost korištenja proizvoda. Uz potrebu traženja najpovoljnijeg rješenja, autori se zalažu za uključivanje provjere tribosustava te primjenu laboratorijskih i terenskih istraživanja. Hefer (1994.) navodi da na trošenje alata pri obradi tla najveći utjecaj ima abrazija čestica tla. Naime, čestice tla prvo izazivaju ogrebotine na ravnim površinama alata, a zatim prodiru u njegov materijal i odnose djeliće u okolinu. Zbog toga značajniju pozornost treba posvetiti svojstvima elastičnosti i tvrdoći materijala za izradu lemeša. Proces trošenja materijala vrlo je složen i nije jednoznačno određen. Na veliku važnost izbora materijala elemenata tribo sustava za njegovo normalno funkcioniranje ukazuje Ivušić (1998.) i navodi da je taj izbor specifičan po tome jer za njega ima relativno malo brojčanih pokazatelja. Primjenu novih materijala navarenih na lemeše u novije su vrijeme istraživali Banaj i sur., (1998.). Oni su zaštitili oštricu i vrh lemeša materijalima pod komercijalnim nazivima "Elkefem", UTP-713 i TNT-600. Materijali su u obliku elektrode nanošeni elektrolučnim i plinskim postupkom. Lemeš navaren elektrodom komercijalnoga naziva "Elkefem" izgubio je 16,29% početne mase. Navareni lemeši u prosjeku su izgubili 46,41% mase manje od nenavarenih te su i duže zadržavali prvobitni oblik. Banaj i sur. (1998.) utvrdili su da su raonici koji su bili zaštićeni tvrdim materijalom nanošenim

induktivnim postupkom u prosjeku izgubili 16,18 % mase i 11,4% površine. Gubitak mase nezaštićenih lemeša iznosio je 32,5 %, a površine 34,6%.

REZULTATI I RASPRAVA

Usporedno ispitivanje trošenja materijala lemeša provedeno je praćenjem rada peterobrazdnoga pluga tvrtke *Regent*, tipske oznake *Saturn 700 SCX*, agregatiranog s traktorom *John Deere 8200* u oranju. Istraživanje je obavljeno tijekom listopada 2001. godine i time je provjeren rad lemeša pri različitoj vlažnosti tla.

Fizikalna svojstva tla

Oranje je obavljeno pri približno povoljnome sadržaju vode u tlu za obradu, a primjetna su i mala variranja vrijednosti, na što ukazuje niska vrijednost koeficijenta variranja (Tablica 2.). Po teksturi tlo je praškasto glinasta ilovača. Tip tla je humoglej karbonatni hidromeliorirani. Sadržaj vode u tlu pri različitoj tlaku primjeren je tlu s velikim sadržajem gline. Specifična volumna masa tla povećana je, vjerojatno, kao rezultat obrade tla pri nepovoljnim uvjetima (pri velikome sadržaju vode u tlu).

Tablica 2. Prosječni sadržaj vode (%) i fizikalna svojstva tla

Table 2. Average moisture values (%) and physical soil properties

Element <i>Elements</i>	Prosječni sadržaj vode (%) <i>Average soil moisture values (%)</i>			Sadržaj vode u tlu pri konstanti (vol. %) <i>Content of water in the soil under, vol %</i>		
	Dubina tla (cm) - <i>Soil depth (cm)</i>			PVK-FWC 0,033 MPa	LKV-LCW 0,625 MPa	VV-WP 1,520 MPa
	0-10	10 – 20	20-30			
Najmanja <i>The lowest</i>	20,4	26,3	28,4	36,72	17,94	15,42
Najveća <i>The highest</i>	24,5	22,3	26,3	39,42	19,25	17,26
Prosječna <i>Average samples</i> (30)	22,6	24,9	27,2	38,85	18,35	16,50
Stand. devij. <i>Standard deviation</i>	3,04	3,26	4,04	4,41	2,58	20,8
Koef. varir. <i>Variation coefficient %</i>	13,45	13,09	14,85	11,35	14,06	12,61
<i>Neka fizikalna svojstva tla - Some physical soil properties</i>						
Dubina tla <i>Soil depth (cm)</i>	Soil texture (%)			Smv	Poroznost	Smp
	Pijesak <i>Sand</i> 2-0,05 mm	Prah <i>Silt</i> 0,05-0,002 Mm	Glina <i>Clay</i> <0,002 mm	<i>Bulk density</i> g ccm	Total Porosity volum %	<i>Specific gravity</i> g ccm
0-10	5	61	34	1,50	48	2,78
10-20	7	57	36	1,48	46	2,74
20-30	6	59	35	1,52	50	2,76

PVK= poljski vodni kapacitet - FWC= *field water capacity*, VV=vlažnost venuća - WP= *wilting point*, LKV= lentokapilarna voda -LCW= *lentocapillary water content*

Brzina i dubina rada

U odnosu na prethodnu 2000., uvjeti za oranje u 2001. bili su znatno povoljniji. Tijekom rada, mjerenjem je utvrđena brzina rada između 4,79 do 6,40 km/h. Ista je u prosjeku iznosila 5,58 km/h, uz standardnu devijaciju 0,515 km/h i koeficijent varijacije 9,22%. Prilikom rada izmjerena je najniža dubina oranja u iznosu 25,0 cm i najviša 33,0 cm. Lemeši su oranje obavili na prosječnu dubinu 25,5 cm.

Gubitak mase i smanjenje površine lemeša

Ukupno je pri radu utrošeno 309 sati. Za to vrijeme poorana je površina 226 ha, pri tome je uz prosječni učinak 5,1 ha za sedam sati rada utrošeno 1,37 sati/ha. U načelu, svaki raonik je tijekom istraživanja poorao 22,6 ha. Razlike gubitka mase i površine ispitivanih lemeša prikazane su u Tablici 3.

Tablica 3. Gubitak mase i površine ispitivanih lemeša

Table 3. Weight and surface loss of the examined ploughshares

Oznaka lemeša/Mark of ploughshares	Masa lemeša (g)/ Mass of ploughshare (g)				Gubitak površine/Loss of ploughshare surface (%)
	prije rada/before work (g)	poslije rada /after work (g)	Gubitak mase/Loss of mass		
			(g)	(%)	
D ₁ – tijelo/body	2270	1510	760	33,5	9,01
L ₁ – vrh /peak	2440	1510	930	38,1	12,81
D ₂ – tijelo/body	4300	3520	780	18,1	6,94
D ₂ – vrh/peak	1320	720	600	45,5	15,97
D ₂ – ukupno/total	5620	4240	1380	24,6	
L ₂ – tijelo/body	4530	4060	470	10,4	4,53
L ₂ – vrh/peak	1350	1060	290	21,5	10,79
L ₂ – ukupno/total	5880	5120	760	12,9	
D ₃ – tijelo/body	2280	1650	630	27,6	13,13
D ₃ – vrh/peak	1900	1580	320	16,8	7,27
D ₃ – ukupno/total	4180	3230	950	22,7	
L ₃ – tijelo/body	2380	1910	470	19,7	7,77
L ₃ – vrh/peak	1890	1570	320	16,9	10,33
L ₃ – ukupno/total	4270	3480	790	18,5	
D ₄ – tijelo/body	2360	1960	400	16,9	7,23
D ₄ – vrh/peak	1740	1560	180	10,30	9,01
D ₄ – ukupno/total	4100	3520	580	14,1	
L ₄ – tijelo/body	2380	1900	480	20,2	5,60
L ₄ – vrh/peak	1710	1430	280	16,4	10,79
L ₄ – ukupno/total	4090	3330	760	18,6	
D ₅ – tijelo/body	2560	1750	810	31,6	8,59
D ₅ – vrh/peak	400	230	70	17,5	19,42
D ₅ – ukupno/total	2960	1980	880	29,8	
L ₅ – tijelo/body	2360	2150	210	8,9	7,21
L ₅ – vrh/peak	450	390	60	13,3	21,03
L ₅ – ukupno/total	2810	2540	270	9,6	

Ukupna masa svih lemeša prije početka rada iznosila je 38625 g. Vaganjem nakon obavljenog oranja ona je bila manja za 8165 g ili 21.13% od početne te je iznosila 30460 g. Svi lemeši se nisu jednako istrošili. Tako su lemeši oznake D1 i L1 gubitkom 760 g, odnosno 930 g ili 33,5% ,odnosno 38,1% od početne mase postali neupotrebljivi za rad. Oni su, u prosjeku, gubili 37,39 g mase po hektaru pooranog tla. Gubitak mase praćen je promjenom oblika i smanjenjem površine za 9,01 do 12,81%. Na temelju cijene koštanja od 196,23 kn po lemešu, utvrđeno je da su troškovi njihove primjene na istraživanome tipu tla iznosili 10.06 kn/ha. Lemeši D₂ i L₂ imali su prije rada prosječnu masu 5750 g. Nakon pooranih 22,6 ha, ona je smanjena za 1070 g ili 18,6% na 4680 g. Njihov prosječni gubitak mase bio je apsolutno najviši i iznosio 47,35 g / ha. Treba istaknuti da je tijelo tih lemeša početne mase 4415 g nakon gubitka 625 g ili 14,2% ostalo i dalje upotrebljivo, dok je vrh s gubitkom 445 g ili 33,3% od početnih 1335 g postao neupotrebljiv. Cijena takvoga lemeša u vrijeme istraživanja bila je 219,44 kn, a troškovi uporabe iznosili su 5,83 kn/ha. Treću skupinu lemeša činili su lemeši D₃, L₃ te D₄ i L₄. Njihove su mase prilično ujednačene. Tako je početna masa tijela lemeša prije rada u prosjeku iznosila 2350, vrha 1810, a cijeloga lemeša 4160 g. Po završenom oranju, utvrđen je ukupni gubitak 770 g ili 18,5% početne mase. Prosječni gubitak mase po jedinici površine iznosio je 34,07 g. U tom je slučaju utvrđeno nešto brže trošenje tijela lemeša, a sporije trošenje njegovoga vrha. Tako je tijelo izgubilo 495 g ili 21,1% a vrh 275 g ili 15,2%

početne mase. Cijena nabave i izrade tih lemeša bila je najniža i iznosila je 189,40 kn po komadu. Zbog relativno dobre očuvanosti, osim tijela lemeša D₃, rad s tim lemešima mogao se nastaviti uz troškove 5,00 kn/ha. Gubitak površine tijela tih lemeša kretao se između 5,60 do 13,13 %, a vrha od 7,27 do 10,79%. Petu su skupinu činili lemeši oznake L₅ i D₅, ukupne početne mase 2885 g. Oni su pri radu gubili u prosjeku 25,44 g/ha. To je u apsolutnom iznosu najniži gubitak mase g/ha, ali su po ukupnome gubitku od 575g ili 19,9% na drugome mjestu iza lemeša D₁ i L₁. Troškovi korištenja tih lemeša u postojećim odnosima cijene materijala, rada ljudi i energije najniži su i iznose 3,03 kn/ha. Novčana vrijednost svih lemeša prije početka rada iznosila je 2360,44 kn. Nakon 309 sati rada i pooranih 226 ha smanjena je za 1219,04 kn ili 51,64% na 1141,40 kn. Prosječni troškovi svih lemeša uključenih u istraživanju iznose 5,39 kn/ha.

ZAKLJUČAK

Na temelju istraživanja trošenja materijala lemeša obavljenih u oranju peterobrazdnim plugom, izvedeni su sljedeći zaključci:

- trošenje lemeša, osim onečišćenja proizvodnoga prostora-tla, značajno utječe na smanjenje ekonomičnosti poljoprivredne proizvodnje te stvara organizacijske probleme;
- primjena lemeša s tvrdo nanesenim materijalom, u odnosu na lemeše standardne izvedbe, ima ekonomsku opravdanost u poljoprivrednoj proizvodnji, a to je jedan od preduvjeta za ostvarivanje konkurentno tržišne proizvodnje;
- trošenjem, lemeši mijenjaju svoj oblik i dimenzije. To rezultira lošijom kvalitetom rada, (smanjenje dubine oranja, otkidanja plastice, umjesto odsijecanja, povećanje otpora, veća potrošnja goriva);
- oranje je obavljeno do dubine između 25,00 – 33,00 cm, a u prosjeku 25,5 cm;
- prosječna brzina kretanja agregata pri oranju iznosila je 5,58 km/h, uz standardnu devijaciju 0,515 km/h i koeficijent varijacije 9,22 %;
- lemeši su ukupno za 309 sati rada poorali 226 ha. Tijekom jedne smjene ostvaren je prosječni učinak pluga 5,1 ha i utrošeno 1,37 sati rada po ha;
- ukupna masa svih lemeša prije rada iznosila je 38625 grama, a nakon obavljenog oranja 30460 g. To je za 8165 grama ili 21,13% manje od početne mase;
- svi lemeši nisu se jednako istrošili. Lemeši oznake D1 i L1 u prosjeku su izgubili 845 g ili 35,9 % početne mase i postali neupotrebljivi za daljnji rad. Isti su po hektaru izgubili u prosjeku 37,39 g mase, a troškovi njihovoga korištenja su 10,06 kn/ha;
- lemešima oznake D2 i L2 prosječna je masa od 5750 g nakon rada smanjena za 1070 g ili 18,6% na 4680 g. Njihov gubitak mase iznosio je 47,35 g/ha i bio je najveći. Njihov vrh s gubitkom 445g ili 33,3% od početne mase postao je neupotrebljiv;
- povoljni rezultati ostvareni su korištenjem lemeša oznake D3 i L3 te lemeša D4 i L4 jer su isti izgubili 770 grama ili 18,5%, odnosno 670 grama ili 16,3% početne mase. Troškovi korištenja tih lemeša iznose u prosjeku 5,00 kn/ha, tj. 4,41 do 5,57 kn/ha, a ekonomski je najisplativije koristiti lemeše oznake D5 i L5, s troškovima 3,03 kn/ha.

LITERATURA

1. Banaj, Đ., Zimmer, R., Duvnjak, V., Emert, R. (1998.): Usporedba trošenja standardnih i poboljšanih oštrica motičica kultivatora. Poljoprivreda, 4(1): 1.-9.
2. Banaj, Đ., Vujčić, M., Emert, R., Duvnjak, V. (2000.): Trošenje materijala kultivatorskih motičica. Strojarsstvo, 40 (2,4): 119.-126.
3. Banaj, Đ., Zimmer, R., Emert, R. (1998.): Zaštita oštrice lemeša navarivanjem tvrdih materijala. Strojarsstvo, 40 (1,2): 39.-43.
4. Emert, R., Piria, I., Toth, A. (1986.): Istraživanje efekata samooštrecih lemeša. Zbornik radova. Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede. Rovinj, 1986.
5. Emert, R., Toth, A., Musa, I., Šimić, I., Stokazić, S. (1987.): Istraživanje racionalnih oblika radnih organa na strojevima za osnovnu obradu tla. Zbornik radova XI. savjetovanja mehanizatora Slavonije i Baranje. Vinkovci 1987, 173.-184.
6. Filetin, T. (1992.): Izbor elektroda za tvrdo navarivanje. Zbornik radova I. međunarodnog znanstveno stručnog simpozija, Đakovo, 1992., 285.-291.

7. Franc, M. (1988.): Analiza kriterija za izbor materijala u strojarskoj proizvodnji. *Strojarstvo*, 30 (1): 48.-52.
8. Hartman, V. (1986.): Produženje vijeka trajanja oštrice oruđa za obradu tla. *Agrotehničar* 3, Zagreb 1986.
9. Hefer, G., Jurić, T., Babić, J. (1992.): Mogućnosti primjene keramičkih materijala u zaštiti od trošenja radne površine alata za obradu tla. Zbornik radova I. međunarodnog znanstveno stručnog simpozija, Đakovo 1992., 293.-300.
10. Hefer, G. (1994.): Trošenje dijelova poljoprivrednih strojeva u dodiru s tlom. Zbornik radova savjetovanja Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede. Opatija 1994, 27.-34.
11. Hefer, G., Vujčić, M. (1996.): Čimbenici trošenja poljoprivredne mehanizacije pri obradi tla. Zbornik radova savjetovanja Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede. Opatija 1996., 89.-94.
12. Ivušić, V. (1998.): Tribologija. Sveučilišni udžbenik. Zagreb, 1998.
13. Ivušić, V., Jakovljević, M. (1992.): Zaštita od trošenja kod poljoprivredne mehanizacije Zbornik radova I međunarodnog znanstveno stručnog simpozija, Đakovo 1992., 275.-283.
14. Javor, M. (1988.): Izbor materijala pri konstruiranju u zavisnosti od načina izrade. *Strojarstvo* 30 (1): Zagreb, 1988.
15. Kralj, S. (1993.): Navarivanje-naštrcavanje-nalemljivanje: prednosti i nedostaci. Zbornik radova savjetovanja Tribologija u agroindustrijskom kompleksu. Osijek, 1993., 5.-12.
16. Mihaljević, T. (1993.): Tvrdo navarivanje lemeša. Zbornik radova savjetovanja Tribologija u agroindustrijskom kompleksu. Osijek, 1993. 55-61.
17. Mikloš, A., Toth, A. (1992.): Noviji praktički rezultati povećanja vijeka trajanja dijelova poljoprivrednih strojeva izloženih eroziji. Zbornik radova I. međunarodnog znanstveno stručnog simpozija, Đakovo 1992., 269.-273.
18. Miloš, B., Pintarić, A., Buljan, G. (1993.): Trošenje abrazijom dijelova poljoprivrednih strojeva. Zbornik radova savjetovanja Tribologija u agroindustrijskom kompleksu. Osijek, 1993., 44.-48.
19. Piria, I. (1983.): Mjerni sustav za određivanje rezultante otpora poljoprivrednih priključnih oruđa. Zbornik radova savjetovanja MAP, Cavtat, 1983.
20. Toth, A., Pilicar, L., Šimić, I. (1985.): Iskustva s navarenim lemešima na SOUR Belje PIK. Zbornik radova IX Savjetovanja mehanizatora Slavonije i Baranje. Vinkovci, 1985., 93.-102.

TECHNICAL-TECHNOLOGICAL ASPECTS OF APPLYING NEW FORMS OF PLOUGHSHARE

SUMMARY

Investigation of the various ploughshare materials wear on the five bottom plough was conducted in October and November, 2001. The ploughing was carried out on a carbonate humogley of powder clay texture. While working, the power unit work speed ranged from 4.9 km/h to 6.40 km/h, averaging 5.58 km/h. The ploughing was done at depth of 25.5 cm on the average. The ploughshares were used for 309 hours. The total of 226 ha were ploughed consuming 1.37 h/ha. Each ploughshare ploughed 22.6 ha. Total weight of all ploughshares amounted to 38625 g prior the investigation and 30460 g at its end. It is by 8165 g i.e. 21.13% less compared to the initial weight. The loss of 760 and 930 g i.e. 33.5 and 38.1% referred mostly to D1 and L1 respectively. After the investigation they became useless for further work. Their use costs amount to HRK 10.06/ha. Tip of the ploughshares D2 and L2 were useless after their work resulted in 33.3% loss of the initial weight. The third group of the ploughshares including ploughshares D3, L3, D4 and L4 was characterized by an average weight loss of 770 g i.e. 18.5% whereas use costs ranged from 4.41 to 5.57 HRK/ha. They were able for continued ploughing. Tip of the ploughsahers D5 and L5, known for the loss of 27.1% of the initial weight became useless for the further work. Their costs were 3.03 HRK/ha.

Key-words: *plough, ploughshare, ploughing, material tip, material wear*

(Primljeno 15. svibnja 2007.; prihvaćeno 09. lipnja 2008. - Received on 15 May 2007; accepted on 9 June 2008)