

USPOREDBA ORANJA STANDARDNIM I NAVARENIM
LEMEŠIMA NA PJESKOVITO-GLINASTOM TLU U BARANJI

**COMPARISON OF PLOUGHING WITH STANDARD AND
WELDED PLOUGHSHARES ON SANDY CLAY SOIL IN
BARANJA**

Z. Horvat, D. Filipović

SAŽETAK

Istraživanje oranja standardnim i navarenim lemešima provedeno je na pjeskovito-glinastom tlu (močvarno glejni hipoglej) u Baranji. Istraživanje gubitka mase, učinka agregata, potrošnje goriva traktora i direktnih troškova (troškovi goriva i lemeša) obavljeno je u razdobljima od 40, 80 i 120 sati oranja, odnosno 20, 40 i 60 radnih sati svakog lemeša. Nakon 60 radnih sati najmanji prosječni gubitak mase bio je kod navarenih lemeša izrađenih od čelika s garantiranim kemijskim sastavom (Navareni II) i iznosio je 11.64% početne mase, dok su za isto vrijeme standardni lemeši izgubili 13.15% početne mase. Plug s navarenim lemešima II tijekom 120 sati oranja ostvario je najveći prosječni učinak od 0.72 ha/h, uz najmanju prosječnu potrošnju goriva 27.40 L/ha. Najmanji troškovi goriva i lemeša ostvareni su također kod primjene navarenih lemeša II i iznosili su 235.49 kn/ha, što je 8.20% manje od troškova standardnih lemeša. Prosječna brzina kretanja agregata tijekom istraživanja iznosila je 6.04 km/h, a prosječna dubina oranja 30.2 cm.

Ključne riječi: trošenje lemeša, potrošnja goriva, radni učinak, direktni troškovi.

ABSTRACT

An investigation into ploughing with standard and welded ploughshares was done on sandy clay soil (Eugley hipoglej) in Baranja, the north-east part of Croatia. Ploughshares mass loss, field capacity of work unit, tractor fuel consumption and direct costs (fuel and ploughshares costs) were investigated in the period of 40, 80 and 120 ploughing hours as well as 20, 40 and 60 each ploughshare work hours. After 60 work hours the lowest mass loss was with

welded ploughshares made of steel with guaranteed chemical structure (Welded II), 11.64% of initial mass, while in the same period standard ploughshares lost 13.15% of the initial mass. Plough with welded ploughshares II during 120 ploughing hours achieved the highest average field capacity of 0.72 ha/h and the lowest average fuel consumption of 27.40 L/ha. The lowest fuel and ploughshares costs were also with welded ploughshares II 235.49 HRK/ha, which were 8.20% lower in comparison with costs with standard ploughshares. The average speed of work unit during investigation was 6.04 km/h and the average ploughing depth was 30.2 cm.

Key words: ploughshares wear, fuel consumption, field capacity, direct costs.

UVOD

Usprkos činjenici da je na tržištu plugova zabilježen značajan sveukupan pad potražnje i prodaje, plug i dalje ostaje dominantno oruđe za osnovnu obradu tla u Europi (Köller, 2004). Prilikom rada pluga dolazi do trošenja radnih elemenata, a ponajviše lemeša, što je naročito izraženo kod oranja tala s većim sadržajem pijeska. Dijelovi lemeša koji se najviše troše su vrh i oštrica, a trošenjem dolazi do njihovog zatupljenja i promjene početnog geometrijskog oblika lemeša. Proizvođači plugova nisu u potpunosti riješili problem trošenja lemeša, stoga tijekom oranja zatupljene ili istrošene lemeše treba vrlo često oštriti, iskivati ili mijenjati. Zastoji zbog oštrenja, iskivanja ili zamjene lemeša povećavaju troškove i smanjuju produktivnost, a uzrokuju i poteškoće vezane za organizaciju rada u sezoni poljoprivrednih radova. Jedno od mogućih rješenja problema trošenja lemeša je poboljšanje kakvoće lemeša putem navarivanja tvrdih metala otpornih na trošenje na vrh i oštricu lemeša.

Jedan od prvih znanstvenika u svijetu koji se bavio problemom trošenja dijelova oruđa za obradu tla zbog abrazivnog djelovanja čestica tla bio je Richardson (1967) koji je utvrdio da su neki prirodni abrazivi u tlu veće tvrdoće od površinske tvrdoće čelika od kojeg su se do tada izrađivali lemeši. Isti autor je proveo istraživanja lemeša izrađenih od čelika različite tvrdoće i došao do zaključka da je površinska tvrdoća najvažniji čimbenik otpornosti lemeša na trošenje. Sedamdesetih godina prošlog stoljeća počinju pokusi s nanošenjem materijala povećane tvrdoće na oštrice dijelova oruđa za obradu tla. Moore

(1975) provodi laboratorijska i poljska istraživanja otpornosti materijala na trošenje i dolazi do zaključka da, uz površinsku tvrdoću, na otpornost na trošenje značajno utječu i kemijski sastav i struktura materijala. U Hrvatskoj su prva istraživanja s navarenim lemešima provedena sredinom osamdesetih godina (Tot i sur., 1985), a rezultati su pokazali da su navareni lemeši bili znatno trajniji od standardnih nenavarenih. Nadalje, isti autori navode da na vijek trajanja lemeša veliki utjecaj imaju mehanički sastav i vlažnost tla u trenutku obrade. Emert i sur. (1986) navode da su tzv. standardni lemeši zatupjeli već nakon 7 do 8 sati rada, dok su navareni lemeši došli u takvo stanje nakon 80 sati rada. Analizirajući rad s tupim lemešima, utvrdili su da je došlo do povećanja otpora pluga i klizanja pogonskih kotača traktora, te smanjenja radne brzine i učinka agregata. Mikloš i Tot (1992) navode da je kod zaštite lemeša važan i pravilan izbor međusobnog odnosa koeficijenta trošenja osnovnog i dodatnog materijala, te izbor debljine nanesenog sloja. Fielke (1996) je istraživao utjecaj trošenja oštrica oruđa za obradu tla na potrebnu vučnu silu na tlu s 85% pijeska pri različitim dubinama i brzinama, te došao do zaključka da u usporedbi s naoštrenim oštricama potrebna vučna sila kod oruđa sa zatupljenim oštricama može porasti i do 80%. Natsis i suradnici (1999) su istraživali utjecaj tipa tla, vlažnosti tla i naoštrenosti lemeša na potrošnju energije, učinak i kakvoću oranja. Na osnovi dobivenih rezultata zaključuju da se na glinenim i ilovastim tlima trošenje oruđa smanjuje s povećanjem vlažnosti tla, a na pjeskovitim tlima se s povećanjem vlažnosti tla povećava i trošenje. Isti autori navode da je pri radu sa zatupljenom oštricom lemeša došlo do povećanja potrebne vučne sile za 62%, povećanja potrošnje goriva traktora za 41% i smanjenja učinka za 30%.

Tijekom vremena dolazilo se do novih saznanja koja su omogućila smanjenje trošenja oruđa za obradu tla, ali se postupci navarivanja i dalje istražuju kako bi se došlo do novih i boljih tehnoloških rješenja. Cilj ovih istraživanja bio je da se za ispitne komplete navarenih i standardnih nenavarenih lemeša u pojedinim razdobljima ispitivanja utvrdi gubitak mase, potrošnja goriva traktora, učinak agregata i direktni troškovi.

MATERIJAL I METODE

Istraživanje oranja standardnim i navarenim lemešima provedeno je na proizvodnim površinama tvrtke Belje d.d. pogon Poljoprivreda Širine (45° 50' N, 18° 40' E) na močvarno glejnom hipogleju (klasifikacija prema Škoriću, 1986). Prema mehaničkom sastavu (Tablica 1) tlo spada u pjeskovito-glinasta tla, što je određeno tzv. teksturnim trokutom (Scheffer i Schachtschabel, 1992). Sadržaj vode u tlu u momentu obrade bio je u površinskom sloju 15.8%, na 15 cm dubine 14.9% i na 30 cm dubine 13.1%. Radni agregat bio je traktor s pogonom na sva četiri kotača snage motora 129 kW i trobrzdni nošeni plug premetnjak radnog zahvata 120 cm.

Tablica 1. Mehanički sastav tla i teksturna oznaka tla

Table 1. Soil particle size distribution and soil texture

Mehanički sastav tla Particle size distribution %			Teksturna oznaka tla Soil texture
Glina Clay < 2 µm	Prah Silt 2 – 50 µm	Pijesak Sand 50 – 2000 µm	Pjeskovita glina Sandy clay
37.3	11.0	51.7	

Istraživanja su provedena s tri kompleta lemeša (šest komada), jedan standardni (originalni) za navedeni plug i dva kompleta navarenih lemeša. Navareni lemeši su izrađeni u specijaliziranoj radionici tvrtke Belje d.d. pogon Remont Beli Manastir istih dimenzija kao i originalni. Lemeši izrađeni od čelika oznake Č0562, što spada u čelike s negarantiranim kemijskim sastavom, nazvani su Navareni I, a lemeši izrađeni od čelika oznake Č3134, što spada u čelike s garantiranim kemijskim sastavom, nazvani su Navareni II. Pri izradi navarenih lemeša upotrijebljeni su navedeni čelici kao osnovni materijali na koje je nanesen tvrdi metal elektrolučnim navarivanjem na vrh lemeša, a induktivnim navarivanjem na leđni dio oštrice lemeša. Prije svakog postupka navarivanja provedena je priprema površine i to kod elektrolučnog navarivanja brušenje i odmaščivanje, a kod induktivnog pjeskarenje, glodanje i odmaščivanje. Za elektrolučno navarivanje korištene su elektrode Elkefem, a za induktivno metalni prah Elkefem.

Istraživanje je podijeljeno u tri razdoblja (40, 80 i 120 radnih sati pluga odnosno 20, 40 i 60 sati svakog lemeša). Prije početka rada i nakon svakog razdoblja izvršeno je vaganje svih lemeša kako bi se utvrdio gubitak mase. Vaganje je obavljeno na elektronskoj vagi Sartorius PT-6 mjernog područja do 6000 g i točnosti ± 1 g. Količina utrošenog goriva mjerena je metodom punog rezervoara pri čemu je za nadolijevanje dizel goriva korištena pokretna traktorska cisterna zapremine 5000 litara s protočnim mjeracom točnosti ± 0.1 litra. Za izračunavanje direktnih troškova obrade jednog hektara tla (uz zanemarivanje indirektnih troškova) korištena je nabavna cijena jednog kompleta (6 komada) za standardne lemeše, odnosno cijena izrade jednog kompleta za navarene lemeše, te cijena prosječno potrošenog goriva po hektaru tijekom 120 sati rada agregata. Pri računanju troškova korištena je cijena Eurodizel goriva (gorivo uvjetovano garancijom proizvođača traktora) od 7.10 kn na dan 18.10.2006. Izorana površina izmjerena je mjernom vrpcom, a radni sati kronometrom. Tijekom istraživanja mjerena je brzina kretanja agregata kronometrom na dionici duljine 100 m, a dubina oranja dubinomjerom na početku, sredini i kraju parcele. Za statističku analizu dobivenih podataka korišten je program MSTAT-C.

REZULTATI ISTRAŽIVANJA

Prosječna brzina kretanja agregata tijekom istraživanja iznosila je 6.04 km/h uz standardnu devijaciju od 1.57 km/h i koeficijent varijacije 25.96, dok je prosječna dubina oranja iznosila 30.20 cm, uz standardnu devijaciju od 5.76 cm i koeficijent varijacije 19.10. Prosječna masa standardnih lemeša prije početka istraživanja iznosila je 3955.00 g, navarenih lemeša s negarantiranim kemijskim sastavom (Navareni I) 4348.33 g, a navarenih lemeša s garantiranim kemijskim sastavom (Navareni II) 4325.00 g. Prosječni gubitak mase kod pojedine vrste lemeša nakon 20, 40 i 60 radnih sati prikazan je na tablici 2.

Tablica 2. Prosječni gubitak mase lemeša u razdobljima istraživanja

Table 2. Ploughshares average mass loss in investigation intervals

Vrsta lemeša Ploughshare type	Nakon 20 sati After 20 hours		Nakon 40 sati After 40 hours		Nakon 60 sati After 60 hours	
	g	%	g	%	g	%
Standardni Standard	246.66	6.24	421.66	10.66	520.00	13.15
Navareni I Welded I	258.33	5.94	345.83	7.95	506.66	11.65
Navareni II Welded II	219.50	5.08	343.33	7.94	503.33	11.64

U prvih 20 sati rada svih triju kompleta lemeša gledano u postocima, najmanji gubitak mase bio je kod navarenih lemeša II, a najveći kod standardnih nenavarenih lemeša. Standardni nenavareni lemeši imali su tendenciju većega trošenja od navarenih lemeša, no ti lemeši su u prvih 20 sati zadržali prvobitan oblik vrha i oštrice, stoga je učinak agregata bio veći, a potrošnja goriva manja u odnosu na učinak i potrošnju goriva kod navarenih lemeša (Tablica 3). U početnom razdoblju se zbog dodatnog materijala na vrhu i oštrici kod navarenih lemeša javlja veći otpor, a time se povećava potrošnja goriva i smanjuje učinak, na što ukazuju i Zimmer i Pintarić (1993). Isti trend trošenja lemeša nastavljen je i u sljedećem razdoblju i nakon 40 sati rada trošenje je bilo najmanje kod navarenih lemeša II kod kojih se jasno vidjela naoštrenost oštrice i izglađenost navara na vrhu. Najveći gubitak mase imali su standardni nenavareni lemeši koji pokazuju znakove istrošenosti, što je rezultiralo najvećom potrošnjom goriva traktora i najmanjim učinkom agregata. Nakon 60 sati rada najmanji je gubitak mase bio kod navarenih lemeša II, uz vrlo malu razliku u odnosu na navarene lemeše I. Kod svih navarenih lemeša bila je izražena naoštrenost oštrice, te pravilno oblikovan i izglađen vrh. Pokazalo se da kod pravilnog izbora materijala i debljine nanesenog sloja, uz kvalitetno izveden postupak navarivanja, dolazi do manjeg trošenja oštrice i vrha lemeša, uz neznatnu promjenu oblika lemeša, pri čemu se javlja učinak samooštrenja čime se smanjuje vučni otpor pluga, a time i povećava učinak agregata i smanjuje potrošnja goriva. Na pojavu učinka samooštrenja kod navarenih lemeša ukazuju i Mikloš i Tot (1992). Nasuprot tome, kod standardnih nenavarenih lemeša trošenjem dolazi do zatupljenja oštrice i zaobljavanja vrha lemeša (Mihaljević,

1993), što dovodi do povećanja vučnog otpora pluga i potrošnje goriva agregata. Nakon odrađenih 120 radnih sati pluga, odnosno 60 sati svakog lemeša, standardni lemeši su se toliko istrošili da je plug nepravilno radio i više nije mogao ostvariti zadanu dubinu. Za razliku od standardnih, navareni lemeši su zadržali zadovoljavajući oblik i oštrinu i njima se moglo i dalje orati.

Tablica 3. Radni učinak i potrošnja goriva tijekom istraživanja

Table 3. Field capacity and fuel consumption during investigation

Vrsta lemeša Ploughshare type	Radni sati Work hours	Radni učinak Field capacity		Potrošnja goriva Fuel consumption		
		ha	ha/h	L	L/h	L/ha
Standardni Standard	0-40	28.50	0.71	786.40	19.66	27.59
	40-80	27.50	0.69	809.20	20.23	29.43
	80-120	26.40	0.66	835.90	20.90	31.66
Navareni I Welded I	0-40	27.10	0.68	817.10	20.43	30.15
	40-80	28.10	0.70	790.00	19.75	28.11
	80-120	29.00	0.73	800.40	20.01	27.60
Navareni II Welded II	0-40	27.80	0.70	806.60	20.17	29.01
	40-80	28.60	0.72	783.20	19.58	27.38
	80-120	29.40	0.74	758.90	18.97	25.81

Zbog visoke cijene goriva i činjenice da ga se u obradi tla troši najviše od svih radova u polju, troškovi obrade tla su bitan element koji utječe na konačnu cijenu poljoprivrednih proizvoda. Tijekom ovih istraživanja ukupno je utrošeno 7187.70 litara goriva, pri čemu je obrađeno 252.40 hektara. Na tablici 4 su prikazani troškovi goriva i lemeša po hektaru oranja.

Prosječna potrošnja goriva tijekom 120 sati oranja bila je kod primjene navarenih lemeša II najmanja i iznosila je 9.27%, manje nego kod primjene standardnih lemeša. Uz to, izradom zamjenskih lemeša koji su još i zaštićeni tvrdim metalom koji je znatno otporniji na trošenje, smanjena je cijena kompleta lemeša za 8.63% kod lemeša izrađenih od čelika s garantiranim kemijskim sastavom, a za 16.24% kod lemeša izrađenih od čelika s negarantiranim kemijskim sastavom u odnosu na standardne. Uzimajući u obzir samo troškove goriva i lemeša kao direktne troškove, a zanemarujući sve ostale troškove, najmanji troškovi ostvareni su kod primjene navarenih lemeša II i

Tablica 4. Troškovi goriva i lemeša po hektaru oranja

Table 4. Fuel and ploughshare costs per hectare

Vrsta lemeša Ploughshare type	Prosječna potrošnja goriva Average fuel consumption L/ha	Troškovi goriva po hektaru Fuel costs per hectare kn/ha	Ukupni troškovi lemeša Total plough- share costs kn	Troškovi lemeša po hektaru Ploughshare costs per hectare kn/ha
Standardni Standard	29.56	209.88	3845.40	46.67
Navareni I Welded I	28.62	203.20	3220.80	38.25
Navareni II Welded II	27.40	194.54	3513.60	40.95

iznosili su 235.49 kn/ha, što predstavlja 8.20% manje u odnosu na troškove kod standardnih lemeša.

S obzirom na trošenje lemeša, učinak agregata, potrošnju goriva i troškove koji su vezani uz to, u ovim istraživanjima najboljima su se pokazali lemeši izrađeni od čelika s garantiranim kemijskim sastavom. Primjenom tih lemeša, osim što se smanjuju direktni troškovi, moguće je ostvariti i uštedu na troškovima vezanim uz organizaciju rada poljoprivrednog poduzeća ili gospodarstva.

ZAKLJUČCI

Na osnovi dobivenih rezultata istraživanja standardnih i navarenih lemeša provedenih na pjeskovito-glinastom tlu u Baranji s obzirom na gubitak mase, potrošnju goriva, učinak agregata i direktne troškove, mogu se donijeti sljedeći zaključci:

- Prosječno smanjenje mase navarenih lemeša I i II nakon 60 sati rada iznosilo je 11.65% i 11.64% početne mase odnosno 506.66 i 503.33 g materijala. U isto vrijeme standardni lemeši izgubili su abrazijom čestica tla 13.15%, odnosno 520.00 g od početne mase.

- Radni agregat opremljen s navarenim lemešima II tijekom 120 sati oranja ostvario je prosječni učinak od 0.72 ha/h, s navarenim lemešima I 0.70 ha/h, a radni agregat sa standardnim lemešima 0.69 ha/h.
- Tijekom 120 sati oranja standardnim lemešima prosječna potošnja goriva iznosila je 29.56 L/ha, s navarenim lemešima I 28.62 L/ha, a s navarenim lemešima II 27.40 L/ha.
- Prosječni troškovi goriva i lemeša kod primjene navarenih lemeša II iznosili su 235.49 kn/ha, nešto viši troškovi bili su kod navarenih lemeša I 241.45 kn/ha, a najviši su troškovi ostvareni primjenom standardnih lemeša 256.55 kn/ha.
- Rezultati istraživanja pojedinih čimbenika kod navarenih lemeša u usporedbi sa standardnim lemešima daju prednost navarenim lemešima, jer su kroz cijelo vrijeme istraživanja zadržali prvobitni oblik, s oštrim vrhom i minimalnim oštećenjem oštrice, i pritom ostvarili veći učinak uz manje troškove.

LITERATURA

- Emert, R., I. Piria, A. Tot** (1986): Istraživanje efekata samooštrecih lemeša. Zbornik radova savjetovanja "Aktualni zadaci mehanizacije poljoprivrede", Rovinj, 297-305.
- Fielke, J.M.** (1996): Interactions of the cutting edge of tillage implements with soil. *Journal of Agricultural Engineering Research* 63, 61-72.
- Köller, K.** (2004): Soil Tillage. U: H. J. Matthies, F. Meier (Urednici) *Yearbook Agricultural Engineering*. VDMA Landtechnik, VDI-MEG, KTBL, Münster, Germany, 83-88.
- Mihaljević, T.** (1993): Tvrdo navarivanje lemeša. Zbornik radova savjetovanja "Tribologija u agroindustrijskom kompleksu", Osijek, 55-61.
- Mikloš, A., A. Tot** (1992): Noviji praktični rezultati povećanja vijeka trajanja dijelova poljoprivrednih strojeva izloženih eroziji. Zbornik

radova I međunarodnog znanstveno-stručnog simpozija, Đakovo, 269-273.

Moore, M.A. (1975): The abrasive wear resistance of surface coatings. Journal of Agricultural Engineering Research 20, 161-179.

Natsis, A., G. Papadakis, J. Pitsilis (1999): Influence of soil type, soil water and share sharpness of a mouldboard plough on energy consumption, rate of work and tillage quality. Journal of Agricultural Engineering Research 72, 171-176.

Richardson, R.C.D. (1967): The wear of metallic materials by soil - practical phenomena. Journal of Agricultural Engineering Research 12, 22-39.

Scheffer, F., P. Schachtschabel (1992): Lehrbuch der Bodenkunde. Ferdinand Enke Verlag. Stuttgart, Germany.

Škorić, A. (1986): Postanak, razvoj i sistematika tla. Fakultet poljoprivrednih znanosti Sveučilišta u Zagrebu.

Tot, A., L. Pilicar, I. Šimić (1985): Iskustva s navarenim lemešima na SOUR Belje PIK. Zbornik radova IX savjetovanja mehanizatora Slavonije i Baranje, Vinkovci, 93-102.

Zimmer, R., A. Pintarić (1993): Prikaz istraživanja o trošenju lemeša. Zbornik radova savjetovanja "Tribologija u agroindustrijskom kompleksu", Osijek, 49-54.

Adresa autora - Author's address: Primljeno – Received: 25.10.2006.

Mr.sc. Zvonko Horvat
BELJE d.d.
Industrijska 1, 31326 Darda
Hrvatska – Croatia

Prof.dr.sc. Dubravko Filipović
Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu
Faculty of Agriculture University of Zagreb
Zavod za mehanizaciju poljoprivrede
Agricultural Engineering Department
Svetošimunska 25, 10000 Zagreb
Hrvatska - Croatia