



UDK: 621.791

## PRIMENA NAVARIVANJA U ODRŽAVANJU POLJOPRIVREDNIH ALATA

<sup>1</sup>Sava Đurić, <sup>2</sup>Ljubodrag Đorđević, <sup>3</sup>Dragan Mitić

<sup>1</sup>Institut IMK "14.oktobar" - Kruševac

<sup>2</sup>Mašinski fakultet - Kraljevo

<sup>3</sup>Mašinski fakultet - Niš

**Sadržaj:** Kao i u ostalim privrednim granama u poljoprivredi se usled dejstva različitih faktora habaju ili kvare i oštećuju mašine, komponente, delovi i alatke. Za obradu zemlje u poljoprivredi se koriste različiti alati. Usled rada u različitim uslovima dolazi do njihovog habanja. U radu je dato nekoliko primera primene navarivanja za njihovu popravku. Navedeni primeri pokazuju opravdanost primene navarivanja u održavanju poljoprivrednih alata.

**Ključne reči:** poljoprivreda, alat, održavanje, navarivanje, habanje, postojanost, oranje

### 1. UVOD

U poljoprivredi, u različitim oblastima koristi se oprema različite namene, koja se, kao i sva ostala oprema tokom rada haba, troši i oštećuje. Jedna od najčešće korišćenih metoda za popravku i obnovu oštećenih delova opreme i alata je zavarivanje i navarivanje. Pri obradi tla, zbog uslova rada javlja se potreba za popravkom alata za obradu zemljišta. U poljoprivredi se najčešće sreću abrazivna i erozivna dejstva čestica zemljišta na metalne površine alata i delova mašina. Kada je reč o alatkama za obradu zemlje, veoma je važno upoznati sve osobenosti abraziva (zemljišta). Zato će ovde biti više reči o uticaju zemljišta na habanje alata i kako je i koliko moguća njihova reparatura navarivanjem.

### 2. UTICAJ KVALITETA TLA NA ODREĐIVANJE TEHNOLOGIJE NAVARIVANJA

Na eksploatacioni vek alata za obradu tla, zemljišta u poljoprivredi direktno utiču:

- Fizičko-mehaničke i mineraloške karakteristike tla, zemljišta;
- Konstrukcijsko rešenje oruđa za rad, alata;
- Brzina kretanja vučnih mašina kao i
- Vlažnost zemljišta.

Po fizičko-mehaničkim osobinama i otporu koji pružaju pri obradi, zemljišta se mogu podeliti na ona koja se obrađuju lako, teže i veoma teško. To se naziva tvrdoćom zemljišta. Tvrdoća zemljišta je u direktnoj sprezi sa njegovim mineralološkim sastavom.

Od minerala koji ulaze u sastav zemljišta, najveći uticaj na trošenje alata za obradu imaju minerali kvarc i feldspat.

Kvarc je mineral velike tvrdoće i ima veoma izraženo abrazivno dejstvo, a inače je najrasprostranjeniji mineral u prirodi i u zemljištima ga ima u koncentracijama od 30 do 60%. Pored toga, pojavljuje se u relativno krupnim česticama, koje doprinose većoj abrazivnosti.

Feldspati takođe imaju prilično veliku tvrdoću i takođe mogu biti zastupljeni u zemljištu u znatnim količinama. Oni, u odnosu na kvarc, imaju daleko manju tvrdoću i manju abrazivnost.

Ovo znači da mineralološki sastav zemljišta utiče na abrazivno dejstvo zemljišta i da se ono povećava idući od glinuša ka peskovitim i kamenitim zemljištima. To ilustruju podaci iz tabele 1.

*Tabela 1. Uticaj sastava zemljišta na abrazivnost*

Sastav zemljišta	Specifična abrazija (g/ha)
Glinuše	2-10
Srednje ilovače	20-30
Peskovito zemljište	70-100
Peskovito-kamenito zemljište	200-500

Na bazi izvedenih ispitivanja utvrđeno je da do potpunog istrošenja prednjeg, nosnog dela raonika pluga u peskovitom zemljištu dolazi nakon obrade 10-15 ha, dok je radni vek pri oranju ilovača ili glinuša znatno duži.

Slično tome, kod pluzne daske do procepljivanja pri obradi vlažnog peskovitog zemljišta dolazi posle obrade 50-80 ha. Pri oranju ilovastih zemljišta pluzne daske se procepljuju tek posle obrade 200-600 ha.

Pored trošenja po debljini, veoma je primetno trošenje poljoprivrednih alatki po oštricama, čije zatupljenje direktno utiče na kvalitet obrade zemlje. Kod zatupljene ivice alata u eksploataciji, povećava se vučni otpor mašine, a time i potrošnja goriva. U takvim slučajevima, zatupljeni raonik se revitalizuje otkivanjem, što povećava troškove obrade zemlje. Pored toga, a imajući u vidu zastupljenost mašina za obradu zemljišta, ni ekološki faktor nije zanemarljiv.

Intenzitet trošenja zavisi i od stepena vlažnosti zemljišta. Sa povećanjem vlažnosti znatno se smanjuje trošenje alata. Ispitivanja su pokazala da se, pri obradi vlažnog ilovastog zemljišta, trajnost raonika povećava 3-6 puta u odnosu na obradu suvog zemljišta.

Kada su poznate osobine abraziva, moguće je odabrati odgovarajući dodatni materijal za navarivanje. Osnovni kriterijum za izbor treba da bude otpornost prema abraziji.

U katalogima proizvođača dodatnih materijala za zavarivanje dati su podaci koji pomažu pri konačnom izboru postupka i dodatnog materijala. Dodatni materijali za ovu namenu treba da poseduju sledeće karakteristike:

- Visoku makro tvrdoću (50-68 HRC);
- Veliki udeo tvrdih karbida u navaru;
- Veliki indeks otpornosti prema abraziji;
- Veliki indeks otpornosti prema eroziji;
- Mala, srednja ili velika otpornost na visokim temperaturama;
- Malu, srednju ili veliku otpornost na udare i pritiske.

Dodatni materijali, elektrode prema strukturi i načinu legiranja izrađuju se na bazi:

- Visokolegiranih čelika;
- Hromnog liva;
- Hrom-niobijum liva;
- Hrom-volframovog liva;
- Hrom-volfram-niobijum-molibden-vanadijum liva.

Hemijski sastav vara obloženih elektroda koje se preporučuju za ovu namenu dat je u tabeli 2.

Tabela 2. Hemijski sastav navara

C %	Cr %	Nb %	Mo %	W %	V %	Mn %	Si %	B %	HRC
1,4-5,5	22-41	0-8	0-8	0-7	0-2	0-11	0,5-3,5	0-1,5	50-68

Izbor dodatnih materijala za navarivanje uslovljen je i sastavom zemljišta i stepenom njegove abrazivnosti. Na bazi hemijskog sastava i makro tvrdoće može se izvršiti orijentacioni, ali ne i konačan izbor dodatnog materijala. Razlozi za ovo se mogu sagledati i na bazi podataka iz tabele 3, u kojoj su date opisne ocene otpornosti abraziji i eroziji kod pojedinih vrsta elektroda.

Tabela 3. Otpornost navara elektroda

Grupa elektroda	Otpornost prema abraziji	Otpornost prema eroziji	Karbidi (%)	Struktura navara
A	Izvanredna	Dobra	45	Cr liv
B	Dobra	Izvanredna	35	Cr-Nb liv
C	Izvanredna	Izvanredna	55	Cr-Mo-Nb-W liv

Nakon upoređivanja podataka o sastavu zemljišta i podataka iz tabele 3, raspolaže se dovoljnim brojem informacija za konačan izbor optimalnog dodatnog materijala.

Za zemljišta sa velikim udelom kvarca (peskovita) odgovara grupa elektroda A koje imaju izraženu otpornost prema abraziji.

Za ilovasta zemljišta gde je udeo kvarca mali, odgovara grupa elektroda B koje imaju izraženu otpornost prema eroziji.

Za mešovita zemljišta pri čijoj obradi su izražene i abrazivne i erozivne tendencije čestica (peskovi-glinuše) odgovara grupa elektroda C.

O ovome treba voditi računa i zbog cena, koje se značajno razlikuju zavisno od tipa elektroda. Najbolji izbor je onaj kojim se ostvaruje najveća ušteda pri eksploataciji.

Otpornost navarene površine prema abraziji nije za sve materijale ista. Merenja indeksa otpornosti prema abraziji pokazala su da navar iste elektrode ima različite vrednosti indeksa otpornosti što se može uočiti iz podataka datih u tabeli 4.

Tabela 4. Otpornost abraziji u zavisnosti od materijala

Oznaka elektrode	Indeks otpornosti abraziji ("RAB" *1000)	
	Dolomit	Kvarc
A	49	6
B	61	9
C	69	28
D	72	34
E	80	63

### 3. PRIMENA NAVARIVANJA U ODRŽAVANJU POLJOPRIVREDNIH ALATKI

Delovi mašina za obradu tla u poljoprivredi, odnosno alati koji se najčešće navaruju su:

- Raonici pluga
- Motičice kultivatora
- Diskovi tanjirača sa kontinualnom i ozubljenom oštricom.

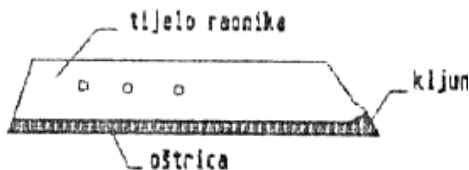
#### 3.1. Navarivanje raonika pluga

Zavisno od proizvođača poljoprivrednih alatki, raonici se razlikuju po svojoj geometriji, mehaničkim osobinama kao i eksploatacionoj izdržljivosti. Neki proizvođači, u cilju eksploatacionih poboljšanja, prave raonike koji se ne mogu termički obrađivati (kovati), a drugi prave raonike od čelika koji se mogu kovati čime se može produžiti vek trajanja.

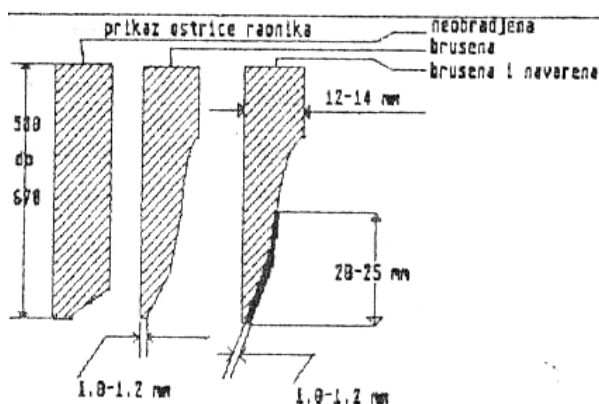
Raonik se može više puta iskivati, ali se ne sme izgubiti početna geometrija, jer smanjivanjem radne površine efekat u eksploataciji znatno slabi. U praksi se ovo pravilo retko poštuje pa se dobija plića brazda i povećana potrošnja goriva. Zbog čestih skidanja raonika sa pluzne daske u cilju iskivanja usporava se proces obrade zemljišta, a i troškovi kovanja nisu zanemarljivi.

Iz tih i drugih razloga, sve češće se primenjuje navarivanje oštrice i kljuna raonika elektrodama koje daju navar sastavljen od tvrdih karbida Cr, Mo, Nb, W, B, Mn i V.

Na slici 1. dat je šematski prikaz raonika. Širina navara od ivice oštrice po dubini iznosi 20-25 mm. U ovom slučaju je korišćena elektroda na bazi Cr-Nb-Mo-W liva. Pre navarivanja je izbrušena strana koja će se navarivati (slika 2). Debljina navara je iznosila oko 1,2 mm. Navar je izveden iz jednog prolaza. Korišćene je elektroda prečnika 3,25 mm (+ pol i jačina struje 135 A).



Slika 1. Šematski prikaz raonika



Slika 2. Šematski prikaz navarivanja raonika

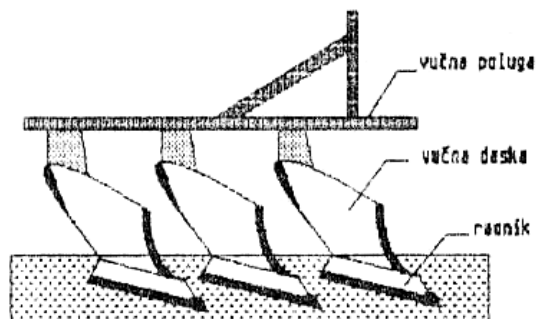
Testiranja su obavljena pri vlažnosti zemljišta od 20%. Raonik je montiran na plug čiji je radni zahvat 35 cm. Zemljište na kome je obavljeno testiranje spada u red peskovitih kod kojih je prisutno više od 55% kvarca. Paralelno sa testiranjem navarenog raonika na trobraznom plugu bio je montiran i nov iskovani raonik.

Posle pređenih 100 ha dobijeni su sledeći rezultati:

- Navareni raonik nije skidan za sve vreme rada, a gubitak po oštrici je iznosio 2 mm;
- Nov raonik koji nije bio navarivan, skidan je 4 puta i iskivan za isto vreme testa i pri tome izgubio 50% površine i postao neupotrebljiv za rad.

Nastali gubici kod navarenog raonika su bili zanemarljivi i u nastavku rada nisu uticali na kvalitet obrade zemlje. Ako se zna da se isti raonik može ponovo regenerisati navarivanjem, postignuti efekti su veoma veliki.

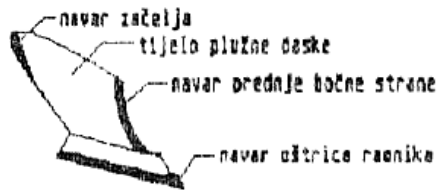
Efekti navarivanja mogu biti znatno umanjeni ukoliko plužna daska nije pravilno postavljena. Da bi se to izbeglo, potrebno je kontrolisati da li vučna poluga, vučna daska i raonik stoje horizontalno na pravac kretanja (Slika 3). Ukoliko je plug postavljen pod uglom okrenutim prema dole ili prema gore, trošenje raonika je nepravilno što dovodi do bržeg trošenja prednjeg ili zadnjeg dela. Posledica je kraći vek raonika i nekvalitetna obrada zemljišta.



Slika 3. Šematski položaj pluga u radu

### 3.2. Navarivanje plužne daske

Pored raonika, plužna daska je takođe izložena trošenju. To se najviše manifestuje na ivici prednje i telu zadnje strane plužne daske. Zaštita od trošenja se uspešno postiže navarivanjem najugroženijih delova kao što je prikazano na slici 4. Kod prednjeg dela navaruju se čeonu i bočna strana. Kod zadnjeg dela, navaruje se samo bočna strana. Širina navara na prednjem i zadnjem delu je ista, po čitavoj dužini i iznosi 20-25 mm. Korišćena je elektroda na bazi Cr-Mo-Nb-W liva, prečnika 3,25 mm. Zavisno od vrste zemljišta, vreme eksploatacije plužne daske je produženo 3-4 puta.

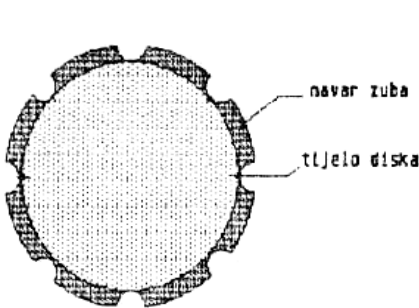


Slika 4. Šematski prikaz plužne daske sa raonikom

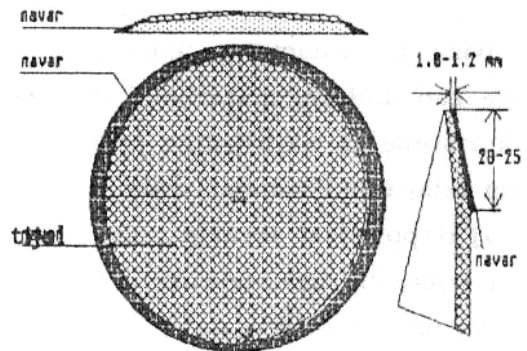
### 3.3. Navarivanje diskova tanjirače sa kontinualnom i ozubljenom oštricom

Navarivanje diskova tanjirače obavlja se nanošenjem tvrdog sloja po bočnoj, ispučenoj strani oštrice kao što je prikazano na slikama 5. i 6.

Za navarivanje je korišćena ista elektroda kao kod navarivanja plužne daske, ista debljina i širina nanosa i isti prečnik elektrode.



Slika 5. Šematski prikaz ozubljenog diska



Slika 6. Šematski prikaz navarenog diska

Vreme eksploatacije diska u odnosu na originalni (koji nije navarivan) produženo je 2-3 puta. Diskovi sa kontinualnom oštricom su imali duži eksploatacioni period u odnosu na ozubljene diskove.

### 3.4. Navarivanje motičice kultivatora

Kod špartača, sloj tvrdog navara je nanet sa donje strane pločice oštrice, kao što je prikazano na slici 7. U cilju postizanja što bolje oštrice posle navarivanja, sa suprotne strane od navarene ploče skinuta je ivica pod uglom od 10-15°.

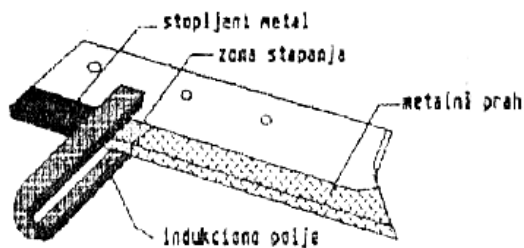


Slika 7. Šematski prikaz navarivanja motičice špartača

Test je pokazao da je eksploatacioni vek kod špartača duži u ilovastom nego u peskovitom zemljištu, što potvrđuje činjenicu da je vek trajanja direktno zavisian od vrste zemljišta i abrazivnosti njegovih čestica.

### 3.5. Indukciono navarivanje

Na slici 8. šematski je prikazan princip rada ovog postupka navarivanja. Nakon što se fiksira raonik, doturač praha raspoređuje prah po površini koja treba da se navari. Raonik prolazi između krakova indukcione viljuške gde se razvija visoka temperatura usled čega se prah topi i tako otopljen navaruje oštricu raonika. Debljina nanosa navara se može tačno izmeriti i kontrolisati između 0,5 i 2 mm. Ovaj postupak zahteva pripremu ugla raonika koji je prilagođen eksploatacionim uslovima.



Slika 8. Šematski prikaz indukcionog navarivanja raonika

Navareni sloj se spaja sa osnovnim metalom difuzionom metalizacijom koja obezbeđuje konstantnu geometriju oštrice. Tačka topljenja praha za navarivanje kreće se od 1100 do 1150 °C.

Indukcioni postupak je ovde spomenut sa ciljem da se prezentuju manje primenjivani postupci, koji su itekako pogodni za navarivanje poljoprivrednih alatki.

## 4. ZAKLJUČAK

U ovom radu su obrađeni neki od primera navarivanja poljoprivrednih alatki zasnovani na praktičnim iskustvima stečenim praćenjem navarenih alata u radu. Međutim, sa sigurnošću se može tvrditi da navarivanje poljoprivrednih alatki treba da nađe odgovarajuće mesto u održavanju poljoprivredne mehanizacije, jer su efekti koji se postižu izvanredni, kako sa stanovišta utroška materijala, rada, finansijskih sredstava, tako i sa stanovišta svođenja zastoja na minimum, što je veoma važno u sezoni obavljanja pojedinih radova u poljoprivredi.

## LITERATURA

- [1] Kraut B., Strojarski priručnik, Tehnička knjiga, Zagreb, 1988.
- [2] Wasserman R., Kakao se štede milioni reparaturnim zavarivanjem, RTB Bor, Institut za bakar Bor, INDOK centar, Bor, 2003.
- [3] Živčić M., Zavarivanje i srodni postupci, Društvo za tehniku zavarivanja Hrvatske, Zagreb, 1966.
- [4] Živčić M., Remenar I., Zavarivanje. Tehnološke podloge i unapređenje, Društvo za tehniku zavarivanja Hrvatske, Zagreb, 1972.
- [5] Živčić M., Zavarivanje i srodni postupci. Elektrolučno zavarivanje, Društvo za tehniku zavarivanja Hrvatske, Zagreb, 1980.
- [6] Jaruga I., Živčić I., Gracin M., Reparaturno zavarivanje, Autorsko izdanje, Zagreb, 1994.
- [7] Đurić S., Milojević M., Mehanizacija i automatizacija zavarivačkih radova u Industriji "14.oktobar" Kruševac, Stručni rad na III savetovanju zavarivača SOUR-a MAG, Niš, april 1983.
- [8] Zbornik radova sa međunarodnog savetovanja "Mehanizacija, automatizacija, robotizacija i primena računara u zavarivanju", Društvo za tehniku zavarivanja Hrvatske i "Uljanik" TESU Pula, Pula, 1987.
- [9] Prospektni materijali, katalogi, tehničke informacije proizvođača dodatnih materijala i opreme za zavarivanje i srodne tehnologije i proizvođača: Uljanik TESU Pula, Iskra Avtomatika Ljubljana, Gorenje Varstroj Lendava, Rade Končar Skoplje, Železarna Jesenice Jesenice, Elektroda Zagreb, ELVAKO Bijeljina, FEP Plužine, Esab, Messer Griesshaim, Lincoln Elektrik itd.
- [10] Tehnička dokumentacija IMK "14.oktobar" AD Kruševac.

## WELDING APPLICATION IN AGRICULTURE OF TOOL MAINTAINANCE

<sup>1</sup>Sava Đurić, <sup>2</sup>Ljubodrag Đorđević, <sup>3</sup>Dragan Mitić

<sup>1</sup>Institut IMK "14.oktobar" - Kruševac

<sup>2</sup>Mašinski fakultet - Kraljevo

<sup>3</sup>Mašinski fakultet - Niš

**Abstract:** In agriculture, as well as in other economic branches, the machines, components, parts and tools are also wearing out, because of various factors. To till the soil are used different tools in agriculture and due to operating under diverse conditions, tools were worn out. In the paper are shown several examples for welding application in the repairmen. Quoted examples demonstrate justification of welding process application in agriculture tool maintenance.

**Key words:** agriculture, tools, maintenance, welding, wear out, stability, tillage.