

## ANALIZA TROŠENJA VODILICA SUPORTA UNIVERZALNOG STRUGA

### WORN ANALYSIS OF UNIVERSAL LATHES SLIDEWAYS

Sabahudin Ekinović, Edin Begović, Huso Delić  
Univerzitet u Zenici  
Mašinski fakultet  
Fakultetska 1, 72000 Zenica

#### REZIME

Namjena rada je prikazati rezultate ispitivanja istrošenosti kliznih vođica na dva univerzalna struga, istog tipa, Potisje ADA 501M, i približno iste starosti, no bitno različitog stepena iskorištenosti mašine. Jedan od ispitivanih strugova je dio mašinskog parka firme „Rudstroj“ iz Kaknja, BiH i operativan je praktično čitav svoj radni vijek. Drugi stroj je smješten u Laboratoriji za obradu rezanjem i alatne mašine Univerziteta u Zenici i kao takav nije bio izložen nekoj intenzivnijem radnom opterećenju a shodno i namjeni koju ima u jednoj takvoj sredini.

Ova analiza je usko vezana za aspekt održavanja alatnih mašina i kao takva može dati izvjestan doprinos službi Održavanja u navedenom pogonu. Trošenje kliznih vođica za direktnu posljedicu ima povećanje zazora između kliznih elemenata, u ovom slučaju, vođica i suporta mašine a što, naravno, za krajnji ishod može imati smanjenje tačnosti instalisane mašine.

Mjerenja hrapavosti izvedena su pomoću mjernog uređaja Perthometer M1, firme Karl Mahr, Njemačka. Podaci se sa mjerne jedinice direktno prenose u računar, tačnije u programski paket MahrSurf u kome digitalni zapis hrapavosti određene površine ostaje pohranjen i u obliku pogodnom za daljnju manipulaciju.

**Ključne riječi:** Alatne mašine, Održavanje, Hrapavost, Klizne površine

#### ABSTRACT

Aim of this paper is to give short preview of results obtained by investigating worn of two universal lathes' slideways. Both of selected lathes have been produced same year by same producer. One of the lathes is placed in „Rudstroj“ company and during the time has been heavily used while the other one is part of the machine park of Laboratory for Metal Cutting, University of Zenica, consequently no such extensive use during the time.

This analysis affects partially the Maintenance sector of the company and can be used in that aspect also. Wearing of slideways results in increasing of the clearance between sliding parts that directly cause decreasing of the machine precision.

All measurements have been performed with Perthometer M1 device able to store and manipulate digital data by means of MahrSurf software package.

**Keywords:** Machine tools, maintenance, roughness, slide ways

## 1. UVOD

Alatne mašine su sastavljene od niza elemenata, uređaja i mehanizama. Postoji čitav niz različitih vrsta alatnih mašina, tako da se ne može govoriti o jedinstvenoj konstrukcionoj varijanti ili izvedbi, pri čemu je, tačnost obrađivanog dijela u direktnoj vezi sa tačnošću same mašine na kojoj se vrši obrada istog. Naročito je to važno u slučaju izrade dijelova sa uskim tolerancijama. U tom slučaju potrebno je znati mogućnosti mašina koje čine mašinski park nekog preduzeća, te učiniti sve potrebne radnje kako bi se poboljšala preciznost postojećih mašina. U ovom radu je opisan postupak ispitivanja istrošenosti kliznih vođica dva univerzalna struga istog proizvođača, istih godina starosti ali bitno različitog stepena radnog iskorištenja. Trošenje ovog tipa se odražava i na tri osnovna parametra koji karakterišu ove konstrukcijske elemente struga: tačnost putanje, izdržljivost kliznih površina i krutost samih elementa [1, 2]. Funkciju kontrole i praćenja ispravnosti mašina u preduzeću obavlja sektor Održavanja, naravno, ukoliko ga ima. Bilo da se radi o planskom, preventivnom ili naknadnom održavanju, ključni element procesa reparacije mašine je identifikovati uzrok smanjene tačnosti mašine, te ga u potpunosti otkloniti ili svesti njegov uticaj na odgovarajuću prihvatljivu mjeru. Spektar aktivnosti u ovom dijelu može biti veoma širok. Dovoljno je nabrojati samo neke od tehnologija održavanja, npr. počevši od tehnologije održavanja ležajeva i zupčanika, zatim preko tehnologije održavanja elektromotora, pa do tehnologija održavanja hidrauličnih i pneumatskih instalacija da se vidi složenost i širina problema koje pokriva segment Održavanja [3]. U dijelu koji slijedi ukratko je opisana tehnologija održavanja strugova, što je usko vezano i za problematiku ovog rada.

### *- Tehnologija održavanja strugova*

Strugovi su najviše zastupljene mašine u industriji prerade metala. Služe za obradu vanjskih i unutrašnjih površina obradaka, koji djelimično ili u cjelini imaju osnosimetrični oblik.

Najčešće operacije struganja koje se izvode na strugu su uzdužno vanjsko i unutrašnje struganje, poprečno (čeo) struganje, izrada unutrašnjih i vanjskih konusa, izrada necilindričnih površina, izrada unutrašnjih i vanjskih navoja i zavojnica, usijecanje, te odsijecanje.

Proces reparacije, bez obzira iz kog razloga da je pokrenut počinje sa demontažom. Nakon što se strug isključi iz neposredne proizvodnje, slijedi odvajanje od energetskih kablova, zatim se ispušta ulje iz rezervoara smještenih u glavi, prenosniku za pomoćno kretanje i uključnoj ploči. Demontaža struga se vrši na sljedeće sklopove:

- Konjić,
- Navojno i vučno vreteno,
- Suport,
- Sistem za hlađenje,
- Motori,
- Poklopci sa glave i prenosnika za pomoćno kretanje.

Nakon demontaže svi dijelovi se pažljivo pregledaju, rastavljaju na elementarne dijelove i popravljaju ili zamjenjuju istrošeni i oštećeni sklopovi. Po obavljenoj reparaciji vrši se ponovna montaža mašine obrnutim redoslijedom.

Iz iznesenog je jasno da ovi zahvati nisu nimalo jednostavni a odluka o pristupanju jednom ovakvom poslu treba biti zasnovana na stvarnim potrebama.

U ovom slučaju analizirano je trošenje vodilica suporta struga.

Trošenje *vodećih kliznih površina* struga utiče na tehnološku tačnost i mijenja prvobitnu trajektoriju kretanja noža. Na intezitet trošenja vodećih kliznih površina utiče mnogo faktora, među kojima se izdvajaju sljedeći:

- Faktori spoljnjeg dejstva,
- Faktori vezani za trenje,
- Faktori kvaliteta materijala.

Tokom eksploatacije struga intezivnije se troše vodeće klizne površine po kojima klizi glavni suport, odnosno nosač alata, kao posljedica većih specifičnih pritisaka i veće učestalosti materijala, dok se manje troše površine po kojima klizi konjić.

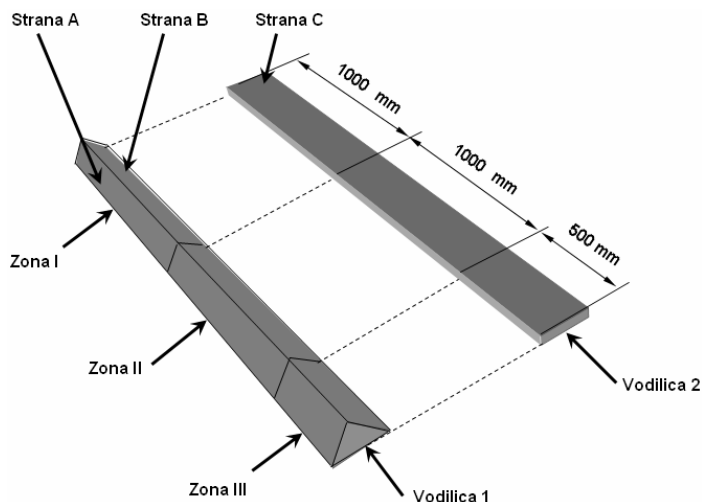
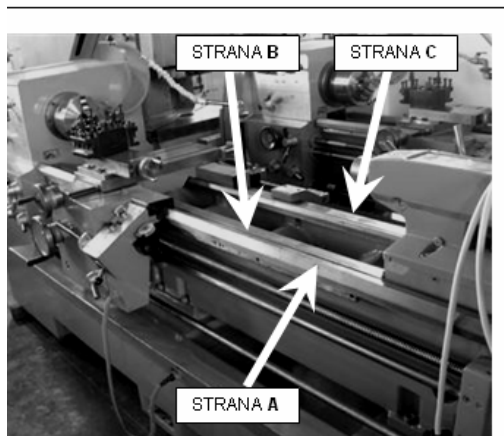
Na brzinu trošenja vodećih kliznih površina znatno utiče kvalitet obrade, kao i vrsta materijala koji se obrađuje na strugu. Popravak istrošenih vodećih kliznih površina postolja vrši se brušenjem, struganjem na dugohodnoj rendisaljki, glodanjem i grebanjem. Izbor tehnologije, koja će se upotrijebiti zavisi od stepena istrošenosti i opremljenosti radionica sistema održavanja. Tehnologija grebanja se primjenjuje kada su vodeće klizne površine istrošene manje od 0,01 mm. Najrasprostranjenija tehnologija obnavljanja istrošenih vodećih kliznih površina postolja je brušenje i to je jedini način za termički obrađene površine. Kao nužna potreba, pri izradi novih i obnovljenih kliznih površina nameće se termička obrada vodećih kliznih površina.

## **2. MJERENJE HRAPAVOSTI VODILICA ALATNIH MAŠINA**

Eksperimentalni dio sastojao se u mjerenjima obavljanim na dva različita mjesta, u tvornici "RUDSTROJ" d.d. u Kaknju i u Laboratoriji za obradu rezanjem i alatne mašine (LORAM) Univerziteta u Zenici. Mjerenja su vršena na strugovima tipa Potisje ADA PA 501M. Oba struga su istih tehničkih karakteristika, i približno iste starosti. U svrhu lakšeg razlikovanja isti su u daljem tekstu označeni kao strug I – „Rudstoj“ i strug II – LORAM. Strug I je proizveden 1985 godine i više od dvije decenije je intenzivno korišten u proizvodnji, dok je s druge strane, strug II, namjenjen za laboratorijske vježbe koje se izvode u okviru nastavnog procesa, te je kao takav praktično sasvim malo radno iskorišten. Cilj istraživanja je pokušati uočiti razlike u kvalitetu kliznih površina strugova uzrokovane navedenim razlikama. Eksperiment je obuhvatao mjerenje parametara hrapavosti na vodećim kliznim površinama (vodilicama) alata navedenih strugova, pomoću mehaničkog uređaja za mjerenje hrapavosti Pertometra M1. Vodilice su umetnute na postolje struga, koje je izrađeno od kvalitetnog sivog liva homogenog sastava. Vodilice su čelične, cementirane i kaljene a njihova tvrdoća poslije kaljenja iznosi oko 450 HB.

Mjerenje hrapavosti je vršeno na obje vodilice supporta mašine i po čitavoj njihovoj dužini. Na prvoj vodilici mjerenje je vršeno na strani A i strani B, dok je na drugoj vodilici mjerenje vršeno samo po jednoj strani, koja je označena kao strana C, kako je prikazano na slici 1. Broj mjerenja po jednoj strani vodilice je iznosio 25. Potrebno je naglasiti i činjenicu da su mjerenja na strugu I rađena u pogonu firme, u vrijeme radnog vremena, dakle, kada su u pogonu susjedne mašine, čiji rad je praćen vibracijama koje su se u izvjesnoj mjeri prenosile i na strug I te tako, a što je sasvim izvjesno uticale i na vrijednost dobijenog signala. Ekstremne vrijednosti prikazane na dijagramima su sasvim vjerovatno podržane i ovom pojavom.

Na slici 1. je prikazan ilustrovani i šematski prikaz vodećih kliznih površina (vodilica) ispitivanih strugova.



Slika 1. – Prikaz vodećih kliznih površina na kojima su vršena mjerenja

Tabela 1. Izmjereni parametri površinske hrapavosti

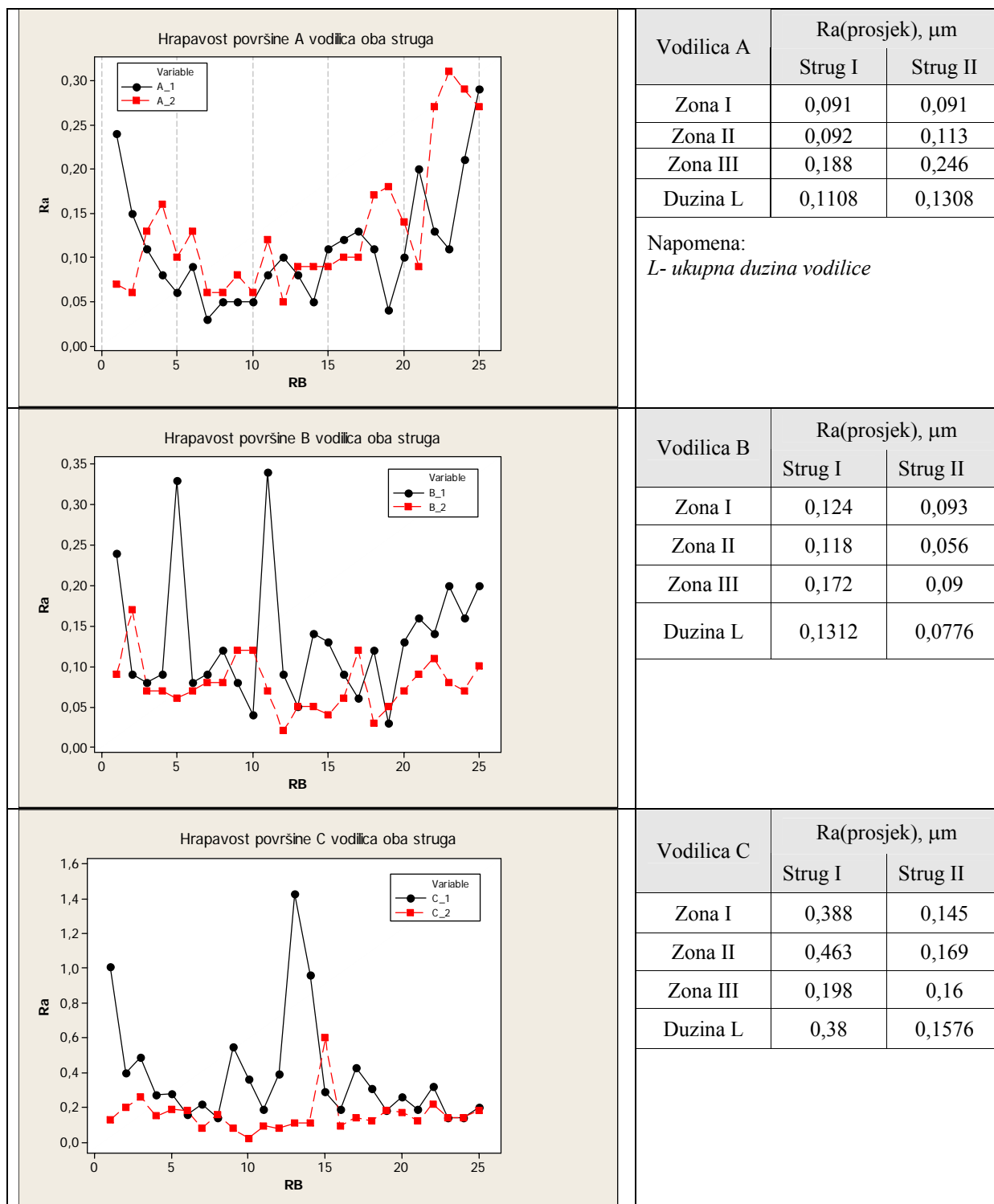
RB	Parametri površinske hrapavosti Ra(μm)					
	Strug I			Strug II		
	A	B	C	A	B	C
1.	0,24	0,24	1,01	0,07	0,09	0,13
2.	0,15	0,09	0,40	0,06	0,17	0,20
3.	0,11	0,08	0,49	0,13	0,07	0,26
4.	0,08	0,09	0,27	0,16	0,07	0,15
5.	0,06	0,33	0,28	0,10	0,06	0,19
6.	0,09	0,08	0,16	0,13	0,07	0,18
7.	0,03	0,06	0,16	0,06	0,08	0,08
8.	0,05	0,12	0,14	0,06	0,08	0,16
9.	0,05	0,08	0,55	0,08	0,12	0,08
10.	0,05	0,04	0,36	0,06	0,12	0,02
11.	0,08	0,34	0,19	0,12	0,07	0,09
12.	0,10	0,09	0,39	0,05	0,02	0,08
13.	0,08	0,05	0,13	0,09	0,05	0,11
14.	0,05	0,06	0,19	0,09	0,05	0,11
15.	0,11	0,13	0,29	0,09	0,04	0,60
16.	0,12	0,09	0,19	0,10	0,06	0,09
17.	0,13	0,06	0,43	0,10	0,12	0,14
18.	0,11	0,12	0,31	0,17	0,03	0,12
19.	0,04	0,03	0,18	0,18	0,05	0,18
20.	0,10	0,13	0,26	0,14	0,07	0,17
21.	0,20	0,16	0,19	0,09	0,09	0,12
22.	0,13	0,14	0,32	0,27	0,11	0,22
23.	0,11	0,20	0,14	0,31	0,08	0,14
24.	0,21	0,16	0,14	0,29	0,07	0,14
25.	0,29	0,20	0,20	0,27	0,10	0,18
Ra	0,1108	0,1312	0,38	0,1308	0,0776	0,1576

### - Obrada rezultata mjerenja

U tabeli 1. su date vrijednosti prosječne hrapavosti Ra za oba struga i po svim mjernim mjestima – strana A, B i C. U principu, digitalni zapis mjerenja, u programskom paketu MahrSurf XR20 može da se iskaže preko bilo kojeg od većine poznatih parametara hrapavosti, i prema različitim svjetskim standardima – DIN, JIS itd.

Nakon dobivenih srednjih vrijednosti za parametar hrapavosti Ra po čitavoj dužini vodilica, pristupa se izračunavanju srednjih vrijednosti parametra Ra po pojedinim zonama vodilica alata, kako bi se utvrdilo da li se vodilice više troše u zoni stalnog kretanja nosača alata ili u zonama gdje se nosač alata kreće povremeno ili gotovo nikada. Dužina vodilica na oba struga iznosi 2,5 metra. Vodilice su pri mjerenju parametara hrapavosti podijeljene u tri zone:

- **Zona I** - obuhvata mjerenje parametara hrapavosti od 1 – 10. U ovoj zoni, čija je dužina približno 1 metar, nosač alata se gotovo uvijek kreće pri radu alatne mašine odnosno struga. Ova zona vodilice je gotovo uvijek u upotrebi, zbog toga što se na strugovima obrađuju komadi manjeg promjera.



Slika 2. Dijagrami izmjerenih vrijednosti hrapavosti površina vodilica A, B i C

- **Zona II** - obuhvata mjerenje parametara hrapavosti od 11 – 20. U ovoj zoni, čija dužina je takođe oko 1 metar, nosač alata se nekada kreće po vodilici. Ova zona vodilice je u upotrebi samo onda kada se na strugu obrađuju komadi većeg promjera.
- **Zona III** - obuhvata mjerenje parametra hrapavosti od 21 – 25. Ova zona vodilice, čija je dužina oko 0,5 metra se nikada ne koristi pri radu struga.

Nakon izračunatih srednjih vrijednosti parametra hrapavosti  $R_a$  za sve strane i zone na oba struga, može se konstatovati sljedeće:

- a) *Površina hrapavosti na vodilicama je bolja na strugu II, nego na strugu I, što je i logična posljedica veće radne iskorištenosti struga I,*
- b) *Na oba struga površina hrapavosti je najbolja u zoni I na obje vodilice, što se može objasniti uglačavanjem kliznih površina tokom niza godina rada strugova, a također i zbog uspješnog djelovanja aditiva u uljima za stvaranje graničnih slojeva a time i graničnog podmazivanja, čime je isključeno djelovanje stick-slip efekta [4, 5]*
- c) *Na oba struga površina hrapavosti na strani C odnosno vodilici 2 je dosta slabija u odnosu na strane A i B odnosno vodilicu 1. Najvjerovatnijim uzrokom ovakvog stanja može se smatrati dejstvo momenta sila nastalog kao posljedica djelovanja sila rezanja u procesu obrade. Vibracije koje su neizostavan pratilac procesa rezanja dodatno pospješuju proces narušavanja integriteta površina vodilica.*

### **3. ZAKLJUČAK**

Imati informaciju o stanju mašinskog parka je od vitalne važnosti za efikasno organizovanje proizvodnje u dotičnom pogonu. Postići odgovarajuće zahtjeve u pogledu tačnosti i kvaliteta proizvoda može se samo na odgovarajućim mašinama. Stoga je potrebno posvetiti dovoljno pažnje održavanju tih mašina, a povremene inspekcije u tom smislu su koristan pokazatelj stanje odgovarajuće mašine. U radu je prikazana jedna takva „inspekcija“ kliznih vođica dva struga, a dio rezultata dobiven istom je opisan u prethodnom poglavlju. Jasno je i razumljivo da strug koji je intenzivnije korišten ima lošije karakteristike, što su potvrdila i izvršena mjerenja, no vrijednosti koje su dobijene ne ukazuju na velika oštećenja kliznih površina. Dakle, za uslove u kojima rade navedene mašine, ovakva oštećenja kliznih površina ne mogu se smatrati dovoljnim razlogom za intervenciju službe održavanja.

### **4. LITERATURA**

- [1] N. Acherkan: Machine Tool Design, Vol.3, Mir Publisher, 1982
- [2] S. Ekinović: Alatne mašine, Zenica, 2004
- [3] D. Jevtić: Tehnologija održavanja alatnih mašina, Tehnička knjiga Beograd, 1980
- [4] S. Ekinović: Osnovi tribologije i sistema podmazivanja, Zenica, 2000
- [5] B. Ivković: Osnovi tribologije u industriji prerade metala, Građevinska knjiga, Beograd, 1983