

**41. JUPITER KONFERENCIJA**  
sa međunarodnim učešćem

**41<sup>st</sup> JUPITER CONFERENCE**  
with foreign participants

# **ZBORNİK RADOVA**

# **PROCEEDINGS**



**UNIVERZITET U BEOGRADU - MAŠINSKI FAKULTET**

**UNIVERSITY OF BELGRADE**  
**FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING**

Beograd, jun 2018.

# 41. JUPITER KONFERENCIJA

## ZBORNİK RADOVA

### PROCEEDINGS

34. simpozijum  
**CIM U STRATEGIJI TEHNOLOŠKOG  
RAZVOJA INDUSTRIJE PRERADE METALA**



28. simpozijum  
**CAD/CAM**

37. simpozijum  
**NU – ROBOTI –FTS**

43. simpozijum  
**UPRAVLJANJE PROIZVODNJOM U  
INDUSTRIJI PRERADE METALA**

21. simpozijum  
**MENADŽMENT KVALITETOM**

Organizator:

**UNIVERZITET U BEOGRADU - MAŠINSKI FAKULTET**

Beograd, jun 2018. godine

## **41. JUPITER KONFERENCIJA**

### **ZBORNİK RADOVA**

Organizator:

**UNIVERZITET U BEOGRADU - MAŠINSKI FAKULTET**

Adresa:

Kraljice Marije 16, 11120 Beograd, Srbija

Tel: 011-3370341, Fax: 011-3370364

El. pošta: jupiter@mas.bg.ac.rs

Odobreno za štampu odlukom Dekana  
br. 12/18 od 25.05.2018.

Tehnički urednici:

Prof. dr Bojan Babić

Prof. dr Saša Živanović

Beograd, jun 2018.

---

Tiraž: 100 primeraka

Štampa: **Planeta print**,

11000 Beograd, Igora Vasiljeva 33r, tel.: 011 650 6564

**ISBN 978-86-7083-978-6**

## 41. JUPITER KONFERENCIJA

sa međunarodnim učesćem

### PROGRAMSKI I NAUČNI ODBOR

#### **Predsednik:**

**Prof. dr Vidosav Majstorović**, Mašinski fakultet Beograd

**Članovi:** Prof. dr Ranko Antunović, MF Istočno Sarajevo • Prof. dr Slavko Arsovski, MF Kragujevac • Prof. dr Bojan Babić, MF Beograd • Prof. dr Božica Bojović, MF Beograd • mr Goran Vujačić, VŽŠ Beograd • Prof. dr Miloš Glavonjić, MF Beograd • Prof. dr Saša Živanović, MF Beograd • Prof. dr Milan Zeljković, FTN Novi Sad • Prof. dr Milisav Kalajdžić, MF Beograd • dr Vladimir Kvirgić, Institut Mihajlo Pupin Beograd • Prof. dr Pavel Kovač, FTN Novi Sad • Prof. dr Miodrag Lazić, MF Kragujevac • Prof. dr Ljubomir Lukić, MF Kraljevo • Prof. dr Živana Jakovljević, MF Beograd • Prof. dr Vladimir Milačić, MF Beograd • Prof. dr Dragan Milutinović, MF Beograd • Prof. dr Pavao Bojanić MF Beograd • Prof. dr Milorad Milovančević, MF Beograd • Prof. dr Zoran Miljković, MF Beograd • Prof. dr Radivoje Mitrović, MF Beograd • Prof. dr Bogdan Nedić, MF Kragujevac • Prof. dr Petar Petrović, MF Beograd • Prof. dr Miroslav Pilipović, MF Beograd • Prof. dr Radovan Puzović, MF Beograd • Prof. dr Slobodan Tabaković, FTN Novi Sad • Prof. dr Žarko Spasić, MF Beograd • Prof. dr Ljubodrag Tanović, MF Beograd • Prof. dr Velimir Todić, FTN Novi Sad • Prof. dr Miroslav Trajanović, MF Niš • Prof. dr Saša Randelović, MF Niš • Prof. dr Ilija Ćosić, FTN Novi Sad • dr Nebojša Čović, Beograd • Prof. dr Emilia Assenova (Bugarska) • Prof. dr Vladimir I Averchenkov (Rusija) • Prof. dr Nikolai I. Bobir (Ukrajina) • Prof. dr Konstantin D. Bouzakis (Grčka) • Prof. dr Radomir Vukasojević (Crna Gora) • Prof. dr Milan Vukčević (Crna Gora) • Prof. dr Dušan Golubović (BiH) • Prof. dr Kornel Ehmann (SAD) • Prof. dr Alexander Janac (Slovačka) • Prof. dr Vid Jovišević (BiH) • Prof. dr Michael I Kheifetz (Belorusija) • Prof. dr Sergey A. Klimenko (Ukrajina) • Prof. dr Radovan Kovačević (SAD) • Prof. dr Andrey A. Kutin (Rusija) • Prof. dr Peter P. Melnichuk (Ukrajina) • Prof. dr Nicolae Negut (Rumunija) • Prof. dr Stanislaw Pytko (Poljska) • Prof. dr Sreten Savićević (Crna Gora) • Prof. dr Mirko Soković (Slovenija) • Prof. dr Victor K. Starkov (Rusija)

### ORGANIZACIONI ODBOR

**Predsednik: Prof. dr Bojan Babić**, Mašinski fakultet Beograd

**Sekretar:** Prof. dr Saša Živanović, Mašinski fakultet Beograd

**Članovi:** Doc. dr Branko Kokotović, MF Beograd • Doc. dr Nikola Slavković, MF Beograd • Doc. dr Goran Mladenović, MF Beograd • Doc. dr Mihajlo Popović, MF Beograd • Doc. dr Slavenko Stojadinović, MF Beograd • Doc. dr Milica Petrović, MF Beograd, Asist. Miloš Pjević, MF Beograd, Asist. Dušan Nedeljković, MF Beograd.



Mladenović G., Tanović Lj., Puzović R., Pjević M., Popović M.<sup>1)</sup>

## RAZVOJ SOFTVERSKOG REŠENJA ZA AUTOMATSKO PROJEKTOVANJE TEHNOLOGIJE OBRADNE DELOVA SA SLOŽENIM POVRŠINAMA<sup>2)</sup>

### Rezime

*Kada se posmatra problem projektovanja tehnologije obrade delova sa složenim površinama i dalje se nameće potreba za stalnim istraživanjem u ovom pravcu. Najviše je usmereno ka određivanju novih metoda za generisanje putanje alata koja bi respektovala uslov minimizacije ukupnog vremena obrade, a bez smanjenja kvaliteta proizvoda jer se vreme obrade direktno odražava na cenu proizvoda. U većini slučajeva projektant tehnologije sam bira alat i definiše parametre i strategiju obrade, ali postoje i softveri koji to rade na osnovu baze podataka ugrađene u sam sistem. U radu je prikazano razvijeno softversko rešenje na osnovu prethodno sprovedenih istraživanja na Katedri za proizvodno mašinstvo Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu.*

*Ključne reči: CAD/CAM Sistemi, Skulptorske površine, CNC obrada, Generisanje putanje alata*

### 1. UVOD

Opšte je poznato da je upotreba delova sa složenim površinama široko zastupljena u proizvodnoj industriji. Opseg upotrebe je širok, od delova za domaćinstvo, tj robe široke potrošnje do avio i automobilske industrije. Nivo upotrebe delova sa slobodnim površinama raste iz dana u dan, može se reći po eksponencijalnom nivou [1]. Kada je u pitanju dobijanje delova sa skulptorskim površinama najzastupljeniji je metod obrade glodanjem loptastim glodalom na 3 ili 5 osnim NUMA. Do sada je razvijeno više metoda za obradu skulptorskih površina, a tri najviše korišćenih su: izoparametarski [2], izoravanski [3] i izohrapavi [4]. U današnje vreme se ulažu veliki istraživački napor za razvoj novih metoda generisanja i optimizacije putanje alata, a sve u cilju smanjenja troškova obrade. Samim procesom optimizacije putanje alata se može izbeći i prekoračenje dozvoljene sile rezanja, a samim tim i loma alata koji bi dodatno povećao troškove obrade. Sam proces optimizacije putanje alata se može sprovesti kroz jedan ili više kriterijuma. Kada je u pitanju visekriterijumska optimizacija putanje alata neizostavno je uvođenje faktora kriterijuma optimizacije  $w_i = \{0,1\}$  pomoću kojih se definiše značaj svakog kriterijuma ponaosob. Prateći ovaj trend, Katedra za proizvodno mašinstvo Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu je sprovedla višegodisnja istraživanja u ovoj oblasti. Posebni napor se ulazu u razvoj metoda za optimizaciju putanje alata i razvoj novih CAD/CAM sistema [5]. U radu je prikazano razvijeno softversko rešenje na bazi sprovedenih višegodišnjih istraživanja u ovoj oblasti. Razvijeno softversko rešenje je u stanju da automatski generiše optimalnu putanju alata sa stanovišta minimalnog vremena obrade na bazi učitanih CAD modela izratka i priprema, definisane hrapavosti ( $R_{max}$ ) i tačnosti obrađene površine ( $h_{max}$ ), skupa faktora uključenja/isključenja kriterijuma optimizacije ( $w_{PK}$ ,  $w_{UK}$ ,  $w_{VS}$ ) i baze podataka o raspoloživim alatima, parametrima obradljivosti i karakteristikama izabrane NUMA [6]. Napominje se da su razmatrani samo slučajevi grube obrade gde je potrebno dobiti ili konačni proizvod ili deo približnog oblika jer je u slučajevima fine obrade dubina rezanja mala, pa su samim tim i sile rezanja male.

<sup>1)</sup> Doc. dr Goran Mladenović, ([gmladenovic@mas.bg.ac.rs](mailto:gmladenovic@mas.bg.ac.rs)), prof. dr Ljubodrag Tanović, ([ltanovic@mas.bg.ac.rs](mailto:ltanovic@mas.bg.ac.rs)), prof. dr Radovan Puzović, ([rpuzovic@mas.bg.ac.rs](mailto:rpuzovic@mas.bg.ac.rs)) Miloš Pjević, mast.inž.maš., ([mpjevic@mas.bg.ac.rs](mailto:mpjevic@mas.bg.ac.rs)), Doc. dr Mihajlo Popović, ([mpopovic@mas.bg.ac.rs](mailto:mpopovic@mas.bg.ac.rs)), Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet Beograd

<sup>2)</sup> U okviru ovog rada saopštavaju se rezultati istraživanja koji su realizovani u okviru projekta TR 35022: Razvoj nove generacije domaćih obradnih sistema, koji finansijski Ministarstvo prosvete, nauke i tehnološkog razvoja Republike Srbije

## 2. METODOLOGIJA PROJEKTOVANJA TEHNOLOGIJE OBRADJE PRIMENOM RAZVIJENOG SOFTVERSKOG REŠENJA

Razvijeno softversko rešenje za automatsko projektovanje tehnologije obrade delova sa složenim površinama je namenjeno samo za klasu delova kod kojih je osnova kvadrat ili pravougaonik, a složena površina se nalazi samo na jednoj strani dela. Sam proces generisanja putanje alata, tj upravljačkog koda za NC mašinu alatku se sprovodi kroz sledeće korake:

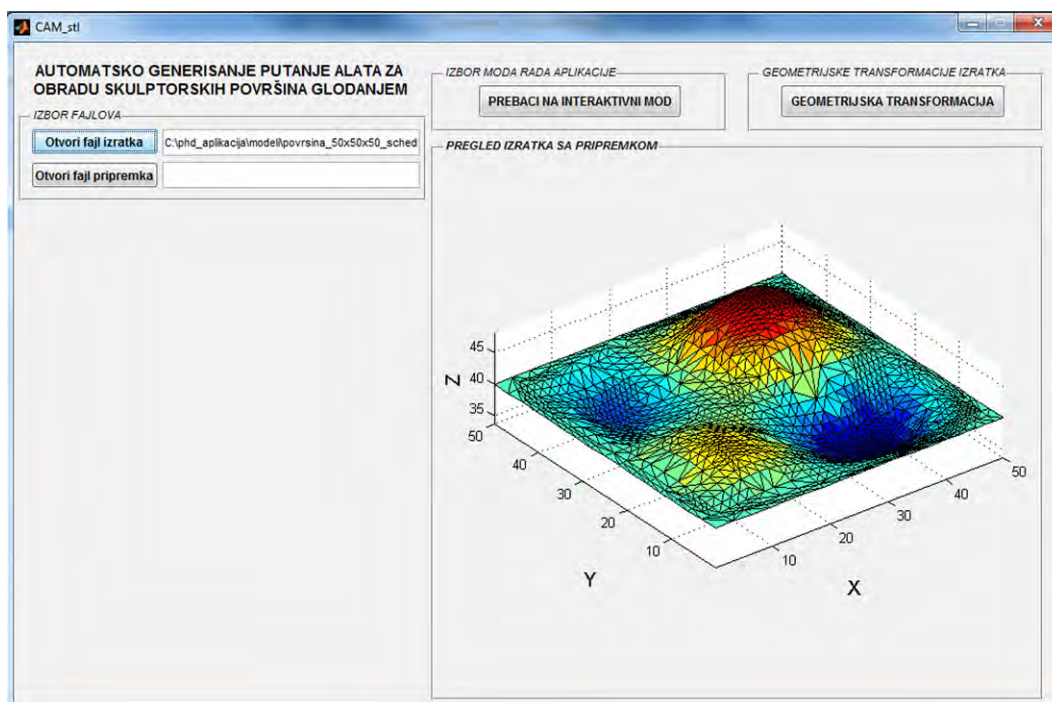
- Učitavanje CAD modela izratka/priprema
- Konvertovanje učitanih CAD modela u interni zapis
- Analiza mogućnosti zadovoljenja tehnoloških zahteva za obradu
- Određivanje parametara procesa obrade
- Simulacija procesa obrade i generisanje optimalne putanje alata
- Generisanje upravljačkog koda za NC mašinu alatku

Razmatrano Softversko rešenje je razvijeno pomoću softverskog paketa MATLAB® (Matrix Laboratory) [7], verzija 7.12 – R2011a.

U nastavku se daje opis svakog od nabrojanih koraka što ujedno predstavlja opis rada, tj eksperimentalnu verifikaciju razvijenog softverskog rešenja.

### 2.1 Učitavanje CAD modela izratka/priprema

Početni prozor razvijenog softverskog rešenja je prikazan na slici 1 gde je sukcesivnim otkrivanjem polja omogućen jednostavan rad koji od korisnika softvera ne zahteva ekspertni nivo poznavanja rada u CAM sistemima. Pokretanjem datog softverskog rešenja otvara se prozor gde je prvo omogućeno učitavanje CAD modela izratka odgovarajućom naredbom, slika 1.



Slika 1. Početni prozor razvijenog softverskog rešenja [6]

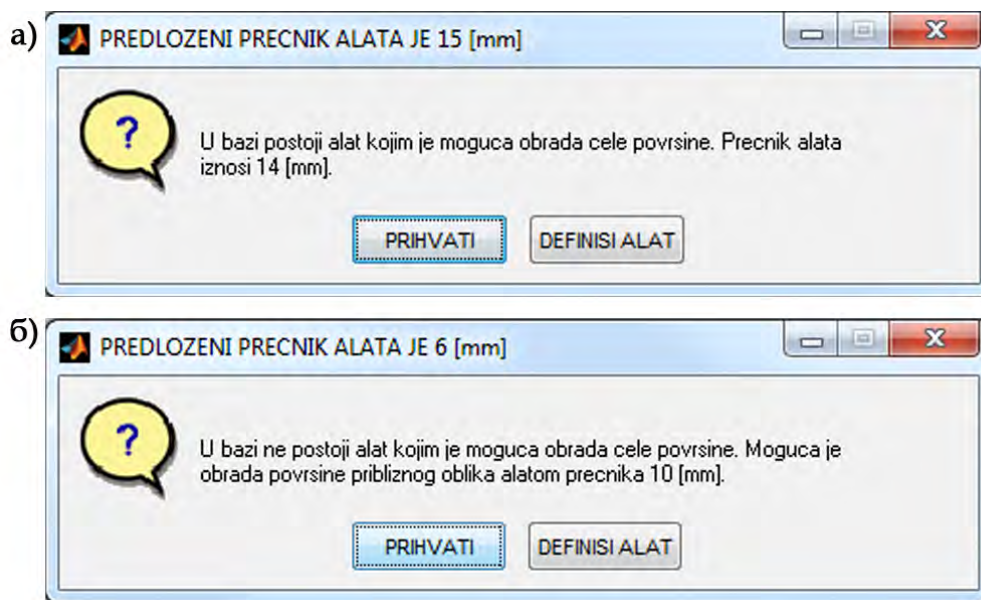
Ovde se napominje da je razvijeno softversko rešenje namenjeno samo za učitavanje CAD modela izratka/priprema u STL formatu fajla. Prema procedurama opisanim u [6] softver određuje koordinate temena trouglova kao i njihove redne brojeve. Nakon završetka opisane procedure dalje postaje vidljiva naredba za učitavanje CAD modela priprema. Nakon izbora referentnog modela priprema softver vrši izračunavanje zapremina oba CAD modela na osnovu čega se preračunava koliko je potrebno materijala ukloniti u procesu obrade i tu informaciju daje korisniku u okviru odgovarajućeg polja.

## 2.2 Konvertovanje učitanih CAD modela u interni zapis

Oba CAD modela se nakon njihovog učitavanja konvertuju u interni zapis, ali posebno je značajno konvertovanje CAD modela priprema koje je u ovom slučaju upotrebljeno iz razloga bržeg rada sistema. Usvojeni oblik zapisa internog modela je pomoću Z mape koju je prvi uveo Anderson [8]. U razvijenom softverskom rešenju je ugrađena procedura koja za osnovu priprema usvaja kvadrat čija je stranica jedinične dužine, a Z koordinata se određuje prema proceduri određivanja tačke preseka prave kroz ravan koja u ovom slučaju predstavlja jedan trougao kojim je predstavljena složena površina [6, 9]. Na ovaj način je omogućen brži rad softvera u procedurama koje slede, a posebno u delu simulacije procesa obrade gde softver u svakoj tački lokacije alata određuje potrebne parametre procesa obrade.

## 2.3 Analiza mogućnosti zadovoljenja tehnoloških zahteva za obradu

Analiza mogućnosti zadovoljenja tehnoloških zahteva za obradu se svodi na analizu tehnoložnosti dela u pogledu izbora alata kojim će se vršiti obrada [6, 10]. Za učitani CAD model izratka u STL formatu se vrši izračunavanje tačaka preseka složene površine i koordinatnih ravni (XZ i YZ) primenom algoritma za određivanje preseka trougla i ravni sa odgovarajućom rezolucijom. Dalje, na osnovu definisane baze podataka bira alat kojim će se vršiti obrada, a prema proceduri opisanoj u [5, 6]. Nakon završetka ove procedure korisniku softvera se daje jedna od dve mogućnosti, da prihvati alat koji je softver predložio ili da ručno definiše alat, slika 2. Sistemom je predviđena obrada složene površine samo alatom tipa loptastog glodala.

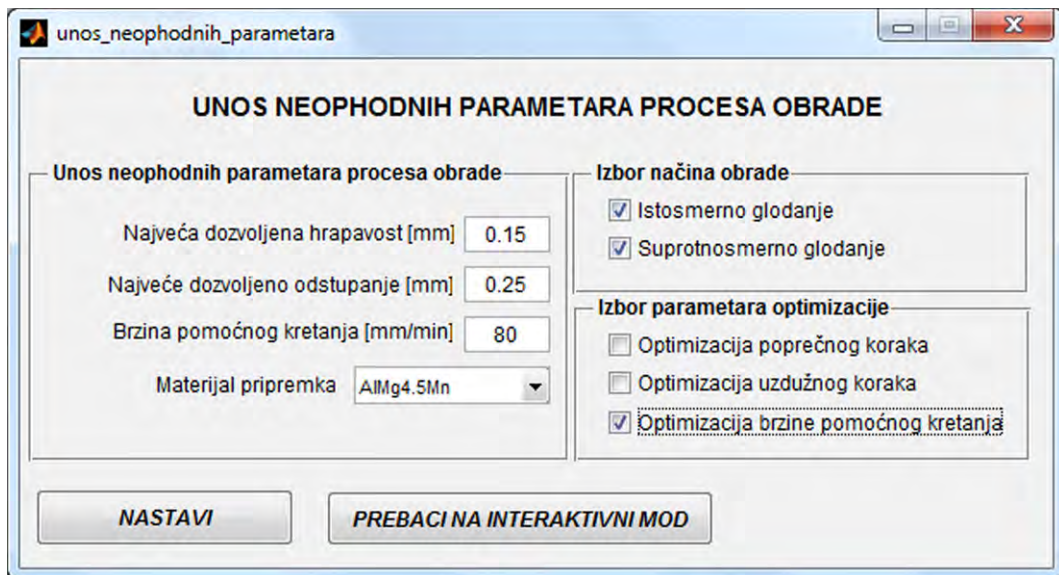


Slika 2. Obaveštenje o predloženom alatu za obradu [6]

## 2.3 Određivanje parametara procesa obrade

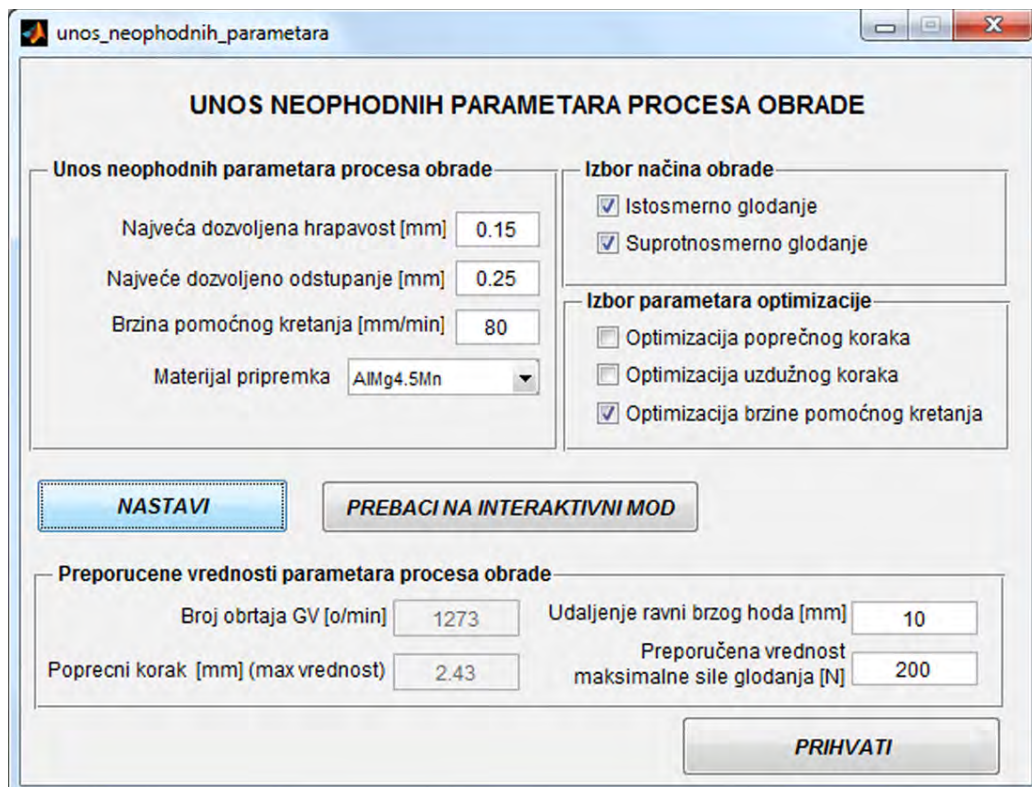
Da bi razvijeno softversko rešenje bilo u stanju da automatski odredi parametre procesa obrade od korisnika softvera se zahteva da unese osnovne parametre koji se odnose na zahtevani kvalitet obrade. Prozor na kome se unose osnovni parametri je prikazan na slici 3, a od podataka se unosi: najveća dozvoljena hrapavost ( $R_{max}$ ), najveće dozvoljeno odstupanje ( $h_{max}$ ), željena brzina pomoćnog kretanja ( $V_s$ ) i materijal priprema. Kako je softver namenjen za optimizaciju putanje alata po višekriterijumskom metodu, od korisnika se zahteva koji parametar optimizacije želi da koristi, tj da definiše vrednost svakog od njih ponaosob ( $w_{PK}$ ,  $w_{UK}$ ,  $w_{Vs}$ ). Moguće je izabrati pojedinačno ili kombinovano više kriterijuma. Predviđeno je samo uključnje/isključnje kriterijuma optimizacije, tj, dati faktori mogu imati dve brojne vrednosti, 0 (ne uključuje se parametar optimizacije) ili 1 (uključuje se parametar optimizacije). Izbor načina obrade (istosmerno/suprotnosmerno) je takođe predviđen.





Slika 3. Prozor za unos neophodnih parametara procesa obrade [6]

Ukoliko korisnik ne želi da softver sam odredi parametre procesa obrade omogućeno je manuelno definisanje parametara naredbom "Prebaci na interaktivni mod" gde korisnik sam definiše vrednost broja obrtaja, brzine pomoćnog kretanja, poprečnog koraka i prečnika alata. Aktiviranjem naredbe "Nastavi" omogućeno je generisanje parametara procesa obrade prema procedurama opisanim u [5, 6, 10]. U ovom slučaju se dešava proširenje prozora sa slike 3 sa tačno definisanim vrednostima parametara koje korisnik može da prihvati naredbom "Prihvati" ili pak da odustane od predloženih vrednosti parametara i sam definiše prema prethodno navedenoj proceduri, slika 4.



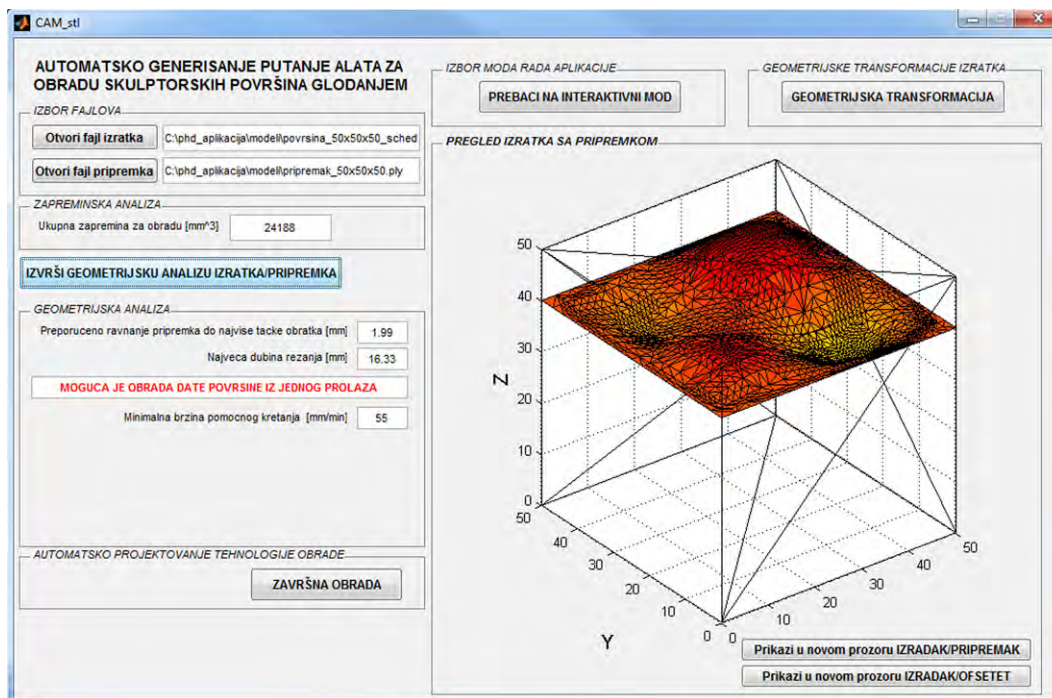
Slika 4. Prozor sa predloženim vrednostima parametara procesa obrade [6]

## 2.4 Simulacija procesa obrade i generisanje optimalne putanje alata

U ovom delu softver vrši geometrijsku analizu izratka i pripreмка sa stanovišta određivanja mogućnosti obrade složene površine iz jednog prolaza ili uz upotrebu zahvata predobrade prema detaljnoj proceduri opisanoj u [6]. Izgled korisničkog prozora sa slike 1 nakon završetka opisanih i sprovedenih procedura je

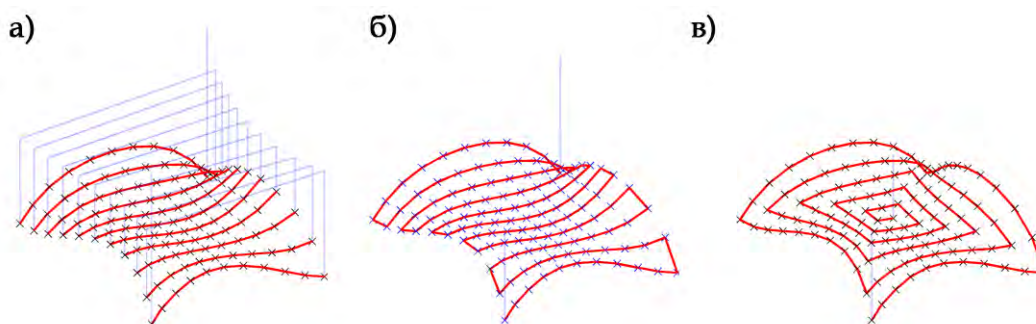


prikazan na slici 5. U ovom radu nije razmatrana mogućnost upotrebe zahvata predobrade, već samo slučajevi gde je moguća obrada složene površine iz jednog prolaza što je i prikazano na slici 5 na primeru učitanih CAD modela izratka i priprema.



*Slika 5. Izgled prozora sa rezultatima sprovedene geometrijske analize [6]*

Kada se govori o optimalnoj putanji alata softver proverava kojom bi se od tri moguće strategije kretanja alata dobila putanja koja respektuje uslov minimalizacije glavnog vremena obrade. Strategije koje su ugrađene u softver su: Obrada u jednom pravcu, ZIG-ZAG strategija i spiralna strategija, slika 6.



*Slika 6. Strategije ugrađene u softver [6]*

## 2.5 Generisanje upravljačkog koda za NC mašinu alatku

Nakon završetka simulacije procesa obrade korisniku softvera se pored generisanog NC koda daje i tekstualni izveštaj o vremenima obrade za različite strategije obrade kako bi mogao da u nekim slučajevim usled male razlike sam definiše strategiju kojom bi se kretao alat u procesu obrade.

## 3. ZAKLJUČAK

U ovom radu je dat opis razvijenog softverskog rešenja za automatsko projektovanje tehnologije obrade delova sa složenim površinama. Softver za učitane CAD modele izratka i priprema sam generiše optimalnu putanju alata na osnovu baze podataka ugrađene u sistem. Softversko rešenje je razvijeno pomoću softverskog paketa MATLAB i u njemu su ugrađene razvijene procedure na bazi višegodišnjih istraživanja sprovedenih na Katedri za Proizvodno mašinstvo Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu. Eksperimentalno je pokazano da je moguće generisanje upravljačkog koda primenom razvijenog softverskog

rešenja koje od korisnika ne zahteva ekspertni nivo poznavanja rada u CAM sistemi što je i najveća prednost ovog razvijenog softverskog rešenja. Takođe pomoću ovog softvera je moguće i ručno projektovanje tehnologije obrade izborom interaktivnog moda rada.

#### 4. LITERATURA

- [1] Mladenovic G., Tanovic Lj., Ehmann K.F.: *Tool Path Generation for Milling of Free Form Surfaces With Feedrate Scheduling*. FME Transactions, 43(1): pp. 9-15, 2015.
- [2] G.C. Loney, T.M. Ozsoy: *NC machining of free form surfaces*, Computer-Aided Design, Vol. 19 No.2, pp. 85–90, 1987.
- [3] Z.L. Han, D.C.H. Yang: *Iso-phot based tool-path generation for machining free-form surfaces*, Journal of Manufacturing Science and Engineering, ASME Transactions, Vol. 121 No.4, pp. 656–664, 1999.
- [4] K. Suresh, D.C.H. Yang: *Constant scallop height machining of free form surfaces*, Journal of Engineering for Industry, ASME Transactions, Vol.116, pp. 253–259, 1994
- [5] Mladenović G., Tanović Lj., Pjević M., Popović M., *Obrada skulptorskih površina - razvoj CAD/CAM sistema*, 40. JUPITER konferencija, 27. simpozijum CAD/CAM, Zbornik radova, ISBN 978-86-7083-893-2, s.2.27-2.32, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, 17-18 maja, 2016.
- [6] Mladenovic G. *Optimizacija putanje alata pri obradi skulptorskih površina glodanjem*, Doktorska disertacija, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet
- [7] URL: <http://www.mathworks.com/>
- [8] Anderson. R.O.: *Detecting and eliminating collisions in NC machining*. Computer-Aided Design, 10(4), pp. 231-237, 1978.
- [9] Dr Goran Mladenović, Prof. dr Ljubodrag Tanović, Prof. dr Radovan Puzović, Prof. dr Biljana Marković, dr Mihajlo Popović, Miloš Pjević, mast.inž.maš., *Softversko rešenje za optimizaciju putanje alata pri obradi složenih površina glodanjem*, Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet, Beograd, 2016.
- [10] G. Mladenovic, Lj. Tanovic, R. Puzovic, M. Pjevic, *Software Solution For Automatic Choise Of Cutting Parameters In Free Form Surfaces Machining*, XIV International Conference Maintenance and Production Engineering – KODIP 2017, Proceedings, ISBN 978-9940-527-51-8, pp.111-117, University of Montenegro, Faculty of Mechanical Engineering Podgorica, Budva, Montenegro, 14<sup>th</sup>-17<sup>th</sup> June, 2017.

Mladenovic G., Tanovic Lj., Puzovic R., Pjevic M., Popovic M.

### THE DEVELOPMENT OF SOFTWARE SOLUTION FOR AUTOMATIC CHOISE OF MACHINING PARAMETERS FOR FREE FORM SURFACES PARTS

#### *Abstract*

*When it comes to the design and development of free form surfaces there is still a need continuously researching in this direction. It is mostly directed to determining new methods for tool path generation which will respect the requirement of minimal machining time with out decreasing of machining quality because machining time directly affects on product price. In most cases, manufacturing engineer chose tool and machining parameters and tool path strategy, but there are softwares which consist of database built into the sistem itself. The paper present description of development software solution based on previous conducted research at the Production Engineering Department of the Faculty of Mechanical Engineering, University of Belgrade.*

*U radu je prikazano razvijeno softversko rešenje na osnovu prethodno sprovedenih istraživanja na Katedri za proizvodno mašinstvo Mašinskog fakulteta Univerziteta u Beogradu.*

*Ključne reči: CAD/CAM Systems, Sculptured surfaces, CNC machining, Tool path generation*

CIP - Каталогизација у публикацији -  
Народна библиотека Србије, Београд

658.5:004.384(082)(0.034.2)  
004.896(082)(0.034.2)  
621.7/.9-52(082)(0.034.2)  
007.52:658.5(082)(0.034.2)  
005.6(082)(0.034.2)

ZBORNİK radova [Elektronski izvor] = Proceedings / [34. simpozijum CIM u strategiji tehnološkog razvoja industrije prerade metala [i] 28. simpozijum CAD/CAM [i] 37. simpozijum NU - ROBOTI - FTS [i] 43. simpozijum Upravljanje proizvodnjom u industriji prerade metala [i] 21. simpozijum Menadžment kvalitetom [sve u okviru]] 41. Jupiter konferencija, Beograd, jun 2018. ; organizator Univerzitet u Beogradu, Mašinski fakultet. - Beograd : Univerzitet, Mašinski fakultet, 2018 (Beograd : Planeta print). - 1 elektronski optički disk (CD-ROM) ; 12 cm

Nasl. sa nasl. strane dokumenta. - Tiraž 100. - Bibliografija uz svaki rad. - Abstracts.

ISBN 978-86-7083-978-6

1. Јупитер конференција (41 ; 2018 ; Београд) 2. Симпозијум CIM у стратегији технолошког развоја индустрије прераде метала (34 ; 2018 ; Београд) 3. Симпозијум CAD/CAM (28 ; 2018 ; Београд) 4. Симпозијум NU - ROBOTI - FTS (37 ; 2018 ; Београд) 5. Симпозијум Управљање производњом у индустрији прераде метала (43 ; 2018 ; Београд) 6. Симпозијум Менаџмент квалитетом (21 ; 2018 ; Београд) 7. Машински факултет (Београд)  
а) CIM системи - Зборници б) CAD/CAM системи - Зборници с) Машине алатке - Нумеричко управљање - Зборници д) Роботи - Зборници е) Флексибилни технолошки системи - Зборници ф) Металопраџивачка индустрија - Управљање - Зборници г) Управљање квалитетом - Зборници

COBISS.SR-ID 264382732