

G. Mladenović¹

ANALIZA STRATEGIJA OBRADNE KORIŠĆENJEM KOMERCIJALNIH CAD/CAM SOFTVERA

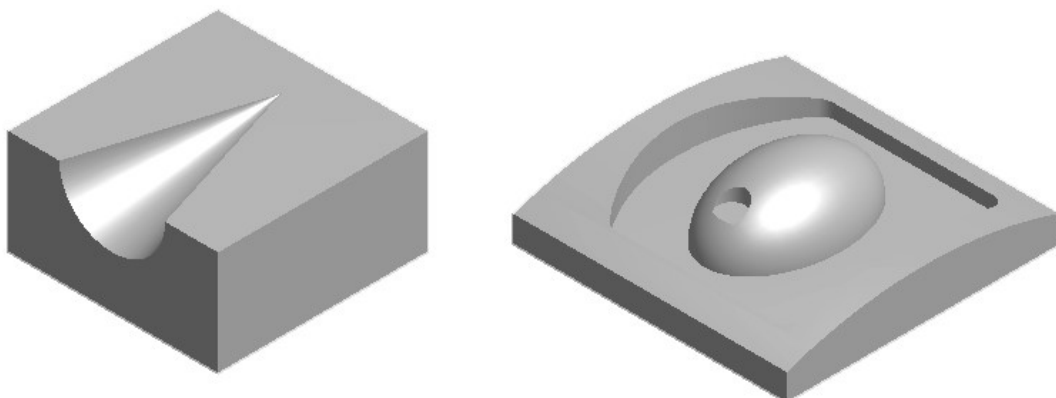
Re z i m e

Izbor CAD/CAM softvera u velikoj meri utiče na efikasnost, a samim tim i ekonomičnost izrade dela. Komercijalni CAD/CAM softveri imaju mogućnost izbora strategije obrade. U radu se daje analiza različitih strategija obrade istog dela radi definisanja kriterijuma po kojem bi se vršila optimizacija prilikom izbora najadekvatnije strategije.

Ključne reči: CNC obrada

1. UVOD

Obrada površina sa složenom geometrijom je važan proces koji se najčešće koristi u raznim granama industrije kao što su automobilska i avio industrija, ali isto tako kod proizvodnje raznih kalupa za livenje i kovanje. Zbog povećanja konkurentnosti na tržištu, od izuzetnog je značaja smanjene vremena i cene obrade bez žrtvovanja kvaliteta dela. Obrada površina sa složenom geometrijom je vremenski i skup proces, a proces završne obrade može da predstavlja i do 75% od ukupne cene obrade. U slučaju ovakve obrade neizostavno je koristiti neki CAD/CAM softver kako bi se površina definisala analitički, a na osnovu toga generisala odgovarajuća putanja alata. Broj podataka koji se odnosi na putanju alata pri eskponencijalno zavisi od zahtevane tolerancije pa sa tim u vezi upravljačka jedinica mora da ima veliku memoriju da bi se smestila tolika količina informacija odjedanput ili da se sekvencijalno šalje što ima svoje nedostatke. Kao jedan od kriterijuma za izbor strategije obrade bi mogla da bude sila rezanja, a sve u cilju minimizacije vremena obrade bez narušavanja zahtevane tolerancije i kvaliteta obrade dela. Na slici 1 su prikazani 3D modeli delova na čijim će se primerima vršiti analiza izbora strategije obrade. Za izradu CAD modela kao i za izradu G koda korišćen je softverski paket ProEngineer Wildfire 4.0. Analiza obuhvata samo 3 – osnu obradu.

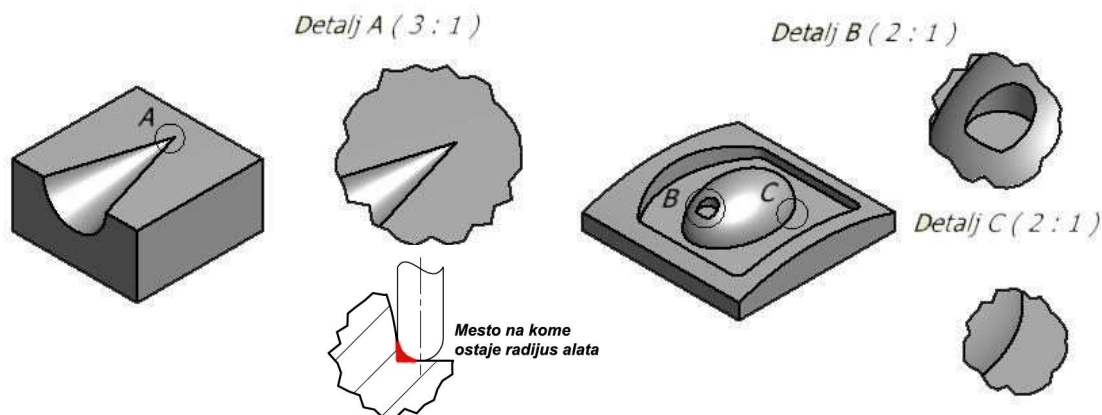


Slika 1 – 3D modeli delova na kojima se vrši analiza izbora strategije obrade

¹ Asist. Goran Mladenović, dipl.inž.maš., Katedra za proizvodno mašinstvo, Mašinski fakultet Beograd, gmladenovic@mas.bg.ac.rs

2. DEFINISANJE PROBLEMA

Ako se izvrši analiza geometrije delova, a imajući u vidu da se obrada izvodi loptastim glodalom lako se može uočiti gde se javljaju problemi, tj koja se mesta ne mogu obraditi. Naime, ako želimo da obradimo neku oštru ivicu na tom mestu će ostati radijus zaobljenja vrha glodala. Ovo je radi lakšeg razumevanja prikazano na slici 2 gde su prikazani detalji na kojima može da se pojavi greška obrade. Na delu na levoj strani je lako uočiti da je nemoguće obraditi ovakvu oštru ivicu loptastim glodalom, dok se na delu na desnoj strani detalj B ne može obradeti sa glodalom većim od 10 mm jer je prečnik udubljenja jednak 10 mm, a problem u veži sa detaljem C je taj što se ne može obraditi oštra ivica sa loptastim glodalom.

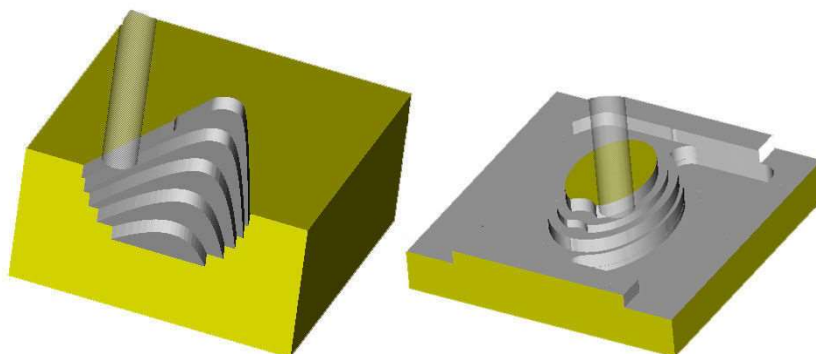


Slika 2 – Mesta koja se ne mogu obraditi izabranim alatom i izabranom strategijom

Kako je problem definisan, sada se pristupa analizi mogućnostima izabranog CAM softvera. Radiće se varijacije strategija obrade, tj same strategije, ali i prečnika alata. Treba napomenuti da nije nemoguće obraditi dati deo kao što se zahteva, ali ovde se navodi analiza za loptasto glodalo i 3 – osnu obradu tako da je analiza ograničena samo na ovaj slučaj obrade.

3. OPTIMALNA OBRADA U FUNKCIJI OD PREČNIKA ALATA I STRATEGIJE OBRADJE

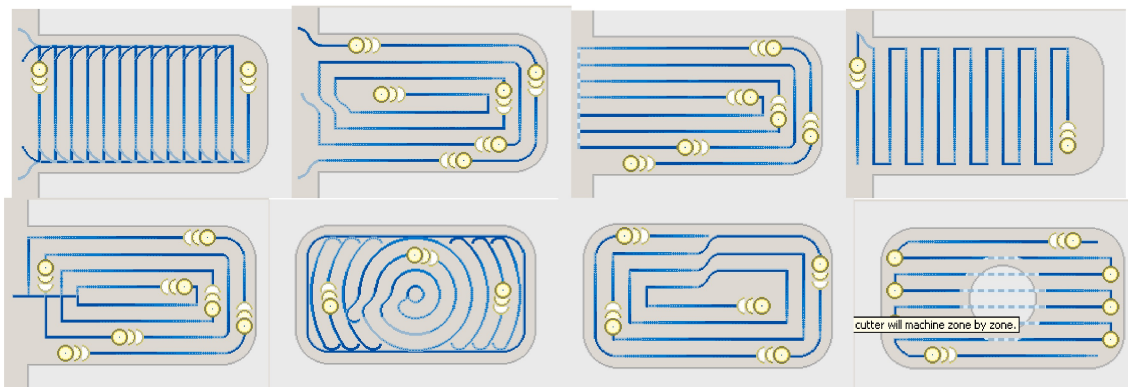
Izabrani softver je, kako je već ranije rečeno ProEngineer WildFire 4.0. Dati softver ima mogućnost izbora strategije obrade, kao što su: zapreminsko glodanje, glodanje po trajektoriji, predobrada, površinsko glodanje, izarada rupa i otvora itd. Za oba dela će se prvo koristiti postupak predobrade koji će se raditi vretenastim glodalom prečnika 12 mm, a tek onda varijante fine obrade sa loptastim glodalom različitog prečnika i različite strategije obrade. Na slici 3 je prikazan izgled dela nakon predobrade prikazan u okviru VERICUT modula. Parametri obrade su u oba slučajima bili: brzina pomoćnog kretanja 200 mm/min, dubina obrade u jednom prolazu 5 mm, maksimalna širina obrade (pomeranje glodala u transferzalnom pravcu) 5 mm, broj obrta glavnog vretena 1000 o/min. Dodatak za finu obradu u oba slučajima iznosi 0.5 mm.



Slika 3 – Izgled delova nakon sprovedene grube obrade

Na slici 3 je lako uočiti da se deo sa desne strane ne može obraditi glodalom od 12 mm, pa je zbog toga potrebno smanjiti prečnik glodala kako bi glodalo moglo da skine materijal sa svih strana. Međutim, prilikom smanjenja prečnika glodala potrebno je smanjiti i širinu glodanja u jednom prolazu, jer softver ne

dozvoljava da širina glodanja bude veća od polovine prečnika glodala. Na slici 4 su prikazane sve moguće strategije obrade izabranog softvera, a u tabeli 1 se daje analiza samo za neke od njih za oba dela.



Slika 4 – Moguće strategije obrade izabranog softvera

Tabela 1 – Varijacija strategije predobrade

| Redni broj | Skica strategije obrade | Parametri obrade | Prečnik alata [mm] | Glavno vreme obrade [min] | Slika dela nakon obrade |
|------------|-------------------------|---|--------------------|---------------------------|-------------------------|
| 1 | | F=200 mm/min n=1000 o/min a=5mm w=5 mm | 12 | 9.2 | |
| 2 | | F=200 mm/min n=1000 o/min a=5mm w=5 mm | 12 | 7 | |
| 3 | | F=200 mm/min n=1000 o/min a=5mm w=4 mm | 10 | 51.9 | |
| 4 | | F=200 mm/min n=1000 o/min a=5mm w=4 mm | 10 | 42.5 | |

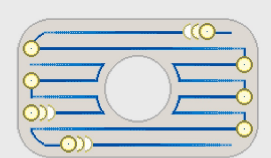
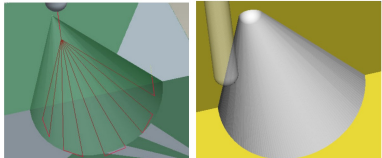
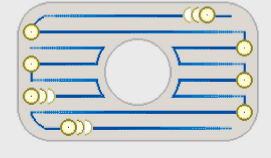
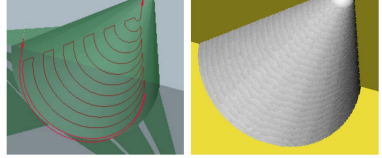
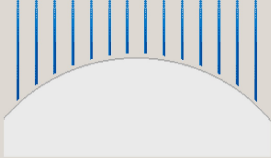
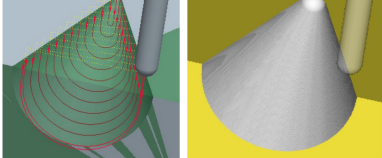
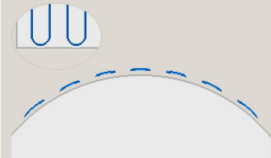
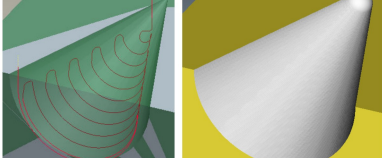
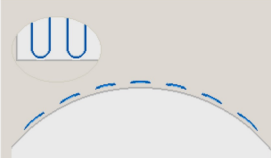
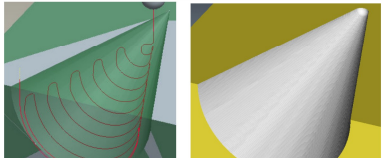
Na osnovu podataka iz tabele 1 može se jasno videti da sa istim alatom i parametrima obrade dobijamo različita vremena obrade za različite strategije obrade. Analizirajući predobradu dela 1 može se zaključiti sledeće.

- Izborom strategije obrade kod koje se alat kreće paralelno nekoj od ravni koordinatnog sistema mašine (RB1) dobijamo veće vreme obrade jer nakon prolaza alata paralelno pomenutim ravnima alat mora na kraju da obiđe celu konturu koja se obrađuje,
- Dok za izbor strategije obrade gde je putanja alata ofsetovana kontura (RB2) imamo kraće vreme obrade tj, nemamo slučaj kao kod prethodne strategije da alat na kraju obiđe celu konturu, već je to uradio prilikom prvog prolaza.

Ista ova analiza važi i za deo 2 (RB3, RB4) samo što je zbog složenije geometrije dela veće vreme obrade neko kod dela 1.

Za strategiju fine obrade korišćena je metoda površinskog glodanja. Pored toga što je vršena varijacija strategije prebrisavanja površine, vršena je varijacija prečnika glodala, ali i samih parametara obrade. Radi bolje preglednosti rezultati su prikazani tabelarno u tabeli 2 i 3 gde se vidi koliko je ukupno vreme obrade dela za izabranu kombinaciju parametara obrade, strategije i prečnika alata.

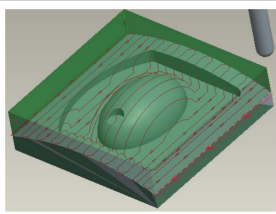
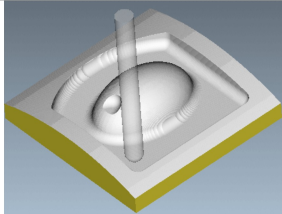
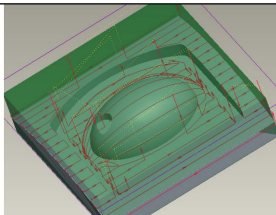
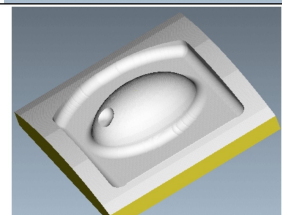
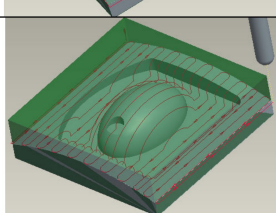
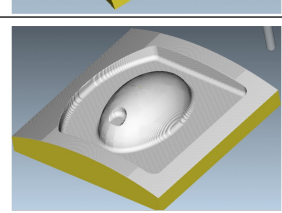
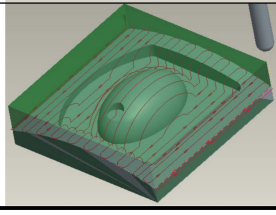
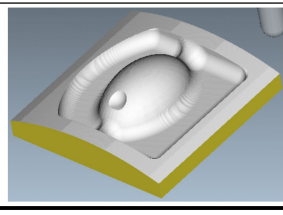
Tabela 2 – Varijacija strategije fine obrade za deo 1

| Redni broj | Skica strategije obrade | Parametri obrade | Prečnik alata [mm] | Glavno vreme obrade [min] | Slika dela nakon obrade |
|------------|---|--|--------------------|---------------------------|---|
| 1 |  | F=100 mm/min n=1000 o/min w=0.5 mm | 10 | 69.9 |  |
| 2 |  | F=100 mm/min n=1000 o/min w=0.5 mm | 10 | 55.4 |  |
| 3 |  | F=100 mm/min n=1000 o/min w=0.5 mm | 10 | 129.72 |  |
| 4 |  | F=100 mm/min n=1000 o/min w=0.5 mm | 10 | 55.1 |  |
| 5 |  | F=100 mm/min n=1000 o/min w=0.5 mm | 6 | 65.3 |  |

Posmatrajući rezultate date u tabeli 2 može se zaključiti sledeće: Zavisno kakav nam ne kriterijum za obradu, tj kakav smo zahtev postavili za cilj. Ako je recimo zahtev minimalno vreme obrade onda bi se izabrala strategija pod rednim brojem 4. Strategije RB2 i RB4 su vrlo slične samo što u slučaju RB4 alat prilikom poranja u transferzalnom pravcu prolazi preko luka, dok kod RB2 prelazi po pravoj liniji pa je zbog toga potrebno malo više vremena za obradu. Upoređivanjem RB4 i RB5 gde se samo menja prečnik alata uočava se da je i veće vreme obrade, ali je zbog toga i kompletnija obrada, tj dobijen je izradak koji više liči 3D

modelu prilikom korišćenja manjeg glodala (RB5). Međutim, treba napomenuti da je prilikom korišćenja manjeg prečnika alata potrebno i smanjiti rešime rezanja (dubinu i brzinu pomoćnog kretanja) što bi za posledicu imalo dodatno povećanje vremena obrade. Ponekad je bitno u kom se pravcu kreće alat zbog kvaliteta obrađene površine. Na osnovu toga može se analizirati RB1 sa RB2. Kod RB1 alat ne skida uvek istu količinu materijala pa se zbog toga pojavljuje duže vreme obrade nego kod RB2 gde glodalu u svakom prolazu (ne razunajući poslednji prolaz) skida istu količinu materijala. Specifičnost RB3 je ta da alat uvek skida materijal u samo jednom smeru pa je otuda i znatno povećanje vremena obrade u odnosu na sve ostale slučajevne varijanti obrade.

Tabela 3 – Varijacija strategije fine obrade za deo 2

| Redni broj | Skica strategije obrade | Parametri obrade | Prečnik alata [mm] | Glavno vreme obrade [min] | Slika dela nakon obrade |
|------------|---|--|--------------------|---------------------------|---|
| 1 |  | F=100 mm/min n=1000 o/min w=0.5 mm | 10 | 242.9 |  |
| 2 |  | F=100 mm/min n=1000 o/min w=0.5 mm | 10 | 227.4 |  |
| 3 |  | F=100 mm/min n=1000 o/min w=0.5 mm | 5 | 242 |  |
| 4 |  | F=100 mm/min n=1000 o/min w=0.5 mm | 14 | 235.7 |  |

Analizirajući podatke iz tabele 3 može se doći do sledećeg zaključka: Razlika između RB1 i RB2 je ta što se kod prve varijante obrađuje cela kontura odjednom, a kod druge se obrađuje prvo deo sfere, a zatim deo krive površine. Kod RB3 je upotrebljeno glodalo manjeg prečnika. Primećuje se da se kvalitet obrađene površine daleko bolji nego kod varijante sa upotrebom glodala od 10 mm. Međutim, ovo povlači da je primenom glodala manjeg prečnika potrebno smanjiti rešime rezanja, a samim tim se povećava i ukupno vreme obrade. I na kraju RB4 prikazuje kako se sa glodalom većim od 10 mm ne može postići adekvatna obrada, jer je poluprečnik glodala veći od radijusa zaobljenja ivica.

4. ZAKLJUČAK

U radu je data analiza mogućnosti CAD/CAM softvera na primeru obrade dva dela. Analizirana je gruba i fina obrada. Na osnovu rezultata simulacije obrade došlo se do zaključka da izbor strategije obrade i prečnika alata znatno utiču na tačnost obrade, ali i na ukupno vreme obrade. Prilikom izbora strategije potrebno je izabrati strategiju kod koje se ne javlja da alat „reže vazduh“ jer to dovodi do povećanja vremena obrade. Isto tako se dobijaju različita vremena obrade za kretanje alata u različitim pravcima (upoređenje RB1 i RB2 iz tabele 2). Kada se govori o izboru alata treba napomenuti da taj izbor u velikoj meri utiče na tačnost

obrade koja podrazumeva stepen podudarnosti odrađenog dela sa prethodno određenim etalonom, u ovom slučaju 3D modelom. U tabelama 2 i 3 je prikazano kako se veća podudarnost postiže upotrebom glodala manjeg prečnika, ali to dovodi do smanjenja režima rezanja, a samim tim do povećanja ukupnog vremena obrade. Zbog toga je potrebno izvršiti analizu dela i gde god je moguće izabrati glodalo većeg prečnika. Jedan od kriterijuma koji nije razmatran u ovom radu je kriterijum konstantnog otpora rezanja. On podrazumeva da sam softver vrši korekciju parametara rezanja i putanje alata kako bi otpor rezanja bio konstantan. Treba napomenuti da se neki nedostaci opisani u radu mogu izbeći upotrebom 5 – osne obrade.

5. LITERATURA

- [1] P. Bojanić: Generisanje putanje alata pri obradi skulptorskih površina na 3 – osnim CNC mašinama loptastim glodalom. Zbornik radova XXXIII Savetovanje proizvodnog mašinstva Srbije, Beograd 2009.
- [2] P. Bojanić, G. Mladenović: Generisanje putanje alata po kriterijumu izohrapavosti pri obradi skulptorskih površina na 3 – osnim CNC mašinama . Zbornik radova 36. Jupiter konferencije, Beograd, 2010.

Summary

The choice of CAD / CAM software has a profound effect on efficiency, and therefore cost of production. Commercial CAD / CAM softwares have possibility to choose of processing strategies. The paper presents the analysis of the strategy of machining of the same part to define criteria by which to be exercised in selecting the most most adequately optimization strategy.

Key words: *CNC machining*