

TEHNOLOGIJA, INFORMATIKA I OBRAZOVANJE  
ZA DRUŠTVO UČENJA I ZNANJA

6. Međunarodni Simpozijum, Tehnički fakultet Čačak, 3–5. jun 2011.

TECHNOLOGY, INFORMATICS AND EDUCATION  
FOR LEARNING AND KNOWLEDGE SOCIETY

6<sup>th</sup> International Symposium, Technical Faculty Čačak, 3–5th June 2011.

UDK: 004.42:621.9

Stručni rad

## PRIMENA CAD/CAM TEHNOLOGIJA U PROIZVODNIM PROCESIMA

*Radomir Slavković<sup>1</sup>, Nedeljko Dučić<sup>2</sup>*

**Rezime:** CAD/CAM tehnologije predstavljaju osnovu u savremenom razvoju proizvoda i procesa. Prisustvo CAD/CAM tehnologija u industriji je izuzetno izraženo, jer one predstavljaju sintezu većeg broja naučno – tehničko – tehnoloških disciplina. U radu je predstavljena metodologija kreiranja modela gotovog proizvoda kao i tehnoloških operacija obrade u okviru softverskog sistema Pro/ENGINEER wildfire 4.0.

**Ključne reči:** CAD/CAM tehnologije, proizvod, Pro/ENGINEER wildfire 4.0.

## THE APPLICATION OF CAD/CAM TECHNOLOGY IN MANUFACTURING PROCESSES

**Summary:** CAD / CAM technology are based on the present development of products and processes. The presence of CAD / CAM technology in the industry is highly expressed, because they represent a synthesis of a number of scientific - technical - technological disciplines. This paper describes the methodology of creating the model of the finished product and process technology operations as part of a software system Pro / ENGINEER Wildfire 4.0.

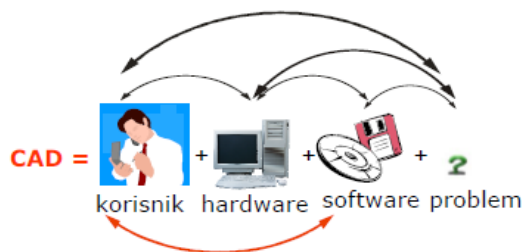
**Key words:** CAD/CAM technology, product, Pro/ENGINEER wildfire 4.0.

### 1. UVOD

CAD (*Computer Aided Design*) se definiše kao primena računara u smislu alata za podršku pri kreiranju, analizi, modifikovanju ili optimizaciji neke konstrukcije. CAD funkcije se izvršavaju primenom CAD sistema (softver i hardver). Aktuelni CAD sistemi su zasnovani na interaktivnoj kompjuterskoj grafici – korisnik unosi komande putem različitih ulaznih uređaja (miš, tastatura, tabla...), pri čemu se na monitoru pojavljuje rezultat izvršavanja komandi od strane softvera u vidu grafičkog prikaza. CAD sistem čine elementi koji su međusobom povezani.

<sup>1</sup> Prof. dr Radomir Slavković, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak, E-mail: [slavkovic@tfc.kg.ac.rs](mailto:slavkovic@tfc.kg.ac.rs)

<sup>2</sup> Nedeljko Dučić, dipl.inž.mehatr. – master, Tehnički fakultet, Svetog Save 65, Čačak, E-mail: [nedeljko.ducic@fondmt.rs](mailto:nedeljko.ducic@fondmt.rs)

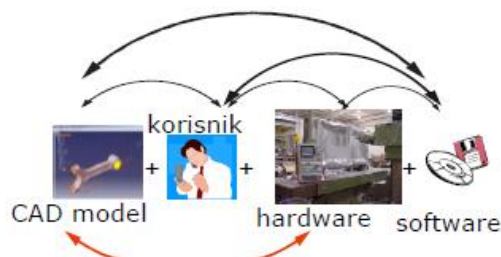


Slika 1: CAD sistem

- ❑ Korisnik – inženjer – konstruktor. Potrebno je da poznaje rad na računaru i ostaloj hardverskoj opremi, da koristi CAD softver i ostale neophodne programe, i da je sposoban da rešava postavljene konstrukcioni zadatke.
- ❑ Hardver čini računar i prateća oprema. U savremenom trenutku računar je najčešće PC platforma. Hardver treba da bude prilagođen korisniku (što PC jeste bez obzira na namenu), da obezbedi efikasno funkcionisanje CAD softvera (više RAM memorije, brži procesor, kvalitetan monitor, ...) i da može da rešava konkretne konstrukcione zadatke (probleme). Za pojedine zadatke je potrebna dodatna specifična I/O oprema.
- ❑ Softver čini, pre svega CAD softver, ali se pored toga koristi i operativni sistem, programi MS Office, ... Za specifične namene se koriste posebni – dodatni moduli CAD softvera. Savremena PLM rešenja teže da uključe što veći broj modula potrebnih za upravljanje celokupnim životnim vekom proizvoda. Softver treba da bude prilagođen korisniku (friendly user), da efikasno radi i upravlja hardverom i da rešava postavljene zadatke (posebno specifične probleme).
- ❑ Problem i konstrukcioni zadatak predstavlja ulaz u proces konstruisanja i razvoja proizvoda. Postavljeni zadatak utičen na ostale elemente CAD sistema. Za specifične probleme potrebna su posebna – ekspertiska znanja konstruktora (koja se stiču ili se angažuje ekspert koji ih poseduje). Specifični problemi zahtevaju posebne karakteristike i/ili hardvere i softvere.

CAM (*Computer Aided Manufacturing*) se definiše kao računarom podržano upravljanje procesom proizvodnje, odnosno računarom podržana razrada tehnologije i proces upravljanja obradnim sistemima. CAM sistemi obuhvataju sisteme za pripremu i realizaciju upravljačkih zadataka za CNC mašine i industrijske robote. CAM sistem čine elementi koji su međusobno povezani.

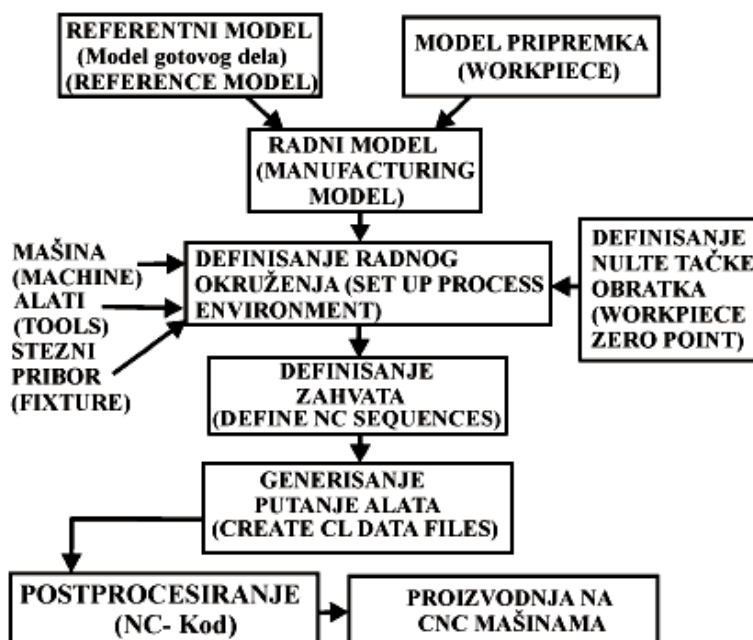
- ❑ Ulaz za CAM sistem predstavlja CAD model. Pri definisanju CAD modela (u fazi konstruisanja) tehnologija izrade je već definisana ili je bitno ograničen izbor mogućih tehnologija.
- ❑ Zbog prethodnog aktivnosti korisnika u CAM sistemu (posebno kreativne) su znatno manje od aktivnosti korisnika CAD sistema.
- ❑ Hardver u CAM sistemu čini pre svega numerički kontrolisna mašina (CNC), obradni centri, fleksibilni proizvodni sistem itd., kao i računar. Složenost i cena CNC mašina znatno prevazilazi složenost i cenu računara, a savremene mašine obično poseduju sopstveni računar.
- ❑ CAM softver može biti nezavisan, povezan sa konkretnom mašinom ili u okviru PLM rešenja.



Slika 2: CAM sistem

## 2. PRIMENA PRO/ENGINEER–A U PROGRAMIRANJU CNC MAŠINA ALATKI

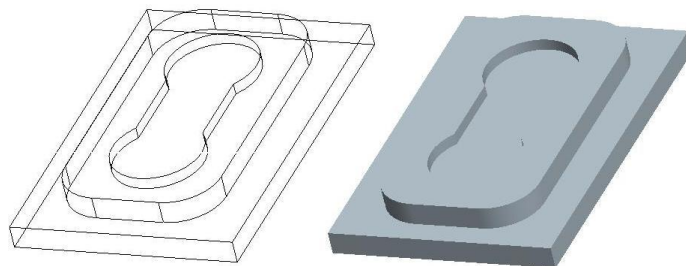
Pro/Engineer – softverski proizvod kompanije PTC (Parametric Technology Corporation), predstavlja skup programa koji se koriste za projektovanje, analizu i proizvodnju gotovo neograničenih vrsta proizvoda. U konvencionalnim tehnologijama, projektovanje tehnološkog procesa obrade nekog dela zahteva angažovanje konstruktora, tehnologa, kontrolora kao i neposrednih izvršilaca. Uvođenjem CNC tehnologije u proizvodni proces, navedene aktivnosti dosta su pojednostavljene, odnosno najviše aktivnosti izvodi programer, ostalo mašina. Upotrebom CAD programskih sistema za generisanje 3D solid modela, učinjen je veliki korak unapred, jer pomoću CAM softvera na osnovu CAD modela generiše se putanja alata i automatski pravi program u NC kodu za odgovarajući podprocesor mašine. Princip ovog programiranja dat je na slici 3.



Slika 3: Tok aktivnosti u tehnologiji CAD/CAM programiranja CNC mašina

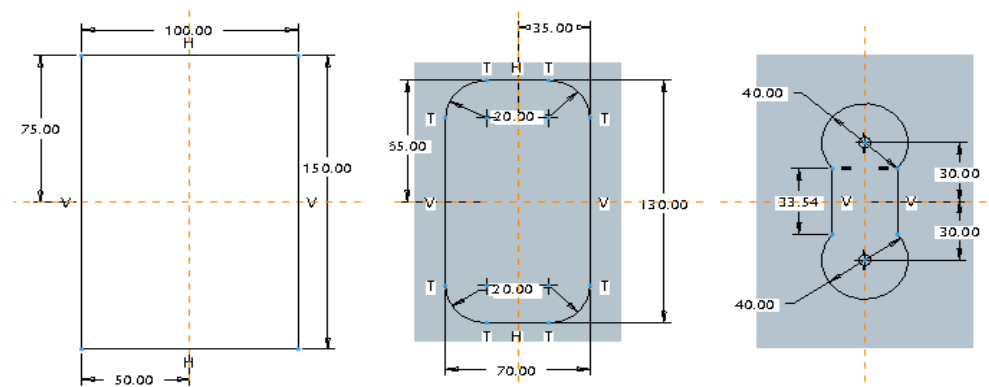
### 3. KREIRANJE REFERENTNOG MODELA

Pod pojmom referentni model podrazumeva se model (konačan izgled) gotovog proizvoda, za čiju proizvodnju je potrebno razviti tehnologiju u okviru CAM modula. Na slici 4., prikazan je kreirani referentni model za koji je razvijena tehnologija izrade.



*Slika 4: Referentni model (žičani i osenčeni prikaz)*

Prikazani referentni model se kreira ekstrudiranjem tri prikazane skice (slika 5), koje su kreirane u paralelnim ravninama, tj. na gornjim površinama prethodno kreiranih sastavnih delova referentnog modela.

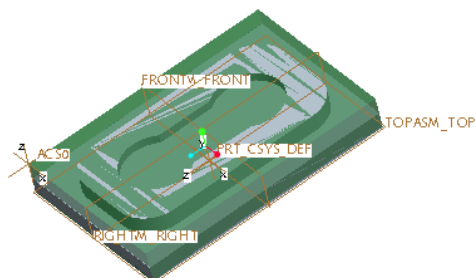


*Slika 5: Skice za kreiranje referentnog modela*

Nakon kreiranja referentnog modela neophodno je kreirati model priprema – prizmu osnove 100x150 i visine 20 mm.

### 4. KREIRANJE RADNOG MODELA I DEFINISANJE RADNOG OKRUŽENJA

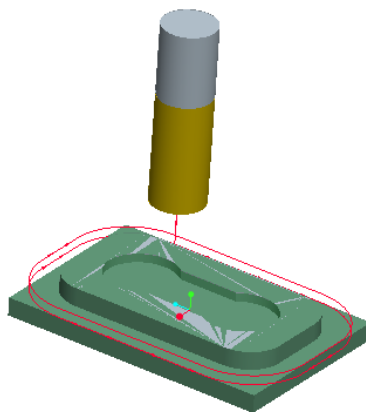
Formiranje radnog modela predstavlja korak kojim se započinje kreiranje tehnologije izrade proizvoda u CAM modulu. Radni model je zapravo sinteza referentnog modela i modela priprema sa ekstenzijom *.mfg* u formi NC Assembly. U okviru aktivnosti vezanih za definisanje radnog modela, a pre započinjanja kreiranja odgovarajućih tehnoloških sekvenci potrebno je: spojiti referentni model i model priprema, definisati jedinstveni koordinatni sistem, izabrati mašinu, definisati nulu mašine, definisati ravan izvlačenja alata i tolerancije.



*Slika 6: Radni model*

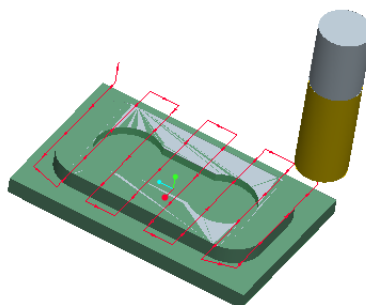
## 5. KREIRANJE TEHNOLOŠKIH SEKVENCI

Prva tehnološka sekvenca je glodanje spoljašnje konture. Alat je glodalo prečnika  $\Phi 30$ , broj obrtaja je 800 o/min., dubina rezanja je 5 mm po prolazu.



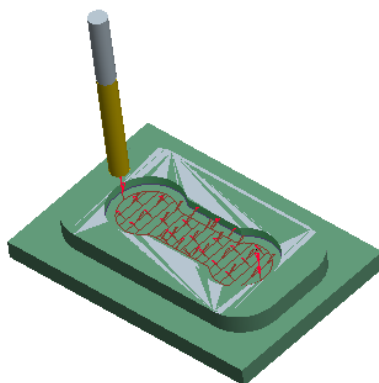
*Slika 7: Glodanje spoljašnje konture*

Druga definisana tehnološka sekvenca je glodanje ravne površine glodalom prečnika  $\Phi 30$ , a broj obrtaja je 800 o/min.



*Slika 8: Glodanje ravne površine*

Poslednja tehnološka sekvenca je glodanje udubljenja (džepa), glodalom prečnika  $\Phi 10$ , broj obrtaja je 800 o/min.



*Slika 9: Glodanje udubljenja (džepa)*

Da bi se dobio gotov deo na CNC mašini, potrebno je kreirati program u NC kodu prilagođen konkretnoj upravljačkoj jedinici. Program se generiše na osnovu putanje alata generisane prethodnom metodologijom. Postprocesiranje ili formiranje izvršnog upravljačkog programa za pokretanje CNC mašine izvodi se u dve faze: formiranje CL Data files i formiranje MCD files prema izabranom tipu postprocesora.

## 6. ZAKLJUČAK

Uvođenjem CAD sistema, racionalizuje se rad u početnoj fazi proizvodnog procesa, fazi konstruisanja proizvoda, i samim tim ostavlja dodatno raspoloživo vreme za ostale segmente u procesu, što direktno utiče na povećanje nivoa kvaliteta proizvoda, ali i procesa u celini. Razrada tehnologije obrade mašinskih delova uz pomoć računara, i sve veća „asistencija“ računara u proizvodnji CAM, se u okruženju savremene mašinske industrije ne može zamisliti bez korelacije sa odgovarajućim CAD programom, odnosno sa odgovarajućim CAD sistemom. Veza CAD-a i CAM-a se odnosi na automatizaciju procesa projektovanja tehnoloških procesa CAPP (Computer aided process planning). Na ovaj način funkcija projektovanja tehnoloških procesa zatvara interakciju između projektovanja proizvoda i projektovanja tehnologije. Primena CAD/CAM sistema daje brojne prednosti korisnicima, tako da se danas praktično ne postavlja pitanje da li ih treba koristiti već koja su optimilana rešenja za konkretnu proizvodnju ili razvojnu firmu.

## 7. LITERATURA

- [1] Slavković R., Milićević I.: *Programsko upravljanje mašinama*, Tehnički fakultet Čačak, Čačak, 2010.
- [2] <http://mfkg.kg.ac.rs/centri-fakulteta/centar-za-virtuelnu-proizvodnju>
- [3] Devedžić G.: *CAD/CAM tehnologije*, Mašinski fakultet u Kragujevcu, Kragujevac, 2009.