

UDK: 004.382:621.01

Stručni rad

PROJEKTOVANJE POMOĆU CAD APLIKATIVNIH SOFTVERA U CILJU UNAPREĐENJA PROCESA PROIZVODNJE

DESIGNING BY CAD APPLICATION SOFTWARE IN ORDER TO IMPROVE PRODUCTION PROCESS

Siniša G. Minić¹, Danijela Živojinović², Miloš Vorkapić³, Snežana Luković⁴

¹Univerzitet u Prištini-K.Mitrovici, Učiteljski fakultet, Leposavić

²Visoka tehnička škola strukovnih studija, Beograd

³Univerzitet u Beogradu, NU IHTM - CMT, Beograd

⁴Univerzitet u Novom Sadu, Fakultet tehničkih nauka, Novi Sad

¹sinisa.minic@pr.ac.rs, ²daniijela.zivojinovic@yahoo.com,

³worcky@nanosys.ihtm.bg.ac.rs, ⁴snekslukovic63@gmail.com

Rezime: U ovom radu dat je prikaz rešenja koje je projektovano pomoću CAD aplikativnih softvera. Rad je koncipiran da pokaže kakav je značaj upotrebe aplikativnog softvera u domenu: racionalne potrošnje materijala, analize ponovne upotrebe proizvoda i elemenata zaštite životne sredine. U cilju optimizacije celokupnog procesa projektovanja, razvoja i/ili održavanja sistema u različitim granama industrije (gradjevina, mašinstvo). Dakle, posredstvom istih u značajnoj meri se pojednostavljuje: 3D modelovanje kako pojedinačnih mašinskih komponenti, tako i podsklopova i sklopova, izrada prateće 2D tehničke dokumentacija, izrada komponenti na CNC mašinama, proračun čvrstoće, odnosno radnog veka i integriteta konstrukcije.

Gljučne reči: Proizvod, projektovanje, CAD aplikativni softver, materijal, strategije, zaštita životne sredine.

Abstract: This work contains a display of solutions which is projected using CAD applicable software. The Study is designed to show what is the meaning of usage of applicable software within the following domain: rational consumption of material, analysis of reuse of products and elements of environmental protection, in order to optimize the complete process of designing, development and/or sustaining systems in different industry branches (construction, machinery). Therefore, by means of aforementioned, comes to considerable simplicity of 3D modeling of, forasmuch as individual machinery components, as much as subassemblies and assemblies, creation of following 2D technical documentation, creation of components on CNC machines, forecast of solidity, operating time and construction integrity.

Key words: Product, Design, CAD application software, materials, strategies, environmental protection.

1. UVOD

Vrednost proizvoda za potrošača je ukupna procena proizvoda zasnovana na percepciji onoga što je primljeno i onoga šta je dato [1]. Takođe, potrošači mogu različito da tumače osobine i karakteristike proizvoda prilikom kupovine u odnosu kada se proizvod koristi [2]. Prema Patonu [3] postoje četiri kategorije „novog proizvoda”: 1) totalno novi proizvod; 2) delimično novi proizvod; 3) izvršene glavne promene na proizvodima; i 4) izvršene manje promene na proizvodima.

Prema izvoru [4] faze u razvoju novog proizvoda su:

1. definicija ciljeva,
2. studija izvodljivosti (dugoročni plan, finansijski plan, preliminarna procena tržišta),
3. razvoj (prvi crteži i struktura proizvoda i delova, planiranje proizvoda i kontrole procesa), i
4. dizajn/projekat (dizajn komponenti, crtanje delova, specifikacija materijala).

2. PROBLEMI U REALIZACIJI NOVOG PROIZVODA

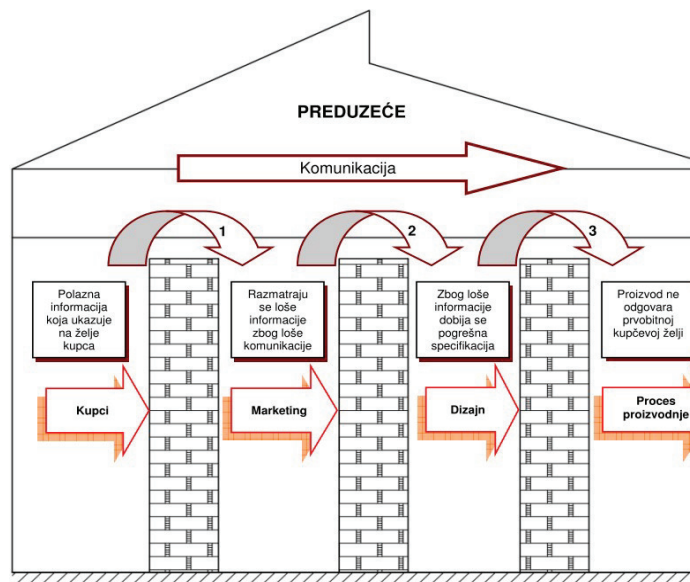
Prema Ullman [5] proces projektovanja novog proizvoda je prikazan na slici 1. Ullmanov proces je predstavljen kao proces „preskakanja zidova”. Zaposleni u marketingu su u komunikaciji sa kupcima, ali to predstavlja jednosmernu komunikaciju. Nažalost, ovakav vid komunikacije se razmatra kao neupotrebljiva informacija ili „informacija bačena preko zida”.

Tako primljenu „informaciju” razmatraju inženjeri i prave detaljnu specifikaciju (odabir materijala, tehnički i sklopni crteži, uputstva za upotrebu i održavanje). Pripremljena dokumentacija se opet „baca preko zida” i to procesu proizvodnje. U proizvodnji, izrađuje se proizvod na osnovu pristigle dokumentacije od inženjera. Međutim, zbog komunikacije „preko zidova” javljaju se brojne slabosti u procesu razvoja proizvoda, odnosno proizvedeni proizvod nije ono što je bila prvobitna kupčeva zamisao. Dakle, za razvoj novih proizvoda potrebno je da postoji veća komunikacija između marketinga, projektovanja i proizvodnje [6].

Na osnovu prikazane situacije, Ullman [5] dolazi do sledećih zaključaka:

1. marketing odeljenje slabo komunicira sa projektantskim odeljenjem,
2. inženjeri (ili projektanti) nemaju pravi kontakt sa kupcima, jer to zavisi od organizacione strukture preduzeća i
3. odeljenje proizvodnje ima lošu komunikaciju sa projektantima. Generalno, projektanti ne bave se proizvodnjom i ne poznaju tehnologiju izrade pojedinih delova kao što to znaju rukovodioci proizvodnje (proizvodni inženjeri). To može dovesti do situacije da neki delovi ne mogu da budu proizvedeni na osnovu postojećih tehnologija.

Ovakav koncept „preko zida” (sa strogom hijerarhijskom podelom zadataka) je nedovoljno efikasan, skup i daje proizvode lošeg kvaliteta, a povrhu svega i dalje je prisutan u mnogim preduzećima.



Slika 1. Metoda „preko zida”

S tim u vezi, Bouchereau i Rowlands [7] ukazali su da je potrebno dosta vremena da se proceni odnos između zahteva kupaca i karakteristika proizvoda ili usluga. Razlog leži u činjenici da su kupci često dvosmisleni i da imaju različitu percepciju oko viđenja određene stvari, odnosno postoji problem kako da se jezik kupca prevede u merljive karakteristike proizvoda ili usluga [8, 9].

3. PROTOTIP U ODRŽIVOJ PROIZVODNJI

Planiranje novog proizvoda odnosi se na prikupljanje što detaljnijih tehničkih i tržišnih podataka o proizvodima, a tu se misli na razvoj najboljih ideja. Tu se razrađuju problemi dizajna i konstrukcije kroz jasno definisanje namene, funkcionalnosti, kvaliteta, nivoa performansi, veličine, oblika, tipa materijala, troškova i ergonomskih zahteva proizvoda.

Proizvod se preliminarno definiše na nivou skica, radioničkih i sklopnih crteža ili pomoću računarskih modela, a zatim se na osnovu njih izrađuje model ili prototip. Prema Helms [10], prototip služi da se na njemu izvrše ispitivanja ponašanja proizvoda u toku eksploatacije. Na osnovu ponašanja prototipa donose se zaključci da li je proizvod predimenzionisan ili poddimenzionisan, tj. da li su pravilno izabrani materijali, tolerancije, proizvodni procesi.

Važno je da se svaki model ili prototip testira u projektovanju novog proizvoda. Testiranje omogućava kupcima da se uključe u ranoj fazi procesa razvoja novog proizvoda, jer su namere kupaca veoma bitne u sagledavanju i procenjivanju valjanosti daljeg razvoja koncepta proizvoda. Danas su u upotrebi prototipovi koji pomažu da se napravi razlika između uspešne i neuspešne realizacije novih proizvoda [11].

Prednosti prototipa su: izbegavanje grešaka tokom projektovanja, bolji ekonomski efekti i razvoj multidisciplinarnosti u projektovanju. Dakle, omogućava se inženjerima da otklanjanju sve moguće nedostatke na proizvodima pre same realizacije finalnog proizvoda. Prototip se uglavnom radi u jednom primerku i sadrži sve karakteristike novog proizvoda.

4. ALGORITAM ZA PRIMENU CAD ALATA

Razvoj informacionih tehnologija omogućio je preduzećima da u kratkom vremenskom periodu i uz niske troškove (naročito kroz primenu programa za 3D modelovanje i vizualizaciju u trodimenzionalnom obliku) predstavi novi proizvod ili više kombinacija kojima se dobija proizvodni koncept.

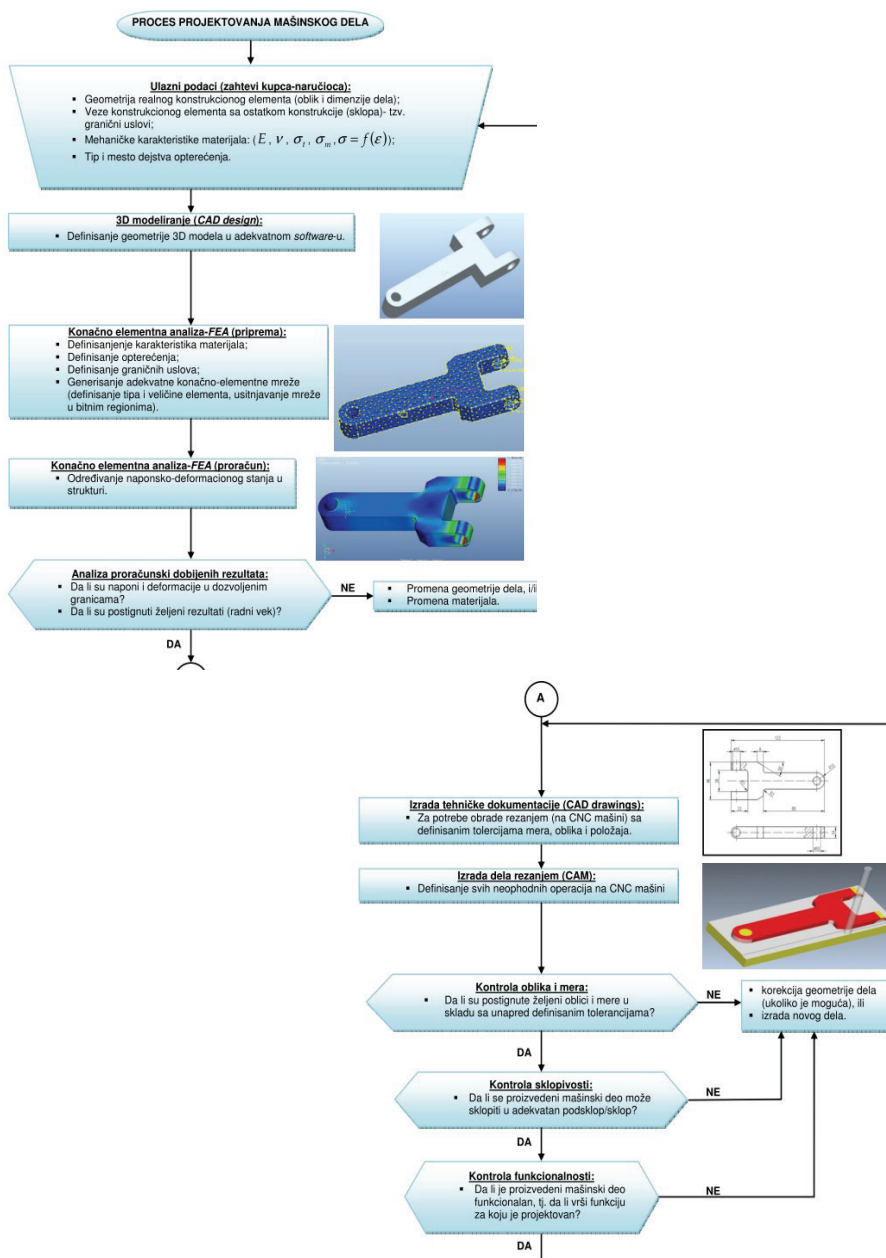
Projektovanje pomoću računara podrazumeva primenu odgovarajućeg hardvera i softvera u svim fazama razvoja proizvoda. Nažalost, u praksi ne postoji ni jedan programski paket koji bi podržavao sve aspekte procesa projektovanja. Postoje mnogi alati u okviru programa koji se koriste pri projektovanju, odnosno posebno implementirani programski moduli koji se koriste u projektovanju. Svaki od ovih alata ima određena ograničenja i manje više zadovoljavaju određene zahteve u procesu projektovanja.

Danas su u upotrebi 3D alati za modelovanje proizvoda. Ti modeli omogućavaju rešavanje mnogih problema prilikom projektovanja novog proizvoda, a ogledaju se kroz: parametarsko projektovanje, određivanje oblika sklopova, definisanje funkcionalnih zahteva, rešavanje postavljenih zadataka.

U procesu projektovanja proizvoda koristi se računarski sistem CAD. On predstavlja razvijen računarski hardver i odgovarajući softver koji se koristi za poslove projektovanja i konstruisanja [12]. U pripremi tehnologije, koristi se računar u sistemu CAM (engl. Computer Aided Manufacturing) ili pomoć računara kod razrade tehnologije, odn. računarska razrada tehnološkog postupka.

Da bismo bliže pojasnili proces projektovanja, kao primer poslužiće nam jedan prost mašinski deo (videti sliku 2). Na ovom primeru korišćeni su CAD aplikativni softveri, sa ciljem da se izađe u susret željama kupaca, ali i da se izbegne loša komunikacija na relaciji marketing - dizajn - proces proizvodnje. Time kupac aktivno učestvuje u svim fazama realizacije novog proizvoda, dok zaposleni komuniciraju na horizontalnom i na vertikalnom nivou.

Celokupan proces projektovanja novog proizvoda, dat je na slici 2. Prvi korak predstavlja definisanje ulaznih podataka neophodnih za celokupan proces osvajanja novog mašinskog dela, odnosno postavljenja tehničko-tehnoloških zahteva (TTZ). Drugi korak predstavlja 3D modelovanje mašinskog dela (u nekom od raspoloživih CAD softvera).



Slika 2. Algoritam u procesu projektovanja mašinskog dela

Potom se vrši priprema 3D modela za naponsko-deformacionu analizu (engl. FEA-Finite Element Analysis), odnosno proračun čvrstoće projektovanog dela. Nakon izvršenog proračuna, analiziraju se dobijeni rezultati sa dva aspekta:

- da li su naponi i deformacije u granicama dozvoljenih, i
- da li je postignut željeni radni vek mašinskog dela.

Ukoliko nisu ostvareni zadovoljavajući rezultati, neophodno je izvršiti određene korekcije u smislu promene materijala dela, i/ili same geometrije istog. Postupak se vrši iterativno, dok se ne ispune postavljeni zahtevi sa aspekta čvrstoće strukture, odnosno planiranog (projektovanog) radnog veka konstrukcije.

Potom se vrši planiranje i realizacija izrade dela na CNC mašini/mašinama, uz prethodnu izradu radioničkih crteža. Na crtežu je neophodno definisati odgovarajuće tolerancije mera, oblika i položaja, koje su unapred determinisane samom funkcijom projektovanog mašinskog dela u okviru određenog posklopa, odnosno sklopa.

Na kraju, obavlja se kontrola realizovanih geometrijskih mera, oblika i položaja u okviru prethodno definisanih tolerancija. Od velike važnosti su i kontrola sklopivosti dela, ali i kontrola njegove funkcionalnosti unutar podsklopa, tj. sklopa. Ukoliko nisu zadovoljeni ovi uslovi, neophodno je izvršiti korekciju geometrije dela, ukoliko je to moguće ostvariti. U protivnom, pristupa se novoj izradi dela.

Tok projektovanja, tj. razvoja novog proizvoda ukazuje na očiglednu spregu između CAD-a i CAM-a. Promene na 3D modelu se automatski manifestuju i na prestale module (faze) u okviru celokupnog procesa dizajna. Time se u značajnoj meri štede resursi: ljudstvo, sredstva i vreme, a samim tim i novac. S tim u vezi, Ahmed i Hassan [13] ukazali su da uspeh realizacija proizvoda direktno utiče na organizaciju preduzeća kroz: 1) poboljšanje u komunikaciji između inženjera, menadžera i radnika, 2) pojačano pomaganje između inženjera i menadžera, 3) razumevanje procesa od strane onih koji su direktno ili indirektno uključeni u proces.

Na osnovu primenjenog algoritma poštovao se princip funkcionalne karakteristike i primene referentne tehnologije u realizaciji proizvoda. Po svojoj prirodi funkcionalna karakteristika se odnosi na postojeći proizvod na tržištu, koji ima istu funkciju i/ili skoro istu funkcionalnu vrednost za korisnika. Svrha funkcionalne karakteristike je poređenje sa novim proizvodom, na osnovu koje će doći do poboljšanja.

Referentna tehnologija može biti izabrana samo na osnovu postojećih proizvoda i tehnologija. Nakon završetka projekta/proizvoda, većina projekatara žele novu priliku da počnu sve iznova kako bi ovog puta uradili projekat/proizvod na pravi način i kako bi ga svi razumeli [5]. Nažalost, mali broj njih dobija priliku da ovo uradi. Rešenje o problemu i potencijalna rešenja dobijaju se kroz znanje pojedinaca, a to ukazuje na gubitak slobode u projektovanju. Primena referentne tehnologije ukazuje da li je postupak realizacije novog proizvoda zadovoljavajući u smislu da novi proizvod može da zameni postojeći na tržištu [14].

5. ZAKLJUČAK

Projektovanje proizvoda predstavlja kritičnu aktivnost u procesu proizvodnje. Uspeh na nivou projektovanja određuje i cenu proizvoda. Ovim radom želeli smo da ukažemo koliki značaj imaju CAD aplikativni softveri u razvoju novog proizvoda. Sama primena softvera ubrzava razvoj, analizu i donošenje odluka o validnim rešenjima, dizajniranje/redizajniranje modela. Pomoću CAD aplikativnih softvera moguće je izvršiti: proračun statičkih veličina, proračun stabilnosti i izvijanja, višekriterijumsku optimizaciju i određivanje termičkih promena na konstrukciji.

Pri analizi modela pokušali smo da zadovoljimo sledeće uslove:

- proces projektovanja treba da omogući tačne i pregledne korake u smislu davanja rešenja,
- model treba da bude neutralan u prvom razmatranju, a zatim da se razmatraju uslovi konkretizacije,
- moraju da se tačno specificiraju elementi modela,
- predloženi koraci moraju da se tačno opišu i obrazlože,
- izvršiti analizu i rezultate drugih modela,
- model treba da bude razumljiv projektantima u praksi,
- model treba da bude primjenjiv bez obzira na tehniku konstruisanja, vrstu zadatka,.

LITERATURA

- [1] Day, G. S. (1994). The capabilities of market-driven organizations. *the Journal of Marketing*, 37-52.
- [2] Gardial, S. F., Clemons, D. S., Woodruff, R. B., Schumann, D. W., & Burns, M. J. (1994). Comparing consumers' recall of prepurchase and postpurchase product evaluation experiences. *Journal of Consumer Research*, 20(4), 548-560.
- [3] Patton, A. (1959). Stretch your product's earning years: Top management's stake in the product life cycle. *Management Review*, 48(6), 9-14.
- [4] Ale Ebrahim, N., S. Ahmed, Z. Taha. (2009). Virtual R&D teams in small and medium enterprises: A literature review. *Scientific Research and Essays*, 4(13), 1575-1590.
- [5] Ullman, D. G. (1992). *The mechanical design process* (Vol. 2). New York: McGraw-Hill.
- [6] Griffin, A., & Hauser, J. R. (1992). Patterns of communication among marketing, engineering and manufacturing - A comparison between two new product teams. *Management science*, 38(3), 360-373.
- [7] Bouchereau, V., & Rowlands, H. (2000). Methods and techniques to help quality function deployment (QFD). *Benchmarking: An International Journal*, 7(1), 8-20.
- [8] Erol, I., & Ferrell, W. G. (2003). A methodology for selection problems with multiple, conflicting objectives and both qualitative and quantitative criteria. *International Journal of Production Economics*, 86(3), 187-199.
- [9] Chen, C. Y., Chen, L. C., & Lin, L. (2004). Methods for processing and prioritizing customer demands in variant product design. *IIE Transactions*, 36(3), 203-219.
- [10] Helms, M. M. (2005). *Encyclopedia of Management* (Fiveth ed.): Thomson Gale., pp.584.

-
- [11] Zorriassatine, F., Wykes, C., Parkin, R., & Gindy, N. (2003). A survey of virtual prototyping techniques for mechanical product development. *Proceedings of the institution of mechanical engineers, Part B: Journal of engineering manufacture*, 217(4), 513-530.
- [12] Hubka, V., & Eder, W. E. (2012). *Design science: introduction to the needs, scope and organization of engineering design knowledge*. Springer Science & Business Media.
- [13] Ahmed, S., & Hassan, M. (2003). Survey and case investigations on application of quality management tools and techniques in SMIs. *International Journal of Quality & Reliability Management*, 20(7), 795-826.
- [14] Altung, D. L., & Jørgensen, D. J. (1993). The life cycle concept as a basis for sustainable industrial production. *CIRP Annals-Manufacturing Technology*, 42(1), 163-167.