



## TEHNIKA I INFORMATIKA U OBRAZOVANJU

3. Internacionalna Konferencija, Tehnički fakultet Čačak, 7–9. maj 2010.

## TECHNICS AND INFORMATICS IN EDUCATION

3<sup>rd</sup> International Conference, Technical Faculty Čačak, 7–9th May 2010.

UDK: 371:(621.8+004.4CATIA)](075.3)

Stručni rad

### MODELIRANJE MAŠINSKIH ELEMENATA I KONSTRUKCIJA U OBRAZOVANJU PRIMENOM SOFTVERSKOG PAKETA CATIA

Danilo Mikić<sup>1</sup>

**Rezime:** Ovaj rad ukazuje na perspektive daljeg razvoja u oblasti modeliranja mašinskih elemenata i konstrukcija u obrazovnom sistemu koristeći softverski paket CATIA. Takođe u ovom radu dat je pogled na radna okruženja programa CATIA, gde se ova okruženja definišu kao specifična okruženja koja se sastoje od skupa alata, koji omogućavaju korisniku da izvršavaju specifične konstruktorske zadatke u određenoj oblasti.

Na osnovu navedenih analiza, a imajući u vidu publikovane svetske trendove razvoja obrazovanja u ovoj oblasti, ukazano je na potrebu uvođenja ovog programa u našem sistemu obrazovanja za 3D modeliranje proizvoda i procesa. To je program nove generacije za saradnju projektovanja, koji integriše sve aspekte procesa razvoja proizvoda. Obuhvata simultanu upotrebu podataka i geometrijskih informacija od koncipiranja proizvoda do definisanja proizvodnog procesa.

**Ključne reči:** Modeliranje mašinskih elemenata i konstrukcija, obrazovanje, srednja škola, nastavni program.

### MODELING MECHANICAL AND CONSTRUCTION ELEMENTS IN EDUCATION USING CATIA SOFTWARE PACKAGE

**Summary:** This work reviews the perspective of further development in the field of modeling and design of machine elements in the educational system using a software CATIA package. Also in this work presents the view of the working environment of the CATIA program, where the environment is defined as a specific environment consisting of a set of tools that allow the user to perform specific tasks constructors in a particular area.

Based on the above analysis, while keeping in mind the published world trends of development of education in this field, pointed to the need of introducing this program in our education system for 3D modeling of products and processes. This program is a new generation of cooperation projects, which integrates all aspects of product development process. Includes the simultaneous use of information and geometric information of drafting product to define the manufacturing process.

**Key words:** Machine elements and constructions modelling, education, school secondary, curriculum.

---

<sup>1</sup> Mr Danilo Mikić, prof. maš., Tehnička škola „J. Žujović”, Vuka Karadžića br.3, Gornji Milanovac, E-mail: [vtsm@nadlanu.com](mailto:vtsm@nadlanu.com)

## 1. UVOD

Savremen razvoj tehnike i tehnologije inicira stalno preispitivanje, promene i usaglašavanje sadržaja i načina obrazovanja. Pri tom obrazovanje obuhvata sticanje, usvajanje i usavršavanje veština i znanja u različitim etapama i na različitim nivoima, saglasno potrebama i potrebama okruženja. Značaj i uticaj, a i neminovnost informacionih tehnologija javljaju se u različitim oblastima ljudskog života i rada te i u obrazovanju. Obrazovanje u oblasti tehničkih disciplina, konkretno, ali ne isključivo mašinske struke, neizostavno uključuje intenzivnu primenu informacionih tehnologija.

Oblast projektovanja proizvoda i procesa predstavlja bitan faktor obrazovanja kadra mašinske struke. Moderni proizvodni koncepti promovišu istovremenost odvijanja većeg broja konstrukcionih i proizvodnih aktivnosti. Cilj takvog ponašanja i rada je skraćenje vremena potrebnog za razvoj proizvoda od ideje do realizacije, uz postizanje visokog kvaliteta. Saglasno tome, koncepti obrazovanja kadra spremnog da prihvati navedene izazove baziraju se na intenzivnoj primeni računara u okviru stručnih disciplina, podrazumevajući pri tom visok nivo računarske pismenosti i osposobljenosti.

Cilj ovog rada je da ukratko proanalizira deo razvoja oblasti projektovanja proizvoda i procesa pomoću računara primenom softverskog programa CATIA V5 u srednjim pa i visokim školama.

CATIA V5 je potpuno nov i „uzbudljiv“ alat za projektovanje podržano računarom (computer-aided design - CAD), koji inženjeri i dizajneri koriste pri razvoju proizvoda. Pri radu sa svakim novim programskim paketom važno je da se stekne osnovno razumevanje njegovih mogućnosti i ograničenja. Program CATIA V5 je napisan kao rešenje nezavisno od operativnog sistema računara, koje nudi nebrojene mogućnosti za strukturiranje programskih modula i prilagođavanje korisniku. Ovaj programski paket se umnogome zasniva na osnovnim elementima izgleda i ponašanja operativnog sistema Windows.

Osnovni motiv da ovakvim programima se postignu rezultati u rangu evropskih i svetskih, ali sa znatno izraženom neusaglašenosti programa s opterećenjem polaznika, njihovim mentalnim sposobnostima, metodološkim pristupima i sl. S druge strane, i ako opterećeni nedostacima, obrazovni nivo i tehnološka opremljenost predstavljaju dobru osnovu za primenu mera za prevazilaženje navedenih problema radi dostizanja visokog nivoa kvaliteta u obrazovanju.

U narednom poglavlju dat je kratak istorijski razvoj oblasti modeliranja mašinskih elemenata i konstrukcija, kako na srednjoškolskom nivou, tako i na univerzitetskom. Budući da su se, prema ličnom saznanju, stvorili uslovi za redizajn nastavnog programa, kroz diskusiju o dobrim i lošim stranama današnjeg pristupa.

## 2. RAZVOJ MODELIRANJA MAŠINSKIH ELEMENATA I KONSTRUKCIJA

Oblast računarskog modeliranja mašinskih elemenata i konstrukcija prvi put se kod nas u Srbiji pominje 1994. godine. To je učinjeno u sklopu uvođenja obrazovnog profila *Mašinski tehničar za kompjutersko konstruisanje*, sa izučavanjem predmeta *Modeliranje mašinskih elemenata i konstrukcija* u III i IV razredu. Ovaj predmet danas sadrži trodimenzionalno 3D modeliranje proizvoda kao i 3D modeliranje procesa.

Zatim počinje novi pristup 1998. godine usmeren ka 3D zapreminskom modeliranju proizvoda i procesa.

Od 2003. godine kroz primenu softvera za ravansko i prostorno crtanje kao što je AutoCAD i drugih aplikativnih softvera obezbeđivana je osnova tehničke računarske pismenosti. Očigledno je da su mnoge aktivnosti na ovom planu, kao i vreme njihovog započinjanja, bile direktna posledica razvoja računara i informacionih tehnologija.

Na mašinskim fakultetima računarsko modeliranje proizvoda i procesa ima dužu tradiciju, ali je i u ovom slučaju bilo u najvećoj meri uslovljeno situacijom na polju računara i informacionih tehnologija. Uvođenjem ovih disciplina u nastavu bilo je otežano nedovoljno dobrom materijalnom situacijom. Fakulteti uvode predmete koji pod različitim nazivima i u različitom obimu promovisu računarom podržano projektovanje (engl. *Computer Aided Design-CAD*) i računarom podržanu proizvodnju (engl. *Computer Aided Manufacturing - CAM*). To je pogotovu izraženo u poslednjoj reformi Bolonjske deklaracije.

Uvođenjem obrazovnog profila *Mašinski tehničar za kompjutersko konstruisanje* 1994. godine, kao i kasnije, u vreme donošenja izmena 1998. godine mali broj srednjih škola je mogao da obezbedi tehničke mogućnosti za izvođenje nastave na način kako je to bilo zamišljeno. Glavni razlog je bila veoma teška materijalna situacija i slaba opremljenost računarskih kabineta. S druge strane, predložene novine su bile toliko velike sa stanovišta dotadašnje prakse, da veći deo nastavnog osoblja nije bio stručno osposobljen da ih sprovede.

Polovinom 1999. godine organizovani su seminari stručnog usavršavanja nastavnika za izvođenje nastave na predmetima *Kompjuterska grafika i Modeliranje mašinskih elemenata i konstrukcija*. Ti seminari odnosili su se uglavnom na jedan do dva softvera, ne vodeći mnogo računa o specifičnim potrebama i mogućnostima učenika, nastavnika, kao ni o opremljenosti škola, što dovodi do niza neusaglašenosti, pa i problema u nastavi i dodatnim aktivnostima.

Danas se kod nas u srednjim Mašinsko-tehničkim školama u oblasti Modeliranja mašinskih elemenata i konstrukcija i Proizvodnih procesa, primenjuju većinom softveri:

- Pro/DESKTOP, u okviru predmeta Kompjuterska grafika i Osnove kompjuterske grafike, kao i Modeliranje mašinskih elemenata i konstrukcija,
- PRO/ENGINEER, u okviru predmeta Modeliranje mašinskih elemenata i konstrukcija, dok se u ostalim srednjim Mašinskim školama, pored ova dva koja su uglavnom zastupljena, koriste i SolidWorks, SolidEdge, Mechanical Desktop, Inventor, SolidCAM, EdgeCAM.

Metodologija modeliranja znatno je napredovala poslednjih godina, pa treba uvesti modifikacije koje su usmerene ka olakšanju realizacije ishoda obrazovanja. Programi predmeta ne obavezuju primenu konkretnog softvera za izvođenje nastave.

Međutim ovi pomenuti programi nisu mogli primarno da se koriste u automobilskoj i avio industriji za razvoj automobila i aviona. Takođe se može reći da se nisu mogli sresti u najrazličitijim granama, uključujući svemirski program, industrijski pribor, arhitekturu, građevinarstvo, proizvode široke potrošnje, elektroniku, medicinu, industriju nameštaja, projektovanje mašina alatki, livenje i duboko izvlačenje i brodogradnju. Za sve ovo je podržan trodimenzionalni interaktivni programski paket CATIA.

### 3. PRIMENA SOFTVERSKOG PAKETA CATIA

**CATIA** – *Computer Aided Three Dimensional Interactive Application* (računarom podržan trodimenzionalni interaktivni programski paket). Softver je razvio **Dessault Systems**, Francuska, ranih osamdesetih godina prošlog veka, prvenstveno za potrebe avio industrije. Dalje je razvijan uz podršku kompanije IBM. To je program nove generacije za saradnju projektovanja, koji integriše sve aspekte procesa razvoja proizvoda. Obuhvata simultanu upotrebu podataka i geometrijskih informacija od koncipiranja proizvoda do definisanja proizvodnog procesa.

Zasniva se na grafičkom korisničkom okruženju (*Graphical User Interface - GUI*), koje je razvijeno korišćenjem *Microsoft Windows* i *Web* tehnologija. To znači da je aplikacija potpuno usklađena sa poznatim *Windows* okruženjem.

Organizacija CATIA V5 je definisana kroz tri platforme označene sa P1, P2 i P3, tako da nude različite procese razvoja proizvoda upotrebom programa. P1 je platforma koja je idealno rešenje za početnike koji žele da pređu na 3D modeliranje. Ona nudi osnovne mogućnosti za 3D modeliranje. P2 omogućava integrisano projektovanje, analizu, proizvodnju i razvoj infrastrukture proizvoda. P3 daje napredna rešenja posebno prilagođena za automobilsku i avio industriju.

CATIA V5 sadrži programske module koji kroz okruženja sa paletama alatom omogućavaju korisniku da se bavi različitim poslovima u procesu razvoja proizvoda, kao što su: *Infrastruktura, Projektovanje mašinskih elemenata i konstrukcija, Oblikovanje i stilizovanje proizvoda, Analiza-ispitivanje i simulacija proizvoda, AEC Postrojenja, Mašinska obrada i NC mašine, Digitalni modeli, Oprema i projektovanje sistema, Digitalni proces za obradu-proizvodnju, Simulacija mašinske obrade i mašina, Ergonomska projektovanja mašinskih elemenata i analiza, Poznavanje gotovih proizvoda, Mrežni rad preko interneta.*

Namenski skup modula	
Infrastructure	Infrastruktura
Mechanical Design	Mehaničko projektovanje konstrukcija
Shape	Oblikovanje i stilizovanje proizvoda
Analysis & Simulation	Analiza ispitivanje i simulacija proizv.
AEC Plant	AEC. Postrojenja
Machining	Mašinska obrada i NC. mašine
Digital Mockup	Digitalni modeli
Equipment & Systems	Oprema i projektovanje sistema
Digital Process for Manufacturing	Digitalni proces za proizvodnju
Machining Simulation	Simulacija mašinske obrade i mašina
Ergonomics Design & Analysis	Ergonomska projekt. maš. el. i analiza
Knowledgware	Poznavanje gotovih proizvoda
ENOVIA V5 VPM	Mrežni rad preko interneta

*Slika 1: Namenski skupovi modula (Application portfolios)*

Svi ovi moduli imaju definisana okruženja sa paletama alata koji omogućavaju njihovo izvođenje.

CATIA V5 se nudi u obliku različitih skupova programskih modula (*application portfolios*). Ovi skupovi imaju za cilj da grupišu različite skupove paleta sa alatima (*Workbenches*) da bi se udovoljilo potrebama korisnika sa različitim ulogama u procesu razvoja proizvoda.

CATIA V5 nudi mnogi širi spektar programskih paketa i proizvoda nego što je moguće prikazati na ograničenom prostoru u ovom radu. Ovaj rad je skoncentrisan na namenski skup modula za projektovanje u mašinstvu za verziju programa V5. Na (slici 1) prikazani su osnovni namenski skupovi modula koji se mogu naći u programu CATIA V5.

#### 4. RADNO OKRUŽENJE CATIE

CATIA radi u različitim radnim okruženjima. **Radno okruženje (*Workbench*)** se definiše kao specifično okruženje koje se sastoji od skupa alata, koji omogućavaju korisniku da izvršava specifične konstruktorske zadatke u određenoj oblasti.

Osnovna radna okruženja u CATIA V5 su:

- Modeliranje delova (*Part Design*) je parametarsko i na fičerima zasnovano okruženje u kojem se kreiraju solid modeli.
- Modeliranje žičanih modela i površina (*Wireframe and Surface Design*) je parametarsko i na fičerima zasnovano okruženje u kojem se kreiraju žičani i površinski modeli. Alati dostupni u ovom okruženju su slični kao i u Part Design okruženju sa razlikom što se koriste za kreiranje osnovnih ili složenih površina.
- Modeliranje sklopova (*Assembly Design*) se koristi za sklapanje komponenata korišćenjem ograničenja sklapanja koja su dostupna u ovom radnom okruženju.
- Crtanje (*Drafting*) se koristi izradu dokumentacije kreiranih delova ili sklopova u obliku pogleda i njihovim detaljisanjem.

##### ■ Skupovi paleta alata (*Workbenches*)

Termin „**workbench**”, koji se odnosi na **namenski skup paleta alata**, često se koristi unutar okruženja programa CATIA V5. Ovaj termin označava, pre svega, radno okruženje unutar namenskog skupa modula, koje nudi jedinstvenu funkcionalnost namenjenu kreiranju i menjanju geometrije. Većina skupova paleta je specifična za pojedini namenski skup modula. Međutim, neki od njih (kao što je skup paleta za skiciranje) integrisani su u višestruke platforme.

CATIA V5 nudi širok spektar skupova paleta sa alatima i relevantnih proizvoda. Skupove paleta alata (**Workbenches**) prikazane na (slici 2) i čine: **Part Design** (*Projektovanje i konstrukcija delova*), **Assembly Design** (*Montaža-sastavljanje sklopova*), **Shetcher** (*Skiciranje dvodimenzionalnih profila*), **Product Functional Tolerancing & Annotation** (*Rezultati funkcionalnih tolerancija i objašnjenje-napomena*), **Weld Design** (*Izrada zavarivanje mašinskih konstrukcija*), **Mold Tooling Design** (*Izrada alata-kalupa*), **Structure Design** (*Struktura građa sklopova*), **2D Layout for 3D Design** (*2D raspored za 3D oblikovanje modela*), **Drafting** (*Izrada tehničke dokumentacije*), **Core & Cavity Design** (*Projektovanje jezgra i šupljina*), **Healing Assistant** (*Pomoćno spajanje lepljenjem*), **Functional Molded part** (*Funkcionalna izrada delova*), **Sheet Metal Design** (*Alati za izradu kompleksnih delova od lima*), **Sheet Metal Production** (*Alati za obradu delova od lima*), **Composites Design** (*Složene konstrukcije*), **Wireframe and Surface Design** (*Izrada žičanih i površinskih delova*), **Generative Sheetmetal Design** (*Izrada alata za obradu lima*), **Functional Tolerancing & Annotation** (*Funkcionalna tolerancija i objašnjenje-napomena*).



Skup paleta sa alatima čine 18 modula i nudi nebrojene mogućnosti za strukturiranje programskih modula i prilagođavanje korisniku i napomenuću neke od njih koji se često koriste unutar okruženja programa:

- ❑ **Projektovanje i konstrukcija delova:** Jezgro programa namenjeno zapreminskom modeliranju mašinskih delova,
- ❑ **Montaža-sastavljanje sklopova:** Omogućava sklapanje delova,
- ❑ **Skiciranje:** Modul za skiciranje (kreiranje) 2D elemenata i 3D geometrije,
- ❑ **Rezultati funkcionalnih tolerancija i objašnjenja - napomena:** Jezgro programa namenjeno tolerancijama,
- ❑ **Izrada zavarenih mašinskih konstrukcija:** Modul zavarivanja elemenata,
- ❑ **Izrada alata-kalupa:** Izrada svih vrsta kalupa kao i proces ulivanja plastike.
- ❑ **Struktura grada sklopova:** Struktura i organizacija proizvoda,
- ❑ **2D Raspored za 3D oblikovanje modela:** Simulacija 2D mehanizama za kreiranje površinskih i zapreminskih modela.
- ❑ **Izrada tehničke dokumentacije:** Izrada tehničkih crteža sklopova i delova,
- ❑ **Projektovanje jezgra i šupljina:** Omogućava definisanje jezgra i šupljina,
- ❑ **Pomoćno spajanje lepljenjem:** Omogućava spajanje elemenata pomoću lepljenja,
- ❑ **Funkcionalna izrada delova:** Upravljanje sa višestrukim konfiguracijama delova delova i sklopova,
- ❑ **Alati za izradu kompleksnih delova od lima:** Moduli za izradu oblikovanja delova od lima.

Skupovi paleta sa alatima	
Mechanical Design	Mehaničko projektovanje konstrukcija
Part Design	Projektovanje i konstrukcija delova
Assembly Design	Montaža-sastavljanje sklopova
Sketcher	Skiciranje dvodimenzionalnih profila
Product Functional Tolerancing & Annotation	Rezultati funkcionalnih toleranci. i objašnjenje
Weld Design	Izrada zavarivanje mašinskih konstrukcija
Mold Tooling Design	Izrada alata (kalupa)
Structure Design	Struktura-grada sklopova
2D Layout for 3D Design	2D raspored za 3D oblikovanje modela
Drafting	Izrada tehničke dokumentacije
Core & Cavity Design	Projektovanje jezgra i šupljina
Healing Assistant	Pomoćno spajanje lepljenjem
Functional Molded Part	Funkcionalna izrada delova
Sheet Metal Design	Alati za izradu kompleksnih delova od lima
Sheet Metal Production	Alati za obradu delova od lima
Composites Design	Složene konstrukcije
Wireframe and Surface Design	Izrada žičanih i površinskih delova
Generative Sheetmetal Design	Izrada alata za obradu lima
Functional Tolerancing & Annotation	Funkcionalna tolerancija i objašnjenje

Slika 2: Skupovi paleta sa alatima (Workbenches)

## 5. OBRAZOVANJE IZ OBLASTI MODELIRANJA U RAZVIJENIM ZEMLJAMA

Oblast Modeliranja mašinskih elemenata i konstrukcija izučava se u svim zemljama Evropske unije. Planovi i programi se razlikuju u manjoj ili većoj meri, kao i softveri koji se u tu svrhu koriste. To je sasvim razumljivo, imajući u vidu da su planovi i programi usklađeni s potrebama industrije i tržišta.

Mogu se navesti sledeći pristupi softvera, npr. u Velikoj Britaniji se pored CAD/CAM tehnologija, podržano je uvođenje i drugih modernih tehnologija, kao što su inteligentno upravljanje, internet i dr. Na taj način se ne samo osavremenjuje planovi i programi, već i ističe značaj poznavanja i primene novih tehnologija, kako sa stanovišta korišćenja kroz potrošačke proizvode, tako i sa stanovišta uključivanja u moderne tržišne tokove i sveopšteg razvoja.

U Americi je 1999. godine osnovan obrazovni program sa osnovnom idejom da znatno unapredi tradicionalne pristupe obrazovanju uvođenjem savremenih tehnologija i metodologija.

Ovo navodim da treba iskoristiti dobre strane klasičnog obrazovanja, ali pojačati ih prednostima koje pružaju informacione tehnologije u zemljama okruženja. Na taj način bi se učenici motivisali da svoje znanje i veštine stiču kroz istraživanje i iskustvo, uz pomoć svojih nastavnika, saradnika pa i roditelja. Poređenje našeg obrazovnog sistema sa drugima je nužno i važno. Za to je neophodno načiniti daleko širu analizu nego što je to bio zadatak ovog rada.

Dosadašnji naponi na uvođenju novih tehnologija u obrazovne programe srednjih mašinskih škola kod nas u Srbiji daju zadovoljavajuće rezultate. U proteklom periodu stečeno je iskustvo na osnovu koga se mogu sprovesti nužne izmene u planu i programu. Međutim, problemi su brojni. U oblasti modeliranja promene su veoma česte. Te promene teže ka novim udžbenicima i literaturama, jasno je da je nedostatak literature veliki. Posebno kada se ima u vidu da jedan deo objavljenih knjiga nije pisan uvažavajući pedagoške, psihološke aspekte, već u velikoj meri predstavljaju direktan, neadaptiran prevod „help” fajlova softvera.

Danas se u svetskim obrazovnim programima sve češće koriste tzv. edukacioni softverski agenti, ali su nama nedostupni. Iako vizuelizacija CAD/CAM softvera znatno olakšava komunikaciju i otklanja delimično navedene probleme, visoka obučenost i poznavanje jezika su veoma važni. Treba napomenuti da se permanentno obrazovanje stručnjaka u ovoj oblasti podrazumeva.

Vodeći svetski softveri poseduju toliko velike mogućnosti i zasnovani su na najnaprednijim konceptima inženjerske i informatičke prakse, da ih je gotovo opasno koristiti bez širih znanja iz oblasti.

To znači da je neophodno učenje usmeriti ka ključnim stručnim znanjima mašinske struke, a softver koristiti kao sredstvo automatizacije i savremenog tehničkog izražavanja i komunikacije. CAD/CAM softver može se posmatrati kao oslonac koji korisnicima omogućava istraživanje, razvija kreativnost i podiže efikasnost, navodi korisnika na rešenje i smanjuje motorički napor kreiranja modela. Ali dominantni ishodi vezani su za sposobnost rešavanja mašinskih i tehničko-tehnoloških problema, npr. konstrukcije mašinskih elemenata i sklopova, izvođenje tehnoloških postupaka i sl.

Pravilnim usklađivanjem programa stvaraju se osnove za uvođenje oblasti modeliranja proizvoda i procesa i u osnovne škole, što do sada nije bio slučaj. To se može učiniti kroz

sekcije ili posebne nastavne jedinice, ali svakako predstavlja još jedan korak napred u dostizanju standarda i prakse u razvijenim zemljama.

## 6. ZAKLJUČAK

Vodeći svetski softveri poseduju toliko velike mogućnosti i zasnovani su na najnaprednijim konceptima inženjerske i informatičke prakse, i znatnu kvalitetnu hardversku podršku. Neke od tih verzija zahtevaju rad u mreži, dakle iziskuju vezu sa bazom. U CATIA je zasnovano modulom **Enovia V5 VPM** (mrežni rad preko interneta).

CATIA V5 nudi novu strukturu procesa modeliranja mašinskih elemenata i sistema, koja je razvijena na bazi jedinstvenog skupa alata za razvoj računarskih programa, optimizovanu za Microsoft Windows okruženje. Celokupno grafičko korisničko okruženje je ponovo izgrađeno i zasniva se na paletama alata, ikonama i kontekstualno osjetljivim menijima. Ova nova struktura menija bazirana na ikonama ima za cilj da skрати vreme potrebno za ovladavanje programom, što drugi softveri to nemaju.

Najimpresivniji aspekti programa CATIA V5 su integracija različitih skupova paleta alata i neprekidan tok rada u grafičkom korisničkom okruženju. Zapreminski elementi se uglavnom kreiraju na osnovu skiciranih elemenata, ili elemenata poznate topologije, koji zahtevaju samo reference za postavljanje na model. Ovakav pristup omogućava znatno veću fleksibilnost u odnosu na ranije pomenute verzije programa.

Treba istaći da je posebno važan aspekt čvršćeg promovisanja softverskih programa vezan za uvođenje standarda kvaliteta u obrazovanju.

## 7. LITERATURA

- [1] N. G. Zamani, J. M. Weaver: *Catia V5 Tutorials in Mechanism Design and Animation*, SDC Publications, [www.schroff.com](http://www.schroff.com), [www.schroff-europe.com](http://www.schroff-europe.com)
- [2] D. S. Kelley: *Catia for Design and Engineering Version 5 Releases 14 & 15*, SDC Publications, [www.schroff.com](http://www.schroff.com), [www.schroff-europe.com](http://www.schroff-europe.com)
- [3] Fred Karam, Charles Kleismit: *Catia V5*, Čačak, 2004.
- [4] Dr. Ž. Mikić: *Inženjerska grafika*, Kragujevac, 1998.
- [5] Devedžić G. , Ivanović L., Erić M. (2005). *Trendovi primene CAD/CAM sistema u inženjerstvu i edukaciji*, XXX Savetovanje proizvodnog mašinstva SCG, Vrnjačka Banja, 1-3. septembar.
- [6] CAD/CAM in Schools, <http://www.cadinschools.org>
- [7] Hamade R.F., Artail H.A., Jaber M.Y. (2006). Evaluating the Learning Process of Mechanical CAD Students, *Computers & Education*, (article in press).
- [8] D. Mikić, D. Golubović, Metode i postupci unapređenja kvaliteta srednjoškolskog i visokoškolskog obrazovanja, 5<sup>th</sup> Research expert conference with international participation-quality, 2007. Neum, BiH., Str. 321-325.