



## CAD Software in Teaching as a Tool for Education and Training of Future Engineers

### CAD programi u nastavi kao alat za obrazovanje i usavršavanje budućih inženjera

M. Petrović<sup>\*1</sup>, E. Desnica<sup>1</sup>, J. Pekez<sup>1</sup>, I. Palinkaš<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Univerzitet u Novom Sadu, Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“ Zrenjanin, Srbija

**Abstract:** The research indicates how important it is that students at engineering faculties are trained to use one of the CAD (Computer-Aided Design) software. The aim of the research is to get acquainted with the ways of preparing students for their further career in the field of engineering graphics communications using CAD technologies. This has been presented through the theoretical research of learning methods and their impact on students, as well as the questioning of employed engineers on CAD software and testing students based on acquired knowledge and interest in CAD software after completing the course.

**Keywords:** CAD software, engineering graphics communications, education, engineers, test

**Apstrakt:** Rad ukazuje na to koliko je bitno da se studenti, na fakultetima iz oblasti inženjerstva, osposobljavaju za rad u nekom od CAD (Computer-Aided Design) programa. Cilj je upoznavanje sa načinima pripreme studenata za njihovu dalju karijeru u oblasti inženjerskih grafičkih komunikacija primenom CAD tehnologija. To se može videti kroz teorijsko istraživanje metoda učenja i njihov uticaj na studente, kroz ispitivanje zaposlenih inženjera o CAD programima, kao i kroz testiranje studenata na osnovu usvojenog znanja i zainteresovanosti o CAD programima nakon završenog kursa.

**Ključne riječi:** CAD programi, inženjerske grafičke komunikacije, edukacija, inženjeri, test

## 1 UVOD

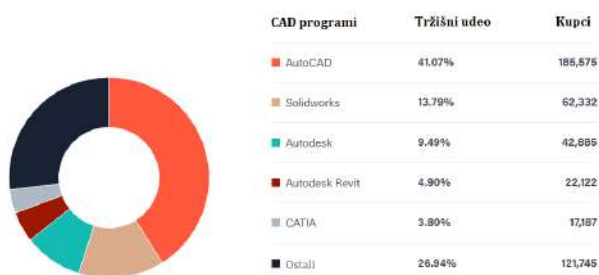
Svaki inženjer će se složiti da je inženjerska grafička komunikacija izuzetno važan vid komunikacije. Ona predstavlja skup tehnika i standarda koji se koriste za prikazivanje tehničkih crteža i modela u inženjerskim disciplinama [1]. Danas, takav način komuniciranja je nemoguće zamisliti bez CAD programa.

Razvoj tehnike i tehnologije je doprineo velikom napretku industrijske proizvodnje. Najveći uticaj imao je razvoj računara i informatike, koji je omogućio automatizaciju procesa u raznim fazama industrijske proizvodnje [17]. CAD programi pružaju mogućnost testiranja kreiranih modela. U proizvodnim sistemima nekada je potrebno povezati računar sa određenim

elementima proizvodnje (npr. CNC mašine). Na ovaj način se obezbeđuje efikasnija proizvodnja. Skraćuju se troškovi i vreme proizvodnje, a povećava se tačnost i kvalitet proizvoda [2].

Informatički pismen mašinski inženjer danas koristi bar nekoliko CAD alata. Iako je AutoCAD program koji se relativno brzo uči sve više mašinaca ga koristi u kombinaciji sa drugim CAD programima. AutoCAD predstavlja sjajnu podlogu za lakše učenje drugih CAD programa kao što su alati za 3D modelovanje (SolidWorks, Revit, 3ds Max) [18].

Na *Slici 1* se vidi tržišni udeo CAD programa na svetskom nivou u 2024. godini. AutoCAD program je trenutno na prvom mestu u svetu sa 41,07% tržišnog udela [19].



Slika 1 - Top 5 CAD programa u svetu u 2024. godini [19]

Postoji dosta studija koje tvrde da će studenti lakše usvojiti znanja vezana za CAD tehnologije ukoliko se nastava fokusira na strateško, deklarativno i proceduralno znanje [4,5]. Strateško znanje se odnosi na to kako kreirati dizajn i kako napraviti modifikacije. Deklarativno znanje je opšte znanje o komandama i algoritmima unutar programa, dok se proceduralno znanje odnosi na znanje kada i kako koristiti različite komande. Ako je jedna vrsta znanja nedovoljno razvijena to može uticati na sposobnost učenika da reši zadatak [3].

U nastavku rada dati su primeri upotrebe CAD programa u nastavi i njihov uticaj na studente širom sveta. Upravo su takvi radovi inspiracija za pisanje ovog rada, kako bi se predstavila situacija na jednom od fakulteta sa naših prostora, u ovom slučaju na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu. Analiziran je rad [6] gde je paralelno opisan koncept nastave u Kini i Singapuru iz perspektive autora koji je imao priliku da obučava studente veštinama crtanja u AutoCAD programu. Prikazani su i problemi sa kojima se studenti ove dve zemlje susreću u toku nastave. Zatim, nekoliko autora iz Rusije je napisalo dva rada [7, 8] u kojima su objasnili kako izgleda podučavanje studenata na njihovim fakultetima. Motivacija studenata je veoma bitno za njihovo dalje usavršavanje. Iz tog razloga je prikazano ispitivanje autorke iz Amerike [9] koje se fokusira na zainteresovanosti studenata za rad u AutoCAD programu. Takođe, prikazan je i rad grupe autora iz Švedske [10] koji su ispitivali uticaj onlajn nastave na studente za vreme pandemije. Cilj je da se prikažu različite vrste vođenja nastave i njihov uticaj na studente iz razloga što se upoređivanjem više različitih primera iz sveta mogu izvući dobre

strane i tako poboljšati trenutni koncept nastave kod nas.

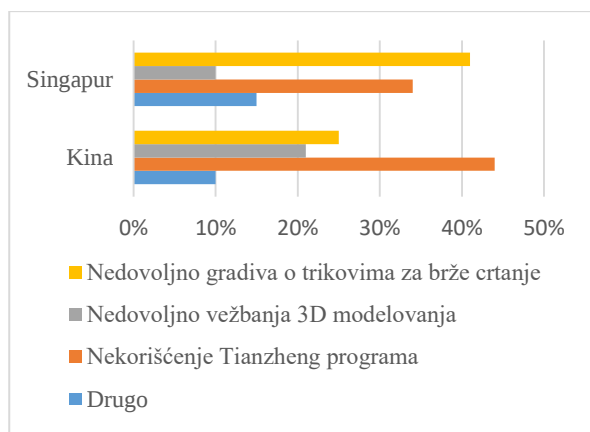
## 2 PRIKAZ ISTRAŽIVANJA U OBLASTI MAŠINSKOG PROJEKTOVANJA U NASTAVI I UTICAJ NA STUDENTE ŠIROM SVETA

Kao odličan primer istraživanja može se izdvojiti iskustvo autora [6] kome je pružena prilika da obučava studente na Ningbo tehnološkom institutu u kineskom gradu Zhejiang i Nanyang tehnološkom fakultetu u Singapuru. Obuka je podrazumevala rad u AutoCAD programu. Prema njegovom zapažanju, obrazovni sistemi Kine i Singapura su veoma različiti.

Pred kraj semestra, autor [6] je na oba univerziteta izvršio istraživanje kako bi saznao u kojoj meri su studenti zadovoljni nastavom i da li su se susretali sa nekim problemima prilikom korišćenja AutoCAD programa. Na fakultetu u Kini učestvovalo je 124 studenata, a na fakultetu u Singapuru 80 studenata. Problemi su podeljeni u tri grupe:

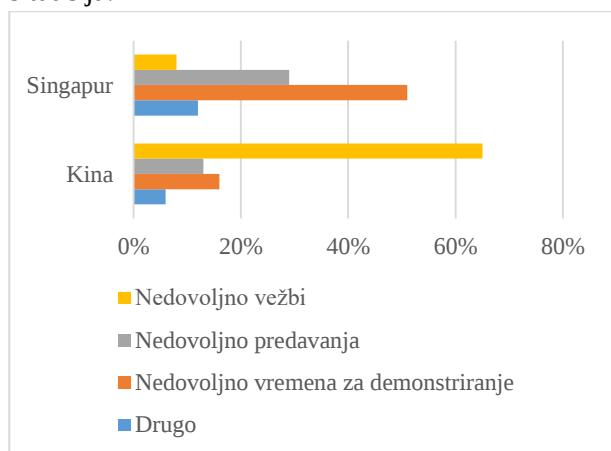
1. Problemi koji utiču na studente usled rada u AutoCAD programu.
2. Problemi koji utiču na studente za vreme nastave.
3. Problemi koji utiču na studente usled testiranja znanja.

Prema rezultatima prikazanim na Slici 2 može se zaključiti da mala količina materijala sa predavanja predstavlja najveći problem studentima iz Kine. Oni zahtevaju da se proširi materijal iz 3D modelovanja i da se počne sa obukom gde će moći da se dodatno usavršavaju u Tianzheng Software programu. Razlog zbog čega su izrazili želju da rade u Tianzheng programu jeste što im on pruža dosta prečica za crtanje. Studenti iz Singapura se slažu da je korišćenje prečica za crtanje dosta brže i efikasnije od korišćenja kursora, pa iz tog razloga smatraju da bi im uvođenje Autodesk Inventor programa olakšalo proces učenja. Svakako njihova nastava daje mogućnost dodatnog usavršavanja u Autodesk Inventor programu, jer Tianzheng nije toliko zastupljen u Singapuru.



Slika 2 - Problemi koji utiču na studente u Kini i u Singapuru usled rada u AutoCAD programu [6]

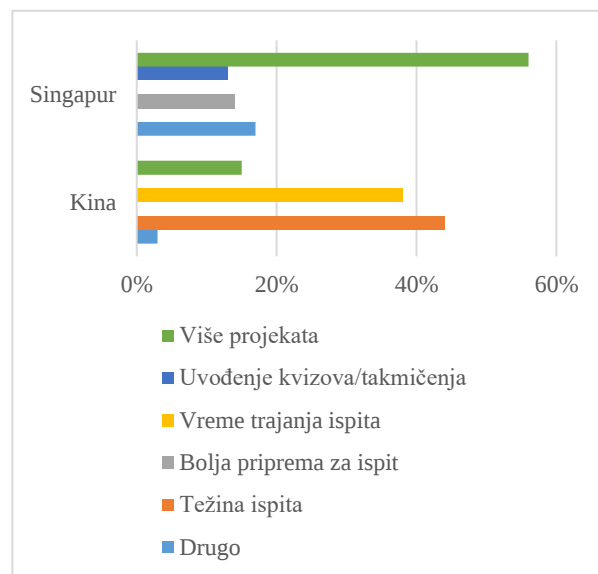
Činjenica je da u Kini usavršavanje studenata traje duže. Prema tome, studenti u Kini bolje shvataju suštinu predmeta i poseduju veće znanje od studenata u Singapuru. Što se tiče vođenja nastave, na Slici 3 se vidi da je u Kini veći fokus na teorijskom predavanju nego na praktičnom, ali da su profesori voljni da pomognu prilikom crtanja u programu. Dok je u Singapuru obrnuta situacija.



Slika 3 - Problemi koji utiču na studente u Kini i u Singapuru za vreme nastave [6]

Prilikom polaganja ispita, studenti u Kini su u obavezi da za tačno određeno vreme odrade crtež zadatog objekta i da ga kotiraju. Dok je u Singapuru situacija opuštenija, jer studenti smeju da koriste beleške. Na osnovu toga su rezultati ankete očekivani, što se može videti na Slici 4. Studenti iz Singapura žele više materijala za vežbanje u toku nastave kako bi se što bolje spremili za polaganje ispita, a studenti u Kini su se najviše žalili na komplikovane crteže koje

dobijaju na ispitu, za koje je potrebno mnogo vremena da se nacrtaju.

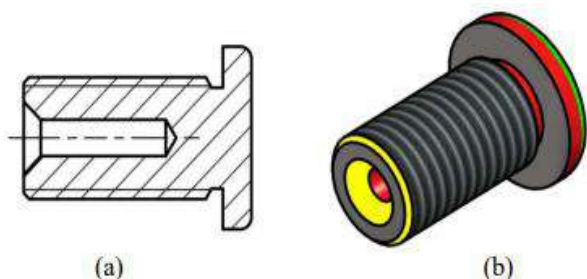


Slika 4 - Problemi koji utiču na studente u Kini i u Singapuru usled testiranja znanja [6]

Na državnom Tehničkom fakultetu „Nosov Magnitogorsk“ u Rusiji primenjuju se savremene metode i alati za projektovanje. Prateći takve metode učenja koje su razvijene na katedri, studenti se tokom celog obrazovnog procesa usavršavaju za rad u programima kao što su AutoCAD, Autodesk Inventor i Kompas-3D i u obavezi su da ih koriste pri izradi seminarski i diplomskih radova. Prema rečima autora [7], osnovna znanja stečena na prvoj godini se unapređuju na daljim kursovima. Neki od tih kurseva su primenjena mehanika, projektovanje metalnih konstrukcija, osnove projektovanja itd. Na časovima primenjene mehanike studenti vrše proračune i određuju geometrijske parametre raznih mašinskih delova. Sa druge strane, studenti završnih godina stiču teorijska znanja i praktične veštine za rešavanje kompleksnih zadataka.

Kako tvrdi grupa autora iz Rusije [8], nacrtana geometrija kao jedna od osnovnih disciplina koja pruža priliku inženjerima da rade sa 3D geometrijskim objektima, ne može da se distancira od savremenih 3D tehnologija. Već nekoliko godina se razvija i testira metodologija za usavršavanje učenika. Predavanja traju sat vremena, dok praktična nastava može trajati i do dva sata (na nedeljnom nivou). Ceo kurs se može podeliti na tri dela: rad u AutoCAD programu,

učenje teoretskog i praktičnog dela nacrtne geometrije i usvajanje novih metoda za rešavanje određenih problema 3D modelovanja. Prvi i drugi deo kursa u prvih šest nedelja su kombinovani. Na praktičnoj nastavi se prvo uči crtanje „ravnih“ crteža, odnosno 2D crteža, nakon čega dolazi i 3D modelovanje. Primer se može videti na Slici 5. Na kraju semestra, studenti imaju mnogo bolje sposobnosti vizualizacije novih modela.



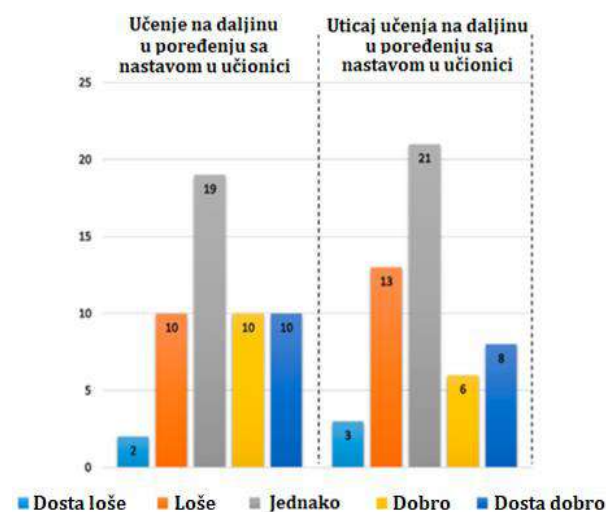
Slika 5 - Prikaz skice (a) i 3D modela (b) [8]

Autorka [9] je primetila da 3D crtanje i štampanje utiče pozitivno na studente. U sklopu STEM kampa (kampa za nauku, tehnologiju, inženjerstvo i matematiku) u Teksasu, studenti su imali zadatak da za dve nedelje nacrtaju i odštampaju neki objekat. Vršeno je istraživanje na osnovu njihove motivacije, interesovanja, matematičkih i tehničkih sposobnosti. Pre početka projektovanja postavljeno im je nekoliko pitanja o tome koliko su sposobni i zainteresovani za rad u AutoCAD programu, a zatim su im ta ista pitanja bila postavljena nakon urađenog zadatka. Anketa je pokazala da su rezultati nakon projektovanja 3D objekta bili veći u odnosu na rezultate pre rađenja zadatka.

Pandemija je imala značajan uticaj na inženjersko obrazovanje. Predavanja koja su se odvijala uživo su zamenjena onlajn predavanjima. Autori [10] su napravili anketu kako bi videli iskustva studenata prve godine mašinstva iz Švedske sa onlajn nastave. Studenti su prema skali od 1 (dosta loše) do 5 (dosta dobro) odgovarali na pitanja:

- Kako je na Vaše učenje uticala onlajn nastava u poređenju sa tradicionalnom nastavom u učionici?
- U kojoj meri ste bili pod pritiskom zbog onlajn nastave u poređenju sa tradicionalnom nastavom u učionici?

Prema Slici 6 se može zaključiti da su studenti u principu zadovoljni onlajn nastavom, ali da je nedostatak društvenih interakcija i diskusija pomalo učinio da se osećaju pod stresom.



Slika 6 - Rezultati ankete o uticaju onlajn nastave na studente u Švedskoj [10]

### 3 PRIMENA CAD PROGRAMA U OBLASTI MAŠINSKOG INŽENJERSTVA

CAD programi su postali glavni alat u različitim industrijama podstičući razvoj proizvoda, mašina, vozila i ostalih infrastruktura [11].

Kao primer upotrebe CAD programa u automobilske industrije može se izdvojiti rad u kome je opisana izrada kućišta cilindra motora. Jednocilindrični motor Hatz 1D81 ima ugrađen sistem hlađenja motora vazduhom, a cilj je bio zameniti to kućište i konstruisati ga tako da hlađenje bude s rashladnom tečnošću. Konstruisanje 3D modela kućišta cilindra je izvršeno u **SOLIDWORKS** programu, nakon čega je model prebačen u .stl datoteku, spreman za 3D štampanje [12].

Korišćenje **Autodesk Inventor** programa u cilju konstruisanja toplovodnog kotla predstavlja još jedan primer upotrebe CAD programa u mašinskom inženjerstvu. Cilj je bio da se ispita uticaj naslaga kamenca na stanje termičkih napona i deformacija u delovima strukture toplovodnog kotla primenom metode konačnih elemenata. Nakon konstruisanja toplovodnog kotla u Autodesk Inventor programu, kreiran model je

prebačen u **ANSYS Workbench** program, gde je odrađen termomehanički proračun toplovodnog kotla [13].

U firmama Šinvoz i Davos Production u Zrenjaninu, iz intervju sa inženjerima, gde su zaposleni podelili svoja stručna mišljenja o programima za crtanje sa kojima se svakodnevno susreću, primećeno je da programi koji se najviše koriste su AutoCAD i CATIA V5.

Prema rečima inženjera **CATIA** program, za razliku od **SOLIDWORKS** programa, je bolji pri razvijanju limova na kojima su oborene ivice iz razloga što je podešavanje K faktora (faktora savijanja) preciznije. **AutoCAD** je dobar jer omogućava brzo crtanje geometrijski jednostavnijih modela. Isto tako je dobar i prilikom izmena već postojećih modela. Kao prednost **SOLIDWORKS** programa su izdvojili nižu cenu licence.

Za mane programa su izdvojili to da AutoCAD program nije u potpunosti namenjen za 3D modelovanje elemenata i sklopova. Što se tiče **SOLIDWORKS** programa, neke od mana koje su naveli su da ne pruža dobre rezultate usled razvijanja limova, da se često dešava da program ne identifikuje metapodatke (engl. metadata - informacije o podacima. U CAD programima oni pružaju dodatne informacije o modelu.) kod .stp modela i da ponekad program ne uspe da pronađe neku komponentu u sklopu što utiče na to da ne može da prikaže ceo sklop.

#### **4 UTVRĐIVANJE ZNANJA I MOTIVISANOSTI STUDENATA O CAD PROJEKTOVANJU NA TEHNIČKOM FAKULTETU „MIHAJLO PUPIN“ U ZRENJANINU**

Kako bi se dokazao nivo znanja i motivisanosti o CAD projektovanju, sprovedeno je istraživanje u okviru master rada [14] nad studentima Tehničkog fakulteta „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu, u 2022/23. školskoj godini. U istraživanju je učestvovalo:

- 15 studenata (6 studentkinja i 9 studenata) prve godine, sa smerova Mašinsko inženjerstvo i Industrijsko inženjerstvo u eksploataciji nafte i gasa (predmet:

Tehničko crtanje sa kompjuterskom grafikom)

- 13 studenata (1 studentkinja i 12 studenata) druge godine, sa smerova Mašinsko inženjerstvo i Industrijsko inženjerstvo u eksploataciji nafte i gasa (predmet: Računarsko projektovanje)
- 11 studentkinja treće godine, sa smeru Odevno inženjerstvo (predmet: Računarsko projektovanje)

Postavljene su hipoteze da bi se dokazalo istraživanje.

- **Glavna hipoteza:** Studenti su sposobni za projektovanje objekata u AutoCAD i AutoCAD Mechanical programu nakon završenog kursa.
- **Pomoćna hipoteza:** Poznavanje rada u AutoCAD i AutoCAD Mechanical programu pozitivno utiče na studente da budu više zainteresovani za CAD/CAM tehnologiju i da brže usvajaju novo znanje i veštine kada je reč o ostalim CAD programima.

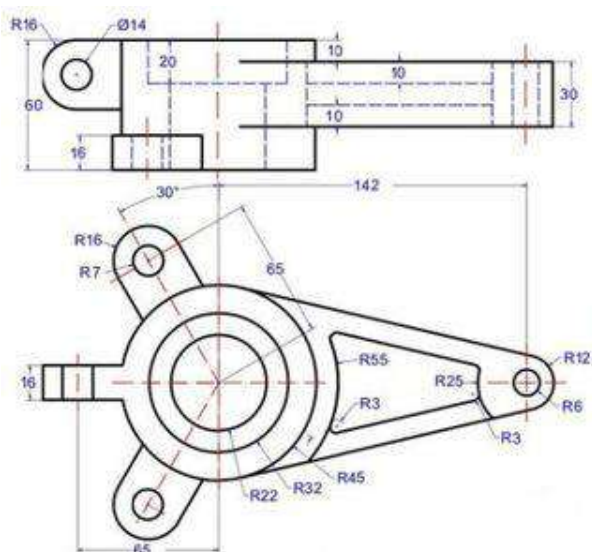
Nastava je trajala 15 nedelja, tokom zimskog semestra. Na nedeljnom nivou se obrađivala jedna lekcija, održavala su se 4 termina, 2 za predavanja i 2 za vežbe.

Na početku kursa, kroz konstruisanje jednog mašinskog elementa, studentima su pokazane tehnike crtanja u AutoCAD programu. Nakon toga su studenti vežbali crtanje ostalih sličnih primera, ponavljajući postupak više puta uz konstantni nadzor profesora. Od 20 primera za vežbanje, na ispitu im je dat 1 primer. Predavanje je bilo frontalno, dok su vežbe održavane u timskom obliku rada. Svakom studentu je obezbeđen računar za rad.

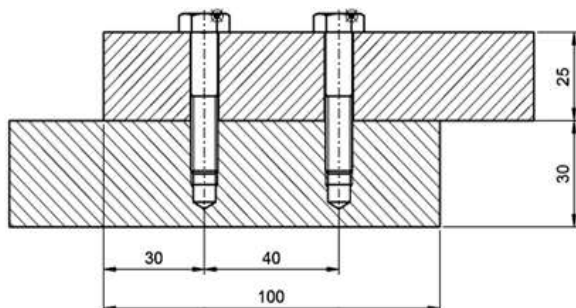
Važno je napomenuti da su se studenti prve godine, koji su pohađali kurs iz predmeta Tehničko crtanje sa kompjuterskom grafikom, bavili samo 2D crtanjem. 3D modelovanje i rad u AutoCAD Mechanical programu se uči tek u drugoj i trećoj godini iz predmeta Računarsko projektovanje.

Na kraju kursa, kako bi se studenti što bolje spremili za ispit, dat im je priručnik u vidu literature, koji se nalazi u master radu [14] u kome

je kompletno opisan postupak 2D crtanja i 3D modelovanja jednog mašinskog elementa. Na samom ispitu, studenti su dobili zadatak da odrade 2D crtanje i 3D modelovanje mašinskog elementa sa *Slike 7* u AutoCAD programu. Pored toga, imali su zadatak da u programu AutoCAD Mechanical konstruišu dve zavrtnjske veze sa dve nalegle ploče, sa *Slike 8*, prema pravilima i standardima projektovanja [14]. Studenti prve godine su radili samo 2D crtež mašinskog elementa. Studenti druge i treće godine su projektovali ceo mašinski element, uključujući 2D crtanje i 3D modelovanje. Pored čega su imali i zadatak u AutoCAD Mechanical programu.



Slika 7 - Primer mašinskog elementa sa ispita [14]



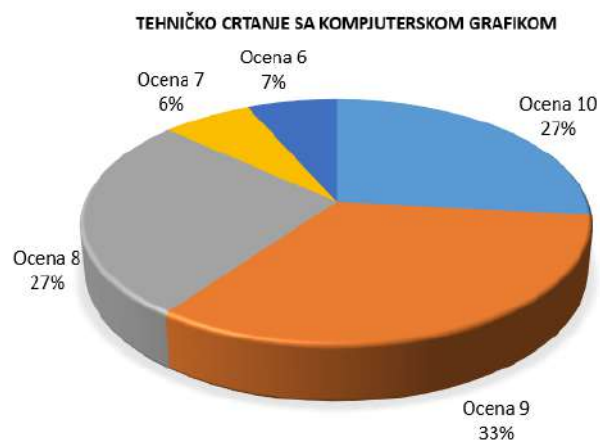
Slika 8 - Dve zavrtnjske veze sa dve nalegle ploče [14]

#### 4.1 Diskusija o ostvarenim rezultatima studenata na ispitu

Glavna hipoteza koja je postavljena u radu je potvrđena prikupljanjem ocena studenata nakon završenog ispita.

Predmet Tehničko crtanje sa kompjuterskom grafikom je položilo 15 studenata sa smerova

Mašinsko inženjerstvo i Industrijsko inženjerstvo u eksploataciji nafte i gasa [14]. Rezultati su prikazani na *Slici 9*.

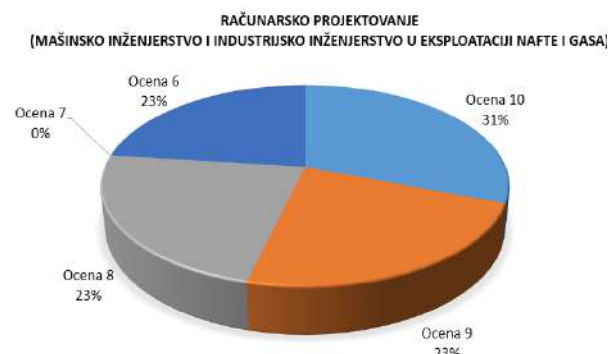


Slika 9 - Ocene studenata iz predmeta Tehničko crtanje sa kompjuterskom grafikom [14]

Srednja vrednost zaključenih ocena iznosi 8,66. Može se zaključiti da su studenti uspešno savladali ovaj kurs, odnosno da su stekli dovoljno znanja za dalje usavršavanje iz ove oblasti.

Predmet Računarsko projektovanje je položilo ukupno 24 studenata, tačnije 13 studenata sa smerova Mašinsko inženjerstvo i Industrijsko inženjerstvo u eksploataciji nafte i gasa i 11 studentkinja sa smerova Odevno inženjerstvo [14].

Srednja vrednost zaključenih ocena na smerovima Mašinsko inženjerstvo i Industrijsko inženjerstvo u eksploataciji nafte i gasa iznosi 8,38 (*Slika 10*).



Slika 10 - Ocene studenata iz predmeta Računarsko projektovanje (Mašinsko inženjerstvo i Industrijsko inženjerstvo u eksploataciji nafte i gasa) [14]

Srednja vrednost zaključenih ocena za smer Odevno inženjerstvo iznosi 9,45 (*Slika 11*).

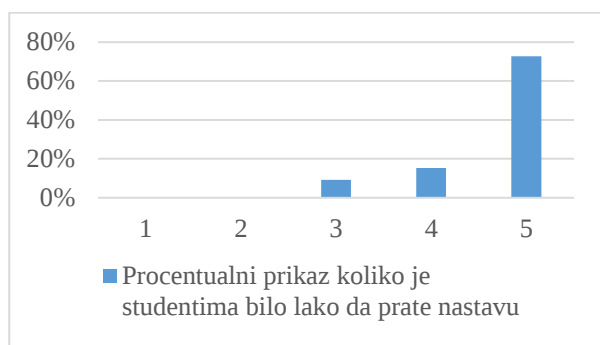


Slika 11 - Ocene studenata iz predmeta Računarsko projektovanje (Odevno inženjerstvo) [14]

Na osnovu ocena iz ovog predmeta se takođe može reći da su studenti uspešno savladali gradivo.

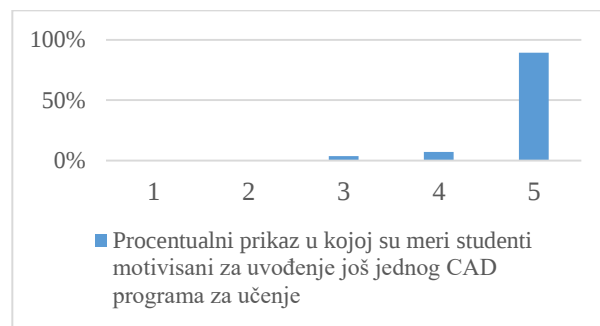
#### 4.2 Diskusija o rezultatima ankete o uticaju korišćenja CAD programa na studente

U cilju potvrđivanja pomoćne hipoteze, sprovedena je anketa koja pokazuje kako je na studente uticalo korišćenje AutoCAD i AutoCAD Mechanical programa tokom nastave, odnosno u kojoj meri su studenti zainteresovani za usvajanje novog znanja iz ove oblasti nakon završenog kursa [14]. Na većinu pitanja je bilo potrebno odgovoriti zaokruživanjem jednog od ponuđenih brojeva od 1 (Uopšte se ne slažem) do 5 (Potpuno se slažem), čiju tvrdnju studenti smatraju najtačnijom. Na poslednja 2 pitanja studenti su dali kratke odgovore na osnovu ličnog zapažanja i mišljenja. Anketu su popunjavali studenti sa Tehničkog fakulteta „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu, nakon ispita.



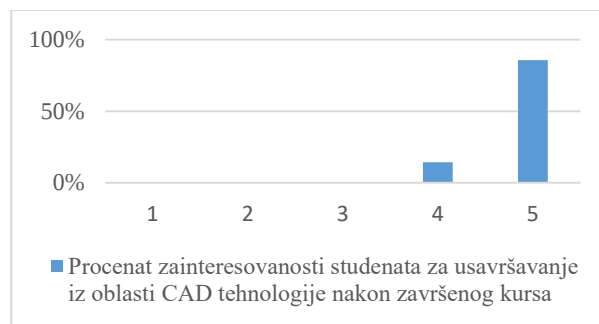
Slika 12 - Grafikon koji prikazuje koliko je studentima bilo lako da prate nastavu [14]

Prema rezultatima za tvrdnju „Smatram da bi bilo korisno uvesti još jedan CAD program za učenje“ oko 90% studenata se slaže sa ovom tvrdnjom (Slika 13). Srednja vrednost dobijenih rezultata za ovu tvrdnju iznosi 4,89 [4].



Slika 13 - Grafikon koji prikazuje u kojoj su meri studenti motivisani za uvođenje još jednog CAD programa za učenje [14]

Na osnovu rezultata na tvrdnju „Voleo/la bih da steknem nove veštine i znanja iz ove oblasti“ zaključuje se da su svi studenti zadovoljni kursom i da su zainteresovani za dalje usavršavanje (Slika 14). Srednja vrednost dobijenih rezultata za ovu tvrdnju iznosi 4,89 [4].



Slika 14 - Procenat zainteresovanosti studenata za usavršavanje iz oblasti CAD tehnologije nakon završenog kursa [14]

Rečeno im je da navedu probleme sa kojima su se susretali u toku nastave. Na osnovu odgovora, može se zaključiti da su studenti imali malih poteškoća da isprate gradivo o 3D modelovanju. Zbog toga su zahtevali više crteža za vežbanje i dali predlog da se organizuju dodatne sekcije, pa čak i konferencije i takmičenja iz oblasti CAD projektovanja, kako bi nastava bila što zanimljivija. Nekoliko njih se dosetilo da bi bilo korisno prikazati i značaj 3D štampe. Još jedan od

problema predstavljaju starije verzije programa koje je potrebno ažurirati [14].

Na pitanje „Koji su po Vašem mišljenju benefiti ovakvog kursa?“ studenti su odgovorili da je pri zapošljavanju u struci bitno poznavanje određenih CAD programa [14].

## 5 ZAKLJUČAK

Pisanjem ovog rada želja je da se prikaže koliko su studenti motivisani za unapređivanje vještina projektovanja u CAD programima i da se pruži podrška stručnom kadru prilikom analiziranja situacije na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu. Nakon završenih studija, što su studenti zainteresovaniji za rad u struci to je veća šansa da ostvare bolje rezultate u radu.

Glavna hipoteza u radu je potvrđena na osnovu ocena studenata nakon polaganja ispita. Prema konačnim ocenama se zaključuje da su studenti Tehničkog fakulteta „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu kvalifikovani za rad u AutoCAD i AutoCAD Mechanical programu nakon što su odslušali kurs.

Prema anketi o zainteresovanosti studenata za rad u CAD programima, zaključuje se da većina studenata ima želju za daljim usavršavanjem. Čime je i pomoćna hipoteza potvrđena.

Bitna stvar koju treba istaći jeste da je veliki broj studentkinja na Tehničkom fakultetu „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu zainteresovan za CAD tehnologiju. Prema mnogim studijama [15,16], žene još u ranom dobu postaju obeshrabrene i demotivisane za STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) oblasti. Srećom, dosta je njih koje su uspele da ostvare uspeh i koje sada predstavljaju inspiraciju ostalim ženama. Predlog da se buduća istraživanja više fokusiraju na ovu temu je jedan od vidova podrške ženama u STEM-u.

## 6 LITERATURA

- [1] Vuković, V., Vuković, M., Knežević, I., & Bojanić, M. (2015). Osnove mašinstva - prvo izdanje. *Bosna i Hercegovina: Univerzitet za poslovni inženjering i menadžment Banja Luka*
- [2] Palinkaš, I., Ašonja, A., Desnica, E., & Pekez, J. (2016). Application of Computer Technologies (CAD/CAM Systems) for Quality Improvement of Education. *Serbia: Vo. XIV, no. 1 (February), pp. 179-184.*
- [3] Buckley, J., Seery, N., & Canty, D. (2018). Heuristics and CAD modelling: An examination of student behaviour during problem solving episodes within CAD modelling activities. *International Journal of Technology and Design Education, 28(4), 939–956.*
- [4] Gelmez, K., & Arkan, S. (2021). Aligning a CAD course constructively: Telling-to-peer and writing-to-peer activities for efficient use of CAD in design curricula. *International Journal of Technology and Design Education.*
- [5] Chester, I. (2008). 3D CAD: Modern technology - outdated pedagogy. *Design and Technology Education: An International Journal, 12(1), 7–9.*
- [6] Ma, J., Jin, H., & Wang, Y. (2021). Discussion of Teaching of AutoCAD in China and Singapore. *Second International Conference on Humanities, Arts and Social Sciences. China: Ningbo Institute of Technology, Zhejiang University.*
- [7] Zalilov, R., Reshetnikova, E., Savelyeva, I., Svistunova, E., Rebezov, M., Goncharov, A., Krasnikov, S., Nikolaeva, S., & Odinkova, E. (2020). CAD Systems and Computer Graphics in the Training of Specialists in the Field of Mechanical Engineering. *Russia: Journal of Critical Reviews*
- [8] Valerievich Telegin, V., & Viktorovich Telegin, I. (2020). 3D Modeling in AutoCAD as a Basic Component of the Initial Training of Mechanical Engineers. *Russia: International Transaction Journal of Engineering, Management, & Applied Sciences & Technologies. Lipetsk State Technical University - Institute of Mechanical Engineering, Moscow*
- [9] Kwon, H. (2015). Effects of 3D Printing and Design Software on Students' Overall Performance. *USA: A&M University, Texas*
- [10] Dagman, A., & Wärmefjord, K. (2022). An Evidence-Based Study on Teaching Computer Aided Design in Higher Education during the COVID-19 Pandemic. *Sweden: Department of*

*Industrial and Materials Science, Chalmers  
University of Technology, Gothenburg*

- [11] Buljubašić, L. (2024). Izrada računalnog modela kompleksne geometrije uz pomoć naprednih CAD alata. *Diplomski rad. Hrvatska: Sveučilište Jurja Dobrile u Puli - Fakultet informatike u Puli*
- [12] Mustapić, L. (2024). Izrada kućišta cilindra eksperimentalnog motora hlađenog rashladnom tekućinom aditivnom proizvodnjom. *Diplomski rad. Hrvatska: Sveučilište u Zagrebu - Fakultet strojarstva i brodogradnje*
- [13] Milčić, D., Živković, D., Stefanović, V., Banić, M., & Mijajlović, M. (2009). Proračun napona i deformacija strukture vrelovodnih kotlova primenom MKE. *Naučni rad. Srbija: Mašinski fakultet u Nišu*
- [14] Petrović, M. (2023). Rad u CAD programima kao osnova za razvoj veština budućih inženjera tehničkih struka. *Master rad. Srbija: Univerzitet u Novom Sadu - Tehnički fakultet „Mihajlo Pupin“ u Zrenjaninu*
- [15] Kahn, S., & Ginther, D. (2017). WOMEN AND STEM. *Working Paper 23525. National bureau of economic research. Massachusetts Avenue. Cambridge, MA 02138*
- [16] Cyr, E. N., Kroeper, K. M., Bergsieker, H. B., Dennehy, T. C., Logel, C., Steele, J. R., Knasel, R. A., Hartwig, W. T., Shum, P., Reeves, S. L., Dys-Steenbergen, O., Litt, A., Lok, C. B., Ballinger, T., Nam, H., Tse, C., Forest, A. L., Zanna, M., Staub-French, S., Wells, M., Schmader, T., Wright, S. C., & Spencer, S. J. (2023). Girls are good at STEM: Opening minds and providing evidence reduces boys' stereotyping of girls' STEM ability. *Canada: Child Development, Volume 95, Issue 2, Pages325-655*
- [17] <https://media.visokatehnicka.edu.rs/2020/12/Materijal-sa-X-predavanja.pdf>  
Pristupljeno: 5.5.2024.
- [18] <https://www.banjaluka.com/magazin/nauka-i-tehnologija/autocad-8-najvaznijih-razloga-zastoga-morate-nauciti/>  
Pristupljeno: 5.3.2024.
- [19] <https://6sense.com/tech/cad-software>  
Pristupljeno: 2.3.2024.