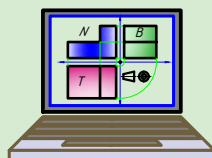
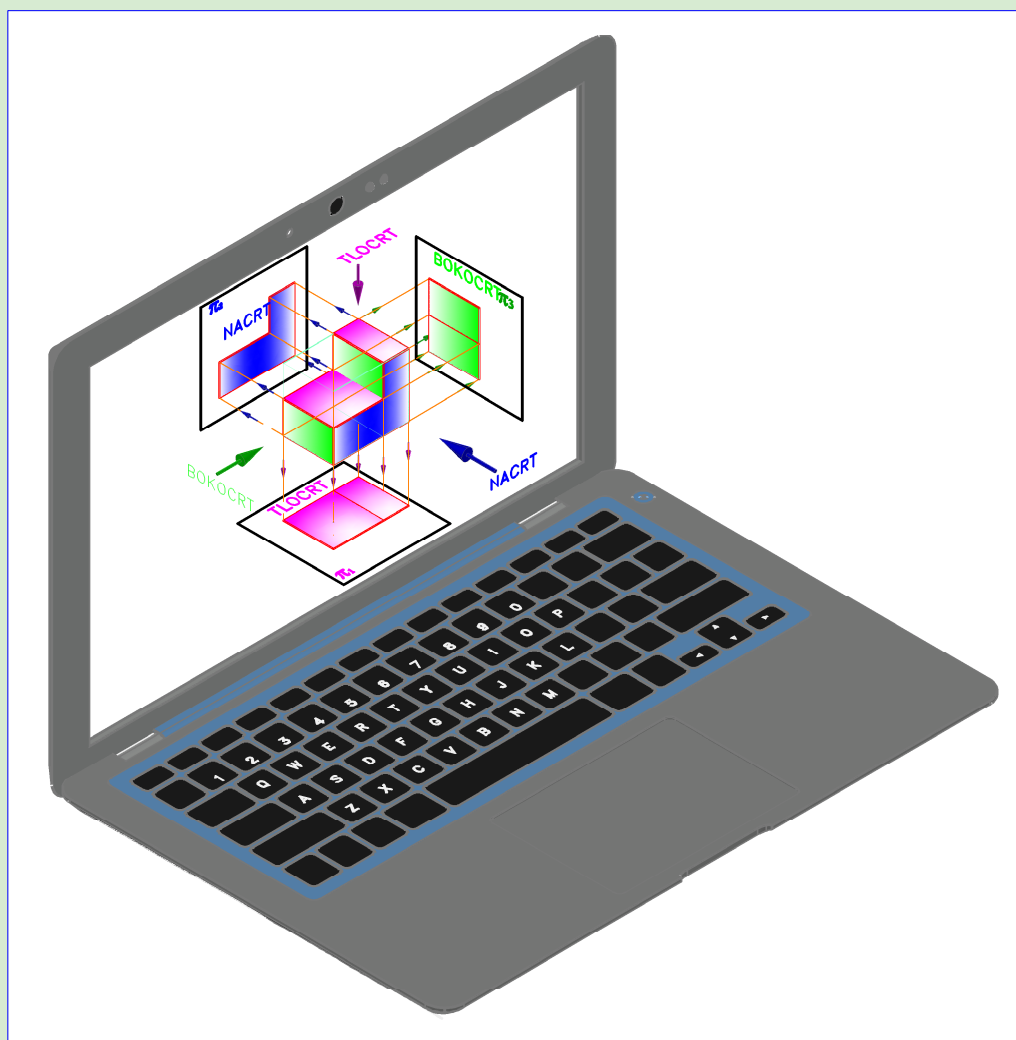


Mato Lučić

CRTANJE POMOĆU RAČUNALA

udžbenik za prvi razred srednjih strukovnih škola



Mato Lučić
NAKLADNIŠTVO

PREDGOVOR

Pred vama je udžbenik *Crtanje pomoću računala*, pažljivo osmišljen kako bi vas uveo u svijet digitalnog projektiranja i tehničkog crtanja u modularnoj nastavi.

Modularna nastava u predstavlja inovativno učenje koje će omogućiti prilagodljivost i individualni pristup obradi gradiva. U tom smjeru je i koncipiran ovaj udžbenik. Udžbenik sadrži objašnjenja i primjere za stjecanje svih potrebnih znanja koja će učenicima omogućiti potpuno samostalnu izradu i čitanje crteža i tehničke dokumentacije u računalnom programu *Auto-CAD®*. Cilj ovog udžbenika nije samo pružiti osnovno znanje o tehničkom crtanju u digitalnom okruženju, već postići zadane ishode učenja skupova ishoda učenja i razviti sposobnost preciznog i jasnog izražavanja ideja kroz crteže koji će onda poslužiti kao osnovu za dalji rad i proizvodnju.

Udžbenik je namijenjen učenicima za učenje temeljeno na radu u modularnoj nastavi u obrazovnim sektorima *Strojarstvo, brodogradnja i metalurgija, te Elektrotehnika i računarstvo*, a za strukovni modul *Crtanje pomoću računala*. Sve što ste do sada crtali pomoću pribora, sada možete brže i jednostavnije nacrtati pomoću ovog ili sličnih programa.

Ovaj udžbenik strukturiran je kroz sljedećih šest ključnih cjelina koje vas vode od prvih koraka u softverskom sučelju do naprednog modeliranja u tri dimenzije:

- **Uvod u crtanje pomoću računala:** upoznat ćete se s osnovama **CAD** sustava, radnim okruženjem i logikom digitalnog konstruiranja.
- **Crtanje u ravnini u AutoCAD-u:** ovladat ćete preciznim **2D** crtanjem, koristeći mnogobrojne alate za kreiranje tehničke dokumentacije.
- **Pomoćni alati za izmjene na crtežima (Modify):** naučit ćete kako efikasno manipulirati postojećim već nacrtanim elementima, kroz alate za kopiranje, zrcaljenje, rotaciju i precizno uređivanje, čime štedite dragocjeno vrijeme.
- **Alati za notiranje (opis) crteža (Annotate):** ovdje ćete ovladat kotiranjem, unosom teksta i tablica i dr., čime vaši radovi postaju čitljivi tehnički dokumenti.
- **Ostali pomoćni alati i ispis crteža:** saznat ćete kako organizirati rad pomoću slojeva (*Layers*), koristiti blokove te pripremiti finalni uradak za ispis u odgovarajućem mjerilu i formatu.
- **Crtanje u prostoru (3D Modeling):** zakoračit ćete u treću dimenziju, crtajući trodimenzionalne jednostavne i složene oblike te pretvarajući *2D* crteže u složena volumna tijela, što je ključno za suvremenu proizvodnju i *3D* ispis.

Za postizanje još boljih rezultata, rad s alatima ili skupinama alata programa dodatno je objašnjen u video tutorialima (ukupno 23) kojima pristupate preko *QR kodova* u udžbeniku kao i na web odredištu (<https://naklada-lucic.hr/nastava/>) što čini posebnost ovog izdanja s integriranim digitalnim sadržajima.

DIGITALNI MATERIJALI



Autor

SADRŽAJ

1. UVOD U CRTANJE POMOĆU RAČUNALA	1
1.1. Uporaba računala u konstrukcijskom uredu	1
1.2. CAD – Computer Aided Design (projektiranje pomoću računala)	2
1.3. CAD radno mjesto	3
1.4. CAD radne tehnike	3
1.5. O programu AutoCAD	5
1.6. Elementi korisničke radne površine AutoCAD-a	6
1.7. Namještanja korisničkih postavki AutoCAD-a	7
1.7.1. Namještanje boje polja za crtanje i veličine križnog pokazivača	7
1.7.2. Ostala namještanja u prozoru Options (mogućnosti)	8
1.8. Uporaba prečaca, funkcijskih i drugih tipki pri radu s AutoCAD-om	9
1.9. Vođenje prikazivanja crteža (Zoom naredbe)	10
1.10. Označavanje (selektiranje) objekata ili crteža (Select)	10
1.11. Brisanje objekata ili crteža (Erase)	11
1.12. Naredba Pan (pomicanje)	11
1.13. Promjena načine rada u AutoCAD-u (Workspace Settings)	12
1.14. Ciljanje točaka mreže (Snap) i karakterističnih točaka (Osnap)	12
1.15. Preslikavanje svojstava objekata (Match Properties)	13
1.16. Mijenjanje svojstava objekata (Properties)	13
Pitanja i zadatci	14
2. CRTANJE U RAVNINI U AutoCAD-u	15
2.1. Pokretanje AutoCAD-a	15
2.2. Koordinatni sustav i crtanje točke (naredba Point)	15
2.3. Crtanje ravnih crta (naredba Line)	16
2.4. Crtanje kruga – kružnica (Circle)	17
2.5. Crtanje segmentnih crta (Polyline)	18
2.6. Crtanje pravokutnika (Rectangle)	19
2.7. Crtanje pravilnih višekutnika (Polygon)	20
2.8. Crtanje kružnih lukova (Arc)	21
2.9. Crtanje elipse (Ellipse)	22
2.10. Crtanje glatkih krivulja (Spline)	23
2.11. Crtanje zraka (Ray)	23
2.12. Crtanje pomoćnih linija konstrukcija (Construction Line)	23
2.13. Crtanje oblačića (Revision Cloud)	24
2.14. Naredbe Divide i Measure	24
2.15. Skiciranje u AutoCAD-u (naredba Sketch)	25
2.16. Naredba Donut (krafna)	25

2.17.	Odabir svojstava crta i objekata (boja, širina i vrsta)	25
	Zadatci za vježbu: izrada jednostavnih 2D crteža u AutoCAD-u	26
3. POMOĆNI ALATI ZA IZMJENE NA CRTEŽIMA (MODIFY)		29
3.1.	Uvod	29
3.2.	Premještanje objekata (Move)	29
3.3.	Brisanje objekata (Erase)	30
3.4.	Preslikavanje objekata (Copy Object)	30
3.5.	Zakretanje objekata (Rotate)	30
	Zadatci za vježbu	31
3.6.	Promjena veličine objekata (Scale)	32
3.7.	Istezanje objekata (Stretch)	32
3.8.	Produljivanje i skraćivanje objekata (Lengthen)	33
3.9.	Prekidanje objekata (Break) i pridruživanje dijelova objekta (Join)	33
3.10.	Rastavljanje objekata na sastavne dijelove (Explode)	34
3.11.	Rezanje viška crta škarama (Trim)	34
3.12.	Spajanje linija krivuljom (Blend Curves)	35
3.13.	Usporedne preslike skupa objekata (Offset)	36
3.14.	Zrcaljenje objekata (Mirror)	36
3.15.	Naredba za poravnanje (Align)	36
3.16.	Spajanje krajeva crta lukovima (Fillet)	37
3.17.	Spajanje crta uporabom zasjeka (Chamfer)	38
3.18.	Višestruko preslikavanje u pravokutnom rasp. (Rectangular Array)	38
3.19.	Višestruko preslikavanje u kružnom rasporedu (Polar Array)	39
	Zadatci za vježbu	40
4. ALATI ZA NOTIRANJE (OPIS) CRTEŽA (ANOTATE)		45
4.1.	Pisanje teksta na crtežu (MText, Text)	45
4.2.	Unošenje kota na crtež (Dimensions)	47
	Zadatci za vježbu	50
4.3.	Crtanje tablica u AutoCAD-u (Table)	55
4.4.	Oblikovanje zatvorenih područja (Region)	56
4.5.	Šrafiranje i sjenčanje površina u AutoCAD-u (Hatch)	57
4.6.	Mjerenja u AutoCAD-u (Measure)	59
	Zadatci za vježbu	60
5. OSTALI POMOĆNI ALATI I ISPIS CRTEŽA		63
5.1.	Stvaranje slojeva i dodjeljivanje objekata sloju	63
5.2.	Odabir mjernih jedinica za crtanje	64
5.3.	Koordinatni sustavi (WCS, UCS)	65
5.4.	Stvaranje i umetanje blokova	66
5.5.	Organiziranje objekata u skupine (Groups)	68

5.6. Pronalaženje crteža na računalu (Find)	68
5.7. Umetanje vanjskih referenci u crtež (xRef)	69
5.8. Središte oblikovanja (DesignCenter)	70
5.9. Ispis crteža na pisaču ili ploteru (Plot)	71
Zadatci za vježbu	75
6. CRTANJE U PROSTORU (3D Modeling)	79
6.1. Uvod u trodimenzionalno crtanje (3D)	79
6.2. Orijentiranje u 3D koordinatnom sustavu	80
6.3. Crtanje osnovnih čvrstih 3D objekata (Box)	80
6.4. Crtanje osnovnih čvrstih 3D objekata (Cylinder i Sphere)	81
6.5. Crtanje osnovnih čvrstih 3D objekata (Polysolid)	82
6.6. Crtanje osnovnih čvrstih 3D objekata (Cone, Wedge, Torus)	83
6.7. Crtanje osnovnih čvrstih 3D objekata (Pyramid i Helix)	83
6.8. Uređivanje čvrstih 3D objekata uporabom hvataljki	84
Zadatci za vježbu	85
6.9. Stvaranje 3D objekata iz dvodimenzionalnih likova (Extrude)	87
Zadatci za vježbu	88
6.10. Stvaranje složenih 3D objekata uporabom UCS-a	90
Zadatci za vježbu	91
6.11. Pravokutne projekcije 3D modela	93
6.12. Navigacija u 3D načinu crtanja	94
6.13. Uporaba drugih alata za 3D modeliranje	96
Zadatci za vježbu	98
7. ZADACI ZA VJEŽBE CRTANJA	101
KAZALO POJMOVA	111
LITERATURA	113