

# 1

## Uvod u tehničko crtanje

### Ključni pojmovi

crtanje na crtaćoj ploči  
pribor za crtanje  
računalom podržano crtanje  
računalna oprema za crtanje

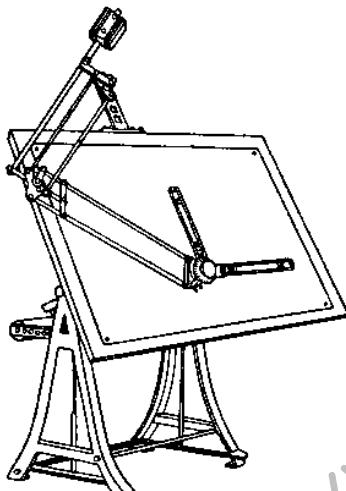
### Ciljevi

- razlikovati crtanje na ploči i pomoću računala
- razumjeti potrebu crtanja na ploči
- nabrojiti pribor za tehničko crtanje i namjenu
- uočiti prednosti crtanja podržanog računalom
- nabrojiti uređaje u sustavu računalom podržanog crtanja

## Crtanje na crtaćoj ploči

Tradicionalna metoda crtanja u tehnici je crtanje pomoću ploče i pribora, poznatije kao crtanje na ploči ili crtaćoj tabli (slika 1-1). Ovaj način crtanja je istisnut iz uporabe zbog računalom podržanog crtanja koji crtačima omogućava brže obavljanje posla, veću preciznost i naknadne izmjene.

Ipak, crtanje na ploči je još uvijek potrebno:



Slika 1-1

Crtaća ploča (tabla)

- u manjim poduzećima te poduzećima koja tehnike crtanja koriste samo povremeno. Ta poduzeća možda trošenje novca na računalnu opremu neće smatrati potrebnim ako korištenjem postojećih ploča za crtanje i uz pomoć zaposlenika mogu udovoljiti potrebama poduzeća.
- kada je potrebna mala promjena na crtežu koji je originalno nastao crtanjem tradicionalnim priborom za crtanje. Tada se izmjene unose izravno na postojeći crtež.
- u većim poduzećima koja mogu imati mnoštvo nacrta izrađenih tehnikom crtanja na ploči, a koji su još u uporabi. Ukoliko je potrebno brzo unijeti neku izmjenu, to je najlakše učiniti na postojećem crtežu crtanjem na ploči.
- kod nekih digitaliziranih crteža koji su originalno izrađeni crtanjem na ploči i preneseni u elektroničku datoteku (koju je moguće mijenjati pomoću crtanja na računalu). Iako osoba koja digitalizira crtež ne treba posjedovati znanja crtanja na ploči, poznavanje ove tehnike pomoći će bržoj i preciznijoj digitalizaciji.

## Računalom podržano crtanje

Računala su u potpunosti promijenila način crtanja u gospodarstvu. Programi (softver) za računalom podržano crtanje (CAD - Computer Aided Design) nastali su kako bi crtačima omogućili crtanje prema svim zahtjevima, tehnikama i vještinama crtanja na ploči.

### Prednosti CAD-a

Računalom podržano crtanje (CAD) je mnogo više od same zamjene tradicionalnih tehnika crtanja. Zbog elektroničkog karaktera dovoljno je fleksibilan za interaktivno korištenje tijekom procesa računalom podržanog oblikovanja i crtanja (CADD - Computer Aided Design and Drafting) kako bi se razlikovao od samog crtanja.

CAD programima se mogu izrađivati tradicionalni, dvodimenzionalni nacrti 2D (u ravnini), većina CAD programa danas, može kreirati trodimenzionalne (3D) modele. Ti se modeli mogu kreirati kao virtualna (zamišljena) 3D geometrijska tijela koja mogu imati materijalna svojstva. Ako je takav model kreiran s izrazitom pažnjom i preciznošću, može se koristiti za:

- proračune i dimenzioniranje elemenata i strojeva,
- stvaran prikaz izgleda budućeg proizvoda kupcima,
- izvođenje raznovrsnih testiranja proizvoda bez izrade fizičkog prototipa,
- izdvajanje bilo kojeg dvodimenzionalnog nacrta za potrebe inženjera, djelatnika kontrole kvalitete i drugih radnika.

## Računalo u proizvodnji

Budući da su danas mnogi proizvodni procesi potpuno ili djelomično upravljeni pomoću računala, računalom podržano crtanje ima mnoge prednosti. CAD crteži u digitalnom obliku mogu biti ulazni podaci za računala koja kontroliraju proizvodni proces te se mogu koristiti za izravno pokretanje proizvodnje proizvoda. CAD/CAM - računalom podržano crtanje/računalom podržana proizvodnja (slika 1-2) i CIM - računalno integrirana proizvodnja neizbjegna su stvarnost svakog velikog proizvodnog poduzeća.

Stariji programi vođenja, poput programa za numeričko upravljanje NC (*Numerical Control*), također su zamijenjeni kako bi se iskoristile prednosti računala. NC strojevi su radili pomoću bušene trake. Položaj rupica na bušenoj traci očitavan je kao numerički podatak prema kojem je stroj izvodio zadanu radnju. Sustav bušene trake je zamijenjen CNC (*Computer Numerical Control*) sustavima, odnosno računalnim numeričkim upravljanjem. Ti sustavi su zadržali numeričko upravljanje, ali s korištenjem programa (softvera) za pretvorbu CAD datoteke u numerički format koji upravljačka jedinica može učitavati.

### Vizualizacija proizvoda

Kupci i ulagači u proizvode rijetko imaju predznanje crtanja ili sposobnost čitanja nacrta proizvoda. Kako bi im pomogli u predočavanju izgleda budućeg proizvoda, crtači i tehnički ilustratori su kreirali tradicionalne raznovrsne slikovne prikaze koristeći zračne kistove i boje. Ove tehnike često ostavljaju pozitivne dojmove, ali njihovo kreiranje oduzima mnogo vremena. CAD modeli čvrstih tijela su alternativa za čiju je izradu potrebno manje vremena. Ako CAD crtež predstavlja model čvrstog tijela, crtež može izgledati kao završni proizvod. U mnogo je slučajeva teško odrediti je li prikazani predmet stvaran ili je prikazan CAD programom. Iako se procesom prikazivanja također gubi vrijeme, on radi s geometrijskim podacima u originalnoj CAD datoteci, tako da je preciznost absolutno zajamčena. Budući da se crtač ne mora brinuti o preciznosti, više se može koncentrirati na umjetničke dojmove (slika 1-3).

Drugi način korištenja vizualizacije uključuje stvaranje 3D slike presjeka. Takve presjeke najčešće koriste inženjeri i crtači da bi slikovno prikazali kako bi dijelovi sklopa (uređaja) trebali istovremeno raditi.

### Testiranje proizvoda

Budući da je kreiranim čvrstim modelima u CAD-u moguće pridružiti stvarne materijale, modeli se mogu koristiti za onoliko testiranja na koliko bi se i novi proizvod mogao podvrgnuti.

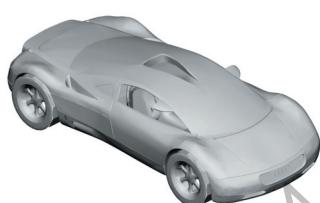
Ranije su projektanti izrađivali fizičke modele u omjeru i testirali ih pomoću zračnih tunela i drugih uređaja. Mnogi su testovi bili uvelike zasnovani na komplikiranim principima matematike i fizike.

Osim simulacija ponašanja materijala pod opterećenjem, koje se mogu odrediti CAD modelima, računalom je moguće programirati i simulaciju utjecaja vremenskih uvjeta.



Slika 1-2

Računalom integrirana proizvodnja



Slika 1-3

Vizualizacija proizvoda

Danas su mnogi testovi ovakvog tipa u potpunosti napravljeni pomoću računala. Testovi su još uvijek zasnovani na kompleksnim zakonima matematike i fizike, no pomoću računala su moguća takva izračunavanja. Projektant može odrediti čvrstoću i uočiti nedostatke proizvoda uz puno manje troškove i u puno kraćem vremenu, izvršavanjem simulacija testova na CAD modelima.



Slika 1-4  
3D Digitalizacija proizvoda

### 3D digitalizacija

U izradi dijelova koji sadrže složene prostorne krivuljne plohe ili umjetničke reljefe koristi se skeniranje plohe dodirom (mehanički) i optički (laserom). Učitavanjem geometrije plohe i pretvorbom analognih podataka u digitalne podatke omogućuje se daljnja obrada ploha u računalu (kao skaliranje, zrcaljenje objekta pri izradi alata) ili je to učitavanje neposredna podloga za tehnologiju izrade na numerički upravljenim strojevima (slika 1-4).

### Kontrola kvalitete

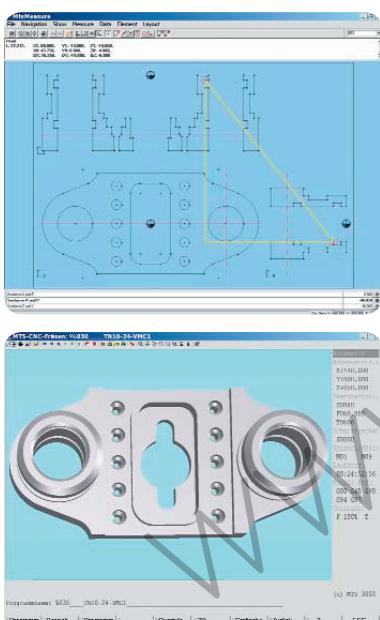
U kontroli kvalitete još se uvijek koriste dvodimenzionalni crteži. Većina CAD programa ima mogućnost izdvajanja dvodimenzionalnih crteža iz virtualnog 3D modela. Ti se crteži po potrebi mogu iscrtati i kontrolirati (slika 1-5).

Crtač mora samo jednom nacrtati model. Sve naknadne modifikacije se automatski prikazuju u svakom području korištenja. Gospodarstvo je, stoga, s entuzijazmom preuzealo CAD ili CADD sustav crtanja.

### Specifičnosti CAD-a

Uporabom CAD-a javljaju se problemi. Jedan od najčešćih problema nema nikakve veze s programima. Naime, odnosi se na način na koji ljudi razumijevaju sustav CAD. Ljudi koji tek počinju raditi u CAD-u, posebno crtači početnici, skloni su oslanjati se na program prepustajući mu odluke koje samo crtač može donijeti. Ipak, program ne osporava dobre tehnike crtanja. On radi gotovo sve ono što crtač naredi. Stoga, CAD programi (softver) nisu zamjena za stjecanje osnovnog znanja i vještine crtanja. Oni su samo alat koji zamjenjuje mnoštvo tradicionalnog pribora za crtanje. I dalje crtač mora imati znanja i vještine ispravnog korištenja pribora i metoda crtanja.

Korištenje CAD sustava zahtijeva početne troškove nabave opreme i programa. Oprema i program, potrebni za funkcionalan rad CAD sustava, zahtijevaju financijske izdatke. Također, računalna oprema može biti nedostupna kada je potrebna izvan ureda. Prijenosna računala i dlanovnici mogu pomoći u rješavanju ovog problema, ali dostupnost i dalje ima značaj.



Slika 1-5  
Kontrola kvalitete

## Pribor za tehničko crtanje

Izrada crteža ručno, obavezno tušem zbog arhiviranja crteža, na crtačoj tabli je spora, male prilagodljivosti i u mnogome zavisi o sposobnosti i urednosti crtača. Primjenom računalom podržanog crtanja od pribora za ručno crtanje u uporabi su ostali:

- tehnička olovka, grafitna (grafitna se olovka prvi put javlja u 18. stoljeću – tvrtka Faber u Njemačkoj) debljine 0,3, 0,5, 0,7 mm i tvrdoće:
  - › meka reda B,
  - › tvrda reda H,
  - › ili srednja HB;
- tehničke olovke punjene tintom - otporne na vodu i svjetlo,
- gumica za brisanje,
- par pravokutnih trokuta  $45-45^\circ$  i  $60-30^\circ$  i ravnala,
- kutomjer,
- krivuljari,
- šestar - bez mijenjanja uzetog položaja s dodatnim umetkom za prihvatanje tehničke olovke,
- trobridno mjerilo.

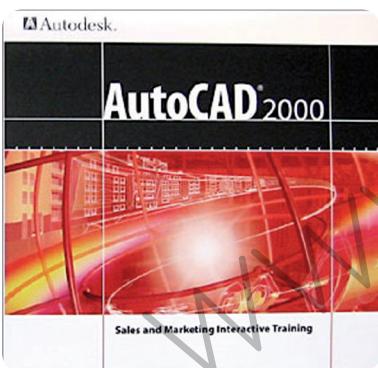
Ovaj se pribor koristi u obrazovanju, skiciranju (u tehničkim objašnjavanjima), u slučajevima nedostupnosti računala i uređaja za iscrtavanje.



Slika 1-6

Pribor za tehničko crtanje: a) olovka, b) gumica, c) trokuti, d) kutomjer, e) šestar, f) krivuljari, g) trobridno mjerilo

## Računalna oprema za tehničko crtanje



Slika 1-7

Programi za crtanje i dizajniranje



Slika 1-8

Grafička ploča za crtanje pomoću računala

Sustav za računalom podržano crtanje (CAD) se koristi za izradu, pregledavanje, pohranu i prijenos na daljinu izvornog crteža u elektronskom obliku. U opremi za oblikovanje i crtanje podržano računalom (CADD - *Computer Aided Design and Drafting*) su uređaji i programi.

*CAD sustav = računalo + ulazni uređaji + izlazni uređaji + CAD programi*

Ulagani uređaji su uređaji za unos podataka: tipkovnica, grafička ploča, digitalizator i miš. U centralnoj jedinici računala je obrada podataka pod ljudskom operativnog sustava u programu za crtanje. Izlazni uređaji su uređaji za ispis i iscrtavanje.

Nephodni uređaji su:

- računalo → s prikladnim procesorom, dovoljno radne memorije i odgovarajuću grafičku karticu. Navođenje karakteristika računala nema smisla jer su zbog napretka svakim danom sve kvalitetnija, jeftinija i manja.

Za izradu manje zahtjevnih crteža i crtanje u 2D može poslužiti i računalo osrednjih karakteristika.

Zaslon → diagonale najmanje 19",

- razlučivosti najmanje 1280 x 1024 točaka,
- osvježavanja slike od najmanje 70 Hz.

Kvalitetu zaslona se ne smije zanemariti zbog opasnosti za vid. Crtanje uz loš zaslon umara oči i izaziva glavobolju.

### Izlazni uređaji

- pisač (laser ili tintni),
- uređaji za iscrtavanje velikih crteža, elektrostatski (ploteri),

### Ulagani uređaji

- uređaj za digitalizaciju crteža (skeneri) - koristi se za učitavanje crteža s papira i pretvorbu u elektroničku datoteku,
- grafička ploča (i svjetlosno pero) - omogućava brži interaktivni rad na računalu (slika 1-8).

### Programi za crtanje

- programi koji podržavaju crtanje i/ili oblikovanje (ACAD, Solid Edge, Catia... (slika 1-7)).



## Ponavljanje

1. Koja je razlika između pojmova *crtanje* i *tehničko crtanje*?
2. Zašto je potrebno znati tehniku crtanja na ploči?
3. Koji se pribor koristi za tehničko crtanje na ploči?
4. Koje su prednosti računalom podržanog crtanja?
5. Ima li nedostataka u crtaju pomoću računala i koji su?
6. Koji su uređaji u opremi za crtanje podržano računalom?
7. Koje su najvažnije komponente u opremi za crtanje pomoću računala?
8. Koji programi podržavaju crtanje pomoću računala?
9. Što znači pojam 2D, a što 3D?
10. Što znači pojam *digitalizacija crtežâ*?



## Za one koji žele više

1. Što znači CAD-CAM?
2. Koja je razlika između pojma CAD i CADD?
3. Što znači pojam *digitalizacija predmeta*?