

## NAČRTOVANJE IN PROIZVODNJA IZDELKOV

Tatjana WELZER, Bogomir HORVAT  
TEHNIŠKA FAKULTETA MARIBOR

UDK: 681.3.014

**POVZETEK** - Referat opisuje prednosti CAD in CAM sistemov. To so sistemi, ki omogočajo konstruiranje, oblikovanje, načrtovanje in proizvodnjo s pomočjo računalnika. Opisane so faze razvoja in izdelave izdelka ter tehnična podatkovna zbirka, ki jo potrebujemo za uspešno delo sistemov za načrtovanje in proizvodnjo izdelkov.

**DEVELOPMENT AND MANUFACTURING OF PRODUCTS:** The paper describes advantages of CAD and CAM systems. This are systems for Computer Aided Design and Computer Aided Manufacturing. Described are development and manufacturing phases of products and technical data base, which we need for succes ul work of CAD and CAM systems.

### 1. UVOD

Izdelke običajno načrtujemo za risalno desko. Ko so odpravljene napake na papirju in je pripravljena vsa potrebna dokumentacija, potrebujemo določen čas za izdelavo modela in njegovo testiranje. Testni rezultati nam omogočajo odkrivanje napak ter popraviljanje in spreminjanje parametrov izdelka v obliko primerno za proizvodnjo. Po uspelem preizkusu modela organiziramo redno proizvodnjo izdelka, ki zahteva različna ročna in strojna orodja ter primerno kvalificirano delovno silo.

Zamudno risanje, odpravljanje napak, testiranje, izdelava modela in uvajanje izdelkov v proizvodnjo so problemi, ki najbolj izstopajo in povzročijo, da izdelek od ideje do izvedbe že zastari. Mnogo teh problemov uspešno rešujejo CAD in CAM sistemi oziroma CAD/CAM sistemi.

### 2. CAD IN CAM

CAD (Computer Aided Design) sistem omogoča konstruiranje, oblikovanje in načrtovanje izdelkov s pomočjo računalniške opreme. Računalniku pri konstruiranju prepuščamo predvsem rutinske naloge. Intenzivnost uporabe računalnika je odvisna od obsega teh nalog. CAD sistem sestavljajo miniračunalnik, masovni pomnilnik, grafični terminal, risalna deska z elektronskim pisalom in sistemska programska oprema. Celoten sistem je načrtovan tako, da omogoča uspešno komuniciranje z uporabnikom. CAM (Computer Aided Manufacturing) je računalniško podprta proizvodnja. Sistem sestavljajo računalniško podprti numerično krmiljeni (NC) stroji in roboti, ki predstavljajo najvišjo stopnjo avtomatizacije.

Osnovna prednost sistemov CAD/CAM je v tem, da odpravljajo pregrado med razvojem izdelka na risalni deski in njegovo proizvodnjo. Omogočajo nam skoraj takojšnjo prilagajanje proizvodnje novih izdelkov, istočasno pa nam nudijo:

- a) Kvaliteto - poveča se kvaliteta izdelka, tako v načrtovanju kakor tudi pri izvedbi. Z uporabo CAD lahko pri konstrukciji izdelka raziščemo več možnih modelov. Natančno lahko raziščemo kritične točke in dosežemo večjo zanesljivost.

- b) Za izvedbo projekta porabimo mnogo manj časa, kot pri klasičnem načinu. Načrti so boljši, manj je nepotrebnih podatkov, testi modelov ob spremembi parametrov so hitrejši.
- c) Izboljša se medsebojna povezanost različnih programov. Izhod nekega programa je lahko istočasno tudi vhod nekega drugega programa.
- d) CAD/CAM sistem nam v nekaterih primerih edini omogoča reševanje zapletenih in obsežnih problemov kot celote.
- e) Pri posameznih projektih v klasičnem primeru sodeluje mnogo različnih strokovnjakov za posamezna področja. Z uporabo CAD/CAM sistema pa se število sodelavcev lahko močno zmanjša.

### 3. RAČUNALNIŠKO PODPRTE FAZE RAZVOJA IN IZDELAVE IZDELKA

Računalniško podprt razvoj in izdelavo izdelka izvedemo v več korakih:

- a) V fazi priprave projektne dokumentacije oblikujemo osnutek projekta izdelka. V njem podamo tehnične podatke in zahteve o izdelku, njegove možne rešitve, prednosti in slabosti. Projektne dokumentacije vsebuje tudi finančno oceno izdelka stroške in čas izdelave, potrebna ročna in strojna orodja ter primerno kvalificirano delovno silo za razvoj in izdelavo izdelka. Oblikovanje takšnega osnutka nam omogoča ustrezen informacijski sistem. Sistem zbira kvalitetne in najnovejše podatke (o materialih, standardih, dimenzijah, lastnostih, značilnostih, meritvah in kvaliteti) skrbi za njihov prenos, obdelavo, shranjevanje in dostavljanje uporabnikom.
- b) Konstruiranje je proces obdelave podatkov, katerih končni rezultat je izdelek oziroma ustrežna informacija o njem. Bistvo faze je iterativnost, saj jo lahko večkrat ponovimo in tako dobimo za isti izdelek več možnih rešitev. Fazo konstruiranja sestavljata še dve podfazi: priprava koncepta in snovanja, nalogi, ki

ju v večini primerov rešuje konstrukter. Da je njegovo delo uspešno, mora razpolagati z množico informacij. Informacije za posamezne izdelke in materiale so lahko ekonomske ali tehnične. Dobimo jih iz ustrezne podatkovne zbirke in iz drugih informacijskih sistemov. Pri tem zahtevamo aktualnost (podatki morajo biti kar se da novi) in natančnost.

- c) Rezultat sinteze oziroma konstrukcije je želeni model izdelka. Preizkušamo lahko abstraktni (teoretični model) ali fizični model (prototipni model, pilotski model, pomanjšani model). Pred izdelavo modela poznamo tehnične zahteve in karakteristike večine agregatov in elementov (agregati so sestavne enote izdelka, elementi pa so sestavne enote le-teh). Ob njihovi združitvi pride do interakcije (medsebojnega vpliva združenih agregatov in elementov). To lahko povzroči spremembo začetnih karakteristik in karakteristiko celotnega prototipa. Zato dejanske karakteristike modela izmerimo in analiziramo s pomočjo različnih testnih programov. Vhodne podatke spreminjamo tako kot se spreminjajo v realnih pogojih delovanja in opazujemo njihove izhodne oziroma končne rezultate, ki jih dobimo v obliki diagramov, izračunov in opisov. Z ustrežno računalniško materialno in programsko opremo lahko rezultate izrišemo na zaslon grafičnega terminala ali na papir. Pričakovani rezultati nas vodijo v izdelavo izdelka in v pripravo dokumentacije. V nasprotnem primeru pa fazo izdelave in preizkus modela izdelka ponovimo.
- d) Izdelava izdelka predstavlja konec razvoja izdelka in začetek njegove serijske proizvodnje, ki jo lahko izvajamo na različne načine. Klasična industrijska proizvodnja poteka za preprostimi "neinteligentnimi" stroji in z velikim deležem žive delovne sile. Pri težjih, nevarnih in monotonih opravilih pa vedno pogosteje uporabljamo numerično krmiljenje - NC stroje. Ob nadaljnji avtomatizaciji proizvodnje lahko pričakujemo, da bodo živo delovno silo zamenjali roboti. Le-ti se v industriji pojavljajo na delovnih mestih s težkimi delovnimi pogoji, kot manipulatorji za prenašanje posameznih agregatov in elementov, za varjenje, barvanje in kontrolo.
- e) Priprava dokumentacije daje izhodne informacije o opravljenih nalogah v prehodnih fazah. Dokumentacijo o izdelku naredimo na osnovi predhodno postavljenih tehničnih zahtev za izdelek in iz rezultatov, ki smo jih dobili pri analizi in testiranju modela. Vsebuje pa tudi tehnične in tehnološke podatke o izdelku in njegovih elementih.

#### 4. ZBIRKA TEHNIČNIH PODATKOV

Za izvedbo opisanih nalog potrebujemo kopico podatkov, karakteristik in standardov o posameznih agregatih in elementih. Podatke hranimo v "informacijskem skladišču", ki ga sestavlja ena ali več podatkovnih zbirk (uporabljamo tudi ime tehnična podatkovna zbirka).

Podatkovno zbirko definiramo kot neredundantno zbirko vzajemno povezanih podatkov, kot množico višjih logičnih zbirk ali kot zbirko podatkov, ki so medsebojno povezani brez nepotrebne redundance in omogočajo optimalno izvajanje najrazličnejših aplikacij. Po svoji strukturi so podatkovne zbirke lahko hierarhične, mrežne ali relacijske.

Hierarhična zbirka je sestavljena iz segmentov. Najvišji nivo ima le en segment - temeljni segment ali izvor. Razen izvora, imajo vsi ostali elementi nad sabo en sam temeljni segment, ki pa je lahko element na višjem nivoju

ležečega temeljnega segmenta. Drevesna struktura je lahko homogena, heterogena, uravnotežena ali neuravnotežena.

Za razliko od drevesne strukture (kjer obstaja za posamezen nivo le en temeljni segment) imamo lahko v mrežni podatkovni zbirki več temeljnih segmentov, kar nam omogoča poljubne povezave med posameznimi elementi. Za mrežo lahko tudi rečemo, da je homogena ali heterogena, odvisno od tipov segmentov, ki jo sestavljajo.

Zanimivo povezavo med elementi oziroma odvisnost med posameznimi segmenti nam daje relacijska zbirka podatkov. Organizirana je v obliki tabele, kar je ugodno predvsem za uporabnika, saj lahko odvisnost med segmenti spremljamo v obeh smereh direktno, medtem ko moramo pri mreži ali drevesu posamezne povezave ugotavljati od nivoja do nivoja.

Pri projektiranju in izdelavi zahtevnejših izdelkov pa potrebujemo več računalnikov. Vsak računalnik skrbi za načrtovanje in izdelavo določenega elementa ali skupine elementov. Za uspešno končno izvedbo izdelka, moramo računalnike povezati med seboj. Na računalniški mreži zgradimo avtomatiziran lokalni tehnično informacijski sistem, ki uporabnikom omogoča kvalitetno delo in ustrezne medsebojne komunikacije.

#### 4.1. KLASIFIKACIJA PODATKOV

Zahtevna naloga pri oblikovanju tehnične podatkovne zbirke je zbiranje podatkov. Raztreseni so po najrazličnejših mestih (v literaturi, priročnikih, dokumentaciji, zahtevah uporabnikov, protokolih, ...). Zato je izredno težko vse te informacije neredundantno zbrati, saj so nekateri izmed naštetih virov večkrat nenatančni in neurejeni.

Zbiranju podatkov sledi klasifikacija, pri kateri podatke sestavljamo v homogene kategorije ali skupine, na osnovi določenih skupnih značilnosti (dimenzija, material, oblika, barva, fizikalne in kemijske lastnosti). Pravilno klasifikacijo dosežemo z uporabo naslednjih pravil:

- natančno definiramo posamezne karakteristike agregatov in elementov,
- določimo logično strukturo podatkov,
- zagotovimo nadaljnje širjenje homogenih kategorij in
- upoštevamo pravila za klasifikacijo.

Po uspehi razvrstitvi oziroma združitvi podatkov v homogene skupine je naslednji korak identifikacija. Vsaki skupini podatkov in vsakemu podatku moramo prirrediti ustrezno šifro ali ključ, ki nam omogoča, da podatek vedno hitro in enostavno najdemo v tehnični podatkovni zbirki. Pri izbiri ključa imamo veliko možnosti, vendar moramo upoštevati omejitve, ki izhajajo iz morebitnih zahtev uporabniških programov in sistema za upravljanje s podatkovno zbirko. Zato ključ izberemo tako, da bomo uporabili čim manj prostora.

#### 5. ZAKLJUČEK

Pri računalniško podprti proizvodnji prihranimo mnogo časa pri konstrukciji in izdelavi izdelka. Preizkusimo oziroma testiramo lahko tudi več možnih rešitev in izberemo najboljšo med njimi, kvalitetna zbirka tehničnih podatkov predstavlja zelo dobro osnovo za dokumentacijo in nadaljnje načrtovanje. Računalniško podprti sistemi za načrtovanje in proizvodnjo izdelkov bodo popolnoma zaživelj ko bomo odpravili nekatere kritične točke. Izboljšati

moramo obstoječe informacijske sisteme, zbiranje in obnavljanje podatkov, uvesti je potrebno sodobno opremo (grafični terminali, risalne deske z elektronskim pisalom, sodobni risalniki), izpopolniti je potrebno robote, dobrodošla pa bo tudi pomoč umetne inteligence.

Pri uvajanju CAD/CAM sistemov, moramo upoštevati tudi ekonomski in socialni vpliv teh sistemov v industriji. Hitrejša in avtomatizirana proizvodnja zmanjšuje namreč število potrebnih delavcev, istočasno pa zahteva tudi velika sredstva za popolno uveljavitev sistema in posodobitev proizvodnje.

## 6. LITERATURA

1. Carl Machover, Robert E. Blauth: The CAD/CAM Handbook Computervision, Bedford 1980
2. Martin Prašnički: Model sistema za avtomatizirano konstruiranje sklopov vozil z računalniško grafiko in miniračunalnikom, Magistrsko delo, VTS Maribor 1981
3. Interface challenges loom for CAM in computer-controlled automation, Electronic Design, November 10 1983, str. 109-127