



Proizvodnja podržana računalom CAM

100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu

100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering
and Naval Architecture
University of Zagreb

6. sem: IIM, PI, RI

10. predavanje 2018/2019

Zagreb, 10. travnja 2019.

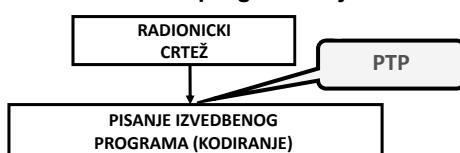


PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

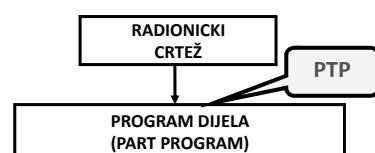
100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering
and Naval Architecture
University of Zagreb



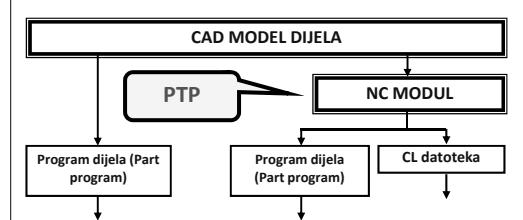
Ručno programiranje



Automatizirano programiranje



Programiranje u CAD/CAM sustavima



Ekspertni sustavi

Tehnike UI

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

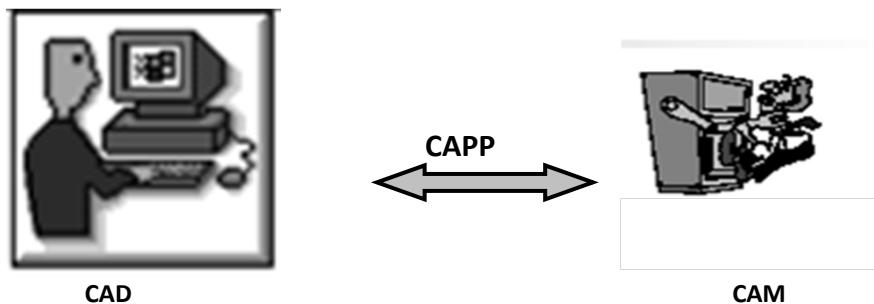
FSB
100

100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Projektiranje tehnološkog procesa



CAD

CAPP

CAM

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

FSB
100

100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Projektiranje tehnološkog procesa

<u>Projektiranje tehnološkog procesa - metode</u>	
tradicionalno (ručno) planiranje procesa	ručno
CAPP - varijantni pristup (principi G.T.)	
CAPP - generativni pristup	

RP, RT i RM

ručno

Pomoću računala

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Projektiranje tehnološkog procesa

```

graph TD
    A[Planiranje procesa pomoću računala] --> B[Variantni pristup]
    A --> C[Generativni pristup]
    A --> D[Semi-generativni pristup]
    
```

Variantni pristup

Planiranje temeljeno na postojećim planovima

- Pronalaženje standardnog plana za slične komponente koristeći postupak izuzimanja plana iz biblioteke planova

Primjeri:

- CAM-I CAPP (Ham, Liu)
- Drilling Operations Planning System - DOPS) Berlin
- Expert Computer-Aided Process Planning (EXCAP) Manderer
- Interactive Computer-Aided Process Planning (I CAPP) Microplan, Pennsylvania

Generativni pristup

Planiranje temeljeno na pravilima planiranja

- Planovi se, za novi dio, generiraju automatski, neovisno o postojećim planovima

Semi-generativni pristup

Primjeri:

- Automatic Machine Programming (AMP)
- Generative Process Planning Systems (GENPLAN)
- Semi Intelligent Process Planner (SIPP)
- ICEM-PART

Primjeri:

- GARI, France
- GCAPPS
- Hierarchical and Intelligent Manufacturing Automated Process Planner (HiMapp)
- Intelligent Process Planner
- Operation Planning Expert (OPEX)
- Technostructure of machining Systems (TOM), Tapon
- MAPP, Tokyo
- TOPAC, Aachen

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Projektiranje tehnoloških procesa

Variantni pristup planiranju procesa

```

graph LR
    A[Kodiranje dijela] --> B[Formiranje familije dijelova]
    B --> C[Preparacija standardnog plana]
    C --> D[Izuzimanje plana procesa]
    D --> E[Standardni plan procesa & Individualni plan procesa]
    F[Kodiranje dijela] --> G[Traženje familije dijelova]
    G --> H[Izuzimanje plana procesa]
    H --> E
    I[Konačni plan procesa] --> J[Izmjene u planu procesa]
    J --> E
    
```

Izuzimanje plana procesa po principima skupne tehnologije

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Projektiranje tehnoškog procesa

Varijantni CAPP

Kodiranje dijela

GT kod

Baza dijelova

Učitavanje postojećeg dizajna

Novi dio

Dizajner proizvoda

Planiranje procesa

Učitavanje postojećih proizvodnih informacija

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

Dr. Britton, Tampere Uni. Of Technology

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Projektiranje tehnoškog procesa

Varijantni pristup planiranju procesa

PROBLEMI KOD PRIMJENE VARIJANTNOG PRISTUPA

1. Sustav se može primjenjivati samo ako već postoji plan za slične obratke.
2. Za modifikaciju standardnog plana ipak je potrebna osoba s iskustvom u planiranju procesa.
3. Sustavi ne generiraju detalje.
4. Varijantni pristup ne može se koristiti u potpuno automatiziranom okruženju, odnosno ne radi potpuno automatizirano.
5. Otežano osuvremenjavanje planova procesa, odnosno uvođenje poboljšanja i novih tehnologija.

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Projektiranje tehnološkog procesa

Varijantni pristup planiranju procesa

Prednosti varijantnog pristupa



1. Kada se jednom uspostavi standardni plan procesa moguće ga je koristiti za planiranje procesa cijelog niza dijelova.
2. U suporedbi s generativnim pristupom, zahtjeva jednostavnije programiranje i instalaciju.
3. Sustav je lako razumljiv i planer procesa ima nadzor nad konačnim planom procesa.
4. Jednostavno ga je savladati i primjenjivati !? (**oprez !!!**)

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Projektiranje tehnološkog procesa

Generativni pristup planiranju procesa

Sustav koji automatski sintetizira, generira, plan procesa za novi dio.

Glavne komponente sustava:

- (i) Opis dijela
- (ii) Baza podataka o izradi
- (iii) Logika odlučivanja (decision making logic) i algoritmi

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture University of Zagreb

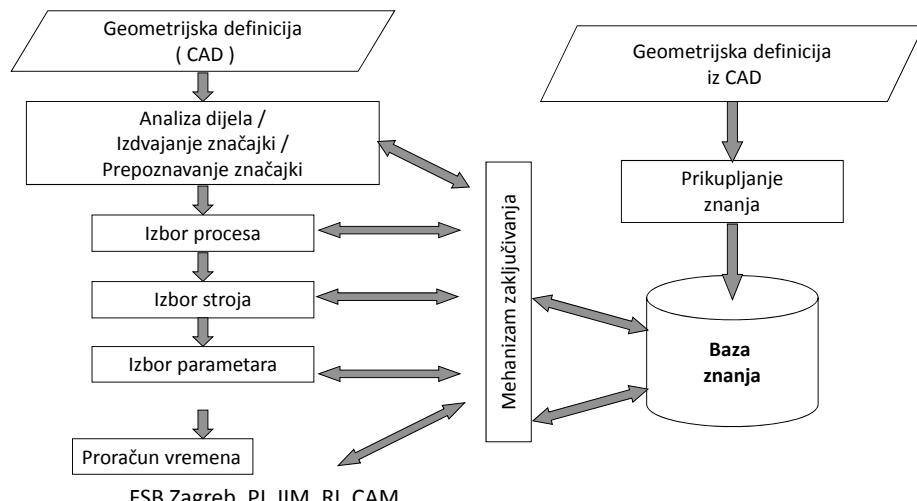


PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Drugačije podjele CAPP sustava

Projektiranje tehnološkog procesa

Generativni pristup



FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

Dr. Britton, Tampere Uni. Of Technology



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture University of Zagreb

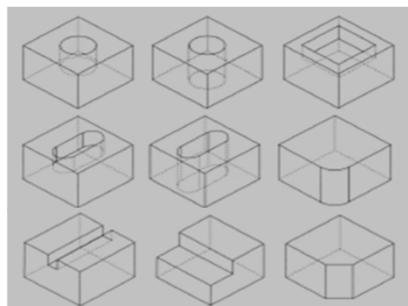


PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

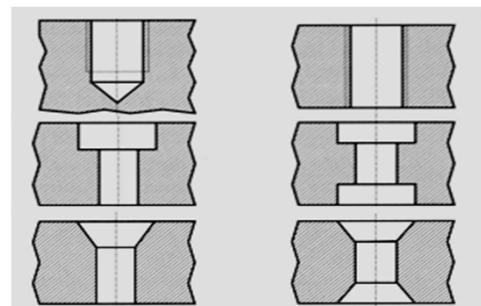
Projektiranje tehnološkog procesa

Generativni pristup planiranju procesa

Značajke



Neki oblici prvrtka



FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Projektiranje tehnološkog procesa

Generativni pristup planiranju procesa



Prednosti generativnog pristupa

1. Brzo generira konzistentne planove procesa;
2. Plan procesa za nove komponente izrađuje se jednako jednostavno kao i za postojeće komponente;
3. Jednostavnije uvođenje poboljšanih i novih tehnologija

Sustav ima potencijal integracije u automatizirane proizvodne (izradbene) sustave i generiranja detaljnih informacija potrebnih za upravljanje.

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Projektiranje tehnološkog procesa

Nedostaci generativnog pristupa

- generativni pristup je kompleksan, a razvoj softver vrlo zahtjevan (razvoj tehnika AI i rezultati na drugim poljima ohrabrivali su njenu primjenu i ovdje, ali postignuti rezultati su ispod očekivanja).
- CAD model najčešće nema sve informacije potrebne za projektiranje tehnologije (napr. tolerancije)
- potrebne su vrlo velike baze znanja kako bi se pokrilo širok spektar geometrije obradaka
- broj mogućih pravila i kombinacija je vrlo velik

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Projektiranje tehnoškog procesa

Drugacije podjele CAPP sustava

Poboljšanja i kompjuterizacija planiranja procesa mogu se pratiti u pet sljedećih evolucijskih faza:

- Faza I. – ručna klasifikacija; standardizirani planovi procesa
- Faza II. – računalno održavanje planova procesa
- Faza III. – varijantno planiranje procesa, CAP
- Faza IV. – generativno planiranje procesa, CAP
- Faza V. – dinamičko, generativno planiranje procesa, CAPP

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Projektiranje tehnoškog procesa

- 1965. - Neibel predstavlja ideju o korištenju računala u planiranju procesa i uvodi pojam CAPP-a. Do 70-tih nije bilo nikakvog napretka zbog ograničenih hardverskih i softverskih mogućnosti tog vremena, te izoliranosti inženjera od "computer aided" tehnologija.
- 1976. je razvijen i prezentiran prvi varijantni sustav. Pod sponzorstvom tvrtke CAM-I, tvrtka OIR je razvila sustav MIPLAN.
- 1977. je razvijen prvi generativni sustav.

Tim događajima počela je primjena CAPP sustava. Predviđanja u vezi primjene CAPP sustava bila su velika, no ispostavilo se da su bila precijenjena, jer još nije postignut očekivani stupanj napretka.

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering
and Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Projektiranje tehnoškog procesa



Grupna (skupna) tehnologija

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering
and Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija



Grupna (skupna) tehnologija je proizvodna filozofija koja koristi sličnosti u atributima kojima se karakterizira dizajn, izrada i montaža (sklapanje) proizvoda. Kod skupne tehnologije GT kod je alfanumerički niz znakova (string) koji, na sažeti način, predstavlja ključne informacije o proizvodu. Usporedba GT kodova dvaju proizvoda je brza i učinkovita metoda za utvrđivanje sličnosti među proizvodima u odabranim atributima. GT kodovi se mogu koristiti za pretraživanje baze proizvoda i za izuzimanje dizajna i plana procesa za proizvode koji su slični danom dizajnu [16], za automatsko generiranje novih planova procesa korištenjem „knowledge-based” sustava i za određivanje obradivosti proizvoda.

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija

Sličnosti u konstrukciji i izradi

- Konstrukcijski (dizajnerski) atributi:
 - Osnovni vanjski oblik (rotacijski, prizmatičan)
 - Osnovne dimenzije
 - Osnovni unutarnji obik
 - Omjer duljina/promjer
 - Materijal
 - Stanje pripremka
- Proizvodni atributi (značajke):
 - Operacije
 - Veličine serija
 - Alatni strojevi i rezni alati
 - Vremena obrade

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija

Familije dijelova

Familija dijelova je skup dijelova koji su slični bilo da posjeduju sličnosti geometrijskog oblika i dimenzija ili sličnosti u procesu izrade.

- Familije dijelova su okosnica grupne tehnologije
- Uvijek postoje razlike u dijelovima koji pripadaju istoj familiji
- Međutim, sličnosti među dijelovima su dovoljne da se dijelovi mogu svrstati u istu familiju

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>

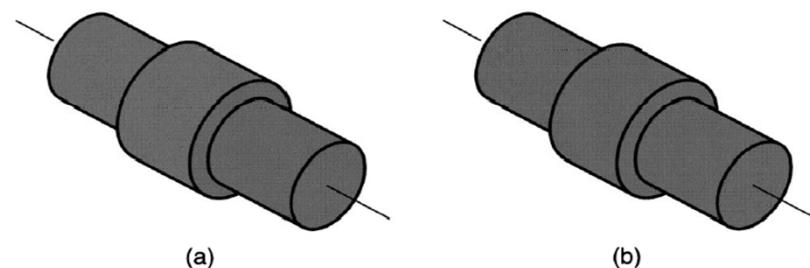


100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija



Dva dijela istovjetnog oblika i veličine, ali s bitno različitim proizvodnim procesom.

- a) 1,000,000 kom/god, tolerancije = ± 0.25 mm, 1015 CR čelik, nickel plate
- b) 100 kom/god, tolerancije = ± 0.025 mm, 18-8 nehrđajući čelik

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>

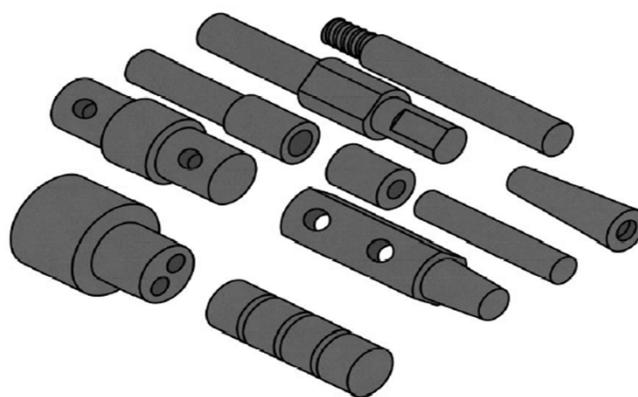


100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija



10 dijelova različitih po obliku i veličini, ali sličnih po proizvodnom procesu. Svi dijelovi se rade od šipkastog materijala tokarenjem, a nakon toga se neki trebaju bušiti i/ili glodati.

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija

Principi grupne tehnologije koriste se odavno, ali se službeni počeci GT vezuju se uz Mitrofanova, a kasnije su svoje doprinose dali brojni autori (Opitz, Wiendhal, Eversheim, ...).

Prva knjiga koja formalizira ideju i koncepte grupne tehnologije izdana je 1958., od autora Mitrofanova:

Mitrofanov,S.P. (1958)
"The Scientific Principles of Group Technology"

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija

KODIRANJE I KLASIFIKACIJA

Kodiranje: dodjeljivanje (pridruživanje) simbola ili niza simbola koji predstavljaju određene informacije

Klasifikacija: protokol koji se koristi pri raspoređivanju velike skupine objekata u pod-skupine

Najprije se utvrđuju svi različiti oblici s kojima se susrećemo, a nakon toga se prepoznaju neke značajke koje definiraju razlike u obliku dijela.

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering
and Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija



Klasifikacija podrazumijeva postupak objedinjavanja (ili raspoređivanja) obradaka u grupe ili klase s jednom ili više zajedničkih geometrijskih, funkcionalnih ili tehnoloških obilježja, kao i formiranje kriterija grupe.

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering
and Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija

Glavne prednosti klasifikacije i kodiranja dijelova

- Potiče i ubrzava formiranje familija dijelova i grupiranje strojeva
- Omogućuje brzo izuzimanje konstrukcijskih i tehnoloških podataka o dijelu
- Smanjuje bespotrebna duplicitacija dizajna
- Omogućuje pouzdanu statistiku
- Racionalizira broj stezanja i smanjuje vremena izrade
- Racionalizira naprave i alate
- Podržava CAPP
- Povećava poudanost izračuna troškova
- Omogućuje bolju iskoristivost alata
- Olakšava i unaprjeđuje programiranje CNC strojeva



FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija

- **Dizajn novoga dijela izaziva trošak**
 - Neke procjene govore o \$1.300-\$12.000 po dijelu
 - 20%-80% novih dijelova su bespotrebni
 - Mnoge tvrtke dizajniraju 100-tine i 1000-e dijelova godišnje
- **Korištenjem postojećeg dijela eliminiraju se bespotrebni koraci i troškovi**
- **Kako pronaći postojeći dizajn, odnosno kako među postojećim dizajnima pronaći "pravi" ?**
 - Po broju crteža ?
 - Po imenu ?
 - Po opisu ?
 - PDM

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija

Skupna tehnologija počinje grupiranjem (svrstavanjem) dijelova u familije, a na temelju njihovih atributa. To je ujedno najveći problem pri prelasku na GT. Za formiranje familija dijelova koriste se tri metode:

- manualno, vizualni pregled (visual)
- klasifikacija i kodiranje (part coding and classification analysis - PCA)
- analiza proizvodnog toka (Production Flow Analysis - PFA)

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija



Manualno, vizualni pregled (uvid)

podrazumijeva raspoređivanje niza dijelova u skupine poznate kao familije dijelova, a na temelju vizualnog pregleda (uvida) "fizičkih" karakteristika dijelova.

Ponekad se isti postupak provodi nad nacrtima dijelova.

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija



Manualo vizualni pregled (uvid)

- netočni rezultati
- ljudska pogreška
- različite osobe daju različita rješenja
- jeftina metoda
- najmanje sofisticirana metoda
- dobra za male tvrtke s malim brojem dijelova

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija

Metoda klasifikacije i kodiranja dijelova
(Part coding and classification analysis - PCA)



Metoda klasifikacije i kodiranja se primjenjuje za klasifikaciju dijelova u familije dijelova.

Kodiranje označava postupak kojim se dijelovima dodjeljuju simboli.

Simboli predstavljaju **konstrukcijske atribute ili atribute dizajna** (design attributes) ili **proizvodne značajke** (manufacturing features) familija dijelova.

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and
Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija

Metoda klasifikacije i kodiranja



Većina sustava za klasifikaciju i kodiranje mogu se, obzirom na atribute, svrstati na sljedeći način:

- Sustavi bazirani na konstrukcijskim atributima dijela
- Sustavi bazirani na proizvodnim atributima dijela
- Sustavi bazirani i na konstrukcijskim i na proizvodnim atributima

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija

Konstrukcijski atributi dijela (design attributes)



- Osnovne dimenzije
- Osnovni vanjski oblik
- Osnovni unutarnji oblik
- Omjer duljina/promjer
- Materijal
- Funkcija dijela
- Tolerancije
- Kvaliteta obrađene površine

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and Naval Architecture
University of Zagreb

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija

Proizvodni atributi dijela (manufacturing attributes)



- Glavni proces
- Redoslijed operacija
- Veličina serije
- Godišnja proizvodnja
- Alatni strojevi
- Rezni alati
- Materijal

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija

Razlike u kodovima, nastale kao posljedica načina dodjele simbola, mogu se svrstati u tri različita tipa koda:

- monokod ili hijerarhijski kod
- polikod ili atributni kod ili ulančani kod
- hibridni ili miješani kod

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>



100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu
100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and Naval Architecture
University of Zagreb



PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Grupna (skupna) tehnologija

Opitz-ov kodni sustav se sastoji od tri skupine znamenaka

Kod Oblika 1 2 3 4 5	Dopunski Kod 6 7 8 9	Sekundarni Kod A B C D
Geometrija dijela i značajke bitne za dizajn	Informacije važne za proizvodnju (polikod)	Proizvodni procesi i proizvodni slijed

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM

<http://www.npd-solutions.com/capp.html>

PROIZVODNJA PODRŽANA RAČUNALOM - CAM

Primjeri CAPP sustava

100 godina Fakulteta
strojarstva i brodogradnje
Sveučilišta u Zagrebu

100 Years of Faculty of
Mechanical Engineering and Naval Architecture
University of Zagreb



Planiranje procesa pomoću računala

Varijantni pristup

Planiranje temeljeno na postojećim planovima

- Pronalaženje standardnog plana za slične komponente koristeći postupak izuzimanja plana iz biblioteke planova

Primjeri:

- CAM-I CAPP (Ham, Liu)
- Drilling Operations Planning System - DOPS) Berlin
- Expert Computer-Aided Process Planning (EXCAP) Manderer
- Interactive Computer-Aided Process Planning (I CAPP) Microplan, Pennsylvania

Semi-generativni pristup

Generativni pristup

Planiranje temeljeno na pravilima planiranja

- Planovi se, za novi dio, generiraju automatski, neovisno o postojećim planovima

Primjeri:

- Automatic Machine Programming (AMP)
- Generative Process Planning Systems (GENPLAN)
- Semi Intelligent Process Planner (SIPP)
- ICEM-PART

FSB Zagreb, PI, IIM, RI, CAM