



**UNIVERZITET U NOVOM SADU**

FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA



**Nastavni predmet:**

# **INTEGRISANI CAPP SISTEMI I TEHNOLOŠKA BAZA PODATAKA**

**Predavanja br. 4:**

*Tehnološka priprema proizvodnje kao funkcija CIM sistema*

**Prof. dr Dejan Lukić**

# Mesto i uloga tehnološke pripreme u CIM sistemu

Savremeni proizvodni sistemi su suočeni sa globalizacijom svetskog tržišta na kome svi žele da nađu svoje mesto i da prošire svoje poslovanje. Proizvodni sistemi koji se oslanjaju na tradicionalne proizvodne tehnologije veoma teško mogu da zadovolje potrebe globalno distribuiranog tržišta jer ne mogu da ispune postavljene zahteve.

Pod pokroviteljstvom USA Nacionalne naučne fondacije realizovana je istraživačka studija u cilju stvaranja vizije konkurentnog proizvodnog okruženja i prirode proizvodnog sistema u vremenu koje dolazi, na osnovu koje je objavljena publikacija "Vizionarski proizvodni izazovi za 2020. godinu". Komitet eksperata je identifikovao najznačajnije tehničke, političke i ekonomske snage za proizvodnju, na sledeći način:

- Sofisticirani kupci će zahtevati proizvode koji su prilagođeni njihovim potrebama,
- Neophodnost brzog odgovora na postavljene zahteve tržišta, uz poboljšane komunikacije i razmenu znanja,
- Kreativnost i inovacije su neophodni u svim aspektima proizvodnih sistema kako bi ostali konkurentni,
- Razvoj inovativnih tehnologija i odgovarajućih tehnoloških i proizvodnih procesa će promeniti obim i razmeru proizvodnje,
- Porastom broja stanovnika i pojavom novih visoko-tehnoloških ekonomija pitanje zaštite životne sredine će biti sve značajnije i posmatranje će biti usmereno na globalni ekosistem,
- Informacije i znanje će se deliti između proizvodnih sistema i tržišta u cilju efikasnog donošenja odluka i
- Globalna distribucija visoko konkurentnih proizvodnih resursa će biti kritičan faktor u organizaciji proizvodnih sistema koji žele da budu uspešni u promenljivom tehničko-tehnološkom, političkom i ekonomskom ambijentu.

Na osnovu pomenute istraživačke studije i objavljene publikacije identifikovano je šest velikih izazova za proizvodnju i savremene proizvodne sisteme:

- Izazovi da se postigne konkurentnost u svim aktivnostima u proizvodnom sistemu,
- Izazovi u integraciji ljudskih i tehničkih resursa u cilju unapređenja učinka i zadovoljstva zaposlenih,
- Izazovi u dinamičnoj transformaciji informacija iz više izvora u korisno znanje koje bi pomoglo u donošenju efikasnih odluka,
- Izazovi u realizaciji proizvodnje sa "nula škarta" i uticajem na životnu sredinu prema odgovarajućim standardima,
- Izazovi u stvaranju rekonfigurabilnih proizvodnih sistema koji su sposobni da brzo reaguju na promenljive zahteve tržišta i
- Izazovi u razvoju inovativnih proizvodnih procesa i proizvoda koji mogu da usvoje i primene tehničko-tehnološke napretke u nauci.

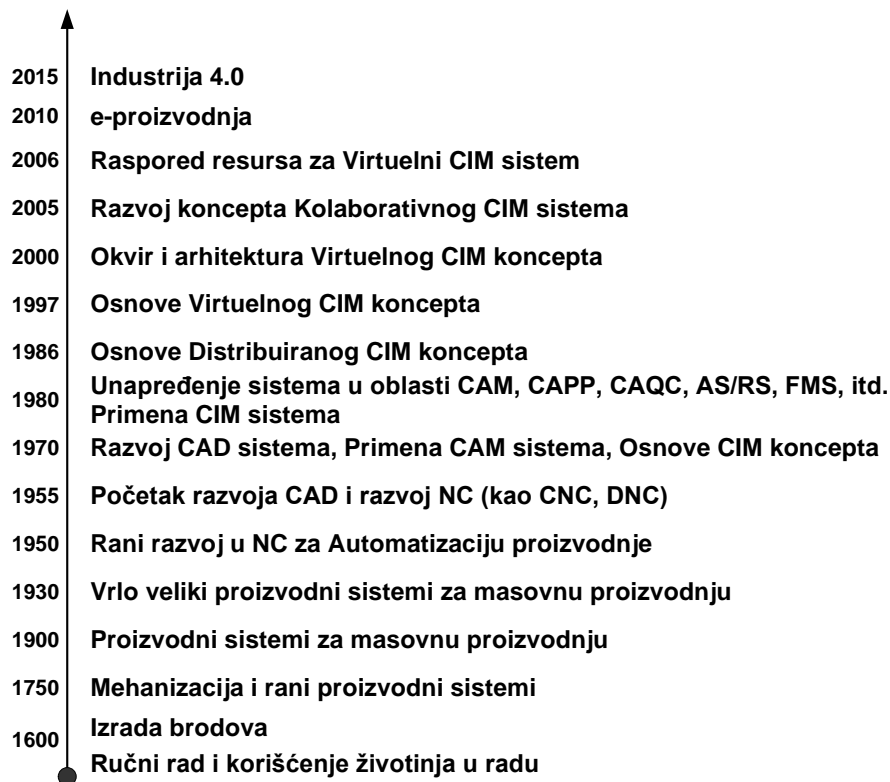
Navedena istraživanja su se u velikoj meri pokazala kao tačna, pa tako proizvodni sistemi koji žele da pridobiju poverenje kupaca i budu lideri na tržištu moraju da budu *fleksibilni, proaktivni, da brzo reaguju na promene, da budu u stanju da brzo i po povoljnoj ceni proizvedu visoko kvalitetne i inovativne proizvode*. Pored toga, oni bi trebalo da budu u stanju da prilagode proizvodnju novim *ekološkim zahtevima*, da *reše socijalna pitanja* i da funkcionišu u okviru dinamičkog geopolitičkog okruženja. Dakle, proizvodni sistemi su primorani da *uvode i razvijaju nove i napredne tehnologije* kako bi ispunili postavljene zahteve.

Jedan od najznačajniji rezultata u ovoj potrazi je rezultirao nastankom CIM koncepta, čiji je i osnovni cilj ostvarivanje navedenih zadataka "idealne" proizvodnje. Ovaj koncept je prvobitno predložen od strane Džozefa Haringtona još 1973. godine u istoimenoj publikaciji "Računarom integrisana proizvodnja,,.

## Evolucija proizvodnih tehnologija:

Nekadašnja potreba za masovnom proizvodnjom proizvoda zadovoljena je uvođenjem mehanizacije, a potom i programabilne automatizacije u procese proizvodnje. Primarni cilj ovakve automatizacije je bio povećanje proizvodnosti i dobijanje kvalitetnih proizvoda.

Razvojem komercijalno dostupnih ICT alata i opreme započela je značajnija primena informacionih tehnologija u proizvodnji, što je uslovalo i pojavu velikog broja naprednih proizvodnih tehnologija, koje figurišu pod zajedničkim imenom AMT (Advanced Manufacturing Technologies). Ove napredne tehnologije se baziraju na fleksibilnoj automatizaciji i sastoje se od polu do potpuno automatizovanih sistema koji se mogu koristiti u različitim funkcionalnim jedinicama, odnosno podsistemima proizvodnog sistema.



## Evolucija proizvodnih tehnologija

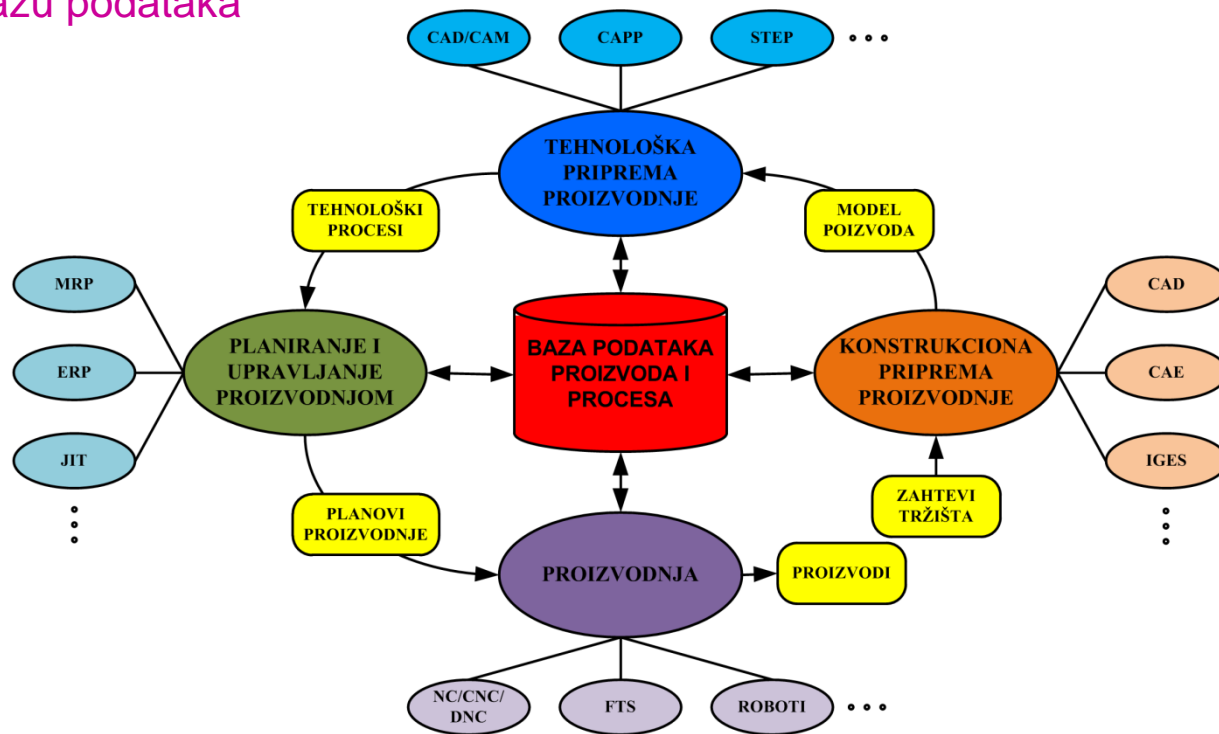
U cilju unapređenja poslovanja mnogi proizvodni sistemi uvode odgovarajuće procese automatizacije. Pojedini proizvodni sistemi sproveli su individualnu automatizaciju pojedinih poslovnih funkcija, što je dovelo do stvaranja "ostrva automatizacije". Kod ovih proizvodnih sistema bilo je veoma teško ostvariti komunikaciju i deljenje podataka između posmatranih "ostrva automatizacije" poslovnih funkcionalnih jedinica. Iako su ove pojedinačne automatizovane jedinice poboljšale lokalnu produktivnost, nisu bile dovoljne u pružanju neophodne logističke podrške za povećanje produktivnosti, efikasnosti i kvaliteta u celom proizvodnom sistemu.

U cilju rešavanja ovih problema u USA je pokrenut projekat integrisane proizvodnje pomoću računara (ICAM), u okviru koga su 1983. godine definisani osnovni problemi tadašnje industrijske automatizacije:

- *Nemogućnost lakog upravljanja informacijama od strane korisnika,*
- *Neophodne promene su previše skupe i dugotrajne,*
- *Sistemi i funkcionalne jedinice nisu integrisani i*
- *Kvalitet podataka nije pogodan za integraciju.*

U 80-im godinama prošlog veka primarni element integracije se odnosio na razvoj i primenu zajedničkih ili međusobno povezanih baza podataka u cilju prenosa podataka između različitih funkcionalnih jedinica i grupa korisnika. Ovaj koncept je nazvan *integracija kroz bazu podataka* i predstavljao je prvi korak ka uvođenju integrisanog koncepta proizvodnje, koji je sa sobom nosio značajan broj prednosti.

## Integracija kroz bazu podataka



Neke od identifikovanih prednosti integracije kroz bazu podataka su:

- *Mogućnost komunikacije između različitih funkcionalnih jedinica proizvodnog sistema,*
- *Tačan prenos podataka unutar i između sopstvenih i/ili kooperantskih proizvodnih pogona,*
- *Brža reakcije na zahtevane promene,*
- *Povećana fleksibilnost u smislu uvođenja novih proizvoda,*
- *Povećanje kvaliteta rada u okviru proizvodnih procesa,*
- *Povećanje kvaliteta proizvoda,*
- *Efikasna kontrola i upravljanje tokovima podataka između različitih funkcionalnih jedinica,*
- *Smanjenje vremena razvoja i proizvodnje,*
- *Unapređenje proizvodnog toka od narudžbe do isporuke,*
- *Holistički pristup problemima celog proizvodnog sistema, i dr.*

## Perspektive integracije

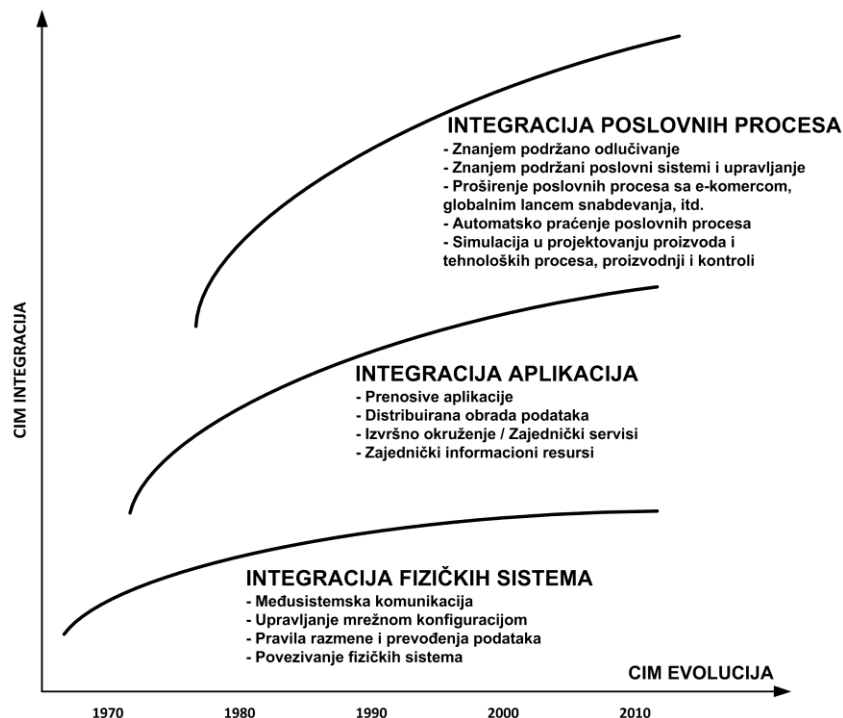
Integracioni problemi i potrebe u proizvodnom sistemu se javljaju iz različitih perspektiva:

- *Integracija tržišta*: Nove slobodne trgovinske zone se formiraju u raznim oblastima sveta, što uslovljava proizvodne sisteme da se prilagode, kako regionalnim tržištima, tako i globalnom tržištu.
- *Integracija između različitih razvojnih i proizvodnih lokacija*: Integracija tržišta utiče na kolaborativni poduhvat između udaljenih proizvodnih sistema u razvoju složenih proizvoda. Ovo ima za posledicu razmenu projektnih i proizvodnih podataka (informacioni tok), upravljanje projektom (upravljački tok), kao i distribuciju i logistiku (materijalni tok).
- *Integracija između dobavljača i proizvođača*: Da bi se smanjilo vreme razvoja i proizvodnje i podelio rizik u razvoju novih proizvoda, proizvođači i dobavljači moraju integrisati i sinhronizovati svoje procese.
- *Integracija projektovanja i proizvodnje*: U cilju smanjenja vremena izlaska proizvoda na tržište i smanjenja grešaka nastalih u procesu razvoja proizvoda, mora se primeniti princip konkurentnog inženjerstva, kao strategija koja omogućuje bolju integraciju aktivnosti projektovanja i proizvodnje, kao i odgovarajućeg znanja.
- *Integracija više proizvođača hardverskih i softverskih komponenti*: Neophodno je obezbediti interoperabilnost hardverskih i softverskih rešenja koja se najčešće koriste u proizvodnom okruženju, kroz primenu otvorene arhitekture sistema.

**Osnovni uslovi integracije se odnose na slobodan tok informacija i znanja, kao i koordinaciju akcija.** Integracija predstavlja jedan od najefikasnijih načina da se otklone organizacione prepreke između tradicionalnih hijerarhijskih principa planiranja i upravljanja u proizvodnim sistemima. Integracija daje kompetitivnu prednost kroz povezivanje novih i postojećih hardvera i softvera funkcionalnih jedinica, zajedno sa sistemima za upravljanje bazom podataka, podataka komunikacionih sistema i drugih ICT sistema u koordinirani i efikasno upravljani proces.

## Evolucija nivoa integracije proizvodnih sistema ka CIM-u

- **Integracija fizičkih sistema** podrazumeva povezivanje proizvodnih resursa i razmenu podataka između funkcionalnih jedinica posredstvom računarske mreže koja se zasniva na standardnim komunikacionim protokolima (npr. povezivanje CAD, CAPP, CAM i PPC sistema sa proizvodnom ćelijom). Ova integracija obuhvata integraciju proizvodnih resursa niskog nivoa.
- **Integracija aplikacija** podrazumeva integraciju i interoperabilnost sistema na heterogenim platformama. Ova faza podrazumeva razmenu podataka i informacija između svih objekata, distribuiranu obradu podataka, kao i zajedničke servise za izvršno okruženje. Danas, ova razmena informacija uključuje aspekte i žičane i bežične veze različitih sistema.
- **Integracija poslovnih procesa** podrazumeva integraciju svih funkcija, poslovnih procesa i sistema na nivou proizvodnog sistema (u okviru samog preduzeća i dalje prema poslovnim partnerima i kupcima), koji uključuje e-Trgovinu, upravljanje odnosom sa kupcima, globalnu logistiku, povezane aplikacije lanca snabdevanja i mnoge druge.

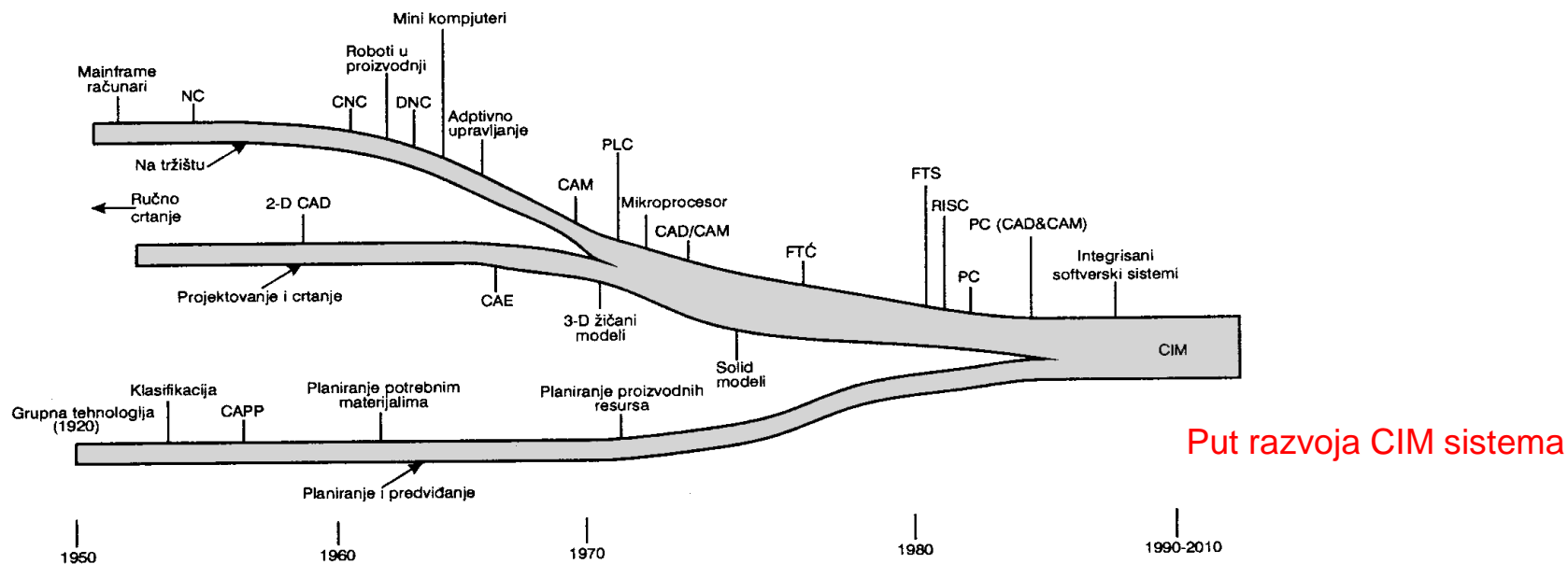


Prema nekim autorima, četvrti, odnosno finalni nivo integracije, odnosi se na integraciju preduzeća **EI** (engl. **Enterprise Integration**). Pod integracijom preduzeća se podrazumeva *moгуćnost integrisanja tokova materijala, informacija, odlučivanja i upravljanja kroz organizaciju; povezivanje funkcija sa informacijama, resursima, aplikacijama i ljudima; sa osnovom na unapređenju komunikacije, kooperacije i koordinacije u preduzeću; u cilju upravljanja preduzećem prema definisanoj strategiji upravljanja.*



# RAČUNAROM INTEGRISANA PROIZVODNJA – CIM SISTEMI

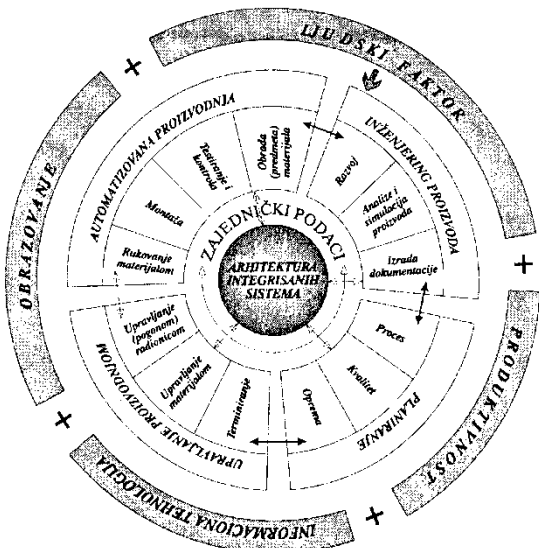
U poslednjih 50-ak godina paralelno se odvijao razvoj informacionih "C" i proizvodnih "M" tehnologija, koje je bilo neophodno integrisati "I" u jednu celinu. Na osnovu integracije ovih tehnologija 80-ih godina prošlog veka nastaje koncept CIM sistema.



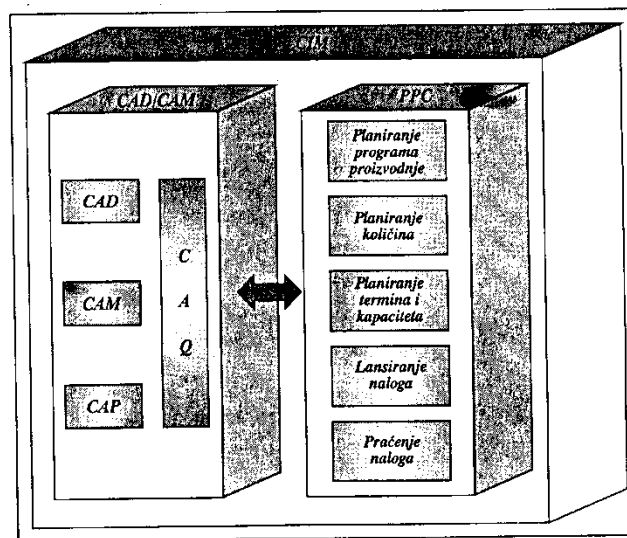
Postoji veliki broj definicija CIM koncepta koji u većoj ili manjoj meri odlikavaju oblast njegovog delovanja. Jednu od najcelovitijih i najčešće navođenih definicija je dalo Udruženje proizvodnih inženjera (SME), prema kome CIM predstavlja *totalnu integraciju funkcija proizvodnog sistema primenom integracionih sistema i komunikacija zajedno sa novim upravljačkim filozofijama koje unapređuju efikasnost organizacije i zaposlenih.*

Prvi karakteristični model CIM sistema datira iz 1980. godine i odnosi se na odgovarajući **CASA/SME** model. Ovaj CIM sistem je predstavljen u obliku točka, u čijem središtu su zajednička baza podataka i ostali zajednički informacijski resursi. Oko središta se nalaze sve poslovne funkcije, grupisane u inženjering proizvoda, planiranje proizvodnje, upravljanje proizvodnjom i automatizaciju proizvodnje, koje imaju pristup zajedničkim informacijskim resursima. Na obodu točka se nalaze faktori koji utiču na funkcionisanje CIM sistema, kao što su produktivnost, ljudski resursi, informacione tehnologije i obrazovanje.

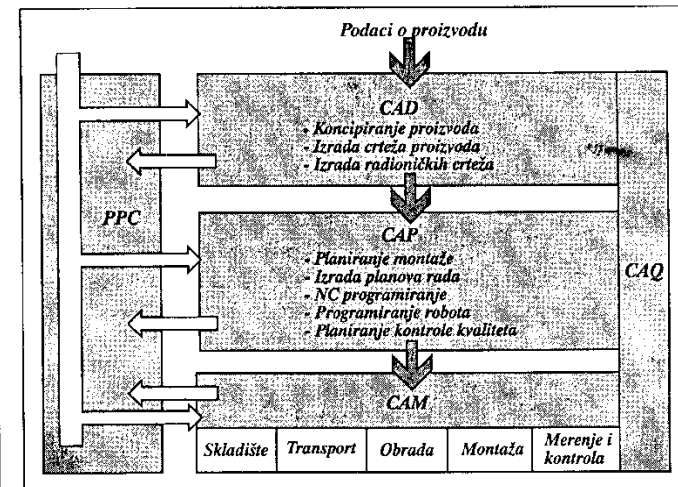
Drugi karakteristični model je razvilo nemačko udruženje **AWF**, 1985. godine. Prema ovom modelu CIM sistem obuhvata informaciono-tehnološke interakcije i veze između CAD, CAPP, CAM i PPC sistema. Ovu ideju dalje je unapredio **Helberg**, koji je proširio model sa CAQ. Dakle, već tada je stvorena osnova CIM sistema u vidu integracije CAD, CAPP, CAM, CAQ i PPC sistema, što i danas mnogi podrazumevaju pod terminom CIM sistema.



CASA/SME model



AWF model



Helbergov model

Nakon ovih početnih koraka, dolazi do razvoja velikog broja CIM modela koji nastaju u okviru naučno-istraživačkih institucija, organizacija za standardizaciju ili pak kompanija, kao što su **IBM**-ov model, **Simensov** model, **DEC**-ov model, **CIMOSA** model, **GRAI/GIM** model, **PERA** model, **GERAM** model i dr.



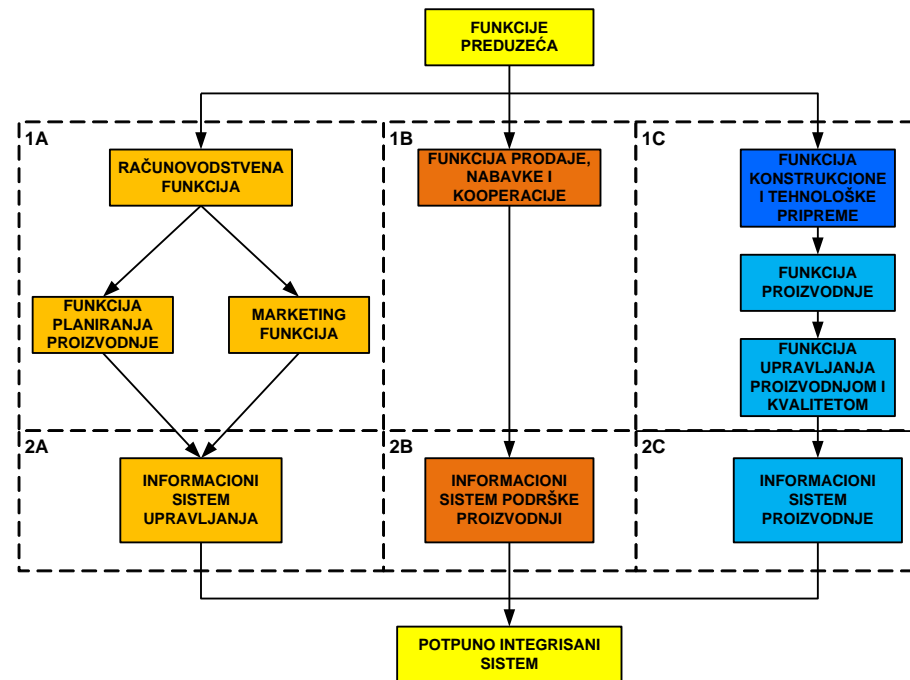
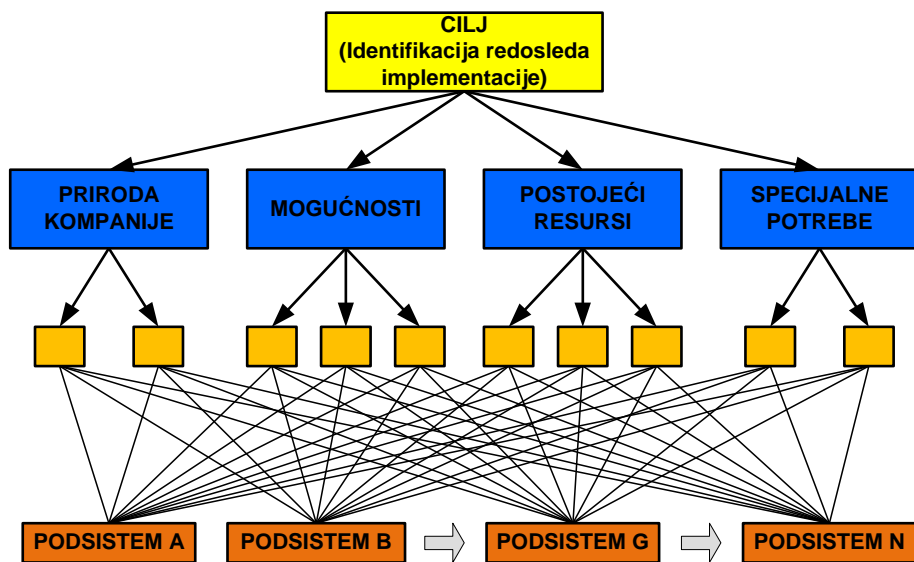
Simensov AG CIM koncept

Model implementacije CIM sistema obuhvata:

- *Upravljanje implementacijom,*
- *Merenje ostvarenih rezultata,*
- *Unapređenje znanja iz oblasti CIM sistema i*
- *Strategiju unapređenja CIM sistema.*

U okviru projekta Centra za napredna proizvodna istraživanja Univerziteta Južna Australija, predložen je koncept implementacije CIM koncepta korak-po-korak, kao jedan fleksibilan i jednostavan prilaz integracije CIM metodologije u MSP. U okviru ovog prilaza vrši se implementacija pojedinih CIM komponenti u odgovarajuće podsisteme prema potrebama preduzeća, čiji redosled implementacije se ocenjuje primenom metoda višekriterijumskog odlučivanja, najčešće AHP metode. U procesu odlučivanja kao **kriterijumi odlučivanja** se uzimaju **priroda kompanije, mogućnosti organizacije na tržištu, identifikacija postojećih resursa i specijalnih potreba**.

Na osnovu ove metodologije vrši se sistemska integracija CIM komponenti u pojedine funkcije, među kojima je i tehnološka priprema proizvodnje, slika. Implementacija se prvo vrši u bloku koji je prvi izabran (1A, 1B ili 1C) i tek tada se prelazi na sledeće blokove prema redosledu koji je dobijen primenom višekriterijumskog odlučivanja.



Preduzeća uvode CIM sisteme u cilju ostvarenja potencijalnih koristi, kako samog preduzeća, tako i zaposlenih, kao što su :

- *Kraće vreme do pojave novih proizvoda na tržištu,*
- *Povećanje produktivnosti proizvodnje,*
- *Kraće vreme do isporuke proizvoda kupcu,*
- *Unapređenje kvaliteta proizvoda,*
- *Smanjenje troškova skladištenja proizvoda i priprema,*
- *Veća fleksibilnost i bolje prilagođavanje promenama u okruženju,*
- *Manji troškovi proizvodnje i niže cene proizvoda, i dr.*

Neke koristi koje se odnose na zaposlene su :

- *Redukcija ljudskih grešaka i stresa,*
- *Unapređenje znanja i motivacije,*
- *Povećanje bezbednosti,*
- *Unapređenje radnog okruženja,*
- *Unapređenje komunikacije i timskog rada,*
- *Povećanje međusobnog poverenja, i dr.*

Rezultati istraživanja sprovedenih u malim i srednjim preduzećima Velike Britanije u vezi očekivanja preduzeća od implementacije CIM-a dati su u tabeli:

Očekivanja	% Preduzeća
Unapređenje efikasnosti	96
Redukcija troškova	92
Unapređenje kvaliteta	71
Redukcija vremena "time to market"	53
Automatizacija	33
Redukcija zaliha u procesu proizvodnje	67
Bolje radno okruženje	28

Da bi se na maksimalan način iskoristila prednost koju CIM koncept i CIM sistemi donose, potrebno je realizovati više različitih strategija, tehnika i pristupa na različitim nivoima u preduzeću. CIM sistemi se razvijaju i prožimaju sa savremenim proizvodnim konceptima, odnosno strategijama, koje se mogu svrstati u tri kategorije:

- *Proizvodne i menadžment strategije* (Lean-proizvodnja, Proizvodnja upravo na vreme, Konkurentno inženjerstvo, Čelijska proizvodnja, Agilna proizvodnja, Holonska proizvodnja, Distribuirana proizvodnja, Kolaborativna proizvodnja, Digitalna proizvodnja, e-Proizvodnja, Industrija 4.0, itd.)
- *Softverske aplikacije* (CAD, CAPP, CAM, CAQ, MRPI, MRPII, ERP, MES, APS, SCE, CRM, AOM, WMS, TMS, itd.)
- *Organizacioni oblici* (Smart organizacije, Dinamička preduzeća, Proširena preduzeća, Virtuelna mreža preduzeća, Inteligentna preduzeća, Integrisana preduzeća, Agilna preduzeća, Lean preduzeća, Centri efikasnosti, Procesno vođene organizacije, Kompleksni proizvodni sistemi, Digitalne fabrike, e-preduzeća, itd.)