



**UNIVERZITET U NOVOM SADU**

FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA



---

**Nastavni predmet:**

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

**Predavanje br. 5:**

*Opšti model tehnološke pripreme proizvodnje*

---

**Prof. dr Dejan Lukić**

# Razvoj opšteg modela tehnološke pripreme proizvodnje

Pokazalo se da je metodologija modeliranja jedna od najefikasnijih tehnika za prikaz i opis rada poslovnih sistema. Objekti koje je potrebno modelirati u poslovnom sistemu su:

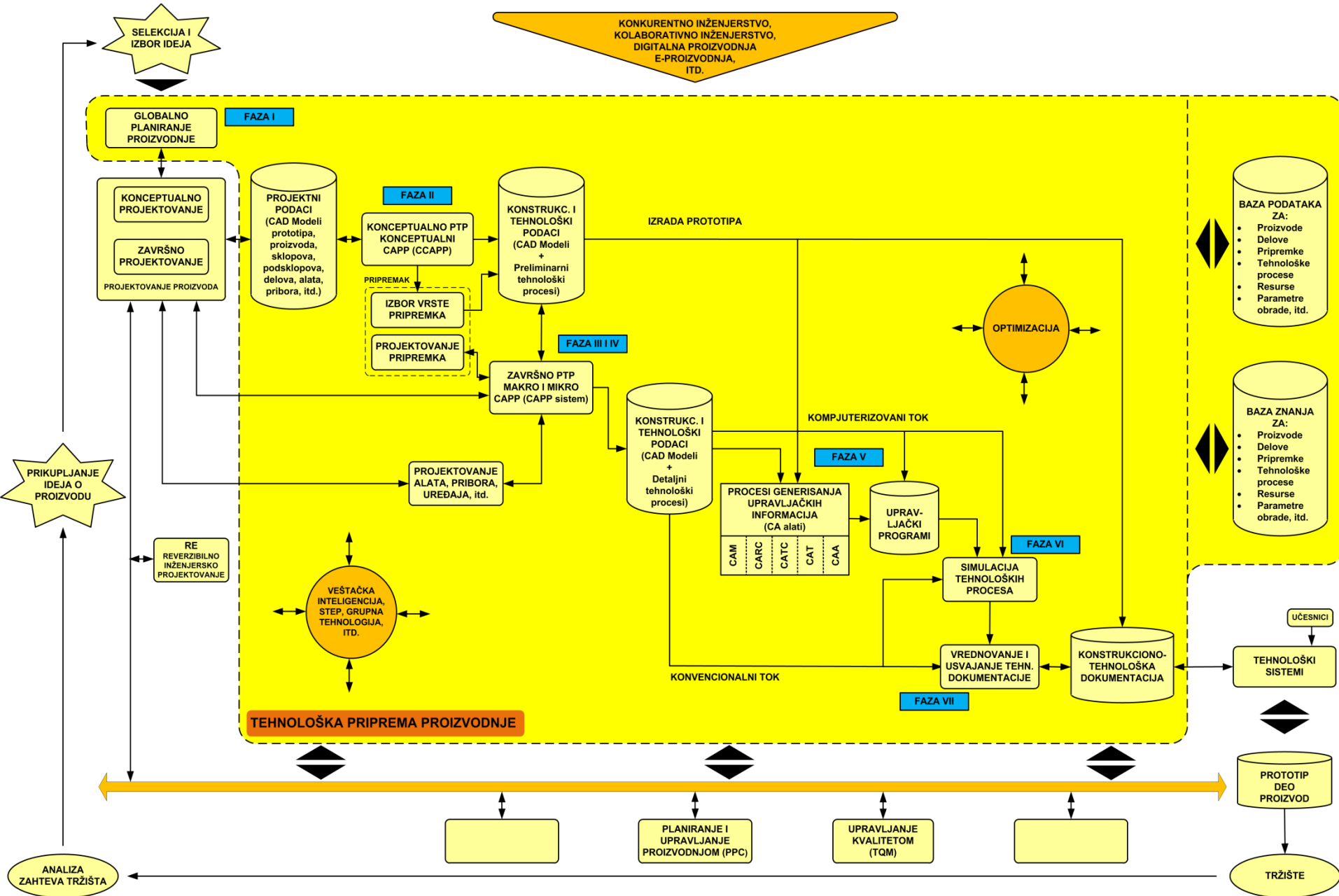
- *Proizvodi, koji se definišu pomoću modela proizvoda i modela projektovanja proizvoda,*
- *Poslovni procesi, koje definišu procesi tokova materijala, energije, informacija i znanja,*
- *Tehnički resursi,*
- *Informacioni resursi,*
- *Organizacioni resursi i odluke,*
- *Humani resursi,*
- *Nalozi nabavke, proizvodnje, projektovanja, itd.,*
- *Troškovi i vreme proizvodnje, i dr.*

**Modeliranje poslovnih sistema** je trenutno najviše u upotrebi kao *tehnika za predstavljanje i razumevanje strukture i ponašanja aktivnosti u preduzeću, tehnika za analizu poslovnih procesa*, a u mnogim slučajevima i *tehnička podrška za reinženjering poslovnih procesa*.

U okviru poslovnih sistema dominantnu ulogu u ispunjavanju zahteva tržišta za novim i prilagođenim proizvodima imaju procesi **projektovanja, planiranja, upravljanja i proizvodnje**. **Tehnološka priprema proizvodnje**, kao funkcija poslovnog sistema, predstavlja **osnovnu integracionu komponentu** ovih procesa.

**Model tehnološke pripreme proizvodnje** treba da **obuhvati odgovarajuće aktivnosti tehnološke pripreme**, da **ima zadovoljavajući nivo uopštenosti**, pri čemu je potrebno uzeti u obzir složenost zadataka koje obuhvata i rešava, kao i veliku dinamičnost **proizvodnih i informacionih tehnologija**. Osim toga, model bi trebalo da predstavlja **osnovu za razvoj funkcionalnog i informacionog modela tehnološke pripreme** i njenu integraciju sa drugim funkcijama, kako razvoja i proizvodnje proizvoda, tako i proizvodnog sistema u celini.

# Opšti model tehnološke pripreme proizvodnje



## ***Faza I – Globalno planiranje proizvodnje***

U okviru životnog ciklusa proizvoda prvu etapu čine aktivnosti istraživanja tržišta i mogućnosti proizvodnog sistema, a potom donošenje odluka o razvoju i proizvodnji novih i usavršavanju postojećih proizvoda. U cilju ispunjenja savremenih tržišnih uslova, potrebno je još u ranoj fazi razvoja proizvoda obezbediti kvalitetne podatke o ***mogućnostima njihove proizvodnje***, kao i osnovne, ***orijentacione podatke o efektima proizvodnje***, najčešće u smislu ***troškova i vremena proizvodnje***. Ova faza obuhvata globalnu identifikaciju tehnoloških i proizvodnih procesa za odgovarajući ograničeni skup tehničkih specifikacija proizvoda i predstavlja podršku u odlučivanju na samom početku procesa razvoja proizvoda.

## ***Faza II – Konceptualno ili preliminarno projektovanje tehnoloških procesa***

Na osnovu odgovarajućih ulaznih podataka iz faze *konceptualnog projektovanja proizvoda*, rešavaju se osnovni zadaci konceptualnog projektovanja tehnoloških procesa, kao što su *analiza tehnologičnosti konstrukcije proizvoda, definisanje vrste i osnovnog oblika priprema, postavljanje i izbor najpovoljnijih varijanti tehnologija izrade, montaže i dr., definisanje odgovarajućih proizvodnih resursa, kao i procena vremena i troškova proizvodnje*. Osnovni izlazni rezultat je preliminarni ili idejni tehnološki proces proizvodnje proizvoda, koji se dalje precizira u aktivnostima završnog projektovanja tehnoloških procesa.

## ***Faze III i IV – Završno ili detaljno projektovanje tehnoloških procesa***

U ovoj fazi se, na bazi detaljno projektovanog proizvoda i preliminarnog tehnološkog procesa vrši, projektovanje *detaljnog, odnosno završnog rešenja tehnološkog procesa proizvodnje proizvoda*. *Faza III* se odnosi na makro, a *faza IV* na mikro projektovanje tehnološkog procesa, čiji su osnovni zadaci preciziranje sadržaja tehnološkog i proizvodnog procesa, sadržaja operacija, potrebnih proizvodnih resursa, parametara i režima obrade, vremena i troškova proizvodnje. Kao izlazni rezultat ove faze dobija se neophodna tehnološka dokumentacija u vidu sadržaja tehnološkog procesa, karti operacija, karti toka procesa, uputstava za rad, a ponekad se već u ovoj fazi generišu upravljačke informacije za upravljanje obradnim i tehnološkim sistemima.

### ***Faza V – Generisanje upravljačkih informacija***

Ova faza tehnološke pripreme se odnosi na aktivnost detaljnog projektovanja tehnoloških procesa u okviru koje se vrši generisanje upravljačkih informacija/programa za obradne, montažne, merne i kontrolne, transportne, skladišne i druge tehnološke sisteme. U okviru ove faze koristi se veći broj programskih CAx sistema, najčešće su to odgovarajući CAM sistemi u užem smislu, kao programski sistemi za generisanje upravljačkih programa za numerički upravljane obradne i tehnološke sisteme, CARC za robote, CATC za transportne i skladišne sisteme, CAT za merno-kontrolne sisteme i CAA za montažne sisteme.

### ***Faza VI – Simulacija tehnoloških i proizvodnih procesa***

Faza simulacije obuhvata modeliranje, simulaciju i optimizaciju tehnoloških i proizvodnih procesa u cilju postizanja visokih efekata rada tehnoloških sistema, kao i proizvodnih sistema u celini. Osnovni podaci za realizaciju ove faze čine izlazni rezultati faza projektovanja tehnoloških procesa (II, III i IV faze), kao što su vrsta i redosled operacija, potrebni proizvodni resursi, odgovarajuća vremena i količine, itd. Na osnovu ovih i drugih potrebnih podataka razvijaju se simulacioni modeli, koji čine eksperimentalne modele realnog sistema na kojima se vrše računarski eksperimenti u cilju izbora najpovoljnije varijante procesa proizvodnje i razvoja optimalne strukture proizvodnih jedinica i sistema u celini.

### ***Faza VII – Vrednovanje i usvajanje tehnoloških procesa i tehnološke dokumentacije***

Ova faza obuhvata završnu proveru, korekciju i vrednovanje tehnoloških i proizvodnih procesa, upravljačkih informacija, uputstava za pripremu i podešavanje tehnoloških sistema i druge tehnološke dokumentacije. Tehnološka dokumentacija predstavlja praktično i izlazni rezultat tehnološke pripreme proizvodnje, koja se na kraju usvaja, overava i arhivira u informacionom obliku u odgovarajuće baze podataka.

Pokazalo se u primeni da za opis funkcionisanja poslovnog sistema nisu pogodni prirodni jezici zbog određenih jezičkih dvosmislenosti, kao ni formalni jezici koji nisu razumljivi korisnicima. Upravo iz ovih razloga u cilju realizacije CIM sistema razvijena je familija **IDEF** metoda, za različite oblasti primene.

Tehnološka priprema proizvodnje, kao bilo koji složeni sistem, može se dekomponovati na jednostavnije komponente primenom metodologije odozgo na dole (Top-Down), pri čemu se vrši **funkcionalno modeliranje** i razvija odgovarajući funkcionalni model i/ili metodologije odozdo na gore (Bottom-Up), pri čemu se vrši **informaciono modeliranje** i razvija odgovarajući informacioni model sistema.

Funkcionalni model je strukturna prezentacija funkcija, aktivnosti i procesa unutar modeliranog sistema.

Za realizaciju procesa funkcionalnog i informacionog modeliranja razvijeni su odgovarajući CASE alati, među kojima su najpoznatiji ORACLE Designer, All Fusion, koji se sastoji od AllFusion Process Modeler-a i AllFusion ERwin Data Modeler-a, DBDesigner, Entity Relationship Diagrammer (ERD), MagiCASE, EasyCASE System Designer, S-Designor, Application Development Workbench (ADW), i dr.

Za razvoj posmatranog funkcionalnog modela tehnološke pripreme proizvodnje upravo je primenjena **IDEFO** metoda, odnosno standard. Primenom ovog standarda omogućuje se tehnika modeliranja koja je nezavisna od CASE metoda i alata za projektovanje informacionih sistema koji se mogu naći na tržištu.

## IDEF0 metodologija

Metodologija **funkcionalnog modeliranja IDEF0** je namenjena za **modeliranje** širokog spektra automatizovanih ili neautomatizovanih "**sistema**" ili subjekata, uključujući bilo koju kombinaciju **softvera, proizvodnih resursa, procesa ili ljudi**.

IDEF0, standard informacionog inženjeringa, omogućuje:

- *Izvršenje sistem analize i dizajna na svim nivoima, za sistem sastavljen od ljudi, tehnoloških sistema, materijala, računara i informacija,*
- *Stvaranje dokumentacije kao osnove za integraciju ISO standarda,*
- *Bolju komunikaciju između analitičara, projektanata, korisnika i menadžera,*
- *Diskusiju u radnom timu kako bi se postiglo međusobno razumevanje, i*
- *Upravljanje velikim i složenim projektima.*

Razlozi koji su motivisali nastanak IDEF0 modeliranja su:

- *Služi kao dokumentacija i uputstvo za opis kompleksnih poslovnih procesa sa što kraćim oblikom prikaza,*
- *Omogućuje brze organizacione promene, jer model procesa dokumentuje važne aktivnosti i omogućava uvid u kritične aktivnosti koje treba izvesti sa odgovarajućim resursima, i*
- *Kao **prototipski** pristup modeliranju, na brz i jednostavan način proverava alternativne ideje. Mnogo je jednostavnije i jeftinije nacrtati model i proveriti ga na "papiru", nego izvršiti reorganizaciju sektora.*

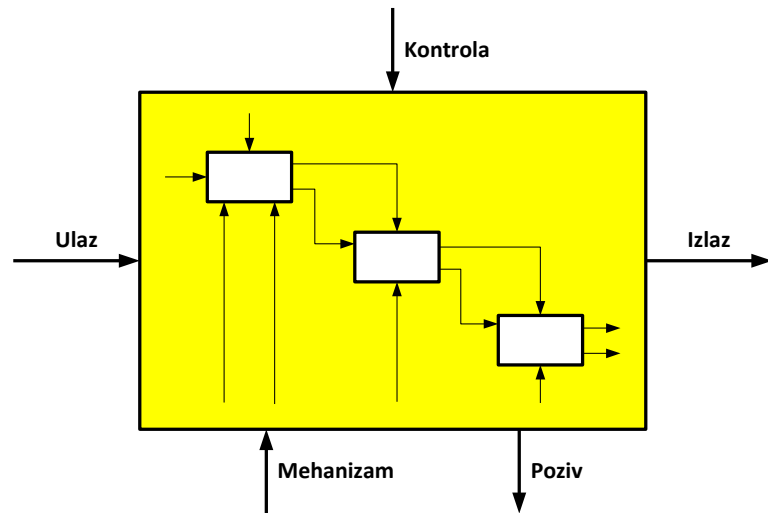
Tehnika modeliranja na bazi IDEF0 standarda ima sledeće karakteristike:

- Generičnost** za analizu sistema sa različitom namenom i složenošću,
- Rigoroznost i preciznost** za proizvodnju korektnog, upotrebljivog modela,
- Konciznost**, da omogući razumevanje, komunikaciju, usaglašavanje i vrednovanje,
- Konceptualnost** za predstavljanje funkc. zahteva a ne fizičku ili organizacionu implementaciju, i
- Fleksibilnost**, da istovremeno podrži više faza u životnom veku projekta.

## IDEF0 metodologija

IDEF0 je tehnika modeliranja zasnovana na kombinaciji **grafike i teksta** prikazanih na jedan organizacioni i sistematski način. IDEF0 model se sastoji iz hijerarhijskog **niza dijagrama** koji stepenasto prikazuju nivoe detaljno opisanih funkcija i njihovih interfejsa unutar sistema. **Grafički prikaz** putem dijagrama, **tekstualni opis** i **rečnik podataka** predstavljaju tri osnovne vrste IDEF0 prikaza. Grafički dijagrami definišu funkcije i funkcionalne odnose između boksova ili pravougaonika i strelica, kao i odgovarajuće sintakse i semantike. Tekstualni opis i rečnik podataka obezbeđuju zbirne informacije kao podršku grafičkom dijagramu.

"Aktivnost pod Kontrolom, od Ulaza pravi Izlaze, koristeći Mehanizme"



Strelice na dijagramu se nazivaju ICOM, kao skraćenice za:

*I – Input (ulaz), materijal ili informacija koja se koristi ili transformiše u cilju definisanja izlaza,*

*C – Control (kontrola ili upravljanje), kontrole ili uslovi odgovorni za to kako, kada i da li će se aktivnosti realizovati. Najčešće su to pravila, politike, procedure ili standardi,*

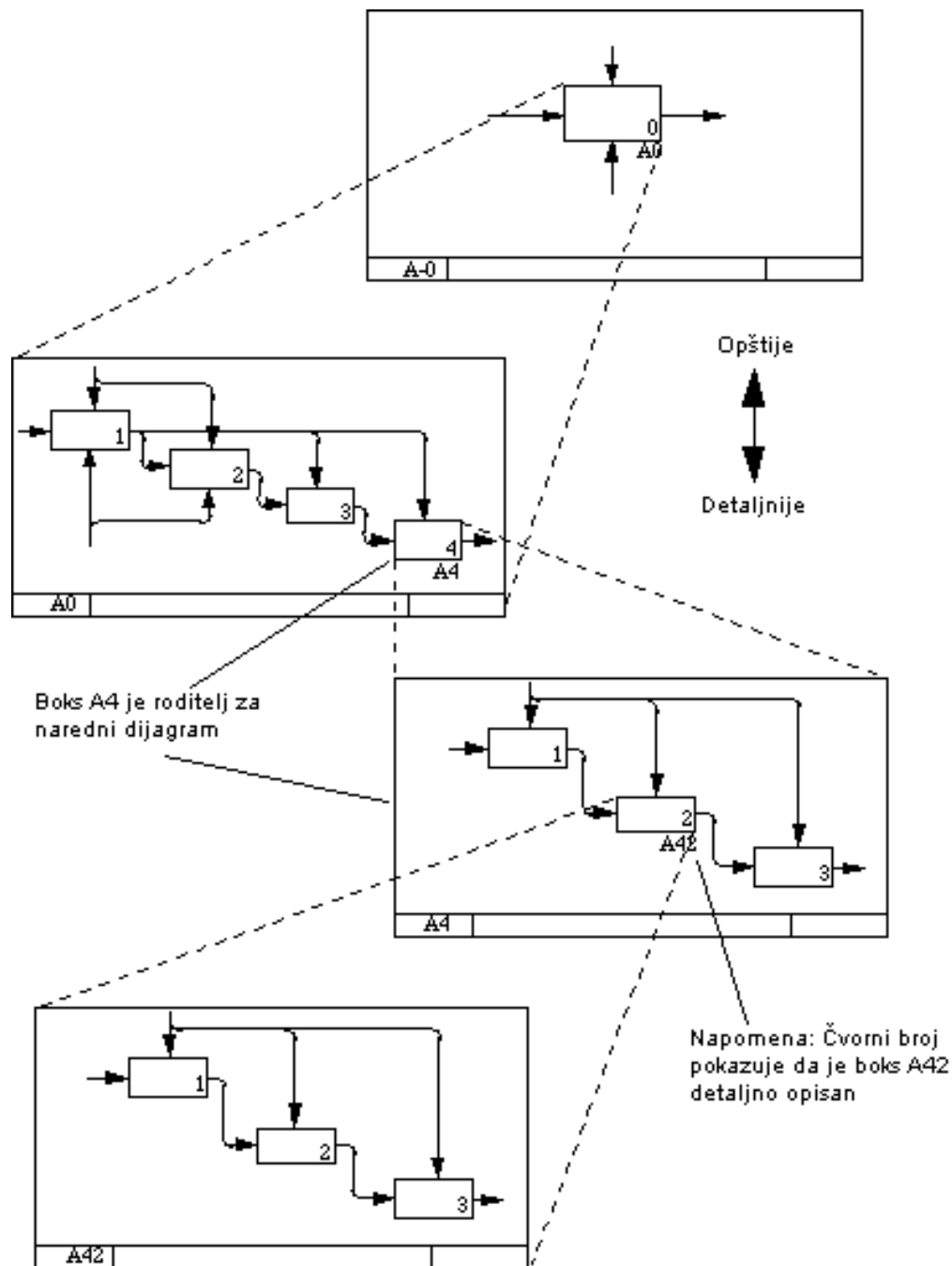
*O – Output (izlaz), materijal ili informacija nastali kao rezultat aktivnosti i*

*M – Mechanism (mehanizam), izvori koji izvode aktivnost ali se ne troše. Najčešće su to ljudi, mašine, oprema i objekti. Strelice mehanizma koje su okrenute na dole definišu se kao strelica poziva (Call Arrows).*

Dekompozicija poslovnih procesa realizuje se kroz definisanje sledećih dijagrama:

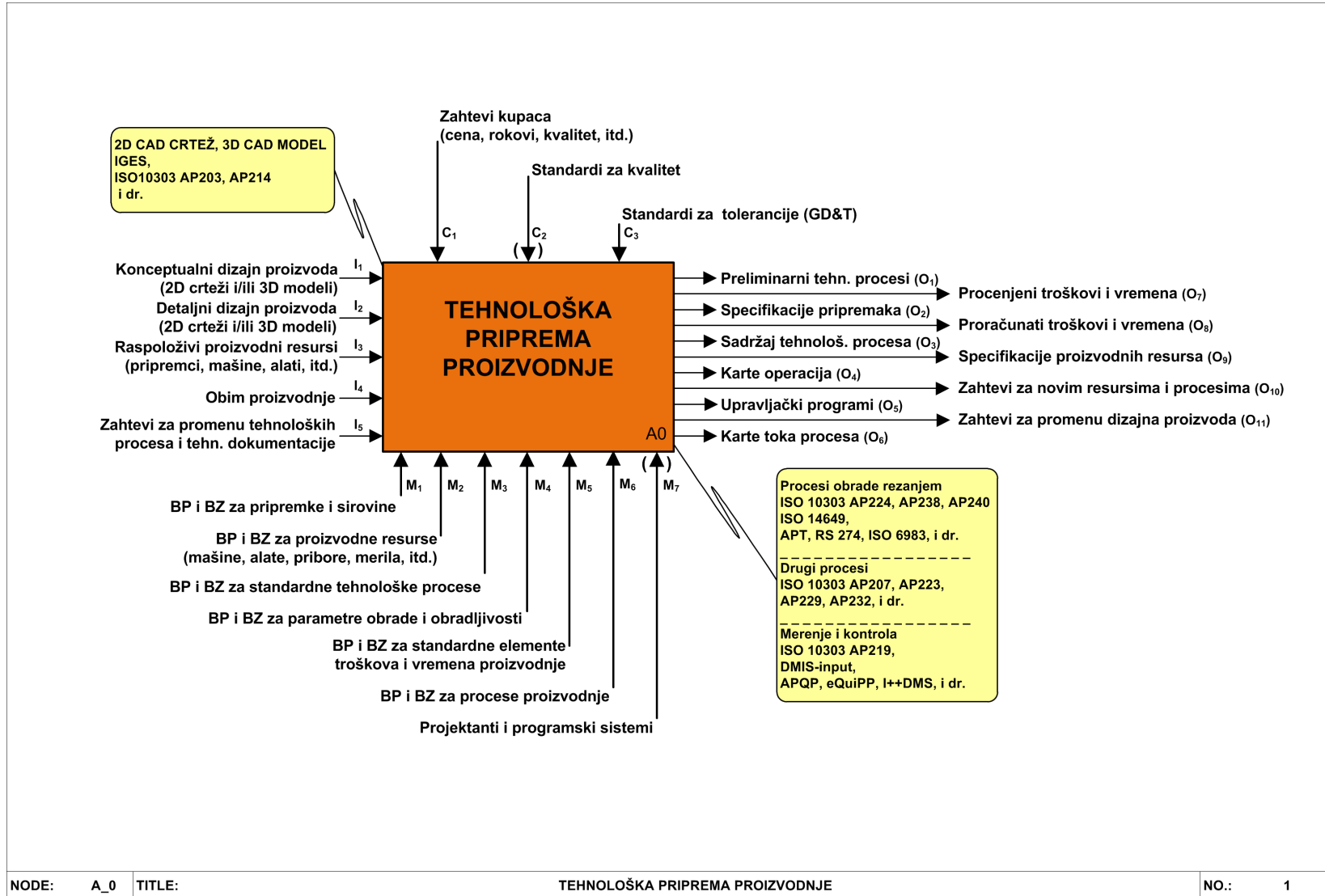
- **Kontekstni dijagram** - definisanje granice sistema,
- **Stablo aktivnosti** - uspostavljanje vertikalne veze između aktivnosti i
- **Dekompozicioni dijagrami** - uspostavljanje horizontalne veze između aktivnosti.



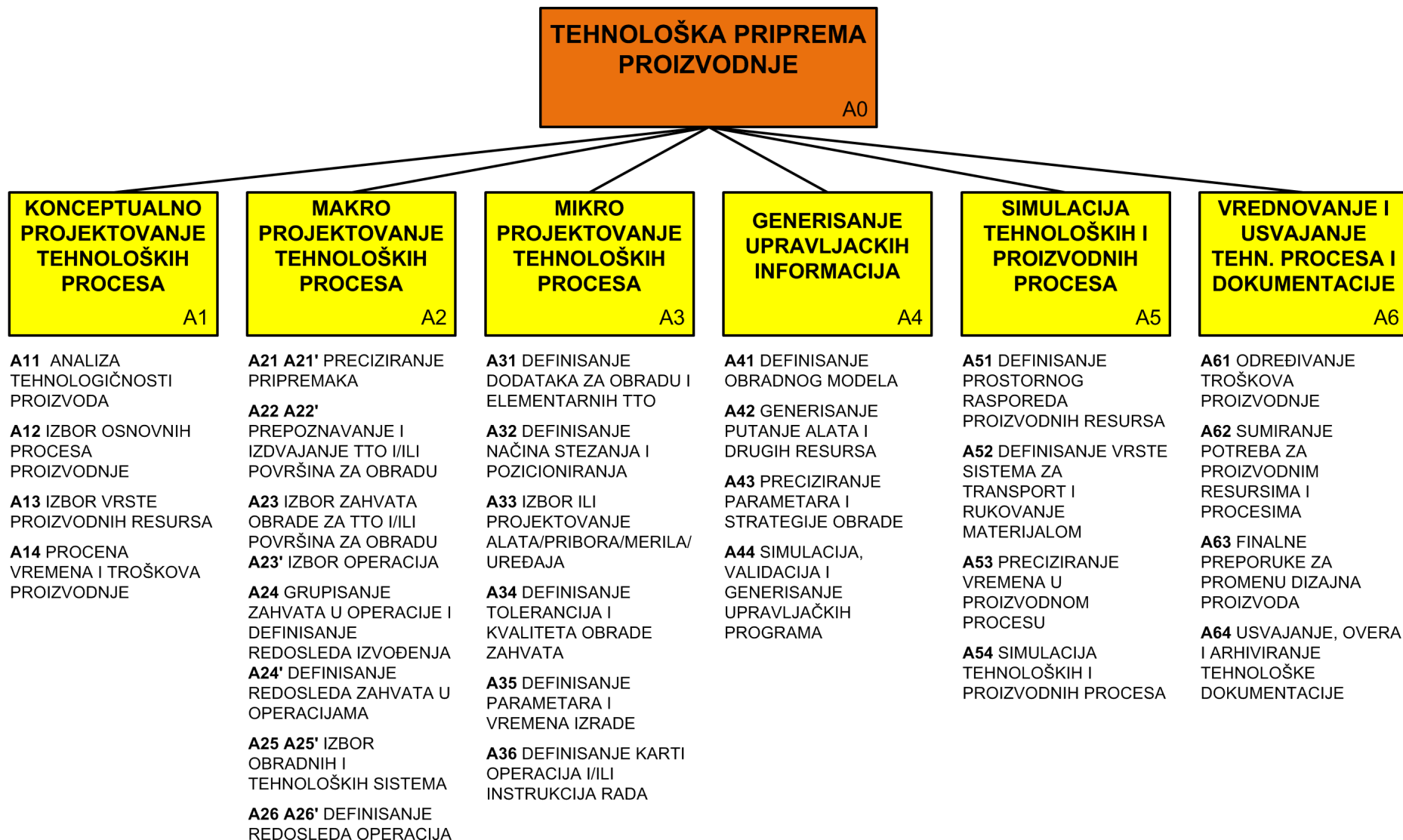


# Funkcionalni model tehnološke priprave proizvodnje

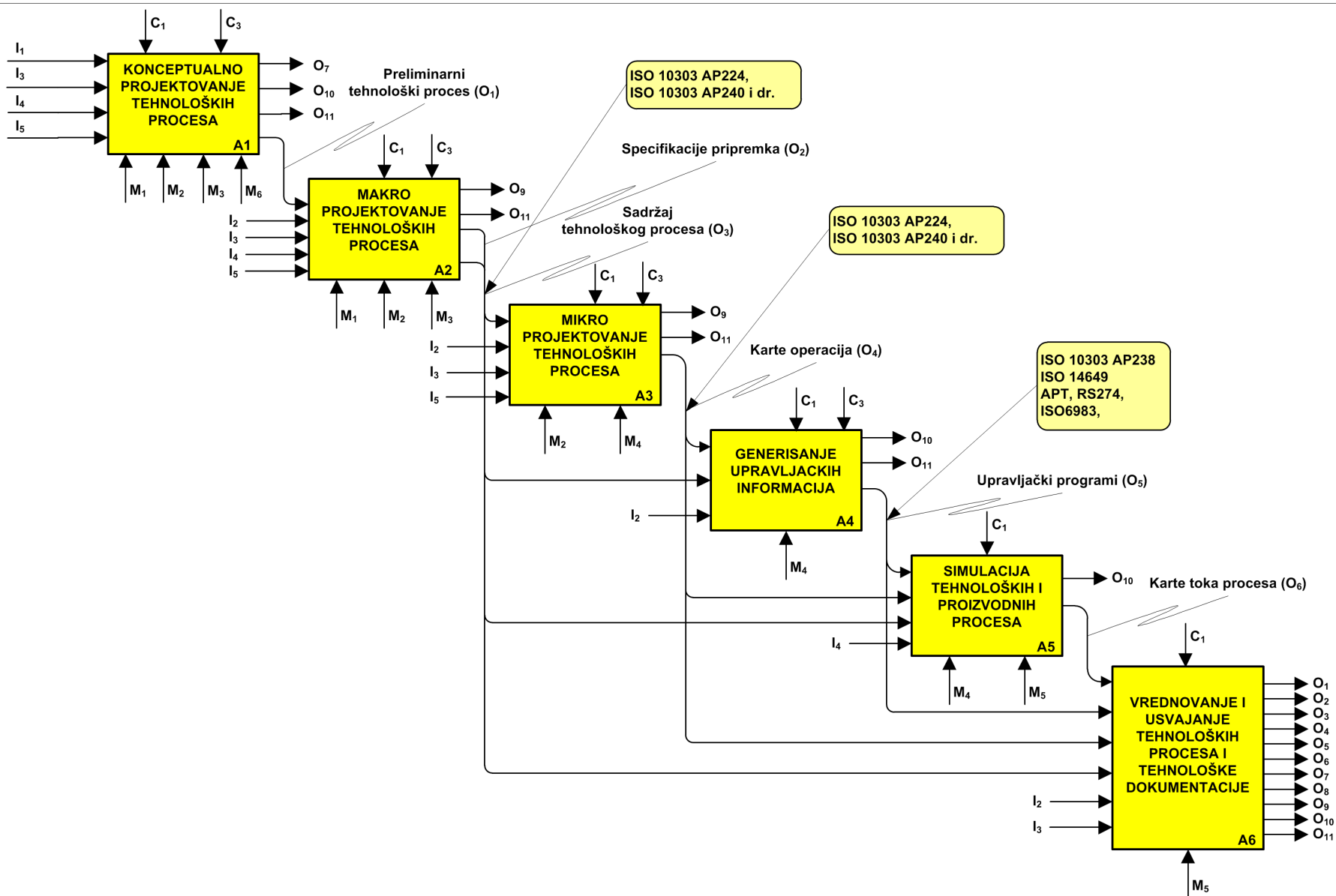
Razvijeni IDEF0 model tehnološke priprave proizvodnje se sastoji od 12 dijagrama aktivnosti koji pokazuju različite nivoe dekompozicije, A\_0, A0, A1, A12, A13, A2, A2', A3, A33, A4, A5, i A6.



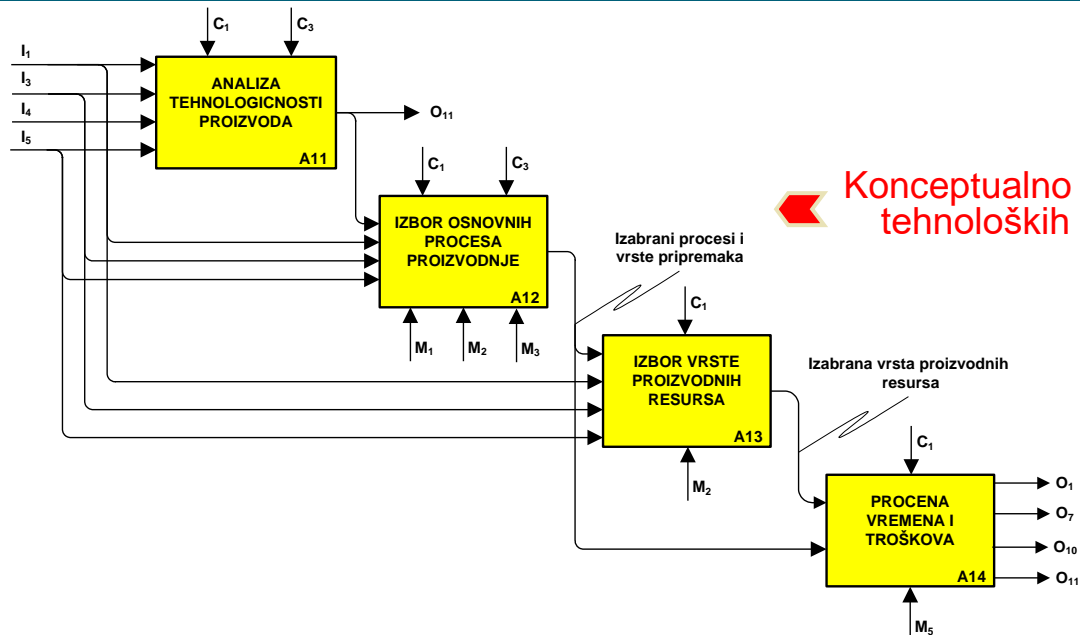
Kontekstni dijagram modela tehnološke priprave proizvodnje A\_0



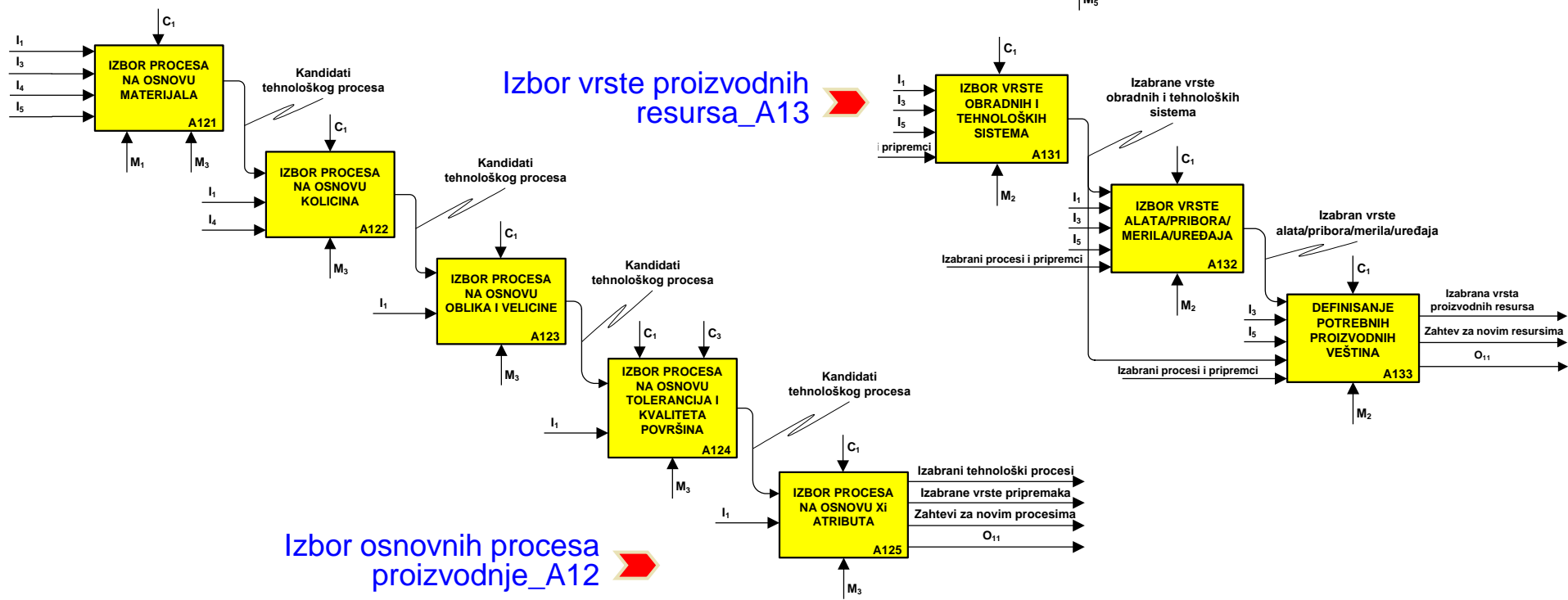
# Dekompozicioni dijagrami modela tehnološke pripreme



# Dekompozicioni dijagrami – Konceptualno projektovanje tehnoloških procesa



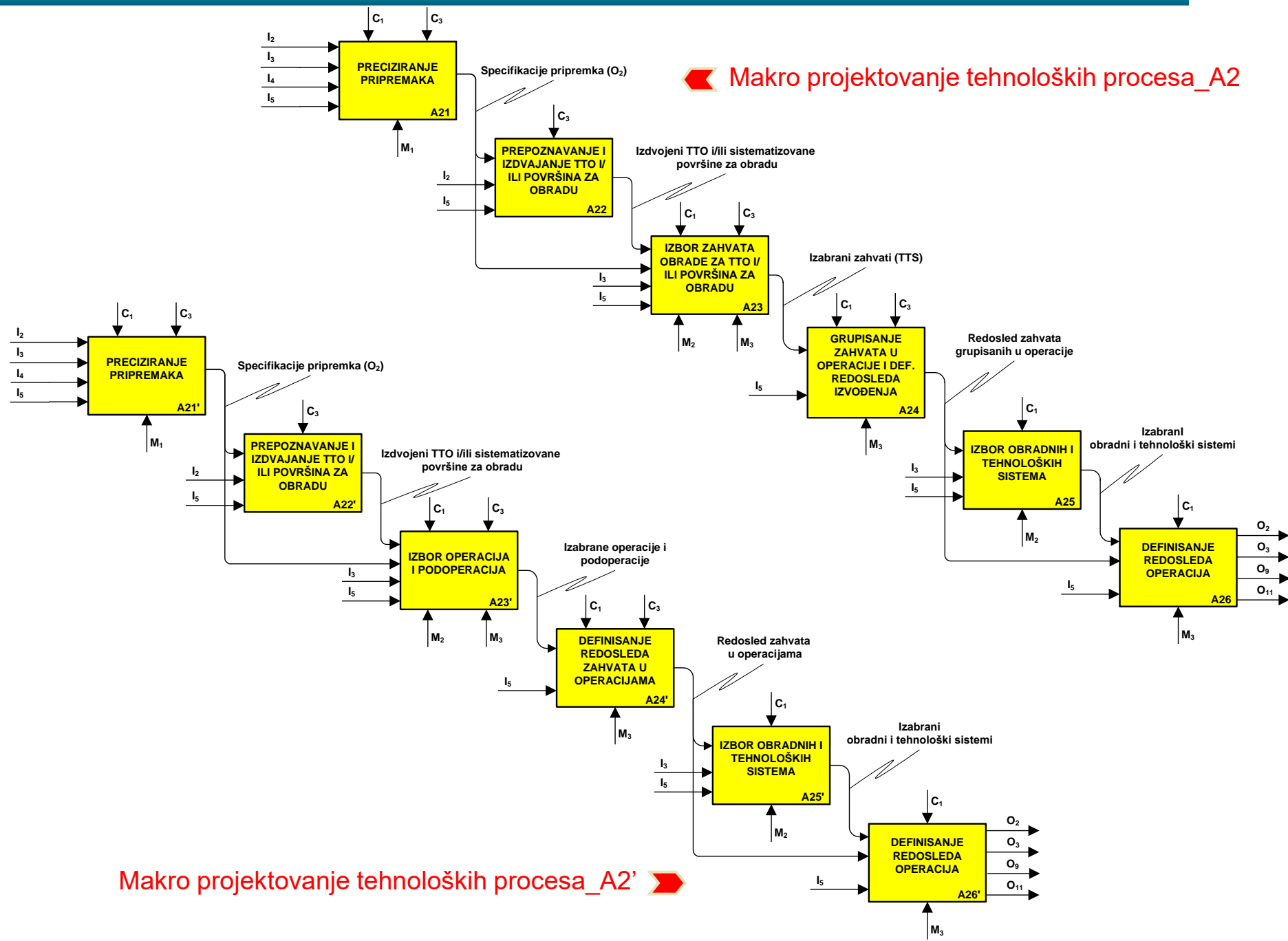
Konceptualno projektovanje tehnoloških procesa\_A1



Izbor vrste proizvodnih resursa\_A13

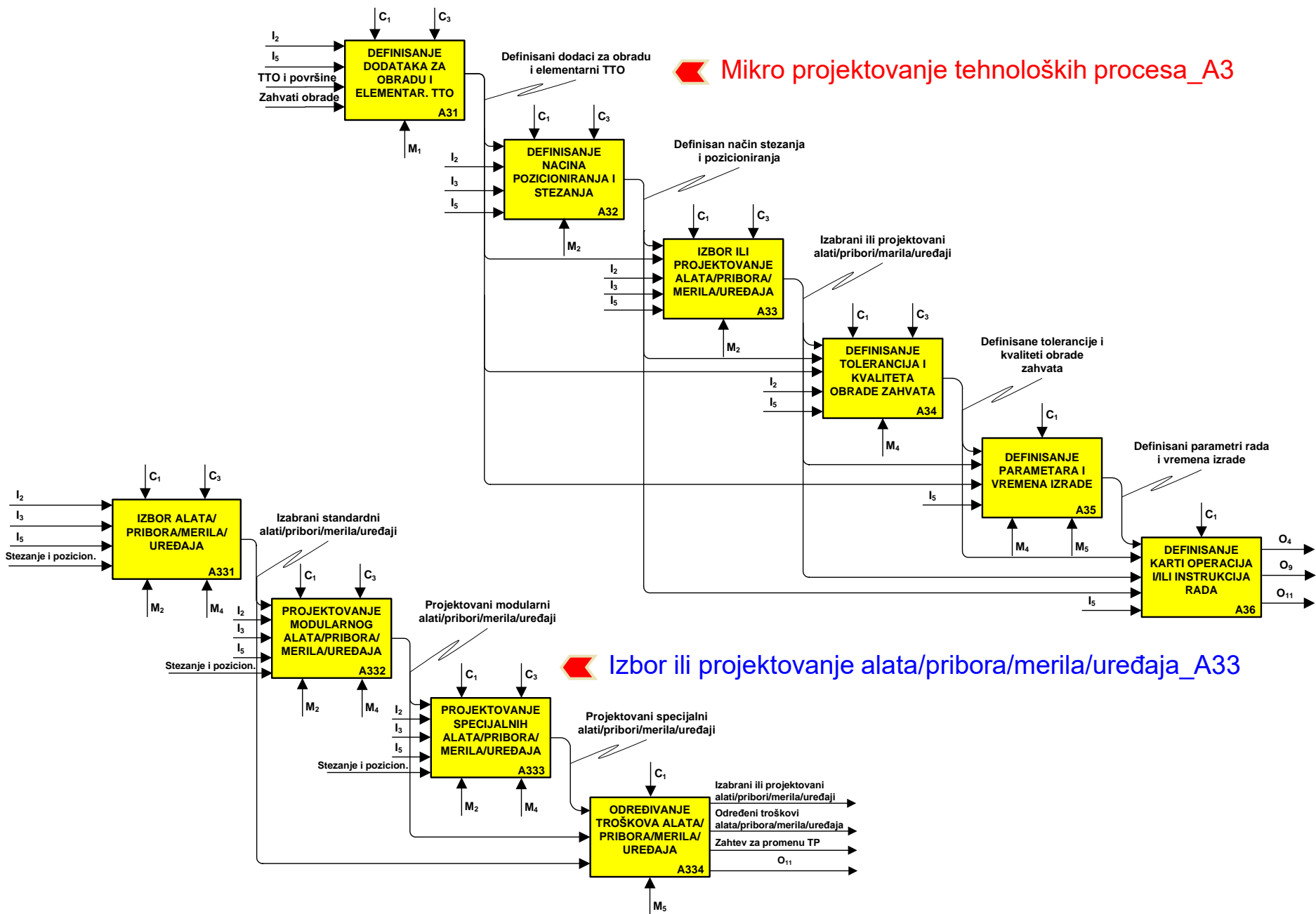
Izbor osnovnih procesa proizvodnje\_A12

## ◀ Makro projektovanje tehnoloških procesa\_A2



## Makro projektovanje tehnoloških procesa\_A2' ➔

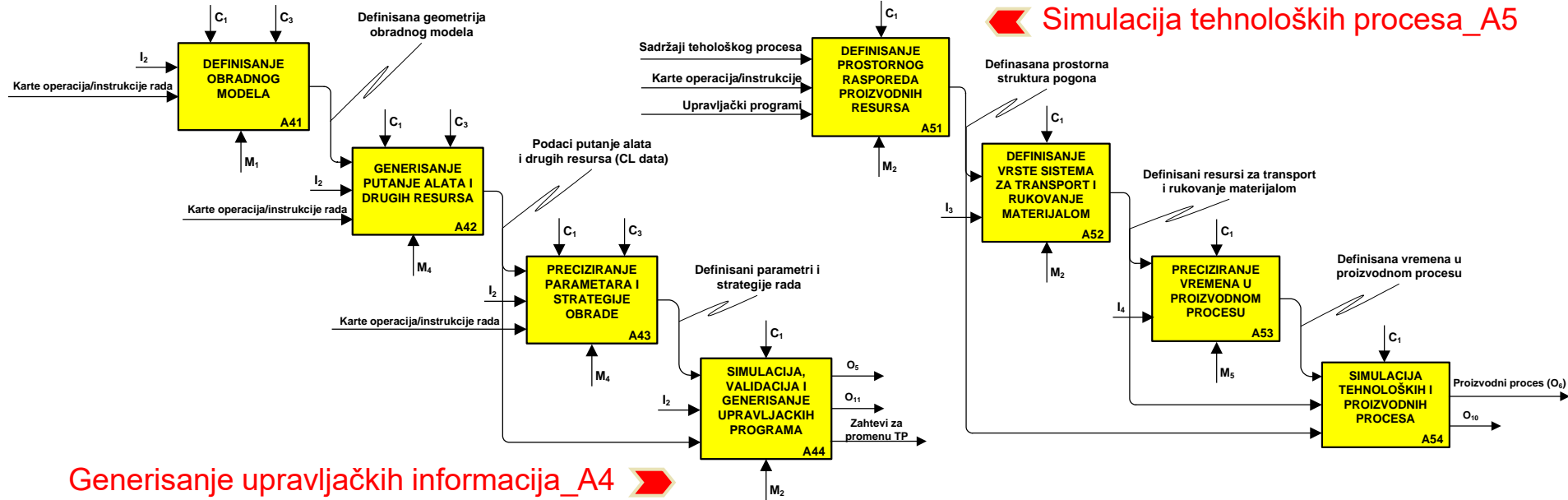
## ◀ Mikro projektovanje tehnoloških procesa\_A3



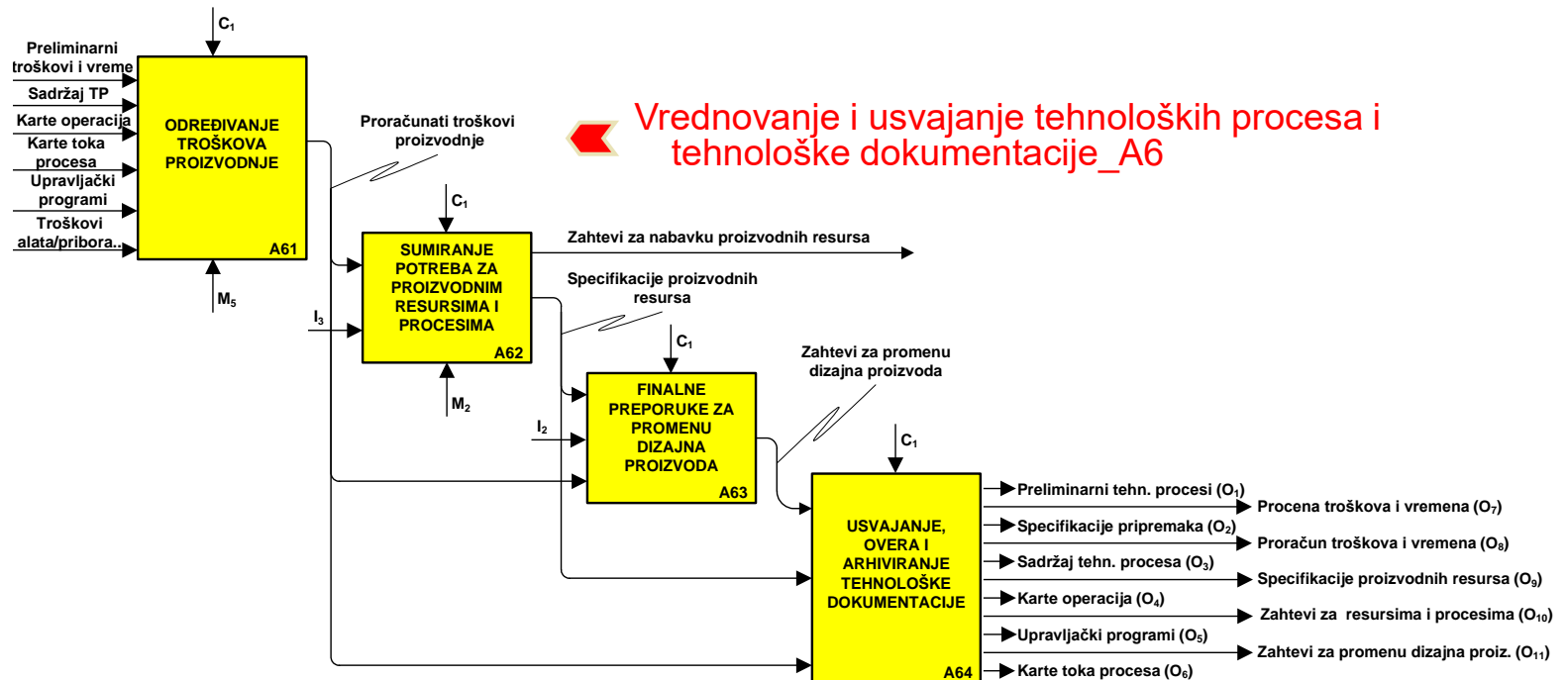
## ◀ Izbor ili projektovanje alata/pribora/merila/uređaja\_A33

# Dekompozicioni dijagrami modela tehnološke pripreme - Dijagrami A4, A5 i A6

## Simulacija tehnoloških procesa\_A5



## Generisanje upravljačkih informacija\_A4



## Vrednovanje i usvajanje tehnoloških procesa i tehnološke dokumentacije\_A6