



UNIVERZITET U NOVOM SADU

FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA



Nastavni predmet:

INTEGRISANI CAPP SISTEMI I PDM

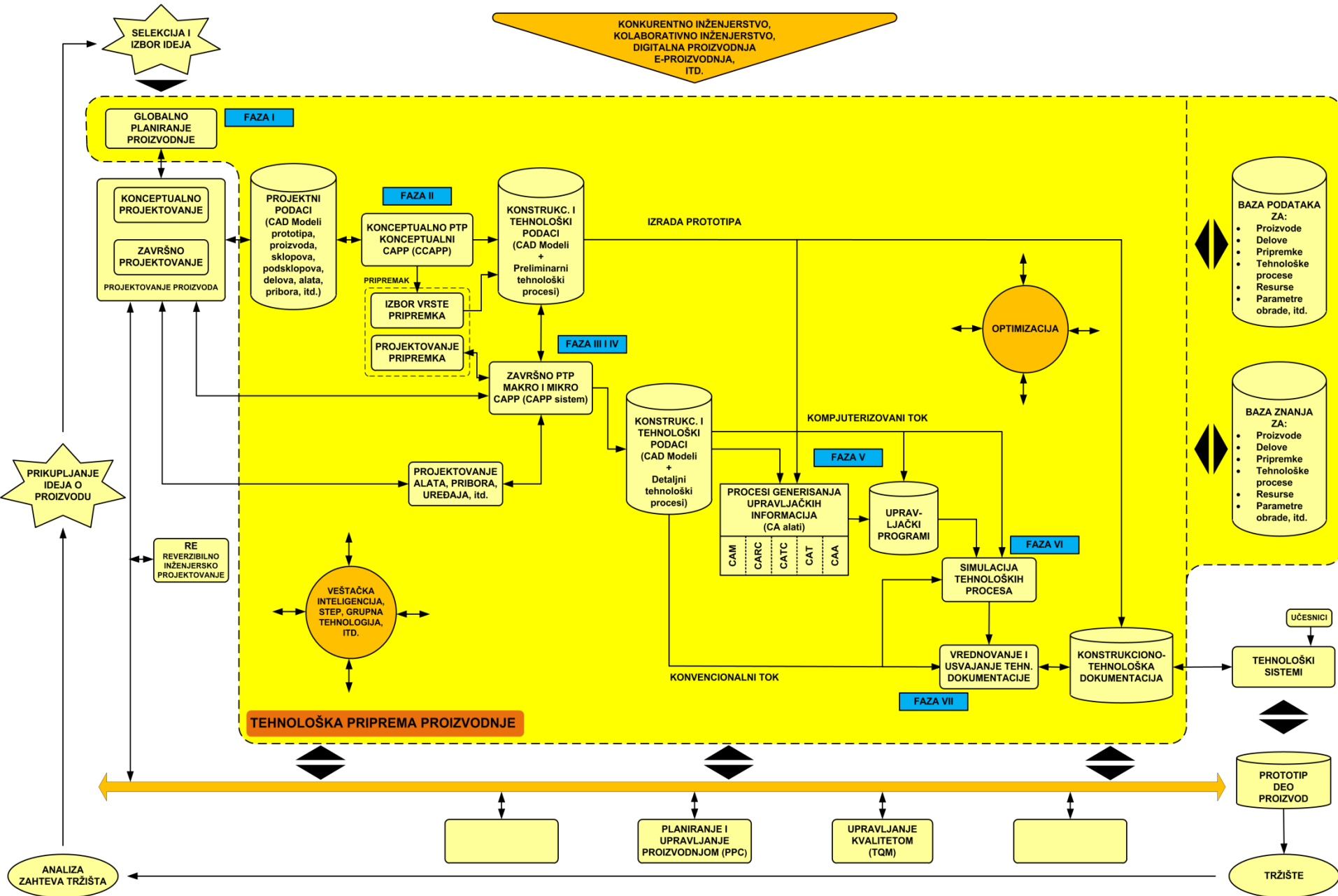
Predavanja br. 12:

Savremene metode i tehnike razvoja i integracije CAPP Sistema

Tema: Metode zasnovane na STEP-u

Prof. dr Dejan Lukić

Opšti model tehnološke pripreme proizvodnje-faze III i IV i V



U razvoju CAPP sistema i njihovoj integraciji sa drugim funkcijama i aktivnostima proizvodnog sistema i globalnog poslovnog okruženja primenjuju se brojne metode i tehnike, koje se mogu koristiti zasebno ili integralno. Na osnovu analize brojnih literaturnih informacija, izdvojen je set osnovnih savremenih metoda i tehnika koje se koriste za razvoj CAPP sistema:

- ***Metode zasnovane na tipskim oblicima,***
- ***Metode veštačke inteligencije***
 - ***Ekspertni sistemi,***
 - ***Neuronske mreže,***
 - ***Genetski algoritmi,***
 - ***Fuzzy teorija i fuzzy logika,***
- ***Agent-bazirane metode,***
- ***Internet-bazirane metode,***
- ***Metode bazirane na STEP standardu, i dr.***

U cilju integracije i primene različitih inženjerskih i drugih znanja neophodno je obezbediti kvalitetnu razmenu podataka između pojedinih aktivnosti u okviru proizvodnih sistema, primenom računara.

Od samih početaka primene računara u inženjerskim aktivnostima izvođenja i integracije različitih faza u procesu razvoja proizvoda javili su se određeni problemi, među kojima su najizraženiji:

- *Neusklađenost između životnog ciklusa programskog sistema i podataka o proizvodu,*
- *Razmena podataka između različitih CAx modula (CAD, CAM, CAE, CAPP, CAQ, itd.),*
- *Razmena podataka između različitih proizvodno-poslovnih jedinica kao nosioca inženjerskog znanja, koji svoje poslove mogu obavljati primenom različitih programskih sistema.*

Prvi problem je prilično izražen kod inženjerskih programskih sistema, tako što se CAx sistemi menjaju svake 2 do 3 godine uvođenjem novih verzija postojećih programskih sistema, dok je životni vek proizvoda uglavnom mnogo duži.

Drugi problem se može rešiti korišćenjem nekog od savremenih komercijalnih softverskih sistema koji integriše više CAx modula, kao što su CAD/CAM sistemi, CAD/CAE sistemi, CAD/CAM/CAE sistemi, itd.

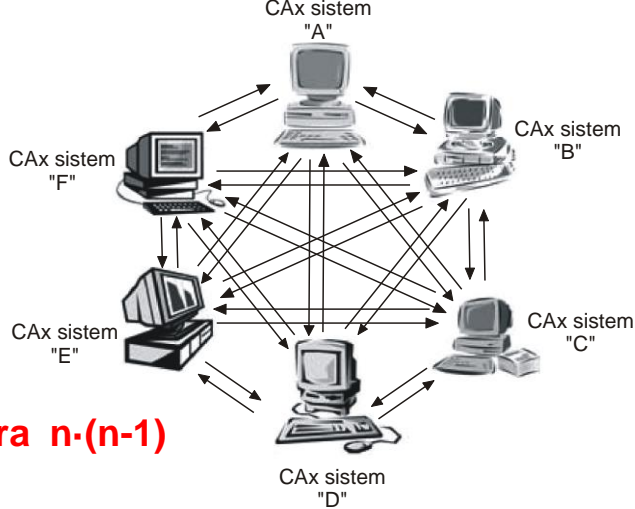
Globalno gledano, navedeni problemi razmene i deljenja podataka o proizvodu, mogu se rešiti na sledeći način:

- *Primenom istog CAX sistema tokom čitavog životnog ciklusa proizvoda u svim etapama projektovanja, tako što će nove verzije CAX sistema podržavati stare,*
- *Projektovanjem translatora ili konvertora koji će međusobno prevoditi formate podataka CAX sistema različitih proizvođača, i*
- *Razvojem neutralnog formata za razmenu podataka između različitih CAX sistema.*

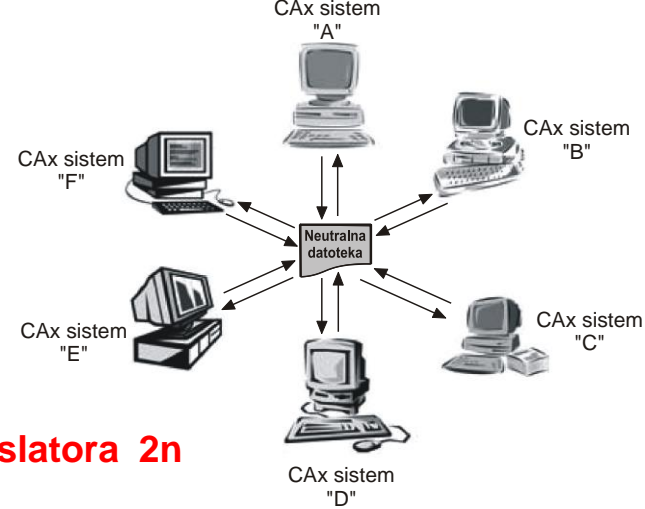
Na tržištu programskih sistema postoji veliki broj komercijalnih CAX sistema, zbog čega postoji mala verovatnoća da će različita preduzeća posedovati iste programske sisteme, što prvi način u današnjim uslovima globalizacije proizvodnog tržišta čini sve manje primenljivim.

Drugi način se odnosi na povezivanje sistema kreiranjem translatora koji omogućuje konverziju podataka iz formata jednog CAX sistema u format drugog CAX sistema. Ovaj pristup je dao dobre rezultate kod povezivanja manjeg broja različitih CAX sistema, dok je neekonomičan za potrebe povezivanja većeg broja CAX sistema, usled potrebe razvoja velikog broja translatora.

Treći način se odnosi na razvoj neutralne forme podataka koji mogu da čitaju svi CAX sistemi. Prednost trećeg načina nad drugim je ilustrovan na predstavljenoj slici, na kojoj se vidi koliko je manje translatora potrebno koristiti za razmenu podataka između n određenih programskih sistema, ukoliko postoji neutralni format za razmenu podataka (NDF).

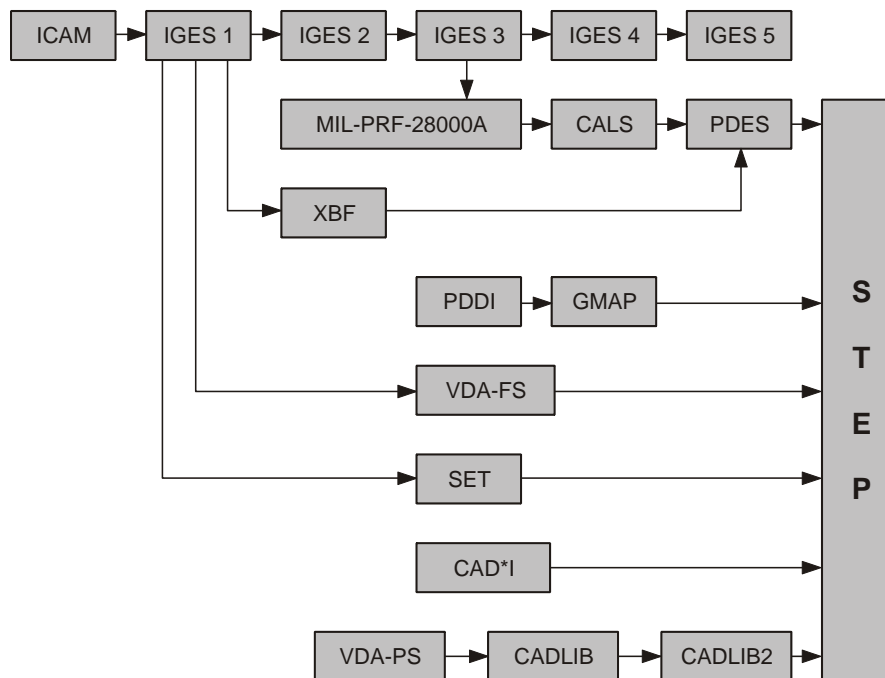


broj translatora $n \cdot (n-1)$



broj translatora $2n$

Nagli razvoj računarske tehnike u sedamdesetim godinama prošlog veka doveo je do razvoja više različitih, uglavnom nacionalnih standarda za razmenu podataka. Tako se uz IGES, koji je razvijen u USA, pojavio i SET u Francuskoj, VDA-FS u Nemačkoj i mnogi drugi. Sredinom osamdesetih godina prošlog veka uočen je problem primene velikog broja standarda za razmenu podataka između CAx sistema.



Nedostaci prethodno navedenih pristupa i razvijenih standarda doveli su do toga da Međunarodna organizacija za standardizaciju ISO, pokrene 1984. godine projekat, sa sledećim ciljevima:

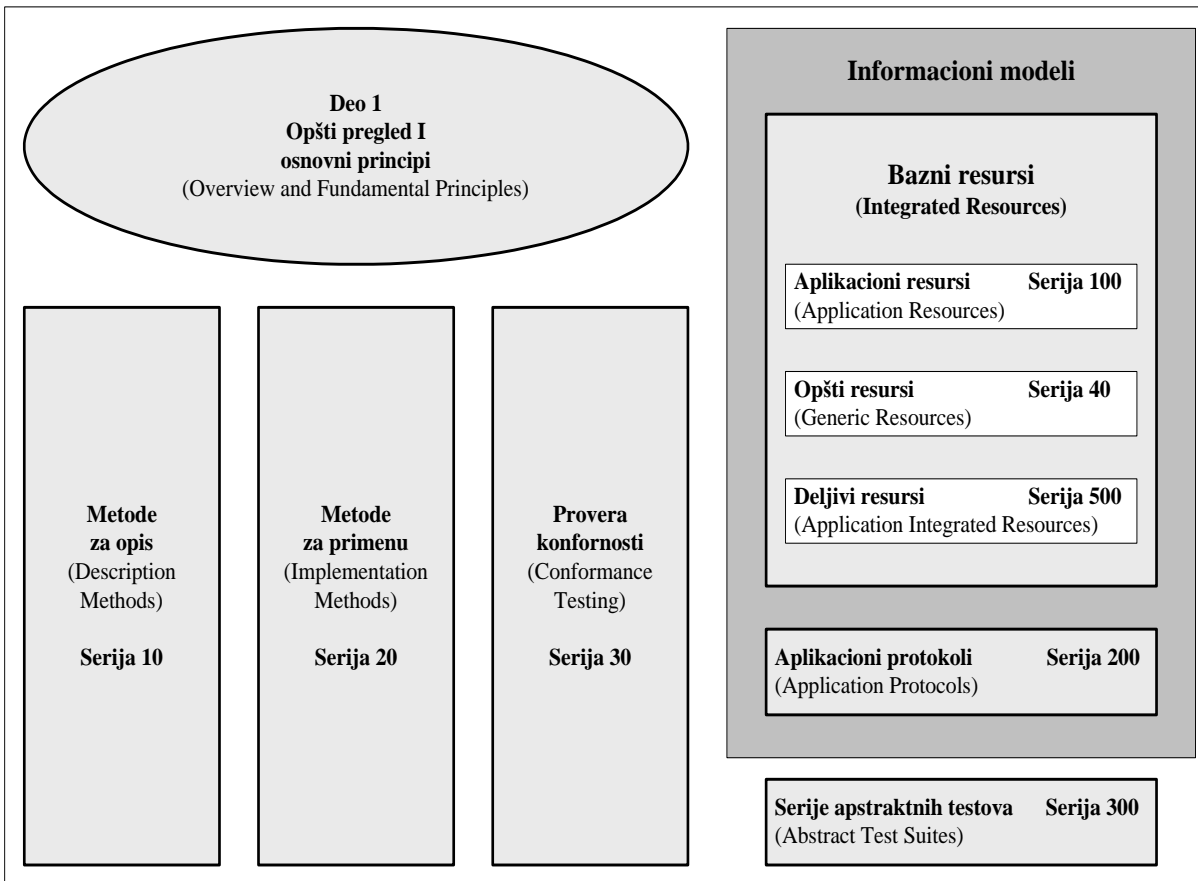
- *Standardizacija mehanizama modeliranja informacija o proizvodu kroz ceo životni vek, nezavisno od sistema koji se primenjuje,*
- *Stvaranje jedinstvenog međunarodnog standarda koji će obuhvatiti sve aspekte razmene podata u CAD/CAPP/CAM području i drugim CAX područjima,*
- *Odvajanje opisa proizvoda od primene, tako da standard omogući, osim neutralnog zapisa podataka za razmenu, i osnovu za razvoj baze podataka o proizvodu, koja se dugoročno može čuvati, i*
- *Primenu ovog standarda u industriji, nasuprot nacionalnim standardima i specifikacijama.*

Na osnovu početnog koncepta, razvijen je kompleksan standard STEP ISO 10303 koji obezbeđuje celovitu podršku razvoju globalno integrisane proizvodnje, kroz:

- *Razmenu podataka između različitih funkcija i odgovarajućih aplikacija proizvodnih sistema, kao i ostalih činilaca poslovnog okruženja, primenom standardnog neutralnog formata podataka,*
- *Deljenje podataka, što omogućuje podršku simultanom projektovanju i inženjerskoj analizi,*
- *Internet saradnju, što omogućuje da se proizvodni podaci mogu lako razmenjivati i deliti putem globalne mreže.*

Struktura STEP ISO 10303 standarda

Digitalni podaci o proizvodu moraju sadržati dovoljno informacija koje se mogu upotrebiti za različite aktivnosti tokom celog životnog veka proizvoda. Da bi se ovo ostvarilo, STEP je od samog početka bio razvijen kao modularni standard koji sadrži veći broj delova (Parts), svrstanih u serije (Series). Na slici je prikazana osnovna struktura STEP ISO 10303 standarda.



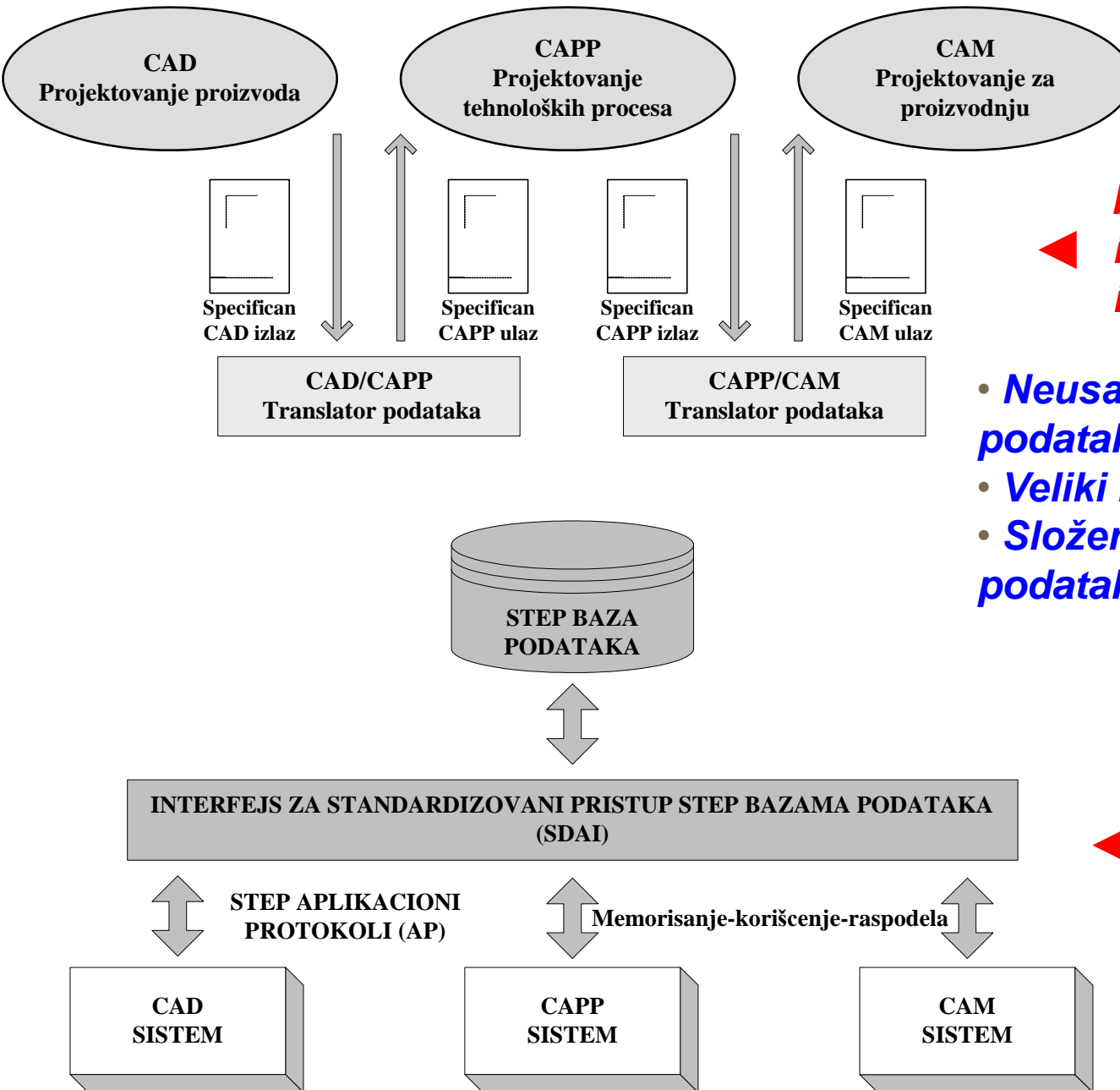
Osnovnu arhitekturu STEP standarda čini šest većih celina:

- *Metode za opis,*
- *Metode za primenu,*
- *Informacioni modeli, koje zajedno čine Aplikacioni protokoli i Bazni resursi,*
- *Metodologije za proveru konformnosti, i*
- *Serije apstraktnih testova.*

Aplikacioni protokoli predstavljaju najveći i možda najznačajniji deo STEP standarda, koji omogućuju formalan opis svih skupova aktivnosti koje se odvijaju u okviru životnog veka proizvoda, te sadrže informacione zahteve i formalne šeme za njihovo definisanje. U tabeli su dati najznačajniji AP za mašinsku i metaloprerađivačku industriju.

Numeracija serije/dela	Naziv serije/dela
Deo 201	<i>Eksplicitno crtanje</i>
Deo 202	<i>Asocijativno crtanje</i>
Deo 203	<i>Projektovanje mašinskih delova i sklopova sa upravljanjem konfiguracijom</i>
Deo 204	<i>Mašinsko konstruisanje korišćenjem graničnog prikaza</i>
Deo 205	<i>Mašinsko konstruisanje korišćenjem površinskog prikaza</i>
Deo 206	<i>Mašinsko konstruisanje korišćenjem žičanog prikaza</i>
Deo 207	<i>Planiranje i konstruisanje delova od lima</i>
Deo 208	<i>Praćenje životnog ciklusa proizvoda</i>
Deo 209	<i>Analiza i konstrukcija kompozitinih i metalnih struktura</i>
Deo 213	<i>Projektovanje tehnoloških procesi za mašinske delove (zamenjen sa AP-240)</i>
Deo 214	<i>Osnovni podaci za procese proizvodnje u auto industriji</i>
Deo 219	<i>Upravljanje dimenzionalnom inspekcijom čvrstih delova i sklopova</i>
Deo 223	<i>Konstrukcioni i proizvodni podaci za delove koji se proizvode livenjem</i>
Deo 224	<i>Konstruisanje mašinskih delova za potrebe projektovanja TP pomoću TO (feature)</i>
Deo 229	<i>Konstrukcioni i proizvodni podaci za delove koji se proizvode kovanjem</i>
Deo 232	<i>Tehnički podaci za procese montaže, osnovne informacije i razmena</i>
Deo 233	<i>Prikaz podataka sistemskog inženjerstva</i>
Deo 238	<i>Aplikaciono interpretirani model za numerički upravljane jedinice</i>
Deo 239	<i>Upravljanje životnim ciklusom proizvoda</i>
Deo 240	<i>Projektovanje tehnoloških procesa za mašinske delove</i>

Primena STEP-a u integraciji CAD, CAPP i CAM sistema

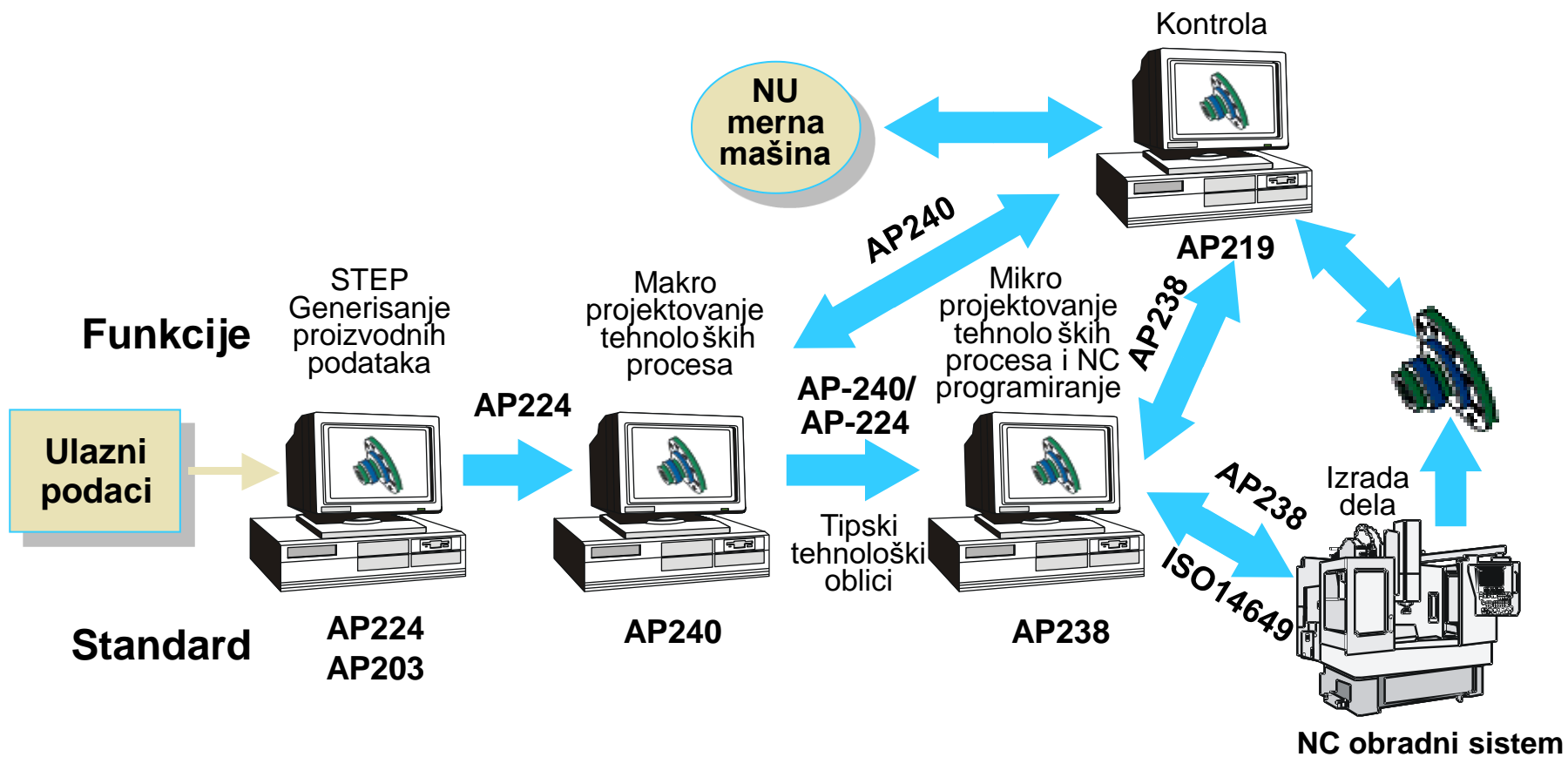


Konvencionalan način integracije CAD, CAPP i CAM sistema

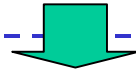
- **Neusaglašeno predstavljanje podataka**
- **Veliki broj međurezultata**
- **Složeno i obimno skladištenje podataka, itd.**

STEP bazirana integracija CAD, CAPP i CAM sistema

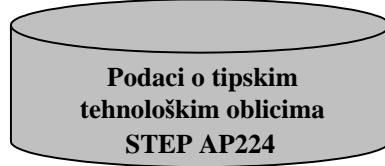
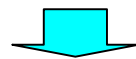
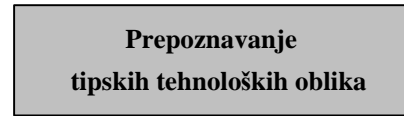
U svetu je do sada postavljen veći broj različitih koncepta povezivanja CAX sistema u procesu projektovanja i proizvodnje proizvoda primenom STEP standarda. Na slici je prikazan koncept projektovanja i proizvodnje podržan STEP standardom, za proizvodnju proizvoda koja se realizuje procesima obrade skidanjem materijala. Koncept prikazuje integrisani proizvodni tok kroz određene korake, odnosno funkcije koje se izvode u pojedinim fazama toka i upotrebljene STEP standarde, odnosno odgovarajuće aplikacione protokole. Povezivanjem ovih standarda dobija se grupa STEP standarda za projektovanje i proizvodnju SMS (STEP Manufacturing Suite).



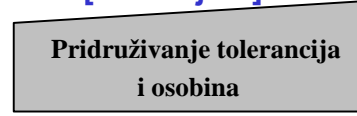
STEP-om podržano projektovanje i proizvodnja



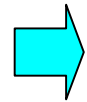
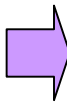
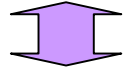
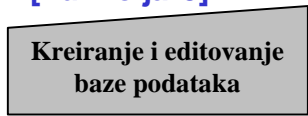
[Funkcija-1]



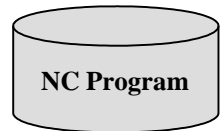
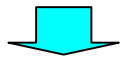
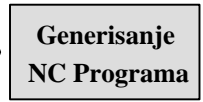
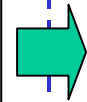
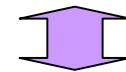
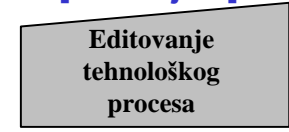
[Funkcija-2]



[Funkcija-5]



[Funkcija-6]



CAPP

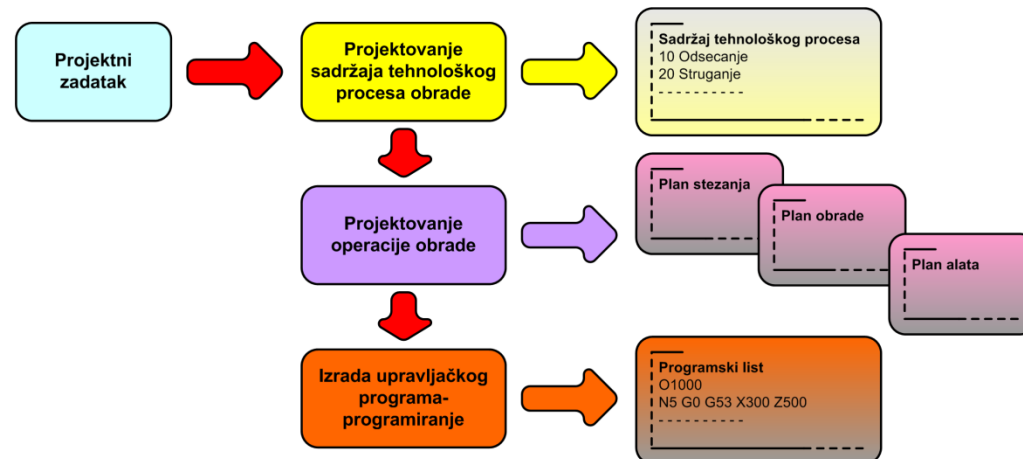
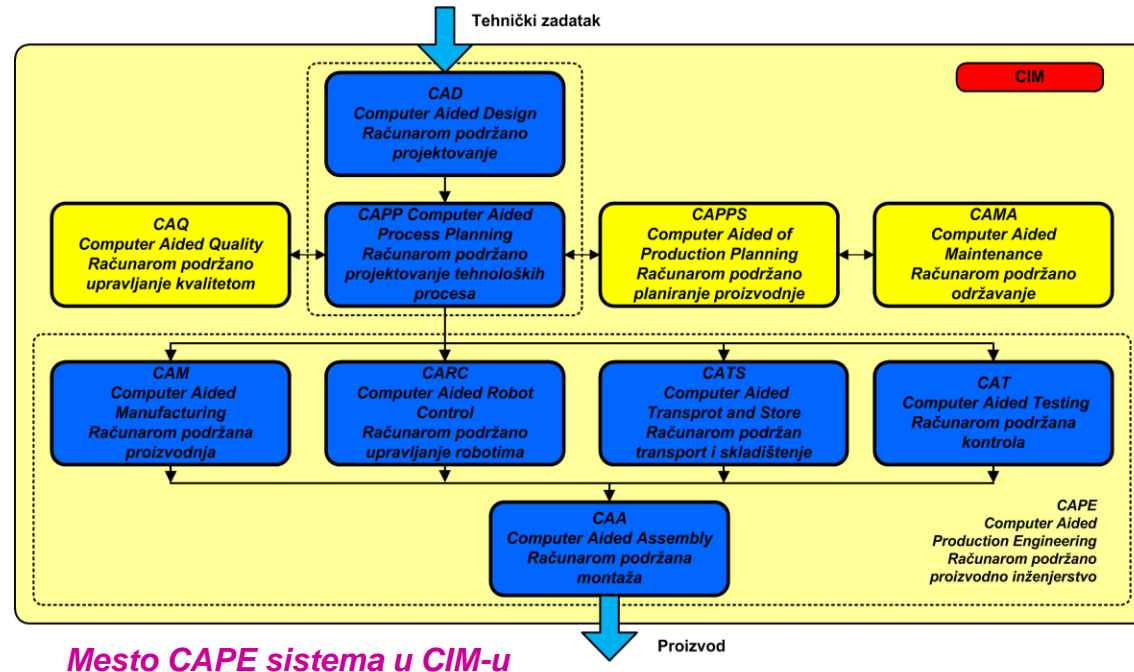
STEP CAPP (SCAPP)-primer CAPP sistema

Primena STEP-a u integraciji CAD/CAPP/CAM I CNC sistema

Generisanje upravljačkih informacija

CAPE čine sledeći CAx sistemi:

- CAD sistemi,
- CAPP sistemi,
- CAM sistemi (generisanje upravljačkih informacija za CNC OS)
- CARC sistemi (programiranje rada robota i manipulatora)
- CATS sistemi (programiranje rada AGV, konvejera, i dr. transportnih sredstava,
- CAT sistemi (programiranje rada mernih sistema)
- CAA sistemi (programiranje rada montažnih sistema)

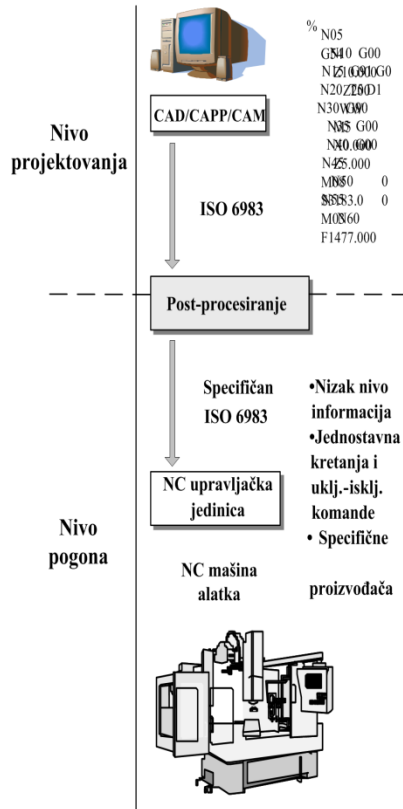


Osnovne funkcije CAM sistema su:

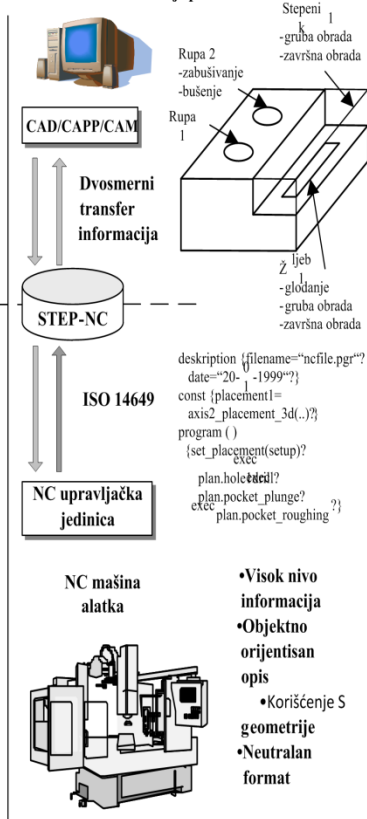
- Generisanje obradnog modela,
- Generisanje i optimizacija putanje alata,
- Simulacija i vizuelizacija procesa obrade,
- Generisanje upravljačkog programa,
- Proračun vremena obrade,
- Generisanje dokumentacije, itd.

STEP-NC

Trenutni interfejs podataka



Novi interfejs podataka



Tok informacija primenom ISO-6983 i STEP-NC

Osnovni nedostaci primene ISO-6983:

- Jezik programiranja niskog nivoa, orijentisan na programiranje lokacije kretanja alata duž osa mašine,
- Javlja se semantička višeznačnost,
- Specifične ekstenzije proizvođača upravljačkih jedinica, što inicira postojanje velikog broja postprocesora,
- Podržava samo jednosmeran tok informacija od projektovanja do proizvodnje,
- Veoma teško upravljanje i promena upravljačkih programa,
- Otežana primena u oblasti složenih površina, visoko brzinske obrade i 5 ili više osnovnog upravljanja, itd.

Prednosti primene STEP-NC:

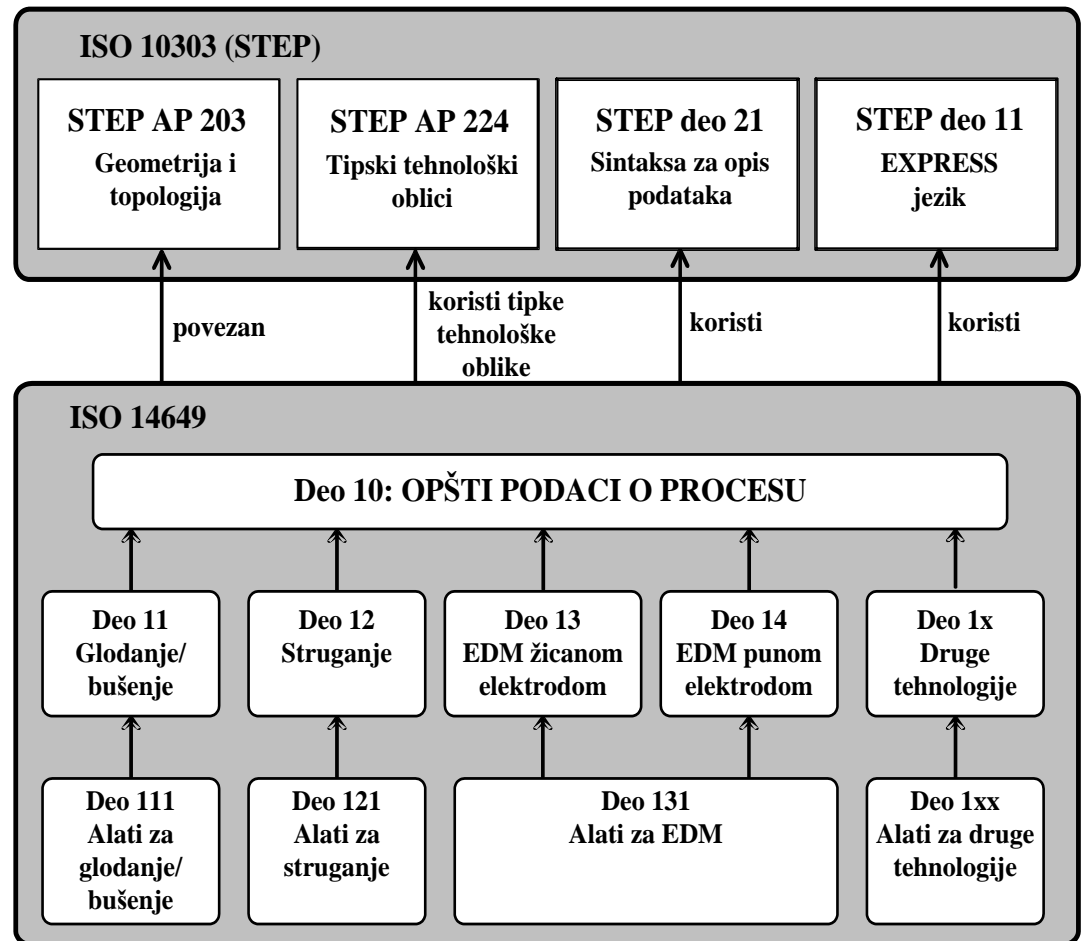
- Kvalitetnije informacije za proizvodnju koje su zasnovane na zadacima obrade TTO,
- Obezbeđenje potpunih i strukturnih podataka, što utiče na nemogućnost gubitaka informacija,
- Dvosmeran tok informacija između projektovanja i proizvodnje,
- Gubi se potreba za postprocesorima specifičnih upravljačkih jedinica,
- Korisnički orijentisan interfejs za upravljanje obradnim sistemima,
- Omogućuje se primena koncepta e-proizvodnje, odnosno prenos i upravljanje podacima putem Interneta,
- Postiže se visoka proizvodna efikasnost, prema tabeli

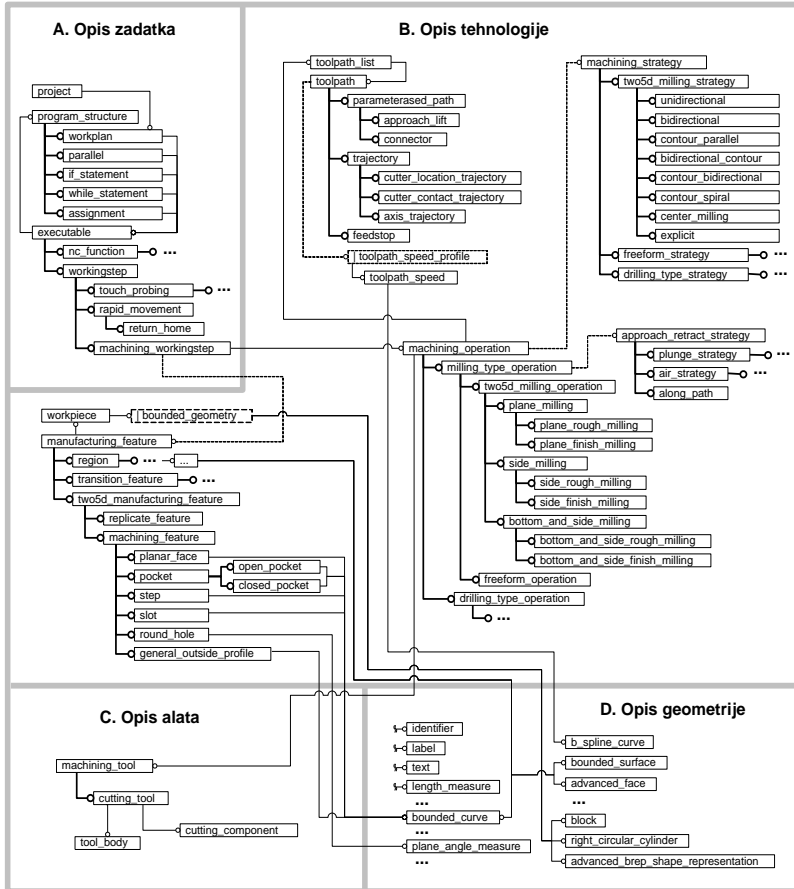
Uzrok	Posledica
STEP-NC podaci su istovremeno i dokumenti	75% redukcija broja crteža poslanih od CAD-a ka CAM-u
Lakše definisanje tehnološkog procesa jer se operacije neće projektovati u detalje	35% redukcija CAPP/CAM projektovanja tehnoloških procesa
Upotreba visokobrzinske obrade, 5-o ili više osne obrade, ugrađivanje inteligentne optimizacije u upravljačke jed.	50% redukcija vremena mašinske obrade

ISO 14649 je podeljen na više delova, gde deo 10 definiše opšte procesne informacije, delovi 11, 12, 13, ... tehnološki-specifične informacije, dok delovi 111, 121, 131,alate za pojedine tehnologije, glodanja, struganja, EDM, itd., slika 4.18.

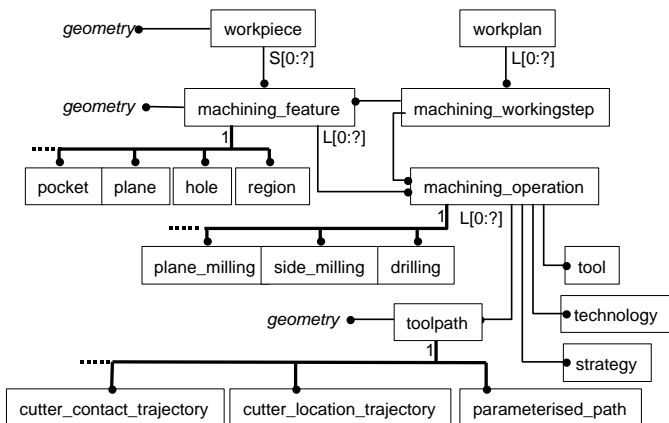
ISO 14649-10 definiše procesne podatke koji su potrebni za NC programiranje koji su zajednički za različite tehnologije obrade. Elementi podataka ovog dela standarda opisuju interfejs između CNC i programskih sistema (npr. CAPP, CAM...). Ovi programi obuhvataju geometrijske i tehnološke informacije i mogu se generisati upotrebom ISO 14649 dela 10 zajedno sa delom za specifičnu tehnologiju (npr. ISO 14649-11) i delom za odgovarajuće alate (npr. ISO 14649-121).

EXPRESS-G šema definisana u ISO 14649-10 sadrži informacije koje su podeljene na: opis zadatka (task description), opis tehnologije (technology description), opis alata (tool description) i opis geometrije (geometry description).

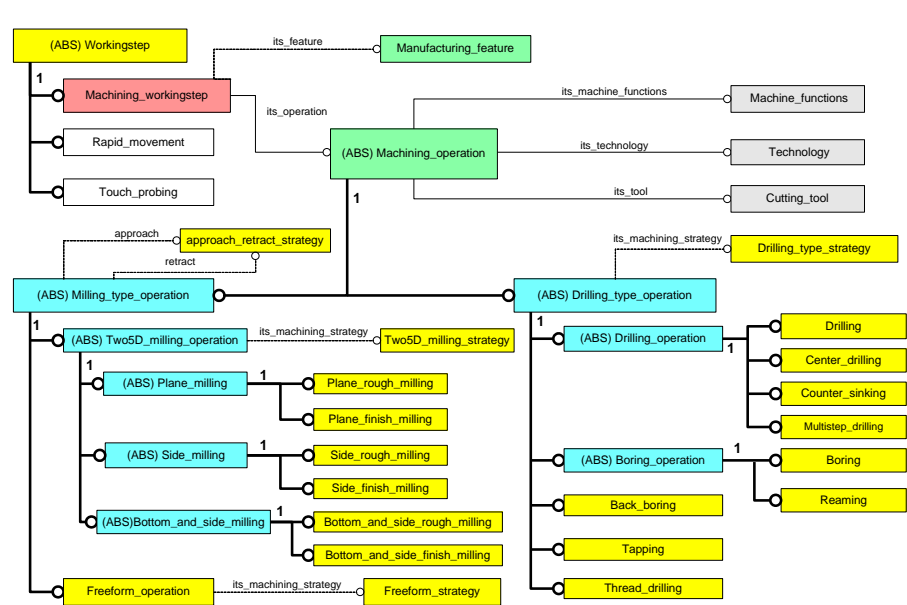




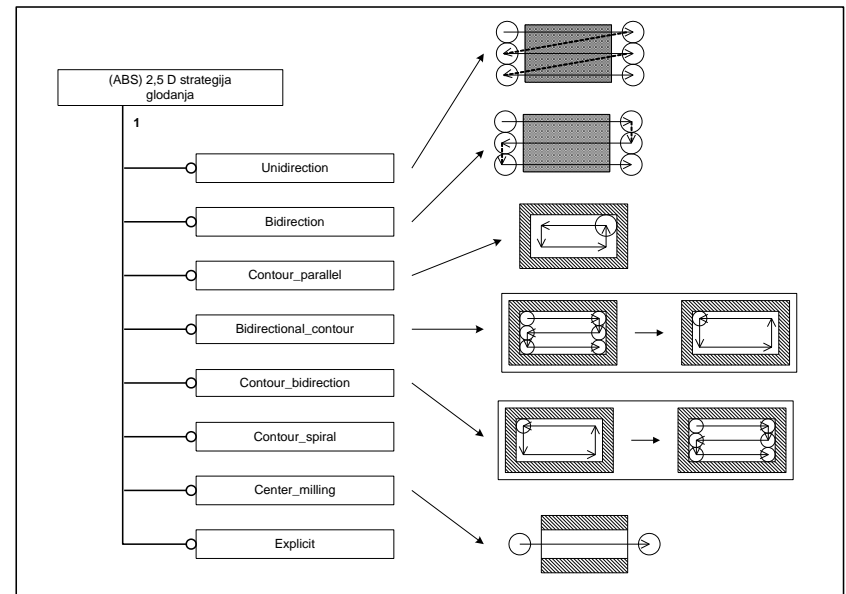
Express-G šema ISO 14649-10



Express-G šema ISO 14649-11



Deo Express-G šeme ISO 14649-10,11 sa machining_operation za glodanje I bušenje



Izvod iz strategije mašinske obrade

Strukturu datoteke ISO 14649 čine dve osnovne celine kao i datoteke ISO 10303 dela 21:

- **Zaglavlje (header) – za informacije koje su neophodne za identifikaciju datoteke tj generalne informacije.**
- **Sekcija sa podacima (data section) – koja sadrži sve informacije vezane za proizvodne zadatke i geometriju.**

1. Zaglavlje

Svako zaglavlje treba da sadrži :

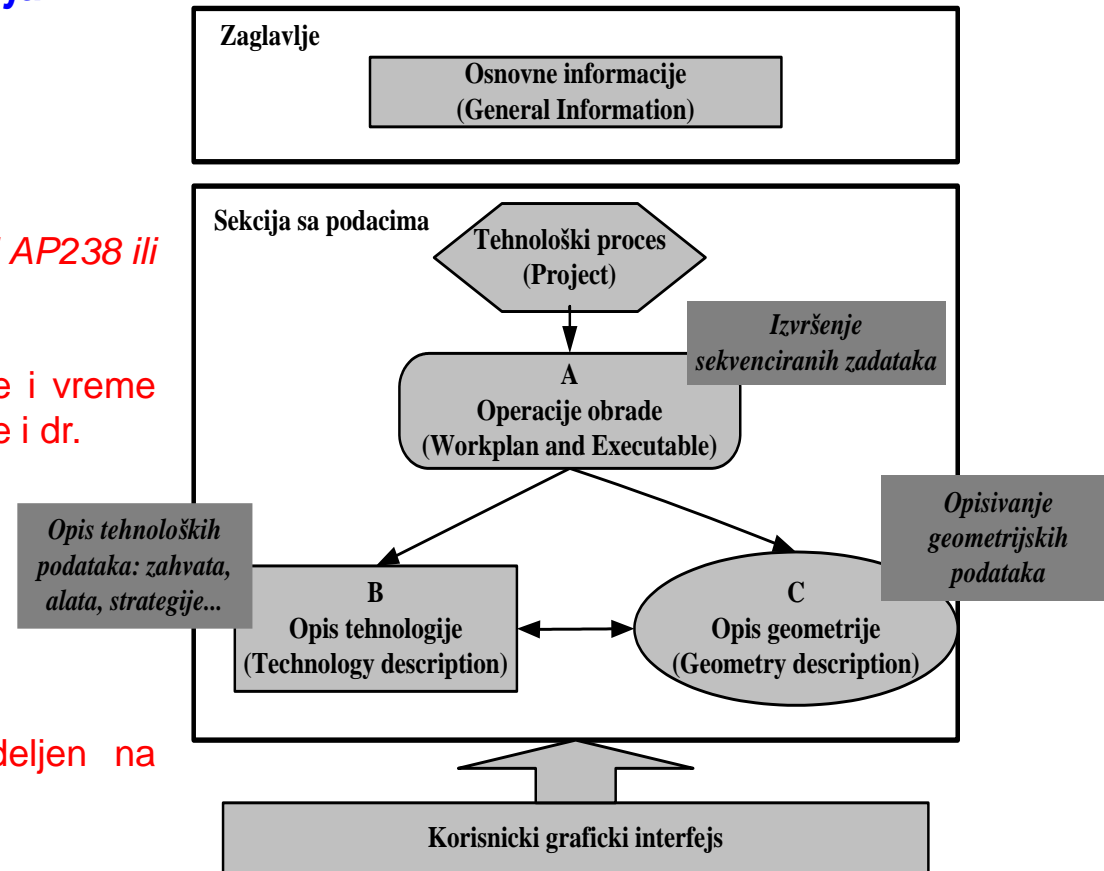
- *Opis datoteke (file_description)*
- *Naziv Datoteke (file_name)*
- *Oznaka EXPRESS šeme za primenjeni AP238 ili ISO 14649 (file_schema)*

Pored ovoga u zaglavlju se još navode i vreme nastanka datoteke, ime autora, ime institucije i dr.

2. Sekcija sa podacima

Sadržaj sekcije sa podacima je podeljen na sledeće delove:

- *tehnološki proces (project)*
- *operacije izrade (workplan and executable)*
- *opis tehnologije obrade (technology description)*
- *opis geometrije (geometry description).*



Svaku pojavu u okviru STEP-NC datoteke, na jedinstven način identifikuje celobrojna vrednost. Za zapisivanje pojava najčešće se koristi interno mapiranje (internal mapping), koje zahteva da se iza oznake entitetskog tipa navodi lista atributa, koji su postavljeni po hijerarhijskom principu. Tako na primer na slici je prikazana šematska entitetsko-indeksna mapa programske strukture STEP-NC, gde je kao primer uzet jedan proizvod kod koga se jedna operacija obrade odnosi na glodanje/bušenje. U posmatranom primeru tehnološki proces (project) se sadrži iz *dve operacije (workplan #10,#11)*. U okviru operacije #10 imamo *podoperaciju obrade (machining_workingstep #20)* u okviru koje se vrši *zahvat obrade (machining_operation #22)* tipskog tehnološkog oblika-otvora $\phi 20H12$ (*manufacturing_feature #21*). Zahvat obrade (*machining_operation #22*) se definiše tako što se definišu *moduli alata - spiralna burgija (milling_cutting_tool #25)*, *parametri obrade (milling_technology #27)*, *mašinske funkcije (milling_machine_function #29)*, kao i *strategije mašinske obrade (machining_strategy #31)*.

HEADER:

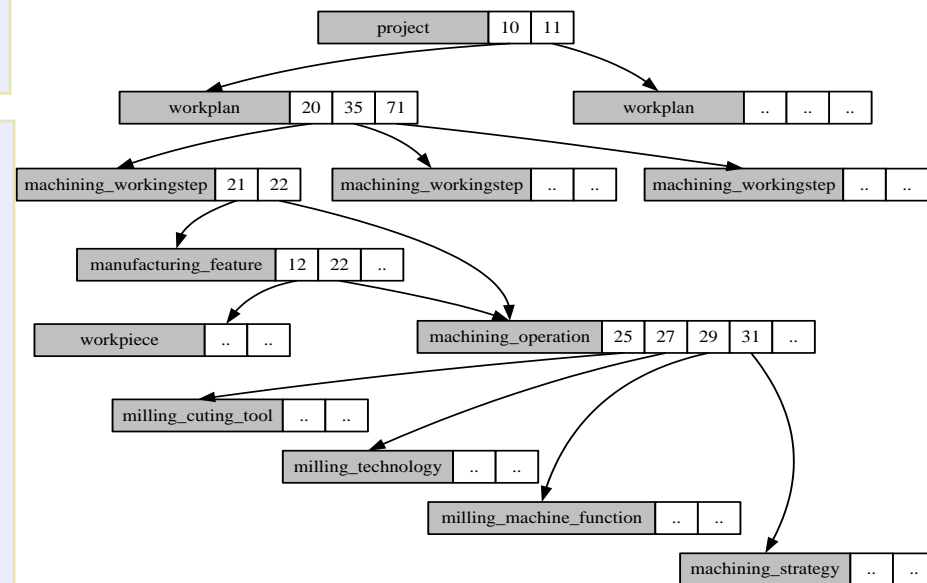
```
File description(('Primer NC programa za obradu glodanjem'),1');
File_name('Primer1.STP',$, '2005-02-02',('ISO14649'),'LUKIĆ','FTN','SCG');
File_schema(('Machining_schema','Milling_schema'));
ENDSEC
```

DATA:

```
#1=Project (Workplan#10);
#10=Workplan (#20,#35,#71,.....);
..
#12=Workpiece(.....);
..
#20=Machining_workingstep( ,#21(manufacturing_feature),#22(machining
operation));
#21=Round hole ('Hole D=20 MM, #12(workpice), #22(machining operation).....);
#22=Drilling (#25(milling_cutting_tool),...,#27(milling_technology),...,
#29(milling_machine_functions, ...,#31(drilling_type_strategy),.....);
#25=Milling_cutting_tool('Spiral drill 20MM'.....);
#27=Milling_technology(0.030, TCP.,s,16.000,.....);
#29=Milling_machine_functions(.....);
#31=Drilling_type_strategy(.....);
..
#35=Machining_workingstep(.....);
```

ENDSEC

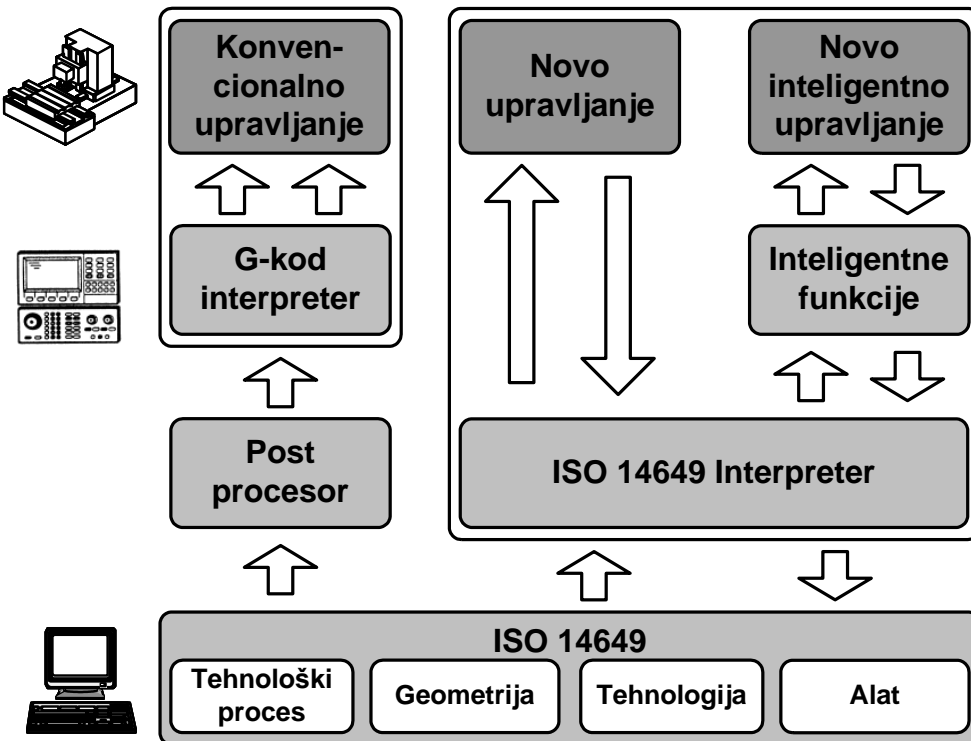
END-ISO-10303-21



Tipovi STEP-om podržanih CNC obradnih sistema

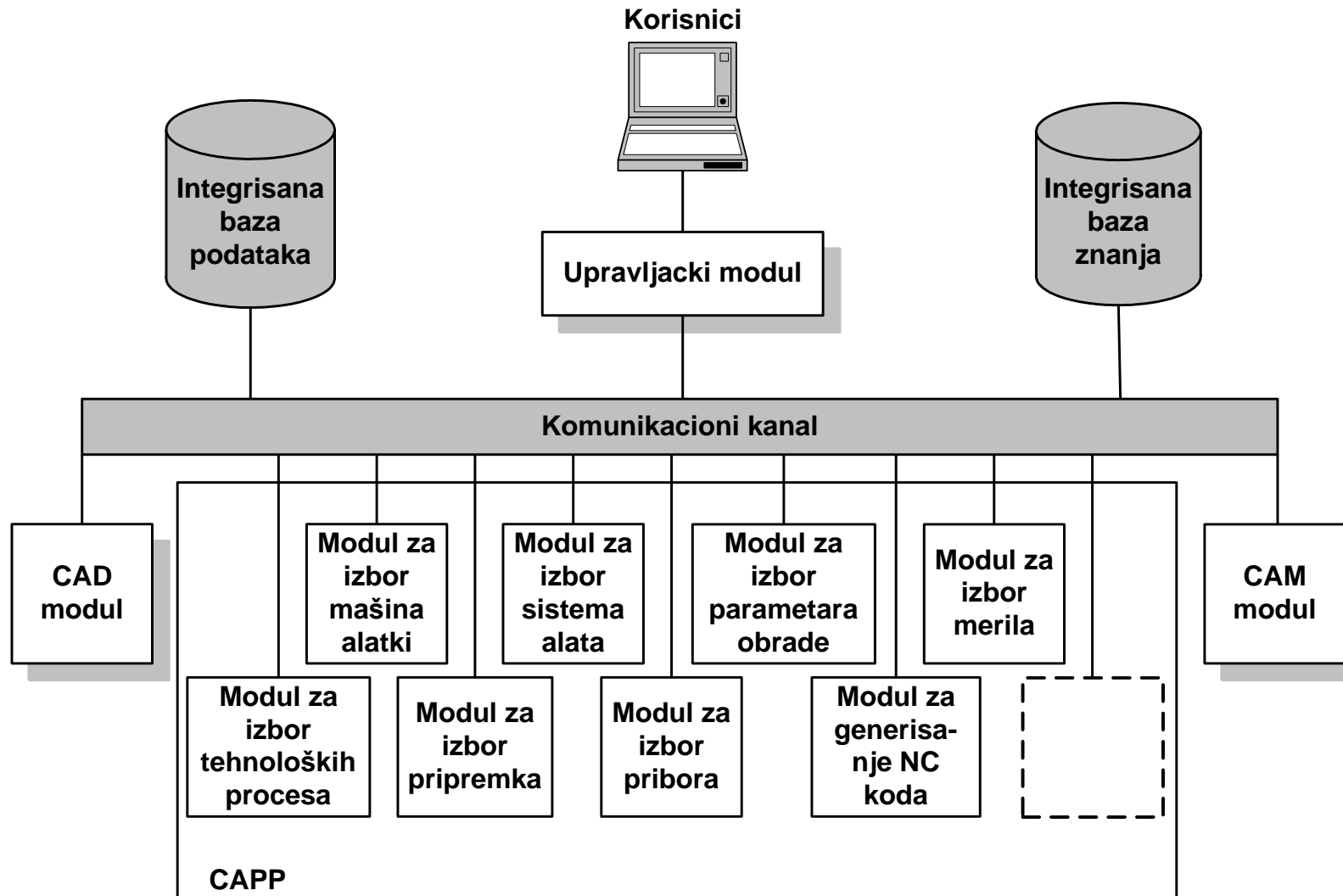
Konvencionalno upravljanje jednostavno koristi ISO-14649 za upravljanje preko postprocesiranja i prevođenja u ISO-6983, odnosno G-kod. U ovom slučaju konvencionalna upravljačka jedinica CNC obradnog sistema se upotrebljava bez modifikacije.

Novo upravljanje, sadrži STEP-NC prevodioc (interpreter), pa se programirani zahvati obrade izvode pomoću CNC jezgra sa ugrađenom sposobnošću generisanja putanje alata. Ovo je osnovni tip, gde je kretanje izvršeno tačno prema redosledu i strategiji obrade, definisane u ISO-14649 programu. U suštini ovaj tip nema druge inteligentne funkcije osim sposobnosti generisanja putanje alata. Najveći deo STEP-NC prototipova koji su do sada razvijeni spada u ovu grupu.

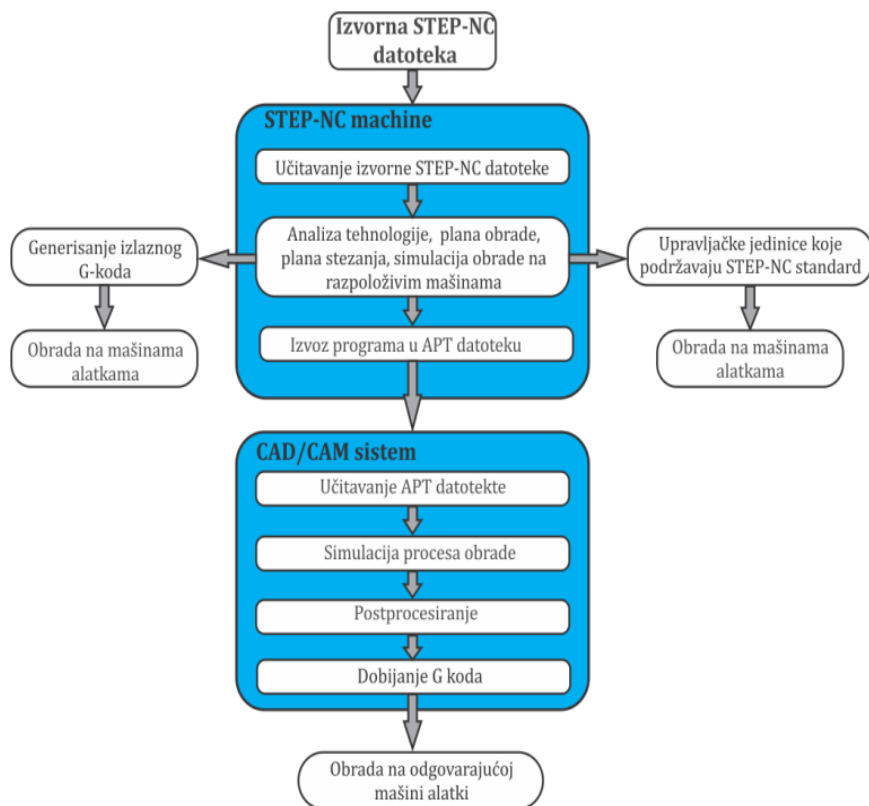


Novo inteligentno upravljanje, kod koga su upravljačke jedinice obradnih sistema sposobne da izvrše zadatke procesa obrade "inteligentno" i "autonomno", bazirano na obimnim informacijama ISO-14649 standarda. Neke od inteligentnih funkcija ovog tipa su automatsko prepoznavanje tipskih tehnoloških oblika, automatizovani izbor alata, automatsko generisanje putanje alata, monitoring procesa obrade, izbegavanje kolizije alata, optimalni redosled izvršenja zahvata i operacija kroz primenu varijantnog modela projektovanja i optimizacije tehnoloških procesa, adaptivna kontrola, merenje na mašini, itd.

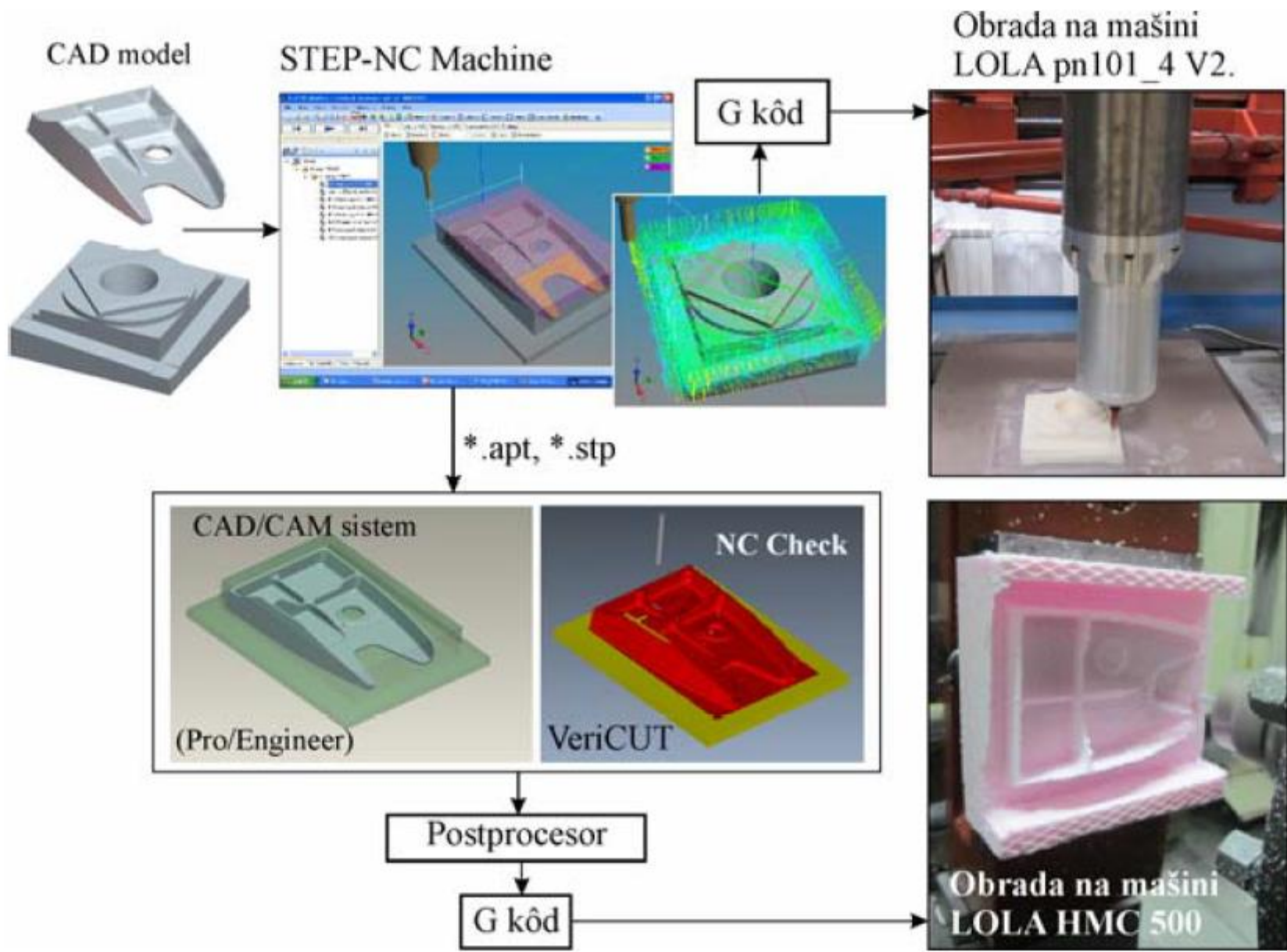
Baze podataka i baze znanja, kao elementi sistema za automatizovano projektovanje tehnoloških procesa, imaju značajnu ulogu u njegovom funkcionisanju i integraciji komponenata.



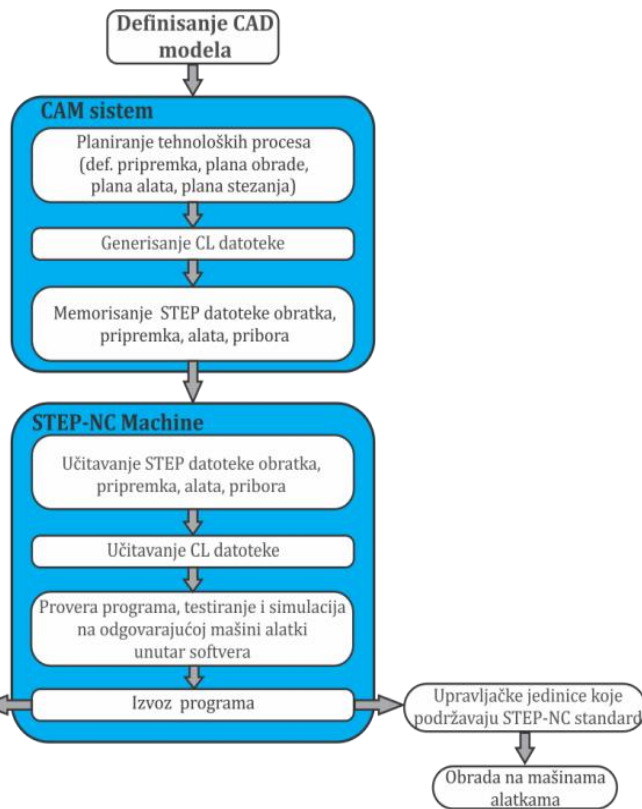
Varijanta 1- Scenario 1



U cilju realizacije ove varijante, potrebno je preuzeti neki od izvornih modela (STEP-NC programa) sa sajta www.steptools.com. Po preuzimanju ovog modela potrebno je izvršiti učitavanje STEP-NC programa u softver STEP-NC Machine. Po učitavanju ovog programa u STEP-NC Machine, vrši se analiza primenjene tehnologije obrade pomenutog primera, u okviru čega se vrši analiza definisanog pripremkama, plana obrade, plana stezanja, analiza primenjenih alata, pribora, kao i simulacija obrade na raspoloživim mašinama alatkama koje su dostupne u bazi podataka pomenutog softvera. Svi dosadašnji koraci se mogu odraditi u licenciranoj, kao i u probnoj verziji softvera STEP-NC Machine. Kod probne verzije se ne može dobiti izlazni kod, tako da se ne može izvršiti fizička obrada na nekoj od mašina alatki. Za razliku od probne verzije softvera, u licenciranoj verziji, pometuti STEP-NC program se može izvesti kao APT datoteka, može da se generiše G-kod za neku upravljačku jedinicu koja se nalazi u bazi podataka softvera ili da se izveze direktno na upravljačku jedinicu koja podržava STEP-NC model podataka (pojedine upravljačke jedinice novije generacije). U slučaju da ne postoji ovakva mašina sa upravljačkom jedinicom novije generacije i da u bazi podataka softvera nema postprocesora za određenu upravljačku jedinicu, može se izvršiti izvoz programa kroz APT datoteku. Kada se program izveze kao APT datoteka, ona se potom može učitati u neki CAD/CAM sistem (u našem slučaju Pro/Engineer). Po učitavanju APT datoteke u Pro/Engineer, u okviru modula za obradu (*eng. Manufacturing*) može da se izvrši simulacija obrade, sa definisanim pripremkom i obradkom, definisanim alatima, priborima, strategijom obrade, itd. Takođe se u okviru Pro/Engineer-a može izvršiti i provera putanje alata opcijom NC-Check ili Vericut. Nakon simulacije i provere može se izvršiti postprocesiranje za određenu upravljačku jedinicu mašine alatke, i dobiti odgovarajući upravljački program - G-kod. Na kraju se može izvršiti obrada dela na konkretnoj CNC mašini alatki.

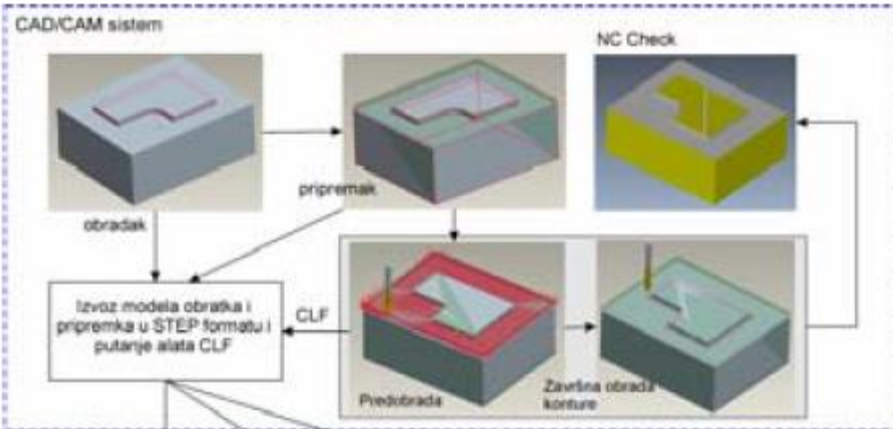


Varijanta 2- Scenario 2



Ulaz u sistem predstavlja model proizvoda iz nekog CAD/CAM sistema (npr. iz Pro/Engineer-a). Nakon definisanja modela proizvoda, u okviru Pro/Engineer-ovog modula za obradu (*eng. Manufacturing*) vrši se projektovanje tehnološkog procesa, tj. definiše se pripremak, plan obrade, plan alata, plan stezanja, parametri i strategija obrade. Takođe se može izvršiti i simulacija procesa obrade, kao i provera putanje alata u modulu NC-Check i Vericut. Nakon potpunog definisanja tehnološkog procesa i provere putanje alata, vrši se generisanje CL datoteke. Kada se generiše CL datoteka, vrši se čuvanje pomenutog modela sa ekstenzijom .stp (STEP datoteka), u kojoj se memorisani podaci o obratku, pripremk, alatu, priboru, itd.

Sledeći korak se odnosi na pokretanje softvera STEP-NC Machine, gde se prvo vrši učitavanje STEP datoteka sa podacima o obratku, pripremk, alatu, priboru, , a potom i memorisane CL datoteke. Naredni korak predstavlja analiza i provera programa, pri čemu se vrši analiza priprema, plana obrade, plana stezanja, putanje alata. Nakon toga se vrši testiranje programa i simulacija procesa obrade u STEP-NC Machine. Po završetku testiranja programa i simulacije, program se može izvesti (eksportovati) u različite formate. Kao izlaz iz softvera mogu se odabrati dva načina. Jedan način predstavlja generisanje izlaznog APT i G-koda, gde se program šalje na obradu na odgovarajućim mašinama alatkama. Drugi način predstavlja direktno slanje programa ka upravljačkim jedinicama koje podržavaju STEP-NC, tj. upravljačkim jedinicama novijih generacija.



ZADATI DEO ZA SCENARIJ 2		PRIPREMAK ZA OBRADU	
PLAN OBRADJE ZA:		MULTA TACKA	SIMULACIJA PUTANJE ALATA (CAD/CAM)
RB	Redosled završaja		
1	Predobrada		
2	Završna obrada konture		
3			
4			
5			
6			
		KOMENTARI:	SIMULACIJA UKLANJANJA MATERIJALA (NC Check)

STEP-NC Machine

```

% G kod
G05
N1 G0 X0 Y150
N2 Y0
N3 S2500 M03
M30
  
```

Obrada na mašini

SIMULIRANA PUTANJA ALATA NA VIRTUELNIM MASINAMA
Haas Mini mill 3 axis

FRAGMENTI PROGRAMA ZA OBRADU:

CLF

G kod za izabranu upravljačku jedinicu:

```

ISO-10303-21
ISO-10303-21;
HEADER;
$$$ Generated by software containing ST-Developer
* from STEP Tools, Inc. (www.steptools.com)
*/
FILE_DESCRIPTION(
  # description '(C)',
  # implementation_level '2;1',
  FILE_NAME(
    # name '/expdemo_combined11',
    # time_stamp '2012-07-08T09:30:19+02:00',
    # author '(STEP-NC Maker 3.0)',
    # organization '(C)',
    # preprocessor_version '/ST-DEVELOPER v15',
    # originating_system '/Various',
    # authorisation '*/',
    FILE_SCHEMA ((INTEGRATED_CNC_SCHEMA));
  ENDSEC;
DATA;
#10=VIA_ARC_POINT('via_arc',{67.5;7.00961894323342;10});
#11=POLYLINE({#321;#322});
#12=POLYLINE('optimized',{#322;#323;#324;#10;#325;#326;#327;#328;#329;#330;
#331});
#13=MACHINING_TOOLPATH_SPEED_PROFILE_REPRESENTATION({#34;#111});
#14=MACHINING_TOOLPATH_SEQUENCE_RELATIONSHIP({#23;#16.1;});
#15=MACHINING_TOOLPATH_SEQUENCE_RELATIONSHIP({#23;#17.2;});
#16=MACHINING_TOOLPATH('VS 1 TP 1','cutter location trajectory','');
#17=CONVERSION_BASED_UNIT('inch',{#642});
#18=LENGTH_UNIT(
  NAMED_UNIT({#645});
  );
ENDSEC;
END-ISO-10303-21;
  
```

ANT(CLF)

ISO10303-21