



UNIVERZITET U NOVOM SADU

FAKULTET TEHNIČKIH NAUKA



Nastavni predmet:

INTEGRISANI CAPP SISTEMI I TEHNOLOŠKA BAZA PODATAKA

Vežba br 4:

*Automatizacija projektovanja proizvoda i tehnoloških procesa
izrade tehnološke grupe proizvoda primenom CAx sistema*

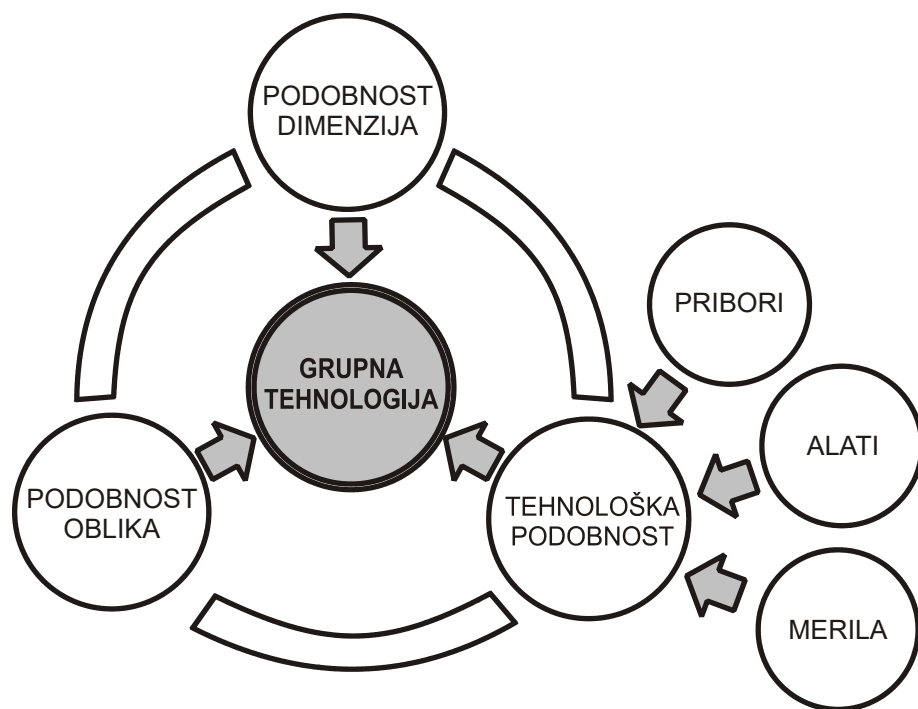
Profesor: dr Dejan Lukić

Predmetni asistent: Dejan Božić

UVOD

Savremeni proizvodni sistemi pri projektovanju proizvoda i tehnoloških procesa izrade kao i u samoj proizvodnji i montaži, primenjuju koncept grupne i tipske tehnologije (Varijantni CAPP sistemi).

Pri grupisanju delova podrazumeva se primena elemenata grupisanja koje čine prema slici 1.



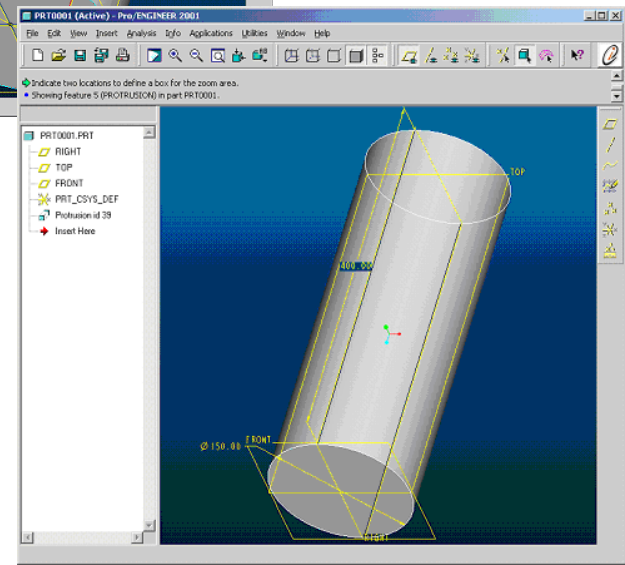
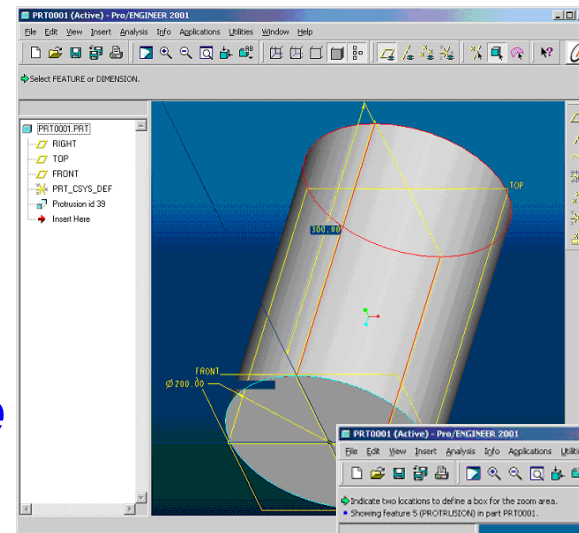
Slika 1. Elementi podobnosti grupisanja

Osnovne i napredne karakteristike PTC Creo

PTC Creo kao savremeni CAD/CAM/CAE programski sistem sastoji se od preko 100 modula, koji podržavaju razvojni tok proizvoda kroz čitav njegov životni ciklus.

Osnovne karakteristike koje odlikuju PTC Creo CAX sistema su:

- *Parametarsko projektovanje*
- *Tipski oblici (feature)*
- *Puna asocijativnost*
- *Materijalizacija*



Opcija PTC Creo - Family Table

Family Table - napredna opcija namenjena za modeliranje familije sličnih proizvoda, omogućuje varijantno i parametarsko projektovanje i razvoj biblioteke delova i sklopova.

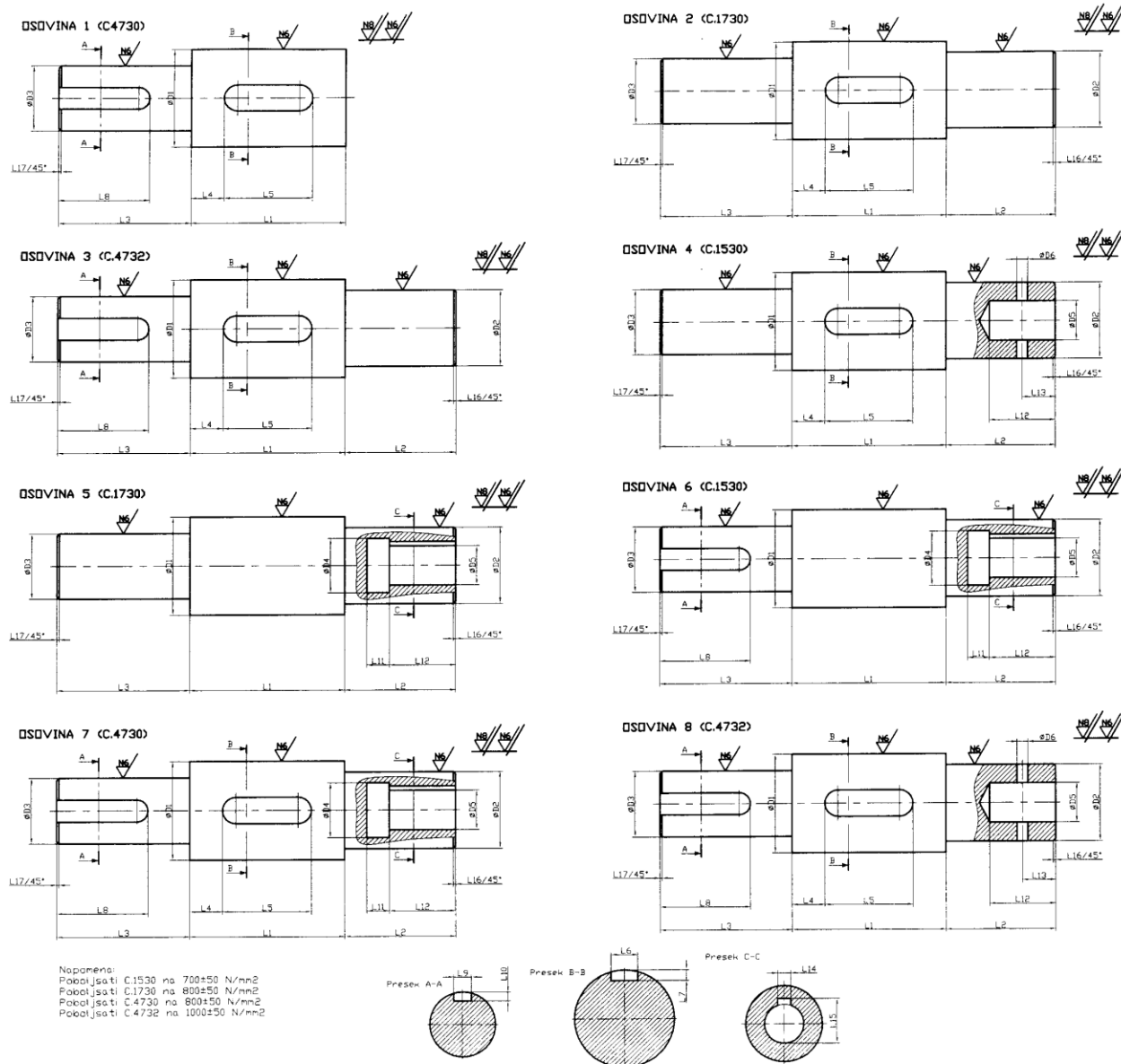
Ova opcija je iskorišćena za automatizaciju projektovanja proizvoda i tehnoloških procesa izrade tehnološke grupe proizvoda, uključujući i generisanje NC programa.

Kada se pristupa modeliranju proizvoda koji pripadaju određenoj grupi, odnosno familiji proizvoda potrebno je modelirati solid model kompleksnog dela (generic) koji sadrži sve elementarne tipske oblike (feature) koji se nalaze na pojedinim delovima grupe, a zatim na bazi njega možemo dobiti bilo koji proizvod koji pripada datoj grupi, primenom opcije family table.

Klasifikacija

Ako posmatramo tehnološku grupu rotaciono-simetričnih delova - osovina koje su sistematizovane u jednu tehnološku grupu prema internoj klasifikaciji (Slika 2).

Slika 2. Prikaz tehnološke grupe proizvoda



Prvo je potrebno odrediti pripadnost pojedinih tipskih oblika (feature) određenim osovinama iz tehnološke grupe i popuniti tabelu. (Y-pripada, N-ne pripada)

	1. Cilindar 1 ØD ₁ , L ₁	2. Cilindar 2 ØD ₂ , L ₂	3. Cilindar 3 ØD ₃ , L ₃	4. Žljeb 1 L ₄ , L ₅ , L ₆ , L ₇ ,	5. Žljeb 2 L ₈ , L ₉ , L ₁₀	6. Cilindar 4 (Rupa) ØD ₅ , L ₁₂	7. Cilindar 5 (Upust) ØD ₄ , L ₁₁	8. Cilindar 6 (Otvor) ØD ₆ , L ₁₃	9. Žljeb 3 L ₁₄ , L ₁₅	10. Oborena ivica 1 L ₁₆ /45 °	11. Oborena ivica 2 L ₁₇ /45°
Generic	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Osovina 1	Y	N	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	Y
Osovina 2											
Osovina 3											
Osovina 4											
Osovina 5											
Osovina 6											
Osovina 7											
Osovina 8											

Tabela 1a. Tabela za određivanje pripadnosti tipskih oblika

Analizom pripadnosti tipskih oblika pojedinim modelima osovina, dolazi se do tabele 1.

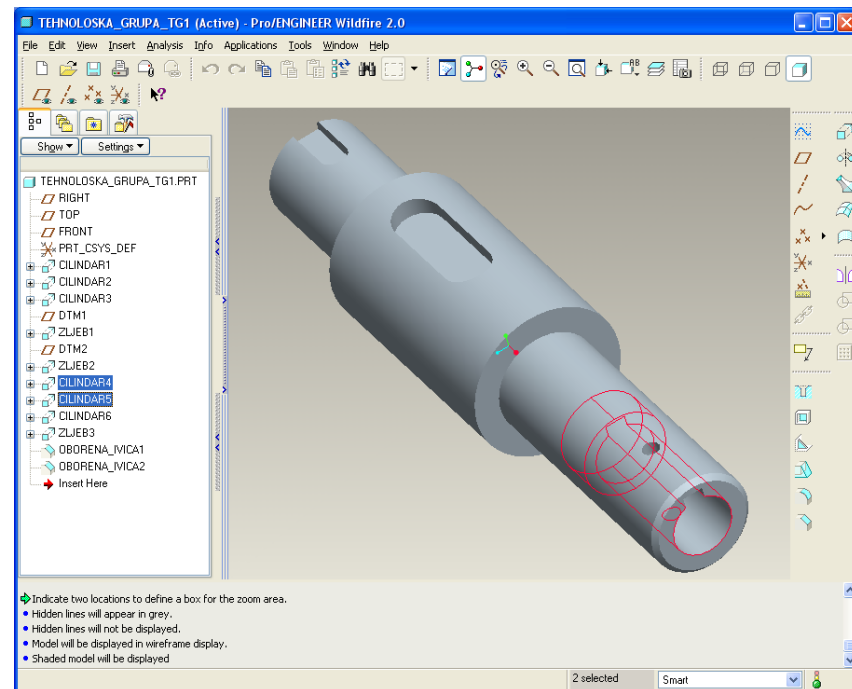
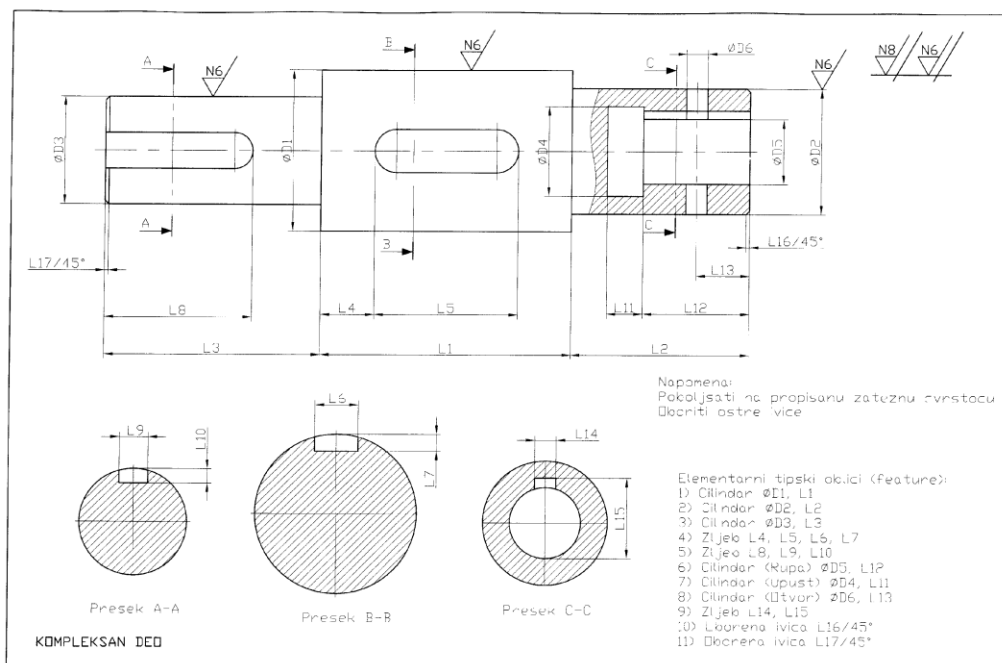
	1. Cilindar 1 ØD ₁ , L ₁	2. Cilindar 2 ØD ₂ , L ₂	3. Cilindar 3 ØD ₃ , L ₃	4. Žljeb 1 L ₄ , L ₅ , L ₆ , L ₇ ,	5. Žljeb 2 L ₈ , L ₉ , L ₁₀	6. Cilindar 4 (Rupa) ØD ₅ , L ₁₂	7. Cilindar 5 (Upust) ØD ₄ , L ₁₁	8. Cilindar 6 (Otvor) ØD ₆ , L ₁₃	9., Žljeb 3 L ₁₄ , L ₁₅	10. Oborena ivica 1 L ₁₆ /45°	11. Oborena ivica 2 L ₁₇ /45°
Generic	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
Osovina 1	Y	N	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y
Osovina 2	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	Y	Y
Osovina 3	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y
Osovina 4	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	Y	N	Y	Y
Osovina 5	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	Y
Osovina 6	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y
Osovina 7	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y
Osovina 8	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	Y	Y

Tabela 1. Opis pripadnosti tipskih oblika (feature) pojedinim osovinama

Projektovanje kompleksnog dela

Pošto nijedan od posmatranih proizvoda (osovina) ne sadrži sve tipske oblike, pristupilo se projektovanju imaginarnog kompleksnog dela-osovine a zatim i izradi njenog modela (Slika 3).

Pri modeliranju kompleksnog dela mora se voditi računa da se tipski oblici kreiraju kao nezavisne celine (npr. tri osnovna cilindra), kako bi se kasnije od njega mogli generisati pojedine osovine koje pripadaju tehnološkoj grupi.



Slika 3 2D crtež i 3D model kompleksnog imaginarnog proizvoda

Projektovanje (generisanje) osovina

Projektovanje-generisanje pojedinih osovina, vrši se tako što se biraju tipski oblici koji ga čine i vrši promena odgovarajućih dimenzija, prema tabeli 1 i tabeli 2.

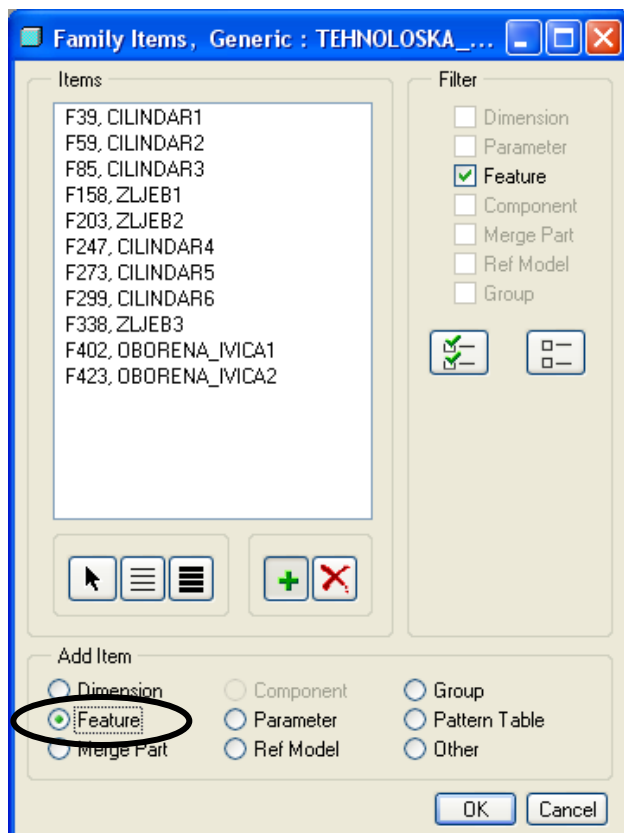
	$\phi D_1 h7$	$\phi D_2 h7$	$\phi D_3 h7$	ϕD_4	$\phi D_5 H10$	$\phi D_6 H11$	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	$L_6 P9$	$L_7 +0.2$	L_8	$L_9 P9$	$L_{10} +0.2$	L_{11}	L_{12}	L_{13}	$L_{14} P9$	$L_{15} +0.1$	L_{16}	L_{17}
Generic	45	30	30	25	18	5	75	80	45	10	40	14	5.5	20	8	4.1	12	40	20	6	20,6	1.5	1,5
Osovina 1	60	-	40	-	-	-	70	-	60	10	25	18	6.8	25	12	4.9	-	-	-	-	-	-	1.5
Osovina 2	55	38	34	-	-	-	68	72	48	15	40	16	6.2	-	-	-	-	-	-	-	-	1.5	1.5
Osovina 3	45	30	30			-	75	80	45	10	40	14	5.5	20	8	4.1			-	-	-	1.5	1,5
Osovina 4	45	32	38	-	20	5	75	62	58	15	50	14	5.5	-	-	-	-	42	20	-	-	2	2
Osovina 5	55	30	30	25	18	-	75	60	55	-	-	-	-	-	-	-	12	40	-	6	20.6	1.5	1.5
Osovina 6	50	40	45	25	18	-	80	50	45	-	-	-	-	20	14	5.5	10	30	-	6	20.6	1	1
Osovina 7	50	40	35	25	20	-	90	60	70	10	60	16	6.2	25	8	4.1	10	30	-	4	21.6	1	1
Osovina 8	45	35	30	-	18	6	70	50	60	15	40	14	5.5	25	8	4.1	-	30	18	-	-	1	1

Tabela 2. Dimenzije osovina

1. Definisanje pripadnost odgovarajućih tipskih oblika

Na slici 4 prikazan je interfejs za definisanje pojedinih osovina. Redovi u tabeli predstavljaju proizvode-osovine dok kolone predstavljaju tipske oblike. Vrednosti “Y” i “N” predstavljaju pripadnost određenih tipskih oblika određenom proizvodu.

Kao promenljiva se bira **FEATURE** (Tipski oblici).



Family Table : TEHNOLOSKA_GRUPA_TG1

Look In: TEHNOLOSKA_GRUPA_TG1

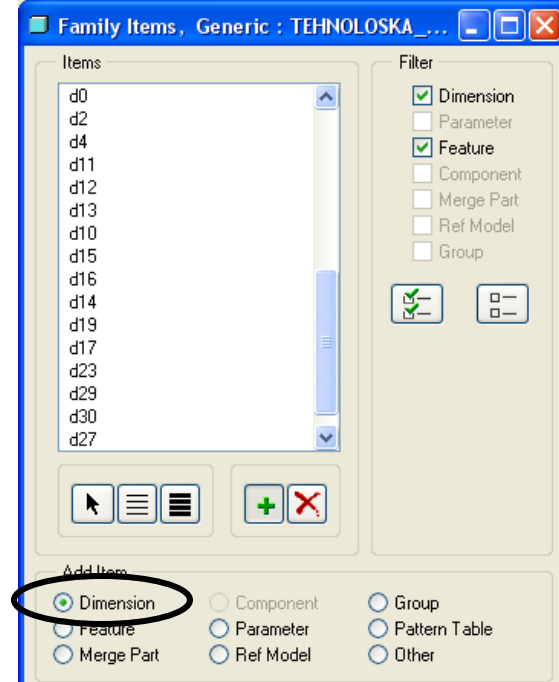
Type	Instance Name	F39 CILINDAR1	F59 CILINDAR2	F85 CILINDAR3	F158 ZLJEB1	F203 ZLJEB2	F247 CILINDAR4	F273 CILINDAR5	F299 CILINDAR6	F338 ZLJEB3	F402 OBORENA...	F423 OBORE...
	TEHNOLOSKA_G...	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y
	OSOVINA_1	Y	N	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y
	OSOVINA_2	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	N	Y	Y
	OSOVINA_3	Y	Y	Y	Y	Y	N	N	N	N	Y	Y
	OSOVINA_4	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	Y	N	Y	Y
	OSOVINA_5	Y	Y	Y	N	N	Y	Y	N	Y	Y	Y
	OSOVINA_6	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y
	OSOVINA_7	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	Y	Y
	OSOVINA_8	Y	Y	Y	Y	Y	Y	N	Y	N	Y	Y

OK Open Cancel

Slika 4. Interfejs opcije Family Table-definisanje tipskih oblika

2. Definisanje dimenzija

Pored razlika u posedovanju tipskih oblika, osovine se razlikuju i po dimenzionim karakteristikama (tabela 2), koje se mogu menjati u istoj tabeli opcije Family Table, s tim što sad bismo kao promenljivu **DIMENSION**. (Slika 5)

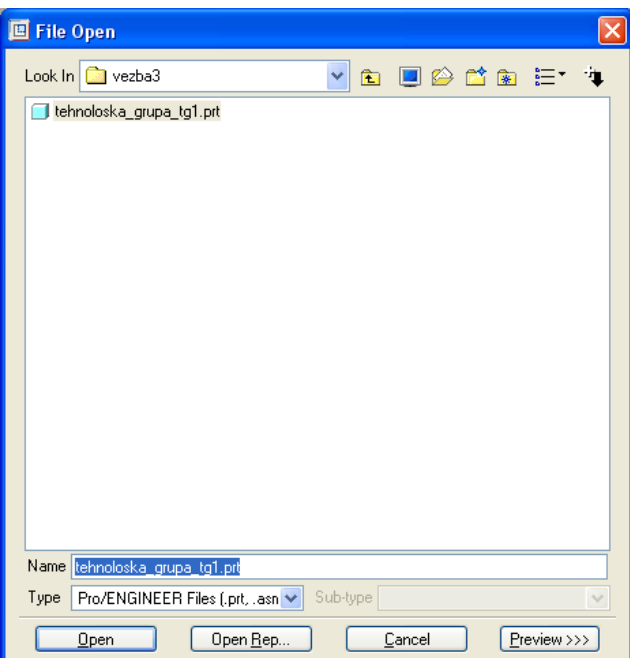


Type	Instance Name	d1	d3	d5	d20	d18	d22	d0	d2	d4	d11	d12	d13	d10	d15	d16	d14	d19	d17	d23	d29	d30	d27	d28
	TEHNOLOSKA_G...	45...	30...	30...	25.0...	18.0...	5.0...	75.0...	80.0...	45.0...	10.0...	40.0...	14.0...	5.5...	20.0...	8.0...	4.10...	12.0...	40.0...	20.0...	6.0...	20.60...	1.5...	1.50...
	OSOVINA_1	60	*	40	*	*	*	70	*	60	10	25	18	6.8	25	12	4.9	*	*	*	*	*	*	1.5
	OSOVINA_2	55	38	34	*	*	*	68	72	48	15	40	16	6.2	*	*	*	*	*	*	*	*	1.5	1.5
	OSOVINA_3	45	30	30	*	*	*	75	80	45	10	40	14	5.5	20	8	4.1	*	*	*	*	*	1.5	1.5
	OSOVINA_4	45	32	38	*	20	*	75	62	58	15	50	14	5.5	*	*	*	*	42	20	*	*	2	2
	OSOVINA_5	55	30	30	25	18	*	75	60	55	*	*	*	*	*	*	*	12	40	*	6	20.6	1.5	1.5
	OSOVINA_6	50	40	45	25	18	*	80	50	45	*	*	*	*	20	14	5.5	10	30	*	6	20.6	1	1
	OSOVINA_7	50	40	35	25	20	*	90	60	70	10	60	16	6.2	25	8	4.1	10	30	*	4	21.6	1	1
	OSOVINA_8	45	35	30	*	18	6	70	50	60	15	40	14	5.5	25	8	4.1	*	30	*	*	*	1	1

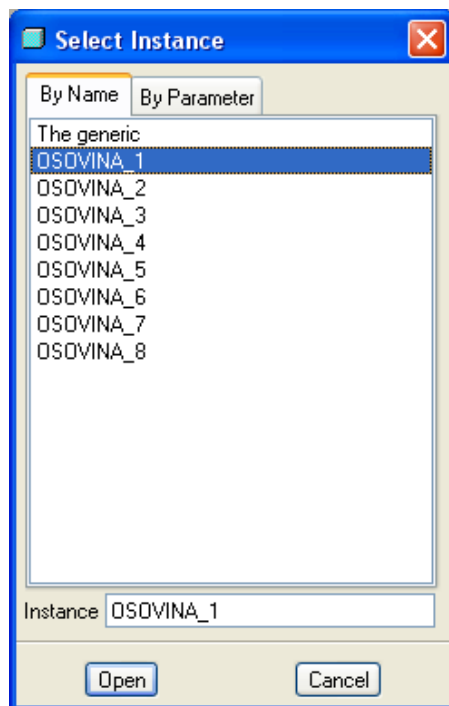
Slika 5. Interfejs opcije Family Table-definisanje dimenzija

Na navedeni način kompletna tehnološka grupa proizvoda-osovina je memorisana u okviru jedne datoteke, čime je olakšano pretraživanje i otklonjena je mogućnost gubitaka podataka. Model željenog proizvoda se dobija veoma lako kroz dva etapna koraka:

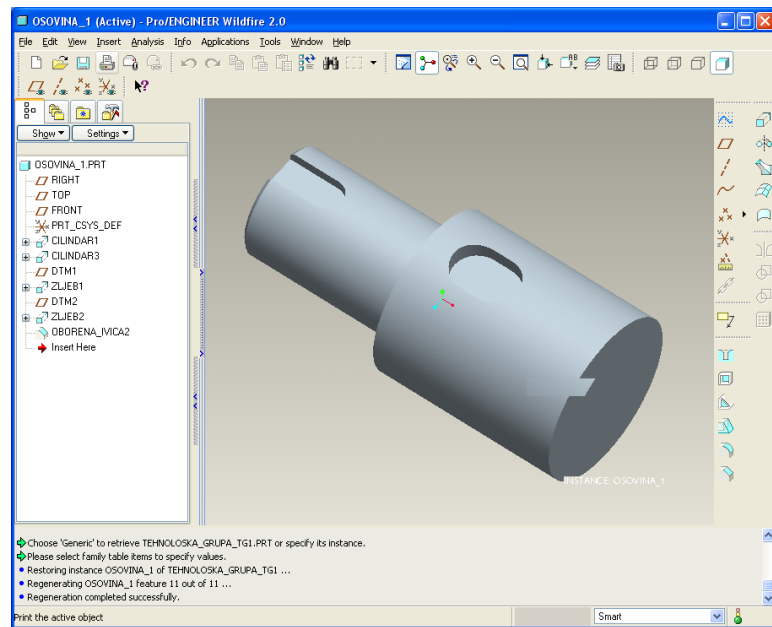
1. Izbor tehnološke grupe TG1



2. Izbor konkretnog proizvoda iz liste proizvoda (npr. Osovina 1)



Dobija se konkretan model proizvoda-Osovina 1



Generisani modeli osovina



Generisanje konkretnih proizvoda u okviru tipa osovine 3

Kako proizvodi u okviru tipova sadrže iste tipske oblike, razlike se isključivo svode u vrednosti parametarskih dimenzija.

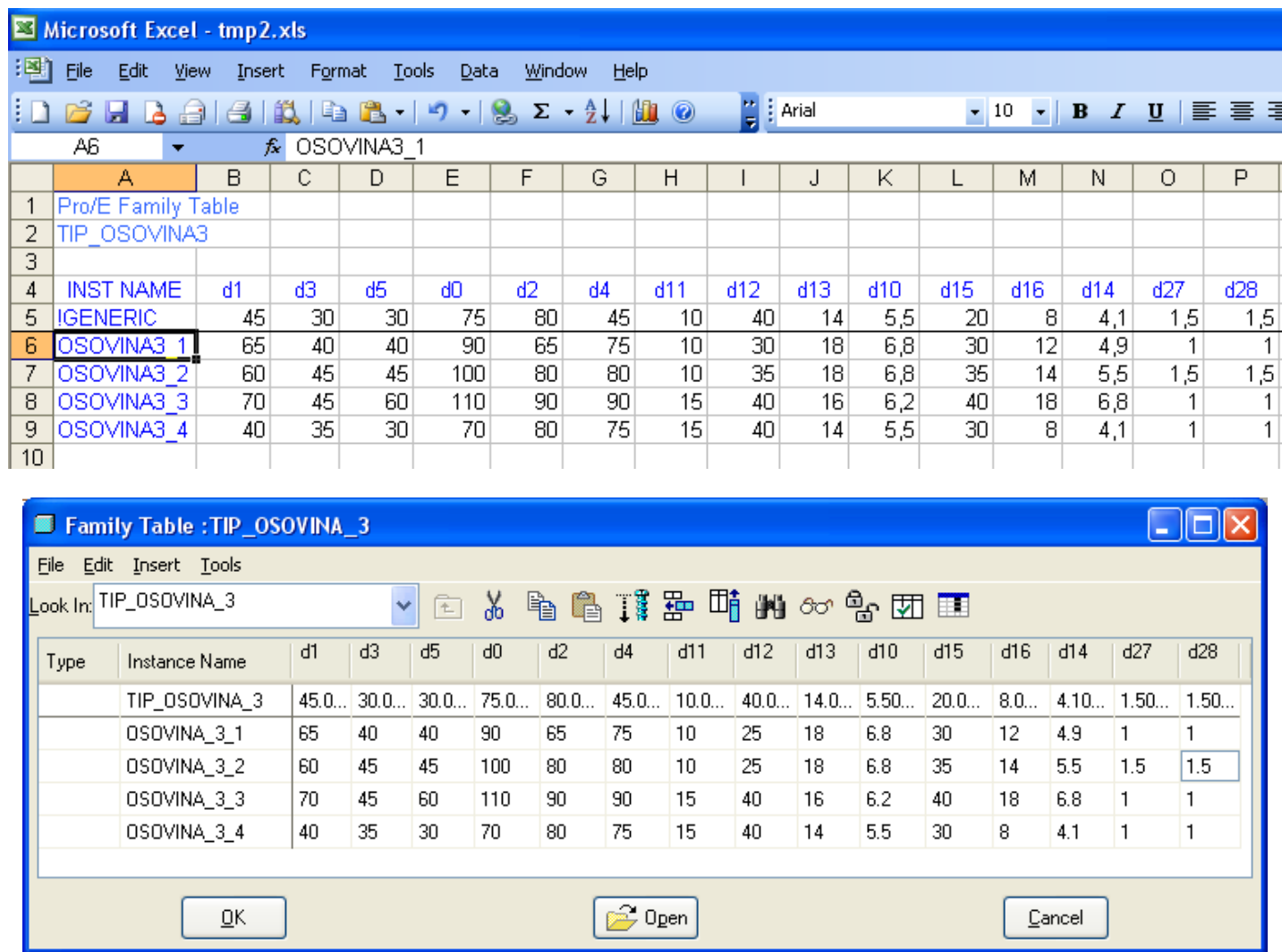
Za svaki tip proizvoda moguće je generisati proizvode koji mu pripadaju, kreiranjem posebnih tabela za svaki od tipskih proizvoda, s tim što je razlika u tome što se u kolonama umesto tipskih oblika i dimenzija sada nalaze **samo dimenzije** koje su različite kod konkretnih proizvoda.

Neka je osovina 3 tipski proizvod koji se izrađuje u više dimenzija prema tabeli 3, primenom opcije Family table generisaće se pripadajuće osovine.

	ϕD_1	ϕD_2	ϕD_3	L_1	L_2	L_3	L_4	L_5	L_6	L_7	L_8	L_9	L_{10}	L_{16}	L_{17}
Osovina 3	45	30	30	75	80	45	10	40	14	5.5	20	8	4.1	1.5	1.5
Osovina 3.1	65	40	40	90	65	75	10	30	18	6.8	30	12	4.9	1	1
Osovina 3.2	60	45	45	100	80	80	10	35	18	6.8	35	14	5.5	1,5	1,5
Osovina 3.3	70	45	60	110	90	90	15	40	16	6.2	40	18	6.8	1	1
Osovina 3.4	40	35	30	70	80	75	15	40	14	5.5	30	8	4.1	1	1

Tabela 3. Dimenzije tipske osovine 3

Na slici 6 je prikazana opcija definisanja konkretnih proizvoda preko tabele u Excel-u, kao i ažurirani (update) podaci u opciji Family table.



The image shows two screenshots. The top screenshot is a Microsoft Excel window titled 'tmp2.xls' showing a table with 17 columns (A to P) and 10 rows. The table contains data for various product instances. The bottom screenshot is a PTC Creo 'Family Table : TIP_OSOVINA_3' dialog box, which displays a similar table with 17 columns and 5 rows, showing the same data as the Excel table.

Excel Table Data:

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
1	Pro/E Family Table															
2	TIP_OSOVINA3															
3																
4	INST NAME	d1	d3	d5	d0	d2	d4	d11	d12	d13	d10	d15	d16	d14	d27	d28
5	IGENERIC	45	30	30	75	80	45	10	40	14	5,5	20	8	4,1	1,5	1,5
6	OSOVINA3_1	65	40	40	90	65	75	10	30	18	6,8	30	12	4,9	1	1
7	OSOVINA3_2	60	45	45	100	80	80	10	35	18	6,8	35	14	5,5	1,5	1,5
8	OSOVINA3_3	70	45	60	110	90	90	15	40	16	6,2	40	18	6,8	1	1
9	OSOVINA3_4	40	35	30	70	80	75	15	40	14	5,5	30	8	4,1	1	1
10																

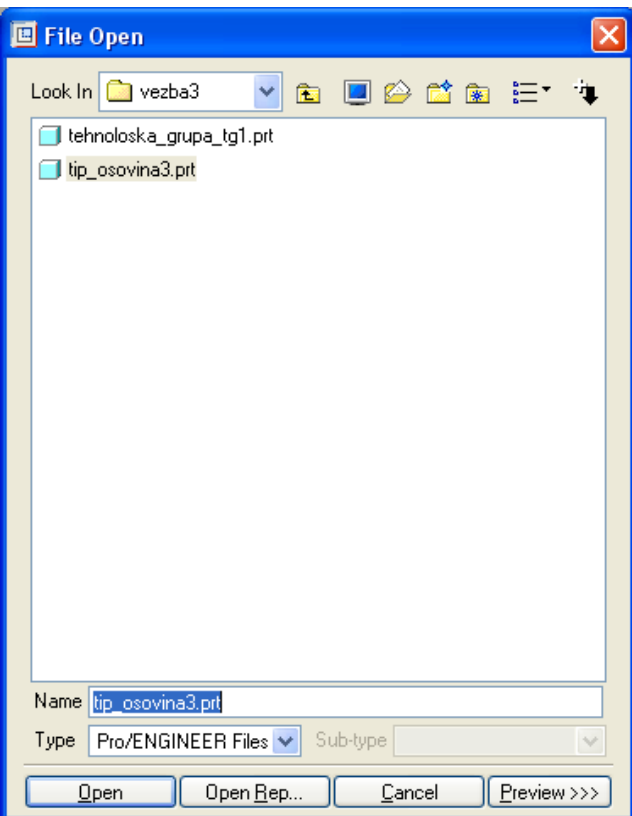
Family Table : TIP_OSOVINA_3 Data:

Type	Instance Name	d1	d3	d5	d0	d2	d4	d11	d12	d13	d10	d15	d16	d14	d27	d28
	TIP_OSOVINA_3	45.0...	30.0...	30.0...	75.0...	80.0...	45.0...	10.0...	40.0...	14.0...	5.50...	20.0...	8.0...	4.10...	1.50...	1.50...
	OSOVINA_3_1	65	40	40	90	65	75	10	25	18	6.8	30	12	4.9	1	1
	OSOVINA_3_2	60	45	45	100	80	80	10	25	18	6.8	35	14	5.5	1.5	1.5
	OSOVINA_3_3	70	45	60	110	90	90	15	40	16	6.2	40	18	6.8	1	1
	OSOVINA_3_4	40	35	30	70	80	75	15	40	14	5.5	30	8	4.1	1	1

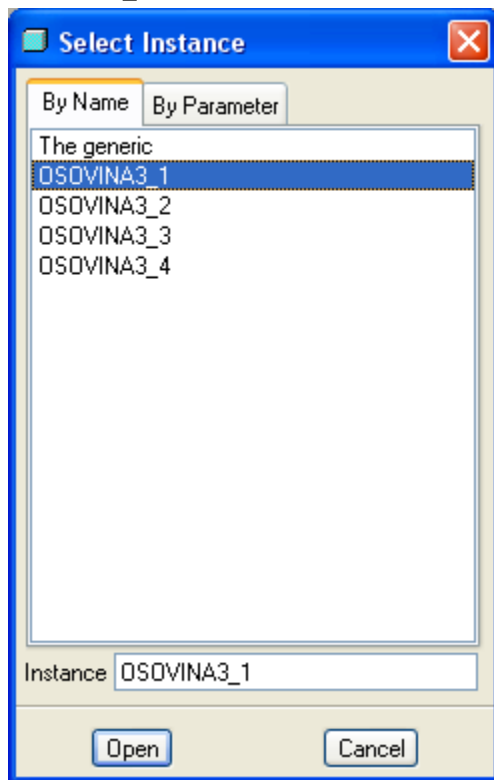
Slika 6. Interfejs PTC Creo sa tablicom u Excel-u i ažurirani podaci u tabeli opcije Family table

Na navedeni način svi tipski proizvodi osovine 3 su smešteni u jednu datoteku, čime je olakšano pretraživanje i otklonjena je mogućnost gubitaka podataka. Model željenog proizvoda se dobija veoma lako kroz dva etapna koraka:

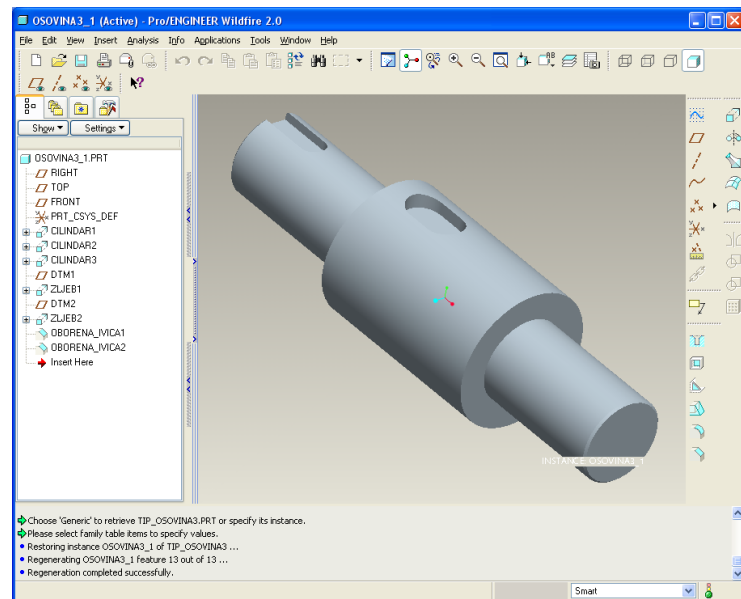
1. Izbor tipa osovina 3



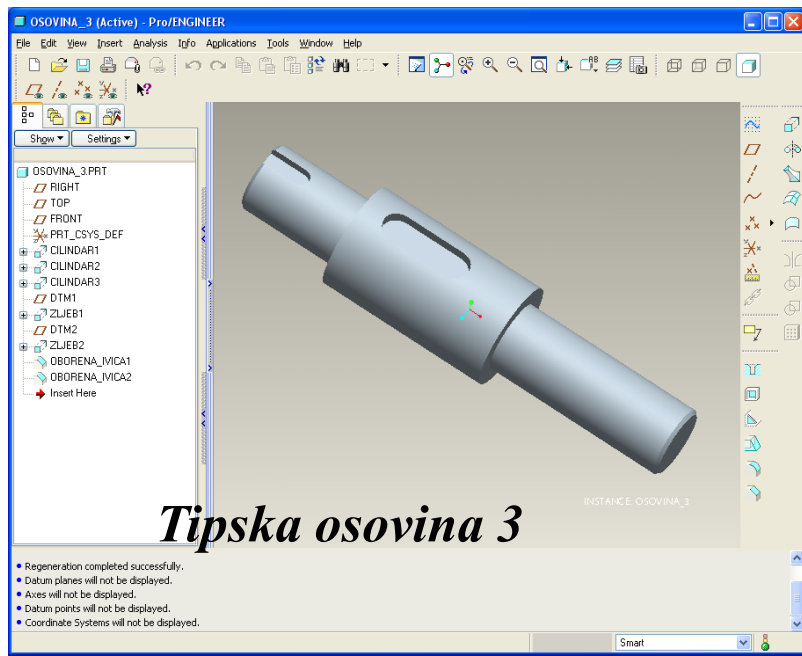
2. Izbor konkretnog proizvoda iz liste proizvoda (Osovina 3_1)



Dobija se konkretan model proizvoda Osovina 3_1



Generisani proizvoda u okviru tipa osovine 3



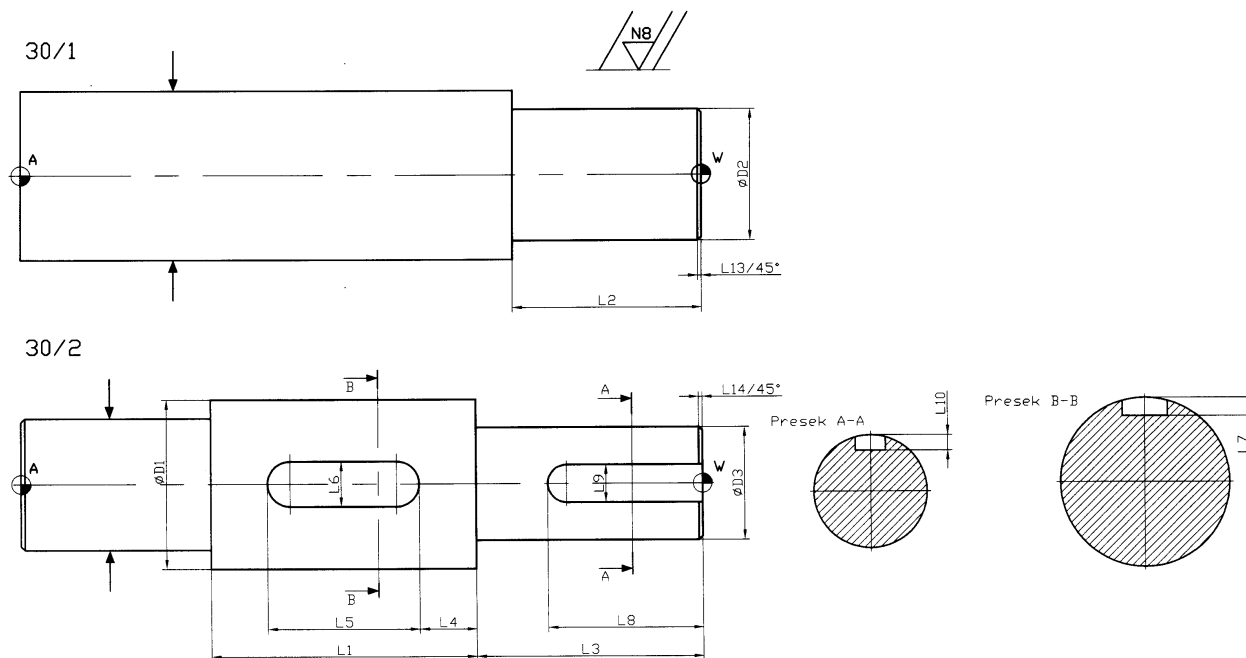
Automatizacija projektovanja tehnoloških procesa

Savremeni Cax sistemi, pa tako i PTC Creo imaju ugrađenu asocijativnost između CAD, CAM i drugih modula pa se promenom na delu/proizvodu u nekom od modula vrši promena u povezanim modulima (npr. 3D model, 2D crtež, Sklop...) U okviru CAM modula određeni parametri tipskih oblika povezani sa generisanom putanjom alata, čime se znatno utiče na automatizaciju projektovanja tehnologije izrade konkretnih proizvoda koji pripadaju istom tipu proizvoda.

Prethodno izneto znači da se promenom vrednosti parametara, odnosno dimenzija, direktno menja i generisana putanja alata, koja sa sobom povlači i promenu NC programa. Na ovaj način se ostvaruje veoma brza promena NC programa za proizvode koji pripadaju istom tipu proizvoda.

Generisanje NC programa realizovano je primenom PTC/Manufacturing modula, pri čemu je za parametarsko projektovanje NC programa iskorišćena pomenuta opcija Family Table sa posebnim tabelama za proizvode i pripreme.

Neka je u bazi podataka za tipske tehnološke procese, tipska operacija broj 30, obrade na NC strugu sa dve podoperacije (30/1 i 30/2), za određeni tipski proizvod – osovina 3, što je prikazano na slici 7.

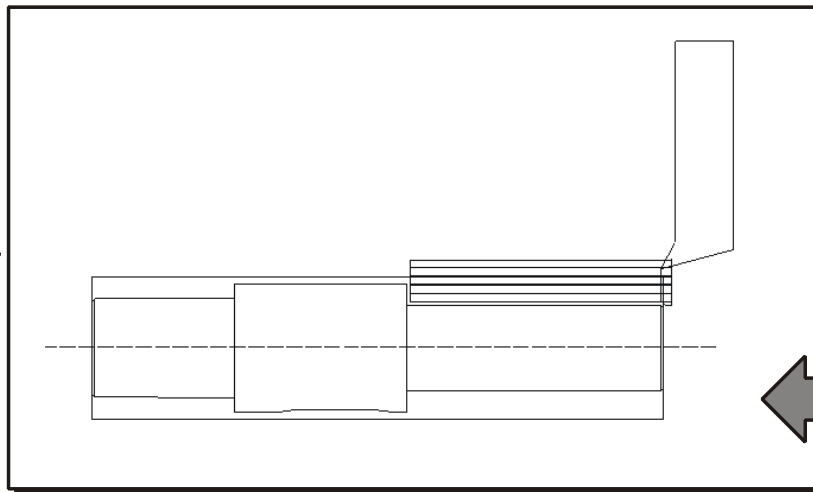
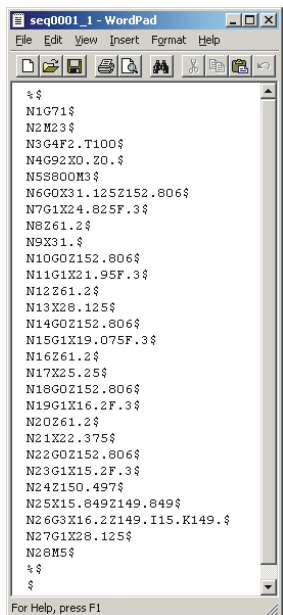
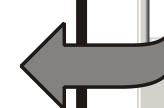
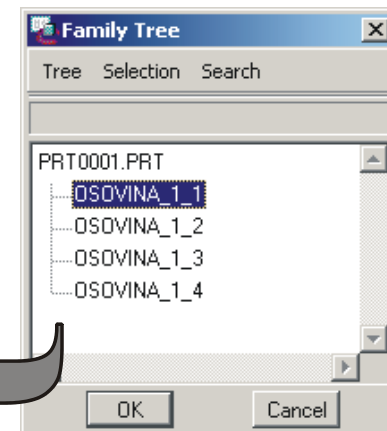
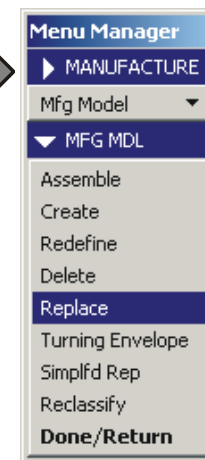
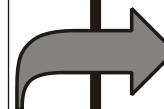
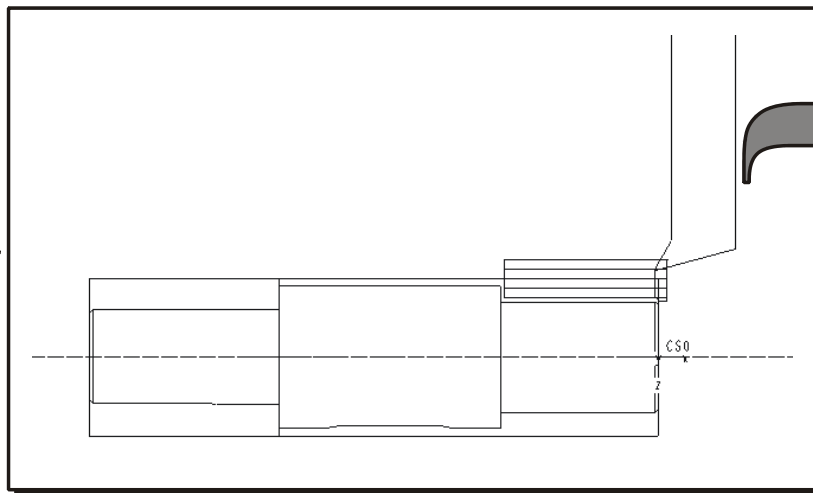
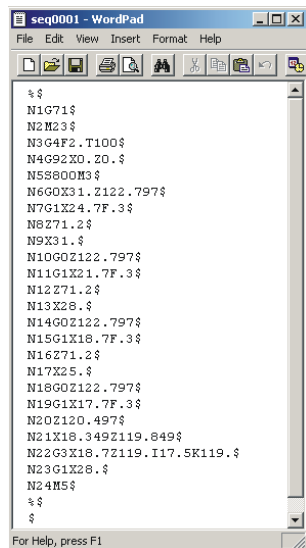


Slika 7. Prikaz skice tipske operacije struganja za posmatrani tipski proizvod – osovina 3

Automatizacija generisanja putanje alata za tipske proizvode

U savremenoj proizvodnji proizvoda kao trend se javlja modularna gradnja proizvoda, što sa sobom povlači tipizaciju proizvoda a samim tim i primenu koncepta tipske i grupne tehnologije u izradi proizvoda.

Za posmatranu podoperaciju 30/1, na slici 8 je prikazano dobijanje automatizovanog generisanja putanje alata za zahvat grubog struganja konkretnog proizvoda osovine3_3, na bazi prethodno generisane putanje alata za predstavnika datog tipa osovine 3 (generic), sa prikazima postprocesiranih upravljačkih programa u obliku G-koda, koji se direktno mogu upotrebiti za izradu na NC mašini alatki.



Slika 8. Postupak automatizovanog generisanja putanje alata za zahvat grubog struganja podoperacije 30/1

Zaključak

Prikazani prilaz za automatizaciju projektovanja primenom PTC Creo i drugih CAX sistema daje velike mogućnosti, a neke od njih su:

- Omogućeno je racionalnije modeliranje kreiranjem kompleksnog dela, kao i efikasno generisanje modela proizvoda preko parametrizovanih nezavisnih konstrukcionih elemenata – tipskih oblika (feature);
- Zahvaljujući činjenici da su svi modeli sadržani u okviru jedne datoteke, postignuta je kompaktnost i izbegnuta mogućnost "gubljenja" pojedinih modela proizvoda;
- Obezbeđena je i otvorenost rešenja za proširivanje i dopunjavanje kako na nivou grupe, tako i u okviru tipova;
- Zahvaljujući ugrađenoj asocijativnosti gde su određeni parametri tipskih oblika direktno povezani sa putanjom alata omogućeno je automatizovano generisanje upravljačkih programa tipskih proizvoda.
- Dobijeni modeli proizvoda se efikasno mogu iskoristiti u ostalim modulima CAX sistema, počev od generisanja tehničke dokumentacije, preko izrade sklopova, strukturnih analiza proizvoda, pa sve do simulacije izrade i generisanja NC koda.